

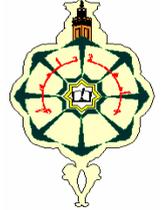


République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID TLEMEN
FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DE GENIE ELECTRIQUE ET ELECTRONIQUE



MEMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de
Ingénieur d'Etat en Télécommunications
Option : systèmes des télécommunications



THEME

Dimensionnement D'un Réseau Sans Fil
Wifi

REALISE PAR :

 **BELABDELLI Abdelheq**
 **OUKAZ Mokhtar**

Soutenu en 01 juillet 2012 devant le Jury:

Mr. Merzougui rachid	Maitre de conférences(B) à l'Université de Tlemcen	<i>Président</i>
Mlle.Benmostefa naima	Maitre assistante à l'Université de Tlemcen	<i>Encadreur</i>
Mlle. Djelti hamida	Maitre assistante à l'Université de Tlemcen	<i>Examineur</i>
Mr. Moussaoui	Maitre assistant à l'Université de Tlemcen	<i>Examineur</i>

Année universitaire : 2011-2012

Remerciements

Je tiens d'abord à remercier mon encadreur Mademoiselle benmostefa naima pour avoir bien voulu encadrer ce travail ainsi que pour sa riche contribution et ses précieux conseils.

Je retiens à remercier également le jury d'avoir accepté l'évaluation de ce travail.

J'exprime mes sincères reconnaissances à l'égard de tous ceux qui ont contribué à mes études, particulièrement les enseignants de l'université Abou Bekr Belkaid.

Enfin, je tiens à remercier tous ceux qui ont prêté main forte dans l'élaboration de ce travail.

Dédicace

*Je dédie ce projet de fin d'études, aux personnes qui me sont
les plus chères :*

*A mes parents qui m'ont énormément soutenu
dans les moments les plus difficiles, partagé mes joies et mes
peines, qui se sont toujours sacrifiés pour moi.*

A mes frère pour ses encouragements.

A mes amis et collègues.

Belabdelli Abdelheq

Dédicace

A ma chère grande mère,

A ma chère mère,

A mon cher père,

Qui m'ont tant donné pour faire de moi ce que je suis

A mes sœurs et à mes frères,

A tous ceux qui comptent pour moi,

A tous ceux pour qui je compte

LISTE DES TABLEAUX

Tableau II-1 : Les différentes révisions de la norme 802.11.....	20
Tableaux III-1 : les quatorze canaux de la bande ISM (2.4GHz).....	42
Tableau III-2 : Portée d'un réseau Wi-Fi 802.11b a l'intérieur d'un bâtiment.	46
Tableau III-3 : Portée d'un réseau Wi-Fi 802.11b a l'extérieur.....	47
Tableau III-4 : Atténuation du signal causée par différents matériaux.....	47
Tableau III-5 : Un bilan de liaison entre deux points d'accès.....	56
Tableau III-6 : Exemple d'estimation des débits crête par application.....	58
Tableau III-7 : Atténuation du à chaque obstacle.....	67
Tableau III-8 : Estimations de nombre de fois de pénétration de l'onde dans les obstacles....	67
Tableau III-9 : Caractérisation des services.....	70

LISTE DES FIGURES

Figure I-1 : Les différentes technologies sans fil.....	5
Figure I-2 : Exemple d'un réseau personnel sans fil WPAN.....	6
Figure I-3 : Architecture du réseau métropolitain sans fil.....	9
Figure I-4 : Architecture du réseau GSM.....	10
Figure I-5 : Architecture du réseau GPRS.....	12
Figure I-6 : Architecture générale de l'UMTS.....	13
Figure I-7 : Effets multi-trajets des ondes radio.....	16
Figure II-1 : Variation du débit en fonction de la distance pour la norme 802.11b.....	22
Figure II-2 : Structure IEEE802.11 versus couches OSI.....	23
Figure II-3 : Description des couches IEEE 802.11.....	24
Figure II-4 : Le Direct Sequence Spread Spectrum.....	25
Figure II-5 : Fonctionnement de la couche LLC	27
Figure II-6 : Fonctionnement de la couche MAC 802.11.....	27
Figure II-7 : Fonctionnement d'un BSS.....	29
Figure II-8 : Réseau WIFI en mode infrastructur.....	29
Figure II-9 : Réseau WIFI en mode Ad-hoc.....	30
Figure II-10 : Exemple d'un IBSS.....	31
Figure II-11 : Cartes réseau WIFI PCMCIA.....	33
Figure II-12 : Carte WIFI au format Compact Flash.....	34
Figure II-13 : Cartes WIFI USB.....	35

