UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE

LICENCE SCIENCES ET TECHNIQUES

Génie Electrique

RAPPORT DE FIN D'ETUDES

Intitulé :

La télécommunication entre les postes sources et les postes asservis.

Réalisé Par :

ZRIFI FADOUA

Encadré par :

- Pr. Abdi Farid (**FST Fès**)
- Mr. Aerfaoui Abdelhakim **(Entreprise)**

Soutenu le 3 Juin 2018 devant le jury

- Pr F.Abdi (FST FES)
- Pr H.Ghennioui (FST FES)
- Pr N. Idrissi EL Amrani (FST FES)

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail

A

Mes très chers parents,

Aucun mot, aucune dédicace ne saurait exprimer mon respect et ma considération, Pour les sacrifices que vous avez consentis pour mon instruction,

Et mon bien être.

Trouvez en ce travail le fruit de votre dévouement et l'expression de ma gratitude

Et mon

Profond amour.

A

Ma petite famille

Vous m'avez chaleureusement supportée et encouragée tout au long de mon parcours.

A

Mes professeurs, pour leurs efforts qui m'ont permis d'acquérir

Une formation de qualité.

ZRIFI FADOUA

Résumé

Avec l'évolution des entreprises, la croissance des systèmes d'informatique et la diversification des besoins des applications dans le domaine de télécom, la gestion des multiservices s'avère primordiale pour instaurer la notion de la Qualité de Service à distance.

Cette solution du BCC, permet une bonne gestion du réseau électrique de la ville de Meknès ainsi une recherche Optimale des défauts.

Ce projet de fin d'étude consiste à couvrir les concepts de base des performances des Antennes. Notre but est d'assurer une communication radiofréquence entre les postes sources de la RADEM et les différents postes Asservis de la ville. À l'aide du "logiciel radio mobile" nous Assurerons un choix approprié des types d'antennes qui Nous aiderons à atteindre notre objectif principal.

Notre travail consiste, en premier lieu, à analyser la qualité de communication entre le BCC et les postes concernés puis la comparer avec celle des postes sources avec les postes asservis. En deuxième lieu, étudier la possibilité de Créer une antenne BCC au lieu de l'un des postes sources si la communication était meilleure.

Table des matières

Dédicaces ..... *i*

Résumé ..... *ii*

Table des matières ..... *iii*

LISTE DES ABREVIATIONS : ..... *Erreur ! Signet non défini.*

LISTE DES FIGURES ..... *vi*

INTRODUCTION GENERALE *1*

Chapitre 1: Présentation Générale d'Entreprise *2*

I -PRESENTATION DE RADEM : **3**

1-RADEM : 3

2-ORGANIGRAMME : 3

II.-SYSTEME D'ALIMENTATION DE LA RADEM : **4**

1-Réseau de distribution : 4

2-les arrivées de l'énergie : 4

3-Les postes sources : 5

Chapitre 2:BCC(Bureau Central de Conduite) *11*

BCC(Bureau Central de Conduite) **12**

1. Architecture du BCC :……..……14

2. Généralités du BCC :……14

3. Description du réseau et procédures d'utilisation : 16

chapitre 3: Les types d'antennes utilisées et les bandes de fréquences……...18

Omni : **18**

1-Définition : 19

2-Caractéristiques : 19

3-Avantages et inconvénients : 19

Yagi : **20**

1-Définition :.....20
2-Caractéristiques :.....20
3-Avantages et inconvénients :.....20
4. Bandes fréquences et leurs applications :.....21
Les limites de transmission :.....21 Erreur ! Signet non défini.
Chapitre 4 : Simulation « RADIO MOBILE »..... 23
I. Logiciel Radio Mobile :..... 24
1. Définition :.....24
2.Importation de la carte :.....25
3.Création de réseau :.....25
4.Création des unités :.....27
Liaison radio :..... 28
II. bilans de liaison entre les postes sources et les postes asservis :..... 32
1. Bilan de liaison entre le BCC et les 190 postes asservis :.....32
2. Bilan de liaison entre poste source Zerhoun et les 190 postes asservis :.....32
3.Bilan de liaison entre poste source Jbabra et les 190 postes asservis :.....35
Conclusion :..... 37
Références bibliographiques :..... 38

Tableau des abréviations :

PA	Poste asservis
PS	Poste source
BCC	Bureau central de conduite
PZ	Poste Zerhoun
PJ	Poste Jbabra
PMS	Poste Meknes Sud
RM	RADIO MOBILE

LISTE DES FIGURES

Figure1 : Schéma unifilaire du PMS :……...5

Figure2 : schéma unifilaire du PJ…….…….7

Figure3 : schéma unifilaire du PZ :……..…….9

Figure4 : schéma unifilaire du BCC :…….….12

Figure 5 : Limites de transmission …… 22

Figure 6 : Logiciel Radio Mobile …….……...24

Figure 7 : Carte topologique de Meknès …….....25

Figure 8 : Lien radio mode point à point ……...…..26

Figure 9 : Les propriétés d'antenne Omni ……...…….....26

Figure 10 : Les propriétés d'antenne Yagi……...…27

Figure 11 : Création des unités……..…….…..27

Figure 12 : Les positions de 187PA sur la carte de Meknès……...……..28

Figure 13 : Lien radio profil fenêtre……..…29

Figure 14: Lien radio profil fenêtre du porte :……...…… 30

Figure 15 : Lien radio profil fenêtre de la distribution ……30

Figure 16: Comportement de la liaison radio de l'émetteur au récepteur…… 31

Figure 17: Liaison radio (PZ PA 47)……...32

Figure 18: Comparaison entre la communication entre BCC et 21PA par rapport à la liaison radio entre PZ et 21PA ……....33

Figure 19 : Diagramme de liaison en « large scale»…….. ……33

Figure 20 : Lien radio entre Zerhoun et PA 532……34

Figure 21 : Bilan de liaison Jbabra xlsx ……..……35

Figure 22: Position optimale du répéteur …….……35

Figure 23 : Position optimale de transmission…….……36

INTRODUCTION GENERALE

Dans le but de répondre aux exigences des entreprises dans un souci d'assurer la continuité des services avec une meilleure qualité, pallier aux problèmes qui surgissent et suivre l'évolution de la clientèle, RADEM accorde une grande importance à l'optimisation de son réseau par la mise en œuvre de la Qualité de Service. Le BCC (bureau central de conduite) est indispensable afin d'aboutir à une bonne performance aux applications critiques et une qualité de service satisfaisante.

C'est dans ce contexte que RADEM nous a confié, dans le cadre de notre projet de fin d'études, la mise en place de la Qualité de service qui permettra l'optimisation de ses ressources réseaux. Le présent rapport est le fruit de notre travail réalisé dans une période de deux mois. Il est scindé selon trois chapitres couvrant l'ensemble des axes de notre travail.

Le premier chapitre présente l'entreprise, son personnel ainsi ses taches.

Le deuxième chapitre concerne les types d'antennes qui effectuent la communication entre le BCC (Bureau Central de Conduite) et les postes asservis en faisant une étude comparative de les postes sources afin d'améliorer la Qualité de communication : à l'aide du logiciel (Radio Mobile).

Le troisième chapitre nous présente le logiciel, ainsi que les outils utilisés et la simulation.

En ce qui concerne **le quatrième chapitre**, nous analyserons des bilans de liaison en premier lieu ensuite le bilan de liaison entre le BCC et les PA puis le bilan de liaison entre le PZ et les PA et finalement le bilan de liaison entre le PJ et les PA tout ça afin d'améliorer la qualité de communication entre le BCC et les PA.

Chapitre 1: Présentation Générale d'Entreprise

L'objectif de ce présent chapitre est de mettre notre travail dans son contexte général. Tout d'abord, nous présentons l'organisme d'accueil « RADEM »,Ainsi ses départements et ses taches.

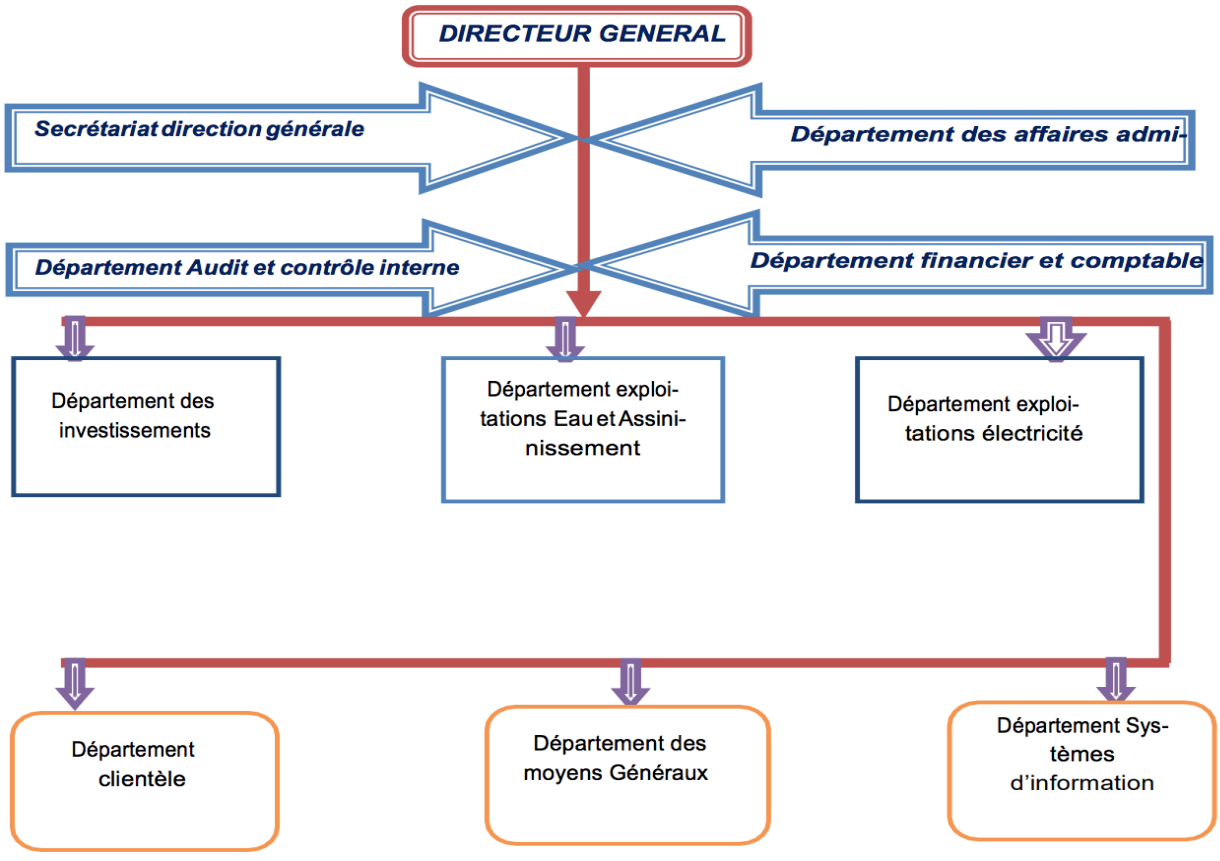
I -PRESENTATION DE RADEM :

1-RADEM :

La RADEM a été créée par la délibération du conseil municipal de la ville de Meknès le 6 juin 1969 en vertu du DAHIR N°1-59-315 du 28 1379(23juin1960) relatif à l'organisation communale sous la dénomination de : « REGIE AUTONOME DE DISTRIBUTION D'EAU ET D'ELECTRICITE »C'est un établissement semi-public à caractère industriel et commercial doté de sa personnalité civile et de l'autonomie financière.il a succédé à la société marocaine de distribution (SMD) qui assurait jusqu'alors la gérance de distribution.

La régie est chargée d'assurer la distribution de l'énergie électrique dans la ville de Meknès par l'intermédiaire de trois postes de livraison électrique nommés JBABRA ,Zerhoune et MEKNES SUD permettant de transformer la tension obtenue de 6 lignes aériennes HT provenant de l'ONE en MT pour alimenter les différentes usines dans la ville et pour distribuer l'énergie électrique en basse tension par l'intermédiaire des transformateurs MT/BT.

2-ORGANIGRAMME :



II.-SYSTEME D'ALIMENTATION DE LA RADEM :

La RADEM dispose de trois postes sources travaillant en parallèle en fournissant l'alimentation du territoire de la ville de Meknès.

1-Réseau de distribution :

Le réseau moyenne tension totalise environ 424 km à la fin de 2010 est réparti comme suit :

- 94% de réseau souterrain en câble PRC 12/20 KV.
- 6% de réseau aérien 20KV en cuivre nu principalement.

Le réseau basse tension totalise environ 1876.66Km a fin de 2010 réparti comme suit :

- 48.86% de réseau souterrain en câble armé venysol.
- 51.13 de réseau aérien en câble torsadé et cuivre nu.

2-les arrivées de l'énergie :

RADEM possède trois arrivées de l'énergie électrique par câble aérien de 60 KV.

