

Université KASDI-MERBAH Ouargla

Faculté des nouvelles technologies de

L'information et communication

Département de l'informatique



Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Mathématique Et Informatique

Filière : Système Informatique.

Spécialité : Administration et Sécurité des Réseaux

Présenté par :

- **BERRICHI Souhila**
- **HADJ ABDERRAHMANE Djamila**

Thème :

**OPTIMISATION DU DIMENSIONNEMENT
ET PLANIFICATION DU RESEAU CELLULAIRE MOBILE**

Soutenu le : 19/06/2022

Devant le jury composé de :

Mr BOUKHAMLA AKRAM

Mm. AZZAOUI NADJET

Pr. KORICHI AHMED

Dr Président

Dr Examinatrice

Pr Encadrent

UKM Ouargla.

UKM Ouargla.

UKM Ouargla.

Année universitaire : 2021/2022

Remerciements

Nous tenons à exprimer toute notre gratitude et notre reconnaissance envers Monsieur le Dr. Ahmed Korichi, Maître de Conférences Habilité en informatique à l'Université de Ouargla, qui a dirigé travail, pour son soutien, pour la sympathie qu'il nous a témoignée et pour la liberté de recherche qu'il a bien voulu nous laisser,

Nous remercions vivement Messieurs les membres du jury, de nous avoir fait l'honneur de jugés notre travail.

Nous voudrions exprimer nous reconnaissance envers les amis et collègues quinoas ont apporté leur support moral et intellectuel tout au long de nos démarches.

Nous ne pourrions terminer sans remercier nos parents, nos familles, ainsi que tous nos amis qui nous ont encouragés à poursuivre mes études. Que nos parents tout particulièrement trouvent ici notre reconnaissance.

Table des Matières :

Introduction générale	4
Resume.....	2
CHAPITRE I : RESEAUX GSM.....
I. Introduction	6
II. Historique	Error! Bookmark not defined.
III. Concept Cellulaire :	7
IV. Distance de réutilisation :	8
V. Architecture du réseau GSM :	9
V.1. La station mobile :	10
V.2. Le sous-système radio (BSS 'Base station subsystem') :	10
V.3. La Station de Base (BTS) :	10
V.4. Antennes de station de base (BTS) :	11
V.4.1. Caractéristiques :	11
V.4.2. Le Contrôleur De Station de Base BSC :	11
V.4.3. L'équipement BSC :	12
V.4.4. Le BSC comme décrit par les normes :	12
V.4.5. Le sous-système réseau NSS (network subsystem) :	12
V.4.6. Le commutateur de service mobile (MSC) :	12
V.4.7. L'enregistreur de localisation nominal(HLR) :	12
V.4.8. de localisation d'accueil (VLR) :	13
V.4.9. Le centre d'authentification (AUC) :	13
V.4.10. L'enregistreur d'identité des équipements (EIR) :	13
V.4.11. Le sous-système opération et maintenance OSS :	13
VI. Les méthodes d'accès :	13
a. La FDMA:	13
b. La CDMA :	14
c. La TDMA:	14
VII. Classification des canaux radio :	14
VII.1. Les canaux physiques :	14
VII.2. Les canaux logiques	15
VII.2.1. Les canaux de commande :	15
VII.2.2. Les canaux de commande :	15
Table de canaux de diffusion :	15
Table des canaux communs (CCCH).....	16
Table des canaux spécifiques	16
VII.3. Les interfaces réseaux :	17
VII.4. Etablissement d'un appel :	17
VIII. Les services offerts par un réseau GSM :	17
VIII.1. Les services supports :	17
VIII.2. Les télé-services :	17
VIII.3. Les services supplémentaires :	18
IX. Conclusion :	19

CHAPITRE II : PROPAGATION RADIO.....20

I. Introduction :21

II. L'onde électromagnétique :21

III. Génération d'onde :21

IV. Les mécanismes de propagation :22

V. Les antennes en radio communications mobiles (GSM/DSC) :22

V.1. Paramètres fondamentaux de l'antenne :22

V. Etude de la liaison radio mobile :22

VI. Ligne de visibilité :23

VII. Effets de masque :24

VIII. Les trajets multiples :24

IX. Interférence et brouillage :25

I.1. Bruit :25

I.2. Interférences :25

X. Techniques de diversité :25

XI. Conclusion :25

**CHAPITRE III : DIMENSIONNEMENT ET PLANIFICATION D'UN RESEAU
CELLULAIRE27**

PARTIE I

I. Introduction28

II. Notions générales :28

IV. Hypothèse de la prévision et du dimensionnement :31

V. Données nécessaires pour la planification :32

V.1. Distribution des abonnés32

V.2. Trafic32

VI. Conclusion.....32

PARTIEII

I. Introduction33

II. Importance et objectifs de la planification :33

II.1. Importance.....33

II.2. Objectifs :33

III. Etapes de la planification:33

III.1. Données à saisir.....34

III.2. Décrivant le milieu environnant.....35

III.3. Un critère pour déterminer la qualité d'un service35

III.4. Calcul du trafic35

IV. Planification Radio35

IV.1. Sélection pratique du site35

IV.2. Modèle de propagation :36

IV.3. Dimensions des cellules.....36

IV.4. Répartition des fréquences36

V.	Planification du réseau fixe :	36
V.1.	Configuration des stations de base	36
V.1.1.	Structure en étoile :	36
V.1.2.	Structure en anneau	37
V.1.3.	Structure chaînée	37
VI.	Densification du réseau cellulaire :	38
VII.	Calcul de la capacité d'un réseau cellulaire :	38
VII.1.	Adjonction de nouveaux canaux :	39
VII.2.	Emprunt de canaux :	39
VII.3.	Division de cellules :	40
VII.4.	La sectorisation :	40
VIII.	Déploiement micro cellulaire [^4]	41
IX.	Conclusion.....	41
	CHAPITRE IV : LOGICIEL ATOLL ET SIMULATION	42
I.	Introduction :	43
II.	PRESENTATION DE LOGICEIL ATOLL	43
II.1.	DESCRIPTION DE LOGICEIL ATOLL :	43
II.2.	L'ENVIRONEMNT DE TRAVAIL :	43
II.3.	DISCREPTION DE LA FENTRE :	44

Résumé

Ce mémoire est le résultat d'une étude théorique rigoureuse du réseau GSM, avec un accent sur la planification du réseau GSM.

Il définit les caractéristiques du réseau GSM, ainsi que la formation, le fonctionnement et la transmission des ondes radio d'un point de vue.

L'idée de trafic, ainsi que le concept cellulaire et l'architecture du réseau, sont des considérations importantes dans la planification du réseau cellulaire.

Cette recherche a été menée pour apprendre à planifier un réseau cellulaire et prendre en compte les différents aspects qui entrent en jeu lors de cette planification.

Une petite application a été implémentée dans le logiciel ATOLL à la fin de cette étude pour illustrer ces notions théoriques.

Mots clés : Réseau GSM, dimensionnement, planification, simulation, logiciel ATOLL

Abstract

This paper is the outcome of a rigorous theoretical study of the GSM network, with a focus on GSM network planning.

It defines the characteristics of the GSM network, as well as the formation, operation, and transmission of radio waves from a point of view.

The traffic idea, as well as the cellular concept and network architecture, are important considerations in cellular network planning.

This research was carried out to learn how to plan a cellular network and take into account the various aspects that come into play when doing so.

A small application is offered in the ATOLL software at the end of this study to illustrate these theoretical notions.

Key words: GSM network, design, planning, Simulation, ATOLL software.

ملخص:

هذه المذكرة هي نتيجة دراسة نظرية صارمة لشبكة GSM ، مع التركيز على تخطيط شبكة GSM. يحدد خصائص شبكة GSM ، بالإضافة إلى تكوين وتشغيل ونقل موجات الراديو. تعتبر فكرة حركة المرور، وكذلك المفهوم الخلوي وبنية الشبكة، من الاعتبارات المهمة في تخطيط شبكة الخلايا. تم إجراء هذا البحث لتعلم كيفية تخطيط شبكة خلوية ومراعاة الجوانب المختلفة التي تلعب دورًا أثناء هذا التخطيط. يُقترح تطبيق صغير في برنامج ATOLL في نهاية هذه الدراسة لتوضيح هذه المفاهيم النظرية. الكلمات الرئيسية: شبكة GSM ، الحجم، التخطيط، المحاكاة، برنامج ATOLL

Introduction générale

Les réseaux mobiles sont devenus de plus en plus incontournables en termes de recherche et d'investissement dans le cadre des systèmes de télécommunication, notamment depuis leur introduction. Plusieurs normes sont issues des efforts des groupes de recherche, dont la plus importante est la norme GSM "Global System for Mobile Communication".

La norme GSM est aujourd'hui la norme cellulaire la plus utilisée dans le monde, avec plus de 1,22 milliard d'abonnés pour 620 opérateurs utilisant les seuls systèmes GSM 900 et DCS 1800. La convivialité pour les abonnés et l'adaptabilité de ses technologies sont la clé de leur succès. [1]

La migration des systèmes de téléphonie mobile de l'analogique au numérique a permis une signalisation plus facile, une réduction des interférences et une meilleure intégration du système.

La convergence des systèmes de téléphonies mobile de l'analogique vers le numérique a permis d'avoir une signalisation plus facile, et de réduire les interférences, une meilleure intégration de transmission et de commutation et enfin des aptitudes à supporter et à gérer plus de trafic et par la suite une meilleure capacité. . [1]

Notre travail s'appuie sur une étude théorique du réseau GSM, il décrit l'architecture du réseau GSM et de ses différents composants ainsi que leurs fonctionnalités en se basant sur l'étude du trafic et le concept cellulaire en vue de la conception du réseau GSM.

Le travail est structuré en quatre chapitres comme suite :

- Le premier chapitre recouvre le réseau GSM en générale et ses différents composants.
- Le deuxième chapitre présente la propagation radio
- Le troisième chapitre décrit la notion de trafic, le dimensionnement et la planification du réseau cellulaire.
- Et enfin, le dernier chapitre présente une simulation pratique de la planification d'un réseau GSM, en utilisant un logiciel de planification connue sous le nom d'ATOLL.

CHAPITRE I :

RESEAUX GSM

I. Introduction

Les systèmes de radiotéléphonie mobile sont aujourd'hui l'une des industries et des secteurs économiques les plus importants. Le téléphone mobile est devenu un instrument indispensable dans la vie quotidienne de nos sociétés, tant dans les pays développés, où il répond au besoin constant de nouveaux services, que dans les pays sous-développés, où il pallie le manque d'infrastructures de télécommunications.

Les systèmes de radiotéléphonie mobile GSM 900, ainsi que leur déclinaison DCS 1800, sont parmi les systèmes les plus utilisés dans le monde. La composition et les caractéristiques du réseau GSM seront abordées dans ce chapitre.

II. Historique [1]

Le GSM (Global System for Mobile Communications) a été lancé lors de la Conférence administrative mondiale des radiocommunications (WARC) en 1979, les systèmes de communications cellulaires analogiques ont connu une forte croissance dans différents pays européens. Pendant les années 80, en particulier la Suède, la Grande Bretagne mais aussi la France et l'Allemagne.

Chaque pays a développé son propre système analogique, en 1982, le groupe de normalisation GSM (Groupe Spécial Mobile) fut créé, son but est d'établir des spécifications pour un système de radiotéléphonie cellulaire mobile, ce système fonctionnant dans la bande des 900 Mhz, Cette spécification a ensuite été étendue pour intégrer une interface hertzienne dans la bande de fréquence des 1800 Mhz, appelé DCS 1800 (Digital Communication System).

Entre 1982 et 1985, le choix des systèmes analogiques et numériques a été la partie la plus importante des discussions. Ce dernier a remporté la décision en 1985.

En mai 1987, la solution TDMA (Time Division Multiple Access) a été choisie après plusieurs essais, les 13 premiers pays ont signé un MoU (Memorandum of understanding) simultanément, ces spécifications ouvrent un vaste marché potentiel au GSM, au 1^{er} juillet 1991, Tous les opérateurs ayant signé ce mémorandum s'engageaient à disposer d'un système GSM opérationnel.

La norme GSM a introduit des équipements spécifiques n'existant pas dans les réseaux RTC (réseau téléphonique commuté) fixes ou PSTN. Ces équipements ont toutes les fonctions relatives à la gestion des utilisateurs mobiles, pour gérer les spécificités des communications avec les mobiles.

III. Concept Cellulaire :[2][^1]

Voici comment fonctionne un réseau de téléphonie mobile :

- BTS (Base Transceiver Station) est un réseau de stations de base réparties équitablement sur une zone géographique (par exemple, la wilaya d'OUARGLA) pour assurer la connexion des téléphones mobiles et du réseau téléphonique public commuté (RTCP).
- Les sites sont constitués d'un ensemble de stations de base. Un site est traditionnellement représenté comme un hexagone divisé en secteurs, chaque secteur abritant un certain nombre de stations de base (Figure I.1).
- Par conséquent, une cellule est une section de la zone de couverture d'une station de base. Selon le trafic projeté dans cette cellule, chaque cellule (c'est-à-dire chaque station de base) se voit allouer un nombre spécifique de porteuses de bande de fréquences.
- Un motif cellulaire est une union d'hexagones voisins ou de cellules adjacentes qui permet d'agencer le dessin (couverture de la zone).

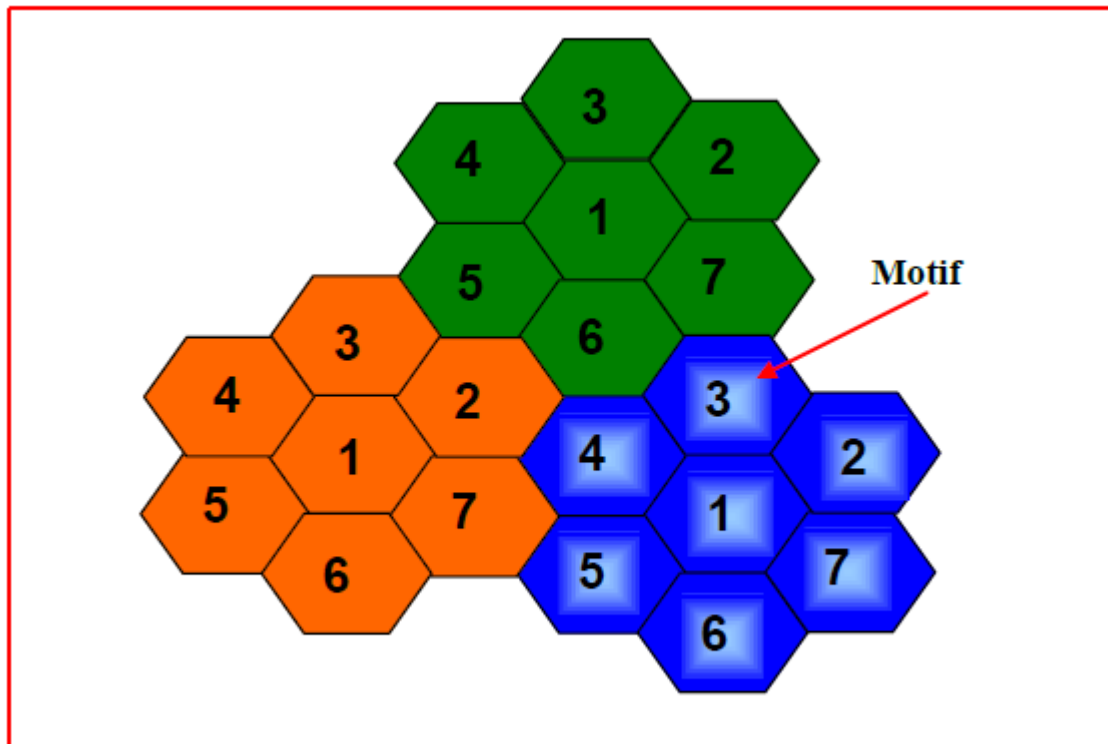


Figure I.1 : motif cellulaire

III. Distance de réutilisation :

Les centres des cellules de même fréquence sont situés sur un ensemble de cercles autour d'un motif régulier et d'une cellule spécifique. Les couronnes sont le nom de ces cercles. La distance de réutilisation D est égale au rayon du plus petit cercle.