Figure II-14: Cartes WIFI PCI.....	36
Figure II-15: Exemples de point d'accès et de routeur.....	36
Figure II-16 : Zone d'émission de l'antenne d'une carte PCMCIA.....	37
Figure II-17 : Carte WIFI connectée à une antenne.....	38
Figure III-1: Représentation graphique des canaux wifi dans la bande ISM (2,4 GHz).....	42
Figure III-2 : Affectation de canaux dans la bande ISM (2.4 GHz).....	43
Figure III-3 : Affectation de 4 canaux dans la bande ISM.....	43
Figure III-4 : Topologie à cellule disjointes.....	44
Figure III-5 : Topologie à cellule partiellement recouvertes.....	44
Figure III-6 : Topologie à cellules recouvertes.....	45
Figure III-7 : Exemple d'interférence entre deux obstacles.....	49
Figure III-8 : Connexions d'un réseau sans fil WIFI entre deux points d'accès.....	51
Figure III-9 : La différence des temps de propagation entre les signaux.	59
Figure III-10 : Algorithme de dimensionnement.	61
Figure III-11 : Interface de démarrage.....	63
Figure III-12 : interface d'identification de l'utilisateur.....	64
Figure III-13 : interface pour la présentation du projet.....	65
Figure III-14 : Interface de dimensionnement permet d'entrée les Caractéristiques des équipements à utiliser.....	66
Figure III-15: Interface de dimensionnement du réseau WIFI par rapport à la zone de couverture.....	68
Figure III-16 : Interface de dimensionnement du réseau WIFI par rapport aux nombres équipements et la passe bande utilisée.....	69

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE I: GENERALITES SUR LES RESEAUX SANS FIL	
I.1 INTRODUCTION.....	04
I.2 DEFINITION DES RESEAUX SANS FIL	04
I.3 LES TECHNOLOGIES SANS FIL	04
I.3.1 PRESENTATION DES RESEAUX PERSONNELS SANS FIL (WPAN).....	06
I.3.1.1 Le Bluetooth	06
I.3.1.2 Le HomeRF.....	06
I.3.1.3 La technologie ZigBee	07
I.3.1.4 Les liaisons infrarouges	07
I.3.2 PRESENTATION DES RESEAUX LOCAUX SANS FIL (WLAN)	07
I.3.2.1 Le Wifi	07
I.3.2.2 Le HyperLAN2	08
I.3.3 PRESENTATION DES RESEAUX METROPOLITAINS SANS FIL (WMAN).....	08
I.3.4 PRESENTATION DES RESEAUX ETENDUS SANS FIL (WWAN).....	09
I.3.4.1 GSM	09
I.3.4.2 GPRS.....	10
I.3.4.3 UMTS.....	12
I.4 AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES RESEAUX SANS FIL.....	14
I.5 CONCLUSION.....	15
CHAPITRE II:LE WIFI	
II.1 INTRODUCTION.....	18
II.2 LES PRINCIPALES NORMES WIFI	18

