

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

UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DE Technologie
DEPARTEMENT Electronique
N° :



FILIÈRE : Electronique
OPTION : ITLC

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Par :

- BOUKHAROUBA SAADA**
- MEBARKI SAMIA**

THÈME

Optimisation d'un modèle de propagation approprié
pour la communication mobile

Soutenu devant le jury composé de :

Dr. LALAOUI Lahouaoui	Université M ^{ed} Boudiaf –M'sila	Président
Dr. GARAH Messaoud	Université M ^{ed} Boudiaf –M'sila	Rapporteur
Dr. KENANE EL Hadi	Université M ^{ed} Boudiaf –M'sila	Co-Rapporteur
Dr. ZERDOUMI Zohra	Université M ^{ed} Boudiaf –M'sila	Examineur

Année universitaire : 2021/2022

Remerciements

D'abord, nous remercions Allah Tout-Puissant qui nous a donné la force et la patience pour accomplir ce modeste travail

Deuxièmement, nous remercions particulièrement nos parents, nous remercions aussi notre encadreur Dr. GARAH MESSAOUD et Co-encadreur Dr.KENANE EL HADI ET pour la proposition et le suivi de ce sujet.

Nous exprimons notre gratitude et nos remerciements aux membres de jury : **Dr. LALAOUI Lahouaoui** et **Dr. ZERDOUMI Zohra** pour bien vouloir accepter de présider et d'examiner ce travail.

Enfin nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin, pour leurs soutiens moraux ou matériels, pour la réalisation de ce projet.

Dédicaces

Je dédie ce travail :

A mes parents pour leur amour inestimable, leur confiance, leur soutien, leurs sacrifices et toutes les valeurs qu'ils ont su

m'inculquer.

À mes frères NADIR et AHMED et ma sœur FAHIMA,

Mebarki Samia

Je dédie ce travail :

******A mon très cher père, je lui dédie avec fierté cette mémoire qui reflète le fruit de l'éducation et de l'attention qu'il m'a tant réservée, je lui suis très reconnaissant et j'aurai tant aimé

Partager la joie de ma réussite avec lui.

******A ma mère, pour tous les sacrifices et son soutien moral, avec toute mon affection et ma reconnaissance; merci maman.

A mes frères et mes sœurs : pour leurs soutiens moral et pour leurs amours et soins.

A tous mes amis et collègues.

BOUKHAROUBA SAADA

Table des matières

<u>I.</u>	Table des matières.....	4
<u>I.</u>	INTRODUCTION GENERALE.....	1
Chapitre I Etat De L'art Sur Les Modèles De Propagation Dans Les Réseaux Mobiles.		
I.1.	INTRODUCTION.....	4
I.2.	Qu'est-ce Qu'un Modèle de propagation ?.....	4
I.3.	Les Modèles de propagation dans Un réseau GSM.....	5
I.3.1.	Modèle d'Okumura.....	5
I.3.2.	Modèle de Hata.....	5
I.3.3.	Modèle Hata-Okumura.....	5
I.3.4.	Modèle COST-231 Hata.....	6
I.3.5.	Modèle d'Ericsson.....	6
I.3.6.	Modèle d'ECC-33.....	6
I.3.7.	Modèle d'Egli.....	6
I.3.8.	Modèle de Stanford University Interim (SUI).....	7
I.3.9.	Modèle de BERTONI-WALFISCH.....	7
I.3.10.	Modèle d'IKEGAMI.....	7
I.3.11.	Modèle Walfisch-Ikegami.....	7
I.3.12.	Modèle de COST-CEN.....	7
I.3.13.	Modèle de COST-CEN.....	8
I.3.14.	Modèle de SAKAGAMI-KUBOI.....	8
I.3.15.	Modèle de Motley-Keenan.....	8
I.3.16.	Le modèle de Longley-Rice.....	8
I.4.	Les Modèles les plus utilisés dans les travaux de recherche.....	8
I.4.1.	Modèle de Hâta.....	8
I.4.2.	Modèle Hata-Okumura.....	9
I.4.3.	Modèle COST-231 Hata.....	11
I.4.4.	Modèle de SUI.....	12
I.4.5.	Modèle Egli.....	14
I.4.6.	Modèle d'Ericsson.....	14
I.5.	Conclusion.....	15
Chapitre II Les effets de propagation		
II.1.	Introduction.....	17
II.2.	Les effets de propagation.....	17

II.2.1. 1Atténuation due aux effets de masques.....	17
II.2.1. Vision directe (in-line-of-sight).....	17
II.2.1.1. Non-visibilité (non-line-of-sight).....	17
II.2.1.2. Atténuation due à l'atmosphère.....	18
II.2.2. Diffraction.....	18
II.2.3. La réfraction.....	18
II.2.4. La réflexion.....	18
II.2.5. La diffusion.....	18
II.2.6. Trajets multiples (multipaths).....	19
II.2.7.1. Effet positif des multi-trajets.....	20
II.2.7.2. Effet négatif des multi-trajets.....	20
II.2.8.2. Brouillages (bruits).....	20
II.2.9. Interférences.....	21
II.2.9.1. Les interférences inter symboles.....	21
II.2.9.2. Les interférences Co-canal.....	22
II.2.10. Fading.....	22
II.2.11. Décalage en fréquence (Effet Doppler).....	23
II.3. Approche de simulation avec MATLAB.....	24
II.3.1. Modèle de Walfisch–Ikegami COST 235.....	24
II.3.2. Modèle Four-ray.....	26
II.3.3. le modèle de HATA.....	29
II.3.4. Path loss.....	31
II.3.5. Doppler.....	32
II.3.6. Modèle de SUZUKI.....	34
II.3.7. Modèle de Loo.....	36
II.4. Conclusion.....	39

Chapitre III Simulation des modèles avec Atoll

III.1. INTRODUCTION.....	41
III.2. Présentation générale du logiciel ATOLL.....	41
III.3. Un projet sous l'Atoll.....	41
III.3.1. Ouverture d'un nouveau projet.....	41
III.3.2. Données Géographiques.....	43
III.3.3. Réglage des paramètres de la zone.....	43
III.3.4. Paramètres de l'antenne.....	48

III.3.5. Le tilt	48
III.3.5.1. Le tilt mécanique.....	49
III.3.5.2. Le tilt électrique.....	50
III.4. Etude du cas de la ville de MAGRA.....	50
III.4.1. Couverture.....	50
III.4.2. Prédiction.....	51
III.4.2.1. Prédiction de la couverture par niveau de champ (DL).....	52
III.5. Utilisation d'un modèle de propagation.....	52
III.6. COMPARAISON DES RESULTATS.....	54
III.7. Conclusion.....	54

CHAPITRE IV Pratique ATOLL

IV.1. Optimisation à l'aide du module ACP.....	56
IV.2. Bilan de Puissance.....	62
IV.3. Conclusion.....	64
IV.4. Conclusion générale.....	65

Liste des Figures

Chapitre I Etat De L'art Sur Les Modèles De Propagation Dans Les Réseaux Mobiles.

Fig.1.1:Modèle d'OKUMURA HATA (niveau de variation de l'affaiblissement en fonction de la distance MS-BTS).....	10
Fig .1.2: HATA COST 231 model (1900 MHZ).....	11
Fig.1.3: modèle de SUI (1900 MHZ).....	13
Fig.1.4: modèle d'Ericsson 9999 (2100 MHZ).....	14

Chapitre II Les effets de propagatio

Fig.2.1.La diffraction [3].....	19
Fig.2.2.Propagation par trajets multiples.....	20
Fig.2.3.Interférences inter symboles.....	21
Fig.2.4: Interferences co-canal.....	22
Fig.2.5 : phénomène de Fading.....	22
Fig. 2.6: Catégories de fading [44].....	23
Fig.2.7: Effet Doppler.....	24
Fig. 2.8: après obstacle à sommet plat.....	25
Fig. 2.9: après obstacle à sommet plat.....	25
Fig. 2.10: après premier obstacle	26
Fig. 2.11: au dessus de seconde obstacle.....	27
Fig. 2.12:après seconde obstacle.....	27
Fig. 2.13 : après premier obstacle.....	28
Fig. 2.14: au dessus de seconde obstacle.....	28
Fig. 2.15: après seconde obstacle.....	29
Fig. 2.16: simulation du modèle de HATA.....	30
Fig . 2.17: simulation du modèle de HATA.....	30
Fig. 2.18:simulation de path loss et variation lentes dues à effet de masque.....	31
Fig. 2.19: simulation de path loss et variation lentes dues à effet de masque.....	32
Fig. 2.20:spectrum doppler d'un signal équivalent à faible passe.....	33

Fig. 2.21: spectrum doppler d'un signal équivalent à faible passe.....	33
Fig. 2.22: variation globales de SUZUKI et variation lognormales lents.....	34
Fig. 2.23: CDFs de SUZUKI et série lognormale.....	35
Fig. 2.24: variation globales de SUZUKI et variation lognormales lents.....	35
Fig 2.25: CDFs de SUZUKI et série lognormale.....	36
Fig. 2.26: variations globales à LOO distribuées et variations de signal direct.....	37
Fig. 2.27: série LOO globale lognormal et rayleigh CDFs.....	37
Fig. 2.28: variations globales à LOO distribuées et variations de signal direct.....	38
Fig. 2.29: série LOO globale lognormal et rayleigh CDFs.....	38

Chapitre III Simulation des modèles avec Atoll

Fig. 3.1. : L'icône du logiciel Forsk Atoll.....	41
Fig. 3.2: Lancement de l'outil ATOLL.....	42
Fig. 3.3 : L'interface d'ATOLL.....	42
Fig. 3.4.: Choix de projet.....	43
Fig. 3.5 : réglage des paramètres de projection et de formats.....	44
Fig. 3.6: Importation des données numérique.....	45
Fig. 3.7: ajouter la maps a mon nouveau document.....	45
Fig. 3.8: Importation de la carte online (Google earth).....	46
Fig. 3.9: création d'un nouveau site.....	46
Fig.3.10 : création d'un nouveau émetteur - onglet Émetteur.....	47
Fig. 3.11: configuration de la cellule.....	48
Fig.3.12: Paramètres d'antenne.....	48
Fig.3.13:tilte mécanique et tilt électrique.....	49
Fig.3.14:le diagramme vertical et horizontale de tilt.....	49
Fig.3.15 : Polarisation d'antenne.....	50
Fig. 3.16: Création d'une nouvelle couverture par le niveau du signal.....	51
Fig.3.17 : Prédiction de la couverture par niveau du signal.....	52
Fig.3.18: le modèle OKUMURA-HATA.....	53
Fig. 3.19: le modèle COST-HATA.....	53

Fig. 3.20: le modèle Longley-Rice.....	54
--	----

CHAPITRE IV Pratique ATOLL

FIG .4.1.Nouveau module ACP.....	57
FIG.4.2.Sélection de zone dans le module ACP.....	57
Fig.4.3.Contrôle des costs dans ACP.....	58
Fig 4.4. Reconfiguration des émetteurs dans le module ACP.....	59
Fig.4.5. Réglage de la couverture UMTS RSCP dans le module ACP.....	60
Fig.4.6. Modifications après optimisation dans le module ACP.....	60
Fig.4.7. Graphique après optimisation dans le module ACP.....	61
Fig.4.8.POINT ANALYSIS.....	62
Fig.4.10.courbe de la distance par la puissance.....	63

Liste des tableaux

Chapitre I Etat De L'art Sur Les Modèles De Propagation Dans Les Réseaux Mobiles.

Tableau 1.1: les valeurs des paramètres des différents terrains pour le modèle d'Ericsson.....14

CHAPITRE IV Pratique ATOLL

Tableau .4.9.la couverture et la puissance de site1 63

Liste des Abréviations et Acronymes

BS : base station

CCI: co-canal interférence

CDMA : code division multiple acces

ECC: electronic communication commitre

EGPRS:enhanced general packet radio servic

GPRS: general packet radio servic

GPS: global positioning system

GSM: global system mobile

LOS :line of sight

LTE : long term evolution

MS :mobile station

NNT: modèle numérique de terrain

QOS: quality of servis

UHF: ultra haute frequence

UMTS: universal mobile

INTRODUCTION GENERALE

Afin d'offrir un service de téléphonie radio-mobile de bonne qualité à leur abonnés, les opérateurs de téléphonie mobile effectuent des études techniques sur ces liaisons prenant en compte les différents affaiblissements ainsi que les différents mécanismes et phénomènes de propagation entrent en jeu : La réflexion, la réfraction, la transmission, la diffusion, fading, et les trajets multiples etc.

Une estimation précise des pertes de propagation fournit une bonne base pour une conception correcte de la radio ingénierie. Plusieurs modèles empiriques de prédiction d'affaiblissement ont été développés, la généralisation de ces modèles à n'importe quel environnement est encore discutable. Pour pallier cet inconvénient, les paramètres des modèles empiriques peuvent être ajustés ou réglés en fonction de mesures réelles dans un environnement cible [1].

Les différents mécanismes et phénomènes de propagation entrent en jeu (la réflexion, la réfraction, la transmission, la diffusion, fading, et les trajets multiples etc.), pour ce faire les opérateurs disposent de services techniques qui effectuent des mesures du signal radio sur le terrain et mettent au point les outils d'ingénierie informatique permettant de visualiser et de prévoir la couverture radioélectrique. Pour cela ils utilisent et mettent au point des modèles de propagation des ondes radioélectriques utilisées par le réseau de télécommunication radio mobile, afin de les aider à améliorer la qualité (couverture, transmission) du réseau de télécommunication [2].

Ces modèles sont utilisés pour planifier la couverture d'un réseau radio, mobile (GSM, UMTS,...), broadcast (radio, TV), peuvent être classés en trois catégories : on distingue les modèles : empiriques, semi-empiriques et déterministes. [2-3]

L'optimisation est l'une des principales étapes pour améliorer les performances des réseaux de télécommunications. Elle comprend plusieurs types d'analyses et d'actions menées pour apporter des améliorations au niveau du réseau, que ce soit au niveau de couverture, qualité de la liaison radio ou au niveau d'autres paramètres.

Afin d'obtenir la satisfaction des clients, les opérateurs s'efforcent d'assurer la continuité des services fournis avec la meilleure qualité. Par conséquent, l'optimisation avec cet objectif est un élément de service nécessaire et important pour maintenir et améliorer la qualité et la capacité du réseau. Lorsque les opérateurs envisagent de mettre en œuvre de nouvelles fonctionnalités au niveau du réseau, il est également important de maintenir la bonne qualité de service attendue par les clients. La phase d'optimisation permet également de minimiser les coûts et d'optimiser les

ressources rares. C'est l'une des phases les plus critiques du cycle de vie d'un réseau cellulaire. Après le fonctionnement du réseau, l'opérateur doit assurer son fonctionnement normal. Cela est nécessaire pour surveiller la qualité de service et adapter le réseau aux diverses fluctuations pour améliorer et étendre le réseau [25].

Chapitre I :

**ETAT DE L'ART SUR LES MODELES DE
PROPAGATION DANS LES RESEAUX MOBILES.**

I. INTRODUCTION :

Par suite de l'augmentation de la demande sur la communication sans fil dans les milieux vallonnés, l'attention de nombreux chercheurs a été attirée, Il a été noté que, lorsqu'un utilisateur mobile se déplace sur des grandes distances, l'atténuation de la propagation des ondes radio est affectée par la distance de séparation de l'antenne et les grands objets, comme les collines, les bâtiments et la végétation. Ainsi, des petites objets dans le canal radio, tels que des arbres, des murs inégaux, des voitures et lampadaires, induisent des variations plus rapides sur le signal radio et conduit à la perte de chemin de ce dernier [5]. De nombreux effets entraînent également une perte de chemin, tels que, réfraction, diffraction, réflexion, perte de couplage et absorption. La perte de chemin est également influencée par contours du terrain, environnement (urbain ou rural, végétation et feuillage), milieu de propagation (air sec ou humide), la distance entre l'émetteur et le récepteur, et la hauteur et l'emplacement des antennes [6]. La variation de la hauteur de l'émetteur ou bien du récepteur produit également une perte de trajet [7]. Une grande variété des approches ont été développées pour prédire la couverture en utilisant ce qu'on appelle les modèles de propagation. La modélisation de la propagation est un effort pour prédire ce qui arrive aux signaux dans leurs trajets depuis l'émetteur jusqu'au récepteur. De toute évidence, le signal reçu est plus faible avec l'augmentation de la distance. La prédiction et l'estimation de la perte de trajet est un élément important pour la conception de n'importe quel système de communication. L'Union internationale des radio-télécommunications (UIT-R) a encouragé les scientifiques et les ingénieurs dans leurs pays pour effectuer des recherches menant au développement des modèles de propagation dans leurs localités (Rapport du CCIR 239-6, 1986) [8].

I. 1. Qu'est-ce Qu'un Modèle de propagation ?

Le modèle de propagation est un procédé essentiel au début du déploiement du réseau, car il permet des prédictions précises sur la couverture [09].

Le modèle de propagation des ondes radio est un modèle mathématique, donné par un certain nombre de paramètres (caractéristiques techniques, type d'environnement géographique) qui permet de simuler les pertes entre un émetteur et un récepteur [10].

Un modèle de propagation adapté à un environnement donné est un élément essentiel pour la planification et l'optimisation d'un réseau mobile. Les points clés de la planification radio sont : la couverture, la capacité et la qualité de service. Afin de permettre aux usagers d'accéder aux

différents services mobiles, un accent particulier doit être mis sur le dimensionnement de la couverture radio. Les modèles de propagation sont largement utilisés dans la planification du réseau, en particulier pour la réalisation d'études de faisabilité et le déploiement initial du réseau, ou alors, lors des extensions réseau notamment dans les nouvelles métropoles. Pour déterminer les caractéristiques du canal de propagation radio, les tests des modèles de propagation réels et la calibration des modèles existants sont nécessaires pour obtenir un modèle de propagation qui reflète- exactement les caractéristiques de propagation radioélectrique dans un environnement donné [11].

I.2. Les Modèles de propagation dans Un réseau GSM :

Atteindre les performances optimales est un enjeu crucial dans les réseaux cellulaires GSM. De la planification du réseau perspective dont il faut être capable de modéliser avec succès l'estimation du canal radio pour l'obtention de la QoS. Dans les réseaux de communication GSM, la transmission de données entre l'émetteur et le récepteur est réalisée au moyen des ondes électromagnétiques. Ces ondes peuvent être affectées par plusieurs facteurs, tels que la réflexion, la diffraction, la perte d'espace libre, absorption et etc. Ainsi que, les différents environnements : urbain, suburbain et rural peut être une raison d'affaiblissement du signal [12], [13]

I.3. Modèle d'Okumura :

Le modèle d'Okumura [14], [15] est l'un des modèles les plus couramment utilisés. Presque tous les modèles de propagation présentent une forme améliorée de ce modèle. Il peut être utilisé pour des fréquences jusqu'à 3000 MHz. La distance entre l'émetteur et le récepteur peut être d'environ 100 km tandis que la hauteur du récepteur peut être de 3 m à 10 m

I.3.1. Modèle de Hata :

Le modèle de Hata [16] est tiré des courbes d'Okumura et est exprimée en fonction de formules empiriques. Le domaine de validité du modèle est le même approximativement que le modèle d'Okumura (fréquences : 150 MHz-1500 MHz, hauteur de l'antenne de la station de base : 30 m-200 m, hauteur de l'antenne de la station mobile : 1 m-10 m.).

I.3.2. Modèle Hata-Okumura :

Le modèle Hata-Okumura (Hata 1981 & Neskovic et al. 2000), intègre les informations graphiques du Modèle d'Okumura (Okumura et al. 1968). Le modèle Hata pour les zones urbaines (également connu sous le nom d'Okumura-Hata), est un modèle de propagation largement utilisé

pour prédire l'affaiblissement sur le trajet dans les zones urbaines. Ce modèle prend en compte les effets de la diffraction, de la réflexion et de la diffusion causés par les structures urbaines. Le modèle a également reformulé pour prédire la perte de trajet dans les zones suburbaines et ouvertes. [17]

I.3.3. Modèle COST-231 Hata :

Le modèle COST-231 Hata est une extension du modèle Hata-Okumura développé par Hata (1981) à partir du modèle original d'affaiblissement sur le trajet d'Okumura [Okumura, 1968] et est utilisé pour la prédiction de l'affaiblissement sur le trajet pour les systèmes mobiles sans fil en milieu urbain. Les facteurs de correction pour l'utilisation de ce modèle en milieu périurbain sont fournies dans [Abhayawardhana et al., 2005]. Ce modèle a été développé pour une utilisation en 1500-2000MHz avec CPE des hauteurs jusqu'à 10 m et des hauteurs d'émetteur de 30 à 200 m [Hata, 1981]. Cependant, en raison de sa simplicité et de son utilisation étendue, ce modèle est sélectionné pour cette étude dans la bande 2360-2390MHz. De plus, ce modèle est à la base le modèle de propagation standard qui est utilisé pour la modélisation de la perte de chemin dans les systèmes WiMAX [Asztalos, 2008],[18], [19], [20], [21]

I.3.4. Modèle d'Ericsson :

Comme spécifié dans le nom, le modèle de perte de chemin d'Ericsson est développé par Ericsson Inc. pour prédire la perte de trajet sous le logiciel de planification de réseau. ce modèle est basé sur le Modèle Hata-Okumara modifié pour permettre des changements sur les paramètres en fonction de l'environnement de propagation.[22]

I.3.5. Modèle d'ECC-33 :

Le modèle de perte de trajet ECC-33 est développé par Electronic Communication Committee (ECC), qui est extrapolé à partir des mesures originales d'Okumura et a modifié ses hypothèses de sorte qu'il représente plus étroitement un système d'accès sans fil fixe (FWA) [23]. Le modèle de propagation empirique largement utilisé est le modèle Hata-Okumura, qui est un modèle bien établi pour la bande Ultra Haute Fréquence (UHF). Le modèle Okumura original ne fournit aucune donnée supérieure à 3 GHz. Basé sur la connaissance préalable du modèle d'Okumura une méthode extrapolée est appliquée pour prédire le modèle pour une fréquence supérieure à 3 GHz

I.3.6. Modèle d'Egli :

Le modèle Egli est adapté à une utilisation dans les systèmes mobiles dans les bandes de 3MHz-3GHz et est normalement utilisé lorsqu'il y a **LOS** entre une antenne fixe et une antenne

mobile [Egli, 1957]. Ce modèle peut être utilisé aussi pour la prédiction de la perte de trajectoire dans la gamme de fréquences sélectionnée pour cette étude [24].

I.3.7. Modèle de Stanford University Interim (SUI) :

Le consortium des normes de réseau sans fil IEEE 802.16 a proposé des normes pour la gamme de fréquences en dessous de 11 GHz, ayant le modèle de canal développé par Université de Stanford, ou modèle SUI. Ce modèle reprend l'héritage de la fréquence du modèle Hata extension pour plus de 1800 MHz. Petite correction dans ces paramètres, peut être étendu jusqu'à la fréquence de bande de 3 GHz. Dans ce modèle, la hauteur de l'antenne BS peut varier de 10 m à 80 m et côté récepteur la hauteur peut varier entre 2 m à 20 mètres [25],[26].

I.3.8. Modèle de BERTONI-WALFISCH :

Le modèle de **BERTONI-WALFISCH** prend en compte l'influence des positionnements des immeubles sur une communication radio mobile. Il suppose que la propagation se fait principalement par diffraction au sommet des bâtiments se trouvant au voisinage du récepteur mobile [27].

I.3.9. Modèle d'IKEGAMI :

Il est basé sur la théorie de l'optique géométrique, où l'on considère la propagation de l'onde limitée en deux rayons. Il suppose par ailleurs, une structure idéale d'une ville avec une hauteur des bâtiments uniforme.[27]

I.3.10. Modèle Walfisch-Ikegami :

Le groupe de recherche européen COST231 utilise un modèle combinant les approches empiriques et déterministes pour calculer les pertes de propagation en milieu urbain. Ce modèle prend en compte la perte de propagation en espace libre, la perte par diffraction et la perte entre les toits des bâtiments voisins. Il permet d'estimer l'affaiblissement de parcours en fonction de multiples paramètres tel que la largeur des rues, la longueur et la hauteur des immeubles, ainsi que l'angle de la rue par rapport au trajet direct. Il se base principalement sur les modèles de Walfisch et Bertoni ainsi que d'Ikegami [28].

I.3.11. Modèle de COST-CEN :

La méthode de calcul de l'affaiblissement est issue de travaux de **WALFISCH** et **BERTONI** sur la diffraction multiple par des arêtes alignées et uniformément réparties et sur ceux d'IKEGAMI pour la prise en compte de la dernière diffraction au niveau du mobile [27].

I.3.12. Modèle de COST-CEN :

La méthode de calcul de l'affaiblissement est issue de travaux de **WALFISH** et **BERTONI** sur la diffraction multiple par des arêtes alignées et uniformément réparties et sur ceux d'**IKEGAMI** pour la prise en compte de la dernière diffraction au niveau du mobile [27].

I.3.13. Modèle de SAKAGAMI-KUBOI :

Le modèle de Sakagami-Kuboi est un modèle empirique micro cellulaire, qui traite différents types de propagation et comprend un ensemble de paramètres étroitement liés à la nature de l'environnement [29].

I.3.14. Modèle de Motley-Keenan :

Le modèle de Motley-Keenan suggère que la moyenne de l'atténuation de parcours $L_{p0}(d)$ peut être estimée à partir de l'atténuation de l'espace libre $L_p(d)$ et du nombre de murs compris entre l'émetteur et le récepteur. En effet, ce modèle prend en considération les pertes individuelles causées par tous les murs et les planchers qui existent entre l'émetteur et le récepteur[30].

I.3.15. Le modèle de Longley-Rice :

Le modèle de Longley-Rice est également connu comme modèle de terrain irrégulier (ITM) et destiné pour les fréquences comprises entre 20 MHz et 20 GHz (usage général).ce modèle peut être appliqué dans une grande variété des problèmes d'ingénierie. Le modèle, qui est basé sur la théorie de l'électromagnétisme et sur les analyses statistiques des caractéristiques du terrain et mesures radio, prédit l'atténuation médiane d'un signal radio en fonction de la distance et de la variabilité du signal dans le temps [31].

I.4.Les Modèles les plus utilisés dans les travaux de recherche

I.4. 1. Modèle de Hâta :

Hata a présenté un modèle standard d'affaiblissement pour l'environnement urbain et a introduit des corrections pour des cas particuliers.[10]

$$L_{50} (\text{urbain}) = 69.55 + 26.16 \log(f_c) - 13.82 \log(h_{te}) - a(h_{re}) + (44.9 - 6.5582 \log(h_{te})) \log(d) \dots (I.1)$$

Où

- Une petite à moyenne ville : $a(h_{re}) = (1.1 \log(f_c) - 0.7)h_{re} - (1.56 \log(f_c) - 0.8) \text{ en dB}$

- Grande ville ($f_c < 300 \text{ MHz}$) : $a(h_{re}) = 8.29(\log 1.54h_{re})^2 - 1.1 \text{ en dB}$
- Grande ville ($f_c > 300 \text{ MHz}$) : $a(h_{re}) = 3.2(\log 11.75h_{re})^2 - 4.97 \text{ en dB}$

En milieu suburbain nous devons apporter une correction à la formule ci-dessus :

$$L_{50}(\text{suburbain}) = L_{50}(\text{urbain}) - 2 \left(\log \frac{f_c}{28} \right)^2 - 5.4 \dots\dots\dots (1.2)$$

En milieu rural :

- Environnement dégagé :

$$L_{50}(\text{rural}) = L_{50}(\text{urbain}) - 4.78(\log(f_c))^2 - 18.33(\log(f_c)) - 40.94 \dots\dots\dots (1.3)$$

- Environnement semi-dégagé :

$$L_{50}(\text{rural}) = L_{50}(\text{urbain}) - 4.78(\log(f_c))^2 - 18.33(\log(f_c)) - 35.94 \dots\dots\dots (1.4)$$

I.4.2. Modèle Hata-Okumura :

Le modèle Hata pour les zones urbaines a les paramètres suivants :

- Gamme de fréquences : 150 MHz à 1 500 MHz
- Hauteur de l'émetteur : 30 m à 200 m
- Distance de liaison : 1 km à 20 km
- Hauteur de la station mobile (MS) : 1 m à 10 m

Le modèle Hata pour les zones urbaines est formulé comme:

$$L_U = 69.55 + 26.16 \log(f) - 13.82 \log(h_B) - C_H (44.9 - 6.55 \log(h_B)) \log(d) \dots\dots\dots (1.5)$$

Pour les petites ou moyennes villes (où la hauteur de l'antenne mobile ne dépasse pas 10 mètres):

$$C_H = 0.8 + (1.1 \log(f) - 0.7)h_M - 1.56 \log(f) \dots\dots\dots (1.6)$$

Pour les grandes villes:

$$C_H = \begin{cases} 8.29 \log(1.5h_M)^2 - 1.1 \text{ pour } 150 \text{ MHz} \leq f \leq 200 \text{ MHz} \dots\dots\dots (1.7) \\ 3.2(\log(11.7h_M))^2 - 4.97 \text{ pour } 200 \text{ MHz} \leq f \leq 1500 \text{ MHz} \dots\dots\dots (1.8) \end{cases}$$

Où:

- L_U = Perte de chemin dans les zones urbaines
- h_b = Hauteur de l'antenne de la station de base en mètres (m)
- h_M = Hauteur de l'antenne de la station mobile en mètres (m)

- f = Fréquence de transmission en mégahertz (MHz).
- C_H = Facteur de correction de hauteur d'antenne
- d = Distance entre la base et les stations mobiles en kilomètres (km)

Le modèle Hata pour les zones suburbaines est largement utilisé pour la prédiction de perte de trajet dans les périphéries des villes et d'autres zones rurales où les structures artificielles sont disponibles mais pas aussi hautes et denses que dans les villes. Le modèle est basé sur la Modèle Hata pour les zones urbaines et utilise la perte de chemin médiane des zones urbaines. L'équation du modèle Hata pour Les zones suburbaines sont formulées comme

$$L_{su} = L_u - 2 \left(\log \frac{f}{28} \right)^2 - 5.4 \dots \dots \dots (I.9)$$

Où:

- L_{su} = perte de trajet dans les zones suburbaines en décibels (dB)
- L_{tu} = Affaiblissement moyen sur le trajet dans les zones urbaines en décibels (dB)
- f = Fréquence de transmission en mégahertz (MHz).