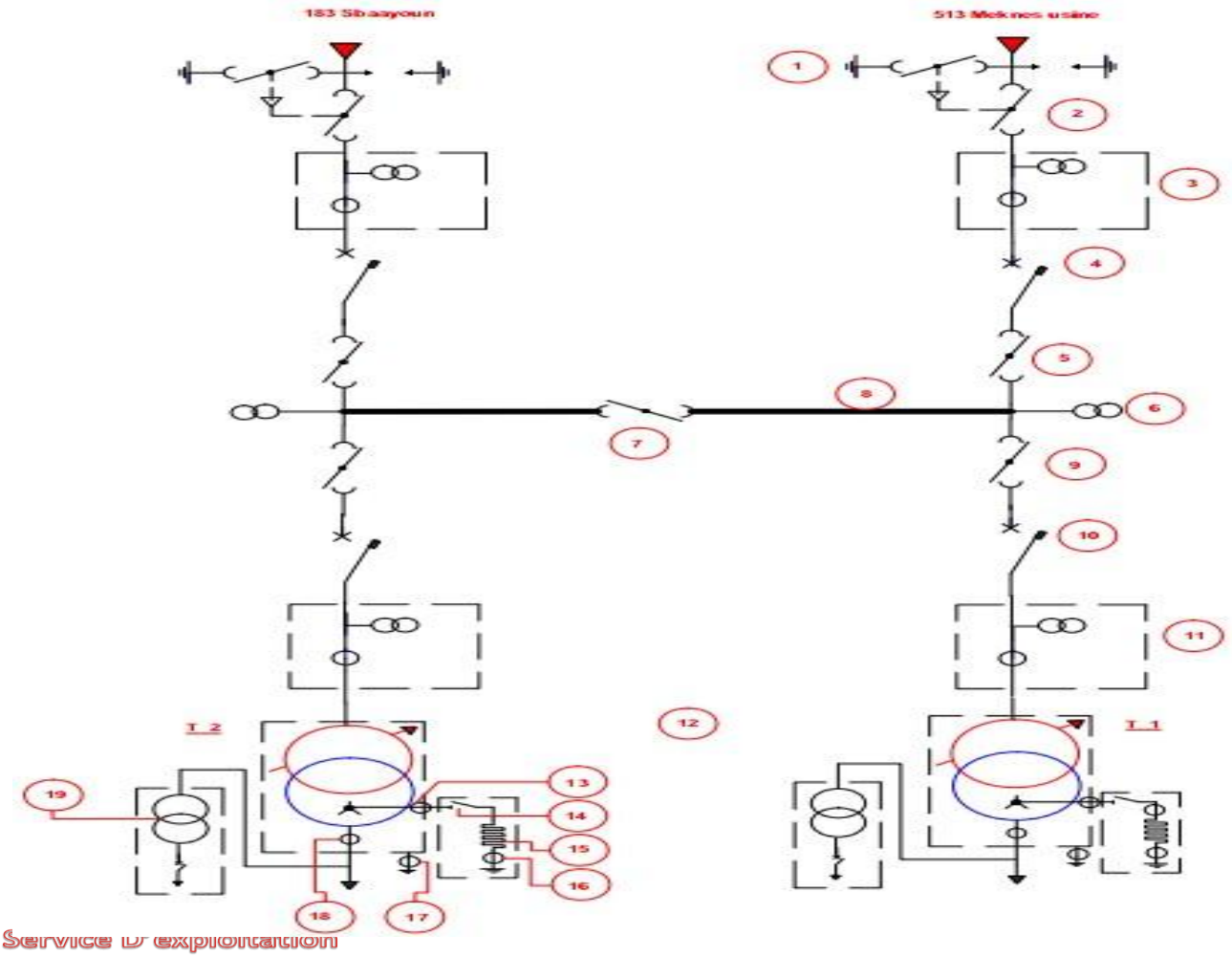
- Poste source Meknès sud ayant deux départs de HT (60 Kv) N°513 et N°183
- Poste source Jbabra ayant deux départs de HT (60 Kv) N°227 et N°225
- Poste source Zerhoun ayant deux départs de HT (60 Kv) N°125 et N°127

3-Les postes sources :

3.1-Poste Meknes Sud :

Le poste Meknès Sud a été construit en 2010. Il est alimenté par deux lignes aériennes numérotées 513 et 183 provenant successivement du poste Meknès usine et Sebaayoun. le poste contient deux transformateurs de Puissance T1 et T2 chacun a une puissance de 36 MVA

Figure1 : Le schéma unifilaire du PMS

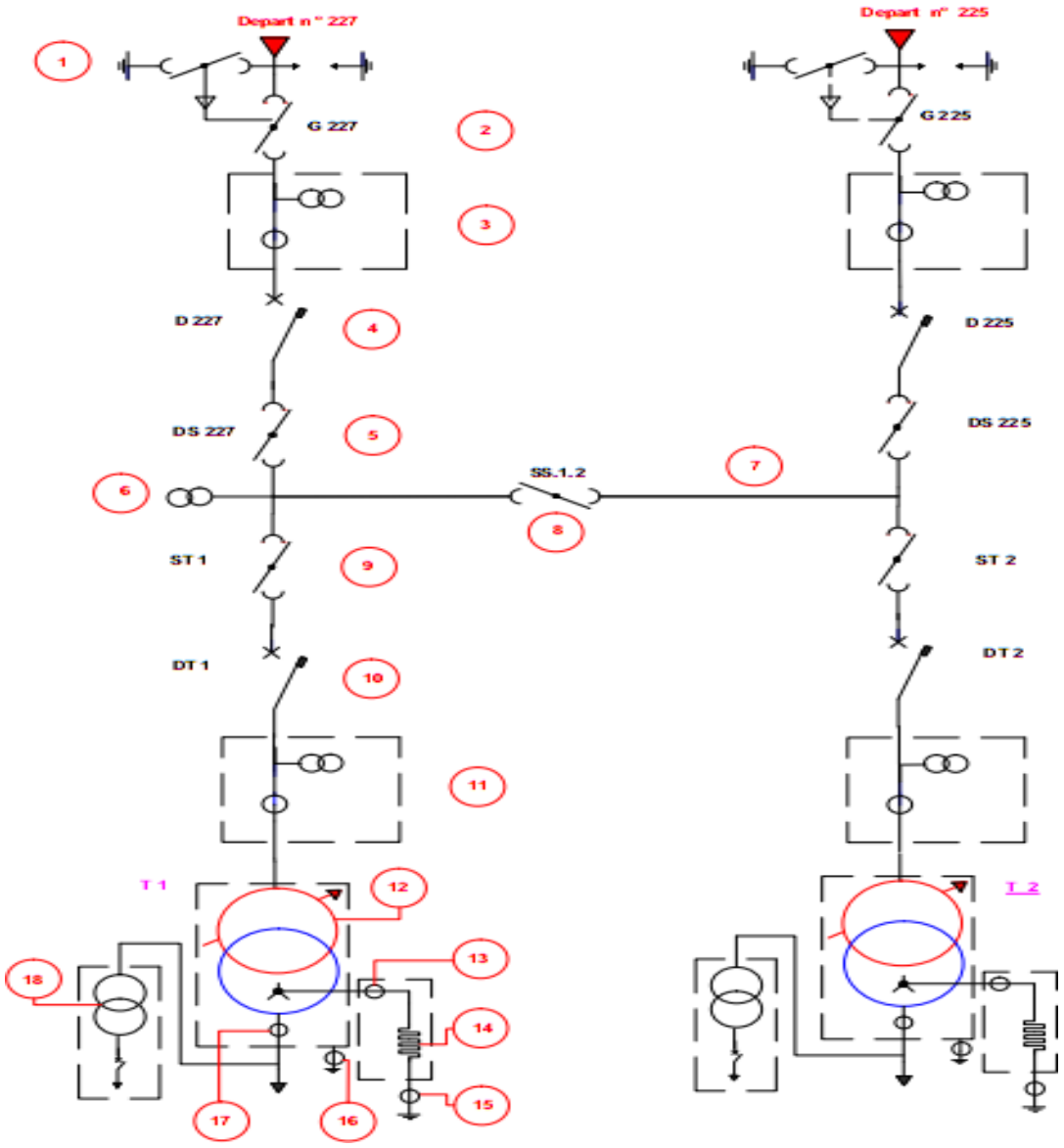


Numéro	Nomination	Caractéristiques
1.	Sectionneur de la mise à terre	àcoupurerotative72.5kv;1250A
2.	Sectionneur général	Acoupurerotative72.5kv;1250A
3.	Combiné de mesures	TT60000/√3 / 100/√3 TC 200-400/5;50VA
4.	Disjoncteur de ligne	72.5kv;1250A;à gaz SF6
5.	Sectionneur d'aiguillage	À coupure rotative 72.5kv,1250A
6.	TT barre	72.5kv ;60000/√3/ 100/√3 ;200VA
7.	Sectionneur inter barre	A coupure rotative
8.	Jeu de barre 60KV	Alu 366 mm^2
9.	Sectionneur d'isolement	72.5kv;1250A
10.	Disjoncteur du transformateur	72.5kv;1250A
11.	Combiné de mesures	TT60000/√3 / 100/√3 TC 200-400/5;50VA
12.	Transformateur de puissance	60/20kv ;36MVA
13.	TC de neutre	Type bushing 150/5 ;10VA
14.	Sectionneur de neutre	…..
15.	Résistance de neutre	12.8Ω ;1000A
16.	TC de terre résistante	300/5 ;2.5VA
17.	TC massecuve	50-200/1
18.	TC bushing	1200/5 ;15VA
19.	Transformateur des services auxiliaires	20KV/400V ;100KVA

3.2-Poste Jbabra :

LE poste JBABRA a été construit en 1979. il est alimenté par deux lignes aériennes numérotées 225 et 227 provenant du poste d'interconnexion ONE Toulal 225/60 KV. Le poste JBABRA contient deux transformateurs chacun a une puissance de 36 MVA.

