

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE

MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

DOMAINE : SCIENCES ET
TECHNOLOGIES

OPTION : INGENIERIE DES
TELECOMMUNICATIONS



FACULTE : TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT : ELECTRONIQUE

FILIERE : TELECOMMUNICATIONS

N° :



Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Professionnelle
Par: BENADEL Sawsen & BENCHEBHA Yasmine

Intitulé

**Planification et optimisation d'un réseau mobile dans
la wilaya de M'sila**

Soutenu devant le jury composé de :

Dr. SAHED Mohamed	Université de Msila	Président
Dr. KENANE EL-HADI	Université de Msila	Rapporteur
M. AMROUCHE Abd Elkarim	Université de Msila	Co-rapporteur
Dr. KHALFA Ali	Université de Msila	Examineur

Année universitaire : 2021 /2022

Remerciements

Nous tenons à remercier en premier lieu le directeur de ce mémoire, Dr. EL-HADI KENANE, de nous avoir encadrés ainsi que pour ses remarques pertinentes et ses conseils judicieux donnés tout au long de notre travail.


Nos remerciements s'adressent également aux membres du jury d'avoir accepté d'évaluer notre travail. Comme nous tenons à remercier la direction générale de MOBILIS et M. AMROUCHE Abdelkrim de nous avoir pris en charge durant la période de notre stage ainsi que tout le personnel. Nous sommes reconnaissants envers tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Et Merci surtout à M. DJALOUL Khamkham un ingénieur radio au MOBILIS de Djelfa

Enfin, nous remercions tous les professeurs du département Electronique et particulièrement les professeurs de l'a formation Ingénierie des télécommunications



Dédicace



*A mon Roi et ma Reine de
ma vie*

MAMA et PAPA

*Qui ont toujours été là pour
moi*

*A mes chers frères ALI, AYMEN et
MADANI*

*A ma magnifique sœur qui me manque
FAYZA et son mari HAMOUDI*

A ma meilleure amie YASMINA

*Pour ses soutiens moral et leurs conseils précieux tout
au long de mes études*


*A mon cher MOHAMMEDAL
AMINE*

*Qui m'a aidé et supporté dans les
moments difficiles*

A mon chère binôme YASMINE

Pour sa entente et sa sympathie

Sawsen



*Avec plaisir, avec un cœur ouvert, de la joie et des
sentiments sincères,*

*Je dédie cet humble travail à mes chers parents qui m'ont
soutenu et éclairé mon chemin par leurs sages conseils pour
leur patience sans limite et leur aide tout au long de ma
vie ,Que Dieu les préserve et les garde comme une couronne
sur nos têtes et les bénisse avec une bonne santé*

*A mon soutien dans la vie, mes chers frères Belkacem
et Mohamed et ma chère sœur Nour Pour me
soutenir et m'encourager*

*À toute ma famille élargie et à mes
proches, à ma compagne mon amie
Sawsen pour sa patience et pour l'avoir
incitée à mener à bien ce projet*

Yasmine

Table des matières



<i>Remerciements</i>	II
Dédicace	III
Table des matières	II
<i>Symboles et abréviations</i>	V

Table des matières

Introduction générale	2
I.1 L'objectif principal de la planification des réseaux mobiles	5
I.2 Notions de base sur la planification des réseaux radio	5
I.2.1 Planification des réseaux mobiles	5
I.2.1.2 Forme des cellules	6
I.2.1.3 Éléments d'un réseau mobile	6
I.2.1.4 Configuration des canaux dans GSM	7
I.2.2 Les réseaux mobiles 3G	8
I.2.2.1 Un aperçu	8
I.3.2.2 Planification de la couverture dans 2.5 (GPRS et EDGE)	12
I.3.2.3 Planification de la couverture dans les réseaux WCDMA	12
I.3.2.4 Planification de la couverture dans 4 G LTE	13
I.3.3 La capacité	14
I.3.3.1 Planification de la capacité des réseaux GSM	14
I.3.3.2 Planification de la capacité 2.5 (GPRS EDGE)	15
I.3.3.3 Planification de la capacité dans les réseaux WCDMA	16
I.3.3.4 Planification de la capacité dans les réseaux LTE	19
I.3.4 La fréquence	21
I.3.4.1 Caractéristiques de la planification des fréquences	21
I.3.4.1.1 Fréquence hopping	21
I.3.4.1.2 Transmission discontinue	22
I.3.4.1.3 Le contrôle de puissance	22
I.4 Conclusion	23
II.1 Introduction	25
II.2 Objectif de l'optimisation	25
II.3 Principes de base de l'optimisation d'un radio	25
II.4 Processus de l'optimisation	27

II.5 Méthodes d'optimisation -----	27
II.5.1 Ajustement de l'azimut -----	28
II.5.2 Ajustement de Tilt -----	28
II.5.3 Ajustement de puissance -----	29
II.6 Les indicateurs clés de performance (KPI du radio) -----	29
II.6.1 Catégorisation des KPI de performances réseau -----	29
II.6.1.1 KPI d'accessibilité-----	30
II.6.1.2 KPI de fidélisation-----	31
II.6.1.3 KPI de mobilité-----	32
II.6.1.4 KPI d'intégrité :-----	33
II.6.1.5 KPI d'utilisation-----	34
II.6.1.6 KPI de disponibilité-----	34
II.6.2 Drive test -----	35
II.6.2.1 Types de Drive Test-----	36
II.6.3 Statistiques du système de gestion de réseau -----	38
II.6.3.1 Couverture-----	39
II.6.3.2 Capacité-----	39
II.6.3.3 Qualité-----	40
II.6.3.4 Réglage des paramètres-----	40
II.7 Conclusion -----	41
III.2. PRESENTATION GENERALE [15] -----	43
III.3 Description de la fenêtre de travail principal du logiciel ATOLL -----	44
III.4. Simulation -----	44
III.4.1 Objectif -----	44
III.4.2 Etapes de la simulation -----	44
III.4.2.1 Début du projet-----	44
III.4.2.2 Configuration des paramètres-----	46
III.4.2.3 Import digital MAPS-----	47
III.4.2.4 Import les sites :-----	51
III.4.3 La couverture par émetteur (DL) : -----	56
III.4.4 La couverture par débit DL : -----	57
III.5 Conclusion -----	58
IV.2 Les tâches d'un ingénieur de drive test -----	60

IV.3 Organigramme des travaux du projet -----	60
IV.4 La zone géographique à étudier -----	61
IV.5 Drive test -----	62
IV.5.1 TEMS investigation -----	63
IV.5.2 Les équipements utilisés -----	63
IV.6 Analyse de drive test et optimisation -----	65
IV.6.1 Le niveau du signal reçu (RxLevel) -----	67
IV.6.2 La qualité du signal reçu RxQual -----	69
IV.6.3 La qualité de la parole SQI -----	70
IV.6.4 Timing advance -----	71
IV.6.5 C/I worst -----	72
IV.6.6 Problèmes et les solutions -----	73
IV.5Conclusion -----	77
Bibliographie -----	81
[1] Ajay R Mishra, “ <i>Fundamentals of Cellular Network Planning and Optimisation 2G/3G Evolution To 4G</i> ”, Edition 2004. -----	81
[2] Ajay R Mishra, “ <i>Advanced Cellular Network Planning And Optimisation 2G/2.5G/3G Evolution To 4G</i> ”, 2007. 81	
[3] Sujeet Kumar Jha ,Rupa Rokaya, Amit Bhagat ,Ahmed Raja Khan ,Laxman Aryal, “ <i>LTE Network : Coverage And Capacity Planning 4g Cellular NetworkPlanning</i> , Université Kathmandu,2017 -----	81
Résumé -----	82

Symboles et abréviations

3GPP	3rd Generation Partnership Project
AGCH	Access Grant Channel
AMR	Adaptive Multi-Rate
BCCH	Broadcast Control Channel
BER	Bit Error Rate
BH	Busy Hour
BLER	Block Error Rate
BS	Bearer Services
BSC	Base Station Controller
BSS	Base Station Subsystem
BTS	Base Transceiver Station
CBCH	Cell broadcast channel (DL)
CCCH	Common Control Channel
CCH	Common Channel
CDR	Call Detail Record
CN	Core Network
COST	European Cooperation in the field of Scientific and Technical research
CPICH	Common Pilot Indicator Channel
CQI	Channel Quality Indicator
CS	Circuit Switched
CSSR	Call Setup Success Rate
DT	Drive Tests
DTX	Discontinuous Transmission.
E-UTRAN	Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
EGPRS	Enhanced General Packet Radio Service
E-NodeB	Evolved NodeB
EPS	Evolved Packet System
ERAB	E-UTRAN Radio Access Bearer
FACCH	Frequency Associated Control channel

FER	Frame Error Rate
FR	Full-rate
GERAN	GSM Edge Radio Access Network
GGSN	Gateway GPRS Support Node
GMSK	Gaussian Minimum Shift Keying
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile
GW	Gate Ways
HLR	Home Location Register
HO	Hand-Over
HR	Half-Rate
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access
HSS	Home Subscriber Server
IMS	IP Multimedia Sub-system
KPI	Key Performance Indicator
LTE	Long Term Evolution
MCS	Modulation and Coding Scheme
MGW	Media Gateway
MIMO	Multi-Input Multiple-Output
MME	Mobility Management Entity
MS	Mobile Station
MSC	Mobile services Switching Center
NMS	Network Management System
NSS	Network Switching Subsystem
OFDMA	Orthogonal Frequency Division Multiple Access
OMSK	Orthogonal Minimum Shift Keying
PCH	Paging Channel
PCRF	Policy and Charging Rules Function
PDN	Packet Data Network
PS	Packet Switched
PSTN	Public Switched Telephone Network
QoS	Quality of Service
RACH	Random Access Channel

RAN	Radio Access Network
RAT	Radio Access Technology
RB	Resource Blocks
RF	Radio Ferquency
RNC	Radio Network Controller
RRC	Radio Resource Control
RRCSSR	Radio Resource Control Succes Service Modulation
RSCP	Received Signal Code Power
RSRP	Reference signal receive power
RSRQ	Reference Signal Receive Quality
RSSI	Received Signal Strength Indication
SACCH	Slow Associated Control Channel
SAE	System Architecture Evolution
SCFDMA	Single Carrier Frequency Division Multiple Access
SCH	Synchronisation Channel
SDCCH	Stand Alone Dedicated Control Channel
SGSN	Serving GPRS Support Node
SIM	Subscriber Identity Module
SINR	Signal to Interference & noise Ratio
SSV	Single Site Verification
TCH	Traffic Channel
TEMS	Test Mobile Systems
TRX	Transceiver unit
UE	User Equipment
UIT	Union Internationale des Télécommunications
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
URL	Uniform Resource Locator
VAD	Voice Activity Detection
VoIP	Voice over IP
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access

Introduction générale



Introduction générale

Dans la société moderne, les réseaux de télécommunications sont devenus de plus en plus cruciaux. Pour répondre efficacement aux demandes et aux intérêts des clients, les opérateurs doivent être en mesure de fournir des services de haute qualité au coût le plus bas possible.

La difficulté de la planification du réseau, qui implique de minimiser les dépenses liées à l'installation et à l'utilisation du système, apparaît dans ce contexte. Le temps de mise en marché, les coûts en capital et les coûts opérationnels sont tous réduits par une planification bien planifiée.

L'objectif de ce travail est de maîtriser les techniques de planification et d'optimisation des réseaux mobiles et d'y parvenir grâce à des mesures pratiques de différentes données. (Niveau du signal reçu, qualité du signal reçu, SQI)

Les ingénieurs réseau et les opérateurs sont toujours à la recherche de nouvelles solutions logicielles et matérielles pour planifier et optimiser les réseaux cellulaires, il existe donc sur le marché des produits plus ou moins performants. Parmi eux, nous avons cité le logiciel ATOLL utilisé pour la planification du site et le TEMS utilisé lors du DRIVE TEST, qui a notamment servi à collecter les informations directement depuis l'interface radio. TEMS traite et utilise les informations pour améliorer les performances du réseau téléphonique.

Pour réaliser notre travail, nous avons divisé notre mémoire en quatre chapitres.

Dans le premier chapitre nous avons fait une étude basée sur la planification détaillée du réseau orienté couverture et capacité. Dans ce chapitre, plusieurs notions de base concernant la planification d'un réseau mobile, de différentes générations, sont présentées ce qui permet de comprendre plusieurs tâches d'un ingénieur radio pendant la planification telles que l'établissement du bilan de liaison et le calcul de la capacité de la cellule.

Le deuxième chapitre s'intéresse aux différents processus de l'optimisation d'un réseau mobile et les indicateurs clés de performance (KPIs).

Dans le troisième chapitre, nous avons présenté l'outil « ATOLL » qui présente une solution robuste pour la planification et l'optimisation. Cet outil permet aux opérateurs d'offrir des meilleurs résultats avec moins de coût.

Au dernier chapitre, nous décrivons le logiciel d'acquisition d'un drive test. Cet outil présenté dans le TEMS investigation (version étudiant) ce qui permet de lire les logfile acquis pendant le drive test afin de faire une analyse approfondie, d'optimiser l'interface radio et de remédier les différents problèmes trouvés. Comme des résultats pratiques, on a fait une analyse de quelques log files concernant la zone de Msila.

Enfin nous terminons notre mémoire par une conclusion générale et des perspectives pour des travaux au futur.

Chapitre I

Planification d'un réseau de différentes générations



I.1 Objectif principal de la planification des réseaux mobiles

L'objectif principal de la planification des réseaux mobiles est de fournir une solution rentable pour ces réseaux en termes de couverture, capacité et de qualité. Les critères de conception d'un processus de planification varient d'une région à une autre, selon le facteur dominant qui pourrait être la capacité ou la couverture. Généralement, la conception d'un réseau mobile englobe plusieurs processus de planification du réseau et surtout dans la partie de transmission. [5]

Le processus de planification des réseaux commence par la collection des paramètres d'entrée tels que les exigences du réseau en termes de capacité, de couverture et de qualité. Ensuite, Ces données collectées sont utilisées pour élaborer des planifications théoriques (simulation) de couverture et de capacité. [5]

I.2 Notions de base sur la planification des réseaux radio

I.2.1 Planification des réseaux mobiles

I.2.1.1 Un aperçu

La radio est la partie d'un réseau mobile qui comprend la station de base (BTS), la station mobile (MS) et l'interface entre eux, comme nous le montrons dans la Figure 1-1. Cette partie de l'interface radio a une importance considérable en tant que la liaison directe entre le réseau mobile et l'utilisateur MS où la BTS a une connexion radio avec le mobile. La BTS doit être capable de communiquer avec la station mobile dans une zone de couverture bien définie tout en maintenant les normes de qualité d'un appel. De même, le réseau mobile doit offrir une capacité suffisante dans la zone de couverture.[1]

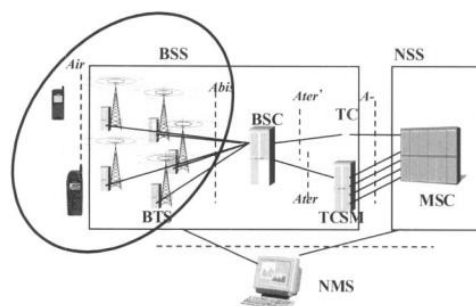


Figure I.1 : Architecture d'un réseau mobile [2]

I.2.1.2 Forme des cellules

Dans les réseaux mobiles, une cellule peut être définie comme une zone couverte par un secteur, qui se compose d'un réseau d'antennes (panneau). La forme hexagonale de la cellule est une forme artificielle (Figure 1.2). Cette forme est la plus proche d'être circulaire, ce qui représente une couverture idéale de la puissance transmise par l'antenne sectorielle de la BTS. La couverture de forme circulaire a des zones de couverture qui se chevauchent ce qui dégrade la qualité du signal dans les zones de chevauchement. En réalité, la forme des cellules non géométriques ressemble à celle montrée dans la vue 'pratique' de la Figure 1.2. [1]

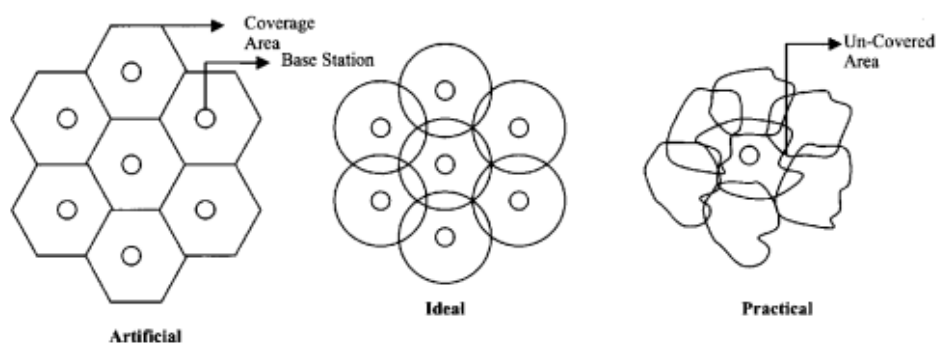


Figure I.2 : Quelques formes des cellules [1]

I.2.1.3 Éléments d'un réseau mobile

➤ *Mobile Station (MS)*

La station mobile (*MS*) est composée de deux parties (voir la Figure I.3) : le combiné et le module d'identité de l'abonné (SIM). La carte SIM est personnalisée et unique à l'abonné. Le combiné ou l'équipement terminal a des qualités similaires à celles des téléphones fixes, en plus d'être conviviaux. L'équipement a également des fonctionnalités.

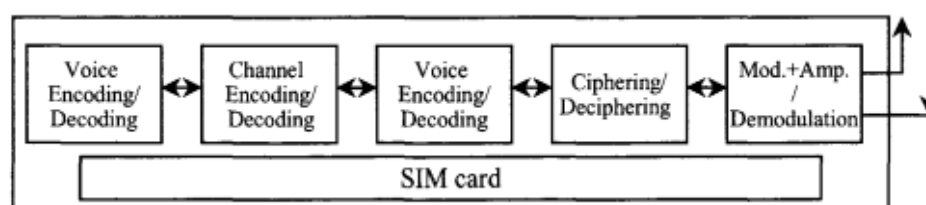


Figure I.3 : Schéma block d'une station mobile GSM [1]

La modulation GMSK est utilisée dans la transmission dans l'interface radio (MS-BTS). La carte SIM est essentiellement une puce fonctionnant en conjonction avec une

carte mémoire. La fonction principale de la carte SIM est de stocker des données pour l'opérateur et l'abonné. La carte SIM répond aux besoins de l'opérateur et de l'abonné, car l'opérateur est en mesure de maintenir le contrôle sur l'abonnement et l'abonné peut protéger ses renseignements personnels.

➤ *Station de base BTS (émetteur-récepteur)*

Du point de vue de l'ingénieur radio, la BTS est l'élément le plus important du réseau, car elle fournit la connexion physique à la station mobile via l'interface aérienne. Dans l'autre côté, la BTS est connectée au BSC via une l'interface A_{bis} . Un schéma fonctionnel simplifié d'une station de base est montré dans la Figure 1.4. Une station émettrice-réceptrice (TRX) se compose essentiellement d'une unité basse fréquence et d'une unité haute fréquence. L'unité basse fréquence est responsable du traitement numérique du signal et l'unité haute fréquence est responsable de la modulation et de la démodulation OMSK.[1]

I.2.1.4 Configuration des canaux dans GSM

Il existe deux types de canaux dans l'interface aérienne : les canaux physiques et les canaux logiques. Un canal physique simplexe est la répétition d'un time slots (TS) dans chaque trame. Pour un canal duplex, il est formé d'une paire de canaux physiques simplexes. Les canaux logiques comportent les canaux de commandes, les canaux de trafic (TCH) et de signalisation.

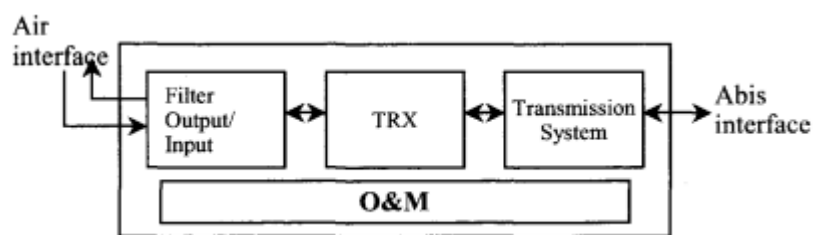


Figure I.4 : Schéma block d'une station de base [1]

Le tableau I.1 résume quelques types de canaux logiques.[1]

Tableau I.1: Quelques canaux logiques

Canal	abréviation	Fonction/application
Canal de subvention d'accès (DL)	AGCH	Affectation des ressources (accès des abonnés autorisation)
Contrôle commun de diffusion canal (DL)	BCCH	Diffusion de l'information générale
Chaîne de diffusion cellulaire (DL)	CBCH	Transmet les messages de diffusion cellulaire
Contrôle associé rapide canal (UL/DL)	FACCH	Pour la signalisation réseau utilisateur
Canal de pagination (DL)	PCH	Téléappel pour un terminal mobile
Canal d'accès aléatoire (UL)	RACH	Demande de ressources par terminal mobile
Contrôle associé lent canal (UL/DL)	SACCH	Utilisé pour le transport des paramètres de la couche radio
Contrôle dédié autonome canal (UL/DL)	SDCCH	Pour la signalisation réseau utilisateur
Canal de synchronisation (DL)	SCH	Synchronisation du terminal mobile

I.2.2 Les réseaux mobiles 3G

I.2.2.1 Un aperçu

Les réseaux mobiles de la troisième génération 3G ont été créés dans un but différent à celui dans les réseaux 2G, les exigences ont également changé par rapport aux réseaux GSM existants. Les principaux changements sont les suivants :

- ❖ Débit maximum de 384kbps.
- ❖ Transfert efficace entre différents opérateurs et technologies (par ex. GSM et UMTS).
- ❖ Capacité de fournir la bande passante demandée.

Capacité de fournir différents services (CS et PS) avec la qualité de service requise (QoS).

La zone d'intérêt est assez semblable à celle du réseau GSM/GPRS, comme le montre la Figure 1-5.

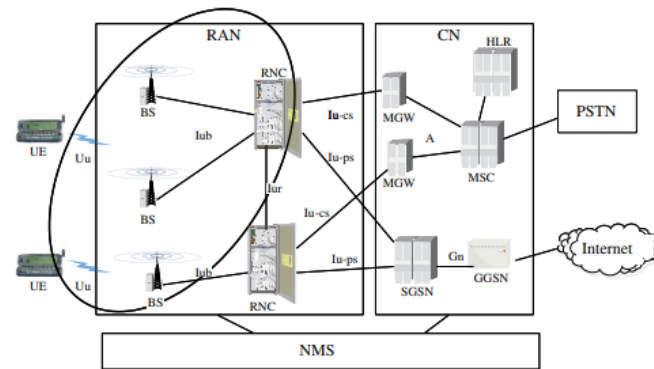


Figure I-5 Une architecture des réseaux mobile 3G (WCDMA) [2].

I.2.3 Les réseaux mobiles 4G

Le processus reste similaire à celui discuté précédemment. Cependant, comme l'architecture du réseau a considérablement changé (plus simplifiée) ; outre le fait qu'il s'agit d'un réseau axé sur la transmission des données, la planification de ce réseau mobile a connue quelques changements par rapport à celui dans les réseaux GSM/WCDMA.