Le modèle Hata pour les zones ouvertes prédit la perte de trajet dans les zones ouvertes où aucun obstacle ne bloque le lien de transmission. Ce modèle est adapté aux transmissions point à point et de diffusion. Modèle Hata pour open domaines est formulé comme

$$L_0 = L_4 - 4.78(\log(f))^2 + 18.33 \log(f) - 40.94 \dots \dots \dots (I.10)$$

Où:

- L_0 = Perte de trajet en zone dégagée. Unité : (dB).
- L_{tu} = Perte de trajet en zone urbaine. Unité : décibel (dB).
- f = Fréquence de transmission. Unité : (MHz) [17].

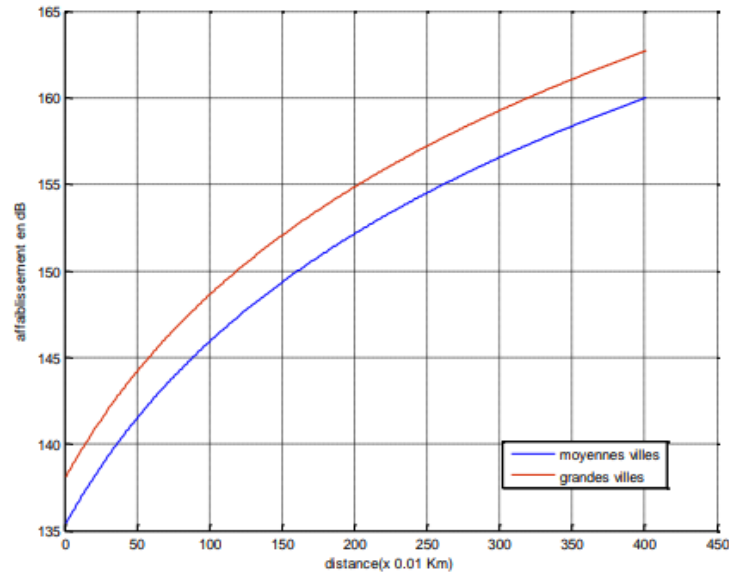


Fig.1.1:Modèle d'OKUMURA HATA (niveau de variation de l'affaiblissement en fonction de la distance MS-BTS).

I.4.3. Modèle COST-231 Hata

La perte de trajet du modèle COST-231 Hata est donnée par l'équation (1.11) [COST Action 231, 1999]

$$P_L(dB) = 46.3 + 33.9 \log_{10}(f) - 13.82 \log_{10}(h_b) + ah_m + (44.9 - 6.55 \log_{10}(h_b) \log_{10}(d)) + C_m \dots \dots \dots \quad (\text{I.11})$$

Où

f est la fréquence en MHz, d est la distance entre les antennes BS et CPE en km et h_b est l'antenne BS hauteur au-dessus du sol en mètres.

Le paramètre de correction ah est défini par (12) et (13) pour les environnements urbains et suburbains respectivement [Abhayawardhana et al., 2005]. Le paramètre de correction CM est donné comme CM (urbain)=3dB et CM (suburbain) =0 dB. [Abhayawardhana et al., 2005].

$$ah_m = 3.2(\log_{10}(11.7H_r))^2 - 4.97 \dots \dots \dots \quad (\text{I.12})$$

$$ah_m = (1.1 \log_{10}(f - 0.7))H_r - (1.56 \log_{10}(f - 0.8)) \dots \dots \dots \quad (\text{I.13})$$

où H_r est la hauteur de l'antenne CPE en mètres [33] ,[19].

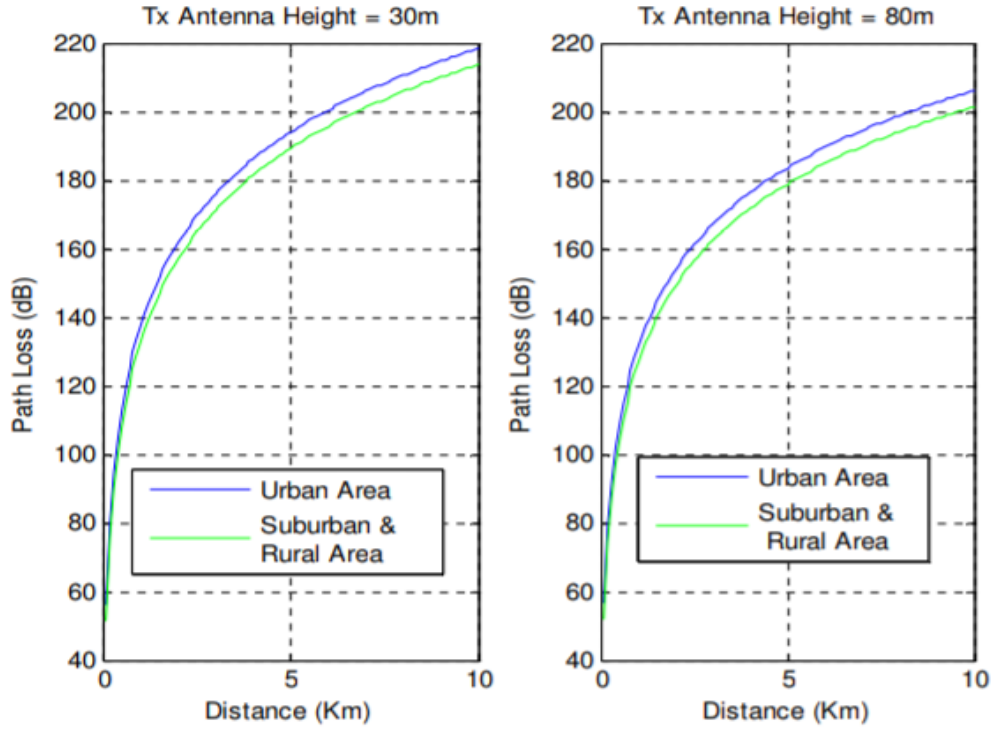


Fig . 1. 2: HATA COST 231 model (1900 MHZ)

I.4.4. Modèle de SUI :

Le modèle de SUI propose trois types de terrain différents comme le terrain A localité urbaine dense, le terrain B à des régions vallonnées et le terrain C pour les zones rurales à végétation modérée. Ce modèle est concentré sur la perte de trajet urbain avec une différente gamme d'hauteur de l'antenne du récepteur. L'expression générale de perte de chemin du modèle SUI est donnée par

$$P_L = A + 10_Y \log_{10} \left(\frac{d}{d_0} \right) + X_f + X_h + s \quad \text{pour } d > d_0 \quad (1.14)$$

où, d : Distance entre BS et antenne de réception [m],

d_0 : 100 [m],

λ : longueur d'onde [m],

X_f : Correction pour fréquence supérieure à 2,5 GHz [MHz],

X_h : Correction pour la hauteur de l'antenne de réception [m], s : Correction pour l'occultation [dB]

Y : exposant de l'affaiblissement sur le trajet.

Par la méthode statistique, les variables aléatoires sont prises comme l'exposant d'affaiblissement sur le trajet y et la norme d'évanouissement faibles est dérivé. Le paramètre est défini comme

$$A = 20 \log_{10} \left(4\pi \frac{d_0}{\lambda} \right) \dots \dots \dots (1.15)$$

et l'exposant de perte de trajet y est donné par

$$Y_y = a - b h_b + \left(\frac{c}{h_b} \right) \dots \dots \dots (1.16)$$

Le paramètre h est la hauteur d'antenne de la station de base. C'est entre 10 m et 80 m de portée. Les constantes a, b et c dépendent des types de terrain [25],[26] . Le facteur de correction de fréquence Xf et le facteur la correction d' hauteur de l'antenne du récepteur Xh pour ce modèle sont exprimées comme suit,

$$X_f = 6.21 \log_{10} \left(\frac{f}{2000} \right) \dots \dots \dots (1.17)$$

$$X_h = -10.9 \log_{10} \left(\frac{h_r}{2000} \right) \dots \dots \dots (1.18)$$

Où, f est la fréquence de fonctionnement en MHz, et hr est la hauteur de l'antenne du récepteur en mètre [34], [25] [26].

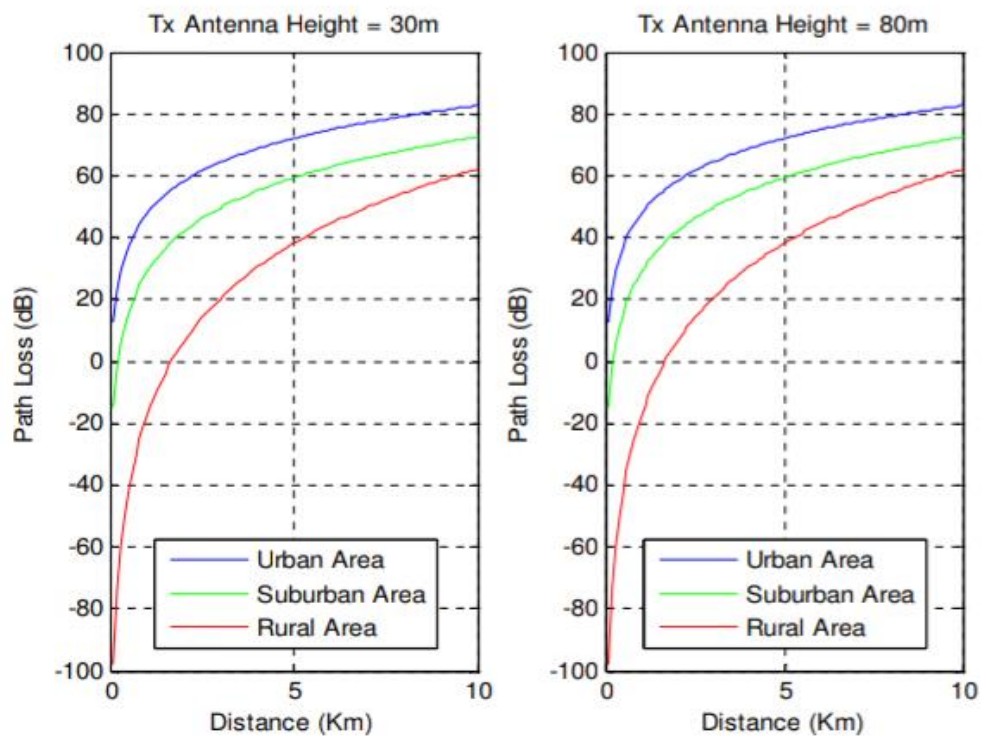


Fig.1.3: modèle de SUI (1900 MHZ)

I.4.5. Modèle Egli :

La perte de trajet pour le modèle d'Egli est donnée par (1.19) [Egli, 1957]

$$P_L(dB) = G_B G_H \left[\frac{h_b}{d^2} h_M \right]^2 \left[\frac{40}{f} \right]^2 \quad (1.19)$$

où G_B est le gain de l'antenne BS, G est le gain du CPE, h_b est la hauteur de l'antenne BS à partir de niveau du sol, h_M est la hauteur du CPE, d est la distance entre le récepteur et la BS et f est la fréquence de fonctionnement du CPE en MHz. Le modèle d'Egli peut être utilisé lorsqu'il y a propagation sur un terrain irrégulier [Egli, 1957]. Ce Il convient de noter que le modèle d'Egli ne fournit pas de facteurs de correction pour différents environnements. [24]

I.4.6. Modèle d'Ericsson :

La perte de trajet pour ce modèle peut être estimée comme suit [22]

$$P_L = a_0 + a_1 \log_{10}(d) + a_2 \log_{10}(h_b) + a_3 \log_{10}(h_b) \log_{10}(d) - 3.2 \log_{10}(11.75 h_r)^2 + g(f) \dots\dots\dots (1.20)$$

Où

f est la bande de fréquence envisagée, h_b hauteur de l'antenne de l'émetteur, h_r est la hauteur de l'antenne du récepteur, $g(f)$ peut être exprimé comme [3].

$$g(f) = 44.49 \log_{10}(f) - 4.78(\log(f))^2 \dots\dots\dots (1.21)$$

Les valeurs de a_0 , a_1 , a_2 , et a_3 , sont présentées dans le tableau pour les différents terrains.

Environnement	a_0	a_1	a_2	a_3
Urbain	36,20	30,20	12,0	0,1
Suburbain	43,20	68,93	12,0	0,1
Rural	45,90	100,60	12,0	0,1

Tableau 1.1: les valeurs des paramétrés des différents terrains pour le modèle d'Ericsson

Les valeurs des paramètres a_0 et a_1 pour les zones rurales et suburbaines sont basés sur la méthode des moindres carrés (LS) [22].

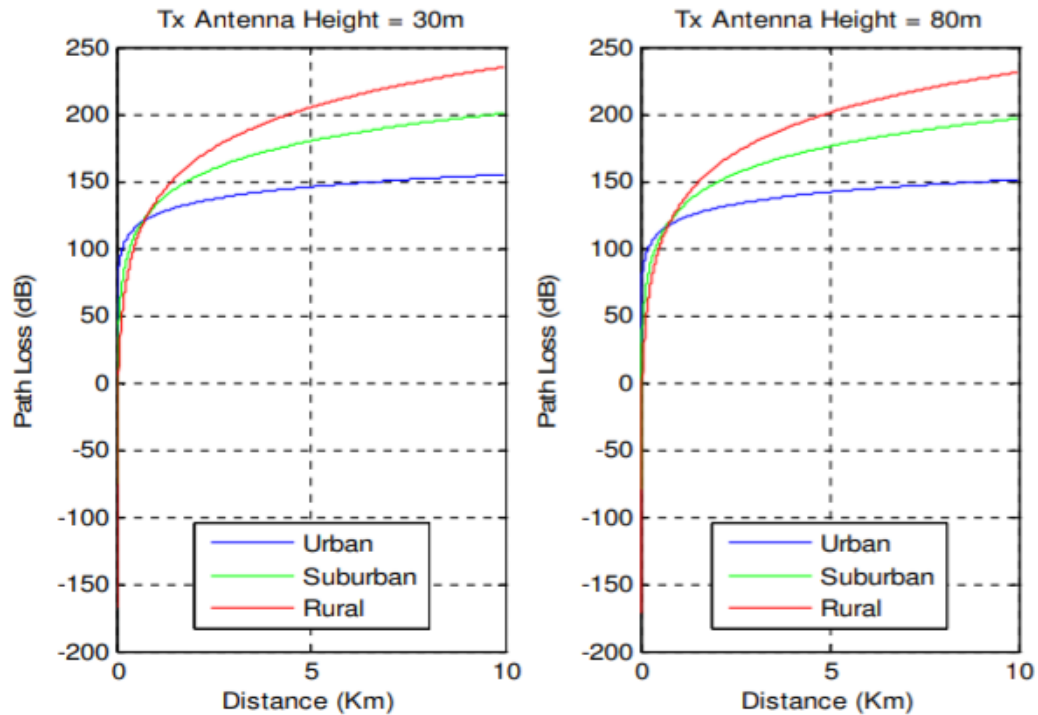


Fig.1.4: modèle d'Ericsson 9999 (2100 MHZ).

I.5. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous nous sommes intéressés aux différents modèles de propagation. Ces modèles de propagation sont des formules mathématiques obtenues à partir de très grand nombre de mesures. Les modèles seront implantés dans des outils d'ingénierie pour prédire les différentes quantités utiles pour le déploiement de systèmes de télécommunication radio ainsi que pour l'étude de la couverture radio (choix des sites, allocation de fréquences, définition des puissances).

Chapitre II

Les effets de propagation

II.1. Introduction

En parcourant un trajet entre l'émetteur et le récepteur, le signal transmis est sujet à de nombreux phénomènes dont la plupart ont souvent un effet dégradant sur la qualité du signal. Cette dégradation se traduit en pratique par des erreurs dans les messages reçus qui entraînent des pertes d'informations pour l'utilisateur ou le système. Les dégradations du signal dues à la propagation en environnement mobile peuvent être classées en différentes catégories dont les principales sont :

- Les pertes de propagation dues à la distance parcourue par l'onde radio, ou l'affaiblissement de parcours (pathloss).
- Les atténuations de puissance du signal dues aux effets de masques (shadowing) provoqués par les obstacles rencontrés par le signal sur le trajet parcouru entre l'émetteur et le récepteur.
- Les atténuations de puissance du signal dues aux effets induits par le phénomène des trajets multiples.
- Les brouillages dus aux interférences créées par d'autres émissions. Ce type de pertes est très important dans les systèmes à réutilisation de fréquences.
- Les brouillages dus au bruit ambiant provenant d'émissions d'autres systèmes [36].

II.2. Les effets de propagation

II.2.1. Atténuation due aux effets de masques :

L'atténuation la plus forte que peut subir la puissance du signal est due aux obstacles naturels ou artificiels. Cet effet a pour dénomination « effet de masque » (shadowing effect). La puissance du signal va donc varier en fonction du milieu de propagation. Plus le trajet entre l'émetteur et le récepteur contient des obstacles, plus l'atténuation du signal à la réception sera importante [36].

Une distinction importante apparaîtra donc selon que l'ensemble émetteur- récepteur est en condition de :

II.2.1.1. Vision directe (in-line-of-sight):

Cas où aucun obstacle n'est rencontré sur le trajet direct (ou ligne droite) entre l'émetteur et le récepteur.

II.2.1.2. Non-visibilité (non-line-of-sight) :

Cas de l'inexistence de trajet direct. L'effet de masque donne lieu à des évanouissements du signal qualifiés de lents (slow fading) car variant lentement dans le temps et dans l'espace.

II.2.2. Atténuation due à l'atmosphère :

L'atténuation à travers l'atmosphère est essentiellement due à l'oxygène pour ce qui concerne les fréquences situées entre 60 GHz et 118 GHz, et à la vapeur d'eau pour les fréquences 22 GHz, 138GHz et 325 GHz [37]. La pluie est l'élément de l'atmosphère ayant l'effet d'atténuation le plus important sur le signal. Ceci est dû à l'absorption de l'énergie par les gouttes d'eau, d'une part, et à la diffusion de l'énergie dans ces gouttes, d'autre part. Contrairement à l'atténuation due aux gaz qui agit de façon permanente, celle due à la pluie n'est réellement notable que pendant moins de 1% du temps. Elle est fonction de la densité de la pluie et de la fréquence d'émission utilisée. Cette atténuation n'est sensible que pour les fréquences supérieures à 1.5 GHz (0.01 dB/km pour une pluie intense par exemple, ce qui pour des communications par satellite représente une perte importante).

II.2.3.Diffraction :

Dans un environnement multi-trajets, la diffraction des ondes radios se produit quand le front d'onde électromagnétique rencontre un obstacle [38] (voir la figure 2.1).

II.2.4. La réfraction :

Provient du fait que la variation de l'indice atmosphérique entraîne une propagation courbée de l'onde émise [39].

II.2.5. La réflexion :

se produit lorsque l'onde émise rencontre un obstacle dont les dimensions sont très largement supérieures à la longueur d'onde. la réflexion peut avoir pour effet une augmentation ou une diminution du niveau du signal reçus. lorsqu'il y a un grand nombre de réflexions le niveau du signal reçus peut devenir instable [39].

II.2.7. La diffusion :

Se produit dans le même cas que la diffraction mais lorsque les dimensions des obstacles sont comparable à la longueur d'onde [39].

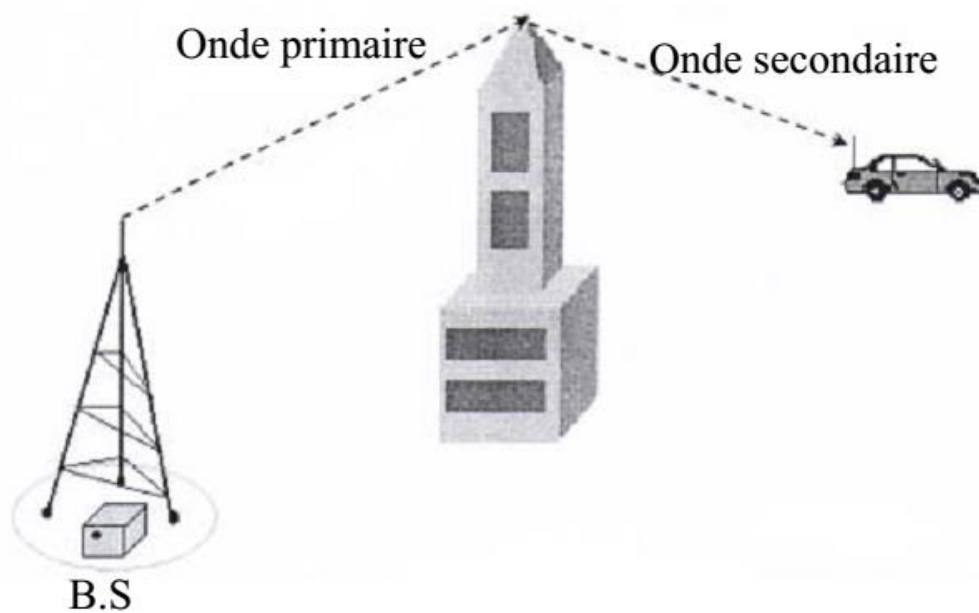


Fig.2.1.La diffraction [3].

II.2.7. Trajets multiples (multipaths) :

Comme schématisé par la figure (2.2), une onde radio se propage dans tout l'espace, elle va être réfléchiée ou absorbée par les obstacles rencontrés. En zone urbaine, les ondes réfléchies seront naturellement en nombre beaucoup plus important qu'en zone rurale car le nombre de réflecteurs y est plus important. L'onde radio peut en effet se réfléchir sur tout type d'obstacle : montagne, bâtiment, camion, avion, discontinuité de l'atmosphère ...etc.

La réflexion sur un bâtiment dépend de la hauteur, de la taille, de l'orientation du bâtiment et des directions des trajets de l'onde radio. Dans certains cas, le signal réfléchi est très fortement atténué alors que dans d'autres, presque toute l'énergie radio est réfléchiée et très peu est absorbée

Les réflexions multiples peuvent provoquer donc plusieurs trajets entre l'émetteur et le récepteur (multipath propagation). Elles ont pour conséquences deux effets : l'un positif, l'autre négatif [40].

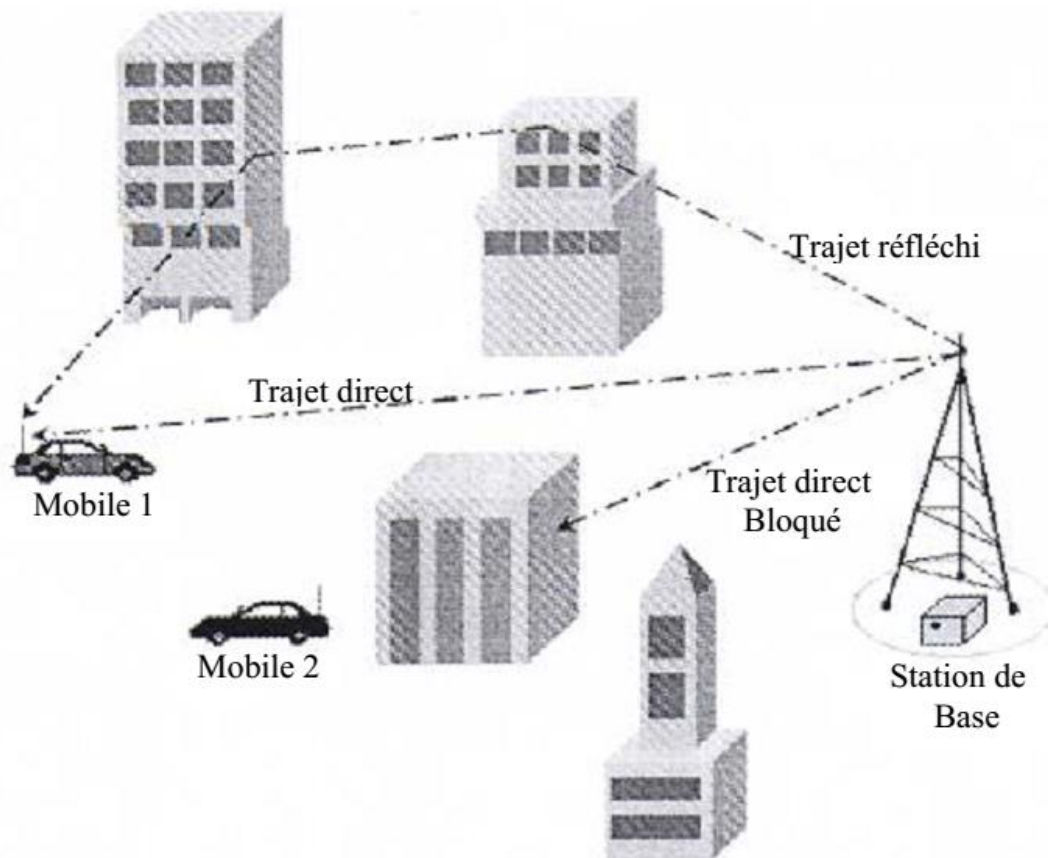


Fig.2.2.Propagation par trajets multiples.

II.2.7.1. Effet positif des multi-trajets :

Le principal avantage des trajets multiples est de permettre aux communications d'avoir lieu dans le cas où l'émetteur et le récepteur ne sont pas en vision directe. En effet, les trajets multiples permettent aux ondes radio de « franchir » les obstacles (montagnes, tunnels, bâtiments, parkings, souterrains...) et donc assurer une certaine continuité de la couverture radio.

II.2.7.2. Effet négatif des multi-trajets :

Les trajets multiples sont également à l'origine de plusieurs problèmes dont les trois principaux sont : la dispersion des retards (Delay spread), l'interférence entre les trajets issus de l'émetteur qui crée des fluctuations rapides dans la puissance du signal (Rayleigh fading), et la modulation aléatoire de fréquences due aux décalages Doppler sur les différents trajets.

II.2.8. Brouillages (bruits)

Les sources de bruit peuvent être classées en deux catégories principales. Les sources de bruit situées à l'extérieur du système de traitement d'une part et les sources de bruit interne au système, créant un bruit propre indépendant des conditions extérieures, d'autre part. Parmi les sources de bruit

internes, on distingue les perturbations de type impulsionnel engendrées par des commutations de courant dans les circuits logiques, les comparateurs, les interrupteurs électroniques etc..., et le bruit de fond produit dans les câbles et les composants électroniques par des mécanismes statistiques électriques [36].

Alors que les influences des bruits du premier groupe peuvent être réduites, voire éliminées, le bruit de fond est malheureusement irréductible. Il résulte pour l'essentiel du déplacement brownien des particules électriques en équilibre thermodynamique ou sous l'influence des champs appliqués. Ce type de bruit est assimilable à un processus stationnaire qui est caractérisé par trois composantes principales qui sont :

- Le bruit thermique (thermal noise).
- Le bruit de grenaille (shot noise).
- Le bruit additif de basse fréquence.