Figure2 :Le schéma unifilaire du PJ

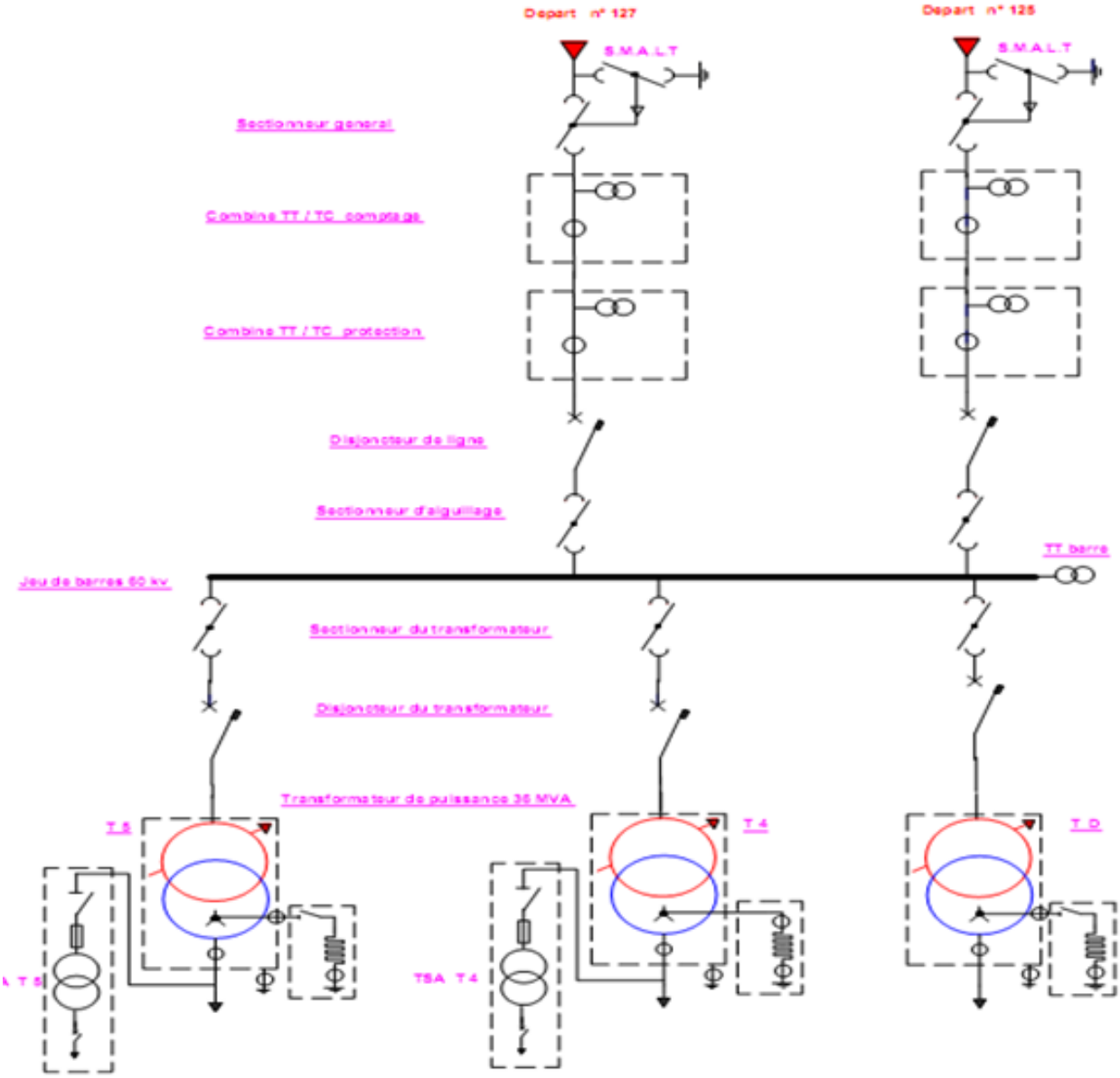


Numéro	Nomination	Caractéristiques
1.	Sectionneur de la mise à la terre	72.5KV ;800A ;à coupure rotative
2.	Sectionneur général	72.5KV ;800A ;à coupure rotative
3.	Combiné de mesures	TT60000/√3v /100/√3v TC 200-400/5-5A
4.	Disjoncteur de ligne	72.5Kv ;In800 A ;2500VA ;A huile
5.	Sectionneur d'aiguillage	72.5kv ;800A ;à coupure rotative
6.	TT barre	72.5kv ;60000/√3v /100/√3V
7.	Jeu de barre 60 kv	……
8.	Sectionneur inter-barre	à coupure rotative
9.	Sectionneur d'isolement du transformateur	72.5 ;800A ;à coupure rotative
10.	Disjoncteur dutransfor-mateur	72.5 ;In800A ;2500 VA
11.	Combiné de mesures	TT60000/√3V/ 100/√3V TC 400/5A
12.	Transformateur de puis-sance	60/20KV ;36MVA
13.	TC de neutre	100/5A
14.	Résistance de neutre	12Ω ;1000A
15.	TC de terre résistante	1.5/0.15A
16.	TC massecuve	50-200/1A
17.	TC bushing	1000/5 ;15 VA
18.	Transformateur des ser-vices auxiliaires	20KV/400V ;160KVA

3.3-Poste Zerhoun :

Le poste source Zerhoune a été construit en 1954, il est alimenté par deux lignes aériennes numérotés 125 et 127 provenant du poste d'interconnexion ONE TOULAL 225/60KV.le poste contient trois transformateurs en service : T5 (36MVA), TD (36MAV)et T4 (20MVA).

Figure3 :Schéma unifilaire du PZ



NUMERO	NOMINATION	CARACTERIQTIQUES
1	Sectionneur de la mise à la terre	72.5KV ;à coupure rotative
2	Sectionneur général	72.5KV ;à coupure rotative
3	Combiné de comptage	TT60000/√3v /100/√3v TC200-400/5-5
4	Combiné de mesures	TT60000/√3v /100/√3v TC200-400/5-5
5	Disjoncteur de ligne	72.5KV ;1250 A
6	Sectionneur d'aiguillage	72.5KV ;à coupure rotative
7	Jeu de barre principal 60KV	……
8	TT barre	72.5KV ;60000/√3v /100/√3v
9	Sectionneur d'isolement du transformateur	72.5KV ;à coupure rotative
10	Disjoncteur du transformateur	72.5KV ;1250 A
11	Transformateur de puissance	60/20KV ;TD=T5(36MVA) ;T4(20MVA)
12	TC de neutre	150/5A ;10VA
13	Sectionneur du neutre	……
14	Résistance du neutre	12Ω ;1000A
15	TC de terre résistante	1.5/0.15A
16	TC massecuve	50-200/1A
17	TC bushing	1200/5, 15 VA
18	Transformateur des services auxiliaires	20KV/400V ;160KVA

Chapitre 2: BCC(Bureau Central de Conduite)

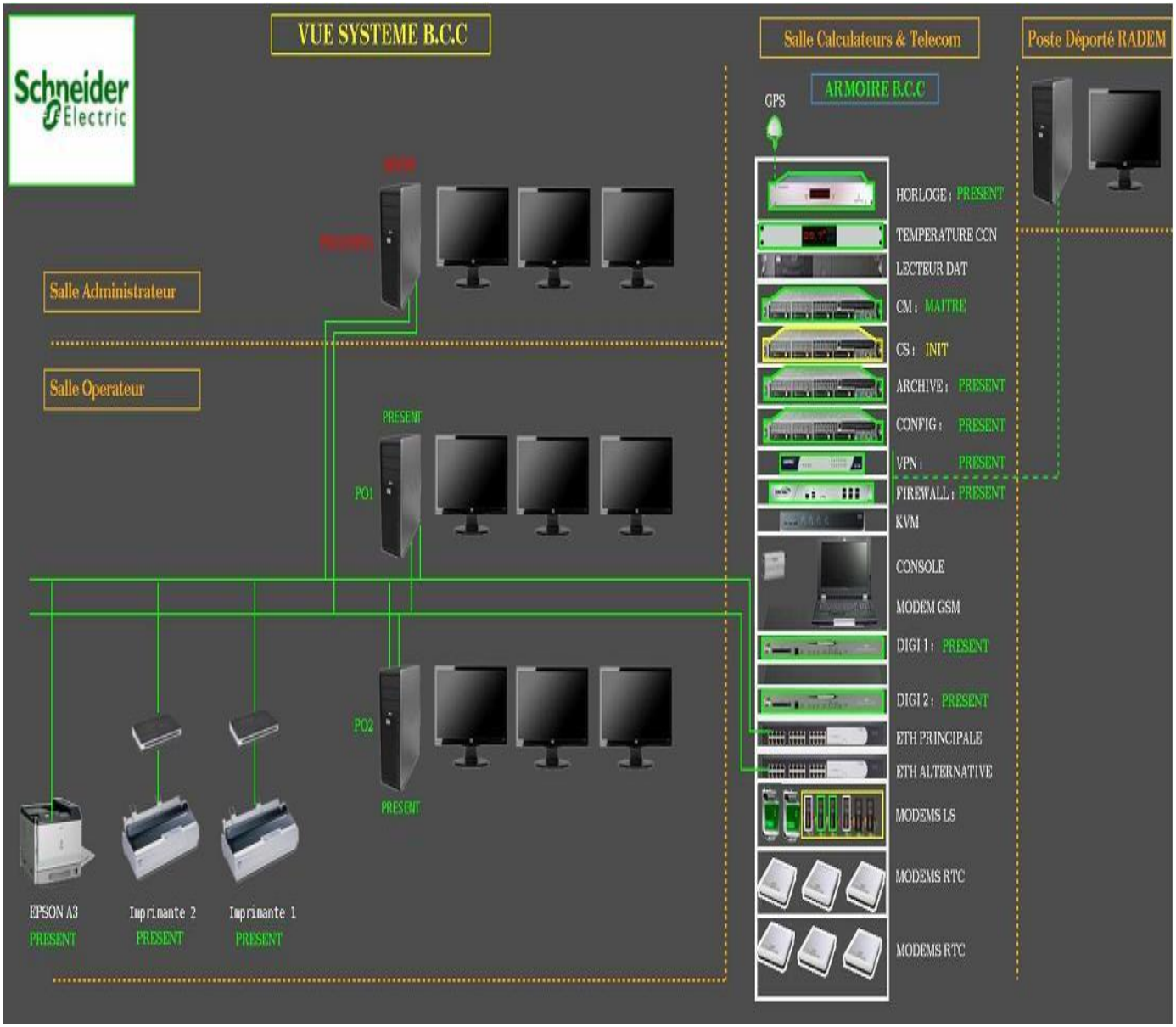
Ce chapitre va nous montrer l'importance du BCC en radiocommunication.

BCC(Bureau Central de Conduite) :

Figure4 :shéma unifilaire du BCC

BCC(Bureau de conduite centralisé)

Schéma unifilaire de BCC



1. Architecture du BCC :

Le BCC est installé dans le bâtiment construit dans le cadre du marché, au poste de Meknès Sud.Ce centre est basé sur l'utilisation du système Seefox M8000 qui couvre l'ensemble des fonctionnalités demandées par la RADEM. Ce système s'intègre dans l'environnement existant de la RADEM et s'interface avec les RTU de postes HT/MT et MT/MT(de type Seefox T2000,SAS530,PA T200)mais aussi avec les RTU des postes MT/BT en utilisant le protocole IEC 870-5-101.

Ce système doit prendre en compte aussi les 39 nouveaux PA pour des postes MT/BT.

L'architecture du BCC de meknes, basée sur le système Seefox M8000,est construite autour d'un double réseau Ethernet utilisant le protocole TCP/IP.

Le BCC se compose d'une Salle calculateur et Telecom :Armoire informatique contenant les équipements suivants :

- Deux serveurs SCADA redondants exécutant les drivers de communication, les traitements SCADA, l'archivage courte durée et la gestion de l'interface de supervision des différents postes opérateurs .
- Un serveur de configuration contenant la base de données et les outils de configuration.
- Un serveur d'archive de longue durée .
- Deux switchs 10/100/1000 BT 24 ports.
- Une horloge synchronisée GPS et serveurs NTP.
- Deux passerelles Ethernet 16 ports séries assurant la gestion de la couche physique des drivers de communication.
- Un lecteur de bande DAT de grande capacité.
- Une console 17 cable pour la maintenance.
- Un routeur coupe-feu.
- Un système d'accès distant serveur SSL/VPN pour permettre une connexion à distance sécurisée.
- Un modem CSM pour la génération d'alarme via SMS.
- Deux convertisseurs RS232 et RS 485(liaisons << normale>><<< secours>>) pour la communication avec le poste Meknès Sud.

- Huits modems RTC pour la communication avec les PA T200 des postes MT/BT. les 4 postes MT/MT (Toulal, sidi bouzekri, wislane , abattoirs) et les détecteurs de défaut. un modem RTC est utilisé pour la communication de secours pour les 4 postes MT/MT(toulal,sidi bouzekri,wislane,Abattoirs).
- 6 modems LS pour la communication avec les RTU pour les 2 postes HT/MT(Zerhoun,Jbabra) et les 4 postes MT/MT(Toulal,sidi bouzekri,wislane,Abattoirs).

Remarque :

Les 2 liaisons spécialisées publics sont de fourniture Maroc Telecom et de la responsabilité de la RADEM. Celles-ci sont utilisées pour la communication avec les 2 postes HT/MT (Zerhoun, Jbabra).

Salle Opérateurs :

le poste de conduite offre à l'opérateur une interface homme machine(IHM) déployée sur 3 écrans permettant :

- De visualiser l'état de tous les éléments du réseau sous forme graphique(images réseau, images postes, images système informatique) ou sous forme texte(journaux de bord, liste).
- De contrôler les équipements (télécommandes, actions manuelles).Il est constitué de :

➢ Deux postes de conduite banalisés avec 3 écrans de 22.
➢ Deux imprimantes fil de l'eau,132 colonnes et connexion réseau.
➢ Une imprimante laser couleur A3 dédié aux rapports et extraction diverses.
➢ Un vidéo projecteur connecté comme un 4éme écran des deux postes de conduite.
➢ Un écran motorisé.

Salle administrateur :

➢ Un poste de configuration/administration avec 3 écrans de 22.
➢ Un PC portable pour la maintenance des équipements.

2.Généralités du BCC :

Le réseau électrique que gère, à ce jour la RADEM, est composé, pour la partie primaire, de 3 postes HT/MT :

- Poste Zerhoun ,ce poste est équipé d'un système de contrôle commande numérique Seefox T2000 de fourniture Schnieider Electric.
- Poste Jbabra, ce poste est équipé d'un système de contrôle commande numérique Seefox T2000 de fourniture Schneider Electric.
- Poste Meknès Sud, ce poste est équipé d'un système de contrôle commande numérique SAS530 de fourniture ABB

Et 4 postes de répartition MT/MT :

- Poste Toulal, ce poste est équipé d'un PA T200 de fourniture Schneider Electric
- Poste Sidi Bouzekri, ce poste est équipé d'un PA T200 de fourniture Schneider Electric
- Poste Wislane, ce poste est équipé d'un PA T200 de fourniture Schneider Electric
- Poste Abattoirs, ce poste est équipé d'un PA T200 de fourniture Schneider Electric

Le Réseau secondaire, est quant à lui, composé de 552 postes réseaux et postes clients. Certains de ces postes sont instrumentés avec des PA de type T200 (22 PA à 4 voies, et 2 PA à 8 voies, 2 PA à 12 voies) de fourniture Schneider Electric, ainsi que 500 détecteurs de défauts communiquant de fourniture Schneider Electric. Afin d'assurer la gestion du réseau électrique de la ville de Meknès, la RADEM dispose de deux systèmes L500 permettant de superviser les PA T200 et les détecteurs de défauts communicants. Grace aux grands investissements par exemple El Omrane ,la ville de Meknès aujourd'hui fait 3fois sa surface hier, donc aujourd'hui y a des postes asservis construits loin du BCC ce qui montre que la qualité de communication n'est plus bonne tant qu'il y en a des obstacles(meubles…)et une grande distance .C'est pour cela y a un marché proposé qui a pour idée de changer le lieu du BCC mais cela impose une étude de comparaison de communication entre les lieux proposés du BCC et les PA.

