

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –

Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

En : Télécommunications

Spécialité : Réseaux Mobiles et Services de Télécommunications

Par :

KARAOUI Mahmoud

HAMMOUMI Abdelhalim

Sujet

Analyse Et Dimensionnement De La Couverture Dans Le Réseau UMTS.

Soutenu publiquement, le 11 / 06 /2017, devant le jury composé de :

BOUKLI-HACENE Nouredine.

MERZOUGHJI Rachid.

MEGNAFI Hichem.

M'HAMEDI Mohammed.

Professeur à l'Université de Tlemcen

MCA à l'Université de Tlemcen

MAA à l'ESSA. de Tlemcen

MAA à l'ESSA. de Tlemcen

Président

Examineur

Examineur

Encadreur

Remerciement

Nous remercions tout d'abord, Allah qui nous a donné la force et le courage pour terminer nos études et élaborer ce modeste travail.

Nos sincères remerciements à notre encadreur **Mr M'HAMED MOHAMMED** qui a bien voulu nous encadrer, et de nous avoir encouragé le long de notre travail, aussi pour toute la documentation qu'il a mis à notre disposition.

Nous remercions également les membres du président jury **Mr BOUKLI-HACENE NOUREDDINE**, jurys **Mr MEGNAFI HICHEM** et **Mr MERZOUGH I RACHID** pour l'honneur qu'ils nous ont fait juger ce travail.

Enfin nous tenons à remercier tous nos enseignants pour l'effort fourni pendant la durée des études.

Dédicaces

Je dédie également ce modeste travail à :

Mes très chère mère et père que j'ai tout aimée et pour leurs sacrifices et leurs réconforts moral et psychologiques.

A mes frère ' Lahcen' , ' Hocine' , ' Mehdi ' , ' Youcef ' Et toute ma famille

Merci pour m'avoir toujours supporté dans mes décisions.
Merci pour tout votre amour et votre confiance, pour m'avoir aidée à ranger mon éternel désordre et pour votre énorme support pendant la rédaction de mon projet.

A tous les étudiants et les étudiantes de la promotion RMST

Et tous mes enseignants.

A tous l'équipe radio planning Djezzy Oran et spécialement 'Youssri', 'Abou Bakr' et 'Marouane'.

ABDEL HALIM

Dédicaces

Je dédie également ce modeste travail à :

Mes très chère mère et père que j'ai tout aimé et pour leurs sacrifices et leurs réconforts moral et psychologiques.

A mes frères 'MOHAMED' , 'AHMED' , 'HOUARI' et ma sœur 'SETTI' et ses enfants et toute ma famille.

Merci pour m'avoir toujours supporté dans mes décisions.
Merci pour tout votre amour et votre confiance, pour m'avoir aidé à ranger mon éternel désordre et pour votre énorme support pendant la rédaction de mon projet.

A tous les étudiants et les étudiantes de la promotion RMST

Et tous mes enseignants.

A tous l'équipe radio planning Djezzy Oran et spécialement 'Youssri', 'Abou Bakr' et 'Marouane'.

MAHMOUD

SOMMAIRE

Introduction générale.....	1
----------------------------	---

Chapitre I : Généralité sur réseau UMTS

I.1. Introduction	3
I.2. Les objectifs de l'UMTS	3
I.3. Les services de l'UMTS	4
I.4. Hiérarchie des cellules du réseau UMTS	6
I.5. Architecture de l'UMTS.....	7
I.5.1. L'équipement utilisateur (UE).....	8
I.5.2. Le réseau d'accès radio ULTRAN.....	8
I.5.3. Le réseau cœur (CN).....	9
I.5.4. Les interfaces dans le réseau UMTS	11
I.6. Méthodes d'accès	12
I.6.1. Mode TDD (Time Division Duplex).....	13
I.4.2. Mode FDD (Frequency Division Duplex)	14
I.6.3. Les canaux de trafic en mode FDD.....	15
I.7. Conclusion.....	16

Chapitre II : Environnement de propagation radio fréquence

II.1. Introduction.....	17
II.2. Généralité sur les ondes radio fréquences	17
II.2.1. Principes fondamentaux de l'onde radio fréquence	17
II.2.1.1. Le Spectre de l'onde radio	17
II.2.1.2. Chemin de propagation	18
II.2.2. Caractéristiques de propagation de l'onde radio fréquence	19
II.2.2.1. Environnement de propagation radio	19
II.2.2.2. Catégories des reliefs de sol	20
II.2.2.2.1. Forme de relief régulière	20

II.2.2.2.2. Forme de relief irrégulière.....	20
II.2.2.3. Les Perte due à la diffraction	21
II.2.2.4. Les Pertes due à la pénétration	22
II.2.3. Modèle de la propagation d'onde radio	22
II.2.3.1. Modèle de l'espace libre	23
II.2.3.2. Le Modèle de la Propagation du Terrain plat.....	23
II.2.3.3. Le Modèle d'Okumura-Hata	24
II.2.3.4. Le Modèle de COST 231-Hata.....	25
II.2.3.5. Le Modèle de COST 231 Walfish-Ikegami.....	25
II.2.3.6. Le modèle propagation standard	26
II.2.4. Installation du site radio (Node B)	27
II.2.4.1. Sélection du site	27
II.2.4.2. Teste de la plate-forme	27
II.2.4.3. Chemin de test	28
II.2.4.4. Drive test	29
II.2.4.5. Traitement des données de test	30
II.3. Les Antennes pour Node B.....	30
II.3.1. Types d'antennes	32
II.3.1.1. Faisceau de couverture d'une antenne	32
II.3.1.2. Polarisation (diversité de polarisation).....	32
II.3.1.3. Le tilt électrique	32
II.3.2. Les types de configurations des antennes Node B	33
II.5. Conclusion	34

Chapitre III : Planification et dimensionnement radio dans le réseau UMTS

III.1. Introduction	35
III.2. Contrôle de puissance	35
III.2.1. Contrôle de puissance sur la liaison montante Uplink (contrôle du puissance de mobile)	36
III.3. La capacité	36
III.4. Niveau et qualité du signal	37
III.4.1. Niveau de signal RSCP.....	37
III.4.2. Qualité du signal E_c/N_0	37
III.5. Couverture globale du réseau UMTS	37

III.5.1. Respiration des cellules	38
III.5.2. Impact de la sectorisation.....	40
III.6. Etablissement du bilan de liaison	41
III.6.1. Les paramètres du bilan de liaison	41
III.6.1.1. Paramètres de Transmission	41
III.6.1.2. Paramètres de l'équipement utilisateur	42
III.6.1.3. Paramètres du Node B.....	42
III.6.1.4. Paramètres liés aux services	42
III.6.2. La zone de couverture	42
III.6.2.1. Estimation du rayon de la cellule pour la liaison descendante (downlink)...	43
III.6.3. Bilan de liaison radio.....	43
III.6.3.1. Bilan de liaison pour la liaison montante (Uplink)	43
III.6.3.2. Bilan de liaison pour la liaison descendante (Downlink).....	44
III.7. Planification radio dans le réseau UMTS	46
III.7.1. Dimensionnement du réseau radio	46
III.7.1.1. Entrées du dimensionnement du réseau radio.....	47
III.7.1.2. Processus de dimensionnement	47
III.7.1.3. Dimensionnement par couverture.....	49
III.7.2. Pré-planification du réseau radio	49
III.7.3. Planification du réseau radio	52
III.8. Allocation de voisinage	55
III.9. Conclusion.....	56

Chapitre IV : Planification et dimensionnement de la ville de Tlemcen

IV.1. Introduction	57
IV.2. Planification de la région d'ORAN	57
IV.2.1. Les données d'entrée	58
IV.3. Résultat de planification	59
IV.3.1. La zone de planification	59
IV.3.2. Couverture par niveau de signal.....	59
IV.3.3. Couverture par cellules	60
IV.3.4. Zone de chevauchement	61
IV.3.5. Prédications et distribution des abonnés	61

IV.3.6. Qualité de signal Ec/No	62
IV.4. Planification de la région de Tlemcen (chef lieu)	63
IV.4.1. Les données d'entrée	69
IV.5. Drive test	72
IV.5.1. Analyse du résultat de Drive Test	73
IV.6. Conclusion	76
Conclusion générale	78
Annexe I Présentation du logiciel de planification Atoll.....	79
Annexe II Présentation du logiciel d'analyse ACTIX Analyser	80
Annexe III Présentation du logiciel TEMS investigation	81
Références Bibliographies.....	82

Liste des figures

Figure I.1. Hiérarchie des cellules UMTS	6
Figure I.2. Architecture globale du réseau UMTS.....	7
Figure I.3. SRNC et DRNC.....	9
Figure I.4. Architecture du réseau cœur de l'UMTS	10
Figure I.5. Spectre de fréquence (GHZ).....	13
Figure II.1. Les différents types de chemins de propagation.....	19
Figure II.2. Le terrain régulier	20
Figure II.3. Le terrain irrégulier	20
Figure II.4. La Diffraction	21
Figure II.5. La Pénétration	22
Figure II.6. Terrain plat.....	24
Figure II.7. Sélection du site	27
Figure II.8. Teste de plate-forme	27
Figure II.9. Chemin de test	28
Figure II.10. Chaîne de mesure classique.....	29
Figure II.11. Drive Test.....	30
Figure II.12. Antenne Node B.....	31
Figure II.13. Antenne avec Ultrasite BTS	31
Figure II.14. Tilt Mécanique et électrique.....	33
Figure II.15. Antenne avec Ultrasite Node B	34
Figure III.1. Dégradation du rayon de la cellule en fonction du nombre d'utilisateurs	39
Figure III.2. Phénomène de respiration de cellules.....	39
Figure III.3. Les étapes du processus de planification.....	46
Figure III.4. Dimensionnement en Uplink (UL).....	48
Figure III.5. Dimensionnement en Downlink (DL).....	48
Figure III.6. Pré-planification du réseau radio	49
Figure III.7. Couverture par niveau de signal	51
Figure III.8. Zones de chevauchement	51
Figure III.9. Distribution des abonnés	53
Figure III.10. Statuts de Handover.....	54
Figure III.11. Qualité de signal E_c/N_0	54

Figure III.12. Pollution pilote	55
Figure IV.1. Carte Oran importée.....	57
Figure IV.2. Input Data for ATOLL	58
Figure IV.3. Zone de planification.....	59
Figure IV.4. Couverture par niveau de signal	59
Figure IV.5. Couverture par cellules.....	60
Figure IV.6. Zone de chevauchement.....	61
Figure IV.7. Distribution des abonnés.....	62
Figure IV.8. Couverture par Ec/No.....	62
Figure IV.9. Carte Tlemcen importée (chef lieu).....	63
Figure IV.10. Zone populaire	64
Figure IV.11. Les sites donnés par logiciel Atoll.....	64
Figure IV.12. Nouvelles distribution des sites	65
Figure IV.13. Les caractéristiques géographiques de la région.....	65
Figure IV.14. Signification de chaque couleur de la région.....	66
Figure IV.15. Niveau de signal reçu RSCP	66
Figure IV.16. La couverture	67
Figure IV.17. Mauvaise couverture.....	68
Figure IV.18. Couverture inexistante.....	68
Figure IV.19. Ajout des trois sites	69
Figure IV.20. Les entrées Sites	70
Figure IV.21. Les entrées Emetteur.....	70
Figure IV.22. Les modèles de propagation	71
Figure IV.23. Une bonne couverture	72
Figure IV.24. Le niveau de signal reçu RSCP.....	73
Figure IV.25. La qualité de signal Ec/No	73
Figure IV.26. Le niveau de signal reçu RSCP.....	74
Figure IV.27. La qualité de signal Ec/No	74
Figure IV.28. Mauvais signal Black Spot	75
Figure IV.29. Coupure d'appel Call Drop	76
Figure. Vue principale du logiciel Atoll.....	79
Figure. Vue principale du logiciel ACTIX Analyser.....	80
Figure. Vue principale du Tems Investigation.....	81

Liste des tableaux

Tableau I.1. Classes de services de l'UMTS	5
Tableau I.2. Interfaces UMTS	12
Tableau I.3. Les Caractéristiques des modes d'accès	14
Tableau II.1. Les bandes de fréquences	18
Tableau III.1. Les valeurs de la constante K pour les différentes configurations de site	40
Tableau III.2. Les valeurs de la constante K.....	42
Tableau III.3. Les valeurs C_m de chaque zone pour le modèle COST231-HATA	45

Introduction générale

INTRODUCTION GENERALE

Après le succès qu'on a connu de la deuxième génération de téléphonie mobile et en particulier le GSM, une troisième génération vient compléter l'ancienne dans un premier temps et probablement la remplacer au futur.

En effet, les besoins des utilisateurs convergent vers de nouveaux services en plus de la voix, tels que les données. Ces nouveaux services nécessitent des débits différents et plus importants que celui supporté par les systèmes de deuxième génération. Les contraintes exigées par ces nouveaux services sont aussi différentes de ceux de la voix.

Les réseaux de troisième génération sont conçus à offrir plusieurs services nécessitant des débits différents avec une qualité de service acceptable.

Toutefois, le passage de la deuxième génération à la troisième génération nécessite l'introduction de nouvelles infrastructures et des nouvelles méthodes de dimensionnement et de planification, différentes de celles utilisées en deuxième génération.

En plus, les systèmes de troisième génération sont caractérisés par le phénomène de respiration de cellules qui met en œuvre l'interdépendance entre la capacité et la couverture du système.

Pour migrer du réseau GSM existant au réseau UMTS avec le moindre coût, l'opérateur chercherait à réutiliser le maximum de l'infrastructure existante tels que les pylônes, les locaux, l'énergie... Cependant, les emplacements des sites GSM ne sont pas forcément tous de bons emplacements pour implanter des sites UMTS.

La planification fait alors intervenir de nouveaux défis tel que : l'augmentation considérable des demandes de services, la compatibilité avec les réseaux actuels, la gestion de la mobilité intercellulaire des utilisateurs et l'offre d'une qualité de services les plus flexible. Ainsi pour créer un réseau flexible aux ajouts et aux retraits d'équipements une bonne méthode de planification s'impose.

L'objectif de ce projet est l'étude du concept de planification et le dimensionnement de la couverture du réseau UMTS en fonction du trafic, couverture, capacité, et qualité de transmission.

C'est pourquoi il nous a paru intéressant de commencer ce document par une description brève des réseaux de télécommunications UMTS.

Dans la deuxième partie nous présentons des généralités sur l'environnement de propagation

radio qui inclure l'environnement de propagation, les modèles de propagation et l'installation des sites radio (Node B).

Dans la troisième partie nous présentons la procédure de planification et dimensionnement radio, en commençant par une petite description du niveau de signal reçu RSCP, la qualité de signal E_c/N_0 et le phénomène de respiration cellulaire en passant par la suite au paramètres liés au bilan de liaison et on terminera par les étapes de planification radio (dimensionnement et planification).

Dans la dernière partie nous allons faire une simulation par le logiciel de planification Atoll sur les deux régions Oran et Tlemcen (centre ville) en utilisant quelques données de l'opérateur DJEZZY.

Chapitre I :

Généralité sur le réseau

UMTS.

I.1. Introduction

L'UMTS (Universal Mobile Télécommunications System) désigne une technologie retenue dans la famille dite IMT 2000 (International Mobile Télécommunications) par l'organisation ETSI (Européen télécommunications Standard Institute) et en collaboration avec l'ITU (International télécommunications Union) comme norme pour les systèmes de télécommunications mobile dits de troisième génération (3G), qui a succédé progressivement au standard : GSM[8].

Les téléphones mobiles ne se limitent pas aux transferts de la voix mais ils peuvent aussi offrir des services multimédias tel que la visiophonie – transfert de fichiers – navigation sur le web ...etc.

Dans ce chapitre nous allons voir l'architecture globale d'un réseau de troisième génération et puis l'interface radio UMTS.

I.2. Les objectifs de l'UMTS [1]

- Elle rend possible un accès plus rapide à internet depuis les téléphones portables, par un accroissement significatif des débits des réseaux de téléphonie mobile.
 - Elle améliore la qualité des communications en tendant vers une qualité d'audition proche de celle de la téléphonie fixe.
 - Services à commutation de paquets PS (paquet switch) pour la transmission de données, et commutation de circuits CS (circuit switch) pour la transmission de la voix. Elle permet de concevoir une norme compatible à l'échelle mondiale, contrairement aux technologies actuelles (les normes utilisées aux Etats Unis et au Japon ne sont pas toutes compatibles avec le GSM).
 - Elle répond au problème croissant de saturation des réseaux GSM, notamment dans les grandes villes et une compatibilité avec les réseaux d'accès radio de deuxième génération.
 - Les technologies développées autour de la norme UMTS conduisent à une amélioration significative des vitesses de transmission. Le minimum est de 384 Kbits/s dans tout type d'environnement, et le maximum est de 21 Mbit/s. De tels débits sont significativement supérieurs à ceux permis par les réseaux GSM actuels (9,6 kbit/s) et de même par le GPRS et EDGE.
-

- Cette amélioration des débits est rendue possible par l'évolution des technologies radio qui autorise une meilleure efficacité spectrale et l'exploitation de bandes de spectre de fréquence supérieure à celles utilisées par la technologie GSM. Alors que les réseaux GSM déployés reposent sur l'utilisation de bandes de fréquences autour de 900 MHz et de 1800 MHz, la norme UMTS exploite de nouvelles zones du spectre (notamment les bandes 1920-1980MHz et 2110-2170 MHz). Donc possibilité d'offrir des services multimédia lors d'une même connexion et avec des qualités de services différentes (débits, taux d'erreurs, délais de transfert...) pour les différents types de médias (voix, audio, données...).
- Ces différences entre les normes GSM et UMTS rendent nécessaires le déploiement de nouveaux réseaux de stations de bases, y compris pour les opérateurs existants.

I.3. Les services de l'UMTS

Le transfert de l'information fait référence à la capacité du réseau à acheminer différents types d'information entre deux ou plusieurs points. La qualité de l'information transférée entre deux ou plusieurs points peut être quantifiée en fonction d'un nombre limité de paramètres :

- Le délai maximum toléré pour le transfert de l'information.
- Les variations du délai.
- Le débit binaire.
- Le taux d'erreur binaire.

La maîtrise des variations du délai est fondamentale pour offrir des services en temps

réel. Le taux d'erreur binaire BER (Bit Error Rate) mesure le rapport entre le nombre de bits d'informations erronés et le nombre total de bits transmis. Le débit représente la quantité d'information transmise entre deux points par intervalle de temps et que l'on mesure en bits par seconde (b/s). En conclusion, l'application doit indiquer ses besoins en termes de QoS (Quality of Service) au réseau UMTS. Plus précisément, elle doit spécifier les attributs du service support requis:

- Le type de trafic (temps réel ou non).
- Les caractéristiques du trafic (point à point, point à multipoint).
- Le délai de transfert maximum.
- Les variations du délai.
- Le Taux d'erreur.

Service	Délai	Exemple	D'application	Débit	Tolérant à Des
Erreurs		Conversationnel	(temps réel)	<< 1s	Téléphonie
Vidéophonie		28.8 kbps	32-384 kbps	Oui	Oui
Interactif environ 1 s		Commerce	électronique	Internet	Non garanti
Non garanti		Non	Non	Streaming < 10 s	Audio/vidéo

Tableau I.1. Classes de services de l'UMTS

➤ **Classes A Conversationnel**

Les services de cette catégorie permettent de transmettre principalement du son et des images entre deux abonnées ou groupes d'abonnées. Leur qualité est donc assez sensible à des délais dans la transmission, ces délais pouvant être facilement perceptibles par les utilisateurs. Parmi ces services, nous pouvons citer la téléphonie en mode circuit, la téléphonie en mode paquet utilisant le protocole VoIP (Voice over IP) et la vidéophonie. Néanmoins, cette dernière est moins tolérante aux erreurs que la téléphonie et requiert généralement un débit plus important.

➤ **Classe B Interactive**

Ce type de service est caractérisé par le fait que le terminal ayant envoyé un message/commande attend une réponse du destinataire dans un certain intervalle de temps. Par conséquent, un paramètre clé pour identifier la QoS des services interactifs est le temps d'aller-retour, c'est à dire le temps écoulé entre le moment où le message/commande est émis/e et celui où la réponse arrive. Comme exemple, nous pouvons citer le commerce électronique ainsi que les services de localisation qui se développent de plus en plus.

➤ **Classe C Streaming**

On retrouve dans cette classe les services qui traitent l'information au niveau du terminal de façon continue, c'est à dire au moment même où elle est reçue (avant de la recevoir dans sa totalité). Ce type de service est unidirectionnel. Ces services sont assez récents et offrent un potentiel d'application assez vaste. Le streaming audio et vidéo sont des exemples d'applications typiques. A la différence des services conversationnels, les services de type streaming sont assez asymétriques (on ne reçoit pas au même débit que l'on émet) et on peut tolérer dans ce cas des délais importants.

➤ **Classe D Background (en arrière-plan)**

Il existe des services qui ne posent, ou presque, aucune contrainte de temps dans le transfert de l'information qu'ils génèrent. Ils peuvent s'exécuter en « arrière-plan » (background). Parmi ces services, nous pouvons trouver l'envoi d'un courrier électronique, d'un message court SMS ou alors le téléchargement d'un fichier. Le paramètre pour quantifier la QoS de ce type de ce service est principalement le taux d'erreurs. Les informations transmises sont de

priorités inférieures à celles de la classe interactive.

I.4. Hiérarchie des cellules du réseau UMTS

Tout comme le réseau GSM, l'UMTS est divisé en plusieurs cellules de tailles variables. Chacune d'entre elles est présente en fonction de la densité de population à servir et de la vitesse de mobilité. L'accès par satellite est une extension.

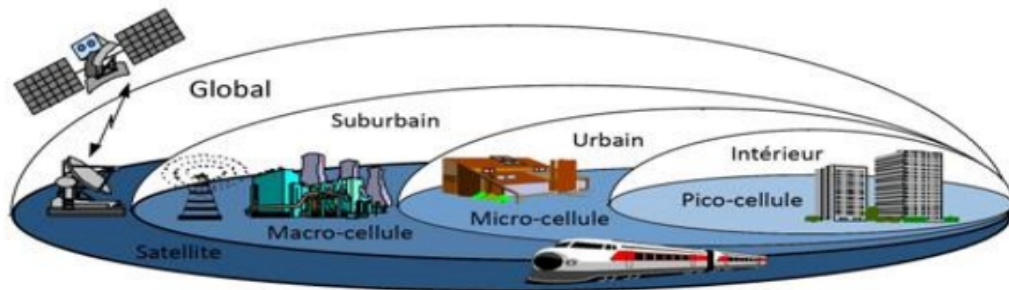


Figure I.1. Hiérarchie des cellules UMTS

- Une **pico-cellule** : Permet des débits de l'ordre de 2 Mbits/s lors d'un déplacement de l'ordre de 10 km/h (marche à pied, déplacement en intérieur, etc.).
- Une **microcellule** : Permet des débits de l'ordre de 384 Kbits/s lors d'un déplacement de l'ordre de 120 km/h (véhicule, transports en commun, etc.).
- Une **macro-cellule** : Permet des débits de l'ordre de 144 Kbits/s lors d'un déplacement de l'ordre de 500 km/h (Train à Grande Vitesse, etc.).

I.5. Architecture de l'UMTS

Le réseau UMTS se divise en deux domaines : le domaine équipement utilisateur (UE : User Equipement) et le domaine infrastructure [5].

Le domaine infrastructure comporte deux parties : le réseau d'accès radio (RAN : Radio Access Network) et le réseau cœur (CN : Core Network).

La figure suivante présente l'architecture d'un réseau UMTS :

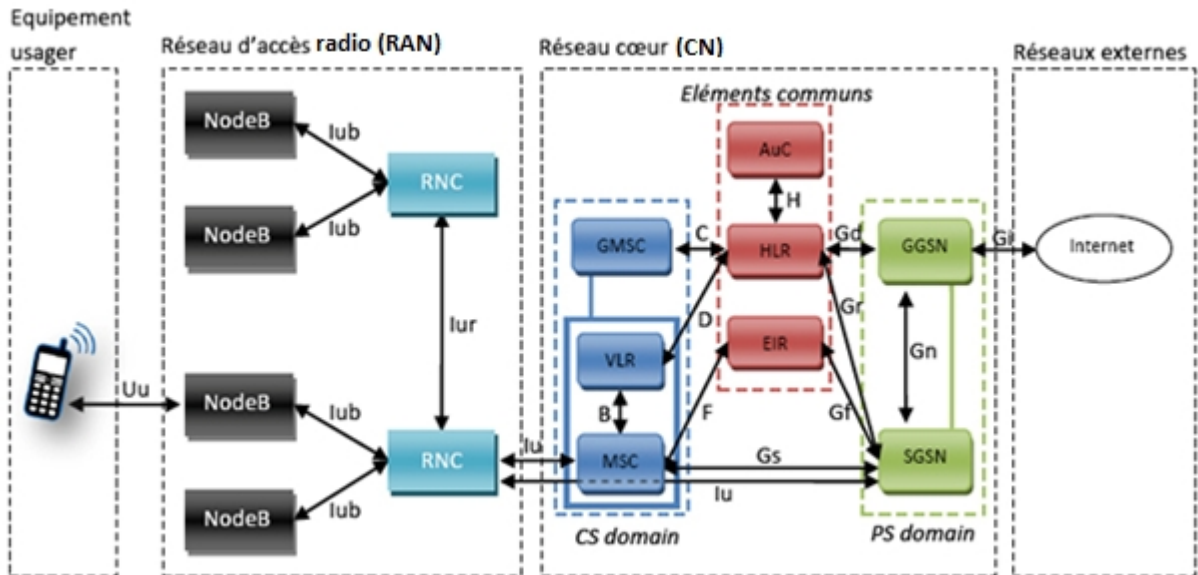


Figure I.2. Architecture globale du réseau UMTS

I.5.1. L'équipement utilisateur (UE)

L'UE contient deux parties :

- **L'équipement mobile (ME : Mobile Equipment) :** c'est un terminal radio utilisé pour les communications à travers l'interface radio Uu.
- **L'USIM (UMTS Subscriber Identity Module) :** c'est l'équivalent de la carte SIM en GSM. Il fournit l'identité de l'abonné, établit les algorithmes d'authentification, enregistre les clefs d'authentification et de cryptage,...etc.

I.5.2. Le réseau d'accès radio ULTRAN

Le réseau d'accès radio terrestre de l'UMTS s'appelle UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network). Un UTRAN est constitué d'un ou plusieurs RNS (Radio Network System) [11].

Le RNS a pour rôle de gérer l'allocation et la libération des ressources radio pour autoriser la connexion entre l'UE et l'UTRAN. Chaque RNS est formé d'un RNC (Radio Network Controller) et d'un ou plusieurs Nœuds B.

- **Le RNC**

Le RNC contrôle les ressources radio de l'UTRAN et gère le protocole RRC (Radio Ressource

Control) définissant les procédures et les messages entre le mobile et l'UTRAN. Il est en liaison avec le réseau cœur pour les transmissions en mode paquet à travers l'interface

Iu - PS et en mode circuit à travers l'interface Iu - CS. Le RNC directement relié à un Nœud B par l'interface Iub est un CRNC (Controlling RNC), il gère :

- Le contrôle de la charge des différents Nœuds B.
- Le contrôle d'admission et d'allocation des codes pour les nouveaux liens radio qui s'établissent dans les cellules gérées

Lorsqu'un mobile est lié à des Nœuds B contrôlés par différents RNC, deux types de RNC se distinguent : Le SRNC (Serving RNC) et le DRNC (Drift RNC).

Le SRNC est le RNC qui fournit la connexion Iu pour le mobile vers le réseau cœur. Lorsque le mobile est en situation de Soft Handover, plus qu'une liaison Iub et une liaison Iur sont établies. Seul le SRNC fournit l'interface Iu vers le CN. Les autres ont pour fonction principale de router les données de façon transparente. Ces RNC sont appelés alors DRNC. La figure I.3 illustre le SRNC et le DRNC.

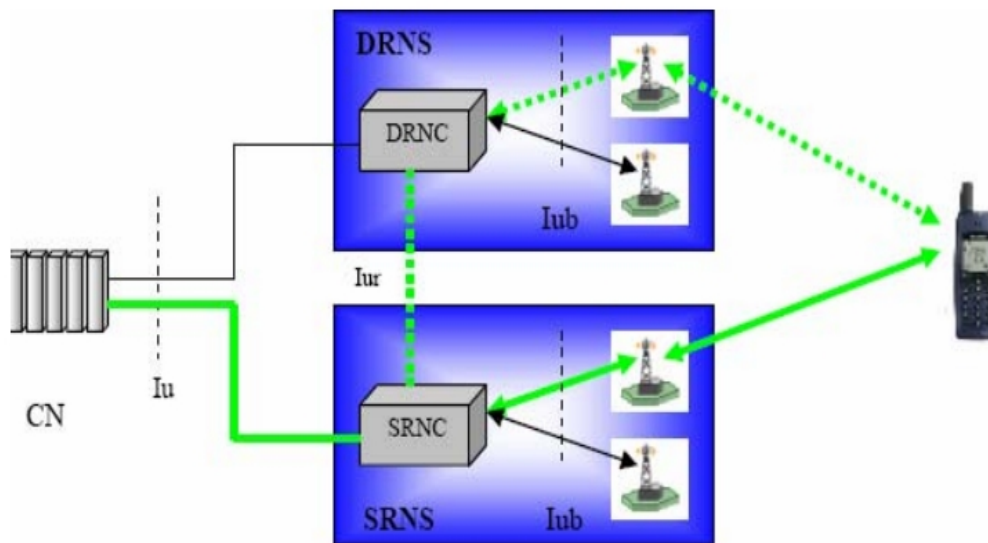


Figure I.3. SRNC et DRNC

- **Le Node B**

C'est l'équivalent du BTS dans le réseau GSM. Ses fonctionnalités principales sont : gérer la couche physique de l'interface radio, administrer le codage canal, l'entrelacement, l'adaptation du

débit, l'étalement et le désétalement. Il est aussi responsable du contrôle de puissance en boucle fermée. L'interface mobile/Noeud B est dite interface Uu.

I.5.3. Le réseau cœur (CN)

Le réseau cœur de l'UMTS a pour rôle la commutation des appels (Circuit Switching) et le routage des paquets (PacketSwitching) à l'intérieur du réseau et l'interconnexion avec les autres réseaux en vue de gérer les services souscrits par un abonné. Son architecture de base est très semblable à celle du GSM phase 2+ permettant de réduire le coût d'investissement.