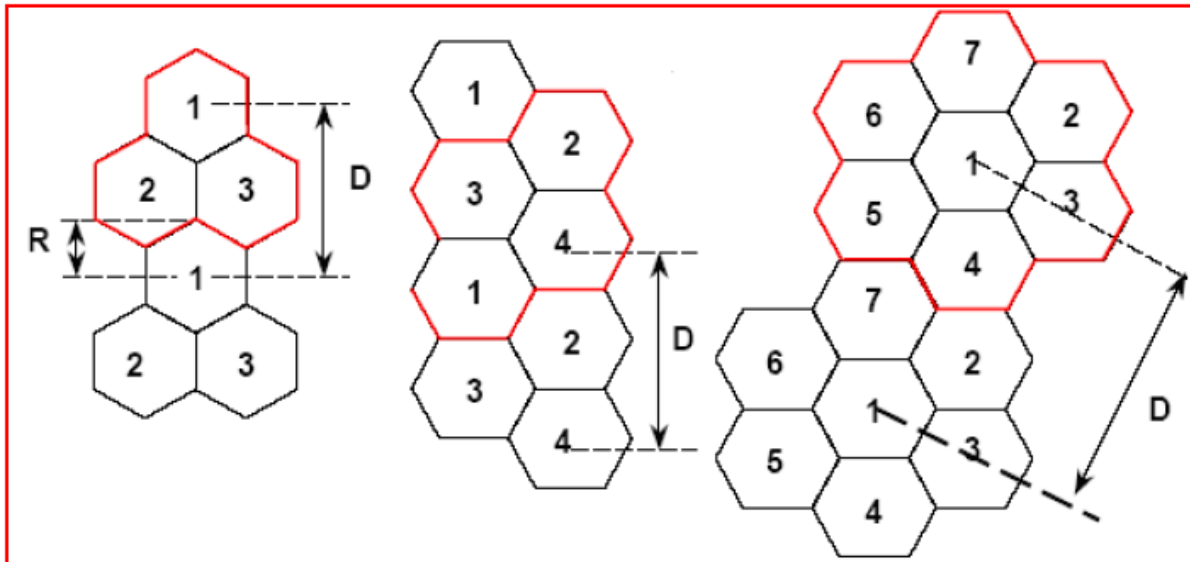


Figure I.2 : distance de réutilisation

La formule de la distance de réutilisation est :

$$D = R \sqrt{3N} \quad 1/2$$

D : la distance de réutilisation.

N : le nombre de cellules du motif.

R : le rayon de la cellule.

IV. Architecture du réseau GSM :[3][^1]

La norme GSM a inclus des équipements spécifiques qui n'existent pas dans les réseaux fixes PSTN (Switched Telephone Network) pour gérer les caractéristiques uniques des communications mobiles.

Ces appareils assurent toutes les fonctions liées à la gestion des utilisateurs mobiles, constituant une sorte de réseau appelé PLMN (Public Land Mobile Network). Ce réseau, qui comprend de nombreux commutateurs et interfaces (ou connexions) vers les réseaux PSTN et autres PLMN, se distingue par un accès particulièrement spécifique appelé lien radio.

Enfin, il doit offrir à l'opérateur des facilités d'exploitation et de maintenance, comme tout autre réseau.

Hormis les extensions GPRS, un tel réseau se compose de quatre éléments essentiels (figure I.3):

- Une station mobile (ms).
- Le sous-système radio(BSS) (base station Subsystem).
- Le sous-système réseau(NSS) (Network Switching Subsystem).
- Le sous-système opération et maintenance(OSS) (Operation and Support System).

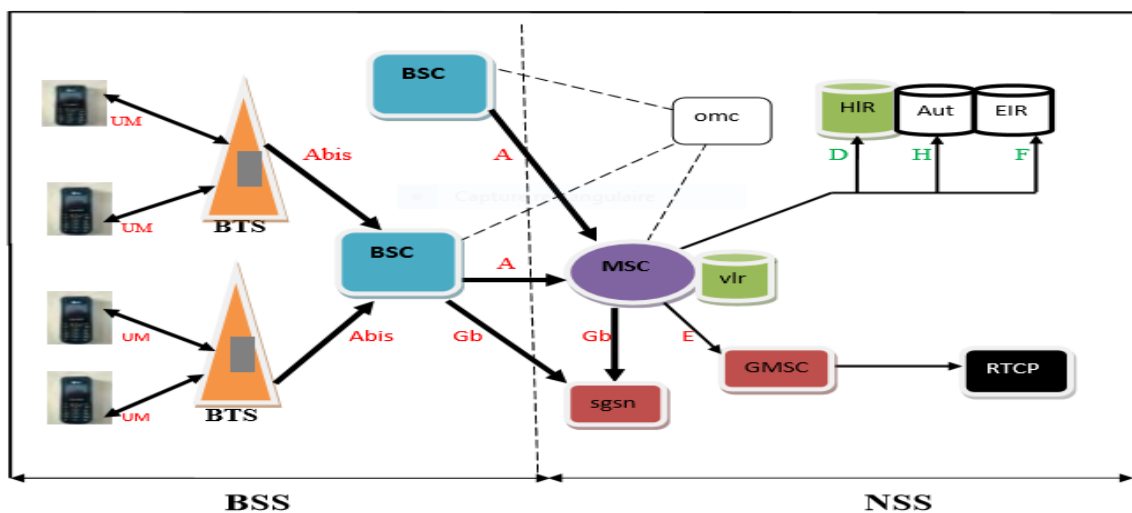


Figure I.3 :Architecture du réseau GSM

III.1. La station mobile [4]:

L'élément visible d'un système radio mobile, souvent appelé terminal mobile. Une station mobile est un terminal équipé d'une carte SIM (Subscriber identification module) qui donne accès aux services de télécommunications d'un opérateur PLMN.

La carte SIM : Cette carte comprend des détails sur l'abonnement de l'utilisateur, tel que :

- L'IMSI (International mobile Subscriber Identity).
- Le TMSI.
- Les algorithmes déchiffrement et d'authentification.
- Les services, etc....

III.2. Le sous-système radio(BSS 'Base station subsystem') :

Le sous-système de stations de base (BSS), ou partie radio du réseau, est constitué d'un maillage de stations de base (BTS) et de stations de contrôle associées (BSC). Un transcodeur (Transcoder and Rate Adaptation Unit, TRAU) est également inclus, qui gère la compression et la décompression de la voix.

III.3. La Station de Base(BTS)[5] :

L'élément central est la station de base, qui peut être caractérisée comme une unité émettrice/réceptrice qui contrôle une ou plusieurs cellules. Chaque cellule principale, au centre de laquelle se trouve une station de base, peut être divisée en cellules plus petites qui sont des sections de la cellule initiale et utilisent plusieurs fréquences porteuses utilisant des antennes directionnelles dans le réseau GSM. Les antennes tri-secteurs, qui couvrent un peu plus de 120 degrés, sont très répandues. Ces antennes ressemblent à un triangle formé de deux segments verticaux (figure I.4).



Figure I.4 :Exemple d'antenne GSM (BTS tri-sectorielles)

- La couverture radio d'une cellule est assurée par une station de base (BTS : base transceiver system) (Base Unit pour la couverture radio d'un territoire).

- Il sert de point d'accès de l'abonné au réseau GSM, effectuant la modulation, la démodulation, le codage et la correction d'erreurs, ainsi que l'estimation et l'égalisation du canal.
- Ils renvoient au BSC des mesures sur la qualité des transmissions dans la cellule après avoir diffusé aux mobiles des informations sur la cellule utile.

III.4. Antennes de station de base(BTS) [^2]:

Il existe plusieurs types d'antennes de stations de base, qui sont utilisées en fonction de l'environnement des zones à couvrir et de la portée, comme suit :

- **Antennes omnidirectionnelles** : doit être monté à l'extérieur, principalement pour les zones rurales, et parfois utilisé pour offrir une couverture de parapluie.
- **Antennes directionnelles** : sous la forme d'un panneau qui peut être monté sur des mâts et des socles à l'extérieur pour couvrir à la fois les zones urbaines et rurales.
- **Antennes cylindrique somnidirectionnelles** : En intérieur, le Micro-BTS est largement utilisé pour assurer une couverture dans des enceintes ou des surfaces fermées (bâtiments, gare, etc.). Il se présente généralement en bouteille ou en coffret embarqué avec son dispositif de traitement (boîtier RBS).
- **Antennes directionnelles panneaux** : pour extérieur ou intérieur.

III.4.1. Caractéristiques :

Type d'antennes : Les antennes omnidirectionnelles (qui émettent à 360 degrés) se distinguent des antennes bi-secteur (180 degrés par antenne) et des antennes tri-secteur (120 degrés par antenne), qui sont les plus courantes, car elles réduisent les interférences entre les canaux utilisant la même fréquence.

Taille de la cellule : Un BTS traditionnel peut diffuser jusqu'à 35 kilomètres. Une microcellule a un rayon compris entre 2 et 35 kilomètres, tandis qu'une minuscule cellule a un rayon de 500 à 2 kilomètres.

Les microcellules sont définies par les micros BTS, qui conviennent aux régions métropolitaines (rayon inférieur à 500 m).

III.4.2. Le Contrôleur De Station de Base BSC [6]:

Le contrôleur de stations de base est chargé de gérer une ou plusieurs stations de base et de communiquer avec elles via l'interface A-bis. Au niveau de la communication et de l'exploitation, ce contrôleur exécute une variété de tâches.

Parce qu'il transporte les communications des stations de base au BSC, il fonctionne comme un concentrateur pour les communications de signaux.

Simultanément, le BSC sert de relais à de nombreux signaux d'alarme destinés au centre d'exploitation et de maintenance. Il alimente également la base de données de la station de base. Enfin, le contrôle des ressources radio pour la zone couverte par les nombreuses stations de base qui y sont connectées est un élément crucial. En effet, le contrôleur est chargé de gérer les transferts intercellulaires des utilisateurs à l'intérieur de sa zone de couverture, ou lorsqu'une station mobile se déplace d'une cellule à une autre.

Il doit alors interagir avec la station de base, qui assumera la responsabilité de l'abonné et Fournira les informations nécessaires, ainsi que d'informer la base de données locale VLR(Visitor Location Register) du nouvel emplacement de l'abonné.

C'est donc un maillon critique du réseau de communication, ainsi que le seul équipement de ce sous-système pouvant être géré directement (via l'interface X25 qui le relie au sous-système d'exploitation et de maintenance).

III.4.3. L'équipement BSC :

Le BSC est le composant le plus intelligent du sous-système de base du réseau GSM. le point de vu enorme et le point dévoue réalisation.

III.4.4. Le BSC comme décrit par les normes :

Rôle du BSC :

- Les fonctions du BSC peuvent être classées selon le type d'équipement auquel il est rattaché. Du côté BTS, le BSC est responsable de la gestion des ressources radio, y compris l'allocation des ressources radio, le contrôle de la BTS et de la puissance de transmission mobile sur la base des mesures fournies sur le canal SACCH, l'exécution du transfert et, bien sûr, l'acheminement du trafic vers le mobile ou le réseau central.
- Sur l'interface Ater, le BSC sert de concentrateur de trafic et de signalisation pour le MSC.
- Le PCU joue le rôle du BSC du côté SGSN, fournissant l'accès, l'allocation et le contrôle du canal de données au SGSN.
- Le BSC a également une fonction de commutation entre ses différentes interfaces, qui sont l'interface Abis, l'interface Ater et l'interface Gb, afin de réaliser l'ensemble de ces fonctions.

III.4.5. Le sous-système réseau NSS (network subsystem) [3][7]:

Le sous-système de réseau (NSS) connecte le réseau téléphonique public commuté aux BSC. Les commutateurs et les bases de données d'utilisateurs constituent le système. Le NSS est composé des entités fonctionnelles listées ci-dessous.

- Le commutateur de service mobile(MSC).
- L'enregistreur de localisation nominal(HLR).
- L'enregistreur de localisation d'accueil(VLR).
- Le centre d'authentification(AUC).
- L'enregistreur d'identité des équipements.

III.4.6. Le commutateur de service mobile (MSC) :

Fournit les fonctions typiques de commutation téléphonique (contrôle des appels, analyse des numéros, facturation et transfert, etc.).

Ce composant est considéré comme le cœur d'un système cellulaire car il maintient les appels et tout ce qui concerne l'identité de l'abonné, exécute les transferts, communique avec le HLR et le VLR et peut avoir plusieurs passerelles vers d'autres réseaux (RTCP, PLMN, etc.). Dans ce cas, ils sont appelés GMSC (Gateway MSC).

III.4.7. L'enregistreur de localisation nominal(HLR) :

Le HLR (Home Local Register) d'un opérateur est une base de données qui contient des données, principalement les services de base et les services complémentaires souscrits, ainsi que le numéro RNIS et le couplage d'identité mobile IMSI.

Le HLR contient également des informations sur la localisation du mobile, qui sont mises à jour régulièrement via la procédure « Locating Updating », de sorte que lorsqu'un appel est destiné à un mobile, le réseau peut l'acheminer vers le MSC desservant la cellule où se trouve le mobile est situé.

III.4.8. De localisation d'accueil(VLR) :

Cette base de données stocke brièvement des informations sur les abonnés qui se rendent dans la zone de service d'un MSC qui n'est pas le chevalier de leur zone d'abonnement.

Ces informations proviennent du compte HLR de l'abonné et indiquent les services que le client a achetés.

III.4.9. Le centre d'authentification(AUC) :

La clé secrète de chaque abonné est stockée dans le centre d'authentification AUC, Authentication Center, qui est utilisé pour authentifier les demandes de service et crypter les communications. Chaque HLR est généralement couplé à une AUC. Le kit peut être utilisé avec l'équipement existant..

III.4.10. L'enregistreur d'identité des équipements(EIR) :

L'EIR est une base de données qui contient des informations sur les stations mobiles, y compris leurs caractéristiques et leurs identités de terminaux (IMEI). Il pourrait avoir une liste blanche de tous les numéros d'approbation, une liste noire des équipements volés et à accès restreint et une liste grise des terminaux qui ne fonctionnent pas. Le MSC consulte l'EIR pour déterminer le type de poste [est-il approuvé], si le poste a été volé [liste noire], des statistiques, etc.

III.4.11. Le sous-système opérationnel maintenance OSS [3][8]:

Dans un réseau GSM, l'OSS est constitué d'un OMC-R (centre d'exploitation et de maintenance radio) et d'un OMC-N (centre de maintenance du réseau) qui permet aux utilisateurs de mémoriser et de réguler leurs performances et l'utilisation des ressources (centre d'exploitation et de maintenance du réseau).

Dans la grande majorité des applications, l'architecture RGT est utilisée. L'administration commerciale, la gestion de la sécurité, le contrôle de la configuration du système et la maintenance (détection de pannes, test des équipements, etc.) sont tous inclus.

IV. Les méthodes d'accès [2]:

La transmission pratiquement obligatoire des informations à travers l'interface radio dans les réseaux mobiles limite les ressources disponibles ainsi que la bande passante dédiée aux utilisateurs. Différentes techniques d'accès aux ressources sont employées selon la quantité d'informations à véhiculer et le type de lien recherché pour une gestion optimale de l'interface radio commune à tous les utilisateurs.

