



# République Algérienne Démocratique Et Populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université Abderrahmane Mira – Bejaia  
Faculté de technologie  
Département De Génie Electrique

Mémoire de fin d'études pour l'obtention de :

**DIPLOME MASTER RECHERCHE EN ELECTRONIQUE**

**Spécialité : Télécommunications**

## **THÈME**

**Optimisation de la couverture dans le Réseau  
3G**

**Présenté par :**

M<sup>r</sup>.AISSAOUI M<sup>d</sup> Tahar

M<sup>elle</sup>.BOUGHANEM Rahima

**Encadré par :**

M<sup>me</sup>.MEZHOUD Naima

M<sup>r</sup>.KHIRREDIN Abdelkrim

**Devant le jury:**

M<sup>r</sup>.ROUHA Mustapha

M<sup>d</sup>. BERRAH Smail

*Année 2013 /2014*

# Remerciements

*Nous remercions tout d'abord ALLAH le tout puissant de nous avoir gardé en bonne santé afin de mener à bien ce projet de fin d'étude.*

*Nous tenons à remercier également nos familles pour les sacrifices qu'elles ont fait pour nous.*

*Nos infinis remerciements à nos encadreurs M<sup>me</sup> MEZHOUD N. et M<sup>r</sup> KHIREDINE A. pour leur aide, leurs conseils avisés et leurs remarques qui nous ont permis de réaliser notre travail et de le présenter dans sa meilleure forme.*

*Nos remerciements s'adressent aux membres du jury pour l'honneur qu'ils nous font en évaluant notre travail.*

*Nos remerciements s'adressent aussi à :*

*M<sup>r</sup> GATOUCHE Amine(Expert à ATM Mobilis,NPOCRadio, Alger).*

*M<sup>r</sup> OUGHANEM Farid(Ingenieur à la direction Mobilis, Alger).*

*M<sup>r</sup> AREZEKI(Ingenieur à Sonalgaz, Alger).*

*M<sup>r</sup> CHEKKALE A.ELKRIM(Ingenieur d'Installation réseau,Bejaia).*

*M<sup>me</sup> IZEM Linda*

*M<sup>r</sup> AISSAOUI Hakim*

*Nous remercions aussi tous les enseignants qui ont contribué à notre formation durant notre cursus universitaire.*

*Enfin nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce projet.*

# Dédicaces

Tout d'abord je tiens à remercier Dieu le tout puissant.

Je dédie ce travail:

🕌 la mémoire de mon père qui a souhaité vivre pour longtemps juste pour nous voir Qu'est-ce que nous allons devenir.

🕌 celle qui m'a transmis la vie, l'amour, le courage, à toi chère maman toutes mes joies, mon amour et ma reconnaissance.

🕌 ma grand-mère HASSINA, que Dieu la protège et la garde pour nous.

🕌 ma précieuse sœur MELISSA, les mots ne peuvent résumer mon amour à ton égard.

🕌 mes chers frères FAHEM, ABD ELOUAHABE, MESSIPSSA et ABD ELNOUR que j'aime tant.

🕌 ma très chère amie VANISSA pour tout le soutien qu'elle m'a apporté.

🕌 mes adorables ami(e)s, LOUCIF, RIAD, SYLIA, MOURAD, ELMOHSSIN(AFROUKH), MASSI (KABACHKA)... pour leur fidélité.

🕌 ma collègue, RAHIMA.

🕌 tous mes amis de la promotion 2014, avec lesquels j'ai partagé mes moments de joie et de bonheur.

🕌 toute personne m'ayant aidé de près ou de loin.

Md TAHAR

## Dédicace

*Je dédie ce travail à mes chers parents en leur demandant de l'accepter comme le fruit incontesté de leur louable effort qui m'a soutenu.*

*Je le dédie de même à:*

*Mes sœurs : Fatiha, Nora, Hadjira, Betitra, Saida,*

*Tounsia et fadila.*

*Nièces et neveux: Sabrina, Massinissa, Zina, Hanane, Ameur,*

*Lounes, Kahina, Yanis,*

*Moukran et Ines.*

*Mon oncle Bachir, sa femme Fatiha et leur fils Youva.*

*Je tiens, à dédier ce travail en signe de respect et de reconnaissance à : une personne très chère qui a partagé mes joies et mes peines, qui a été toujours à mes côtés, Ahmed.*

*Ma copine de chambre: Malika.*

*Mon collègue : Tahar.*

*A mes amis et toutes mes amies.*

*Toute la promotion télécommunications de 2013/2014.*

*A toute personne qui m'ont encouragé et aidé au long de mes études.*

*Rahima*

### Liste des abréviations

1G: Première Génération  
2G: Deuxième Génération  
3G: Troisième Génération

3GPP: Third Generation  
Partnership Project

#### **A**

AuC: Authentication Centre

ADSL: Asymmetric Digital Subscriber  
Line

ATM: Asynchronous Transfer Mode

AMPS: Advanced Mobile Phone  
System

#### **B**

BSC: Base Station Controller

BMC: Broadcast/Multicast Control

BTS: Base Transceiver Station

BLER: Block Error Rate

#### **C**

CN: Core Network

CS: Circuit Switched

#### **D**

DCH: Dedicated transport Channel

DPCCH: Dedicated Physical Control  
Channel

DPDCH: Dedicated Physical Data  
Channel

DPCH: Dedicated Physical Channel

#### **E**

EDGE: Enhanced Data Rate for GSM  
Evolution

EIR: Equipment Identity Register

#### **F**

FDD: Frequency Division Duplex

#### **G**

GGSN: Gateway GPRS Support Node

GMSC: Gateway MSC

GSM: Global System for Mobile  
communication

GPRS: General Packet Radio Service

#### **H**

HLR: Home Location Register

HSPA: High Speed Packet Access

HSDPA: High Speed Downlink Packet  
Access

HSUPA: High Speed Uplink Packet  
Access

#### **I**

IMT2000: International Mobile  
Telecommunications 2000

#### **K**

KPI: Key Performance Indicator

## Liste des abréviations

---

### **M**

MGW: Media Gateway

ME: Mobile Equipment

MS: Mobile Subscriber

MAC: Medium Access Control

MSC: Mobile Switching Centre

### **O**

OSI: Open System Interconnect

### **P**

PS: Packet Switched

PDCP: Packet Data Convergence

Protocol

PSTN: Public Switched Telephone

Network

### **Q**

QoS: Quality of Service

### **R**

RLC: Radio Link Control

RNS: Radio Network Sub-system

RNC: Radio Network Control

RAN: Radio Access Network

RAB: Radio Access Bearer Service

RRC: Radio Resource Control

RNIS: Réseau Numérique à Intégration  
de Services

### **S**

SGSN: Serving GPRS Support Node

SDU: Service Data unit

### **T**

TDD: Time Division Duplex

### **U**

UE: User Equipment

USIM: Universal Subscriber Identity  
Module

UTRAN: UMTS Terrestrial RAN

UMTS: Universal Mobile  
Télécommunications System

### **V**

VLR: Visitor Location Register

VM: Voie montante

VD: Voie descendante

### **W**

WCDMA: Wideband Code Division  
Multiple Access

### Liste des figures

<b>Figure I.1</b> : L'évolution de la téléphonie mobile .....	1
<b>Figure I.2</b> : Plan de fréquence IMT2000 .....	2
<b>Figure I.3</b> : L'architecture générale de l'UMTS .....	3
<b>Figure I.4</b> : Architecture d'un équipement usager .....	4
<b>Figure I.5</b> : Architecture de réseau d'accès UTRAN.....	5
<b>Figure I.6</b> : Type d'antenne de NodeB .....	6
<b>Figure I.7</b> : Réseau cœur.....	8
<b>Figure I.8</b> : Les techniques d'accès.....	12
<b>Figure I.9</b> : Les différents codes.....	13
<b>Figure II.1</b> : Schéma du processus de l'optimisation .....	21
<b>Figure II.2</b> : Accessibilité au niveau du RAB .....	23
<b>Figure II.3</b> : Accessibilité au niveau du RRC.....	24
<b>Figure II.4</b> : Le taux de coupures d'appel en HSDPA.....	25
<b>Figure II.5</b> : Le taux de coupures d'appel en CS .....	26
<b>Figure II.6</b> : Indice de réussite de connexion soft handover.....	27
<b>Figure II.7</b> : Indice de réussite de connexion et IRAT HO.....	28
<b>Figure II.8</b> : Les positions des Nodes B dans la région d'ALGER .....	32
<b>Figure II.9</b> : Les niveaux de couverture dans la région d'ALGER.....	33
<b>Figure III.1</b> : Différents types de topologie pour un essaim de particule.....	36
<b>Figure III.2</b> : Organigramme de l'application de la méthode des PSO.....	37
<b>Figure III.3</b> : Image satellitaire de la ville d'Alger centre .....	38
<b>Figure III.4</b> : Evolution de la fonction objectif en variant le nombre de particule.....	41

## Liste des figures

---

**Figure III.5** : Evolution de la fonction objectif en variant le nombre de particule.....42

**Figure III.7** : La couverture optimiser.....42

**Figure III.8** : Les sites position des Nodes B .....43



### Liste des tableaux

<b>Tableau I.1</b> : Les interfaces du réseau cœur .....	9
<b>Tableau I.2</b> : Les canaux logiques de contrôle .....	10
<b>Tableau I.3</b> : Les canaux logiques de trafic .....	10
<b>Tableau I.4</b> : Les canaux logique de transport commun .....	10
<b>Tableau I.5</b> : Canal de transport débit .....	11
<b>Tableau I.6</b> : Canal de transport partagé .....	11
<b>Tableau I.7</b> : Les canaux physiques dédiée à la voix montante .....	11
<b>Tableau I.8</b> : Les canaux physiques dédiée à la voix descendante .....	11
<b>Tableau I.9</b> : Les canaux physiques communs .....	11
<b>Tableau I.10</b> : Les différentes interfaces du réseau UTRAN .....	12
<b>Tableau II.1</b> : Exemple des KPIs et leurs marges acceptable .....	24
<b>Tableau II.2</b> : Les niveaux de couverture .....	35

---

# Sommaire

Liste d'abréviation

Liste des Figures

Liste des tableaux

## **Introduction générale**

## **Chapitre I : Réseau UMTS**

I.1. Introduction .....	1
I.2. Le réseau UMTS .....	1
I.2.1. L'évolution de la téléphonie mobile .....	1
I.2.2. Plan de fréquence IMT 2000 .....	2
I.3. L'architecture générale de l'UMTS .....	2
I.3.1. L'équipement usager .....	3
I.3.2. Réseau d'accès : UTRAN .....	3
I.3.2.1. RNS .....	5
I.3.2.1.1. RNC .....	5
I.3.2.1.2. Node B .....	6
I.3.2.2. Architecture en couche de l'interface radio UTRAN .....	6
I.3.3. Réseau cœur UMTS .....	7
I.4. Les canaux et les interfaces UMTS .....	9

I.4.1. Les canaux UMTS .....	9
I.4.1.1. Canaux logiques .....	9
I.4.1.2. Canaux transport .....	10
I.4.1.3. Canaux physiques .....	11
I.4.2. Les interfaces .....	12
I.5. Méthode d'accès radio : WCDMA .....	12
I.5.1. Code utilisé .....	13
I.5.1.1. Code d'étalement .....	13
I.5.1.2. Scrambling code .....	13
I.5.2. Contrôle de puissance .....	13
I.6. Le handover dans les réseaux UMTS .....	14
I.7. La respiration des cellules .....	14
I.8. Les modèles de propagation .....	14
I.9. Modélisation du canal radio mobile .....	15
I.9.1. Modèle d'Okumura-Hata .....	15
I.10. Conclusion .....	16

## Chapitre II : Processus d'optimisation de la 3G à base des indicateurs de performance

II.1. Introduction .....	17
II.2. Les service de réseau UMTS .....	17
II.2.1. Le service support local.....	17
II.2.2. Le service support de l'UMTS (UMTS BEARER SERVICE).....	17
II.2.2.1. Le service d'accès radio\ RAB :(Radio Access Bearer Service) .....	17
II.2.2.2. Le service support du réseau cœur (Core Network Bearer Service) .....	17

II.2.3. Le service support radio (Radio Bearer Service) .....	18
II.2.4. Le service support de l'interface Iu (Bearer service) .....	18
II.2.5. Le service support de réseau dorsal (Background Bearer Service) .....	18
II.3. Indicateurs clés de performance .....	18
II.3.1. L'accessibilité au service .....	18
II.3.2. La Maintenabilité du service .....	19
II.3.3. Charge et utilisation .....	19
II.3.4. Intégrité du service .....	20
II.3.5. Disponibilité .....	20
II.3.6. Mobilité .....	20
II.4. Schéma du processus de l'optimisation à base des KPIs .....	21
II.5. Exemples des marges acceptables pour les KPI collecté .....	22
II.6. Quelques KPI de l'UTRAN .....	22
II.6.1. Accessibility success rate .....	22
II.6.2. Coupure d'appel .....	24
II.6.3. Handover .....	26
II.6.3.1. Soft/Softer handover .....	26
II.6.3.2. Hard handover .....	27
II.6.3.3. Handover inter RAT-système.....	28
II.6.4. Trafic .....	29
II.7. Planification et optimisation de réseau cœur 3G .....	29
II.7.1. Evaluation du réseau .....	29
II.7.1.1. Analyse de réseau.....	29
II.7.1.2. Dimensionnement de réseau.....	29
II.7.2. Les Classes d'indicateur 3G .....	30
II.7.2.1. Classe A (Conversational) .....	30

II.7.2.2. Classe B (Streaming) .....	30
II.7.2.3. Classe C (Interactive) .....	30
II.7.2.4. Classe D (Background) .....	30
II.8. TEMS .....	31
II.8.1. Le canal pilote CPICH .....	31
II.9. Conclusion.....	34

## Chapitre I : Optimisation des sites des Node B

III.1. Introduction.....	35
III.2. Présentation de la méthode d'Optimisation d'essaim de particules (PSO) .....	35
III.2.1. Le principe des PSO .....	35
III.2.1.1. Notion de voisinage .....	35
III.2.2. Résolution du problème d'optimisation des sites des Nodes B par l'algorithme PSO .....	36
III.3. Les étapes à suivre pour l'application de la méthode des PSO.....	37
III.3.1. Organigramme .....	37
III.3.2. Acquisition de l'image de la zone à planifier .....	37
III.3.3. Allocation du nombre des Node B .....	38
III.3.4. Application de l'algorithme d'optimisation pour trouver les meilleures positions des Node B pour une couverture maximale .....	39
III.3.4.1. Paramètres d'entrée .....	39
III.3.4.2. Les variables de l'algorithme .....	39
III.4. Représentation des résultats .....	39
III.5. Conclusion .....	44

## Conclusion générale

Annexes

Bibliographie

Webographie

## Introduction

Depuis le début des années 1980, les réseaux des télécommunications mobiles ont pris l'échelle de l'évolution en satisfaisant d'une part le besoin public et d'autre part les exigences des opérateurs. Le but recherché, est de garantir une bonne qualité de services et de suivre la croissance de la clientèle.

L'UMTS (**U**niversal **M**obile **T**élécommunications **S**ystem) est la dernière évolution des réseaux GSM (Global System Mobile) en Algérie. Ce réseau de 3G (3<sup>ème</sup> Génération) vient s'ajouter au réseau 2G existant de l'opérateur et non pas le remplacer ; Il permet surtout d'améliorer considérablement la qualité de service telle que l'internet mobile et la visiophonie. En effet, il offre un débit très supérieur à celui du réseau 2G (GPRS (General Packet Radio Service) / EDGE (Enhanced Data Rate for GSM Evolution)), comparable à celui de l'ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line), parfois aussi appelée HSPA (High Speed Packet Access), qui permet de multiplier la vitesse pour offrir des débits allant jusqu'à 2 Mb/s.

Afin d'aboutir à la bonne qualité de service, les opérateurs ont opté au processus d'optimisation de réseau, cette optimisation s'effectue en plusieurs étapes : dans l'étape de planification avant l'installation du réseau et dans l'étape des réglages après l'installation et de mettre en service pour une bonne couverture de réseau.

Dans le cadre de notre projet de fin d'étude, nous avons pu récupérer des données chez l'opérateur Mobilis afin d'optimiser le réseau UMTS dans une région à Alger. Etant donné que les Nodes B sont déjà installés, nous nous sommes basés sur l'étude des statistiques des KPIs afin d'analyser la qualité de service offert par l'opérateur. Nous avons ensuite tenté d'optimiser l'emplacement des Node B en utilisant une technique d'optimisation appelée OEP (Optimisation par Essaim Particulaire). L'espace de recherche est l'ensemble des solutions possibles du problème, la technique proposée consiste à trouver la meilleure configuration des sites des Node B, qui assure le maximum de couverture.

Nous avons ordonné notre mémoire comme suit :

Dans le premier chapitre, nous avons présenté une vue générale sur le réseau UMTS, ces fonctionnalités et ces caractéristiques, ainsi que le modèle empirique de propagation électromagnétique considéré.

Dans le deuxième chapitre, nous allons l'affecter pour l'étude du processus d'optimisation du réseau, les services offerts par le réseau UMTS, les KPI de service et enfin le processus d'optimisation en utilisant les KPIs.

Au dernier chapitre, on va présenter les résultats d'application de la méthode des PSO (Particle Swarm optimisation) après avoir donné une brève présentation de cette dernière.

On terminera par une conclusion générale et des perspectives.

Deux annexes sont également présentées.

## I.1. Introduction

L'UMTS, abréviation d'Universel Mobile Télécommunications System, est une technique de téléphonie mobile de la troisième génération succédant au GSM en Europe. Ce nouveau système d'Internet mobile représente une vraie révolution par rapport à ses prédécesseurs en assurant une bande de fréquences plus large pour transmettre plus de données et atteindre des débits plus importants, tout en réduisant les problèmes de saturation et permettant un roaming (itinérance) international.