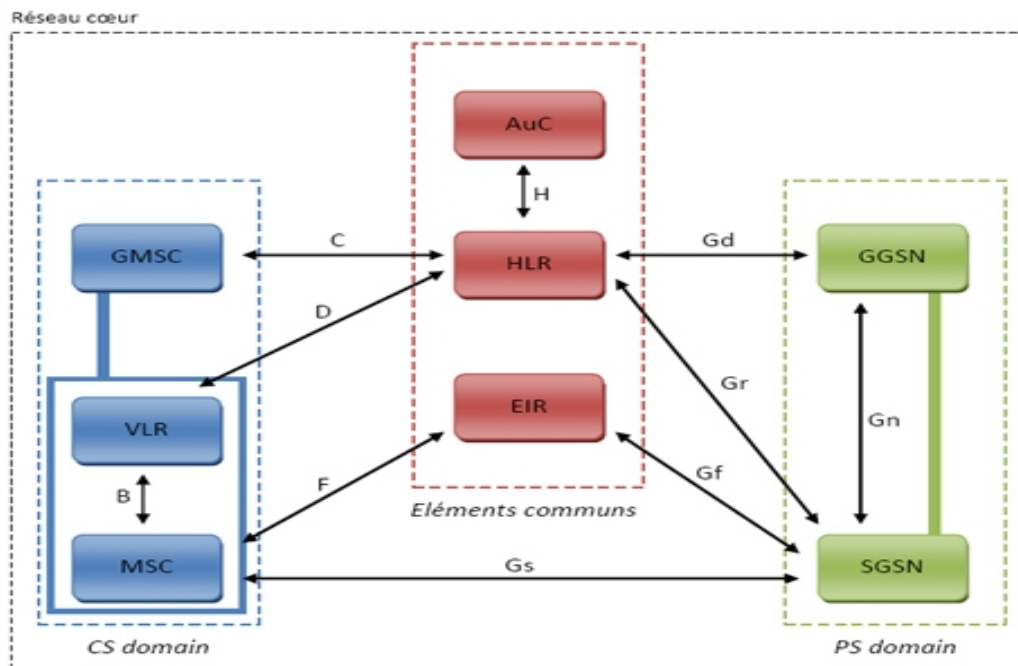


Figure I.4. Architecture du réseau cœur de l'UMTS

Le réseau cœur de l'UMTS est composé de deux modes de fonctionnement :

a) Le mode CS (mode connecté)

Le mode à commutation de circuit CS est composé de plusieurs modules :

- **Le MSC (Mobile Switching Center):** est en charge d'établir la communication avec l'équipement usager. Il a pour rôle de commuter les communications. Il gère

l'authentification et la mise à jour de localisation.

- **Le GMSC (Gateway MSC):** il assure l'interface entre le réseau UMTS et le réseau téléphonique commuté PSTN (Public Switched Téléphone Network).
- **Le VLR (Visitor Location Register):** c'est une base de données contenant les informations sur la position de l'abonné et ses identificateurs temporaires.

b) Le mode PS (mode non connecté)

Le mode à commutation de paquet PS assure la connexion aux réseaux supportant le protocole IP et supporte des services de type interactif, streaming, background et même conversationnel. Il est composé de plusieurs modules :

- **Le SGSN (Serving GPRS Support Node):** Il achemine les paquets de données, exécute les procédures de routage, la gestion de la mobilité et l'authentification.
- **Le GGSN (Gateway GPRS Support Node):** est une passerelle vers les réseaux à commutation de paquets externes tels que l'Internet, le X25...etc.

c) Eléments communs entre le CS et le PS

Le groupe des éléments communs est composé de plusieurs modules :

- **Le HLR (Home Location Register):** Il représente une base de données contenant les éléments définissant l'abonnement de l'utilisateur et permettant l'identification et l'authentification de l'abonné.
- **L'AuC (Authentication Center):** Il est en charge de l'authentification de l'abonné, ainsi que du chiffrement de la communication. L'AuC se base sur le HLR afin de récupérer les informations relatives à l'utilisateur et pour ainsi créer une clé d'identification.
- **L'EIR (Equipment Identity Register):** Il est en charge de la gestion des vols des équipements usagers. Il est en possession d'une liste des mobiles blacklistés par un numéro unique propre à chaque équipement usager nommé l'IMEI (International Mobile station Equipment Identity).

I.5.4. Les interfaces dans le réseau UMTS

La spécificité à signaler dans le cadre de l'UMTS est que les interfaces sont ouvertes c'est-à-dire que les équipements de tous les constructeurs peuvent fonctionner et s'inter opérer à condition qu'ils respectent la norme.

On note quatre interfaces :

- **L'interface Uu:** c'est l'interface radio de l'UMTS. A travers cette interface les mobiles peuvent accéder au réseau.
 - **L'interface Iub :** c'est l'interface entre le Node B et le RNC, c'est l'équivalent de l'interface A_bis en GSM.
 - **L'interface Iur :** c'est une nouvelle interface entre deux RNCs et elle est nécessaire pour le mécanisme du Soft Handover.
 - **L'interface Iu :** cette interface permet à l'UTRAN de communiquer avec le réseau cœur. On distingue l'interface Iu-CS, entre RNC / domaine circuit et l'interface Iu-PS reliant le
-

RNC avec le SGSN.

Interface	Localisation	Description	Equivalent GSM/GPRS
Uu	UE-UTRAN	Interface radio connectant le mobile a l'UTRAN	Um
Iu	UTRAN-Reseau fédérateur	Iu-CS faire communiquer le RNC avec le MSC/VLR	A
		Iu-PS permet au RNC de communiquer avec le SGSN	Gb
Iur	RNC-RNC	Communication RNC-RNC en cas de macro diversité	Pas d'équivalent
Iub	Node B-RNC	Communication entre Node B et RNC	Abis

Tableau I.2. Interfaces UMTS

I.6. Méthodes d'accès

La définition de la troisième génération est placée sous la responsabilité de l'ITU [9]. Cette dernière a défini le concept d'IMT-2000 (International Mobile Télécommunications), qui vise à définir une norme internationale. Les bandes de fréquences allouées à l'EUT-2000 sont 1885-2025 MHz et 2110-2200 MHz. Les applications terrestres occupent les bandes 1885-1980 MHz et 2110- 2170 MHz. La largeur de la bande de fréquence occupée par chaque porteuse est de 5 MHz.

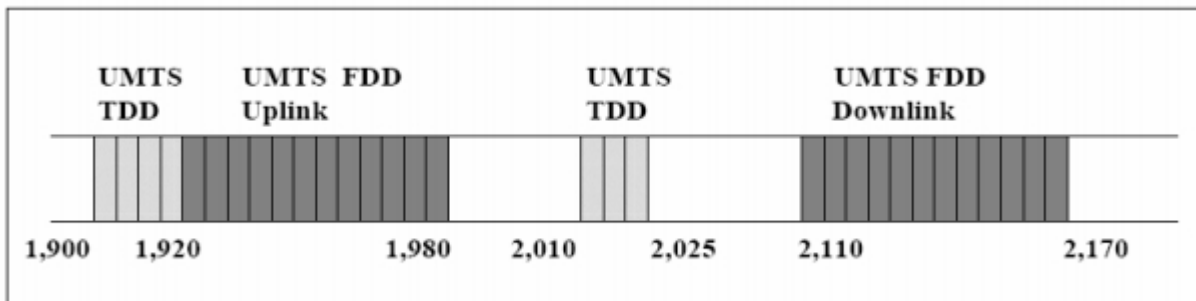


Figure I.5. Spectre de fréquence (GHZ)

La norme UMTS présente deux techniques de multiplexage sur l'interface radio : le TDD (Time Division Duplex) et le FDD (Frequency Division Duplex). D'une manière générale, le mode FDD est bien adapté à tous les types de cellules, y compris les grandes cellules, mais n'est pas très souple pour gérer des trafics asymétriques. Par contre le mode TDD, il permet d'adapter le rapport de transmission montante/descendante en fonction de l'asymétrie du trafic, mais exige une synchronisation des stations de base et n'est pas bien adapté aux grandes cellules à cause du temps de garde trop important.

I.6.1. Mode TDD (Time Division Duplex)

En TDD, une seule fréquence est utilisée pour les deux sens de communication. Donc nécessairement, les émissions et les réceptions sont séparées dans le temps. Cette technique est efficace en cas de limitation du spectre. Le mode TDD possède des adeptes, notamment en Chine ou un certain nombre de développements le concerne. De plus, des propositions techniques concernant le mode TDD ont été générées du fait qu'un certain nombre d'autorités nationales allocataires de spectre, ont alloué pour chaque opérateur candidat à l'achat d'une licence UMTS en mode FDD (par exemple sur 15 MHz), un bout de bande de 5 MHz supplémentaire supposé servir le TDD.

La division duplex dans les bandes dites "non appairées", c'est à dire 20 MHz et 15 MHz, est temporelle. Nous utilisons dans ces bandes un accès TD-CDMA.

Les deux modes d'accès doivent être harmonisés pour favoriser la réalisation de terminaux bi-modes TDD / FDD à bas coûts.

I.6.2. Mode FDD (Frequency Division Duplex)

Pour ce mode, on sépare les fréquences d'émission et de réception. Ainsi le mobile et le réseau peuvent émettre simultanément et de façon indépendante. Un inconvénient majeur de cette technique consiste à réserver un écart duplex entre les bandes montantes et descendantes pour séparer les étages de transmission et de réception radio et éviter les brouillages.

En FDD, on alloue la même bande pour les deux sens de communications. Cette technique d'allocation est mieux adaptée pour les applications symétriques. En revanche, lorsque les débits sont asymétriques, ce mode d'attribution n'est pas du tout optimal car elle engendre du gaspillage en terme de spectre.

La division duplex dans les bandes dites "appairées", c'est à dire 2 x 60 MHz, est fréquentielle. L'écart duplex vaut 190 MHz. Nous utilisons dans ces bandes un accès WCDMA.

	Mode TDD	Mode FDD
Accès Multiple	TD-CDMA	W-CDMA
Débit chip	3.84 Mchips/s	3.84 Mchips/s
Espacement entre	4.4 à 5 MHz avec un pas de 200 KHz	4.4 à 5 MHz avec un pas de 200 KHz
Structure de trame	15 IT par trame	15 IT par trame
Durée trame	10 ms	10 ms
Modulation	QPSK	QPSK
Facteurs d'étalement	1 à 16	4 à 512
Codage Canal	Convolutionnel (1/2 ou 1/3) ou turbo codes	Convolutionnel (1/2 ou 1/3) ou turbo codes

Tableau I.3. Les Caractéristiques des modes d'accès

I.6.3 Les canaux de trafic en mode FDD

Comme en GSM et en GPRS, on distingue les canaux physiques et les canaux logiques auxquels viennent s'ajouter un type intermédiaire à savoir les canaux de transport. Les canaux logiques correspondent aux différents types d'information véhiculés par les protocoles radio de l'UTRAN.

On distingue deux canaux logiques de trafic :

- **Le DTCH (Dedicated Traffic Channel)** utilisé pour transmettre les données sur un canal de communication connecté au réseau d'un mobile donné.
- **Le CTCH (Common Traffic Channel)** est un canal unidirectionnel utilisé pour transmettre des informations à un groupe d'utilisateurs donné.

Les canaux de transport sont utilisés pour multiplexer plusieurs services d'un ou plusieurs utilisateurs.

Les canaux logiques de trafic précédents sont organisés par la couche MAC dans les trois canaux de transport suivants :

- **DCH (Dedicated Channel)** : c'est le seul canal de transport dédié. Il peut être utilisé dans les deux sens. Ainsi, lorsque le réseau décide d'allouer des ressources de trafic dédié à une communication mobile réseau, le canal logique DTCH sera supporté par des canaux de transport de type DCH.
- **FACH (forward Shared Channel)**: c'est un canal de transport commun unidirectionnel, du réseau vers le mobile (Node B vers UE).
- **DSCH (Downlink Shared Channel)**: ce canal est une variante du FACH. C'est également un canal de transport partagé unidirectionnel réseau vers mobile.

Les canaux de transport sont réellement supportés par les canaux physiques. Ceci est assuré par la couche physique.

- **DPDCH (Dedicated physical Data Channel)**: c'est un canal physique qui transporte les canaux de transport dédiés DCH. Il représente une partie des canaux physiques dédiés sur le lien descendant DPCH (Dedicated Physical Channel). L'autre partie c'est celle du contrôle DPCCCH (Dedicated PhysicalControl Channel).
- **PDSCH (Physical Downlink Shared Channel)**: ce canal physique transporte le canal de transport DSCH.
- **S-CCPCH (Secondary Common Control Physical Channel)**: ce canal physique permet de supporter le canal de transport FACH.

I.7. Conclusion

Le réseau UMTS est considéré par ses exploitants comme un investissement qui doit être

rentable, qui doit offrir une certaine pérennité et pouvoir évoluer. Les qualités de ce réseau sont l'utilisation optimum des ressources (fréquences radio, capacité de transmission, une grande disponibilité, une exploitation simple et efficace, une normalisation réussie).

Dans ce chapitre introductif nous avons présenté d'une façon générale les principales caractéristiques d'un réseau UMTS. Dans les chapitres suivants, nous allons décrire les méthodes de planification radio dans le réseau UMTS.

**~~Chapitre II:~~
~~Environnement de~~
~~propagation radio fréquence.~~**

II.1. Introduction

Le système universel des télécommunications mobiles UMTS a émergé comme la principale norme pour la provision des réseaux sans fil de troisième génération (3G). Il a été conçu pour supporter une large gamme d'applications avec de différents besoins en qualité de service.

Dans ce chapitre, on présentera dans un premier lieu les différents types du chemin de propagation de l'onde radio et leurs caractéristiques, ainsi que les pertes liées aux effets de multitrajets de chaque chemin.

Dans le deuxième paragraphe, on parle des modèles de propagations qui sont liés principalement à la procédure du déploiement du réseau UMTS et l'installation de chaque site et leur teste.

Enfin, dans le troisième paragraphe, on décrit les antennes utilisées en réseau UMTS, leurs caractéristiques et spécialement l'antenne Node B et sa configuration.

II.2. Généralité sur les ondes radio fréquences

II.2.1. Principes fondamentaux de l'onde radio fréquence

II.2.1.1. Le spectre de l'onde radio

Les ondes radio sont réparties entre 3Hz et 3000 GHz. Ce spectre est divisé sur 12 bandes, comme il est indiqué dans le tableau ci-dessous. Les fréquences dans chaque bande spécifique présentent des caractéristiques de propagation spécifique: plus la fréquence est basse, plus les pertes de propagation seront faibles, plus la distance de couverture est élevée et plus la capacité de diffraction sera forte. Cependant, plus la fréquence est élevée, plus les pertes de propagation seront élevées, plus la distance de couverture sera courte et plus la capacité de diffraction sera faible.

Fréquence	Classification	Désignation
3-30Hz	Très Basse Fréquence	ELF
30-300Hz	Basse Fréquence	LF
300-3000Hz	Fréquence de la voix	VF
3-30KHz	Très Basse Fréquence	VLF
30-300KHz	Basse Fréquence	LF

300-3000KHz	Moyenne Fréquence	MF
3-30MHz	Haute Fréquence	HF
30-300MHz	Très Haute Fréquence	VHF
300-3000MHz	Ultra Haute Fréquence	UHF
3-30GHz	Super Haute Fréquence	SHF
30-300GHz	extrêmement Haute Fréquence	EHF
30-3000GHz	extrêmement Haute Fréquence	EHF

Tableau II.1. Les bandes de fréquences

II.2.1.2. Chemin de propagation

Dans n'importe quel canal de propagation, le signal suit des multiples trajets pour atteindre sa destination dépendant des types d'obstacles (bâtiments, relief, végétation, ...).

Ces signaux subissent des phénomènes de réflexion, réfraction, diffraction, diffusion.

Dans un environnement de communication mobile typique, la couverture d'une station mobile est toujours beaucoup plus courte qu'une station de base (NodeB). Le chemin direct entre l'émetteur et le récepteur est bloqué par des bâtiments ou d'autres objets. Par conséquent, la communication entre le NodeB et la station mobile est effectuée via de nombreux autres chemins que le chemin direct. Dans la bande UHF, l'onde électromagnétique de l'émetteur au récepteur est principalement propagée au moyen de la diffusion, à savoir, l'onde électromagnétique est réfléchi par le plan de construction ou réfracté de l'homme ou des objets naturels.

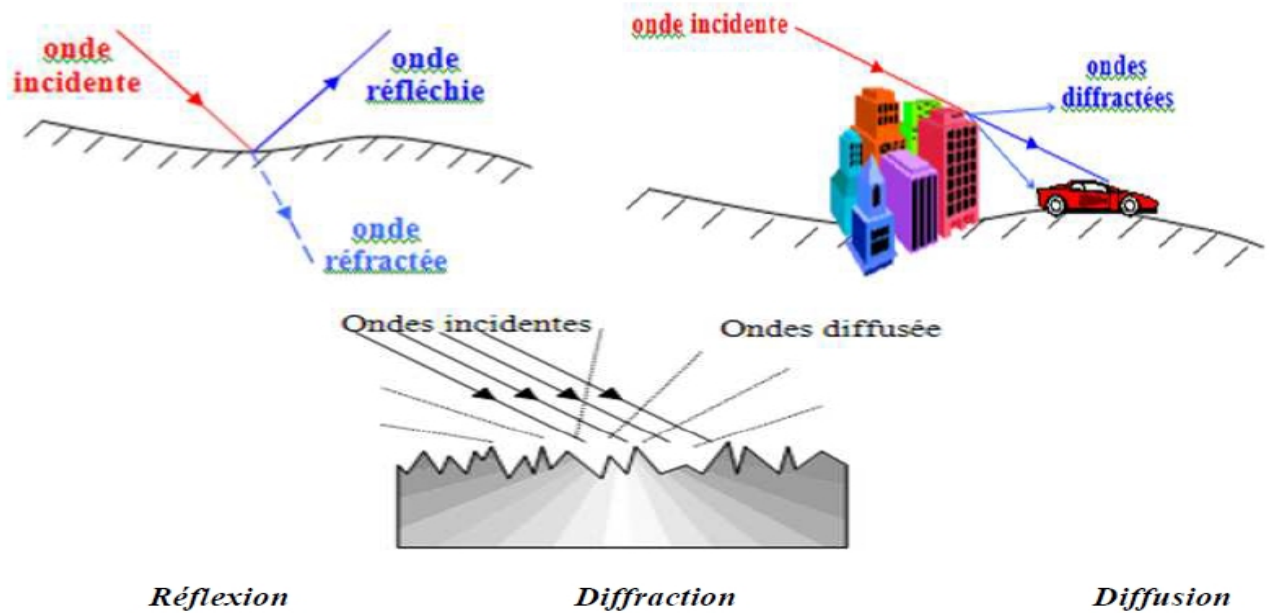


Figure II.1. Les différents types de chemins de propagation

II.2.2. Caractéristiques de propagation de l'onde radio fréquence

II.2.2.1. Environnement de propagation radio

La propagation des ondes radiofréquence est modifiée par les structures topographiques et l'environnement artificiel. Pour cela l'environnement de propagation radio est lié directement à la sélection des modèles de propagation. Les principaux facteurs qui affectent l'environnement sont les suivants:

- ✓ Forme naturelle (montagne, colline, plaine, zone d'eau).
- ✓ Quantité, et caractéristiques matérielles des bâtiments artificiels.
- ✓ Conditions d'interférence électromagnétique naturelles et artificielles.
- ✓ Conditions météorologiques.
- ✓ Caractéristiques de la végétation de la région.

Les formes de relief naturelles telles que les montagnes et les collines ainsi que les bâtiments artificiels affectent les caractéristiques de propagation des ondes radio. Les conditions météorologiques et temporelles affectent également la propagation de l'onde radio. Par exemple, l'ionosphère est relativement stable pendant la nuit, donc la radio à ondes courtes est bien reçue.

II.2.2.2. Catégories des reliefs de sol

II.2.2.2.1. Forme de relief régulière

Ce type de relief se trouve avec une surface légèrement régulière et la différence de hauteur de surface est inférieure à 20 m.

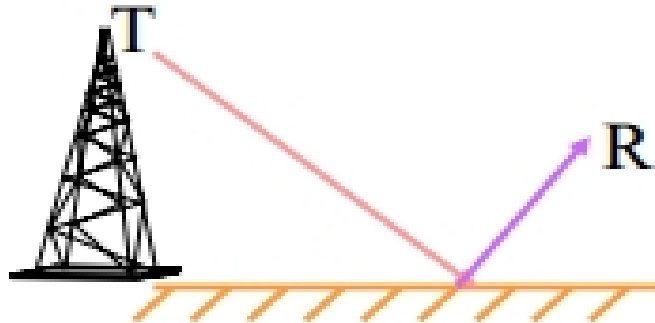


Figure II.2. Le terrain régulier

II.2.2.2.2. Forme de relief irrégulière

Ces types de forme de relief par rapport à la forme de relief irrégulier sont divisés en:

- relief de colline,
- collines isolées,
- relief incliné,
- relief combiné avec l'eau.

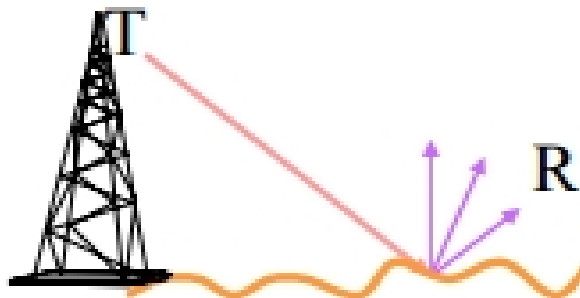
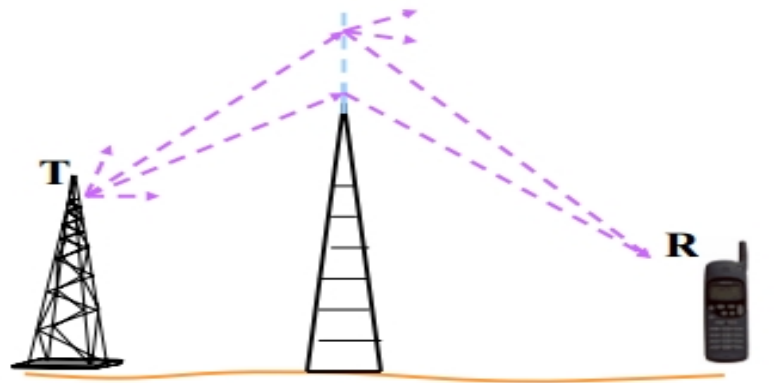


Figure II.3. Le terrain irrégulier

Le modèle de propagation d'Okumura [14] définit la hauteur d'irrégularité comme la différence entre 10% et 90% de la rugosité de la forme de relief dans 10 km devant l'antenne de la station mobile. Le CCIR le définit comme la différence entre la hauteur supérieure à 90% et la hauteur supérieure à 10% de 10 ~ 50 km devant le récepteur. D'autres formes de relief que celles mentionnées ci-dessus sont appelées «formes de relief irrégulières».

II.2.2.3. Les pertes due à la diffraction

- ✓ L'onde électromagnétique diffuse autour du point de diffraction.
- ✓ L'onde de diffraction couvre toutes les directions sauf l'obstacle.
- ✓ Les pertes de diffusion est les plus élevées.

**Figure II.4. La Diffraction**

Lors de l'analyse des pertes de transmission dans les montagnes ou les zones urbains, nous avons généralement besoin d'analyser les pertes de diffraction et les pertes de pénétration.

Les pertes de diffraction sont mesurées par rapport à la hauteur d'obstacle et de la hauteur de l'antenne. La hauteur d'obstacle doit être associée à la longueur d'onde de propagation.

Les pertes de diffraction sont générées par rapport à la hauteur du même obstacle pour la longue longueur d'onde inférieure à celle d'une courte longueur d'onde. Les pertes de diffraction sont causées par l'onde électromagnétique dispersée autour du point de diffraction, et l'onde de diffraction couvre toutes les directions sauf l'obstacle.

II.2.2.4. Les pertes dues à la pénétration

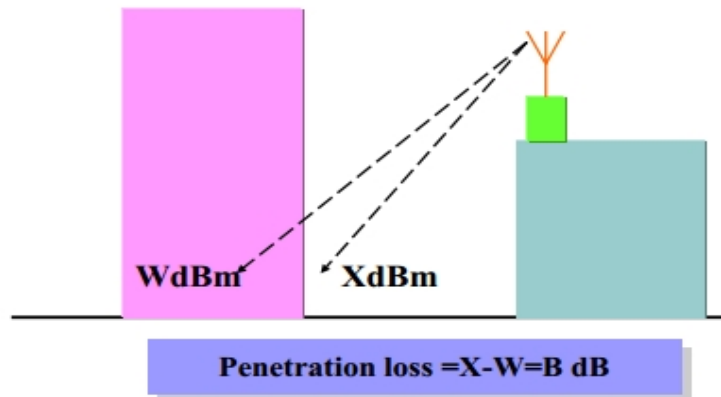


Figure II.5. La Pénétration

La perte de pénétration intérieure se génère à la différence entre la puissance moyenne du signal en dehors du bâtiment et la puissance moyenne du signal à la première couche du bâtiment. Donc la perte de la pénétration représente la capacité du signal à pénétrer dans le bâtiment.

Les bâtiments de différentes structures affectent considérablement les signaux.

Pertes de pénétration spécifique:

- L'obstruction du mur: 5~20dB
- Parquetage l'obstruction: >20dB
- La valeur de la perte d'intérieur est la fonction du sol: -1.9dB
- Obstruction de mobilier et autres obstacles: 2~15dB
- Le verre épais: 6~10dB
- La perte de la pénétration d'ascenseur est: 30dB
- L'arbre dense laisse la perte: 10dB

II.2.3. Modèles de la propagation d'onde radio

Le modèle de propagation est utilisé pour prédire la valeur moyenne de perte, dans la trajectoire. La formule peut être simplifiée sous hauteurs d'UE (équipement mobile) et la station de base (Node B) est donnée :

$$\text{PathLoss} = f(d, f) \quad 2.1$$

Où: **d** est la distance entre UE et la station de base, et **f** est la fréquence.

L'environnement de la propagation affecte le modèle, et les principaux facteurs sont:

- ✓ Terrain naturel, tel que montagne, colline, plaine, terre de l'eau, etc....
- ✓ Le bâtiment artificiel (hauteur, distribution et matière).
- ✓ La végétation.
- ✓ Le bruit externe.

Si les hauteurs d'UE et Node B sont données et ignorent l'environnement, les pertes de chemin est simplement liées à la distance entre l'UE et le Node B et la fréquence radio.

II.2.3.1. Modèle de l'espace libre

$$L_0 = 32.4 + 20 \log(d) + 20 \log(f) \quad 2.2$$

$$L_0 = 91.48 + 20 \log(d), \text{ pour } f = 900 \text{ MHz} \quad 2.3$$

$$L_0 = 97.98 + 20 \log(d), \text{ pour } f = 1900 \text{ MHz} \quad 2.4$$

L0: paramètre lié à la fréquence.

✓ Le modèle de propagation de l'espace libre s'applique à l'environnement sans fil avec des supports de propagation isotropes (par exemple, un vide) et est un modèle théorique.

✓ Cet environnement n'existe pas dans l'environnement réel.

L'espace libre signifie un espace infini plein de supports idéaux uniformes, linéaires, isotropes, est une situation idéale.

Par exemple, la propagation des ondes radio du satellite est très similaire à la propagation dans l'espace libre. Comme la montre la formule ci-dessus, une fois que la distance est doublée, les pertes augmenteront de 6dB. Si la fréquence est doublée, comme le montre l'exemple ci-dessus, la perte de 1900 MHz sera inférieure de 6 dB à la perte de 900 MHz.

II.2.3.2. Le Modèle de la Propagation du Terrain plat

$$P_{\text{loss}} = L_0 + 10 \log d - 20 \log H_b - 20 \log H_m \quad 2.5$$

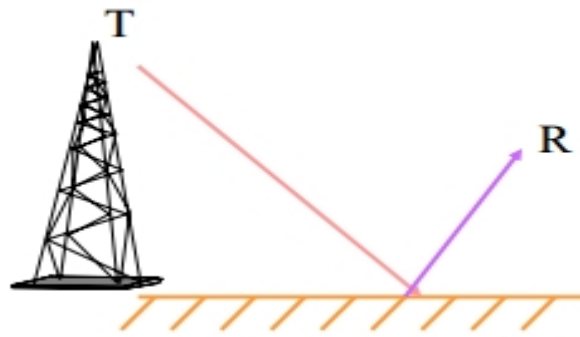


Figure II.6. Terrain plat

- X : gradient de perte de chemin, généralement 4.
- H_b : hauteur de l'antenne Node B.
- H_m : hauteur station mobile.
- L_0 : paramètres liés à la fréquence.

Dans le modèle de propagation de la forme terrestre, en plus de la fréquence et de la distance, nous considérons également les hauteurs de l'UE et du Node B. Une fois que la hauteur de l'antenne Node B est doublée, la perte de chemin sera compensée par 6dB.

II.2.3.3. Le Modèle d'Okumura-Hata[14]

Le modèle Okumura-Hata est couramment utilisé dans le logiciel de planification. C'est applicable à la microcellule qui couvre plus de 1 km en dessous de 1500MHz. Dans les années 1960, Okumura et ses hommes utilisaient une large gamme de fréquences, des hauteurs de plusieurs stations fixes et des hauteurs de plusieurs stations mobiles pour mesurer le niveau du signal dans toutes sortes de formes de relief et d'environnements irréguliers, et a développé une série de courbes, puis a mis en place un modèle en ajustant les courbes pour obtenir la formule empirique du modèle de propagation. Ce modèle a été largement utilisé dans le monde entier et s'applique aux zones situées à l'extérieur de Tokyo en utilisant le facteur de correction.

➤ **Portée de l'application :**

- Plage de fréquence f : 150 ~ 1500MHz
- Hauteur de l'antenne BTS H_b : 30 ~ 200 m

- Hauteur station mobile H_m : 1 ~ 10m
- Distance d : 1 ~ 20km
- **Caractéristiques :**
 - Modèle de macro-cellule.
 - L'antenne BTS est plus grande que les bâtiments environnants.
 - La prédication n'est pas applicable en 1km.
 - Ne s'applique pas à la circonstance où la fréquence est supérieure à 1500 MHz.

II.2.3.4. Le Modèle de COST 231-Hata [14]

Le modèle COST231 est applicable 1500-2000MHz et n'est pas précis dans un rayon de 1km. Le modèle COST231-hata est basé sur les résultats des tests d'Okumura et décrit la formule proposée en analysant la courbe de propagation des bandes supérieures.