Par conséquent, cette ressource est connue sous le nom de canal physique pour l'interface radio d'un réseau mobile. Les utilisateurs d'une même cellule partagent cette interface. La façon dont les téléphones mobiles accèdent aux ressources radio est définie par plusieurs stratégies. Toutes ces méthodes fonctionnent sur le principe de séparer une bande de fréquence, qui est généralement assez limitée, en de nombreux canaux physiques afin d'assurer la communication tout en respectant les limitations et en évitant les interférences. FDMA (Frequency Division Multiple Access), TDMA (Time Division Multiple Access) et CDMA sont les trois principales méthodes d'accès utilisées par les réseaux mobiles (Code Division Multiple Access).

a. La FDMA:

Le multiplexage en fréquence est utilisé dans le mécanisme d'accès FDMA (Frequency Division Multiple Access). La bande de fréquence est divisée en plusieurs sous-bandes en utilisant cette procédure. Chacun est affecté à une porteuse ou à une fréquence porteuse, qui

est la fréquence unique du canal. Le signal d'un seul utilisateur ne peut pas être acheminé par chaque opérateur. Dans les réseaux analogiques, l'approche FDMA est couramment utilisée.

b. La CDMA :

La technologie CDMA, ou Code Division Multiple Access (CDMA), permet à tous les utilisateurs d'une même cellule de partager la même bande de fréquence en même temps. Chaque utilisateur reçoit un code binaire unique pour accomplir cela. Ce dernier utilise son code pour transférer des données binaires de manière orthogonale, c'est-à-dire sans interférer avec d'autres signaux ou communications. L'utilisation de codes en CDMA permet de réutiliser la même fréquence dans des cellules voisines. Cela offre un avantage révolutionnaire à cette approche par la réception, mais cela introduit également un problème d'auto-interférence, qui s'aggrave à mesure que le nombre de transmissions simultanées augmente.

c. La TDMA:

La stratégie d'accès TDMA (Time Division Multiple Access) permet à chaque utilisateur d'accéder à toute la bande de fréquence pendant une fraction de seconde, appelée slot (intervalle de temps). Avant de transférer les informations vers le créneau, ou la fenêtre temporelle qui lui est attribuée, l'émetteur de la station mobile les met en cache. Les nombreux emplacements sont regroupés dans un cadre, permettant au système de fournir plusieurs canaux de communication aux différents utilisateurs. Le canal physique de l'utilisateur est formé par la séquence de créneaux dans les trames. A l'arrivée de chaque créneau, le récepteur collecte les informations et reconstruit le signal à la vitesse du support de transmission. Contrairement au FDMA, qui est conçu pour la transmission analogique, le TDMA est principalement utilisé pour le transfert de signaux numériques. Cependant, la confluence de ces facteurs.

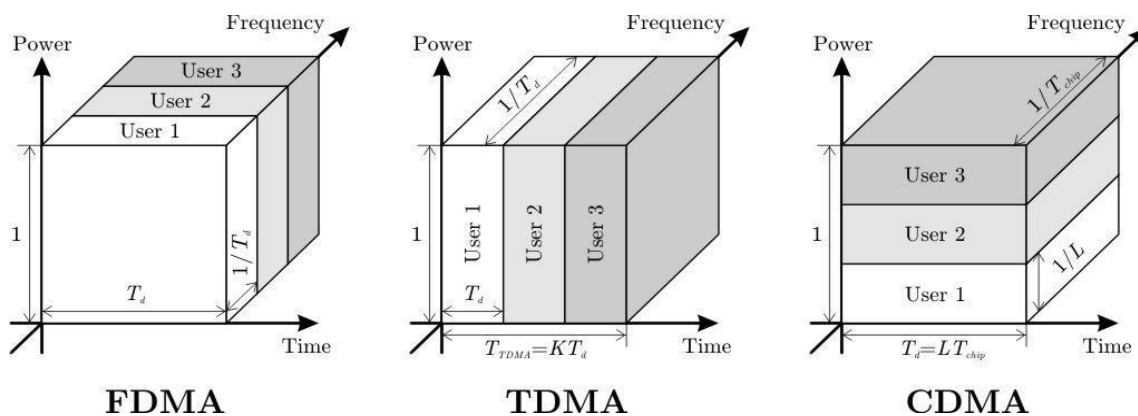


Figure I.5: Méthodes d'accès

V. Classification des canaux radio [1][2]:

On distingue deux catégories de canaux : les canaux physiques et les canaux logiques.

V.1. Les canaux physiques :

Chaque utilisateur utilise un time slot par trame TDMA, ils sont numérotés de 0 à 7.

V.2. Les canaux logiques

Les canaux logiques, quant à eux, permettent de différencier les multiples formes d'informations circulant dans le système, alors que les canaux physiques ne font que véhiculer des informations quelle que soit leur nature système (Figure I.10), il existe deux catégories:

- Les canaux de trafic(trafic channel).
- Les canaux de commandes(control channel).

V.2.1. Les canaux de commande :

Les canaux de commande sont classés en trois catégories : les canaux de diffusion, les canaux communs et les canaux dédiés, et ils acheminent le trafic de signalisation.

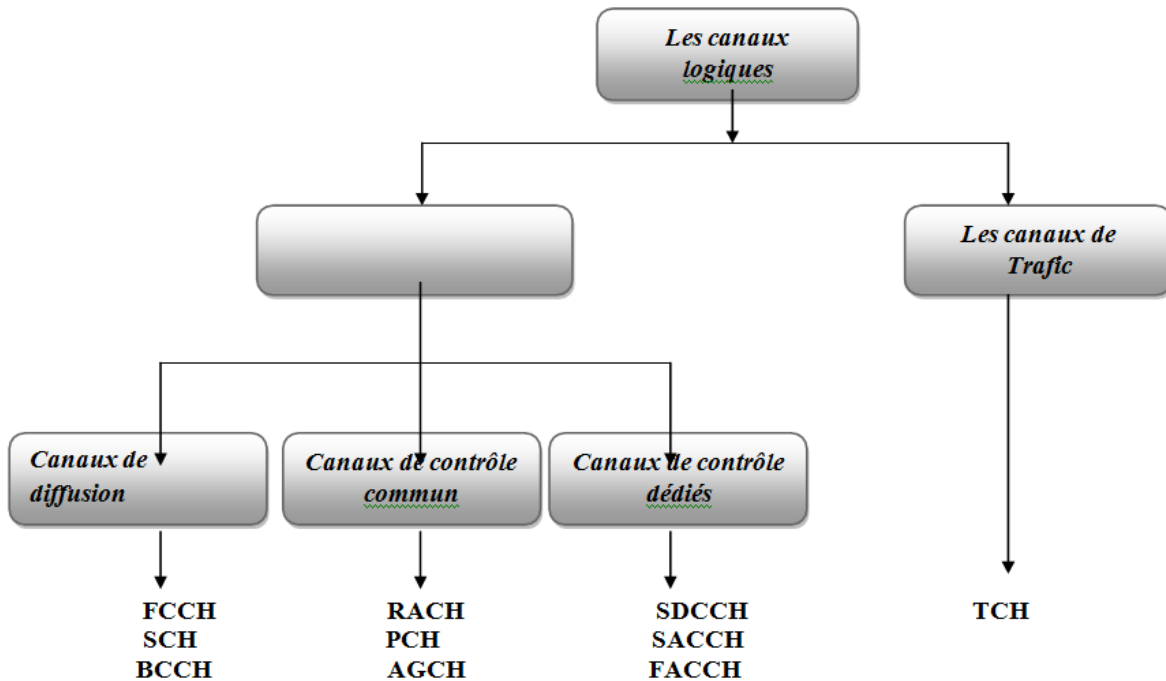


Figure I.6 :Classification des canaux logiques

V.2.2. Les canaux de commande :

Les canaux de commande sont classés en trois catégories : les canaux de diffusion, les canaux communs et les canaux dédiés, et ils acheminent le trafic de signalisation.

Table de canaux de diffusion :

Nom	Signification	Sens Mobile Réseau	Usage
FCCH	Frequency CorrectionChannel	←	Transmis d'une manièrefréquente pour faciliter automobile de se caler sur labonne fréquence. Lorsquelemobiledétecte leFCCH, il cherche le SCH pour sesynchroniser
SCH	SynchronisationChannel	←	Transportelesinformations Relatives à lasynchronisation SurlatrameTDMA(numéro De la trame, l'identité dusite,...)
BCCH	BroadcastControlChannel	←	Transmistoutletempspour

			Diffuser les informations Relatives à la configuration de la BTS, il transporte les Informations suivantes : LAI, CI, la liste des Fréquences utilisées et des Cellules voisines à balayer par le MS.
--	--	--	---

Table des canaux communs(CCCH)

Les canaux de commande communs sont combinés sous l'appellation CCCH ("Communs Control Channel"). Les combinaisons utilisées sont RACH +PCH où RACH +AGCH.

Nom	Signification	Sens Mobile réseau	Usage
PCH	Paging Channel	← ↔	Pour appeler un mobile en Cas d'appel à l'arrivée
RACH	Random Access Channel	→	Transmis par le mobile pour demander l'accès au réseau.
CBCH	Cell Broadcast Channel	←	Utilisé pour diffuser des informations à tous les mobiles dans la même cellule (vol du temps au canal SDDCH)
AGCH	Access Grant Channel	←	Emis par la BTS pour allouer Un canal dédié au mobile (un SDCCH). Il peut être utilisé pour Initialiser un appel ou pour répondre à un message de paging.

Table des canaux spécifiques

Spécifique pour un mobile (MS) dans une communication point à point et bidirectionnel : MS->BS et BS->MS

Ilssont2types :

- Autonomes (« stand-alone »)
- Associés à un autre canal logique dans un canal physique.

Nom	Signification	Type: Associé/autonome	Usage
SDCCH	Stand-AloneDedicatedControlChannel	Autonome	Alloué à une connexion d'unmobileuniquepour l'établissementd'unappelou Pour les besoins d'unHandover.
SACCH	Slow Associated ControlChannel	Associéavecuncanal detrafic(TCH)ouavec SDCH	Transmissiondemesures dansles 2 sens Mobile<-->BTS Commanded'alignementet depuisancedans lesens BTS>mobile

FACCH	Fast Access Control Channel	Associé avec un canal De trafic (TCH)	Signalisation rapide Mobile <--> BTS (vol-de bloc dans le TCH, Notamment dans le cas des Handovers. Et les services Supplémentaires.
--------------	-----------------------------	---------------------------------------	--

V.3. Les interfaces réseaux [1][2]:

- L'interface radio 'UM' est localisée entre la station mobile et la station de base (MS*BTS). C'est l'interface la plus importante du réseau.
- L'interface 'A-bis' relie une station de base à son contrôleur (BTS*BSC).
- L'interface 'A' se situe entre un contrôleur et un commutateur (BSC*MSC).
- L'interface 'E', constitue la liaison inter MSC réalisée par une couche physique utilisant les circuits 2 Mbit/s et une liaison de données utilisant le protocole CCITT N°7.
- L'interface 'B' relie le registre des abonnés visiteurs (VLR) au MSC.
- L'interface 'C' relie le registre des abonnés locaux (HLR) au MSC.
- L'interface 'D' relie les deux bases de données HLR et VLR.
- L'interface 'G' c'est la liaison inter VLR.
- L'interface passerelle, c'est une interface GMSC, et le réseau public et s'appuie sur le protocole sémaphore CCITT N°7 et sont utilisées pour le transport du trafic et des données.
- L'interface X25 relie un contrôleur au centre d'exploitation (BSC*OMC). Le support de la liaison est fourni par un réseau de transmission de données.

V.4. Etablissement d'un appel [1]:

Il existe trois cas de figures:

- Appel d'un MS vers un MS.
- Appel d'un MS vers un fixe.
- Appel d'un fixe vers un MS on va décrire

VI. Les services offerts par un réseau GSM [1][3]:

VI.1. Les services supports :

Ils permettent des flux de données de bout en bout à travers le réseau. Les caractéristiques d'un service de transporteur aident à l'identifier. La norme GSM divise le monde en trois catégories :

- De transfert d'information (mode de transfert circuit ou paquet, débit de transfert, type d'information,.....).
- D'accès (canal et débit d'accès, commerciaux,....).
- Généraux (qualité de services, commerciaux,...).

VI.2. Les télé-services :

Ce sont des applications opérationnelles fournies par le réseau à ses abonnés, qui utilisent les capacités des services supports. Les principaux services de GSM sont les suivants :

- La téléphonie (entre deux postes mobiles ou un poste mobile et un poste fixe).
- Les messages courts (sms).
- Le fax.

VI.3. Les services supplémentaires :

L'identification de l'appelant, la mise en attente d'appel, les informations de facturation, les restrictions d'appel, la messagerie vocale, la conférence, la numérotation abrégée, le transfert d'appel et d'autres services supplémentaires améliorent les autres services.

VII. Conclusion :

Le réseau GSM est un réseau de téléphonie mobile composé de nombreuses entités différentes (MS, BSS, NSS, OSS). Ces organes communiquent entre eux par radio (canaux physiques et logiques) ou par interfaces, ainsi que par liaisons physiques (câblage).

Parce qu'elle assure la connexion du MS avec le réseau, la station de base est un composant critique du réseau GSM. Cette liaison implique la transmission données de codées et multiplexées (trame multiplex TDMA, CDMA, FDMA).

L'ingénierie cellulaire est le processus de division d'un réseau en cellules de manière à respecter les restrictions de couverture et trafic. Avec une bande de fréquence fixe et illimitée de, la réutilisation des fréquences est la seule option accessible aux opérateurs pour couvrir des zones de taille indéfinie et de densité de trafic à prioritaire infinie.

Les notions de trafic et de dimensionnement d'un réseau cellulaire seront abordées dans le chapitre suivant, tout en tenant compte des éléments pouvant affecter la qualité de service du réseau.

CHAPITRE II :

PROPAGATION RADIO

I. Introduction :

Le réseau GSM se distingue par sa liaison radio, dans laquelle la MS et la BTS (Mobile Station, Base Transiver Station) émettent et reçoivent des signaux via des ondes électromagnétiques plutôt que par des canaux de transmission physiques (fils, câbles, etc.).

Les phénomènes électriques et magnétiques sont liés aux ondes électromagnétiques. La présence de deux champs variables, l'un électrique et l'autre magnétique, les distingue. Toute région de l'espace où se révèle l'action de forces particulières est appelée champ : électrique dans le cas d'un champ électrique, magnétique dans le cas d'un champ magnétique.

I. L'onde électromagnétique [7]:

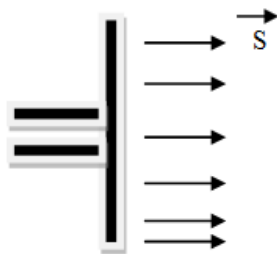
Une onde électromagnétique (OEM) est constituée de deux champs : électrique et magnétique.

Ces deux champs sont orthogonaux et transversaux (perpendiculaires à la direction de propagation) dans le vide, formant une onde TEM (Transverse Electromagnétique).

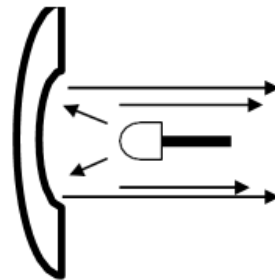
II. Génération d'onde :

Une onde électromagnétique se propageant dans l'espace peut être produite:

- Par des courants Pour les antennes filaires, celle-ci est représentée vectoriellement par une densité de courant J en A/m^2 .
- Par une ouverture, Un champ électromagnétique existe dans un volume, tel que l'extrémité ouverte d'un guide d'ondes. Le principe des antennes paraboliques est le suivant.