II.3 FONCTIONNALITÉS D’UN RÉSEAU WIFI.....	20
II.3.1 FRAGMENTATION ET REASSEMBLAGE	20
II.3.2 VARIATION DYNAMIQUE DU DEBIT	21
II.4 ARCHITECTURE D’UN RÉSEAU WIFI	22
II.4.1 L'ARCHITECTURE EN COUCHE	22
II.4.1.1 La couche physique.....	23
II.4.1.2 La couche liaison de donnés.....	26
II.4.2 L'ARCHITECTURE CELLULAIRE	28
II.4.2.1 Mode infrastructure.....	28
II.4.2.2 Mode Ad-hoc.....	30
II.5 MÉTHODES D’ACCÈS AU SUPPORT DE LA NORME 802.11	32
II.6 ÉQUIPEMENTS D’UN RÉSEAU WIFI.....	32
II.6.1 LES PRODUITS WIFI	32
II.6.2 LES CARTES WIFI.....	33
II.6.2.1 Les cartes pour stations mobiles.....	33
II.6.2.2 Les cartes pour stations fixes.....	35
II.6.3 LES POINT D'ACCES WIFI.....	36
II.6.4 LES ANTENNES.....	37
II.7 CONCLUSION	38
 CHAPITRE III: DIMENSIONNEMENT ET APPLICATION	
III.1 INTRODUCTION.....	41
III.2 DIMENSIONNEMENT.....	41
III.2.1 PROBLÉMATIQUE DE DIMENSIONNEMENT D’UN RÉSEAU WIFI..	41
III.2.1.1 MISE EN PLACE D'UN RESEAU WIFI	40
III.2.1.2 AFFECTATION DES CANAUX.....	41
III.2.1.3 LE CHOIX DE LA TOPOLOGIE.....	44
III .2.1.3.1 Topologie à cellules disjointes	45

III .2.1.3.2 Topologie à cellules partiellement recouvertes	45
III .2.1.3.3 Topologie à cellules recouvertes.....	46
III .2.1.4 ZONE DE COUVERTURE	44
III 2.1.4.1 En milieu intérieur.....	47
III 2.1.4.2 En milieu extérieur	47
III .2.1.5 LES INTERFÉRANCES	49
III .2.1.5.1 Les interférences entraînent :.....	49
III .2.1.5.2 Sources d'interférence :.....	49
III.2.1.5 .3 Combattre les interférences.....	50
III.2.2 PROCESSUS DE DIMENSIONNEMENT ET D'UN RESEAU WIFI.....	51
III.2.2.1 PREVIISON DE COUVERTUER.....	51
III.2.2.1.1 théorie de portée radio.....	51
III.2.2.1.2 bilan de la liaison.....	55
III.2.2.2 PREVISION DE TRAFIC.....	58
III.2.2.2.1 nombre d'utilisateurs.....	58
III.2.2.2.2 nature des applications et du trafic.....	58
III.2.2.2.3 propagation.....	58
III.2.2.2.4 capacité de système.....	58
III.2.3 DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU WIFI.....	60
III.2.3.1 DIMENSIONNEMENT DES CELLULES WIFI.....	60
III.2.3.1.1 rayon et surface des cellules.....	60
III.2.3.1.2 nombre des cellules dans la zone à couvrir.....	60
III.2.3.2 DIMENSIONNEMENT DES EQUIPMENT.....	61
III.2.3.2.1 nombre de point d'accès par cellule	61
III.2.3.2.2 nombre des switches.....	61
III.2.4 SCHEMA GENERAL DE DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU WIFI.....	62

III.3 PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE L'APPLICATION.....	63
III.3.1 LE CHOIX DU LOGICIEL D'APPLICATION.....	63
III.3.2 LES FONCTIONS GÉNÉRALES DE L'APPLICATION	63
III.3.2.1 Exécution de l'interface	64
III.4 CONCLUSION.....	71
CONCLUSION GENERALE.....	73

INTRODUCTION GENERALE

Les réseaux sans fil ont été créés pour permettre aux utilisateurs d'effectuer des communications de telle sorte à garder la connectivité des équipements, tout en ayant gain de mobilité et sans avoir recours aux 'fils' utilisés dans les réseaux traditionnels et qui encombrant ces derniers.

Ces dernières années, les technologies sans fil ont connues un essor considérable que se soit au niveau commercial ou dans le domaine des recherches, ceci revient aux multiples avantages qu'elles offrent (mobilité, faible coûts, etc.). Mais, comparé aux interfaces filaires, peu nombreuses sont les interfaces sans fil qui offrent un débit rapide (ondes hertziennes, l'infrarouge).