➤ **Portée de l'application :**

- Fréquence f : 1505 ~ 2000MHz
- Hauteur de l'antenne BTS H_b : 30 ~ 200 m
- Hauteur station mobile H_m : 1 ~ 10m
- Distance d : 1 ~ 20km

➤ **Caractéristiques :**

- Modèle de macro-cellule.
- la hauteur de l'antenne NodeB est plus grande que la hauteur des bâtiments de la zone.
- La prédication n'est pas applicable en 1km.
- Ne s'applique pas à la circonstance où la fréquence est supérieure à 2000 MHz ou inférieure à 1500 MHz.

II.2.3.5. Le Modèle de COST 231 Walfish-Ikegami [14]

L'équipe du modèle de propagation COST231 du comité européen de la recherche propose les deux modèles suggérés suivants: l'un est basé sur le modèle Hata et permet de couvrir la fréquence de 1500MHz à 2000MHz en utilisant certains éléments de correction. Cependant, dans tous les environnements de test, le Node B est plus grand que les bâtiments environnants, il n'est donc pas approprié d'étendre la portée valide à la circonstance où l'antenne du Node B est inférieure aux bâtiments environnants. Ce modèle s'applique à "macro cellule, à grande cellule". Dans la «micro

cellule», l'antenne est inférieure au toit, de sorte que le comité a créé le modèle «COST-Walfish-Ikegami» en fonction des résultats du calcul de l'environnement urbain de Walfish, de la fonction correctrice d'Ikegami pour la gestion de la direction des rues et Les données d'essai.

Ce modèle est testé dans une ville allemande de Munich, et d'autres améliorations se font. Lors de l'utilisation du modèle, certains paramètres décrivant les caractéristiques de l'environnement urbain peuvent être nécessaires: Hauteur du bâtiment H_{roof} (m) Largeur de la chaussée w (m) Intervalle de construction b (m) Sens de la rue par rapport à la direction de l'onde d'incidence perpendiculaire α (°).

➤ **Portée de l'application :**

- Fréquence: 800 ~ 2000MHz
- Hauteur de l'antenne BTS H_{base} : 4 ~ 50 m
- Hauteur station mobile H_{mobile} : 1 ~ 3m
- Distance d : 0,02 ~ 5 km

➤ **Caractéristiques :**

- Environnement urbain, macro cellule ou micro cellule.
- Ne s'applique pas à l'environnement suburbain ou rural.

II.2.3.6. Le modèle propagation standard

➤ **Formule expérimentale**

$$\text{PathLoss} = K_1 + K_2 \log(D) + K_3 \log(H_{T_{\text{eff}}}) + K_4 * \text{DiffractionLoss} + K_5 \log(d) * \log(H_{T_{\text{eff}}}) + K_6 (H_{R_{\text{eff}}}) + K_{\text{clutter}} f(\text{clutter}) \quad 2.6$$

➤ **Explication :**

- K_1 : Valeur constante de perte de chemin de propagation.
- K_2 : $\log(d)$ facteur de correction.
- D : Distance entre le récepteur et l'émetteur (m).
- K_3 : facteur de correction $\log(H_{T_{\text{eff}}})$.
- $H_{T_{\text{eff}}}$: Hauteur de l'antenne de l'émetteur (m).

- K_4 : facteur de correction de perte de diffraction.
- K_5 : journal $(H_{T_{\text{eff}}}) \log(D)$ facteur de correction.
- K_6 : facteur de correction.
- $H_{R_{\text{eff}}}$: Hauteur de l'antenne du récepteur (m).
- K_{clutter} : facteur de correction de l'encombrement.

II.2.4. Installation du site radio (Node B)

II.2.4.1. Sélection du site

Critères de sélection d'un site :

- La hauteur de l'antenne est supérieure à 20 m.
- L'antenne est d'au moins 5 m plus grand que l'obstacle le plus proche.

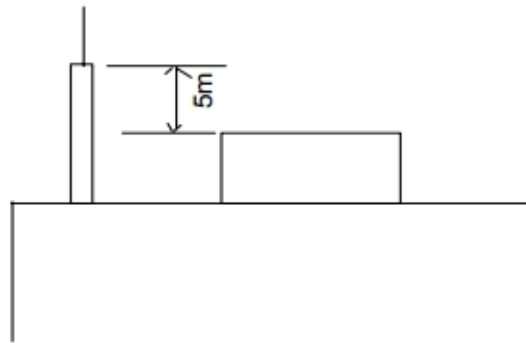
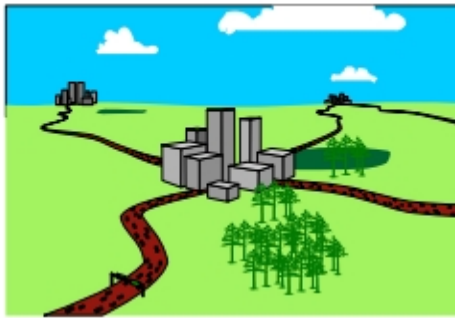


Figure II.7. Sélection du site

Si l'antenne est plus haute que l'obstacle le plus proche d'ici 5 m ou plus, les données seront héritées, telles qu'elles sont définies selon la première zone de Fresnel. Cette condition est suffisamment conforme aux exigences WCDMA. "Obstacle" signifie ici le bâtiment le plus haut par rapport au toit de l'antenne. La construction qui porte le site devrait être supérieure à la hauteur moyenne des bâtiments environnants.

II.2.4.2. Teste de la plate-forme

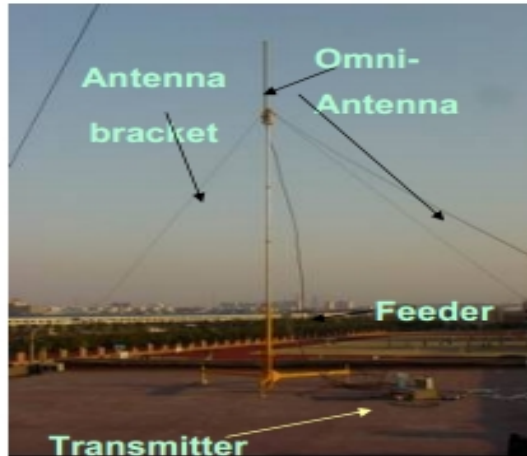


Figure II.8. Teste de plate-forme

Une fois la plate-forme de test configurée, allumez la source du signal pour transmettre le signal RF et commencez le test du lecteur. Pour effectuer le test CW, il est nécessaire de sélectionner un site approprié pour transmettre le signal RF. Dans le cas de la gestion des données du test CW, il faut prendre connaissance de l'EIRP du test Node B et enregistrer les données de gain de signal attribuables à chaque partie, y compris la puissance de transmission de la source de signal, la perte de câble RF, le gain d'antenne d'émission et le gain de réception.

II.2.4.3. Chemin de test

Règles de sélection d'un parcours de test :

- ✓ **Forme terrestre:** le parcours d'essai doit tenir compte de toutes les formes de relief principales de la région.
- ✓ **Hauteur:** si le relief est très accidenté, le parcours de test doit tenir compte des formes de relief de différentes hauteurs de la région.
- ✓ **Distance:** le parcours de test doit tenir compte des positions différemment du site de la région.
- ✓ **Direction:** Les points de test sur le chemin de la longueur doivent être identiques à ceux du chemin de largeur.
- ✓ **Longueur:** La longueur totale de la distance dans un test CW devrait être supérieure à 60 km.
- ✓ **Nombre de points de test:** plus les points de test sont les meilleurs (> 10000 points, > 4 heures au minimum).

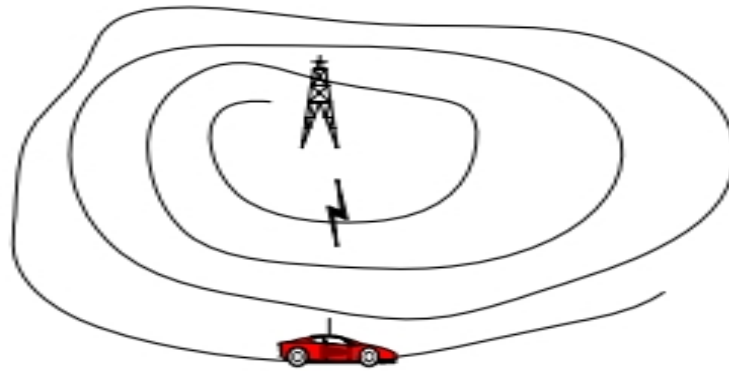


Figure II.9. Chemin de test

II.2.4.4. Drive Test

La méthode de mesure du drive test consiste à la caractérisation précise des canaux radio [7]. Cette technique d'analyse permet la récupération d'une trace de mesure faite par le mobile en différents instants (voir Figure II.10). Ceci est utile pour l'investigation de l'environnement radio.

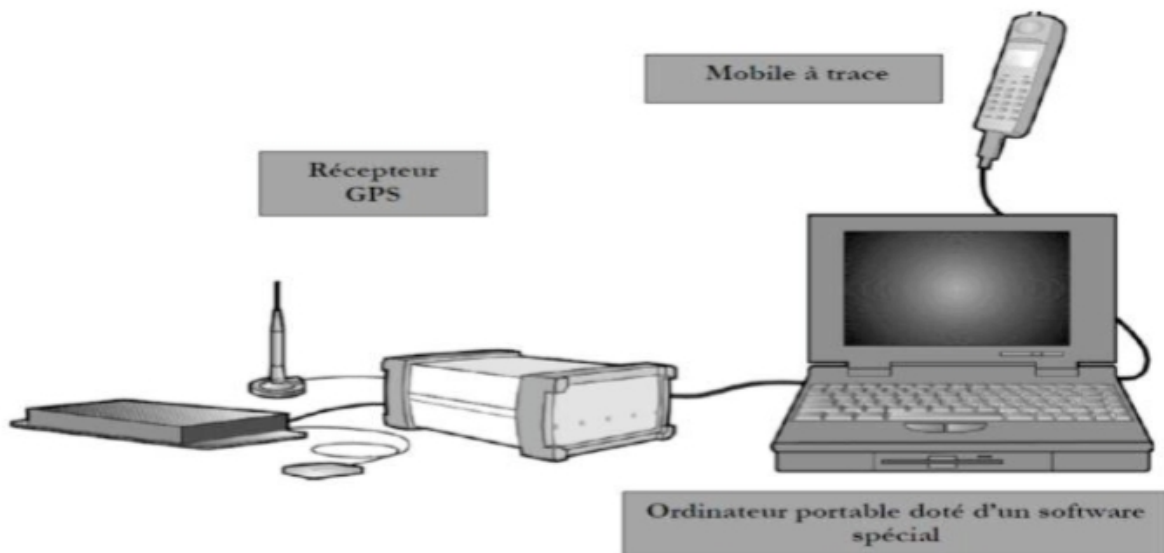


Figure II.10. Chaîne de mesure classique

La méthode du drive test consiste à embarquer sur une voiture les équipements suivants (voir la

figure) :

- **Une MS** : un mobile de test équipé d'un logiciel spécial. Il est appelé généralement mobile à trace.
- **Un système de localisation GPS (Global Positionner System)**: utilisé pour la localisation exacte de la position où on désire faire l'étude de l'environnement radio. Une précision du GPS est demandée. Elle est de l'ordre de quelques mètres.
- **Un PC portable** : permet d'automatiser l'acquisition et le stockage des données. Le PC doit être équipé d'une carte interface RS 232 pour assurer le lien entre la sortie série de la MS et le port série du PC.

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

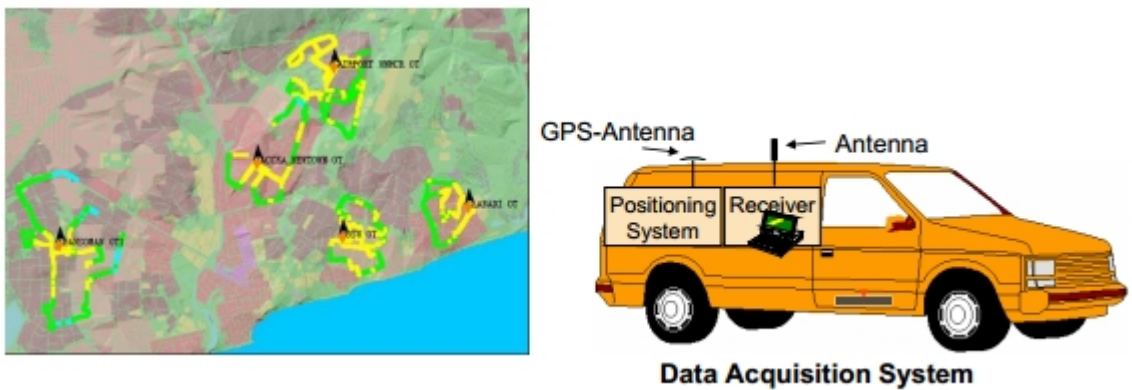


Figure II.11. Drive Test

II.2.4.5. Traitement des données de test

Les données de test doivent être traitées avant de pouvoir être identifiées par le logiciel de planification. La procédure de traitement est: (détails ce trouve dans le chapitre 4)

- ✓ Filtrage de données.
- ✓ Dispersion des données.
- ✓ Moyenne géographique.
- Conversion de format.

II.3. Les Antennes pour Node B

Un site Node B quelque soit la solution utilisée est constitué d'une station de base dont on a déjà vue dans les titres précédentes et des antennes.

L'antenne Node B est l'équipement responsable à couvrir une cellule et par définition c'est l'élément responsable de convertir l'énergie électrique d'un signal en énergie électromagnétique transportée par une onde électromagnétique.

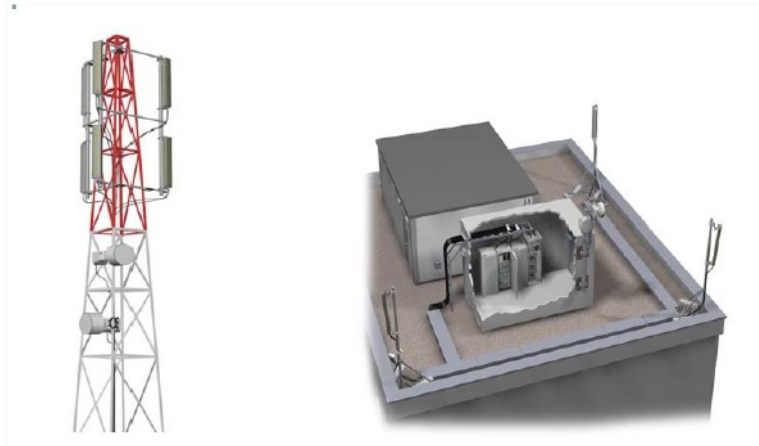


Figure II.12. Antenne Node B.

Pour mieux comprendre l'architecture d'une antenne Node B on a prie comme exemple l'antenne Ultrasite BTS [6].

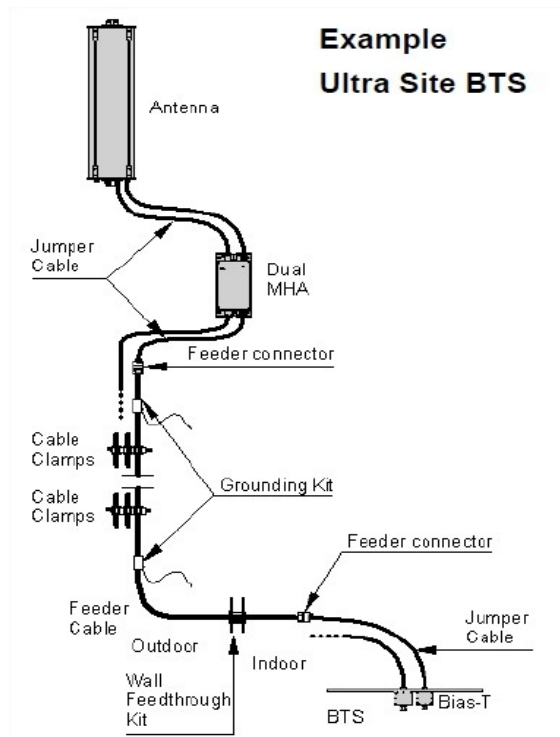


Figure II.13. Antenne avec Ultrasite BTS

Elle est constituée par :

- Antennes sectorielles : responsable pour couvrir certaine zone.
- Câblage : feeder cable, jumper cable avec ces connecteurs.
- Un amplificateur de signal doublé : dual MHA (masthead amplifieur).
- Eléments de protection : Bias-T, mise a la terre (grounding kits)

Et peut contenir aussi :

- Diplexers : cet équipement permet à l'antenne de supporter une bande de fréquence de GSM et l'autre bande pour la WCDMA
- Triplexers : il permet à l'antenne de supporter 3 bandes de fréquences (GSM 900, GSM 1800 et WCDMA).

II.3.1. Types d'antennes

On peut distinguer entre les antennes Node B à l'aide des paramètres suivants :

II.3.1.1. Faisceau de couverture d'une antenne

Il existe deux types d'antennes :

- Antennes omnidirectionnelles : couvre une zone de 360°.

- Antennes sectorielles : couvre une zone de 33° , 65° ou 88° pour 6, 3 ou 3 secteurs

II.3.1.2. Polarisation (diversité de polarisation)

La diversité de polarisation est la technique d'utilisation de plusieurs plans de polarisations, pour favoriser la réception du signal. La polarisation d'une onde électromagnétique est décrite par l'orientation de son champ électrique. il ya deux types de polarisation dans la solution NSN :

- Polarisation verticale.
- Polarisation doublé ou bien croisé (-45° a 45°).

II.3.1.3. Le tilt électrique

C'est un système de fixation utilisé pour contrôler la position d'antenne dans la bonne position par rapport l'axe verticale il existe de type de tilt électrique :

- Tilt fixé.
- Tilt ajustable a distance (remote control).

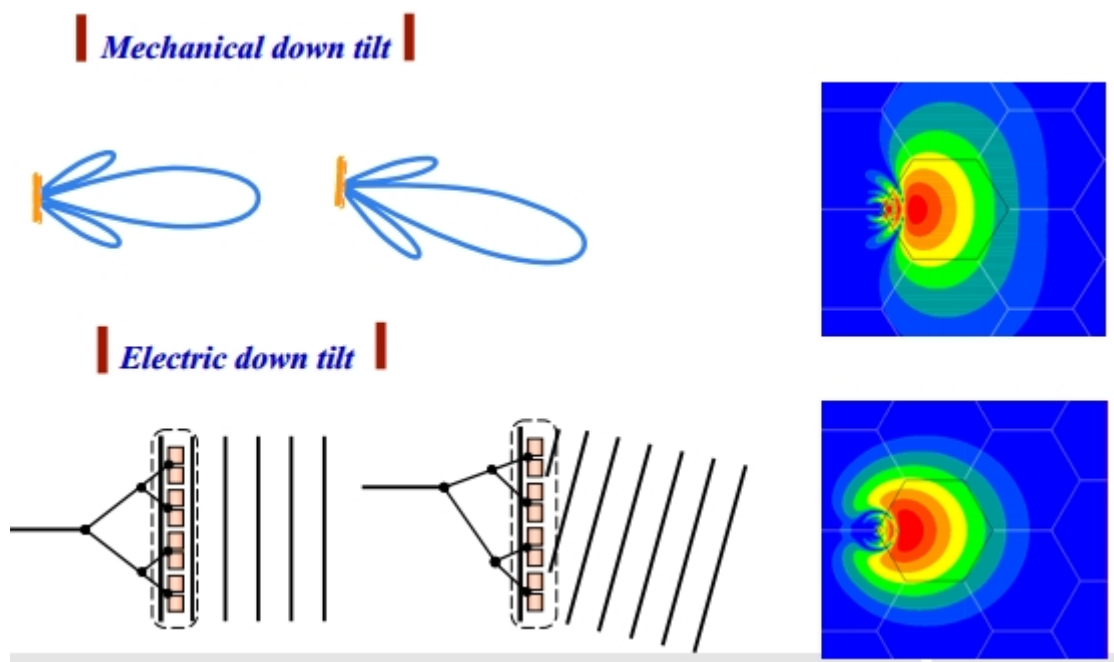


Figure II.14. Tilt Mécanique et électrique

II.3.2. Les types de configurations des antennes Node B

La solution NSN a proposée deux types de configurations de l'antenne :

- La configuration Co-location: le principe de cette configuration est de permettre à un site de supporter deux bandes de fréquences (GSM et WCDMA), tel que chaque antenne supporte une bande.
- La configuration co-siting : le principe de cette configuration est permettre une antenne de supporter deux bandes de fréquence, une pour le GSM et l'autre pour la WCDMA qui nous donne une antenne multi-bande.

La figure suivante montre quelque exemple sur ces deux configurations :

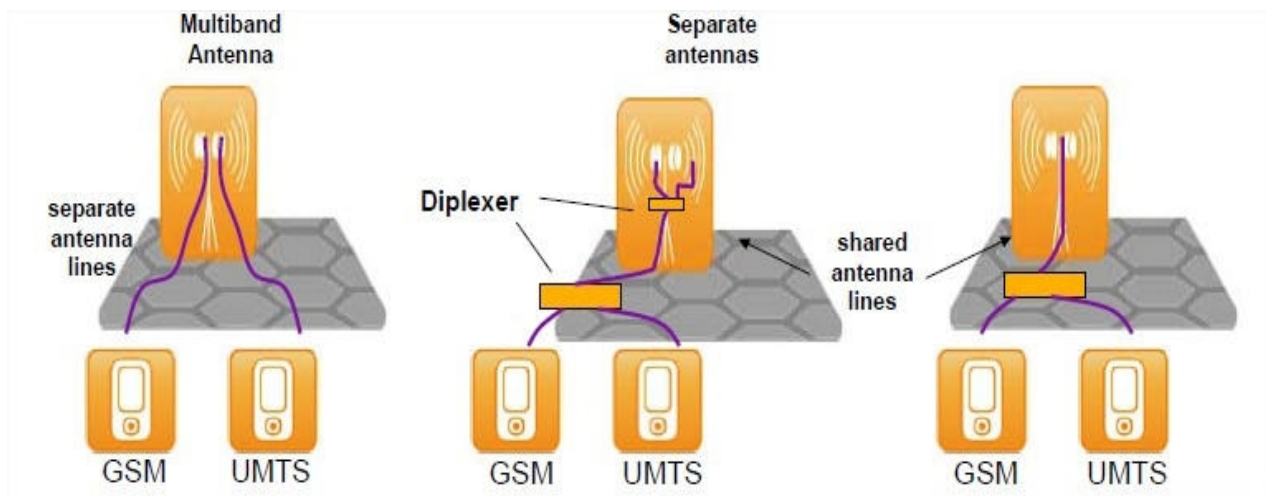


Figure II.15. Antenne avec Ultrasite Node B

Le Diplexer est un équipement qui permet le passage de deux bande sur la même ligne, il existe aussi le Triplexer il est fonctionnel avec trois bandes de fréquences.

II.4. Conclusion

Dans ce chapitre, on a étudié, dans une première partie, les principes de la propagation des ondes radio, et un aspect théorique sur le bilan liaison, et aussi on a présenté des généralités sur les antennes et les significations des indices typiques.

Dans le chapitre suivant, on va étudier le processus de planification du réseau UMTS en passant par l'étude de la propagation radio dans un système cellulaire.

**~~Chapitre III :~~
~~Planification et~~
~~dimensionnement radio dans~~
~~le réseau UMTS.~~**

III.1. Introduction

Pour les opérateurs de la téléphonie mobile, la question qui se pose aujourd'hui est de déployer un réseau mobile adapté à la fois au transport de trafic Internet et à celui du trafic vocal et qui peut être le siège de nouvelles applications multimédias. Dans ce cadre les réseaux mobiles de troisième génération constituent une réponse à cette question. La planification des réseaux mobiles de deuxième génération type TDMA s'effectue en deux étapes disjointes. La première consiste à déterminer l'emplacement des stations de base (BTS) afin d'assurer une couverture totale. La seconde étape a pour but d'attribuer des bandes de fréquences aux stations de base afin de répondre à un besoin en trafic. Dans le cadre de l'UMTS, cette approche n'est plus valide car toute la bande disponible est partagée par tous les mobiles. Il n'y a donc pas d'attribution de fréquences comme en GSM. En outre, le nombre d'utilisateurs que peut servir une cellule n'est pas limité par un nombre de canaux disponible mais plutôt par le niveau d'interférence tolérable.

Le niveau d'interférence dans le réseau dépend à la fois de la distribution du trafic et de l'emplacement des stations de base (Node-B). Ainsi, l'emplacement des stations de base doit être fait en tenant compte à la fois des critères de couverture et de capacité. Nous présenterons le processus de planification en détaillant avec ses différentes phases. Nous étudierons également la propagation dans un environnement radio mobile et nous analyserons certains modèles de prédiction pour définir à la fin le modèle approprié pour notre étude.

III.2. Contrôle de puissance

En UMTS, un contrôle de puissance rapide est primordial. Sans lui, un seul terminal mobile émettant à une puissance trop élevée pourrait empêcher tous les autres terminaux mobiles, puisque plusieurs utilisateurs différents émettent dans la même bande de fréquence. Chaque utilisateur peut être une source d'interférence pour les autres. Il est donc important de mettre en œuvre un mécanisme qui permette aux terminaux mobiles d'ajuster leur puissance d'émission tout en garantissant une bonne réception de la station de base. Ce problème de puissance se pose aussi pour les puissances émises par la station de base pour limiter les interférences intercellulaires.

III.2.1. Contrôle de puissance sur la liaison montante Uplink (Contrôle de puissance du mobile)

Trois boucles de contrôle de puissance sont mises en œuvre dans le système: la boucle ouverte, la boucle fermée intérieure (innerloop) et la boucle fermée extérieure (outerloop).

a) La boucle ouverte :

Elle est utilisée lors de l'accès initial du mobile au réseau. Le mobile mesure le niveau de puissance sur le canal balise de la NodeB sélectionnée (CPICH) et ajuste la puissance d'émission de sa demande d'accès en fonction de la perte de propagation estimée dans le canal. Le mobile, en effet lit dans les informations système transmises par la station de base.

Perte de propagation = Puissance émise sur la balise - puissance reçue par le mobile **3.1**

b) La boucle fermée intérieure :

Entre le contrôleur de station de base et la NodeB (outerloop) : C'est une boucle plus lente que la précédente, soit à une fréquence f de 300 Hz. Le contrôleur de station de base (RNC) fixe la valeur de la consigne et la transmet aux stations de base pour les besoins de l'innerloop. Cette valeur de consigne est calculée d'après une mesure de qualité des trames reçues des stations de base respectives sur une certaine durée (BLER : Block Error Rate,...). Il s'agit d'une mesure de qualité "numérique". Si la qualité résultante est en effet trop élevée, on peut diminuer la consigne, ce qui conduira le mobile à transmettre moins fort. Si elle est trop faible, il faudra au contraire l'augmenter, le mobile transmettant alors plus fort.

Avant d'entamer cette partie, nous commençons par introduire quelques notions générales fortement liées à la planification dans le cadre de l'UMTS. La compréhension de ces notions est nécessaire lors du déploiement d'un réseau radio mobile WCDMA.

III.3. La capacité

La rentabilité du réseau est étroitement liée à sa capacité, c'est-à-dire à la quantité d'information pouvant être échangée simultanément. Dans un contexte mono service, le nombre d'utilisateurs définit la capacité. Dans le système UMTS, où plusieurs services seront offerts et où la consommation en ressources radio diffère d'un service à l'autre, plutôt que de

raisonner sur le nombre de mobiles, la capacité peut être définie comme le débit global écoulé dans le réseau par exemple. Le nombre maximal de communications ne dépend pas uniquement des ressources "Dures", à savoir du nombre de codes disponibles, mais aussi des interférences, et la distribution de trafic dans le réseau et de ses caractéristiques. On parle alors de "soft capacité". La capacité réelle d'une cellule CDMA dépend de nombreux facteurs différents, tels que la démodulation du récepteur, la précision de contrôle de puissance, et la puissance des interférences réelles introduites par d'autres utilisateurs dans la même cellule et dans les cellules voisines.

Dans la communication numérique, l'énergie du bit par rapport à la densité de puissance de bruit (E_c/N_0) il influe directement sur le BER (bit error rate) qui a un impact direct sur la qualité de service.

III.4. Niveau et qualité du signal

III.4.1. Niveau de signal RSCP

RSCP (Received Signal Code Power (UMTS)) représente le niveau de la puissance reçue de la fréquence pilote d'une station de base (Nœud B ou NB). Dans le cadre de la 3G, le multiplexage est réalisé par code, plusieurs NB peuvent transmettre sur la même fréquence, avec des codes spécifiques. Le RSCP permet de calculer le niveau de puissance d'une station de base, c'est-à-dire après démultiplexage du code.

III.4.2. Qualité du signal E_c/N_0

C'est le rapport entre l'énergie reçue par la puce (= bit de code) et le niveau d'interférence, généralement donnée en dB. En cas de véritable interférence présente, le niveau d'interférence est égal au niveau de bruit. Cependant, dans un réseau UMTS l'UE reçoit normalement des signaux à partir de plusieurs stations de base. Par conséquent, il est possible que, même à un emplacement à proximité d'une station de base, avec une grande RSCP, aucune connexion ne soit possible, en raison de niveaux d'interférence haute d'une seconde station de base à proximité. Cet effet est appelé "pollution pilote".

III.5. Couverture globale du réseau UMTS

La couverture globale de la planète s'organise en une structure cellulaire hiérarchisée qui assurera l'itinérance mondiale. Au sommet de la hiérarchie se trouvent les satellites qui assurent une couverture sur l'ensemble de la planète. Le réseau radio terrestre s'occupe de la couverture terrestre selon une répartition hiérarchisée pico, micro et macro-cell. La composante satellitaire sert pour le roaming mondial et pour compléter la couverture assurée par l'UTRAN (UMTS Terrestre Radio Access Network). Les pico cellules sont conçus pour la couverture des bâtiments c'est-à-dire en environnement indoor, les micros cellules pour les zones urbaines et suburbaines denses et les macros cellules assurent la couverture en environnement rural.

Un mobile est couvert par le réseau si les trois conditions suivantes sont vérifiées :

- Il peut décoder les informations sur le réseau. Le mobile doit recevoir au moins un signal pilote avec une qualité suffisante. Il s'agit de la couverture "pilote".
- La puissance requise pour la transmission de la station vers ce mobile est inférieure à la puissance maximale d'un canal de trafic. On dit alors que le mobile est couvert dans le sens descendant.
- La puissance requise pour la transmission de ce mobile vers la station de base est inférieure à la puissance maximale d'émission du mobile. Le mobile est alors couvert dans le sens montant.