II.2.9. Interférences :

Les interférences sont certainement l'un des problèmes les plus importants à prendre en compte dans la conception, la mise en place et l'exploitation des systèmes de communication radio. Du fait de la croissance très rapide des systèmes de communication, il devient actuellement quasiment impossible de mettre en place un système n'ayant pas à faire à ces interférences. Dans les systèmes à réutilisation des fréquences, comme les réseaux cellulaires par exemple, les interférences sont présentes de façons permanentes et souvent importantes (cas des environnements à forte densité de trafic). Dans un système radio-mobile, les liens radio sont affectés par deux types d'interférences : les interférences inter symboles et les interférences Co-canal [36].

II.2.9.1. Les interférences inter symboles :

Dans un système numérique, particulièrement s'il fonctionne à un débit binaire élevé, la dispersion des retards (Delay spread) fait que chaque symbole (ou unité d'information) chevauche le précédent et les subséquents [41], d'où le phénomène d'interférence inter symboles (Inter symbole Interférence, ISI) comme le montre la figure (2.3).

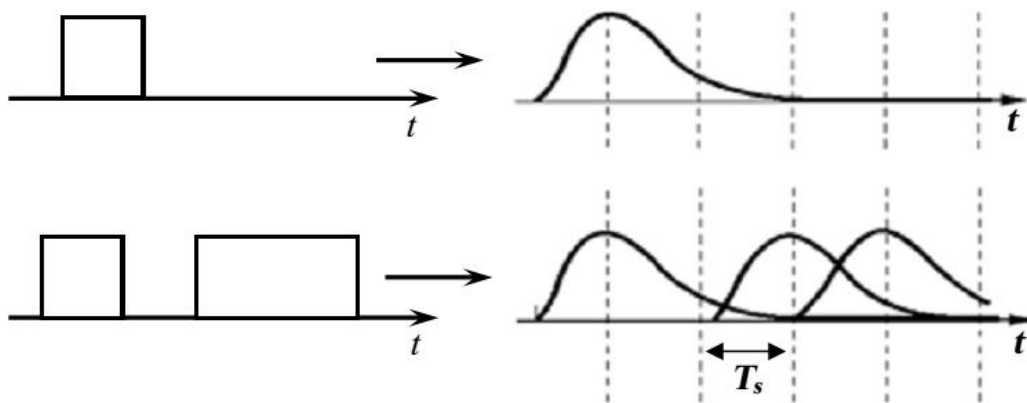


Fig.2.3. Interférences inter symboles

II.2.9.2. Les interférences Co-canal :

Lorsque les signaux émis sur une fréquence f , sont brouillés par d'autres signaux émis sur la même fréquence, il y a interférence Co-canal (Co-Canal Interférence, CCI) comme indiqué sur la figure (2.4). Ce phénomène se produit de façon importante dans les systèmes à réutilisation de fréquences comme les réseaux cellulaires par exemple [42].

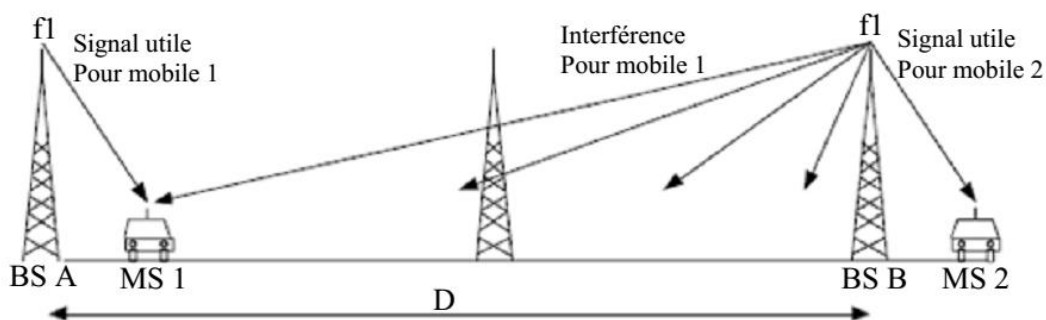


Fig.2.4: Interferences co-canal.

II.2.10. Fading :

Après réflexion sur un obstacle, l'onde radio peut être altérée en phase et en amplitude. Le phénomène d'évanouissement ou de fading résulte des variations temporelles des phases qui varient aléatoirement dans le temps. Celles-ci peuvent résulter en des signaux multiples s'ajoutant de façon destructive au niveau du récepteur [43]. Dans ce cas, le signal reçu résultant sera très faible ou pratiquement nul. Les signaux multiples reçus peuvent également s'additionner de façon constructive et le signal reçu résultant est alors plus constructif et le signal reçu est alors plus puissant que le signal du seul trajet direct.

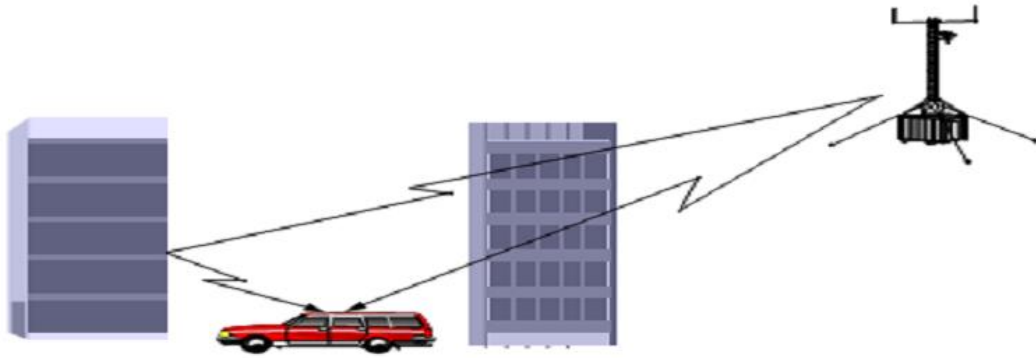


Fig.2.5 : phénomène de Fading

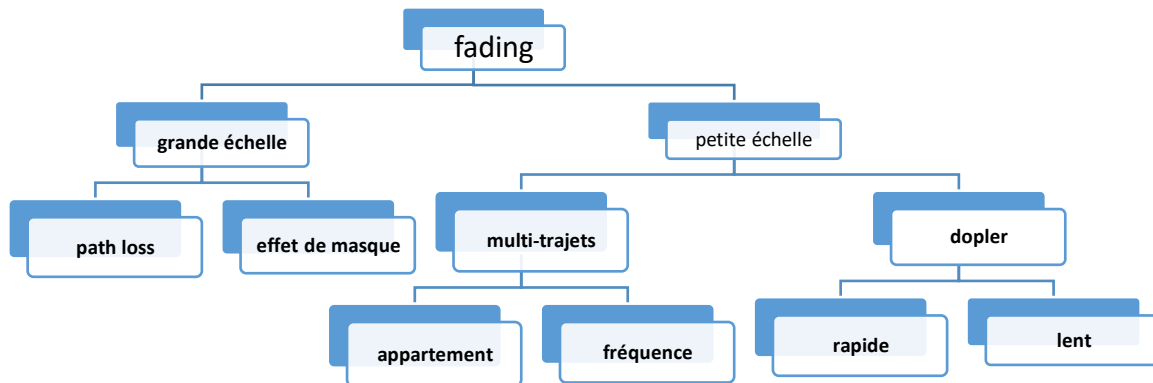


Fig. 2.6: Catégories de fading [44]

II.2.10. Décalage en fréquence (Effet Doppler) :

Quand l'émetteur et le récepteur sont en mouvement relatif avec une vitesse radiale constante, le signal reçu est sujet à un décalage constant de fréquence, appelé effet Doppler (comme le montre la figure 3.8), proportionnel à sa vitesse, à sa fréquence porteuse et à la direction de déplacement [45]. Cette dispersion fréquentielle, due à l'inconstance des caractéristiques du canal durant la propagation, résulte en une augmentation de la bande de fréquence occupée par le signal.

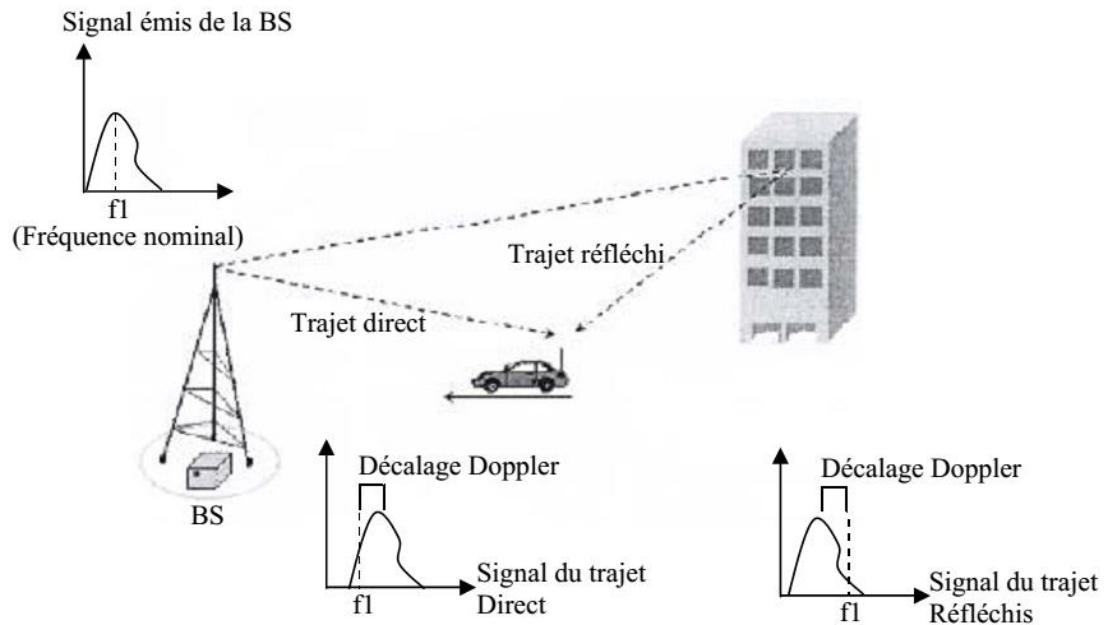


Fig.2.7: Effet Doppler.

II.3. Approche de simulation avec MATLAB

II.3.1. Modèle de Walfisch–Ikegami COST 235 :

Nous allons brièvement passer en revue un modèle pour les zones urbaines basé sur un écran multiple approche (modèle Walfisch–Ikegami COST 235).

Nous avons simulé le cas d'un obstacle à sommet plat, par exemple un bâtiment. La géométrie de ce cas se compose de deux écrans consécutifs reliés par un segment linéaire, comme illustré à la Figure 2.8 [46]. Pour simplifier, nous avons utilisé un coefficient de réflexion égal à -2 et 2.

Le scénario simulé est illustré à la Figure 2.8. La Figure 2.9 illustre la réception du signal en haut du deuxième écran, en raison de l'effet combiné du champ direct du premier écran et la réflexion sur le segment horizontal joignant les deux écrans.

- Pour: $R_0 = -2$

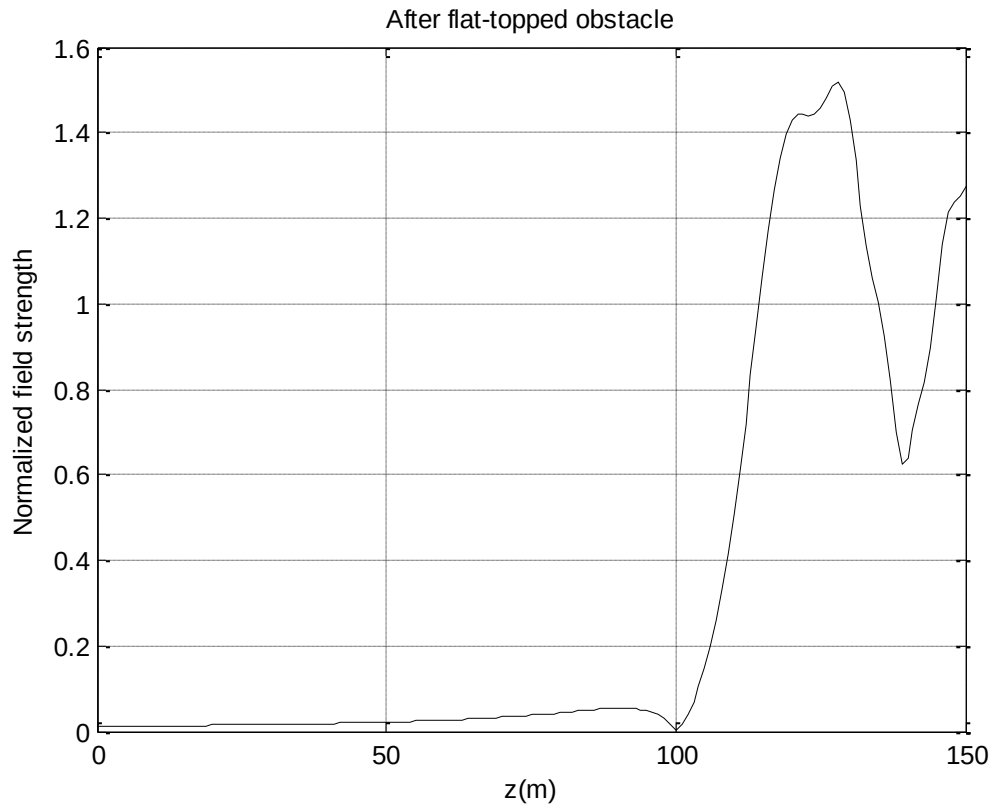


Fig. 2.8: après obstacle à sommet plat

- Pour : $R_0=2$

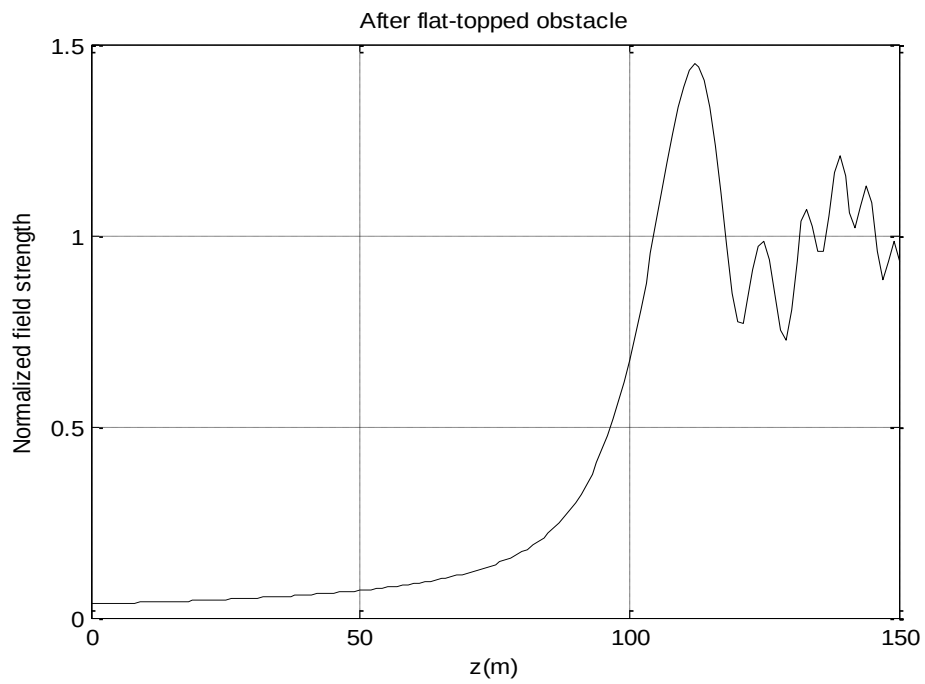


Fig. 2.9: après obstacle à sommet plat

II.3.2. Modèle Four-ray :

Nous suggérons une manière possible d'analyser la perte de propagation sur un terrain complexe et irrégulier décrit par des profils linéaires par morceaux [46].

Les exemples donnés sont simples mais devraient donner un bon aperçu de la combinaison diffraction plus effets de réflexion. Le lecteur est encouragé à analyser d'autres configurations des terrains irréguliers, où les Figures 2.10 et 2.13 illustrent l'intensité de champ normalisée après premier obstacle et les Figures 2.11 et 2.14 illustrent l'intensité de champ normalisée au dessus de seconde obstacle , les Figures 2.10 et 2.13 illustrent le après seconde obstacle.

- Pour : obstacle 1=100 ;

obstacle 2=100

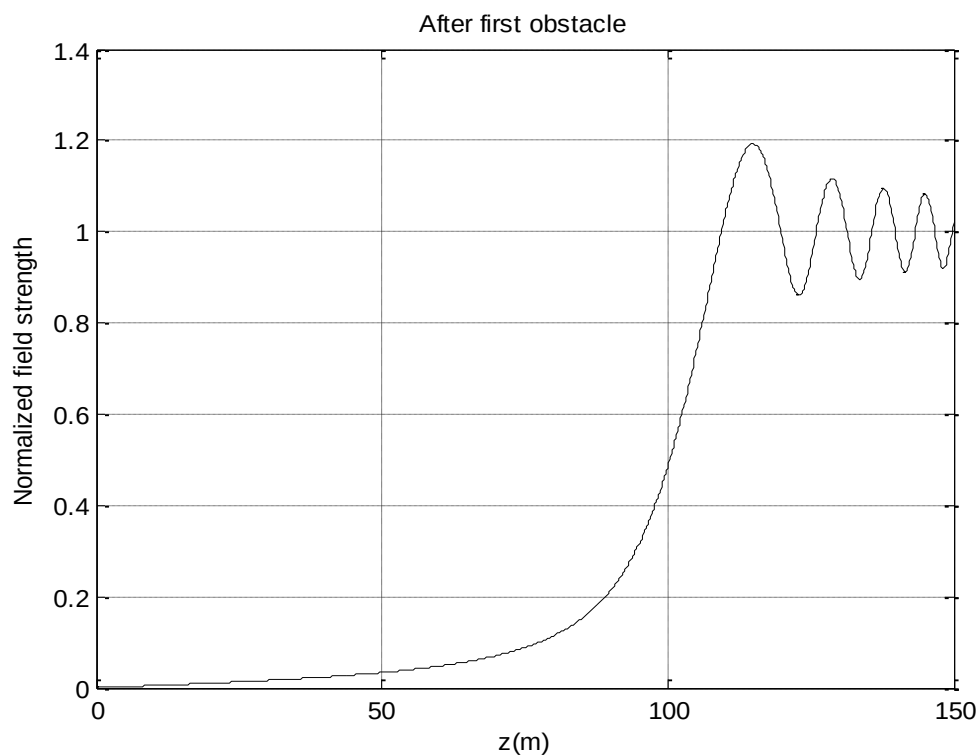


Fig. 2.10: après premier obstacle

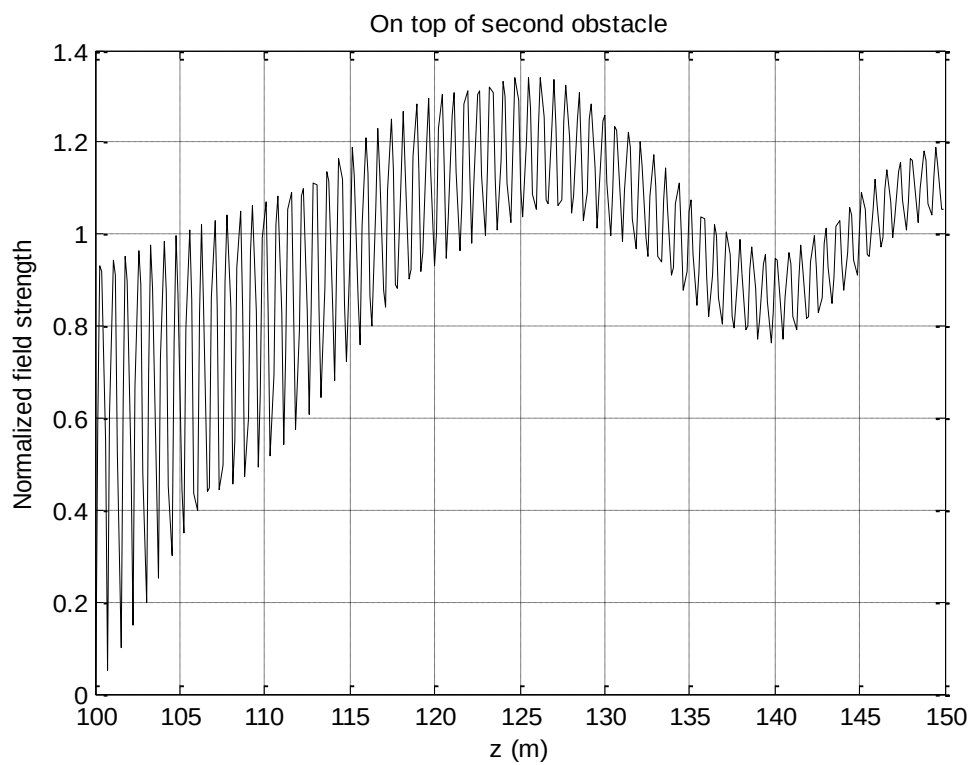


Fig. 2.11: au dessus de seconde obstacle

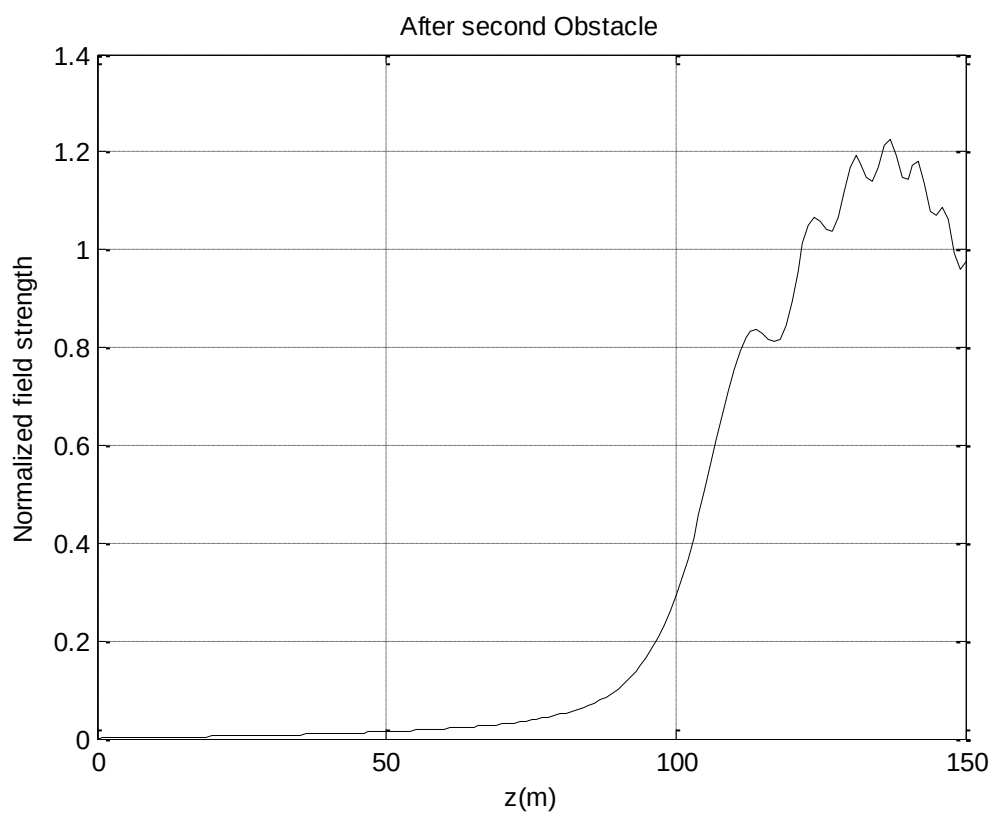


Fig. 2.12: après seconde obstacle

- Pour : obstacle 1 =120 Obstacle 2=100

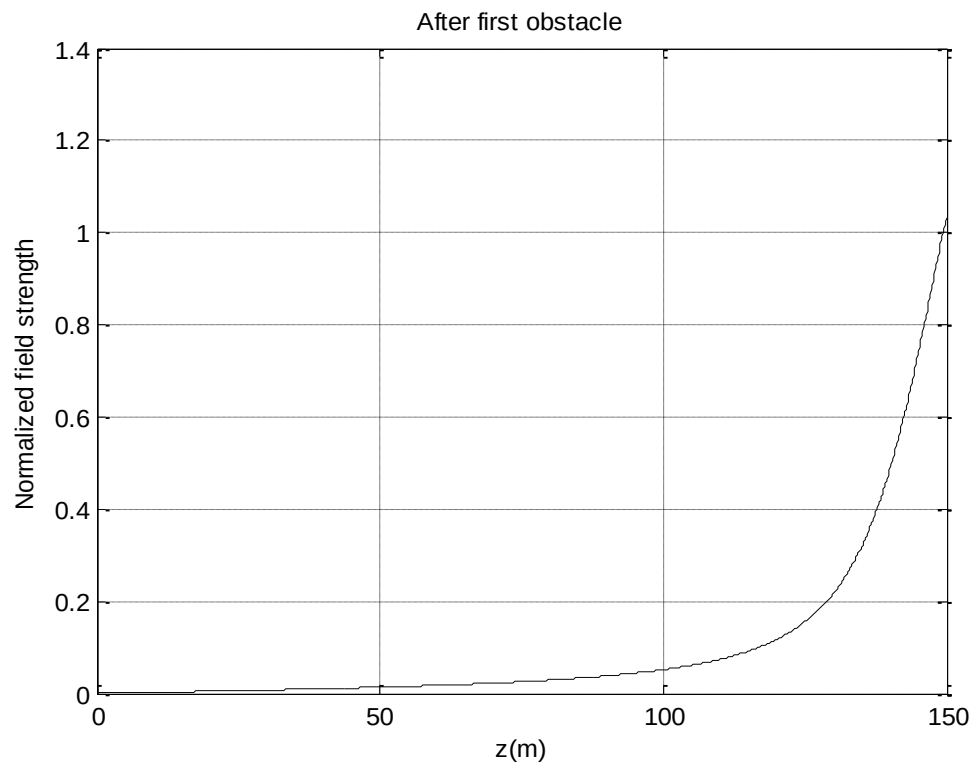


Fig. 2.13 : après premier obstacle.

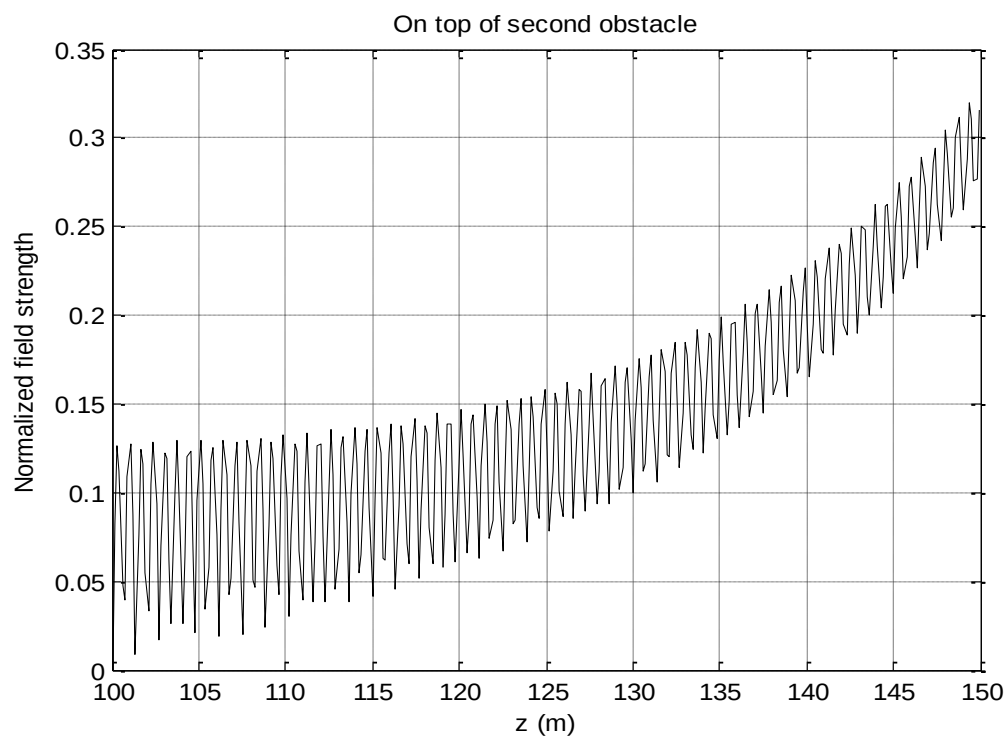


Fig. 2.14: au dessus de seconde obstacle.