3.Description du réseau et procédures d'utilisation :

Chaque répartiteur est raccordé par deux départs avec l'un des trois postes sources.

- Pour l'étude d'un départ, on se limite au point de sectionnement.
- On fait alimenter les départs déclenchés par le même poste source auquel ils appartiennent.
- Si le poste asservi est localisé entre deux voies, on vérifie la voie qui véhicule le défaut en faisant des appels pour les postes situant sur les deux voies.
- Pour le départ qui ne contient aucun PA, il faut aviser l'agent de permanence intervenir.
- Pour le départ contenant les postes flairs, y a que la signalisation du défaut sans possibilité de faire des manœuvres, dans ce cas, il faut faire des appels à ces derniers pour diriger l'agent de permanence et pour faciliter la détection du défaut.
- Si la commande d'un PA est bloquée dans un sens, on peut faire la commande dans l'autre sens (Mieux vaut avoir un seul poste hors tension que beaucoup de postes mis hors tension)
- Lors du déclenchement du départ, on cherche le défaut en faisant des appels aux PA situant sur ce dernier, une fois c'est détecté, on rétablie le départ, et on fait alimenter les postes mis hors tension, et on suit les ordres de l'agent de permanence (vérifier la charge du départ fournissant l'alimentation).

Chapitre 3 : Les types d’antennes utilisées et les bandes de fréquences.

Ce chapitre nous montre les types d’antennes utilisées en communication entre PS et PA.

Une antenne donne au système sans fil trois propriétés fondamentales : [4]le gain, la direction et la polarisation. Le gain est la quantité d'augmentation de l'énergie qu'une antenne ajoute à un signal de radiofréquence (RF). La direction est la forme du diagramme de transmission, quand le gain d'une antenne directionnelle augmente, l'angle du rayonnement diminue habituellement. Ceci fournit une plus grande distance de couverture, mais avec un angle réduit de couverture. La zone de couverture ou le diagramme de rayonnement est mesuré(e) en degrés. Ces angles sont mesurés en degrés et sont appelés des largeurs de faisceau. Les Antennes sont évaluées par rapport aux antennes isotropes ou dipôles. Une antenne isotrope est une antenne idéale qui rayonne dans toutes les directions et qui a un gain de 1 (0 dB), c.-à-d. zéro gain et zéro perte. Elle est utilisée pour comparer le niveau de puissance d'une antenne donnée à celui de l'antenne isotrope théorique.

Le logiciel Radio Mobile peut travailler avec des diagrammes de rayonnement 3D et contient six types de diagramme. Comme on doit faire l'étude sur une fréquence fixe de 400Mhz, et selon la bibliographie faite sur les catalogues d'antennes, notre description sera limitée sur 4 différents types d'antennes.

Omni :

1-Définition :

[9]Les Antennes omnidirectionnelles fournissent un diagramme de rayonnement horizontal de 360 degrés. Celles-ci sont utilisées quand la couverture est requise dans toutes les directions (horizontalement) à partir de l'antenne avec des degrés divers de couverture verticale. Les antennes verticales ont en général une ont un gain de 0dBd. Ce type d’antenne est généralement utilisées pour une communication point à multipoint, afin d'augmenter la distance de communication.

2-Caractéristiques :

Le but d'une antenne omni est de rayonner l'énergie également dans toutes les directions.

Gain, tension et puissance :

Selon les données du constructeur, pour une antenne omnidirectionnelle qui fonctionne autour d'une fréquence de 400 MHz (fréquence de plage : 280 MHz-450 MHz), on trouve : tension maximale = 2,5, gain = 4 dBi, puissance d'entrée = 50W.

3-Avantages et inconvénients :

Il est très facile d'installer des Antennes omnidirectionnelles. En raison des 360 degrés du plan horizontal, elle peut même être montée à l'envers à partir d'un plafond dans l'environnement intérieur. En outre, en raison de sa forme, il est très commode d'attacher ces Antennes au produit. Ce type de conception d'antenne peut fournir des distances très longues de transmissions, mais a un inconvénient qui est la pauvre couverture en-dessous de l'antenne. Un faible gain de l'antenne omnidirectionnelle fournit une couverture parfaite

pour un environnement intérieur. Elle couvre une plus grande zone près du point d'accès ou d'un périphérique sans fil afin d'augmenter la probabilité de recevoir le signal dans un environnement de trajets multiples.

Yagi :

1-Définition :

[4]Les antennes directionnelles focalisent l'énergie RF dans une direction particulière. À mesure que le gain d'une antenne directionnelle augmente, la distance de couverture augmente, mais l'angle pertinent de couverture diminue. Pour des antennes directionnelles, les lobes sont enfoncés dans une certaine direction et il y a peu d'énergie sur la partie arrière de l'antenne.

2-Caractéristiques :

Le Yagi est construit avec un réflecteur et 14 directeurs.

Gain, tension et puissance :

Pour assurer une commination de 400MHz, l'antenne Yagi fournit un gain = 5dBi, VSWR = 2 ou moins, (polarisation : verticale) avec une puissance d'entrée max = 50W.

3-Avantages et inconvénients :

Avec les antennes directionnelles, vous pouvez détourner l'énergie RF dans une direction particulière à des distances plus lointaines. Par conséquent, vous pouvez couvrir de longues

portées, mais la largeur de faisceau pertinente diminue. Ce type d'antenne est utile dans la couverture proche de (LOS : line of sight) visibilité directe, telle que la couverture de couloirs, de longs couloirs, etc. Cependant, comme la couverture angulaire est inférieure, vous ne pouvez pas couvrir de vastes zones.

1. Bandes fréquences et leurs applications :

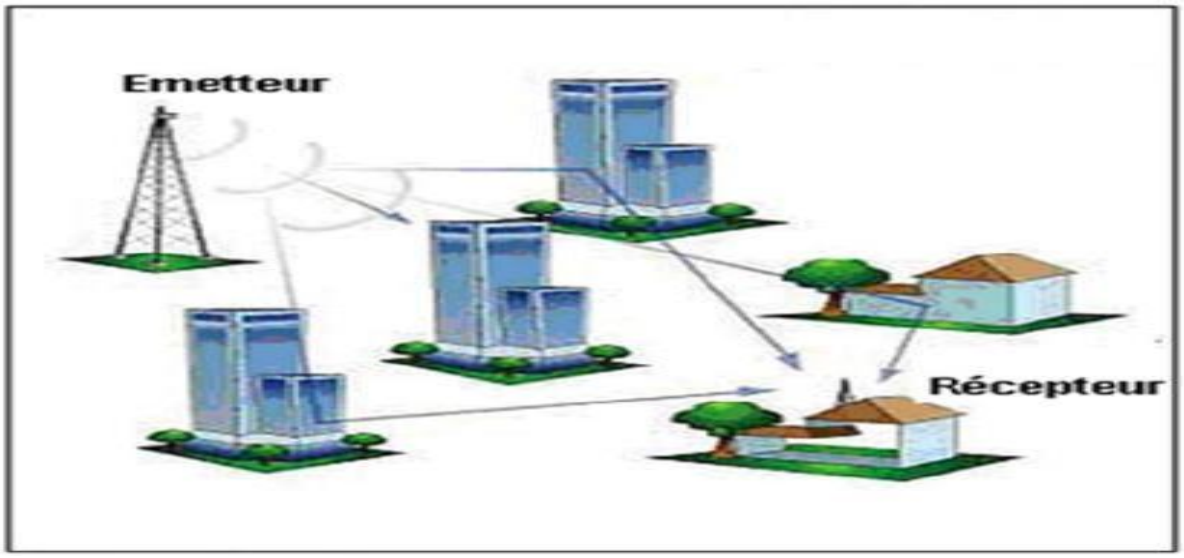
Bande de fréquence	Application
30Hz to 300Hz (ELF)	Fréquence de la ligne électrique
300Hz to 3KHz (VF)	Communications téléphoniques
3KHz to 30KHz (VLF)	Communication marine
30KHz to 300KHz (LF)	Communication marine
300Hz to 3MHz (MF)	Diffusion AM
3MHz to 30MHz (HF)	Communication avion / navire longue distance
30MHz to 300MHz (VHF)	Diffusion FM
300MHz to 3GHz (UHF)	Téléphone portable
3GHz to 30GHz (SHF)	Communication par satellite, liaisons hertziennes
30GHz to 300GHz (EHF)	Boucle locale sans fil
300GHz to 400THz (Infrarouge)	Électronique grand public
400THz to 900THz (Lumiere visible)	Communication optique

Les limites de transmission :

Pour les fréquences supérieures à 30 MHz, on est dans le cas d'une propagation en espace libre. Le problème commun pour la propagation des ondes électromagnétiques c'est que le signal traverse des trajets multiples pour les ondes qui se propage en espace libre.[5]

Voir l'image ci-dessus

Figure5 :Limites de transmission des signaux



La figure ci-dessus montre un exemple de propagation par trajets multiples. Les chemins peuvent être la cause de la réflexion, de la réfraction ou même de la diffraction. Enfin, un signal provenant des différents chemins, apporte un retard de propagation, un bruit supplémentaire et des différences de phase au niveau de récepteur, qui diminuent la qualité de la sortie reçue. La diminution de la qualité du signal peut être appelée évanouissement. Cela arrive à cause des effets atmosphériques ou des réflexions dues aux trajets multiples. L'évanouissement fait référence à la variation de la force du signal par rapport au temps distance.

Chapitre 4 : Simulation « RADIO MOBILE »

Ce chapitre nous montre que Ce logiciel est un outil servant à la prédiction de la performance d'un système radio

I. Logiciel Radio Mobile :

1. Définition :

[1]Ce logiciel utilise des données topographiques numérisées [8] pour extraire les altitudes le long des profils terrestres reliant les stations émettrices et réceptrices. Ces données s'ajoutent aux paramètres environnementaux et techniques du système pour alimenter les routines du modèle de propagation radio.

La Radio Mobile utilise le modèle ITM (irregular terrain model) pour calculer l'affaiblissement de la transmission radio en tenant compte des irrégularités du terrain.

Il dispose de 2 modes de fonctionnement : la couverture radio polaire qui permet de représenter le niveau de puissance en dbm du radio émis par une BTS (base transceiver station), et le mode point à point : Il construit automatiquement un profil entre deux points de la carte numérique montrant la zone de couverture et la première zone de Fresnel.

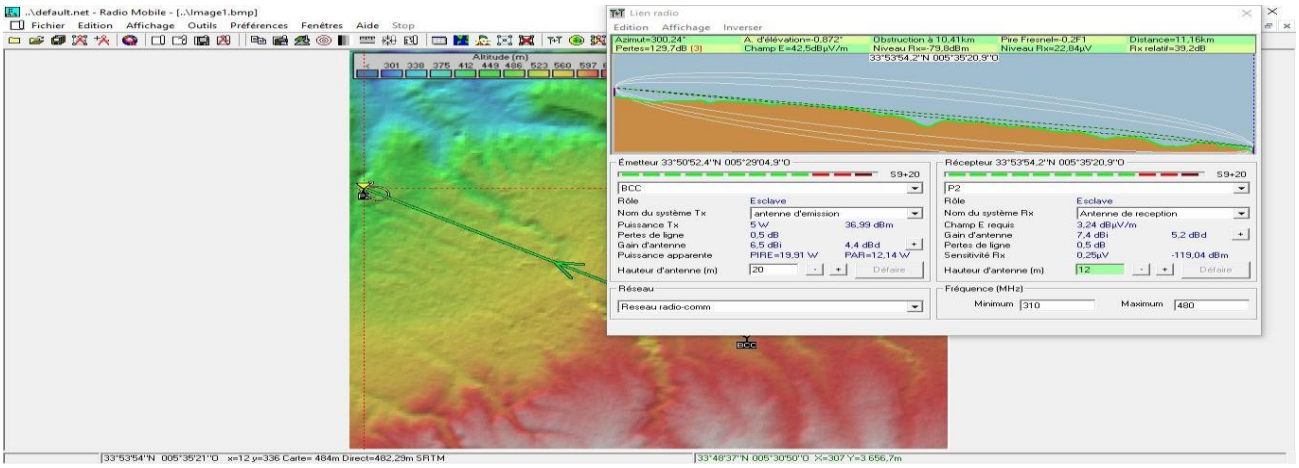


Figure 6 :logiciel radio mobile

Le logiciel calcule la zone de couverture, il fonctionne pour les systèmes ayant des fréquences de 100 kHz à 200 GHz et pour différentes distances de lien radio (1 à 2000 Km).