Dans les trois cas, la couverture d'un mobile dépend fortement des interférences, et de la distribution du trafic dans le réseau. Ainsi, une station de base qui contient beaucoup de mobiles, sa zone de couverture se réduit, on parle alors de phénomène de respiration de cellules.

III.5.1. Respiration des cellules

Les systèmes de troisième génération sont caractérisés par le phénomène de respiration de cellules. Qui met en œuvre une interdépendance entre la capacité et la couverture de la cellule : plus le nombre d'utilisateurs est important, plus le rayon de la cellule diminue, et donc plus la couverture diminue. Cela est dû principalement au fait que le système UMTS basé sur le WCDMA utilise une seule porteuse pour toutes les cellules induisant de l'interférence extracellulaire, ce qui influe sur la Couverture de la cellule.

Au cours du dimensionnement initial, l'impact du trafic sur la portée de la cellule se situe au niveau du paramètre marge d'interférence (Noise rise) qui limite l'atténuation maximale (MAPL) dans le bilan de liaison. Ce paramètre traduit l'interférence maximale supportée par le réseau (supplémentaire au bruit du récepteur).

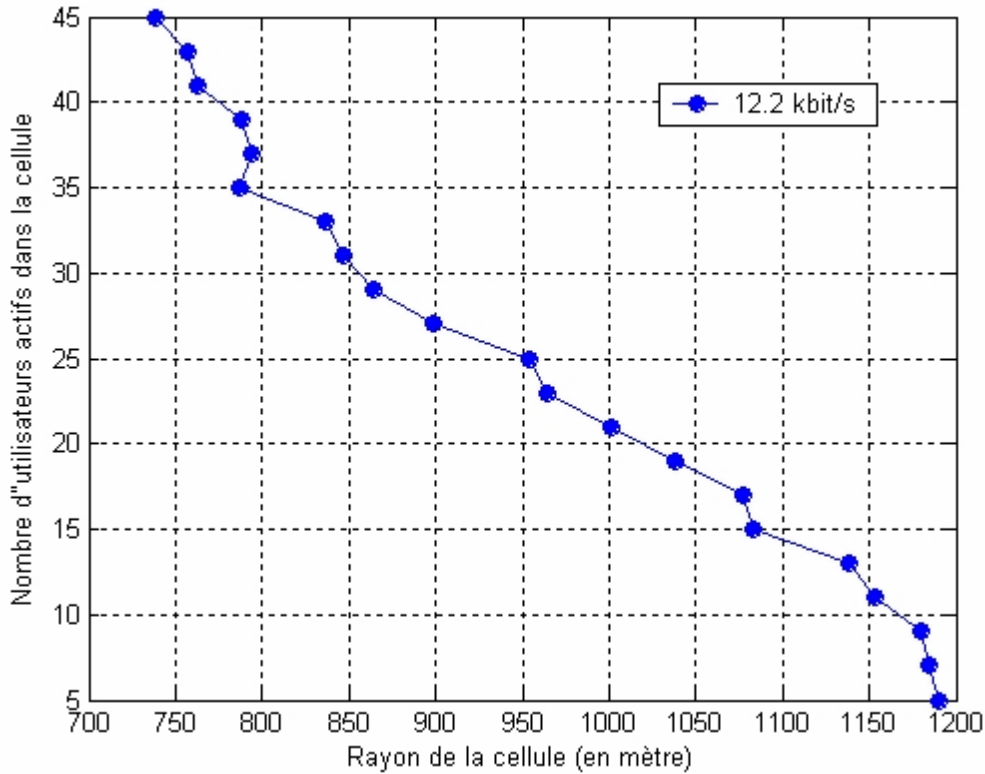


Figure III.1. Dégradation du rayon de la cellule en fonction du nombre d'utilisateurs

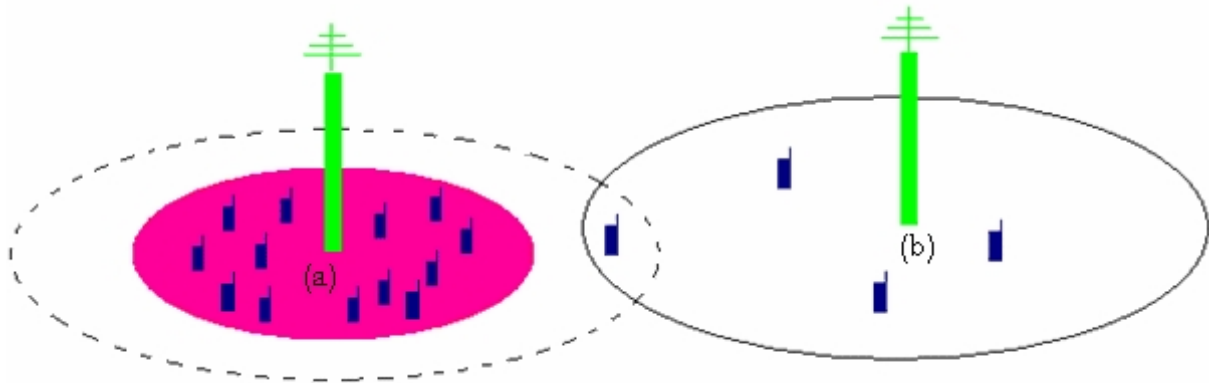


Figure III.2. Phénomène de respiration de cellules

Cette figure ci-dessus montre un cas où les charges ne sont pas réparties uniformément sur les différentes cellules (a) est beaucoup plus chargée que sa voisine (b) et sa couverture est donc inférieure... Si le recouvrement avec les voisines est insuffisant, des trous de couverture apparaissent, et des appels sont rejetés.

Afin d'éviter ces phénomènes de trous de couverture liés à l'augmentation du trafic, des algorithmes de contrôle d'admission sont mis en œuvre.

La couverture et la capacité sont donc deux grandeurs fortement liées dans les réseaux WCDMA.

III.5.2. Impact de la sectorisation

Dans cette section, nous allons voir l'influence de la sectorisation sur les performances d'un site. Le choix de l'antenne est un facteur important lors d'un dimensionnement, il permet de déterminer le niveau des interférences intercellulaire et de changer l'affaiblissement maximal. En général, l'impact de la sectorisation influe sur la capacité du système et la couverture des différents services offerts.

Le nombre de secteurs utilisés influe aussi la zone couverte par la cellule (Surface $S=KR^2$)

- **K** : constante de la cellule.
- **R** : rayon de la cellule.

Configuration	Omni 2	2 secteurs	3 secteurs	6 secteurs
---------------	--------	------------	------------	------------

du site				
Valeur de K	2.6	1.3	1.95	2.6
Nombre de NodeB	16	31	20	16

Tableau 1. Les valeurs de la constante K pour les différentes configurations de site.

Ce tableau montre l'importance du choix du type d'antenne utilisé dans le NodeB. Bien que l'antenne omnidirectionnelle et le site à 6-secteurs permet de réduire le nombre de NodeB utilisé, ces configurations présentent des défauts majeur.

- Pour l'antenne omnidirectionnelle la puissance consommée est trop importante car il y a des zones où il n'y a pas d'utilisateur ainsi, le choix d'une antenne directionnelle est appropriée.
- Pour la configuration à 6 secteurs, il y a un Hand-over élevé pour les utilisateurs en mouvement entre les secteurs d'un même Node B, donc il y aura des pertes de gain importantes et des allocations en ressource radio en plus au niveau du RNC pour la gestion du Hand-over.

Donc, le choix de la configuration site à 3-secteurs est un bon choix pour faire le dimensionnement radio initial du réseau UMTS.

III.6. Etablissement du bilan de liaison

La forme globale du bilan de liaison peut être présentée comme suit :

$$\text{Max Allowed Path Loss (L)} = \text{Tx Signal} + \text{All Gains} - \text{Other Losses} - \text{Rx Sensitivity}$$

3.2

- **Max Allowed Path Loss (L):** maximum pertes du chemin.
- **Tx Signal:** puissance du signal émis.
- **All Gains:** somme des gains.
- **Other Losses:** d'autres pertes.
- **Rx Sensitivity:** sensibilité du récepteur.

Le sens décisif dans la liaison est le sens montant. Ceci revient au fait que l'UE est limité en terme

de puissance d'émission.

III.6.1. Les paramètres du bilan de liaison

III.6.1.1. Paramètres de Transmission

- Bruit thermique: sa puissance N_{th} est donnée par $k \cdot T_0$ avec k est la constante Boltzmann ($k = 1.38 \cdot 10^{-20}$ mW/Hz/K) et $T_0 = 293K$: $N_{th} = -174$ dBm/Hz.
- Débit Chip T_c : fixé à 3.84 Mchip/s.
- Marge de fading de masquage (Shadowing margin): elle est due aux effets de masquage. Elle est en fonction de la probabilité de couverture de la cellule, localisation de l'UE et du gain de Soft/Softer hand-over.
- Marge de fading rapide (fading de Rayleigh). Il s'agit d'un fading rapide qui dépend de la Qualité de service requise et de la nature de l'environnement auquel appartient l'UE.

III.6.1.2. Paramètres de l'équipement utilisateur

- Puissance maximale (PUE) : elle varie selon la classe des mobiles. Pour les mobiles de
- Classe 3, elle est de 24 dBm. Pour les mobiles de classe 4, elle est de 21 dBm.
- Gain d'antenne du mobile : G_{UE}
- Pertes dans les câbles d'alimentation de l'antenne du mobile L_{fMS} .
- Perte due au corps de l'utilisateur : L_{Body} .

III.6.1.3. Paramètres du Node B

- Facteur de bruit NF (Noise Factor) : il s'agit du facteur de bruit généré au récepteur.
 - Pertes de connecteurs et de feeders : L_{fNodeB}
 - Puissance maximale : la puissance maximale du NodeB intervient au niveau du bilan de liaison pour le lien descendant (P_{NodeB})
 - Gain d'antenne : G_{NodeB}
-

III.6.1.4. Paramètres liés aux services

- Gain de traitement (Processing Gain) : $G_p = 10 \cdot \log(\text{débit chip} / \text{débit service})$
- (E_b/N_0) requis : cette variable caractérise la qualité de service à atteindre. Elle varie en fonction de la mobilité de l'utilisateur.

III.6.2. La zone de couverture

La zone de couverture d'une cellule, si nous choisissons le motif hexagonal, est : $S = K r^2$
Où S est la surface couverte, r est le rayon maximal de la cellule et K est une constante [11].
Le tableau suivant donne quelques valeurs de K suivant le nombre de secteurs :

Configuration du site	Omni	2-secteurs	3-secteurs	6-secteurs
Valeur de K	2.6	1.3	1.95	2.6

Tableau III.2. Les valeurs de la constante K

NB : Le nombre de site requis pour la couverture est obtenu en divisant la surface totale de la zone à planifier par la surface couverte par un site

III.6.2.1. Estimation du rayon de la cellule pour la liaison descendante (Downlink)

Une fois que nous avons déterminé le pathloss maximal dans la cellule, il ne reste plus qu'à appliquer n'importe quel modèle de propagation connue pour estimer le rayon de la cellule.

Le modèle de propagation doit être choisi de sorte qu'il soit conforme à la région planifiée. Les critères du choix du modèle de propagation sont la distance par rapport au NodeB, la hauteur de l'antenne du NodeB, la hauteur de l'antenne du UE et sa fréquence.

III.6.3. Bilan de liaison radio

L'objectif d'être capable d'identifier et d'évaluer tous les éléments de gain ou de perte de puissance. De savoir prédire si un lien radio va fonctionner ou pas, de pouvoir ajuster les

équipements en fonction des besoins du projet, et d'utiliser des outils plus ou moins automatiques.

La Marge d'interférence (NRUL: Noise RiseUL): Ce paramètre correspond au niveau d'augmentation du bruit du à l'augmentation de la charge dans la cellule. Cette marge d'interférence est liée au facteur de charge (η_{ul}) qui mesure la charge de chaque liaison (montante ou descendante).

La marge d'interférence est donnée par la formule suivante:

$$\text{Marge d'interférence} = -10 * \log (1 - \eta_{ul}) \quad 3.3$$

III.6.3.1. Bilan de liaison pour la liaison montante (Uplink)

Pour le calcul du bilan de liaison pour le lien montant, il faut tout d'abord déterminer EIRP (Effective Isotropic Radiated Power). Elle correspond à la puissance qu'il faudrait fournir à une antenne isotrope pour obtenir le même champ à la même distance. Elle a l'expression suivante :

$$\text{EIRP (dBm)} = \text{PUE} + \text{GUE} - \text{LBody} - \text{LfMS} \quad 3.4$$

- **PUE:** puissance d'émission.
- **GUE:** gain d'antenne d'émission.
- **LBody:** pertes du cœur.
- **LfMS:** pertes du fading de Rayleigh.

L'affaiblissement maximal admissible sur le lien montant est donné par :

$$\text{LMax}_{UL} = \text{EIRP} + \text{GNodeB} - \text{LfNodeB} + \text{GSHO} - \text{MFad}_{Ray} - \text{MFad}_{shad} - \text{SRX} \quad 3.5$$

Avec :

- **GNodeB:** gain du NodeB.
- **LfNodeB:** pertes du NodeB.
- **GSHO:** gain soft handover.
- **MFad_{Ray}:** est la marge due au fading de Rayleigh.
- **MFad_{shadow}:** est la marge due au fading de masquage.
- **SRX:** sensibilité du récepteur.

III.6.3.2. Bilan de liaison pour la liaison descendante (Downlink)

- **Le Canal de trafic** : Dans le cas du lien descendant, l'expression d'EIRP (dBm) s'écrit comme suit:

$$\text{EIRP (dBm)} = \text{PNodeB} + \text{GNodeB} - \text{LfNodeB} \quad 3.6$$

- **PNodeB**: puissance NodeB.
- **GNodeB**: gain NodeB.
- **LfNodeB**: pertes NodeB.

Pour déterminer la perte maximale admissible, on calcule la somme totale des bruits et des interférences créées par tous les mobiles en suivant les étapes suivantes :

On calcule le facteur de bruit du récepteur du NodeB.

Son expression est donnée par :

$$\text{NNodeB} = - \text{Nth} + \text{NF} + 10 * \log (\text{Tc}) \quad 3.7$$

- **Nth**: bruit thermique.
- **NF**: bruit fading de Rayleigh.
- **Tc**: la température.

On calcule la somme des interférences reçues au récepteur. Sa valeur est donnée par :

$$\text{TOtint} = 10 * \log [10((\text{NNodeB} + \text{NRul}) / 10) - 10 (\text{NNodeB} / 10)] \quad 3.8$$

Finalement, on ajoute les bruits pour trouver la somme totale. Elle est donnée par :

$$\text{TOtint}_{\text{ bruit}} = 10 * \log [10^{(\text{TOtint} / 10)} + 10^{(\text{NNodeB} / 10)}] \quad 3.9$$

Une fois la valeur de la somme des bruits et des interférences calculée, on détermine la valeur de la sensibilité du récepteur en utilisant la formule suivante :

$$\text{SRx} = (\text{Eb} / \text{N0}) + \text{TOtint}_{\text{ bruit}} - \text{Gp} \quad 3.10$$

La perte de propagation maximum sur le lien descendant pour un canal de trafic est le suivant:

$$\text{LTCH}_{\text{ DL}} = \text{EIRP} - \text{SRx} + \text{GUE} - \text{LfMS} + \text{GSHO} - \text{MFad}_{\text{ Ray}} - \text{MFad}_{\text{ shadow}} \quad 3.11$$

- **Canal pilote** : La puissance du canal pilote doit être ajustée en fonction de la puissance des canaux de trafic de sorte qu'elle ne soit pas trop élevée. En effet, une puissance importante du canal pilote a pour conséquences la réduction de la puissance des canaux de

trafic et un niveau de brouillage important.

La perte de propagation maximum pour le canal pilote est exprimée par la formule suivante :

$$L_{PILOT} = EIRP - SR_x + GUE - L_{fMS} + G_{SHO} - MFad_shadow \quad 3.12$$

Dans notre planification de réseau radio, le modèle de Djezzy, est choisi comme modèle de propagation adéquat selon la topographie de l'Algérie, la bande de fréquence et la technologie utilisée.

La formule pour la perte de trajet est la suivante:

$$L_u \text{ (dB)} = 45.3 + 33.9 \cdot \log(f) - 13.82 \cdot \log(H_b) - a(H_m) + [44.9 - 6.55 \cdot \log(H_b)] \cdot \log(d) + C_m \quad 3.13$$

- **f(MHz)** : le fréquence de la porteuse (1950).
- **Hb**: hauteur de la station de base (m) (zone dépendante) (DenseUrbain30).

Les valeurs de C_m pour le modèle COST231-HATA dans tout type de surface sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Area	Dense Urbain	Urbain	Suburbain	Rural
Cm Value	3 dB	0 dB	-3 dB	-8 dB

Tableau III.3. Les valeurs C_m de chaque zone pour le modèle COST231-HATA

III.7. Planification radio dans le réseau UMTS

Le déploiement d'un réseau radio UMTS compte trois phases principales à savoir le dimensionnement, la planification détaillée de la capacité et de la couverture ainsi que l'optimisation.

La Figure ci-dessous montre les étapes du processus de planification. Toutes ces phases seront détaillées par la suite (chapitre 4).

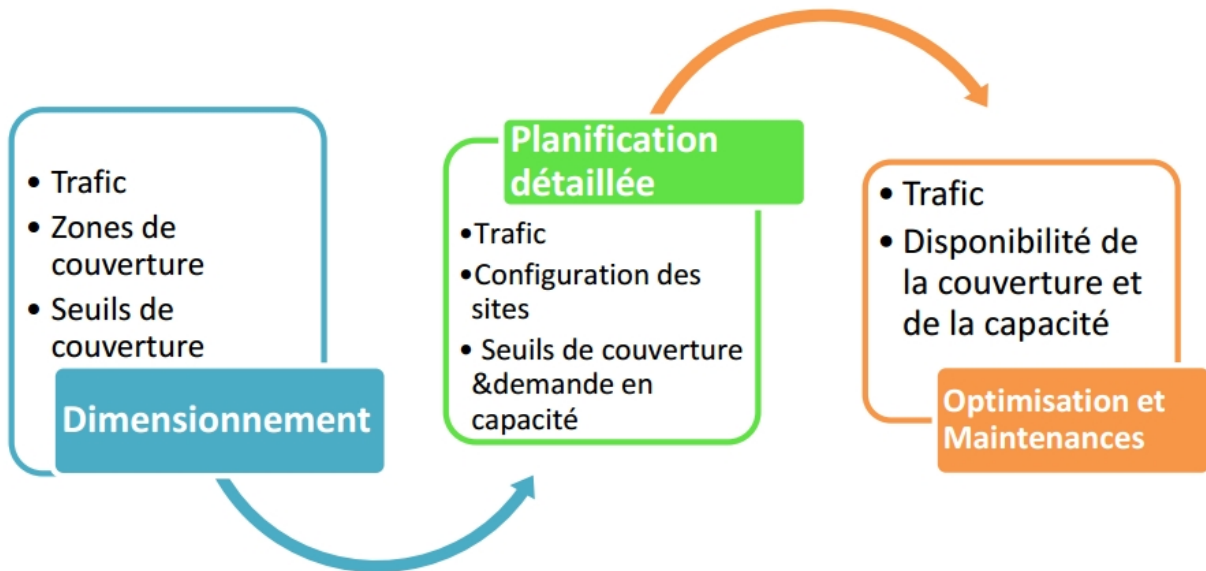


Figure III.3. Les étapes du processus de planification

III.7.1. Dimensionnement du réseau radio

Le dimensionnement du réseau radio comprend le dimensionnement de la couverture et le dimensionnement de la capacité. Obtenir l'échelle des sites et la configuration selon les exigences d'entrée lorsque la couverture et la capacité sont équilibrées [13].

Le dimensionnement du réseau radio est une analyse simplifiée pour le réseau radio. Il a pour but d'obtenir l'échelle du réseau (nombre NodeB approximatif et configuration).

Le dimensionnement fournit la première et la plus rapide évaluation du numéro d'élément réseau ainsi que la capacité associée de ces éléments. La cible de la phase de dimensionnement est d'estimer la densité de site requise et les configurations du site pour la zone d'intérêt. Les activités de dimensionnement comprennent le budget de la liaison radio et l'analyse de la couverture, l'évaluation de la capacité et l'estimation finale de la quantité de matériel NodeB et E1, le débit moyen de la cellule et le débit de bord de la cellule.

Il faut donc sélectionner un modèle de propagation approprié, un modèle de trafic et une distribution d'abonné, puis estimer le numéro NodeB, le rayon de couverture, le numéro E1 par site, le débit cellulaire, le débit de la cellule et ainsi de suite.

III.7.1.1. Entrées du dimensionnement du réseau radio

Pour les données d'entrées on a trois paramètres :

✓ **Capacité :**

- Spectre disponible.
- Prévisions de croissance des abonnés.
- Densité du trafic.

✓ **Couverture :**

- Région couverte.
- Information du type de la région.
- Condition de propagation.

✓ **QoS :**

- Probabilité de blocage.
- La couverture intérieure.
- Probabilité de couverture.

La répartition des services, la densité du trafic, les estimations de la croissance du trafic et les exigences de QoS sont déjà des éléments essentiels de la phase de dimensionnement. La qualité est prise en compte ici en termes de blocage et de probabilité de couverture.

III.7.1.2. Processus de dimensionnement

La figure ci-dessus présente le processus de dimensionnement pour un système WCDMA / Liaison – Montante (Uplink).

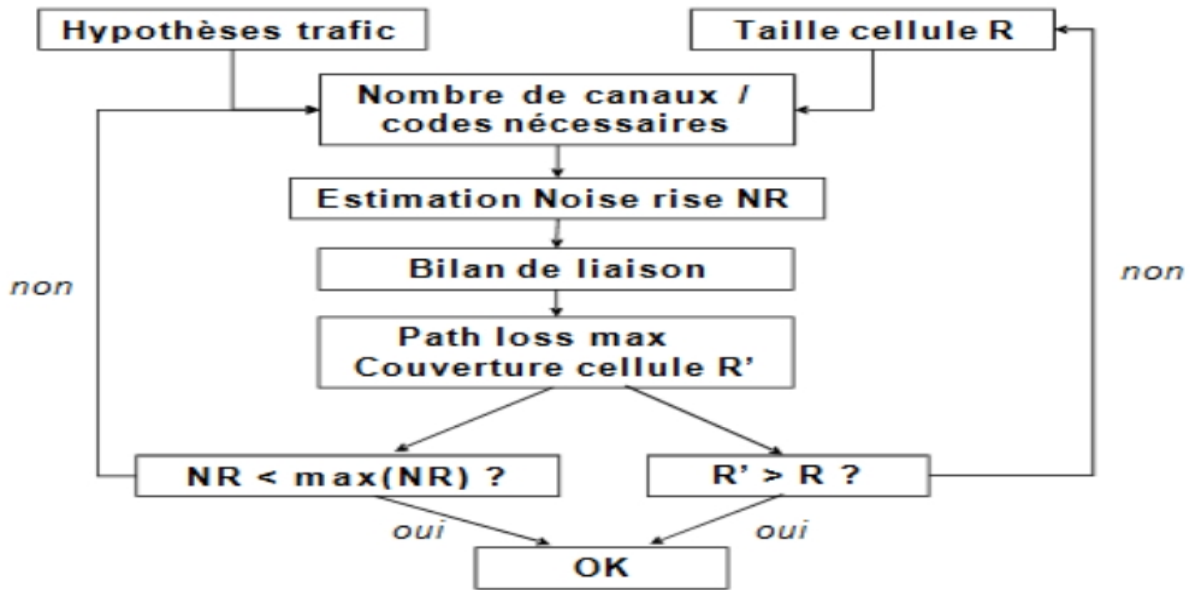


Figure III.4. Dimensionnement en Uplink (UL)

La figure ci-dessus présente le processus de dimensionnement pour un système WCDMA / Liaison – descendante (Downlink).

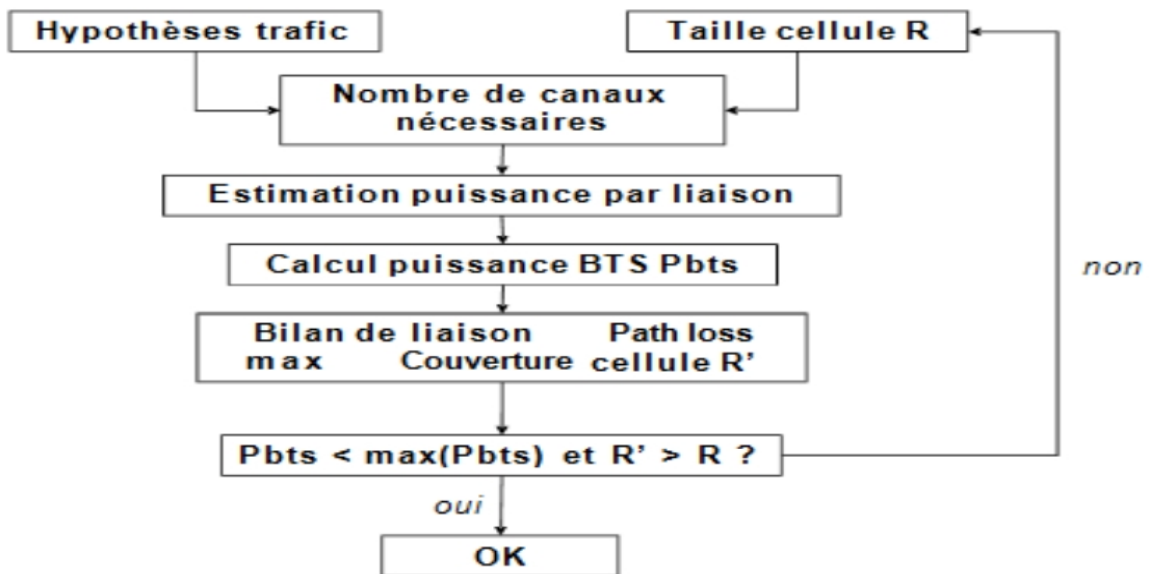


Figure III.5. Dimensionnement en Downlink (DL).

III.7.1.3. Dimensionnement par couverture

Le dimensionnement par la couverture d'un réseau UMTS permet essentiellement de calculer la taille de la cellule. Le rayon de cellule est obtenu suite à la réalisation d'un bilan de liaison qui permet de déterminer l'affaiblissement maximal alloué MAPL (Maximum Allowable Path Loss). Cette valeur servira pour le modèle de propagation afin de déterminer le rayon de cellule. Sachant la taille de la cellule, on pourra donc déterminer pour la zone à planifier le nombre de stations de base nécessaires.

III.7.2. Pré-planification du réseau radio

La pré-planification du réseau radio est destinée à déterminer:

- Localisation théorique des sites.
- Paramètres de mise en œuvre.
- Paramètres de la cellule.

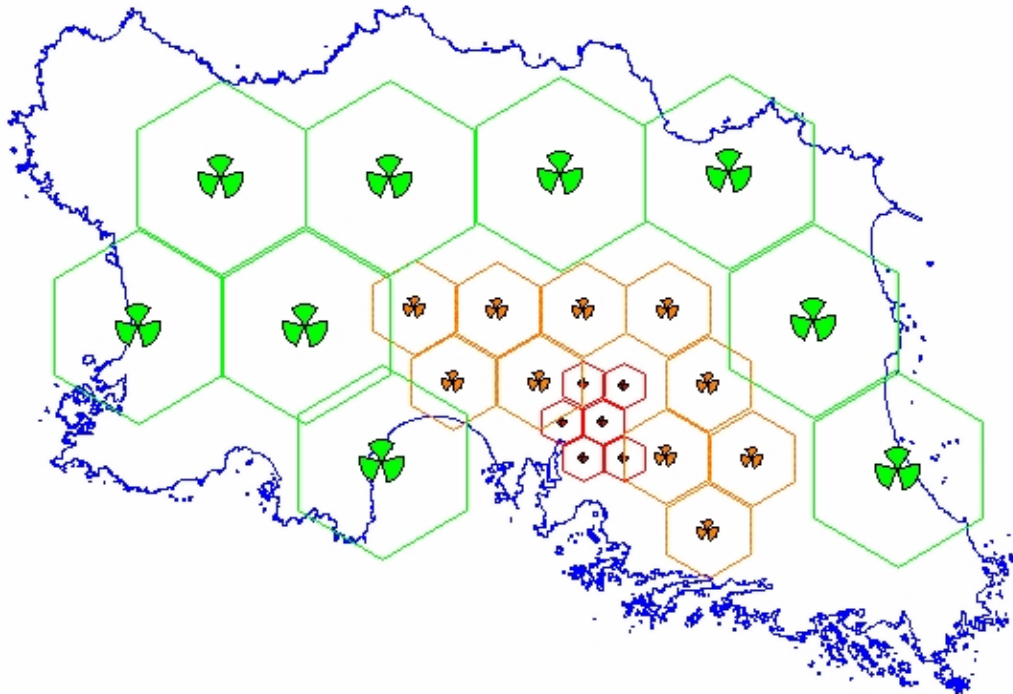


Figure III.6. Pré-planification du réseau radio

Le dimensionnement du réseau sans fil vise à obtenir l'échelle UTRAN approximative. Sur la base du dimensionnement du réseau, de la géographie et de la distribution du trafic, le réseau est

pré-planifié en détail en utilisant le logiciel de planification et la carte numérique.

En fonction du dimensionnement du réseau et des informations du site, le site WCDMA initialement sélectionné est importé dans le logiciel de planification et la couverture est estimée par le paramétrage des paramètres. Ensuite, une analyse est effectuée pour vérifier si la couverture du système répond aux exigences. Si nécessaire, la hauteur et l'inclinaison de l'antenne et la quantité Node B sont ajustés pour optimiser la couverture. Ensuite, la capacité du système est analysée pour vérifier si elle répond à l'exigence.

Paramètres de mise en œuvre, tels que type d'antenne, l'azimut, l'inclinaison, l'altitude, type et longueur d'alimentation. Paramètres de la cellule, tels que la puissance d'émission du canal de trafic et le canal commun, le facteur orthogonal, le code de brouillage principal.

En fonction du résultat du RND (Radio Network Dimensioning), de la localisation des sites, des paramètres de mise en œuvre et des paramètres de la cellule, nous devrions prédire les résultats de couverture tels que la meilleure cellule de service, la force pilote, la zone de chevauchement.