## I.2. Le réseau UMTS

### I.2.1. L'évolution de la téléphonie mobile

La téléphonie mobile a graduellement bouleversé les réseaux de 1<sup>ère</sup> génération analogique vers les réseaux de 2<sup>ème</sup> génération. L'évolution des techniques de transmission numériques a donné naissance aux technologies 2.5G avec le GPRS, puis 2.75G grâce à la technologie EDGE (Enhanced Data Rate for GSM Evolution). Le débit proposé reste faible (200Kbit/s), par rapport aux offres des réseaux filaires (512Kbit/s) pour l'ADSL et après plusieurs années d'évolutions et d'amélioration successives la 3G fait son entrée avec ces nouveaux services. [1]

L'évolution de la téléphonie mobile est résumée dans la figure (I.1)

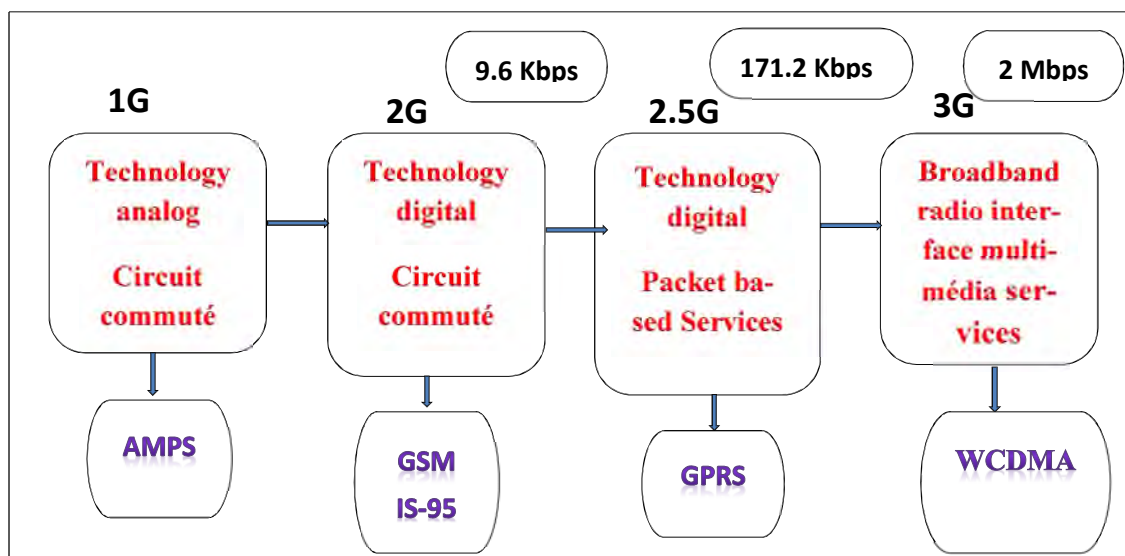


Figure I.1 : L'évolution de la téléphonie mobile



# Chapitre I : Généralités sur le Réseau UMTS

## I.2.2. Plan de fréquence IMT 2000

L'UMTS présente deux techniques de multiplexage sur l'interface radio : le duplexe TDD et le FDD. Les fréquences allouées selon les techniques de duplexage sont :

- ULTRA/FDD deux bandes de fréquences de 60 MHz : 1920-1980MHz et 2110-2170MHz.
- ULTRA/TDD deux bandes de fréquences 1900-1920MHz et 2010-2025MHz réparties en sous-bandes d'une largeur de 5MHz. [2]

La figure I.2 illustre le plan de fréquence selon la norme IMT2000

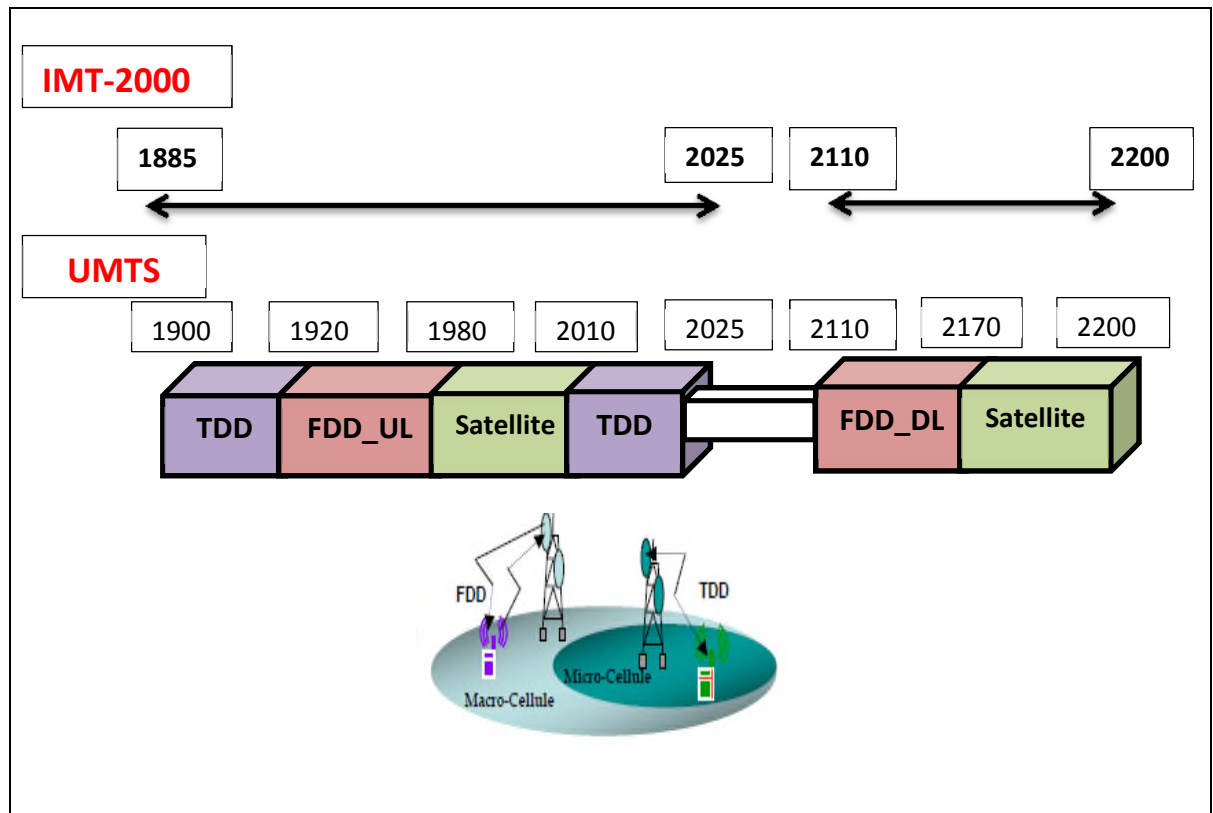


Figure I.2 : Plan de fréquence IMT2000

## I.3. L'architecture générale de l'UMTS

L'architecture du réseau UMTS est similaire à celle du GSM. L'ensemble des constituants et des interfaces du réseau GSM a été reprise dans l'architecture du réseau UMTS.

## Chapitre I : Généralités sur le Réseau UMTS

Par la suite nous verrons qu'il existe des différences fonctionnelles entre certains éléments du GSM et de l'UMTS.

Le réseau comporte deux domaines principaux :

Le domaine de l'équipement de l'utilisateur, et le domaine de l'infrastructure qui se compose aussi en deux domaines le réseau d'accès universel UTRAN et le réseau cœur CN. Chacun de ces domaines réalise une fonction bien précise dans le réseau, les interfaces **Iu** (Figure I.3) et **Uu** (Figure I.5) permettent les échanges entre les différentes parties du réseau.

**Iu** : C'est l'interface logique d'interconnexion entre le réseau d'accès radio (RNC) et le réseau cœur.

**Uu** : L'interface logique Uu sert à connecter le terminal mobile à la station de base par l'intermédiaire d'une liaison radio.

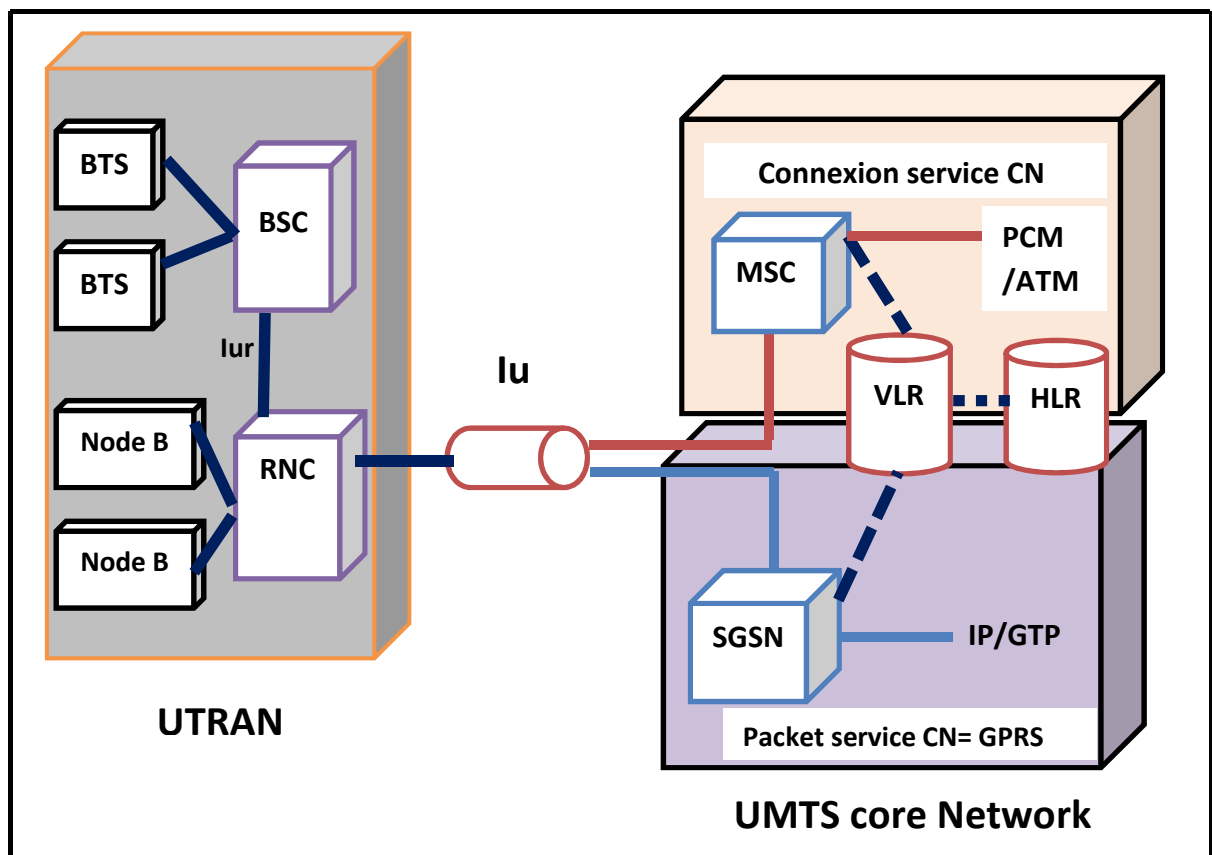


Figure I.3 : L'architecture générale d'UMTS

## I.3.1. L'équipement usager

Le domaine de l'équipement usager est un ensemble des équipements terminaux. Il se divise en deux sous-domaines : le domaine mobile et l'USIM, comme le montre la figure I.4.

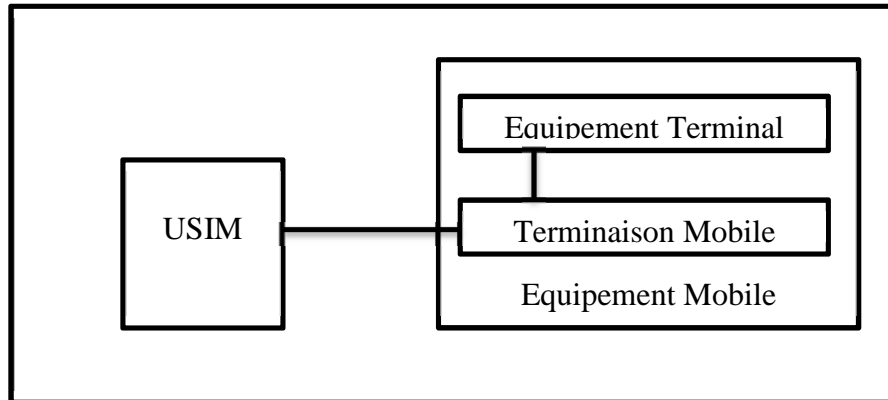


Figure I.4 : Architecture d'un équipement usager

### Mobile Equipment (ME):

Partie fonctionnelle de l'UE composée de l'équipement terminal (TE) et de la terminaison mobile (MT) :

#### ✓ Mobile Terminaison (MT):

Partie de l'UE qui effectue des fonctions spécifiques à la transmission et à la réception sur l'interface radio.

✓ **Terminal Equipment (TE):** Partie de l'UE où les données de l'application sont générées en émission ou traitées en réception.

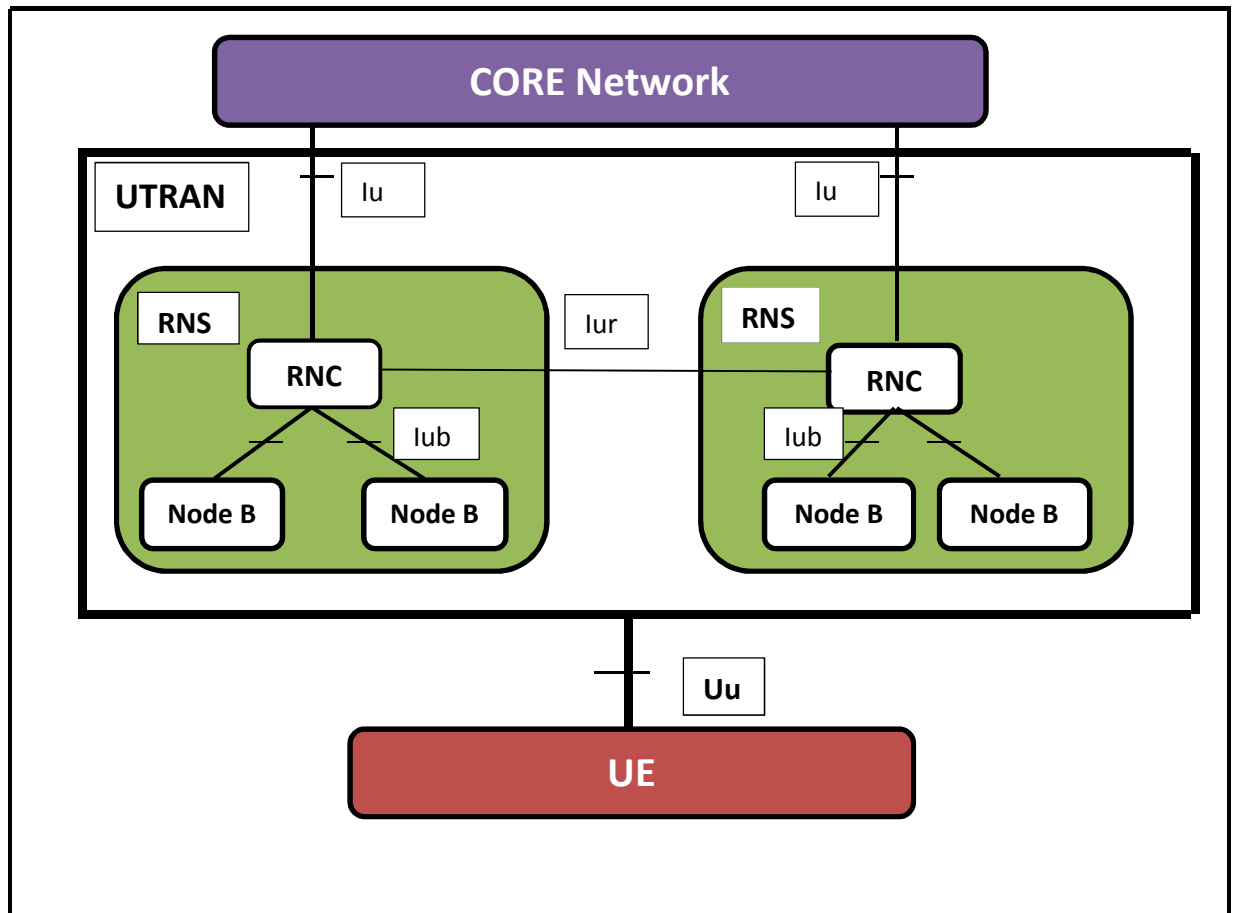
**USIM:** Universal Subscriber Identity Module



## I.3.2. Réseau d'accès: UTRAN

L'UTRAN est considéré comme la technologie grand public de l'UMTS, son rôle est d'échanger les données entre UE et CN à travers les deux interfaces Uu et Iu.

Il fournit à l'équipement usager les ressources radio et les mécanismes nécessaires pour accéder au CN et il se compose d'un ensemble de réseaux radio nommés RNS.



**Figure I.5 :** Architecture de réseau d'accès UTRAN

### I.3.2.1. RNS

Un RNS est constitué d'un contrôleur du réseau radio et d'un ou plusieurs Node B.

[3]

#### I.3.2.1.1. RNC

Le RNC Est un élément de partie radio (UTRAN) d'un réseau de téléphonie mobile UMTS qui contrôle les transmissions radio des stations de base. Il gère la répartition des ressources radio, le chiffrement des données avant l'envoi au téléphone mobile ainsi qu'une partie de la localisation des terminaux mobiles des abonnés. Il est équivalent à des BSC des réseaux GSM.

Le RNC s'adapte avec SGSN pour la transmission des données et avec le MSC pour le transfert de la voix et de la signalisation.

## I.3.2.1.2. Node B

La Node B est le type d'antenne utilisé dans le réseau UMTS. Elle est équivalente à la BTS des réseaux GSM.