I.2.3.1 Un aperçu

L'évolution à long terme (LTE) est la quatrième génération (4G) de la technologie cellulaire qui suit le système UMTS. La norme LTE cible des débits de données de pointe plus élevés, une efficacité spectrale plus élevée, une latence plus faible, des bandes passantes de canal flexibles et un coût système par rapport aux autres ex-systèmes. La figure suivante montre une architecture d'un réseau LTE.

La planification du réseau 4G couvrira, du point de vue de l'équipement, la planification des eNode B, l'interface Uu et l'interface X2.

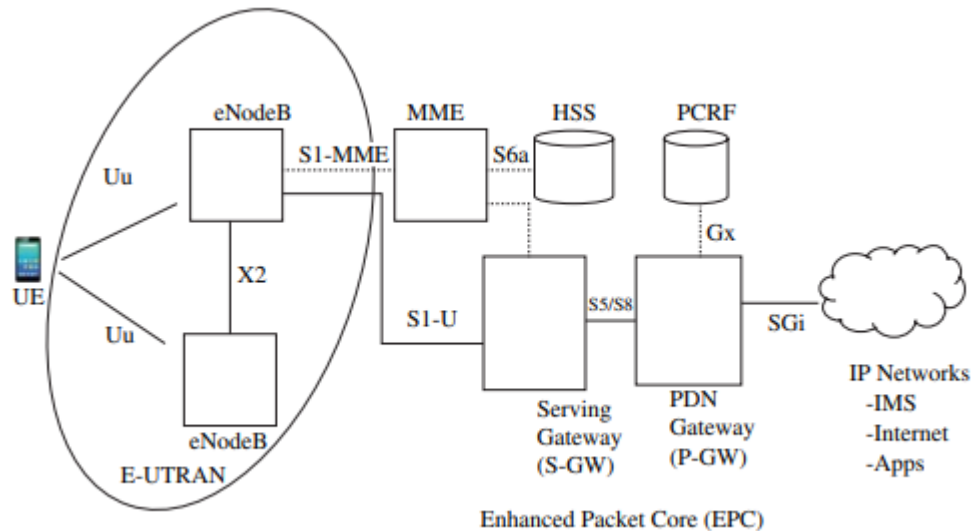


Figure I-6 : Une architecture d'un réseau mobile LTE [2].

I.2.3.2 Exigences d'un Système LTE

Voici quelques-unes des principales exigences du réseau LTE :

DL/UL : 300/75 Mbps

Latence : 10ms

Interface air (DL/UL) : OFDMA/SC FDMA

Antennes : MIMO

Mobilité : 450 km/h

Spectre : 1,4, 3, 5, 10, 15 et 20 MHz

SAE (évolution de l'architecture du système) : Tout le réseau IP

Rétrocompatibilité avec les systèmes GSM/EDGE/UMTS

I.3. Planification d'un réseau mobile

La planification détaillée d'un réseau mobile peut être subdivisée en trois sous parties :

- (1) Bilan de puissance,
- (2) planification de la couverture et de la capacité,
- (3) planification de fréquence

I.3.1 Bilan de puissance

Bilan de puissance dans la liaison radio permet de calculer la zone de couverture cellulaire. L'un des paramètres requis est la propagation des ondes EM pour estimer les pertes de propagation entre l'émetteur et le récepteur dans les deux sens (Up et down link), comme nous le montrons dans la Figure 1.7 [2]. Les autres paramètres requis sont la puissance de transmission, le gain d'antenne, les pertes de câbles, la sensibilité et les marges du récepteur.

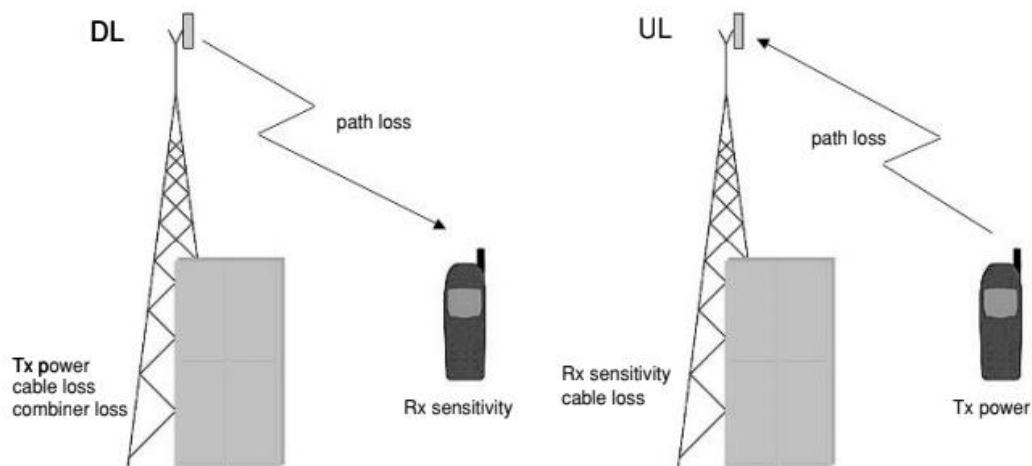


Figure 1-7 : Les deux liaisons up et down Link dans un réseau mobile [2]

I.3.2 La planification de couverture

I.3.2.1 Planification de la couverture dans les réseaux GSM

La couverture cellulaire d'un réseau dépend principalement de facteurs naturels tels que l'aspect géographique/les conditions de propagation, et de facteurs humains tels que le paysage (urbain, suburbain, rural), comportement de l'abonné, etc. La qualité de la couverture dans un réseau mobile est mesurée en fonction de probabilité de localisation. Pour cela, les conditions de propagation radio doivent être prédites le plus précisément possible pour la région. Les planificateurs radio peuvent utiliser les modèles de propagation de deux façons. Ils peuvent soit créer leurs propres modèles de propagation pour différentes zones d'un réseau cellulaire, soit d'utiliser les modèles standard existants, qui sont de nature générique et sont utilisés pour toute les zones. L'avantage d'utiliser leur propre modèle est qu'il sera plus précis, mais il sera aussi extrêmement long à construire. L'utilisation des modèles standards est économique du point de vue du temps et de l'argent, mais ces modèles ont une précision limitée. Une solution

intermédiaire présentée dans l'utilisation de plusieurs modèles génériques pour les environnements urbains, suburbains et ruraux (macro-cellules ou de microcellules). [2]

I.3.2.2 Planification de la couverture dans 2.5 (GPRS et EDGE)

Généralement, la planification de la couverture est basée sur l'augmentation des rapports C/N (*Carrier to -Noise ratio*) dans les deux sens, ce qui permet d'améliorer la qualité de transmission. Une plage particulière de valeurs des C/N pour chaque type de réseau est délivrée pour un taux d'erreur de bloc donné (BLER). Pour un C/N requis faible, Le niveau de protection contre les erreurs doit être élevé. Pour avoir une zone de couverture équilibrée, un budget de liaison doit être calculé. Les calculs du budget de liaison permettent une comparaison entre les tailles de cellules pour différentes générations de réseaux mobiles. Dans le calcul du budget de liaison, un certain nombre de paramètres doivent être établis, tels que

Puissance de sortie de l'émetteur (MS/BS).

Rendement du récepteur pour différents schémas de codage (MS/BS);

Configurations d'antenne (diversité) [2]

I.3.2.3 Planification de la couverture dans les réseaux WCDMA

Le processus fondamental de planification de la couverture dans le système WCDMA est assez similaire à celui du système GSM. Cependant, les modèles de propagation doivent être ajustés pour tenir compte de la technologie WCDMA. La plage de cellules R peut être calculée à l'aide des modèles Okumara–Hata ou Walfish–Ikegami. Après cela, le site est un peut être calculé, ce qui est 2.6R². Toutefois, dans les réseaux WCDMA, des mesures et des ajustements supplémentaires ont été effectués dans le cadre de la coopération européenne dans le domaine de la recherche scientifique et technique, également appelée COST. La validité de ce modèle étendu d'Okumara-Hata est

Frequency f: 150–2000 MHz

Distance R: 1–20 km

UE height : 10–200 m

MS height: 1–10 m

Le facteur de correction c est donné comme suit :

$$K = \begin{cases} 2 \log_{10}^2 \left(\frac{f}{28} \right) + 5.4 & \text{for suburban areas} \\ 4.78 \log_{10}^2(f) - 18.33 \log_{10}(f) + 44.94 & \text{for rural areas} \end{cases} \quad (I.1)$$

Ce facteur de correction est ajouté pour obtenir les pertes réelles dans l'environnement WCDMA. De même, pour le modèle Walfish-Ikegami, le modèle COST est appliqué, qui est basé sur les emplacements d'antenne typiques et a la plage de validité

Frequency f : 800–2000 MHz

BS height hbs: 4–50 m

UE height hms: 1–3 m

Distance d: 0.02–5 km

I.3.2.4 Planification de la couverture dans 4 G LTE

La planification de la couverture consiste à évaluer les budgets des liaisons radio DL et UL. La perte de trajet maximale est calculée en fonction du débit de service défini par l'utilisateur du bord de la cellule qui avait besoin du niveau de SINR au récepteur. Le minimum des pertes de trajet maximales dans les directions UL et DL est converti en rayon de cellule, en utilisant un modèle de propagation approprié à la zone de déploiement. Le budget des liaisons radio est l'élément le plus important de l'exercice de planification de la couverture. Le budget de liaison comprend les paramètres clés comme la hauteur de l'antenne, les gains d'antenne, la perte de chemin, la puissance transmise, la sensibilité du récepteur. L'UL et le DL qui donne à fournir un débit spécifique à l'utilisateur de bord de cellule Le calcul du budget de liaison LTE est similaire à celui d'autres technologies cellulaires. L'atténuation maximale admissible de l'onde radio traversant l'interface air exclut les données d'encombrement (p. ex., pertes de pénétration, données de propagation) est exprimée comme suit : [3]

$$Prx = Ptx + GTx + Grx - Ltx - Lrs + PM - PL \quad (I.2)$$

$$LMAX = PTX + GTX - LTX - Rsens + GRX - LRX + Gdiv \quad (I.3)$$

$$RSens = kTB + NF + SINR + IM - Gd \quad (I.4)$$

Où,

Prx = puissance reçue (dBm).

Ptx = puissance de sortie de l'émetteur (dBm).

Gtx = gain de l'antenne de l'émetteur (dBi).

Ltx = perte de câble et autre perte d'émetteur.

Lrx = Pertes du côté du destinataire.

UE = équipement utilisateur.

PIRE = Puissance isotrope rayonnée estimée.

[3]

I.3.3 La capacité

I.3.3.1 Planification de la capacité des réseaux GSM

La planification de la capacité est un processus très important dans le déploiement du réseau, car elle définit le nombre de stations de base nécessaires et leurs capacités respectives. Des plans de capacité sont établis à l'étape de la planification préalable pour les estimations initiales, ainsi que plus tard de façon détaillée. Le nombre de stations de base requises dans une zone provient de la planification de la couverture, et le nombre d'émetteurs-récepteurs requis provient de la planification de la capacité, car elle est directement associée au facteur de réutilisation de la fréquence. Le facteur de réutilisation de la fréquence est défini comme le nombre de stations de base qui peuvent être mises en œuvre avant que la fréquence puisse être réutilisée. La Figure 1-8 présente un exemple de réutilisation de fréquence. Le nombre maximum de fréquences dans un système GSM 900 est de 125 dans les directions de liaison montante et descendante. Chacune de ces fréquences est appelée canal. Cela signifie qu'il y a 125 canaux disponibles dans les deux directions. Le calcul du facteur de réutilisation de fréquence minimale est basé sur le rapport C/I. Dès que le rapport C/I diminue, la force du signal commence à se détériorer, réduisant ainsi le facteur de réutilisation de la fréquence. Un autre facteur à garder à l'esprit est la hauteur de l'antenne à la station de base. Si la hauteur de l'antenne est trop élevée, le signal doit parcourir une plus grande distance, de sorte que la probabilité que le signal cause des interférences devient plus grande. La hauteur moyenne de l'antenne devrait être telle que le nombre de stations de base (pleinement utilisées en termes de capacités individuelles) soit suffisant pour la capacité nécessaire du réseau. Bien sûr, comme vu ci-dessus, cela dépend fortement du facteur de réutilisation de fréquence. Trois paramètres essentiels sont requis pour la planification de la capacité : le trafic estimé, la hauteur moyenne de l'antenne et l'utilisation de la fréquence.

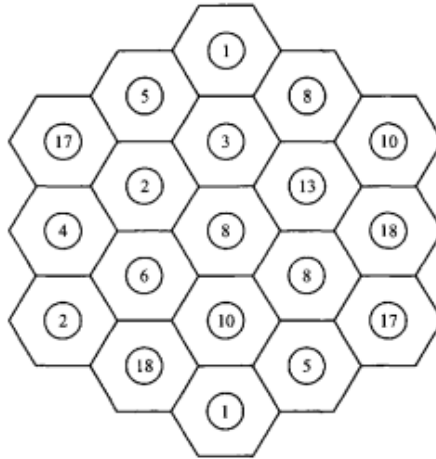


Figure I.-8 : Exemple de réutilisation de fréquence [1]

I.3.3.2 Planification de la capacité 2.5 (GPRS EDGE)

GPRS :

La planification de la capacité d'un réseau GPRS peut être subdivisée en deux parties : la planification de la capacité de l'interface radio et la planification de la capacité de l'interface Gb. Dans cette section, nous traitons de la première. Le réseau GPRS a trois types de trafic : voix, données CS et données PS. Tous ces éléments doivent être pris en compte lors de la planification de la capacité de l'interface radio. Le trafic CS a toujours une priorité plus élevée que le trafic PS. Mais, en raison de la nature sensible au retard de certains services PS, certains créneaux horaires sont dédiés au trafic PS uniquement. Les calculs du trafic CS sont les mêmes que ceux de l'interface radio GSM qui comprend principalement les tables Erlang B, le blocage et les seuils C/I. Supposons le cas illustré à la Figure 1-9 . Il y a une cellule qui a deux EX. Dans des conditions idéales (c.-à-d. sans blocage), 14 utilisateurs (voix) peuvent utiliser les créneaux horaires en continu, c.-à-d. qu'un trafic de 14 Erl serait généré, s'il n'y a pas de blocage. Si le nombre d'utilisateurs vocaux est réduit à huit, les six plages horaires restantes pourraient être utilisées pour les données. Il convient toutefois de noter que les données, qui ne sont pas sensibles aux retards, peuvent toujours être envoyées par les interstices de l'interface aérienne. Seules les données sensibles aux retards nécessitent une disponibilité ininterrompue des créneaux horaires. Lorsqu'un réseau GSM existant est mis à niveau vers un réseau GPRS, la capacité disponible serait insuffisante pour les données PS. Dans de tels cas, l'augmentation du nombre de TRX et des créneaux horaires sur le territoire GPRS (dédié+par défaut) serait un moyen efficace de résoudre les problèmes de capacité.

La qualité du service (QoS) a un impact profond sur la planification de la capacité dans les réseaux GPRS. Une charge accrue diminuerait la qualité de l'appel. Pour les applications critiques, la QoS minimale doit être respectée, ce qui signifie que l'augmentation de charge ne peut avoir lieu que jusqu'à ce que la QoS minimale soit atteinte. Ainsi, la planification des fréquences est importante pour atteindre le niveau de qualité de service souhaité dans un réseau radio GPRS.

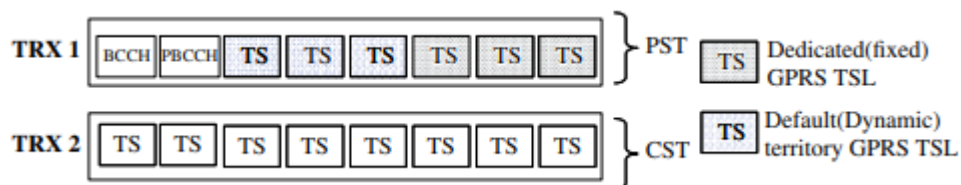


Figure I-9 GPRS timeslot allocation to CS and PS traffic.16 [2]

EDGE

La planification de la capacité des réseaux EDGE est assez semblable à celle des réseaux GPRS. Cependant, les différences fondamentales entre les deux technologies et l'augmentation du débit par plage horaire de radio dans EDGE modifient certains aspects de la planification de la capacité. Un bref aperçu de ces concepts et de leur effet sur le débit par plage horaire de radio est décrit dans les sections suivantes. Les aspects territoriaux expliqués précédemment, i.e. dédiés, par défaut, CSW, etc., sont les mêmes pour les réseaux EDGE. Le territoire dédié est spécifiquement pour le trafic PS, le territoire CSW pour le trafic CS, et par défaut peut être utilisé pour le trafic PS si le trafic CS ne l'utilise pas (c.-à-d. que le trafic CS a priorité sur le trafic PS pour le territoire par défaut). Le nombre de créneaux horaires assignés à chacun de ces territoires peut être modifié dynamiquement en fonction des conditions de charge.

I.3.3.3 Planification de la capacité dans les réseaux WCDMA

La planification des capacités dans les réseaux WCDMA est beaucoup plus compliquée que dans le GSM/EGPRS. Les facteurs qui influent sur les calculs de couverture sont la charge, le brouillage, le comportement du trafic, la vitesse des abonnés, etc.

UpLink

WCDMA est un système d'interférences limité par l'interface air. Par conséquent, la planification de la capacité devrait permettre de calculer le brouillage et la capacité

cellulaire, c'est-à-dire la quantité de trafic supportée par une station de base. La quantité d'interférence de liaison montante a un grand impact sur la capacité et le rayon de la cellule. La marge d'interférence (η) indique la quantité totale d'interférence (y compris la puissance du bruit thermique) par rapport au bruit thermique :

$$\eta_u = \frac{E_b RN}{W N_0} (1 + i) v_j \quad (I.5)$$

Où

E_b/N_0 = énergie du signal par bit/densité spectrale du bruit

N = nombre total d'utilisateurs/cellule

R = débit binaire

W = taux de puce

i = autres interférences entre cellules

v_j = facteur d'activité de l'utilisateur j

DownLink

Dans Downlink, la puissance transmise par le BS est partagée entre tous les utilisateurs. La capacité est déterminée par la puissance transmise par le BS, les emplacements de l'UE et le brouillage. Ainsi, les paramètres nécessaires pour les calculs de liaison descendante comprennent la puissance transmise par BS et l'allocation de puissance au canal de contrôle commun (CCCH). Ainsi, en liaison descendante, la capacité est déterminée par la puissance transmise par le BS, les emplacements de l'UE et le brouillage. Cela rend les calculs en liaison descendante plus compliqués que les directions de liaison montante, car dans la liaison montante chaque utilisateur a son propre amplificateur pour transmettre la puissance. Ainsi, la couverture devient une fonction du nombre d'utilisateurs. Dans DL l'interférence propre de cellule est réduite par le facteur $(1 - \alpha)$. Ceci est dû aux codes de canalisation orthogonaux synchronisés, qui sont utilisés dans DL. Le facteur de charge de liaison descendante peut être calculé comme

$$\eta_{DL} = [(1 - \alpha_j) + i] \sum_j^N \text{load}_j$$

$$\text{load}_j = \frac{1}{1 + (W/R_j)/(E_b/N_0)_j 1/v_j} \quad (\text{I.6})$$

Le facteur d'orthogonalité α_j est compris entre 0,4 et 0,9 (l'abonné au véhicule de l'UIT pour la cellule macro est 0,6 et l'abonné piétonnier de l'UIT pour la cellule micro est 0,9). Dans le système WCDMA, le trafic peut être asymétrique dans les directions de liaison montante et descendante et donc la charge peut également être différente dans les deux directions. La charge DL est toutefois supérieure à la charge UL. Les performances de la liaison diffèrent également dans les deux sens (le chiffre de bruit est plus élevé pour l'UE que le BS). Les têtes de transfert souples sont uniquement dans la direction DL. Le facteur de charge pour différents services doit être calculé séparément. La charge totale est alors la somme des différents services dans la zone cellulaire

Le principe de la capacité souple est qu'une cellule peut être plus chargée lorsque les cellules environnantes sont déchargées. Moins il y a d'interférences provenant de toutes les cellules voisines, plus les utilisateurs peuvent être admis avant que la charge (interférence ou puissance transmise) d'une cellule atteigne la cible de charge. Si la charge moyenne est faible, il y a une capacité supplémentaire disponible dans les cellules voisines. Comme cette capacité peut être empruntée aux cellules voisines, le partage des interférences donne une capacité soft. La capacité soft a plus d'impact sur les utilisateurs en temps réel à débit binaire élevé en raison d'un changement relatif plus important pour les débits binaires plus élevés. La capacité soft peut être estimée en fonction de l'interférence totale au BTS. L'interférence totale comprend celle des propres cellules et d'autres cellules. Par conséquent, la réserve totale de canaux peut être obtenue en prenant le nombre de canaux par cellule dans le cas de charge égale et en multipliant ce nombre par $1 + i$, ce qui donne alors la capacité unique de la cellule isolée. La formule de base d'Erlang B est ensuite appliquée à ce plus grand bassin de canaux. Cette capacité obtenue d'Erlang est ensuite répartie également entre les cellules voisines (interférantes) en divisant le trafic maximal offert par $1 + i$ (en UL l'augmentation de puissance est également prise en compte). À partir de la charge prévue, le nombre de canaux disponibles dans le pool de ressources (une condition moyenne) peut être calculé :

$$N_{UL} = \frac{\eta_{UL}}{(1+i)} \left(1 + \frac{W/R}{E_b/N_0} \frac{1}{v} \right) \tag{I.7}$$

La capacité soft de blocage (à Erlang) pour les services de RT peut être calculée à l'aide du tableau Erlang B et de l'équation

$$\text{Soft capacity/cell} = \frac{\text{Erlang B [N(1+i) blocking \%]}}{1+i} \text{ [Erl]} \tag{I.8}$$

On calcule la capacité soft du DL à l'aide d'une méthode semblable.

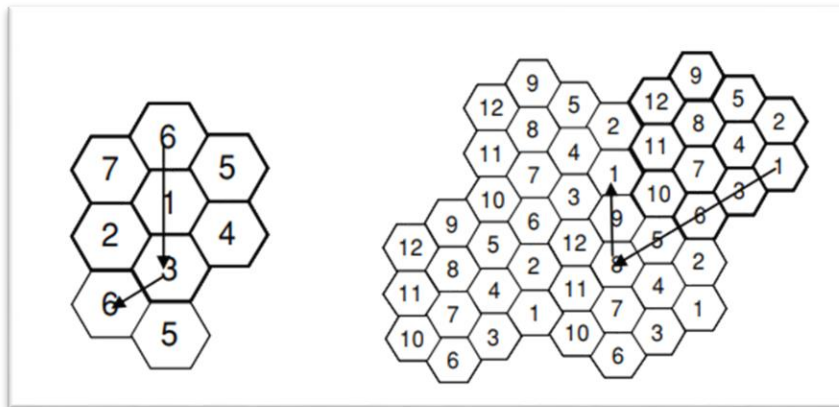


Figure I-10 : Schémas de réutilisation des fréquences de 7 et 12 cellules

I.3.3.4 Planification de la capacité dans les réseaux LTE

Le dimensionnement de la capacité nous permet de trouver la capacité maximale soutenu par une cellule. Son but est de déterminer le nombre de sites nécessaires. Le trafic des utilisateurs pour une zone donnée. La capacité est limitée par le nombre d'eNodeBs installé dans le réseau, il dépend de plusieurs facteurs tels que le type de zone, le service, Le nombre d'abonnés.