Dipôle élémentaire (a)



Antenne parabolique (b)

Figure II.1 Schéma Dipôle et parabole

II. Les mécanismes de propagation [10]:

- La réflexion
- La diffraction
- La réfraction
- L'atténuation
- La polarisation

III. Les antennes en radio communications mobiles (GSM/DSC)[8][^2] :

L'antenne d'une ligne de transmission la relie au reste de l'environnement. Il utilise les propriétés des ondes électromagnétiques pour faciliter la transmission d'informations d'un endroit à un autre via l'espace vide.

III.1. Paramètres fondamentaux de l'antenne :

Les principales qualités d'une antenne, outre ses aspects mécaniques, sont :

1. La bande de fréquence de fonctionnement.
2. L'impédance est un terme qui fait référence à la quantité de résistance dans un circuit (généralement 50).
3. Les gains sont un nombre qui peut être utilisé pour décrire combien d'argent vous gagnez.
4. Le diagramme de rayonnement.

Les deux derniers ensembles de caractéristiques de l'antenne définissent la manière dont elle rayonne dans différentes directions ; ils sont particulièrement significatifs.

V. Etude de la liaison radio mobile[7] :

Considérons une liaison radio qui permet à un téléphone mobile de recevoir un signal d'une station de base. Les éléments représentés dans le schéma (**figure II.1**)

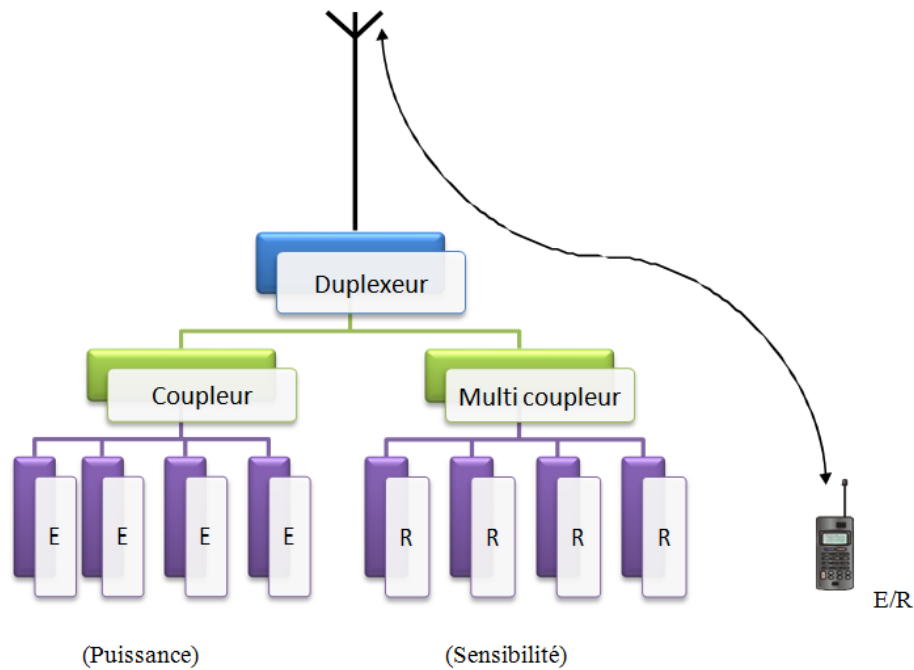


Figure II.2 : Schéma bloc général d'une liaison radio mobile

Exemple de configuration possible (tous les éléments ne sont pas présents dans toutes les configurations).

- ✓ **Un des émetteurs de la station de base (Tx)**: génère une onde électromagnétique modulée à la fréquence désirée.
- ✓ **Uncoupleur** ou (combiner): permet de superposer les ondes produites et se comporte comme un guide d'onde.
- ✓ **Un duplexeur**: sépare les voies montantes et descendantes.
- ✓ **Une antenne** : appelée aussi (Aérien) assure la transition entre le guide d'onde et l'espace libre dans lequel, ces ondes vont se propager.
- ✓ **L'espace** : permet la propagation des ondes différents obstacles, diffracter source flecteurs, influent sur la propagation.
- ✓ **Le signal** : est reçu par l'antenne du terminal mobile, transmit par un câble (qui peut être court) vers l'émetteur-récepteur. Le mobile ne comprend généralement pas de dispositifs de couplage car il est constitué d'un seul émetteur-récepteur.

VI. Ligne de visibilité :

La relation entre l'émetteur et le récepteur dans les radiocommunications est fortement influencée par les conditions de visibilité.

En conséquence, selon que les émetteurs et récepteurs sont dans l'état de :

- La vision directe (en ligne de mire) se produit lorsqu'il n'y a pas d'obstruction dans le chemin direct (ou ligne droite) entre l'émetteur et le récepteur.
- Aucune visibilité (pas de ligne de mire); lorsqu'il n'y a pas de chemin direct entre l'émetteur et le récepteur et qu'il n'y a pas d'obstacle.

VII. Effets de masque [9]:

Les obstacles naturels ou créés par l'homme ont le plus grand impact sur la force du signal. Étant donné que la longueur d'onde du GSM900 est d'environ 30 cm et de 15 cm pour le GSM1800, il est facile de voir comment des objets tels que des bâtiments, des automobiles, des arbres, le corps humain et même des animaux peuvent modifier l'onde lors de sa propagation.

Ce phénomène est appelé "Effet de Masque" ou "Shadowing".

La puissance du signal variera en fonction du milieu de propagation ; par exemple, aux fréquences des communications radio-mobiles (150 à 900 Mhz), l'impact d'atténuation le plus important est dû à l'effet de masque, dans lequel les bâtiments et les collines forment des ombres radio.

En conséquence, le problème du masque est plus aigu dans les zones urbaines densément peuplées

VIII. Les trajets multiples[7] :

Une onde radio se déplace dans l'espace ou est réfléchié ou absorbée par les obstacles qu'elle rencontre, selon le contexte environnemental.

Le mobile reçoit des ondes sujettes à la diffraction et aux réflexions dans des lieux métropolitains où il existe de nombreux obstacles entre l'émetteur et le récepteur, qui se combinent après avoir parcouru des longueurs variées ou de nombreux trajets, souvent appelées « multipath waves » en anglais.

Ces ondes peuvent être les seules reçues par le récepteur dans certains cas.

En résumé, le mobile se déplace dans un environnement d'ondes stationnaires provoqué par des interférences entre des ondes d'amplitudes variables, qui sont immédiatement diffractées ou réfléchies par les objets environnants. Pour les radiocommunications mobiles, ce phénomène a des caractéristiques à la fois bénéfiques et négatives, et il impacte le signal reçu de trois manières :

- Fading Rayleigh Amplitude
- Dispersion des retards ou différence de temps de propagation.

La fréquence est déterminée par l'effet Doppler.

Les trajets multiples sont illustrés dans le diagramme ci-dessous :

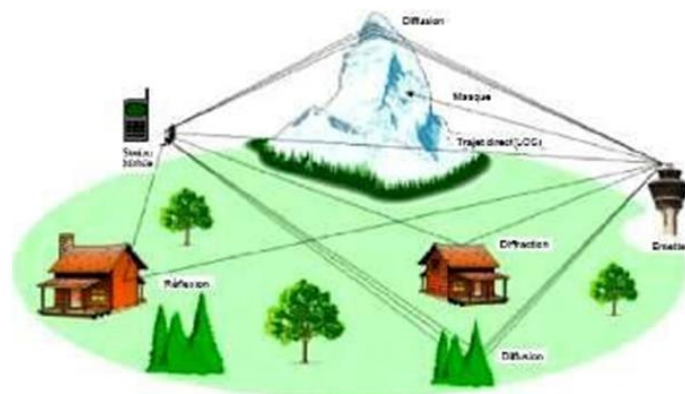


Figure II.3:Trajets multiples

IX. Interférence et brouillage :

Soulignons l'existence de dégradations dues à des signaux parasites, en plus des dégradations de signal provoquées par le phénomène de nombreux trajets.

Les signaux parasites peuvent être divisés en deux catégories : le bruit et les interférences.

I.1. Bruit :

On en dénombre deux types de bruits:

- Les sources de bruits à l'espace libre, à l'extérieur du système de traitement.
- Les sources de bruits internes aux systèmes, propres aux équipements, engendrées, par les commutations de courants, les bruits de fond des câbles et autre composants électroniques.

I.2. Interférences :

Dans un système radio mobile, les liens radio sont affectés par deux types d'interférences:

1. Les interférences Co-canal, dues aux émissions d'autres équipements sur la même bande de fréquence.
2. Les interférences sur canal adjacent, dues aux émissions d'autres équipements sur des fréquences adjacentes.

X. Techniques de diversité[8] :

Les concepteurs utilisent une variété de stratégies pour atténuer les problèmes causés par le phénomène des chemins divers, dont les plus courantes sont les techniques des diversités.

Il combine une variété de stratégies conçues pour contrer les impacts des trajets multiples. De nombreuses approches de diversité sont fondées sur la notion d'échantillonnage du signal transmis d'autant de manières que possible. Pour choisir le meilleur signal, les signaux récupérés à partir d'un signal original sont soit combinés soit catégorisés.

La micro-diversité, qui s'obtient au niveau d'un seul récepteur, et la macro-diversité, qui s'obtient en faisant intervenir de nombreux émetteurs/récepteurs positionnés sur des sites distincts, sont les deux principales familles de diversités

XI. Conclusion :

La transmission d'une onde électromagnétique dans l'espace libre via des antennes filaires ou paraboliques est ce qui définit une liaison radio.

L'onde électromagnétique est exposée aux circonstances atmosphériques (pluie, lumière, etc.) et géographiques (arbres, montagnes, etc.) lors de la transmission. Celles-ci décrivent les nombreux trajets, dans lesquels l'onde est transportée via un mécanisme spécifique (réflexion, diffraction, etc.), ainsi que les bruits et interférences propres au système de transmission.

Ces nombreux facteurs sont préjudiciables à la qualité de transmission des ondes (mauvaise réception, perte d'information), et ils sont combattus par les approches de diversité, mais ils peuvent aussi être utilisés comme support de transmission.

**CHAPITRE III :
DIMENSIONNEMENT
ET PLANIFICATION
D'UN RESEAU
CELLULAIRE**

PARTIE I :

I. Introduction

Dans ce chapitre, nous aborderons l'analyse du trafic et le dimensionnement du réseau GSM pour la planification du réseau cellulaire.

Nous verrons la notion de trafic distant ainsi que la dépendance du trafic à la mobilité des usagers dans les études de trafic.

En effet, il donne une idée approximative du nombre de ressources qu'il faut recommander pour répondre aux attentes des consommateurs tout en offrant un service de qualité constante.

Le dimensionnement des réseaux mobiles est un sujet complexe avec des implications à la fois théoriques et pratiques. Il s'agit de déterminer l'architecture cellulaire idéale en fonction de divers facteurs.

II. Notions générales [7]:

a. Intensité d'appel :

Les abonnés sont ceux qui créent du trafic téléphonique. Lorsqu'un abonné choisit d'appeler, le central téléphonique local reçoit une impulsion, qui déclenche une série d'événements qui lui permettent de recevoir les informations numériques de l'appelant et de connecter l'abonné appelant à l'abonné demandé.

La procédure de sélection d'attente dans le centre de commutation est déclenchée par cette demande d'établissement d'appel. Avant que le contact puisse être établi, une série de demandes sont faites.

b. Temps de maintien :

Chaque appel accepté indique que l'appareil est utilisé pendant un certain temps. La durée du temps de maintien est déterminée par la manière et la rapidité avec laquelle le commutateur analyse les données. Par conséquent, le temps moyen peut varier en fonction du type d'équipement de commutation utilisé et de son rôle dans la procédure de mise en attente et de terminaison d'appel.

c. Taux de pénétration

La densité de population susceptible de s'inscrire au service, qui varie dans le temps et dans l'espace. Elle est composée de trois types de personnes : les résidents, les visiteurs (pour le travail ou le plaisir) et les absents (partie de la population résidentielle travaillant en dehors de cette zone). Il est déterminé par les variables suivantes :

1. Heure de jour
2. Jour de la semaine
3. Saison

III. Dimensionnement d'un réseau cellulaire[11] :

a. Critères de dimensionnement d'un réseau :

Les critères de dimensionnement d'un réseau cellulaire sont:

- **Qualité de couverture :**
Assurer une connectivité radio en tout point de la zone de couverture
- **Absorption de la charge:**
Le réseau doit pouvoir fournir un nombre suffisant de canaux de communication adaptés au niveau de trafic de chaque cellule.
- **Mobilité:**
Lors du déplacement de cellules, le transfert est simple. Pour permettre à un utilisateur de se déplacer sans perdre la communication, chaque station de base doit reconnaître ses voisins.
- **Evolutivité:**
Un réseau cellulaire de type GSM est toujours en expansion, ajoutant de nouvelles stations de base.

b. Contraintes Radio :

i. Rapport signal à bruit C/N :

Le premier objectif d'un déploiement cellulaire est d'établir une connexion radio dans toute la zone de couverture. Le rapport signal sur bruit C/N (canal/bruit) et le rapport signal sur interférences C/I (canal : interférences) sont les deux principaux paramètres qui déterminent la qualité de cette liaison.

Le rapport signal sur bruit est calculé en divisant la puissance du signal par la densité de puissance du bruit en réception. Le bruit en réception dans la gamme de fréquences utilisée dans le GSM est principalement un bruit thermique (ou bruit de Johnson) lié à l'échauffement des électrons dans le système de réception, comme illustré à la Figure III.2. Ce bruit est blanc, moyen nul, gaussien et additif, entre autres caractéristiques.

- Blanc veut dire qu'il est réparti sur l'ensemble des fréquences de façon uniforme :sa densité spectrale de puissance (DSP)est donc uniforme sur toutes les fréquences(sauf pour une fréquence nulle ou il est égale à 0).
- Moyenne nulle : il n'y a pas de composante continue. Si l'on fait la somme (ou l'intégration) du bruit au cours du temps, elle tenders 0.
- Gaussien : Ce signal aléatoire a une distribution d'amplitude bien particulière : la probabilité d'avoir un bruit d'amplitude est régit par une loi normale (forme Gaussienne).

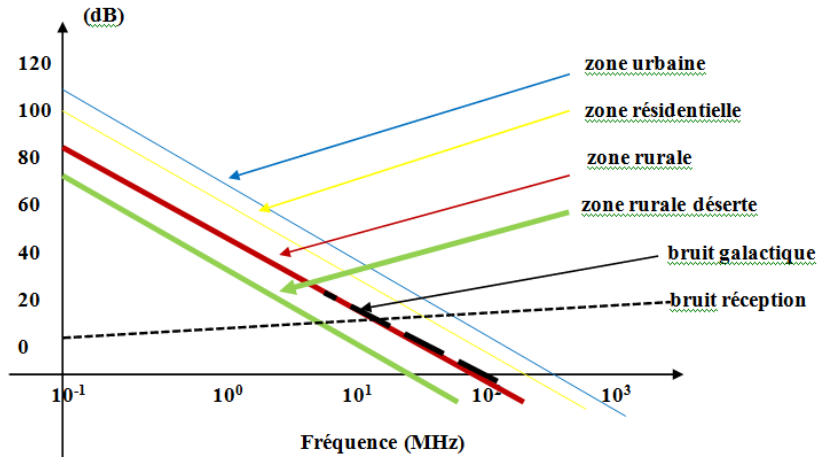


Figure III.1 : Niveau de bruit électromagnétique relativement au bruit thermique minimal du système de réception

ii. **Rapport signal a bruit C/I :**

Les interférences sont de 3 types : les interférences inter-symboles (IIS), l'interférence sinter fréquences (IIF, encore appelées interférences canaux-adjacents), et les interférences Co-canal(ICC).