Son rôle est d'assurer les fonctions de transmission et de réception d'une ou de plusieurs cellules. En générale, il gère la couche physique de l'interface air entre l'UTRAN et tous les UEs localisés dans la cellule ou les secteurs qu'il dessert.

On distingue deux types de Node B :

- Node B avec antennes sectorielles
- Node B avec antenne omnidirectionnelle

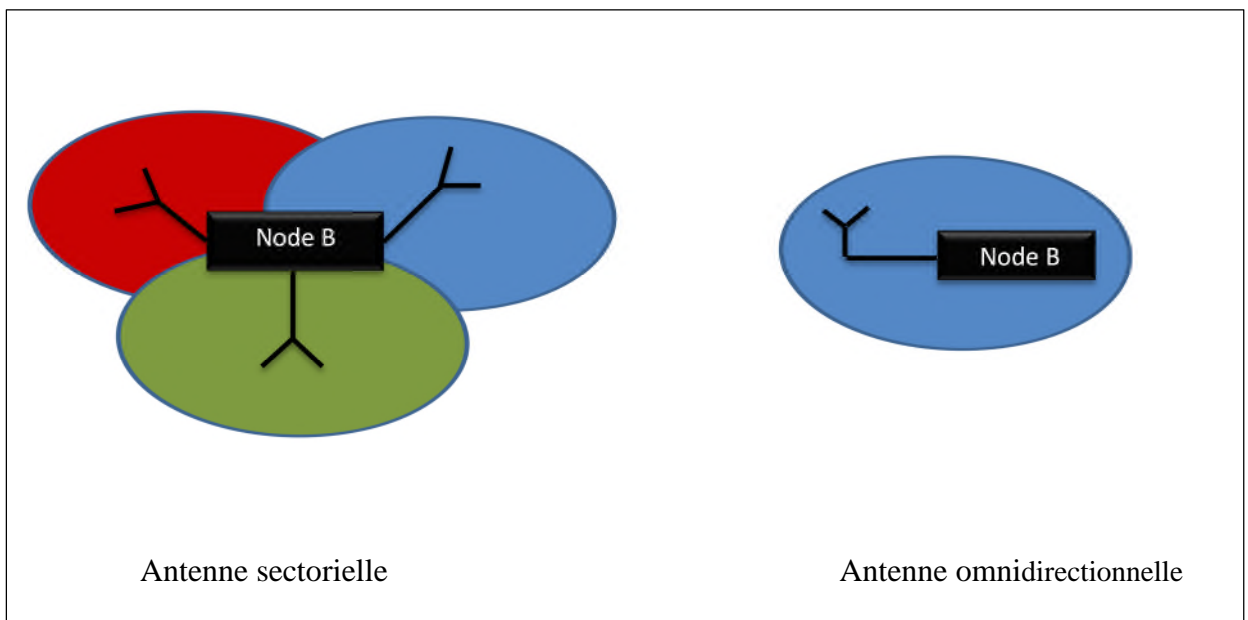


Figure I.6 : Types d'antenne de Node B

## I.3.2.2. Architecture en couche de l'interface radio UTRAN [4]

Les protocoles de l'interface radio s'appliquent aux trois premières couches du modèle (la couche physique, la couche liaison de données et la couche réseau). Ces trois couches se trouvent de côté mobile et de côté UTRAN.

- **Couche 1** : indique la couche physique de l'interface radio. Elle sert à la correction des erreurs dans les canaux de transport et elle contrôle les puissances en boucle fermée d'entrecroisement et de modulation.
- **Couche 2** : permet d'assurer le transport de l'information entre les deux équipements

# Chapitre I : Généralités sur le Réseau UMTS

---

du réseau par la sous-couche RLC.

elle se compose de 4 sous couche

✓ **MAC** : elle s'occupe de multiplexage des données sur les canaux de transport radio et elle se divise en deux types :

- Multiplexage de différents flux de données d'un même utilisateur sur un canal de transport unique.
- Multiplexage de flux de données d'utilisateurs différents sur un canal de transport commun.

✓ **RLC** : le protocole de la commande de liaison relie la couche de MAC à la couche RRC sur la commande et la couche de PDCP sur les données. Elle offre le transfert de données transparentes reconnues et non reconnues.

✓ **PDCP** : est l'une des couches de la pile du trafic radio dans l'UMTS. Elle exécute le transfert des informations de l'utilisateur et l'entretien du numéro de séquence pour les intermédiaires par radio qui sont configurés pour la relocalisation sans perte de sous-système de réseau radio.

✓ **BMC** : est une couche inférieure de protocole de la couche 2 de l'architecture par radio de protocole d'interface. Qui est située au-dessus de la commande de liaison hertzienne et permet d'assurer les diffusions de message sur l'interface radio.

• **Couche 3** : l'interface radio possède la couche RRC dans UTRAN équivalente à la couche RR en GSM.

## I.3.3. Réseau cœur UMTS

Il entre dans la gestion de la commutation des appels et permet le routage des paquets. Il interconnecte avec les autres réseaux tels que le réseau GSM, le réseau RNIS. Il gère les informations de localisation des utilisateurs mobiles et contrôle les services et caractéristiques du réseau :

L'architecture du réseau cœur se compose de trois domaines, utilisés pour supporter tous les types de trafic :

- Le domaine CS : est utilisé pour le trafic en temps réel comme le téléphone.
- Le domaine PS : est utilisé pour commuter les domaines paquets.
- Une zone commune à ces deux domaines CS et PS.

**MSC/VLR** (mobile switching centre location/visitor location register) : correspond au commutateur (MSC) et à la base de données visiteur (VLR). Le MSC permet la

## Chapitre I : Généralités sur le Réseau UMTS

commutation des connexions circuit alors que le VLR contient une copie de profil de l'abonné et certaines informations plus précises relatives à la localisation de l'abonné.

**HLR** (Home Location Register) : représente une base de données des informations de l'utilisateur :

- L'identité de l'équipement utilisé pour l'utilisateur.
- Les numéros d'appel de l'utilisateur.
- Les informations relatives au type d'abonnement de l'utilisateur.

**AuC** (Authentication Centre) : est chargé de l'authentification de l'abonné, ainsi que du chiffrement de la communication.

**EIR** (Equipment Identity Register) : prend la gestion des vols des équipements utilisateur. (tableau I.1)

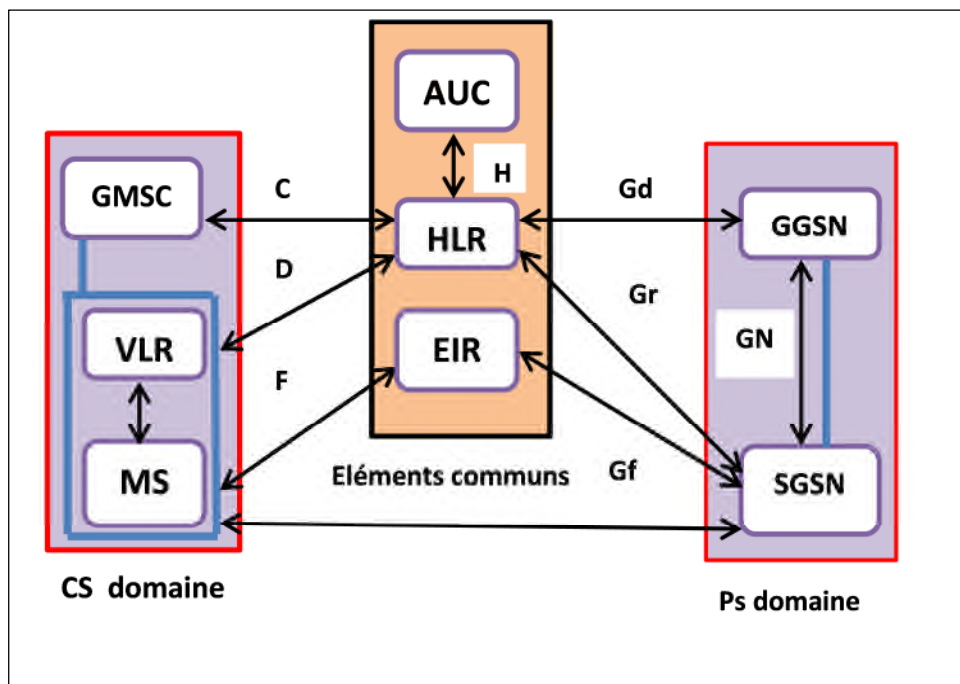


Figure I.7 : Réseau cœur

# Chapitre I : Généralités sur le Réseau UMTS

- Nous présentons les interfaces correspondantes au réseau cœur de l'UMTS :

Nom	Localisation	Utilisateur
<b>C</b>	GMSC-HLR	Interrogation du HLR pour appel entrant
	SM-GMSC-HLR	Interrogation du HLR pour message court entrant
<b>D</b>	VLR-HLR	Gestion de l'information d'abonnés et de localisation
<b>F</b>	MSC-EIR	Vérification de l'identité du terminal
<b>H</b>	HLR-AUC	Echange des données d'authentification
<b>Gd</b>	SGSN-SMS-GMSC	Echange de message court
<b>Gr</b>	SGSN-HLR	Gestion de la localisation
<b>Gf</b>	SGSN-EIR	Vérification de l'identité du terminal
<b>Gn</b>	SGSN-SGSN	Gestion de l'itinérance

**Tableau I.1** : les interfaces du réseau cœur

## I.4. Les canaux et les interfaces UMTS [5]

### I.4.1. Les canaux UMTS

Le protocole radio de l'UTRAN utilise des canaux de communication répartis en trois grandes catégories.

#### I.4.1.1. Canaux logiques

Ils correspondent aux différents types d'informations véhiculées par les protocoles de l'UTRAN. Ils font référence aux différentes données véhiculées par les protocoles radio concernant la couche MAC. Ils se divisent en deux catégories :

- ❖ Canaux logiques de contrôle
- ❖ Canaux logiques de trafic



## Chapitre I : Généralités sur le Réseau UMTS

---

canal	Lien	Utilisateur
BCCH	VD	Diffusion permanente d'information système
PCCH	VD	Envoie des messages de paging aux mobiles
DCCH	VM/VD	Envoie ou réception d'information de contrôle à des mobiles connectés au réseau transmission (réseau cœur)
CCCH	VM/VD	Envoie ou réception des données à des mobiles non encore connectés au réseau

**Tableau I.2 :** Les canaux logiques de contrôle

Canal	Lien	Utilisation
DTCH	VM/VD	Pour changer les données usager avec un mobile connecté au réseau
CTCH	VD	Transfert de données usager en mode diffusion (un groupe de mobile)

**Tableau I.3 :** Les canaux logiques de trafic

### I.4.1.2. Canaux transport

La notion d'un canal de transport est liée à la façon dont laquelle les données sont regroupées et transportées dans les canaux physiques et elle se divise en 3 sous canaux :

- ❖ Les canaux de transport commun.
- ❖ Les canaux de transport dédiés.
- ❖ Les canaux de transport partagés.

Canal	Lien	Utilisation
BCH	VD	Diffuse l'information aux UEs dans la cellule pour lui permettre d'identifier le réseau et la cellule.
FACH	VD	Transporte les données aux UEs qui sont enregistrés dans le système.
RACH	VM	Transporte les demandes de services des UEs voulant l'accès au système.
PCH	VD	Transporte les messages qui alertent le UE des appels entrant.
DSCH	VD	Permet de transporter des informations utilisateur ou des informations de contrôle partagé par les utilisateurs.

**Tableau I.4 :** Les canaux de transport commun

## Chapitre I : Généralités sur le Réseau UMTS

Canal	Lien	Utilisation
DCH	VD/VM	Permet le transfert des données à un UE particulier Chaque UE a son propre DCH de chaque direction

**Tableau I.5 :** Canal de transport débit

Canal	Lien	Utilisation
DCH	VD	Le seul canal partagé permet de transporter les données de contrôle

**Tableau I.6 :** Canal de transport partagé

### I.4.1.3. Canaux physiques

Un canal physique peut supporter plusieurs canaux de transport, il existe trois catégories de canaux physiques :

Canal	Lien	Utilisation
DPDCH	VD	Utilisé pour transfert des données utilisateur.
DPCCH	VD	Transporte l'information vers l'UE.

**Tableau I.7 :** Les canaux physiques dédiés à la voix descendante

Canal	Lien	Utilisation
DPCH	VM	Elle achemine les informations du canal de transport DCH.

**Tableau I.8 :** Les canaux physiques dédiés à la voix montante

Canal	Lien	Utilisation
PDSCH	VM/VD	Permet de partager le contrôle d'information pour les UEs
SCH	VM/VD	Pour communiquer avec le réseau (signalisation)

**Tableau I.9 :** Les canaux physiques communs

## I.4.2. Les interfaces

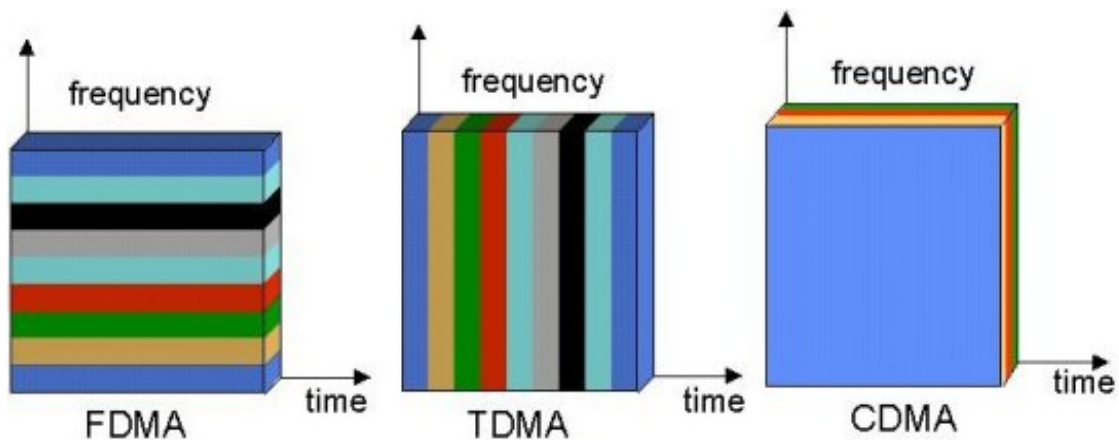
Le tableau suivant représente les différentes interfaces du réseau d'accès UTRAN

Interfaces	Localisation	Description
Cu	USIM-ME	Elle correspond à l'interface électrique entre la carte USIM et le terminal.
Uu	UE-UTRAN	Il connecte le terminal mobile à la station de base
Iu	UTRAN-CN	Iu-CS permet de connecte l'UTRAN avec le circuit du CN
		Iu-PS permet de connecte l'UTRAN avec le domaine de paquets du CN
Iub	Node B-RNC	Elle permet une connexion entre Node B et RNC
Iur	RNC-RNC	Elle relie différents RNCs

**Tableau I.10** : Les différentes interfaces du réseau UTRAN

## I.5. Méthode d'accès radio : WCDMA [6]

WCDMA (Wide band Code Duplexe Multiple Access) est une technique d'accès qui utilise l'étalement de spectre par la séquence directe. Dans ces procédés les bits correspondants aux données d'utilisateurs sont étalés, en les multipliant par une séquence de débit (chips), sur une large bande passante afin de pouvoir offrir différents débits, le WCDMA met en œuvre des transmissions à facteurs d'étalement variable et à multiples codes.



**Figure I.8:** Les techniques d'accès

## I.5.1. Code utilisé

Les codes d'étalement utilisés dans l'UTRAN sont deux types: les codes orthogonaux et les codes de brouillage.

### I.5.1.1. Code d'étalement

Les codes OVSF (Orthogonaux Variable Spreading Factor) ou les codes de canal peuvent varier leurs longueurs, selon le débit usager et multiplexer les différentes informations à transmettre. Les séquences sont orthogonales (l'intercorrelation entre deux séquences de code est nulle) et que les séquences ne sont pas toutes de même longueur

### I.5.1.2. Scrambling code

Permet de séparer les différents signaux d'une même station de base sans l'atténuation de débit ni de modifier la bande passante. Cela permet d'étaler un signal par plusieurs émetteurs avec un même code d'étalement. Sans compromettre la détection des signaux par le récepteur. Pour chaque code de scrambling est attribué un arbre de code d'étalement ; ce qui permet aux émetteurs d'utiliser les codes indépendamment.

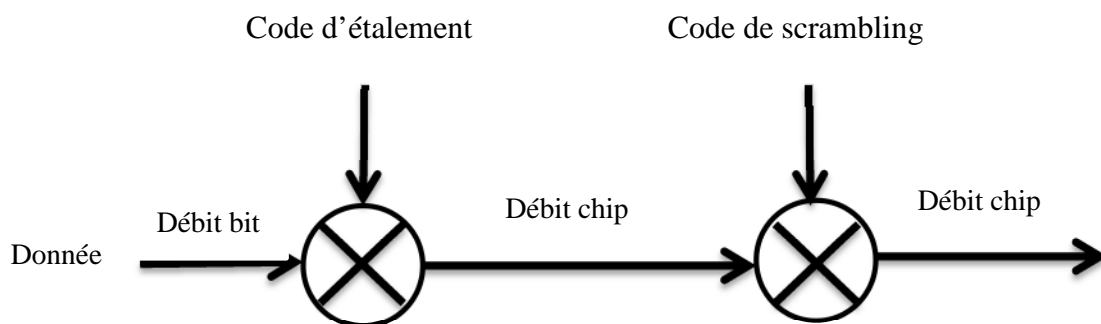


Figure I.9 : Les différents codes

## I.5.2. Contrôle de puissance

Le contrôle de puissance est la technique la plus importante en WCDMA surtout sur le lien montant, car plusieurs utilisateurs utilisent la même fréquence en même temps. Il y a une grande possibilité d'interférence entre les utilisateurs.