Pour calculer la capacité en downlink et uplink, on doit faire appel aux paramètres suivants :

LTE peut fournir des vitesses très élevées pour les uplink et downlink,

Comme pour tout système de communication à large bande, en raison de l'efficacité spectrale accrue et la bande passante disponible. L'efficacité spectrale dépend du type d'antenne MIMO, c'est-à-dire débit binaire et bande passante souhaités. Il est représenté par la formule suivante

$$\eta_{BW} = \frac{\text{Débit}_{Req}}{B_w} \quad (I.9)$$

Nombre d'abonnés supportés par une cellule :

$$\begin{aligned} N_{abonné/cell}^{Up} &= \frac{C_{cell}}{\text{Throughput}_{BH}^{Up}} \\ N_{abonné/cell}^{Dl} &= \frac{C_{cell}}{\text{Throughput}_{BH}^{Dl}} \end{aligned} \quad (I.10)$$

Ccell : capacité de la cellule

Nabonné/Cell Up Et Nabonné/CellDl : nombre d'abonnés par cellule pour la liaison montante et descendante.

ThroughputBH, Dl ThroughputBH, Ul : le débit à l'heure forte de la charge dans le sens montant et descendant.

Nombre des eNodeBs requis

Dans cette partie nous allons calculer le nombre d'abonnés par site en fonction du nombre d'abonnés par cellule en prenant trois cellules par site dans les deux liaisons (sens montant et descendant).

$$\begin{aligned} N_{abonné/Site}^{Up} &= N_{abonné/Cell}^{Up} * 3 \\ N_{abonné/Site}^{Dl} &= N_{abonné/Cell}^{Dl} * 3 \end{aligned} \quad (I.11)$$

Pour le calcul du nombre total des sites :

$$N_{abonné/Site} = \min < N_{abonné/Site}^{Up}, N_{abonné/Site}^{Dl} > \quad (I.12)$$

$$N_{Capacité}^{eNodeB} = N_{Total d'abonné} / N_{abonné/Site} \quad (I.12)$$

NTotal d'abonné : C'est le nombre total d'abonné dans la zone de déploiement

NCapacité eNodeB : C'est le nombre d'eNodeB requis pour satisfaire la contrainte de la capacité

Nombre final d'eNodeB requis

Nous déterminerons le nombre final d'eNodeBs, mais pour cela nous devons considérer

Le nombre minimum d'eNodeB requis pour établir la couverture demandée est marqué comme $N_{couverture}$

Le nombre minimum d'eNodeB requis pour répondre aux exigences de capacité

$N_{Capacité}$ de eNodeB. Dans ce cas, demander le nombre de sites satisfaisant la contrainte de couverture

La capacité est donnée par l'expression suivante :

$$N^{eNodeB} = \max < N_{Capacité}^{eNodeB}, N_{couverture} > \quad (I.13)$$

I.3.4 La fréquence

La planification des fréquences est en fait une mise en œuvre de la planification de la capacité. La planification des fréquences et la planification des capacités visent à maximiser le flux d'informations (voix ou données) sur l'interface radio tout en maximisant l'efficacité de l'infrastructure du réseau radio. Dans la planification d'un système radio cellulaire, les mêmes fréquences sont réutilisées aussi souvent que possible pour maximiser la capacité et ainsi minimiser l'investissement dans le réseau radio. L'objectif est d'avoir le maximum d'émetteurs-récepteurs (un émetteur et un récepteur) à chaque station de base sans dégrader la qualité radio. [4]

I.3.4.1 Caractéristiques de la planification des fréquences

I.3.4.1.1 Fréquence hopping

Le saut de Fréquence (hopping) améliore le C/I et le facteur de réutilisation des fréquences et augmente ainsi la capacité du réseau radio. L'amélioration finale de la capacité du saut de fréquence dépend du nombre de canaux et de la bande passante de fréquence. La mise en œuvre du saut de fréquence a également un effet significatif sur la planification des fréquences, qui dépend en outre fortement du schéma de saut de fréquence. Les schémas de sauts de fréquences en bande de base et synthétisés sont généralement utilisés, par exemple, dans les réseaux mobiles GSM et la limitation ou la suffisance des bandes de fréquences, ainsi que les limitations du système, ont une incidence importante sur le choix de ces systèmes de saut de fréquence à des fins différentes. [4]

I.3.4.1.2 Transmission discontinue

La transmission discontinue (DTX) est une autre méthode utilisée pour réduire l'interférence des canaux parallèles et, par conséquent, améliorer l'efficacité du spectre. Lorsque l'interférence co-canal diminue la qualité de ces cellules particulières s'améliore. DTX fonctionne pour les liaisons descendantes et montantes. Dans le sens de la liaison montante, la transmission discontinue permet également d'économiser la durée de vie de la batterie. La fonction de transmission discontinue est basée sur la reconnaissance des moments de silence. Au cours d'une conversation téléphonique, il y a des moments de silence, parce que dans une conversation moyenne, une personne parle normalement la moitié du temps. Le mobile est capable de séparer le silence et les moments de conversation en utilisant la détection d'activité vocale (VAD). Pendant les moments de silence DTX minimise la transmission.[2]

I.3.4.1.3 Le contrôle de puissance

Le contrôle de la puissance est une fonction similaire à la transmission discontinue en ce qui concerne la planification des fréquences : il est évident qu'il réduit les interférences, mais il n'est toujours pas utilisé dans la planification des fréquences parce que son effet sur les critères de planification n'est pas clair. L'objectif du contrôle de la puissance est de minimiser la consommation d'énergie de la station de base et de la station mobile et ainsi de minimiser la puissance de transmission et le brouillage. En outre, le contrôle de puissance a pour but d'avoir un niveau de champ suffisant et constant aux emplacements de réception de la station de base et de la station mobile où l'intensité de champ reçue peut être beaucoup plus élevée. Cela signifie en d'autres termes que toutes les situations où trop de puissance est utilisée pour maintenir la connexion entre la station de base et la station mobile sont notées et que cette puissance supplémentaire est filtrée. La performance du contrôle de puissance et en outre son influence sur le niveau d'interférence dans le réseau radio dépend fortement de la stratégie de contrôle de puissance. Le contrôle de la puissance fonctionne en définissant les valeurs de réception maximale (limite supérieure) et minimale (limite inférieure) avant de commencer à augmenter ou à diminuer la puissance, voir la Figure 1-10. L'objectif est de faire augmenter ou diminuer par paliers le niveau de champ reçu entre ces limites et la puissance afin de maintenir le niveau récepteur entre ces limites. S'il y a une différence énorme entre les limites, le niveau de transmission peut varier et il faut aussi du temps pour ajuster le niveau de transmission optimisé. Dans ce cas, la réduction

des interférences est également plus faible et seuls les pics d'interférence les plus élevés sont filtrés. En conséquence, le contrôle de la puissance est très rapide et efficace pour réduire les interférences si la fenêtre entre les limites est étroite. Cette stratégie fait que le contrôle de puissance se produit souvent (charge le contrôleur de la station de base) et son influence sur les transferts doit être prise en compte. [4]

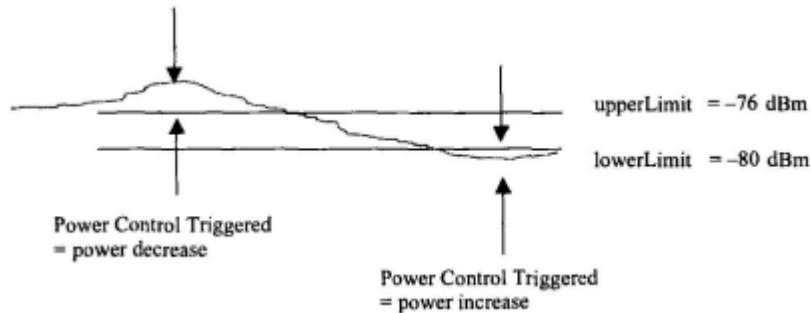


Figure I.11 limites de contrôle de puissance supérieure et inférieure pour un contrôle de puissance très serré

Même si la stratégie de contrôle de la puissance est bien connue, il est encore difficile de mesurer les performances de la commande de puissance et encore plus difficile de définir des critères de planification de la commande de puissance et il est donc préférable d'avoir une amélioration de la commande de puissance comme marge supplémentaire pour la planification de fréquence. En outre, le contrôle de la puissance est mieux compris comme une caractéristique pour éviter les zones d'interférence extrêmes dans des environnements variables tels que dans les zones urbaines [4]

I.4 Conclusion

Dans ce premier chapitre, nous avons décrit brièvement les processus général de planification des réseaux radio, l'objective et la notions de base de la planification des réseaux radio, la planification GSM, la planification UMTS et le plan LTE. La planification de la couverture et la planification de la capacité sont les plus importantes dans la planification du réseau radio. Ils peuvent être fabriqués indépendamment dans le système GSM, alors qu'ils sont corrélés les uns aux autres dans le système UMTS en raison du rôle important de l'interférence dans le système UMTS.

Chapitre II
Optimisation des réseaux
mobiles



II.1 Introduction

Dans le chapitre précédent, nous avons découvert le processus de planification du réseau mobile, qui comprend de nombreuses étapes et critères que nous prenons en compte, notamment la couverture, la capacité et la qualité. Pour maintenir les performances du réseau mobile, nous menons un processus appelé optimisation.

Dans ce chapitre, nous discuterons de l'objectif d'optimisation, de la manière dont ce processus est mis en œuvre et de ses composants les plus importants dans les différentes générations du réseau mobile.

II.2 Objectif de l'optimisation

Le processus d'optimisation vise principalement à améliorer la qualité du service fourni aux utilisateurs, à augmenter le volume de trafic transmis sur le réseau avec les appareils existants, en plus de rechercher et de corriger les problèmes existants, de respecter la couverture ciblée des différents services, de maximiser la capacité du réseau et réduire le coût de mise en œuvre de la solution [6].

II.3 Principes de base de l'optimisation d'un radio

L'optimisation du réseau radio fait partie du processus de planification du réseau. La tâche de ce processus est de surveiller, de vérifier et d'améliorer les performances du réseau radio. Il commence simultanément quelque part près de la dernière phase de la planification du réseau radio, c.-à-d. la planification des paramètres. Comme le réseau cellulaire couvre de vastes zones, il a la capacité à un grand nombre de personnes, il y a beaucoup de paramètres impliqués qui sont variables et doivent être continuellement surveillés et corrigés afin de maintenir la couverture, la capacité et la qualité du réseau. En outre, le réseau est toujours dans la phase de croissance, c.-à-d. en augmentant toujours le nombre d'abonnés, l'augmentation du trafic, la création de nouveaux centres commerciaux signifie que les besoins de capacité dans ces « points chauds » augmentent, etc. Cela signifie que le processus d'optimisation doit être mené dans le réseau au des

intervalles réguliers, ce qui augmente l'efficacité du réseau et génère des revenus à partir du réseau.

Les planificateurs de réseaux radio se concentrent sur trois domaines principaux : couverture, capacité et fréquence planification. Sur la base de ces trois éléments, ils procèdent au reste des tâches telles que la sélection du site, la planification des paramètres, etc. Dans le processus d'optimisation, l'accent est mis sur les mêmes aspects : la couverture, la capacité et la planification de la fréquence. La seule différence maintenant est que les sites sont déjà sélectionnés et les emplacements d'antenne sont fixes mais l'abonné est plus mobile que jamais, avec une croissance continue. Les tâches d'optimisation deviennent de plus en plus fastidieuses avec l'allongement du délai entre le lancement et le processus d'optimisation du réseau radio.

Une fois qu'un réseau radio est conçu, une étude de la performance du réseau est effectuée.

Cela se fait en surveillant le réseau puis en le comparant à la clé choisie indicateurs de performance. Après mise au point, le résultat (paramètres) sont ensuite appliqués à réseau pour obtenir les performances souhaitées. L'optimisation peut être considérée comme un processus distinct ou dans le cadre du processus de planification du réseau, comme le montre la figure 2.1.

L'optimisation du réseau radio se concentre principalement sur des domaines tels que le contrôle de la puissance, la qualité, les transferts, le trafic des abonnés et les mesures de disponibilité (et d'accès) des ressources [7].

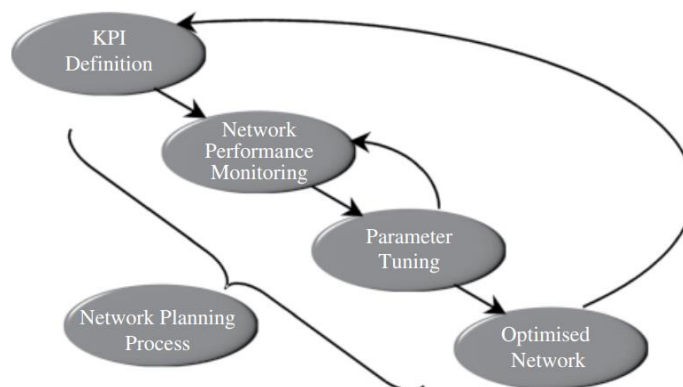


Figure II.1 : *Optimisation du réseau radio* [7]

II.4 Processus de l'optimisation

Le processus d'optimisation est une boucle périodique qui peut être appelée plusieurs fois sur le même réseau de communication mobile, c'est-à-dire après le déploiement du réseau, nous l'appelons pré-optimisation ou post-démarrage du réseau. L'optimisation respecte cette boucle tant que ces opérations apportent toujours des améliorations au réseau. Le cycle utilise une variété d'outils [8].

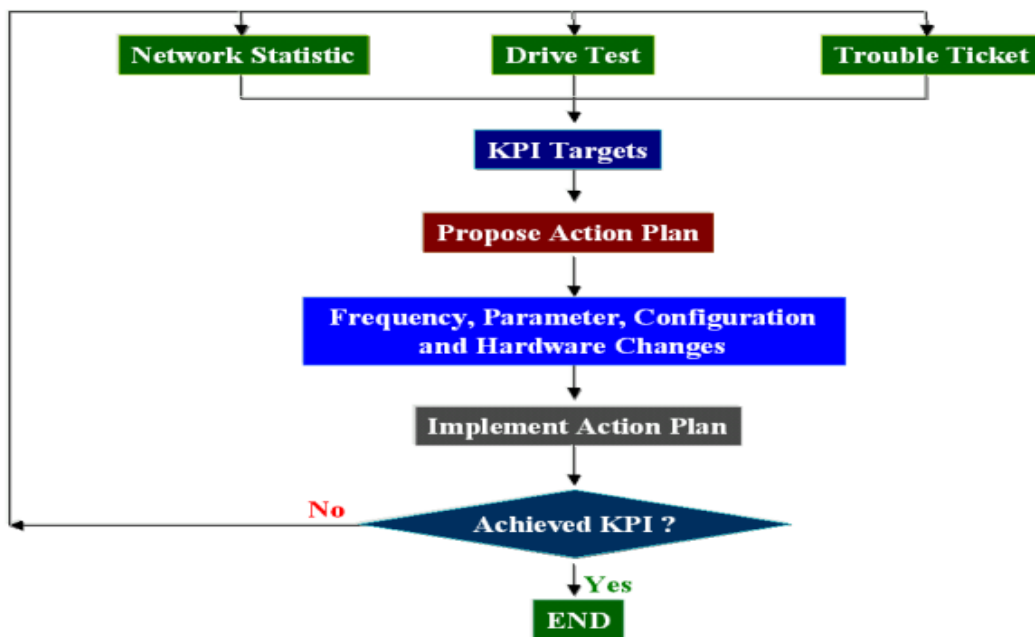


Figure II.2 : Organigramme de l'optimisation du réseau [9]

II.5 Méthode d'optimisation

L'optimisation RF implique l'ajustement des azimuts, des inclinaisons, de la hauteur de l'antenne, de la transmission eNodeB puissance, algorithmes de fonctionnalités et paramètres de performance. Méthodes d'optimisation dans différents les normes sont similaires, mais chaque norme a sa propre définition de mesure [11].

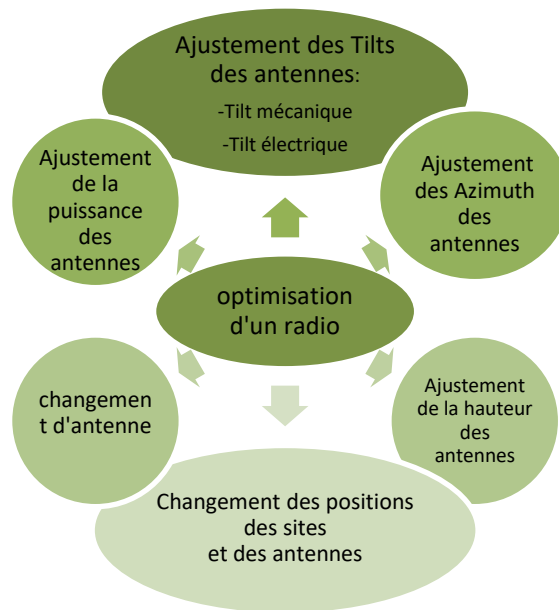


Figure II.3 : Méthodes d'optimisation

II.5.1 Ajustement de l'azimut

L'azimut est la direction dans laquelle l'antenne rayonne la plus grande partie de sa puissance. Azimut de 0° (inclus) à 360° (exclu) dans la direction mesurée à partir du nord Rétrograde (dans le sens des aiguilles d'une montre) : donc l'est est à 90° , le sud à 180° , l'ouest à 270° . Pensez à orienter l'antenne de l'eNodeB pour éviter Direction principale près de l'azimut [10].

II.5.2 Ajustement de Tilt

L'inclinaison est l'inclinaison verticale du lobe principal de l'antenne, et il en existe deux types :

- Inclinaison mécanique (tilt mécanique) : imposée par une simple inclinaison physique de l'antenne l'orientation souhaitée, mais en réalité l'inclinaison n'est appliquée qu'au lobe principal Alors que les lobes secondaires restent inchangés, ce phénomène n'est pas considéré Envisagé lors de la planification du système et pouvant entraîner des effets indésirables comme les problèmes d'interférence.
- Inclinaison électrique (tilt électrique) : appliquée en jouant sur une petite pièce mécanique en dessous Antenne, en appliquant une inclinaison électrique de 0° à 10° , on peut régler le déphasage de l'antenne signaux dans différents dipôles, appliquez donc les

modifications à ce paramètre Pour tout le rayon de tous les lobes et azimuts sans affecter le pendage antenne [10].

II.5.3 Ajustement de puissance

Dans le processus de planification du réseau, la zone à couvrir par le réseau est divisée en cellules, et il peut y avoir un chevauchement entre deux stations de transmission de base, ce qui signifie qu'elles couvrent une cellule en même temps.

Afin d'améliorer ces interférences, la valeur de la capacité de couverture de l'une des deux stations est réduite afin d'améliorer la qualité de couverture et de résoudre le problème d'interférence. C'est ce qu'on appelle le réglage de puissance dans l'amélioration de la radio.

II.6 Indicateurs clés de performance (KPI du radio)

Les KPI Indiquent les performances globales du réseau sur une période de temps

Bon moyen de surveiller les tendances du réseau et d'anticiper les problèmes

futurs Données obtenues à partir du test de conduite et des statistiques de trafic [11].

Tableau II.1: KPI typique d'un radio [11]

Paramètre KPI	La source
Call Drop Rate	Stat. & DT
Congestion Rate	Stat.
Handover Success Rate	Stat. & DT
Busy Hour Traffic	Stat.
TCH Utilization	Stat. & Alarms
Call Setup success rate	Stat. & DT
Coverage	DT
Quality	DT

II.6.1 Catégorisation des KPI de performances réseau

Les KPI de performance du réseau sont classés dans les catégories suivantes [12] :

- Accessibilité
- Capacité de conservation
- Mobilité
- Intégrité
- Disponibilité

II.6.1.1 KPI d'accessibilité

Les mesures KPI d'accessibilité aident l'opérateur du réseau à savoir si les services demandés par un utilisateur peuvent être accédés avec des niveaux de tolérance spécifiés dans certains des conditions de fonctionnement. Le service par E-UTRAN est défini comme EPS ou ERAB, RRC et SAE (ERAB) sont les procédures fondamentales pour les KPI d'accessibilité [12].

- Taux de réussite de la configuration RRC (RRCSSR) : le RRCSSR évalue les causes liées au service dans une cellule ou cluster impliqué et est basé sur les compteurs mesurés à eNB lors de la réception de la connexion RRC Demande de l'UE comme indiqué dans la relation ci-dessous

$$RRCSSR_{service} = \frac{RRCConnectionSuccess_{service}}{RRCConnectionAttempt_{service}} \times 100\% \quad (II.1)$$

- Taux de réussite de la configuration RRC (signalisation) : le KPI évalue le taux de réussite de la configuration RRC de la signalisation causes connexes dans une cellule ou un groupe

$$RRCSSR_{signaling} = \frac{RRCConnectionSuccess_{signaling}}{RRCConnectionAttempt_{signaling}} \times 100\% \quad (II.2)$$

- Taux de réussite de la configuration ERAB (VoIP) : le KPI est utilisé pour évaluer le taux de réussite de la configuration ERAB du service VoIP au niveau de la cellule ou du cluster

$$VoIPERABSSR = \frac{VoIPERABSetupSuccess}{VoIPERABSetupAttempt} \times 100\% \quad (II.3)$$

- Taux de réussite de la configuration ERAB (tous) : le KPI est basé sur le taux de réussite de la configuration de tous les services à niveau cellule ou cluster

$$ERABSSR = \frac{ERABSetupSuccess}{ERABSetupAttempt} \times 100\% \quad (II.4)$$

- Taux de réussite de la configuration des appels (CSSR) : cet indicateur de performance clé est utilisé pour évaluer le taux de réussite de la configuration des appels d'un services au niveau de la cellule ou du cluster. Le KPI est calculé sur la base du KI de RRCSSR (service) et ERABSSR (tous)

$$CSSR = \frac{RRCConnectionSuccess_{service}}{RRCConnectionAttempt_{service}} \times \frac{ERABSetupSuccess}{ERABSetupAttempt} \times 100\% \quad (II.5)$$

II.6.1.2 KPI de fidélisation

Si les utilisateurs finaux sont souvent interrompus pendant l'utilisation du service, ou si le service est interrompu pendant l'utilisation, il devient difficile pour les opérateurs de facturer le temps pendant lequel les services ne sont pas fournis. Les KPI de rétention mesurent la capacité des systèmes à supporter une réutilisation cohérente et à effectuer leurs fonctions prévues. La conservabilité d'une application finale couvre une zone plus large que l'E-UTRAN par conséquent, les KPI donnés sont limités aux parties sur lesquelles E-UTRAN a le contrôle [12].

- Taux d'abandon d'appel (VoIP) (CDR) : Le taux d'abandon d'appel est calculé en surveillant le VoIP ERAB taux de libération anormal. Le taux d'abandon d'appel peut être dû à une libération anormale dans le support radio ERAB ou Porteur S1

$$VoIPCDR = \frac{VoIPERAB_{AbnormalRelease}}{VoIPERAB_{Release}} \times 100\% \quad (II.6)$$

- Taux d'abandon des appels de service (tous) : le KPI est utilisé pour évaluer les services d'abandon de tous les services dans un cellule ou amas. Il mesure la libération anormale au niveau de l'eNodeB

$$Service\ CDR = \frac{ERAB_{AbnormalRelease}}{ERAB_{Release}} \times 100\% \quad (II.7)$$

II.6.1.3 KPI de mobilité

La mobilité est une fonctionnalité fondamentale qui fournit un service continu aux utilisateurs qui se déplacent autour du réseau. Les KPI de mobilité concernent les transferts (HO). Les mesures comprennent à la fois intraE-UTRAN et interRAT Hos. Les mesures sont effectuées au niveau de la cellule et du cluster niveaux. Hos définit le transfert d'une connexion UE active d'une cellule à une autre. Tous les HO dans LTE sont durs, c'est-à-dire que la connexion entre l'UE et le RAN est temporairement interrompue pendant Hos [12].

