

MINISTERE DEL'ENSEIGNEMENTS SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI, TIZI-OUZOU



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

## Mémoire de fin d'études

Envue del'obtention  
Du Diplôme de Master en Electronique  
Option : Réseaux et Télécommunications

*Thème:*

# OPTIMISATION DES NOUVEAUX RESEAUX 3G

Réalisé par :

M<sup>r</sup>. HACHEMI Karim

M<sup>r</sup>. HADJ SAID Aghilas

Promoteur:

M<sup>r</sup>. AITBACHIR Youcef.

Encadreur:

M<sup>r</sup>. BENCHERIF Khaled (CD RAN Maghreb  
Manager).



Stage effectué chez ERICSSON. 

Année Universitaire 2013/2014.



# DEDICACES

*A cœur vaillant rien d'impossible  
A conscience tranquille tout est accessible  
Quand il y a la soif d'apprendre  
Tout vient à point à qui sait attendre  
Quand il y a le souci de réaliser un dessein  
Tout devient facile pour arriver à nos fins  
Malgré les obstacles qui s'opposent  
En dépit des difficultés qui s'interposent  
Les études sont avant tout  
Notre unique et seul atout  
Ils représentent la lumière de notre existence  
L'étoile brillante de notre réjouissance  
Comme un vol de gerfauts hors du charnier natal  
Nous partons ivres d'un rêve héroïque et brutal  
Espérant des lendemains épiques  
Un avenir glorieux et magique  
Souhaitant que le fruit de nos efforts fournis  
Jour et nuit, nous mènera vers le bonheur fleuri  
Aujourd'hui, ici rassemblés auprès des jurys,  
Nous prions dieu que cette soutenance  
Fera signe de persévérance  
Et que nous serions enchantés  
Par notre travail honoré*

# *Je dédie cette thèse à*

*Ma très chère mère, affable, honorable, aimable : Tu représentes pour moi le symbole de la bonté par excellence, la source de tendresse et l'exemple du dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.*

*Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études. Aucune dédicace ne saurait être assez éloquente pour exprimer ce que tu mérites pour tous les sacrifices que tu n'as cessé de me donner depuis ma naissance, durant mon enfance et même à l'âge adulte. Tu as fait plus qu'une mère puisse faire pour que ses enfants suivent le bon chemin dans leur vie et leurs études. Je te dédie ce travail en témoignage de mon profond Amour. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.*

*Sans oublier ma charmante petite famille : Père, sœurs et frère qui m'ont toujours encouragés pour en arriver là où je suis.*

## **REMERCIEMENTS.**

*Je tiens à remercier ... d'ingénierie d'ERICSSON, chacun son nom et mon enseignant Mr AIT BACHIR Youcef.*

*KARIM.H*

*Toutes les lettres ne sauraient trouver les mots qu'il faut...*

*Tous les mots ne sauraient exprimer la gratitude, L'amour, le respect, la reconnaissance...*

*Aussi, c'est tout simplement que Je dédie cette Thèse ...*

## **À MES CHÈRES PARENTS**

*Aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect, mon amour éternel et ma considération pour les sacrifices que vous avez consenti pour mon instruction et mon bien être.*

*Je vous remercie pour tout le soutien et l'amour que vous me portez depuis mon enfance, j'espère que votre bénédiction m'accompagnera toujours.*

*Que ce modeste travail soit l'exaucement de vos vœux tant formulés, le fruit de vos innombrables sacrifices, bien que je ne vous en acquitterai jamais assez.*

*Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie et faire en sorte que jamais je ne vous déçoive.*

*A MES CHERS ET ADORABLE  
PETITS FRÈRES*

*En témoignage de mon affection fraternelle, de  
ma profonde*

*Tendresse et reconnaissance, je vous souhaite  
une vie pleine de bonheur et de*

*Succès et que Dieu, le tout puissant, vous  
protège et vous garde.*

*Aguellid & Yaní que j'aime tant.*

*A CETTE PERSONNE*

*Qui compte*

*Enormément pour moi, et à qui je porte  
beaucoup de tendresse et d'amour.*

*A toi **Dalía**.*

*Aux personnes présentes et à celles  
qui n'ont malheureusement pas pus  
êtres parmi nous.*

# Remerciements

*Qu'il me soit permis de présenter ici mes remerciements à tout un petit monde de personnes qui ont rendu possible la présente étude et qui ont contribué à son élaboration sous quelque forme que ce soit.*

*Je tiens tout d'abord à dire ma reconnaissance envers Monsieur **AIT BACHIR Youcef** qui, malgré les prérogatives qui sont siennes, a accepté sans réserve, de diriger cette thèse. Il s'y est grandement impliqué par ses directives, ses remarques et suggestions, mais aussi par ses encouragements dans les moments clés de son élaboration.*

*Je remercie aussi Monsieur **BENCHERIF Khaled** notre encadreur, qui a su prendre les bonnes décisions au moment voulu, pour son aide si précieuse, son professionnalisme et sa serviabilité.*

*Merci à toute l'équipe technique d'ERICSSON (**Farid, Nassima, Yacine, Hafida, Khalil, Mahmoud, Nader** et beaucoup d'autres encore).*

*Merci à Monsieur le Président Directeur General **DAMMA Saad**, les directeurs, Monsieur **CHALLAL**, Monsieur **AOUIDAD**, Monsieur **MAHLOUL**, et la sous directrice Madame **BOUHITEM** pour nous avoir ouvert les bonnes portes et de nous avoir faciliter la procédure.*

*Un grand merci à mon cousin **Mourad** qui nous a énormément aidés, puisses-tu décrocher les étoiles, si ce n'est déjà fait !  
Merci à **Saïd, Sabrina, Zahra et Alici** pour votre accueil.  
Merci à mon oncle **Mouhendet** son épouse **Ourida**.*

*A.H.S.*

## Sommaire

**Dédicaces.**

**INTRODUCTION GENERALE**

**CHAPITRE 1: Les Réseaux Mobiles**

Introduction

**I.1- LE réseau GSM.**

I.1.1- Caractéristiques du GSM.

I.1.2-Architecture du GSM.

I.1.3-Interfaces entre les entités du réseau.

I.1.4-Les fréquences du travail du GSM.

I.1.5-Partage en fréquence (FDMA).

I.1.6- Partage en temps (TDMA)

I.1.7-Les différents canaux logiques.

**I.2- Extension vers le GPRS.**

I.2-Architecture du GPRS.

I.2-Entités du réseau GPRS.

I.2-Limites du GPRS.

**I.3- Extension vers l'EDGE.**

I.3-Limites de l'EDGE.

**I.4- L'UMTS**

I.4- Release 99 (R99)

I.4- Réseau d'accès UTRAN.

I.4- Réseau cœur.

I.4- Les principes du WCDMA.

I.4- Les interface de communications.

I.4- Limites de l'UMTS.

**I.5- Le HSPA**

I.5.1- HSDPA.

I.5.2- HSUPA.

**I.6- La LTE.**

Conclusion.

**CHAPITRE 2: Phases du déploiement d'un site de télécommunication.**

Introduction.

**II.1- La phase Planing.**

II.1-Search (Recherche).

II.1-Survey (Enquête).

II.1-Evaluation and Decision (Evaluation et Décision).

**II.2- La phase Planning (Mise en œuvre).**

II.2.1- Permet and Lease (Permises et Bail).

- II.2.2- Detailed Design (Conception détaillée).
  - II.2.2.1- Civil Works Construction (Constructions des travaux civils).
  - II.2.2.2- Civil Works Vérification (Vérification des travaux civils).
  - II.2.2.3- Equipement Installation (Installation d'équipements).
  - II.2.2.4- Data Collection (Collection de données).
  - II.2.2.5- Configuration.
  - II.2.2.6- Commissioning (La Mise en Service).
  - II.2.2.7- Integration (Intégration).
- II.2.3- Built
- II.2.4- Initial Tuning.

### **II.3- Optimisation.**

- Optimization collection (Collection d'information à optimiser).
- Optimization Analysis (Analyse de l'Optimisation).
- Optimization Improvement (Amélioration de l'optimisation).
- Optimization Verification (Vérification de l'Optimisation).
- Conclusion.

## **CHAPITRE 3 : Indicateurs Clés de Performance (KPI)**

Introduction.

### **III.1- Evolution de WCDMA-RAN.**

### **III.2- Statistiques de performances.**

### **III.3- Les compteurs.**

Types de compteurs basiques.

### **III.4- Les formule.**

### **III.5- Indicateurs Clés de Performance (KPIs).**

Les Classes des Indicateurs.

### **III.6- L'accessibilité au service.**

III.6.1-Indicateur d'accessibilité.

III.6.2- Les KPIs Utilisés.

### **III.7- Continuabilité (Retainability).**

III.7.1- Indicateurs de continuabilité.

### **III.8- Disponibilité (Availability).**

III.8.1- Indicateurs de disponibilité.

### **III.9- Mobilité (Mobility)**

III.9.1- Irat Handover.

III.9.2- Indicateurs de Mobilité.

Conclusion.

## **CHAPITRE 4 : APPLICATION**

**Introduction.**

### **IV.1- Ecoulement du contrôle d'admission.**

### **IV.2- Cas Pratique.**

Relations de voisinage

Contrôle d'admission dans l'accessibilité

Overshooting.

Echec de connexion RRC après admission.

Mobilité.

Conclusion.

**Conclusion générale.**

**Acronyms**  
**Table de matière.**  
**Bibliographie**

# INTRODUCTION GENERALE

Lié aux besoins de toujours communiquer plus, les travaux de développement des réseaux cellulaires sont en pleine expansion depuis les trois dernières décennies pour atteindre le haut débit.

Après l'invention des systèmes analogiques de première génération dans les années 1980, les systèmes radio-mobiles cellulaires de deuxième génération, tel que le GSM ont été introduits depuis l'année 1990 pour augmenter le nombre des utilisateurs connectés au réseau. Le GSM (*Global System for Mobile Communications*) qui est conçu pour la transmission de la voix, peut transmettre aussi des données en mode circuit à un faible débit qui ne dépasse pas 9.6 Kbits/s. Pour augmenter le débit en utilisant la même infrastructure, une évolution majeure nommée GPRS (General Packet Radio Services). Ce système permet de transmettre les données en mode paquet jusqu'à un débit théorique égale à 171 Kbits/s. Pour augmenter encore le débit, le EDGE et GPRS ont été introduit pour atteindre un débit théorique de 300 Kbits/s. Ceci est possible grâce à l'utilisation de la modulation d'ordre supérieur 8PSK (8-Phase Shift Keying) au lieu d'utiliser la modulation GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying).

Le besoin croissant en débit et la saturation en termes de nombre des utilisateurs des réseaux de deuxième génération, ont poussés les opérateurs de télécommunication de passer au système radio-mobiles cellulaires de troisième génération nommé UMTS (Universal Mobile Telecommunications System). Ce système qui est standardisé par le groupe 3GPP (3th Group Partnership Project) dans la spécification technique "release 99", a été adopté au niveau mondial en Janvier 1999. L'UMTS offre un débit théorique maximal de 2 Mbits/s. Il est donc possible de transmettre en plus de la voix, les données en mode paquet. De plus, avec l'UMTS, l'accès aux plusieurs services tels que l'Internet mobile et la visiophonie, sont devenus possible. L'UMTS introduit une nouvelle interface radio qui repose sur la technique d'accès multiple à répartition par code à large bande W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access) dans laquelle les utilisateurs peuvent accéder simultanément à la même bande de fréquence.

Malgré cette évolution, le système UMTS est incapable de fournir les débits de transmissions demandés par certains services hauts débits. Pour faire face à ce problème le groupe 3GPP a conçu les systèmes HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) et HSUPA (High Speed Uplink Packet Access).

Les besoins du marché devenant de plus en plus grands, à un moment ou à un autre il faudra penser à passer à une technologie plus évoluée, la LTE (Long Term Evolution) se trouve être la plus accessible avant la 5G dans un avenir plus lointain.

## CHAPITRE 1

# Les Réseaux Mobiles

## Introduction

La téléphonie a été à l'origine des premiers réseaux de télécommunication ou le réseau mobile n'a cessé d'évoluer, de la génération 0 de systèmes cellulaires en 1945 à la 4ème génération dite «4G » en 2011.

Cette tendance a conduit au développement de réseaux d'accès mobiles de type cellulaire ou les premiers réseaux de ce type étaient basés sur le transport d'informations analogiques qui se qualifiaient de première génération (*1ère génération*) qui a laissée par suite, rapidement la place à une nouvelle génération (*2ème génération*) mettant en application les technologies numériques qui ont notamment donné naissance aux réseaux GSM.

Une nouvelle famille de normes est apparue sous le nom de l'UMTS conduit aujourd'hui à une troisième génération (*3G*) de réseaux et de terminaux mobiles à l'aide d'intermédiaire dont les représentants sont le GPRS et le EDGE vers le Release 99 (*Phase 1 de l'UMTS*) et ses évolutions jusqu'à la LTE.

Nous allons voir dans ce chapitre les généralités sur ces technologies qui ont données naissance à cette évolution des réseaux mobiles et leurs caractéristiques

### I.1- Le réseau GSM

Le réseau GSM est un système de radiotéléphonie numérique flexible et évolutif. Il s'agit d'un standard de seconde génération. Cette norme autorise un débit maximal de 9,6 kbps, ce qui permet de transmettre la voix ainsi que des données numériques à bas débit, tel que des SMS (*Short Message Service*) ou des MMS (*Multimédia Message Service*).

#### I.1.1- Caractéristiques du GSM

##### A- Le concept cellulaire

Un système de radiotéléphonie utilise une liaison radioélectrique entre le terminal portatif (*MS : Mobile Station*) et le réseau téléphonique. La liaison radio entre le téléphone mobile et le réseau doit être de qualité suffisante, ce qui nécessite la mise en place d'un ensemble de stations de base (*BTS*) sur l'ensemble du territoire que l'on souhaite couvrir.

Une cellule est la surface sur laquelle le téléphone mobile peut établir une liaison avec une station de base déterminée. Le principe consiste à diviser une région en un certain nombre de cellules desservies par un relais radioélectrique de faible puissance, émettant à des fréquences différentes de celles utilisées sur les cellules voisines. Ces cellules doivent être adjacentes sur la surface couverte. Evidemment, le nombre de fréquences accordées au système GSM étant restreint, l'opérateur est obligé de réutiliser les mêmes fréquences sur des cellules suffisamment éloignées de telle sorte que deux communications utilisant la même fréquence ne se brouillent pas.

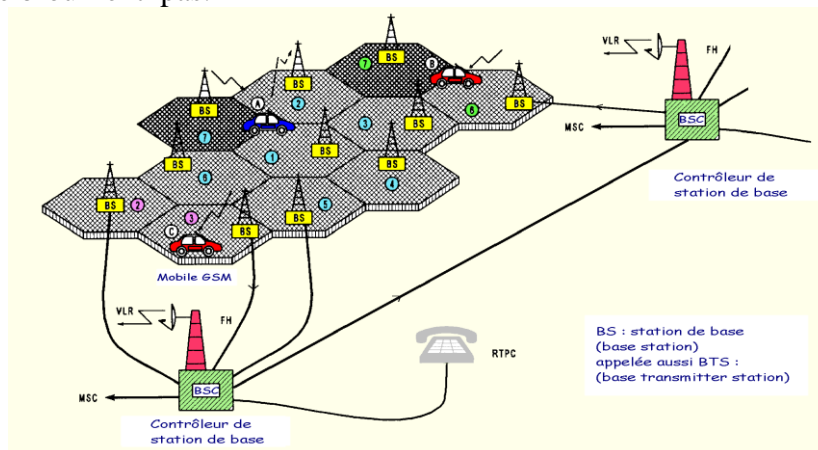


Figure I-1 : Le concept cellulaire.

Afin de permettre la continuité de la communication, il est nécessaire que les zones de couvertures se recouvrent de 10 à 15%, ce qui renforce la contrainte de ne pas avoir une même bande de fréquences dans deux cellules voisines.

### **B- Concept de mobilité**

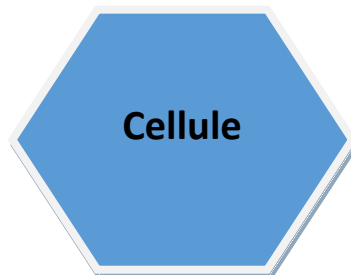
Le handover ou transfert intercellulaire désigne l'ensemble des opérations mises en œuvre pour permettre à un téléphone mobile de changer de cellule radio sans interruption de la conversation ou du transfert de données. En effet lorsque le signal de transmission entre un téléphone et une station de base (*BTS*) s'affaiblit, le logiciel du téléphone mobile cherche une autre station de base disponible dans une autre cellule, qui soit capable d'assurer à nouveau la communication dans les meilleures conditions.

### **C- Régions géographiques d'un réseau GSM**

On peut distinguer cinq régions distinctes qui sont :

#### **C.1- Une cellule**

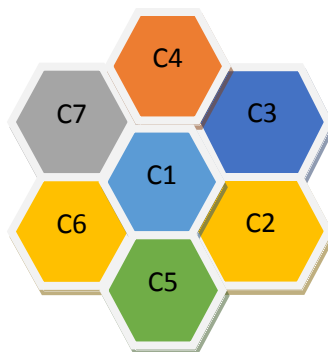
Une cellule, correspond à la région couverte par une station de base (*BTS*). Elle est généralement de forme hexagonale et identifiée dans un réseau par un numéro unique *CI (Cell Identity)*.



**Figure I-2 :** Une cellule.

#### **C.2- Une zone de localisation (LA - Location Area)**

Est un groupe de cellules, c'est la région par laquelle on localise un abonné. Chaque *LA (Location Area)* est servie par un ou plusieurs contrôleurs de station de base (*BSC*), mais par un seul *MSC*.



**Figure I-3 :** Zone de localisation.

### C.3- Une zone de service MSC/VLR

Une zone de service MSC/VLR est un groupe de LA sous le contrôle d'un seul MSC

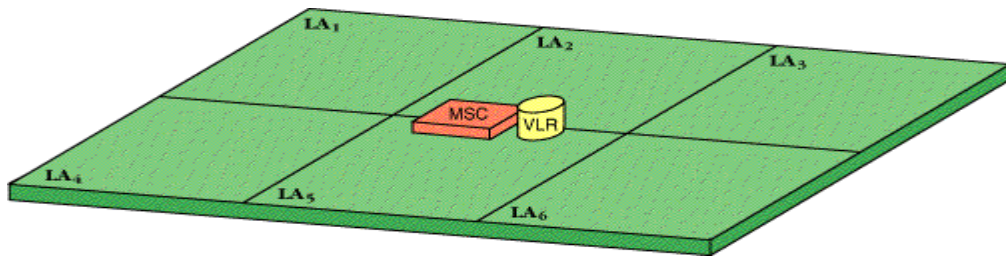


Figure I-4 : Régions de services MSC/VLR.

Ainsi si on veut acheminer un appel vers un terminal le réseau doit connecter la communication au MSC de la zone de service MSC/VLR où le terminal est localisé.

### C.4- Un réseau mobile d'une région public (PLMN)

Est la région desservie par un opérateur de réseau, elle est composée de plusieurs zone de services MSC/VLR.

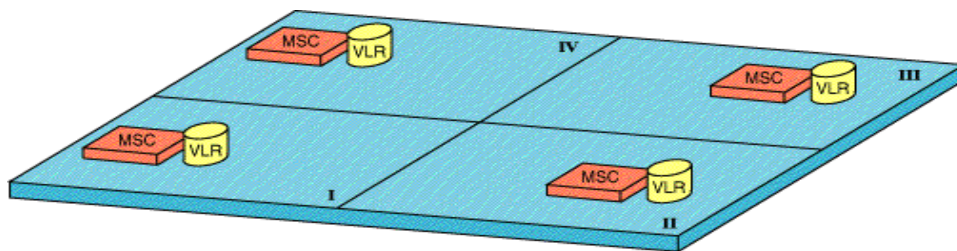


Figure I-5 : Zone PLMN.

Dans un pays où on peut distinguer plusieurs PLMN chacune appartenant à un réseau mobile d'un opérateur. Comme l'Algérie qui dispose de trois PLMN (*Mobilis, Ooredoo et Djazzy*).

### C.5- Une zone de service GSM

La zone de service GSM est la zone géographique où un abonné peut accéder à un réseau GSM. Cette zone va en s'agrandissant quand les différents opérateurs signent un contrat agréés pour travailler ensemble.

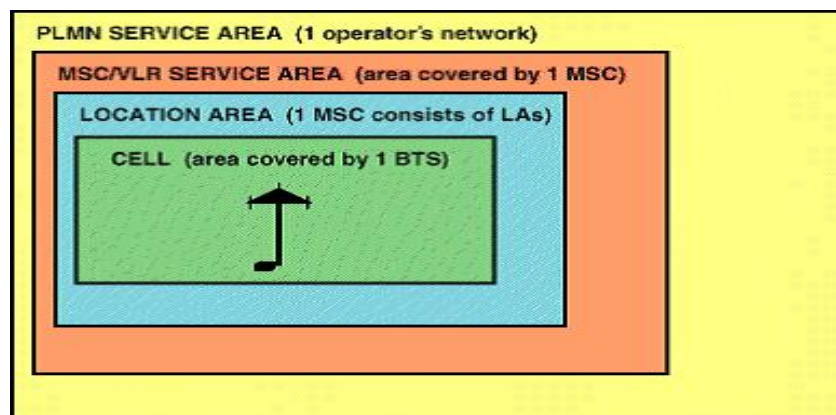


Figure I-6 : Zone géographique d'un réseau GSM.

## I.1.2- Architecture du réseau GSM

Le réseau GSM est composé d'entités définies sous forme d'une structure fonctionnelle qui doit être conçue de façon à assurer la compatibilité entre les différents sous-systèmes, leurs éléments constitutifs et les interfaces de communications. Un réseau de radio téléphonie se décompose en trois sous-ensembles:

- Le **BSS** (*Base Sub-System*) est le sous-système radio. Il comprend les émetteurs-récepteurs et leur supervision (*BTS et BSC*).
- Le **NSS** (*Network Sub-System*) est le sous-système réseau. Il comprend des commutateurs et des bases de données (*MSC, VLR, HLR*) et est destiné à gérer la commutation, l'interconnexion, et les données d'abonnés.
- L'**OSS** (*Opération Sub-System*) est le sous-système d'exploitation et de maintenance qui permet à l'exploitant d'administrer son réseau.

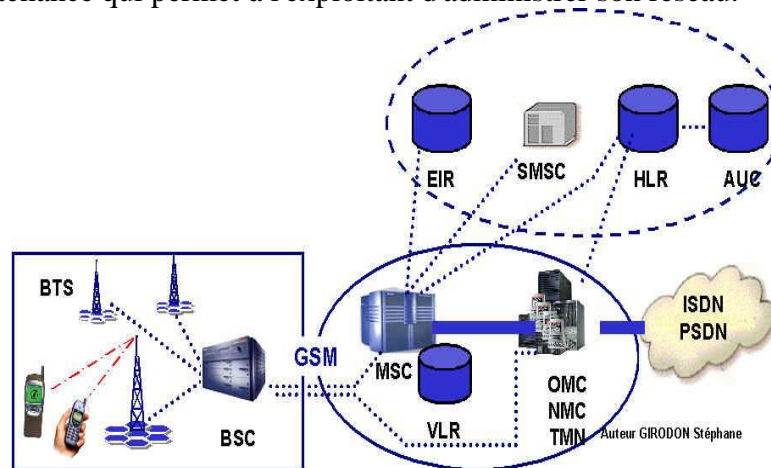


Figure I-7 : Architecture du GSM.

### I.1.2.1- Le sous-système radio BSS

Il assure les transmissions radioélectriques et gère la ressource radio. Il est constitué de :

#### A-Station mobile

Le terme station mobile désigne un équipement terminal muni d'une carte SIM (*Subscriber Identity Module*), qui permet d'accéder aux services de télécommunication d'un PLMN GSM. Ces deux éléments suffisent à réaliser l'ensemble des fonctionnalités nécessaires à la transmission et à la gestion des déplacements. La principale fonction de la carte SIM est de contenir et de gérer une des données spécifiques comme le code PIN (*Personal Identification Number*) et d'autres caractéristiques de l'abonné, de l'environnement radio et de l'environnement utilisateur. L'identification d'un utilisateur est réalisée par un numéro unique IMSI (*International Mobile Subscriber Identity*) différent du numéro de téléphone connu de l'utilisateur MSISDN (*Mobile Station ISDN Number*).

#### B- Station de base (BTS)

La BTS est un ensemble d'émetteurs-récepteurs qui gère les fonctions liés à la transmission radio (modulation, démodulation, égalisation, codage, correction d'erreurs, multiplexage et chiffrement). Le placement et le type des BTS déterminent la forme des cellules. Elle réalise aussi des mesures radio pour vérifier qu'une communication en cours se déroule correctement.

Dans les zones rurales, le rôle de la BTS est d'assurer une couverture, elle est donc généralement limitée à 1 seul TRX ou 2 si l'opérateur prévoit un TRX de secours.

Dans les zones urbaines, la BTS est équipée de 2 à 9 TRX pour assurer une couverture mais également écouler un trafic conséquent.

Un TRX (*Transmission/Reception Unit*) est un émetteur récepteur qui gère une paire de fréquences porteuses (une en voie montante, une en voie descendante). On peut multiplexer jusqu'à 8 communications simultanées sur un TRX (avec le TDMA). En théorie, la capacité maximale d'une BTS est de 16 TRX. Ainsi, elle peut gérer jusqu'à 128 communications simultanées. Mais cette limite n'est jamais atteinte en pratique.

### **C- Contrôleur de station de base (BSC)**

Le contrôleur de station de base gère une ou plusieurs stations de base et communique avec elles par le biais de l'interface A-bis. Pour les fonctions de communication, le BSC agit vis-à-vis du trafic venant des stations de base comme un concentrateur. Dans l'autre sens, le contrôleur commute les données vers la bonne station de base. Il remplit le rôle de relais pour les différents signaux d'alarmes destinées au centre d'exploitation et de maintenance.

**D- Transcodeurs 13-64 Kbits/s TRAU :** Sert à adapter le codage de la voix sur l'interface radio (13 Kbits/s) aux circuits de parole (64 Kbits/s) du réseau fixe.

### **I.1.2-2- Le sous-système réseau**

Le sous-système réseau, appelé Network Switching Subsystem Center (*NSS*), joue un rôle essentiel dans un réseau mobile. Les éléments du NSS prennent en charge toutes les fonctions de contrôle et d'analyse d'informations contenues dans des bases de données nécessaires à l'établissement de connexions utilisant une ou plusieurs des fonctions de chiffrements, authentifications ou roaming, le NSS est constitué de :

#### **A- Centre de commutation mobile (MSC)**

Le centre de commutation mobile est relié au sous-système radio via l'interface A. Son rôle principal est d'assurer la commutation entre les abonnés du réseau mobile et ceux du réseau commuté public (*RTC*) et participe à la fourniture des différents services aux abonnés telle que la téléphonie, la messagerie et autres.

#### **B- Enregistreur de localisation nominale (HLR)**

Il existe au moins un enregistreur de localisation HLR par réseau PLMN. Il faut le voir comme une base de données avec des informations essentielles avec un temps d'accès qui doit être réduit au strict minimum. Plus la réponse du HLR est rapide plus l'établissement de la connexion sera rapide. Il contient à la fois toutes les informations relatives aux abonnés : le type d'abonnement, la clé d'authentification (*KI*), les services souscrits, le numéro de l'abonné (*IMSI*), ainsi qu'un certain nombre de données dynamiques telles que la position de l'abonné dans le réseau et l'état de son terminal (allumé, éteint, en communication).

#### **C- Centre d'authentification (AUC)**

Le centre d'authentifications remplit la fonction de protection des communications (le chiffrement des transmissions radio. L'authentification des utilisateurs).

#### **D- Enregistreur de localisation des visiteurs (VLR)**

Cette base de données est liée à un MSC et ne contient que des informations dynamiques qui lui sont transmises par le HLR. Lorsque l'abonné quitte cette zone de couverture, ses données sont transmises à un autre VLR et suivent l'abonné.

### **E- Enregistreur des identités des équipements (EIR)**

Malgré les mécanismes introduits pour sécuriser l'accès au réseau et le contenu des communications, le téléphone mobile doit potentiellement pouvoir accueillir n'importe quelle carte SIM de n'importe quel réseau, il est donc possible qu'un terminal puisse être utilisé par un voleur sans qu'il ne puisse être repéré. Pour éviter cela, chaque terminal reçoit un identifiant unique(IMEI) qui ne peut pas être modifié sans altérer le terminal, un opérateur peut décider de refuser l'accès au réseau.

### **I.1.2-3- Le Sous Système d'Exploitation et de Maintenance (OSS)**

L'OSS (*Operating Sub-System*) permet à l'exploitant d'administrer son réseau, ce qui consiste à évaluer ses performances et optimiser l'utilisation des ressources de façon à offrir un niveau de qualité aux usagers.

### **I.1.3- Interfaces entre les entités du réseau**

L'interface radio représente le maillon faible de la connexion reliant deux MS à travers le réseau GSM. Ainsi, un certain nombre de fonctions et de mécanismes ont été prévus pour rendre fiable ces interfaces.

| <b>Nom</b> | <b>Localisation</b> | <b>Utilisation</b>                                    |
|------------|---------------------|---|
| Um         | MS – BTS            | Interface Radio                                       |
| A bis      | BTS – BSC           | Divers  |
| A          | BSC – MSC           | Divers  |
| B          | MSC – VLR           | Divers  |
| C          | GMSC – HLR          | Interrogation HLR pour appel entrant                  |
|            | SM-GMSC – HLR       | Interrogation HLR pour message court entrant          |
| D          | VLR – HLR           | Gestion des informations d'abonnés et de localisation |
|            | VLR – HLR           | Services supplémentaires                              |
| E          | MSC – MSC           | Exécution des handover                                |
|            | MSC – SM-GMSC       | Transport des messages courts                         |
| F          | MSC – EIR           | Vérification de l'identité du terminal                |
| G          | VLR – VLR           | Gestion des informations d'abonnés                    |
| H          | HLR – AUC           | Échange des données d'authentification                |

**Tableau I-1:** Tableau récapitulatif des interfaces du réseau GSM.

### I.1.4- Les fréquences de travail du GSM

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

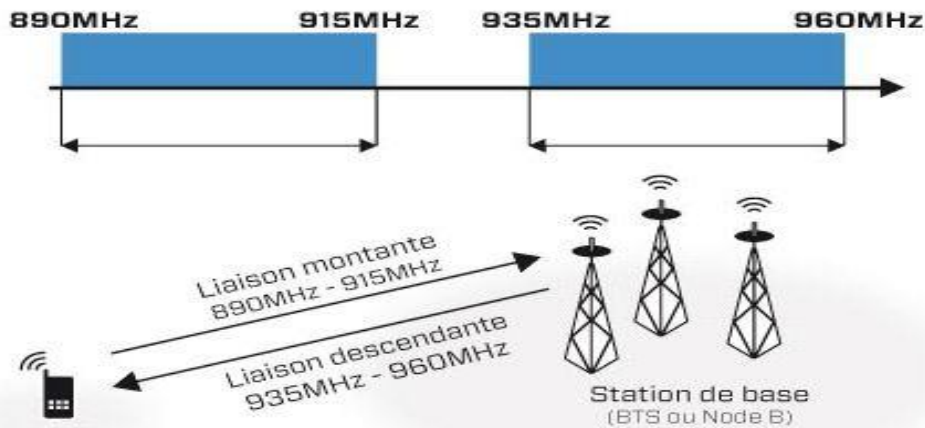


Figure I-8 : liaison entre mobile et station de base pour GSM900.

Le système DCS-1800 (*Digital Communication System*) dont les caractéristiques sont quasi identiques au GSM en termes de protocoles et de service. Les communications montantes se faisant alors entre 1710 et 1785 [MHz] et les communications descendantes entre 1805 et 1880 [MHz]. Connaissant les différents canaux disponibles, il est alors possible d'effectuer un multiplexage fréquentiel, appelé Frequency Division Multiple Access (*FDMA*).

### I.1.5- Partage en fréquence (FDMA)

Chacune des bandes dédiées au système GSM est divisée en 124 canaux fréquentiels d'une largeur de 200 kHz. Sur une bande de fréquence sont émis des signaux modulés autour d'une fréquence porteuse qui siège au centre de la bande. Les fréquences sont allouées d'une manière fixe aux différentes BTS et sont désignées souvent par le terme de "porteuses", il faudra veiller à ce que deux BTS voisines n'utilisent pas des porteuses identiques ou proches.

### I.1.6-Partage en temps (TDMA)

Chaque porteuse est divisée en intervalles de temps appelés slots. La durée élémentaire d'un slot a été fixée pour la norme GSM sur une horloge à 13 MHz et vaut:  $T_{\text{slot}} = 0.5769 \text{ ms}$ . Un slot accueille un élément de signal radioélectrique appelé burst. L'accès TDMA permet à différents utilisateurs de partager une bande de fréquence donnée. Sur une même porteuse, les slots sont regroupés par paquets de 8. La durée d'une trame TDMA est donc:  $T_{\text{TDMA}} = 8 \times T_{\text{slot}} = 4.6152 \text{ ms}$

Chaque usager utilise un slot par trame TDMA. Les slots sont numérotés par un indice TN qui varie de 0 à 7. Un "canal physique" est donc constitué par la répétition périodique d'un slot dans la trame TDMA sur une fréquence particulière. Les concepteurs de GSM ont prévus la possibilité de n'allouer à un utilisateur qu'un slot toutes les 2 trames TDMA. Cette allocation constitue un canal physique demi-débit.

### **I.1.7- Les différents canaux logiques**

Pour supporter les différentes fonctions spécifiées par la norme, il faut prévoir plusieurs fonctions de contrôle de nature et de niveau variés sur l'interface radio. On peut distinguer ces canaux en 3 types :

#### **I.1.7-a- Les canaux dédiés**

Ils fournissent une ressource réservée à un MS. Le mobile se voit attribuer une paire de slots dans laquelle il est seul à émettre et à recevoir.

##### **1- Canal de trafic TCH**

Il permet de transmettre la parole (à 13 kbps) ou des données jusqu'à 12 kbps.

##### **2- Canal de contrôle dédié autonome SDCCH**

Il est alloué aux phases d'établissement de communications et à la transmission de courts messages alphanumériques.

##### **3- Canal de contrôle lent associé SACCH**

Il est associé aux canaux TCH et SDCCH afin de les contrôler car la liaison radio est fluctuante.

##### **4- Canal de contrôle rapide associé FACCH**

Lorsque le canal alloué est un TCH, on suspend en cas d'urgence la transmission des informations usagers et on récupère la capacité libérée afin d'écouler la signalisation. On obtient ainsi un nouveau canal de signalisation.

#### **I.1.7-b- Les canaux de diffusion:**

Ils permettent à chaque mobile d'accrocher au système local en acquérant les paramètres nécessaires baptisés aussi voie balise.