- Zones de Fresnel [11][2]:

L'ellipsoïde de Fresnel est un volume dans l'espace permettant d'évaluer l'atténuation apportée par un obstacle (immeuble, colline...) à la propagation d'une onde mécanique ou électromagnétique. Il est généralement utilisé dans le cas de liaisons VHF, UHF ou hyperfréquences, qui seraient en espace libre sans la présence des obstacles. La méthode de

l'ellipsoïde de Fresnel permet alors d'évaluer l'atténuation supplémentaire apportée par l'obstacle.

Le logiciel calcule la zone de couverture, il fonctionne pour les systèmes ayant des fréquences de 100 kHz à 200 GHz et pour différentes distances de lien radio (1 à 2000 Km).

2.Importation de la carte :

Pour commencer, il nous faut les données topographiques de notre carte qu'on a téléchargé au préalable, pour cela on utilise le logiciel 3DEM qui prend en charge plusieurs types de cartes et qui nous permet de nous situer sur la carte, sans cet outil de positionnement on se retrouve avec une carte bleue signalant ainsi qu'on est hors les limites de la carte.

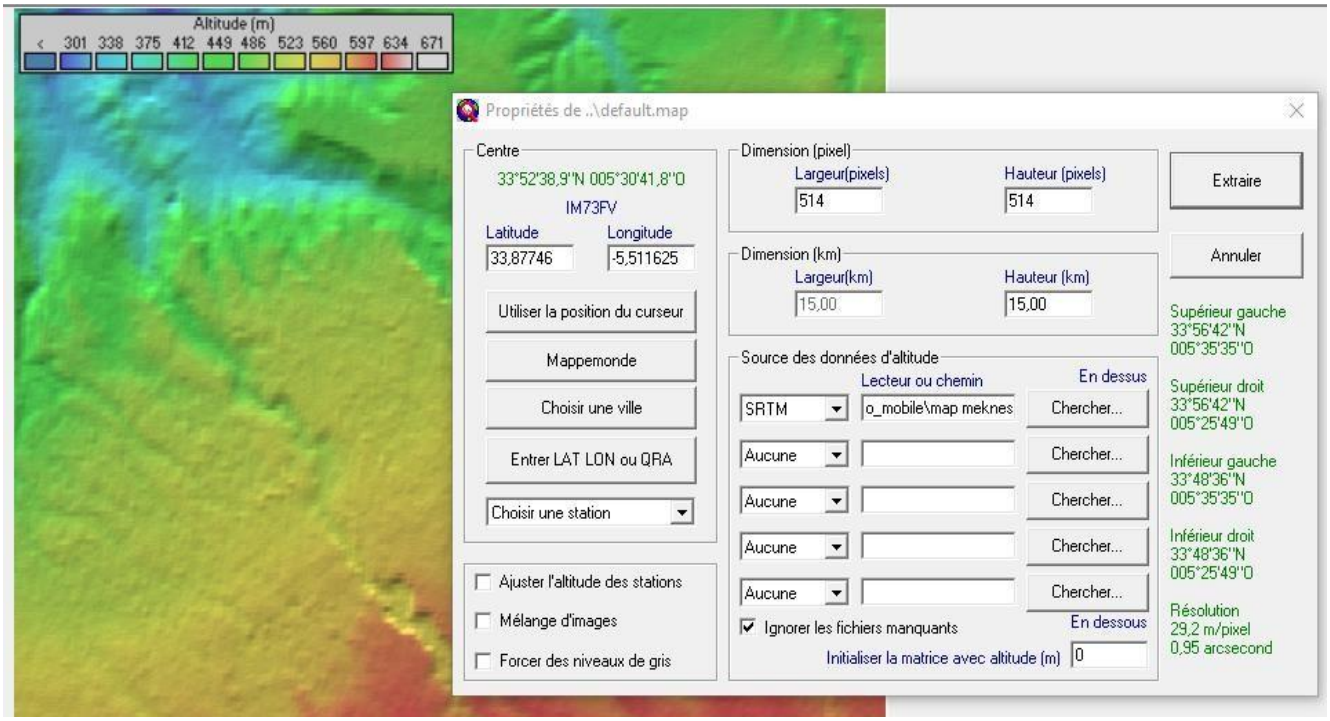


Figure 7: carte topologie de la ville Meknès

3.Création de réseau :

Une fois la carte en place, on procède à la création de notre réseau. On sélectionne un réseau dans « list of all nets », à ce réseau on donne un nom spécifique, on détermine les fréquences minimale et maximale de travail, on définit aussi la polarisation, le mode de variabilité, le climat relatifs à l'environnement et mode de la propagation.

Figure 8 : lien radio mode point à point

Dans propriétés des réseaux, on choisit dans Liste de tous les réseaux un réseau dont on édite le nom, la puissance d'émission et la sensibilité de réception (en unités linéaires ou en dBm), le type, le gain, la hauteur d'antenne et les pertes de câble.

Dans cette étude, nous nous concentrerons uniquement sur 2 types de systèmes (l'antenne Omni en émission et l'antenne Yagi en réception). Chaque système a un gain et une hauteur comme décrit (figure.16) et (figure.17). On fixe La puissance d'émission à 5w ou 37dBm et le seuil de récepteur à 0,25 µV.

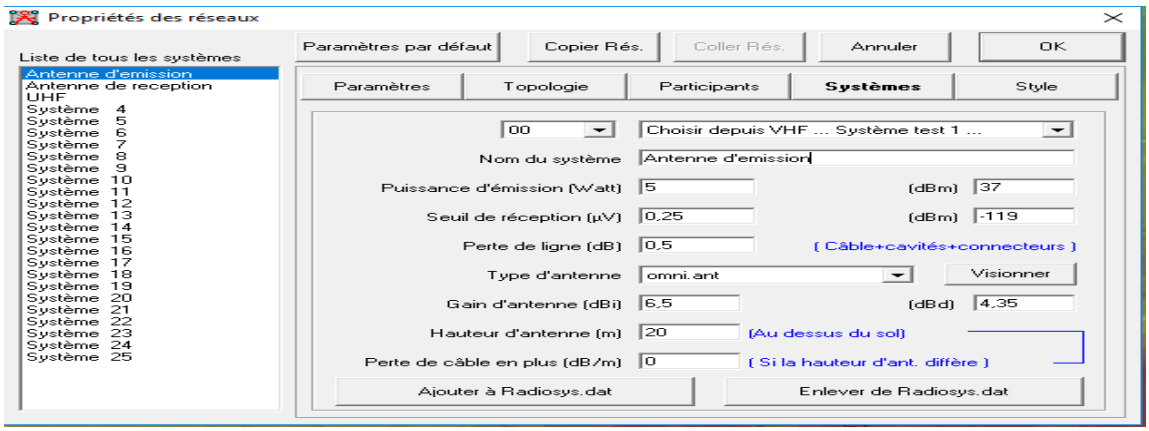


Figure 9 : les propriétés d'antenne Omni

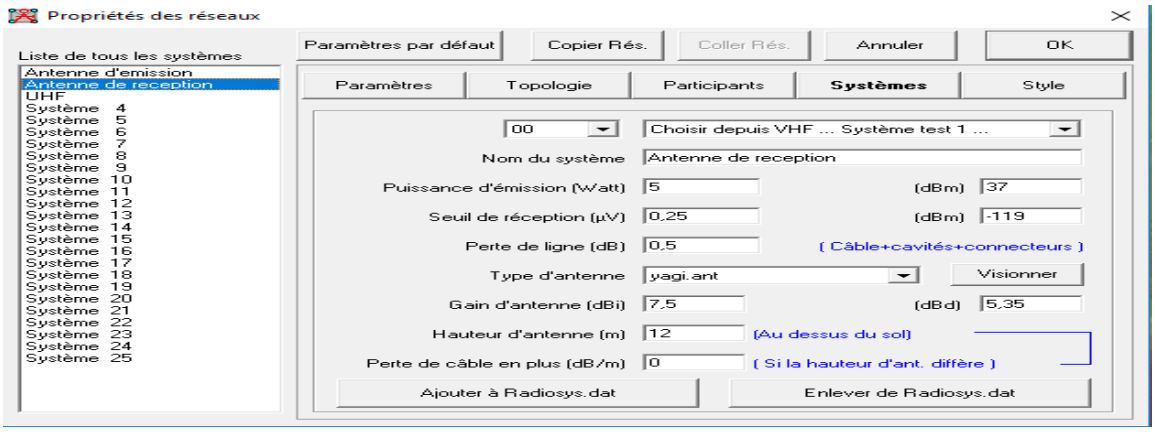


Figure 10 : les propriétés d'antenne Yagi

4.Création des unités :

Notre objectif principal est de maintenir communication entre les poste sources et 187 unités. (Les unités sont généralement des postes asservis PA).

Comme indiqué en vert (sur la figure 18), nous avons entré les 187 unités dans le système en utilisant leurs coordonnées GPS (longitude et latitude). (Le triangle jaune pointe la position de chaque unité)

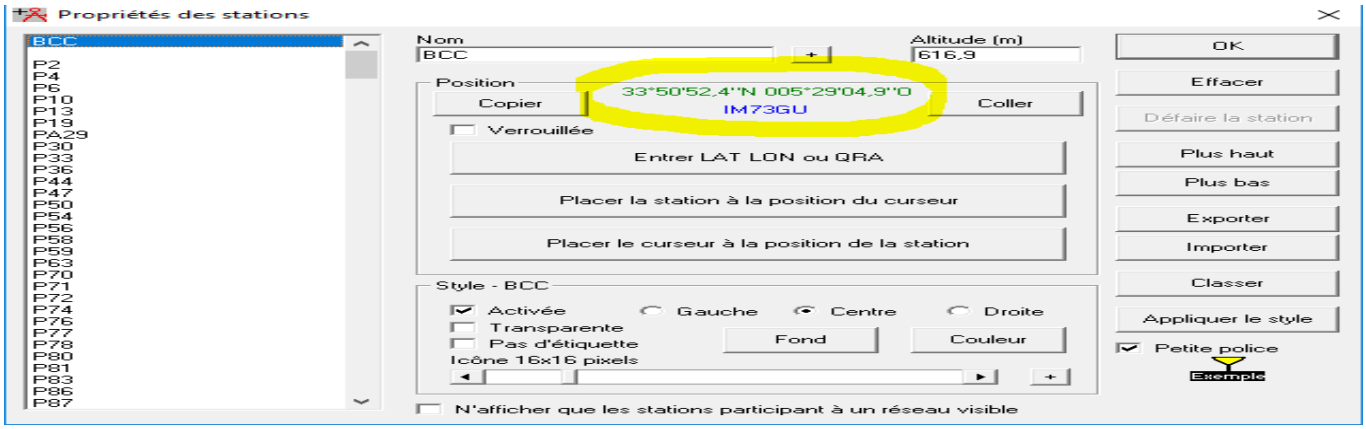


Figure 11 : Création des unités

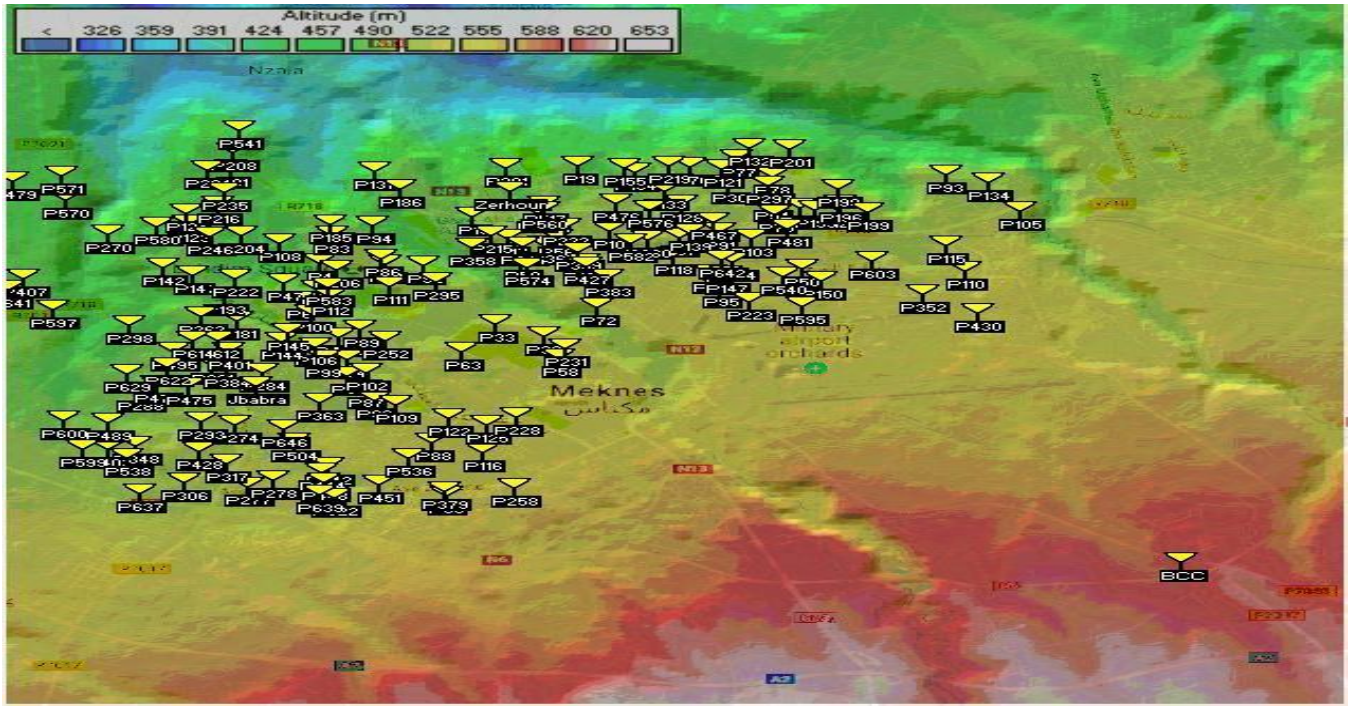


Figure 12 : Les positions de 187 PA sur la carte de Meknès

Liaison radio [10]:

[6]Cet outil permet d'évaluer une liaison radio, il affiche les informations de 4 manières : Profil, détails, plage et distribution. Les figures suivantes montrent deux exemples de lien point à point. (Liaisons radio entre la station source BCC et l'unité 2, puis la BCC et le PA 532).