- Taux de réussite du transfert intra-fréquence : le KPI est utilisé pour évaluer le Taux de réussite des sorties HO au niveau de la cellule ou du cluster

$$IntraHOOtSR = \frac{IntraFHOOtSuccess}{IntraHOOtAttempt} \times 100\% \quad (II.8)$$

- Taux de réussite du transfert inter-fréquence : ce KPI est utilisé pour évaluer le taux de réussite du transfert au niveau de la cellule ou du cluster

$$InterFH0OutSR = \frac{InterFH0OutSuccess}{InterFH0OutAttempt} \times 100\% \quad (II.9)$$

- Taux de réussite du transfert inter-RAT (LTE vers WCDMA) : le KPI est utilisé pour évaluer le succès du HO taux de LTE à WCDMA dans un cluster

$$IRATHO_L2W_SR_{out} = \frac{IRATHO_L2W_SuccessOut}{IRATHO_L2W_Attempt} \times 100\% \quad (II.10)$$

- Taux de réussite du transfert inter-RAT (LTE vers GERAN) : le KPI est utilisé pour évaluer Taux de réussite HO de LTE à GERAN

$$IRATHO_L2G_SR_{out} = \frac{IRATHO_L2G_Success}{IRATHO_L2G_Attempt} \times 100\% \quad (II.11)$$

II.6.1.4 KPI d'intégrité :

Les KPI d'intégrité indiquent l'impact d'E-UTRAN sur la qualité du service fourni à l'utilisateur. Un service les KPI d'intégrité peuvent être calculés au niveau de la cellule ou du cluster, les KPI au niveau du cluster étant une agrégation de compteurs au niveau des cellules [12].

- Service Downlink Average Throughput : le KPI se compose de neuf sous-KPI qui peuvent être utilisés pour évaluer le débit de liaison descendante (DL) en heure chargée d'un service avec un QCI spécifique par utilisateur dans chaque cellule. Les unités sont en kbps.
- Service Uplink Average Throughput : le KPI est utilisé pour évaluer la liaison montante en heure chargée (UL) (avec un QCI spécifique) par utilisateur dans chaque cellule. Les unités sont en kbps

- Débit moyen de la cellule DL : le KPI évalue le débit moyen lorsqu'il y a des données transfert dans le sens descendant : les unités sont en kbps
- Débit maximal de la cellule DL : le KPI évalue le débit maximal lorsqu'il y a transfert de données dans la liaison descendante : les unités sont en kbps

$$CellDLMaxThp = \frac{CellDLMaxTrafficVolumeforEach1s(bit)}{1000(ms)} \quad (II.12)$$

- Cellule UL Maximum Throughput : Le KPI est calculé en fonction de la valeur maximale du trafic volume qui sont transférés à chaque seconde

$$CellULMaxThp = \frac{CellULMaxTrafficVolumefoorEach1s(bit)}{1000ms} \quad (II.13)$$

II.6.1.5 KPI d'utilisation

Les KPI d'utilisation sont utilisés pour évaluer la capacité du système à répondre à la demande de trafic [12].

- Taux d'utilisation du bloc de ressources : le KPI se compose de deux sous-KPI, le bloc de ressources UL (RB) taux d'utilisation et taux d'utilisation DL RB

$$RB_UR_{DL} = \frac{RB_Used_{DL}}{RB_Available_{DL}} \times 100\%$$

$$RB_UR_{UL} = \frac{RB_Used_{UL}}{RB_Available_{UL}} \times 100\% \quad (II.14)$$

II.6.1.6 KPI de disponibilité

Les KPI de disponibilité mesurent le pourcentage de temps pendant lequel une cellule est disponible. Une cellule est disponible lorsque l'eNodeB peut fournir des services porteurs EPS [12].

- Taux d'indisponibilité du réseau radio : le KPI mesure le pourcentage de temps pendant lequel une cellule est indisponible afin d'évaluer la dégradation et l'impact sur les performances du réseau. Le KPI est mesuré au niveau du cluster.

$$RAN_Unavail_Rate = \frac{\sum_{cluster} CellUnavailTime}{The\ TotalNumber\ Of\ Cells\ in\ Cluster * \{SP\} * 60} \times 100\% \quad (II.15)$$

II.6.2 Drive test

Les tests de conduite donnent la « sensation » du réseau conçu tel qu'il est expérimenté sur le terrain. Le processus de test commence par sélection de la région « active » du réseau où les tests doivent être effectués et du chemin de test du lecteur. Avant que commencer les tests, l'ingénieur doit disposer des kits appropriés comprenant un équipement mobile (généralement trois mobiles), un logiciel de test de conduite (sur un ordinateur portable) et une unité GPS (système de positionnement global).

Lorsque le test du lecteur commence, deux mobiles sont utilisés pour générer des appels avec un intervalle de quelques secondes (généralement 15 à 20 s).

Le troisième mobile est généralement utilisé pour tester la couverture. Il fait un appel continu, et si cet appel est interrompu, il tenter un autre appel. Le but de ces tests est de collecter suffisamment d'échantillons à une vitesse raisonnable et dans un délai raisonnable temps. S'il y a beaucoup d'appels interrompus, le problème est analysé pour y trouver une solution et proposer des modifications [5].

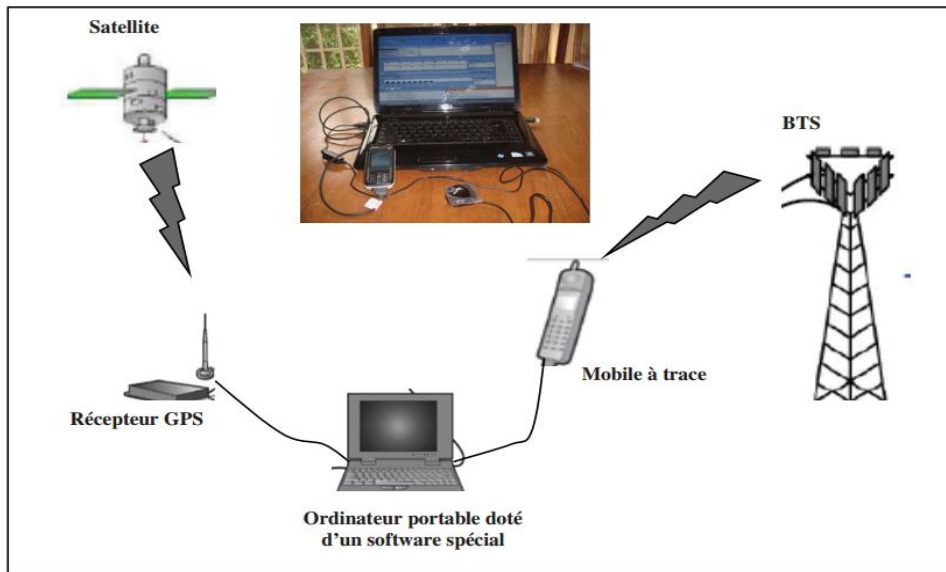


Figure II.4 : Chaîne de mesure Drive-Test [13].

II.6.2.1 Types de Drive Test

Il existe deux types de drive test : la vérification sur site unique (SSV) et le test de conduite en grappe.

➤ Single Site Vérification

Les tests SSV font partie de l'optimisation pour s'assurer Si le site est normal, comme l'établissement et la qualité des appels, le transfert, etc. Cette approche consiste à effectuer un certain nombre de tests qui peuvent montrer un échec au niveau de l'installation [8].

a-Test statique :

Pour atteindre ces objectifs, ces tests ont d'abord été menés pour chaque département de la station de base. Pour cela, placez-vous devant chaque secteur, à une certaine distance Ne doit pas dépasser 100 mètres

✚ les métriques de performances relevés au cours d'un test statique en 3G :

RSCP : RSCP (Received Signal Code Power) est le niveau de puissance du canal pilote cellule reçue. C'est le premier paramètre qui doit être analysé lors de l'optimisation RF 3G est RSCP. Il vous donne une idée des zones mal couvertes.

UE Tx power : la puissance totale transmise par l'UE sur le support mesurée dans un intervalle temps.

Ec/I0 : Toutes les technologies utilisent le rapport signal sur interférence. Par exemple, dans GSM, nous avons Utilisez C/I.

CQI : Channel Quality Information (CQI), qui informe le planificateur BTS du débit de données Le terminal est capable de recevoir à un instant donné. Comme son nom l'indique, c'est Un indicateur qui contient des informations sur la qualité du canal de communication Bonne/mauvaise qualité.C'est pour HSDPA.

Débit utilisateur DL : il s'agit du taux de téléchargement de la voix de l'expéditeur.

Débit utilisateur UL : il s'agit du taux de téléchargement pour les téléchargements.

✚ Les métrique de performances relevés au cours d'un test statique en 4G:

RSRP : la puissance du signal de référence (RSRP) est la mesure la plus élémentaire Grâce à la couche physique de l'UE, la valeur moyenne de la puissance reçue peut être obtenue RE (Resource Element) Signal de référence (RS) transmis par la station de base. mesures Exprimé en Watts ou dBm.

SINR : est le quotient de la puissance reçue de la porteuse du signal et de l'interférence plus Bruit provenant d'autres signaux utilisant la même porteuse.

RSRQ : Bien que le RSRP soit une mesure importante, il ne fournit aucune qualité de transmission. LTE s'appuie alors sur la métrique RSRQ (signal de référence Received Quality), défini comme le rapport entre RSRP et RSSI (Received Signal Strength) indice). Quand le RSRP ne suffit pas Choisissez de changer ou de resélectionner la cellule.

Le RSRQ de la 4G peut être comparé à la métrique CPICH Ec/No implémentée en 3G.

RSSI : RSSI est la puissance du signal sur la bande 5 MHz, c'est donc la puissance Mesuré à partir de toutes les stations de base [8].

b-Test dynamique :

La deuxième fois; en faisant un cercle autour du champ Environ 100 mètres pour évaluer les manœuvres de passation et de sélection/re-sélection entre divers départements. Il y a deux tours : une pour les appels vocaux (AMR) et l'autre pour Un test de téléchargement FTP.

➤ *Cluster drive test*

Contrairement aux tests SSV, qui sont conçus pour évaluer les performances par rapport à chaque site indépendamment des autres, les tests basés sur les clusters sont utilisés pour optimiser les performances des clusters [8].

Afin d'atteindre le seuil d'acceptation qui a été fixé. Domaines impliqués dans l'optimisation sont subdivisés en domaines distincts appelés clusters. Le test de conduite comprend la conduite dans la rue Classifier chacun de ces clusters en enregistrant les informations requises. Ceci comprend:

- Optimisation de la couverture et de la capacité.
- Interférence et Pilot-Pollution entre les cellules.
- Les problèmes de mobilité.

A noter que les outils utilisés lors de ces essais routiers sont les mêmes que ceux utilisés lors des essais SSV.

Cependant, le test de lecteur de cluster implique les tests suivants : LC, SC, DL, UL et MOS (reflétant qualité vocale)

Les éléments suivants doivent être pris en compte lors du test de conduite :

- Les chemins de test doivent être couverts,
- Eviter de répéter le même trajet,
- Parcourez autant d'obstacles que possible,
- Parcourir toute la zone spécifiée,
- Explorer la région dans la même journée,
- Essayez de tester à la même vitesse (30 à 50 km/h).

II.6.3 Statistiques du système de gestion de réseau

Après le lancement du réseau, des tests de conduite sont effectués périodiquement. En revanche, les statistiques sont suivies sur quotidiennement le NMS à l'aide de compteurs. Le NMS mesure généralement les fonctionnalités telles que les échecs d'établissement d'appel, appels interrompus et transferts (succès et échecs). Il donne également des données liées au trafic et au blocage dans la radio réseau [5].

II.6.3.1 Couverture

Les résultats des tests Drive donneront le niveau de pénétration des signaux dans différentes régions du réseau. Ces résultats peuvent alors être comparés avec les plans établis avant le lancement du réseau. Dans les zones urbaines, la couverture est généralement moins bonne aux points les plus éloignés du réseau, dans les zones situées derrière les immeubles de grande hauteur et à l'intérieur des immeubles. Ces problèmes deviennent graves lorsque des zones et des bâtiments importants n'ont pas le niveau de signal souhaité, même si des précautions ont été prises pendant la phase de planification du réseau. Cela conduit à un examen minutieux immédiat des emplacements, des hauteurs et de l'inclinaison de l'antenne. Les problèmes sont généralement résolus en déplaçant les emplacements des antennes et en modifiant l'inclinaison des antennes. Si l'optimisation se fait après une longue période, de nouveaux sites peuvent également être ajoutés.

La couverture devient également critique dans les zones rurales, où la capacité des sites cellulaires est déjà faible. Zones peuplées et les autoroutes constituent généralement les régions qui devraient avoir le niveau de couverture souhaité. Un facteur qui peut diminuer le niveau du signal pourrait être les conditions de propagation, donc l'étude des calculs de bilan de liaison avec le profil du terrain devient un élément essentiel de l'optimisation rurale. Pour la couverture routière, l'ajout de nouveaux sites peut être l'un des solutions [5].

II.6.3.2 Capacité

Les données collectées à partir du système de gestion de réseau sont généralement utilisées pour évaluer la capacité du réseau. Comme la couverture et la capacité sont interdépendantes, les données collectées à partir des tests de conduite sont également utilisées pour l'évaluation de la capacité. Les deux aspects de cette évaluation sont les appels interrompus et la congestion. Généralement, les problèmes liés à la capacité surviennent lorsque l'optimisation du réseau a lieu après une longue période de temps. L'optimisation du réseau radio comprend également la fourniture d'une nouvelle capacité vers de nouveaux points chauds ou en améliorant la couverture intérieure. Une fois que la couverture régionale/zone est planifiée et exécutée dans la phase de planification normale, l'optimisation doit prendre en considération la fourniture d'autant de couverture que possible.

possible les endroits qui s'attendraient à un trafic élevé, comme à l'intérieur des immeubles de bureaux, à l'intérieur des magasins centres commerciaux, tunnels, etc [5].

6.3.3 Qualité

La qualité du réseau radio dépend de sa couverture, de sa capacité et de sa fréquence allocation. La plupart des problèmes graves d'un réseau radio peuvent être attribués à des interférences. Pour la qualité de la liaison montante, les statistiques BER sont utilisées et pour la liaison descendante, les statistiques FER sont utilisées. Une fois qu'il est constaté qu'il existe une interférence dans le réseau, la source de l'interférence doit être trouvée (c'est-à-dire si la source est interne ou externe). Toute la fréquence plan est vérifié à nouveau pour vérifier si la source est interne ou externe. Les problèmes peuvent être causés par des imprécisions dans les plans de fréquence, les plans de configuration (par exemple, les inclinaisons d'antenne), facteurs de correction imprécis utilisés dans les modèles de propagation, etc [7].

6.3.4 Réglage des paramètres

La fin du processus d'évaluation marque le début de la tâche fastidieuse et complexe processus de réglage fin des paramètres. Les principaux paramètres ajustés sont paramètres de signalisation, paramètres de ressources radio, paramètres de transfert et puissance Paramètres de contrôle. Les concepts qui sont discutés dans le processus de planification radio et les valeurs KPI doivent être atteintes une fois le processus terminé. La complexité majeure de ce processus est la non-homogénéité des réseaux radio. La planification du réseau radio prend en compte les modèles de propagation standard et les corrections sont faites sur la base de méthodes d'essais et d'erreurs qui peuvent être valides pour certaines parties du réseau et invalide pour les autres. Pendant le déploiement du réseau, quelques mesures supplémentaires sont effectuées et les paramètres sont à nouveau ajustés. Une fois le réseau passé

« en direct », le test de conduite et les statistiques NMS aident à affiner davantage les paramètres. C'est à ce stade qu'un ensemble de paramètres par défaut est créé pour l'ensemble du réseau. Celles-ci les paramètres sont décidés sur la base de l'analyse effectuée dans certaines parties critiques du réseau (par des tests de conduite et NMS). Cependant, comme le réseau n'est pas homogène, ces paramètres par défaut peuvent ne pas être aussi précis dans les autres régions, apportant ainsi baisse de la qualité globale entraînant une réduction des revenus entrants pour le réseau opérateur. Pour cette raison

principale, l'optimisation du réseau radio est un travail continu processus dans le réseau qui commence pendant la phase de pré-lancement et se poursuit tout au long de l'existence des réseaux [7].

II.7 Conclusion

Après avoir terminé ce chapitre, nous aurons abordé la connaissance du processus d'amélioration, ses méthodes et les critères les plus importants sur lesquels il repose.

Nous en concluons que le processus d'amélioration représente une étape essentielle pour la continuité de la haute qualité des services fournis aux utilisateurs du réseau.

Chapitre III
Planification d'un réseau
en utilisant Atoll



III.1 Introduction

La planification d'un réseau mobile nécessite un outil informatique ou plus précisément appelé logiciel de planification ou planificateur. Il existe de nombreux planificateurs de réseaux mobile, parmi ces logiciels nous avons : ATOLL, TEMS investigation, rabot NOKIA, rabot SIEMENS, rabot ERICSSON, MAP-INFO, etc. Leur objectif principal est de planifier et de concevoir des réseaux cellulaires selon les principes suivants Les exigences des clients sont conformes aux normes internationales et à la compatibilité réseau télécommunications. Par exemple, chaque opérateur de téléphonie mobile utilise un planificateur spécifique Il existe 3 opérateurs de téléphonie mobile en Algérie : MOBILIS, DJEZZY, OOREDOO,

Dans ce chapitre, nous allons présenter une simulation sous le Logiciel ATOLL d'un réseau mobile Car MOBILIS utilise ATOLL et aussi Atoll c'est un logiciel multi-technologie de conception et d'optimisation de réseaux sans fil qui permet aux opérateurs de rationaliser leurs activités de planification et d'optimisation en combinant les prédictions et les données de réseaux en direct. Avec plus de 10000 licences actives installées auprès de plus de 500 clients dans 140 pays, Atoll est devenu la norme de l'industrie pour la conception et l'optimisation des réseaux sans fil [14]

III.2. Présentation générale [15]

FORSK est une société de logiciels indépendante qui fournit aux opérateurs et aux fournisseurs des produits de conception et d'optimisation de réseaux sans fil.

ATOLL a été conçue par FORSK compagnie, est un environnement multi-technologie et convivial de planification radio basé sur Windows qui prend en charge les opérateurs de télécommunications sans fil pendant toute la durée de vie du réseau, de la conception initiale à la densification et à l'optimisation.

Plus qu'un outil d'ingénierie, Atoll est un système d'information technique ouvert, évolutif et flexible qui s'intègre facilement aux autres systèmes informatiques, augmente la productivité et raccourcit les délais.

Atoll prend en charge une gamme complète de scénarios de mise en œuvre, des configurations de serveurs autonomes à l'échelle de l'entreprise utilisant l'informatique distribuée et parallèle.

III.3 Description de la fenêtre de travail principal du logiciel ATOLL

1. Fenêtre de point d'analyse
2. Fenêtre panoramique (flottante)
3. Fenêtre de l'explorateur (amarré)
4. Espace de travail

Voir la figure si dessous

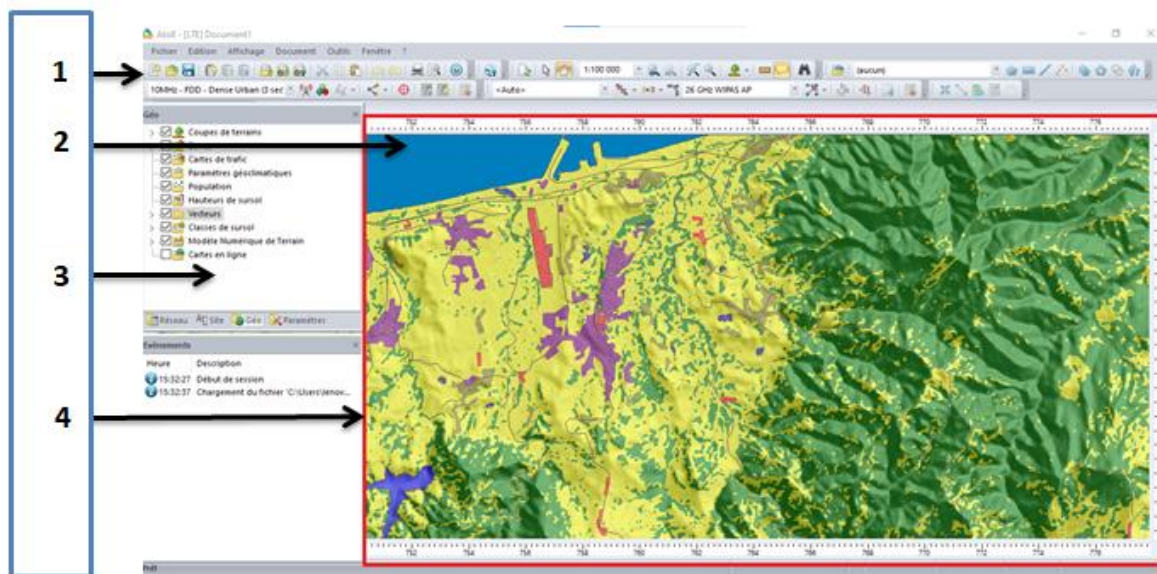


Figure III.1: Fenêtre de travail principale d'ATOLL

III.4 Simulation

III.4.1 Objectif

L'objectif de cette étude est la prise en main du logiciel ATOLL d'aide à la planification de réseaux mobile LTE. Nous avons alors choisi comme exemple d'application la région de CITE AADL MOULIHA M'SILA, car on 'a sa carte géographique le logiciel ATOLL et ses formulaires de recherche de site MOBILIS

III.4.2 Etapes de la simulation

Le travail se répartie sur plusieurs étapes qui sont détaillées comme suite :

III.4.2.1 Début du projet

Project Template Ouvrir l'interface principale du logiciel atoll et choisir le type d'application : exemple 3GPP Multi-RAT