##### **1- Canal de correction de fréquence FCCH**

Il permet de transmettre des informations au MS afin de synchroniser son synthétiseur aux fréquences de travail de la BTS. Il est présent sur le slot 0 d'une trame TDMA

##### **2- Canal de synchronisation SCH**

Il permet au mobile d'identifier la BTS, et de se synchroniser sur la BTS. Il est présent uniquement sur le slot 0 d'une trame TDMA.

##### **3- Canal de contrôle de diffusion BCCH**

Il permet la diffusion de données caractéristiques de la cellule.

#### **I-7-c- Les canaux de contrôle communs CCCH**

Ils sont réservés pour les opérations de gestion des communications (établissement, allocation de canaux de trafic).

##### **1- Canal d'accès aléatoire RACH**

Il permet au mobile de signaler au BTS qu'il désire effectuer une opération sur le réseau.

##### **2- Canal de paging PCH**

Il permet de diffuser l'identité d'un mobile. En effet, lorsque l'infrastructure veut communiquer avec un MS, elle diffuse l'identité du mobile sur un ensemble de cellules.

##### **3- Canal d'allocation de ressource AGCH**

Il est utilisé pour l'allocation d'un canal dédié à un mobile. Le message d'allocation contient la description complète du canal de signalisation utilisé : Numéro de porteuse et numéro de slot utilisé ; il contient également le paramètre TA.

##### **4- Canal de transmission radio à partir d'une cellule CBCH**

Il permet aux usagers présents dans la cellule d'accéder à des informations spécifiques (informations routières et météo).

## I.2- Extension vers le GPRS

Le mode de connexion du standard GSM est un mode connecté en utilisant la commutation de circuit. Le canal est donc rendu indisponible à d'autres utilisateurs. La monopolisation d'un canal favorise le problème de l'indisponibilité pour les autres utilisateurs. C'est pourquoi la technologie GPRS (*General Packet Radio Service*) a été définie, permettant de contourner ce problème, ainsi résoudre le problème de la facturation à la durée, et permettre des débits résolument plus importants. Le débit de chaque Ts (Time Slot) est déterminé par le mode de codage, qui caractérise la qualité de la transmission radio qui peut atteindre un débit maximal de 171kbit/s.

### I.2-1- Architecture du GPRS

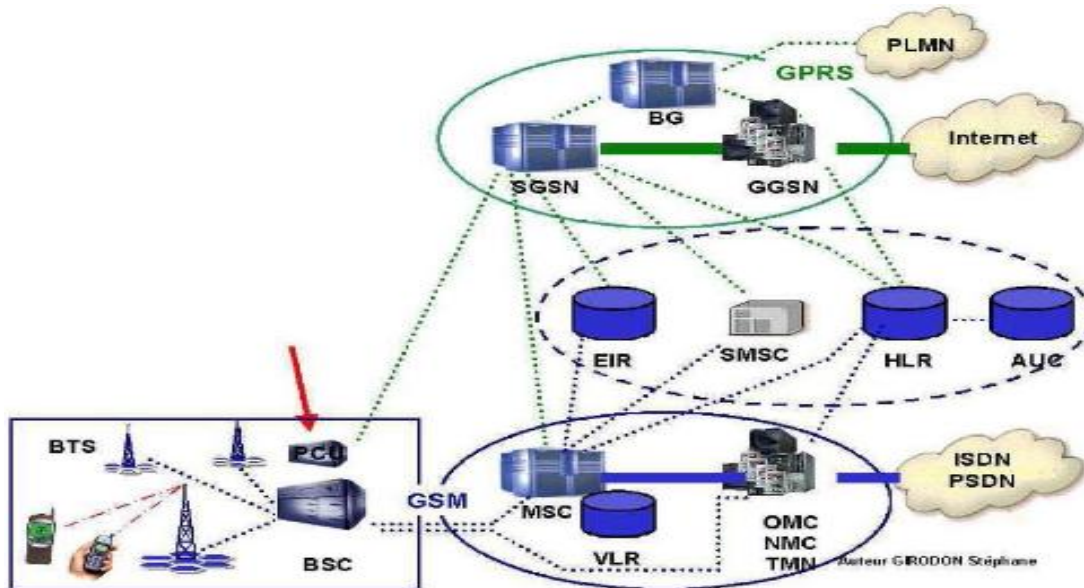


Figure I-9 : Architecture du GPRS.

### I-2-2- Entités du réseau GPRS

#### a- Le nœud de service SGSN (Service GPRS Support Node)

L'entité SGSN se charge des transmissions de données entre le terminal et le réseau mobile, il est relié par des liens au sous-système radio GSM. Le SGSN peut être connecté à plusieurs BSC.

#### b- Le nœud de passerelle GGSN (Gateway GPRS Support Node)

L'entité GGSN joue le rôle d'interface à des réseaux de données externes. Elle décapsule des paquets GPRS provenant du SGSN émis par le mobile et les envoie au réseau externe correspondant.

#### c- Le module GB pour la sécurité (Border Gateway)

Les recommandations introduisent le concept de BG (*Border Gateway*) qui permet de connecter le réseau GPRS via un réseau fédérateur et qui assure les fonctions de sécurité.

#### d- PCU

Pour déployer le GPRS dans les réseaux d'accès, on réutilise les infrastructures et les systèmes existants. Il faut leur rajouter une entité responsable du partage des ressources et de la retransmission des données erronées, l'unité de contrôle de paquets (PCU, Packet Control Unit) par une mise à jour matérielle et logicielle dans les BSCs.

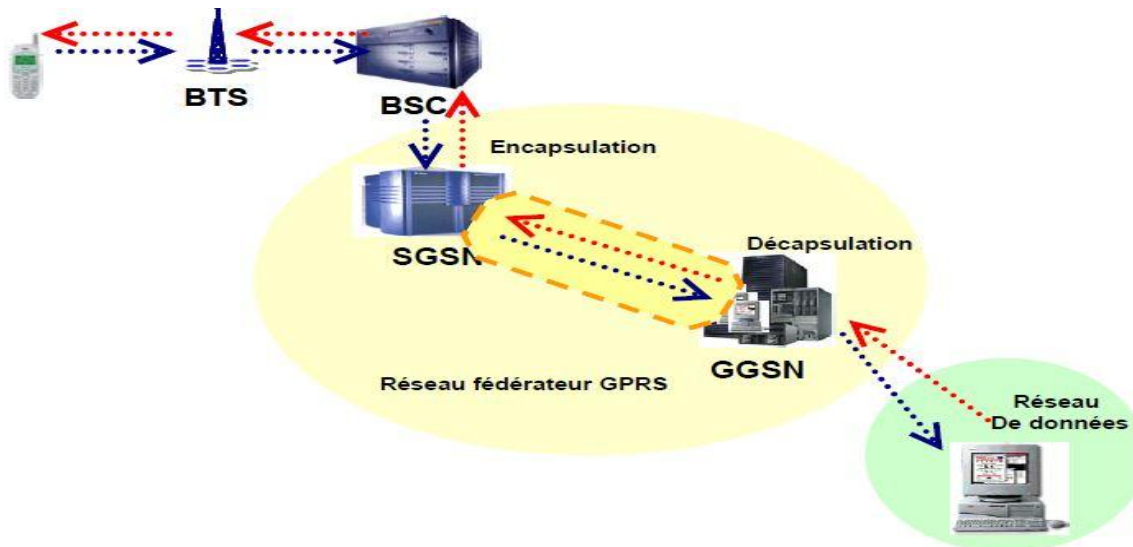
#### e- Le routeur IP

L'opérateur peut prendre le parti de gérer et d'administrer ses propres routeurs afin d'ouvrir le réseau GPRS vers les réseaux de données externes.

**f- Acheminement des données par paquets**

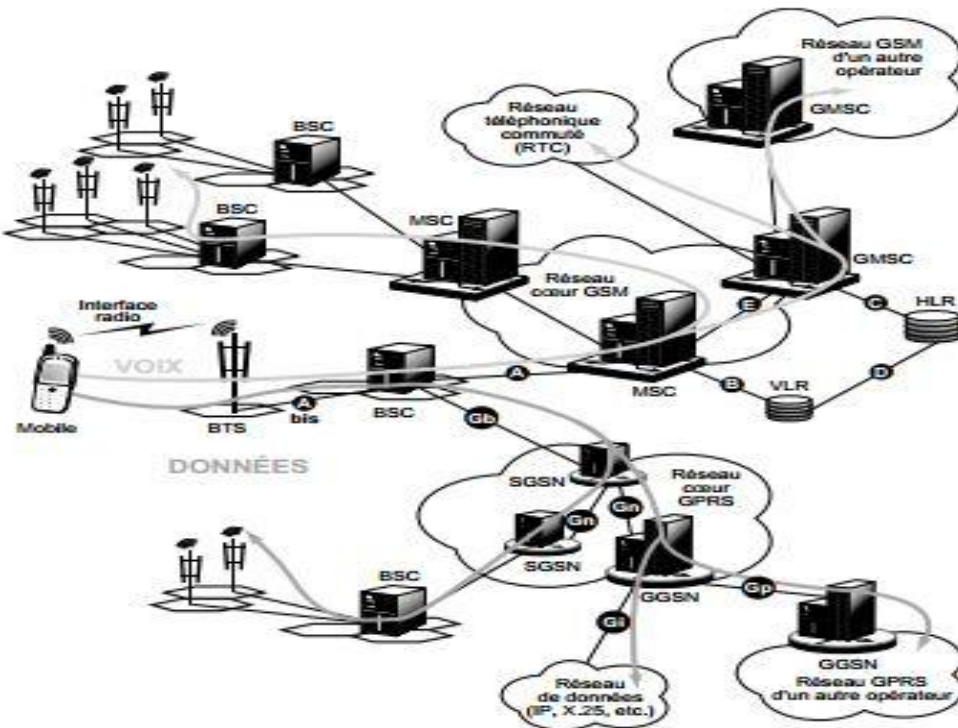
Lorsque le mobile transmet des données vers un terminal fixe, les données sont transmises via le BSS (*BTS+BSC*) au SGSN qui envoie ensuite les données vers le GGSN qui les route vers le destinataire.

Le routage vers des terminaux utilise le principe de l'encapsulation et des protocoles tunnels, les données reçues par le GGSN sont transmises au SGSN dont dépend le mobile destinataire.



FigureI-10 : Acheminement des données.

**g- Architecture et interfaces GPRS**



**Figure I-11:** Architecture et interfaces du GPRS.

| Nom  | Localisation             | Utilisation                                      | Protocole |
|------|--------------------------|--|-----------|
| Um   | MS – BTS                 | Interface radio                                  |           |
| Abis | BTS – BSC                | Divers   |           |
| Gb   | BSC – SGSN               | Divers   |           |
| Gc   | GGSN - HLR               | Interrogation HLR pour activation service        | IP / SS7  |
| Gd   | SGSN – SMS-GMSC          | Echange de messages courts                       | SS7       |
| Gf   | SGSN – EIR               | Vérification de l'identité du terminal           | SS7       |
| Gi   | GGSN – réseau de données | Transfert de données                             | IP        |
| Gn   | SGSN - SGSN              | Gestion de l'itinérance                          | IP        |
| Gp   | BG - BG                  | Liaison inter-opérateur                          | IP        |
| Gr   | SGSN - HLR               | Gestion de la localisation                       | SS7       |
| Gs   | SGSN – MSC/MLR           | Gestion coordonnées itinérance entre GSM et GPRS | SS7       |

**Tableau I-2:**Tableau résumant les interfaces GPRS et leurs utilisations.

### I.2.2- Limites du GPRS :

- La vitesse dédiée pour l'utilisateur est de 64 Kb/s, qui sera diminuée par suite en fonction du nombre d'utilisateurs occupant la fréquence (Temps partagé en time slot).
- La voix et GPRS occupent les mêmes ressources réseau, qui aura un impact plus ou moins important en fonction du nombre d'occupation de time slot réservé pour l'utilisation exclusive de GPRS.
- Les paquets GPRS prennent plusieurs chemins pour un même destinataire, ce qui cause la perte et la corruption des paquets pendant la transmission au travers des liens radio.
- Nécessité d'intégrer des stratégies de retransmission et de control d'intégrité de données.
- Baisse des performances.
- Pas d'accès à l'internet global.
- Réseaux GSM déjà saturés.
- Aucune application décisive pour le grand public.

Si les informations deviennent volumineuses, le débit du GPRS n'est plus suffisant et c'est au niveau de la couche physique que se situe l'évolution vers de hauts débits ce qui a donné naissance à l'EDGE.

### I.3- Extension vers l'EDGE

Le standard EDGE (*Enhanced Data Rates for GSM Evolution*) est une évolution de la norme GSM, elle a l'avantage de pouvoir rapidement s'intégrer au réseau GSM existant. En émission, un mobile EDGE à l'instar d'un GSM émettra donc dans une bande qui s'étend de 890 à 915 MHz (Uplink). En réception, la bande sera 925 à 960 MHz (Downlink). Ainsi, pour une communication, il y aura 45 MHz de séparation entre le canal d'émission et le canal de réception (Duplex separation). Ces bandes de fréquences sont divisées en portions de 200 kHz chacune; ce sont les canaux de transmission. Il y en a donc au total 175 qui sont répartis entre les opérateurs. Chaque canal peut accueillir jusqu'à 8 transmissions simultanées en temps partagé.

La modulation en EDGE est différente : c'est une modulation en phase, ajoutée à la modulation de fréquence du GSM classique. (EDGE utilise la modulation 8-PSK), Elle permet de multiplier par trois le volume de données transporté. Par conséquent, les antennes et les stations de bases (BTS) doivent être modifiées, ainsi que les terminaux.

En théorie EDGE permet d'atteindre des débits allant jusqu'à 384 kbit/s pour les stations fixes (piétons et véhicules lents) et jusqu'à 144 kbit/s pour les stations mobiles.

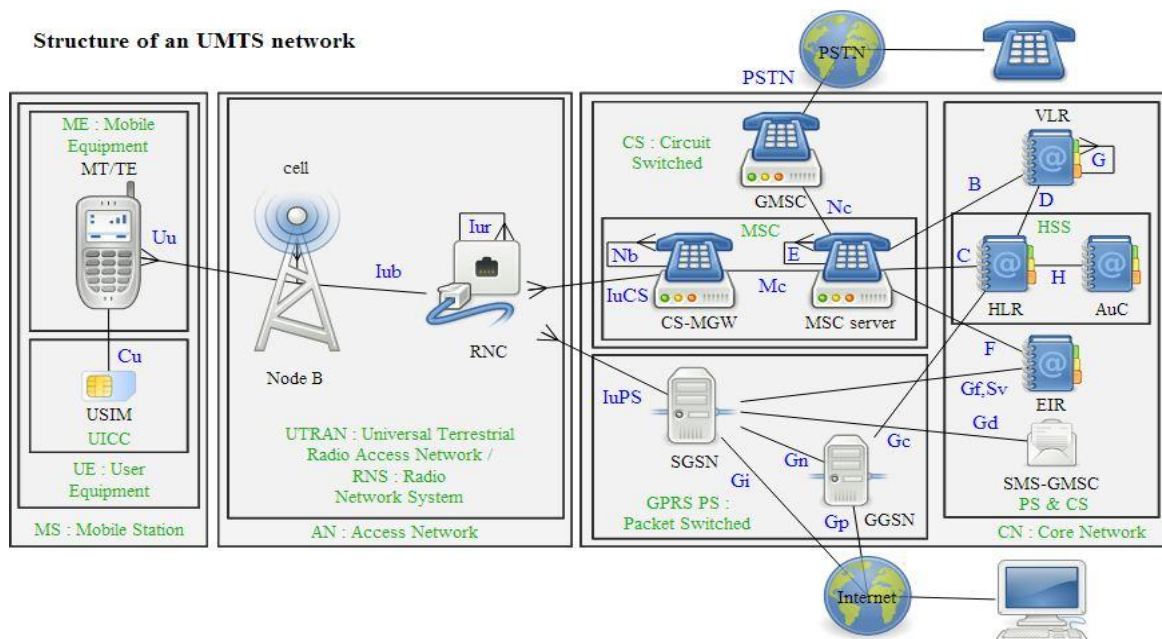
#### I.3.a- Limites de l'EDGE

Même si le débit est plus élevé que le GPRS et possède une solution alternative moins onéreuse que la 3G, mais sa limite repose sur une obligation de changer de terminal suite à la naissance de l'UMTS.

### I.4- l'UMTS(Universal Mobile Télécommunications System)

L'expression "Universal Mobile Télécommunications System" désigne une norme cellulaire numérique de troisième génération. L'UMTS permet de faire aussi bien de la téléphonie mobile classique (commutation de circuits) que du transport de données Internet (commutation de paquets). Le débit théorique maximal pour les données est de 2 Mbits/s.

Le réseau UMTS est composé d'un réseau d'accès UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network) et d'un réseau cœur.

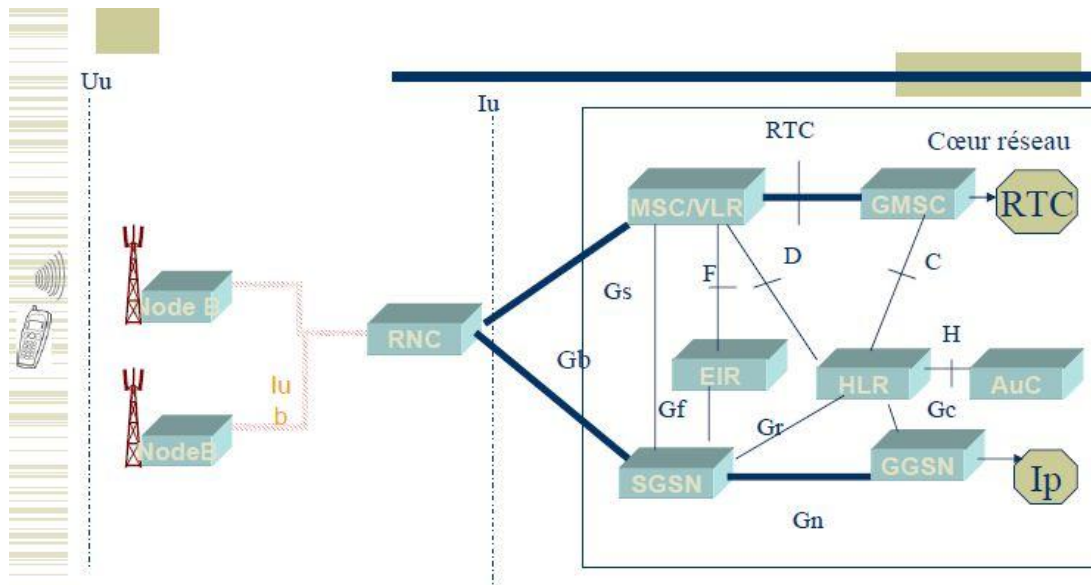


**Figure I-13 :** Structure d'un réseau UMTS; la partie radio (RAN) à gauche, le cœur de réseau à droite : voix (en haut) et données (en bas).

### I.4.1- R99(Release 99)

Le Release 99 est la version initial de l'UMTS notée ainsi 3GPP (3rd Generation Partnership Project) qui a été normalisé en 1999 et complétée en 2001, permettait un débit maximum théorique de données descendantes (téléchargement) de 1,920 Mb/s. Cette vitesse est nettement supérieure aux débits des technologies précédentes.

- **Architecture du Release 99 (R99)**



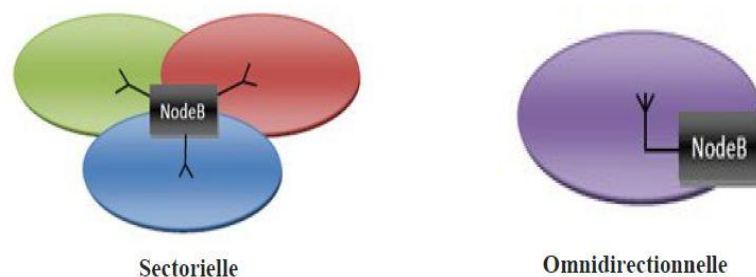
**Figure I-12:** Architecture du Release 99.

### I.4.2- Réseau d'accès UTRAN (Universal Terrestrial Radio Access Network)

Le réseau d'accès UTRAN est doté de plusieurs fonctionnalités. Sa fonction principale est de transférer les données générées par l'utilisateur. Il est une passerelle entre l'équipement usager et le réseau cœur via les interfaces Uu et Lu. Le réseau l'accès UTRAN est composé de plusieurs éléments :

- **Node B**

Le rôle principal du Node B est d'assurer les fonctions de réception et de transmission radio pour une ou plusieurs cellules du réseau d'accès de l'UMTS avec un équipement usager. Le Node B travaille au niveau de la couche physique du modèle OSI (codage et décodage).



**Figure I-14:** Types de Node B.

- **RNC :**

Le rôle principal du RNC est de router les communications entre le NodeB et le réseau cœur de l'UMTS. Il travaille au niveau des couches 2 et 3 du modèle OSI (contrôle de puissance, allocation de codes) Le RNC constitue le point d'accès pour l'ensemble des services vis-à-vis du réseau cœur.

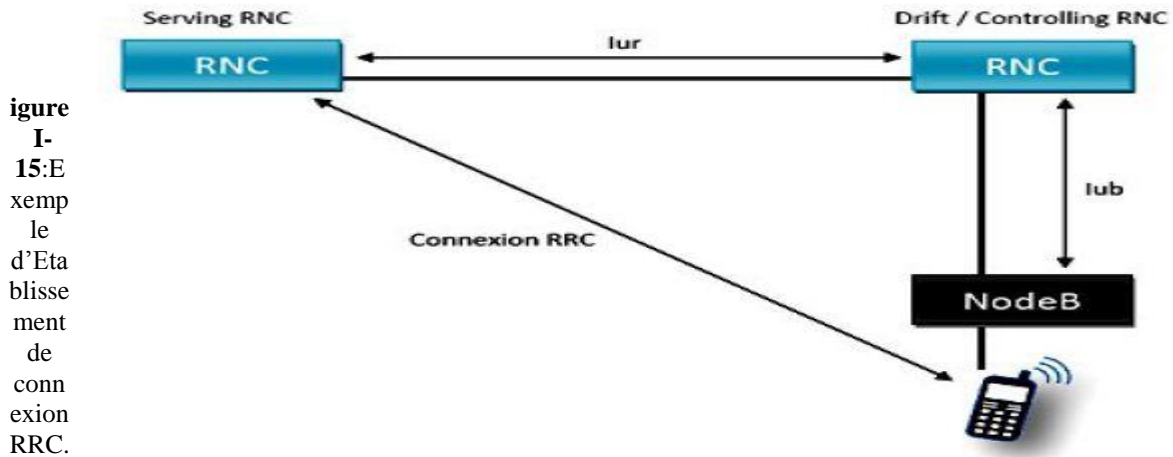


Figure I-15: Exemple de l'établissement de connexion RRC.

### I.4.3- Réseau cœur

Le réseau cœur de l'UMTS est composé de trois parties dont deux domaines :

- **Le domaine CS :**

Le domaine CS est utilisé pour la téléphonie, il est composé de plusieurs modules :

- Le MSC (Mobile-services Switching Center).
- Le GMSC (Gateway MSC) est une passerelle entre le réseau UMTS et le réseautéléphonique commuté PSTN (Public Switched Telephone Network).
- Le VLR (Visitor Location Register) est une base de données, assez similaire à celle du HLR, attachée à un ou plusieurs MSC.

- **Le domaine PS :**

Le domaine PS permet la commutation de paquets, il est composé de:

- Le SGSN (Serving GPRS Support Node) est en charge d'enregistrer les usagers dans une zone géographique dans une zone de routage RA (Routing Area).
- Le GGSN (Gateway GPRS Support Node) est une passerelle vers les réseaux à commutation de paquets extérieurs tels que l'Internet.

### I.4.4- Eléments communs aux domaines PS et CS

Le groupe des éléments communs est composé de plusieurs modules :

- Le HLR (Home Location Register) représente une base de données des informations de l'utilisateur. l'AuC (Authentication Center) est en charge de l'authentification de l'abonné, ainsi que du chiffrement de la communication, l'EIR (Equipment Identity Register) est en charge de la gestion des vols des équipements usagers.

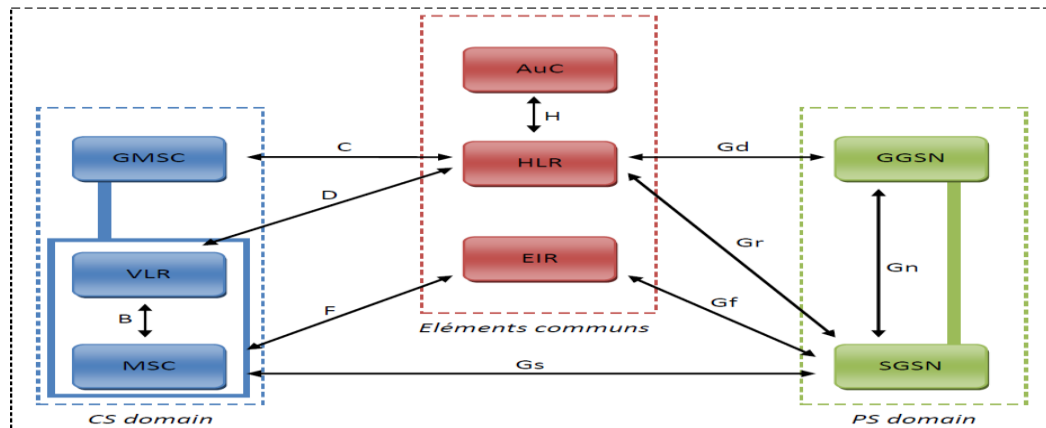


Figure I.16 : Architecture réseau cœur.

#### I.4.5- Les principes du W-CDMA

L'interface radio de l'UMTS se base sur le W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access). Cependant, le W-CDMA se base sur une technique plus ancienne qui est le CDMA (Code Division Multiple Access). Il permet d'avoir plusieurs utilisateurs sur une même onde porteuse. Les transmissions sont numérisées.

#### I.4.6- Les interfaces de communications

Plusieurs types d'interfaces de communication coexistent au sein du réseau UTM :

- ❖ **Uu** : Interface entre un équipement usager et le réseau d'accès UTRAN. Elle permet la communication avec l'UTRAN via la technologie CDMA.
- ❖ **Lu** : Interface entre le réseau d'accès UTRAN et le réseau cœur de l'UMTS. Elle permet au contrôleur radio RNC de communiquer avec le SGSN.
- ❖ **Lur** : Interface qui permet à deux contrôleurs radio RNC de communiquer.
- ❖ **Lub** : Interface qui permet la communication entre un Node B et un contrôleur radio RNC.

#### I.4.7- Limites de l'UMTS

- ❖ Rentre dans le fait que les abonnés vont investir dans cette technologie des frais nouveaux pour avoir le nouveau haut débit.
- ❖ Changement des équipements usagers.
- ❖ Arrivée du HSDPA qui propose des débits élevés de l'ordre de 5 fois à celui de l'UMTS.

### I.5- Le HSPA

Les systèmes de troisième génération (3G) sont appelés à fournir un débit suffisant pour les applications haut débit de plusieurs utilisateurs actifs qui utilisent la même bande de fréquence. Aussi appelé 3G+ dans sa dénomination commerciale, c'est la liaison de deux protocoles utilisés en téléphonie mobile pour améliorer les performances obtenues avec la 3G : High Speed Downlink Packet Access et High Speed Uplink Packet Access.

### I.5.1- HSDPA (High Speed Downlink Packet Access)

Cette nouvelle technologie annonce des débits pouvant aller au-delà de 10 Mbps sur le lien descendant, l'avantage du HSDPA réside dans le fait qu'il pourra être déployé sans changer radicalement l'architecture de l'UMTS définie dans la Release 99, dans la Release 5 de WCDMA 3GPP, HSDPA ajoute un nouveau canal de transport au WCDMA- HS-DSCH (High Speed Downlink Shared Channel) qui fournit un support pour des applications à rendement élevé de paquet de données dans la liaison descendante, une nouvelle couche inférieure de MAC a été présentée. MAC-HS permet à une fonctionnalité d'être maintenue entre les couches et les nœuds de WCDMA 3GPP, Releases 99 et 4, les services de voix et de données peuvent fonctionner simultanément sur la même porteuse. Les services qui fonctionnent sur HSDPA peuvent également utiliser la même porteuse.

HSDPA est basé sur la technique 'fat-pipe', transmission de canal partagé. Ses principales caractéristiques sont :

- Modulation évoluée.
- Intervalle de temps court de transmission (TTI).
- Adaptation rapide de lien.
- Établissement du programme rapide.
- Demande automatique de répétition hybride rapide (HARQ).

#### ● Le Mécanisme de retransmission hybride HARQ

L'émetteur réagit à la signalisation d'une perte de paquet en retransmettant ce paquet. Cette signalisation peut être effectuée par l'émission d'acquittements positifs ACK (ACKnowledgement) ou négatifs NACK (Negative-ACKnowledgement).

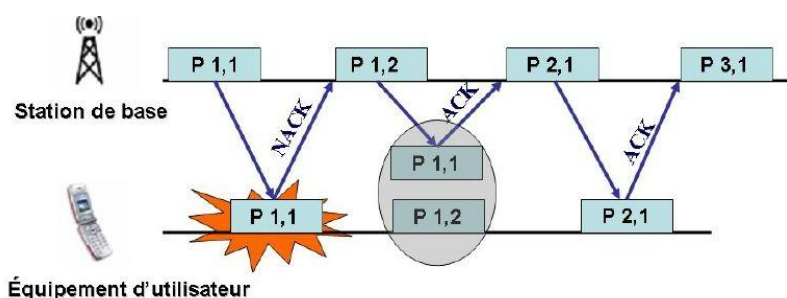


Figure I-17: Mécanisme H-ARQ.

La HARQ peut être caractérisée par certains paramètres telles que :

#### ❖ La synchronisation

Quand la relation temporelle entre la transmission originale et la (ou les) retransmission(s) est fixe, l'opération HARQ est dite alors « synchrone ». Si, par contre, les retransmissions sont programmées à n'importe quel moment après avoir reçu un ACK, on parle alors d'opération « HARQ asynchrone ».

#### ❖ L'adaptabilité

On dit qu'un système HARQ est adaptatif si on peut réaliser des retransmissions en utilisant un autre type de modulation autre que celui qui a été utilisé pour la transmission originale. On distingue deux variantes de l'HARQ selon :

##### ▪ HARQ de type I

Dans cette variante, appelée aussi chase combining ou soft combining, il n'y a pas de combinaison des retransmissions. Le Soft combining fait appel à la retransmission par l'émetteur du même paquet de données codées. Le décodeur au niveau du récepteur combine ces copies multiples du paquet envoyé, pondéré par le rapport de signal/bruit SNR (Signal to Noise Ratio) reçu.

▪ **HARQ de type II**

Cette technique, connue aussi sous le nom de : IR (Incrémentale Redundancy), contrairement à la précédente qui envoie des répétitions simples de tout le paquet encodé, envoie une information redondante additionnelle d'une manière incrémentale si le décodage échoue à la première tentative. La technologie HSDPA s'appuie sur un mécanisme HARQ asynchrone et adaptatif et peut fonctionner avec les deux variantes Soft combining et IR.

● **Fast Scheduling**

L'ordonnancement est le mécanisme qui permet de déterminer à quel utilisateur il convient de transmettre dans un intervalle de temps donné. C'est un élément déterminant dans la conception puisqu'il répartit l'allocation du canal entre les utilisateurs et ainsi, d'une manière générale, détermine le comportement global du système.

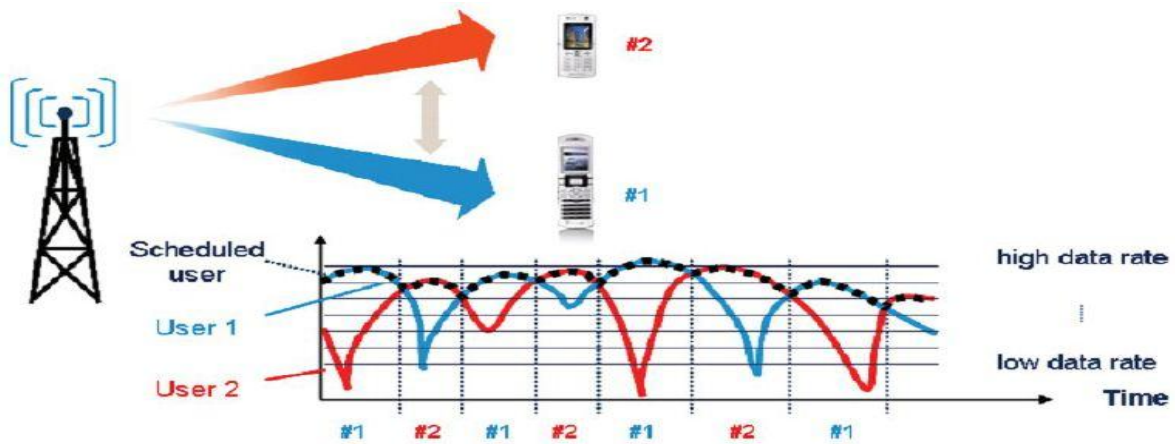


Figure I-18- Fast Scheduling

● **Modulation**

La modulation d'amplitude en quadrature (Quadrature Amplitude Modulation : QAM) est une forme de modulation d'une porteuse par modification de l'amplitude de la porteuse elle-même et d'une onde en quadrature.

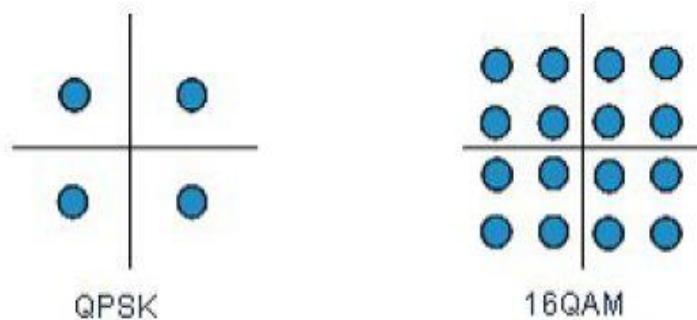


Figure I-19: Schéma de constellation du QPSK et 16QAM.

● **Short Transmission Time Interval**

Avec HSDPA, le TTI est réduit à 2 ms dans la liaison descendante. Les codes de la ressource partagée sont assignés dynamiquement chaque 2 ms. Un TTI court réduit le Round-Trip Time et améliore le cheminement des variations de canal.

- **Les canaux introduits pour le support du HSDPA**

- 1- Le canal HS-DSCH**

- Le canal de transport HS-DSCH (High Speed Downlink Shared Channel) est une évolution du canal de transport DSCH de l'UMTS. Ce canal transporte les données des utilisateurs à un très haut débit.

- 2- Le canal HS-SCCH**

- Le canal HS-SCCH est utilisé pour transporter les informations de signalisations du nœud au mobile. Ces informations de signalisation sont nécessaires pour que le mobile puisse décoder les données transportées par les canaux physiques HS-PDSCH alloués pour chaque utilisateur.