Dans le cas où nous n'avons pas de contrôle de puissance, un utilisateur qui se trouve

## Chapitre I : Généralités sur le Réseau UMTS

---

au bord de la cellule peut être perturbé par l'affaiblissement de parcours plus qu'un autre utilisateur qui se trouve près de Node B. L'utilisateur qui se trouve près du Node B peut bloquer une grande partie du signal émis par la Node B.

Dans le but d'avoir un bon niveau de capacité dans le réseau, les signaux reçus par les UEs, qu'ils soient près ou loin du Node B, doivent être à puissance égale. Nous avons besoin du contrôle de puissance pour minimiser le niveau d'interférence et fournir à l'utilisateur la qualité de service demandée.

### I.6. Le handover dans les réseaux UMTS [7]

C'est une technique de téléphonie mobile pour passer d'une cellule à une autre sans couper la communication dans un réseau cellulaire. Chaque cellule utilise une seule partie des fréquences réservées à un type de réseau UMTS.

Un mobile GSM ne peut se connecter qu'à une seule antenne, par contre le mobile UMTS peut aller jusqu'à trois. Lorsque la distance mobile/antenne augmente donc le signal se dégrade et pour éviter la coupure, le mobile se connecte alors automatiquement à une antenne d'une cellule adjacente.

### I.7. La respiration des cellules [8]

Consiste à régler les tailles des cellules selon la distribution du trafic sur l'air de couverture.

On distingue deux types :

- ❖ En lien montant si le nombre des équipements usagers accroit plus loin d'une certaine limite, les mobiles se trouvent à la périphérie de la cellule ne seront pas en mesure de fournir la puissance nécessaire pour assurer la valeur de  $E_b/N_0$  demandé par la Node B.

- ❖ En lien descendant, si les équipements usagers actifs sont plus nombreux dans la cellule, donc la Node B n'engage aucune puissance pour les équipements usagers éloignés, alors ces mobiles vont être infligés on parle alors de phénomène de respiration de cellules. Pour éviter ce phénomène il faut que le niveau d'interférence reçu soit contrôlé par le mécanisme assuré par le RNC.

### I.8. Les modèles de propagation

Permettent de prévoir les performances du réseau de transmission, ce sont des modèles mathématiques qui permettent de prédire l'impact d'un émetteur sur une certaine zone de réception soit la puissance du signal reçu. Ces modèles sont utilisés

# Chapitre I : Généralités sur le Réseau UMTS

pour planifier la couverture réseau, mobile (GSM, UMTS), broadcast (radio, TV).

On peut distinguer plusieurs types de modèles :

## ❖ Modèles physiques

Essaie de prédire la propagation des ondes radio, parmi ceux –ci les modèles à rayons qui calculent les trajets des ondes radio et tenant compte de phénomènes de réflexion et diffraction. Ces modèles nécessitent des grandes puissances de calcul. il est nécessaire de disposer des données des reliefs qui sont très coûteuse.

## ❖ Modèles empiriques

Essaie de prédire la couverture par critères statistiques. Utiliser surtout dans les milieux urbains tels que le modèle de Walfish Ikigami, Cost 231-hata, Okumura-Hata.

Dans la partie simulation en prêt en considération ce dernier modèle.

## I.9. Modélisation du canal radio mobile

Les modèles de propagation permettent de prévoir les performances du réseau de transmission, sans recourir aux mesures systématiques dont la mise en œuvre est lourde et coûteuse. En se basant sur l'environnement et en respectant les dimensions de la zone à couvrir.

### I.9.1. Modèle d'Okumura-Hata

Le modèle d'Okumura-Hata donne le niveau d'atténuation en fonction de la distance émetteur récepteur pour une série de fréquences et de hauteurs d'antennes de base fixe. Ce modèle a été défini par Hata en fonction des mesures effectuées par Okumura dans les environnements de Tokyo, il permet le calcul de l'affaiblissement de la puissance d'un signal traversant un canal radio.

En milieu urbain, l'affaiblissement en dB est donnée par :

$$L = 69.55 + 26.16 \log_{10}(f) - 13.82(H_b) - A(H_m) + [44.9 - 6.55 \log(H_b)] \log_{10}(d) \quad (I.1)$$

Le paramètre  $A(H_m)$  est un facteur de correction dépendant de la hauteur de l'antenne de la station mobile et de l'environnement.

Pour les villes de taille moyenne ou petite le facteur  $A(H_m)$  est définie par

$$A(H_m) = (1.1 \log_{10}(f) - 0.7)H_m - [1.56 \log_{10}(f) - 0.8]dB \quad 1m < H_m < 10m \quad (I.2)$$

Pour les grandes villes

$$A(H_m) = 8.29 \log_{10}(1.54 H_m) - 1.1dB \quad \text{Si} \quad f < 200\text{Mhz} \quad (I.3)$$

$$A(H_m) = 3.2 \log_{10}(11.75 H_m) - 4.97dB \quad \text{Si} \quad f > 200\text{Mhz} \quad (I.4)$$

## Chapitre I : Généralités sur le Réseau UMTS

---

Dans le cas d'un utilisateur au sol, c'est-à-dire pour une hauteur de 1,5 m, le coefficient  $A(H_m)$  est tout à fait négligeable.

f : la fréquence en Mhz.

Hm : la hauteur de mobile en mètre.

Hb : la hauteur de la Node B en mètre.

d : la distance en mètre.

### **I.10. Conclusion**

Le réseau UMTS est complémentaire aux deux réseaux GSM et GPRS. Il est ainsi une extension du GPRS qui fonctionne en mode paquet, sa vitesse de transmission atteint 2Mb/s.

L'architecture des trois réseaux GSM, GPRS et UMTS sont supplémentaires et interconnectés afin d'optimiser la qualité de service rendu à l'abonné.

# **Chapitre II: Processus d'optimisation de la 3G à base des indicateurs de performance**

---

## **II.1. Introduction**

L'optimisation est l'une des principales étapes d'amélioration des performances des réseaux des télécommunications, elle consiste en plusieurs types d'analyses et d'actions à entreprendre afin d'avoir des améliorations au niveau des réseaux et ceci que ça soit au niveau de la couverture, de la qualité du lien radio ou au niveau d'autres paramètres.

## **II.2. Les service de réseau UMTS [9]**

C'est l'effet universel produit par l'ensemble des fonctionnements d'un service qui détermine le degré de satisfaction de l'utilisateur. Elle doit prendre en considération deux grands paramètres importants :

- ❖ La capacité du réseau à fournir.
- ❖ Le service satisfaisant pour l'utilisateur comme (accessibilité, la continuité, intégrité...)

### **II.2.1. Le service support local**

Ce service TE/MT assure la liaison entre le TE et le MT.

### **II.2.2. Le service support de l'UMTS (UMTS BEARER SERVICE)**

Ce service utilise les deux services support d'accès radio et réseau cœur.

#### **II.2.2.1. Le service d'accès radio\ RAB :(Radio Access Bearer Service)**

Ce service assure le transport confidentiel de la signalisation et des données utilisateurs entre le TM et le réseau d'accès. Il est basé sur les caractéristiques de l'interface radio pour maintenir un TM en mouvement. Lors de l'établissement d'un service support d'accès radio des paramètres sont communiqués dans le réseau d'accès UTRAN comme la taille et le format des paquets SDU (Service Data Unit). Il utilise le service support radio et le service support de l'interface Iu.

#### **II.2.2.2. Le service support du réseau cœur (Core Network Bearer Service)**

Le rôle de ce service est d'utiliser le réseau dorsal (Background) pour fournir la qualité de service demandée. Il interconnecte le nœud de bordure et la passerelle entre le réseau cœur et réseaux extérieurs.



## **Chapitre II: Processus d'optimisation de la 3G à base des indicateurs de performance**

---

### **II.2.3. Le service support radio (Radio Bearer Service)**

Il gère toutes les fonctions liées au support de l'interface radio comme la segmentation et réassemblage. Il utilise les données fournis par l'UMTS (FDD/TDD).

### **II.2.4. Le service support de l'interface Iu (Bearer service)**

Il assure le transport entre le réseau d'accès UTRAN et le réseau cœur CN.

### **II.2.5. Le service support de réseau dorsal (Background Bearer Service)**

Il permet de gérer les fonctions de la couche 1 et la couche 2 et d'assurer les besoins de qualité de service du réseau cœur CN.

## **II.3. Indicateurs clés de performance [9]**

Les indicateurs clés de performance peuvent être définies comme ensemble de résultats qui comptent les performances durant les heures chargées ou les heures normales sur le réseau entier. Des centaines de KPIs existent. Ils emploient des compteurs d'une ou plusieurs mesures et peuvent être calculés à partir d'un compteur ou d'une formule de plusieurs compteurs. La période de l'observation se rapporte à la durée des échantillons rassemblés : heure, jour, semaine, mois, etc.

On indique six indicateurs de performances.

### **II.3.1. L'accessibilité au service**

C'est la possibilité pour l'utilisateur d'établir un appel, donc d'accéder au réseau, quand il le désire. Elle se calcule dans le réseau UTRAN sur deux étapes : RRC et RAB, et par rapport à différents services.

#### **➤ 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 types 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). L'admission Control est l'option qui permet d'accepter ou de rejeter de nouvelles connexions selon la vérification de certains critères:

## Chapitre II: Processus d'optimisation de la 3G à base des indicateurs de performance

---

- **Grade of Service** : constitué de plusieurs indicateurs qui reflète ce taux d'admission pour chaque type de service.
- **Rejet avant ou après admission control** : il permet de différencier si les connexions étaient rejetées avant ou après le contrôle d'admission.
- **Cause de rejet par admission control** : dû essentiellement à l'échec de l'établissement du RAB à cause d'une insuffisance que ça soit au niveau de la puissance en VD, au niveau des codes de canalisation et ou au niveau VD/VM.

### II.3.2. La Maintenabilité du service

C'est la possibilité de maintenir l'appel jusqu'à ce qu'il soit terminé normalement sans être déconnecté par le réseau sauf dans le cas d'épuisement du forfait.

#### ➤ Indicateurs de maintien de l'appel

**Taux de coupure:** on peut tirer des informations sur le taux de coupure d'appels sur l'interface radio et le taux total de coupure d'appels détectés par UTRAN.

**Minutes per Drop** : il permet de calculer le temps moyen entre deux coupures consécutives. Cette méthode est appliquée seulement dans le cas du PS et elle n'est pas valable dans le cas du CS.

**Causes de coupures voix** : il y a plusieurs KPI permettant d'identifier les causes de coupures de la voix, comme : la perte de synchronisation VM, le manque de relation de voisinage, déconnexion due au soft handover.

### II.3.3. Charge et utilisation

Il s'agit de résoudre le problème de répartition de la charge et de l'allocation de puissance en cellules UMTS.

#### ➤ Indicateurs de charge et utilisation

- **Trafic par RNC** : définit les indicateurs de trafic sur tout le RNC pour les deux types de services : PS R99 et HS.
- **Trafic par Ucell** : Le trafic par cellule se calcule en Kbit pour tous les services mais aussi en Erlang pour la voix.

## Chapitre II: Processus d'optimisation de la 3G à base des indicateurs de performance

---

- **Trafic par RBS** : Le trafic HS est calculé par RBS en se basant sur l'indicateur HsDsch Resources mesuré en bit.
- **Nombres d'utilisateurs** : Permet de calculer le nombre d'utilisateurs connectés par service.
- **Occupation des codes**: Calcule le nombre de codes occupés par service.

### II.3.4. Intégrité du service

Il s'agit d'une notion relative à la qualité de la voix. Il existe des équipements qui permettent de générer des séquences phonétiques en émission et calcul le taux de corrélation avec la séquence reçue.

#### ➤ Indicateurs d'intégrité

- **Throughput moyen par RNC** : permet de déterminer le débit moyen par RNC pour les deux types de services PS R99 et HS.
- **Throughput moyen par cellule**: permet de déterminer le débit moyen par cellule et utilisateur.
- **BLER** : Le Block Error Rate est déterminé grâce à l'indicateur HS BLER.

### II.3.5. Disponibilité

Il s'agit de résoudre les problèmes concernant la disponibilité du service demandé ainsi que la disponibilité en termes de HS (High Speed) user.

#### ➤ Indicateurs de disponibilité

- **Disponibilité cellule** : c'est le calcul du pourcentage de disponibilité d'une cellule.

### II.3.6. Mobilité

Il s'agit de résoudre les problèmes concernant la gestion de la mobilité ce qui constitue un important défi technique à relever, afin d'empêcher la terminaison forcée de l'appel et permettre l'exécution des applications d'une manière transparente.

#### ➤ Indicateur de mobilité

- **Soft et softer Handover** : Les indicateurs du taux de succès du Soft Handover se calculent soit au niveau de la cellule soit au niveau Utran Relation.

## Chapitre II: Processus d'optimisation de la 3G à base des indicateurs de performance

- **Hard Handover** : Les indicateurs du taux de succès du hard Handover se calculent soit au niveau de la cellule où bien au niveau d'Utran Relation.
- **I-RAT Handover** : Les indicateurs de l'IRAT HO (l'Inter radio Access Technology handover) se calculent en se basant sur I-Rat Handover par cellule et I-RAT Handover par service.
- **HS Cell Change** : Le changement de cellule lors d'un service HS s'appelle HS cell Change.

### II.4. Schéma du processus de l'optimisation à base des KPIs

Le processus d'optimisation à base des KPIs (Key performance indicators) est un cycle périodique à qui on peut faire appel plusieurs fois dans un même réseau de communication mobile, soit juste après le déploiement du réseau.

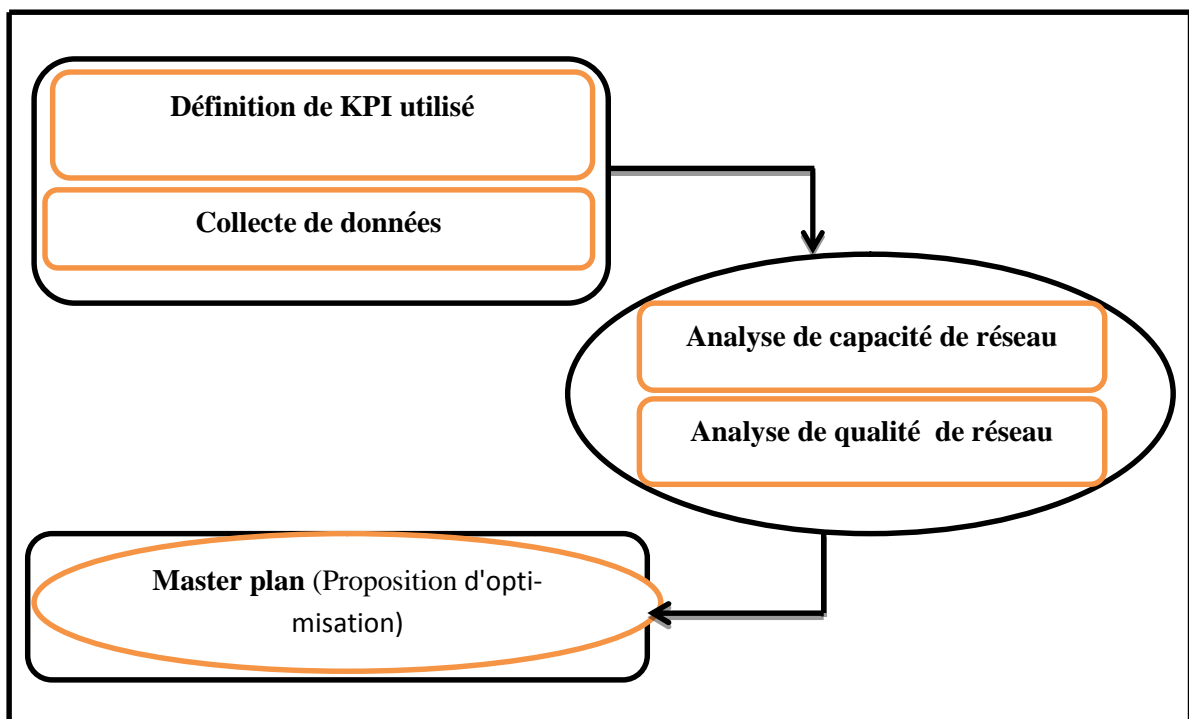


Figure II.1 : Schéma du processus de l'optimisation

## Chapitre II: Processus d'optimisation de la 3G à base des indicateurs de performance

### II.5. Exemples des marges acceptables pour les KPI collecté

[10]

Voici un exemple de quelques KPI :

KPI collecté	Extrémité initiale de service cible suggérée par Huawei
RRC Success Rate – CS	$\geq 98.5\%$
RRC Success Rate – PS	
RAB Radio Success Rate – HSDPA	$\geq 98\%$
RAB Radio Success Rate – CS64	$\geq 97.5\%$
RAB Radio Success Rate – Speech	$\geq 98.5\%$
DCR – Speech	$\leq 2\%$
HS “Minutes per Drop” – P5 IRAT U2GHO success rate speech	95%

Tableau II.1 : Exemple des KPIs et leurs marges acceptable

### II.6. Quelques KPI de l'UTRAN

On va définir quelques KPI les plus utilisés.

#### II.6.1. Accessibility success rate

Ce KPI peut être décomposé en deux parties (circuit switched et circuit paquet) pour les quatre classes de service (Conversationnel, Streaming, Interactive et Background).

Les problèmes rencontrés lors de l'établissement d'un appel sont liés à:

❖ **Renvoi d'une connexion RRC :**

- Embouteillage (code, puissance).

## Chapitre II: Processus d'optimisation de la 3G à base des indicateurs de performance

- Problèmes de transmission.
- ❖ **Problème de connexion RRC**
  - L'équipement usager ne reçoit pas le message RRC connexion setup.
  - Le Node B ne reçoit pas le message RRC connexion setup complet.
- ❖ **Problème lies à l'établissement du RAB (Radio Success Rate)**
  - Déclenchement de relocalisation.
  - Des fonctionnalités qui ne sont pas supportées par l'UTRAN.
  - Ressources indisponibles.
  - Echec d'établissement d'une connexion transport.
  - Pas de réponse.