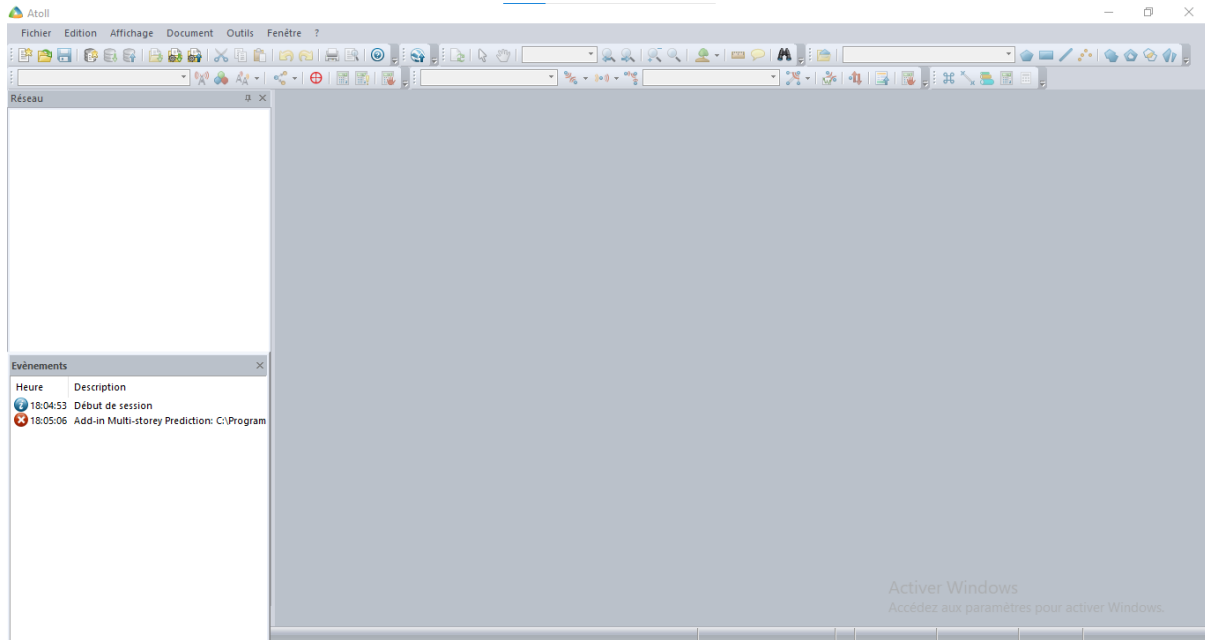


Figure III.2 : Interface principale du logiciel ATOLL

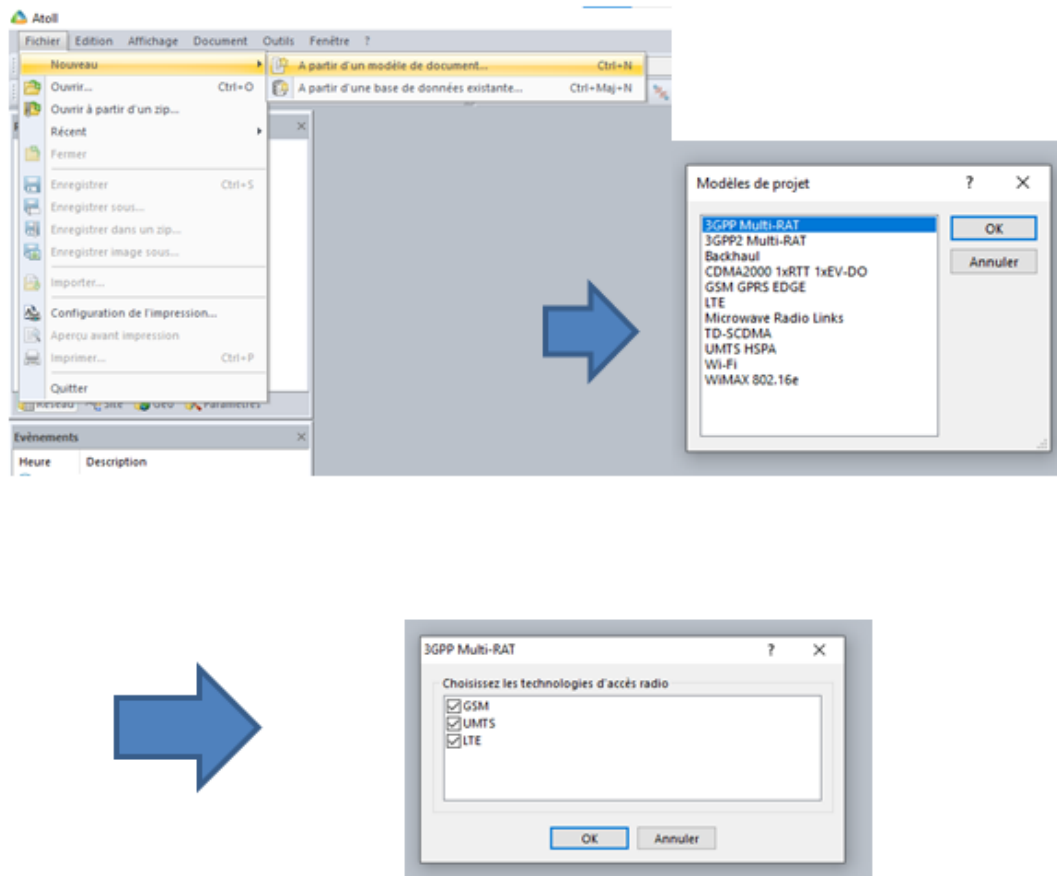


Figure III.3 : Choix de type d'application : 3GPP Multi-RAT

III.4.2.2 Configuration des paramètres

Clique sur : document –propriétés- coordonnées

- Projection : WGS84/UMT zone 31N
- Affichage : WGS 84
- Format des degrés : -xx.xxxxx

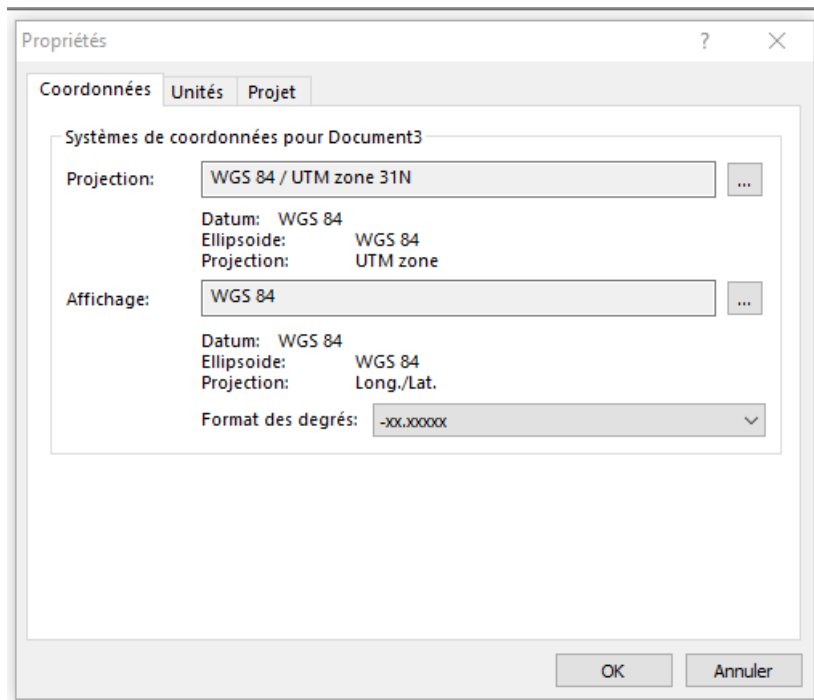


Figure III.4 : Configuration des coordonnées

III.4.2.3 Import digital MAPS

La carte d'Algérie est caractérisée par :

- Clutter
- Height
- Vector
- La carte en ligne

Importation clutter:

Cliquer sur Fichier – Importer => choisir clutter Index du mapAlegria – Cliquer sur ouvrir-type des données – classes de sursol-ok

On obtient alors la représentation si dessous :

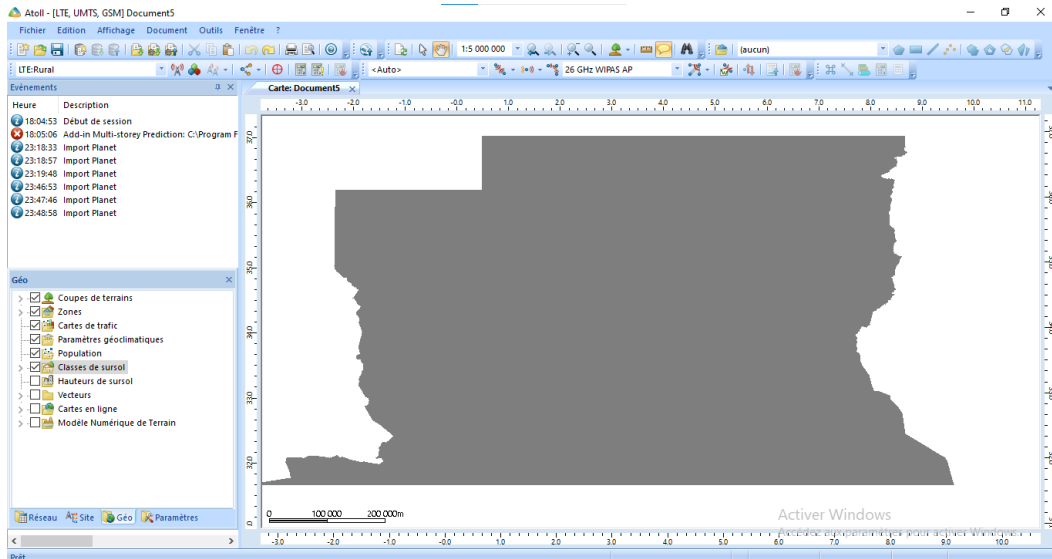


Figure III.5 : Importation de la composante clutter

Import height :

Clique sur Fichier – Importer => choisir height Index du mapAlegria – Clique sur ouvrir-type des données – Altitudes -ok

On obtient alors la représentation si dessous :

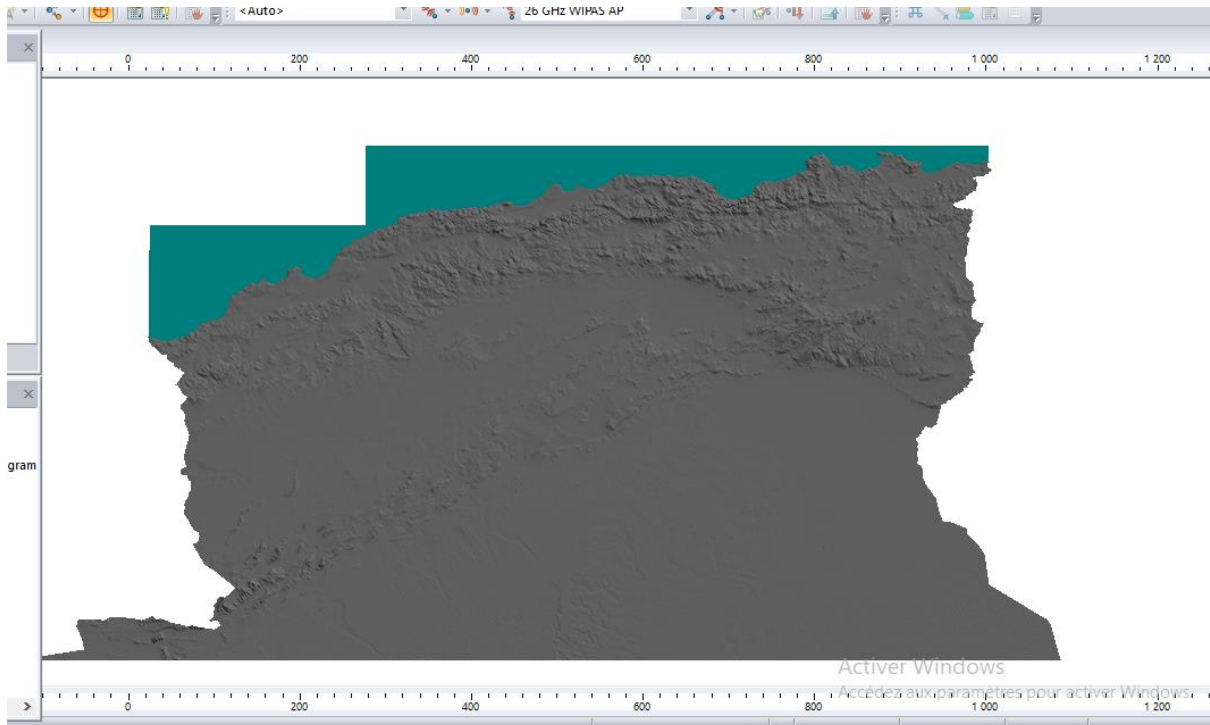


Figure III.6 : Importation de la composante height

Import vector :

Clique sur Fichier – Importer => choisir vector Index du mapAlegria – click sur ouvrir-type des données – vecteurs -ok –importer

On obtient alors la représentation si dessous :

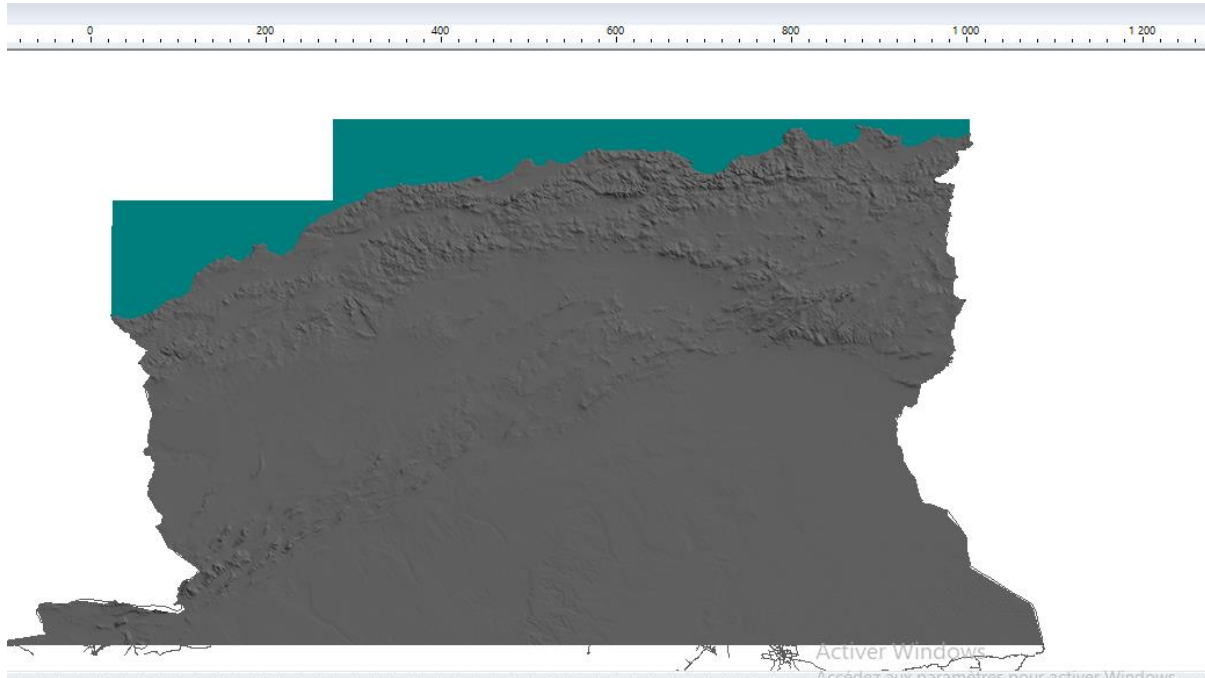


Figure III.7 : *Importation de la composante vector*

Importer la carte en ligne :

Clique sur Géo –carte en ligne –nouvelle carte –on ’ajoute le nom et URL du serveur – ok

On obtient alors la représentation si dessous :

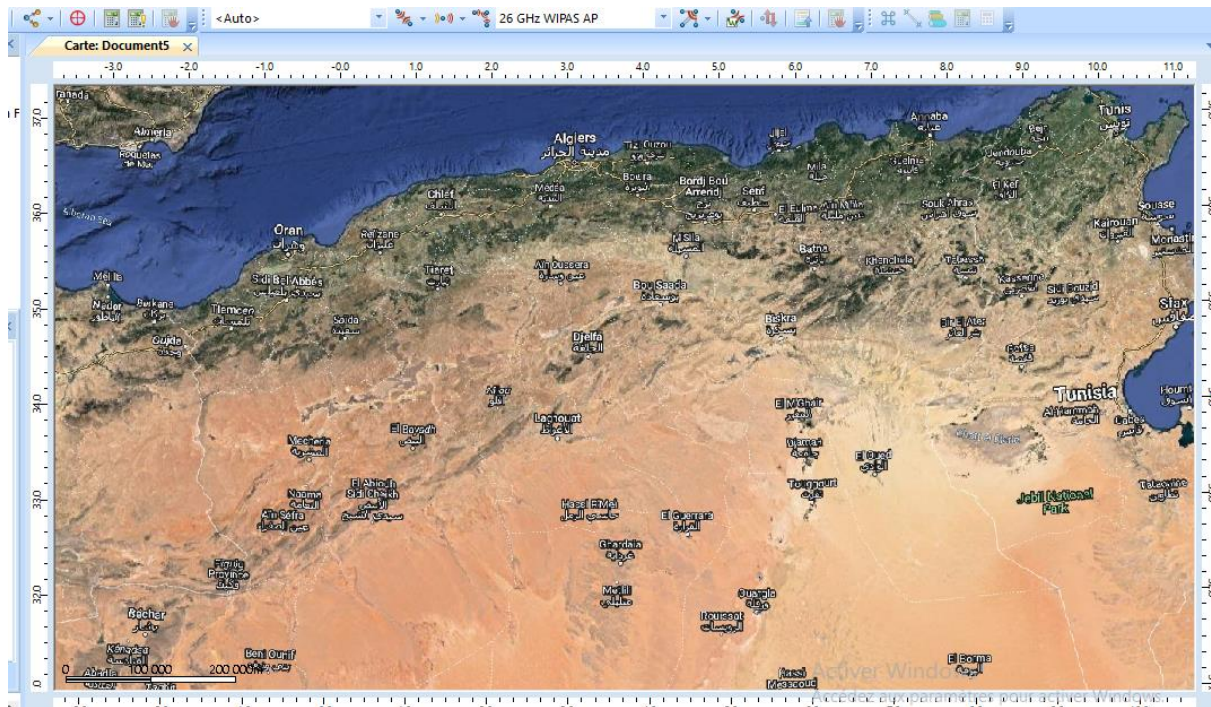


Figure III.8 : Importation de la carte en ligne

Réglage des paramètres de la carte D'Algérie :

Clique Géo après clique adroite sur Modèle Numérique de terrain-propriété-
Affichage-type d'affichage –intervalle des valeurs ; action-Dégradé

- Première borne : 998
- Dernière borne : 950
- Intervalle : -3

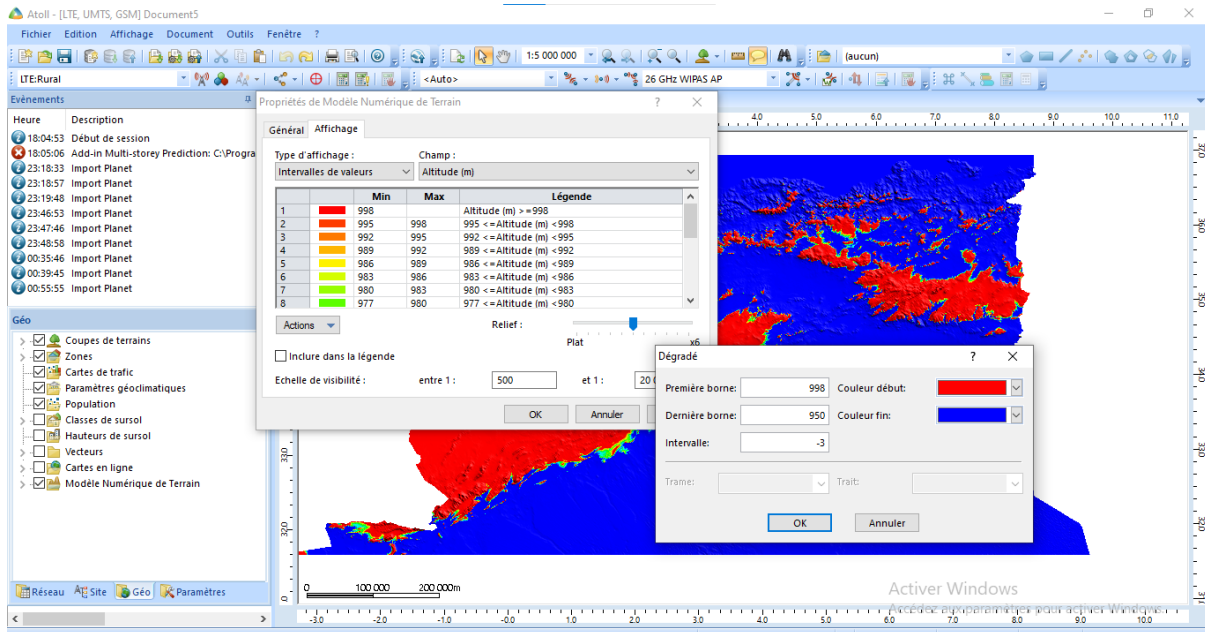


Figure III.9 : Réglage des paramètres du modèle numérique de terrain

Clique OK on obtient alors la représentation si dessous :

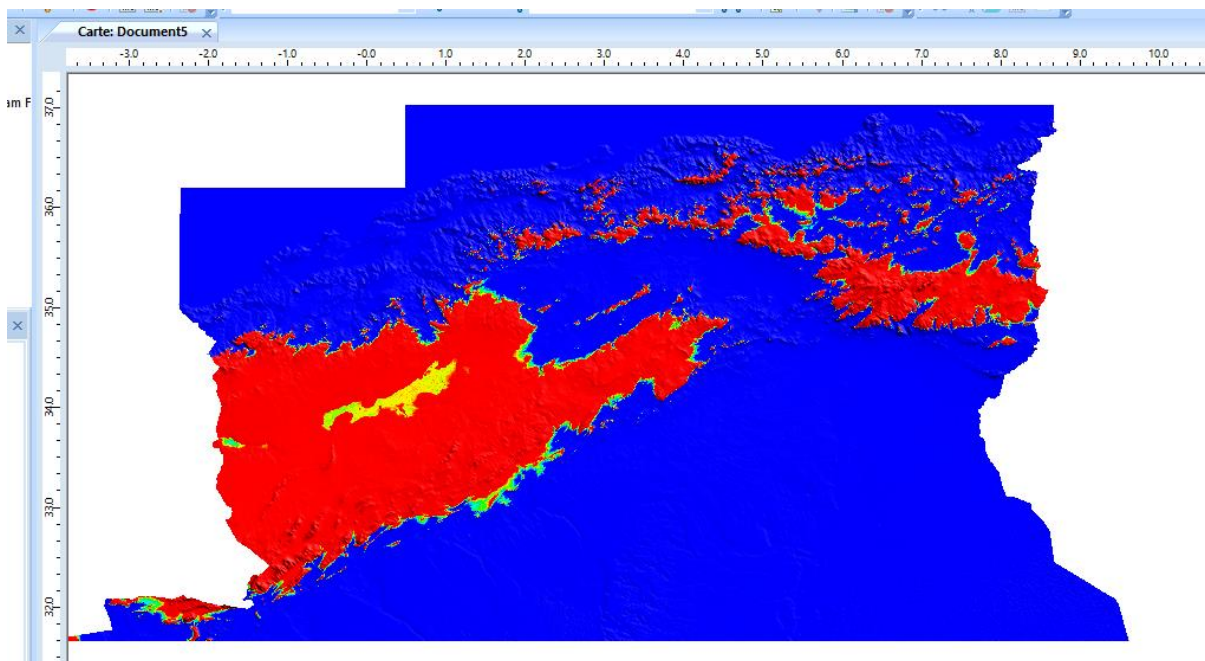


Figure III.10 : Modèle Numérique de terrain après réglages

III.4.2.4 Import les sites :

Identification de la zone

Clique sur : géo –zones –zones de calcul – Dessiner un polygone :