Nous devrions effectuer un ajustement détaillé (tel que le numéro Node B, la configuration Node B, les paramètres de l'antenne) après avoir analysé les résultats de la prévision de couverture. Enfin, nous obtenons l'emplacement correct et les paramètres qui devraient satisfaire aux exigences de couverture

Sur la base du dimensionnement du réseau et de l'information du site, la station de base (BS) initialement sélectionné est importée dans le logiciel de planification, et la couverture est estimée en définissant les paramètres de la cellule et les paramètres d'ingénierie. Après, une analyse est effectuée pour vérifier si la couverture du système répond aux exigences. Ensuite, la capacité du système est analysée pour vérifier si elle répond à l'exigence. Si nécessaire, l'angle de hauteur et d'inclinaison de l'antenne et la qualité BS sont ajustés pour optimiser la couverture.

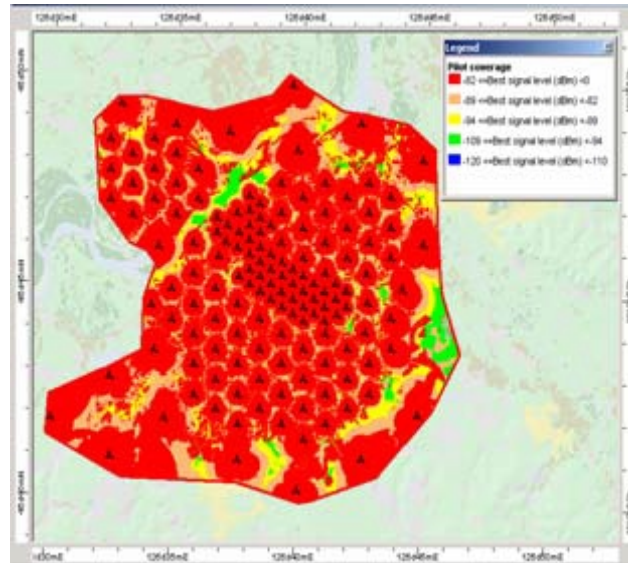


Figure III.7. Couverture par niveau de signal

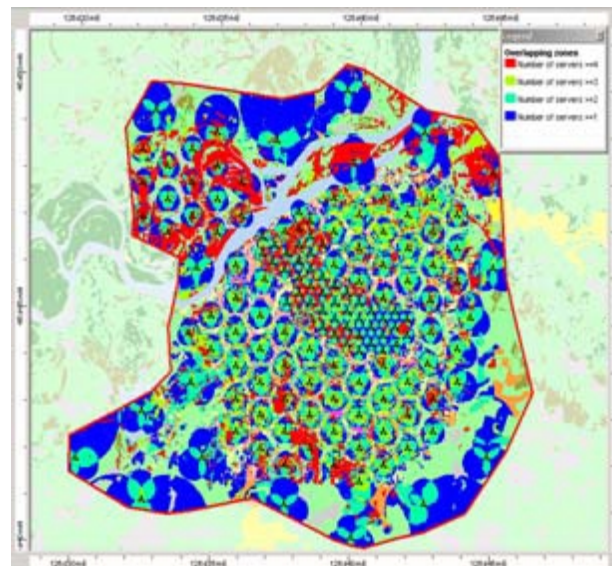


Figure III.8. Zones de chevauchement

Pour le résultat de la prévision de couverture, mettez l'accent sur la distribution des meilleurs serveurs et le niveau pilote. Pour les petites zones avec un niveau non qualifié, ajustez l'azimut et baissez l'inclinaison pour améliorer la couverture. Pour les grandes zones à faible couverture, analyser si la distance du site est plus grande:

- Si oui, ajoutez des sites pour améliorer la couverture.

- Si non, vérifiez si la configuration des paramètres liés à la prévision de couverture est correcte.

III.7.3. Planification du réseau radio

Nous devons sélectionner l'emplacement de sauvegarde pour le site si l'emplacement théorique n'est pas disponible. Sur la base de l'expérience, l'emplacement du site de sauvegarde est sélectionné dans la portée du cycle de recherche, anneau de recherche = $1/4 \times R$.

Nous devrions envisager d'autres facteurs lorsque nous sélectionnons les sites de sauvegarde :

- Facteur commercial: loyer.
- Facteur de propagation radio: situation, hauteur et environnement.
- Facteur de mise en œuvre: installation, transmission, alimentation d'espace et antenne.

La simulation est orientée pour simuler la situation de fonctionnement des réseaux sous la configuration actuelle du réseau afin de faciliter l'ajustement de la prise de décision. Maintenant, il existe deux classes de simulation système: simulation statique et simulation dynamique.

- La simulation statique se concentre sur le comportement des utilisateurs, comme la navigation sur Internet, l'appel. Il gagnerait la performance du réseau radio basé sur "instantané".
- La simulation dynamique se concentre sur le détail du comportement de l'utilisateur, comme la durée et le débit de données de la navigation. Cela gagnerait la performance du réseau radio basé sur l'analyse des abonnés mobiles. Mais il nécessite une plus grande précision du map.

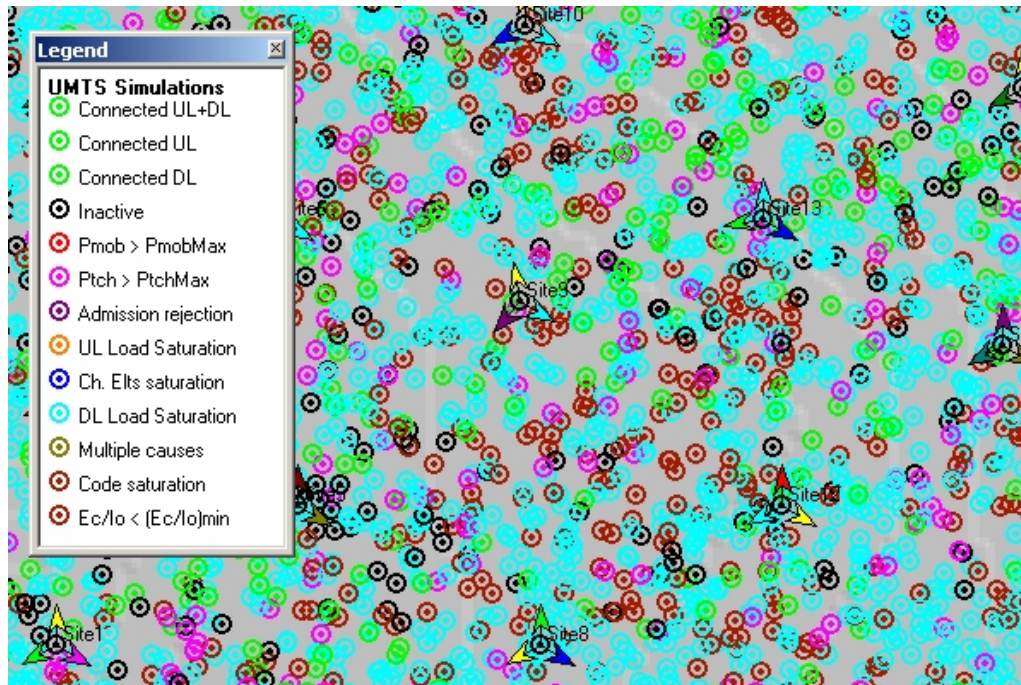


Figure III.9. Distribution des abonnés

Certains UE ou terminaux sont distribués en fonction d'une certaine règle (par exemple, une distribution aléatoire égale) à chaque "instant".

Il est nécessaire d'envisager la possibilité d'une transmission maximale de la voie de trafic (liaison montante ou descendante) multiples, des canaux indisponibles, une faible émission E_c / N_o et des interférences de liaison montante / descendante.

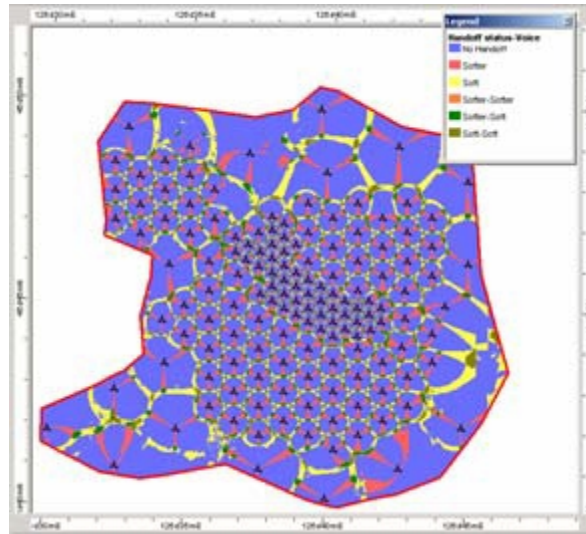


Figure III.10. Statuts de Handover

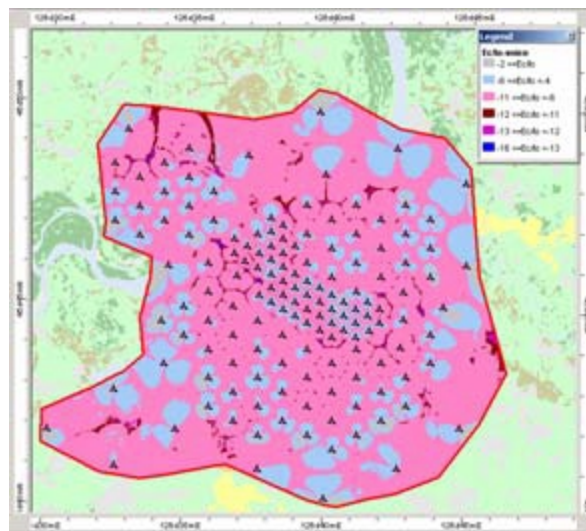


Figure III.11. Qualité de signal E_c/N_0

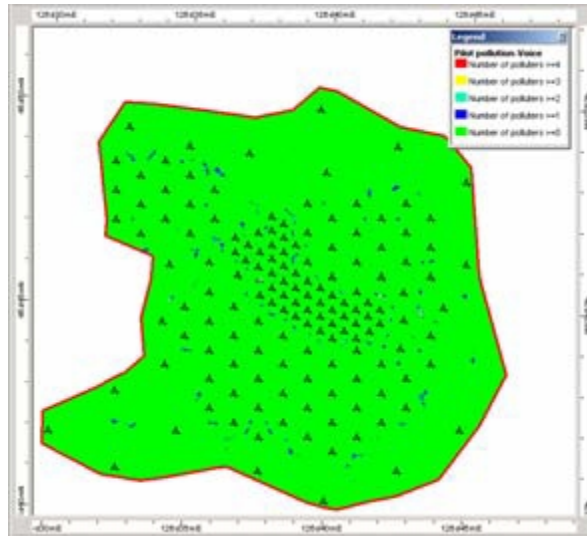


Figure III.12. Pollution pilote

Les prédictions précédentes (couverture par émetteur, couverture par niveau de signal, zones de chevauchement) sont basées sur la couverture, les prévisions de cette diapositive sont basées sur la simulation.

III.8. Allocation de voisinage

Le réseau cellulaire transfère la connexion entre un téléphone mobile et le réseau, et d'une cellule à un autre « Hand-over ». Dans un réseau GSM, deux cellules seulement (Source Cell et Target Cell) participent à cette action alors que dans les réseaux UMTS, ce sont des groupes de cellules administrés dans des « Active Sets » (jeux de cellules actives). Afin de pouvoir transférer une communication existante à une autre cellule, les cellules UMTS proches d'une station de base doivent être identifiées. Pour cela, des « listes de voisinage » sont stockées dans toutes les stations de base avec les informations de voisinage. La capacité disponible dans le jeu des cellules actives est limitée et seules les stations de base admises dans ces listes peuvent contribuer au maintien de la liaison. Donc au cours d'allocation de voisine il faut respecter Les contraintes suivantes :

- a) Nombre de voisins est limite (maximum 32 cellules).
- b) Distance maximale entre deux cellules prises en considération dans les calculs elle varie entre 6 km pour les zones urbaines et 10 Km pour les zones suburbaines.

III.9. Conclusion

Une bonne application de processus de dimensionnement et de la planification permet d'améliorer considérablement les performances de réseau en termes de couverture, de capacité et de qualité de service. Néanmoins ce processus nécessite trop de calcul qui peut nous induire à des erreurs ce qui va diminuer les performances de réseau, donc nous avons besoin d'un outil de planification UMTS pour le faire.

Dans le chapitre suivant, nous allons présenter les différents modules d'un simulateur de la couverture radio. En se basant sur les données de l'opérateur nous allons simuler la couverture radio sur une zone géographique réelle.

~~Chapitre IV :~~
~~Planification et~~
~~dimensionnement de la ville~~
~~de Tlemcen.~~

IV.1. Introduction

Avec la complexité des systèmes cellulaires, il s'avère très intéressant de recourir à des outils de simulation très puissants de dimensionnement et de planification avant le déploiement réel du réseau en question. Parmi ces plateformes très sophistiquées Le logiciel ATOLL qui nous offre cette possibilité et la meilleure gestion des ressources radio qui est une partie primordiale avec l'apparition énorme des nouvelles technologies sans fil. Dans cette partie, nous détaillerons les paramètres qui sont utilisés avec ATOLL pour déployer un réseau UMTS sur une zone donnée. En définissant l'emplacement des stations de base avec leurs caractéristiques radio tels que la puissance d'émission, le gain d'antenne, azimuth et hauteur d'antenne en tenant compte à la fois des critères de dimensionnement en terme de couverture d'un part et de capacité d'autre part.

Notre étude portera ensuite essentiellement sur une analyse de certains modèles de prédiction qui sont utilisés particulièrement pour les zones urbaines denses dans les fréquences correspondantes.

IV.2. Planification de la région d'ORAN

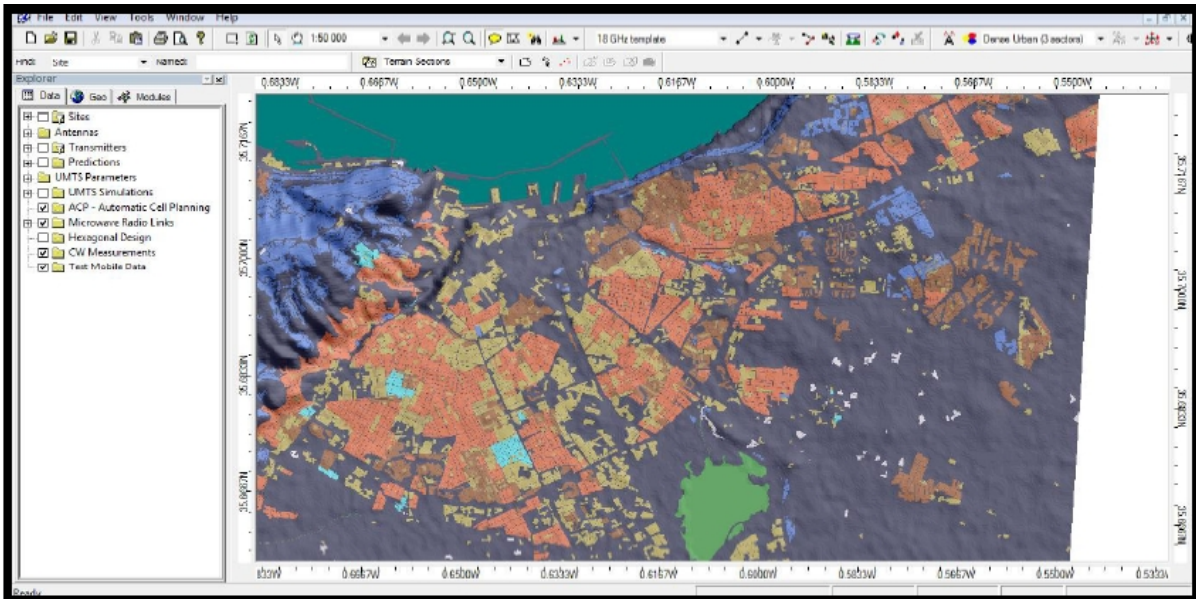


Figure IV.1. Carte Oran importée

Après avoir déterminé le nombre de sites par la méthode de Campbell, on les place sur le logiciel Atoll (voir Annexe 1) en respectant les règles d'ingénierie (Rayon de cellule : distance inter-site).

Des prédictions et des simulations sont à effectuer pour avoir une idée sur la satisfaction de planification ou pas – nécessitant une modification de positionnement de quelques sites.

IV.2.1. Les données d'entrée

Importation des données d'entrée :

1/ Model de propagation : pour prédire la valeur moyenne de perte.

2/ les antennes : c'est les types d'antennes utilisées.

3/Azumith : c'est l'orientation des secteurs.

4/Tilt : c'est l'inclinaison de chaque secteur.

5/Feeders : pour avoir le type des câbles utilisés et leurs pertes.

6/ sites : entrer les données de chaque sites.

7/Celles : entrer les données de chaque cellules.

8/Noise figure : sont des paramètres liés au bruit.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
Name	UL rate (kbps)	DL rate (kbps)	Type	UL Coding Factor	DL Coding Factor	UL DPCCH/DPCH power ratio	DL DPCCH/DPCH power ratio	Min TCH power (dbm)	Max TCH power (dbm)						
CS12.2	12.2	12.2	Conversational	3	3	0.35	0.3	17	32						
CS64	64	64	Conversational	1	1	0.179	0.125	21	36						
DCH_64	64	64	Interactive	1	1	0.179	0.125	18	33						
DCH_128	64	128	Interactive	1	1	0.179	0.125	20	35						
DCH_384	64	384	Interactive	1	1	0.179	0.05	22	37						
ADPCH-UL-64	64	3.4	Interactive	1	1	0	0.125	16	31						
Service---->Open table															
Name	R99 Bearer	Type	Carrier	Priority 0:lowest	Handoff supported	HSDPA	UL activity factor	DL activity factor	UL packet efficiency	DL packet efficiency	Requested Ave UL rate (kbps)	Requested Ave DL rate (kbps)	Inter arrival time between DL packets (ms)	Inter arrival time between UL packets (ms)	Reading time between 2UL packet calls (ms)
CS12.2	CS12.2	Circuit	-1	2	TRUE	FALSE	0.67	0.67			12.2	12.2	0	0	0
CS64	CS64	Circuit	-1	1	TRUE	FALSE	1	1			64	64	0	0	0
PS64	DCH_64	Packet	-1	0	TRUE	FALSE	1	1	0.95	0.95	64	64	0	0	0
PS128	DCH_128	Packet	-1	0	TRUE	FALSE	1	1	0.95	0.95	64	128	0	0	0
PS384	DCH_384	Packet	-1	0	FALSE	FALSE	1	1	0.95	0.95	64	128	0	0	0
HSDPA	ADPCH-UL-64	Packet	-1	0	FALSE	TRUE	0.1	0.1			64	100	0	0	0

Figure IV.2. Input Data for ATOLL

Nb : Le nombre de sites à introduire a été calculé selon le bilan de liaison et le dimensionnement par capacité précédemment illustré.

IV.3. Résultat de planification

IV.3.1. La zone de planification

Elle consiste à déterminer la zone de calcul, simulation et exploitation :

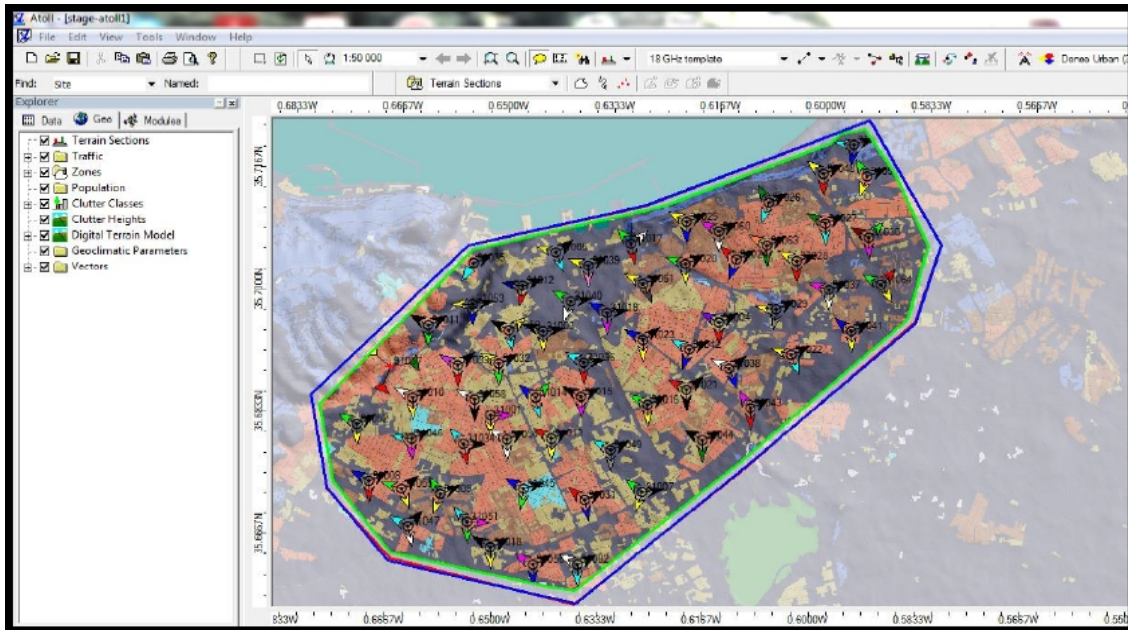


Figure IV.3. Zone de Planification

La figure précédente représente la zone de planification et l'emplacement de chaque site en donnant chaque secteur par son couleur spécial.

IV.3.2. Couverture par niveau de signal

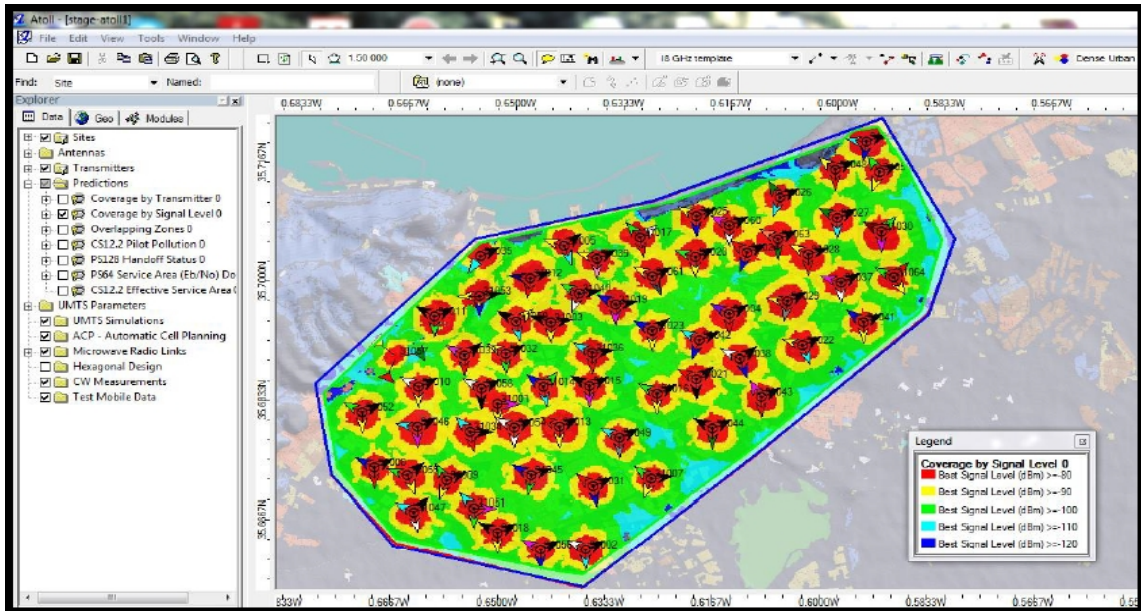


Figure IV.4. Couverture par niveau de signal

Cette simulation présente la couverture par niveau de réception du signal conformément à une palette de couleur et les zones colorées en rouge montrent un niveau de signal très élevé autour de chaque cellule.

IV.3.3. Couverture par cellules (Emetteur)

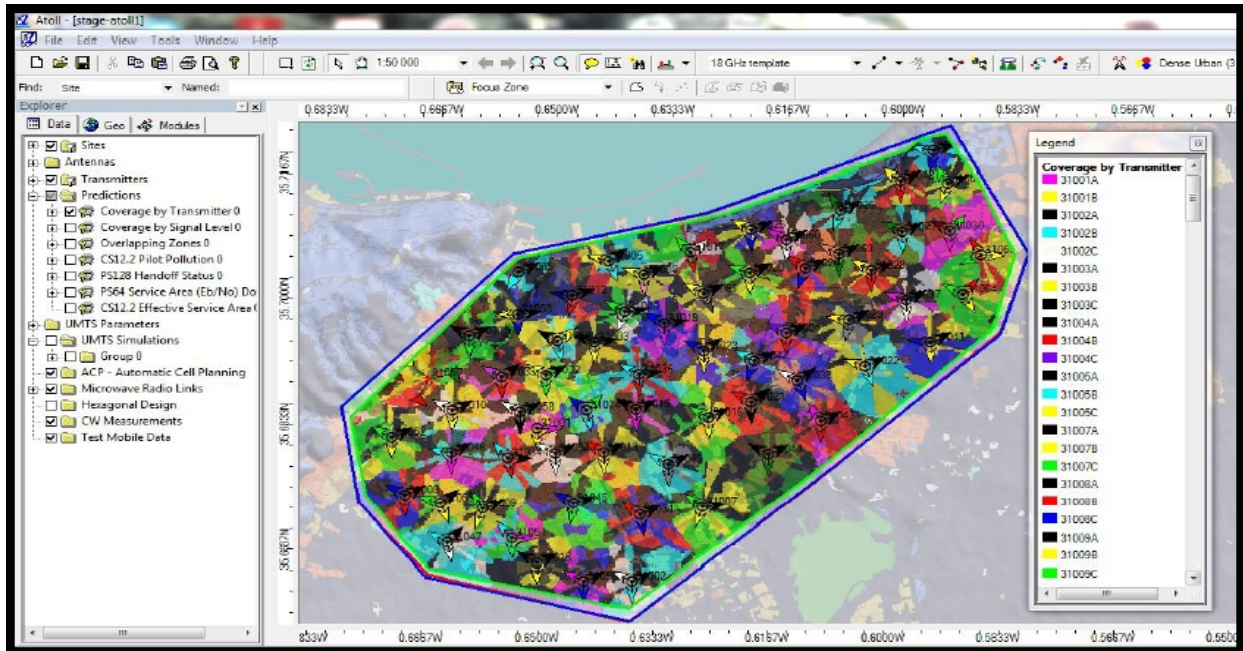


Figure IV.5. Couverture Par Cellules

Cette simulation présente la couverture par cellule (émetteur), et chaque cellule est mentionnée par son code et sa couleur d'affichage.

IV.3.4. La zone de chevauchement (Overlapping)

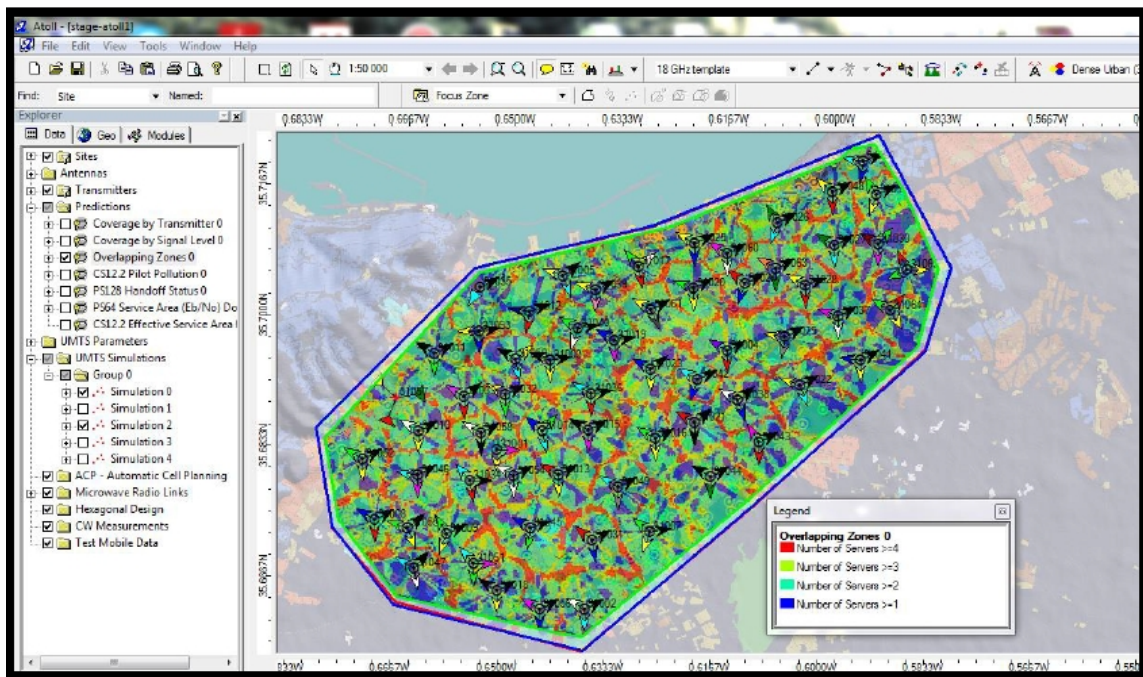


Figure IV.6. Zone de Chevauchement

Dans cette simulation les zones colorées en rouge montrent un chevauchement important dû à l'émission de 4 signaux issues de 4 cellules qui desservent la même zone. Cela entraînera une perturbation du UE car il les considérera comme une interférence.

IV.3.5. Prédiction et distribution des abonnés

La figure ci-dessous représente la distribution des abonnés dans notre zone de planification et chaque couleur représente le type des modes utilisés par chaque abonné (mode commutation de circuit ou de paquet).