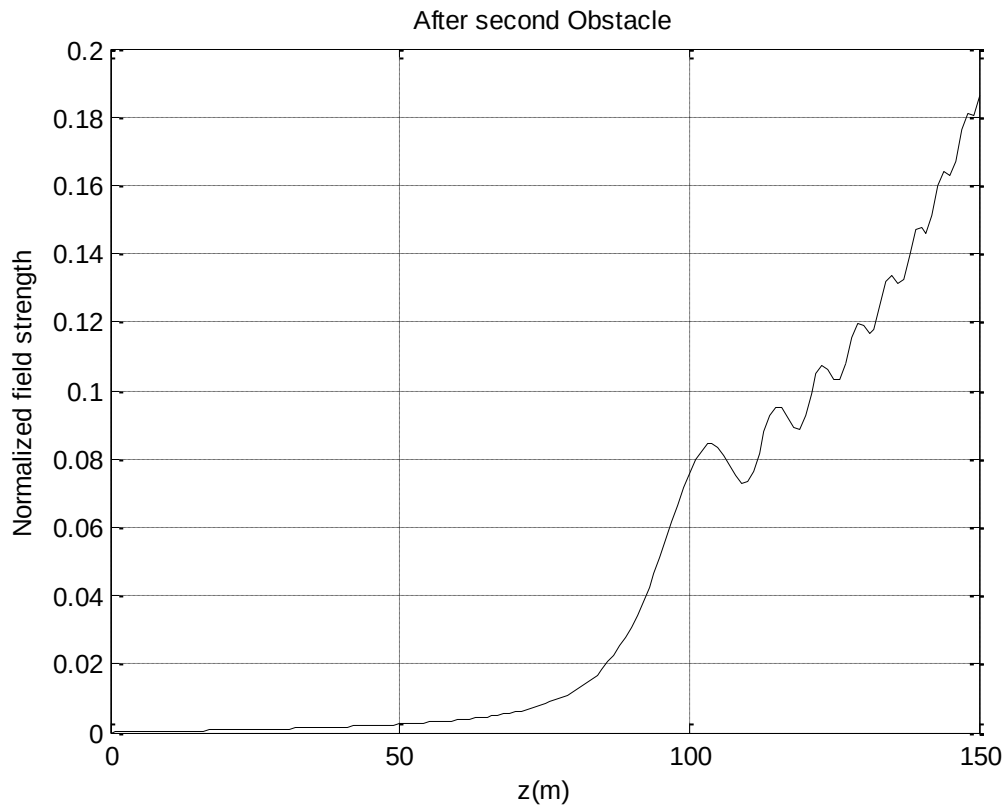


Fig. 2.15: après seconde obstacle

II.3.3. le modèle de HATA :

Le modèle de Hata [47] est une version du modèle Okumura et al [48] développé pour être utilisé dans les outils informatisés de prévision de la couverture. Hata a obtenu des expressions mathématiques en ajustant les courbes empiriques fournies par Okumura. Expressions de calcul de l'affaiblissement sur le trajet, L (dB) (entre antennes isotropes) pour les environnements urbains, suburbains et ruraux sont fournis

Où mis F est en **MHz**, h_t et h_m en mètres et d en km. Le paramètre h_t est le **BS** effectif la hauteur de l'antenne et h_m est la hauteur **MS** et la longueur du trajet radio. Pour une antenne **MS** hauteur de 1,5 m , $a(h_m)=0$. Les corrections du modèle sont données ensuite. Notez les similitudes entre ce modèle et le modèle générique $L=A+10n \log(d)$ discuté

- **Pour : $h_m=0.5$**

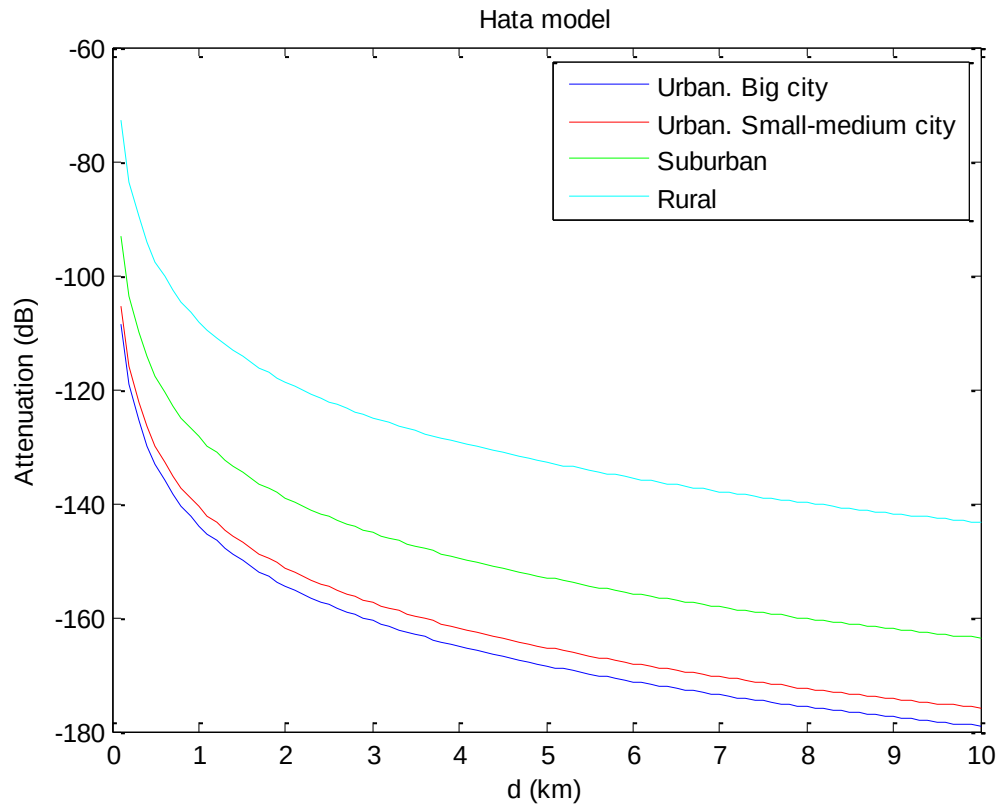


Fig. 2.16: simulation du modèle de HATA

- Pour : $h_m=3.5$

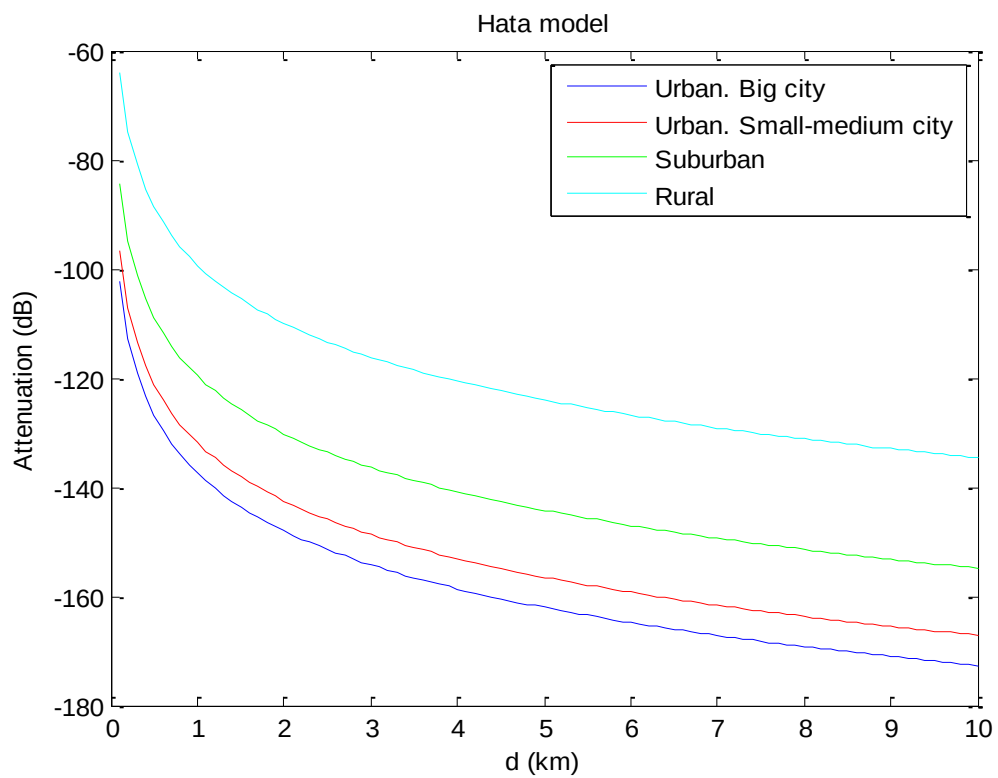


Fig . 2.17: simulation du modèle de HATA

II.3.4. Path loss :

Nous allons plus loin en introduisant la perte de chemin le long d'une route radiale plusieurs km de long, à partir de **BS**. En supposant une perte de chemin donnée par un Hata-like (par exemple, $A=100$ et $n=1$ et $n=5$) nous calculons la puissance moyenne reçue en fonction de la distance de BS. C'est la moyenne des variations d'ombrage superposées qui sont en outre caractérisées par une variabilité de localisation σ_l dB, et une longueur de corrélation L_{corr} (m). Les paramètres du simulateur sont les mêmes que dans le projet précédent, où un $EIRP=30$ dBm a été choisi. Les figures 2.18 et 2.19 montrent les résultats très lent et lent variantes. Les figures illustrent également une zone agrandie montrant les variations lentes superposées à la perte de trajet [49]

- Pour : $n=1$

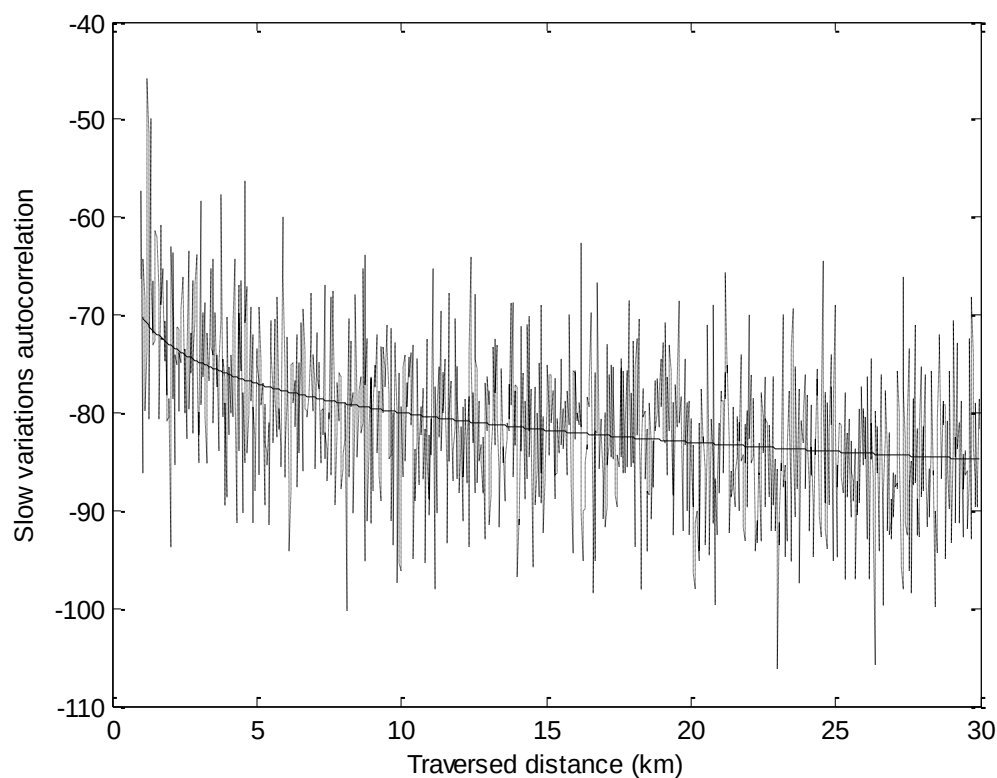


Fig. 2.18: simulation de path loss et variation lentes dues à effet de masque

- Pour : $n=5$

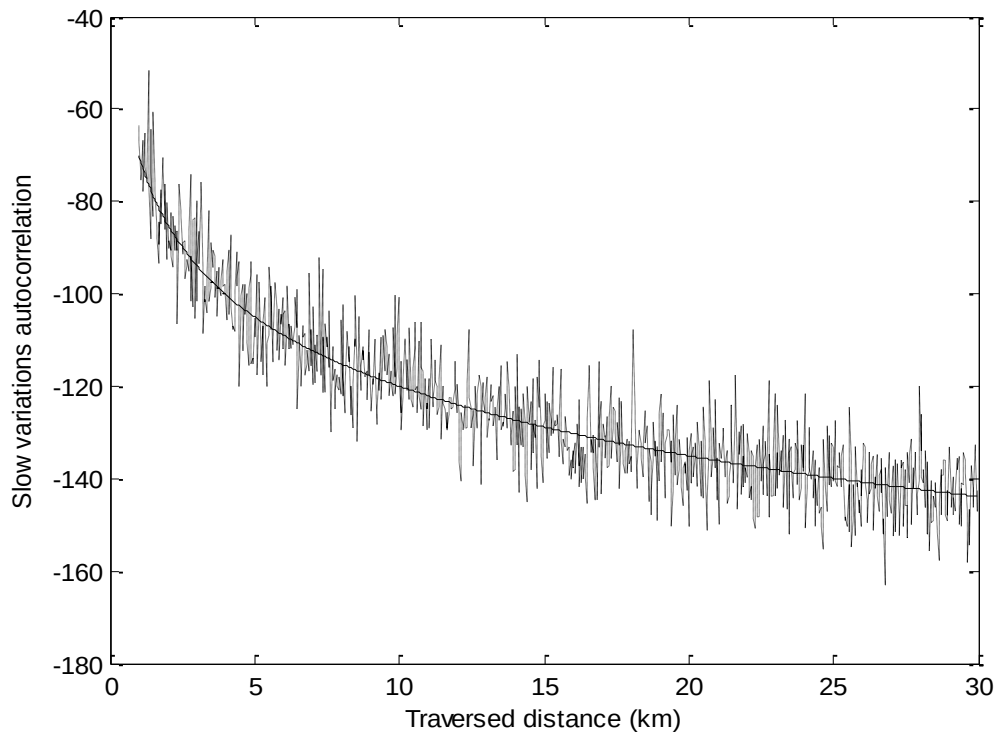


Fig. 2.19: simulation de path loss et variation lentes dues à effet de masque.

II.3.5. Doppler :

Dans cette simulation, nous avons supposé une distance BS–MS, $D=1\text{km}$, avec MS approchant BS. Le parcours mobile était de 100 échantillons, la fréquence de travail était de 2 GHz (systèmes 3G). Le parcours a été échantillonné avec un espacement $\Delta x = \lambda/16$ ($F=10$ et $F=20$). La vitesse du mobile était de $V=10\text{m/s}$ (36km/h). La longueur d'onde correspondante est $\lambda_c = c/f_c = 0,15\text{ m}$, où c est la vitesse de la lumière, $3 \cdot 10^8\text{ m/s}$. Le pas d'échantillonnage est $\Delta x = \lambda/16 = 0,009375\text{m} = 9,375\text{mm}$. C'est dans le domaine de la distance parcourue ; dans le domaine temporel, l'intervalle d'échantillonnage, t_s , dépend de la vitesse mobile, V , ainsi $t_s = \Delta x/V = 0,0009375\text{s}$ qui équivaut à une fréquence d'échantillonnage, $F_s = 1/t_s = V/\Delta x = 1067\text{Hz}$. Avec les paramètres ci-dessus, cette simulation correspond à une longueur d'itinéraire de $100 \cdot 0,15\text{m}/16 = 0,9375\text{m}$ qui, parcouru à une vitesse de 10m/s , correspond à une simulation temps de $0,9375\text{m}/10\text{m/s} = 0,09375\text{s}$. Lors du tracé de la série $\text{simuler}[n]$, cela peut être rapportée soit au temps, $t[n]$, soit à la distance parcourue, $x[n]$. [49]

- **Pour :F=10**

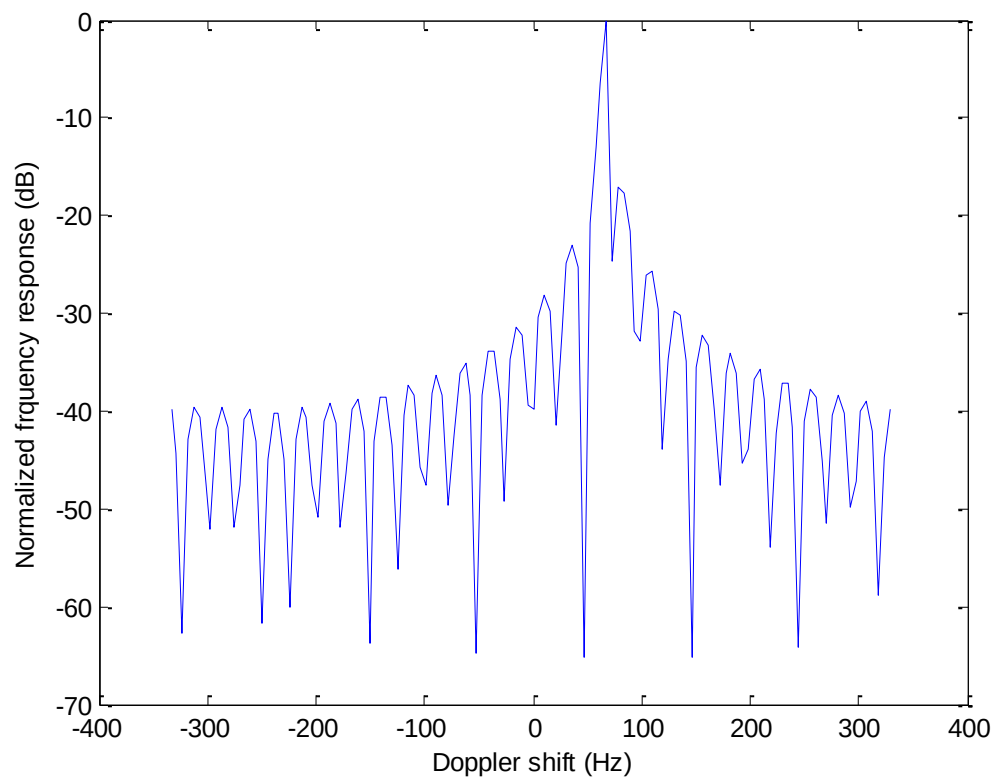


Fig. 2.20: spectrum doppler d'un signal équivalent à faible passe

- Pour : $F=20$

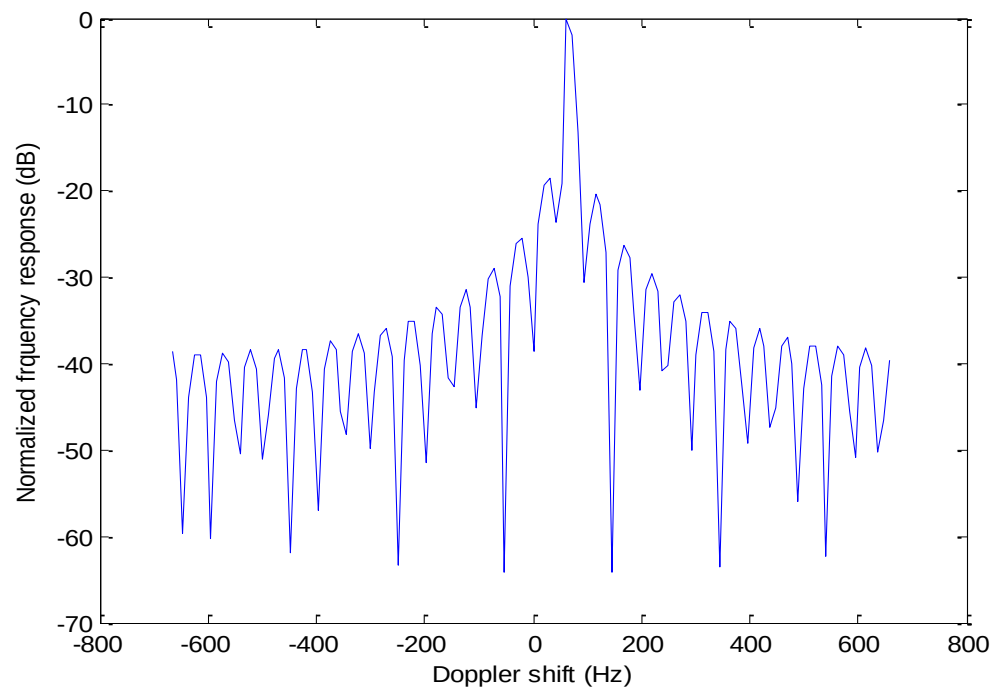


Fig. 2.21: spectrum doppler d'un signal équivalent à faible passe

II.3.7. Modèle de SUZUKI :

C'est l'un des modèles les plus courants dans l'ingénierie des systèmes mobiles macro cellulaires classiques. L'hypothèse sous-jacente est que le signal direct est complètement bloqué.

Le signal reçu est donc uniquement dû aux trajets multiples diffus. La puissance moyenne des trajets multiples n'est stationnaire que sur de courtes sections de l'itinéraire MS tandis que, sur de plus longues sections, il varie à un rythme plus lent en raison de l'observation : statistiques à court et à long terme. [49]

Nous avons choisi les paramètres suivants : l'opérateur était réglé sur 2 GHz, la vitesse du mobile à 5 m/s et 25 m/s, la fréquence d'échantillonnage était définie par le nombre d'échantillons par longueur d'onde, F , égale à quatre dans ce cas. La moyenne et l'écart type de la gaussienne associée aux variations log-normales ont été fixés à 13 dB et 3,4 dB (variabilité de localisation), la corrélation La longueur a été fixée à 9 m.

- **Pour : $v=5$**

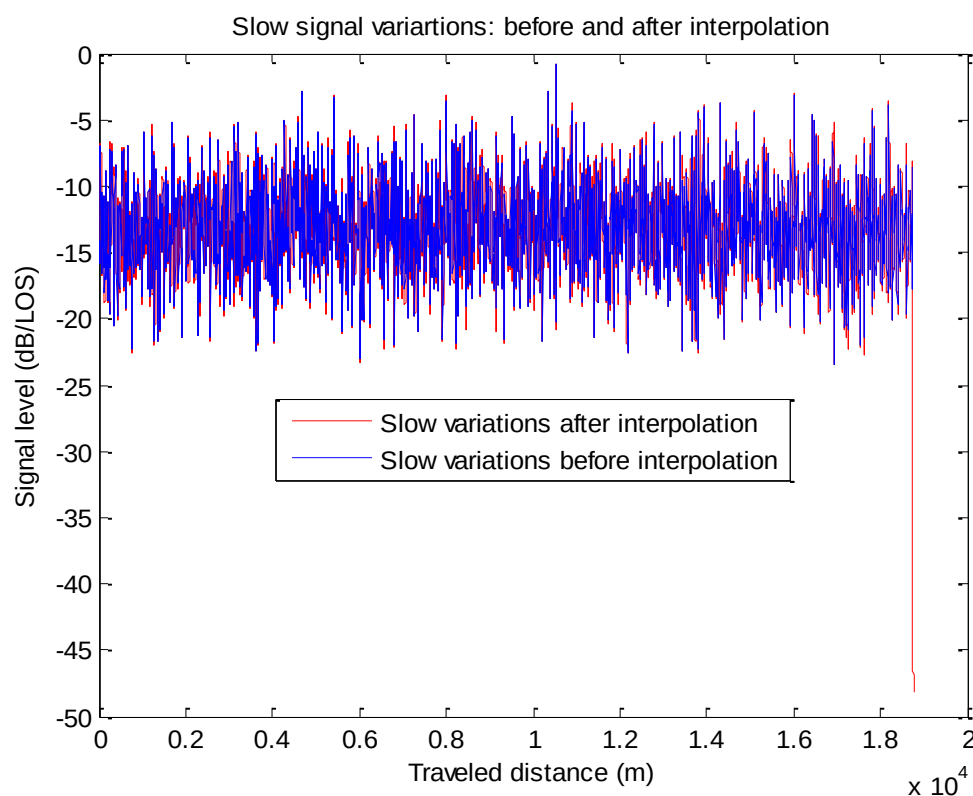


Fig. 2.22: variation globales de SUZUKI et variation lognormales lents.

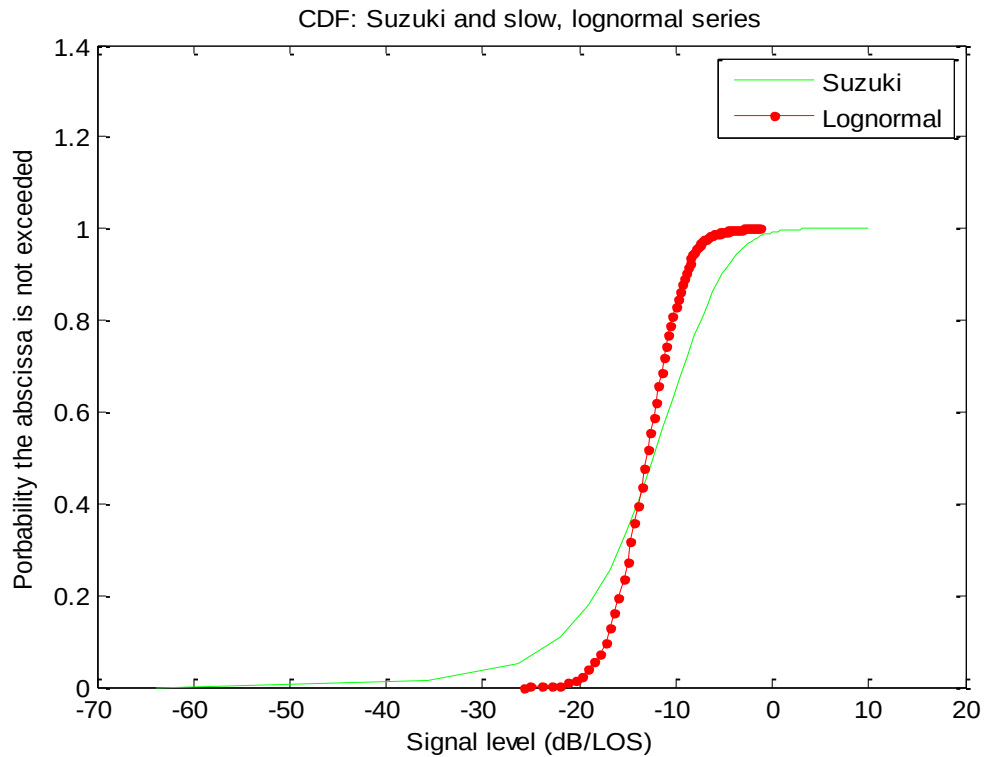


Fig. 2.23: CDFs de SUZUKI et série lognormale.