- 3- Le canal HS-DPCCH**

- Le HS-DPCCH est un canal physique de la voie montante qui transporte la signalisation reliée à la transmission du canal HS-PDSCH constituée de deux champs d'informations : l'acquittement négatif ou positif (ACK/NACK) utilisé par la technique

- HARQ et la qualité du canal de transmission (CQI) pour la gestion de la technique de modulation et de codage adaptatifs (MCA).

### **I.5.2- HSUPA(High Speed Uplink Packet Access)**

Le groupe 3GPP a développé le système HSUPA dans la spécification technique "Release 6". Ce système a introduit des nouveaux canaux physiques tels que l'E-DPDCH et l'E-DPCCH pour l'acheminement des informations utilisateurs dans le sens montant et les canaux physiques de contrôle E-HICH, E-AGCH et E-RGCH dans le sens descendant. L'introduction de ces canaux permet d'obtenir un débit théorique qui peut atteindre le 8 Mb/s.

#### **I.5.2.1 -Les canaux introduits pour le support du HSUPA**

- Les canaux physiques de la voie montante**

- Dans la liaison montante, le système HSUPA utilise deux types des canaux physiques dédiés: l'E-DPDCH et l'E-DPCCH. Ces canaux sont une amélioration des canaux physiques DPDCH et DPCCH de la liaison montante du système UMTS. Ils sont séparés sur les deux voies en phase (I) et en quadrature (Q). Le canal E-DPDCH est utilisé pour transporter les données utilisateur issues du nouveau canal de transport dédié E-DCH. Quant au canal E-DPCCH montant, il convoie les données de contrôle générées au niveau de la couche physique. Les informations contenues dans le E-DPCCH sont : le RSN (*Retransmission sequence number*) qui est nécessaire pour le mécanisme de retransmission des paquets HARQ, le E-TFCI (*Enhanced Transport Format Combination Indicator*), qui indique la taille du bloc de transport E-DCH et le bit "Happy" qui indique la satisfaction du mobile par les ressources allouées par le nœud B.

- Les canaux physiques de la voie descendante**

- Dans le sens descendant, le HSUPA introduit trois nouveaux canaux physiques de contrôle qui sont l'E-AGCH, le RGCH et l'E-HICH. Ces nouveaux canaux ont pour rôle l'attribution rapide des ressources de la liaison montante, à savoir la puissance d'émission maximale, la taille de bloc de transport E-DCH et les paramètres de la technique HARQ.

## I.6- La LTE

Le monde des technologies mobiles offre une innovation permanente. Ainsi, les déploiements de la 3,5G (HSDPA, HSUPA) sont à peine initiés, que les organismes de normalisation planchent déjà sur la génération suivante. Le 3GPP travaille sur le concept du Long Term Evolution (LTE) afin d'offrir un système de communication dont les temps de latences seront faibles, un débit plus important (jusqu'à 100Mbits/cellule sur la voie descendante) et une meilleure efficacité spectrale en introduisant de nouveaux schémas de codages radios très sophistiqués.

### I.6.1- Caractéristiques

#### ➤ Architecture

Les réseaux LTE sont des réseaux cellulaires constitués de milliers de cellules radio qui utilisent les mêmes fréquences hertziennes, y compris dans les cellules radio mitoyennes, grâce aux codages radio OFDMA et SC-FDMA. Ceci permet d'affecter à chaque cellule une largeur spectrale plus importante, variant de 3 à 20 MHz et donc d'avoir une bande passante plus importante et plus de débit dans chaque cellule.

Le réseau est constitué de 2 parties : une partie radio (**eUTRAN**) et un cœur de réseau « EPC » (**Evolved Packet Core**).

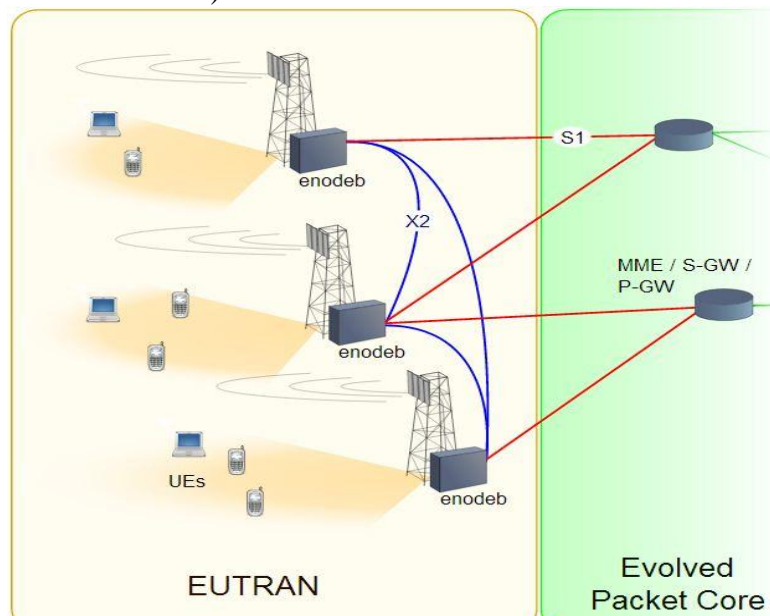


Figure I-20: Architecture LTE.

#### a- La partie radio eUTRAN

La partie radio du réseau, appelée « eUTRAN » est simplifiée par rapport à celles des réseaux 2G (GERAN) et 3G (UTRAN) par l'intégration dans les stations de base « eNode B » des fonctions de contrôle qui étaient auparavant implémentées dans les RNC (Radio Network Controller) des réseaux 3G UMTS. La partie radio d'un réseau LTE (voir dessin) se compose donc des eNode B, d'antennes locales ou distantes, de liaisons en fibres optiques vers les antennes distantes (liens CPRI) et des liens IP reliant les eNode B entre eux (liens X2) et avec le cœur de réseau (réseau de backhaul).

### b- Le cœur de réseau EPC

Le cœur du réseau appelé Evolved Packet Core utilise des technologies « full IP », basées sur les protocoles Internet pour la signalisation, le transport de la voix et des données.

Ce cœur de réseau permet l'interconnexion via des routeurs avec les autres eNodeB distants, les réseaux des autres opérateurs mobiles, les réseaux de téléphonie fixe et le réseau Internet. L'utilisation du protocole IP de bout-en bout dans le cœur de réseau permet des temps de latence réduits pour l'accès internet et les appels vocaux LTE.

### c- Les modes de duplexage

Le duplexage définit la manière dont sont séparées les transmissions sur la voie descendante (DownLink (DL)) et sur la voie montante (UpLink (UL)).

#### ✓ Le mode FDD (Frequency Division Duplex)

En mode FDD, les voies montante et descendante opèrent sur deux fréquences porteuses séparées par une bande de garde.

#### ✓ Le mode TDD (Time Division Duplex)

En mode TDD, les voies montante et descendante utilisent la même fréquence porteuse, le partage s'effectuant dans le domaine temporel.

### d- L'OFDMA en DOWNLINK

Les flux d'informations sont repartis sur plusieurs sous-porteuses, les sous-porteuses sont orthogonales entre-elles, ce qui leur permet d'être très proches les unes des autres avec un espacement entre sous-porteuses de 15 KHz, un intervalle de garde est ajouté après chaque symbole pour contrer les effets du multipath, lors des transmissions, chaque utilisateur se voit attribuer une portion du spectre avec une capacité d'utilisation de plusieurs sous-porteuses simultanément, pour un même signal, la largeur du spectre s'étend de 1,25 à 20 MHz. L'OFDMA est optimisé pour l'accès multiple, c'est-à-dire le partage de la ressource spectrale (bande de fréquence) entre plusieurs utilisateurs distants les uns des autres. L'OFDMA est compatible avec la technique des antennes MIMO.

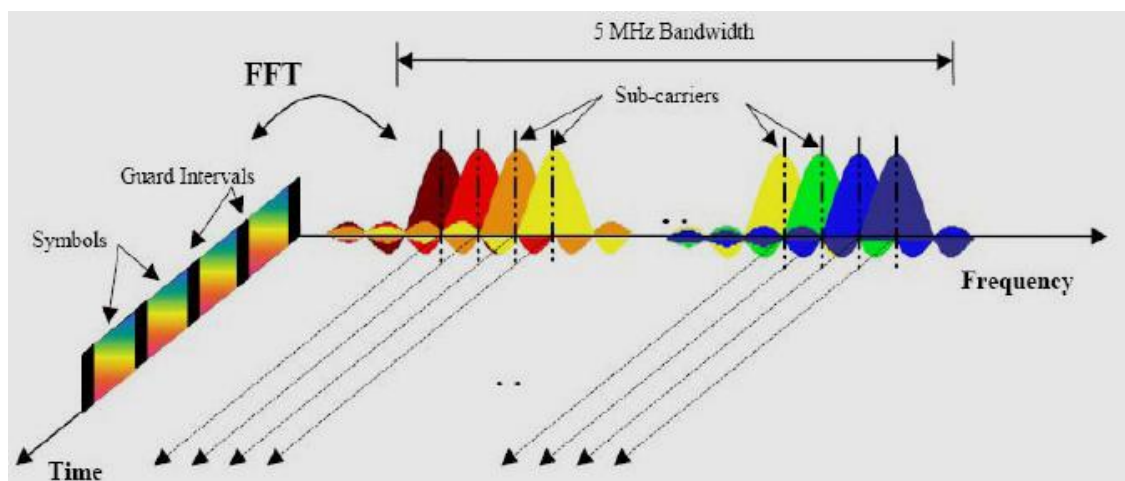


Figure I-21 : Technique de l'OFDMA.

Le MIMO permet donc d'envoyer plusieurs signaux différents sur des antennes différentes à des fréquences proches pour augmenter le débit ou la portée du réseau. Sa particularité passe donc par l'utilisation simultanée de plusieurs antennes, émettrices et réceptrices.

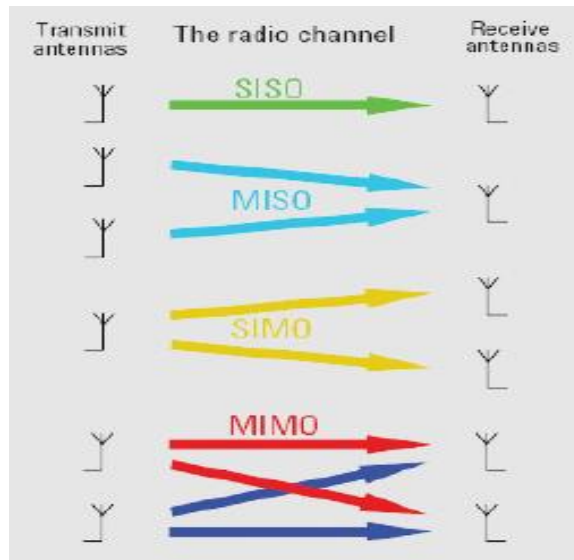


Figure I-22: Technique MIMO.

### e- Le SC-FDMA en UPLINK

Le SC-FDMA est particulièrement utilisé dans les communications terre-satellite et dans le sens de transmission montantes des réseaux mobile LTE où son PAPR (peak-to-average power ratio) plus faible que celui de l'OFDMA bénéficie au terminal mobile en termes d'efficacité énergétique, en diminuant la puissance crête d'émission et donc le poids et le coût du terminal (Smartphone ou tablette tactile) et en contribuant à l'augmentation de l'autonomie des batteries.

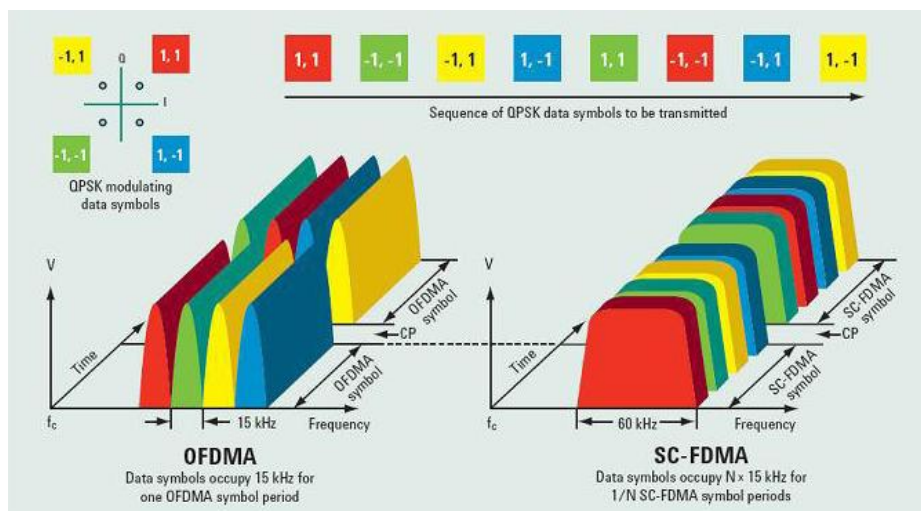
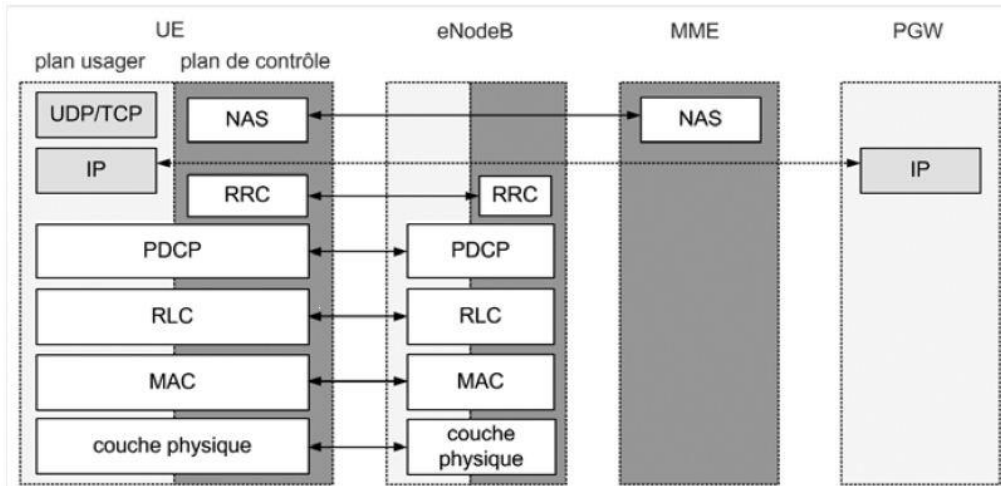


Figure I-23: Technique de SC-FDMA et OFDMA.

### f- Architecture de l'interface radio

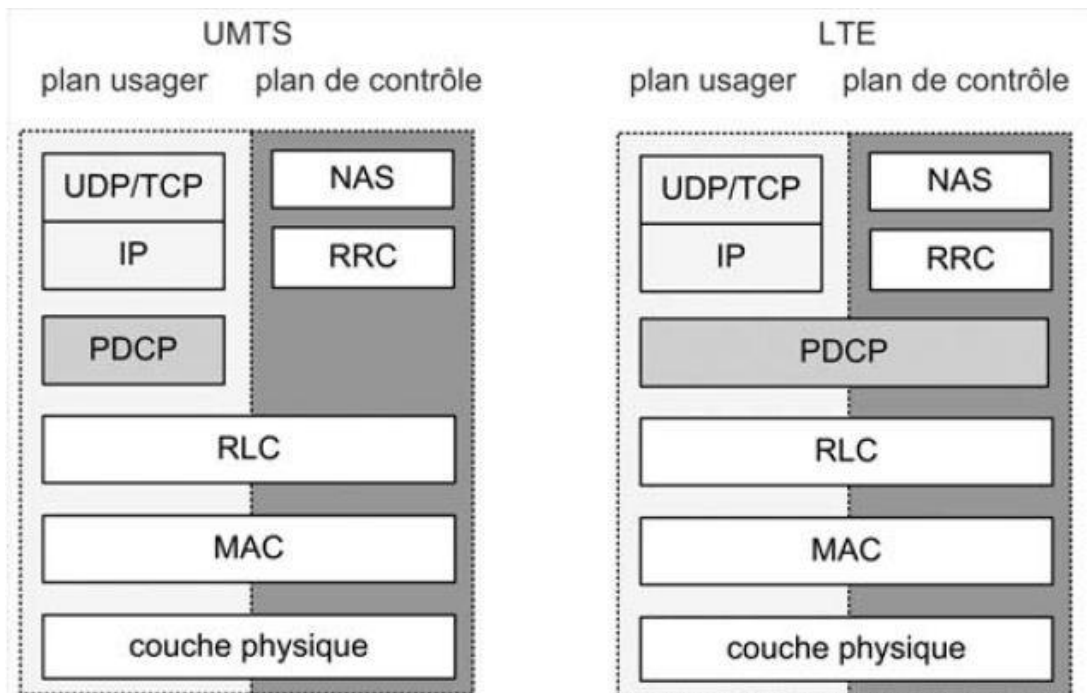
#### ❖ Plan usager et plan de contrôle

Ces deux plans sont matérialisés par des piles protocolaires qui partagent un tronc commun (la partie inférieure) et qui se distinguent notamment dans les interactions avec les couches supérieures: alors que la signalisation NAS est véhiculée par le plan de contrôle de l'interface radio, son plan usager permet de transporter sur celle-ci les paquets délivrés ou à destination de la couche IP.



**Figure I-24:** Piles protocolaires des plans usager et de contrôle sur l'interface radio.

En LTE comme en GSM et en UMTS, les protocoles du plan usager de l'interface radio correspondent aux deux premières couches du modèle OSI. La structure de l'interface radio du système LTE possède de nombreuses similitudes avec celle définie pour l'UMTS, La principale différence réside dans le rôle de la couche PDCP (Packet Data Convergence Protocol). En UMTS, son unique rôle est de réaliser une compression d'en-tête des paquets IP. Ce protocole n'est pratiquement pas utilisé sur les réseaux UMTS actuels. En LTE en revanche, le protocole PDCP est utilisé systématiquement, car il est impliqué dans la sécurité de l'Access Stratum (chiffrement et intégrité). On notera cependant que toutes ces couches, si elles portent le même nom en UMTS et en LTE, sont néanmoins très différentes dans ces deux systèmes.



**Figure I-25:** Piles protocolaires des interfaces radio en UMTS et en LTE.

Les données traitées par PDCP, RLC, MAC et PHY appartiennent au plan de contrôle lorsqu'il s'agit de données de signalisation communiquées par la couche RRC et au plan usager lorsqu'il s'agit d'autres données (transmises par la couche IP).

Les notions de plan de contrôle et de plan usager sont transparentes aux couches RLC, MAC et PHY : celles-ci traitent les données délivrées par la couche supérieure, suivant la configuration indiquée par RRC, sans distinction a priori entre données de contrôle et données de l'utilisateur.

Indépendamment de ces deux plans, chaque couche utilise dans son protocole des informations de contrôle qu'elle échange avec l'entité paire distante, dans l'en-tête ajouté par la couche à l'unité de donnée. Cela permet à l'entité paire distante de traiter les données transmises de façon appropriée. Il s'agit donc d'informations de contrôle propres à la couche.

#### ❖ Interactions entre les couches

La figure suivante détaille le découpage en couches et les interactions logiques entre celles-ci pour les données du plan de contrôle et celles du plan usager. Cette architecture s'applique à l'UE et à l'eNodeB.

Deux entités paires distantes d'une couche (N) échangent entre elles des unités de données appelées Protocol Data Unit (PDU), formées d'un en-tête du protocole associé à cette couche N et de blocs de données. Ces blocs sont des unités de données délivrées par la couche supérieure (M), ou des segments de ces unités de données si ces dernières doivent être segmentées avant la transmission sur l'interface radio. L'unité de données de la couche M est appelée Service Data Unit (SDU) dans le contexte de la couche N, car elle porte des données de service que la couche N n'interprète pas.

Ainsi, une PDU est-elle aussi une SDU pour la couche immédiatement inférieure, et ainsi de suite.

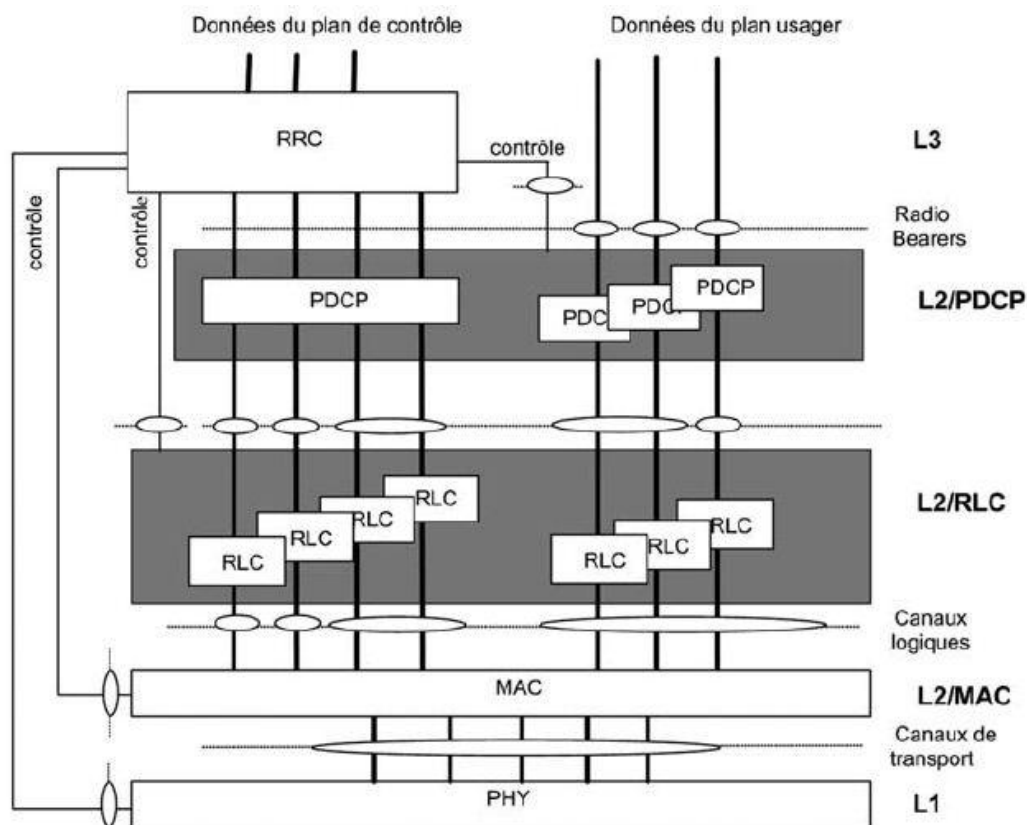


Figure I-26: La modélisation en couches protocolaires de l'interface radio.

❖ **Canaux et imbrications**

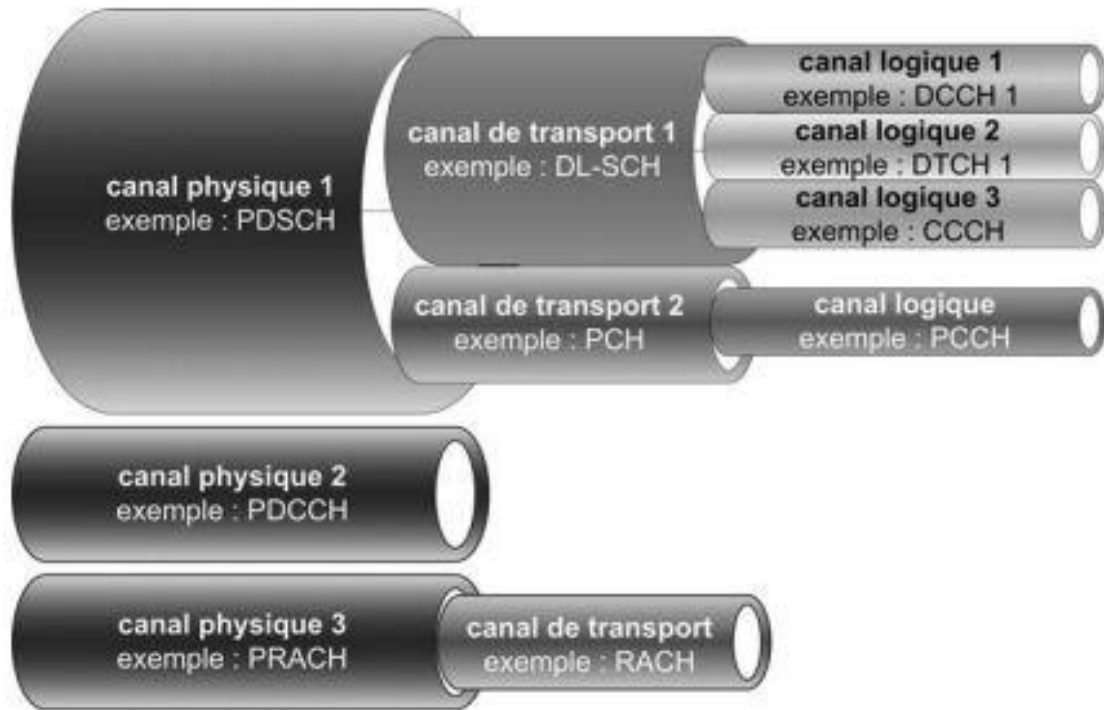


Figure I-27 : Imbrications des canaux.

❖ **Canaux logiques fournis par la couche MAC**

| Canal logique             | Acronyme | Canal de contrôle (plan de contrôle) | Canal de trafic (plan usager) | Usage   | Exemples d'information transmise                               |
|---------------------------|----------|--------------------------------------|-------------------------------|---|--|
| Broadcast Control Channel | BCCH     | X                                    |                               | Pour la diffusion d'informations de contrôle sur la cellule   | Identifiant de la cellule, largeur de bande DL...              |
| Paging Control Channel    | PCCH     | X                                    |                               | Pour la notification d'appels   | Identifiant de l'UE dans la zone de localisation, type d'appel |
| Common Control Channel    | CCCH     | X                                    |                               | Pour la transmission de la signalisation, quand elle ne peut être transmise sur un canal dédié (DCCH) | Demande d'établissement d'une connexion RRC                    |
| Dedicated Control Channel | DCCH     | X                                    |                               | Porte la signalisation dédiée à un utilisateur (RRC et NAS)   | Message commandant à l'UE de réaliser un handover              |
| Dedicated Traffic Channel | DTCH     |                                      | X                             | Porte les informations de trafic dédiées à un utilisateur   | Données d'un flux de streaming vidéo (ex. IP/UDP/RTSP)         |

Tableau I-3 : Canaux logiques MAC.

❖ **Canaux de transport fournis par la couche physique :**

| Canal de transport      | Acronyme | Sens | Caractéristiques  | Usage  | Exemples d'information transmise   |
|-------------------------|----------|------|---|--|--|
| Broadcast Channel       | BCH      | DL   | Ressources, périodicité et format de transport fixes et prédéfinis<br>Doit être transmis sur toute la zone de couverture de la cellule  | Pour la diffusion d'informations sur la cellule<br>Le BCH porte exclusivement le BCCH, et en particulier le <i>Master Information Block (MIB, voir remarque)</i>   | MIB (BCCH) : largeur de bande DL sur la cellule, numéro de trame système ( <i>SFN, System Frame Number</i> ) |
| Downlink Shared Channel | DL-SCH   | DL   | Permet l'HARQ et l'adaptation de lien, l'allocation dynamique ou semi-persistante de ressources et l'utilisation de la réception discontinue par l'UE (DRX)<br>Peut bénéficier de beamforming, ou être transmis de manière omnidirectionnelle | Pour la transmission de données dédiées de contrôle et du plan usager<br>Utilisé également pour transmettre les informations de cellule non portées par le BCH   | Canaux DCCH, DTCH, CCCH<br>Canal BCCH : diffusion des informations cellules autres que celles du MIB         |
| Paging Channel          | PCH      | DL   | Doit être transmis sur toute la zone de couverture de la cellule<br>Partage les mêmes ressources physiques que le DL-SCH  | Pour diffuser les informations de paging sur l'ensemble de la cellule  | Canal PCCH   |
| Random Access Channel   | RACH     | UL   | Basé sur l'accès partagé aléatoire (« à contention ») qui implique un risque de collision entre plusieurs UE lors de la procédure d'accès au réseau   | Pour l'établissement d'une connexion RRC avec la station de base, son rétablissement, lors d'un handover ou pour transmettre des données ( <i>ex. Buffer Status Report</i> ) ou encore sur ordre de la station de base si la synchronisation en voie montante a été perdue | Préambule choisi de façon aléatoire par l'UE dans un jeu de préambules prédéfinis                            |
| Uplink Shared Channel   | UL-SCH   | UL   | Permet l'HARQ et l'adaptation de lien, l'allocation dynamique ou semi-persistante de ressources   | Pour la transmission de données dédiées de contrôle et du plan usager  | Canaux DCCH, DTCH, CCCH  |

Tableau I-4 : Canaux de transports Phy.

❖ **Canaux physiques pour la voie montante**

| Canal physique                  | Acronyme | Caractéristiques  | Usage   |
|---------------------------------|----------|---|---|
| Physical Uplink Shared Channel  | PUSCH    | Ses paramètres de transmission sont déterminés dynamiquement par l'adaptation de lien | Pour la transmission du UL-SCH ; porte également les informations de contrôle du PUCCH en cas de collision de ces deux canaux sur le même intervalle de temps |
| Physical Uplink Control Channel | PUCCH    | N'est jamais transmis simultanément au PUSCH d'un même UE (en Release 8)              | Pour la transmission d'informations de contrôle nécessaires à l'HARQ (acquitements) et à l'allocation de ressources   |
| Physical Random Access Channel  | PRACH    | Est formé d'un préambule spécifique à l'UE  | Porte le RACH   |

Tableau I-5 : Canaux UL Phy.

## ❖ Canaux physiques pour la voie descendante

| Canal physique                            | Acronyme | Caractéristiques   | Usage  |
|---|----------|--|--|
| Physical Downlink Shared Channel          | PDSCH    | Ses paramètres de transmission sont déterminés dynamiquement par l'adaptation de lien. | Pour la transmission du DL-SCH et du PCH   |
| Physical Broadcast Channel                | PBCH     |  | Pour la transmission du BCH  |
| Physical Control Format Indicator Channel | PCFICH   | Le PCFICH est placé dans le premier symbole OFDM de chaque sous-trame                  | Indique le nombre de symboles OFDM utilisés pour la transmission du PDCCH dans une sous-trame  |
| Physical Downlink Control Channel         | PDCCH    | Le PDCCH est placé dans les premiers symboles OFDM de chaque sous-trame                | Pour la transmission d'informations de contrôle :<br>schéma de modulation et codage et allocation de ressources du DL-SCH et PCH, informations d'HARQ pour le DL-SCH<br>Schéma de modulation et codage, allocation de ressources et informations d'HARQ pour le UL-SCH<br>Ordre de déclenchement d'une procédure d'accès aléatoire |
| Physical Hybrid ARQ Indicator Channel     | PHICH    | Le PHICH est placé dans les premiers symboles OFDM de chaque sous-trame                | Porte les acquittements d'HARQ   |

**Tableau I-6** : Canaux DL Phy.

## Conclusion

Les réseaux 3G ont connus une évolution remarquable par rapport aux technologies primaire des réseaux mobiles. Aux services voix qui restent le domaine de cette dernière, ce sont les services mobiles qui profitent de réseaux aux débits largement supérieurs, surtout avec l'arrivée de la technologie HSPA qui permet une amplification et l'élargissement des possibilités de mobilité à des usages de remplacement des connexions haut débit filaires.

Si les débuts ont été difficiles (problème de normalisation, faible couverture, tarifs élevés), les différents éléments constitutants se mettent peu à peu en place et devraient entraîner une adhésion plus franche à mesure que les services mobiles se diversifient.

D'autres candidats, comme LTE (Long Terme Evolution), préparent également la période de ceux que certains appellent déjà la Super 3G.

## CHAPITRE 2

Phases du déploiement d'un site de télécommunication.

## Introduction

Ce chapitre donne une vue d'ensemble sur les étapes de déploiement de la technologie 3G, on y voit les différentes phases de ce long processus.

Les étapes de déploiement de la 3G se subdivisent en 3 phases, « le planning », « la mise en œuvre » et « l'optimisation ».

Un réseau mobile peut être considéré comme un organisme vivant et se comporte des mêmes façons, plusieurs phases de développement le caractérise. Le cycle de vie d'un réseau peut être décrit par les étapes développées au sein de ce deuxième chapitre.

### ➤ Les étapes du déploiement d'un site de télécommunication

Cette figure illustre les étapes à suivre afin de procéder au déploiement du réseau :



Figure II.1: Les étapes du déploiement d'un site de télécommunication.

**Remarque:** SCR: Serious Case Review : Verification du process.

## II.1- La Phase Planning



Figure II.2 : Processus de la phase Planning.

La première étape est une étude d'opportunité technique et économique qui consiste à estimer le marché potentiel et à dimensionner le réseau en conséquence.

Un plan d'affaire est établi, il permet d'analyser la rentabilité du projet. Cette première phase de gestation est donc celle pendant laquelle la rentabilité du projet et sa réalisation au niveau financier sont évaluées afin de décider de l'opportunité du passage à la phase de déploiement du réseau.

Cette étape de dimensionnement est difficile puisqu'à ce moment de la vie le réseau n'existe pas encore, il y a un écart entre les estimations de coût et le coût réel qui sera mesuré à la fin du déploiement du réseau.

Cette partie contient le désigne initial HLD « High Level Design ». Ce dernier est constitué de plusieurs processus :

### II.1.1- Solution Design (*Solution de la conception*)

Le processus est une conception de réseau de haut niveau visant à produire une liste d'équipements primaires. L'objectif est de schématiser et de convenir avec le client sur les principes de conception de son réseau. La conception est effectuée au niveau du réseau avec un ensemble de type de configurations d'équipements variant selon les sites, le travail couvre la modélisation du trafic, le dimensionnement des capacités de couverture et de calcul d'itinéraire pour un ensemble limité de spécifications matériels et logiciels.

### II.1.2- Design Requirement (*Exigences de Conception*)

Les exigences de conception de réseau radio portent sur la couverture, la capacité, les services et ils sont spécifiés pour chaque type de zone: urbain dense, urbain, suburbain et rural tel que défini dans la figure ci-dessous :

| Cellules                | Rayon des cellules | Hauteur d'antenne           | Zone                |
|-------------------------|--------------------|-----------------------------|---------------------|
| <b>Pico-cellules</b>    | 100 m              | A l'intérieur des immeubles | <b>Dense urbain</b> |
| <b>Micro-cellules</b>   | 500m               | 5 m au-dessus du sol        | <b>Urbain</b>       |
| <b>Macro-cellules</b>   | 2 km               | 3 m au-dessus des toits     | <b>Suburbain</b>    |
| <b>Cellules rurales</b> | 8 km               | 30 m au-dessus du sol       | <b>Rural</b>        |

Tableau II.1: Tableau des Exigences de Conception.

En plus de ces principaux types de zones, les routes doivent être prises en considération en raison de leurs volumes de trafic important. Les routes peuvent être situées dans des zones plates ou vallonnées et entourées par la végétation et les bâtiments.