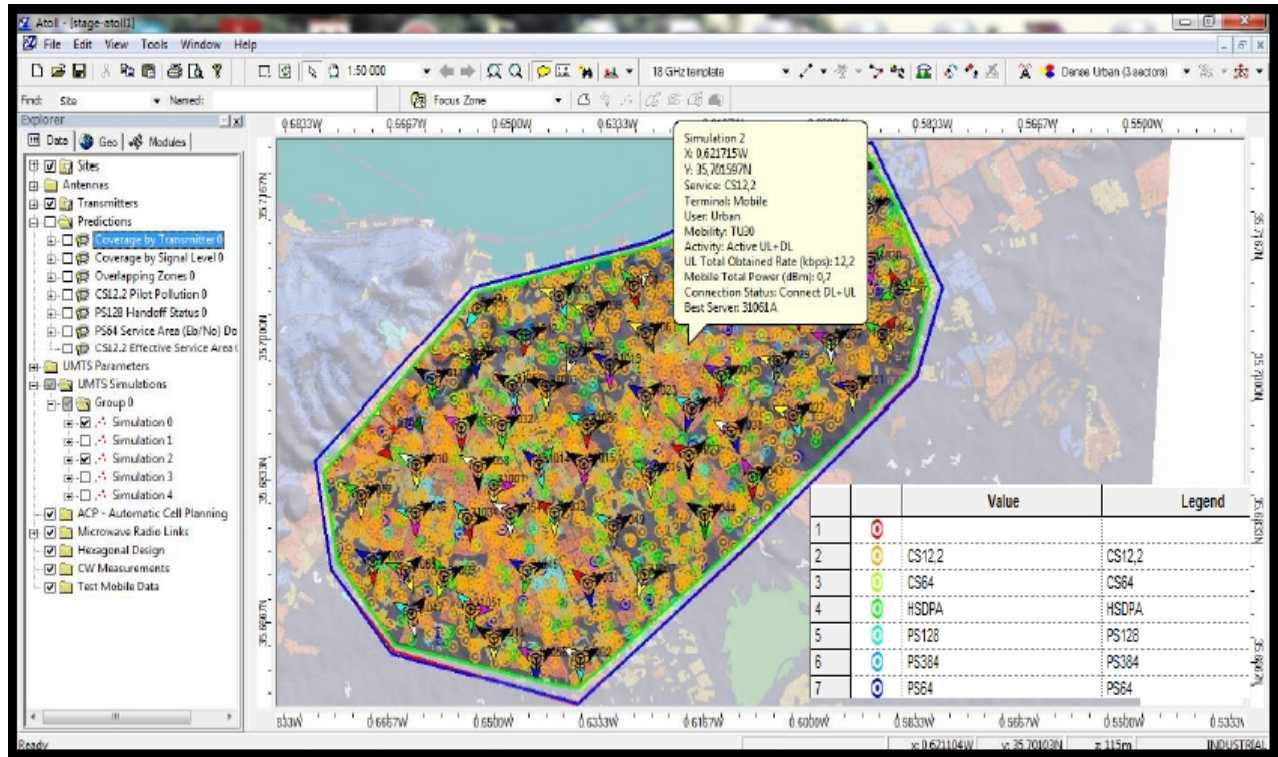


Figure IV.7. Distribution des Abonnés

IV.3.6. Qualité de signal Ec/No

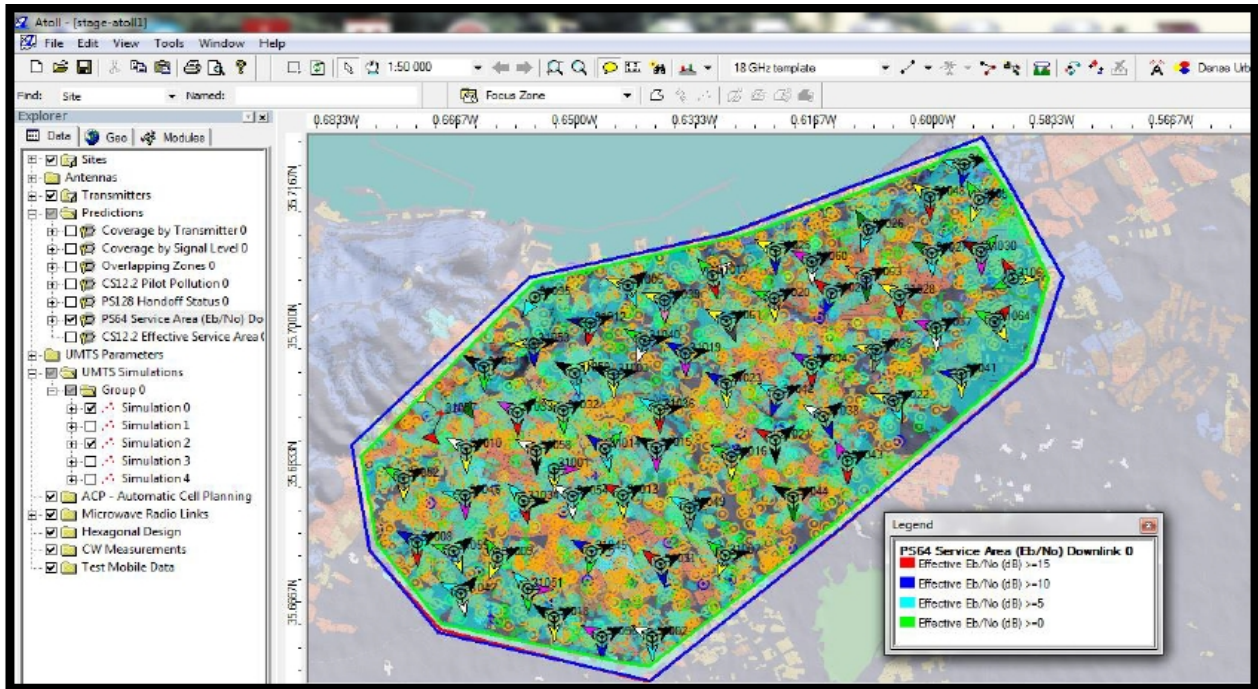


Figure IV.8. Couverture Par Ec/No

Ce résultat de simulation permet de visualiser la qualité du signal au niveau de la zone de couverture désirée qui traduit le niveau des interférences (Energie chip / Bruit) produits sur cette zone.

IV.4. Planification et dimensionnement de la région de Tlemcen (centre ville)

Dans la simulation suivante, on va faire une autre étude sur la wilaya de Tlemcen (centre ville) du réseau de l'opérateur DJEZZY et dans figure ci-dessous on a importé la carte de Tlemcen (zone de

planification) pour faire nos études.

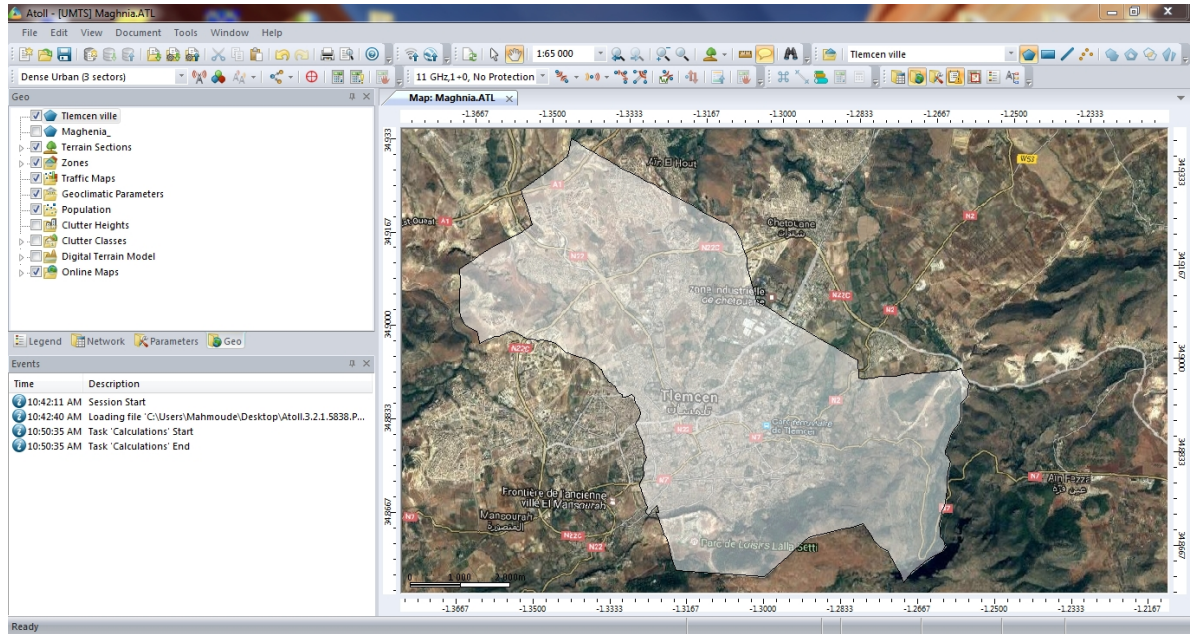


Figure IV.9. Carte Tlemcen importée (chef lieu)

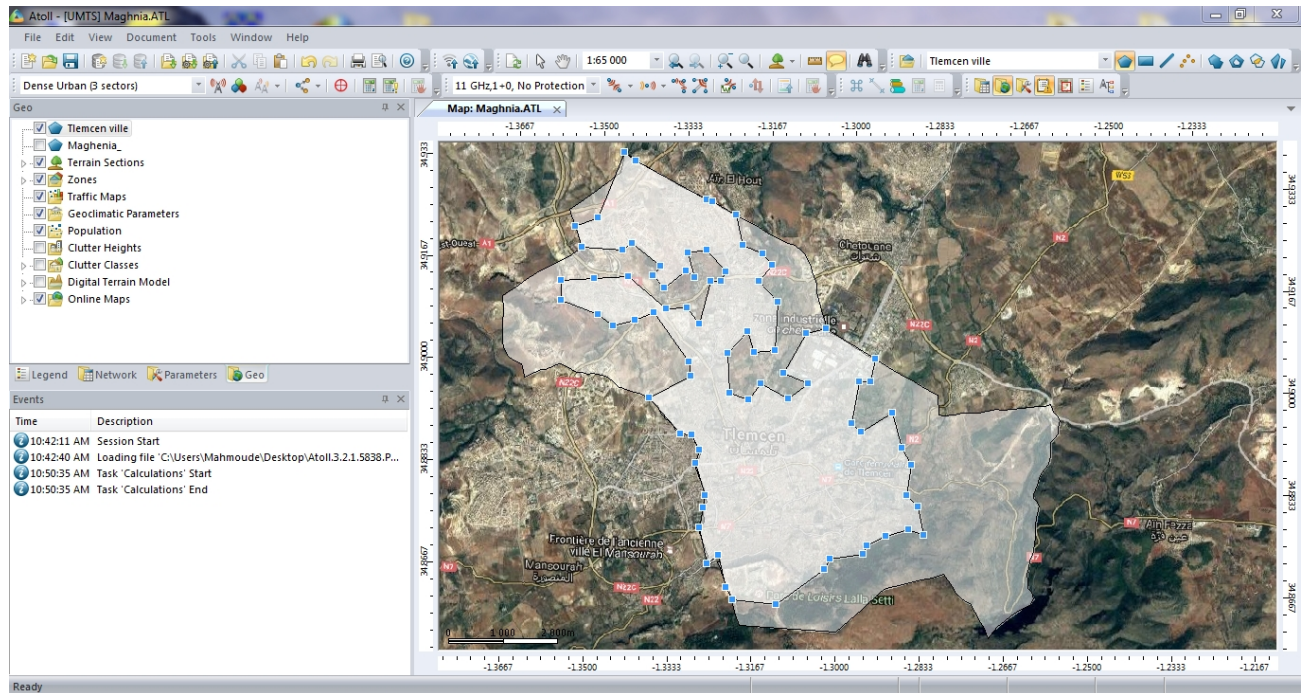


Figure IV.10. Zone populaire

Dans cette simulation on a pris seulement la région populaire de la carte de Tlemcen afin d'étudier la zone urbaine et éliminer tout ce qui est hors de la dite zone.

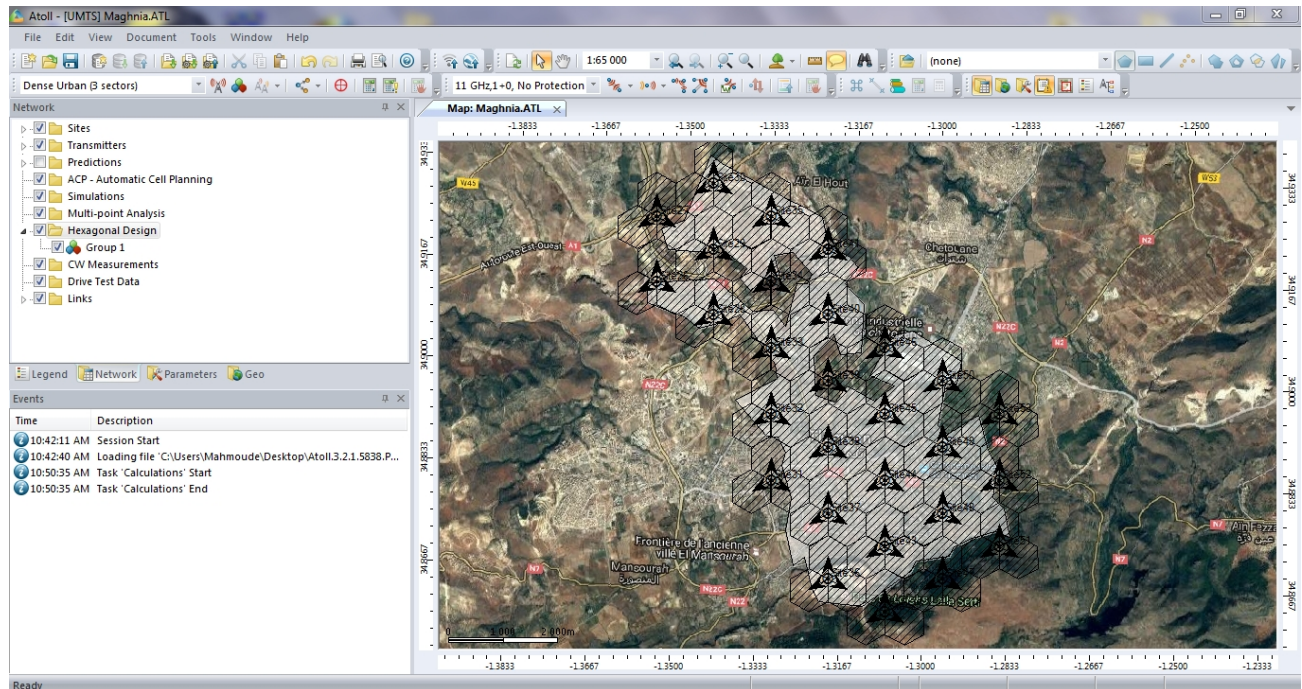


Figure IV.11. Les sites donnés par logiciel Atoll

La figure ci-dessus représente les sites donnés par logiciel Atoll par default pour couvrir toute la zone donnée.

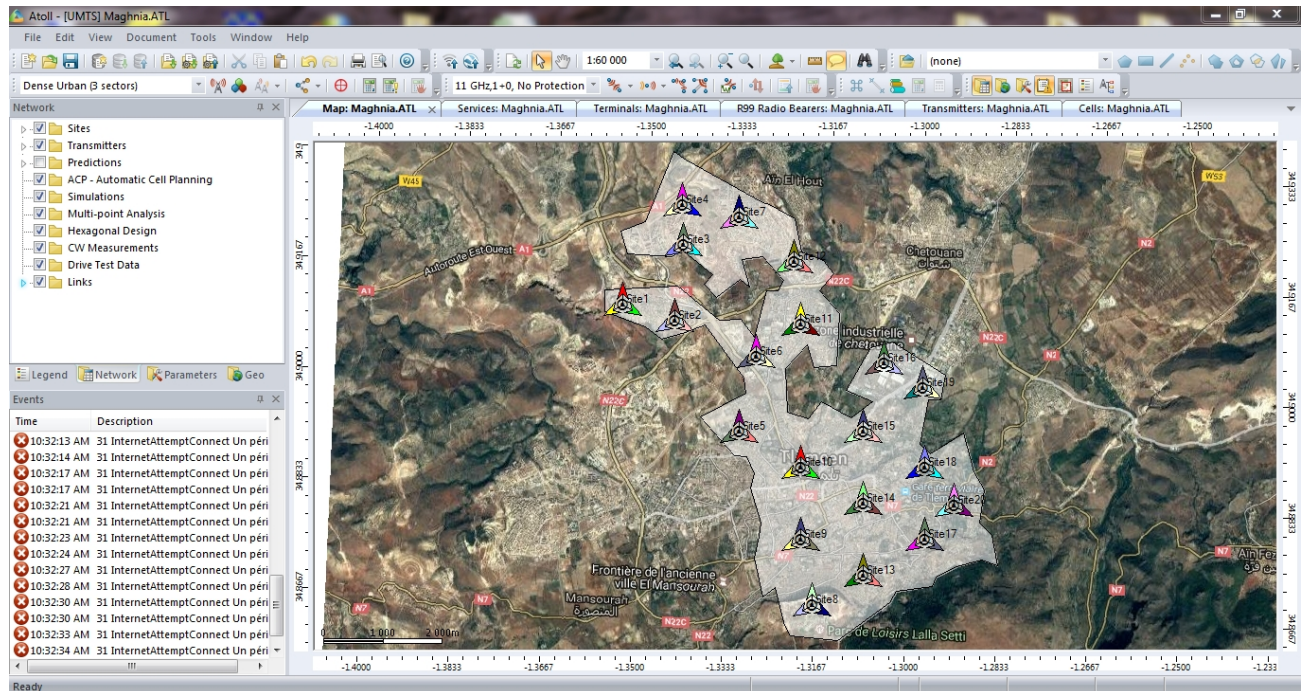


Figure IV.12. Nouvelle distribution des sites

Dans cette simulation on a éliminé quelques sites qui sont hors notre zone de planification et on a modifié un peu le positionnement des sites pour avoir une bonne distribution.

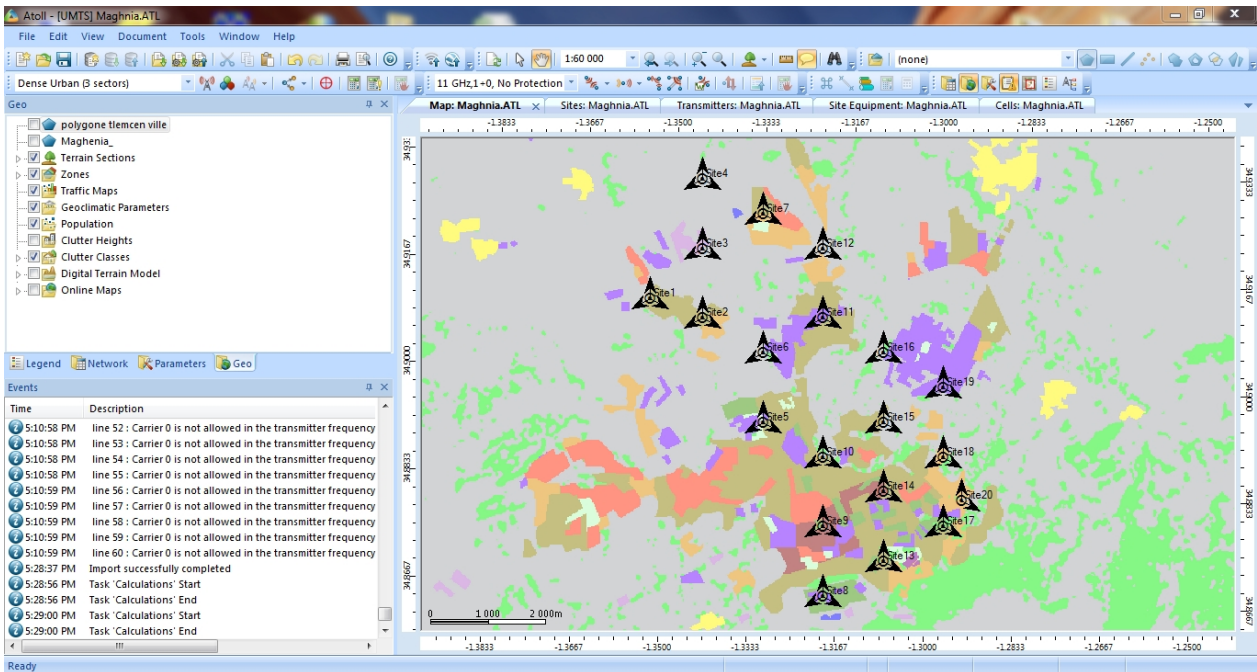


Figure IV.13. Les caractéristiques géographiques de la région

Cette figure montre les caractéristiques géographiques de la région de Tlemcen, et ces données la viennent selon la topographie de l'Algérie et la figure suivante représente la signification de chaque couleur.

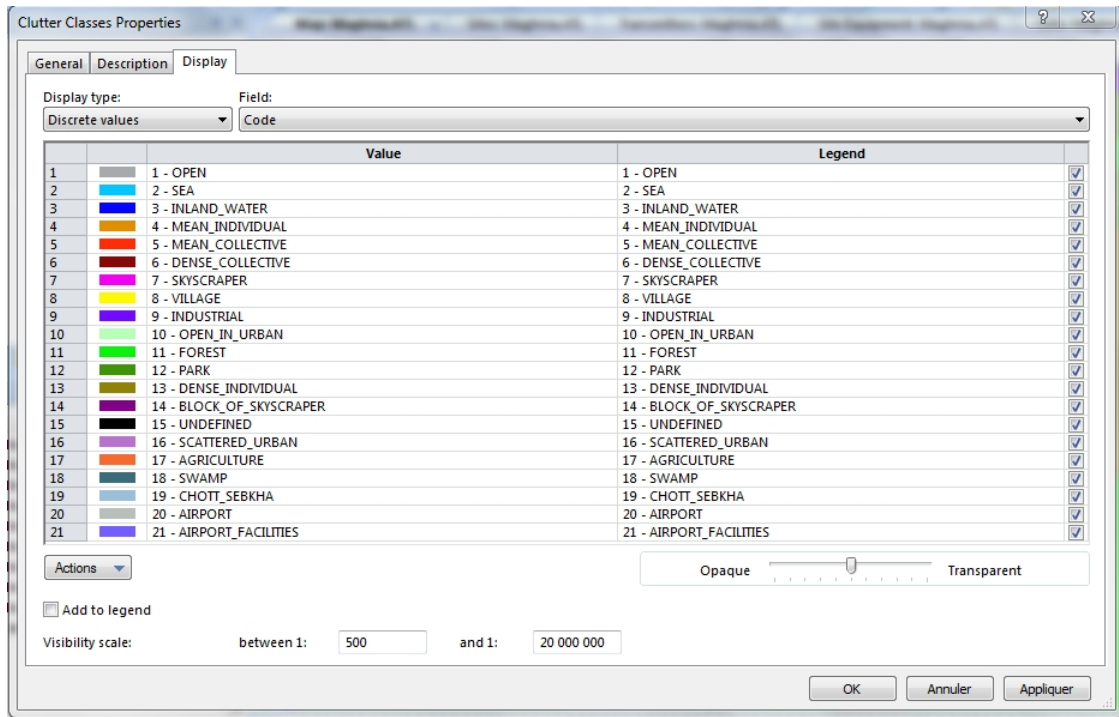


Figure IV.14. Signification de chaque couleur de la région

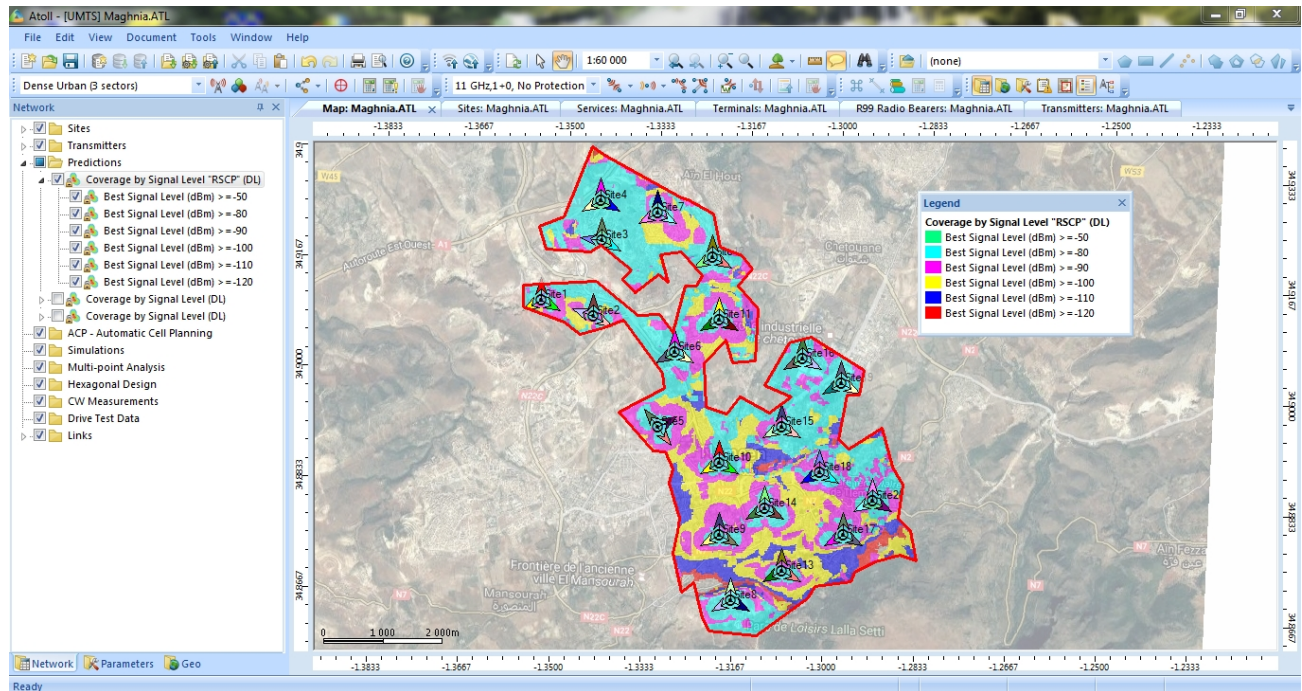


Figure IV.15. Niveau de signal reçu RSCP

La figure précédente représente le niveau de signal reçu (RSCP). La légende mentionnée sur la figure représente bon niveau de signal autour de -80 dB jusqu'à le mauvais signal a partir de -110 dB.

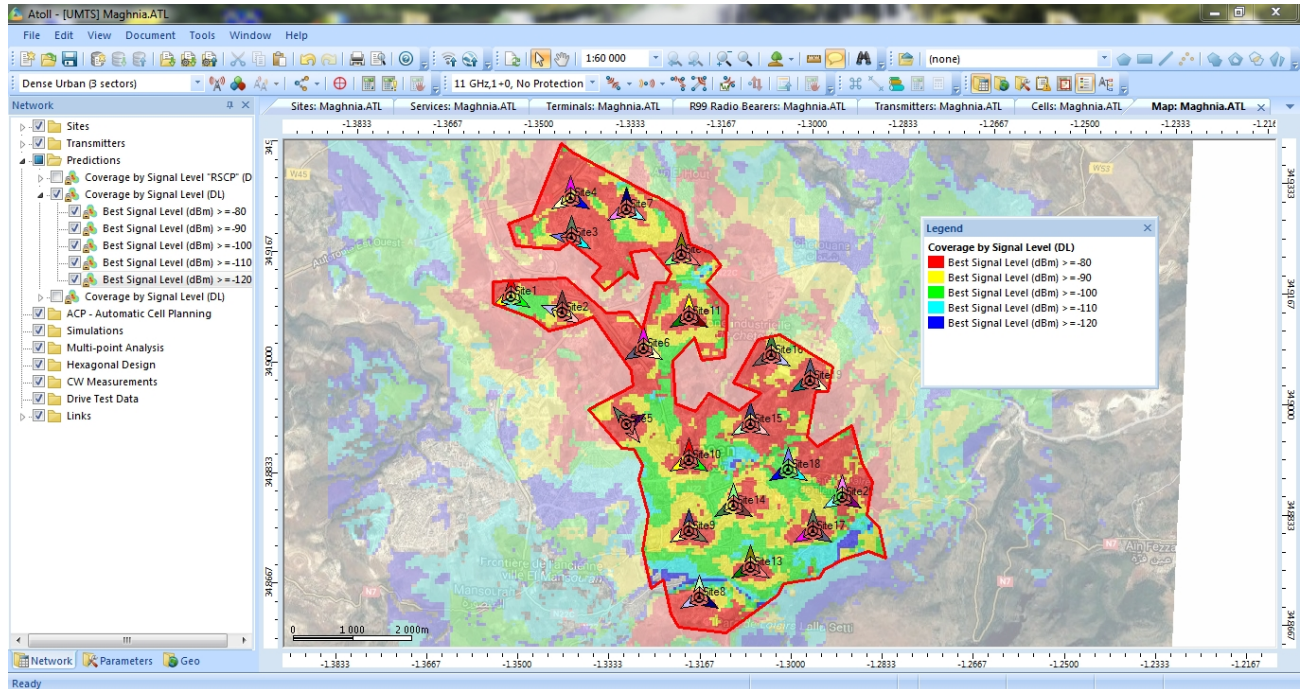


Figure IV.16. La couverture

Dans cette simulation, la couverture est bonne ou dont le niveau de réception est de plus de -100 dB (c'est-à-dire les zones mentionnées en rouge, jaune et verte) et tout ce qui moins de -100 dB (c'est-à-dire les zones en bleu) représente une mauvaise couverture

Ce résultat nous permet de procéder vers une pré-optimisation afin de satisfaire le taux de couverture désirée de 95%, en jouant sur les paramètres radio essentielles.