Les interférences inter-symboles(IIS) : Du fait de la variation du temps de parcours entre les différentes voies Emetteur-Récepteur, lorsqu'un bit est transmis, le récepteur entend de nombreux échos étalés dans le temps.

Les interférences co-canal (ICE) : sont incontournables dans le GSM et sont intimement liés à la norme. Le type de partage de ressources FTMA (Frequency and Time Division Multiple Access) impose une répartition temporelle et fréquentielle des ressources. Vous pouvez avoir jusqu'à 8 voix multiplexées dans le temps sur un canal de fréquence (8 slots par trame). Les fréquences sont dispersées entre les cellules avec un certain facteur de réutilisation pour augmenter la capacité globale d'un système. Par conséquent, toutes les cellules et les stations de base associées utilisant le même canal de fréquence sont susceptibles de provoquer des interférences.

Le rapport C/ICC est le rapport de la puissance utile d'un signal reçu par un mobile de la station de base (BTS) à laquelle il est associé à la somme des puissances des signaux reçus par le même mobile de toutes les BTS utilisant la même fréquence (**Figure**).

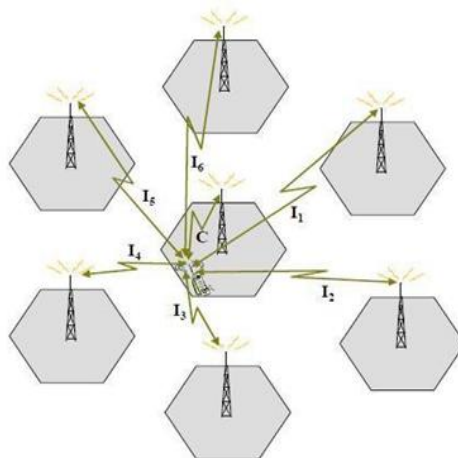


Figure III.2 : Interférences entre cellules voisines réutilisant la même fréquence sur un modèle hexagonal

I. Hypothèse de la prévision et du dimensionnement^{[11][12]} :

I.1. But :

Les postes téléphoniques, l'équipement de ligne d'abonné, l'équipement de central, les liaisons et les circuits sont tous nécessaires pour l'expansion des services téléphoniques. Cependant, il peut s'écouler un certain laps de temps entre l'identification des exigences – ou plutôt des désirs futurs – et la réalisation de ces besoins. Pour cette demande, le délai entre l'identification et l'achat est important. Il n'est pas souhaitable de déterminer les demandes à l'avance afin d'éviter de longues périodes d'attente et une forte congestion.

I.2. Hypothèses et suppositions :

La fourniture d'équipements ne peut être effectuée à chaque brève période de variation du trafic en raison de la structure et de la conception des systèmes de télécommunications. Les nombreux composants du système doivent cependant être extensibles sur de longues périodes, allant de six mois à cinq ans. Afin d'éviter les perturbations causées par la congestion, il est également nécessaire de définir une restriction de temps entre les extensions.

Pour la prévision du trafic, des mesures annuelles sont couramment utilisées.

L'approvisionnement en ressources ne sert qu'à minimiser la congestion entre 0,1 et 5 %, car ces indicateurs ne préconisent pas précisément le pic le plus élevé de l'année. Ainsi, malgré la précision des prévisions, cela pourrait atténuer les perturbations causées par les embouteillages importants (20 % et plus) qui se produisent régulièrement pendant les périodes de prolongation.

I.3. Les paramètres :

Premièrement, la demande téléphonique dépend de la zone d'occupation de la population. Les besoins en téléphone sont faibles dans les villages mais augmentent à mesure que les gens quittent le secteur agricole pour d'autres activités (industrie, commerce, services publics, etc.) L'évolution générale prévue, en particulier l'évolution économique, doit être prise en compte lors de l'estimation de la demande future de services de télécommunications. En conséquence, les données présentées dans les systèmes économiques modernes sont bénéfiques.

Parmi ces données, on cite:

- **Taille de la population :**

Le nombre de clients et la demande de lignes d'abonnés augmentent parallèlement à l'expansion de la population.

- **Niveau de vie :**

Le produit intérieur brut (PIB) par habitant est une mesure du niveau de vie d'une personne. La demande de lignes téléphoniques augmente parallèlement à l'élévation du niveau de vie.

- **Activités de construction :**

Les activités de construction peuvent être utilisées pour prévoir la demande future de lignes d'abonnés. Le nombre de nouveaux départements et administrations peut être utilisé comme métrique de prévision.

- **Prix :**

Un coût élevé d'utilisation du téléphone (frais d'adhésion, frais d'appel, etc.) peut limiter la demande de lignes d'abonnés.

En réalité, le choix des variables explicatives est influencé par la prévisibilité de leurs résultats. Les variables les plus répandues et les plus explicatives du nombre de lignes d'abonnés dans le pays sont la population et le développement économique.

II. Données nécessaires pour la planification [12]:

II.1. Distribution des abonnés

Cette étude porte sur la localisation exacte des abonnés et leur nombre par zone de trafic. Elle détermine également le nombre d'abonnés par catégorie (professionnels et autres..).

II.2. Trafic

Nous regardons le flux de trafic entre les zones et estimons le trafic sortant et entrant par abonné pour chaque zone de trafic et catégorie d'abonné.

Comme la projection du trafic est basée sur des regroupements d'abonnés, il est généralement recommandé d'estimer le trafic par catégorie d'abonnés avant d'estimer le trafic global. En effet, les proportions des différents groupes peuvent fluctuer dans le temps, et le volume de trafic peut différer de ce qui est prévu.

III. Conclusion

Un réseau GSM est constitué d'un maillage de cellules configurées de manière à respecter les limites de couverture du trafic. Avec une bande de fréquence fixe et limitée, la réutilisation des fréquences est la seule option accessible aux opérateurs pour couvrir des zones de taille illimitée et de densité de trafic vraisemblablement infinie.

L'implémentation du réseau cellulaire (architecture, nombre de ressources, rayon cellulaire) étant dépendante de ces contraintes, les contraintes radio et de trafic jouent un rôle important dans le dimensionnement d'un réseau cellulaire

PARTIE II

Introduction

L'objectif de la planification du réseau est d'obtenir un trafic à haute capacité, et c'est l'une des responsabilités les plus importantes de l'opérateur de réseau.

En d'autres termes, nous voulons qu'un grand nombre d'abonnés par kilomètre carré puissent utiliser le service.

Tout en maintenant un niveau de service et de qualité satisfaisant les étapes de planification de base sont présentées dans ce chapitre. Ainsi que l'importance et les objectifs de la planification

I. Importance et objectifs de la planification :

I.1. Importance

Le processus de planification d'un réseau cellulaire est extrêmement délicat et le résultat détermine le succès de l'opérateur. Un réseau mal construit, en effet, se traduit par une qualité d'appel médiocre, un taux d'abandon d'appel élevé et un taux de blocage élevé. La couverture et la capacité d'un réseau cellulaire doivent être définies avant de pouvoir être construit. Ceux-ci sont essentiels pour un conducteur.

I.2. Objectifs :

L'objectif de la planification du réseau cellulaire peut être résumé comme suit : Prise en compte des qualités du milieu à couvrir (caractéristiques), spatial et propagation) ; les coûts d'infrastructure radio et réseau doivent être réduits au minimum.

La couverture radio, la taille des cellules, la planification des fréquences et d'autres facteurs topologie d'un réseau.

Par conséquent, la planification du réseau sera guidée par des objectifs variés selon la situation.

Prévoyez les zones suivantes :

L'objectif dans les zones urbaines est d'assurer une capacité de trafic adéquate (pour accueillir un grand nombre d'utilisateurs à haut volume).

L'objectif dans les zones rurales (zones à faible densité d'abonnés) est de fournir une couverture aussi large que possible (rayon cellulaire d'environ 10 kilomètres) sans nécessiter une capacité élevée.

II. Etapes de la planification:

Voici les principales étapes du processus de planification d'un réseau mobile :

- Détermination des modèles de trafic et de la mobilité.
- Le segment radio sera couvert.
- Dimensionnement des cellules.
- Programmation des fréquences.
- La définition du réseau de commutation.

II.1. Données à saisir

L'opérateur doit disposer d'une grande quantité de données afin de construire un réseau cellulaire. Les paramètres définissant la technologie du système à connaître

Deux types de données peuvent être utilisés en entrée :

II.2. Décrivant le milieu environnant

Ces caractéristiques permettent une simulation réaliste de scénarios tels que la densité et la distribution des utilisateurs, le rythme du changement, etc.

Les caractéristiques de la propagation, telles que les obstacles naturels ou artificiels, la forme du terrain et la densité d'urbanisation, ainsi que la pénétration et le trafic moyen par abonné.

II.3. Un critère pour déterminer la qualité d'un service

Le réseau doit fournir une qualité de service appropriée aux utilisateurs qui dépendent fortement de la probabilité de blocage et du temps d'attente.

Les appels bloqués sont ceux qui ne sont pas servis en raison d'un manque de ressources et de la probabilité que la demande d'appel d'un utilisateur soit satisfaite.

Ces critères influencent en effet la qualité du service rendu aux usagers sur une base continue, avec pour objectif premier de servir le maximum de personnes dans les plus brefs délais.

II.4. Calcul du trafic

Les informations de base nécessaires au calcul du trafic sont présentées ci-dessus. Les résultats de ces calculs devraient vous permettre de déterminer le nombre de sites et de cellules dont vous aurez besoin.

Pour ce faire, vous aurez besoin de connaître le nombre de fréquences par cellule, ainsi que la qualité de service GOS (Grade Of Service).

Ce n'est qu'après avoir déterminé le schéma des cellules à mettre en œuvre que le nombre de fréquences disponibles par cellule peuvent être déterminé.

Le nombre total de fréquences disponibles est ensuite réparti équitablement entre les groupes de fréquences.

Du fait qu'il est basé sur la fréquence GOS, le schéma des cellules à utiliser varie selon le type de système. Le pourcentage autorisé de tentatives d'établissement d'appel infructueuses en raison d'un encombrement est défini comme la distance de réutilisation. Dans la plupart des réseaux de téléphonie mobile, une plage de pourcentage de 2% à 5% est utilisée. Lorsque les deux autres facteurs sont connus, la table Erlang détermine le troisième facteur entre : nombre de voies de circulation, trafic (en Erlang) et GOS.

La formule Erlang est utilisée pour calculer le trafic par abonné.

$$A = (n * T) / 3600 \text{ (Erlang)}$$

Où n : le nombre d'appels par heure.

T : la durée moyenne des conversations.

En supposant n=1 et T=90s, nous avons :

$$A = 1 * 90 / 3600 = 25 \text{ mErl.}$$

III. Planification Radio^[14]

La recherche de sous-systèmes radio se matérialise pour chaque système de radiocommunication en appliquant le nombre de canaux de transmission prédits pour l'acheminement des communications à chaque lieu géographique.

III.1. Sélection pratique du site

La recherche de sites pratiques est basée sur un dispositif théorique qui identifie les sites en fonction de la topographie de la zone, des caractéristiques de propagation et des informations

spécifiques permettant d'identifier les sites potentiels et leur visibilité. Selon les sites, il existe également un choix de polynômes et de leurs auteurs.

III.2. Modèle de propagation :

La prévision de la couverture radio est une partie importante du processus d'ingénierie radio.

En fait, la couverture de prédiction est la base de toutes les autres fonctions.

L'interface radio, qui sert de conduit entre les stations de base et les terminaux, a une perte de route qui est déterminée par les facteurs suivants :

1. La portée (distance),
2. Trajets multiples,
3. Effet de masque,

III.3. Dimensions des cellules

Le plan nominal des alvéoles doit maintenant être élaboré à ce stade de la procédure de conception des alvéoles. Il s'agit d'un premier plan théorique qui a été créé sans l'utilisation d'outils ou de capacités informatiques.

Le plan de cellule nominal ressemble à un diagramme de cellule mis sur une carte, mais il a été réalisé grâce à une série de tâches. Les propositions faites en réponse à des appels d'offres contiennent fréquemment une carte des cellules nominales avec un ou deux exemples de projections de couverture.

III.4. Répartition des fréquences

Le nombre d'alvéoles et leurs rayons sont connus à l'issue de la première étape de planification.

L'étape suivante est l'attribution des fréquences, qui consiste à allouer des porteuses à différents sites tout en maintenant une qualité de service qui dépasse un certain niveau.

[0002] Les modèles de réseaux à structure régulière hexagonale sont fréquemment utilisés dans les procédés de traitement du problème d'allocation de fréquences dans les systèmes cellulaires.

Chaque fréquence est réutilisée par d'autres cellules dans ces modèles tant qu'il n'y a pas d'interférence entre elles.

IV. Planification du réseau fixe :

Lorsque la phase radio de la planification est terminée, la planification du réseau fixe commence, et elle consiste à déterminer la capacité et les moyens d'échange, c'est-à-dire les lignes de transmission, entre les différents équipements du réseau fixe, en fonction des emplacements et des capacités des sites cellulaires (contrôleur de station de base, commutateur).

IV.1. Configuration des stations de base

Les cellules sont regroupées dans des configurations omnidirectionnelles ou multisectorielles selon les besoins pour répondre à la couverture et aux restrictions de trafic prévues à chaque emplacement.

IV.1.1. Structure en étoile :

Les stations de base sont directement connectées au BSC dans la structure en étoile.

BTS

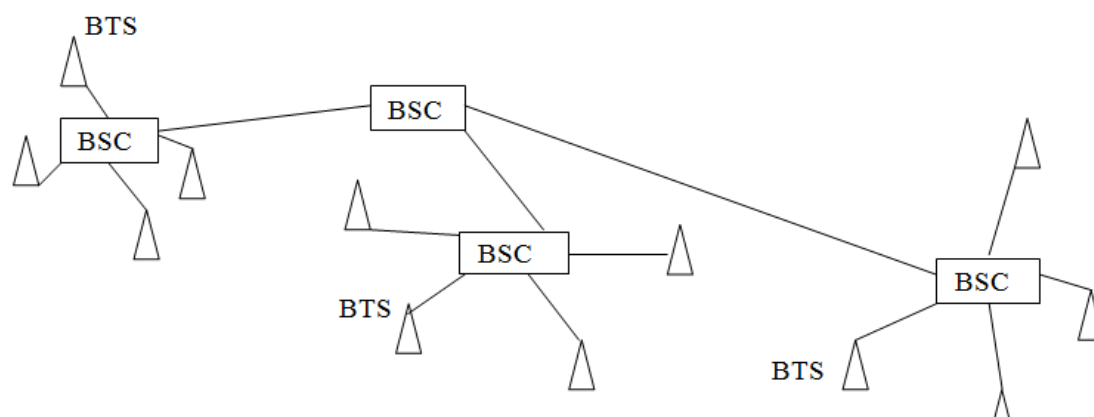


Figure IV.1 : Structure en étoile

IV.1.2. Structure en anneau

Le réseau est structuré sous une forme circulaire dans l'architecture en anneau, et les stations de base sont connectées à des boucles. En cas de panne de liaison, les canaux de trafic peuvent suivre deux chemins alternatifs vers le BSC, permettant un routage automatique des canaux.