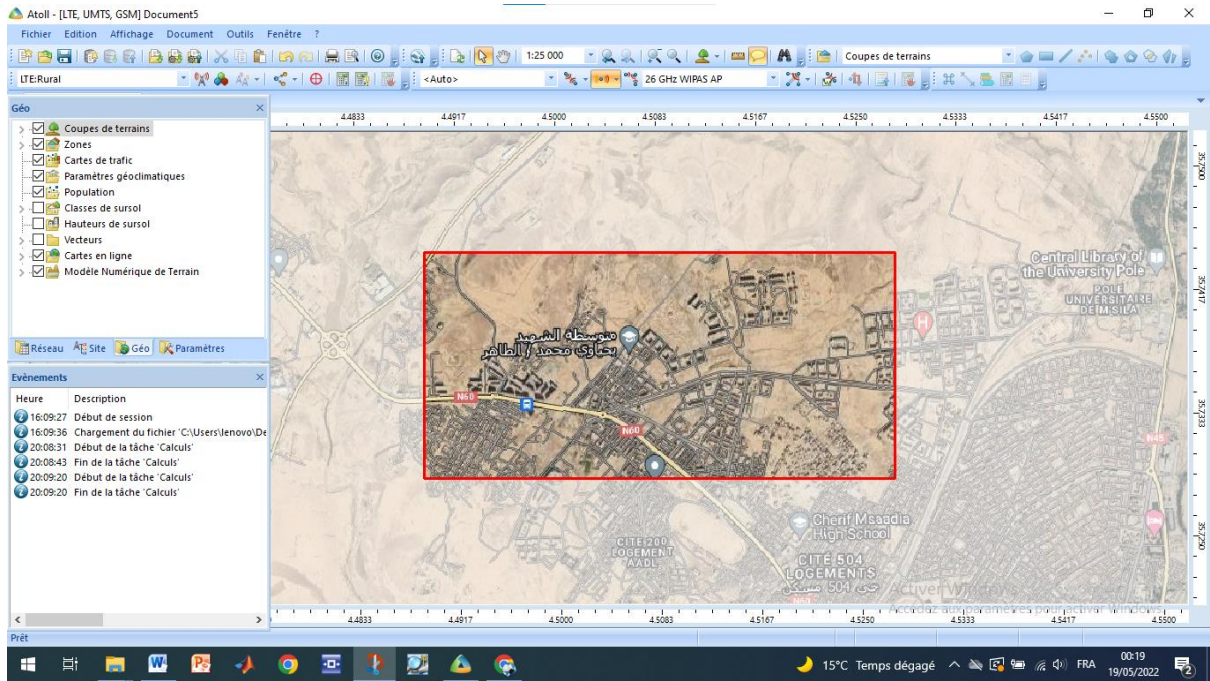


Figure III.11 : Identification de la zone CITE AADL M'SILA

2-Ajouter les sites

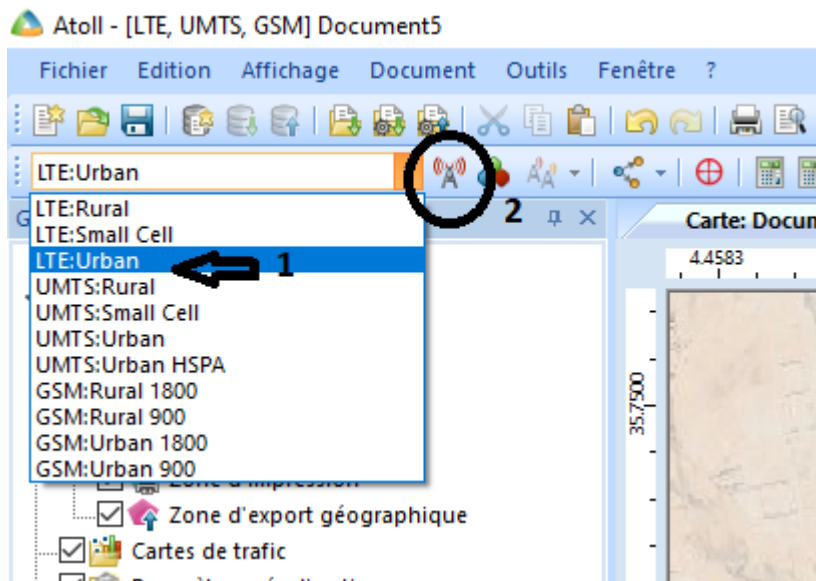


Figure III.12 : Création d'un nouveau site

On choisit le type LTE : Urban

On clique sur le symbole 2 et puis on le met en place.- Nous entrons les dimensions (Longitude, latitude) spécifiques (voir la figure 14)

Dans l'ATOLL, il existe plusieurs systèmes de coordonnées, mais les ingénieurs radio favorisent d'utiliser les coordonnées GPS. Dans certains cas, on doit faire une conversion d'un système XY vers le système GPS et vice versa. Mathématiquement, la conversion est faite en utilisant des applications (Ex UMT_Lat-Lon : voir la figure 13) ou des équations bien définis comme suit

- $X=R*\cos(\text{latitude})*\cos(\text{longitude})$
- $Y=R*\cos(\text{latitude})*\sin(\text{longitude})$, R : Rayon terrestre R=6371 km

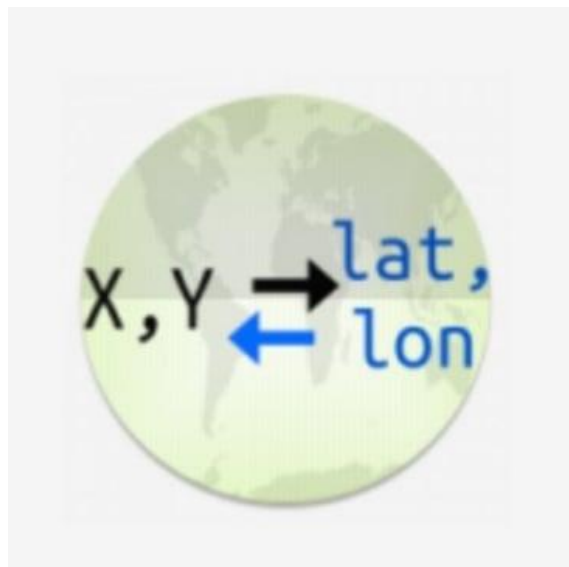


Figure III.13 : Application de la conversion

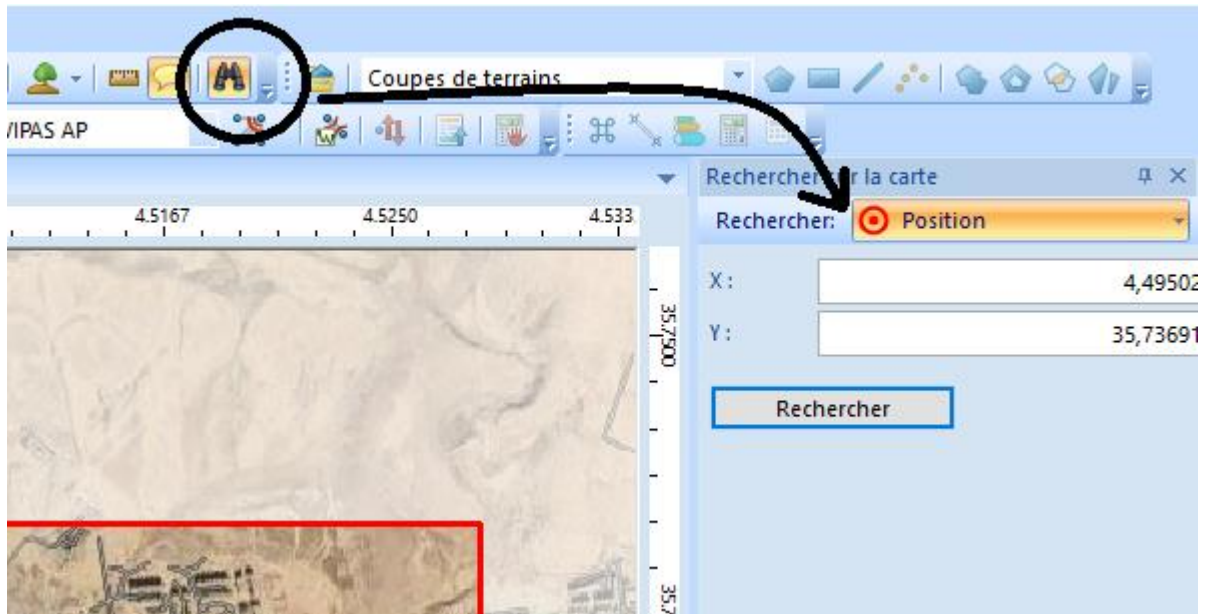


Figure III.14 : comment ajouter les coordonnées $x ; y$

Et après on a configuré les 3 secteurs

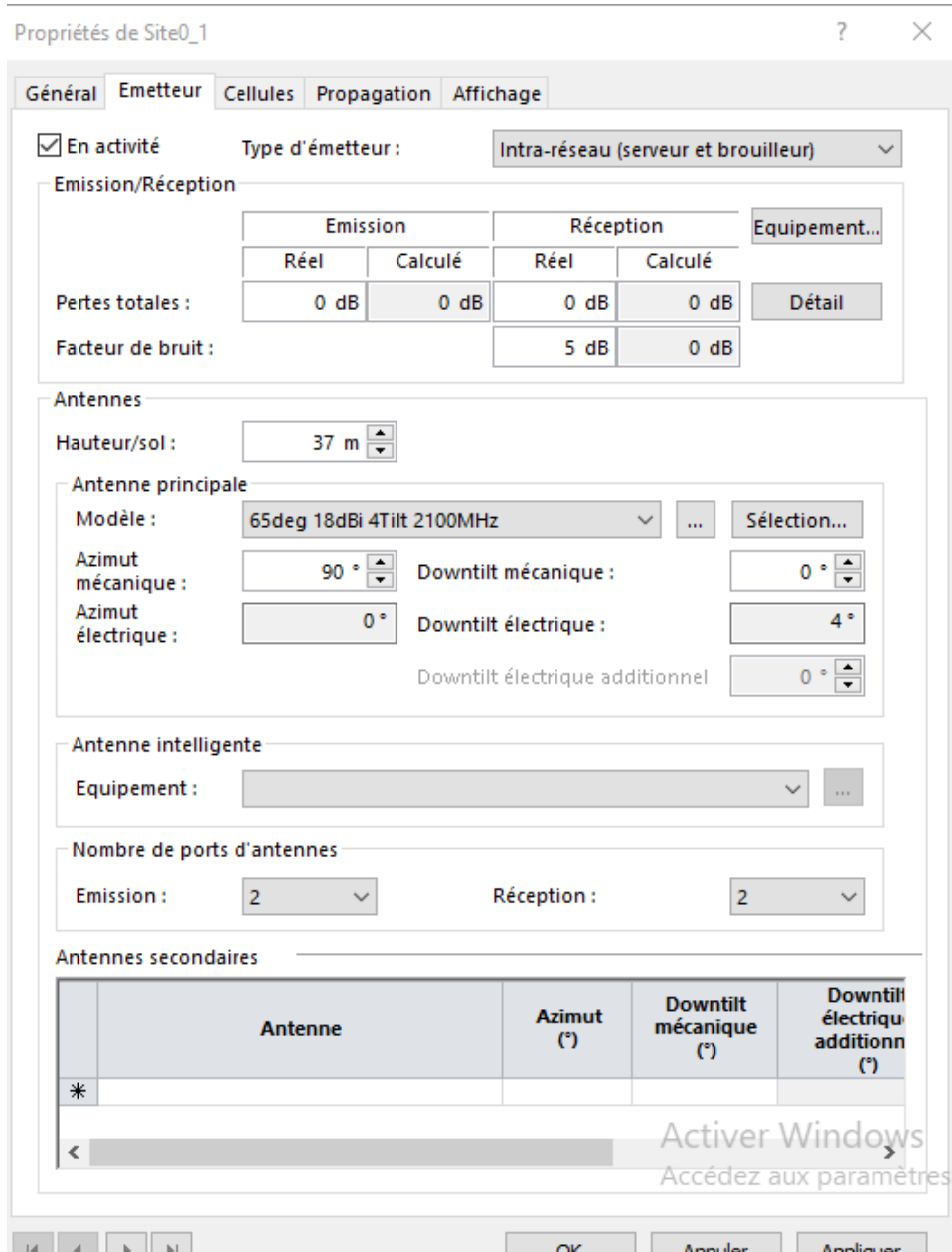


Figure III.15 : Configuration du site

De la même manière, nous entrons tous les sites

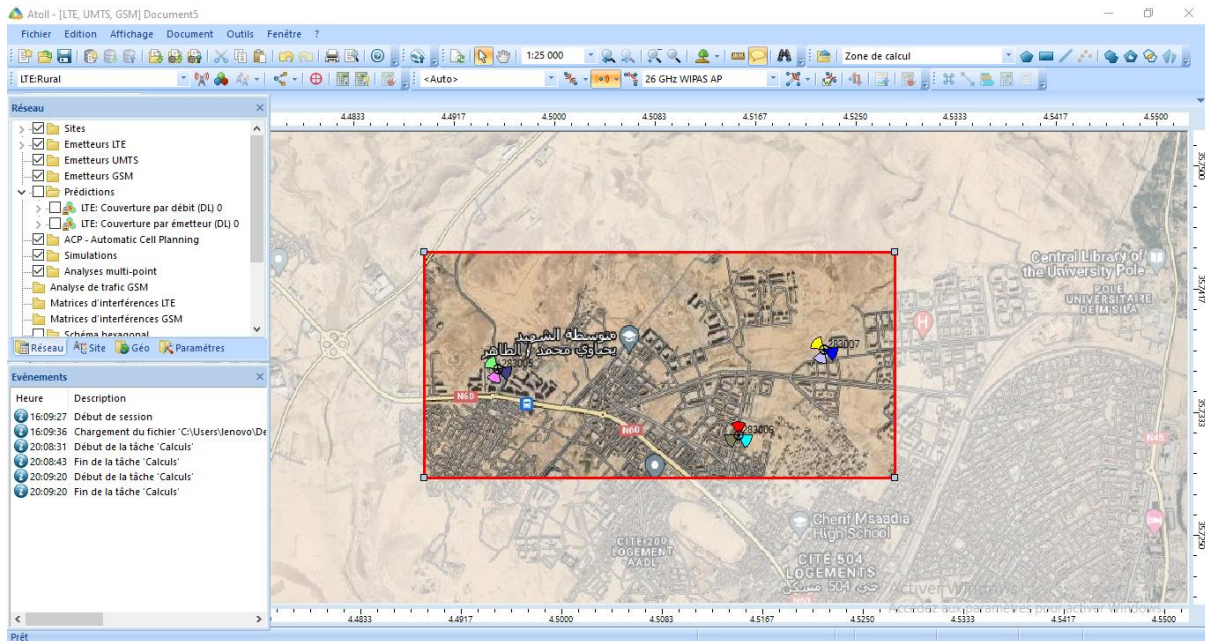


Figure III.16 : Emplacement des BTS du site planifier

III.4.3 La couverture par émetteur (DL) :

Clique sur réseau –prédictions-nouvelle prédiction –prédiction standards LTE – couverture par émetteur (DL)

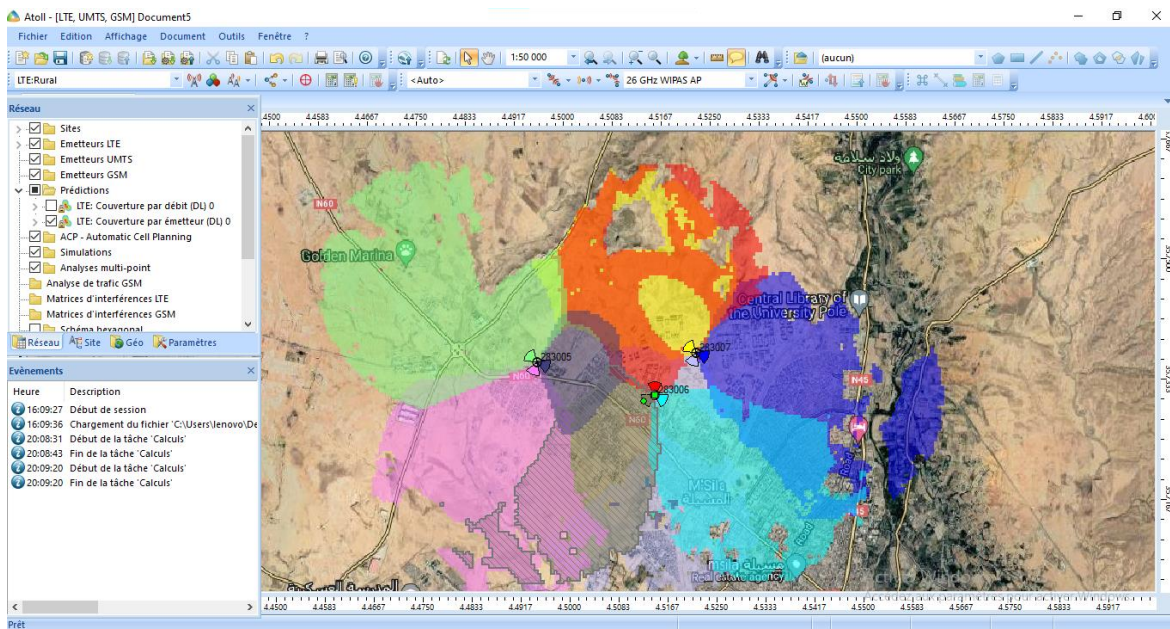


Figure III.17 : Couverture par émetteur DL

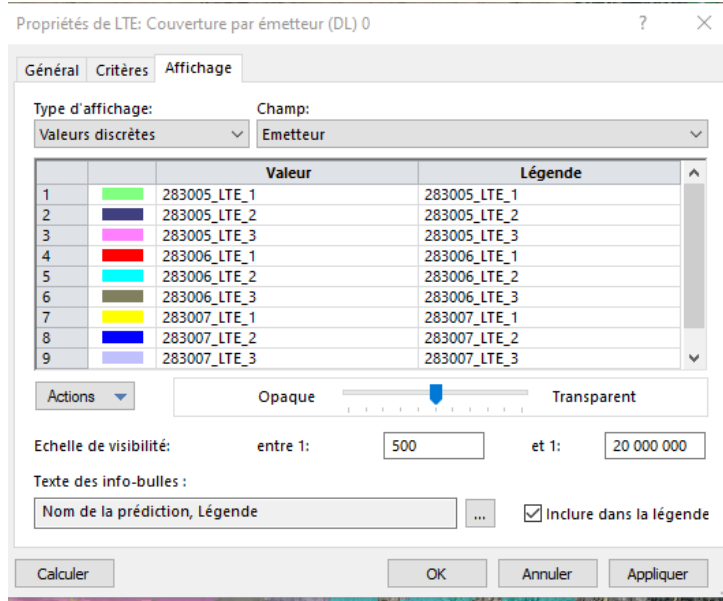


Figure III.18 : Propriétés (couverture par émetteur)

III.4.4 Couverture par débit DL :

Clique sur réseau –prédictions-nouvelle prédiction –prédiction standards LTE – couverture par débit (DL)

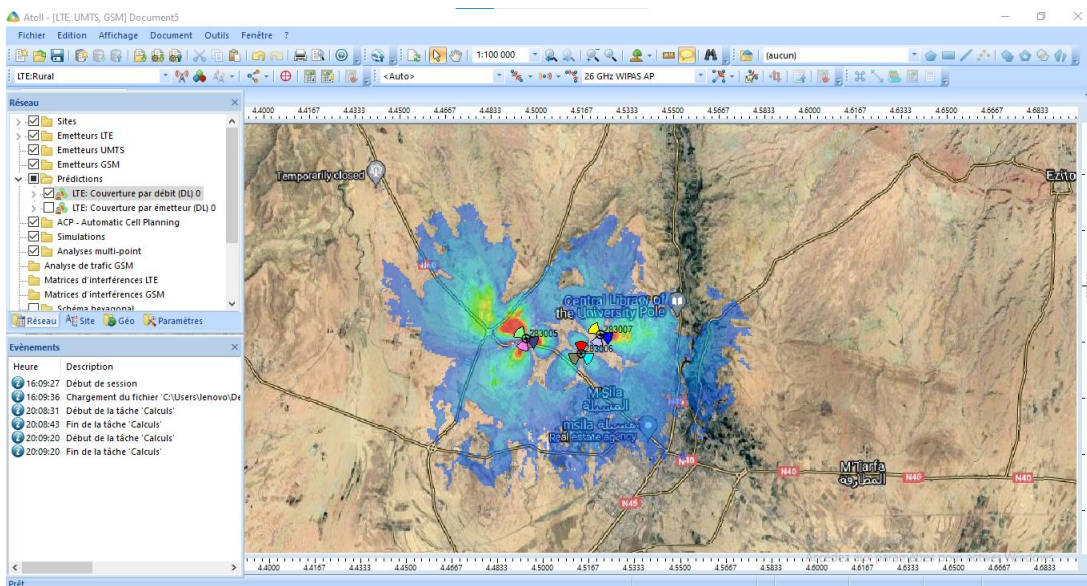


Figure III.19 : Couverture par débit DL

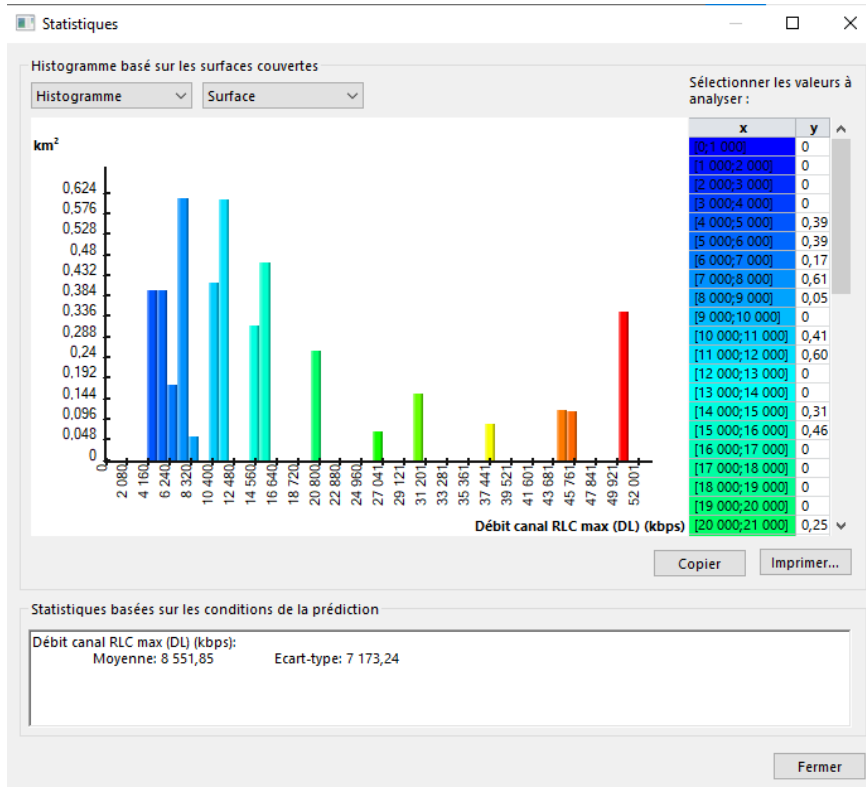


Figure III.20 : Histogramme de débit canal RLC max (DL) en fonction de surface

III.5 Conclusion

Cette étude a été faite afin de comprendre comment planifier un réseau cellulaire en prenant compte des différents paramètres qui rentrent en jeux dans la planification de ce réseau.