La collecte d'informations sur le site nominal (Coordonnées /Configurations /Le type, la direction et hauteur de l'antenne /Hauteur et la taille de la chambre intérieure /Canalisation de câble existant /Exigence de puissance AC /Exigences de climatisation.)

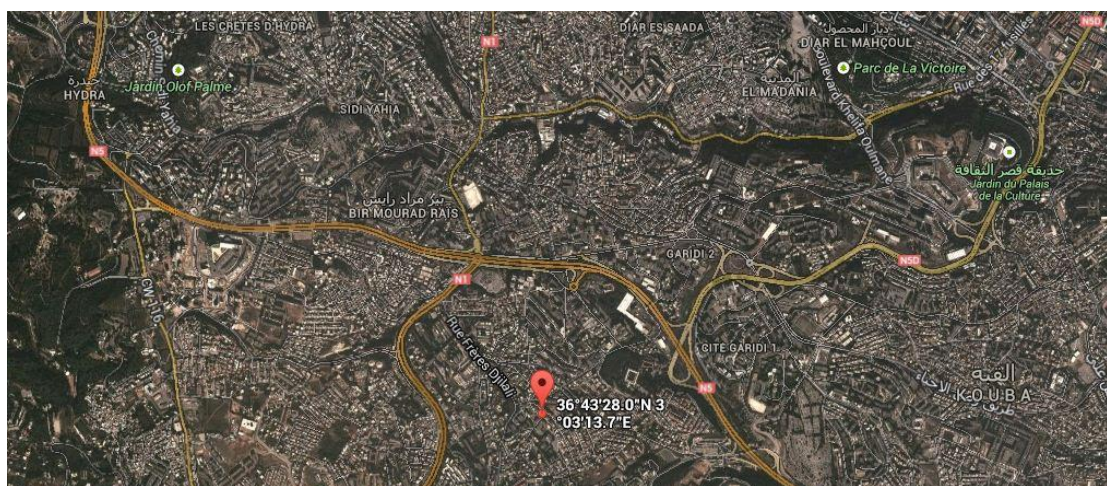


Figure II.3: Localisation du site et coordonnées GPS.

### II.1.3- Search (*Recherche*)

Le fournisseur de service Shall Perform(SP) doit effectuer une recherche pour trouver un nouvel immeuble ou terrain approprié pour loger un site de télécommunications dans une zone de recherche géographique déterminée.

Le SP doit contacter le propriétaire et vérifier s'il y a lieu de signer un contrat de location.

SP organise une réunion sur place afin de récupérer des informations sur les exigences du site, par exemple taille de l'équipement, le poids, l'emplacement, l'exigence d'accès etc. lors de la visite le SP enquête sur les aspects structurels et environnementaux du site, les permis de construction et d'aviation sont obligatoire par exemple. Le but est de recueillir tous les faits qui pourraient avoir un impact sur le choix du site. Le propriétaire doit également s'entendre sur l'accès au site.

Les résultats de cette étape sont mentionnés dans un rapport de recherche incluant une description du contour du site.



**Figure II.4:** Emplacements du Site Favoris.



**Figure II.5:** Emplacements des Sites Candidats.

#### **II.1.4- Survey(*Enquête*)**

Basée sur les informations des sites candidats, le client décide du candidat qui sera visité pour l'enquête, par exemple : certains sites candidats primaires. Le but est d'évaluer les sites candidats sur différents aspects techniques, la collecte d'informations telles que : les questions de permis, les aspects de coûts et de la perspective géotechnique (Qualité des sols, Fouilles, nettoyage... etc), la sécurité et autres. Ces points doivent être vérifiés avant d'approuver l'installation du site. Après la visite du site, on conclut le CWIR (Civil Work Investigation Report).

L'étude du site et de la voie de communication sont menées pour la conception de réseau radio et micro-ondes. Le but est d'évaluer les sites candidats sur la couverture radio et / ou la transmission micro-ondes.

### II.1.5- Evaluation and Decision (*Evaluation et décision*)

Le but de l'activité, consiste à sélectionner le candidat le plus adéquat à la construction. Créer une analyse SWOT des candidats classée en termes de meilleure couverture, de rentabilité, la probabilité de signer un accord de location, obtenir un permis de construction ...etc. L'analyse SWOT est une source d'informations pour une prise de décision formelle et sur les bases du rapport de nomination stipulant le candidat sélectionné.

## II.2- La phase Planing (*Mise en Œuvre*)

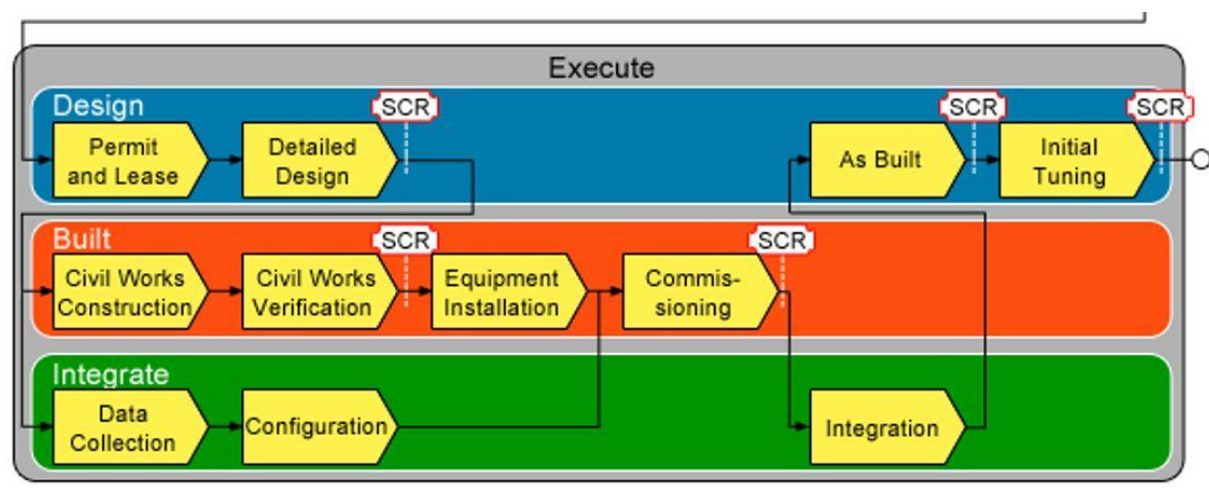


Figure II.6 : Processus de mise en œuvre.

La plupart des réseaux WCDMA sont mis en œuvre en plusieurs étapes. Pour chaque phase, la taille de la zone de couverture est définie en en km<sup>2</sup>. La surface de la zone de couverture requise peut augmenter par plusieurs phases dans l'évolution du réseau. Un exemple typique de phases de déploiement réseau en termes de couverture est illustré dans la figure ci-dessous (*Tableau II.2*).

| Phases | Dense urbain | Urbain  | Sub urbain | Rural  |
|--------|--------------|---------|------------|--------|
| 1      | 100,00%      | 50,00%  | 30,00%     | 0,00%  |
| 2      | 100,00%      | 80,00%  | 40,00%     | 30,00% |
| 3      | 100,00%      | 90,00%  | 60,00%     | 50,00% |
| 4      | 100,00%      | 100,00% | 70,00%     | 75,00% |

|   |         |         |         |         |
|---|---------|---------|---------|---------|
| 5 | 100,00% | 100,00% | 100,00% | 100,00% |
|---|---------|---------|---------|---------|

**Tableau II.2** : Phases de mise en œuvre selon les zones.

La priorité de la couverture doit être déterminé en fonction de la répartition géographique de la population .Les zones à forte densités et à fort trafic sont prioritaires pour une couverture radio par exemples les lieux publics, les aéroports et les stades, les routes avec une quantité élevées de la circulation automobile,... etc.

Les zones soumises à des contraintes d'installation et de configuration de puissance d'émission devraient être identifié.Cette phase est entièrement consacrée au Design détaillé, elle contient différents processus suivants :

### **II.2.1- Permit and Lease (*Pérmis et Bail*)**

Le but est de soumettre et d'obtenir un bail signé, un permis approuvé et un accès légal.Obtenir une procuration notariée, les documents pertinents en vue de satisfaire tous les besoins des permis et applications comme : permis de construire, autorisation des autorités militaires, maritime et d'aviation et autres autorisations nécessaires.

Basé sur le bail du client et en accords total avec Ericsson, l'obtention d'un contrat signé par le client et le propriétaire en bonne et due forme est nécessaire.

### **II.2.2- Detailed Design (*Conception détaillée*)**

Subdivisée en plusieurs sous parties :

#### **II.2.2.1- Civil Works Construction (*Constructions des travaux civils*)**

Le but est de construire un site conformément à la conception détaillée du CW.La totalité des travaux de constructions ne signifient pas forcément un seul et même fournisseur de services, il est d'ailleurs plus probable qu'il y ait plusieurs prestataires de services, ce qui reste important, il n'y a qu'une seule personne responsable des travaux de construction pour garantir la conformité des travaux (Route d'accès/clairières de site/excavations, dynamitage...etc./construction de bâtiments,/canalisations intérieures et extérieures /installation des câbles en fibre/armoires de câble intérieur et extérieur, boîtes de jonction./...etc.

En accord avec la procédure, une inspection pour confirmer la qualité du site, collecte des manuels d'utilisations, d'instructions et de garanties de tous les équipements, est menée.Apres la construction du site le CWDD est lancé.

### **✓ Début des travaux**



**Figure II.7:** Plateforme du Shelter.



**Figure II.8:** Plateforme du Pylone.



**Figure II.9:** Installation du Pylone.



**Figure II.10:** Sécurisation du Site.

#### **II.2.2.2- Civil Works Vérification (*Vérification des travaux civils*)**

Le but est d'inspecter les travaux de génie civil effectué et de s'assurer de la bonne qualité du site, après la finalisation des travaux le SP doit inviter Ericsson pour une inspection avant de procéder à l'installation du matériel. Un protocole d'inspection des résultats sera signé, d'autres inspections sont nécessaires après la pose des antennes.

#### **II.2.2.3- Equipement Installation (*Installation d'équipements*)**

Le but est de compléter l'installation conformément au SID, rapporter la liste d'équipements perdus ou endommagés, installer les produits, nettoyer le site et d'inspecter visuellement l'installation en suivant la check-list.



**Figure II.11:** Installation des feeders.  
l'équipement.



**Figure II.12:** Installation du Shelter et de  
l'équipement.



**Figure II.13:** Installation des antennes et réglage des Tilts mécaniques et électriques.

✓ *Finalisation des travaux*



**Figure II.14:** Fin des Multi-installations liées au pylône.



**Figure II-15:** Netoyage du Site.

#### **II.2.2.4- Data Collection (*Collecte de données*)**

Consiste à recueillir des informations sur la conception et complète l'information avec le client à travers les formulaires ER/CCR.

#### **II.2.2.5- Configuration**

Consiste à préparer les fichiers de configuration des produits en utilisant les outils standards (CCR Tools), ne considérer que l'équipement vendu en utilisant les informations dont on dispose, vérifier que la configuration respecte les exigences de conception et donner des avis aux parties concernées sur le processus ,les entrées ,les outils et les méthodes. Le site est maintenant prêt à l'utilisation.



**Figure II.16:** Configuration. **Figure II.17:** Le Site clés en main.

#### **II.2.2.6- Commissioning (*La Mise en Service*)**

Le but est de mettre en marche le nœud et de le connecter au réseau (en plusieurs étapes pour certains sites), vérifier que le matériel installé fonctionne correctement, rapprocher le nœud de l'étape d'intégration. Charger les logiciels et configurations de scripts, contacter le centre d'intégration pour performer le test de post Intégration, effectuer les vérifications nécessaires.

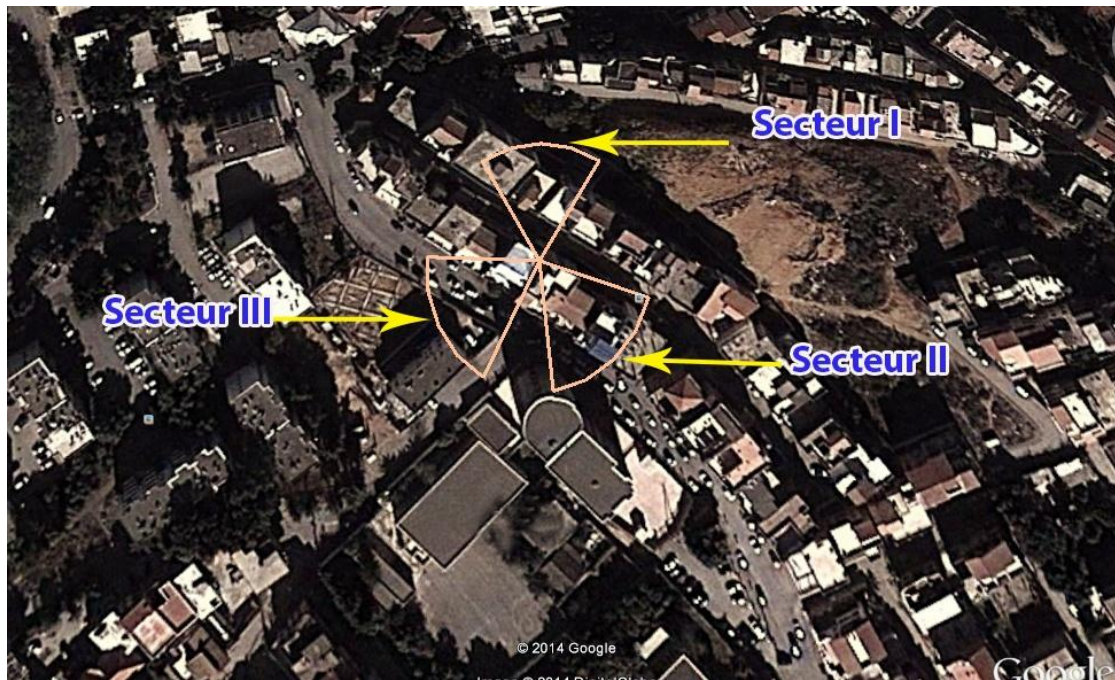


Figure II.18: Site en fonctionnement et sa sectorisation.

#### II.2.2.7. Integration (*Intégration*)

L'objectif de cette opération est de procéder à l'intégration physique et logique d'une nouvelle ou d'en modifier une ancienne partie du réseau en répondant aux exigences des clients définies durant l'Integration Planning and Preparation .L'intégration peut être réaliser en suivant différents scénarios comme Nouvel élément de réseau (NE),Extension de NEs,Modernisation (SW et HW) de NEs, Migration vers de nouvelles technologies. La livraison consiste à garantir toutes les conditions préalables existantes sur le Site. En cas d'intégration à distance s'assurer que la connexion existe, incluant les droits d'accès.

Suivre les étapes de la procédure d'Intégration exemple CPI/Alex conformément aux ordres de travail (Cold Start, Upgrade, Integration, Swap...etc.) sur le standard de qualité le plus élevé. Effectuer les tests de vérification en accords avec le Test Objectif Liste (TOL).Noter que différents tests effectuer sur le site FOA son comparable à la phase de déploiement, les instructions d'intégration du service de livraison peuvent être trouvé sur place, faire un compte rendu.

#### II.2.3- As Built

Le but de cette étape pour le CW est d'actualiser le document CWDD, par contre pour le SE ça sera d'actualiser le SID, cela pour être prêt à la remise au client.

**-As Built documentation SID** :Actualise la documentation d'installation du site, basé sur les entrées des activités d'Installation et de mise en service (Installation and Commissioning).

#### II.2.4- Initial Tuning

Afin d'optimiser la performance radio, cette partie ajuste la partie Hardware radio et les configurations du Software. Les activités peuvent variés selon les besoins de performances radio basé sur les besoins du réseau, les mesures sont récoltées avec le Drive Test, les données seront analysées et des reconfigurations sont proposées. Apres approbation des suggestions de modification, d'autres mesures seront effectuées pour confirmer l'accomplissement des changements.

La finalisation de l'Initial Tuning est encore une fois liée à l'acceptation mutuelle qui est basée sur les exigences des KPIs.

## II.3- Optimisation



Figure II.19 : Processus d'Optimisation.

Contient quatre processus qui sont les suivants :

### II.3.1- Optimization Collection (*Collection d'informations à optimiser*)

Le but de cette étape est de rassembler les informations pour créer une vue précise de l'état courant du réseau et de décider de quel moyen d'action qui doit être choisi pour une bonne analyse.

Des mécanismes de récupérations de données sont établis et seront utilisés pour vérifier ultérieurement l'amélioration des changements. La collection d'informations se fait chez les clients. Normalement, les informations requises pour les analyses sont collectées sur plusieurs jours pour permettre les changements à différents moments. On procède à : la préparation des données, définition de la portée technique, identification du groupe de travail et a la préparation des données de performances.

- **Requirement Specification-Optimization** : Les exigences de l'optimisation réseau sont basées sur le contrat de service, la solution contractée, les éléments d'entrées du client et la réglementation locale. Le document indique quel produit et quelle caractéristique du travail d'optimisation sera basée sur un nouveau ou un ancien service, et aussi sur quelle façon dont l'optimisation doit être effectué.

### II.3.2- Optimization Analysis (*Analyse de l'Optimisation*)

Le but est d'analyser les aspects les moins performants du réseau et d'identifier la cause des problèmes de réductions de performances.

Ces problèmes peuvent provenir de plusieurs sources telles qu'une mauvaise configuration des nœuds, équipements obsolètes, interférence ou incompatibilités entre les nœuds ...etc

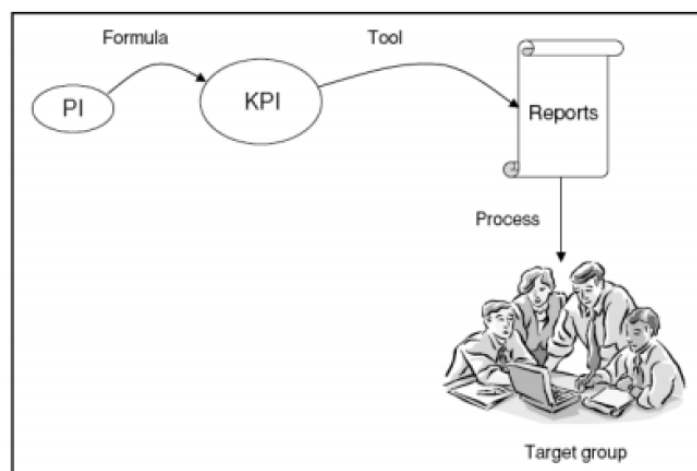


Figure II.20: Analyse des KPIs.

Un rapport d'audit est constitué sur la base des analyses, incluant une liste de recommandations, cette liste vise à améliorer les performances du réseau dans le cadre du service.

### **II.3.3- Optimization Improvement (*Amélioration de l'optimisation*)**

Le but de cette étape est d'implémenter les modifications dans les parties identifiées du réseau, basé sur les analyses des informations recueillies au début du processus d'optimisation.

Les améliorations sont réalisées de manières conservatrices, assurant un impact minimum sur les performances perçues par les utilisateurs au moment du changement tout en s'assurant de prendre les précautions nécessaires, incluant le fait de prendre les précautions nécessaires si cette dernière peut porter préjudice sur les performances du réseau, toutes les modifications sont suivis pour s'assurer que tout changement dans les performances est détecté et que les mesures appropriées soient prises rapidement en cas de nécessité .il est normal que ces changements soit prévu aux moments ou le trafic est au plus bas.

Après que les améliorations soient appliquées, une analyse des impacts est menée, si l'on estime que les modifications apportées aux performances ne sont pas adéquates d'autres changements seront exécutés jusqu'à ce que les objectifs soient atteints.

Si les améliorations voulues ne sont pas atteintes, une liste de points en suspens est créée.

### **II.3.4- Optimization Verification : (*Vérification de l'optimisation*)**

Le but est de s'assurer que les actions entreprises sont les bonnes en vérifiant que la qualité des services a été améliorée.

## **Conclusion**

Le processus de déploiement d'un site de télécommunication est semblable à celui du développement d'une créature vivante, l'étude avant la réalisation est analogique à la période de gestation, le lancement à naissance et l'optimisation au temps nécessaire pour atteindre la maturité.

## CHAPITRE 3

### Indicateurs Clés de Performance.

(KPI: Key Performance Indicators)

## Introduction

Ce chapitre introduit les procédures utilisées pour la gestion et l'optimisation du réseau WCDMA RAN d'Ericsson. Le réseau est constitué de RBS (Radio Base Stations), RNCs (Radio Network Controllers) et en option de nœuds RXI qui jouent le rôle de réseau de transport entre les RBSs et le RNC comme le montre la figure suivante.

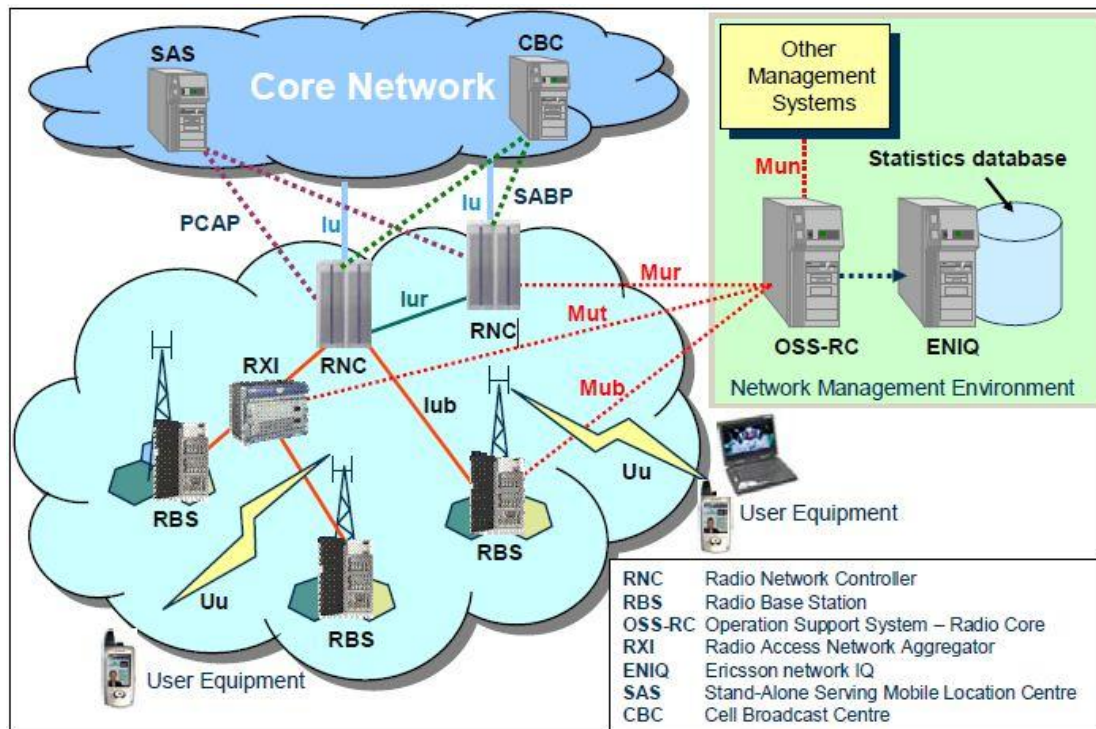


Figure III-1 : Le WCDMA RAN d'Ericsson.

Le UE est connecté à la RBS à travers l'interface UTRAN UE (Uu) via des ondes électromagnétiques, la station RBS est connectée au RNC en utilisant l'interface UTRAN Node B (Iub), le RXI peut être utilisé pour rassembler le trafic de plusieurs RBS vers le RNC, l'interface UTRAN RNC (Iur) est utilisée pour faciliter la mobilité inter-RNC.

L'OSS-RC (Operation Support System-Radio Core) communique avec les nœuds RAN en utilisant l'interface Management NodeB (Mub) pour les stations RBS, l'interface Management RNC (Mur) pour le RNC et l'interface Management Transport (Mut) pour les nœuds RXI. L'OSS-RC utilise l'interface Management UTRAN Network (Mun) pour se connecter à d'autres systèmes de gestion.

Les statistiques réseaux (compteurs) collectés par l'OSS-RC sont passés au réseau Ericsson Network IQ (ENIQ) qui prend soin de les stocker dans une base de données statistiques.

Si un SAS (Stand-Alone Serving Mobile Location Center) et un CBC (Cell Broadcast Centre) sont utilisés dans le réseau cœur le RNC utilisera le PCAP (Positioning Calculation Application Part) et le service SABP (Service Area Broadcast Protocol) respectivement pour toute communication à travers l'interface Iu.

### III.1- Evolution de WCDMA-RAN

L'évolution du WCDMA-RAN commence avec le Business Plan pour fournir un niveau de service pour une zone donnée aux d'utilisateurs du réseau.

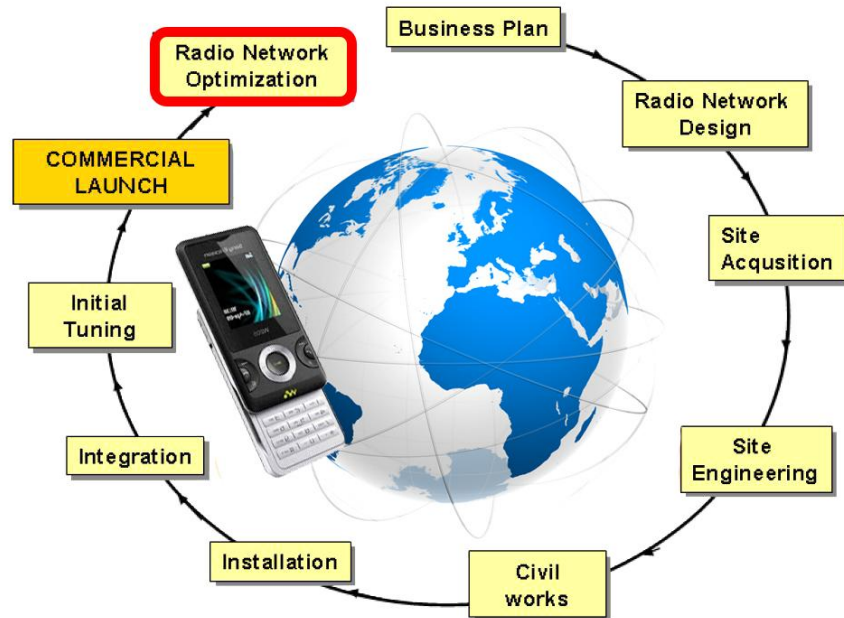


Figure III-2: Evolution de WCDMA RAN.

**Remarque 1 :** Toutes les phases illustrées dans la figure précédente ont été développées et expliquées dans le chapitre II.

Après commercialisation et après que le réseau ait accueilli un trafic, la gestion de performance et l'optimisation peuvent commencer et perdurer durant toute la durée de vie du réseau, durant cette étape des statistiques de réseau (compteurs) sont collectés au niveau des nœuds et sont utilisés pour créer des KPIs pour jauger la performance du réseau, d'autres analyses détaillées sont entreprises si les objectifs ne sont pas atteints, dans certain cas un Drive Test est nécessaire pour donner une meilleure perspective des performances du réseau.

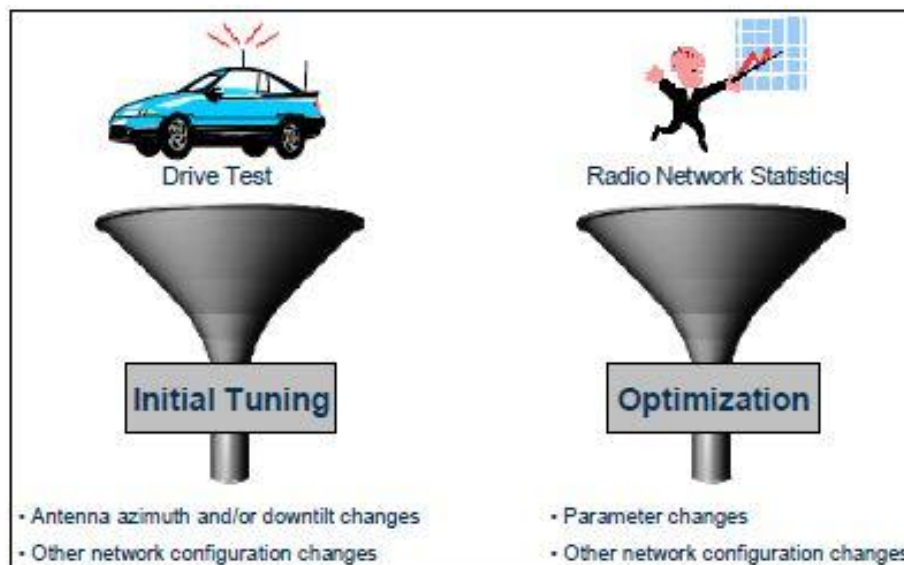


Figure III-3: Drive Test.

### III.1.A- Équipements Utilisés

#### Equipment 1: CS Mobilité

- MS1→Sony W995 in 3G and R99 Locked: Long Call.
- MS 2→Sony W995 in 3G and R99 Locked: Short Call.
- MS 3→Sony W995 in 3G in Dual Mode: Long Call IRAT.

#### Mesures RF:

- MS4→ SRU Scanner + GPS.
- Ericsson WCDMA TEMS Investigation Version 14.x.

#### Equipment 2: PS Static Points

- MS1→Sony W995 in 3G and R99 Locked.
- MS2→ Sony W995 for PING.
- MS3→ SRU Scanner + GPS.
- Ericsson WCDMA TEMS Investigation Version 14.x.

### III.1.B - Configuration et connexion de l'équipement

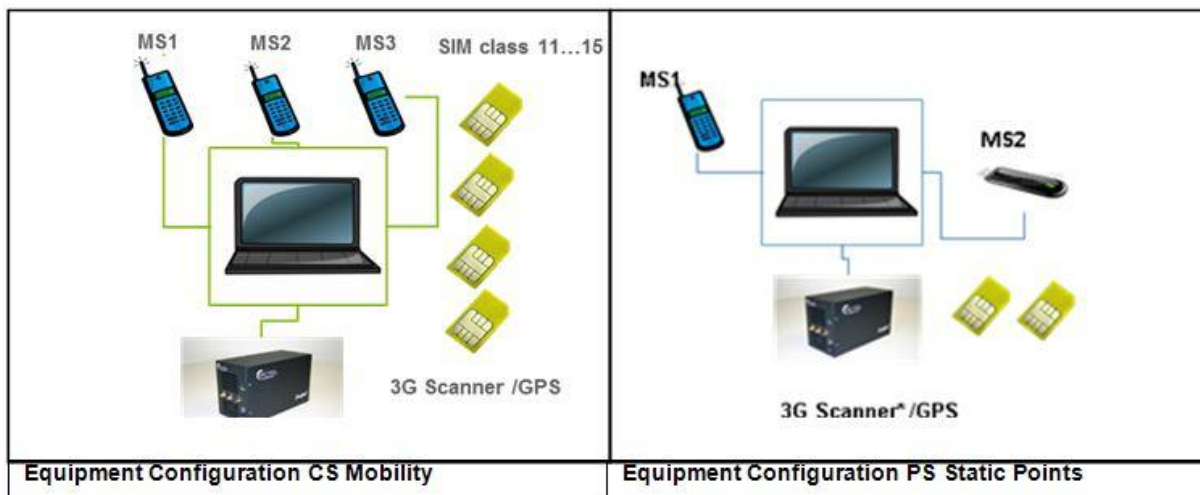


Figure III-4: Equipment de Drive Test.

### III.1.C - Captures provenant de TEMS INVESTIGATIONS

#### ➤ Résultat des Longs calls (*Appels à longue durée*)

Intervalles et qualités de service :

- [-6, Max]→Excellente qualité.
- [-12,-6]→Bonne qualité.
- [-16,-12]→Moyenne qualité.
- [Min,-16]→Mauvaise qualité.

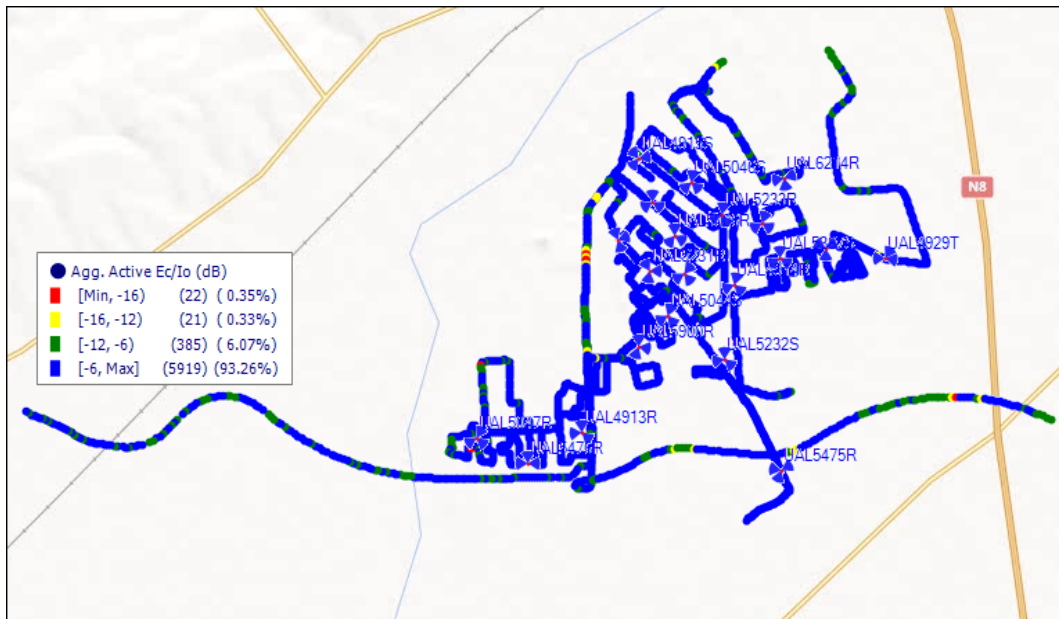


Figure III-5.

- **Ec/Io** est un rapport signal sur bruit qui sert à mesurer la qualité de service.

Le Drive Test donne des résultats satisfaisants qui montrent une bonne qualité de service (*en bleu*) pour les appels à longues durées, mis à part quelques zones (*en rouge*) très minoritaires, où la liaison radio est mauvaise, cela est dû soit au relief géographique ou bien aux constructions récentes qui empêchent une bonne couverture de la zone.