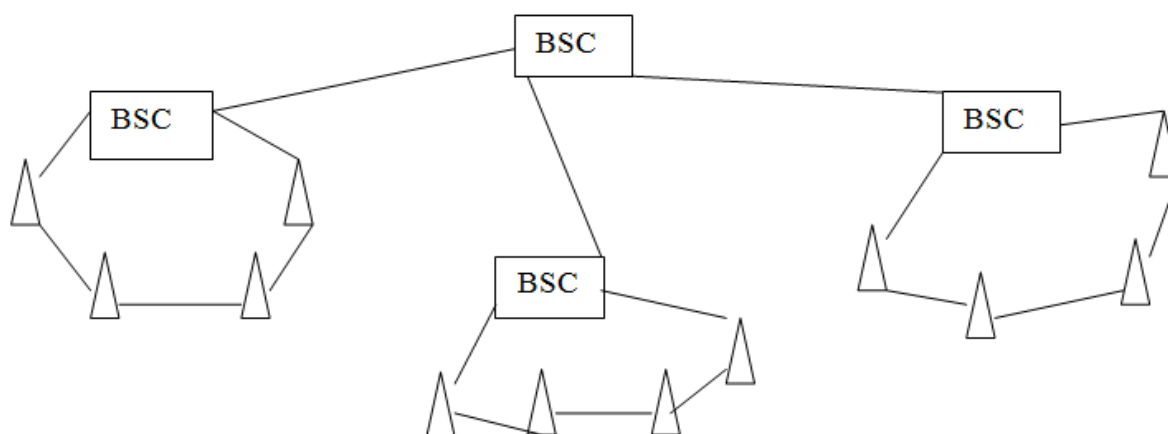


Figure IV.2 Structure en anneau

La topologie la plus difficile à mettre en œuvre est l'anneau. Cet agencement permet une protection satisfaisante du trafic sans l'exigence de liens de site redondants.

IV.1.3. Structure chaînée

Plusieurs BTS peuvent envoyer du trafic sur la même liaison MIC en raison de la structure. Il est utilisé pour relier entre eux des sites proches de faible capacité.

L'utilisation des ressources de transmission est un avantage de cette stratégie. L'isolement de tous les sites en cas de rupture de la liaison MIC qui les relie au BSC associé est en revanche son principal inconvénient.

Dans les sites éloignés et de faible capacité, cette structure peut être associée à la structure en étoile ou en anneau.

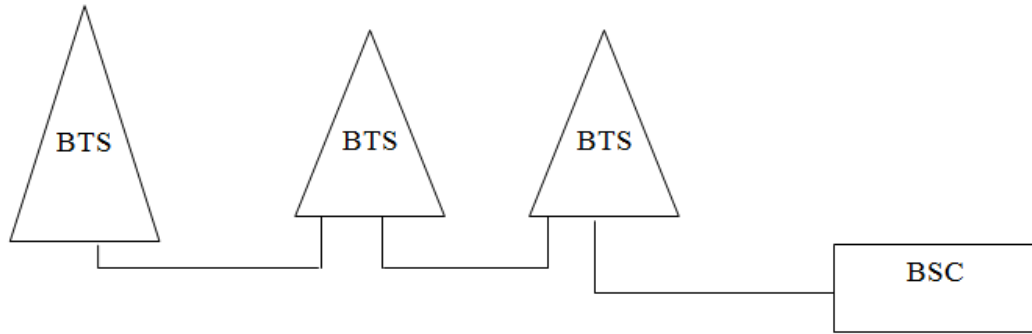


Figure IV.3 : Structure chaînée

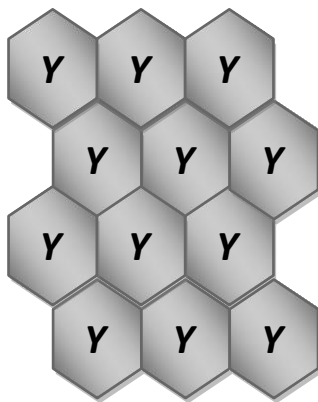
V. Densification du réseau cellulaire[15] :

La capacité de l'architecture cellulaire augmente progressivement, ce qui est l'un de ses nombreux avantages (en surface et en capacité). Sans ajouter de sites supplémentaires, les stratégies de planification permettent de multiplier par deux au plus la capacité d'un réseau.

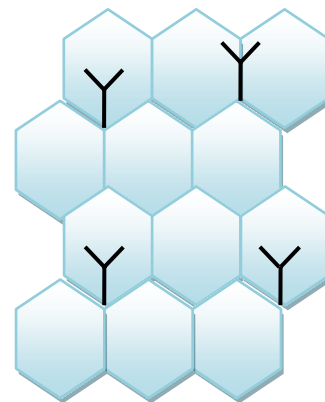
Pour faire face à la croissance exponentielle des abonnés, cette dernière est suivie d'une opération de densification qui doit suivre l'évolution de la demande de trafic.

Pour ce faire, les opérateurs doivent augmenter le nombre de stations de base tout en supprimant les plus petites cellules. Dans les régions qui en ont besoin, le réseau est plus dense.

Le réseau est divisé en deux types : ceux avec des stations de base au centre de la cellule et ceux avec des stations de base aux coins de la cellule.



BTS au centre de la cellule



BTS au coin de la cellule

Figure IV.4: Géométrie cellulaire avec BTS aux centre se taux coins des cellules

VI. Calcul de la capacité d'un réseau cellulaire :

Pour qu'on puisse comparer entre les différentes techniques de densification, on définit la capacité du réseau cellulaire par:

$$C_o = \frac{A_o N_o}{B_o}$$

Avec :

Ao: Capacité maximale écoulée.

No : Nombre de sites par Km².

Bo: Largeur de bande utilisée.

Plusieurs techniques de densification peuvent être mise en œuvre, les plus utilisées sont :

VI.1. Adjonction de nouveaux canaux :

C'est le moyen le plus rapide, qui consiste à ajouter de nouveaux canaux aux cellules si la bande de fréquence complète n'a pas encore été utilisée ; cela implique d'ajouter des émetteurs/récepteurs, TRX, au niveau de la station de base. Dans la plupart des cas, lorsqu'un réseau est configuré pour la première fois, tous les canaux du système ne sont pas utilisés. En effet, l'expansion du nombre d'abonnés est généralement anticipée en anticipant une utilisation accrue de l'ensemble de ces canaux.

Une autre approche doit être utilisée une fois que tous ces éléments ont été attribués.

L'avantage principal du recours à cette technique est qu'elle ne nécessite pas la modification du motif cellulaire.

D'une part, il consomme plus de fréquences, et d'autre part, il nécessite l'ajout de nouveaux équipements (émetteurs/récepteurs de canaux radio).

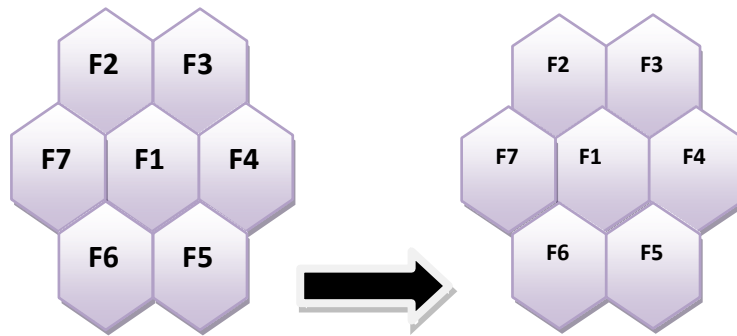


Figure IV.5: adjonction de nouveaux canaux

VI.2. Emprunt de canaux :

Cette approche consiste à transférer temporairement ou définitivement la fréquence d'une cellule peu chargée vers une cellule surchargée de trafic. Le trafic dans certaines régions environnantes étant sensiblement inférieur à la capacité disponible, la méthode d'emprunt de canaux est utilisé pour rééquilibrer les zones.

L'intérêt de cette technique est qu'elle ne nécessite pas de grands changements au niveau matériel

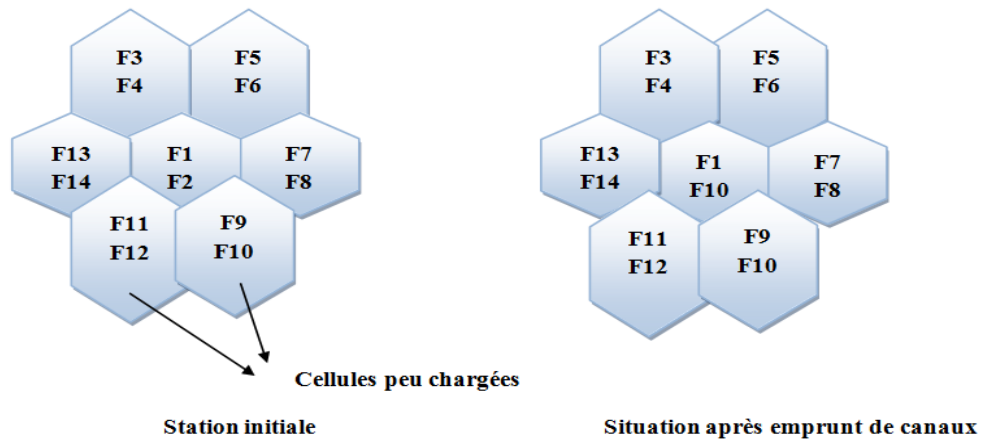


Figure IV.6 : Emprunt des canaux

VI.3. Division de cellules :

La réduction de la zone de service des cellules est une approche traditionnelle pour augmenter la capacité (ou la division des cellules).

Par conséquent, cela implique de les réduire, ce qui a pour effet direct d'augmenter la capacité du réseau. En conséquence, chaque cellule sera divisée en plusieurs cellules plus petites.

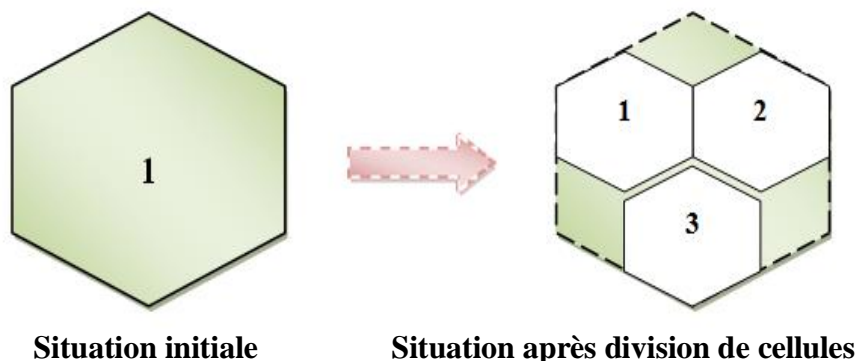


Figure IV.7 : Méthode de division des cellules

Les principaux inconvénients de cette méthode sont :

- Le coût engendré par la mise en place des nouveaux sites.
- L'augmentation du nombre de handovers.

VI.4. La sectorisation :

La sectorisation est une alternative à la division cellulaire. Cette méthode divise une cellule en plusieurs secteurs, dont chacun peut être traité comme une cellule séparée avec son propre ensemble de canaux et d'antenne directionnelle. Chaque secteur peut être considéré comme une cellule distincte. Les cellules à trois ou six secteurs sont les combinaisons les plus populaires. Il existe cependant des conceptions à deux, quatre et huit secteurs. Les BTS peuvent être placés au centre de la cellule ou aux coins de la cellule.

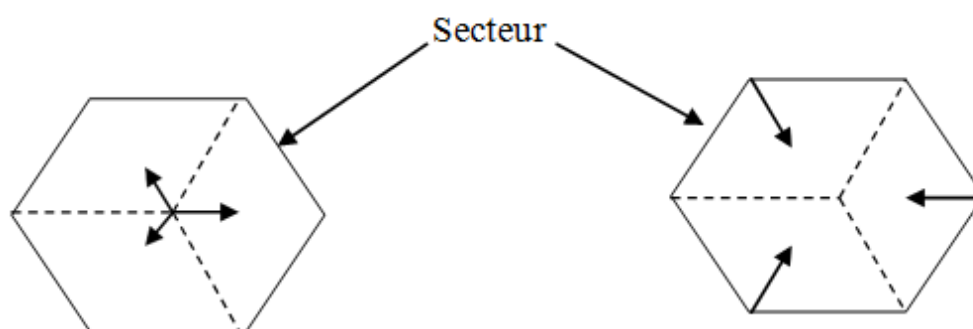


Figure IV.8: Sectorisation

Les antennes omnidirectionnelles seront remplacées par des antennes directives lors de la phase de densification, permettant d'augmenter le nombre de cellules sans avoir besoin d'ajouter des sites radio. Un autre avantage de la sectorisation est qu'elle augmente le rapport C/I, ce qui améliore la qualité de service.

En réduisant la taille de cellule, le même modèle de réutilisation de fréquence (rapport D/R constant) peut être maintenu. En pratique, le rayon d'une cellule ne peut pas être réduit en dessous d'une certaine limite. Dans les zones métropolitaines, les antennes des stations de base sont placées au-dessus du niveau du toit pour fournir une bonne couverture d'une zone. La propagation devient nettement plus dépendante de l'environnement proche du mobile lorsque la densité des stations de base est suffisamment élevée. Il est possible que le mobile soit en bonne propagation par rapport à une station de base interférente par exemple.

VII. Déploiement micro cellulaire [^4]

L'opérateur installe des stations de base avec des antennes au-dessus du niveau du toit afin d'avoir de très petites cellules. Quelques centaines de mètres de couverture sont souvent réalisés, formant une micro cellule.

Les microcellules ne sont nécessaires que dans les régions où il y a une grande population d'utilisateurs (une station par exemple). En n'utilisant que des microcellules, un opérateur devrait dépenser beaucoup d'argent pour assurer une couverture continue d'une métropole. Après cela, le réseau ajoute une couche appelée microcellules, qui couvrent une ou plusieurs cellules.

VIII. Conclusion

La planification d'un système cellulaire est un processus critique qui est souvent effectué plusieurs fois au cours du cycle de vie du réseau. Durant cette phase, les opérateurs peuvent être amenés à déployer une centaine de sites.

À mesure que le nombre d'abonnés augmente, la demande sur le réseau augmente également, ce qui nécessite une densification du réseau.

En effet, le processus de planification doit produire des résultats efficaces permettant à l'opérateur de dimensionner les différentes parties et d'éviter une saturation future afin d'optimiser le réseau et de le rendre entièrement transparent pour l'utilisateur.

CHAPITRE IV : LOGICIEL ATOLL ET SIMULATION

I. Introduction :

Des outils informatiques, plus précisément appelés logiciels de planification ou planificateur, sont nécessaires pour planifier un réseau GSM.

Il existe une variété de planificateurs de réseau GSM disponibles, notamment MAP-INFO, ATOLL, NOKIA Rabot, SIEMENS Rabot, ERICSSON Rabot, etc.

Leur objectif principal est de développer et de concevoir un réseau cellulaire qui répond aux besoins des clients tout en respectant les normes internationales et la compatibilité réseau. En Algérie, par exemple, il existe trois opérateurs de téléphonie mobile : DJEZZY, NEDJMA et MOBILIS.

MOBILIS utilise la raboteuse ERICSSON, tandis que NEDJMA et DJEZZY utilisent la raboteuse NOKIA et la raboteuse SIEMENS.

Ce chapitre propose une simulation de réseau GSM à l'aide du logiciel ATOLL. Cette recherche nous permettra d'aborder et d'évaluer l'aspect planification de notre projet de planification radio qui nous intéresse.

II. PRESENTATION DE LOGICEIL ATOLL

II.1. DESCRIPTION DE LOGICEIL ATOLL :

ATOLL a été créé par la firme FORSK et est une solution multi-technologies évolutive et flexible dans la conception et l'optimisation du réseau. Il s'agit d'une plate-forme qui prend en charge les opérateurs sans fil tout au long de la durée de vie d'un réseau, de la conception initiale à l'optimisation et à la densification.

ATOLL est également un système d'information technique ouvert qui peut être facilement connecté à d'autres programmes pour augmenter l'efficacité.