(NB : la même étude sera mise en œuvre pour les postes asservis restant et toutes les caractéristiques de la liaison seront présentées dans un tableau de données juste après ...)

1er cas : radio communication entre le BCC et PA2

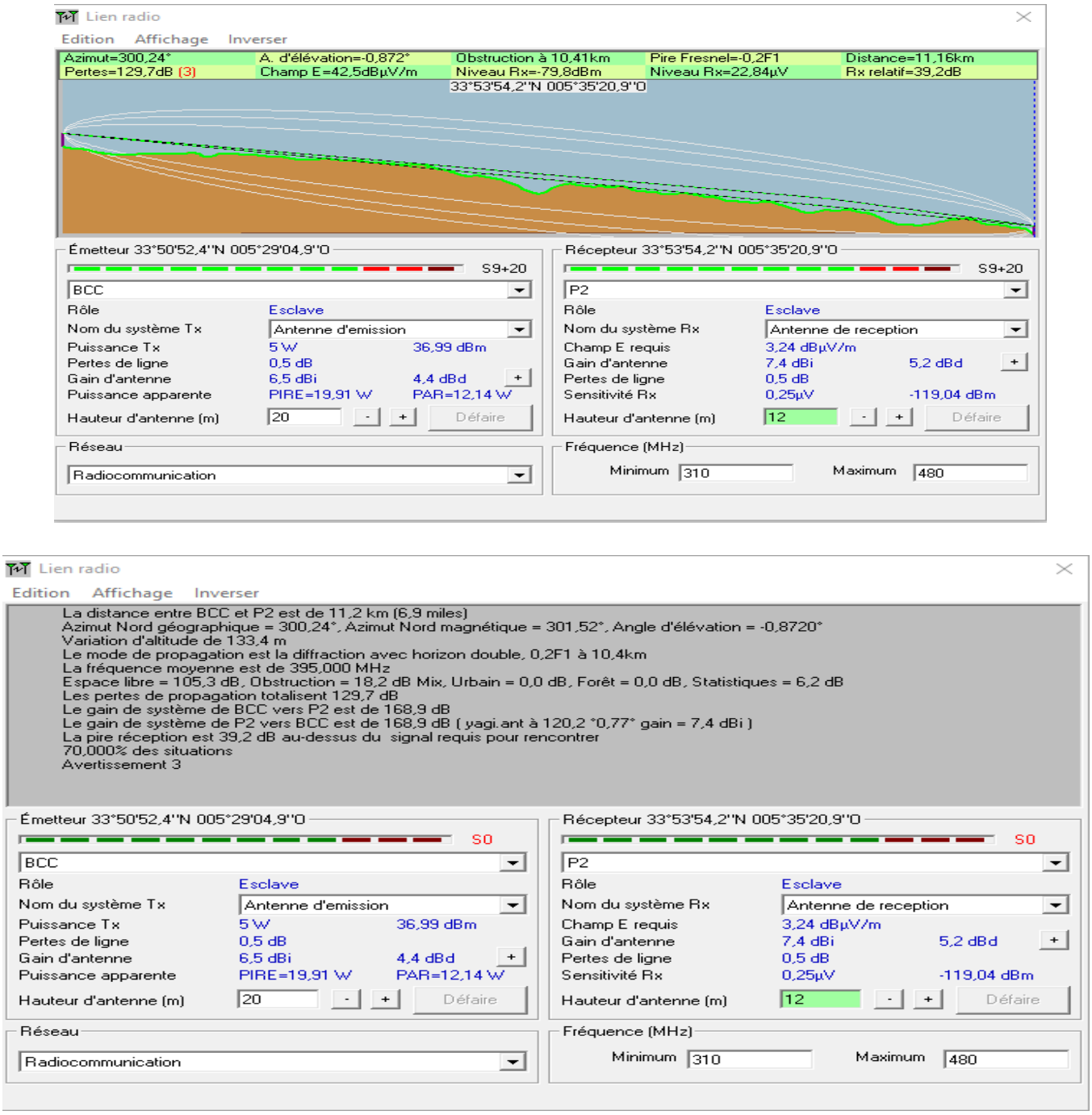


Figure 13 : lien radio profil fenêtre

Le lien entre le BCC et l'unité réceptrice est affiché dans une ligne directe entre les deux antennes. Les zones de Fresnel de la liaison radio sont affichées en tant que lignes blanches.

Sur la même fenêtre on peut recueillir d'autres informations concernant les hauteurs d'antennes qu'on peut changer pour améliorer la liaison, aussi la fréquence de travail. En haut de la figure on a en fait, des informations importantes pour le bilan de liaison à savoir la distance entre « Tx » transmetteur et « Rx » récepteur, les pertes de liaison en l'espace libre, Il

donne aussi les pertes de transmission, la valeur du champ E, le niveau du signal à la réception en µV et en dBm, avec en plus la valeur de différence entre ce qui est reçu et la sensibilité du récepteur,

Dans notre cas on a une sensibilité de -119,04 dBm).

(NB : tant que la puissance à la réception est supérieure à la sensibilité de récepteur la liaison radio reste valable).

La fenêtre de détails fournit un résumé du lien radio en format texte.

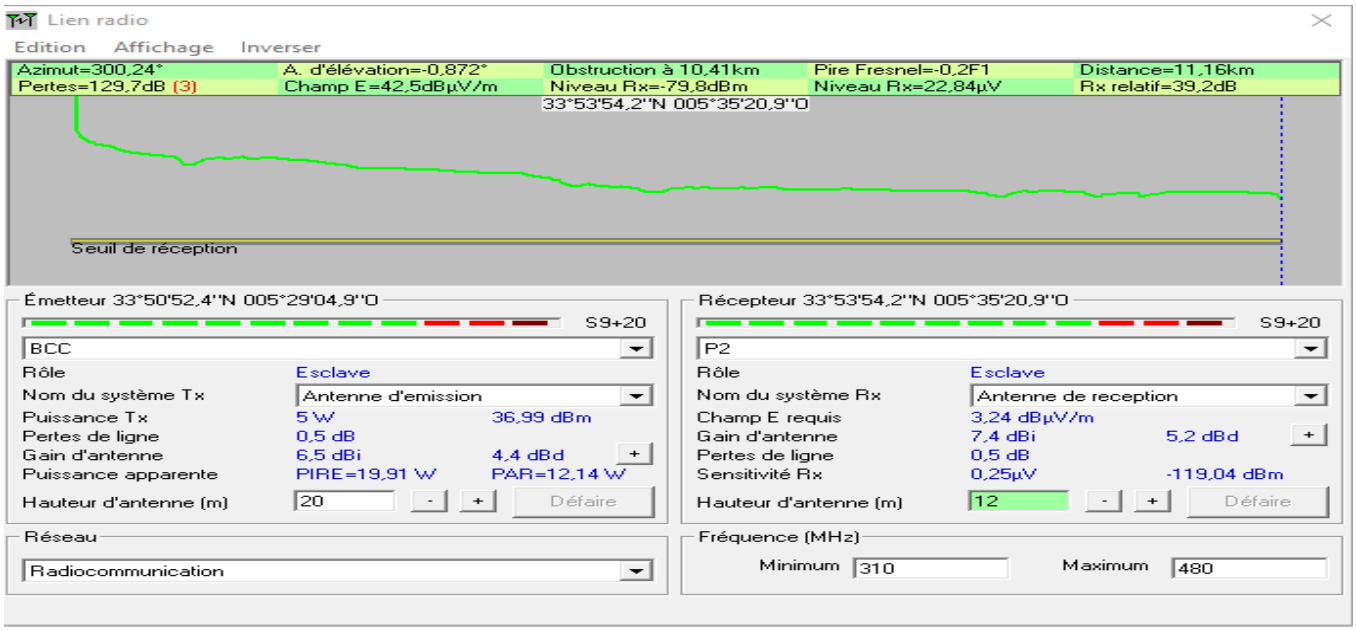


Figure 14 : lien radio, la fenêtre du porté

L'affichage « porté », indique le comportement de la liaison radio de l'émetteur au récepteur par rapport à la sensibilité du récepteur.

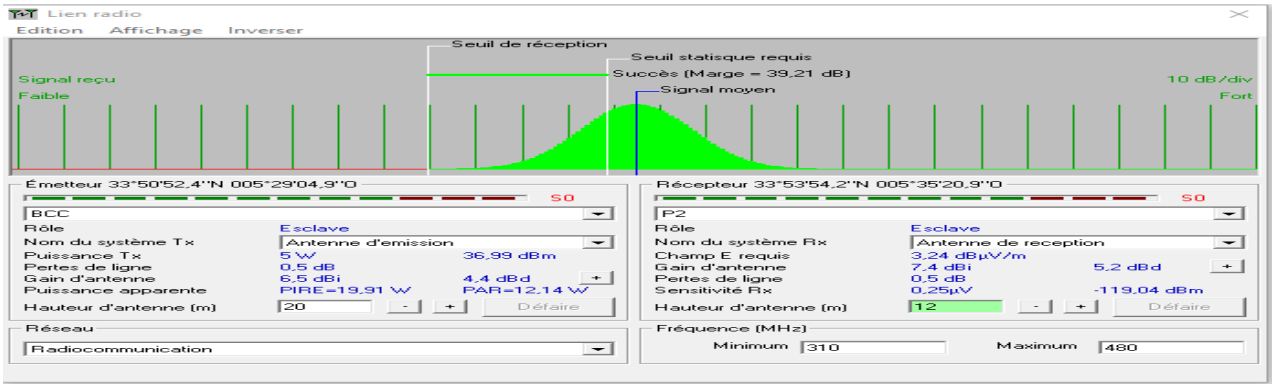


Figure 15 : lien radio, la fenêtre de distribution

Cette fenêtre montre la probabilité applicable à la liaison radio analysée. L'échelle est de faible à fort.

La couleur rouge affiche les signaux inférieurs au seuil du récepteur ou à la sensibilité reçue et la couleur verte affiche les signaux situés au-dessus du seuil du récepteur.

Dans ce cas, nous avons une marge de succès de 39.21 dB.

2ème cas : liaison entre le BCC et PA532

La figure ci-dessus montre le seul cas dans lequel nous n'avons pas pu établir une liaison radio du bureau centrale de conduite.