Chapitre IV
Analyse et optimisation
d'un réseau : Wilaya de
Msila



IV.1 Introduction

L'optimisation radio est une opération qui comprend l'amélioration des performances du réseau du point de vue de l'accès utilisateur opérateur aux ressources radio.[16]

Afin d'offrir aux utilisateurs une bonne qualité de communication, le bon fonctionnement du réseau doit être assuré en prenant en compte plusieurs paramètres variables, qui sont variables et doivent être adaptés en permanence à la liaison radio. [17]

IV.2 Tâches d'un ingénieur de drive test

- L'acquisition de données (recueillir et analyser des données de réseau)
- Initial tuning
- Développement de nouveaux protocoles et méthodes d'évaluation
- Planification des nouveaux sites

IV.3 Organigramme des travaux du projet

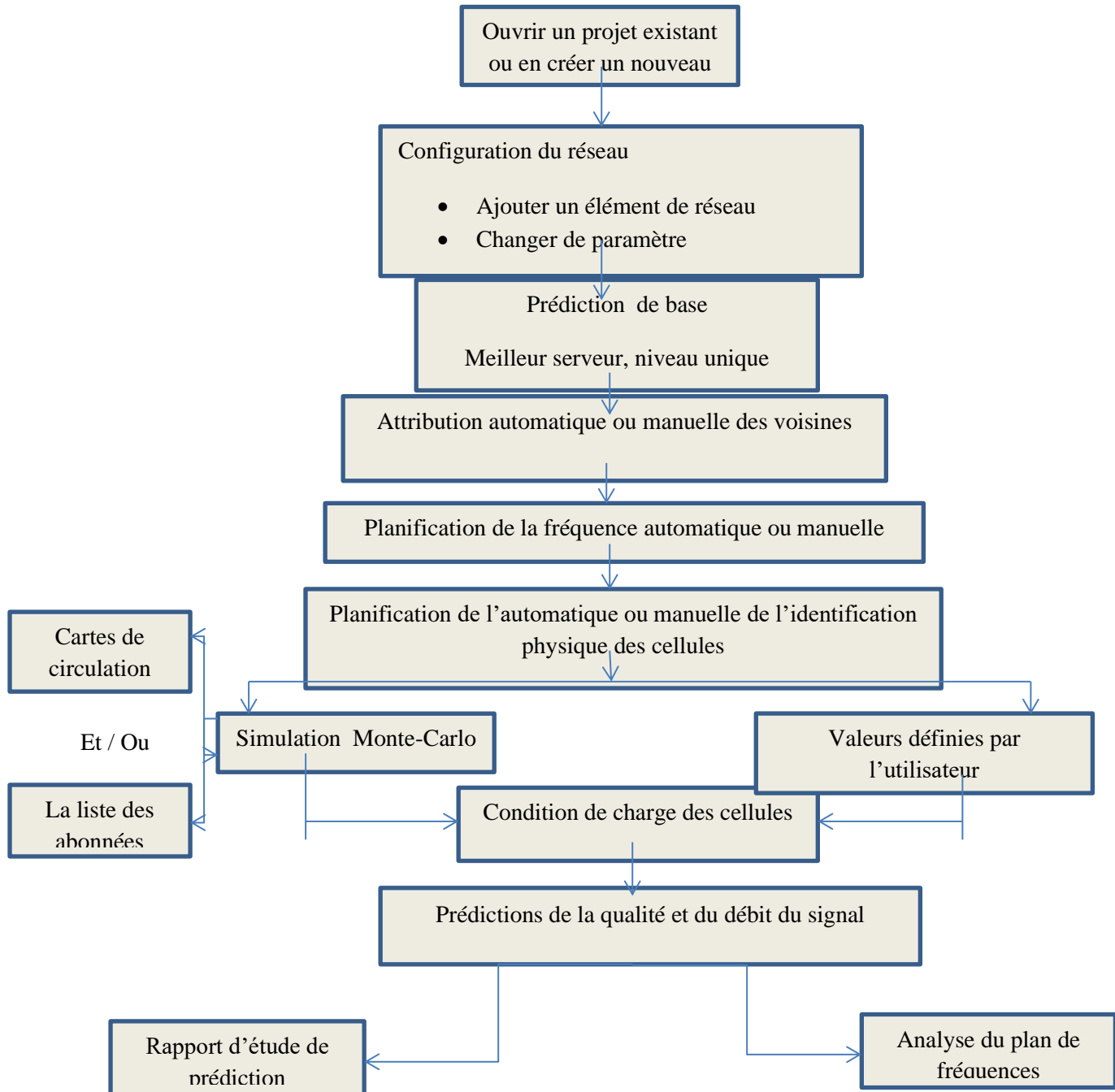


Figure IV.1 : Organigramme des travaux du projet

IV.4 La zone géographique à étudier

La figure suivante présenté un aperçu de la zone étudiée au cours de notre projet sur drive test.



Figure IV.2 : Une vue de Msila d'après Google Earth (en rouge)

Cette zone est la zone de M'sila est caractérisée par une forte densité de population et une diversité de classe morphologique

Tableau IV.1 : Caractéristiques géographiques de MSILA [18]

Pays	Algérie
Dairas	15
Communes	47
Population	990 591 hab. (2008)
Densité	53 hab./km ²
Coordonnées	35° 42' nord. 4° 33'
Superficie	1 871 800 ha = 18 718 km ²

IV.5 Drive test

Le but de ce drive test était d'avoir une idée de la qualité perçue par l'abonné pour le réseau MOBILIS dans la wilaya M'SILA pendant les heures normales de travail de la journée lorsque le réseau devrait être assez chargé. Un autre objectif était de préconiser des évolutions du réseau radio afin d'améliorer la qualité de service du réseau MOBILIS



Figure IV.3: *Chaine de mesure Drive Test*

IV.5.1 TEMS investigation

TEMS Investigation est une solution de test de réseau de bout en bout pour vérifier, optimiser, dépanner et comparer votre réseau mobile [19]

IV.5.2 Les équipements utilisés

- Micro-ordinateur : Equipé d'un logiciel de TEMS investigation pour analyser et stocker toutes les valeurs prises par GPS et téléphone portable.
- Le terminal mobile : Le terminal est équipé d'un logiciel spécial appelé TEMS Investigation pour mesurer et juger la puissance de toutes les catégories émises par le BTS. Il vérifie également la disponibilité et le fonctionnement normal des canaux de trafic, ainsi que la disponibilité et le fonctionnement normal des canaux de transmission du signal sur toutes les fréquences disponibles sur le site d'analyse. [1]
- Un Récepteur GPS (GPSmap 60) : Pour la localisation exacte de la position géographique de chaque point de mesure; Il indique (l'altitude, longitude, latitude) (voir la figure 2)

- Dongle for tems (figure)
- Véhicule



Figure IV.4 : *GPSMAP 60 de la marque GARMIN*



Figure IV.5 : *Dongle TEMS investigation [20]*

IV.6 Analyse de drive test et optimisation

Les ingénieurs rendus dans toutes les zones concernées, équipés des équipements et logiciels ci-dessus. L'itinéraire parcouru est indiqué pas à pas sur une carte radio géographique. Ils ont scanné toutes les fréquences dans ces zones et effectué toutes les mesures liées aux signaux radio. Ces mesures sont enregistrées dans des fichiers appelés fichiers Logfiles

On ouvre le logiciel TEMS Investigation 10.0.4 sur le PC, après on clique sur Generate report – add(on ajoute logfile) – properties –(IT choisir GSM) ;(events sélectionné tous) - ok – terminer

Nous obtenons tous les graphiques de distribution de logfile

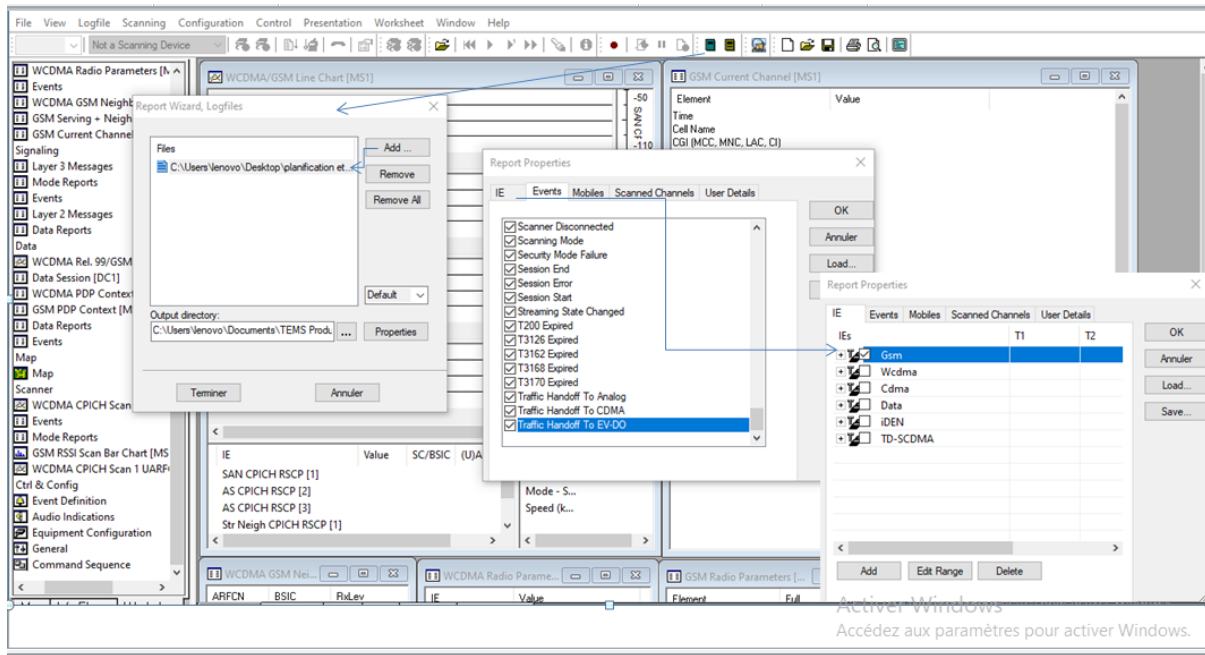


Figure IV.6 : Quelques étapes pour obtenir les graphiques de distribution de logfile

On choisit MAP de worksheet

La figure suivante montre le traçage de logfile pendant un drive test (MAP)

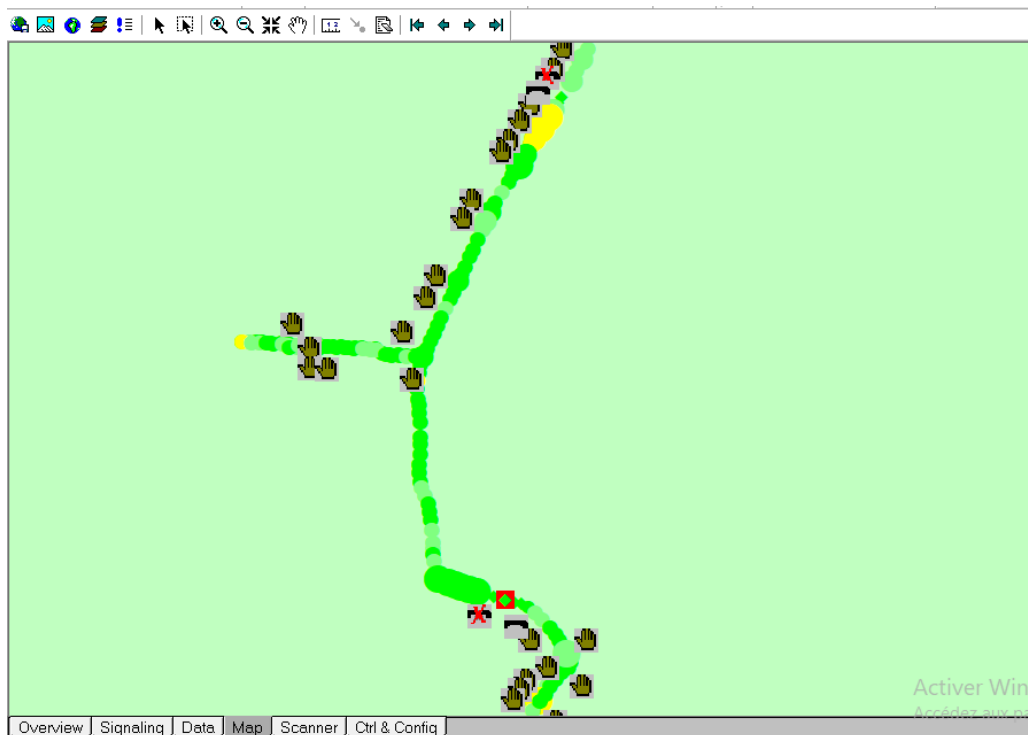


Figure IV.7: le traçage Drive test

Et c'est tous les événements dans notre drive test

Eq.	Event	Info
MS1	Dedicated Mode	
MS1	Handover	Source cell. BCCH ARFCN: ...
MS1	Handover	Source cell. BCCH ARFCN: ...
MS1	T200 Expired	Layer 2 Timeout
MS1	Handover Failure	Layer 2 failure
MS1	T200 Expired	Layer 2 Timeout
MS1	Dropped Call	Drop type: No service. BCCH ...
MS1	Idle Mode	BCCH ARFCN: 94, BSIC: 5-2
MS1	Call Attempt	
MS1	Dedicated Mode	BCCH ARFCN: 94, BSIC: 5-2
MS1	Call Setup	MO call, setup time: 2705 ms
MS1	Call Established	
MS1	Handover	Source cell. BCCH ARFCN: ...
MS1	Handover	Source cell. BCCH ARFCN: ...
MS1	Handover	Source cell. BCCH ARFCN: ...
MS1	Handover	Source cell. BCCH ARFCN: ...
MS1	Handover	Source cell. BCCH ARFCN: ...
MS1	Handover	Source cell. BCCH ARFCN: ...
MS1	Handover	Source cell. BCCH ARFCN: ...
MS1	Handover	Source cell. BCCH ARFCN: ...
MS1	Handover	Source cell. BCCH ARFCN: ...
MS1	Handover	Source cell. BCCH ARFCN: ...
MS1	Handover	Source cell. BCCH ARFCN: ...
MS1	Handover	Source cell. BCCH ARFCN: ...
MS1	Handover	Source cell. BCCH ARFCN: ...
MS1	Handover	Source cell. BCCH ARFCN: ...
MS1	Dropped Call	Drop type: No service. Call du...
MS1	Idle Mode	BCCH ARFCN: 88, BSIC: 5-2
MS1	Cell Reselection	New cell: ARFCN 104, BSIC 4-2
MS1	Cell Reselection	New cell: ARFCN 100, BSIC 5-6
MS1	Call Attempt	
MS1	Dedicated Mode	BCCH ARFCN: 100, BSIC: 5-6
MS1	Call Setup	MO call, setup time: 3378 ms
MS1	Call Established	
MS1	Handover	Source cell. BCCH ARFCN: ...
MS1	Handover	Source cell. BCCH ARFCN: ...
MS1	Handover	Source cell. BCCH ARFCN: ...
MS1	Missing Neighbor ...	Missing Neighbor Detected.. ...
MS1	Handover	Source cell. BCCH ARFCN: ...
MS1	Handover	Source cell. BCCH ARFCN: ...
MS1	Handover	Source cell. BCCH ARFCN: ...
MS1	Handover	Source cell. BCCH ARFCN: ...

Figure IV.8 : Explication des évènements

Après avoir enregistré Logfiles de drive test par le logiciel TEMS Investigation, nous devons l'exporter sous le logiciel MAPINFO pour obtenir le tracé généré du : C/I Worst TA RxLev ; RxQual ; SQI

IV.6.1 Niveau du signal reçu (RxLevel)

Le tracé généré d'après le MAPINFO selon cette mesure est le suivant

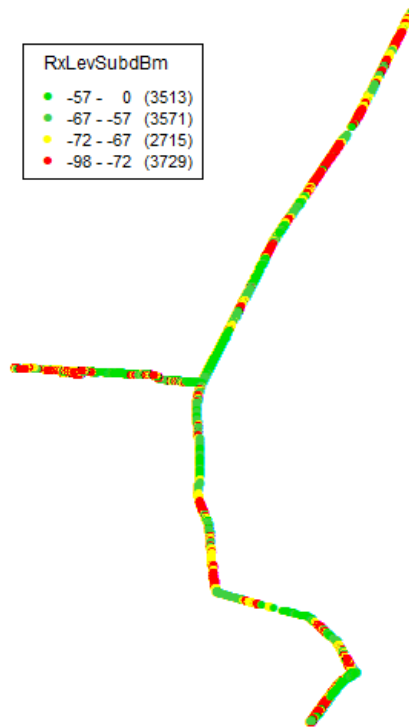


Figure IV.9 : niveau du signal

On fait correspondre à ce tracé le diagramme suivant (d'après le TEMS) :

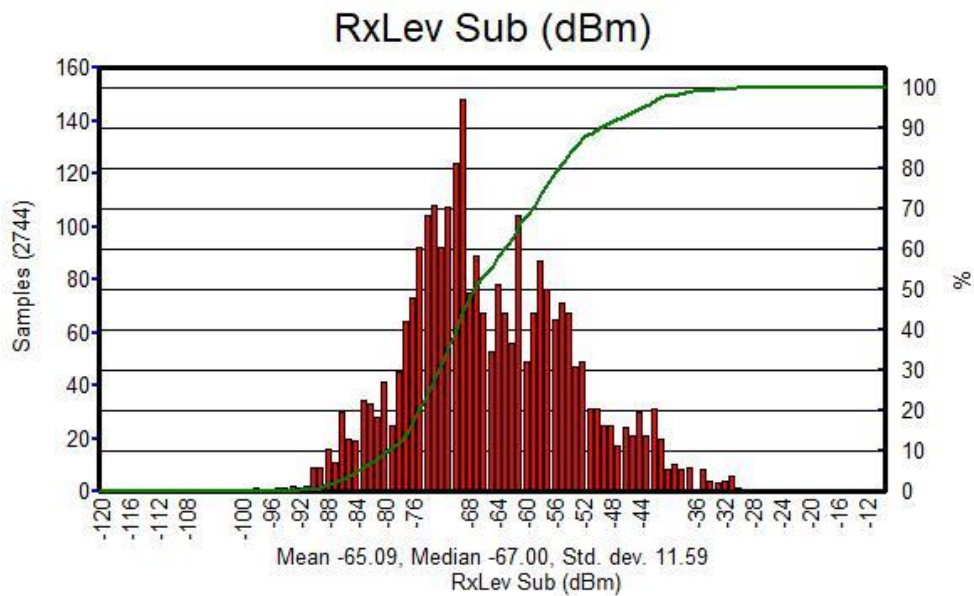


Figure IV.10 : Pourcentage des échantillons prélevés pour RxLevel.

Interprétation du diagramme

- 02% des échantillons supérieur à -32 ce qui donne un très bon niveau de signal
- 80% des échantillons leurs valeurs se situe entre [-76 ; -32] dbm. Ce qui correspond à un bon niveau de signal.
- 16% des échantillons appartiennent à l'intervalle]-88,-76[dbm .le niveau du signal est considéré acceptable.
- 02% des échantillons ont des valeurs inférieur à -88dbm ce qui donne un mauvais signal.

IV.6.2 La qualité du signal reçu RxQual

Le tracé généré selon cette mesure est le suivant :

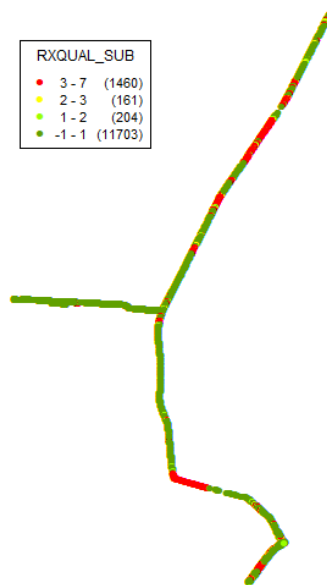


Figure IV.11: Niveau du signal en couleur

A partir de ce logfile tracé en Figure IV.11, On peut extraire le diagramme des pourcentages des échantillons comme nous le montrons dans la figure suivante

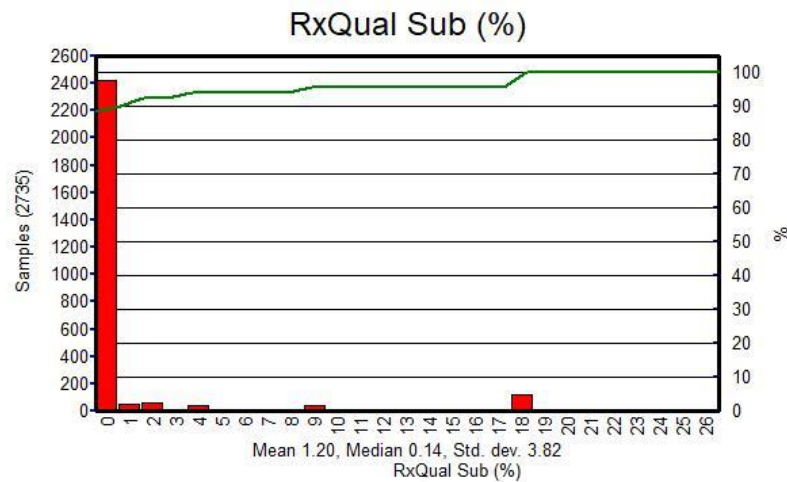


Figure IV.12 : Pourcentage des Echantillons Prélevés

Interprétation du diagramme

94% des échantillons enregistrés représente une qualité de signal inférieur ou égal à 4 le signal reçu est de bonne qualité.

2% des échantillons appartiennent à l'intervalle [9 ;17], la qualité du signal est acceptable.

4% restante ont des valeurs de RxQual comprise dans l'intervalle [18 ; 26] ; ces échantillons ont une mauvaise qualité du signal.

IV.6.3 La qualité de la parole SQI

La mesure de la qualité de la parole (SQI) est associée aux deux mesures précédentes, RxLevel et RxQual

On a le diagramme suivant

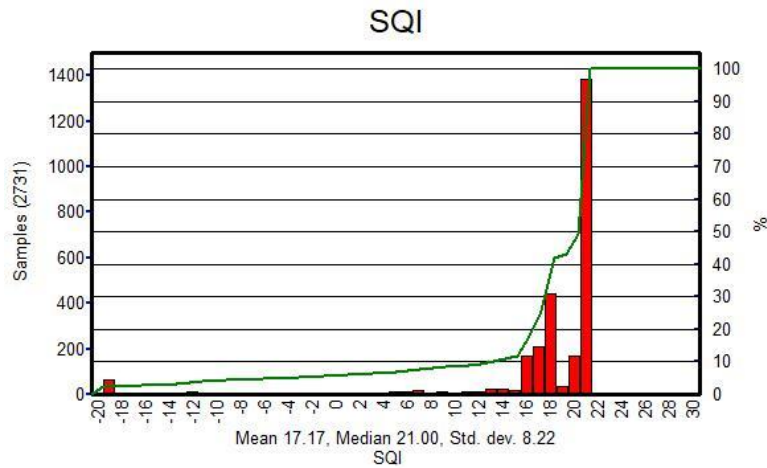


Figure IV.13 : pourcentage des échantillons prélevés pour qualité de la parole

Interprétation du diagramme

4 %des échantillons enregistrés ont des valeurs comprises dans l'intervalle [-20 ; 15] ; la qualité de parole est mauvaise.

96% des échantillons prélevés ont des valeurs entre [16 ; 22];la qualité de la parole est moyenne.