- Pour : $v=25$

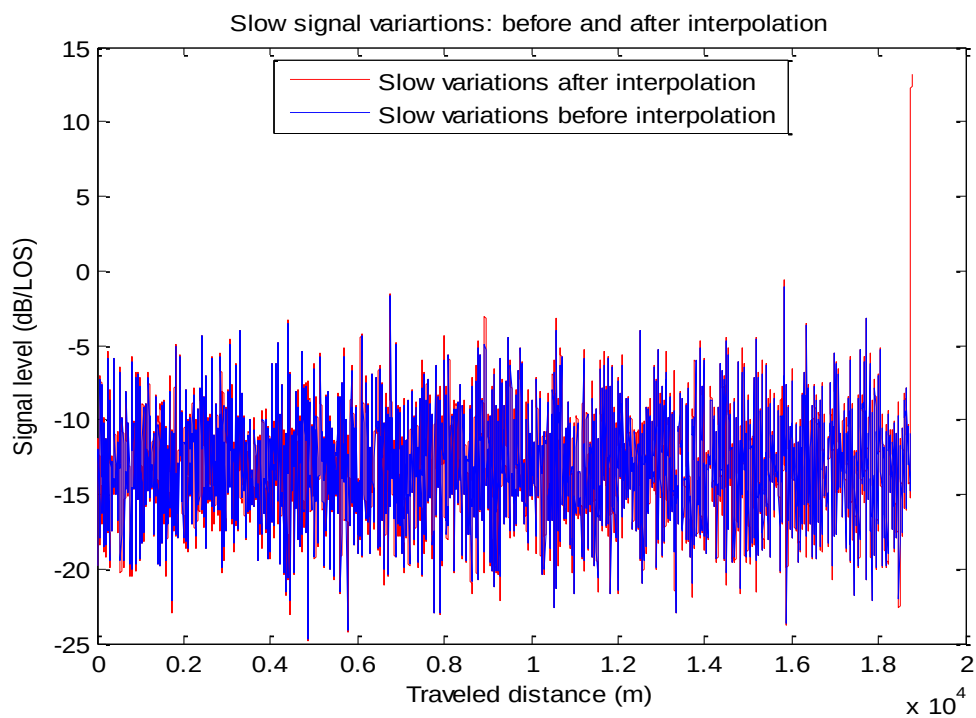


Fig. 2.24: variation globales de SUZUKI et variation lognormales lents

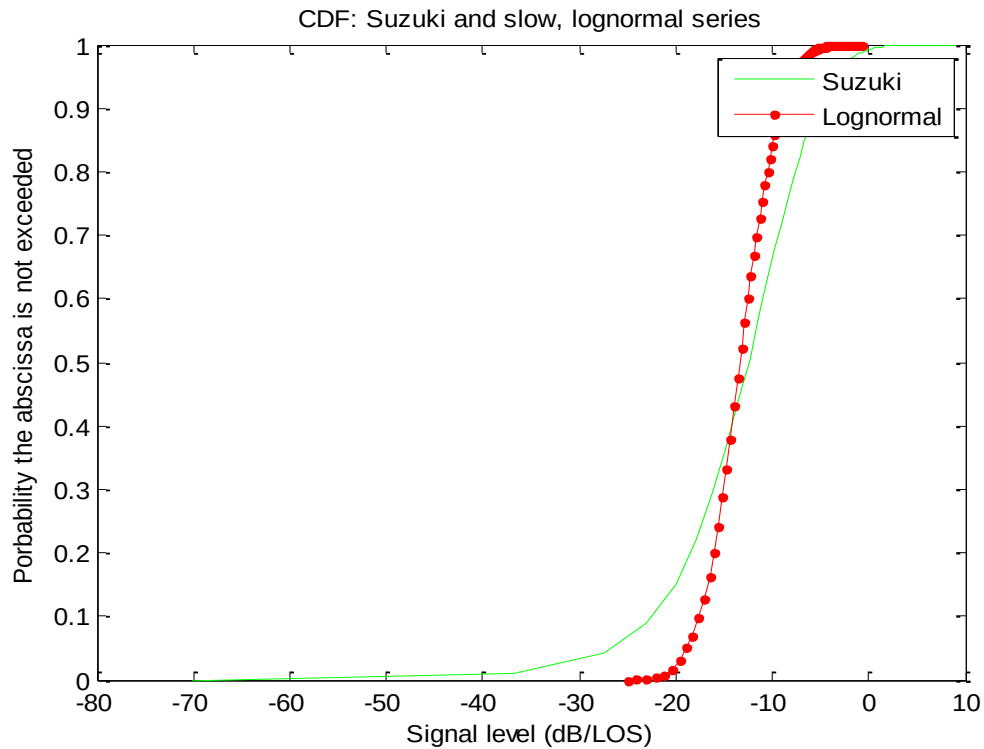


Fig 2.25: CDFs de SUZUKI et série lognormale.

II.3.7. Modèle de Loo :

La distribution de Suzuki représente un scénario du pire des cas, qui est fréquemment utilisé dans Macro cellules comme référence pour les performances du système et études de déploiement de BS. Il suppose que le signal direct est totalement bloqué. Ici, nous allons essayer de simuler un canal dans un environnement beaucoup plus doux, dans le sens où le signal direct est censé être présent, étant soit totalement dégagée ou partiellement ombragée. Le modèle Loo est une autre distribution mixte qui, étant donné qu'il a trois paramètres, au lieu de deux comme Suzuki, est plus polyvalent, au détriment de nécessitant une procédure plus complexe pour l'extraction des paramètres à partir des données mesurées [49].

Les paramètres du modèle Loo étaient $MP = -1$ et -20 , $M = 8,0$ et $S = 3,0$, la longueur de corrélation était $L_{corr} = 9,0$. L'angle d'arrivée du signal direct a été fixé à $AoA \sim 180$. La figure 6.14 montre le Loo synthétisé série avec le signal direct lent. Observez le caractère changeant de la série, c'est-à-dire que pour les plus grandes valeurs du signal direct, la série globale se comporte plus comme une série de riz, alors que pour les plus petites valeurs du signal direct, la série globale montre les caractéristiques de Rayleigh.

- Pour : $MP = -1$

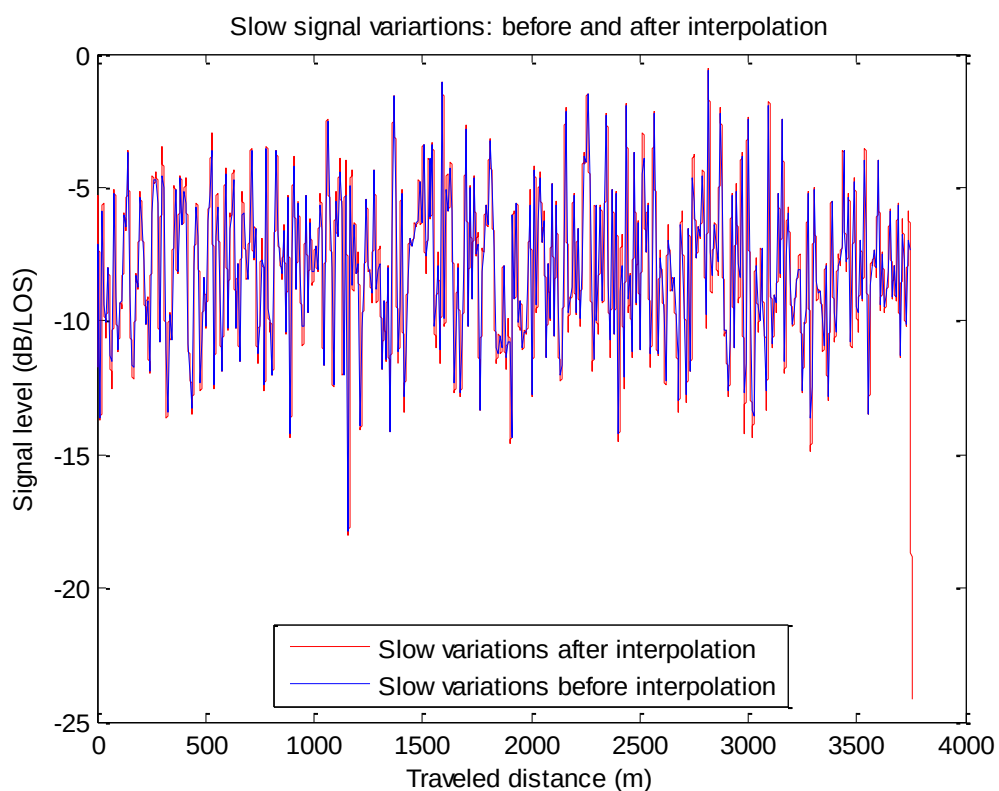


Fig. 2.26: variations globales à LOO distribuées et variations de signal direct

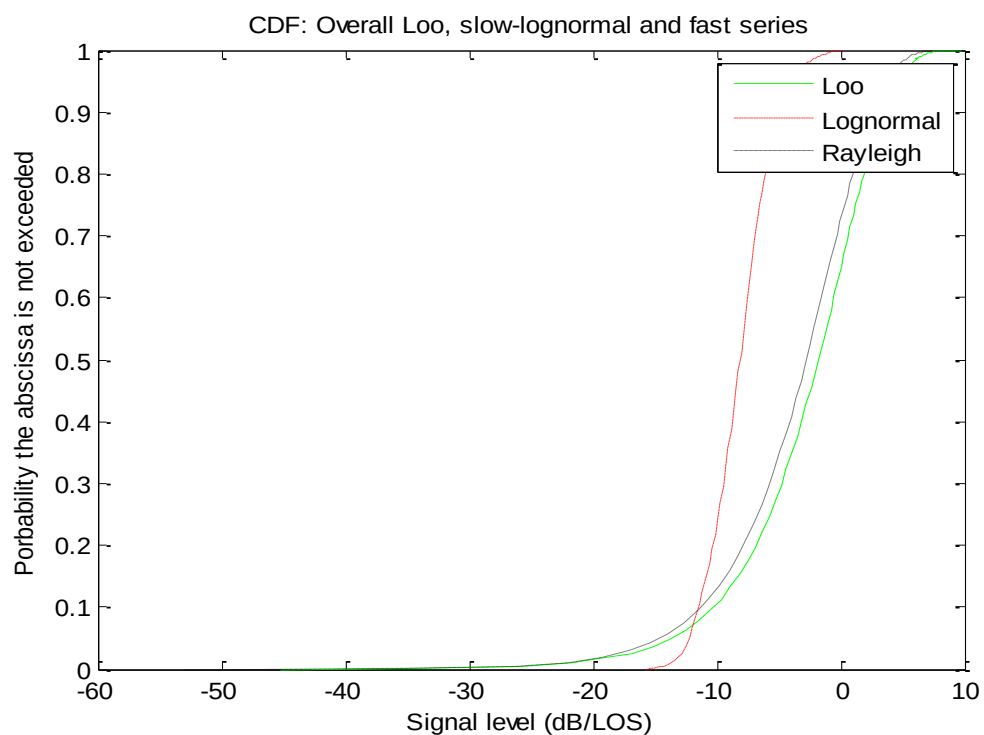


Fig. 2.27: série LOO globale lognormal et rayleight CDFs

- $MP=-20$

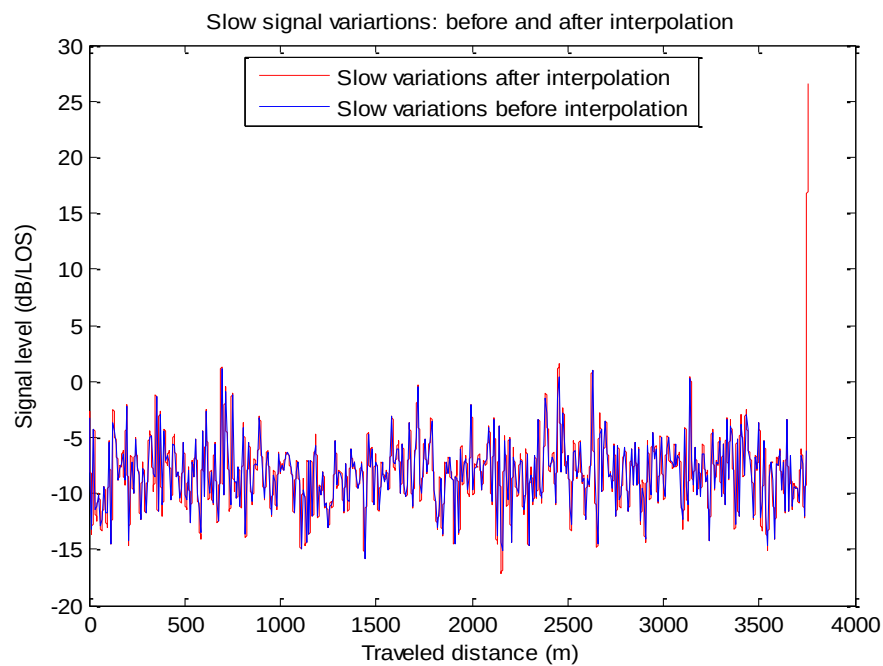


Fig. 2.28: variations globales à LOO distribuées et variations de signal direct.

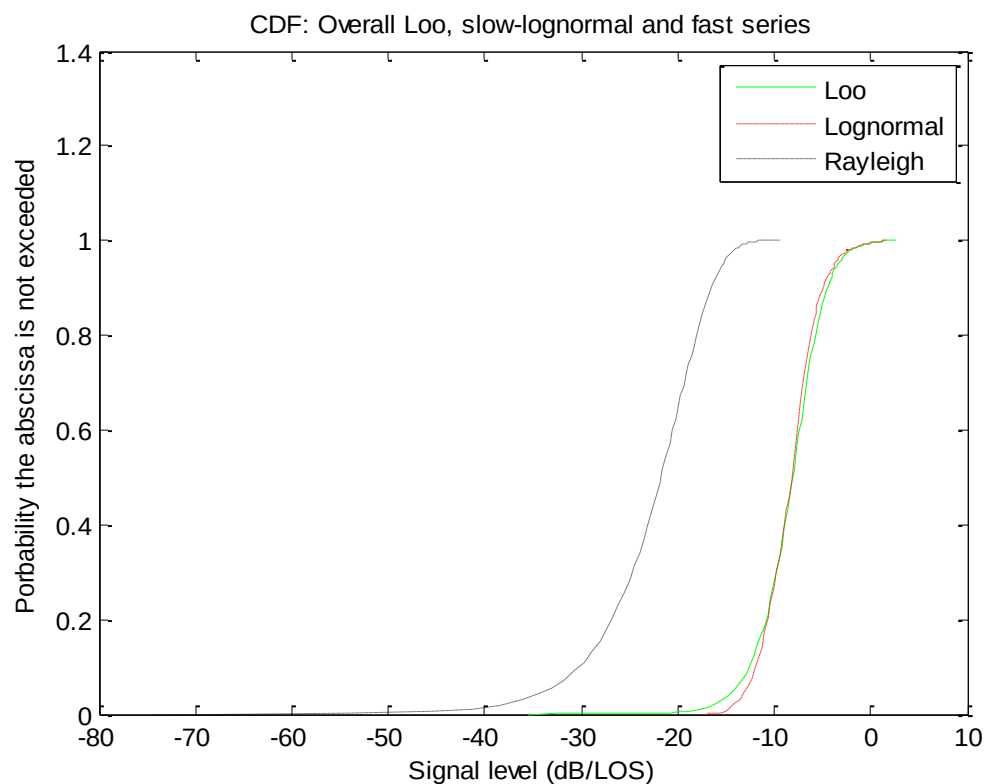


Fig. 2.29: série LOO globale lognormal et rayleigh CDFs.

II.4. Conclusion :

Au cours de notre étude du canal de propagation, nous avons pu voir qu'il s'agissait d'un domaine extrêmement vaste, dense et complexe. En effet, il n'existe pas, au jour d'aujourd'hui, de modèle empirique mais un ensemble de modèles adaptés à des canaux de propagation bien définis. La liste, non exhaustive, des perturbations présentes dans le canal est une des raisons pour lesquelles il est difficile de définir un modèle complet ; d'autant plus que ces perturbations sont fonctions de la fréquence porteuse utilisée, de la topologie des terrains, de la saison, etc...

Chapitre III :

Simulation des modèles avec Atoll

III.1. INTRODUCTION :

Dans ce chapitre, nous allons faire une simulation sur la planification et le dimensionnement et optimisation des réseaux GSM, UMTS, LTE, dans la wilaya de M'sila. Cette étude sera faite en utilisant le logiciel ATOLL en basant sur les informations des chapitres précédents. Quelques résultats seront montrés selon les données disponibles [50]

III.2. Présentation générale du logiciel ATOLL :

Atoll est un logiciel professionnel développé par la société Forsk, dédié à la planification radio des réseaux sans fil. Cet outil intègre plusieurs technologies, et il est destiné à aider les opérateurs de télécommunication à planifier et déployer les équipements radio. Cet outil est caractérisé par [51] :

- Des options avancées de conception de réseau : performance de calcul, planification automatique de codes/fréquences, support de différentes technologies d'accès et support de réseau multi-technologies (GSM/UMTS/L TE par exemple.)
- Adaptation à un nombre varié d'environnements (indoor, outdoor, zone rurale, urbaine, etc.).
- Intégration d'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 les obstacles, de réfraction, de diffusion, d'atténuation par l'atmosphère, etc.
- La prédiction de la couverture radio de chaque cellule.



Fig. 3.1. : L'icône du logiciel Forsk Atoll

III.3. Un projet sous l'Atoll :

III.3.1. Ouverture d'un nouveau projet :

Lorsque vous voulez démarrer un nouveau projet, vous basez sur un modèle qui contient les données et la structure des dossiers nécessaires à la technologie que vous utilisez. Une fois que vous avez commencé votre nouveau projet Atoll, vous pouvez modifier les paramètres du

réseau pour répondre à vos besoins particuliers. Plusieurs modèles sont fournis avec Atoll : GPS GPRS EGPRS, CDMA200 1xRTT 1xEV-DO, micro wave radio links, UMTS HSPA, Wi MAX, and LTE. Vous pouvez créer un nouveau document Atoll partir d'un modèle. Atoll a un modèle pour chaque technologie [52].

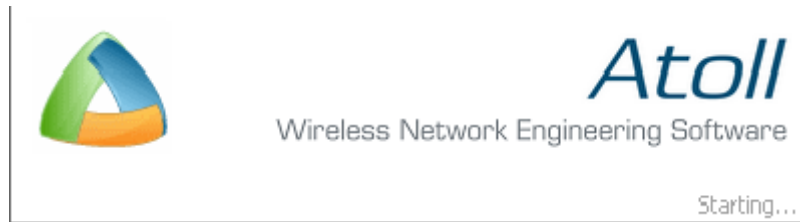


Fig. 3.2: Lancement de l'outil ATOLL.

Ensuite, l'interface de démarrage de l'outil de planification lance l'observateur d'événements montrant l'état d'exécution de l'outil comme montre la figure suivante [53] :

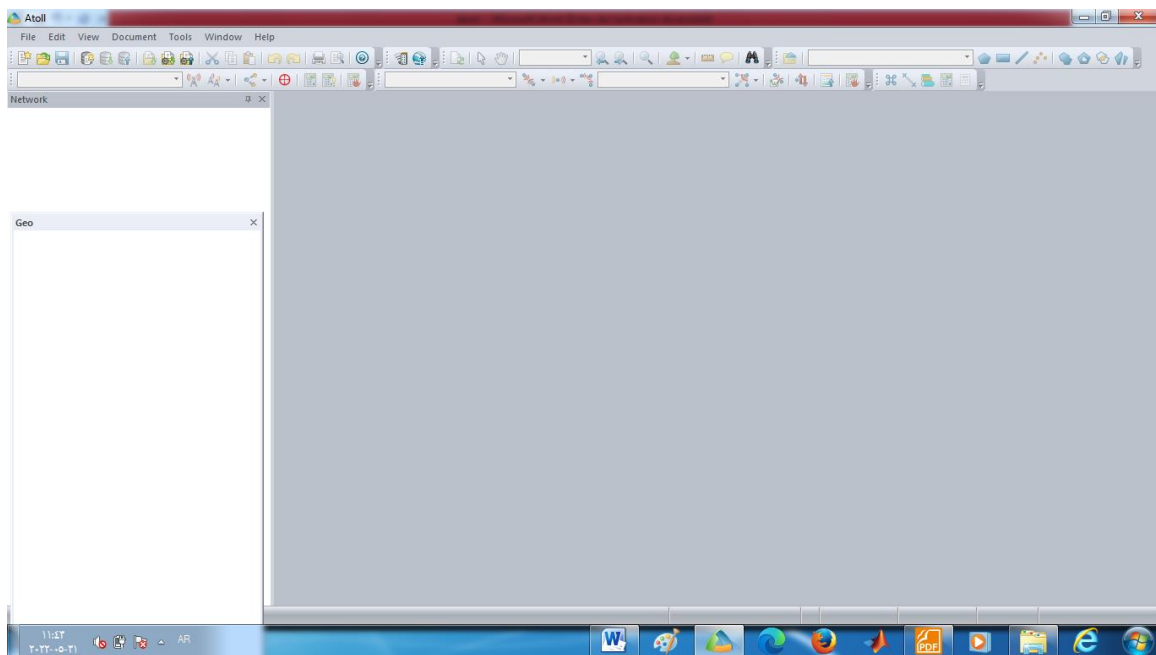


Fig. 3.3 : L'interface d'ATOLL.

Le logiciel ATOLL permet de réaliser la planification et l'optimisation des réseaux cellulaires (GSM, GPRS, EDGE, LTE, UMTS, HSPA, Wi-Fi et WIMAX). Dans notre projet, nous choisissons le système 3GPP Multi-RAT. Une fois notre système était choisi, nous choisissons le système de coordonnées [53].

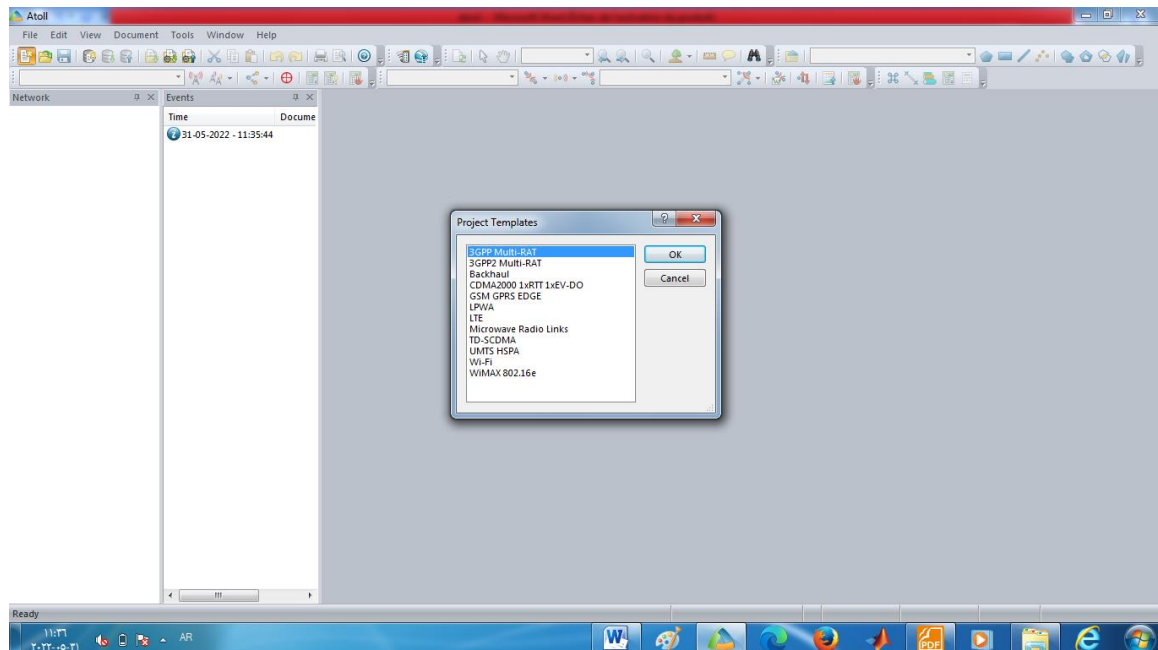


Fig. 3.4.: Choix de projet.

Chaque modèle fournit des données et une structure de données appropriée pour la technologie car les paramètres de radio disponibles diffèrent selon le type du projet. Le modèle choisi pour notre projet est le modèle 3GPP Multi-RAT ; il est utilisé pour modéliser les génération (2G,3G,4G) [52].

III.3.2. Données Géographiques :

Plusieurs types de données géographiques sont utilisés dans un document d'Atoll. le modèle numérique de terrain (MNT), les classes de fouillis, les hauteurs de l'encombrement, les images numérisées (des images satellites), des cartes de population, et les cartes de données de trafic [52].

III.3.3. Réglage des paramètres de la zone :

Les paramètres saisis sont:

- Projection -> WGS 84 / UTM zone 31N.
- Display-> WGS 84 (projection UTM sur le système géodésique WGS84).
- Degré format -> -xx xxxxx (indique le format de latitude et de longitude des sites)

L'UTM est un type de projection conforme de la surface de la terre. C'est une projection

cylindrique où l'axe du cylindre croise perpendiculairement l'axe des pôles de l'ellipsoïde terrestre au centre de l'ellipsoïde. C'est un système de référence géo spatiale qui permet d'identifier tous les points de la terre [54].

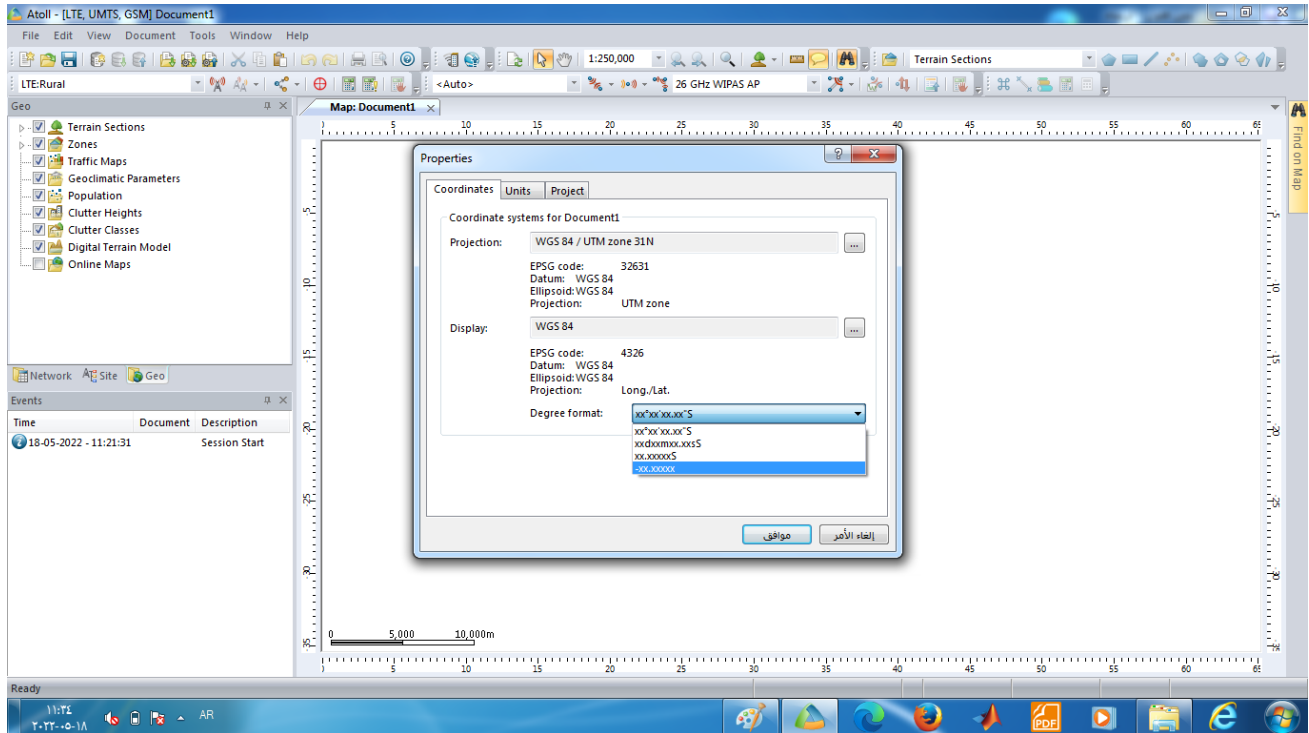


Fig. 3.5 : réglage des paramètres de projection et de formats.

Certains types de données, tels que les classes de fouillis, peuvent être utilisés pour donner des calculs plus réalistes. D'autres types tels que des images numérisées, sont utilisés pour créer un affichage plus réaliste de la région étudiée [52].

Dans notre projet, nous avons utilisé les données géographiques définies par le modèle numérique de terrain, nous importons les éléments suivants :

- Clutter classes.
- Clutter heights.
- Vectors.