Ce taux de succès d'accessibilité est donné par la formule suivante :

$$\text{Accessibility success rate} = \text{RAB} \times \text{RRC}$$

RAB : *pourcentage du taux de succès d'établissement*

RRC : *pourcentage du taux de succès des connexions*

Voici le taux d'établissement RAB, RRC de la connexion que nous avons pu récupérer au centre de maintenance MPOK à Alger.

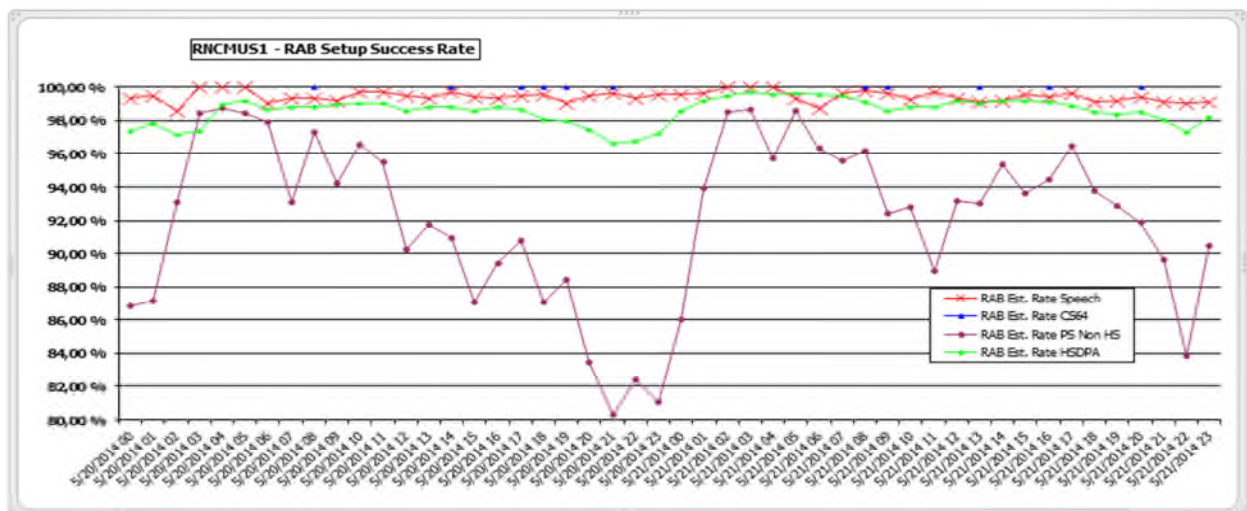


Figure II.2 : Accessibilité au niveau du RAB

## Chapitre II: Processus d'optimisation de la 3G à base des indicateurs de performance

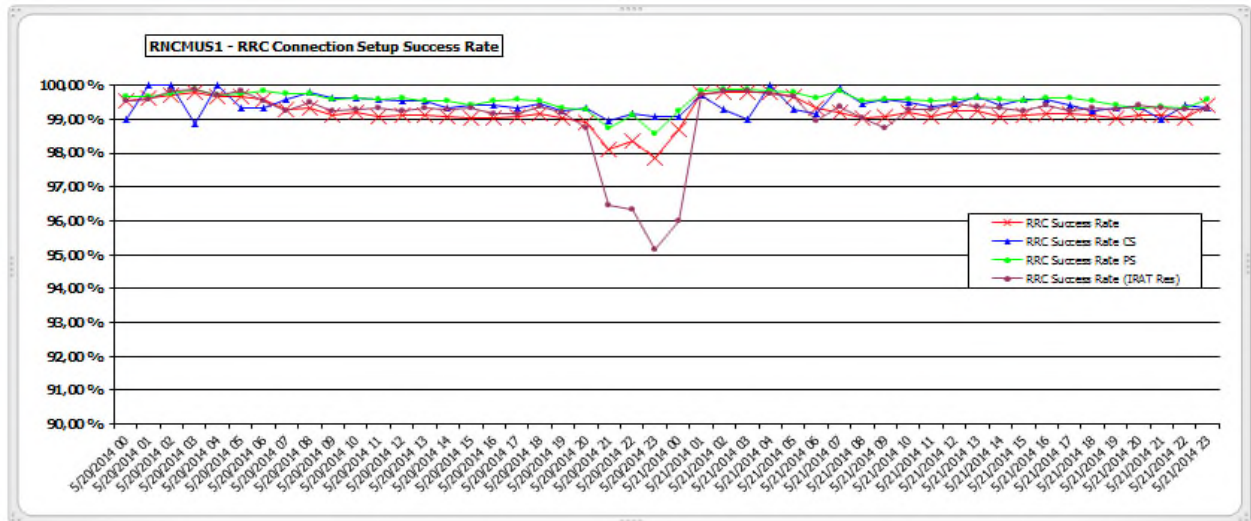


Figure II.3 : Accessibilité au niveau de RRC

Ces deux graphes présentés dans les figures ((II.2), (II. 3)) nous donne des informations supplémentaires et montre que la baisse de l'accessibilité durant deux journées successive 20/05/2014 et le 21/05/2014 relever sur le logiciel (OMCR) est due à un problème dans la liaison RAB.

### II.6.2. Coupure d'appel

La coupure d'appel peut avoir lieu lorsque le niveau de champ et la qualité de signal de la cellule serveuse sont faibles, tandis que pour la cellule voisine, les conditions sont bonnes, mais qu'elle n'est pas déclarée autant qu'une cellule voisine.

Après la fixation du RAB, le message <<Iu Release command>>est envoyé par le réseau cœur comme réponse au message << Iu Release Request>>ou bien <<RAB Release Request>> de la part de RNC Cela donne :

- Réussite de relocalisation.
- Stationnarité de l'utilisateur.
- Relâchement normal de la connexion.

## Chapitre II: Processus d'optimisation de la 3G à base des indicateurs de performance

### II.6.2.1. Le taux de baisse donné

Ce problème est dû aux :

- Problèmes de couverture ou interférence, radiofréquence dont problèmes de voisinage.
- Problèmes de transmission.
- Prémption activée au niveau du RAB.
- Pendant que RNC envoie le message <<Active Set Update>> pus attend la réponse du UE, si le message n'arrive pas, il annule cette <<RRC connections>> et déclenche un call drop. La figure II.4 représente le taux de coupure d'appel de la région de Alger centre durant les deux jours 20/05/2014 et 21/05/2014.

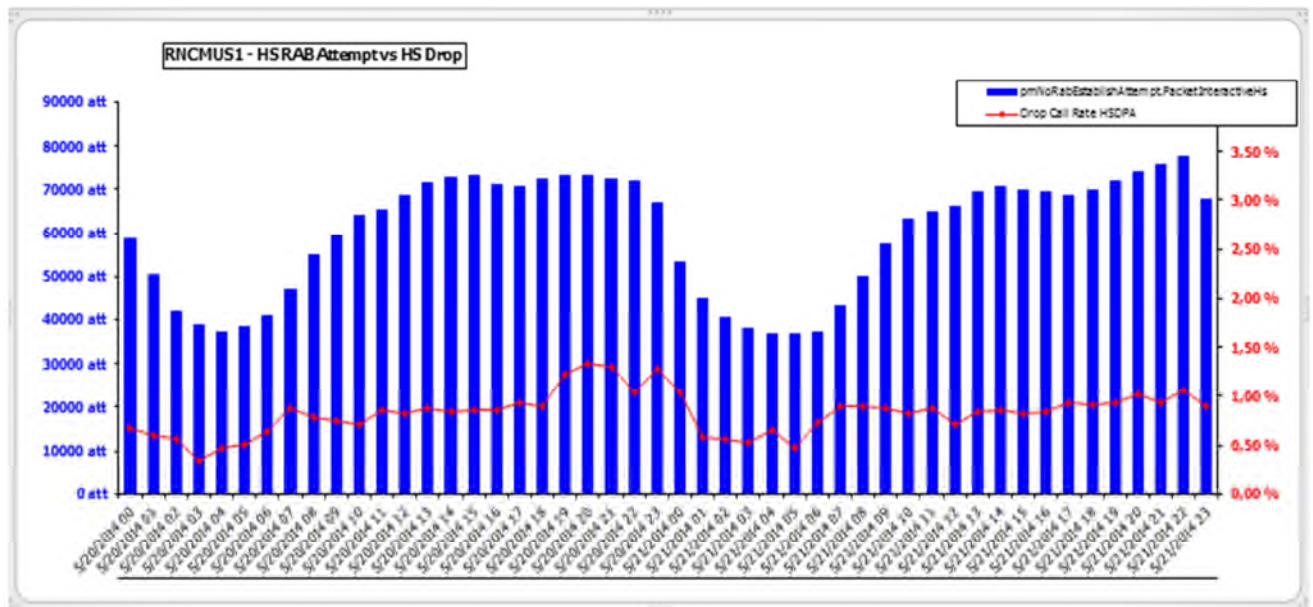
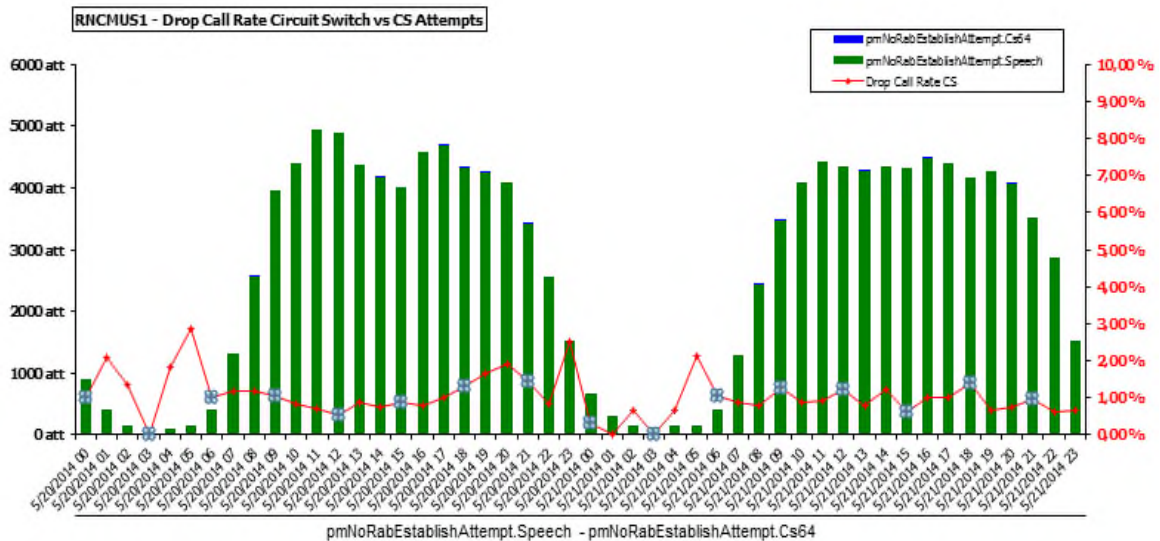


Figure II.4 : Les taux de coupures d'appel en HSDPA



## Chapitre II: Processus d'optimisation de la 3G à base des indicateurs de performance

La figure II.5 représente le taux de coupure d'appel en mode CS de la région d'Alger centre.



**Figure II.5 :** Le taux de coupure d'appel en CS

La maintenabilité est un paramètre très important car l'appel ne doit pas être interrompu. Pour la même période cité précédemment le graphe suivant montre que le taux de coupure des appels et le taux de coupure HS diffère entre 0,5 et 1,5% ce qui reste inférieur à 2% donc il est dans la marge acceptable.

### II.6.3. Handover

#### II.6.3.1. Soft/Softer handover

La formule du Soft/Softer Handover Success Rate est donnée ci-dessous

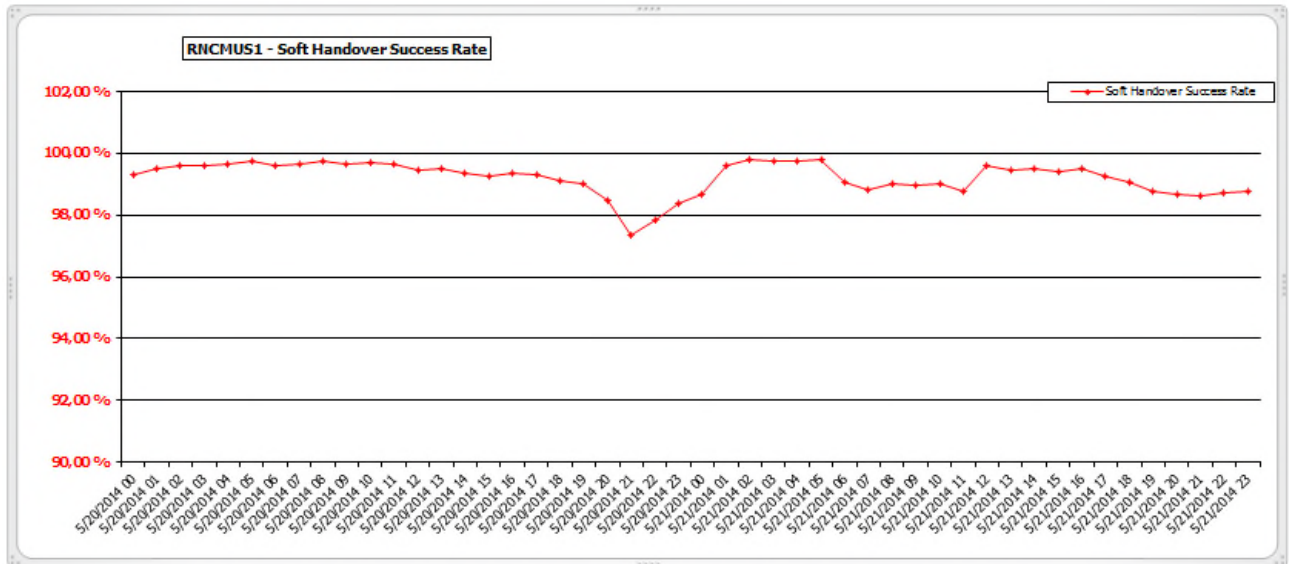
$$\text{Soft (Softer) Handover Success Rate} = \frac{\text{Soft (Softer) Handover Success}}{\text{Soft (Softer) Handover Request}} \times 100\%$$

L'échec de soft/softer handover peut être créé par plusieurs raisons :

- Des configurations incapables ou rejetées
- Concurrence au niveau de la reconfiguration.

## Chapitre II: Processus d'optimisation de la 3G à base des indicateurs de performance

La figure II.6 montre l'indice de réussite de connexion soft handover dans la région d'Alger centre durant une même période.



**Figure II.6 :** Indice de réussite de connexion soft handover

On voit bien que le RNCMUS1 a un taux de soft handover réussi car le taux indice de réussite de connexion soft handover varie entre 97% à 100% ce qu'est ce rappelle aux normes exigées.

### II.6.3.2. Hard handover

La formule du hard handover est donnée par :

*Hard handover success rate*

$$= \frac{\text{Hard handover success}}{\text{Hard handover request}} \times 100\%$$

L'échec de hard handover peut être créé par plusieurs raisons :

- Des configurations rejetées ou incapables.
- Incompatibilité au niveau de la reconfiguration.

# Chapitre II: Processus d'optimisation de la 3G à base des indicateurs de performance

## II.6.3.3. Handover inter RAT-système

La formule du interRAT Handover to GSM succès RAT est donner par

$$\text{Inter-RAT Handover to GSM Success Rate} = \frac{\text{inter-RAT handover from UTRAN to GSM success}}{\text{inter-RAT handover from UTRAN to GSM attempts}} \times 100\%$$

L'échec peut être créé par plusieurs raisons :

- Echec au niveau d'un canal physique.
- Les informations du au GSM sont erronées.
- La configuration du BSS.

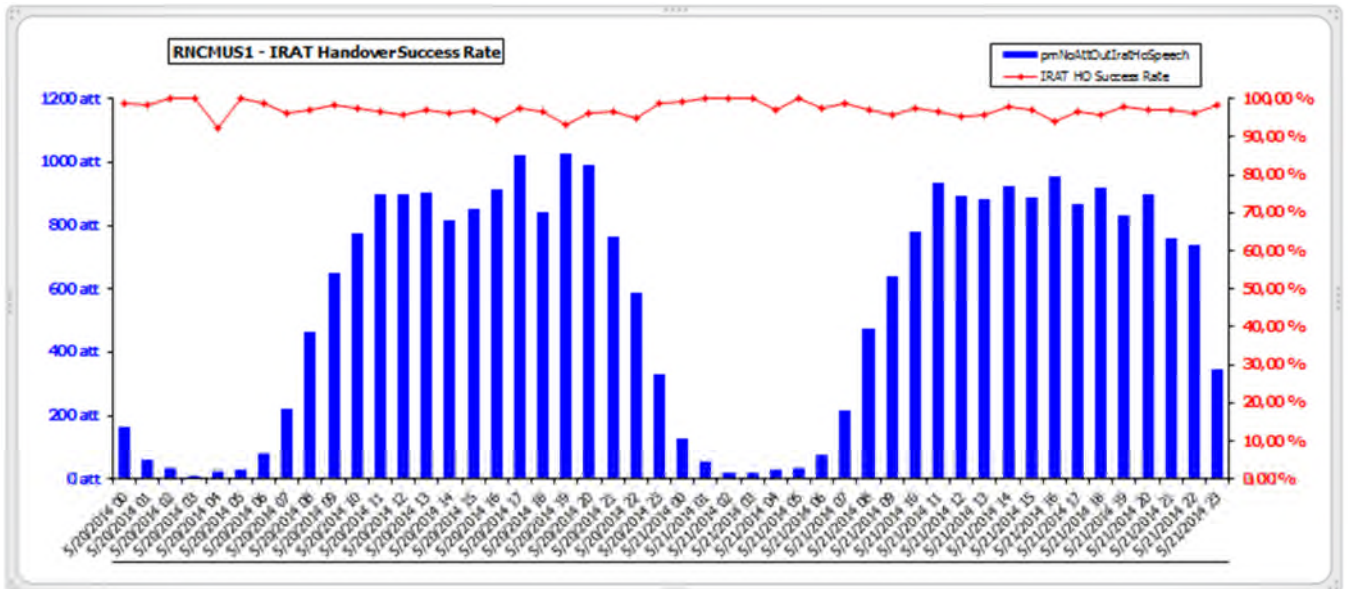


Figure II.7 : Indice de réussite de connexion et IRAT HO

La figure II.7 nous donne des renseignements sur le taux de réussite de passation de handover est entre 90 % et 100% même si le nombre de tentative d'appel augmente le taux rester loin de la valeur critique.