➤ **Résultats des Shorts calls (*Appels à courts durée*)**

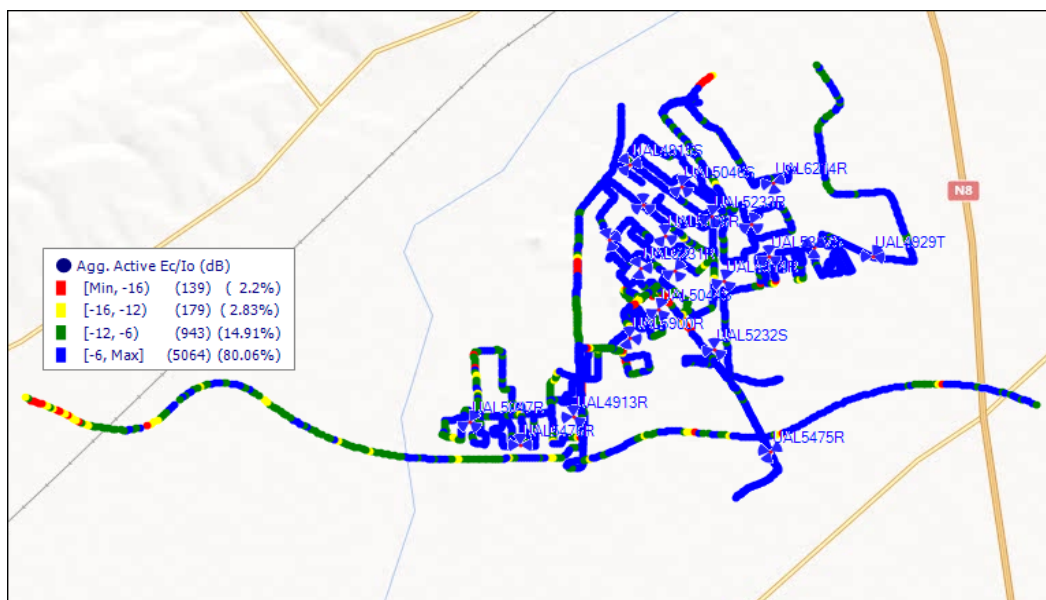


Figure III-6.

### ➤ Exemple de Rapport

| KPI ITEMS                      | RAB    | Run      | Type       | UL/DL | XXX Requests | DT Results | E// Recommendation          |
|--------------------------------|--------|----------|------------|-------|--------------|------------|-----------------------------|
| CPICH RSCP                     | *Idle  | Mobility | Scanner    | DL    | 95% >=-87dBm | 95.03%     |                             |
| CPICH Ec/Io                    | *Idle  | Mobility | Scanner    | DL    | 95% >=-12dB  | 100%       |                             |
| Pilot Pollution Rate           | *Idle  | Mobility | Scanner    | DL    | <=5%         | 6.17%      | E Tilt Required             |
| Speech Call Setup Succ Rate    | Speech | Mobility | Short Call | MOC   | >= 98%       | 96.59%     | Neighbour Addition required |
| Speech Call Drop Ratio         | Speech | Mobility | Short Call | MOC   | <=1%         | 26.37%     |                             |
| Speech Call Setup Success Time | Speech | MOC      | Short Call | MOC   | =5.5sec      | 1.7sec     |                             |
| SHO Succ Rate                  | Speech | Mobility | Long Call  | DL    | >= 99%       | 99.74%     |                             |
| Latency                        | HSPA   | Static   | HSDPA      | DL    | <=100ms      | 187 ms     |                             |

Tableau III-1.

**Remarque2 :** Il est à noter que cette procédure fournit des informations importantes sur le réseau en place notamment sur son accessibilité, sa continuité et sa mobilité.

### III.2- Statistiques de performances

Le PMS (*Performance Management System*) collecte les ROPs (*Report Output Period*) chaque 15 minutes au niveau des nœuds sous format XML, les fichiers sont écrasés après 200 ROPs.

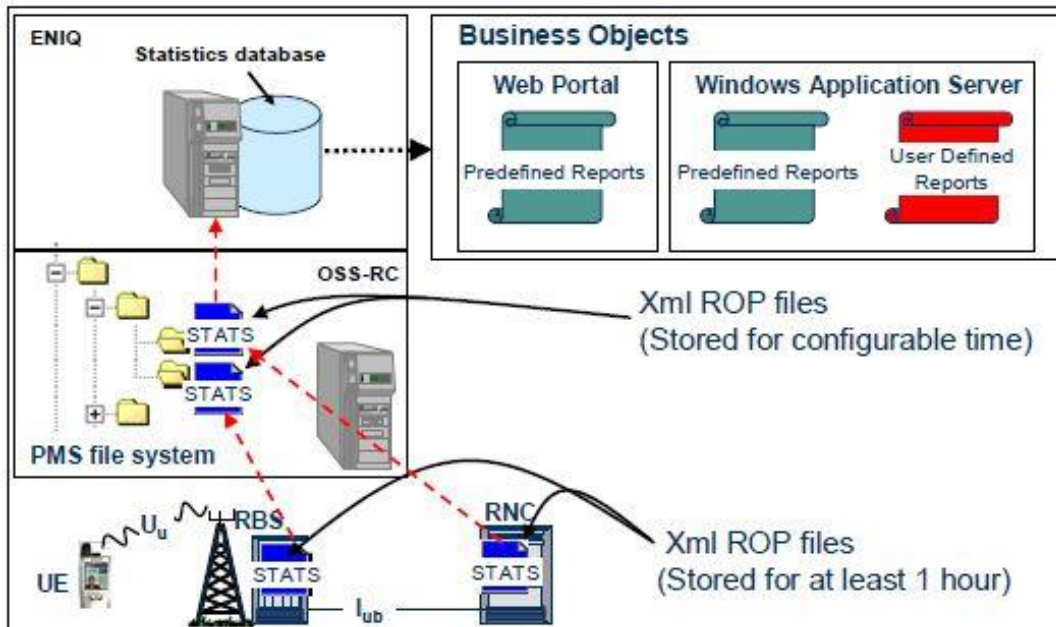


Figure III-7 : Manipulations des statistiques au niveau de l'OSS-RC WCDMA RAN.

### III.3- Les Compteurs

Un compteur peut être défini comme une valeur incrémental d'un événement spécifique répétitif liées à la performance des éléments du réseau (NE) sous forme de statistiques de

gestions de performance (PM) qui sont continuellement collecté à partir des NE et stocké au niveau de l'Operations Support System Radio and Core (OSS-RC), ces statistiques sont souvent utilisées pour la détection des problèmes de performances du réseau. Ces rapports de statistiques sont collectés par OSS puis écrits sous format XML à chaque période de mesure (période de granularité) équivalente à 15 min. Dans la norme UMTS, un événement peut correspondre à un message de signalisation. Par exemple lors d'un appel téléphonique, des milliers de messages de signalisations sont échangés entre le UE et le MSC. La mise à jour des compteurs à un certain point se fait via les messages échangés. Ce point est appelé le « point de déclenchement ». Et comme des milliers de messages de signalisation existent, de nombreux compteurs peuvent également exister. Cependant, le nombre de compteurs utilisables dépend de la stratégie des fournisseurs des équipements.

Les noms de tous les compteurs sont créés dans le NE et commencent par « pm ». Il existe deux types de compteurs statistiques : Les compteurs RNC et les compteurs RBS.

### III.3.1- Types de compteurs basiques

| Types de Compteurs | Description   |
|--------------------|---|
| <b>ACC</b>         | Un accumulateur est augmenté par la valeur d'un échantillon, il indique la somme totale de valeurs d'échantillons prit durant un certain temps, le nom des accumulateurs commence souvent par <i>pmSum</i> ou <i>pmSumOfSamp</i> .  |
| <b>GAUGE</b>       | Ce compteur s'incrémente ou se décrémente suivant l'activité du system.   |
| <b>PEG</b>         | S'incrémente d'une valeur égale à « 1 » à chaque fois qu'un événement spécifique apparait.  |
| <b>PDF</b>         | Un compteur Probability Density Function est une gamme de valeurs, chaque valeur est périodiquement lue, si cette valeur descend en dessous d'un certain seuil, le compteur de cette valeur s'incrémente, les valeurs de tous les compteurs sont collectées et sauvegarder dans un fichier ROP ( <i>Result Output Period</i> ).   |
| <b>SCAN</b>        | Le compteur SCAN est incrémenté de « 1 » à chaque fois que l'accumulateur lui correspondant est incrémenté, il indique le nombre d'échantillons lus et ajoutés au compteur d'accumulateur correspondant, il peut aussi être considéré comme un compteur PEG. Pour obtenir une valeur moyenne de tous les échantillons, on divise les compteurs accumulateurs sur les compteurs SCAN. Le nom des compteurs SCAN commencent par <i>pmSamples</i> ou <i>pmNoOfSamp</i> . |

### III-4- Les Formules

Une formule signifie une combinaison mathématique des compteurs qui a comme conséquence un indicateur significatif. Définir une formule en utilisant plusieurs PIs aide à identifier un KPI. Comme expliqué avant, le KPI donne plus de flexibilité et de clarté à

l'opérateur dans l'interprétation du comportement du réseau. Les formules, une fois choisies, devraient rester sans changement afin d'observer l'évolution des performances du réseau dans le temps. Dans un environnement à plusieurs fournisseurs, l'opérateur place une stratégie de performance et définit des formules pour chaque KPI. Alors chaque équipement déclenche ses propres compteurs, des limites entre les formules sont tracées pour chaque fournisseur.

### **III.5- Indicateurs Clés de Performance (KPIs)**

Les indicateurs clés de performance (KPIs) peuvent être définies comme un ensemble de résultats qui mesurent les performances durant les heures chargées ou les heures normales sur le réseau entier. Le KPI est le résultat d'une formule qui est appliquée aux indicateurs de performance (PIs : Performance Indicators). Le PI peut être extrait d'un secteur, une cellule, un TRX ou à un niveau d'une cellule adjacente. Des centaines de KPIs existent. Ils emploient des compteurs d'une ou plusieurs mesures et peuvent être calculés à partir d'un ou de plusieurs compteurs. La période de l'observation se rapporte à la durée des échantillons rassemblés : heure, jour, semaine, mois, etc. Le secteur indique l'endroit et les emplacements où les statistiques sont recueillies.

#### **III.5.1- Les Classes des Indicateurs**

Dans le domaine de l'UMTS, la qualité est mesurée en se basant sur les trois concepts utilisés dans le GSM (l'accessibilité, la continuité et l'intégrité) ainsi que d'autres concepts (Mobilité, disponibilité et charge/utilisation).

### **III.6- L'accessibilité au service**

C'est la possibilité en pourcentage pour l'utilisateur d'établir un appel, ou d'accéder au réseau, quand il le désire et où il le veut. Elle se calcule dans le réseau UTRAN sur deux étapes : RRC et RAB, et par rapport à différents services. En cas de manque en ressources du réseau en un quelconque niveau, le Call setup failures peut bloquer les appels. Les éléments du canal, puissance DL ou autres pourraient empêcher un Call setup réussi.

#### **III.6.1- Indicateurs d'accessibilité**

L'accessibilité RRC se calcule par le taux de succès d'établissement de connexions des ressources de contrôle radio RRC qui est définie par rapport à deux type de service CS et PS.

L'accessibilité RAB se calcule par le taux de succès d'établissement de RAB (pour chaque RAB CS et PS et pour chaque débit de données UL et DL).

#### **III.6.2-Les KPI utilisés**

- **RRC Setup Complete**

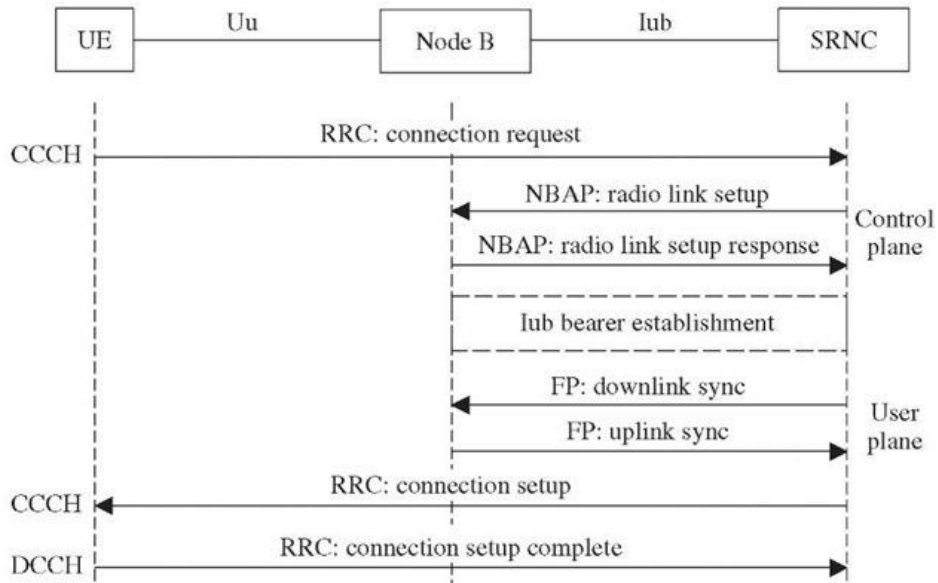


Figure III-8.

● **RRC Setup Success Rate**

Caractéristiques de la formule recommandée pour le KPI :

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Formule                 | $100 * \left\{ \frac{PmTotNoRrcConnectReqSuccess}{PmTotNoRrcConnectReq - PmNoLoadSharingRrcConn} \right\}$ |
| Nom du KPI              | GLOBAL_RRCSUCCRATE.  |
| Importance              | Elevée.  |
| Résolution temporelle   | 60 min.  |
| Etendue                 | Cellule, RNC.  |
| Classe des compteurs MO | Cellule UTRAN.   |
| Type de compteurs       | PEG.   |
| Unité                   | %  |

Tableau III-2.

- **PmTotNoRrcConnectReqSuccess**: Total Number of RRC connection requests successful.
- **PmTotNoRrcConnectReq**: Total Number of RRC connection requests.
- **PmNoLoadSharingRrcConn**: Number Load Sharing RRC connection.
- **Global rrcsucrate**: Global rrc success rate.

➤ **Description du KPI**

Cette formule donne le ratio entre le nombre de demandes de connexion RRC réussies et le nombre total de demandes de connexion RRC diminué du nombre de détournements dû au partage de chargement durant l'établissement de connexions RRC.

Dès qu'une demande de connexion du UE est reçue par le RNC ou si le UE sélectionne une autre cellule, le compteur `pmTotNoRrcConnectReq` s'incrémente. Le compteur `pmNoLoadSharingRrcConn` est incrémenté lorsque le message RRC Connection Reject est envoyé au UE. Puis le RNC interroge depuis le processeur principal (MP) les fonctions de contrôle de chargement et d'admission, ayant reçu une autorisation pour continuer, un code de canalisation DL est alloué et de là commence la connexion vers la RBS, aussi le UE est demandé pour entamer une connexion RRC en utilisant un RRC Connection Setup message. Une fois les messages de lien radio NBAP Radio Link Restore Indication et RRC Setup Complete ont été reçus par le RNC, la connexion RRC est considérée comme établie et réussie, le compteur `pmTotNoRrcConnectReqSuccess` est maintenant incrémenté.

Noter que le compteur `pmTotNoRrcConnectReq` est toujours incrémenté dans le SRNC du UE une fois par connexion et que les suivantes ne sont pas comptées. Cela veut dire que ce KPI génère une indication de performance depuis l'utilisateur final. L'utilisateur final n'est pas averti des retransmissions des RRC Connection Request message. En conclusion ce KPI est basé sur l'unique dernière tentative d'une ou plusieurs tentatives du UE.

Le KPI peut être utilisé pour identifier les cellules ayant une performance faible concernant le RRC connection en raison de ressources insuffisantes ou de défaillances matérielles.

#### ● RRC Setup Success Rate CS

Caractéristiques de la formule recommandée pour le KPI :

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Formule                 | $100 * \left\{ \frac{PmTotNoRrcConnectReqCsSucc}{PmTotNoRrcConnectReqCs - PmNoLoadSharingRrcConnCs} \right\}$ |
| Nom du KPI              | CS_GLOBAL_RRCSUCCRATE   |
| Importance              | Elevée  |
| Résolution temporelle   | 60 min  |
| Etendue                 | RNC   |
| Classe des compteurs MO | Cellule UTRAN   |
| Type de compteurs       | PEG   |
| Unité                   | %   |

Tableau III-3.

- **PmTotNoRrcConnectReqCsSucc**: Total Number of RRC connection requests Circuit switching successful.
- **PmTotNoRrcConnectReqCs**: Total Number of RRC connection requests circuit switching.
- **PmNoLoadSharingRrcConnCs**: Number Load Sharing RRC connection circuit switching.
- **Cs global rrcsucrate**: Circuit switching global rrc success rate.

#### ➤ Description du KPI

Cette formule met en évidence le taux de succès de demande de connexion RRC pour les appels CS, il est à noter que le nombre total de demandes de connexion RRC est toujours

réduit du nombre de détournements dû à la fonction de partage de chargement pendant l'établissement de connexion RRC.

Aussitôt qu'un message de demande de connexion RRC dont la cause d'établissement émane d'un « début ou fin d'appels de conversation » ou d'un « changement de cellule », est reçu au niveau du RNC par le UE, le compteur *PmTotNoRrcConnectReqCs* est déclenché. Le compteur *PmNoLoadSharingRrcConnCs* est incrémenté lorsqu'un message de rejet de connexion RRC est envoyé au UE. Le compteur *PmTotNoRrcConnectReqCsSucc* est incrémenté lorsque le message RRC Setup Complete est reçu juste après une tentative d'installation d'un début ou fin d'appel de conversation.

Le compteur *PmTotNoRrcConnectReqCs* ne prend pas en considération la répétition de demandes de connexions RRC du même UE. Ce KPI est utile pour l'identification des cellules qui présentent de faibles performances de connexions RRC CS.

- **Le RRC Setup Success Rate PS**

Caractéristiques de la formule recommandée pour le KPI :

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Formule                 | $100 * \left\{ \frac{PmTotNoRrcConnectReqPsSucc}{PmTotNoRrcConnectReqPs - PmNoLoadSharingRrcConnPs} \right\}$ |
| Nom du KPI              | PS_RRCSUCCRATE  |
| Importance              | Elevée  |
| Résolution temporelle   | 60 min  |
| Etendue                 | RNC   |
| Classe des compteurs MO | Cellule UTRAN   |
| Type de compteurs       | PEG   |
| Unité                   | %   |

Tableau III-4.

- **PmTotNoRrcConnectReqPsSucc**: Total Number of RRC connection requests Circuit switching successful.
- **PmTotNoRrcConnectReqPs**: Total Number of RRC connection requests circuit switching.
- **PmNoLoadSharingRrcConnPs**: Number Load Sharing RRC connection circuit switching.
- **Ps rrcsuccrate**: Packet switchingrrc success rate.

➤ **Description du KPI**

Cette formule met en évidence le taux de succès de demande de connexion RRC pour les appels PS, il est à noter que le nombre total de demandes de connexion RRC est toujours

réduit du nombre de détournements dû à la fonction de partage de chargement pendant l'établissement de connexion RRC.

Aussitôt qu'un message de demande de connexion RRC dont la cause d'établissement émane d'un 'Originating Interactive Call', 'Terminating Interactive Call', 'Originating Background Call', 'Terminating Background Call', 'Originating Subscribed traffic call' ou lors d'un changement de cellule (interfrequency) est reçu au niveau du RNC auquel appartient le UE, le compteur pmTotNoRrcConnectReqPs est déclenché. Le compteur pmNoLoadSharingRrcConnPs est incrémenté lorsqu'un message de rejet de connexion RRC est envoyé au UE. Le compteur pmTotNoRrcConnectReqCsSucc est incrémenté lorsque le message RRC Setup Complete est reçu après une tentative d'installation d'un début ou fin d'un appel background ou interactif.

Le compteur pmTotNoRrcConnectReqPs ne prend pas en considération la répétition de demandes de connexions RRC. Ce KPI est utile pour l'identification des cellules qui présentent de faibles performances de connexions RRC PS.

### III.7- Continuité (Retainability)

La probabilité qu'un service continue à être fourni, une fois obtenu, sous conditions et durées de temps données. Le KPI standard pour la Continuité est le Dropped Call Rate. Au niveau cellulaire, il est défini comme le nombre d'appels échoués divisé par le nombre total d'appels finis et/ou échoués dans la cellule.

#### III.7.1- Indicateurs de continuité

- **RRC Drope Rate**

- **Overall RRC Drop Rate DCH**

Caractéristiques de la formule recommandée pour le KPI :

|                         |  |
|-------------------------|--|
| Formule                 | $100 \cdot \left\{ \frac{PmNoCellDchDisconnectAbnorm}{PmNoCellDchDisconnectAbnorm + PmNoCellDchDisconnectNormal} \right\}$ |
| Nom du KPI              | RRC_DROPRATE_DCH   |
| Importance              | Moyenne  |
| Résolution temporelle   | 60 min   |
| Etendue                 | Cellule, RNC   |
| Classe des compteurs MO | Cellule UTRAN  |
| Type de compteurs       | PEG  |
| Unité                   | %  |

Tableau III-5.

- **PmNoCellDchDisconnectAbnorm:** Number of abnormal disconnections from dedicated channels, including both DCH and E-DCH.
- **PmNoCellDchDisconnectNormal:** Number of normal disconnections from dedicated channels, including both DCH and E-DCH.

➤ **Description du KPI**

Ce KPI définit la probabilité de perte d'une connexion RRC, c'est le ratio entre les déconnexions anormales des canaux communs et le nombre total de déconnexions des mêmes canaux.

Les compteurs *pmNoCellFachDisconnectNormal* et *pmNoCellFachDisconnectAbnorm* sont incrémentés lors de la libération d'une connexion UE quelconque sur les canaux dédiés et après détection des liens radio avec le RBS, ils sont incrémentés en particulier après la réception d'une instruction du Signaling Connection Handling pour libérer une connexion DCH ou E-DCH du au message RRC Connection Release relatif à une cause de 'libération', 'événement normal', 'utilisateur inactif' ou 'Ré-établissement de connexion de signalisation'. Les deux compteurs sont renforcés pour les meilleures cellule en activités et ne sont incrémenté que lorsque les RABs associés sont libérés.

Cette formule représente le pourcentage de demandes de connexion RRC réussies sur le nombre total de demandes de connexion RRC diminué du nombre de détournements dû au partage de chargement durant l'établissement de connexions RRC. Dès qu'une demande de connexion du UE est reçue par le RNC ou si le UE sélectionne une autre cellule, le compteur *pmTotNoRrcConnectReq* est incrémenté. Le compteur *pmNoLoadSharingRrcConn* est incrémenté lorsque le message RRC Connection Reject est envoyé au UE. Puis le RNC interroge depuis le processeur principal (MP) les fonctions de contrôle de chargement et les fonctions de contrôle d'admission. Ayant reçu une autorisation pour continuer, un code de canalisation DL est alloué et de là commence la connexion vers la RBS, aussi le UE est demandé pour entamer une connexion RRC en utilisant un RRC Connection Setup message. Une fois les messages de lien radio NBAP Radio Link Restore Indication et RRC Setup Complete ont été reçus par le RNC, la connexion RRC est considérée comme établie et réussie, le compteur *pmTotNoRrcConnectReqSuccess* est maintenant incrémenté.

Noter que le compteur *pmTotNoRrcConnectReq* est toujours incrémenté dans le SRNC du UE une fois par connexion et que les suivantes ne sont pas comptées. Cela veut dire que ce KPI génère une indication de performance depuis l'utilisateur final. L'utilisateur final n'est pas averti des retransmissions des RRC Connection Request message. En conclusion ce KPI est basé sur l'unique dernière tentative d'une ou plusieurs tentatives du UE.

Le KPI peut être utilisé pour identifier les cellules ayant une performance faible concernant le RRC connection en raison de ressources insuffisantes ou de défaillances matérielles.

• **Overall RRC Drop Rate FACH**

Caractéristiques de la formule recommandée pour le KPI :

|         |   |
|---------|---|
| Formule | $100 * \left\{ \frac{PmNoCellFachDisconnectAbnorm}{PmNoCellFachDisconnectAbnorm + PmNoCellFachDisconnectNormal} \right\}$ |
|---------|---|

|                         |                   |
|-------------------------|-------------------|
|                         |                   |
| Nom du KPI              | RRC_DROPRATE_FACH |
| Importance              | Moyenne           |
| Résolution temporelle   | 60 min            |
| Etendue                 | Cellule,RNC       |
| Classe des compteurs MO | Cellule UTRAN     |
| Type de compteurs       | PEG               |
| Unité                   | %                 |

**Tableau III-6.**

- **PmNoCellFachDisconnectAbnorm:**Number of abnormal disconnections from common channels (CELL\_FACH state).
- **PmNoCellFachDisconnectNormal:**Number of normal disconnections from common channels (CELL\_FACHstate).

#### ➤ **Description du KPI**

Ce KPI définit la probabilité de perte d'une connexion RRC établie sur les canaux communs, c'est le ratio entre les déconnexions anormales sur les canaux communs sur le nombre total de déconnexion.

Les compteurs `pmNoCellFachDisconnectNormal` et `pmNoCellFachDisconnectAbnorm` ne sont déclenchés que lors de la libération d'une connexion quelconque sur les canaux dédiés avec un message de libération RRC relatif à "événement normal" ou "utilisateur inactif", ces compteurs sont incrémentés aussi lors de la libération de la connexion RRC.

### **III.8- Disponibilité (Availability)**

La disponibilité d'un équipement ou d'un système est une mesure de performance qu'on obtient en divisant la durée durant laquelle le dit équipement ou système est opérationnel par la durée totale durant laquelle on aurait souhaité qu'il le soit. On exprime classiquement ce ratio sous forme de pourcentage.

#### **III.8.1- Indicateurs de disponibilité:**

##### ● **R99 Cell Unavailability**

Formule recommandée pour le KPI :

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Formule                 | $100 * \left\{ \frac{PmCellDowntimeAuto + PmCellDowntimeMan}{[Measurement\ Time\ Duration]} \right\}$ |
| Nom du KPI              | DOWNTIME_COMB.  |
| Importance              | Elevée.   |
| Résolution temporelle   | 24 H.   |
| Etendue                 | Cellule.  |
| Classe des compteurs MO | Cellule UTRAN.  |
| Type de compteurs       | PEG.  |
| Unité                   | %   |

Tableau III-7.

- **PmCellDowntimeMan:** Time that the cell has been unavailable because it has been manually locked
- **PmCellDowntimeAuto:** Time that the cell has been unavailable because it has been automatically locked.

#### ➤ Description du KPI

Ce KPI donne le pourcentage en temps durant lequel la cellule est inutilisable pour une raison de maintenance ou de mal fonctionnement.

Le compteur pmCellDowntimeAuto mesure en seconde la durée pour laquelle la cellule est non disponible pour cause d'erreurs du system qui aurait désactivé une cellule ou un canal, ceci veut dire que les états d'Operation de la cellule et ou du canal est " Désactivé " et l'état d'administration est "Non verrouillé", le compteur pmCellDowntimeMan mesure aussi en seconde la durée pour laquelle la cellule est non disponible pour une autre cause cette fois ci qui n'est autre que le verrouillage manuel de l'état d'administration .

### III.9- Mobilité (Mobility)

#### III.9.1- IRAT Handover

Le principe du Handover reste le même sauf que cette fois ci on passe d'une connexion UTRAN a une connexion GSM avec un débit plus faible mais qui permet toutefois d'assurer la continuité du service, en effet, lors d'un manque en qualité de connexion au service UTRAN, le mobile cherche des cellules offrant une meilleure couverture puis envoie un rapport au réseau et ce dernier lui ordonne de se connecter à la cellule la plus proche.

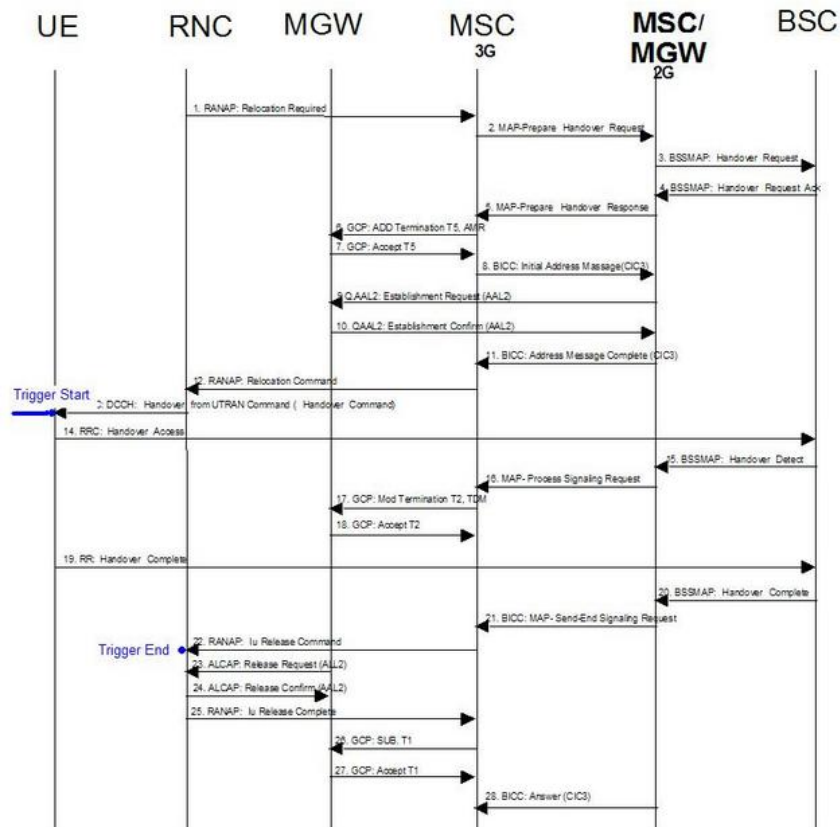


Figure III-9.

### III.9.2- Indicateurs de mobilité

#### ● PS IRAT (UMTS to GSM) Success Rate

|                         |   |
|-------------------------|---|
| Formule                 | $100 * \left\{ \frac{PmNoSuccessOutIratHoSpeech + PmNoSuccessOutIratHoMulti}{PmNoNormalRabReleaseSpeech + PmNoSystemIuRabReleaseSpeech} \right\}$ |
| Nom du KPI              | IRATHO_ACTIVITY_RATE  |
| Importance              | Moyenne   |
| Résolution temporelle   | 60 min  |
| Etendue                 | Cellule   |
| Classe des compteurs MO | Relation GSM, Cellule Utran.  |
| Type de compteurs       | PEG   |
| Unité                   | %   |

Tableau III-8.

- **PmNoSuccessOutIratHoSpeech:** Number of successful outgoing coverage-based-Inter-RAT HO to GSM.
- **PmNoSuccessOutIratHoMulti:** Number of successful outgoing coverage-based-Inter-RAT HO to GSM-Multi-RAB.
- **PmNoNormalRabReleaseSpeech:** Number of normal releases over Iur of CS Conversational Speech RABs.

- **PmNoSystemRabReleaseSpeech:** Number of system-initiated releases of CS Conversational Speech RABs.

➤ **Description du KPI**

Ce KPI définit l'intensité des IRAT HO : c'est le ratio entre les IRAT HO (sortant vers le GSM) pour le RAB Speech et Multi RAB et le nombre total des RABs libérés des mêmes types.

Le compteur pmNoSuccessOutIratHoSpeech est incrémenté lorsque le message IU RELEASE COMMAND est reçu avec le motif « Libération normal » ou « réallocation réussie ». Le compteur pmNoSuccessOutIratHoMulti est incrémenté après la réception du message « HANDOVER FROM UTRAN COMMAND » et les compteurs pmNoNormalRabReleaseSpeech et pmNoSystemRabReleaseSpeech sont uniquement incrémentés lors de l'exécution de la commande RANAP lu Release Command ou le message Rab Assignment Request avec une cause de libération « Liberation normal », « Réallocation réussie », « Utilisateur inactif » ou « libération dû à la génération du signal de libération par le UE ».

## **Conclusion**

L'opérateur de téléphonie mobile doit offrir à ses abonnés une qualité de service optimale. Ainsi, il se doit d'assurer la serviabilité du réseau, sans perturbations et ceci pendant toute la durée de la communication pour cela une surveillance permanente du réseau est exigée afin de détecter la moindre défaillance et l'optimiser par la suite.

## CHAPITRE 4

# APPLICATION

## **Introduction**

Le control d'admission est l'une des fonctions les plus importantes de la capacité de gestions du réseau WCDMA, il a pour but de contrôler le chargement dans le WCDMA RAN.

Le control d'admission bloque toute nouvelle connexion lorsque le system est trop sollicité en utilisant des mesures d'interférences UL, puissance DL et le nombre réel d'utilisateurs.

Lorsqu'une nouvelle demande d'accès aux ressources est générée, le control d'admission vérifie la quantité de ressources nécessaires pour le demandeur et calcul ainsi la charge sur le système en se basant sur les paramètres suivant qui sont bien évidemment mis à jour au cours de l'addition, suppression et lors de la modification des liaisons radio existantes dans la cellule :

- DL TX Puissance de la Cellule.
- Air Interface Speech Equivalent en UL et DL.
- DL and UL spreading factor (SF) usage.
- DL usage des codes de canalisations.
- RBS utilisation du matériel dans le UL et DL (Channel Elements).
- Nombre d'utilisateurs dans le mode compressé.
- Nombre des utilisateurs HS dans la cellule.
- UL puissance total reçu en large bande (RTWP).

### **IV.1- Ecoulement du control d'admission**

**Figure IV-1.**

Le control d'admission compare la somme des ressources disponibles et configurations de limites misent en place par l'opérateur avant d'établir une nouvelle connexion, un message est envoyé pour accorder un accès à la cellule.

Le blocage d'admission se produire uniquement durant la phase de connexion RRC ou RAB.