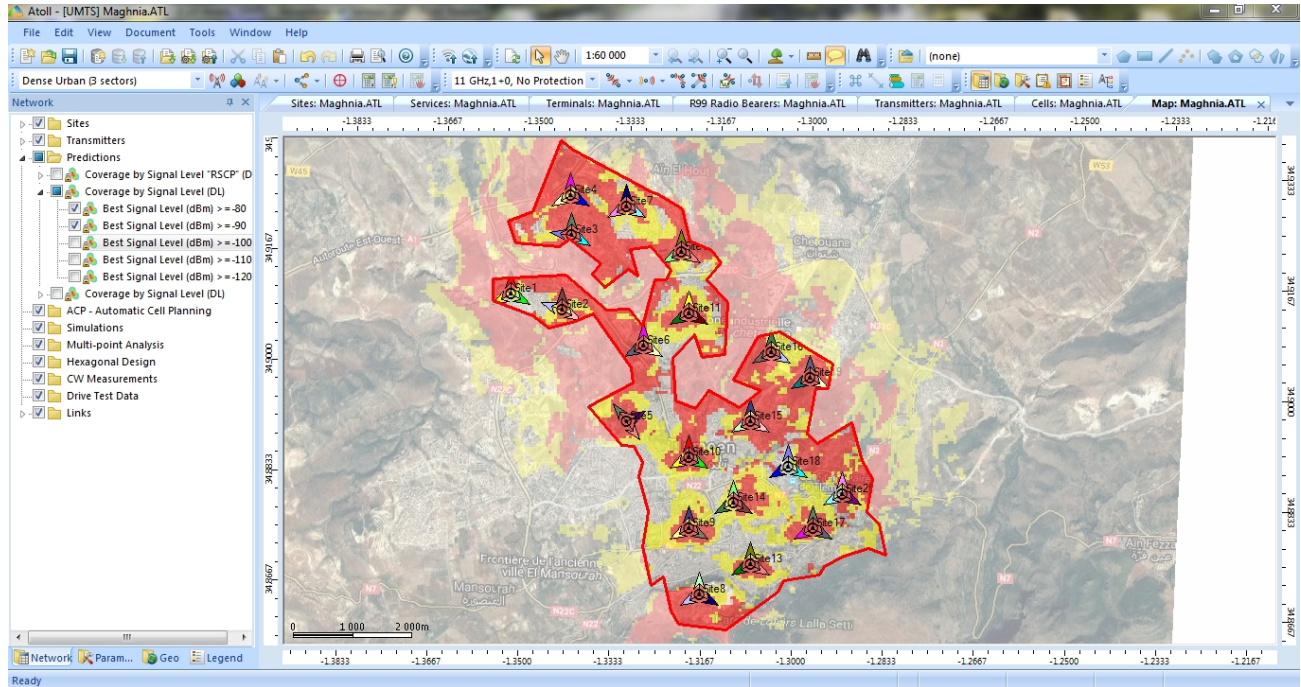


Figure IV.17. Mauvaise couverture

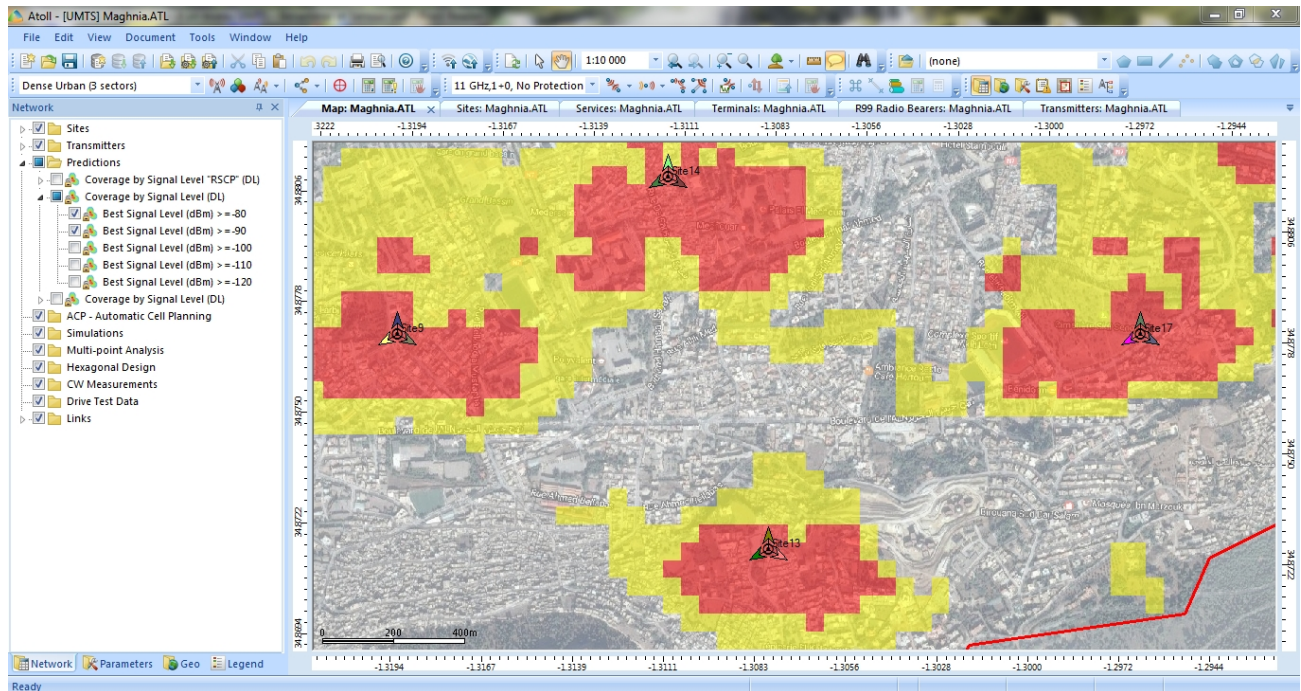


Figure IV.18. Couverture inexistante

Les deux figures précédentes représentent la zone où il y a une couverture presque inexistante ou un niveau de signal est moins de -110 dB et pour cela il faut optimiser ce système pour avoir une bonne couverture sur toute la zone qu'on a pris au début en ajoutant quelques sites (ce qui est mentionné sur la figure suivante).

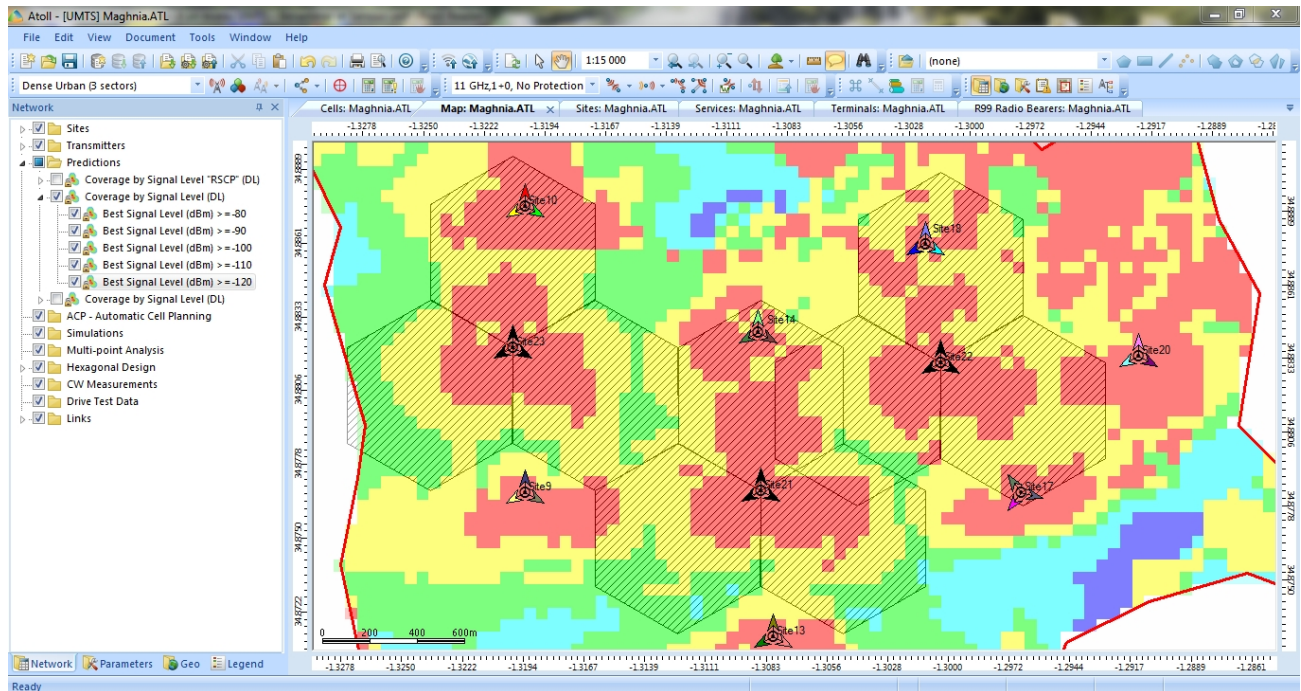


Figure IV.19. Ajout des trois sites.

IV.4.1. Les données d'entrées

Pour cette simulation, il faut importer les données d'entrées telles que les types d'antennes, les coordonnées géographiques (longitude, l'attitude), hauteur et type de support, l'azumith, les tilts, les hauteurs de chaque site, ainsi que les modèles de propagation appropriés, etc.

Name	Longitude	Latitude	Altitude (m)	Support Height (m)	Support Type	Max No. of UL CEs	Max No. of DL CEs	Max lub UL Backhaul Throughput (kbps)	Max lub DL Backhaul Throughput (kbps)	Equipment	Comments
Site1	-1,354088203	34,91131187	[0]	12	Building Roo	256	256	12 288	12 288	Default Equipment	PFE
Site10	-1,323864842	34,88972717	[0]	12	Building Roo	256	256	12 288	12 288	Default Equipment	PFE
Site11	-1,321970452	34,91071282	[0]	12	Building Roo	256	256	12 288	12 288	Default Equipment	PFE
Site12	-1,323148232	34,91876965	[0]	12	Building Roo	256	256	12 288	12 288	Default Equipment	PFE
Site13	-1,308017102	34,87205718	[0]	12	Building Roo	256	256	12 288	12 288	Default Equipment	PFE
Site14	-1,309334761	34,88346051	[0]	12	Building Roo	256	256	12 288	12 288	Default Equipment	PFE
Site15	-1,304916406	34,89451794	[0]	12	Building Roo	256	256	12 288	12 288	Default Equipment	PFE
Site16	-1,305868008	34,90415954	[0]	12	Building Roo	256	256	12 288	12 288	Default Equipment	PFE
Site17	-1,293404567	34,87839469	[0]	12	Building Roo	256	256	12 288	12 288	Default Equipment	PFE
Site18	-1,301805356	34,88707894	[0]	12	Building Roo	256	256	12 288	12 288	Default Equipment	PFE
Site19	-1,298532738	34,90062701	[0]	12	Building Roo	256	256	12 288	12 288	Default Equipment	PFE
Site2	-1,344505982	34,90919611	[0]	12	Building Roo	256	256	12 288	12 288	Default Equipment	PFE
Site20	-1,291862309	34,88320590	[0]	12	Building Roo	256	256	12 288	12 288	Default Equipment	PFE
Site21	-1,308881635	34,87751281	[0]	50	Building Roo	256	256	12 288	12 288	Default Equipment	PFE
Site22	-1,300905917	34,88262445	[0]	50	Building Roo	256	256	12 288	12 288	Default Equipment	PFE
Site23	-1,319251538	34,89431510	[0]	50	Building Roo	256	256	12 288	12 288	Default Equipment	PFE
Site24	-1,299510724	34,87516056	[0]	50	Building Roo	256	256	12 288	12 288	Default Equipment	PFE
Site25	-1,328386028	34,92269979	[0]	50	Building Roo	256	256	12 288	12 288	Default Equipment	PFE
Site26	-1,315800381	34,88959989	[0]	50	Building Roo	256	256	12 288	12 288	Default Equipment	PFE
Site27	-1,323450963	34,87246326	[0]	50	Building Roo	256	256	12 288	12 288	Default Equipment	PFE
Site28	-1,315558806	34,87392430	[0]	50	Building Roo	256	256	12 288	12 288	Default Equipment	PFE
Site3	-1,346247507	34,92105206	[0]	12	Building Roo	256	256	12 288	12 288	Default Equipment	PFE
Site4	-1,343936564	34,92658504	[0]	12	Building Roo	256	256	12 288	12 288	Default Equipment	PFE
Site5	-1,328990847	34,89468833	[0]	12	Building Roo	256	256	12 288	12 288	Default Equipment	PFE
Site6	-1,329233418	34,90432438	[0]	12	Building Roo	256	256	12 288	12 288	Default Equipment	PFE
Site7	-1,334469689	34,92689674	[0]	12	Building Roo	256	256	12 288	12 288	Default Equipment	PFE
Site8	-1,317309577	34,86811447	[0]	12	Building Roo	256	256	12 288	12 288	Default Equipment	PFE
Site9	-1,323109487	34,87845719	[0]	12	Building Roo	256	256	12 288	12 288	Default Equipment	PFE

Figure IV.20. Les entrées Sites

Les données Sites consistent à entrer les informations de chaque sites tels que l'altitude, longitude, latitude, la hauteur et le type du support, etc.

Site	Transmitter	Active	Antenna	DX (m)	DY (m)	Height (m)	Azimuth (°)	Mechanical Down tilt (°)	Additional Electrical Down tilt (°)	Transmit Diversity Type	Number of Transmission Antenna Ports	Number of Reception Antenna Ports	Receiver antenna diversity gain (dB)
Site1	Site1_1	✓	2100MHz 65deg 18dBi 4Tilt	0	0	20	0	0	0	No Diversity	1	1	
Site1	Site1_2	✓	2100MHz 65deg 18dBi 2Tilt	0	0	25	120	2	0	No Diversity	1	1	
Site1	Site1_3	✓	2100MHz 65deg 18dBi 4Tilt	0	0	25	240	2	0	No Diversity	1	1	
Site10	Site10_1	✓	2100MHz 65deg 18dBi 4Tilt	0	8	20	0	0	0	No Diversity	1	1	
Site10	Site10_2	✓	2100MHz 65deg 18dBi 4Tilt	0	0	20	120	0	0	No Diversity	1	1	
Site10	Site10_3	✓	2100MHz 65deg 18dBi 4Tilt	0	0	20	240	0	0	No Diversity	1	1	
Site11	Site11_1	✓	2100MHz 65deg 18dBi 4Tilt	0	0	25	0	0	0	No Diversity	1	1	
Site11	Site11_2	✓	2100MHz 65deg 18dBi 4Tilt	0	0	20	120	0	0	No Diversity	1	1	
Site11	Site11_3	✓	2100MHz 65deg 18dBi 4Tilt	0	0	20	240	0	0	No Diversity	1	1	
Site12	Site12_1	✓	2100MHz 65deg 18dBi 4Tilt	0	0	20	0	0	0	No Diversity	1	1	
Site12	Site12_2	✓	2100MHz 65deg 18dBi 0Tilt	0	0	20	120	0	0	No Diversity	1	1	
Site12	Site12_3	✓	2100MHz 65deg 18dBi 4Tilt	0	0	20	240	0	0	No Diversity	1	1	
Site13	Site13_1	✓	2100MHz 65deg 18dBi 4Tilt	0	0	20	0	0	0	No Diversity	1	1	
Site13	Site13_2	✓	2100MHz 65deg 18dBi 0Tilt	0	0	20	120	0	0	No Diversity	1	1	
Site13	Site13_3	✓	2100MHz 65deg 18dBi 0Tilt	0	0	20	240	0	0	No Diversity	1	1	
Site14	Site14_1	✓	2100MHz 65deg 18dBi 4Tilt	0	0	20	0	0	0	No Diversity	1	1	
Site14	Site14_2	✓	2100MHz 65deg 18dBi 4Tilt	0	0	23	120	0	0	No Diversity	1	1	
Site14	Site14_3	✓	2100MHz 65deg 18dBi 4Tilt	0	0	20	240	0	0	No Diversity	1	1	
Site15	Site15_1	✓	2100MHz 65deg 18dBi 4Tilt	0	0	20	0	0	0	No Diversity	1	1	
Site15	Site15_2	✓	2100MHz 65deg 18dBi 4Tilt	0	0	20	120	0	0	No Diversity	1	1	
Site15	Site15_3	✓	2100MHz 65deg 18dBi 4Tilt	0	0	20	240	0	0	No Diversity	1	1	
Site16	Site16_1	✓	2100MHz 65deg 18dBi 4Tilt	0	0	20	0	0	0	No Diversity	1	1	
Site16	Site16_2	✓	2100MHz 65deg 18dBi 4Tilt	0	0	20	120	0	0	No Diversity	1	1	
Site16	Site16_3	✓	2100MHz 65deg 18dBi 4Tilt	0	0	20	240	0	0	No Diversity	1	1	
Site17	Site17_1	✓	2100MHz 65deg 18dBi 0Tilt	0	0	20	0	0	0	No Diversity	1	1	
Site17	Site17_2	✓	2100MHz 65deg 18dBi 0Tilt	0	0	20	120	0	0	No Diversity	1	1	
Site17	Site17_3	✓	2100MHz 65deg 18dBi 0Tilt	0	0	20	240	0	0	No Diversity	1	1	
Site18	Site18_1	✓	2100MHz 65deg 18dBi 4Tilt	0	0	20	0	0	0	No Diversity	1	1	
Site18	Site18_2	✓	2100MHz 65deg 18dBi 0Tilt	0	0	20	120	0	0	No Diversity	1	1	
Site18	Site18_3	✓	2100MHz 65deg 18dBi 0Tilt	0	0	20	240	0	0	No Diversity	1	1	
Site19	Site19_1	✓	2100MHz 65deg 18dBi 4Tilt	0	0	20	0	0	0	No Diversity	1	1	
Site19	Site19_2	✓	2100MHz 65deg 18dBi 4Tilt	0	0	20	120	0	0	No Diversity	1	1	

Figure IV.21. Les entrées Emetteur

Les données Emetteur consistent à entrer les informations de chaque secteur (qui sont numérotés 1, 2, 3) tels que le type d'antennes, l'azumith, etc.

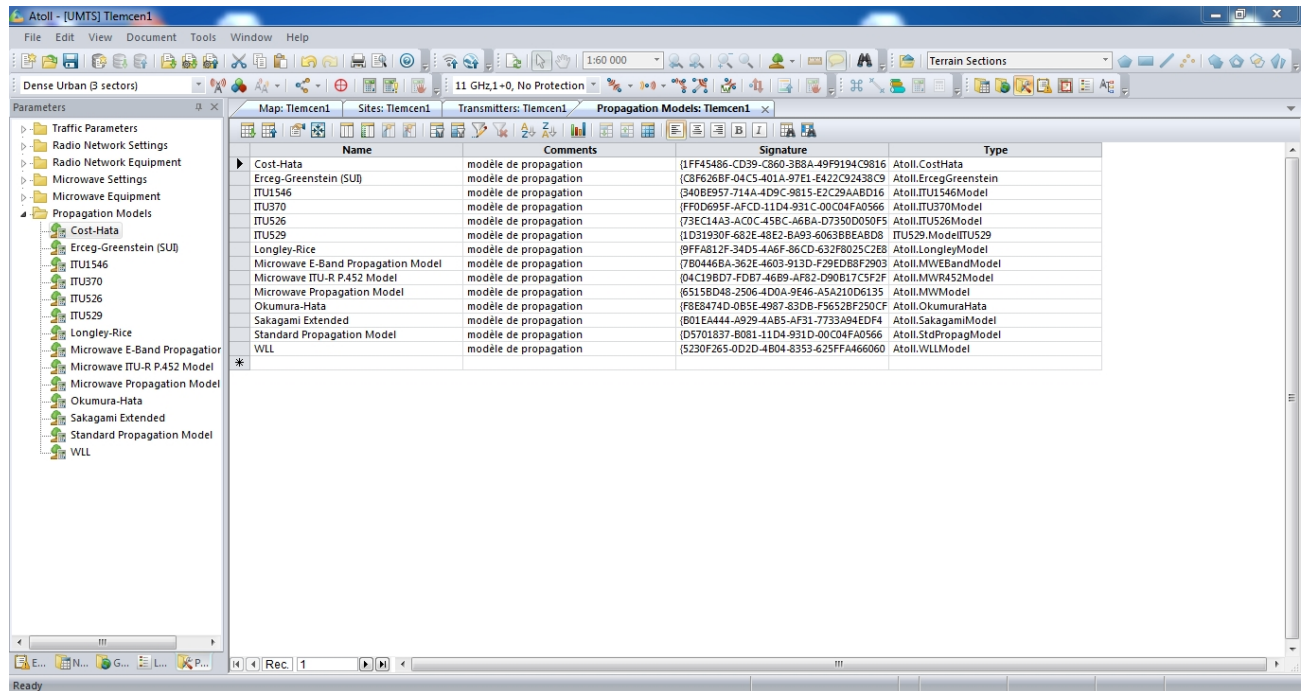


Figure IV.22. Les modèles de propagations

On a une formule qui est utilisée pour le modèle Cost-Hata :

$$Lu = K + 33.9 * \log f - 13.82 * \log H_b + (46.15 - 6.55 * \log H_b) * \log d \quad 4.1$$

$$a(H_m) = (1.1 * \log f - 0.7) * H_m - (1.56 * \log f - 0.8) \quad 4.2$$

$$\text{Total} = Lu - a(H_m) \quad 4.3$$

K = constante pour :

- Dense urban **K=53.13**
- Urban **K=49.51**
- Suburb **K=46.05**
- Rural **K=27.81**

Les données qui sont représentées sur les trois figures précédentes (les entrées Sites, les entrées Emetteur et les modèles de propagations) servent à optimiser notre travail de planification afin d'avoir une bonne couverture.

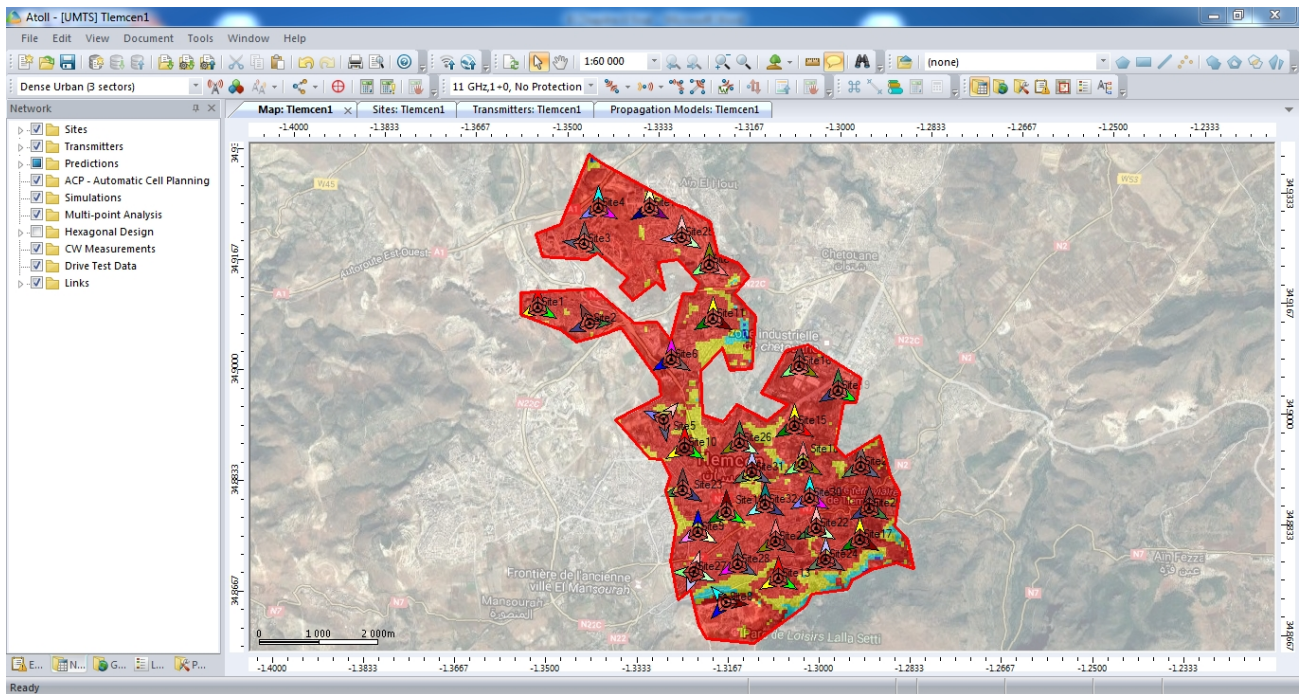


Figure IV.23. Une bonne couverture

A la fin de cette simulation et après l'importation des données d'entrées, on a obtenu une bonne couverture presque totale de toute la zone qu'on a pris au début afin d'obtenir un résultat 90% proche du cas réel.

IV.5. Le Drive Test

Le Drive Test est une technique utilisée par les ingénieurs radio BSS afin de contrôler la qualité du service offerte par un site GSM/UMTS. Il consiste à réaliser un parcours sur une zone formée par les NodeB et les antennes d'émission- réception à tester. Il permet de vérifier l'aboutissement des appels et exécution des hand-over, le niveau de signal émis et la qualité engendrée. Le Drive Test est réalisé à l'aide du logiciel TEMS INVESTIGATION 11.0.4 [Annexe 3] et le téléphone associé Sony Ericsson W750.

Dans cette partie nous allons démontrer la qualité du réseau de l'opérateur DJEZZY ainsi que la distribution des codes et des débits pour différents services et les zones à couverture dépasser (OverShooting), et dans un second temps nous allons apporter des modifications qui vont permettre d'améliorer considérablement la QOS, le Débit et l'interférence comme nous allons le voir ci-

dessous.

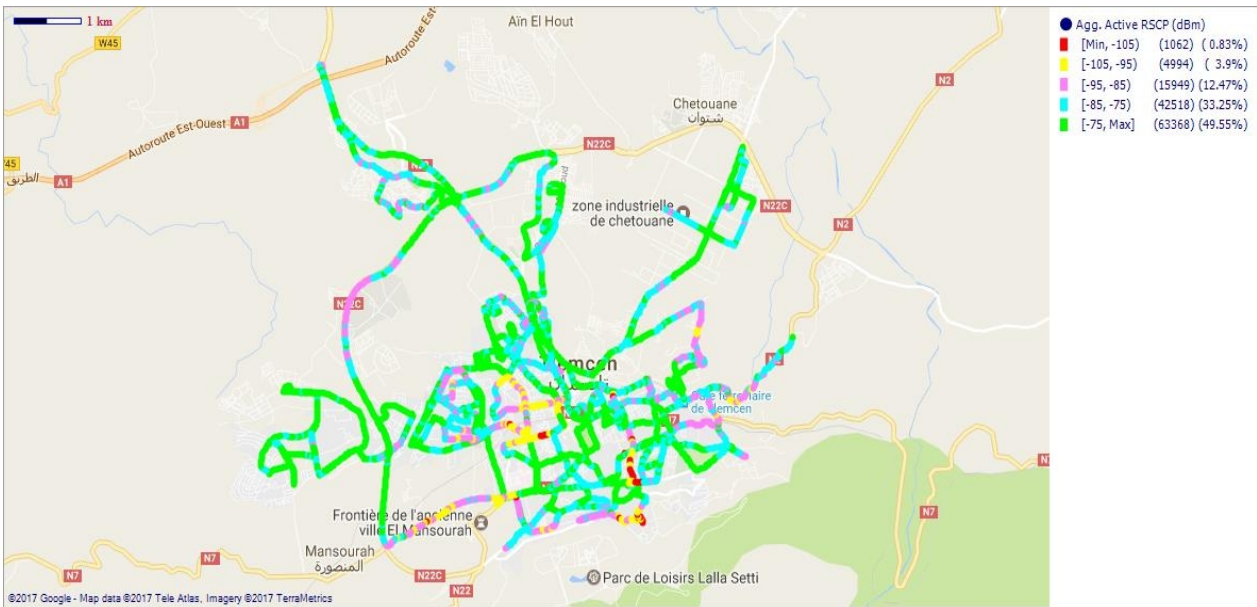


Figure IV.24. Le niveau de signal reçu RSCP

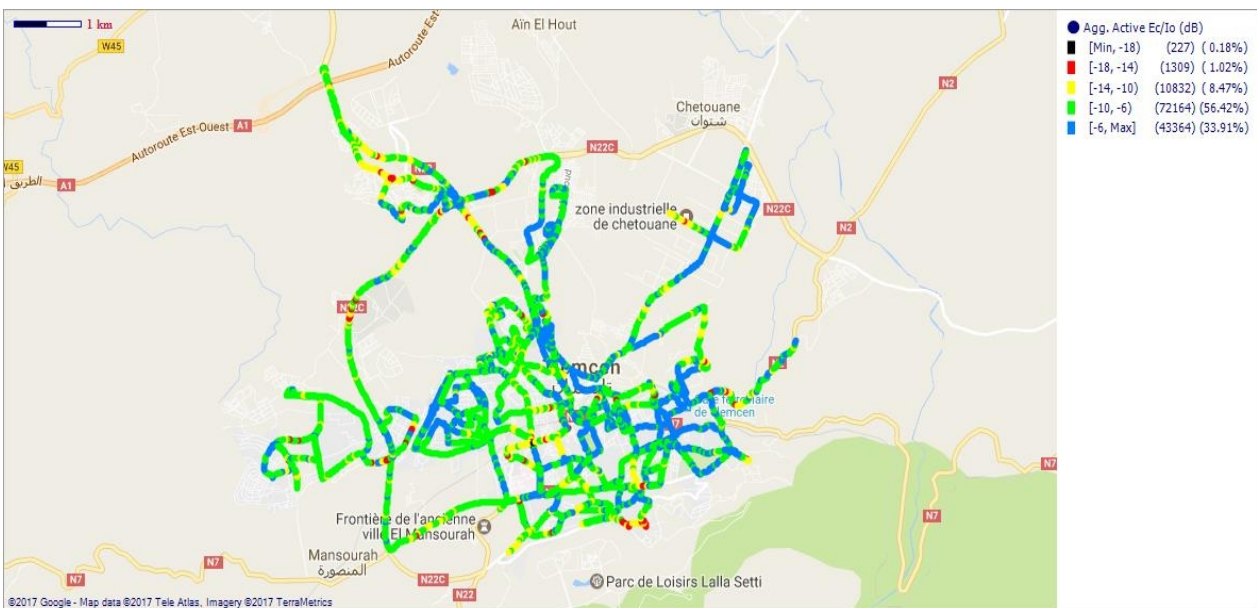


Figure IV.25. La qualité de signal Ec/No

IV.5.1. Analyse du résultat de Drive Test

Les figures ci-dessous représentent un Drive Test de la wilaya de Tlemcen (chef lieu). Avec le logiciel ACTIX Analyser (voir Annexe 2) on va faire une analyse générale concernant le niveau de signal reçu (RSCP) et la qualité de signal (Ec/No) pour chaque point mentionnée sur la figure pour avoir une bonne couverture et qualité de service QoS.