## **Chapitre II: Processus d'optimisation de la 3G à base des indicateurs de performance**

---

### **II.6.4. Trafic [11]**

Lors des mesures du Trafic, on distingue les appels CS et les appels PS. Ces mesures peuvent être reportées sous forme de moyenne tenant en compte les résultats de toute la journée ou en heure de charge où on mesure un maximum de trafic.

Pour les mesures de ce KPI, il n'y a pas de seuil fixe à comparer avec, car cela dépend de la taille des cellules ou du RNC. On y distingue aussi l'Urbain et le rural. Toutefois, une valeur très minimale est signe de problèmes qui peuvent être liés à un dysfonctionnement de la NodeB par exemple.

### **II.7. Planification et optimisation de réseau cœur 3G**

L'évaluation de la capacité et plus tard l'estimation du nombre de terminaux utilisateurs (UE) la distribution de service la densité du trafic qui sont des éléments essentiels, chaque terminal utilisateur et définit selon les paramètres spécifiques qui entre dans le domaine d'optimisation telle que le contrôle de puissance, le bruit et la capacité de récepteur particulièrement les niveaux de  $(E_c/I_0)$  et  $(E_b/N_0)$ , rapport signal à interférences et rapport signal à bruit.

#### **II.7.1. Evaluation du réseau**

Afin de réaliser une bonne qualité du service pour les utilisateurs, les opérateurs choisissent les KPIs pour visualiser, leur réseau. L'idée c'est repérer les KPIs pertinents et commencer à identifier l'élément défectueux du réseau.

##### **II.7.1.1. Analyse de réseau**

Cette étape de collecte d'information est une part importante de ce processus. Telle que la base de données (présente et prévu), topographie de la région mesurée.

Dans le réseau 3G comme fonctionnalités prolongé pour le processus entier tournera autour des deux éléments de réseau MSC et MGW (leur interconnexion).

##### **II.7.1.2. Dimensionnement de réseau**

La base de souscripteurs existante et le taux de croissance prévu sont des facteurs importants pour le dimensionnement.

## **Chapitre II: Processus d'optimisation de la 3G à base des indicateurs de performance**

---

Le calcul des dimensions se fait de telle manière que lors de mise en application, le réseau traite le trafic en expansion pendant les prochaines années.

Dans le réseau 3G une approche double est adoptée. Le réseau est dimensionné en ce qui concerne les plans utilisateurs et le plan de commande.

### **II.7.2. Les Classes d'indicateur 3G [12]**

On distingue quatre classes d'indicateur :

#### **II.7.2.1. Classe A (Conversational)**

Cette classe est utilisée dans la téléphonie, elle peut être utilisée dans les nouvelles applications internet. Elle permet d'impliquer deux utilisateurs ou plus.

Exemple la téléphonie et la visiophonie.

#### **II.7.2.2. Classe B (Streaming)**

Représente les services de vidéo à la demande, la diffusion radiophonique et applications de transfert d'image (classe impliquant un utilisateur et un serveur de données).

#### **II.7.2.3. Classe C (Interactive)**

Cette classe est utilisée quand l'utilisateur dialogue interactivement avec un serveur de données (application).

Contrairement aux classes A et B, les performances temps réel ne sont pas nécessaires, ainsi les informations doivent pas être modifiées.

Les délais sont de l'ordre de la seconde. Comme exemple d'application de cette classe, le transfert de fichier par FTP.

#### **II.7.2.4. Classe D (Background)**

C'est la classe la moins difficile en termes de délai de transfert, des données dont la priorité est inférieure à celles de classe C.

Les délais peuvent être  $< 10$  seconde. L'exemple d'application de cette classe est Fax, notification d'arrivée des

E-mails et SMS.

## Chapitre II: Processus d'optimisation de la 3G à base des indicateurs de performance

---

### II.8. TEMS [13]

Les tems sont prélevé une fois en cas d'échec ou de coupure d'appel. Ces échantillons prélevés permettent d'analyser le niveau de signal afin d'avoir une idée sur la qualité de la couverture. Le tems est un outil nécessaire pour surveiller et maintenir le réseau cellulaire, l'objectif principal est d'analyser les cellules. Il permet de suivre le comportement de la cellule en temps réel.

#### II.8.1. Le canal pilote CPICH

Le CPICH est un facteur très important pour le handover (sélection et resélection de la cellule), la puissance du canal piloté indique au mobile la cellule à laquelle il doit rattaché. Le ME décide à combien de stations il sera rattaché, pour permettre la mobilité dans le réseau d'une part et le renforcement du lien radio d'autre part.

Les problèmes causant les trous de couverture sont :

- ❖ Pilot pollution : interférences détecté dans la zone on l'on a un bon niveau de signal et une mauvaise qualité.

Par exemple pour des valeurs de RSCP supérieures à -100 dBm et  $E_c/N_0$  inférieur à

-12dB. Ceci est dû à :

- ❖ Mauvaise configuration et positionnement des antennes.
- ❖ Des pertes considérables au niveau de câble.
- ❖ Un mauvais réglage des paramètres de puissance des canaux de contrôle.

La couverture classée en quatre niveaux avec un seuil des valeurs RSCP,  $E_c/N_0$ .

Le tableau II.2 représente les niveaux de couverture.

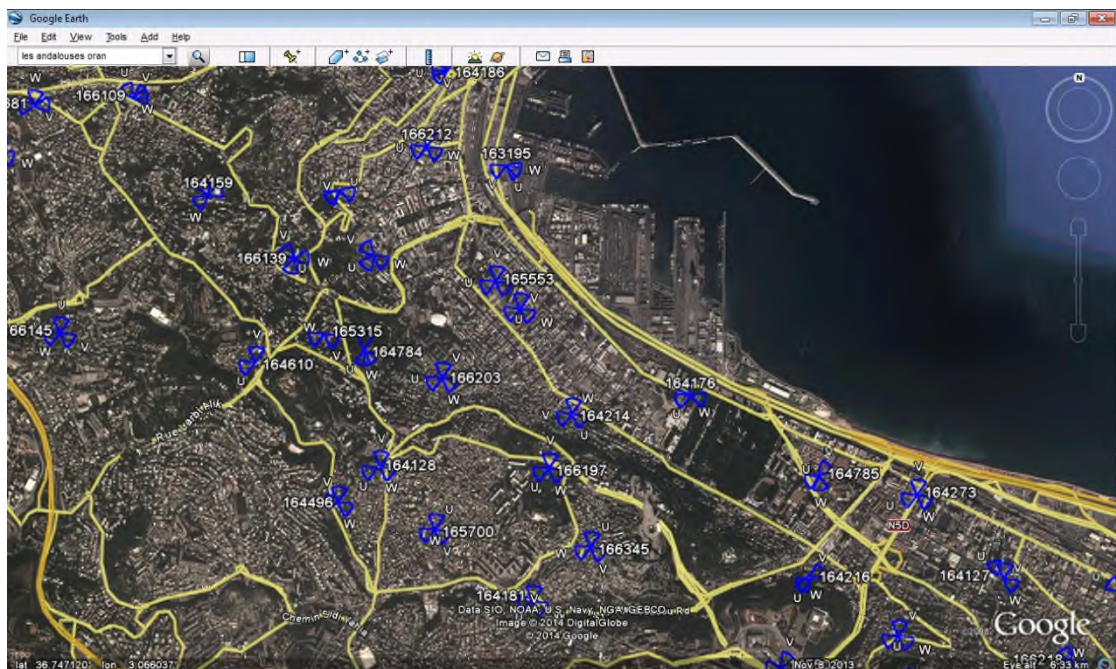


## Chapitre II: Processus d'optimisation de la 3G à base des indicateurs de performance

NIVEAU	La couleur	Le taux de seuil (dBm)
1	Verre	$E_c/N_0 \geq -9, RSCP \geq -94,$
2	Jaune	$-9 > E_c/N_0 \geq -13, -94 > RSCP \geq -104$
3	Marron	$-13 > E_c/N_0 \geq -18, -104 > RSCP \geq -119$
4	Rouge	$E_c/N_0 < -18, RSCP < -119$

**Tableau II.2 :** Les niveaux de couverture

La figure (II.8) représente les positions des Nodes B de la région d'Alger, ainsi que les figures (II.9), (II.10) représentent les niveaux de couverture et d'interférence.



**Figure II.8 :** Les positions des Nodes B dans la région d'ALGER

## Chapitre II: Processus d'optimisation de la 3G à base des indicateurs de performance

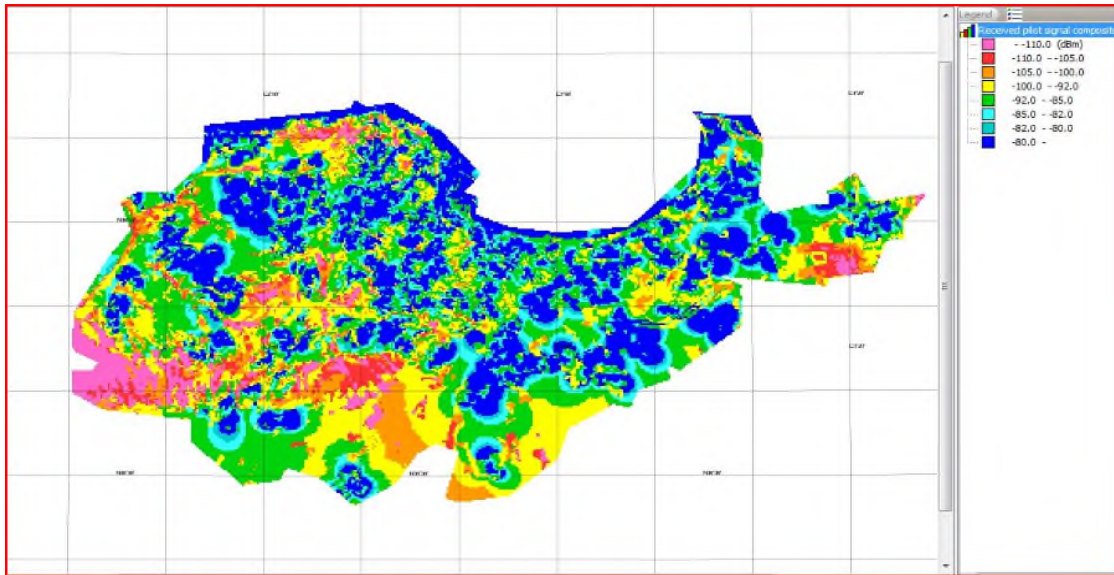


Figure II.9 : Les niveaux de couverture dans la région d'ALGER

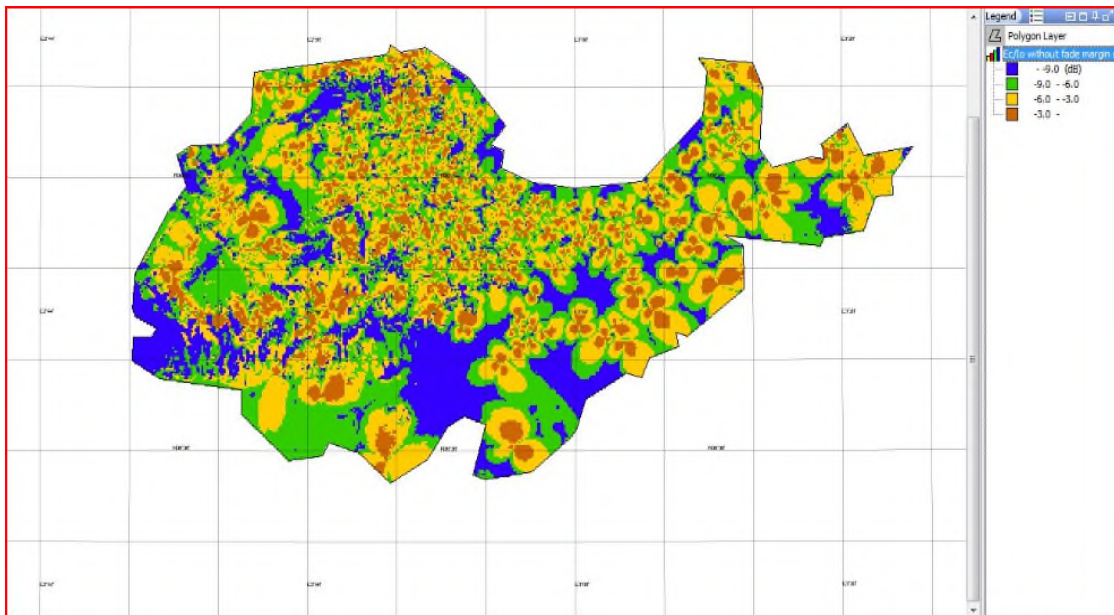


Figure II.10: Les niveaux d'interférences dans la région d'ALGER



## **Chapitre II: Processus d'optimisation de la 3G à base des indicateurs de performance**

---

### **II.9.Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons défini les paramètres de la qualité de service (QoS), en insistant sur les indicateurs clés de performances (KPIs) permettant de prendre une décision sur l'état de réseau.

Nous avons aussi introduit les classes de KPIs et la définition de chacun d'eux en permettant une analyse des données d'un opérateur (mobilis). Il nous a permis de voir la composition des Node B ainsi que leur couverture et l'interférence. Après comparaison par rapport aux normes introduites au début de ce chapitre, l'opérateur présente une bonne qualité dans la plus part du temps et un taux de défaillances dans d'autres 21:00 h à 00 :00 h, c'est pour ces raisons qu'on a adopté une méthode permettant d'optimiser le taux de couverture et de réduire le taux d'interférence qu'on va présenter dans le présent chapitre.

### III.1.Introduction

Pour concevoir un réseau mobile cellulaire (UMTS), il est très important de placer les Nodes B dans le réseau d'une façon optimal afin d'avoir un meilleur service. Les positions des Nodes B dans le réseau est un problème important au cours de la conception. Nous tentons de résoudre ce problème d'optimisation en utilisant une technique inspirée de la nature. Dans la suite du chapitre nous présentant une solution basé sur l'optimisation par essaim de particules (PSO).

### III.2. Présentation de la méthode d'Optimisation d'essaim de particules (PSO)

L'optimisation par essaim de particule (OEP) ou bien PSO (Particle Swarm Optimization), a été inventée par Russel Eberhart (ingénieur en électricité) et James Kennedy (socio-psychologue) en 1995. Au départ J. Kennedy et R. Eberhart cherchaient à simuler la capacité des oiseaux à voler de façon synchrone et leur aptitude à changer brusquement de direction tout en restant en une formation optimale. Le modèle qu'ils ont proposé à ensuite été étendu en un algorithme simple et efficace.

#### III.2.1. Le principe des PSO

Le principe est d'explorer l'espace de recherche d'un problème quelconque pour trouver l'ensemble des paramètres qui maximise/minimise un objectif particulier. Cet objectif est atteint en suivant un algorithme dédié que l'on verra par la suite.

##### III.2.1.1.Notion de voisinage

Le voisinage constitue la structure du réseau social. Les particules à l'intérieur d'un voisinage communiquent entre-elles. En général, pour une nuée d'oiseaux, le voisinage suit trois types de topologies :

- Topologie en étoile (Figure1 (a)) : le réseau social est complet, donc une communication complète et une attirance vers la meilleure particule.
- Topologie en anneau (Figure1 (b)) : chaque particule communique avec  $n$  voisines immédiates. Chaque particule tend à se déplacer vers la meilleure dans son voisinage local.

## Chapitre III : Optimisation des sites des Node B

- Topologie en rayon (Figure1 (c)) : une particule "centrale" est connectée à toutes les autres. Seule cette particule centrale ajuste sa position vers la meilleure, si cela provoque une amélioration, l'information est propagée aux autres.

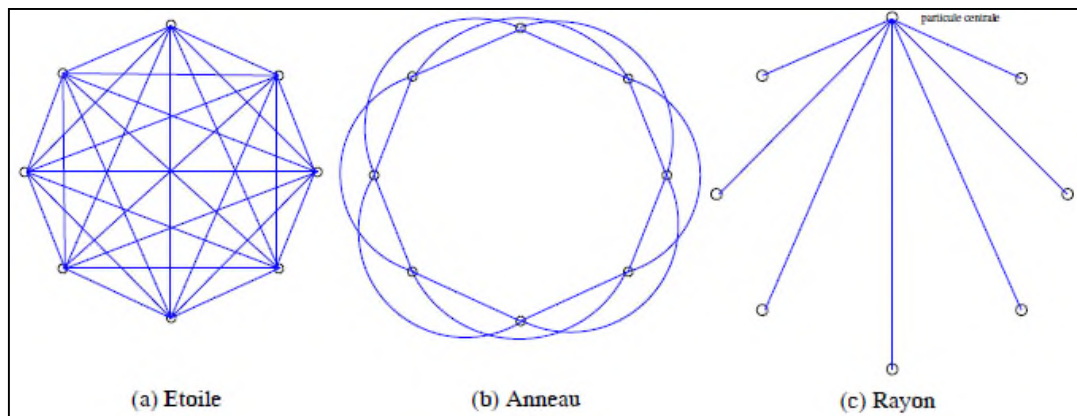


Figure III.1 : Différent types de topologie pour un essaim de particule

### II.2.2. Résolution du problème d'optimisation des sites des Nodes B par l'algorithme PSO

Pour appliquer la méthode PSO il faut définir un espace de recherche constitué de particules et une fonction « objectif » à optimiser. Le principe de l'algorithme est de déplacer ces particules afin qu'elles trouvent l'optimum. Pour appliquer cet algorithme il faut prendre en considération :

- Une position : c'est-à-dire ses coordonnées dans l'ensemble de définition.
- Une vitesse qui permet à la particule de se déplacer. De cette façon, au cours des itérations, chaque particule change de position. Elle évolue en fonction de son meilleur voisin, de sa meilleure position précédente. C'est cette évolution qui permet de tomber sur une particule optimale.
- Un voisinage : c'est-à-dire un ensemble de particules qui interagissent directement sur la particule, en particulier celle qui a le meilleur critère.