Si le control d'admission est bloqué par le control de congestion, la tentative d'établissement de connexion RRC est avortée sinon le processus de vérification continu, les paramètres y sont expliqués ci-dessous :

| Nom du Paramètre              | Définition   |
|-------------------------------|--|
| <b>ulHwAdm</b>                | Définit le niveau d'admission de la cellule, les demandes d'accès sont bloquées lorsque celles-ci dépassent la capacité de gestion matérielle des UL.  |
| <b>hsdpaUsersAdm</b>          | Lorsque le nombre d'utilisateurs assigné au canal physique HSDSCH dépasse le niveau de control imposé par le paramètre hsdpaUsersAdm, les nouvelle demandes de liens radios sont bloquées, ce paramètre est fortement lié à un autre ; maxNumHsdpaUsers et au nombre d'utilisateur autorisés par la licence.   |
| <b>eulServingCellUsersAdm</b> | <p>Pour contrôler le nombre d'utilisateurs affectés aux canaux physiques EUL deux types de niveaux de contrôles sont définis par les deux paramètres :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- <b>eulServingCellUsersAdm</b>: le control d'admission doit rejeter un utilisateur EUL demandant la cellule si le nombre total de cellule desservant les utilisateurs (la demande est incluse) est au-dessus de la valeur du paramètre.</li> <li>2- <b>eulNonServingCellUsersAdm</b>: Des utilisateurs EUL peuvent s'ajouter lors des soft/softer Handover, il est alors possible de limiter le nombre d'utilisateur EUL qui n'ont pas d'accès à cette cellule, si le nombre d'utilisateurs est supérieur à la valeur du paramètre, toute demande sera automatiquement rejetée.</li> </ol> |
| <b>PwrAdm</b>                 | la puissance de la porteuse transmises en DL est évaluée au cas où de la puissance supplémentaire serait nécessaire, les demandes d'admissions sont bloquées lorsqu'on atteint 100% d'utilisation.   |
| <b>aseUlAdm</b>               | L'ASE (average speech equivalent) est évalué si les demandes indiquent un besoin d'ASE <b>UL</b> . Les demandes sont bloquées si l'ASE UL dépasse la valeur de l'aseUlAdm.   |
| <b>aseDlAdm</b>               | L'ASE (average speech equivalent) est évalué si les demandes indiquent un besoin d'ASE <b>DL</b> . Les demandes sont bloquées si l'ASE DL dépasse la valeur de l'aseDlAdm.   |

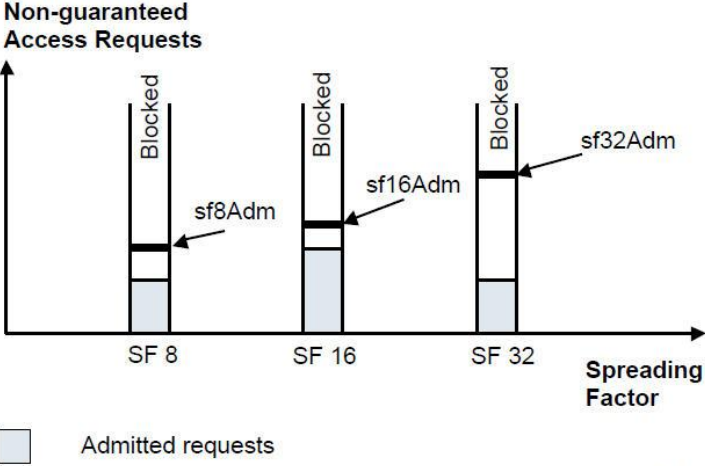
|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>dlCodeAdm</b>   | Ce paramètre est évalué lorsque des codes de canalisation DL sont demandés, la requête est accordée si les ressources utilisées additionnées aux ressources demandées sont inférieure aux dlCodeAdm et bloquée dans le cas contraire.  |
| <b>SfxAdm</b>      | <p>Paramètre définissant la limite d'admission du nombre de liaisons radios, le « X » est le facteur d'étalement, il a pour valeur ; 4,8...128.</p>  <p style="text-align: right;">U 00 00333</p> |
| <b>CompModeAdm</b> | La quantité de liaisons radio en mode compressé est surveillée, le control d'admission bloque les demandes pour les nouvelles liaisons lorsque le nombre de liens radios sont supérieurs à la valeur du paramètre CompModeAdm.   |

Tableau IV-1 : Définition des Paramètres Utilisés.

| Les compteurs  | Causes  |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>-pmNoReqDeniedAdm.</li> <li>-pmNoRrcReqDeniedAdm.</li> <li>-pmNoRrcCsReqDeniedAdm.</li> <li>-pmNoRrcPsReqDeniedAdm.</li> </ul>                    | Demandes de connexion RRC bloquées par le contrôle admission.   |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>-pmNoFailedRrcConnectReqHw.</li> <li>-pmNoFailedRrcConnectReqCsHw.</li> <li>-pmNoFailedRrcConnectReqPsHw.</li> </ul>                              | Demandes de connexion RRC bloquées dues à la capacité de la licence.                                      |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>-pmNoRrcConnReqBlockTnPs.</li> <li>-pmNoRrcConnReqBlockTnCs.</li> <li>-pmNoRrcConnReqBlockNodePs.</li> <li>-pmNoRrcConnReqBlockNodeCs.</li> </ul> | Demandes de connexion RRC bloquées en raison du transport de l'information et de la congestion des nœuds. |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>-pmTotNoUtranRejRrcConnReq.</li> <li>- pmNoRejRrcConnMpLoadC.</li> </ul>  | Ces compteurs mettent en évidence le nombre total de demandes de connexion RRC rejetées.                  |

### IV.1.1- Ecoulement RRC

Figure IV-2.

#### ➤ Explication de l'organigramme

Le UE envoie une demande de connexion RRC, les compteurs « A » sont incrémentés, un check est nécessaire avec le Load Control, si les ressources nécessaires ne sont pas disponibles le compteur « B » est incrémenté est les ressources déjà allouées sont libérées, le compteur « C » est ensuite incrémenté et l'installation de la connexion prend fin, sinon, pmLevelCapacity , si le control d'admission n'est pas réussi, les compteurs « E » sont incrémentés, si le rejet d'admission est dû au partage de la charge les compteurs « F » sont incrémentés et les ressources allouées sont libérées avant de mettre fin à l'installation de connexion RRC ,sinon si le ce rejet est du à autre chose, on vérifie si le rejet d'admission est dû à la congestion ,si c'est le cas, les compteurs « H » sont incrémentés les ressources allouées sont libérées et si le timer n'a pas expiré , le compteur « I » est incrémenté avant que l'installation de connexion RRC ne soit avortée, sinon si la capacité maximum autorisée par la licence est atteinte les compteurs « G » sont incrémentés, les ressources allouées sont libérées

est si le timer n'a pas expiré, le compteur « I » est incrémenté avant de mettre fin la procédure d'installation de la connexion RRC, dans le cas où l'admission de control réussit, une procédure d'installation du lien radio est lancée, si l'installation échoue à cause du réseau de transport , les compteurs « H » sont incrémentés, si non dans les deux cas de figures , les ressources allouées sont libérées est si le timer n'a pas expiré, le compteur « I » est incrémenté avant de mettre fin la procédure d'installation de la connexion RRC, si l'installation des liens radios réussit, un message RRC Connection Setup est envoyé au UE ,si les RRC Connection Setup Complete et NBAP Radio Link Restore Indication sont reçus avant l'expiration du timer les compteurs « J » sont incrémentés, sinon un message de libération de connexion RRC est envoyé, un timer est enclenché. Les ressources allouées sont libérées est si le timer n'a pas expiré, le compteur « I » est incrémenté avant de mettre fin la procédure d'installation de la connexion RRC.

Un peu plus compliqué et aussi plus longue, la procédure d'établissement de connexion RAB suit le même raisonnement logique que celui de la procédure RRC, un ensemble de tests sont effectués avant d'incrémenter le moindre compteur, qui par la suite nous aidera à déterminer la cause du problème à traiter.

## IV.2- Cas Pratiques

### A- Relations de Voisines

**Figure IV-7 :** Drop CS% KPI.

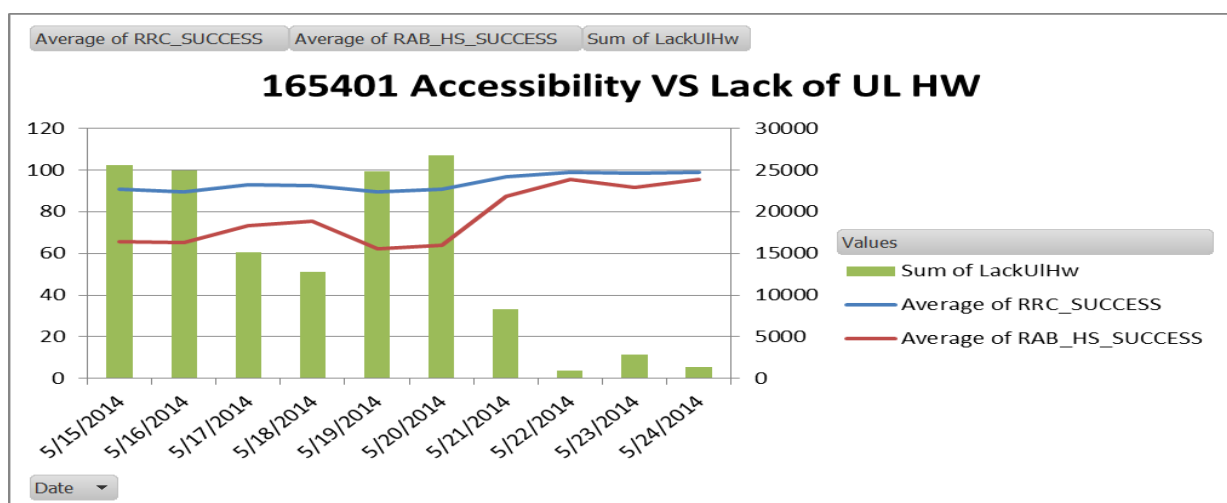
620 relations ont été supprimées en se basant sur le KPI Drop CS% et 700 nouveaux voisins ont été définis.

### B- Contrôle d'admission dans l'accessibilité

#### ➤ Cellule : 165401



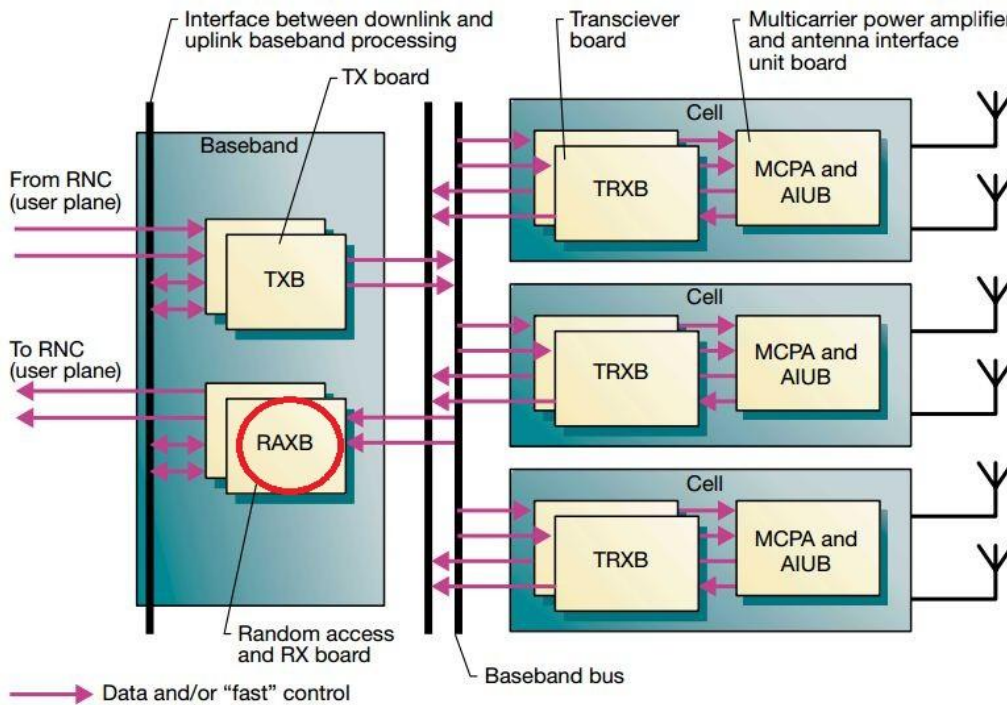
**Figure IV-8 :** Visualisation de la cellule 165401 via Google EARTH.



**Figure IV-9 :** Evolution des compteurs.

Le site **165401** avait un problème d'accessibilité dû à un manque en CE (Channel Element), en ressources UL (RAX board), ce manque pourrait aussi être dû à une limitation logiciel, le control d'admission est géré avec le paramètre uHwAdm, sa valeur devrait être fixée à 100% pour ne pas avoir de limitation hardware pour les procédures RRC et RAB.

Le nombre élevé d'événement AC (Admission Control) block au niveau du LackUIHW indique un problème au niveau du RAX board, le compteur pmUICredits donne une idée sur l'état de congestion au niveau du RAX, la congestion pour le facteur d'étalement (Spreading factor) peut être mesuré en utilisant les compteurs pmSetupFailureSfXX de la BasebandPool sur les liaisons montantes (UI BBP).



**Figure IV-10 :** Bande de base et interfaces RBS.

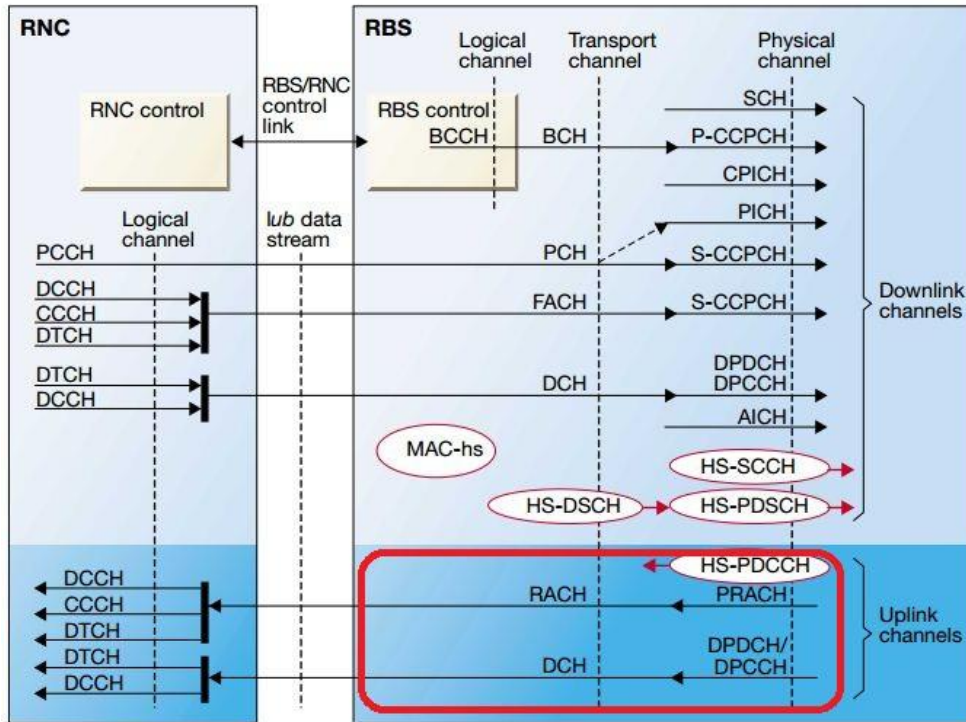


Figure IV-11 : Illustration des canaux DL et UL.

**Solutions :**

- Fixer le paramètre ulHwAdm à 100%.
- Réduire la valeur du sf8Adm à 0.
- Vérifier le bon fonctionnement du RAX board et le remplacer en cas de problème, sinon ajouter un nouveau RAX board.

➤ RNC

● RNC 1 :

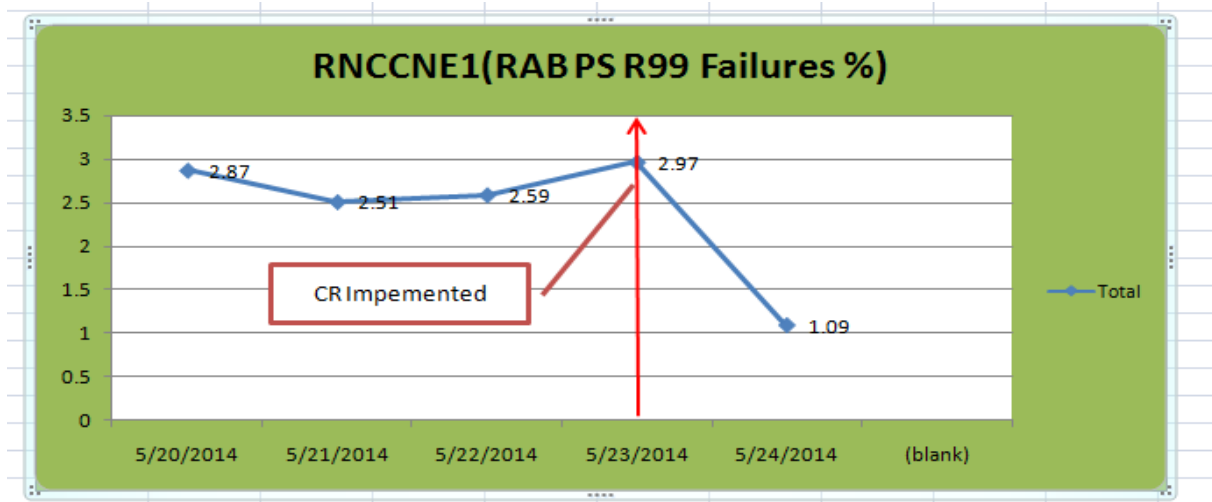


Figure IV-12.

● RNC 2 :

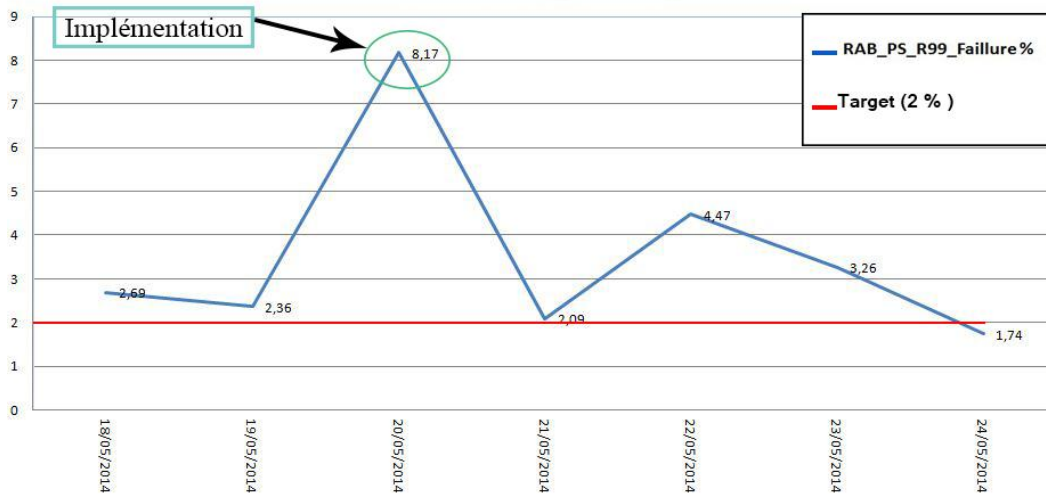


Figure IV-13.

La dégradation du KPI RAB PS R99Faillures% est principalement dû au control d'admission en raison d'un manque en liaisons montante CE et d'un manque en puissance pour les liaisons descendantes, une mise à niveau des licences est requise (passer de 64Ces à 128Ces), en même temps quelque modification en étés effectuées pour libérer des ressources radios en réglant les paramètres sf4AdmUI, sf8AdmUI, l'amélioration est nettement visible après implémentation.

**C- Overshooting**

➤ **Cellule 1**

Un problème d'Overshooting apparait sur le compteur PmPropagationDelay qui nous renseigne sur la distance entre l'UE et les cellules adjacentes.la figure suivante représente la distance entre UE et les RBS l'entourant en fonction de la puissance des signaux émis par ces dernières.

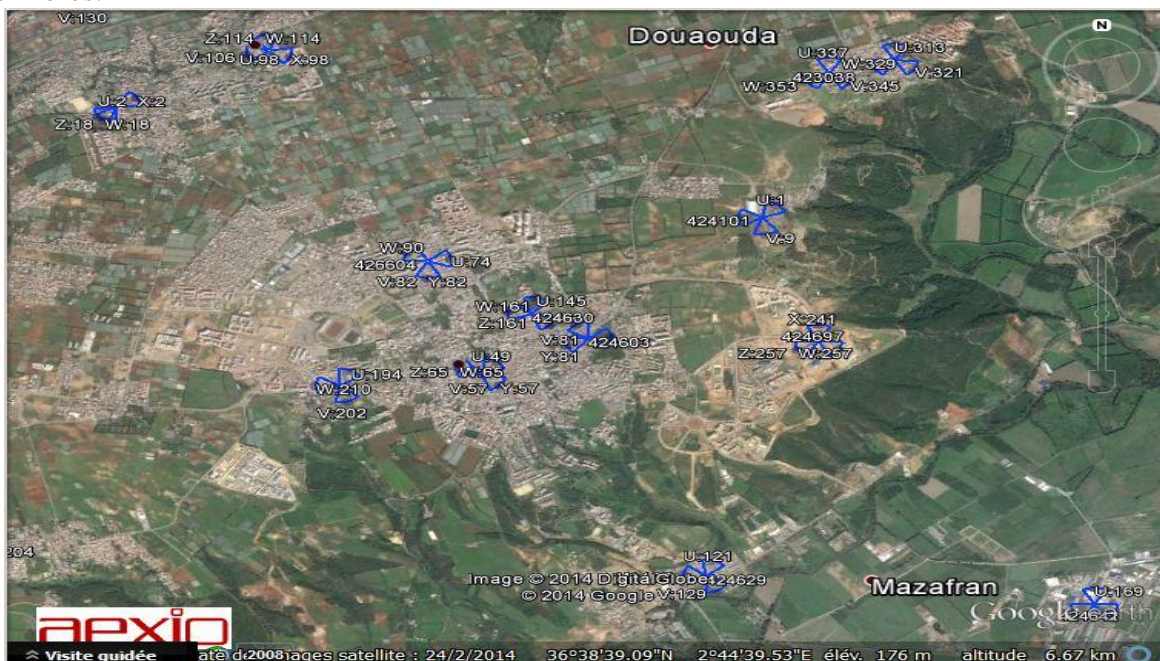


Figure IV-14 :Visualisation de la cellule 424603 via Google EARTH.

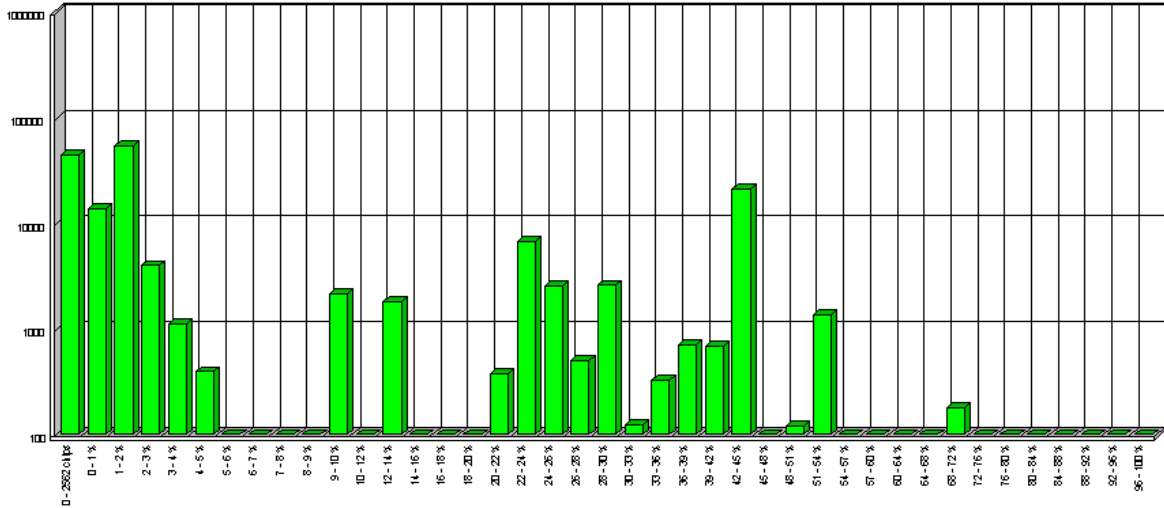


Figure IV-15 : Puissance des cellules en fonction de la distance.

On remarque que plusieurs sites même très éloignés arrosent la zone dense urbaines dans laquelle le site est situé ce qui complique tout appel et handover en plus des interférences.

**Solution :**

Pour le problème de l’Overshooting un down tilt est nécessaire pour réduire la zone de couverture de la cellule. La figure ci-dessous représente le résultat trouvé après le down tilt de la cellule serveuse.

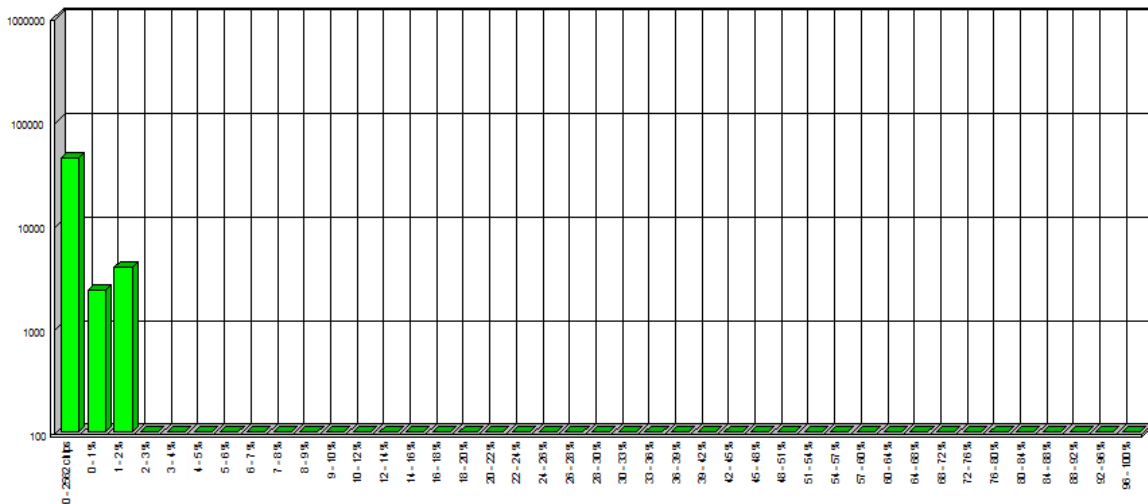


Figure IV-16.

## D- Echec de connexion RRC après admission

### ➤ Cellule 2

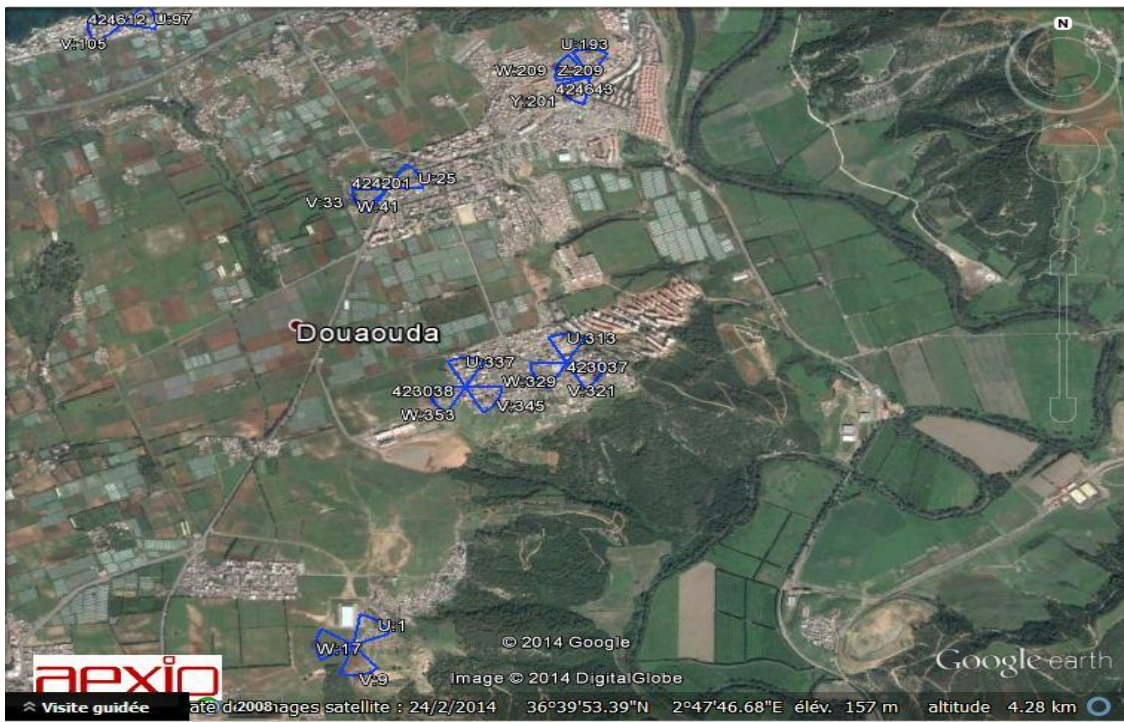


Figure IV-17 : Visualisation de la cellule 423037 via Google EARTH.

Le compteur pmNoFailedAfterAdm représente le nombre de demandes d'établissement de connexion RRC ou RAB échouées après avoir été admis par le contrôle d'admission. Ce compteur est incrémenté dans la cellule où l'UE est situé ou dans toutes les cellules si UE est dans la macro diversité en cas d'échecs avec commutation de circuit et/ de paquets.

La figure ci-dessous représente le taux de l'établissement de RRC après l'admission control.

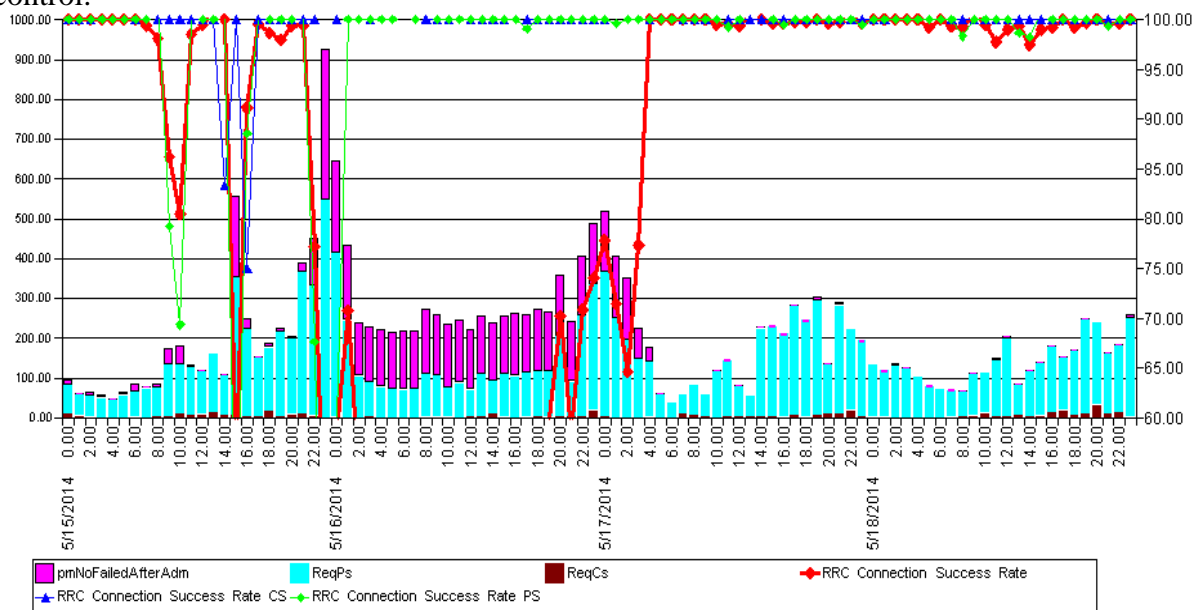


Figure IV-18.

## Les causes :

- 1- **Paramètres:** l'échec après l'admission peut se produire si les seuils d'admission ne correspondent pas à la capacité initialement prévue.
- 2- Matériel et problèmes de transmission.
- 3- Échecs d'allocation des codes.

## Solutions :

- 1- Extension des capacités.
- 2- Ajout de liens E1.
- 3- Utilisation d'une deuxième fréquence porteuse et allocation dynamique des codes.  
Liens E1 :

Un lien E1 fonctionne avec deux paires séparées de fils de cuivre, en général en paire torsadée, un signal de 3 volts est encodé avec la méthode HDB3. Le débit sur la ligne est de 2,048 Mbit/s en full duplex, c'est-à-dire 2,048 Mbit/s dans un sens et 2,048 Mbit/s dans l'autre. Le signal est divisé en 32 tranches temporelles (time slots) composées chacune de 8 bits.

Chaque tranche temporelle (intervalle de temps ou IT) contient un échantillon MIC sur 8 bits, codé habituellement selon la loi A ou loi  $\mu$ , 8 000 fois par seconde ( $8 \times 8\,000 \times 32 = 2\,048\,000$ ). C'est idéal pour les appels téléphoniques où la voix est échantillonnée à ce débit et reconstruite à l'autre extrémité. Les intervalles de temps sont numérotés de 0 à 31.

## **E- Mobilité**

Le taux d'échecs du KPI IRATHO\_ACTIVITY\_RATE dans le cas suivant dépasse le seuil fixé par Ericsson qui est de 0.9%.



Figure IV-19.

## Solution :

Paramètres et valeurs recommandées:

- **QSC**=15.
- **QSCI**=1.
- **QSI**=7.
- **FDDQMIN**=0.
- **FDDMRR**=3.

- **FDDQOFF=0.**
- **SPRIO=yes.**

## **Conclusion**

Les statistiques des compteurs et des indicateurs clés de performance nous aident à détecter les problèmes liés au réseau, la procédure d'optimisation peut être hardware et/ou software, elle nous permet la résolution de plusieurs problèmes et ainsi de pouvoir offrir une qualité de service digne de ce nom au client le plus exigeant, le paramétrage est l'essence même de l'optimisation.

# CONCLUSION GENERALE

Il paraît évident que le seul moyen d'attirer le client est de lui offrir de façon continue de nouveaux services avec la meilleure qualité possible pour qu'il puisse satisfaire ses abonnés, ce qui engendre une concurrence entre les fournisseurs de matériels de télécommunications. Une bonne étude est nécessaire, une bonne planification, un bon matériel et de bons ingénieurs sont indispensables pour un réseau optimal.

Le paramétrage du matériel est tout un art, il faut d'abord comprendre le réseau en place, identifier ses besoins et manques, en analysant les rapports Drive Test et les statistiques données par les compteurs puis intervenir en qualité d'optimisateur.

Des algorithmes (**S.O.N** : *Self Organizing Networks*) de gestion de ressource radio (**RRM**) existent pour adapter le réseau mobile aux fluctuations aléatoire du trafic.

Le processus d'ingénierie automatique est basé sur une boucle de régulation qui est orchestrée par un contrôleur de logique floue. Ce contrôleur reçoit en entrées des indicateurs de qualité filtrés et produit en sortie un jeu de paramètres RRM modifiés plus rapidement que quiconque, mais la présence de l'être humain reste indispensable pour le bon fonctionnement de l'ensemble.



## Présentation :

Aexio Xeus 2013 est un logiciel conçu pour l'ingénierie et outils de performance de pointe pour les ingénieurs RF qui prennent en charge les études de performances de GSM, les technologies WCDMA et la LTE.

Xeus permet de fournir une solution qui traite et analyse des données multiples de réseau (configuration des données, l'enregistrement des données de mesure et des données de Drive test). Il permet d'effectuer des analyses intelligentes tout en détectant les problèmes de radio communs qui compromettent la qualité de service des réseaux.

### I- Caractéristiques :

- Utilitaire d'importation de données du réseau :
  - Affichage des sites sous forme graphique.
  - Importation des paramètres qui contiennent des informations du site, tels que l'azimut de l'antenne, la fréquence et les voisins.
- Importation de statistiques (KPI) du réseau pour tracer dans Mapinfo et Google Earth.
- Permet de supporter une multi technologie (GSM, WCDMA, CDMA, WIMAX et la LTE).
- Manipulation de réseau :
  - Trouver un site avec un identifiant ID ou par accès direct en sélectionnant un nœud dans l'arborescence ou dans la vue de la carte.
  - Afficher les paramètres de chaque site sélectionné.
- Visualisation des sites et les voisins à l'aide de Google Earth.
- Planification cellulaire :
  - Voir les voisinages d'une cellule sélectionnée par l'utilisateur.
  - Capable d'ajouter ou de supprimer un site.
- Analyser les données de réseau à l'aide des diagrammes.