Il offre des outils de développement étendus et des API ouvertes qui permettent d'intégrer des mesures ou des modules complémentaires disponibles dans le commerce.

ATOLL a été créé pour fonctionner dans une variété de paramètres de déploiement travail, allant des entreprises autonomes aux entreprises basées sur des serveurs

Calcul parallèle et configuration distribuée

II.2. L'ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL :

L'environnement de travail ATOLL comprend un ensemble complet d'outils et de fonctionnalités qui vous permettent d'établir un projet de planification radio dans une seule application, d'enregistrer l'intégralité du projet dans un seul fichier et de lier le projet à des fichiers externes.

ATOLL intègre des parties de l'interface Windows, telles que la possibilité d'avoir plusieurs documents Windows ouverts, la prise en charge du glisser-déposer, les raccourcis de menu et la prise en charge des raccourcis Windows de base, tels que le copier-coller.

ATOLL aussi prend en charge la norme d'impression Windows, qui inclut des fonctionnalités supplémentaires telles que la possibilité d'imprimer la totalité de la fenêtre cartographique, des zones spécifiques de celle-ci ou des objets spécifiques.

Les autres fonctionnalités fournies par ATOLL incluent un outil de recherche pour trouver un site, un point de carte ou un vecteur.

Dans ATOLL, la fenêtre de l'explorateur est assez importante. La plupart des éléments d'un document sont triés dans des dossiers dans ce volet.

II.3. DISCREPTION DE LA FENETRE :

La zone de travail ATOLL est représentée dans le schéma ci-dessous (Figure V.1). Elle se compose de la fenêtre principale, qui affiche le(s) tableau(x) de données, la fenêtre de la carte et les rapports, ainsi que la fenêtre de l'explorateur.

Les données et les objets d'un document sont organisés en dossiers dans l'interface de l'explorateur.

ATOLL fournit un certain nombre d'outils pour nous aider dans la planification du réseau. Ouvrir des outils dans des fenêtres distinctes, dont certaines peuvent être ancrées ou flottantes dans la zone de travail

1^{ère} Etape "Earth Explorer" :

1. Consulter le site <https://earthexplorer.usgs.gov/> et ouvrir un compte, Cliquer sur login ensuite Cliquer sur Create New Account .
2. Ecrire Ouargla dans la zone d'adresse

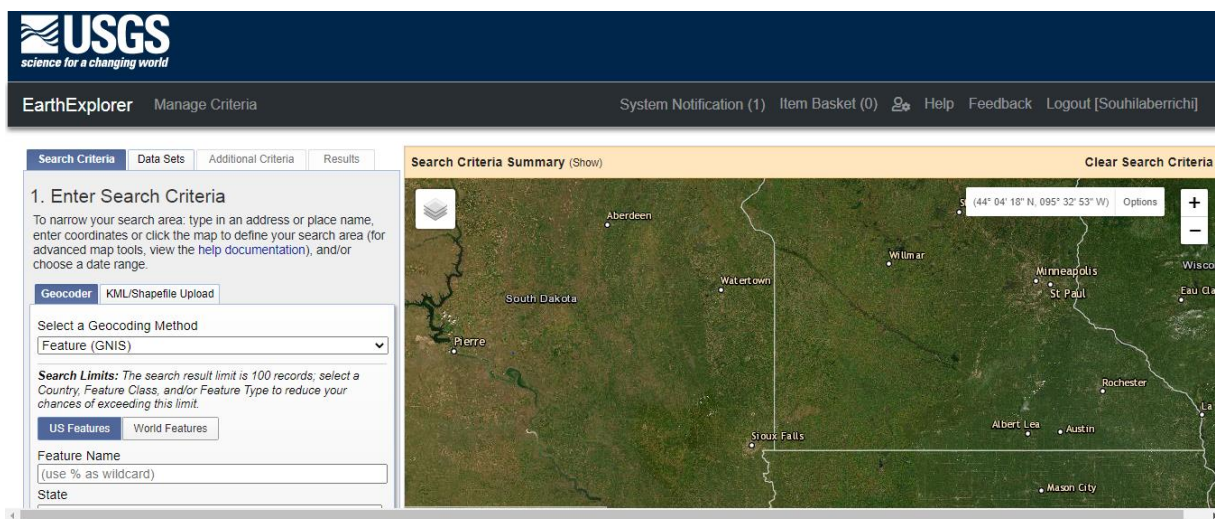


Figure V.1 l'interface de 'Earth Explorer'

3. Sélectionner les dimensions de la carte (ex : Ouargla) et cliquer sur Use Map



Figure V.2 : dimension de la zone couvrante

4. Cliquer sur Data Sets, dont on clique sur DigitalElevation ET On clique sur ASTER GLOBAL DE ou bien GMTED2010, On aura la figure suivante puis On clique dans Results, on clique sur Ok
5. On télécharge les figure représentant notre carte

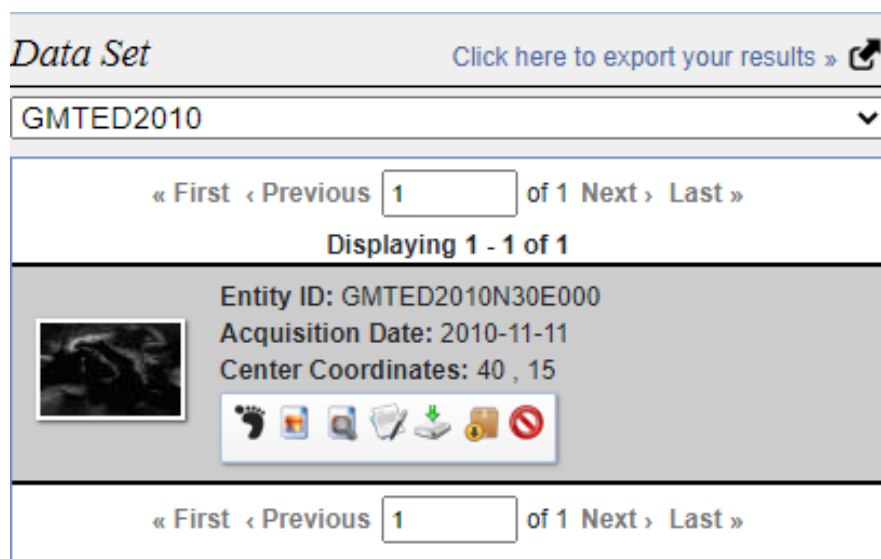


Figure V.3 : Téléchargement de la zone couvrante

6. On clique sur Download, On aura des fichiers .rar, on fait l'extraction des fichiers
7. Des images .tif sont obtenues

2^{ème} Etape ' Global Mapper' :

1. On installe et on ouvre le logiciel Global Mapper_setup a partir du lien de
2. On déplace par la souris l'un des images enregistrées vers le logiciel Global Mapper
3. Le résultat est comme suit :

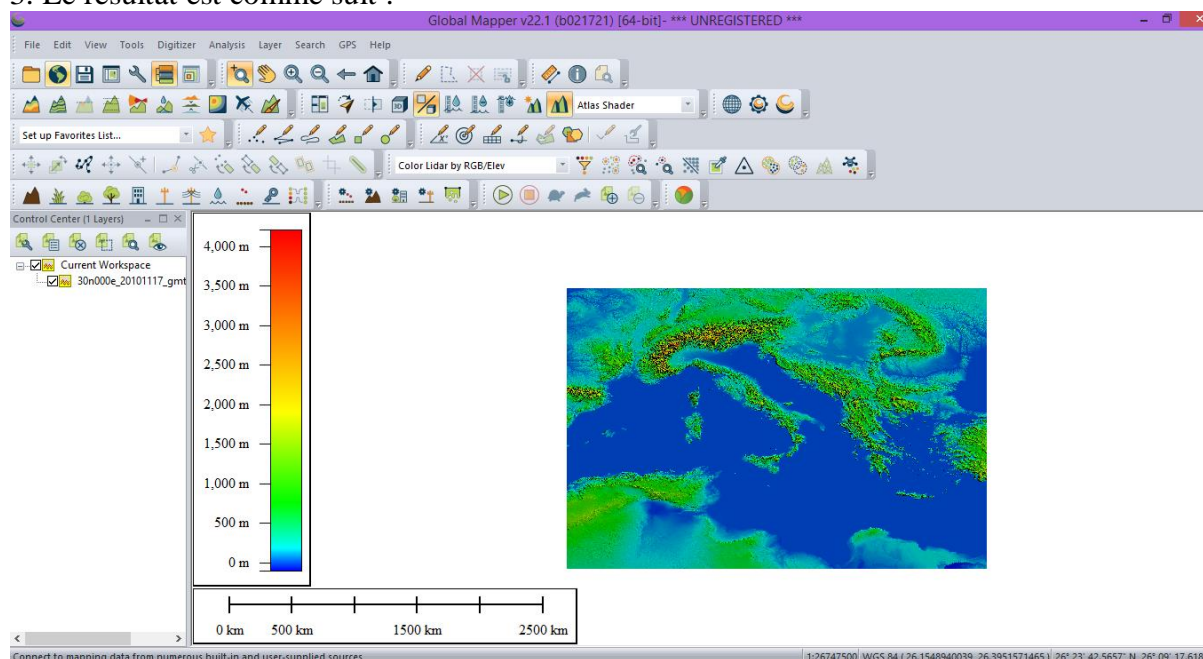


Figure V.4 installation de l'image dans Global Mapper

4. On clique sur Tools > Configuration >Projection et sélectionner UTM, On aura la fenêtre suivante, on clique apply

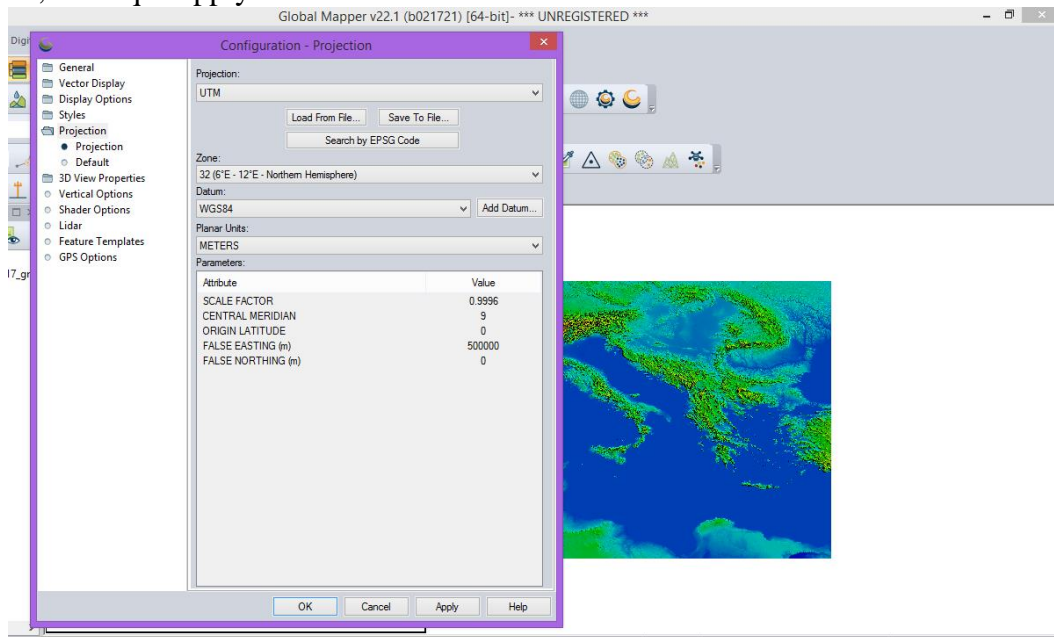


Figure V.5 : La configuration

5. On clique sur fichier>Export>Export Elevation Grid Format

On aura le message suivant, on clique OK

6. on clique sur « Clic here to calculatespacing »

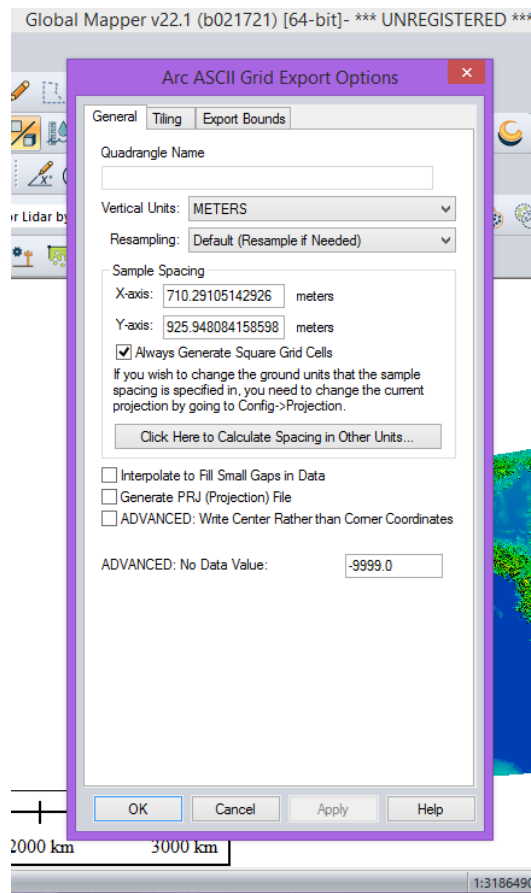


Figure V.6 : téléchargement de l'image

- 1- Après avoir démarré le logiciel, new > GSM > OK ou bien Ctrl N ,Ajuster les coordonnées dans le plan de travail : Document > Propretés et charger la carte depuis la source File > Import
 - 2- Choisir et ajouter les antennes ainsi les Transmîtes par l'icone
 - 3- Colorer les antennes par double clic sur l'icône d'antenne ajouté sur la carte
 - 4- Tracer la zone d'étude de couverture View > Géo explorer > Zones > Computation zone
- Clic droite et choisir > Draw Rectangleou bien Draw polygone
- 5- Clic sur l'icône d'antenne, Vérifie lenom, le Power, l'atténuation et la hauteur d'antenne (Antenna heigh ground =20m)on prendre en considération la hauteur pylône ou bâtiments d'installation faire choisir les propriétés des émetteurs.