A tout instant, chaque particule connaît :

- Sa meilleure position visitée. On retient essentiellement la valeur du critère calculée ainsi que ses coordonnées.
- La position du meilleur voisin de l'essaim qui correspond à l'ordonnement optimal.

## Chapitre III : Optimisation des sites des Node B

---

- La valeur qu'elle donne à la fonction objectif car à chaque itération il faut une comparaison entre la valeur du critère donnée par la particule courante et la valeur optimale.

### III.3. Les étapes à suivre pour l'application de la méthode des PSO

#### III.3.1. Organigramme

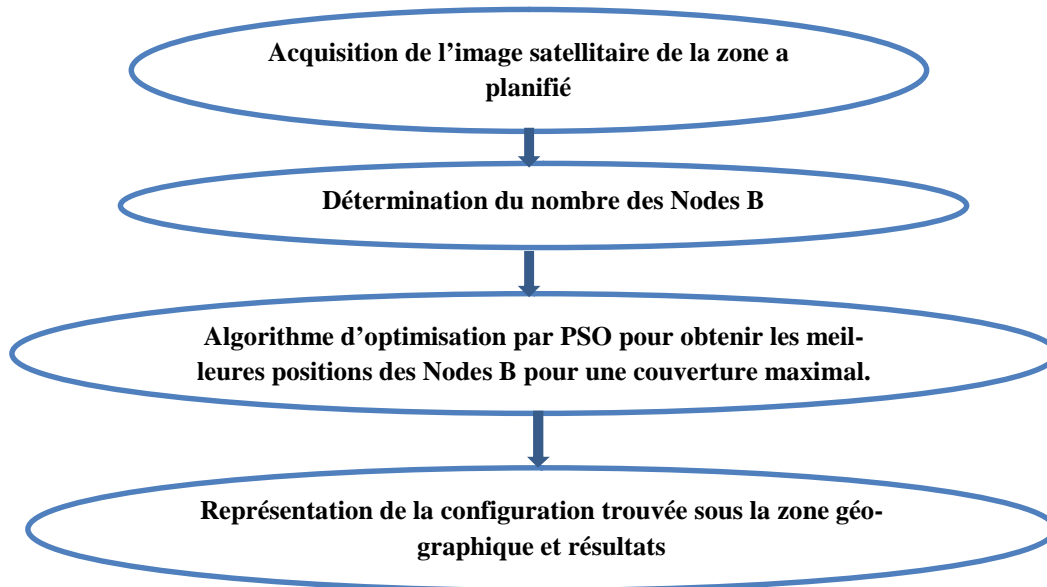
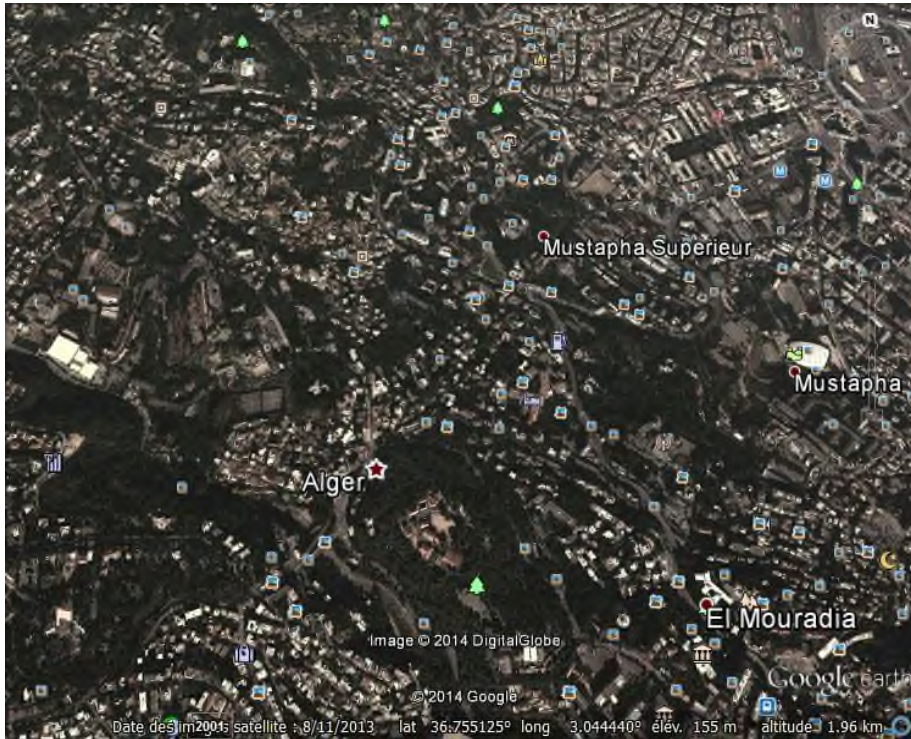


Figure III.2 : Organigramme de l'application de la méthode des PSO

#### III.3.2. Acquisition de l'image de la zone à planifier

On aura pour la région d'Alger centre la figure suivante qui représente une ville urbaine de taille moyenne. L'image est chargée de Google Earth (figure III.3).



**Figure III.3 :** Image satellitaire de la ville d'Alger centre

Pour l'image compressée utiliser en Matlab l'échelle est donné par  $[6374m^2/pixel]$  c-à-d. Chaque pixel représente dans la réalité une surface d'environ  $80 \times 80m^2$ .

Echelle de l'image réelle =  $10 \times$  échelle de l'image compresser.

### III.3.3. Allocation du nombre des Node B

Pour la région étudiée le nombre de Node B est

$$NNB = ?$$

On a la surface de couverture d'un seul Node B est :

Le rayon de couverture d'un seul Node B = 1.132 Km soit 15 pixels.

$$SCNB = (1.132)^2 * \pi = 624 \text{ pixel} \quad (\text{III.1})$$

**La surface à couvrir**

$$SC = 39.01 \text{ Km}^2$$

$$NNB = \frac{SC}{SCNB} \quad (\text{III.2})$$

$$NNB = 10$$

## Chapitre III : Optimisation des sites des Node B

### III.3.4. Application de l'algorithme d'optimisation pour trouver les meilleures positions des Node B pour une couverture maximale

#### III.3.4.1. Paramètres d'entrée

- Le rayon de couverture  $R=1,132\text{km}$  qui est constant pour toutes les Nodes B.
- Le nombre des Nodes B  $NNB=10$ .
- Le modèle de propagation (okumara-hata).
- Zone géographique (ville urbain de taille moyenne).
- La hauteur de la Node B  $h=35\text{m}$  (pour toutes les Nodes B)

Chaque particule représente une solution potentielle dans l'espace de recherche. La nouvelle position d'une particule est déterminée en fonction de sa propre valeur et celle de ses voisines. Soit  $\vec{x}_i(t)$  la position de la particule  $t$ , sa position est modifiée en ajoutant une vitesse  $\vec{v}_i(t)$  à sa position courante :

$$\vec{x}_i(t) = \vec{x}_i(t-1) + \vec{v}_i(t) \quad (\text{III.3})$$

La vitesse de chaque particule est mise à jour suivant l'équation suivante:

$$v_i(t+1) = \omega v_i(t) + c_1[p(t) - x_i(t)] + c_2[g(t) - x_i(t)] \quad (\text{III.4})$$

$v_i(t)$  est la vitesse de particule  $t$ ,  $x_i(t)$  est la position de particule  $t$ ,  $x_{pi}(t)$  est la meilleure solution trouvée par la particule  $t$  et  $g(t)$  est la meilleur position du groupe, les paramètres  $w$ ,  $c_1$ , et  $c_2$  ( $0 \leq w \leq 1.2$ ,  $0 \leq c_1 \leq 2$ , et  $0 \leq c_2 \leq 2$ ) sont des coefficients constants fixés par l'utilisateur,  $r_1$  et  $r_2$  sont des nombres aléatoires tirés à chaque itération,  $F(t)$  est la fonction objectif,  $C$ 'est le vecteur vitesse qui dirige le processus de recherche et reflète la "sociabilité" des particules.

#### III.3.4.2. Les variables de l'algorithme

$X_i(t)$  Position de la particule.

$V_i(t)$  la vitesse initiale.

$P_{best}$  Meilleure position obtenue pour la particule  $t$ .

$g_{best}$  la meilleure position de toutes les particule.

$F(t)$  La fonction objectif.

$c_1, c_2$  Valeurs aléatoires positives

#### Initialisations de l'algorithme :

Initialiser aléatoirement la population.

#### Répéter

Pour  $i$  de 1 à  $N$  faire

## Chapitre III : Optimisation des sites des Node B

Si  $(F(\vec{x}_i) > pbest_i)$  Alors

$$\begin{aligned} pbest_i &\leftarrow F(\vec{x}_i) \\ \vec{x}_{pbest_i} &\leftarrow \vec{x}_i \end{aligned}$$

**Fin Si**

Si  $(F(\vec{x}_i) > gbest_i)$  Alors

$$\begin{aligned} gbest_i &\leftarrow F(\vec{x}_i) \\ \vec{x}_{gbest_i} &\leftarrow \vec{x}_i \end{aligned}$$

**Fin Si**

**Fin Pour**

**Pour i de 1 à N faire**

$$v_i(t + 1) = \omega v_i(t) + c1[xp_i(t) - x_i(t)] + c2[g(t) - x_i(t)]$$

$$\vec{x}_i \leftarrow \vec{x}_i + \vec{v}_i$$

**Fin Pour**

**Jusqu'à ce que** (le processus converge)

On remarque qu'il y a Six paramètres qui rentrent en ligne de compte :

- Nombre de particule.
- Nombre d'itérations.
- Les coefficients:  $\omega$ ,  $c1$ ,  $c2$ .
- Initiation de pbest et gbest.
- pbest est la meilleure position personnelle.
- gbest est la meilleure position du voisinage (le type de voisinage choisi est en étoile).
- La fonction (objectif) est donnée sous cette forme :

$$f_{obj} = \frac{(A * \text{nombre de pixel NonCouvert} + B * \text{nombre de pixel SurCouvert})}{\text{nombre de pixel total}}$$

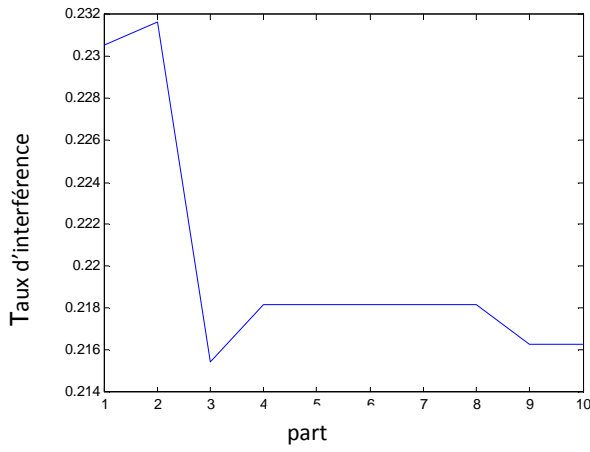
(III.5)

Tel que A et B sont des coefficients de pondération dont la somme est égale à 1.

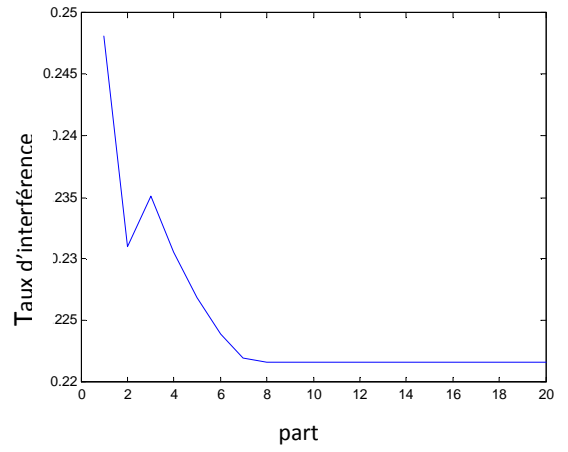
### III.4. Représentation des résultats

**Effet du nombre de particules :** l'algorithme est appliqué pour les valeurs suivantes : 10, 20, 30, 50, en fixant le nombre d'itérations à 50.

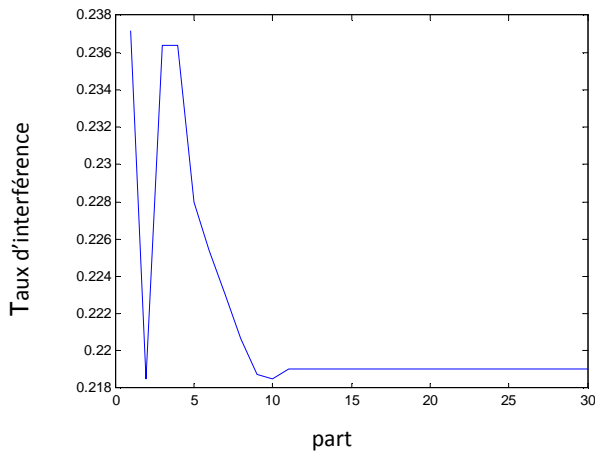
## Chapitre III : Optimisation des sites des Node B



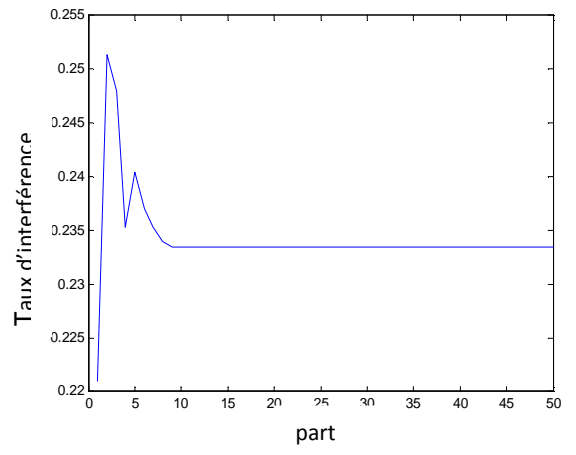
A



B



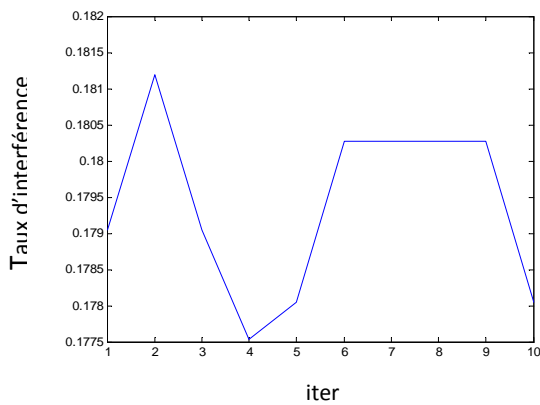
C



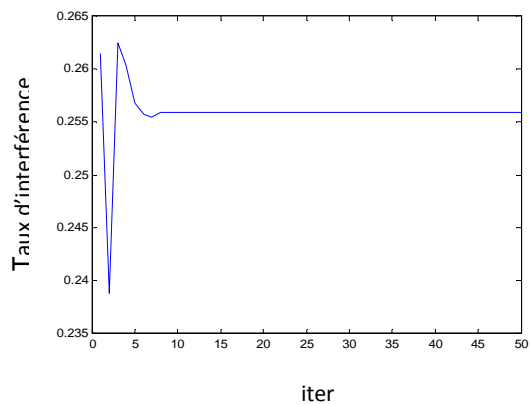
D

**Figure III.4 :** Evolution de la fonction objectif en variant le nombre de particule

**Effet du nombre d'itérations :** l'algorithme est appliqué pour les valeurs suivantes : 10,50, 100 et 200. En fixant le nombre de particules à 30.