Dans notre projet, nous avons utilisé la version : Aexio Xeus 2013 R2, pour visualiser les liaisons d'un secteur à un autre, ainsi que la manière dont on peut rajouter des nouveaux voisins.

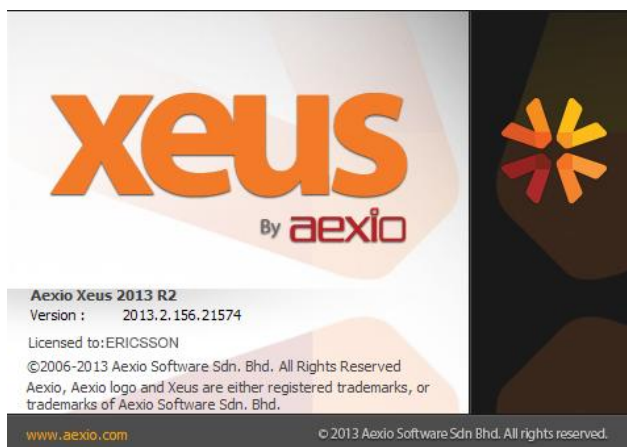
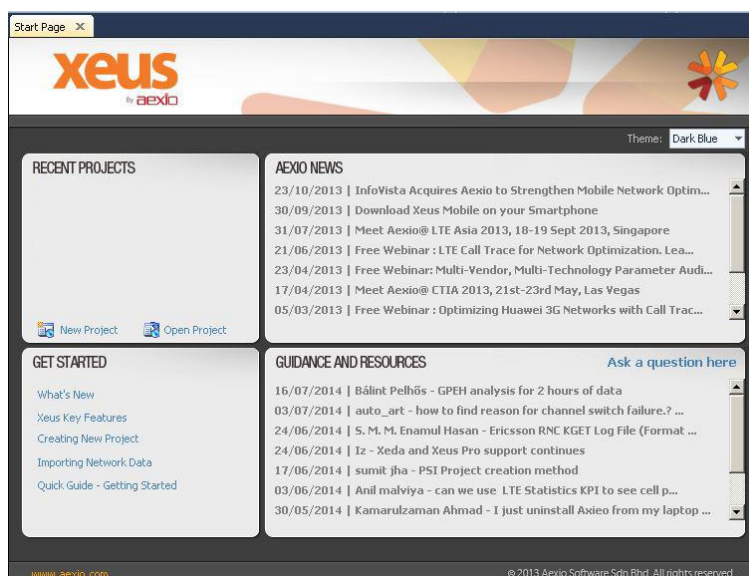


Figure1 : Version de Xeus.

II- Page d'accueil :



III- Interface de Xeus :

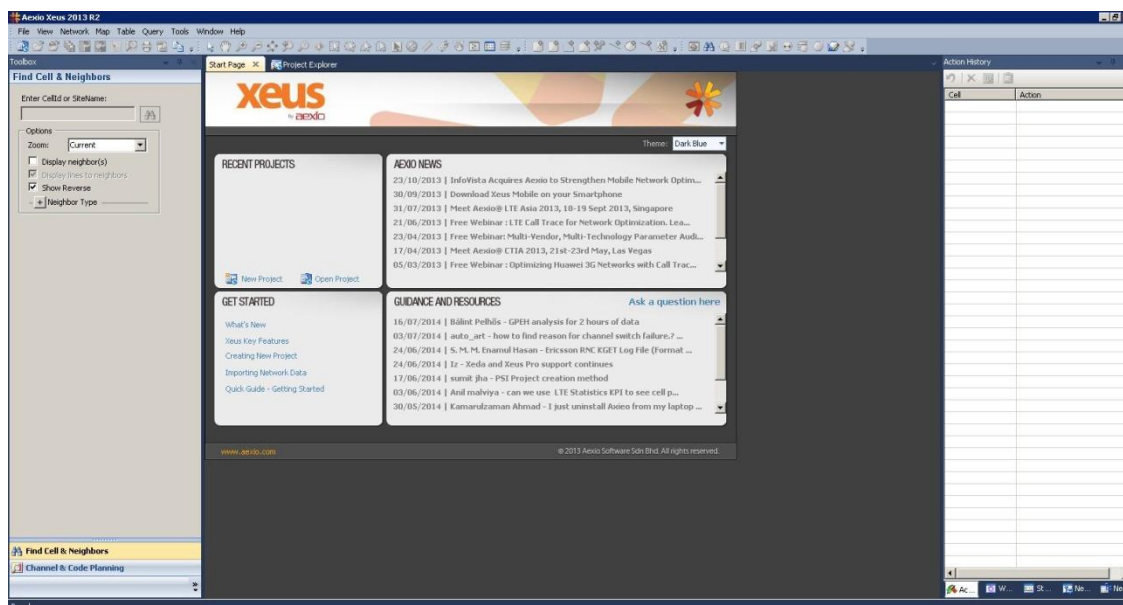


Figure 2 : Interface de Xeus.

IV- Présentation de la barre d'outils:

| Toolbar Items   | Button | Description   | Shortcut Keys |
|---|--------|---|---------------|
| <b>Standard Toolbar</b>   |        |   |               |
| Open Project  |        | Opens an existing Xeus project.   | Ctrl+Shift+O  |
| Open Table  |        | Opens an existing MapInfo table.  | Ctrl+O        |
| Load Google Earth KML File  |        | Loads Google Earth KML file into project.   |               |
| Save Project  |        | Save changes made to the current project and all files.   | Ctrl+S        |
| Add Bing Map Aerial Layer   |        | Loads Bing Map Aerial layer to the current active map.  |               |
| Add Bing Map Hybrid Layer   |        | Loads Bing Map Hybrid layer to the current active map.  |               |
| Add Bing Road Layer   |        | Loads a Bing Road Layer to the current active map.  |               |
| Add OpenStreet Map (OSM) Road Layer   |        | Loads an OpenStreetMap (OSM) road layer to the current active map.  |               |
| Print   |        | Print the current window contents.  | Ctrl+P        |
| Print active map in PDF   |        | Print the current active map in PDF format  |               |
| Copy  |        | Copy cell information into Excel. Select cell using  and copy and paste into Excel sheet. See <a href="#">Map frame</a> for the steps   | Ctrl+C        |
| <b>Map Toolbar</b>  |        |   |               |
| Select  |        | Select one or more objects or record for analysis. You can also edit a map, layout or browser.  |               |
| Grabber   |        | Reposition a map or layout within its window.   | Ctrl+G        |
| Zoom In   |        | Display a closer area view of a map or a layout [Page down] for quick zoom in.  | Ctrl+Z        |
| Zoom Out  |        | Display a wider area view of a map or a layout [Page up] for quick zoom out.  | Ctrl+Shift+Z  |
| View Entire Layer   |        | Display an entire view or a map of a layout.  | Home          |
| Previous View   |        | Display the previous view or a map of a layout.   | Ctrl+B        |
| Change View   |        | Access to the Change View dialog. Use this dialog to specify settings for map width, map scale, map resizing and centering your map.  |               |
| Info  |        | Select a location on your map, including multiple overlapping objects and display a list of all objects of that location.   |               |
| Select Marquee  |        | Select map objects within a rectangle.  |               |
| Select Radius   |        | Select map objects within a radius.   |               |
| Select Polygon  |        | Select map objects within a polygon.  |               |
| Select Boundary   |        | Select map objects within a boundary.   |               |
| Invert Selection  |        | Invert the area selected in the map.  |               |
| Unselect  |        | De-select all map objects.  |               |
| Ruler   |        | Display the distance between two map points.  |               |
| Label   |        | Label map objects with information from a related database.   |               |
| Drag Window   |        | Drag an entire map window and drop it into an OLE container application such as Microsoft Word or Microsoft Excel.  |               |
| Redraw Window   |        | Refresh the current map window.   | Ctrl+D        |
| Show Legend   |        | Display the legend associated with the current map or graph.  |               |
| Layer Control   |        | Manage map layering and display.  | Ctrl+L        |
| <b>Drawing Toolbar</b>  |        |   |               |
| Round Rectangle   |        | Draw a round rectangle in an editable map window or active layout.  |               |
| Rectangle   |        | Draw a rectangle in an editable map window or active layout.  |               |
| Polyline  |        | Draw a polyline (a connected sequence of lines that are not closed) in an editable map window or active layout.   |               |
| Polygon   |        | Draw a polygon in an editable map window or active layout.  |               |
| Symbol  |        | Place a symbol (point) on an editable map window or active layout.  |               |
| Line  |        | Draw a straight line on the active map window or active layout.   |               |
| Ellipse   |        | Draw an ellipse in an editable map window or active layout.   |               |
| Arc   |        | Draw a curved line in an editable map window or active layout.  |               |
| Text  |        | Click on  and click on an area in the map you would like to insert the text. To edit the text in the map, click on  to select the required text then double click to edit the text. |               |
| To enable the Drawing toolbar, click on  icon or press Ctrl+L or right click on the Map to open the Layer Control. Select Cosmetic Layer and tick to enable Editable checkbox and Click OK. Double click on the site icon at Network Explorer. The Drawing toolbar will only appear visible after the user double click on a site icon. |        |   |               |
| <b>Network Toolbar</b>  |        |   |               |
| Google Earth Map  |        | Opens integrated Google Earth Map in Xeus.  |               |
| Synchronize with Xeda   |        | Click on  to perform synchronization with Xeda now.   |               |
| Find Cell   |        | Find cell and center the map. The user needs to enter the cell ID.  | Ctrl+F        |
| Select Cell   |        | Select a cell on the map.   | Ctrl+A        |
| Show Interference (GSM )  |        | Use the Show Interference tool to click a GSM cell to highlight cell(s) with same or adjacent BCCH. Change the interference choice in Code & Channel Planning Toolbox.              | Ctrl+I        |
| Show Neighbors  |        | Show neighbors for the cell selected on the map.  |               |
| Clear Show Layer  |        | Remove all show layers from the map.  | Ctrl+Q        |
| Resize Site   |        | Resize site on the map.   | Ctrl+R        |
| Technology Bands  |        | Access to the Technology Bands window.  |               |

## V- Ouverture d'un Projet:

Pour ouvrir un projet, on suit l'étape standard suivante :  
Sur le menu principal : **File > Open> Project**

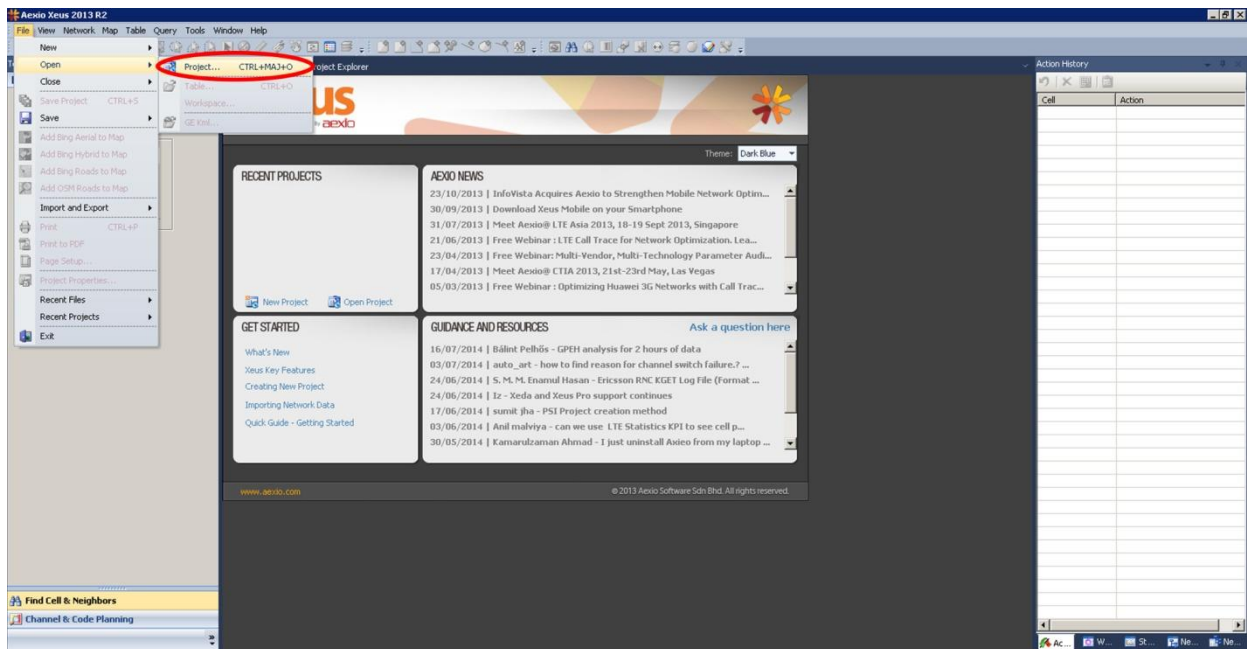


Figure 3 : Ouverture d'un projet.

Ouverture du fichier d'extension « .xpro », dans notre cas on va choisir :  
«**ericsson.xpro** », puis « **Ouvrir** »

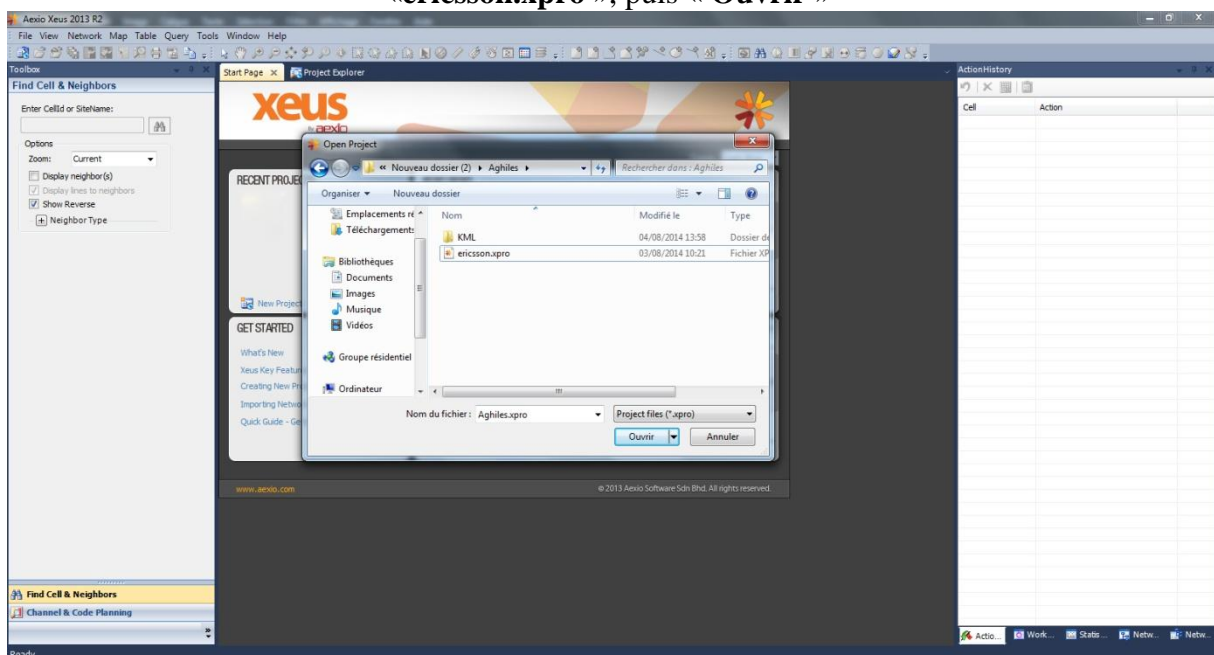


Figure 4.

Une fois le fichier est ouvert, il va nous apparaitre les références de chaque site ainsi que leurs régions (couleur verte), comme le montre la capture suivante :

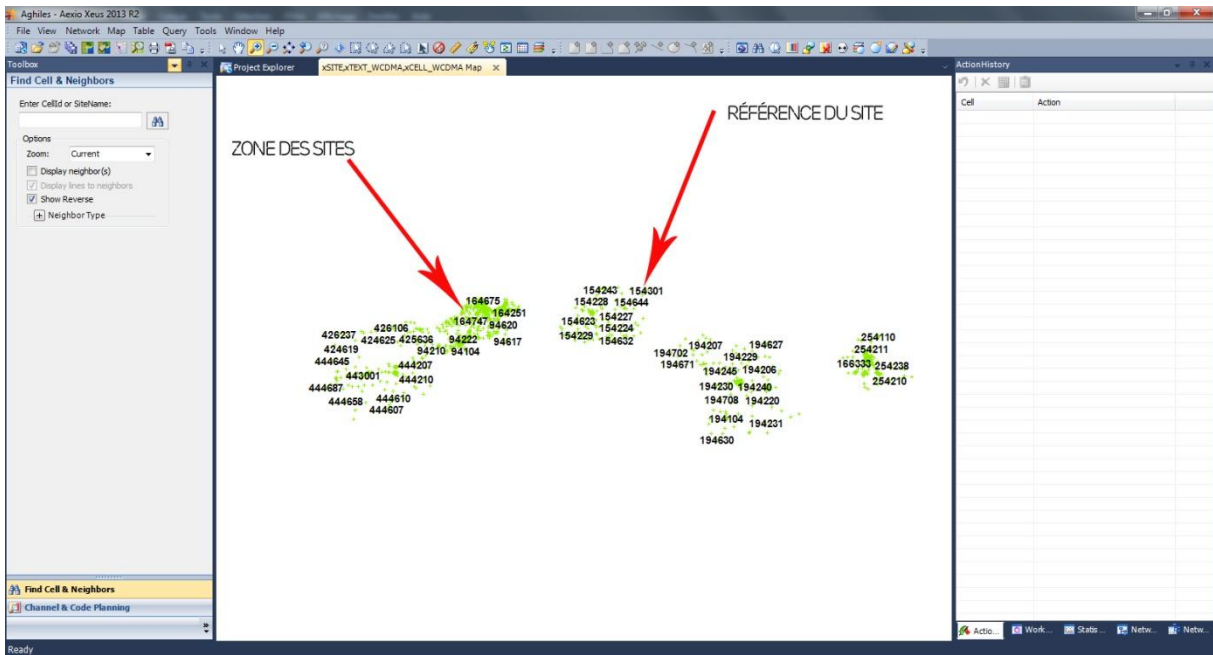


Figure 5.

## VI- Visualisation des secteurs :

Pour visualiser les secteurs, en clique sur :

- 1- l'icône «  ».
- 2- Définir la région a visualisée.

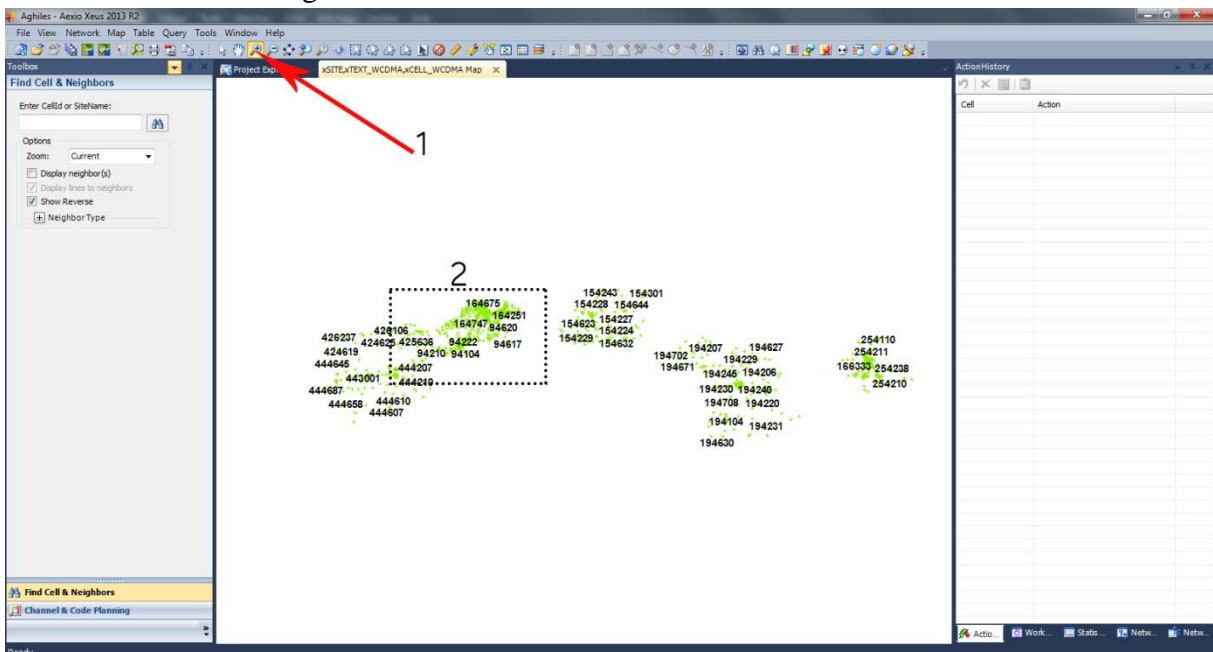


Figure 6.

## VII- Visualisation des secteurs :

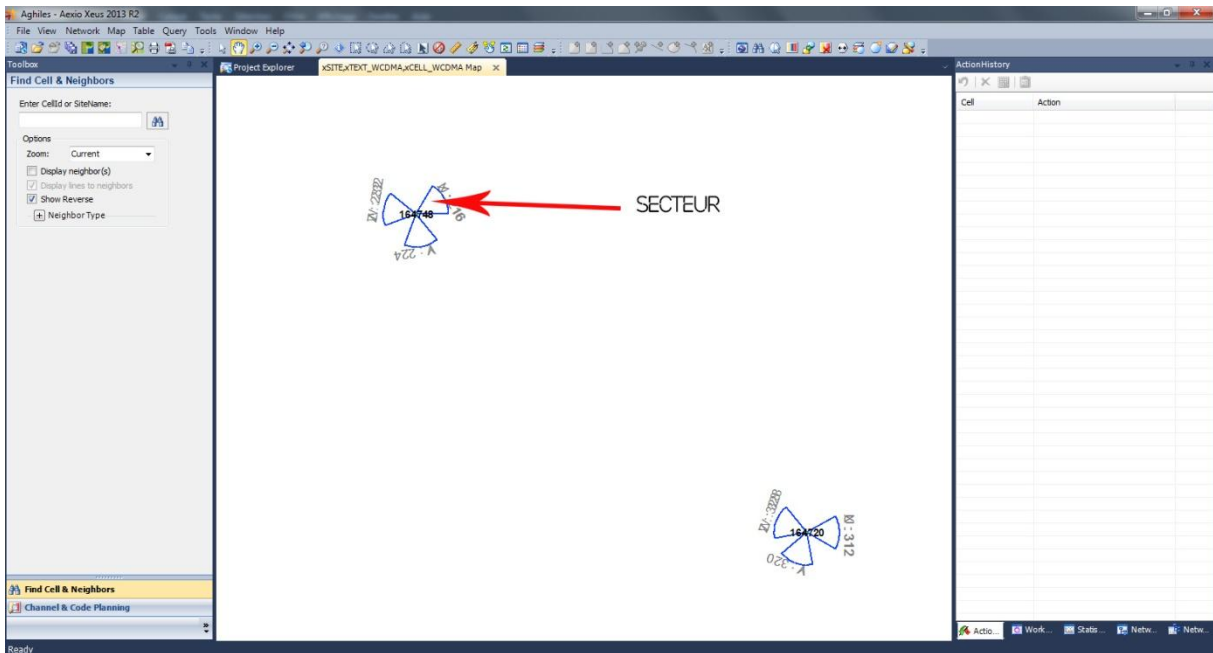




Figure 7.

Pour visualiser les liaisons existantes d'un secteur à un autre on va suivre les étapes illustrées sur la figure suivante (Figure 8) :

- 3- Clic sur :  qui nous permet de visualiser les voisinages.
- 4- On clic sur le secteur.
- 5- Apparition des liaisons connectées au secteur sélectionné.
- 6- L'icône , permet de nous donner la zone ou le site se situe à l'aide de Google Earth comme le montre la Figure 9.

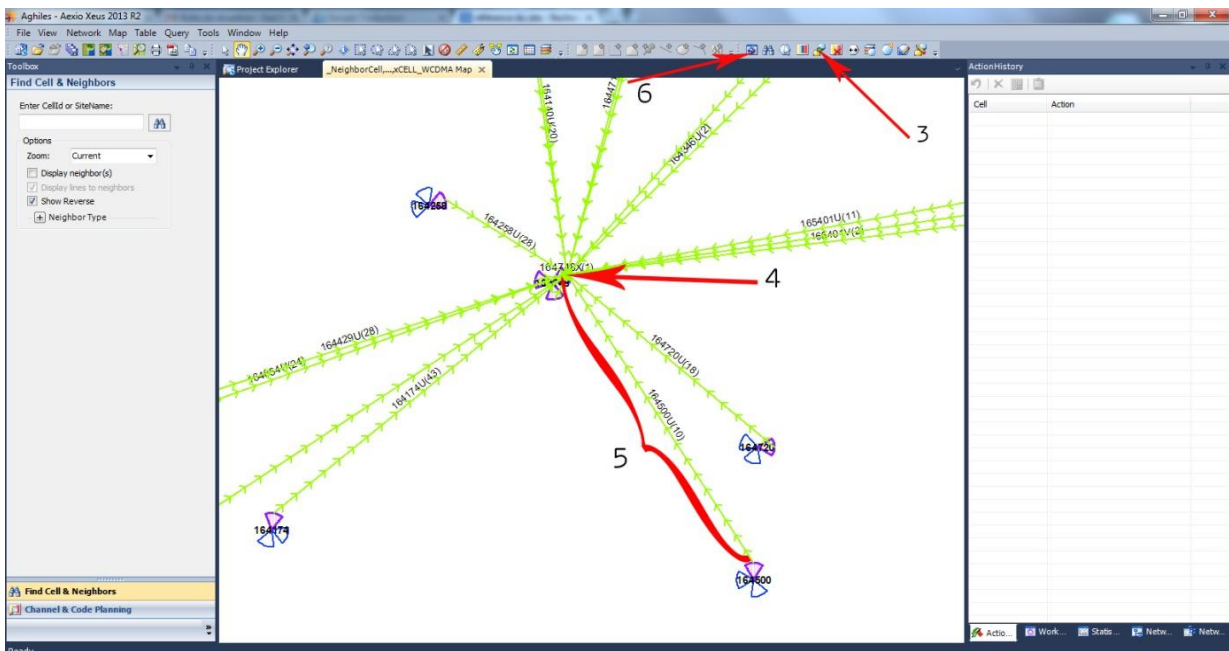


Figure 8.

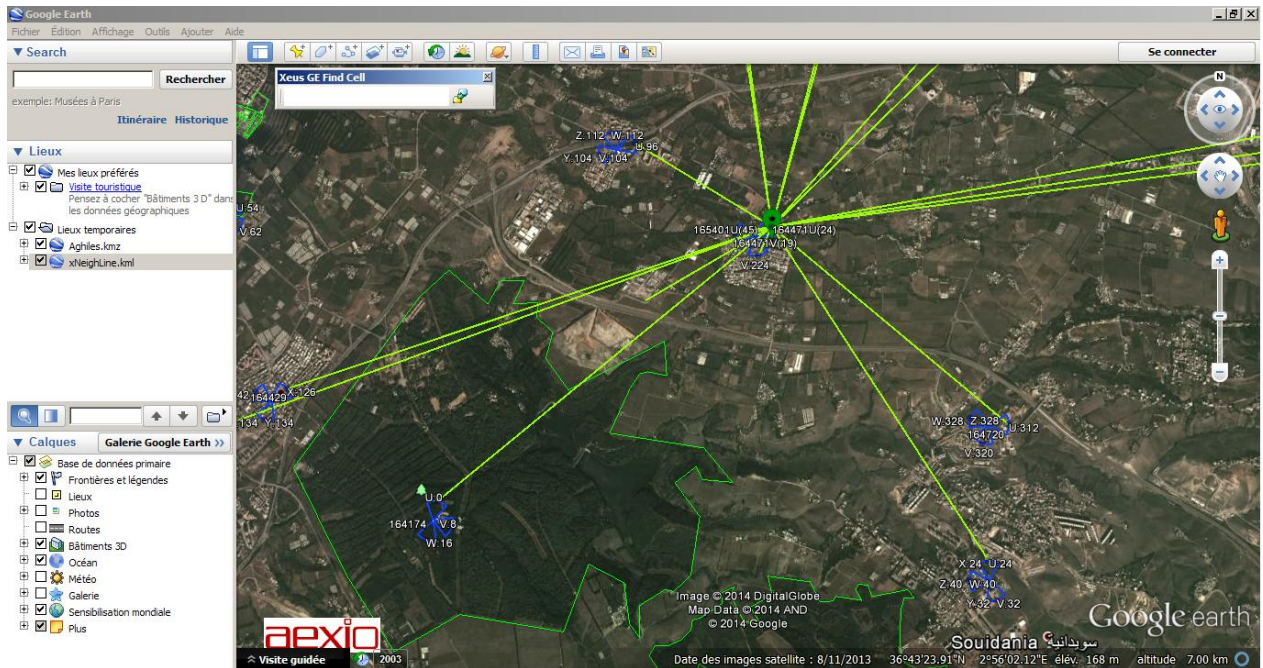



Figure 9.

### VIII- Ajout de voisin :

- 7- Clic sur l'icône «  ».
- 8- Clic sur le secteur déjà sélectionné, puis on clic une seconde fois sur un autre secteur d'une autre station qu'on peut voir utile, y aura apparition d'une ligne « bleu » avec un signe « + », comme le montre la **figure 10**.
- 9- Nous permet de retrouver facilement le secteur, en introduisant son ID.

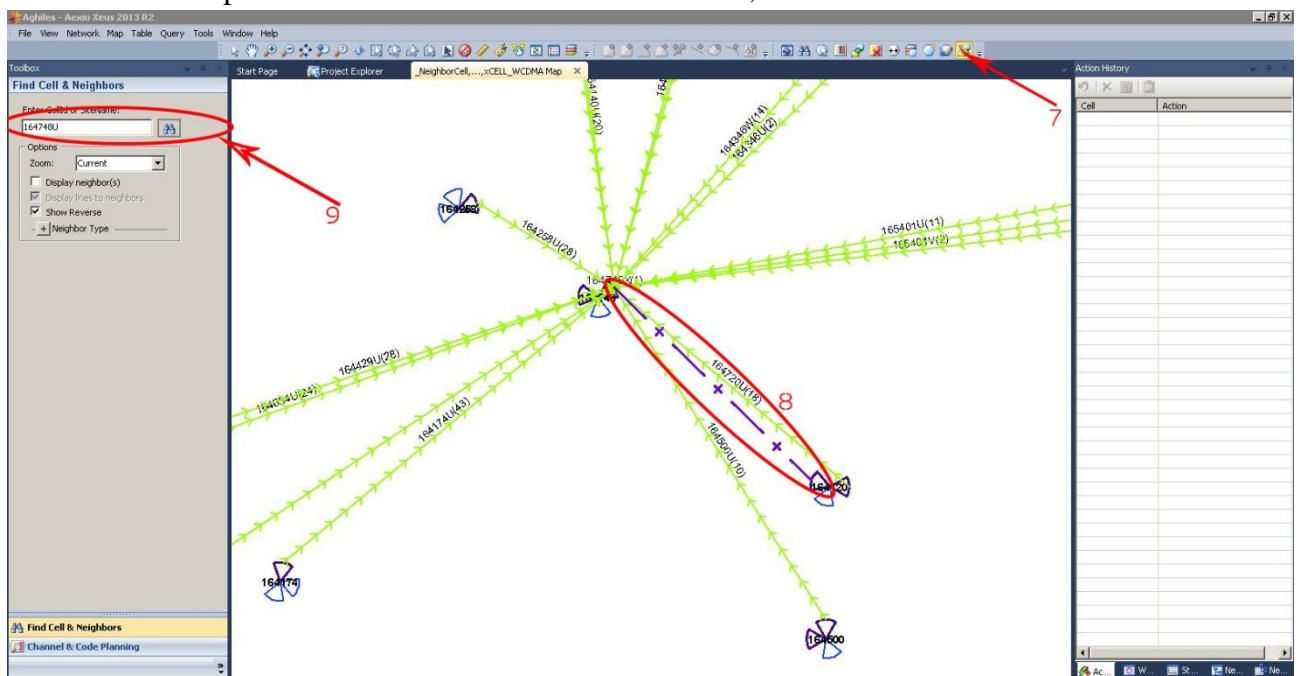


Figure 10.

- 10- Apparition automatique de voisin ajouté, portant l'ID « 164720Z » sur l'historique d'action. La première ligne du tableau indique la liaison radio ajoutée entre le

secteur « 164748U » avec le secteur « 164720 Z », et la seconde ligne du tableau indique la liaison radio que le secteur « 164720 Z » fait avec le secteur « 164748U ».

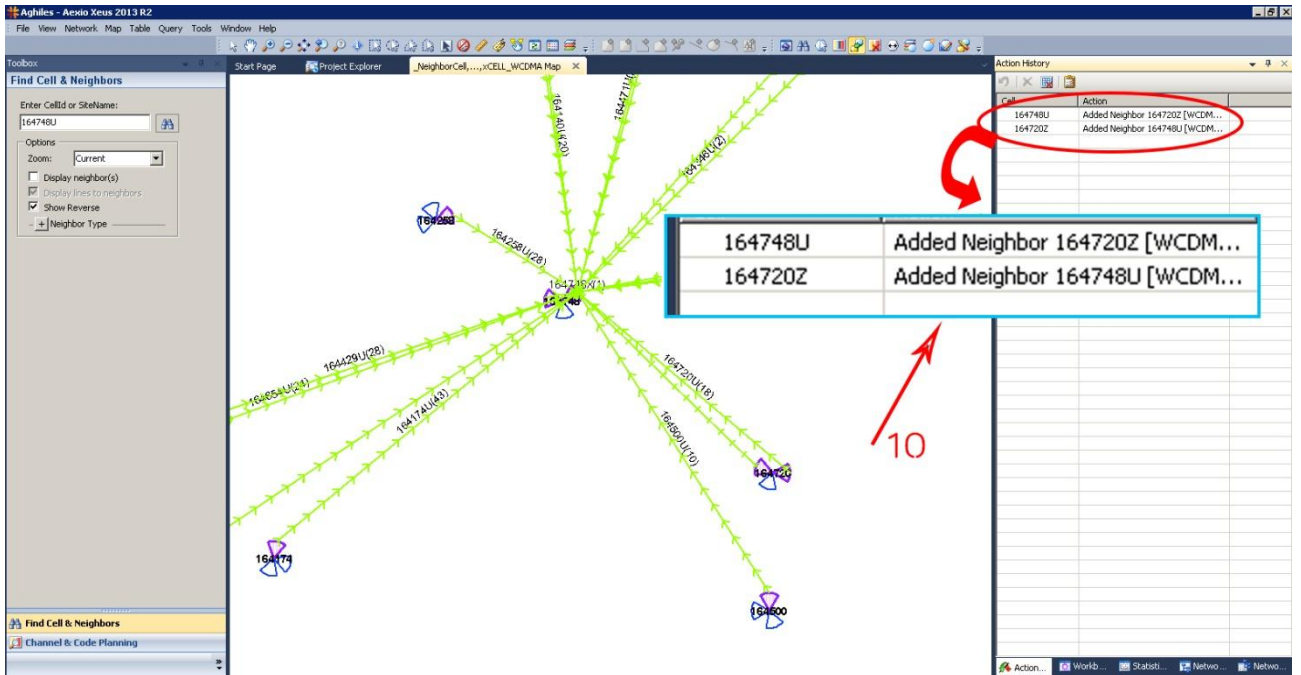


Figure 11.