3^{ème} étape : ATOLL

- 1- Après avoir démarré le logiciel, new > GSM > OK ou bien Ctrl N , Ajuster les coordonnées dans le plan de travail : Document > Propretés et charger la carte depuis la source File > Import

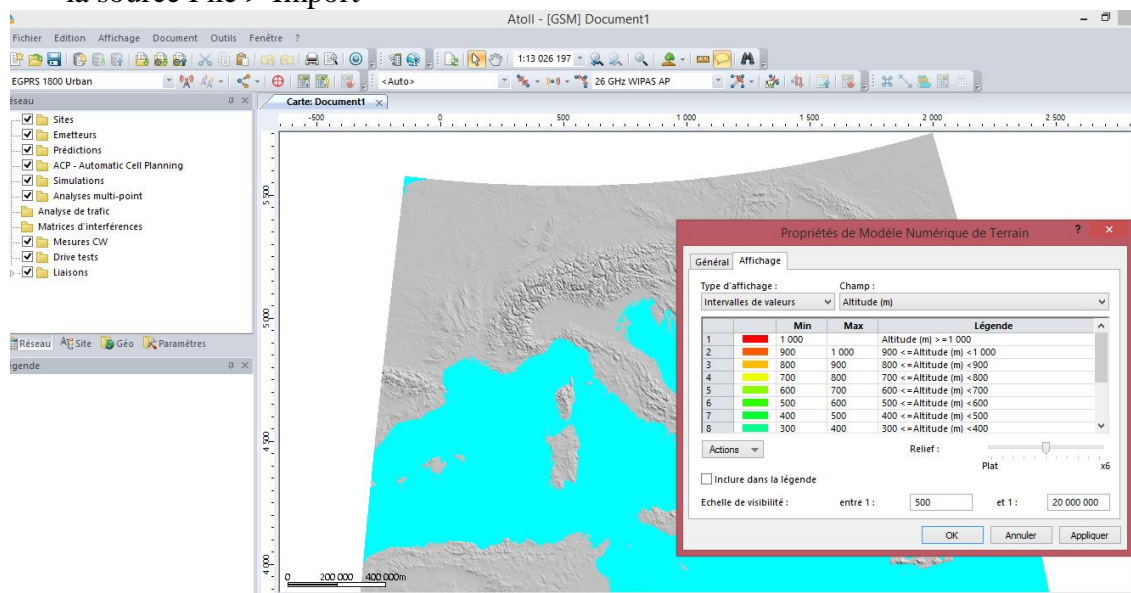


Figure V.7 importation de la figure

- 2- Choisir et ajouter les antennes ainsi les Transmîtes par l'icone

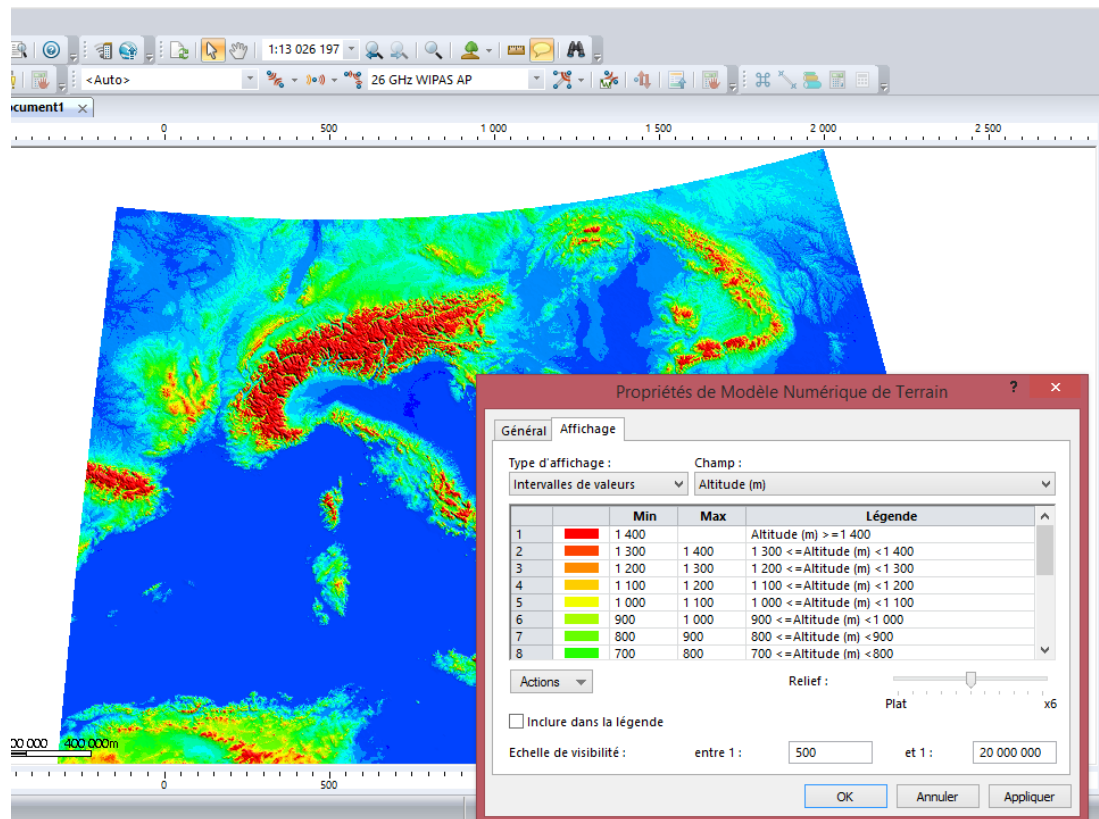


Figure V.8 importation de la composante

- 3- Colorer les antennes par double clic sur l'icône d'antenne ajouté sur la carte
- 4- - Clic sur l'icône d'antenne, Vérifie le nom, le Power, l'atténuation et la hauteur d'antenne (Antenna heigh ground =20m)on prendre en considération la hauteur pylône ou bâtiments d'installation faire choisir les propriétés des émetteurs.

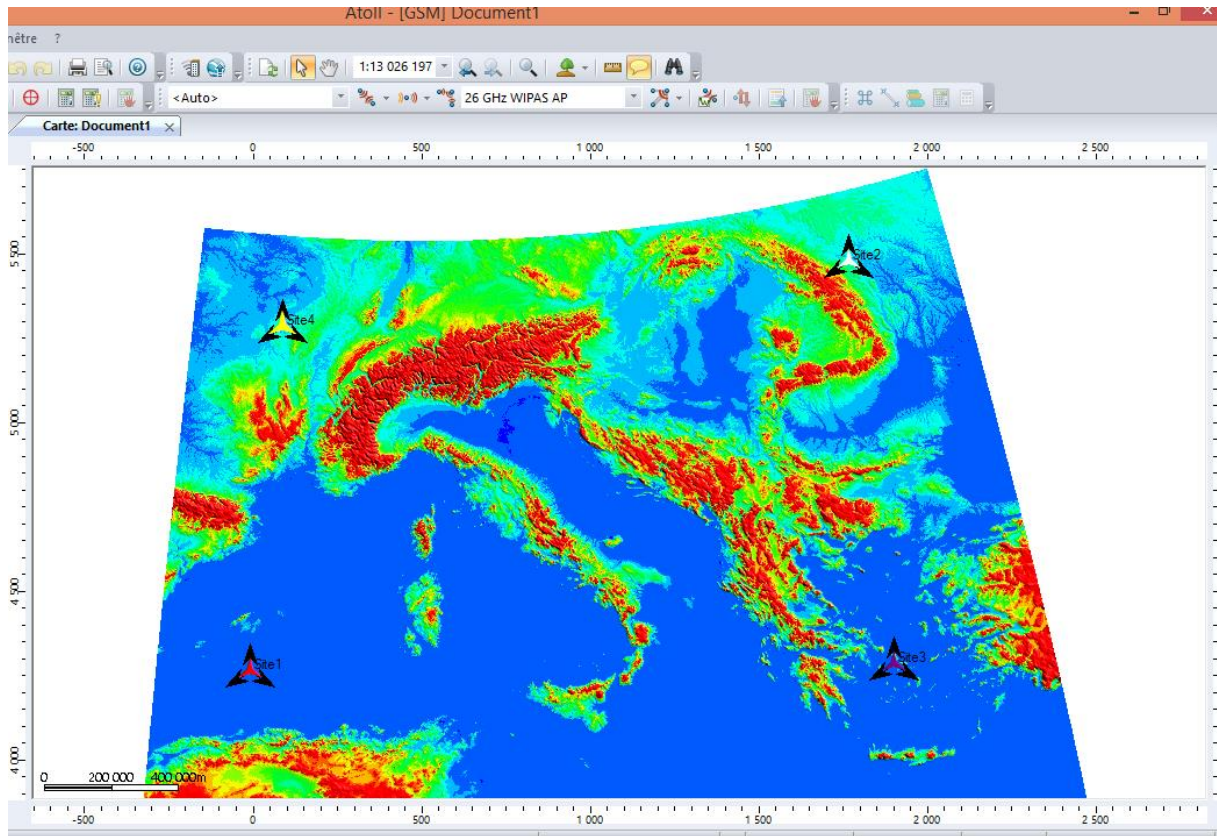


Figure V.9 : Emplacement des BTS du site planifier

5- Tracer la zone d'étude de couverture View > Géo explorer > Zones > Computation zone
Clic droite et choisir > Draw Rectangle ou bien Draw polygone

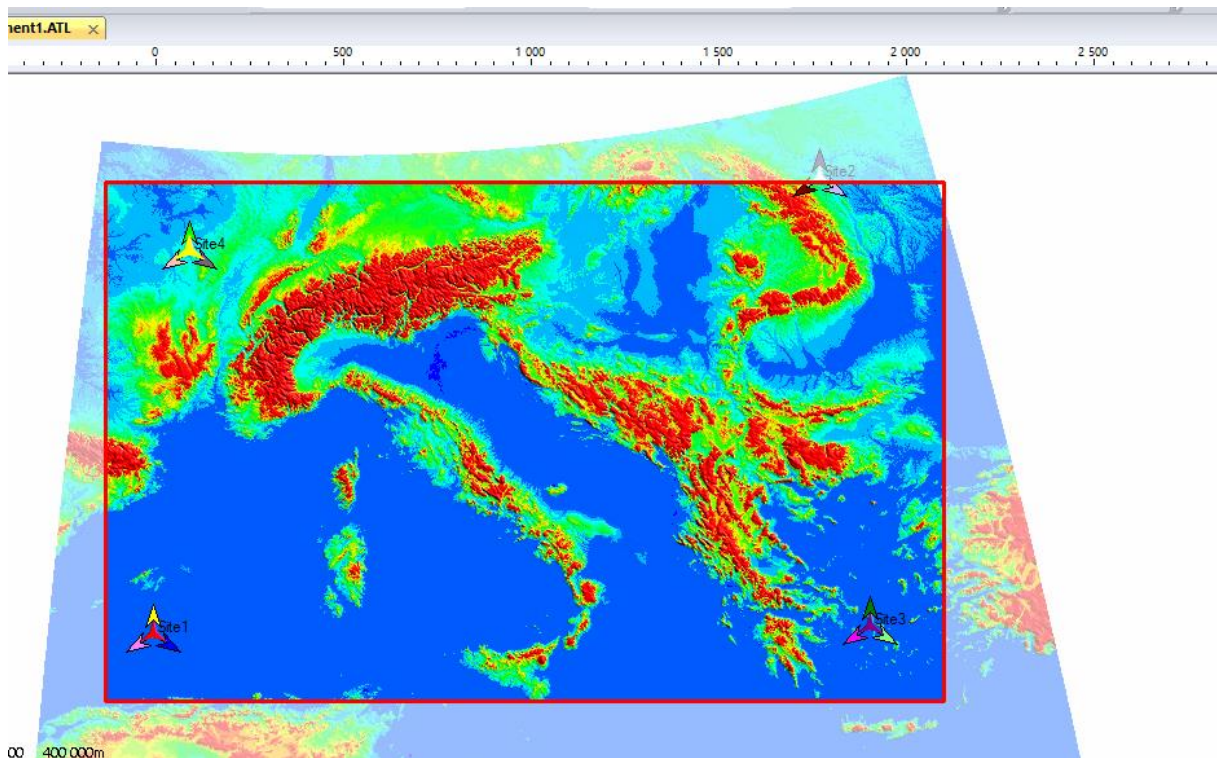


Figure V.10 : couverture de la cellule



Conclusion Générale

Ce projet de fin de d'étude nous permettons d'acquérir une compréhension de base des réseaux GSM, ainsi qu'une maîtrise des règles d'ingénierie cellulaire, notamment celles relatives à la propagation dans un environnement radio mobile, et des règles de planification d'un réseau cellulaire et de ses étapes. Une prise en main d'un logiciel de planification est également nécessaire.

L'utilisation des ondes électromagnétiques comme moyen de connexion permet la réutilisation des fréquences (l'architecture cellulaire), impliquant l'optimisation de la capacité du réseau cellulaire.

Le dimensionnement des réseaux radios mobiles est un problème complexe qui met en jeu à la fois des aspects théoriques et pratiques, il s'agit de trouver la meilleure architecture cellulaire.

Dans la planification d'un réseau cellulaire on utilise l'outil informatique vue la complexité des sites à planifier et la variance des données.

L'utilisation d'outil informatique (Planificateur) permet une réduction considérable en temps et en frais.

Compte tenu de la complexité des sites à planifier et de la variance des données, un outil informatique est utilisé pour planifier un réseau cellulaire.

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : Motif cellulaire

Figure I.2 : Distance de réutilisation

Figure I.3 : Architecture du réseau GSM

Figure I.4 : Exemple d'antennes GSM (BTS tri-sectorielles)

Figure I.5:Méthodes d'accès

Figure I.6:Classification des canaux logiques

Figure II.1:Schéma Dipôle et parabole

Figure II.2:Schéma Dipôle et parabole

Figure II.3:Trajetsmultiple35

Figure III.1: Niveau de bruit électromagnétique relativement au bruit thermique minimal des systèmes de réception

Figure III.2 : Interférences entre cellules voisines réutilisant la même fréquence sur un modèle hexagonal

Figure IV.1 : Structure en étoile

Figure IV.2 : Structure en anneau

Figure IV.3 : Structure chaînée

Figure IV.4 : Géométrie cellulaire avec BTS aux centres et aux coins des cellules

Figure IV.5 : Adjonction de nouveaux canaux

Figure IV.6 : Emprunt des canaux

Figure IV.7 : Méthode de division des cellules...

Figure IV.8 : Sectorisation

Figure.1 : L'interface de EARTH EXPLORER

FigureV.2 : Dimension de la zone couvrante

FigureV.3 : Téléchargement de la zone couvrante

FigureV.4 : Installation de l'image dans GLOBAL_MAPPER

FigureV.5 : La configuration

FigureV.6 : Téléchargement de l'image

FigureV.7 : Importation de la figure

FigureV.8 : Importation de la composante

FigureV.9 : Emplacement des BTS du site planifié

FigureV.10 : couverture de la cellule

BIBLIOGRAPHIE

1. HASSANE Mohammed, PFE: Le GSM –IGE27/Institut d'Oran/(2005,2006).
2. GSM, GPRS And EDGE Performance/ Evolution Towards 3G/UMTS/By Timo HALONEN.
3. Structure et Fonctionnement d'un réseau GSM\ Jean Philippe MULLER\ Techno Assistance Formation Année 2000.
4. GOURCHALALakhderetSAIDIBenAli,PFE:fonctionnement du mobile GSM\Institut d'Oran Promotion DEUA29.
5. Les Antennes \D.Bensoussan\Collection Modules TECCART\3ème édition 1980.
6. Wadii BELLAJ et Sami TABBANE, PFE : Outil de planification BSS pour les réseaux GSM & GPRS de TUNISIANA\Ecole Supérieure de Tunis\ (2004,2005).
7. Réseaux GSM- DSC, des principes à la norme \X.Large,P.Godlewski.Tabbane\Edition HERMES\5ème Edition ISBN 2-7462-0153-4.
8. Réseaux de mobiles & réseaux sans fil\ Khaldoun Al Agha, Gue Pujolle, Guillaume Vivier\Edition Eyrolles\ 2001\ISBN : 2-212-11018-9.
9. Système de radio Communication avec Les Mobiles\ Jean Gabriel Lemy, Jean Cneugnet,Cedric Siben.
10. Scheinder, DEA: Modélisation de la propagation radio électrique à l'intérieur des bâtiments «Etude préliminaire»\1997.
11. Le GSM : planification et Dimensionnement\ Cours INSADépartement des Télécommunications\ (2006-2007).
12. Applications of Resources Optimization in Wireless Networks\ Patrick Bjorklund\Institute of technology Linkopings, Sweden\2006.
13. HALIDOU Haoua et HAMADOU Seyni Issa, PFE: Planification cellulaire Etude et Simulation\ (2004-2005) Télécommunication d'Oran.
14. ZGUIRA Mokhtar et SELMI Naceur, PFE : Planification d'un réseau GSM en Tunisie et Optimisation du Réseau Cellulaire GSM de Tunisie-Telecom SupCom\ Ecole Supérieure des Communications\2002.
15. GSM Network Planning – Core Network\STUDENTBOOK\by ERICSSON \2004.