IV.6.4 Timing advance

Le Temps d'avance représente la durée aller-retour entre MS-BTS

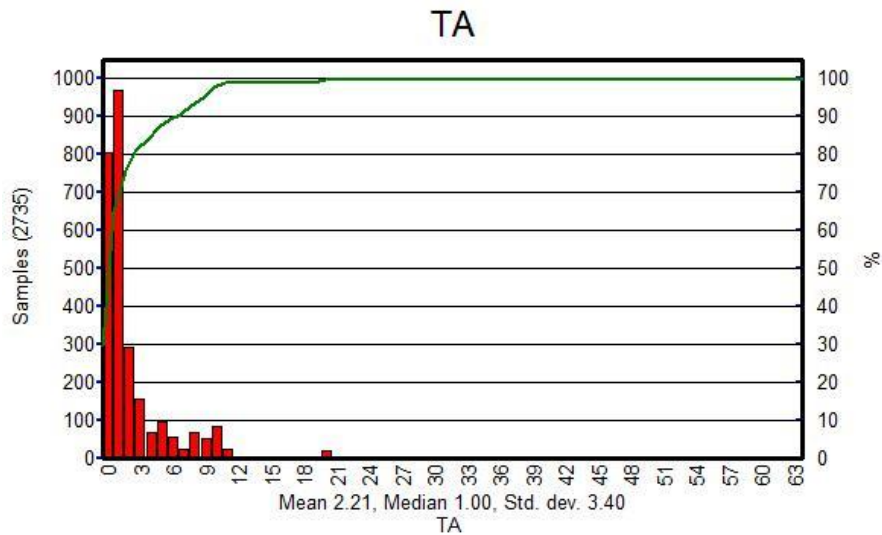


Figure IV.14 : pourcentage des échantillons prélevés

Interprétation du diagramme

90% des échantillons enregistrés sont dans l'intervalle [0 ;6] ; ce qui présente un bon temps d'avance.

9% des échantillons leurs valeurs se situe entre [6 ;12] ; ce qui présente un temps d'avance acceptable.

1% des échantillons restantes se situent dans l'intervalle [20;63] ; le temps d'avances est mauvais.

IV.6.5 C/I worst

Un mobile dans une cellule particulière reçoit un signal utile de puissance C (porteur) de station de base et des signaux de perturbation de deux types : bruit et interférence. On désigne par I Dans le réseau GSM, les conditions aux C/I sont données par :

- Pour les interférences co-canaux, $C/I \geq 9$ dB avec une marge de 3 dB signifié que le $C/I \geq 12$ dB.
- Pour les interférences des canaux adjacents, $C/I \geq -9$ dB avec une marge de 3dB cela signifié que le $CI \geq -6$ dB. [4]

L'interférence est l'un des paramètres les plus importants mesurés lors des drive tests et il doit toujours rester optimal car il a un impact très négatif sur la qualité du service rendu aux abonnés

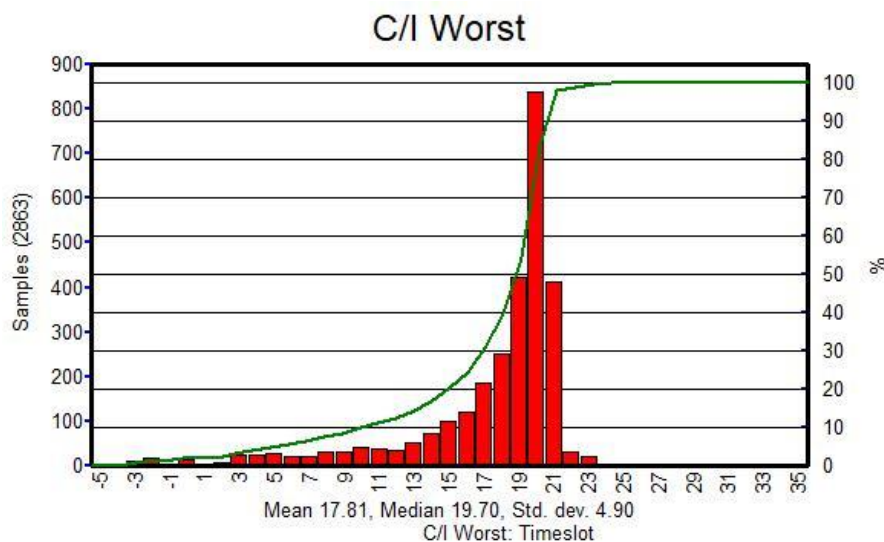


Figure IV.15 : pourcentage des échantillons prélevés pour les interférences

Interprétation du diagramme

10 % des échantillons enregistrés ont des valeurs inférieures ou égales à 10 ; ce qui présente un rapport signal sur bruit C/I mauvais.

90% des échantillons restant ont des valeurs supérieures ou égales à 10; ce qui représente un C/I bon.

IV.6.6 Problèmes et les solutions

1/

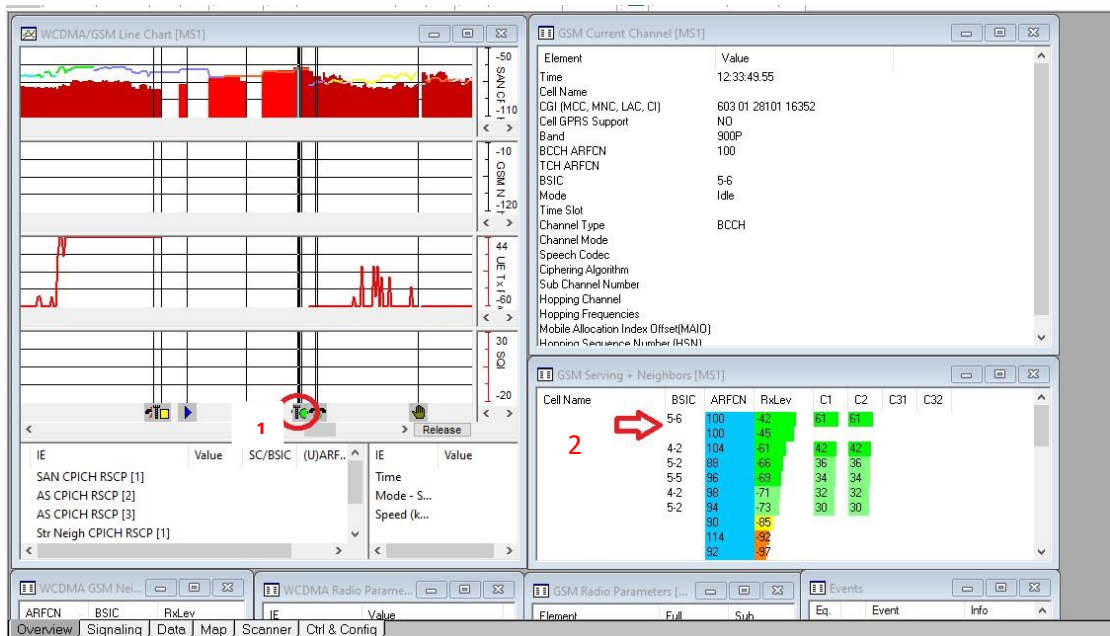


Figure IV.16: exemple d'interférences co-canal

Les problèmes : (1)

1. Resélection de cellule (cell reselection)
2. tentative d'appel (call attempt)

La cause des problèmes: (2)

L'utilisation de la même fréquence : ARFCN 100-100

Interférence co-canal Due aux émissions d'autres équipements sur la même bande de fréquence. Lorsque les signaux émis sur une fréquence Ji sont brouillés par d'autres signaux émis sur la même fréquence, il y a interférence co-canal

La solution de problème : on doit changer la deuxième fréquence 100 à 88

2/

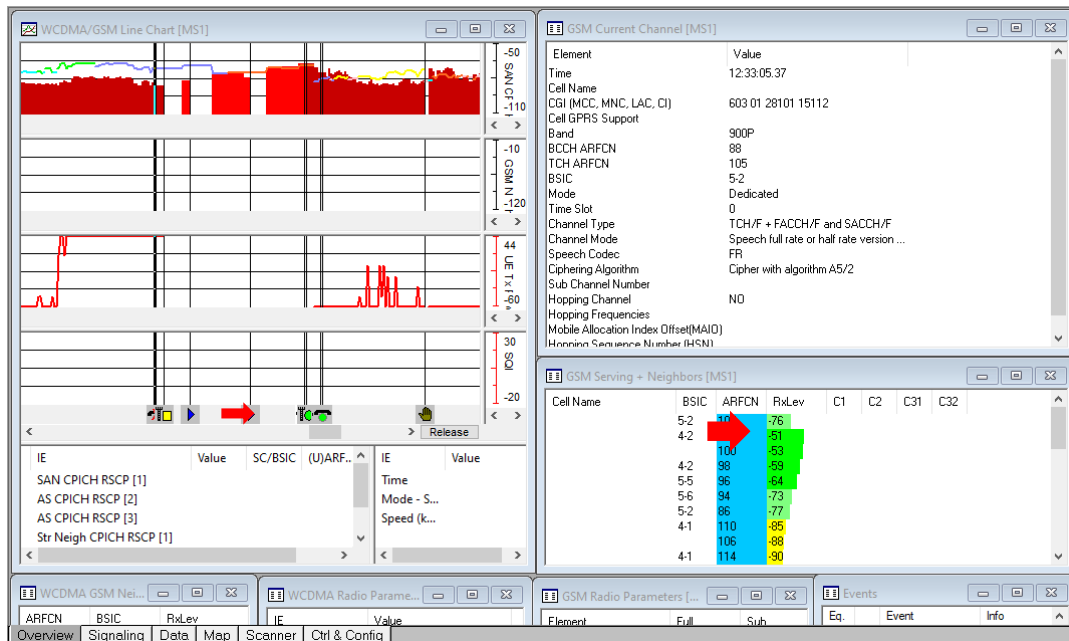


Figure IV.17 : exemple d'interférences des canaux adjacents

Les problèmes :

1. Appel abandonné (dropped call)

La cause des problèmes :

ARFCN : 105-106

Interférence des canaux adjacents : Due aux émissions par d'autres BTS sur des fréquences adjacentes. L'origine de ce type des interférences est l'utilisation des canaux très proches les uns des autres dans le spectre des fréquences. Ce choix a pour but de maximiser l'efficacité spectrale du système

La solution de problème :

on doit changer la deuxième fréquence 100 à 114

3/

Lacunes de couverture dans le sud de la ville de msila

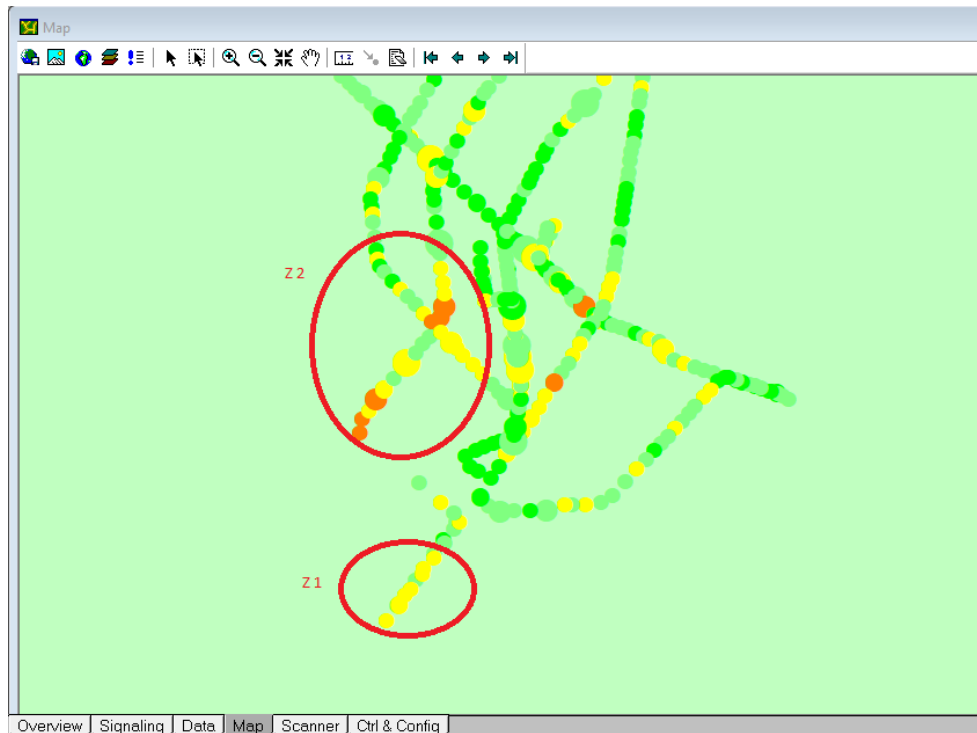


Figure IV.18:

Z1 analyse

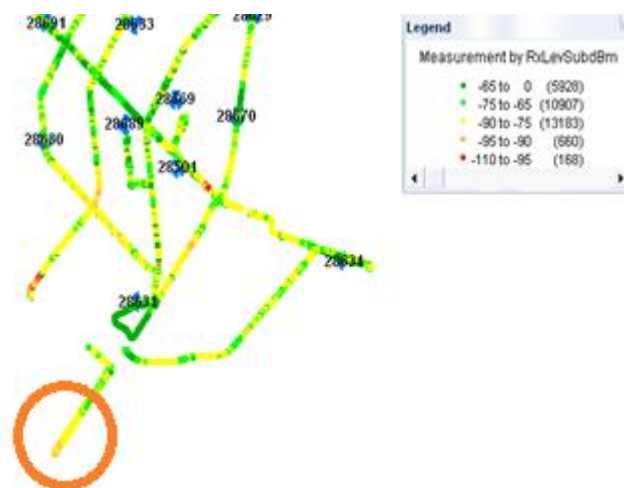


Figure IV.19 :

On fait correspondre à ce tracé l'histogramme

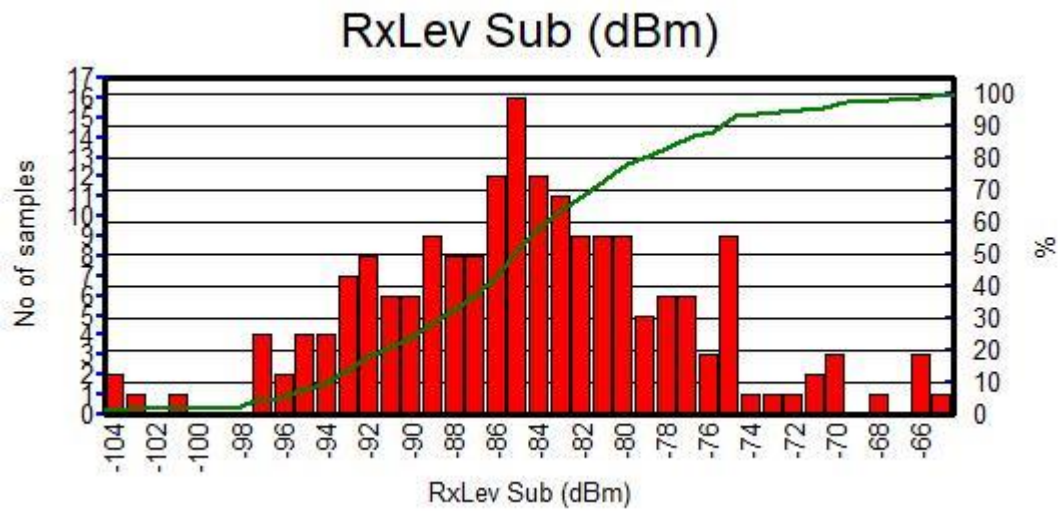


Figure IV.20 : Pourcentage des échantillons prélevés pour RxLevel.

- 80% des échantillons leurs valeurs se situe entre [-95 ; -75] dbm. Ce qui.
Donne un faible signal
- 8% des échantillons appartiennent à l'intervalle]-104 ; -95[dbm .le niveau du signal est considéré mauvais
- 12% des échantillons ont des valeurs supérieur à -75dbm ce qui donne un bon niveau de signal

Les problèmes

Le niveau de signal est mauvais

Over shoting

La solution

Planifié un nouveau site

Azumit de tilt électrique ou bien mécanique

Analyse Z2 :

Les évènements dans la zone Z2 :

One remarque que l'évènement Handover failure répété plusieurs fois

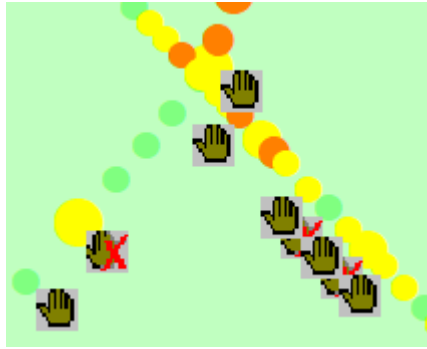


Figure IV.21 les évènements dans la zone Z2

Le problème

Handover failure

Handover : est un processus de télécommunication et de communication mobiles dans lequel un appel cellulaire connecté ou une session de données est transféré d'un site cellulaire (station de base) à un autre sans débrancher la session

La cause du problème

- Cross feeder : inversement de la position des câbles conducteurs venant des antennes vers la station de base radio
- De nombreuses populations

Les solutions

La correction mécanique du cross feeder

On a ajouté E1 ou nouveau site

IV.5 Conclusion

Dans la première partie de ce chapitre nous avons défini l'optimisation et nous avons vu les tâches d'un ingénieur et l'outil de drive test

L'analyse de drive test nous permet de détecter l'emplacement des anomalies du réseau, ce qui nous permet d'obtenir plus d'informations sur le problème et d'apporter les modifications appropriées

Conclusions générales



Conclusion générale

Ce mémoire est le résultat d'une planification et optimisation d'un réseau mobile dans la wilaya de Msila

L'objectif principal de ce projet est de planifier et optimiser un réseau mobile. Cette étude nous a permis de nous familiariser avec le travail d'ingénieur radio au sein de l'équipe, d'avoir un contact avec eux, de profiter des outils logiciels disponible.

Dans le les deux premiers chapitres nous avons fait une étude théorique générale sur laplanification et l'optimisation.

En collaboration avec l'opérateur MOBILIS, une série de tests et de mesures pratiques de diverses données et paramètres (RxLev, RxQual, SQI etc.) ont été réalisées dans le but de trouver des solutions aux problèmes qui conduisent à des réseaux faibles et puis on l'a fait les deux derniers chapitres, dans le troisième chapitre nous avons présenté la planification avec ATOLL, nous avons donné toutes les étapes. Finalement, dans le chapitre 4 nous avons fait le drive test

Enfin, on peut dire que les phases de planification et d'optimisation sont importantes pour les opérateurs afin d'éviter les coûts d'optimisation supplémentaires qui peuvent survenir lors de l'exploitation du réseau.

Comme perspectives, on aimera de faire une analyse approfondie des nouveaux logfile acquis par la dernière version de TEMS investigation ce qui nous permet de faire une optimisation robuste de réseau mobile pour les dernières générations. Ces perspectives et des autres peut former des travaux aux futur.

Références
Bibliographiques



Bibliographie

- [1] Ajay R Mishra, “*Fundamentals of Cellular Network Planning and Optimisation 2G/3G Evolution To 4G*”, Edition 2004.
- [2] Ajay R Mishra, “*Advanced Cellular Network Planning And Optimisation 2G/2.5G/3G Evolution To 4G*”, 2007.
- [3] Sujeet Kumar Jha ,Rupa Rokaya, Amit Bhagat ,Ahmed Raja Khan ,Laxman Aryal, “*LTE Network : Coverage And Capacity Planning 4g Cellular Network Planning* , Université Kathmandu,2017
- [4] Jukka Lempiäinen Matti Manninen, “*Radio Interface System Planning For GSM/GPRS/UMTS*“,Edition 2002.
- [5] Author, “*Basics Of Radio Network Design, Planning & Optimization Submitted By Lime In Cd2009-1 (8 April 2009)*
- [6] Djami Schehrazed et Toulmout Chafia, Contribution à l’optimisation d’un réseau LTE : Adaptation du HANDOVER, UNIVERSITE M’HAMED BOUGARA-BOUMERDES ,2017 .
- [7] Ajay R. Mishra , “*Fundamentals of Network Planning and Optimisation 2G/3G/4G: Evolution to 5G*”, Second Edition,2018.
- [8] Idrissi Kaitouni Hajar , Planification et optimisation des réseaux 3G/4G pour INWI, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah , 2014-2015.
- [9] Gsm Rf Optimization Basic, 2007, Huawei document.
- [10] AMIAR Abderaouf et SAIDANI Maroua, Optimisation d’un réseau 4G LTE au Sein de HUAWEI, INSTITUT NATIONAL DE LA POSTE ET DES TECHNOLOGIES DE L’INFORMATION ET DE LA COMMUNICATIO, 2015-2016.
- [11] LTE Network Planning and Optimization, 2013. Huawei document.
- [12] Maposa Darlington (R0122894), Evolving 4G KPIs to improve end user QoE for 4G LTE broadband systems, 2016, Midlands State University Gweru, Zimbabwe.
- [13] SAIDI Riad, Contribution à l’étude des performances des systèmes radio mobiles, Université de Batna 2 – Mostefa Ben Boulaïd, 2018.
- [14] Site Web :
<https://www.forsk.com/#:~:text=What%20We%20Do,network%20design%20and%20optimisation%20products>. Date de Visite Mai 2022
- [15] FORSK User Manual 2.3.1 AT231_USM_E2_ATOLL, 2005
- [16] L. BENALI et K. Gater, “optimisation et performances du réseau GSM (TEMS investigation) “, Université Mouloud Mammeri, Tizi-Ouzou, Soutenu le : 6/07/2009.
- [17] K. Haddouche, “Développement d’un outil d’optimisation pour l’analyse des fichiers de traçage de l’opération Drive Test des réseaux 2G/3G“, Soutenu publiquement, Université Aboubakr Belkaïd, Tlemcen le 01/07/ 2019
- [18]https://fr.wikipedia.org/wiki/Wilaya_de_MSila#:~:text=10.2%20Liens%20externes-G%C3%A9ographie,de%201%200029%20447%20habitants. Date de Visite Mai 2022
- [19] Help De TEMS Investigation Version 10.0.4
- [20] Site Web: <https://Temsnemo.Com/Products/Tems-Investigation-16x-Dongle>. Date de Visite : Mai 2022.

Résumé

Les réseaux de télécommunications prennent de plus en plus d'importance dans notre société. Afin de répondre au mieux aux besoins et aux intérêts des clients, les opérateurs doivent être en mesure de fournir des services de qualité aux meilleurs prix. Le problème de la planification et de l'optimisation des réseaux cellulaires est résolu dans ce cadre.

L'objectif de ce travail est d'étudier et de planifier et d'optimiser la partie radio des réseaux mobiles. Pour extraire des figures qui représentent la distribution de la couverture et la qualité de la liaison radio sur la carte pour générer des rapports de mesure après avoir analysé des drive test

Abstract

Telecommunications networks are becoming increasingly important in our society. In order to best meet the needs and interests of customers, operators must be able to provide quality services at the best prices. The problem of planning and optimizing cellular networks is solved in this context.

The objective of this work is to plan and optimize the radio networks. To extract figures that represent the coverage distribution and the quality of the radio link on the board to generate measurement reports after analysing drive test

ملخص

أصبحت شبكات الاتصالات السلكية واللاسلكية ذات أهمية متزايدة في مجتمعنا. من أجل تلبية احتياجات ومصالح العملاء على أفضل وجه، يجب أن يكون المهندسين قادرين على تقديم خدمات عالية الجودة بأفضل الأسعار. في هذا العمل يتم حل مشكلة تخطيط الشبكات الخلوية وتحسينها.

الهدف من هذا العمل هو دراسة وتخطيط الجزء الراديوي من شبكات الهاتف المحمول والارتقاء به إلى المستوى الأمثل. و استخراج النتائج التي تمثل في جودة و توزيع بعد القيام بتحليل نتائج Drive test