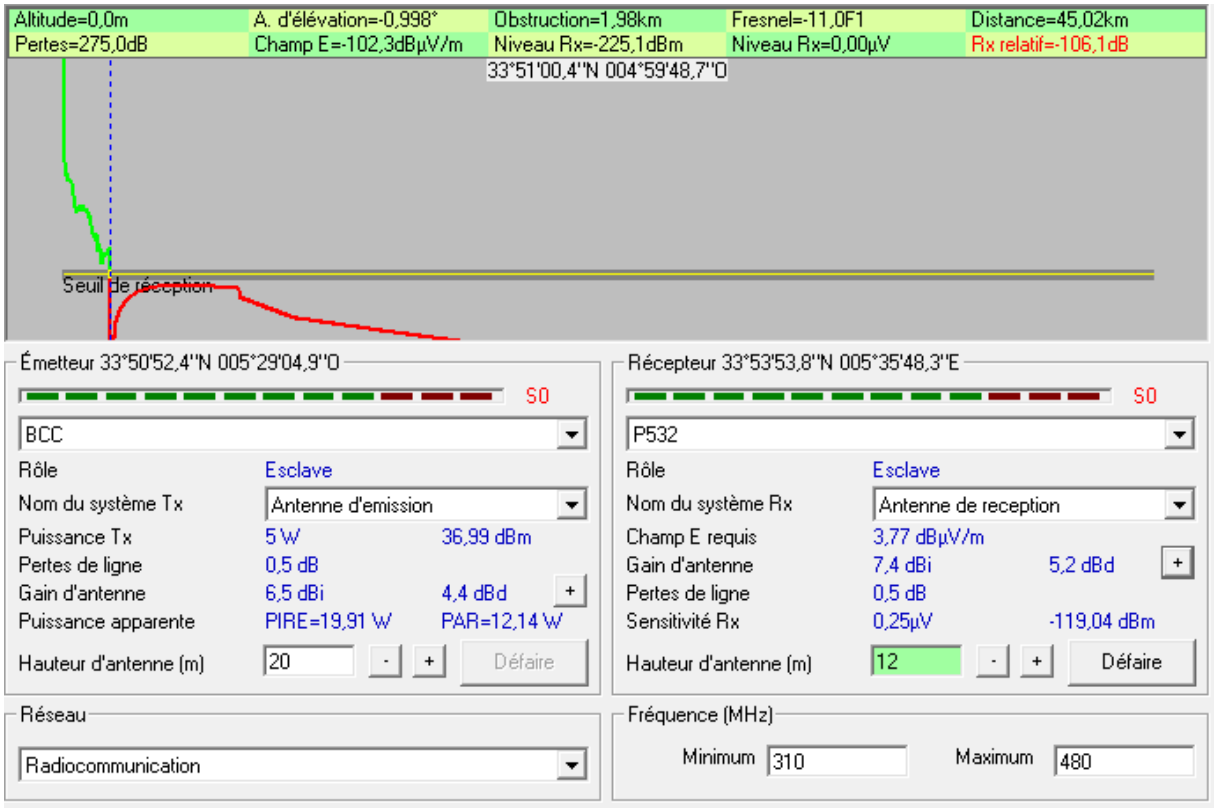


Figure 16 : La Comportement de la liaison radio de l'émetteur au récepteur

II. bilans de liaison entre les postes sources et les postes asservis :

1. Bilan de liaison entre le BCC et les 190 postes asservis :

Après avoir analysé deux cas de connexion radio (dont une a donné satisfaction), nous allons répéter les étapes précédentes pour les unités restantes.

Le tableau de données suivant présente toutes les caractéristiques de la liaison du bureau centrale de conduit vers les différents postes asservis et fournit le choix final du type d'antenne optimal.

Afin d'obtenir le meilleur lien radio, et de maximiser la puissance reçue, nous aurions deux choix de station répéteur, le poste source de Zerhoun ou le poste source de Jbabra.

Généralement, les répéteurs sont utilisés pour surmonter les obstacles dans une liaison à longue distance. Par exemple, ils peuvent être des bâtiments sur votre chemin, mais ces bâtiments contiennent des gens. Par conséquent, la meilleure solution pour passer au-dessus ou à travers cet obstacle est souvent de le contourner.

2. Bilan de liaison entre poste source Zerhoun et les 190 postes asservis :

Au lieu d'utiliser un lien direct, nous allons essayer un répéteur pour éviter les obstacles.

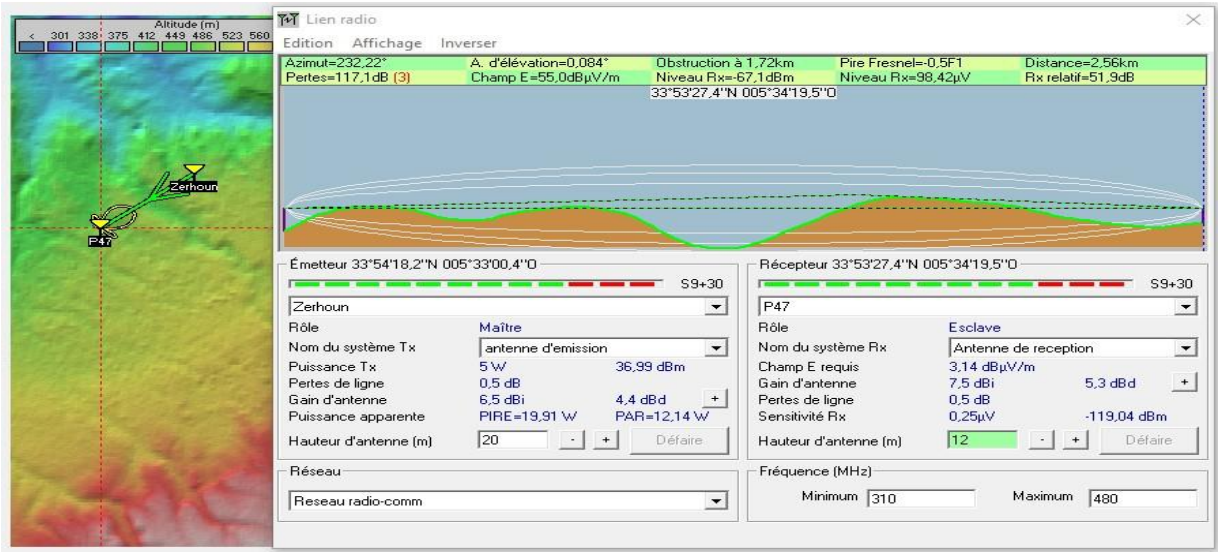


Figure 17 : Liaison radio (du poste source Zerhoun au PA 47)

En suivant les mêmes étapes de configuration, on obtient "bilan de liaison Zerhoun", dans lequel on donne toutes les données trouvées lors d'un test de liaison radio entre le poste source Zerhoun et les 187 Unités (PA).

Comparaison de liaison depuis le BCC et poste source Zerhoun :

Après avoir envoyé le signal d'émission du BCC et du Zerhoun et faire le choisi du type d'antenne optimal qu'on doit installer dans chaque PA (au niveau de réception), le diagramme suivant montre les niveaux de puissance reçus de 21 unités (PA).

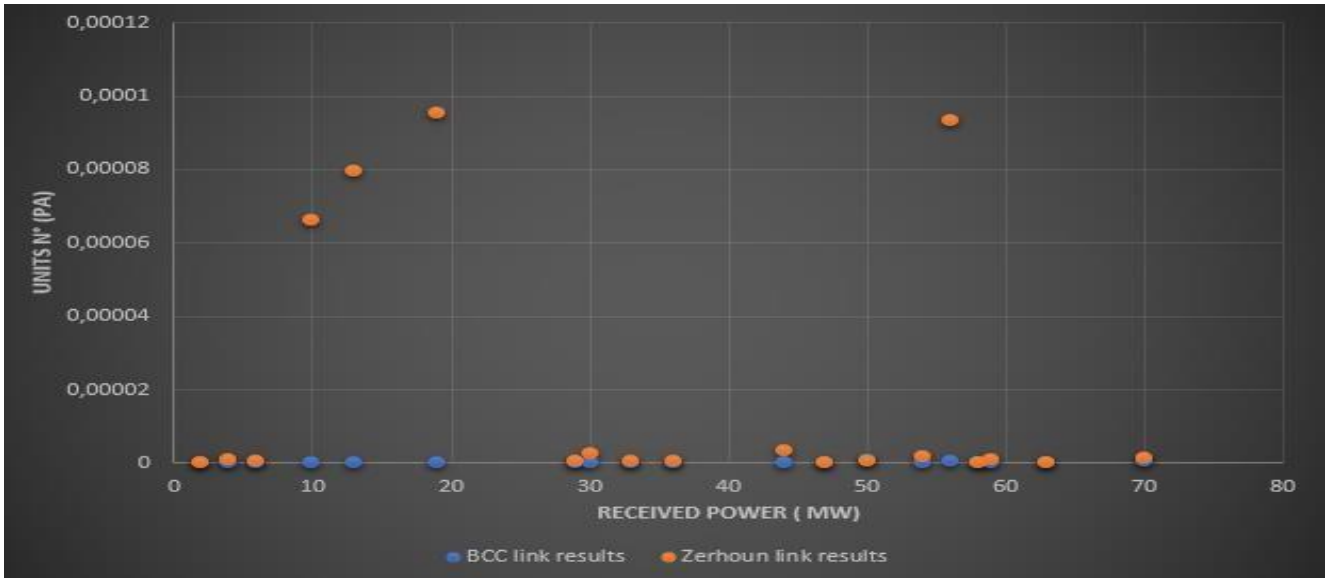


Figure 18 : Comparaison entre la communication radio entre le BCC et 21PApar rapport au liaison radio entre poste source Zerhoun et les 21 PA

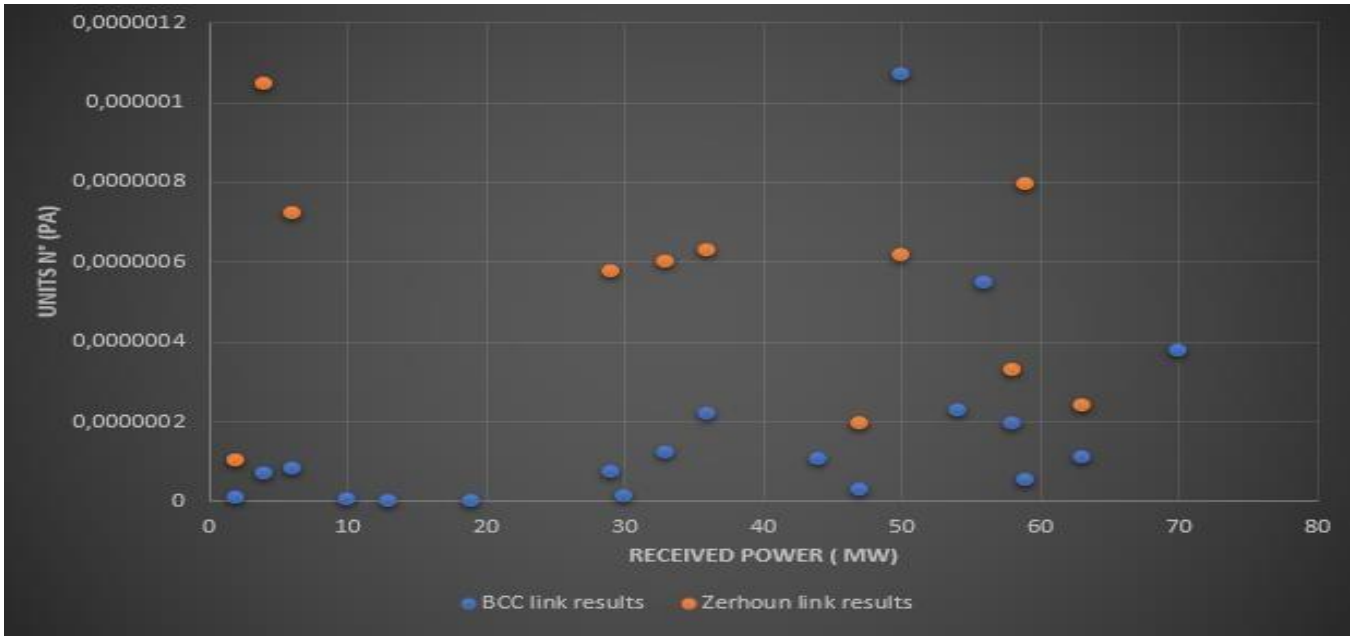


Figure 19 : diagramme de liaison en « large scale »

D’après les figures ci-dessus on voit clairement les avantages d'installer un répéteur dans la station de Zerhoun et les augmentations qui apportent aux niveaux de puissance reçus.

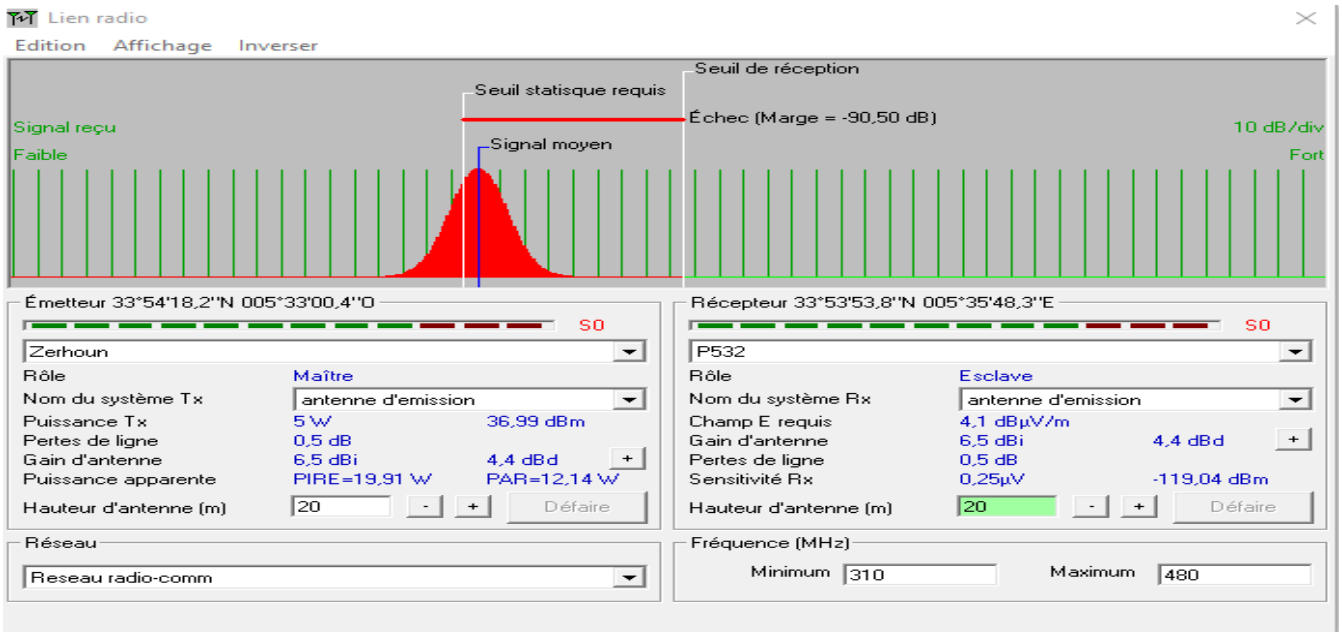


Figure 20 : lien radio entre Zerhoun et PA 532

D'après la figure.28, nous avons encore des problèmes pour communiquer avec PA 532 même avec le répéteur et une antenne de type Omni a la réception.