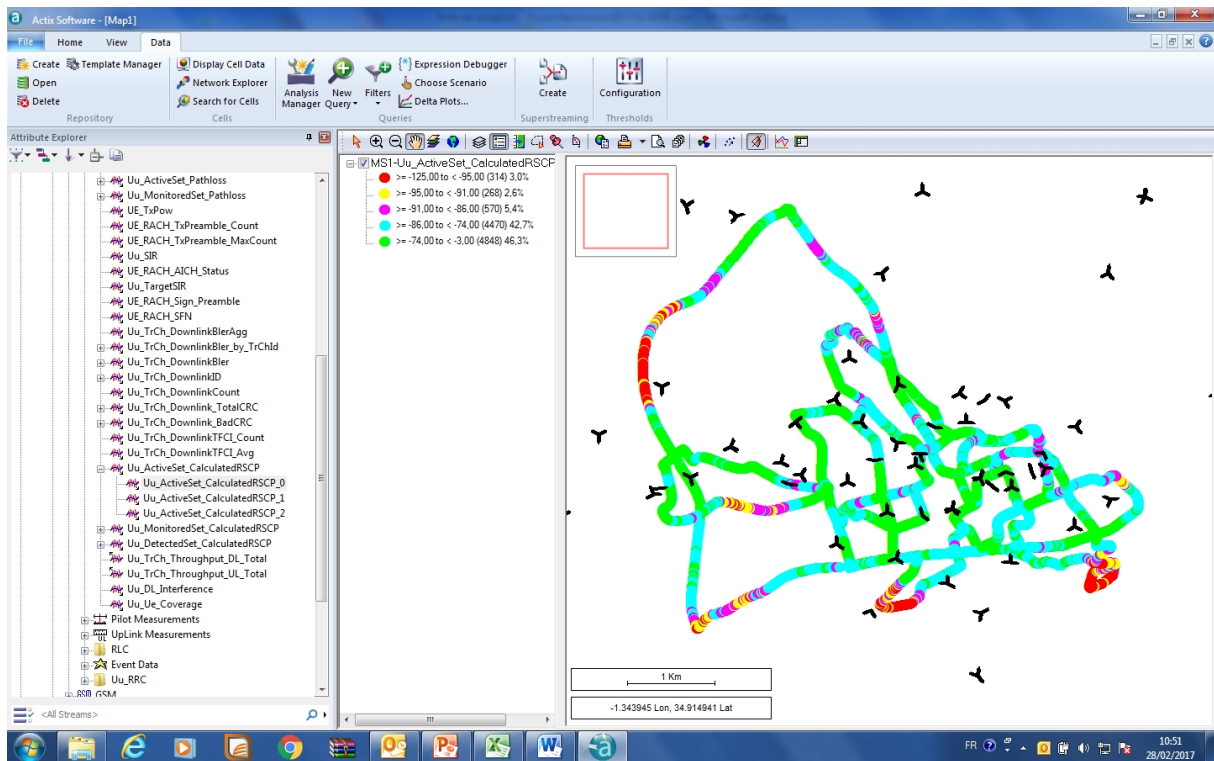


Figure IV.26. Le niveau de signal reçu RSCP

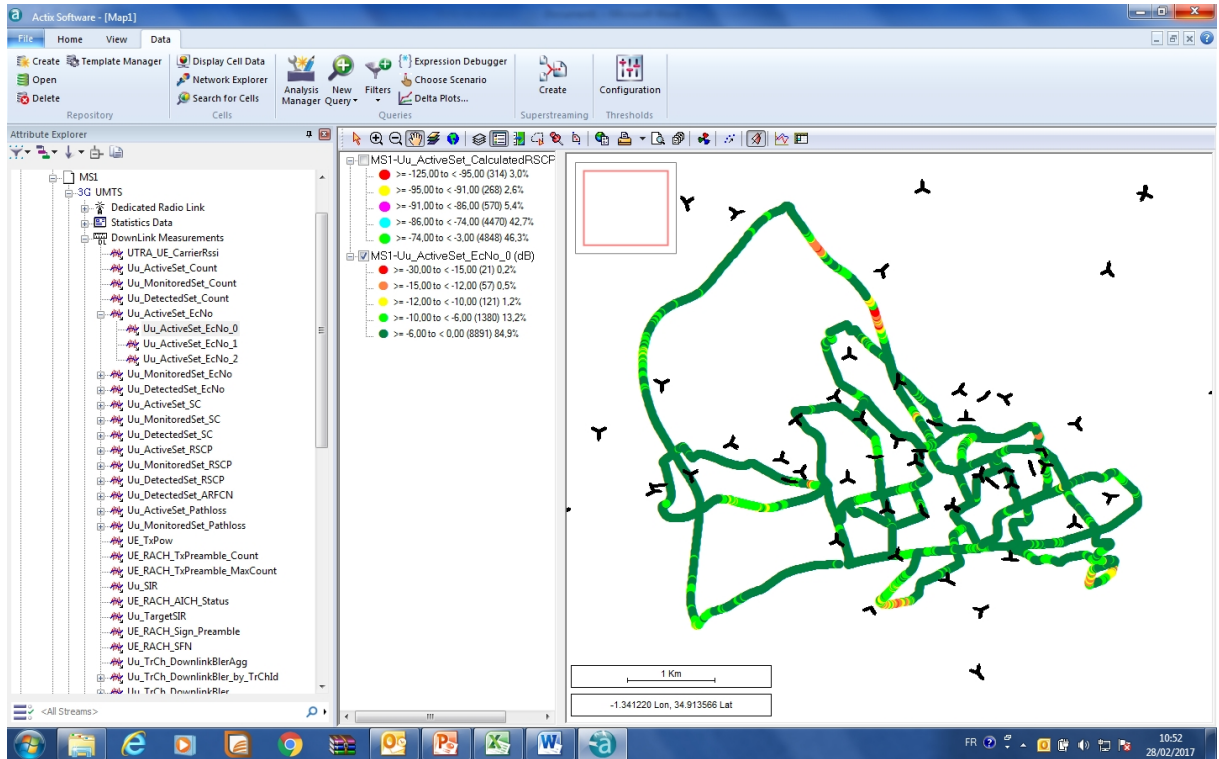


Figure IV.27. La qualité de signal Ec/No

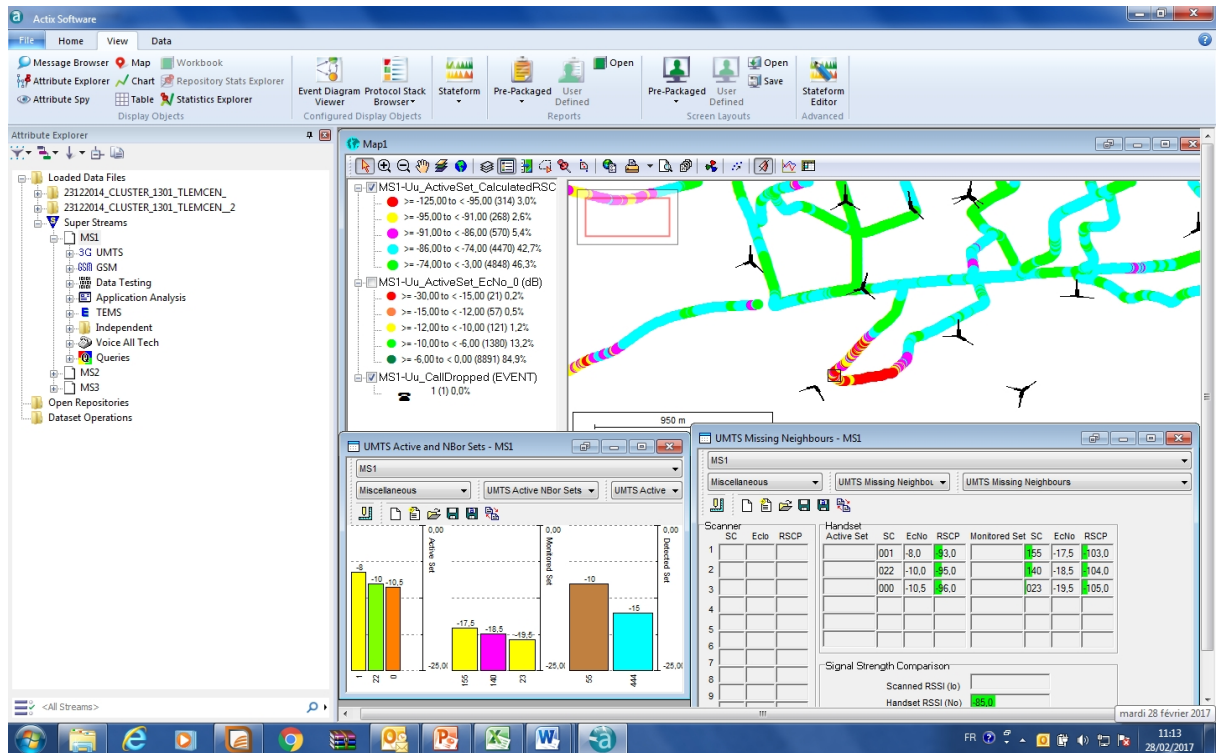


Figure IV.28. Mauvais signal Black Spot

La figure ci-dessus représente les zones où il y a un mauvais signal reçu à partir de moins -91dB (les points qui sont en jaune et en rouge) et pour optimiser ce cas là, on peut changer soit l'azimut ou le tilt de l'antenne correspondante. Si le problème n'est pas réglé, on ajoute un secteur sinon on peut ajouter un site complet pour avoir une bonne couverture et bonne qualité de signal.

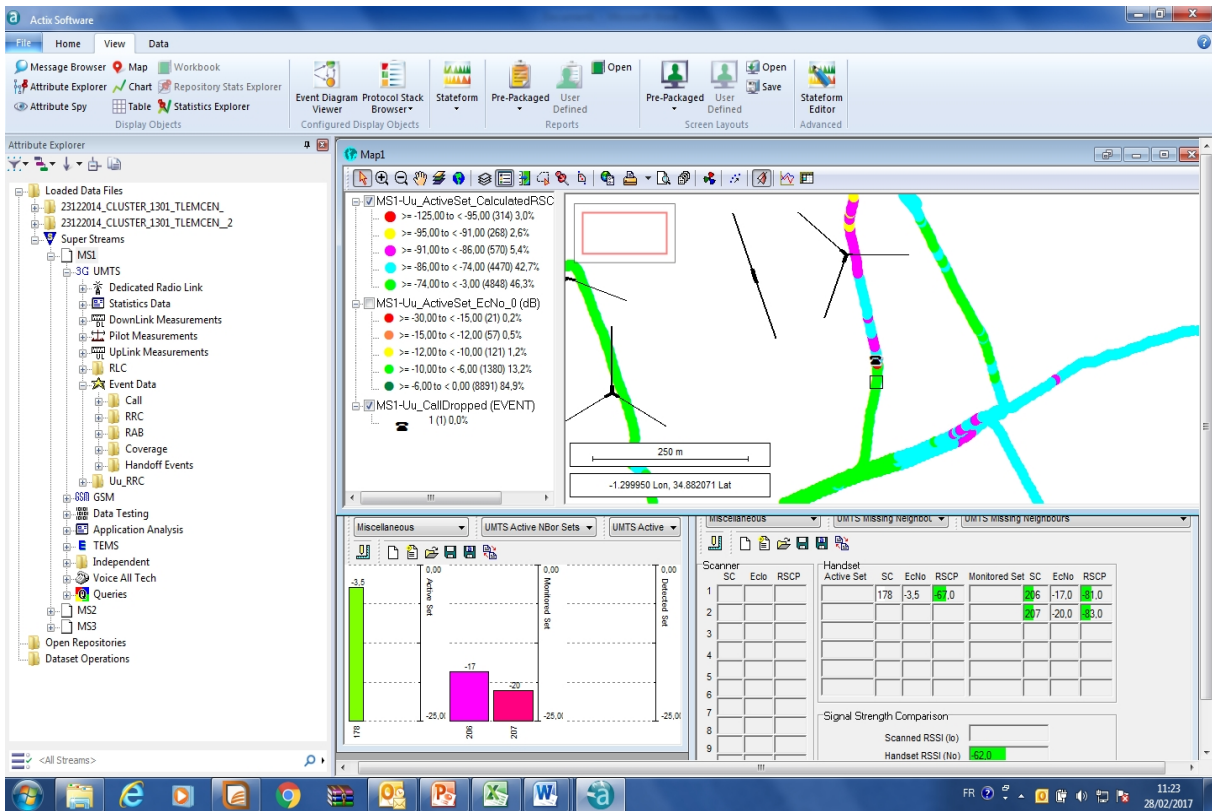


Figure IV.29. Coupure d'appel Call Drop

Dans cette simulation, on trouve qu'il y a une coupure d'appel (Call Drop), c'est le point noir sur

la figure, ou l'abonné perdre complètement l'appel et ou il faut la refaire a nouveau. C'est un cas rarement ou l'on trouve à cause d'une fausse déclaration des cellules (la cellule numéro 178 n'est pas déclarée), et pour régler ce problème le service d'optimisation fait la déclaration de toutes les cellules voisines.

IV.6. Conclusion

Dans la première partie de ce chapitre on a réalisé une étude complète de la planification radio et comment déployer un réseau UMTS dans une zone avec un logiciel de planification Atoll. On a pris le cas de deux wilaya (Oran et Tlemcen-centre ville-) en précisant les données d'entrée, les résultats obtenues par la simulation afin d'obtenir une couverture 90% proche du cas réel.

La dernière partie du chapitre a fait ressortir les paramètres de qualité de service qui favorisent l'optimisation des services du réseau mobile UMTS. On a pris en considération les paramètres mesurés par le Drive Test, en tenant compte le niveau de signal reçu RSCP et la qualité de signal Ec/No, tout cela réalisé par l'outil TEMS investigation et étudié par l'outil d'analyse ACTIX Analyser.

Nous avons aussi travaillé sur le drive test qui est un outil très important dans le processus de l'optimisation. Après la détection des anomalies du réseau vient le parcours Drive Test pour permettre d'avoir plus d'information sur le problème et aussi faire les changements adéquats.

~~Conclusion Générale~~

CONCLUSION GENERALE

La planification est un processus inhérent au cycle de vie d'un réseau de télécommunication. Il permet de déterminer l'efficacité du réseau. L'étape initiale de la planification est la phase de dimensionnement qui permet d'identifier entre autres le nombre d'équipements nécessaires du réseau. Pour le réseau 3G, les nouveaux paramètres de bilan de liaison sont : les marges de dégradation en interférence, les marges d'évanouissement rapide, l'augmentation de la puissance de transmission et le gain du soft handover.

L'étape suivante consiste en une planification détaillée, c'est-à-dire des initialisations des paramètres et des phases d'itérations en sens montant et en sens descendant. Les itérations en sens montant permettent de déterminer la puissance de transmission des stations mobiles tandis que celles en sens descendant déterminent la puissance de transmission des stations de base. On obtient alors la charge totale d'une cellule, l'accès ou non d'une station mobile au service offert, les interférences et les probabilités de couverture.

Dans ce projet de fin d'études, l'utilisation de l'outil Atoll avec la méthode de dimensionnement de CAMPBELL nous a permis de déterminer le nombre de sites nécessaire et optimal pour la couverture et la capacité dans une zone spécifique.

L'étude de dimensionnement permet à l'opérateur d'avoir un gain sur l'achat des sites car le nombre de ces derniers a été déterminé de façon calculé et selon les besoins de capacité spécifiés par l'opérateur au départ.

A la fin de ce projet, on a obtenu un résultat de planification de la ville de Tlemcen 90% proche du cas réel validé par l'opérateur DJEZZY.

Le dimensionnement reste flexible au fur et à mesure que le nombre d'abonnés augmente. Pour cela l'optimisation du réseau est à chaque instant assurée et l'ajout d'un nouveau site reste la solution finale.

~~Annexes~~

Présentation générale du logiciel de planification Atoll [15]

Atoll est un outil logiciel multi-technologies de planification radio et dimensionnement fait pour supporter les travaux d'un opérateur de radiocommunication mobile, il peut être utilisé sur tout le cycle de vie des réseaux (du design à l'expansion et l'optimisation).

Le logiciel exploite différentes données en entrée à savoir le modèle de propagation, les paramètres des antennes, les paramètres des sites selon la technologie adoptée au niveau du projet à réaliser. Atoll permet de créer des projets avec les technologies GSM, GPRS, EDGE, UMTS, HSPA, CDMA2000, WiMax et dernièrement le Wifi.

L'outil intègre un grand nombre de modèles de propagation adaptés à de nombreux environnements et prenant en compte les phénomènes de réflexion, diffraction par le sol, et de diffusion, d'atténuation par l'atmosphère.

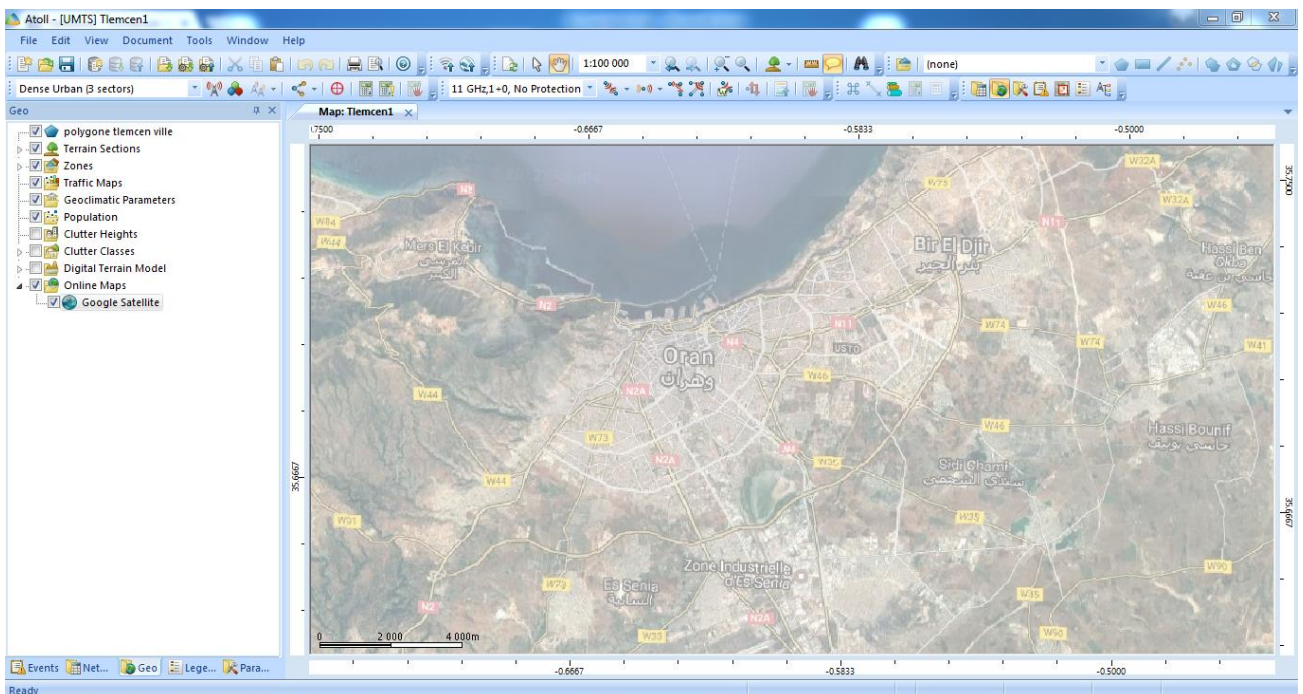


Figure. Vue principale du logiciel ATOLL

Présentation générale du logiciel d'analyse ACTIX Analyser [17]

ACTIX Analyser est un système de post-traitement multifonctionnel qui optimise les tâches d'analyse et de production de rapports liés notamment aux mesures d'optimisation et de qualité de service radio. Il appartient à la famille ACTIX qui est un acteur du marché de la Qualité de Service des réseaux avec beaucoup de solutions à son actif.

Il est programmé avec des fonctionnalités et paramètres pertinents y compris une bibliothèque de rapports fréquemment utilisés et de générateurs de requêtes qui permettent aux utilisateurs d'extraire des données stockées dans la forme et selon les critères qu'ils souhaitent. Les fichiers de données DT sont compilés automatiquement puis exportés sous la forme de graphiques / statistiques riches, précis et complets. Ces résultats sont faciles à interpréter et les conclusions sont utiles pour le dépannage et le réglage radio des réseaux mobiles.

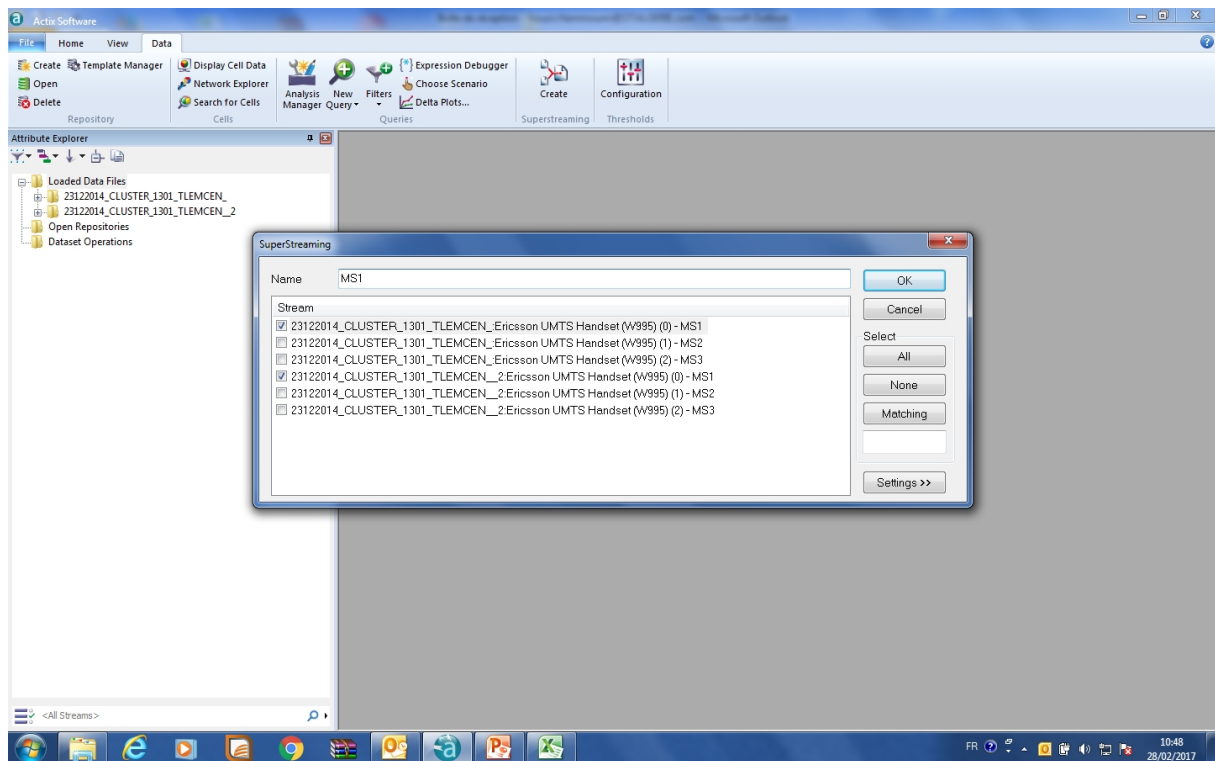


Figure. Vue principale du logiciel ACTIX Analyser

L'outil TEMS investigation [16]

TEMS investigation est un outil développée par Ascom utilisé pour étudier la caractéristique de réseau. Il donne plusieurs informations (Rxlev, Rxqual.....) qui permet d'aider les ingénieurs de prendre des décisions sur l'état de réseau.

TEMS Investigation est un excellent outil pour la vérification, l'optimisation et la maintenance de réseaux sans fil. Offrant la collecte de données, une analyse en temps réel et un post-traitement tout en un, TEMS Investigation est une solution complète pour l'ensemble des tâches d'un opérateur de réseau sans fil quotidiennes d'optimisation du réseau.

Il est conçu pour les essais dans les véhicules, dans les bâtiments et dans les zones piétonnes, les fonctions puissantes et polyvalentes de TEMS Investigation sont essentielles tout au long du cycle de vie du réseau.

En utilisant TEMS Investigation, les opérateurs peuvent accroître l'accessibilité, améliorer la rétention et augmenter les performances du service.

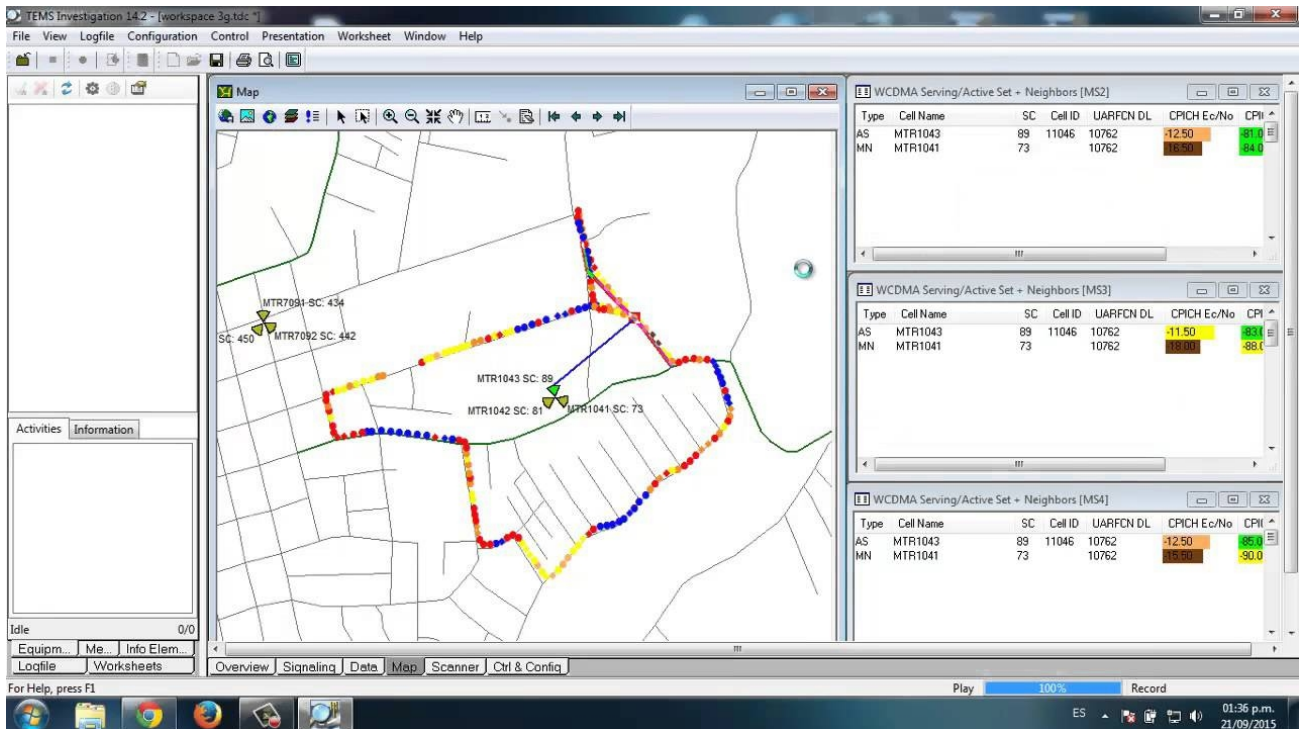


Figure. Vue principale du TEMS Investigation

~~Références~~
~~Bibliographiques~~

Références Bibliographique

[1] L'UMTS et les Technologies émergentes, Ecole Nationale des sciences appliquées, Tanger Université Abdelmalek Essaadi, Mohamed Moussaoui, 2010.

[2] Etude des mécanismes du Handover du réseau UMTS, Institut National des Télécommunications et des Technologies de l'Information et de la Communication Algérie, Mr. AHMED Ahmed, 2009.

[3] ETUDE DE L'INTERFACE RADIO DE L'UMTS ET IMPLEMENTATION SUR FPGA DES PROCEDURES D'ALLOCATIONS DE RESSOURCES, Ecole Supérieur de Communication de Tunisie, JIHEN THABET, 2002.

[4] Etude d'implantation de détecteurs multi-utilisateurs CDMA : application a l'UMTS, Mr MAKRAM Touzri, 2007.

[5] <http://www.efort.com>, Réseau d'Accès UMTS Architecture et Interfaces.

[6] Etude de l'interface radio du réseau de téléphonie mobile de 3ième génération UMTS, Faculté de technologie Université Abou-Bakr belkaid Tlemcen, ABDERRAHIM Imane, BELLAZRAG Nadjet, Licence en télécommunication 2014.

[7] Hichem Megnafi, N. Boukli-Hacene, A. Berrichi "Optimisation radio dans le réseau GSM",. Edition universitaires Européennes, .2011.

[8] Téléphonie Mobile, IUT de Nice Côte d'Azur, Frédéric Payan .

[9] Etude des méthodes d'accès dans les réseaux mobiles, Université du BETNA, YAKHLAF Mouhemmed.

[10] Modélisation, simulation et optimisation des architectures de récepteur pour les techniques d'accès W-CDMA, Ecole Doctorale IAEM – Lorraine, Mazen YOUSSEF, 2009.

[11] "3G Radio Planning Essentials", Radio Network Solution, Huawei Technologies Co, 2008.

[12] "WCDMA RNP Fundamental", Site Solutions and Site Planning « RU30 », NSN NOKIA SIEMENS NETWORK, 2011.

[13] " Harri HOLMA et Antti TOSKALA", "UMTS, les réseaux mobiles de troisième génération", 2ème édition, OEM, Paris, 2001.

[14] " Xavier LAGRANGE, Philipe GODLEWSKI et Sami TABBANE, "Réseaux GSM-DCS", 4ème édition, Hermes, Paris, 1999.

[15] "Atoll" Wireless Network Engineering Software, FORESK Technologies version 3.3., February 2015.

[16] " TEMS Investigation 14.1 " Technical Product, ascom., 2012.

[17] [www. ACTIX Analyser.com](http://www.ACTIXAnalyser.com)

Analyse et dimensionnement de la couverture dans le réseau UMTS

Résumé

L'analyse et le dimensionnement de la couverture dans le réseau UMTS est un problème complexe qui met en jeu à la fois des aspects théoriques et pratiques.

Il s'agit de trouver la meilleure architecture cellulaire au regard de plusieurs contraintes, tel que la couverture, le niveau de signal reçu et la qualité de signal...ect.

L'objectif de ce projet est l'étude du concept de planification et le dimensionnement de la couverture du réseau UMTS en fonction du trafic, couverture, capacité, et qualité de transmission.

Mots-clés : UMTS, interface radio, RNC, Node B, couverture de la cellule, bilan de liaison, planification, dimensionnement.

Analysis and dimensioning of coverage in the UMTS network

Abstract

The analysis and dimensioning of the coverage in the UMTS network is a complex problem that involves both theoretical and practical aspects.

The aim is to find the best cellular architecture with regard to several constraints, such as coverage, signal level received and signal quality ... ect.

The objective of this project is to study the concept of planning and dimensioning of coverage of the UMTS network according to traffic, coverage, capacity, and transmission quality.

Keywords: UMTS, radio interface, RNC, Node B, cell coverage, link balance, planning, dimensioning.

تحليل وأبعاد التغطية في شبكة UMTS

ملخص

تحليل وأبعاد التغطية في شبكة أومنتس هي مشكلة معقدة تنطوي على الجوانب النظرية والعملية على حد سواء. والهدف من ذلك هو العثور على أفضل الهندسة المعمارية الخلوية فيما يتعلق بالعديد من القيود، مثل التغطية، ومستوى وجودة الإشارة... إلخ. الهدف من هذا المشروع هو دراسة مفهوم التخطيط وأبعاد التغطية لشبكة أومنتس وفقا لحركة المرور، والتغطية، والقدرة، ونوعية الإرسال.

الكلمات الرئيسية : UMTS, interface radio, RNC, Node B, couverture de la cellule, bilan de liaison, planification, dimensionnement.