- Visualisation de la nouvelle liaison radio sur Google Earth(Figure 12).

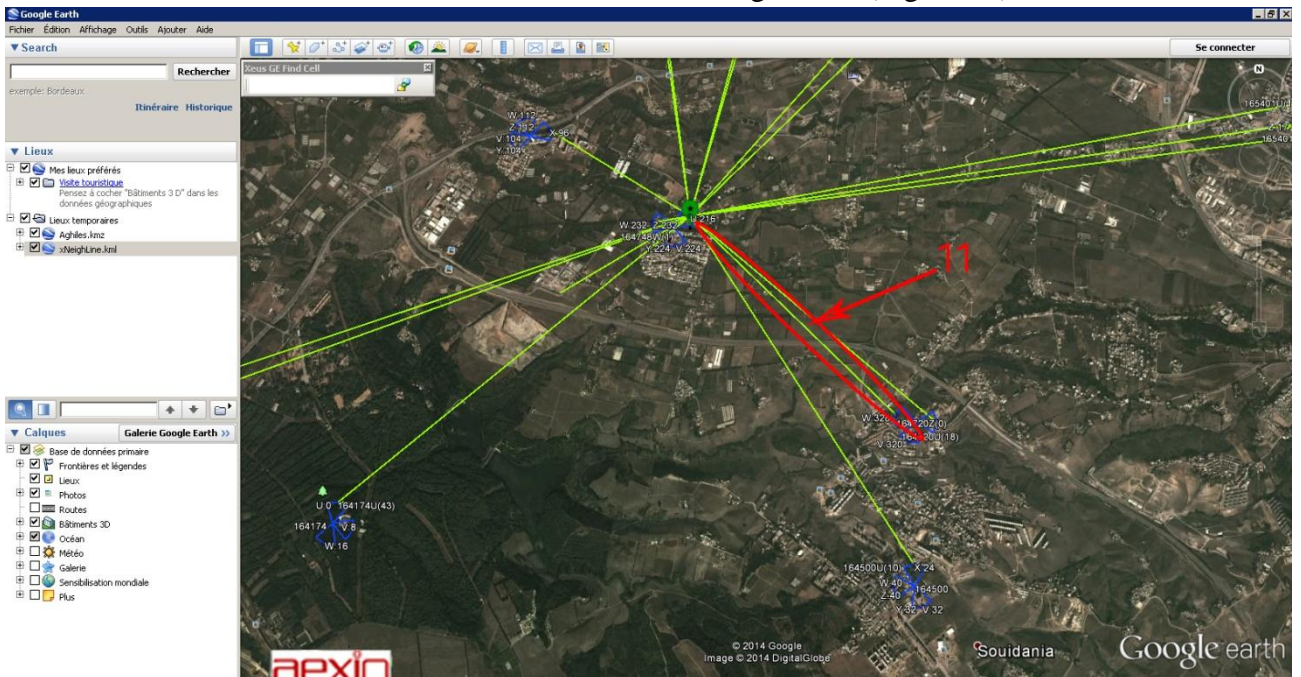


Figure 12.

- Avant et après l'ajout de voisin (Figure 13).

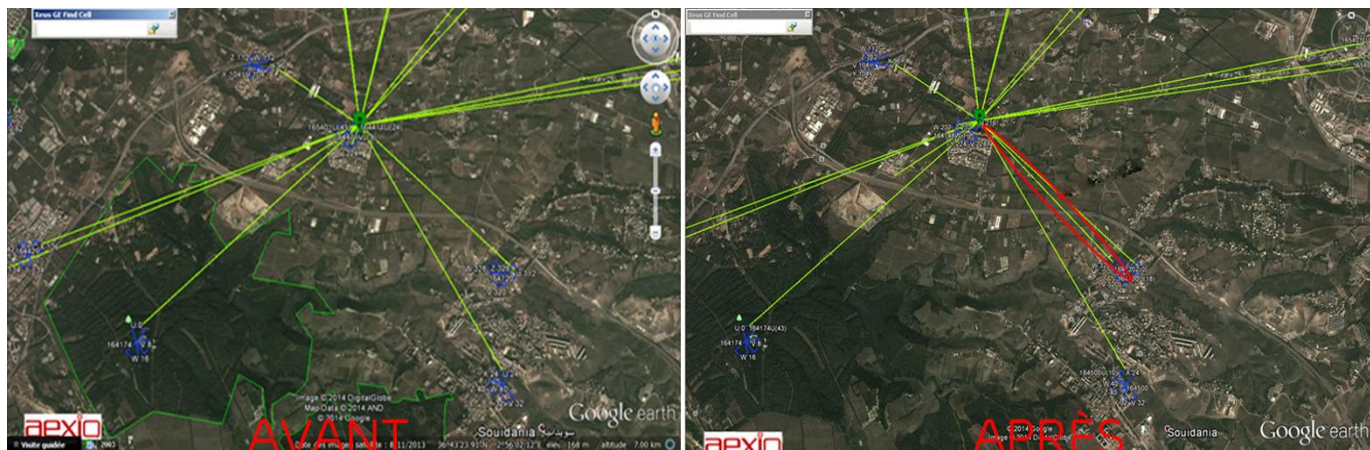


Figure 13.

## Acronyms

- 2G:** 2<sup>nd</sup> Generation.
- 3G:** 3<sup>rd</sup> Generation.
- 3GPP:** 3<sup>rd</sup> Generation Partnership Project.
- 4G:** 4<sup>th</sup> Generation.
- A-bis:** Interface entre une BTS et le BSC.
- ACK:** ACKnowledgement.
- ALEX:** Librairie interne d'ERICSSON.
- AuC:** Authentication Center.
- BCCH:** Broadcast Control Channel.
- BSC:** Base station control.
- BSS:** *Business Support System.*
- BTS:** Base transmitter station.
- CBC:** Cell Broadcast Centre.
- CBCH:** Cell Broadcast Channel.
- CDMA:** Code Division Multiple Access.
- CI:** Cell Identity.
- CPI:** Customer Product Inventory.
- CPRI:** *Common Public Radio Interface.*
- CQI:** Channel Quality Indicator.
- CS:** circuit switched.
- CW:** Civil Works.
- CWDD:** Civil Works Detailed Design.
- CWIR:** Civil Work Investigation Report.
- DCS:** Digital Communication System.
- DL:** Downlink.
- E-AGCH:** Enhanced Absolute Grant Channel.
- E-DCH:** enhanced dedicated *channel.*
- EDGE:** Enhanced Data Rates for GSM Evolution.
- E-DPDCH:** Enhanced Dedicated Physical Data Channel.
- EIR:** Enregistreur des identités des équipements.
- EIR:** Equipment Identity Register.
- ENIQ:** Ericsson Network IQ.

**ENodeB:** Evolved NodeB.  
**EPC:** Evolved Packet Core.  
**E-RGCH:** Relative Grant *Channel*.  
**E-TFCI:** Enhanced Transport Format Combination Indicator.  
**FACCH:** Fast Associated Control *Channel*.  
**FCCH:** Frequency Correction *Channel*.  
**FDD:** Frequency Division Duplex.  
**FDMA:** *Frequency Division Multiple Access*.  
**GB:** Border Gateway.  
**GGSN:** Gateway GPRS Support Node.  
**GMSC:** Gateway MSC.  
**GPRS:** *General Packet Radio Service*.  
**GSM:** Global System for Mobile Communications.  
**HARQ:** Hybrid automatic repeat request.  
**HLD:** High Level Design.  
**HLR:** Home Location Register.  
**HSDPA:** High Speed Downlink Packet Access.  
**HS-DPCCH:** High Speed Dedicated Physical Control Channel.  
**HS-DSCH:** High Speed Downlink Shared Channel.  
**HSPA:** *High Speed Packet Access*.  
**HS-PDSCH:** High Downlink Speed Downlink Shared Channel.  
**HS-SCCH:** High-Speed Shared Control Channel.  
**HSUPA:** High Speed Uplink Packet Access.  
**HW:** Hardware.  
**IMEI:** *International Mobile Equipment Identity*.  
**IMSI:** *International Mobile Subscriber Identity*.  
**IP:** *Internet Protocol*.  
**IR:** Incremental Redundancy.  
**Iu:** *Interface UMTS*.  
**KI:** Key Identifier.  
**KPI:** *Key Performance Indicators*.  
**LA:** Local Area.  
**LTE:** Long Term Evolution.  
**Lub:** *interface interne entre le RNC et le Node B*.  
**Lur:** Interface qui permet à deux contrôleurs radio RNC de communiquer.  
**MAC-HS:** High Speed Medium Access protocol.  
**MCA:** Modulation et de codage adaptatifs.  
**MIMO :** *Multiple-Input Multiple-Output*.  
**MMS:** *Multimedia Messaging Service*.  
**MS:** Mobil Station.  
**MSC:** Mobile switching center.  
**MSISDN:** Mobile Station ISDN Number.  
**Mub:** Management NodeB.  
**Mur:** Management RNC.  
**Mut:** Management Transport.  
**NACK:** Negative ACKnowledgement.  
**NAS:** Non access stratum.  
**NE:** Network Element.  
**NSS:** Network Switching Subsystem Center.  
**OFDMA :** Orthogonal Frequency Division Multiple Access.

**OSI:** Open Systems Interconnection.  
**OSS:** Operating Sub-System.  
**OSS-RC:** Operation Support System-Radio Core.  
**PAPR:** Peak to Average Power Ratio.  
**PCAP:** Positioning Calculation Application Part.  
**PCH:** *Platform Controller hub.*  
**PDU:** Protocol Data Unit.  
**PIN:** Personal Identification Number.  
**PLMN:** *Public Land Mobile Network.*  
**PMS:** Performance Management System.  
**PS:** Packet switched.  
**PSK:** Phase-shift keying.  
**PSTN:** Public Switched Telephone Network.  
**QAM:** Quadrature Amplitude Modulation.  
**QSC:** QUALCOMM Single-Chip.  
**R'99:** Release 99.  
**RA:** Routing Area.  
**RACH:** Random Access Channel.  
**RAN:** Radio Access Network.  
**RBS:** Radio Base Stations.  
**RGCH:** Relative Grant Channel.  
**RLC:** Radio Link Controller.  
**RNC:** Radio Network Controller.  
**ROP:** Report Output Period.  
**RTC:** Réseau de transport de capacité.  
**SABP:** Service Area Broadcast Protocol.  
**SACCH:** Slow Associated Control Channel.  
**SC-FDMA :** Single-Carrier Frequency Division Multiple Access.  
**SCH:** Synchronization *Channel.*  
**SDCCH:** Standalone Dedicated Control Channel.  
**SDU:** Service Data Unit.  
**SGSN:** Serving GPRS Support Node.  
**SID:** Site Installation Document.  
**SIM:** Subscriber Identity Module.  
**SMS:** *Short Message Service.*  
**SNR:** Signal to Noise Ratio.  
**SP:** Shall Perform.  
**SW:** Software.  
**SWOT:** *Strengths Weaknesses Opportunities Threats.*  
**TCH:** Traffic *channels.*  
**TDD:** Time Division Duplex.  
**TDMA:** *Time division multiple access.*  
**TN:** Time Number.  
**TOL:** Test Objectif Liste.  
**TRAU:** *Transcoder and Rate Adaptation Unit.*  
**TRX:** Transmission/Reception Unit.  
**Ts:** Time Slot.  
**TTI:** Transmission Time Interval.  
**UL:** Uplink.  
**UMTS:** Universal Mobile Télécommunications System.

**UTRAN:** *Universal Terrestrial Radio Access Network.*

**Uu:** Interface entre un équipement usager et le réseau d'accès UTRAN.

**VLR:** Visitor Location Register.

**WCDMA:** Wideband Code Division Multiple Access.

**XML:** Extensible Markup Language.

# Table de matière.

## Chapitre I

### Figures:

**Figure I-1:** le concept cellulaire.

**Figure I-2:** Une cellule.

**Figure I-3:** Zone de localisation.

**Figure I-4:** Régions de services MSC/VLR.

**Figure I-5:** Zone PLMN.

**Figure I-6:** Zone géographique d'un réseau GSM.

**Figure I-7:** Architecture du GSM.

**Figure I-8:** Liaison entre mobile et station de base pour GSM900.

**Figure I-9:** Architecture du GPRS.

**Figure I-10:** Acheminement des données.

**Figure I-11:** Architecture et interfaces du GPRS.

**Figure I-12:** Architecture du Release 99.

**Figure I-13:** Structure d'un réseau UMTS.

**Figure I-14:** Types de Node B.

**Figure I-15:** Exemple d'Etablissement de connexion RRC.

**Figure I-16:** Architecture réseau cœur.

**Figure I-17:** Mécanisme H-ARQ.

**Figure I-18:** Fast Scheduling.

**Figure I-19:** Schéma de constellation du QPSK et 16QAM.

**Figure I-20:** Architecture LTE.

**Figure I-21:** Technique de l'OFDMA.

**Figure I-22:** Technique MIMO.

**Figure I-23:** Technique de SC-FDMA et OFDMA.

**Figure I-24:** Piles protocolaires des plans usager et de contrôle sur l'interface radio.

**Figure I-25:** Piles protocolaires des interfaces radio en UMTS et en LTE.

**Figure I-26:** La modélisation en couches protocolaires de l'interface radio.

**Figure I-27:** Imbrication des canaux.

## **Tableaux :**

**Tableau I-1:** Tableau récapitulatif des interfaces du réseau GSM.

**Tableau I-2:** Tableau résumant les interfaces GPRS et leurs utilisations.

**Tableau I-3:** Canaux logiques fournis par la couche MAC.

**Tableau I-4:** Canaux de transport fournis par la couche physique.

**Tableau I-5:** Canaux physiques pour la voie montante.

**Tableau I-6:** Canaux physiques pour la voie descendante.

## **Chapitre II**

### **Figures:**

**Figure II-1:** Les étapes du déploiement de 3G.

**Figure II-2:** Processus de la phase Planning.

**Figure II-3:** Localisation du site et coordonnées GPS.

**Figure II-4:** Emplacements du Site Favoris.

**Figure II-5:** Emplacements des Sites Candidats.

**Figure II-6:** Processus de mise en œuvre.

**Figure II-7:** Plateforme du Shelter.

**Figure II-8:** Plateforme du Pylone.

**Figure II-9:** Installation du Pylon.

**Figure II-10:** Sécurisation du Site.

**Figure II-11:** Installation des feeders.

**Figure II-12:** Installation du Shelter et de l'équipement.

**Figure II-13:** Installation des antennes et réglage des Tilts mécaniques et électriques.

**Figure II-14:** Fin des Multi-installations liées au pylône.

**Figure II-15:** Nettoyage du Site.

**Figure II-16:** Configuration.

**Figure II-17:** Le Site clés en main.

**Figure II-18:** Site en fonctionnement et sa sectorisation.

**Figure II-19:** Processus d'Optimisation.

**Figure II-20:** Analyse des KPIs.

### **Tableaux :**

**Tableau II-1:** Tableau des Exigences de Conception.

**Tableau II-2:** Phases de mise en œuvre selon les zones.

## **Chapitre III**

### **Figures:**

**Figure III-1:** Le WCDMA RAN d'Ericsson.

**Figure III-2:** Evolution de WCDMA RAN.

**Figure III-3:** Drive Test.

**Figure III-4:** Equipment de Drive Test.

**Figure III-5:**Résultats des Longs calls obtenus avec le TEMS INVESTIGATIONS.

**Figure III-6:**Résultats des Shorts calls obtenus avec le TEMS INVESTIGATIONS.

**Figure III-7:**Manipulations des statistiques au niveau de l'OSS-RC WCDMA RAN.

**Figure III-8:** Fonctionnement de RRC Setup Complete.

**Figure III-9:**Le principe d'IRAT Handover.

### **Tableaux :**

**Tableau III-1:** Exemple de Rapport

**Tableau III-2:**Tableau des caractéristiques de la formule recommandée pour leRRC Setup Success Rate.

**Tableau III-3:**Tableau des caractéristiques de la formule recommandée pour le RRC Setup Success Rate CS.

**Tableau III-4:** Tableau des caractéristiques de la formule recommandée pour le RRC Setup Success Rate PS.

**Tableau III-5:** Tableau des caractéristiques de la formule recommandée pour l'Overall RRC Drop Rate DCH.

**Tableau III-6:** Tableau des caractéristiques de la formule recommandée pour l'Overall RRC Drop Rate FACH.

**Tableau III-7:** Tableau des caractéristiques de la formule recommandée pour le R99 Cell Unavailability.

**Tableau III-8:** Tableau des caractéristiques de la formule recommandée pour le PS IRAT (UMTS to GSM) Success Rate.

## **Chapitre IV**

### **Figures:**

**Figure IV-1:** Ecoulement du control d'admission

**Figure IV-2:** Organigramme représentant l'écoulement du RRC.

**Figure IV-3, 4, 5,6:** Organigramme représentant l'écoulement du RAB.

**Figure IV-7 :** Drop CS% KPI.

**Figure IV-8:** Visualisation de la cellule 165401 via Google EARTH.

**Figure IV-9:** Evolution des compteurs.

**Figure IV-10:** Bande de base et interfaces RBS.

**Figure IV-11:** Illustration des canaux DL et UL.

**Figure IV-12:**RNC de Constantine.

**Figure IV-13:** RNC de Tipaza

**Figure IV-14:**Visualisation de la cellule 424603 via Google EARTH.

**Figure IV-15:** Puissance des cellules en fonction de la distance.

**Figure IV-16:**Résultat obtenu après le down tilt de la cellule serveuse.

**Figure IV-17:** Visualisation de la cellule 423037 via Google EARTH.

**Figure IV-18:**Taux de l'établissement de RRC après l'admission control.

**Figure IV-19 :** Le taux d'échecs du KPI IRATHO\_ACTIVITY\_RATE.

### **Tableaux :**

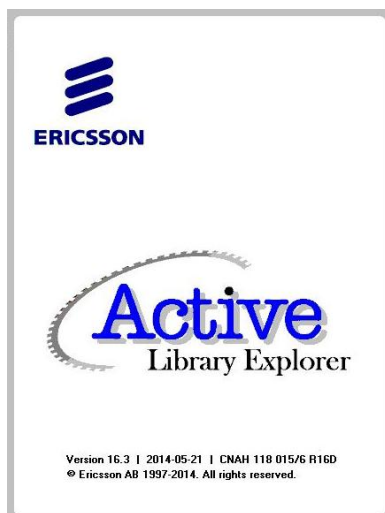
**Tableau IV-1:** Définition des Paramètres Utilisés.

**Tableau IV-2:** Compteurs Incrémentant et Leurs Causes.

**Tableau IV-3:** Tableau résumant le rôle et limites de chaque paramètre.

# Bibliographie

[1] Bibliothèque informatique « ALEX » Active Library Explorer [ERICSSON]



[1.1] Ericsson RAN Analyzer CPI Technical Library 14.2.

[1.2] Operations Support System, Radio and Core (OSS-RC) O14.3.5.

[1.3] WCDMA RAN W14.1.

[1.4] WCDMA RNC 3820 W14.1.

[2]Ericsson\_GSM\_SystemSurvey STUDENT TEXT EN/LZT 123 3321 R2C.

[3]Ericsson WCDMA RAN Network Design STUDENT BOOK LZT 123 7628 R6B.

[4]Ericsson WCDMA RNC W11 KPI Description [HQM/OCR/FI Jason Thong][ 2011-08-29].

[5]Ericsson Admission And Failures After Admission [Mirna El-Sigaan GSDC Lebanon].

[6]Ericsson Call Procedure Flow Chart and Counters [TEI/RFE S. Sestito, TEI/RFR P. Gattei, TEI/RFER. Ingravallo] [2005-10-10].

# Acronyms

**2G:** 2<sup>nd</sup> Generation.  
**3G:** 3<sup>rd</sup> Generation.  
**3GPP:** 3<sup>rd</sup> Generation Partnership Project.  
**4G:** 4<sup>th</sup> Generation.  
**A-bis:** Interface entre une BTS et le BSC.  
**ACK:** ACKnowledgement.  
**ALEX:** Librairie interne d'ERICSSON.  
**AuC:** Authentication Center.  
**BCCH:** Broadcast Control Channel.  
**BSC:** Base station control.  
**BSS:** Business Support System.  
**BTS:** Base transmitter station.  
**CBC:** Cell Broadcast Centre.  
**CBCH:** Cell Broadcast Channel.  
**CDMA:** Code Division Multiple Access.  
**CI:** Cell Identity.  
**CPI:** Customer Product Inventory.  
**CPRI:** Common Public Radio Interface.  
**CQI:** Channel Quality Indicator.  
**CS:** circuit switched.  
**CW:** Civil Works.  
**CWDD:** Civil Works Detailed Design.  
**CWIR:** Civil Work Investigation Report.  
**DCS:** Digital Communication System.  
**DL:** Downlink.  
**E-AGCH:** Enhanced Absolute Grant Channel.  
**E-DCH:** enhanced dedicated channel.  
**EDGE:** Enhanced Data Rates for GSM Evolution.  
**E-DPDCH:** Enhanced Dedicated Physical Data Channel.  
**EIR:** Enregistreur des identités des équipements.  
**EIR:** Equipment Identity Register.  
**ENIQ:** Ericsson Network IQ.  
**ENodeB:** Evolved NodeB.  
**EPC:** Evolved Packet Core.  
**E-RGCH:** Relative Grant Channel.  
**E-TFCI:** Enhanced Transport Format Combination Indicator.  
**FACCH:** Fast Associated Control Channel.  
**FCCH:** Frequency Correction Channel.  
**FDD:** Frequency Division Duplex.  
**FDMA:** Frequency Division Multiple Access.  
**GB:** Border Gateway.  
**GGSN:** Gateway GPRS Support Node.  
**GMSC:** Gateway MSC.  
**GPRS:** General Packet Radio Service.  
**GSM:** Global System for Mobile Communications.  
**HARQ:** Hybrid automatic repeat request.  
**HLD:** High Level Design.

**HLR:** Home Location Register.  
**HSDPA:** High Speed Downlink Packet Access.  
**HS-DPCCH:** High Speed Dedicated Physical Control Channel.  
**HS-DSCH:** High Speed Downlink Shared Channel.  
**HSPA:** High Speed Packet Access.  
**HS-PDSCH:** High Downlink Speed Downlink Shared Channel.  
**HS-SCCH:** High-Speed Shared Control Channel.  
**HSUPA:** High Speed Uplink Packet Access.  
**HW:**Hardware.  
**IMEI:** International Mobile Equipment Identity.  
**IMSI:**International Mobile Subscriber Identity.  
**IP:**Internet Protocol.  
**IR:** Incremental Redundancy.  
**Iu:** Interface UMTS.  
**KI:** Key Identifier.  
**KPI:** Key Performance Indicators.  
**LA:** Local Area.  
**LTE:** Long Term Evolution.  
**Lub:**interface interne entre le RNC et le Node B.  
**Lur:** Interface qui permet à deux contrôleurs radio RNC de communiquer.  
**MAC-HS:** High Speed Medium Access protocol.  
**MCA:** Modulation et de codage adaptatifs.  
**MIMO :** Multiple-Input Multiple-Output.  
**MMS:**Multimedia Messaging Service.  
**MS:** Mobil Station.  
**MSC:**Mobile switching center.  
**MSISDN:** Mobile Station ISDN Number.  
**Mub:** Management NodeB.  
**Mur:** Management RNC.  
**Mut:** Management Transport.  
**NACK:** Negative ACKnowledgement.  
**NAS:** Non access stratum.  
**NE:** Network Element.  
**NSS:** Network Switching Subsystem Center.  
**OFDMA :** Orthogonal Frequency Division Multiple Access.  
**OSI:** Open Systems Interconnection.  
**OSS:** Operating Sub-System.  
**OSS-RC:** Operation Support System-Radio Core.  
**PAPR:** Peak to Average Power Ratio.  
**PCAP:**Positioning Calculation Application Part.  
**PCH:**Platform Controller hub.  
**PDU:** Protocol Data Unit.  
**PIN:** Personal Identification Number.  
**PLMN:** Public Land Mobile Network.  
**PMS:** Performance Management System.  
**PS:** Packet switched.  
**PSK:** Phase-shift keying.  
**PSTN:** Public Switched Telephone Network.  
**QAM:** Quadrature Amplitude Modulation.  
**QSC:**QUALCOMM Single-Chip.

**R'99:** Release 99.  
**RA:** Routing Area.  
**RACH:** Random Access Channel.  
**RAN:** Radio Access Network.  
**RBS:** Radio Base Stations.  
**RGCH:** Relative Grant Channel.  
**RLC:** Radio Link Controller.  
**RNC:** Radio Network Controller.  
**ROP:** Report Output Period.  
**RTC:** Réseau de transport de capacité.  
**SABP:**Service Area Broadcast Protocol.  
**SACCH:** Slow Associated Control Channel.  
**SC-FDMA :** Single-Carrier Frequency Division Multiple Access.  
**SCH:** Synchronization Channel.  
**SDCCH:**Standalone Dedicated Control Channel.  
**SDU:** Service Data Unit.  
**SGSN:** Serving GPRS Support Node.  
**SID:**Site Installation Document.  
**SIM:** Subscriber Identity Module.  
**SMS:**Short Message Service.  
**SNR:** Signal to Noise Ratio.  
**SP:** Shall Perform.  
**SW:** Software.  
**SWOT:** Strengths Weaknesses Opportunities Threats.  
**TCH:** Traffic channels.  
**TDD:** Time Division Duplex.  
**TDMA:**Time division multiple access.  
**TN:** Time Number.  
**TOL:** Test Objectif Liste.  
**TRAU:**Transcoder and Rate Adaptation Unit.  
**TRX:** Transmission/Reception Unit.  
**Ts:** Time Slot.  
**TTI:** Transmission Time Interval.  
**UL:** Uplink.  
**UMTS:** Universal Mobile Télécommunications System.  
**UTRAN:** Universal Terrestrial Radio Access Network.  
**Uu:** Interface entre un équipement usager et le réseau d'accès UTRAN.  
**VLR:** Visitor Location Register.  
**WCDMA:** Wideband Code Division Multiple Access.  
**XML:**Extensible Markup Language.

# Table de matière.

## Chapitre I

### Figures:

**Figure I-1:** le concept cellulaire.

**Figure I-2:** Une cellule.

**Figure I-3:** Zone de localisation.

**Figure I-4:** Régions de services MSC/VLR.

**Figure I-5:** Zone PLMN.

**Figure I-6:** Zone géographique d'un réseau GSM.

**Figure I-7:** Architecture du GSM.

**Figure I-8:** Liaison entre mobile et station de base pour GSM900.

**Figure I-9:** Architecture du GPRS.

**Figure I-10:** Acheminement des données.

**Figure I-11:** Architecture et interfaces du GPRS.

**Figure I-12:** Architecture du Release 99.

**Figure I-13:** Structure d'un réseau UMTS.

**Figure I-14:** Types de Node B.

**Figure I-15:** Exemple d'Etablissement de connexion RRC.

**Figure I-16:** Architecture réseau cœur.

**Figure I-17:** Mécanisme H-ARQ.

**Figure I-18:** Fast Scheduling.

**Figure I-19:** Schéma de constellation du QPSK et 16QAM.

**Figure I-20:** Architecture LTE.

**Figure I-21:** Technique de l'OFDMA.

**Figure I-22:** Technique MIMO.

**Figure I-23:** Technique de SC-FDMA et OFDMA.

**Figure I-24:** Piles protocolaires des plans usager et de contrôle sur l'interface radio.

**Figure I-25:** Piles protocolaires des interfaces radio en UMTS et en LTE.

**Figure I-26:** La modélisation en couches protocolaires de l'interface radio.

**Figure I-27:** Imbrication des canaux.

### Tableaux :

**Tableau I-1:** Tableau récapitulatif des interfaces du réseau GSM.

**Tableau I-2:** Tableau résumant les interfaces GPRS et leurs utilisations.

**Tableau I-3:** Canaux logiques fournis par la couche MAC.

**Tableau I-4:** Canaux de transport fournis par la couche physique.

**Tableau I-5:** Canaux physiques pour la voie montante.

**Tableau I-6:** Canaux physiques pour la voie descendante.

## **Chapitre II**

### **Figures:**

- Figure II-1:** Les étapes du déploiement de 3G.
- Figure II-2:** Processus de la phase Planning.
- Figure II-3:** Localisation du site et coordonnées GPS.
- Figure II-4:** Emplacements du Site Favoris.
- Figure II-5:** Emplacements des Sites Candidats.
- Figure II-6:** Processus de mise en œuvre.
- Figure II-7:** Plateforme du Shelter.
- Figure II-8:** Plateforme du Pylone.
- Figure II-9:** Installation du Pylon.
- Figure II-10:** Sécurisation du Site.
- Figure II-11:** Installation des feeders.
- Figure II-12:** Installation du Shelter et de l'équipement.
- Figure II-13:** Installation des antennes et réglage des Tilts mécaniques et électriques.
- Figure II-14:** Fin des Multi-installations liées au pylône.
- Figure II-15:** Nettoyage du Site.
- Figure II-16:** Configuration.
- Figure II-17:** Le Site clés en main.
- Figure II-18:** Site en fonctionnement et sa sectorisation.
- Figure II-19:** Processus d'Optimisation.
- Figure II-20:** Analyse des KPIs.

### **Tableaux :**

- Tableau II-1:** Tableau des Exigences de Conception.
- Tableau II-2:** Phases de mise en œuvre selon les zones.

## **Chapitre III**

### **Figures:**

- Figure III-1:** Le WCDMA RAN d'Ericsson.
- Figure III-2:** Evolution de WCDMA RAN.
- Figure III-3:** Drive Test.
- Figure III-4:** Equipement de Drive Test.
- Figure III-5:** Résultats des Longs calls obtenus avec le TEMS INVESTIGATIONS.
- Figure III-6:** Résultats des Shorts calls obtenus avec le TEMS INVESTIGATIONS.
- Figure III-7:** Manipulations des statistiques au niveau de l'OSS-RC WCDMA RAN.
- Figure III-8:** Fonctionnement de RRC Setup Complete.
- Figure III-9:** Le principe d'IRAT Handover.

### **Tableaux :**

- Tableau III-1:** Exemple de Rapport
- Tableau III-2:** Tableau des caractéristiques de la formule recommandée pour le RRC Setup Success Rate.
- Tableau III-3:** Tableau des caractéristiques de la formule recommandée pour le RRC Setup Success Rate CS.

- Tableau III-4:** Tableau des caractéristiques de la formule recommandée pour le RRC Setup Success Rate PS.
- Tableau III-5:** Tableau des caractéristiques de la formule recommandée pour l'Overall RRC Drop Rate DCH.
- Tableau III-6:** Tableau des caractéristiques de la formule recommandée pour l'Overall RRC Drop Rate FACH.
- Tableau III-7:** Tableau des caractéristiques de la formule recommandée pour le R99 Cell Unavailability.
- Tableau III-8:** Tableau des caractéristiques de la formule recommandée pour le PS IRAT (UMTS to GSM) Success Rate.

## **Chapitre IV**

### **Figures:**

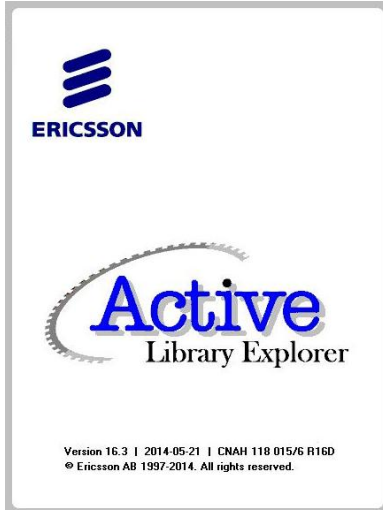
- Figure IV-1:** Ecoulement du control d'admission
- Figure IV-2:** Organigramme représentant l'écoulement du RRC.
- Figure IV-3, 4, 5,6:** Organigramme représentant l'écoulement du RAB.
- Figure IV-7 :** Drop CS% KPI.
- Figure IV-8:** Visualisation de la cellule 165401 via Google EARTH.
- Figure IV-9:** Evolution des compteurs.
- Figure IV-10:** Bande de base et interfaces RBS.
- Figure IV-11:** Illustration des canaux DL et UL.
- Figure IV-12:**RNC de Constantine.
- Figure IV-13:** RNC de Tipaza
- Figure IV-14:**Visualisation de la cellule 424603 via Google EARTH.
- Figure IV-15:** Puissance des cellules en fonction de la distance.
- Figure IV-16:**Résultat obtenu après le down tilt de la cellule serveuse.
- Figure IV-17:** Visualisation de la cellule 423037 via Google EARTH.
- Figure IV-18:**Taux de l'établissement de RRC après l'admission control.
- Figure IV-19 :** Le taux d'échecs du KPI IRATHO\_ACTIVITY\_RATE.

### **Tableaux :**

- Tableau IV-1:** Définition des Paramètres Utilisés.
- Tableau IV-2:** Compteurs Incrémentant et Leurs Causes.
- Tableau IV-3:** Tableau résumant le rôle et limites de chaque paramètre.

# Bibliographie

[1] Bibliothèque informatique « ALEX » Active Library Explorer [ERICSSON]



- [1.1] Ericsson RAN Analyzer CPI Technical Library 14.2.  
[1.2] Operations Support System, Radio and Core (OSS-RC) O14.3.5.  
[1.3] WCDMA RAN W14.1.  
[1.4] WCDMA RNC 3820 W14.1.  
[2] Ericsson\_GSM\_SystemSurvey STUDENT TEXT EN/LZT 123 3321 R2C.  
[3] Ericsson WCDMA RAN Network Design STUDENT BOOK LZT 123 7628 R6B.  
[4] Ericsson WCDMA RNC W11 KPI Description [HQM/OCR/FI Jason Thong][ 2011-08-29].  
[5] Ericsson Admission And Failures After Admission [Mirna El-Sigaan GSDC Lebanon].  
[6] Ericsson Call Procedure Flow Chart and Counters [TEI/RFE S. Sestito, TEI/RFR P. Gattei, TEI/RFER. Ingravallo] [2005-10-10].