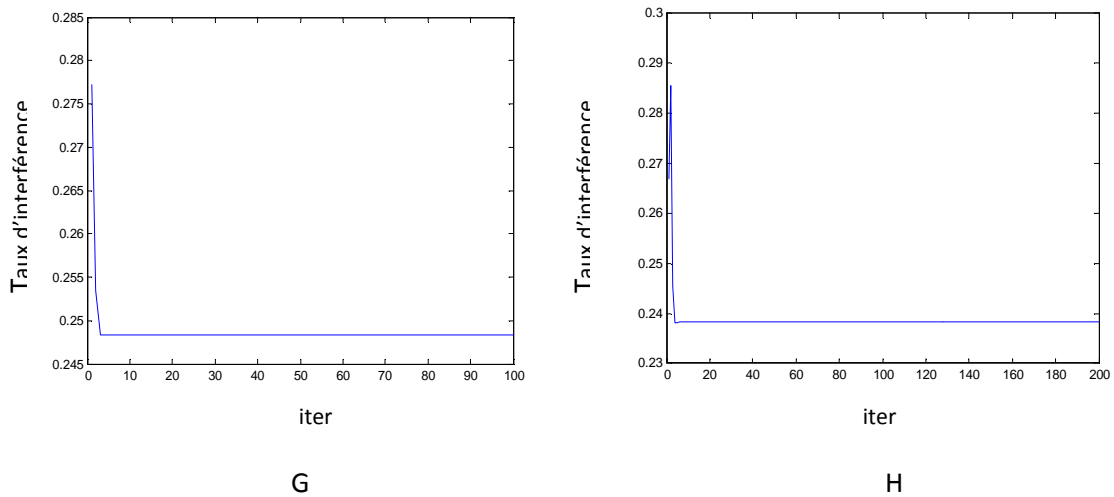
E



F

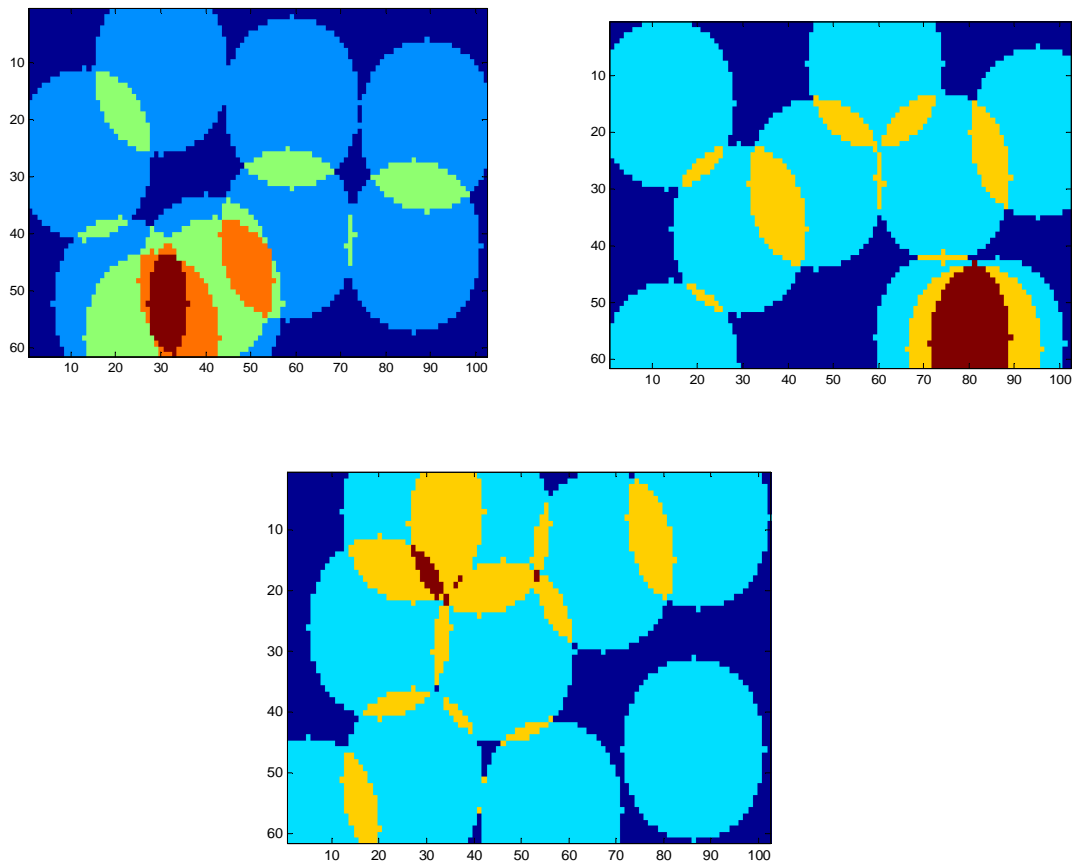


## Chapitre III : Optimisation des sites des Node B



**Figure III.5 :** Evolution de la fonction objectif en en variant le nombre d'itération

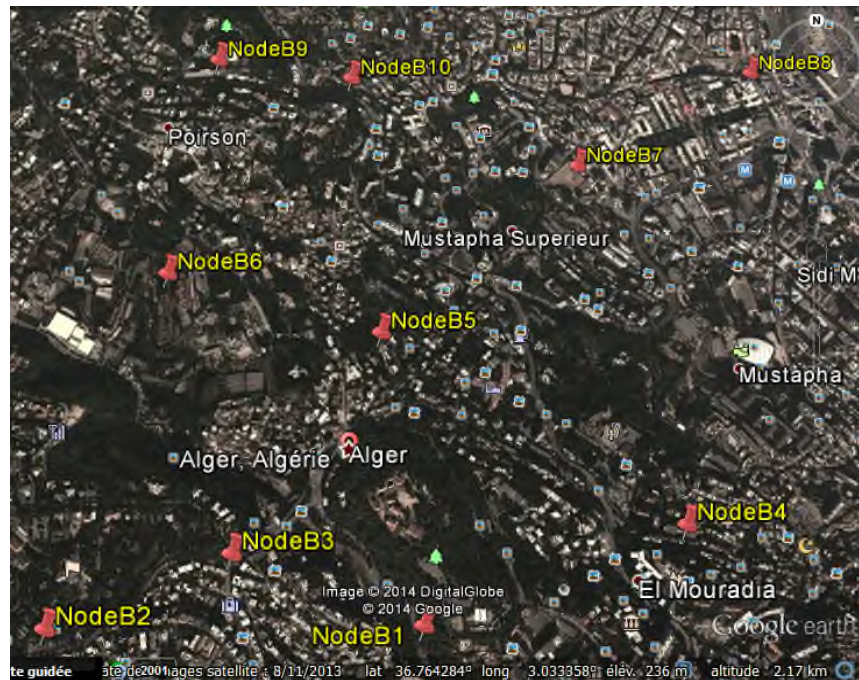
D'après les résultats précédents, on a opté pour le choix du nombre de particule 30, et le nombre d'itération 100. La figure (III.6) présente la couverture à des différentes itérations configuration (particule), le taux de couverture est de 80% :



**Figure III.6 :** La couverture optimiser

## Chapitre III : Optimisation des sites des Node B

La figure III.7 présente les positions des Nodes B après l'optimisation:



**Figure III.7 :** Les positions des Nodes B

### Commentaires :

Les figures visualiser montrent que :

- la fonction objective s'améliore au fil des itérations.
- La croissance de nombre d'itérations engendre la croissance de la couverture sur la zone.
- Le taux de couverture est de 80%.

Ce qui confirme que la méthode des PSO est applicable à ce problème (optimisation de la couverture).

### III.5. Conclusion

L'optimisation par essaims de particules présente un fort potentiel d'application pratique, mais le choix de paramètres reste l'un des problèmes de l'optimisation par particules d'essaim. En effet, il est très difficile de trouver des bons paramètres adaptés à la structure du problème.

Les résultats obtenues par PSO sont très satisfaisant et confirment bien la validité de l'algorithme ; ça simplicité d'implémentation lui donne un avantage conséquent. Néanmoins pour l'expérimentation, suit à cette étude, la qualité des solutions peut être garantie en augmentant le nombre d'itérations.

### Conclusion

Le réseau UMTS est présenté, ainsi que ses différentes fonctionnalités et ces caractéristiques. Le modèle de propagation des ondes électromagnétiques choisi est celui d'Okumura-Hata. Ensuite, nous avons opté pour le processus d'optimisation dans le but d'améliorer la qualité de service de réseau 3G qui dépend de la couverture et la capacité du réseau.

Dans la phase de pré-installation du réseau, une optimisation des sites des Nodes B s'avère nécessaire. Pour cela, nous avons proposé une technique basée sur les PSO. La solution obtenue permis d'assurer une couverture optimale de 80% de la zone à planifier.

Dans la phase post-installation et amélioration du réseau, les paramètres utilisés pour juger la QoS sont les KPIs. Le recueil des statistiques temporelles des KPIs nous a permis d'élucider la QoS en tout point de la région à optimiser. Dans le cas de la dégradation des KPIs, nous optons pour le réglage des antennes ou l'ajout des Nodes B.

Pour un opérateur (Mobilis), la marge des données statistiques des KPIs est généralement acceptable, car le taux de connexion réussie (succès) est entre 96% et 100% et le taux de la coupure inférieur à 2% ; ce qui est conforme aux normes d'extrémité de service initial exigées par Huawei.

Le réseau mobile toujours en progression nécessite un contrôle continu qui conduit à leur optimisation. Cette optimisation a fait l'objet de notre étude.

Comme Perspectives, il est souhaitable d'enrichir cette étude en testant d'autres techniques en intégrant d'autres plateformes qui utilise d'autres langages (C, PSpice et Atoll.....etc), et en introduisant les différents paramètres :

- ✓ les paramètres de l'antenne (azimut, hauteur).
- ✓ La nature de la zone (urbain, suburbain, moyenne).
- ✓ Les différents modèles de propagation (Okumura-Hata, Cost231-Hata, Walfish-Ikigami).
- ✓ La variation de rayon de couverture.

## Annexe A

### A.1. l'évolution de la téléphonie mobile

Le GSM a connu quelque évolution dans le but d'augmenter sa capacité en termes de débit :

#### 1) GSM

Le réseau GSM (Global System Mobile) c'est un système entièrement numérique. La norme GSM offre des communications mobiles à travers le réseau, ce réseau a pour rôle de permettre des communications entre abonnés mobiles (GSM) et abonnés du réseau téléphonique commuté (RTC- réseau fixe). Les autres services proposés sont la transmission de la voix et ainsi que des données numérique de faible volume, par exemple des messages textes (SMS, Short Message Service) ou des messages multimédias (MMS, Multimedia Message Service).

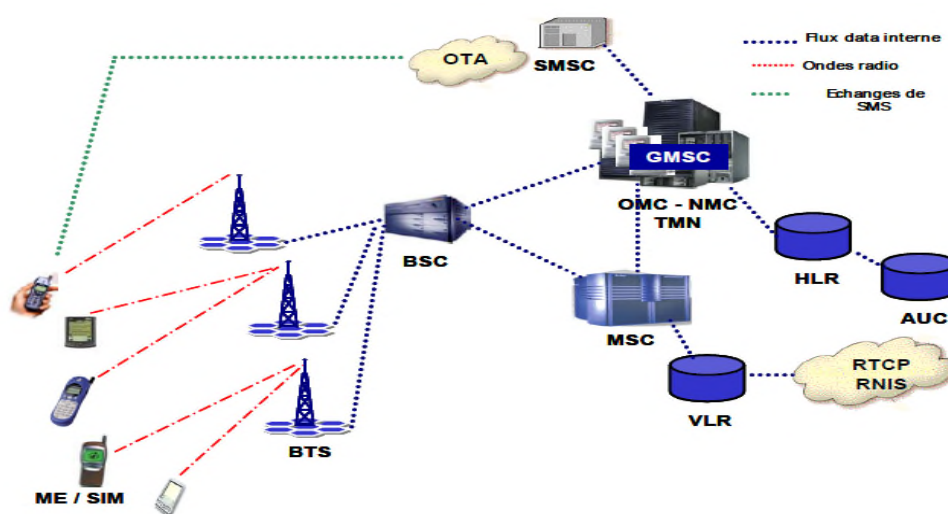
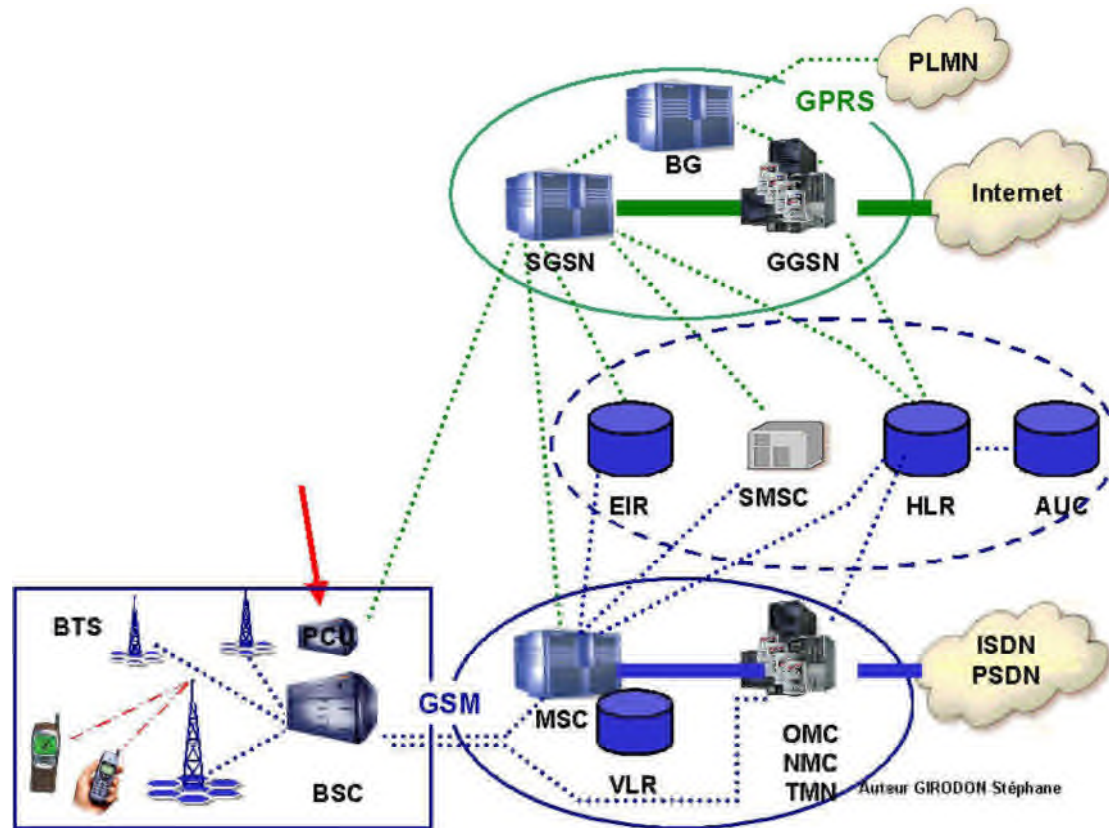


Figure A.1: Le réseau GPRS

#### 2) GPRS

Une réponse du GSM au défi de la transmission de données à haut débit est apparue, ce qui permet la transmission de données à haut débit. Le GPRS est un système de transmission en mode paquet sur la voie radio (GPRS : General Packet Radio Services), permettant un accès acceptable à Internet.

Le principe de base de GPRS est de partager un certain nombre de ressources élémentaires d'une cellule entre plusieurs utilisateurs, grâce à des mécanismes d'allocations à la demande, il permet d'obtenir un débit théorique de 171,2 kbit/s.



**Figure A.2:** Le réseau GPRS

### 3) EDGE

EDGE (Enhanced Data rate for GSM Evolution) est une amélioration des services GSM proposant des débits utilisateur élevés grâce à une nouvelle modulation et de nouveaux algorithmes de codage canal sur l'interface radio.

La norme EDGE propose des débits allant jusqu'à 384,0 kbit/s.

## **Annexe B**

### **B.1. les interfaces radio UMTS**

#### **B.1.1. les modes d'accès duplex**

La norme UMTS présente deux techniques de multiplexage sur l'interface radio : le TDD (Time Division Duplex) et le FDD (Frequency Division Duplex).

##### **B.1.1.2. le mode TDD**

Dans le mode TDD le transfert de données depuis le mobile vers la station de base (Uplink) s'effectue à la même fréquence qu'en sens inverse (Downlink) avec une largeur de canal 5 Mhz.

Les séquences Uplink et downlink sont séparées dans le temps. Ce mode est conseillé dans les micros et pico cellules utilisant la modulation QPSK (Quadrature Phase Shift Keying) à 3.84 Mchips ou la modulation 8PSK (Eight Level Phase Shift Keying) à 1.28 Mchips ou le facteur d'étalement varie de 1 à 16.

##### **B.1.1.2. le mode FDD**

Dans le mode FDD : les liaisons montantes UL (Uplink) et descendantes DL (downlink) s'effectuent en même temps, mais sur des fréquences différentes. Il est utilisé dans les micros et les macros cellules. La séparation entre porteuses est également de 5 MHz utilisant la modulation QPSK à 3.84 Mchips et un facteur d'étalement qui varie de 4 à 256 en UL et de 4 à 512 en DL.

## Bibliographie

- [1] LESCUYER. P, 'UMTS les origines et l'architecture ', Lavoiser, 2005.
- [2] JAVIER.S, MAMOUDOU, Th, 'UMTS', 2<sup>e</sup> édition, hermes Lavoisier, 2004.
- [3] GIRON.S, 'Réseau GSM, GPRS, UMTS', Rapport de stage, juin 2002.
- [4] LESUCUYER.P, 'Réseau 3G architecture et service de UMTS', Ed DUNOD, 2006.
- [5] NASRI.R, 'Paramétrage Dynamique et Optimisation Automatique des réseaux Mobiles 3G et 3G+', thèse Doctorat en informatique, télécommunication et électronique, Université Paris VI, Janvier 2009.
- [7] KESIR.Y, 'Etude de dimensionnement et simulation d'un réseau UMTS', mémoire, Université Abderrahmane MIRA, 2011/2012.
- [12] BERRAQUE.B, 'Avantage de l'UMTS et l'état actuel de son déploiement dans le monde', thèse Doctorat, université Claude Bernard, 2004-2005.
- [9] EL HABIB.KH, ' Optimisation du réseau 3G en corrélation avec les statistique et les KPIs', école nationale des sciences Appliquées de Tétouan, juin 2011.
- [13] GOKSEL.S, 'TEMS Optimization and Log file Analysis in GSM, Article, january 2003.



# Webographies

- [6] [http://www.memoireonline.com/02/12/5284/m\\_tude-de-dimensionnement-et-planification-dun-reseau-dacces-WCDMA-3G5.html](http://www.memoireonline.com/02/12/5284/m_tude-de-dimensionnement-et-planification-dun-reseau-dacces-WCDMA-3G5.html)
- [8] <http://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/technologies-de-l-information-th9/reseaux-et-telecoms-concepts-de-base-et-tendances-technologiques-42480210/respiration-de-cellules-dans-les-reseaux-cellulaires-green-te7604/respiration-de-cellules-te7604niv10003.html>
- [10] <http://www.huawei.com>
- [11] <https://www.google.dz/deploiement-d-un-reseau-cellulaire-umts.html>