L'étape suivante consiste à comparer toutes les puissances reçues des PA au niveau des deux stations sources BCC & Zerhoun puis, sélectionner la position optimale à partir de laquelle nous devons envoyer le signal d'émission pour établir la meilleure communication radio avec le type l'antenne réceptrice (données disponibles dans le tableau ci-dessous).

D’après le tableau Excel "Position optimale d'antenne d'émission", nous concluons que les performances de la station source Zerhoun sont bien meilleures que celles de la station BCC, nous pouvons donc compter sur Zerhoun comme source principale d'émission du signal d'émission, en d'autres termes, si nous utilisons la station Zerhoun comme seul maître et les 190 comme esclaves, la liaison radio reste correcte.

3. Bilan de liaison entre poste source Jbabra et les 190 postes asservis :

Après avoir configuré la station source Jbabra comme maître et les 190 unités comme esclaves, nous allons tester la communication radio avec chaque unité (Pa), (Sachant que le signal d'émission est envoyé depuis la station source Jbabra).

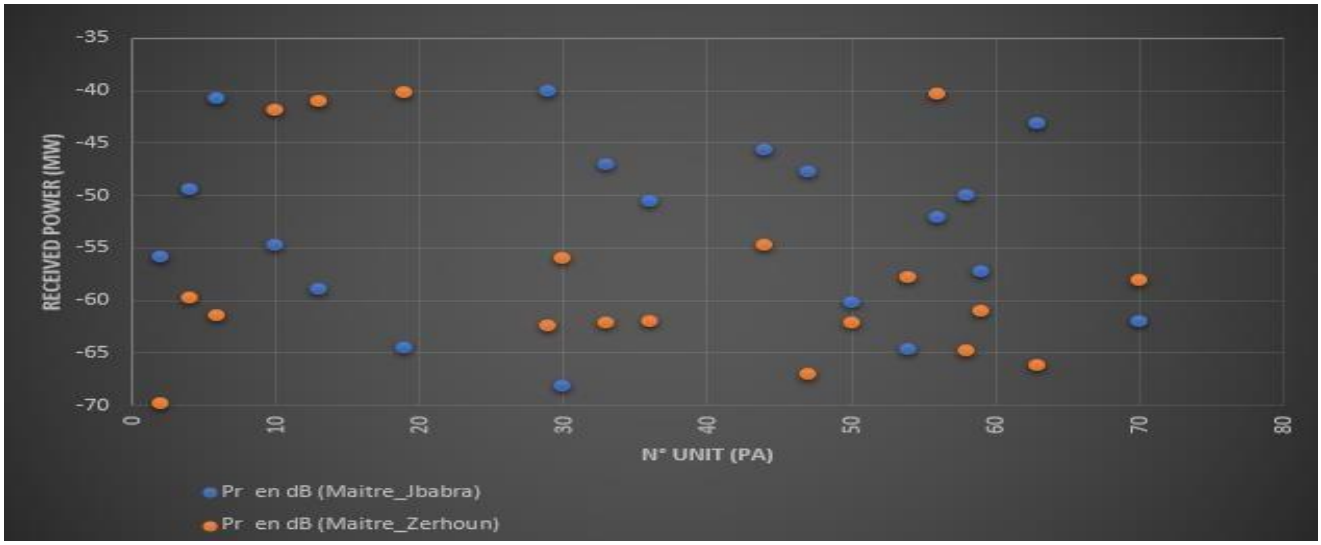


Figure 21 :Bilan de liaison Jbabra xlsx

La figure 29 montre qu'il n'y a pas seulement une différence entre l'utilisation de chaque station source en tant que "maître"(source émettrice), mais aussi la puissance reçue en utilisant Jbabra en tant que répéteur est plus élevée que dans le cas où nous avons utilisé la station source Zerhoun comme répéteur .Pour cette raison, nous allons comparer les différences en termes de puissance maximale reçue lorsque nous utilisons Jbabra & Zerhoun comme maître VS les 190 unités: (le tableau ci-dessous contient tous les détails de comparaison).

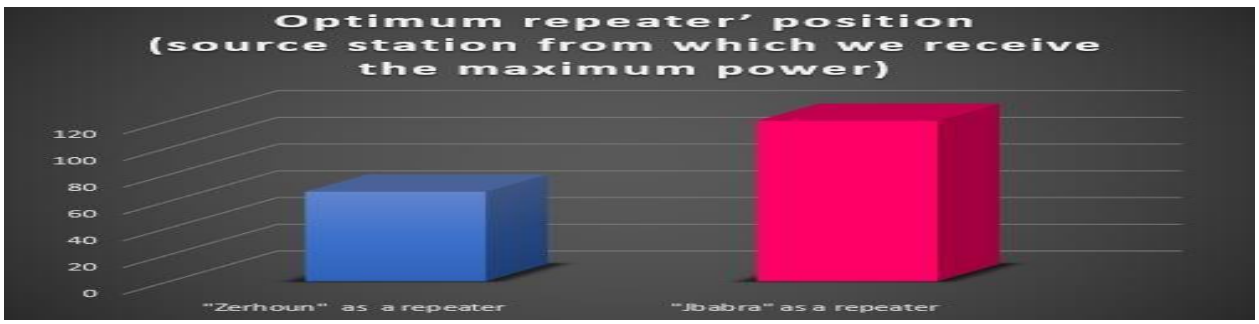


Figure 22 : position optimale du répéteur

Sous ces résultats, nous concluons que la position optimale du répéteur sera : La station source Jbabra

Pour résumer, l'étude de propagation montre que la communication radio sera maintenue en installant : l'antenne d'émission dans le BCC plus le poste source Jbabra comme répéteur.

Afin d'améliorer encore la couverture de la communication radio, nous devons optimiser l'emplacement des émetteurs pour assurer la fiabilité du service : (données disponibles dans le tableau ci-dessous).

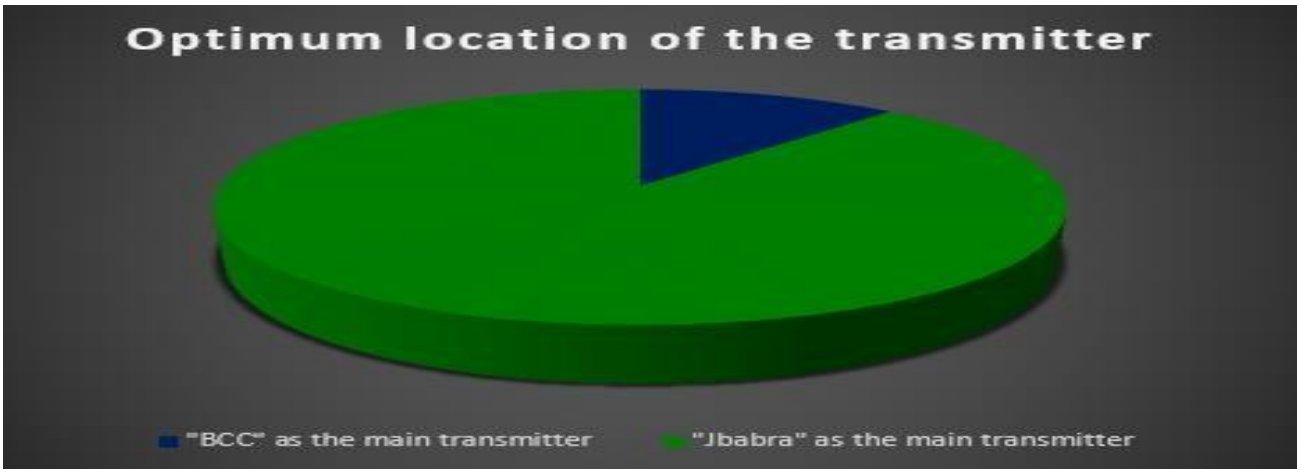


Figure 23 : position optimale de transmission

Comme indiqué ci-dessus, on peut utiliser uniquement la station source Jbabra comme transmetteur principal et de conserver les 190 unités en tant qu'esclaves, et d'ailleurs on peut avoir des meilleurs niveaux de puissance à la réception.

Remarque :

Durant toute l'étude, la valeur de l'angle azimute des antennes est changé manuellement en faisant orienter les antennes de manière à ce que leurs diagrammes de rayonnement (d'antenne d'émission et de réceptions) soient de même direction et de sens opposés pour que la liaison soit correcte.

Conclusion :

Le logiciel Radio Mobile est une solution intéressante de dimensionnement du réseau électrique, il nous donne le pouvoir de simuler les liaisons radio en offrant toutes les propriétés possibles pour bien planifier le réseau.

Nous avons commencé par une définition générale de tous les types d'antennes fournis dans le logiciel radio mobile, "Omni directionnel, Yagi, réflecteur d'angle, dipôle", une description des différentes caractéristiques, avantages et inconvénients de chaque antenne.

Omni et Yagi sont les types d'antennes les plus fréquemment utilisé car une antenne omnidirectionnelle permet au signal d'atteindre des sites de communication radio plus éloignés et moins obstrués, et diffuse des fréquences radio dans toutes les directions. Pour l'antenne Yagi, il est plus facile en termes de maintenance et fournit un gain et une directivité plus élevés.

En outre, la fréquence radio (RF) est l'une des fréquences d'ondes électromagnétiques qui s'étendent dans la gamme allant de 20 kHz à 300 GHz, au cours de notre étude, nous avons choisi la fréquence à 400 MHz.

Le simulateur radio mobile nous a aidé à améliorer la performance de diverses liaisons radio, à partir de tester la communication radio entre BCC et les 190 PA, Zerhoun et 190 PA aussi que le test de communication radio entre Jbabra et les 190 PA.

Les résultats montrent que la position optimale à partir de laquelle nous devrions envoyer notre signal émetteur est la station source Jbabra. Ce poste source peut maintenir la meilleure communication radio avec toutes les PA de Meknès avec moins de pertes de transmission et pas besoin de station répéteur, mais comme on ne peut pas déplacer l’équipements installé dans le BCC, d’après l’étude on peut installer l’antenne émettrice dans le BCC et mettre un répéteur au poste Jbabra, ce qui va garantir une communication radio fréquences avec toutes les postes asservies. (Pour le cas délicat de cette étude, communication avec le PA 532, on propose de maitre une liaison RTC pour se communiquer avec ce poste).

Références bibliographiques :

[1]. Bennani anas ; Guennouni hasnae ; Loukili anouar—rapport de projet collectif, radio mobile, un outil d'aide à la planification radio—2008/2009 .39 p

[2]. Microwave technology—Fresnel zone – march 31,2015 [3]. Antenna theory—tutorial point simply easy learning. 118p

[4]. Telecommunication et reseaux SANSFIL—directionnel antenna-- 5bis rue du Pont des Halles, 94150 Rungis, France

[5]. Laaziz Yassin – la propagation des ondes radio – 29-12-2010. 67 p

[6]. Alexandru Takacs; Daniela Dragomirescu Reyna -- Simulation de la couverture radio utilisant le logiciel Radio Mobile – 2009-2010 – INSA Toulouse

[7]. ZDA communication US LLC official site : http://www.zdacomm.com

[8]. Site officiel du logiciel radio mobile : http://radiomobile.pe1mew.nl/?The_program:Tools_menu:Radio_Link

[9]. http://users.polytech.unice.fr/~aliferis/fr/teaching/courses/elec5/tp_telecom/epu_elec5_tr_tp_telecom_1_antennes.pdf

[10]. http://radio.pagesperso-orange.fr/Ant.htm#dip

[11] https://fr.wikipedia.org/wiki/Ellipso%C3%AFde_de_Fresnel