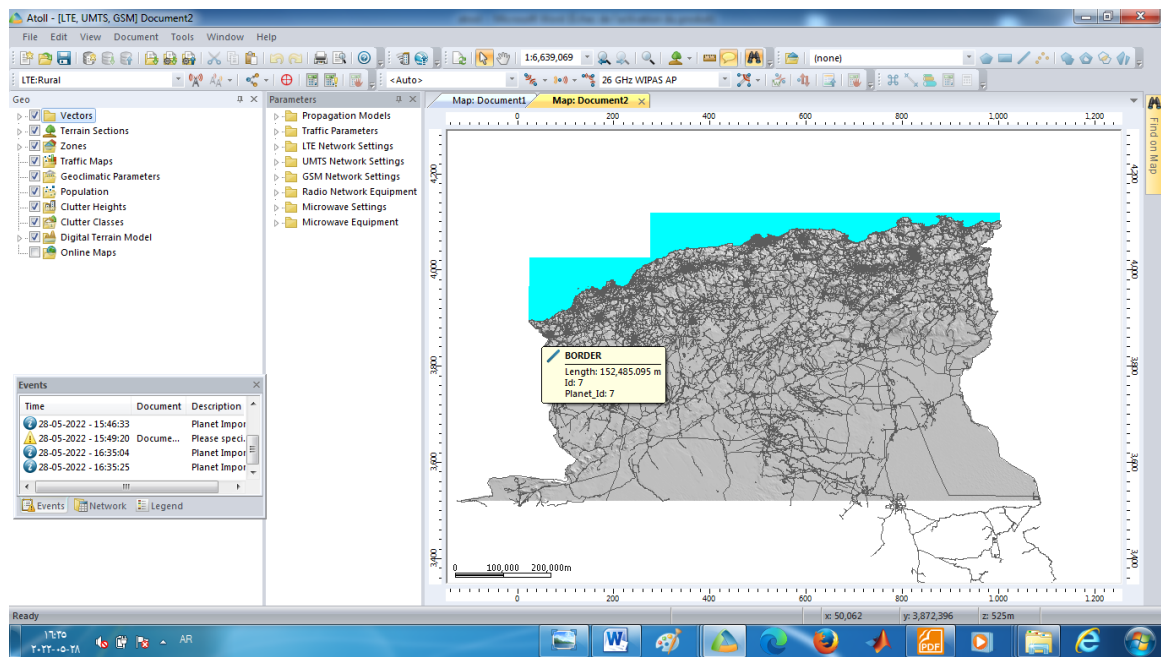


Fig. 3.6: Importation des données numérique.

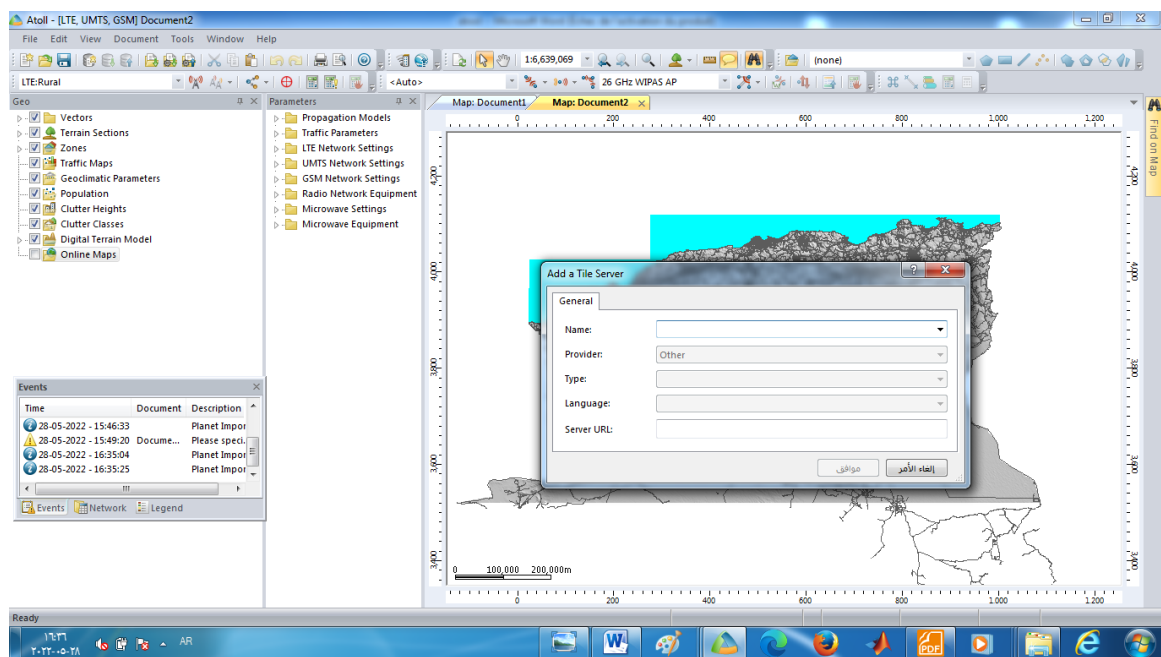


Fig. 3.7: ajouter la maps a mon nouveau document.

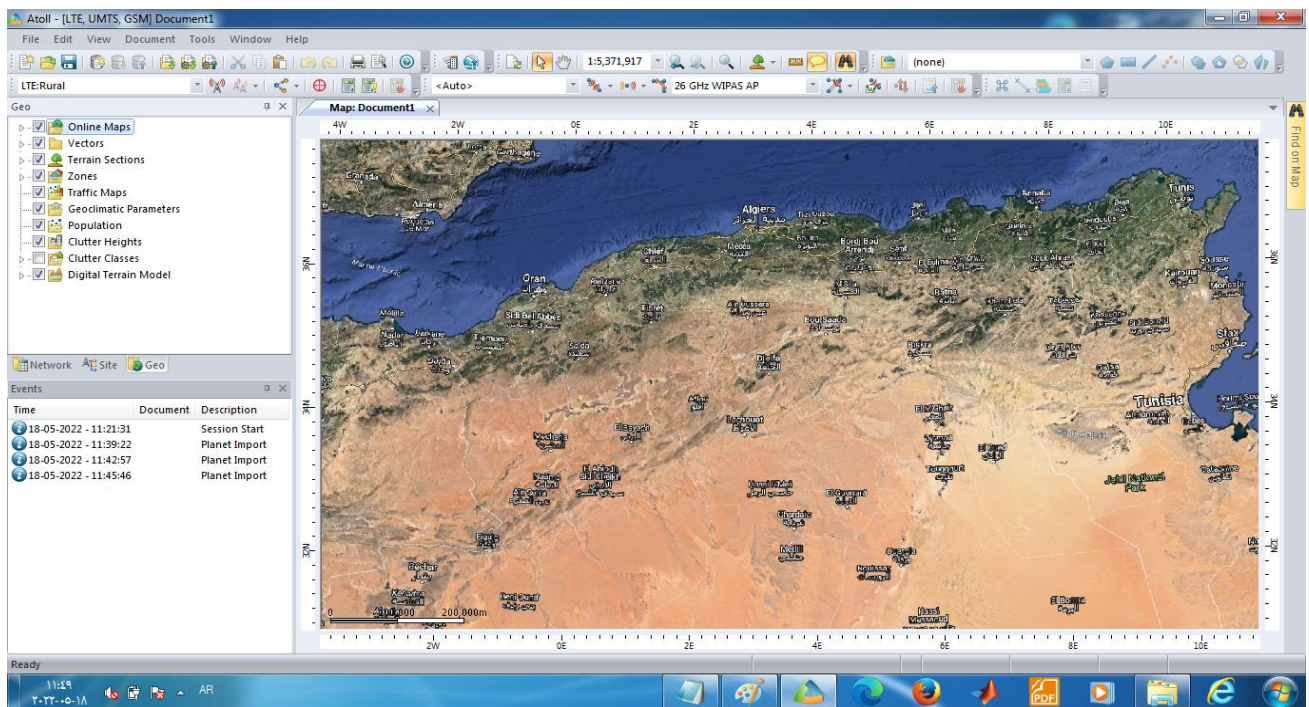


Fig. 3.8: Importation de la carte online (Google earth).

- ✓ **Création des sites** : Dans Atoll, un site est défini comme un point géographique où nous devons ajouter des émetteurs et des cellules par la suite.

Le principal défi pour les opérateurs est d'assurer, malgré la difficulté liée au terrain, une bonne Couverture deep indoor dans les zones denses en habitations. Pour se faire plusieurs paramètres liés aux émetteurs vont permettre d'atteindre nos objectifs [52].

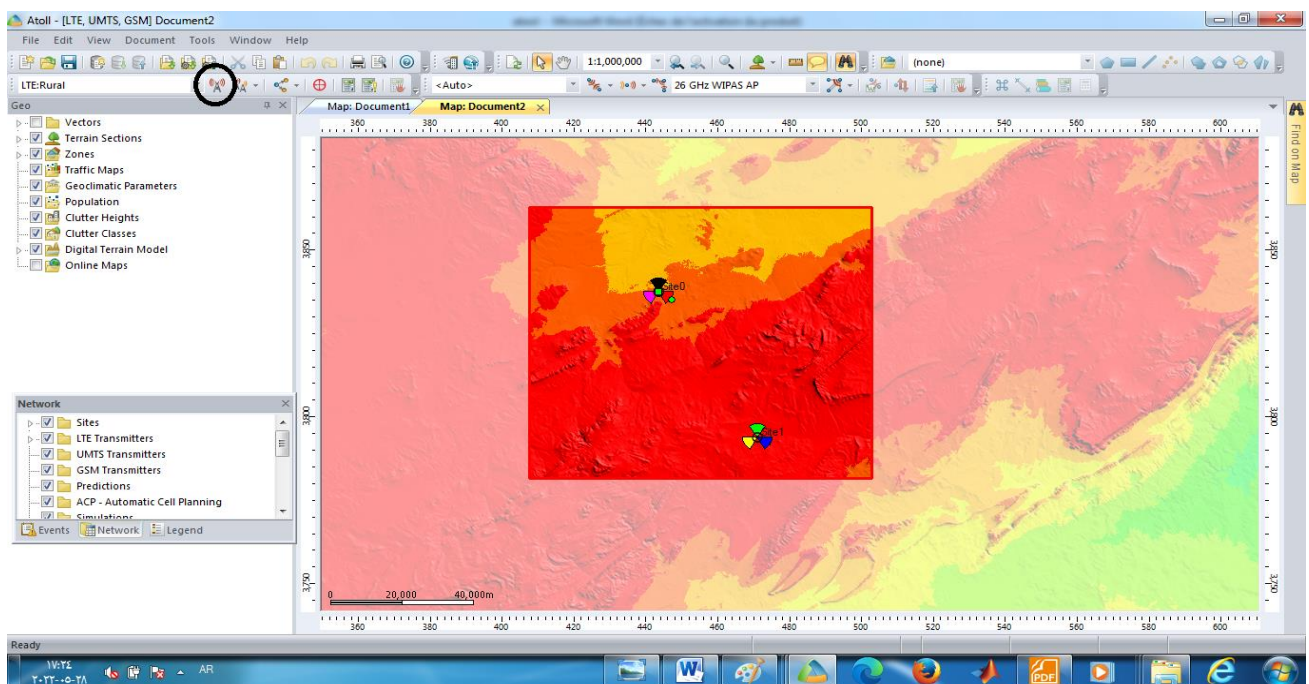


Fig. 3.9: création d'un nouveau site.

- ✓ **Le tilt** : cette inclinaison peut être soit électrique (dans l'excitation des réseaux d'antennes de l'antenne panneau), soit mécanique. Il permet d'ajuster la couverture du réseau d'antennes en modifiant la forme du lobe principal (dans le sens verticale) [52]
- ✓ **L'azimut** : il permet d'ajuster l'orientation de l'antenne sur un plan horizontale pour mieux cibler la zone à couvrir.[52]

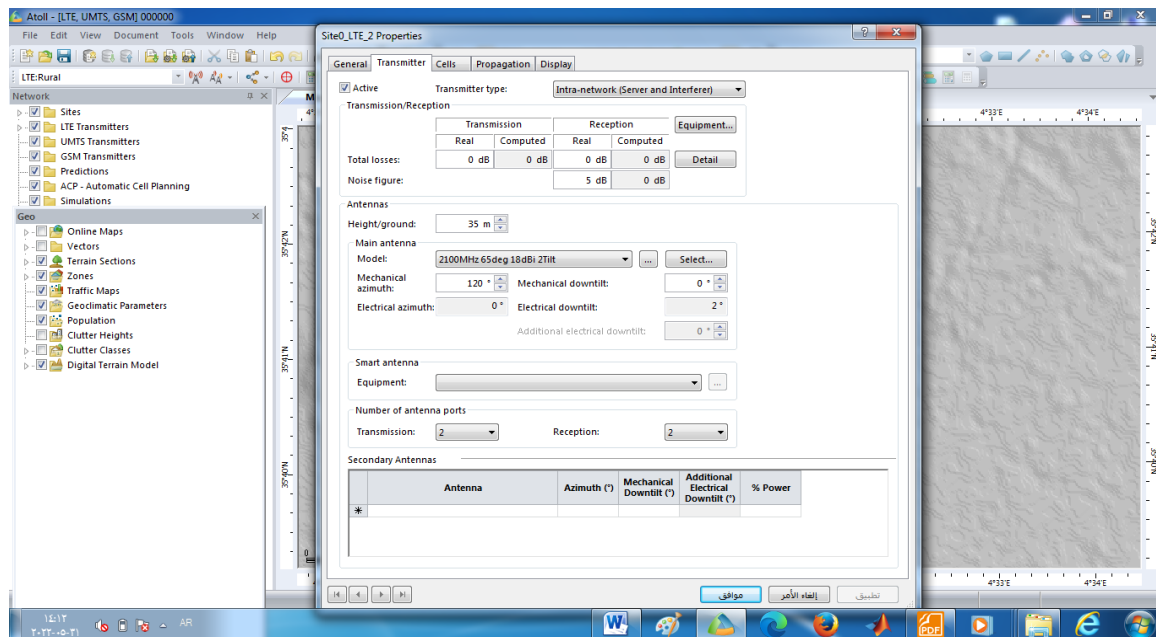


Fig.3.10 : création d'un nouveau émetteur - onglet Émetteur.

- ✓ **La hauteur des émetteurs** : en ajustant la hauteur des émetteurs on permet à l'onde de se propagé au-delà des bâtiments voisins et donc éviter les effets « écran » [52].
- ✓ **Création des cellules** : En Atoll, une cellule est définie comme un canal RF, avec toutes ses caractéristiques, sur un émetteur [52].

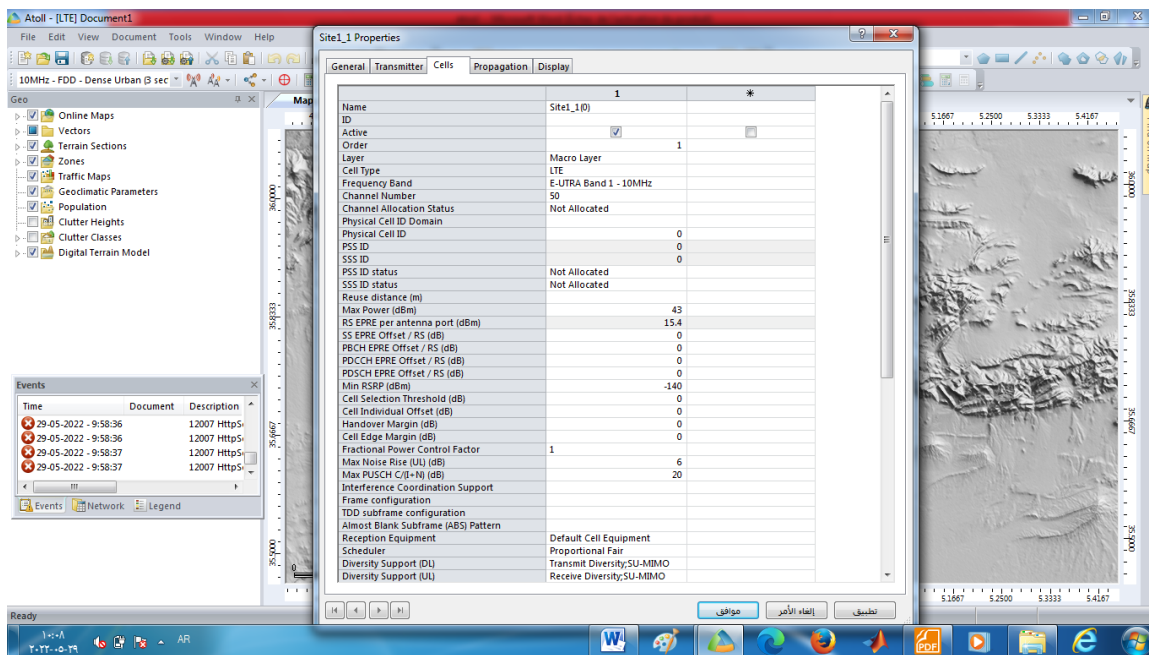


Fig. 3.11: configuration de la cellule

III.3.4. Paramètres de l'antenne :

On peut définir pour une antenne son gain, son diagramme de rayonnement (vertical et horizontal) et sa bande de fréquence de travail.

Les paramètres de l'antenne 2100MHz 65deg 18dBi 2Tilt

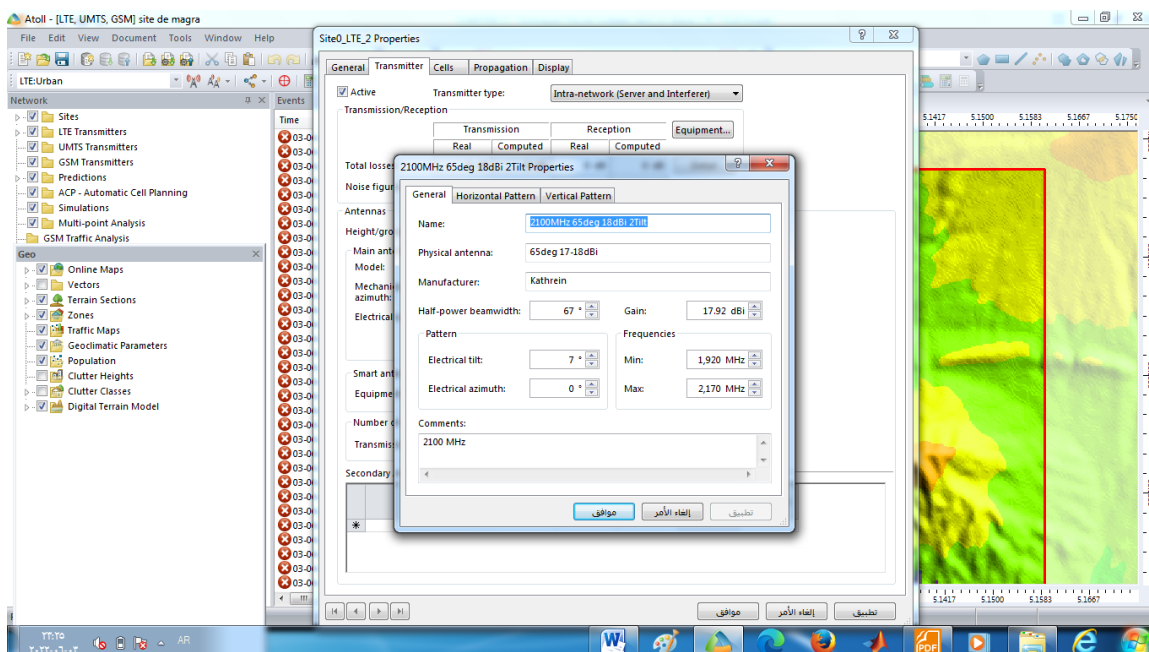


Fig.3.12: Paramètres d'antenne.

III.3.5. Le tilt :

il existe 2 types de tilt; le tilt mécanique et le tilt électrique. Le tilt mécanique consiste à agir physiquement sur l'antenne. Dans le cas d'un down-tilt, il s'agit de faire pivoter l'antenne vers le bas

autour d'un axe horizontal. Le tilt électrique est quant à lui intégré au diagramme d'antenne. Ce diagramme de rayonnement présente déjà une inclinaison de son lobe principal et lobes secondaires grâce à un déphasage introduit dans les courants qui alimentent les dipôles de l'antenne [55].

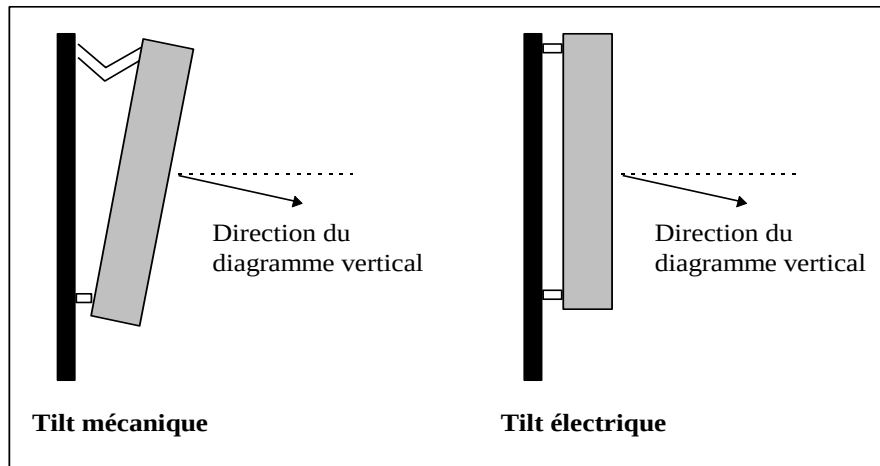
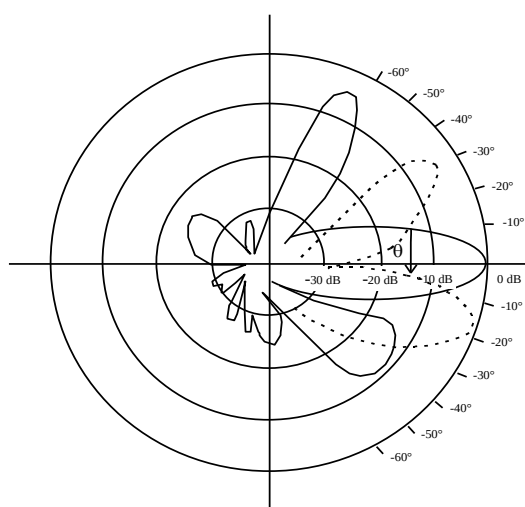


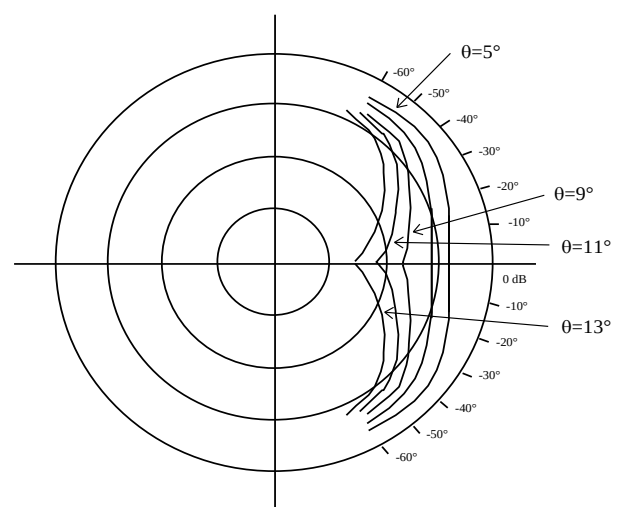
Fig.3.13:tilte mécanique et tilt électrique.

III.3.5.1. Le tilt mécanique :

L'inconvénient majeur de ce type de tilt est la distorsion provoquée sur le diagramme horizontal. Plus le tilt appliqué est important, plus le diagramme horizontal a tendance à devenir concave, il se rétrécit par rapport à l'horizon dans la direction de l'azimut de l'antenne, alors que l'impact sur les lobes latéraux, et principalement ceux situés à 90° de la direction de l'antenne, est plus faible. L'effet d'un tilt mécanique est maximum dans la direction de l'azimut, mais est quasi nul sur les côtés de l'antenne. Pire, les lobes arrière sont surélevés [55]



Le diagramme vertical en pointillé est le résultat d'un tilt de degré θ



Impact du tilt mécanique sur le diagramme horizontal

Fig.3.14:le diagramme vertical et horizontale de tilt.

III.3.5.2. Le tilt électrique :

Contrairement au tilt mécanique, le tilt électrique a l'avantage non négligeable d'offrir un diagramme horizontal atténué par rapport à l'horizon sur tout son contour. Ce tilt incline à la fois le lobe principal, les lobes latéraux et les lobes arrière. Il est comparable à l'effet qu'on produit sur un parapluie qu'on refermerait.[55]

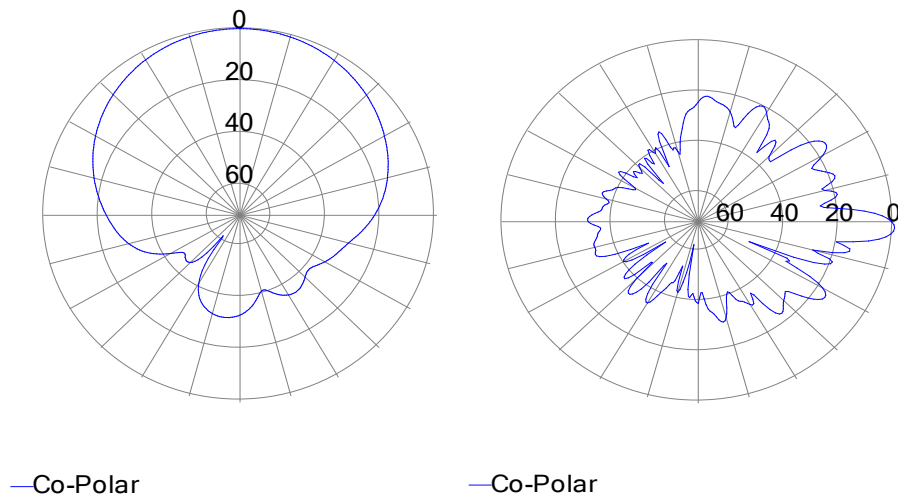


Fig.3.15 : Polarisation d'antenne.

Remarque

En remarque bien que le tilt électrique est le plus performant par rapport Le tilt mécanique

III.4. Etude du cas de la ville de MAGRA :

III.4.1. Couverture :

Le déploiement d'un réseau LTE nécessite l'optimisation du placement des sites, sous les 2 contraintes de type radio et trafic. Il s'agit de tester, en fonction du type d'antenne, de sa puissance d'émission et de son orientation, la zone couverte par l'émetteur. Une approche pas à pas permet progressivement de faire converger le réseau vers une bonne configuration[52]. Le principe est le suivant:

- ✓ Répartir les émetteurs sur le terrain
- ✓ Etablir les zones de couverture, et les adapter en déplaçant les sites, en modifiant les puissances d'émission, en choisissant les orientations
- ✓ Une fois la couverture assurée, il faut rechercher une répartition des fréquences en analysant les sites qui sont voisins.

- ✓ Il faut alors rechercher une répartition des fréquences entre les sites.
- ✓ Dans le cas où la planification n'arrive pas à converger, il faut alors densifier le réseau : soit rajouter des sites, soit remplacer des émetteurs omnidirectionnels par des émetteurs tri-sectoriels.

Dans notre cas, nous avons effectué la simulation de la couverture radio qui concerne la partie de la ville de MAGRA. L'objectif est de proposer une solution optimale pour assurer une couverture totale de cette région et de maintenir une bonne qualité de service.

III.4.2. Prédiction :

Les prédictions permettent d'étudier la qualité de la couverture du réseau. Il existe divers types de prédictions.

Les zones de couverture sont définies pour un émetteur ou globalement pour un réseau, comme l'ensemble des points qui répondent à un ou plusieurs critères définies par l'utilisateur.

Dans notre cas, Nous allons étudier trois types de prédictions [56].

- ✓ Couverture par niveau de champ (DL).
- ✓ Couverture par émetteur.
- ✓ Zone de recouvrement.

Pour effectuer une nouvelle prédiction, on doit sélectionner les prédictions et choisir le type de prédictions.

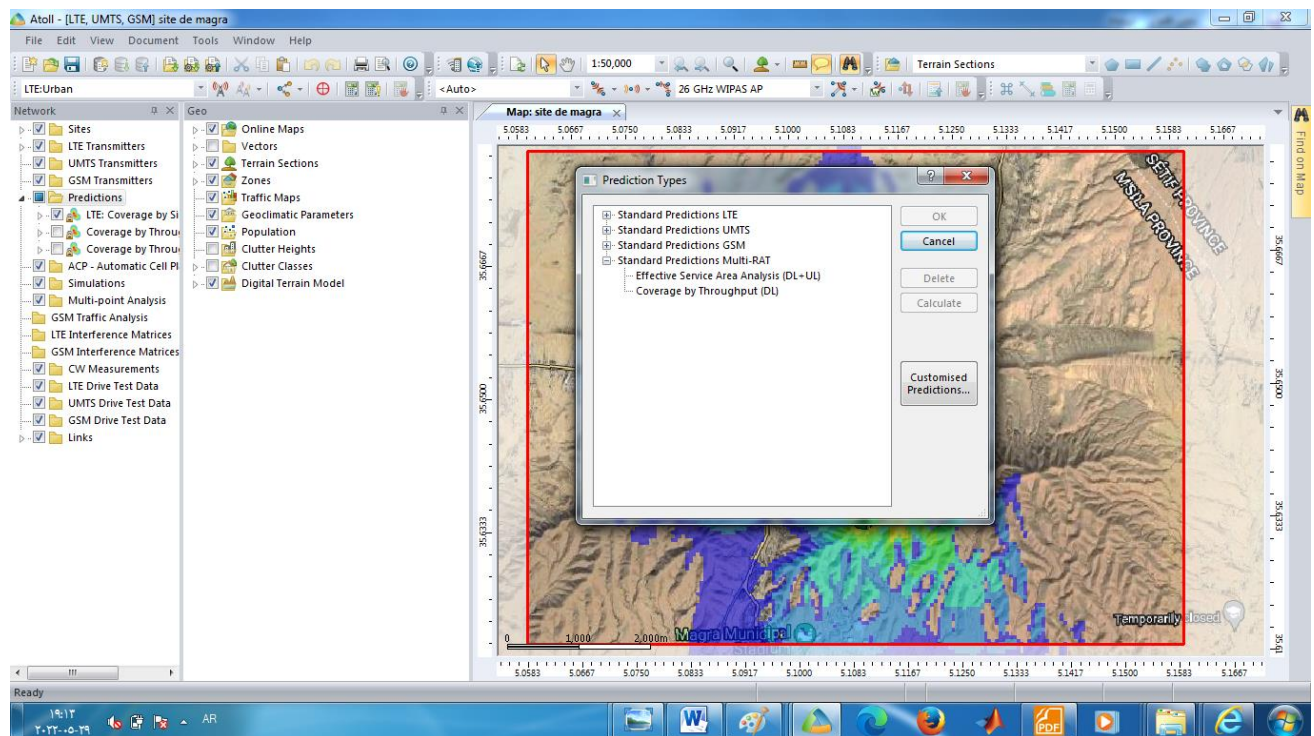


Fig. 3.16: Création d'une nouvelle couverture par le niveau du signal.

III.4.2.1. Prédiction de la couverture par niveau de champ (DL) :

Cette prédiction permet d'estimer la puissance reçue par un mobile en chaque point de la zone de calcul. L'objectif de cette étude est de détecter d'éventuelles zones aveugles (dans notre exemples les zones en bleu sont les moins couverte) et essayer de les éliminer en procédant à des modifications de la configuration des sites et des émetteurs comme un déplacement de site, un changement de l'azimut d'un émetteur [56].

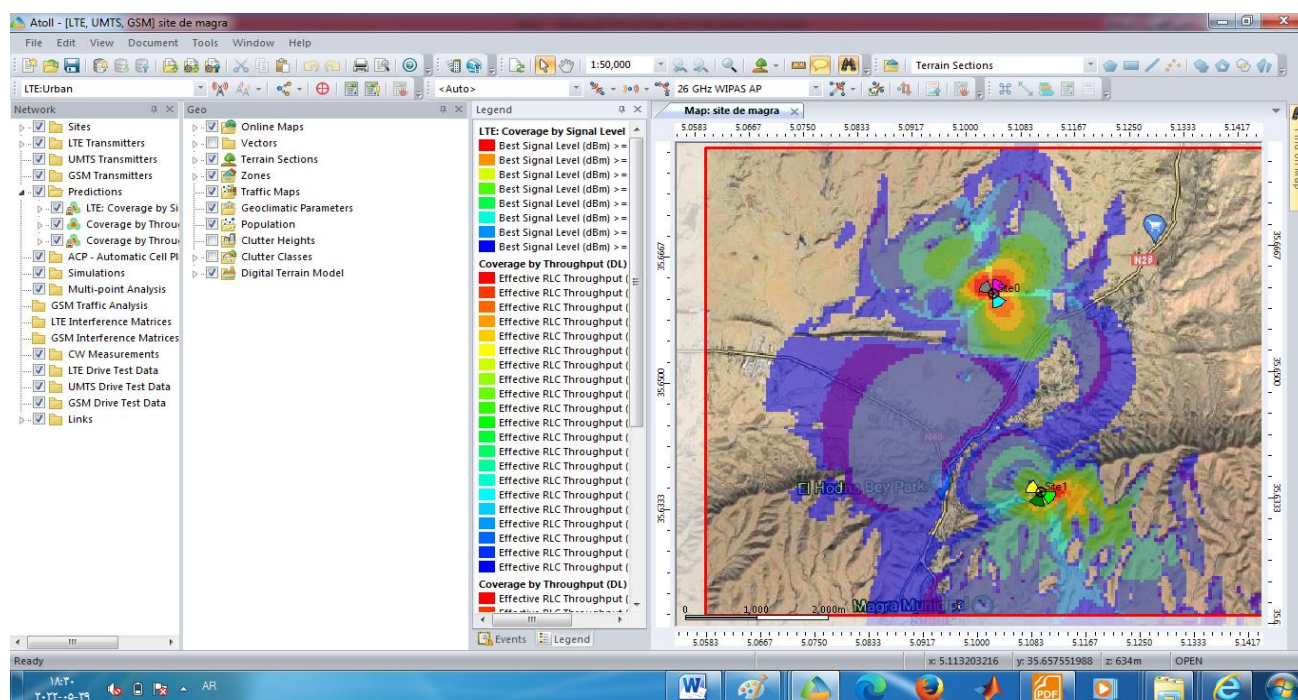


Fig.3.17 : Prédiction de la couverture par niveau du signal.

III.5. Utilisation d'un modèle de propagation :

Atoll propose plusieurs modèles de propagation et permet aussi calibrer un modèle spécifique si besoin ; afin d'avoir une bonne étude, on a proposé les modèles OKUMURA-HATA, COST-HATA, LONGLEY-RICE [50].

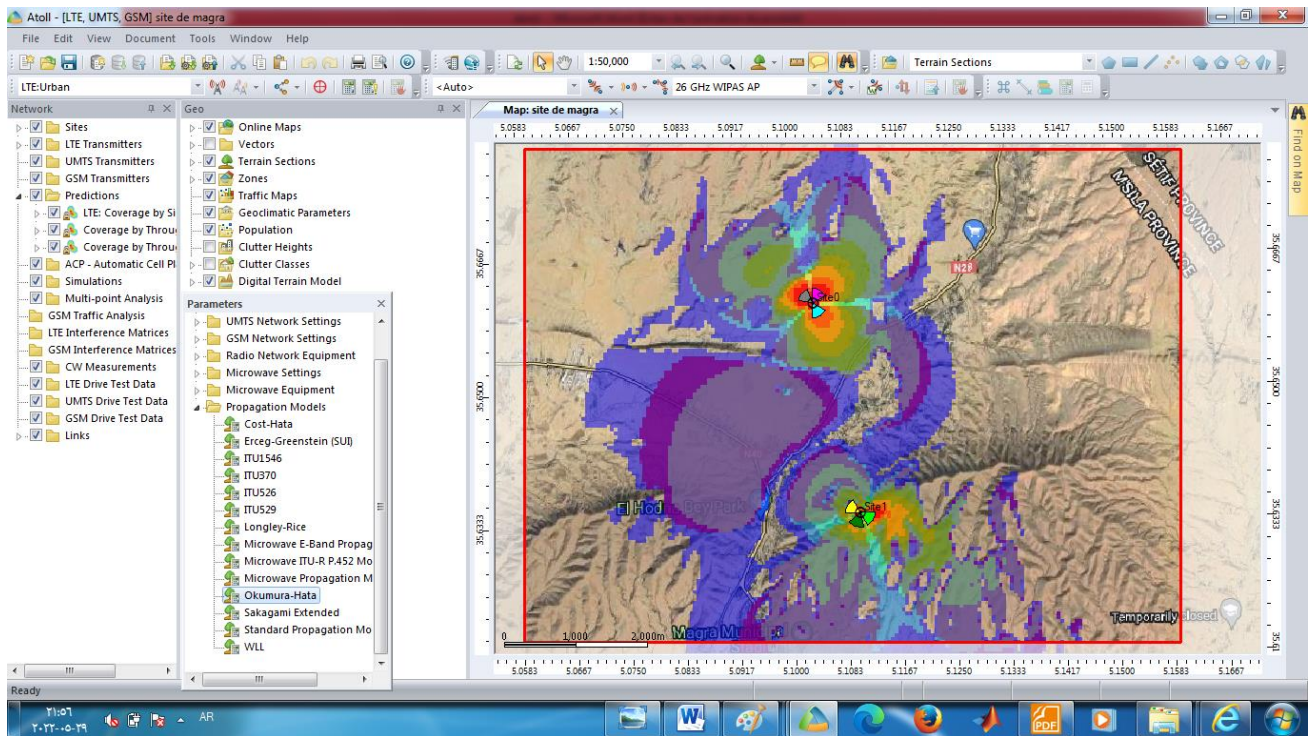


Fig.3.18: le modèle OKUMURA-HATA.

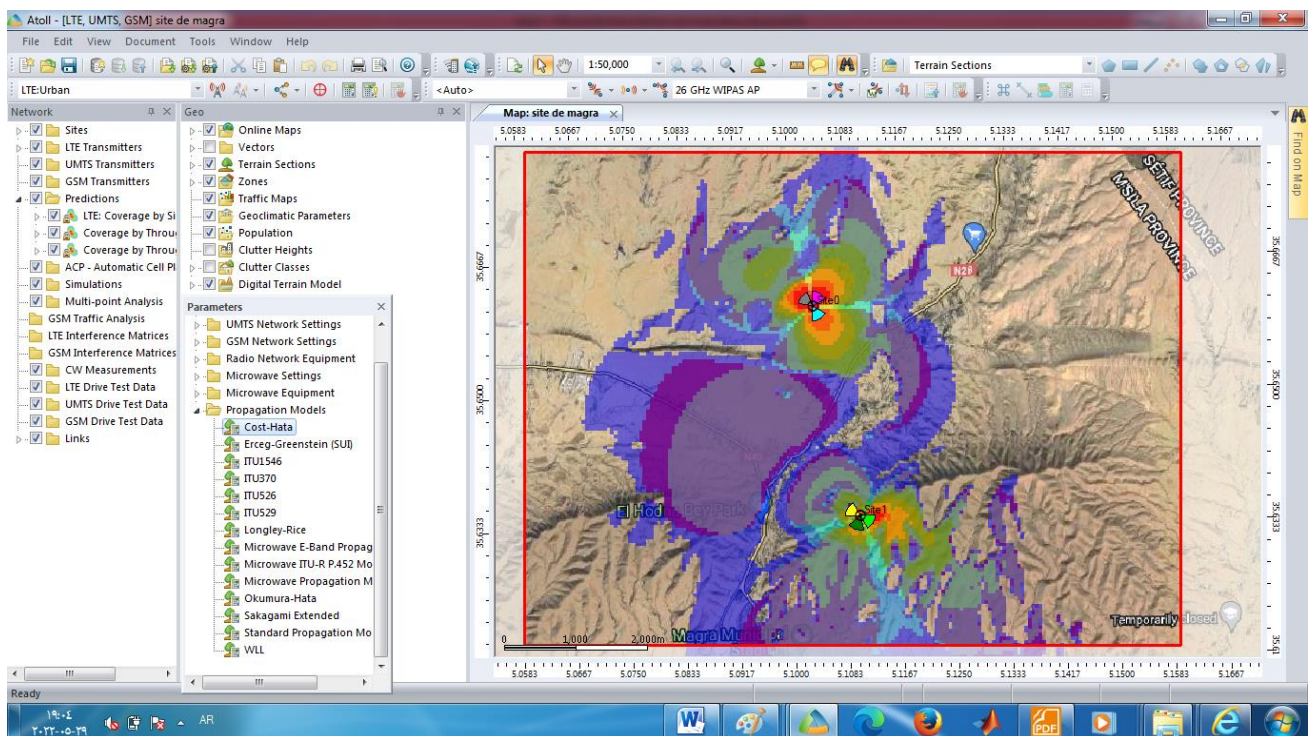


Fig. 3.19: le modèle COST-HATA.

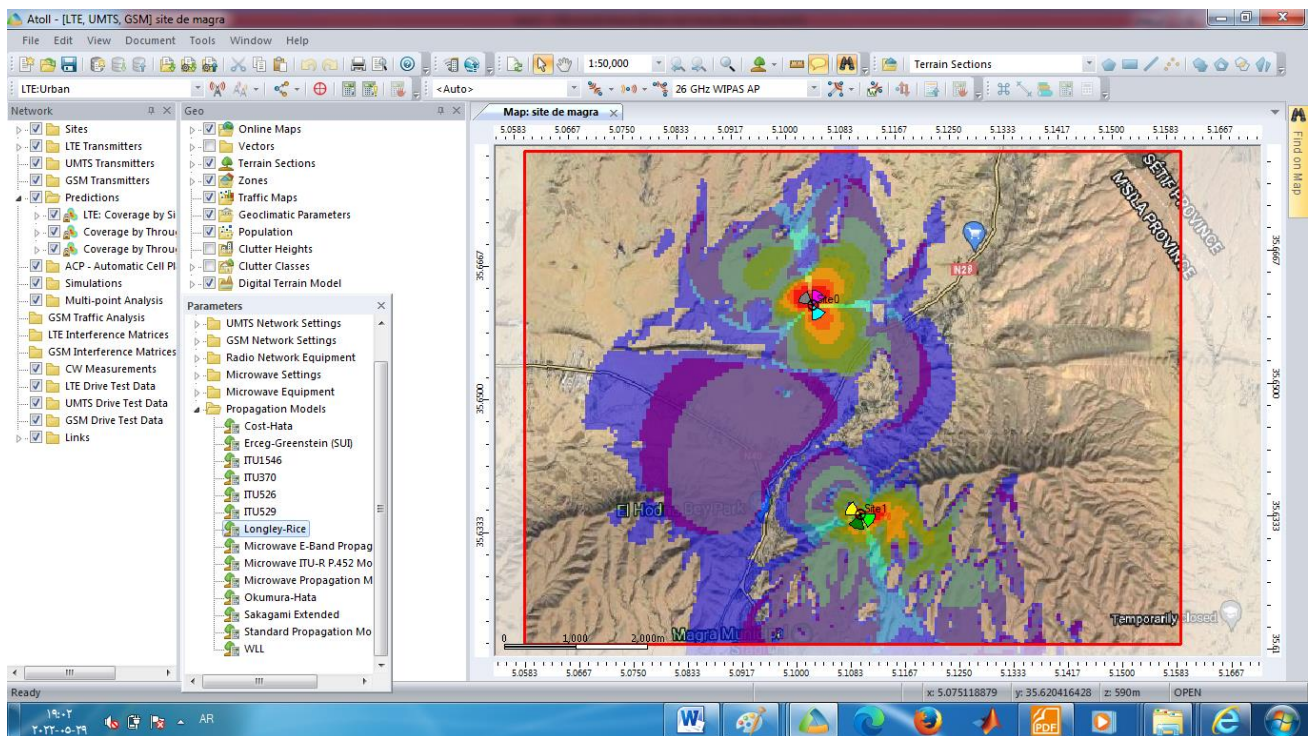


Fig. 3.20: le modèle Longley-Rice.

III.6. COMPARAISON DES RESULTATS

D'après les résultats obtenus, on remarque bien que le modèle COST- HATA est le plus performant par rapport aux autres modèles, suivi par le modèle OKUMURA-HATA dans la région urbaine de MAGRA.

III.7. Conclusion :

L'outil « Atoll », consiste à une solution robuste pour la planification en permettant la lecture des modèles numériques du terrain, la sélection des emplacements des sites, le paramétrage des sites et l'élaboration des cartes de prédiction de couverture et de qualité dans la zone géographique de déploiement [52].

CHAPITRE IV

Pratique ATOLL

IV.1. Optimisation à l'aide du module ACP :

Le module ACP est un outil d'optimisation automatique pour les réseaux GSM, UMTS, CDMA. C'est utilisé pour améliorer les réseaux existants en ajustant les paramètres qui peuvent être facilement modifiés à distance. Parmi ces paramètres figurent l'inclinaison de l'antenne et la puissance (BCCH pour GSM, Pilot pour UMTS).

Pour optimiser un réseau encore en phase de planification, nous le faisons en :

- Sélection des antennes
- Modification de l'azimut de l'antenne
- Modification de l'inclinaison mécanique vers le bas de l'antenne
- Modification de la hauteur de l'antenne
- Sélection de sites parmi une liste de sites candidats.

ACP effectue également une optimisation combinée GSM/UMTS/LTE. Puisque nous utilisons des cellules à trois secteurs, l'optimisation d'une cellule représenterait celle de toutes les cellules car elles ont la même configuration de paramètres.

- Nous créons une configuration d'optimisation en cliquant avec le bouton droit sur ACP et en prenant "Nouveau", nous avons le modèle ci-dessous qui montre les "couches technologiques" avec lesquelles nous travaillons. Si nous avons

plus d'un, nous cochons la couche que vous souhaitez optimiser.[57]

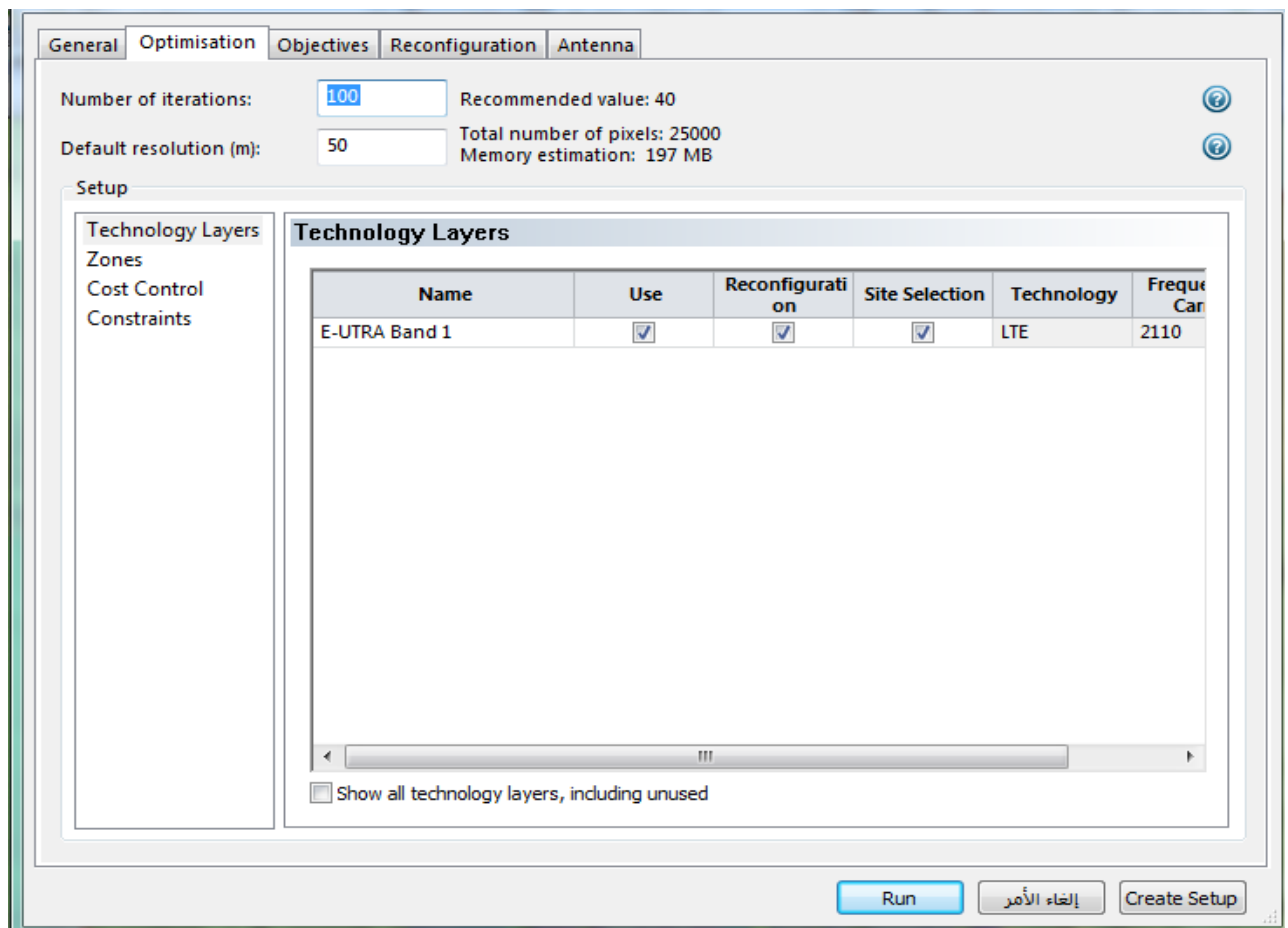


FIG .4.1.Nouveau module ACP

- Vient ensuite la sélection des zones à optimiser qui dans notre cas sont les spécifiques choisies sur l'ensemble de la carte.

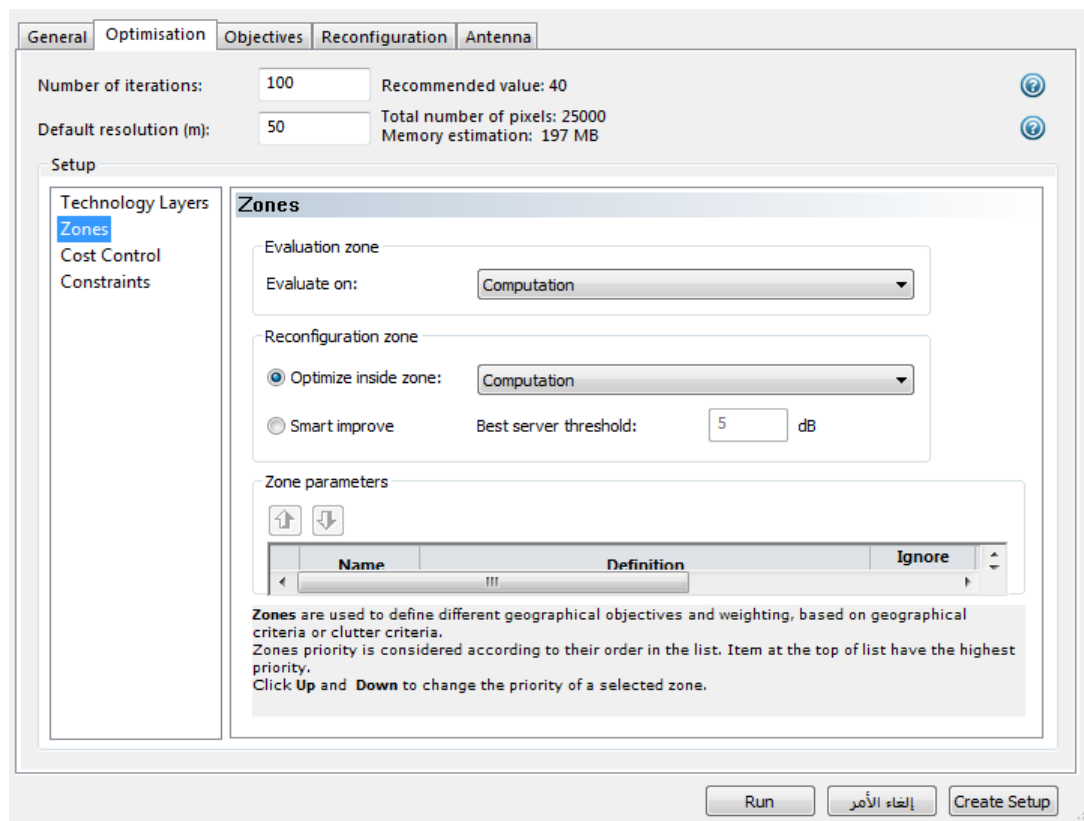


FIG.4.2 : Sélection de zone dans le module ACP.

Nous mettons en surbrillance sur « Contrôle des cost » et sélectionnons « Cost maximum » car l'optimisation est uniquement basée sur la qualité utile lors de la planification d'un réseau

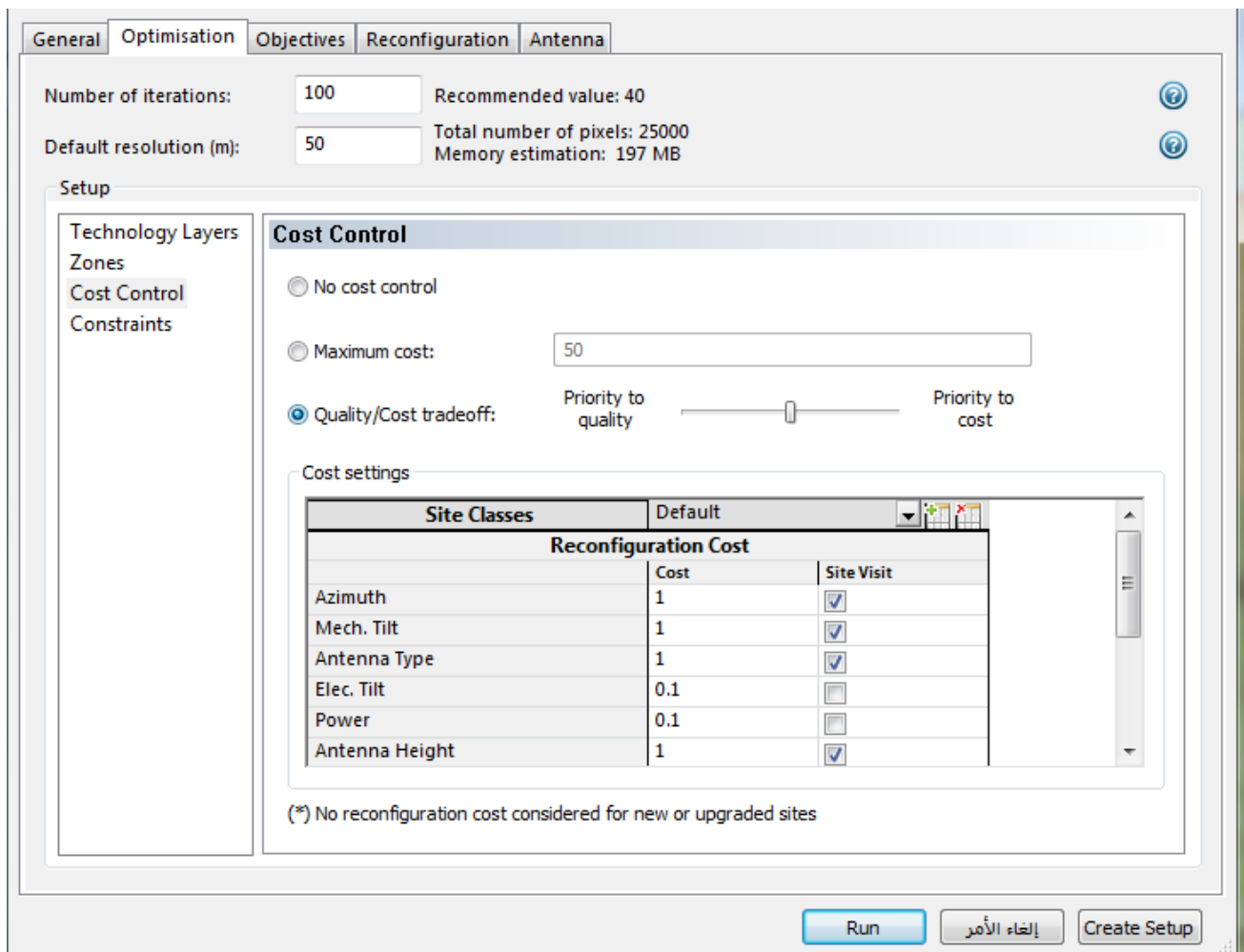


Fig.4.3.Contrôle des costs dans ACP.

Ensuite, nous sélectionnons les émetteurs/cellules à optimiser en cliquant sur les cases Type d'antenne, Inclinaison électrique, Azimut, Inclinaison mécanique et Hauteur d'antenne

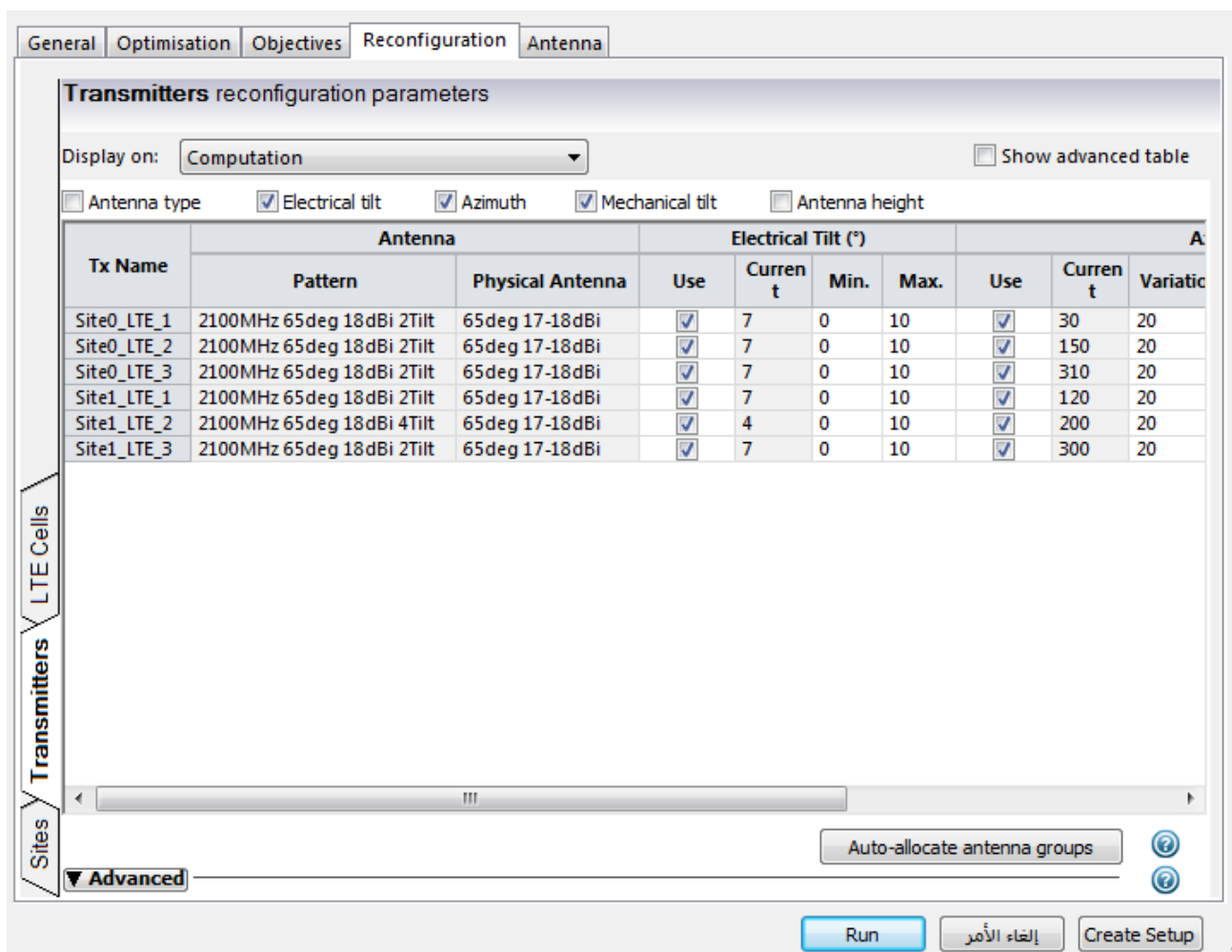


Fig 4.4 : Reconfiguration des émetteurs dans le module ACP.

Sous "Objectif", nous mettons en surbrillance "Couverture UMTS RSCP" pour définir le seuil de signal

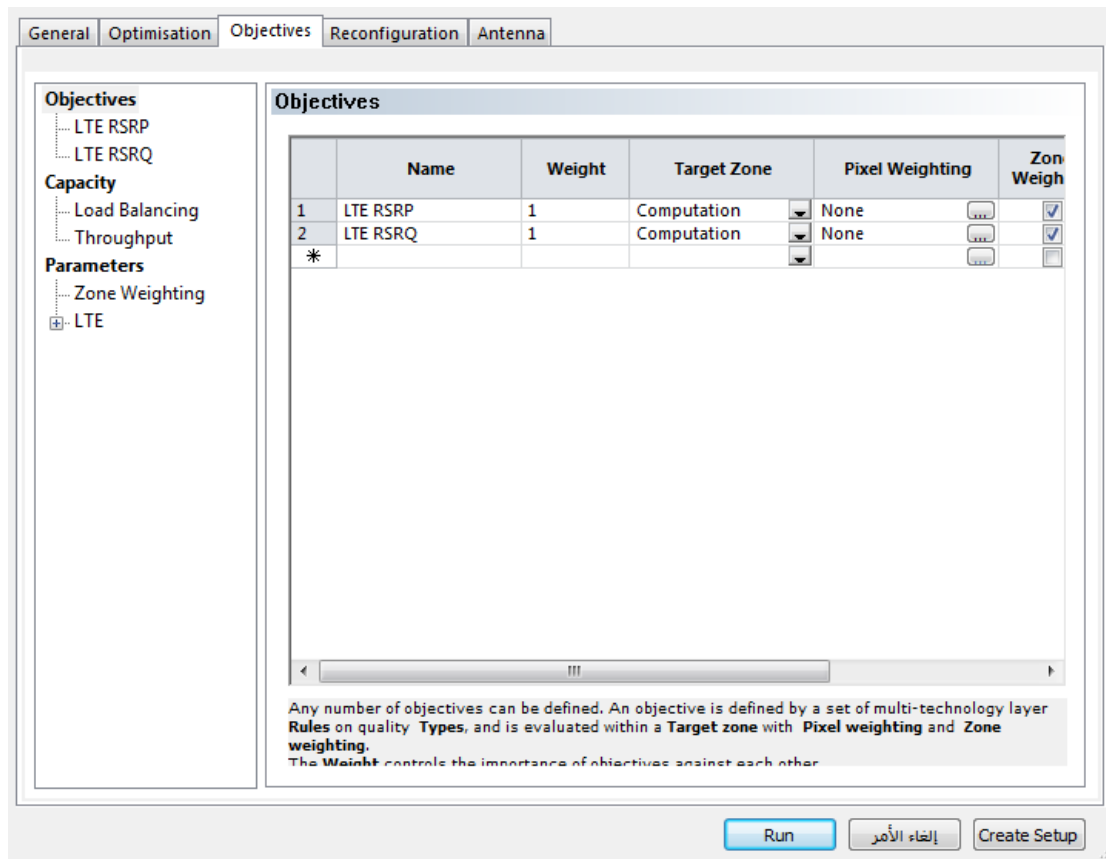


Fig.4.5. Réglage de la couverture UMTS RSCP dans le module ACP.

Maintenant, nous voulons voir les changements, nous exécutons l'optimisation pour obtenir ce qui suit



Fig.4.6. Modifications après optimisation dans le module ACP.

Pour le graphique, nous avons

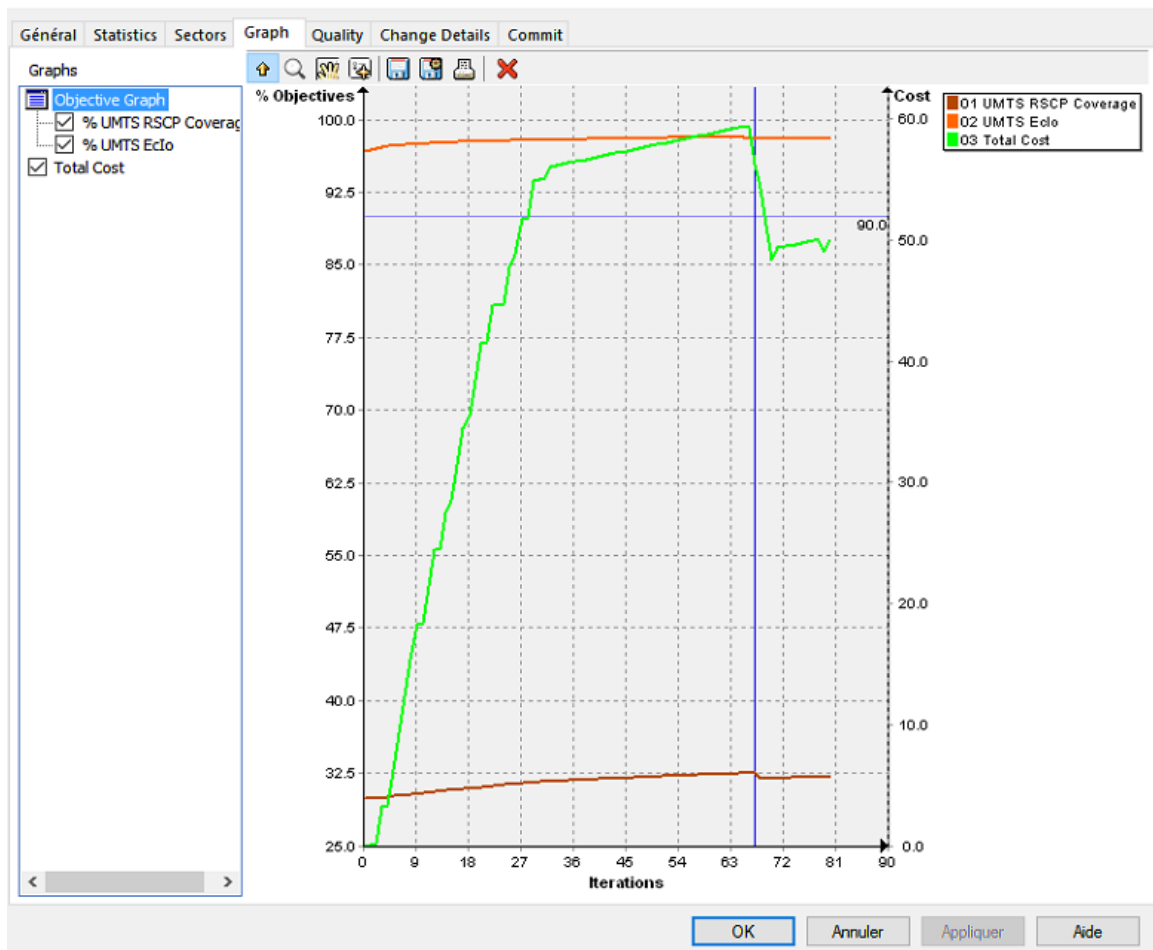


Fig.4.7. Graphique après optimisation dans le module ACP

Nous voyons qu'après l'optimisation, nous avons une meilleure couverture du réseau tout en minimisant les couts, l'optimisation de l'exécution est la clé de l'ingénieur de télécommunication s'il veut une plus grande qualité de service tout en minimisant les couts et les équipement[57]

IV.2. Bilan de Puissance :

La notion de “Bilan de Puissance” existe pour tous les systèmes de radiocommunications bilatéraux. Ces systèmes bilatéraux possèdent 2 sens de transmission:

- un sens montant (Uplink): le Mobile (MS) transmet et la Station de Base (BS) reçoit
- un sens descendant (Downlink): la Station de Base transmet et le Mobile reçoit

Le bilan de puissance consiste à équilibrer les 2 sens de transmission de façon à ce que les portées soient identiques et que la communication entre les 2 entités soit optimale.

En considérant que le canal de propagation soit identique dans les 2 sens:[58]

- la portée de la BS est principalement conditionnée par sa puissance d'émission et par la sensibilité de réception de la MS
- réciproquement, la portée de la MS est conditionnée par sa puissance d'émission et par la sensibilité de réception de la BS

En général, la puissance d'émission des MS reste fixe, c'est la puissance de la BS qui est réglée pour obtenir l'équilibre des portées. Cependant, le GSM offre la possibilité d'un réglage dynamique des puissances à la fois de la MS (Power Control Uplink) et de la BS (Power Control Downlink) de sorte à optimiser l'énergie consommée et maîtriser les interférences.

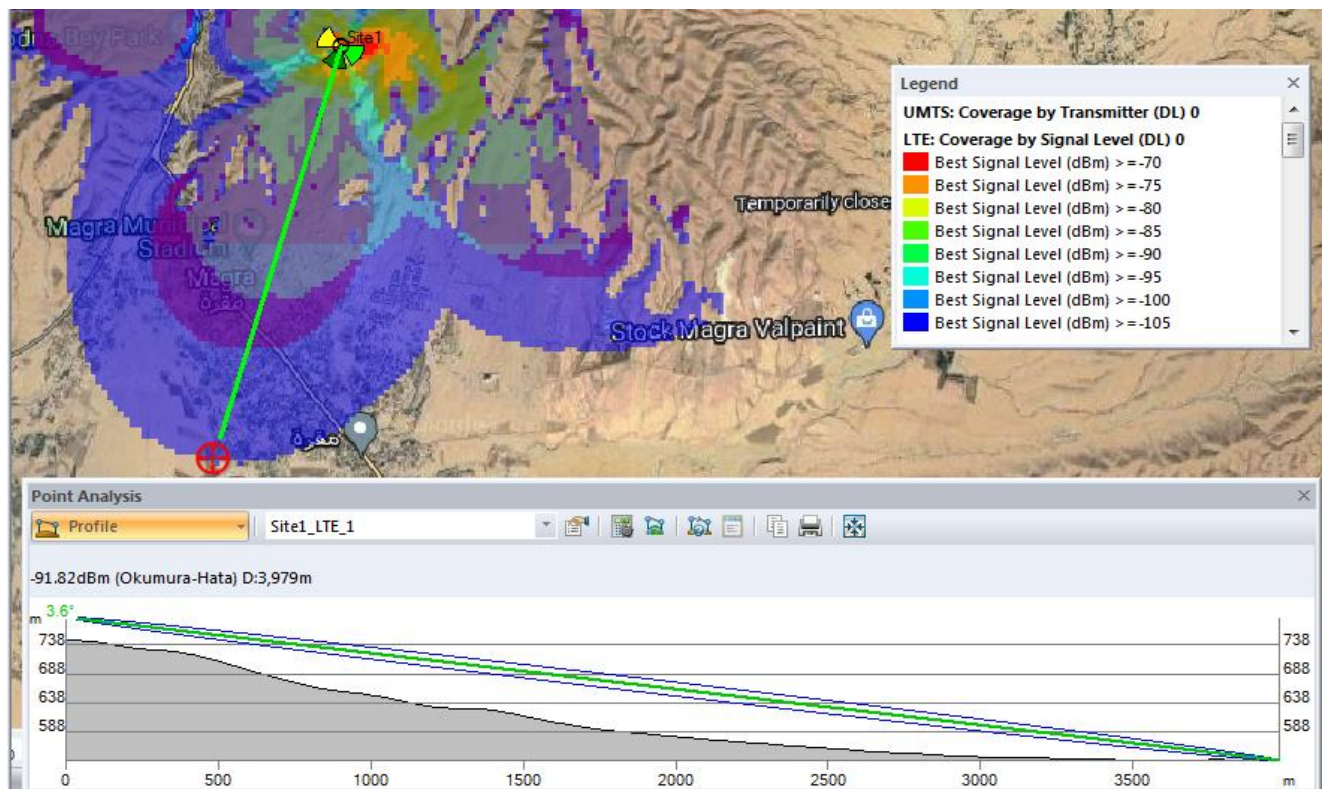


Fig.4.8.POINT ANALYSIS.

P(DB)	DM
-91.82	3.979
-92.09	2.284
-89.19	2.489
-72.27	1.791
-58.43	1.37
-54.62	1.07
-49.37	706
-45.32	378
-41.19	293

Tableau .4.9.la couverture et la puissance de site1.

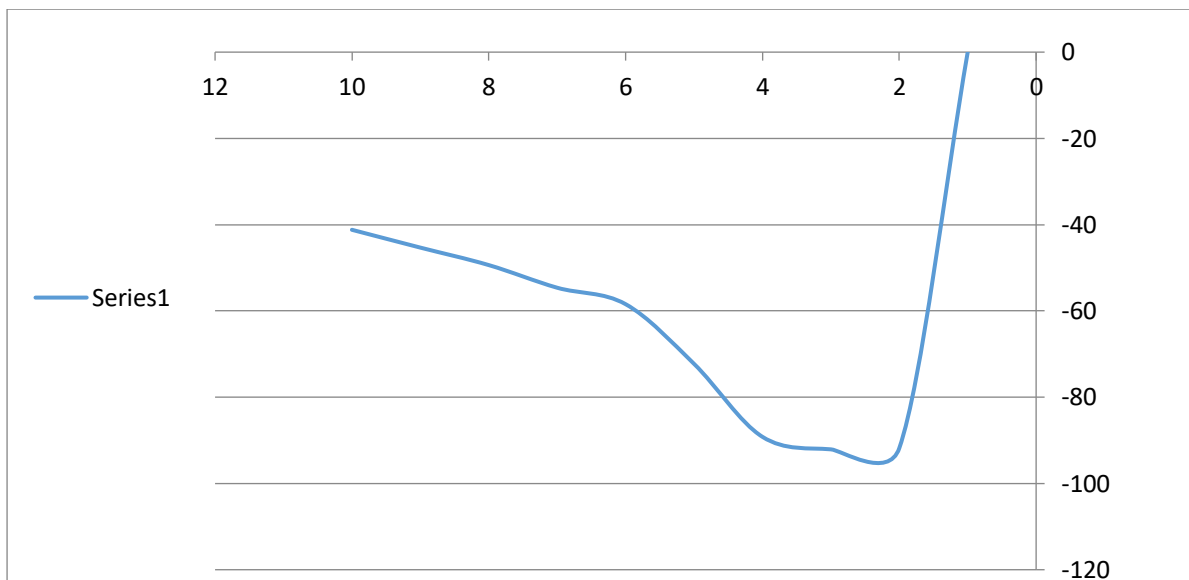


Fig.4.10.courbe de la distance par la puissance.

IV.3. Conclusion :

Grâce à l'optimisation, nous apercevons que la couverture du réseau a bien été améliorée. Toutes les parties sont couvertes par le réseau. Et même après modification des paramètres des émetteurs, la qualité du réseau respecte toujours les normes définies auparavant.

IV.4. Conclusion générale :

Afin d'offrir un service de téléphonie radio mobile de bonne qualité à leur abonnés, les opérateurs de téléphonie mobile effectuent des études techniques sur ces liaisons prenant en compte les différents affaiblissements. Ainsi que les différents mécanismes et phénomènes de propagation entrent en jeu : la réflexion, la réfraction, la transmission, la diffusion, fading, et les trajets multiples etc. Une estimation précise des pertes de propagation fournit une bonne base pour une conception correcte de la radio ingénierie.

Plusieurs modèles empiriques de prédiction d'affaiblissement ont été développés, la généralisation de ces modèles à n'importe quel environnement est encore discutable. Pour pallier cet inconvénient, les paramètres des modèles empiriques peuvent être ajustés ou réglés en fonction de mesures réelles dans un environnement cible. L'objectif de ce travail est alors l'optimisation de tel modèle ajustant les paramètres de ce dernier afin d'obtenir un minimum d'erreur entre la puissance du signal prédite et mesurée. Cela rendra le modèle plus précis pour la prédiction d'affaiblissement par des techniques d'optimisation globales notamment les algorithmes génétiques.

L'objectif de ce travail est alors l'optimisation de tel modèle ajustant les paramètres de ce dernier afin d'obtenir un minimum d'erreur entre la puissance du signal prédite et mesurée. Cela rendra le modèle plus précis pour la prédiction d'affaiblissement par des techniques d'optimisation globales.

Au cours d'élaboration de ce travail, une étude a été réalisée et structurée de 4 chapitres dont le premier est généralités sur les modèles de propagation, Au niveau du second chapitre, on a traitons à les effets de propagation, Dans le troisième chapitre, on a concevez logicielle ATOLL et fait étude du cas de la ville de MAGRA, Dans le dernier chapitre, on a étudiés la bilan de puissance et le ACP

Et d'après ce qu'on a vu de ces résultats, notre approche a montré une forte optimisation globale des modèles empiriques (COST231) en termes de convergence et robustesse, et démontre l'efficacité et la fiabilité des algorithmes évolutionnaires. Et ces résultats nous encouragent également à procéder d'utiliser ces techniques d'optimisation, en appliquons, par exemple, logicielle ATOLL.

BIBLIOGRAPHIE :

- [1] Etude comparative pour l'optimisation d'un modèle de propagation approprié pour la communication mobile.
- [2] H. Sizun , « Propagation des ondes radioélectriques des réseaux terrestres » ,techniques de l'ingénieur, n ° de volume 107 -111 , mai 2008 ,pp 1-5.
- [3] H. Mokhtari, "Modèles de propagation pour l'ingénierie radio cellulaire" ,conférences-journée (Draft), 5 mais 2010, France.
- [4]. Etude comparative pour l'optimisation d'un modèle de propagation approprié pour la communication mobile.
- [05] Tanenbaum, A. S. (2003). Computer Networks, 3rdEdition, Asoke K. Gosh, Prentice-Hall of India Private Limited, New Delhi .
- [06] Castrol, B., Pinheiro, M., Canalcante, G. (2011) “Comparison between known comparison models, using least square tuning algorithm on 5.8GHz in Amazon region cities”, Journal of Microwaves, Optoelectronics application, vol.10,No .1.
- [07] Rakesh. N., Strivasta S.K. (2012)“ An Investigation on propagation path loss in Urban Environments for various models transmitter Antenna height 50m and different Receiver Antenna height” International Journal of Receiver and reviews in Computer Science”, vol.3, No.4. pp 1761-1.
- [08] CCIR Report 239-6, Propagation Statistics required for Broadcasting Service using the frequency range 30 1000MHz, Recommendation and Report of the ITU-R, Geneva, 1986, In Hall. M. (Ed); Ibid, 256
- [09] H. Terdayet ,M. Boujnah , «Calibration de modèles de propagation pour les réseaux GSM, WCDMA et LTE » , mémoire de master , Sciences et technologies de l'Information et de la Communication - Option RST ,Tunisie, 2012-2013
- [10] N. Melouki, « Etude et estimation des pertes dans réseau GSM », mémoire de mestre, université de M'sila, 2014
- [11] IOSR Journal of Electronics and Communication Engineering (IOSR-JECE) e-ISSN: 2278-2834,p- ISSN: 2278-8735.Volume 10, Issue 6, Ver. I (Nov - Dec .2015), PP 63-72.

- [12] Hamid, M., & Kostanic, I. (2013). Path Loss Models For LTE and LTE-A Relay Stations.
- [13] Hamid, M., & Kostanic, I. (2013). Path Loss Measurements for Relay Stations in 1900MHz Band.
- [14] Okumura, Y. a kol, "Field Strength and its Variability in VHF and UHF Land-Mobile Radio Service", Rev. Elec. Comm. Lab, No.9-10,pp. 825 - 873, 1968
- [15] B. Ramakrishnan, R. S. Rajesh and R. S. Shaji "An Efficient Vehicular Communication Outside the City Environments", International Journal of Next Generation Networks (IJNGN), volume 2, December 2010.
- [16] M. Hata, «Empirical formula for propagation loss in land mobile radio services», IEEE Trans. Veh. Technol., vol. vt-29, no. 3, August 1980, pp. 317-325.
- [17] Abraham Deme ^{1,2*}, Danjuma Dajab ², Buba Bajoga ², Mohammed Mu'azu²,Davou Choji³.
1. ICT Directorate, University of Jos, Jos-Nigeria.
 2. Department of Electrical and Computer Engineering, Ahmadu Bello University, Zaria –Nigeria.
 3. Department of Mathematics, University of Jos, Jos-Nigeria.
- [18] Okumura, Y. (1968). Field strength and it's variability in VHF and UHF land-mobile radio-services. Review of the Electrical Communications Laboratory, vol. 16.
- [19] Abhayawardhana, V. S., Wassell, I. J., Crosby, D., Sellars M.P. & Brown, M.G. (2005). Comparison of empirical propagation path loss models for fixed wireless access systems. Proceedings of IEEE Conference on Vehicular Technology, Stockholm, Sweden, Vol. 1, pp 73-77
- [20] Hata, M. (1981). Empirical formula for propagation loss in land mobile radio services. IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. VT-29, pp. 317–325.
- [21] Asztalos, T. (2008). Planning a WiMAX Radio Network with A9155. Alcatel-Lucent (April, 2008) COST Action 231 (1999). Digital mobile radio towards future
- [22] M. D. Alam and M. R. H. Khan, "Comparative Study of Path Loss Models of WiMAX at 2.5 GHz Frequency Band."
- [23] Ken-Ichi Itoh, Member, IEEE, Soichi Watanabe, Jen-Shew Shih, and Takuro Sato, Senior Member, IEEE, "Performance of Handoff Algorithm Based on Distance and RSSI Measurements" IEEE, 2002.

- [24] Egli, J. J. (1957). Radio Propagation above 40 Mc Over Irregular Terrain. Proc. IRE, pp.1383-1391
- [25] Azubogu, A.C.O et al (2010) “Empirical-Statistical Propagation Pathloss Model for Suburban environment of Nigeria at 800MHz band”, The IUP Journal of Science and Technology, India.
- [26] Moinuddin A .A. and Singh S, “Accurate Path Loss Prediction in Wireless Environment”, Institution of Engineers (India), Vol 88, July 2007, pp. 09 – 13.
- [27] R.Charle House, Electronique appliquée : les antennes fondamentaux, 3ème édition, Dunod, Paris, 2006
- [28] Walfish J., and Bertoni H.L., « A Theoretical Model of UHF Propagation in Urban Environments », IEEE Transactions On Antennas And Propagation, vol. 36 n° 12, pp. 1788-1796 Dec. 1988.
- [29] Hassine K., « Validation des modèles de propagation dans un environnement Out Door Cas Sakagami-Kuboi » ,[http: //www.etudionet.com/v0/communaute/xuser](http://www.etudionet.com/v0/communaute/xuser), 2007
- [30] Kivinen J., « Development of Wideband Radio Channel Measurement and Modeling Techniques for Future Radio Systems » , <http://lib.tkk.fi/Diss> , Mar. 2001
- [31] Theodore, S. Rappaport (1991). “The Wireless Revolution”, IEEE Commercial Magazine, vol. 29 (11), pp 52-61
- [32] M. Hata, «Empirical formula for propagation loss in land mobile radio services», IEEE Trans. Veh. Technol., vol. vt-29, no. 3, August 1980, pp. 317-325.
- [33] Alcatel-Lucent (April, 2008) COST Action 231 (1999).
- [34] Nadir Z., Elfadhil, N. and Touati, F., (2008) “Pathloss Determination Using Okumura-Hata Model and Spline Interpolation for Missing Data for Oman Proceedings of the World Congress on Engineering” Vol I WCE 2008, July 2 - 4, 2008, London, U.K.
- [35] N. Shabbir, M. T. Sadiq, H. Kashif, and R. Ullah, "Comparison of radio propagation models for long term evolution (Lte) network," arXiv preprint arXiv:1110.1519, 2011.
- [36] : Analyse des méthodes d'égalisation des techniques CDMA
- [37] : L. Boithias, La propagation des ondes radioélectrique dans l'environnement terrestre, Edition Dunod, 2^{ème} edition, 1984.

- [38] : www.JPL's wireless communication reference website.com
- [39] : Dimensionnement et planification d'un réseau 4G/LTE
- [40]: B. Sklar, 'Rayleigh fading channels in mobile communication systems Part characterization,' IEEE Communication Magazine, pp.90-100, July 1997.
- [41] : G. L Turin, 'Introduction to spread-spectrum antimultipath techniques and their application to urban digital radio, ' Proceeding of the IEEE , vol. 68, pp.328-354, March 1980.
- [42] : S. Faruque, Cellular mobile systems engineering, Artech house, Boston-London, 1996.
- [43]: M.Chaker, « Recherche sur la résolution des problèmes complexes d'affectation de Fréquences Basses bandes pour les opérateurs de la téléphone mobile », thèse doctorat, faculté des sciences de l'ingénieur, Université Mentouri de Constantine, Mai 2011.
- [44]: Wireless Communications Systems
- [45]: R. G. Gallager, ' The use of information theory in wireless network,' Multiaccess, Mobility and Teletraffic for Personal Communication '96, Paris, France, May 1996.
- [46]: J.H. Whitteker. Fresnel–Kirchhoff theory applied to terrain diffraction problems. Radio Sci., 25(5), 1990, 837–851
- [47] : M. Hata. Empirical formula for propagation loss in land mobile radio services.IEEE Trans. Veh. Tech., 29(3), 1980, 317–325
- [48]: Y. Okumura et al.Field strength variability in VHF and UHF land mobile service.Rev. Elec. Comm. Lab.,Sep–Oct, 1968.
- [49]: Modeling the Wireless Propagation Channel A Simulation Approach with MATLAB
- [50]: Dimensionnement et planification d'un Réseau LTE
- [51]: LTE Features Atoll 3.4.0,FORSK,9019
- [52]: Dimensionnement d'un réseau 4G LTE
- [53]: Planification et optimisation d'un réseau de la 4G (LTE) pour la Wilaya de Tlemcen
- [54]: Atoll Radio planning and optimization software Measurements and Model Calibration Guide version 3.3.2.
- [55]:RADIO-RULES
- [56]: Planification d'un Réseau de Télécommunications