Il existe plusieurs technologies pour les réseaux sans fil se distinguant d'une part par la fréquence d'émission utilisée ainsi que le débit et la portée des transmissions (Bluetooth, Zigbee, Hiperlan, Wi-Fi qui est l'objet de ce mémoire), leur arrivée a soulevée un engouement nouveau pour les réseaux radio qui étaient jusqu'alors le domaine exclusif des militaires.

Grâce au Wi-Fi il est possible de créer des réseaux locaux sans fils à haut débit pour peu que la station à connecter ne soit pas trop distante par rapport au point d'accès. Dans la pratique le Wi-Fi permet de relier des ordinateurs portables, des machines de bureau, des assistants personnels (PDA) ou tout type de périphérique à une liaison haut débit sur un rayon de plusieurs dizaines de mètres en intérieur à plusieurs centaines de mètres en environnement ouvert.

Notre projet de fin d'études a pour objectif d'effectuer une étude technique de la norme WI-FI et d'en développer un outil de dimensionnement pour faciliter le déploiement d'un réseau d'accès WI-FI.

Afin d'effectuer une étude détaillée sur la norme Wi-Fi, notre mémoire est organisé en trois chapitres :

Le premier chapitre intitulé (Généralité sur les réseaux sans fil) a pour but de présenter brièvement les différentes technologies sans fil ainsi ses avantages et inconvénients.

Dans le deuxième chapitre, intitulé (le WIFI) on s'est intéressé à une étude complète de la technologie WI-FI en présentant les différentes normes IEEE802.11x puis on va étudier l'aspect architecture des réseaux WI-FI tout en présentant l'architecture cellulaire et

l'architecture en couche de tel réseau, en fin de chapitre on va présenter les différents équipements WI-FI.

Dans le troisième chapitre intitulé (Dimensionnement et application) on va commencer par le dimensionnement dans lequel on va étudier les problématiques, les processus de dimensionnement et de réseau. Dans la deuxième partie on va simuler un outil informatique pour faciliter le dimensionnement d'un réseau d'accès WI-FI.

CHAPITRE I

GENERALITE SUR LES RESEAUX

SANS FIL

I.1 INTRODUCTION

Les réseaux sans-fil connaissent actuellement un succès très important dont leur nombre croît très rapidement au sein des entreprises et du grand public. Ils offrent en effet une flexibilité largement supérieure aux réseaux filaires, en s'affranchissant notamment des problèmes de câblage et de mobilité des équipements. Il existe plusieurs familles de réseaux sans fil, chacune étant développée par des organismes différents et donc incompatibles entre elles.

I.2 DÉFINITION DES RÉSEAUX SANS FIL

Un réseau sans fil (en anglais Wireless network) est comme son nom l'indique un réseau dans lequel au moins deux terminaux peuvent communiquer sans liaison filaire. Grâce aux réseaux sans fil, un utilisateur a la possibilité de rester connecté tout en se déplaçant dans un périmètre géographique plus ou moins étendu, c'est la raison pour laquelle on entend parfois parler de "mobilité".

Les réseaux sans fil sont basés sur une liaison utilisant des ondes radioélectriques (radio et infrarouges) en lieu et place des câbles habituels. Il existe plusieurs technologies se distinguant d'une part par la fréquence d'émission utilisée, ainsi que le débit et la portée des transmissions.

Les réseaux sans fil permettent de relier très facilement des équipements distants d'une dizaine de mètres à quelques kilomètres. De plus l'installation de tels réseaux ne demande pas de lourds aménagements des infrastructures existantes comme c'est le cas avec les réseaux filaires (creusement de tranchées pour acheminer les câbles, équipements des bâtiments en câblage, goulottes et connecteurs), ce qui a valu un développement rapide de ce type de technologies.

Ils sont en pleine expansion du fait de la flexibilité de leur interface, ce qui permet à l'utilisateur de changer de place tout en restant connecté [1].

I.3 LES TECHNOLOGIES SANS FIL

Les technologies dites « sans fil », la norme 802.11 en particulier, facilitent et réduisent le coût de connexion pour les réseaux de grande taille. Avec peu de matériel et un peu d'organisation, de grandes quantités d'informations peuvent maintenant circuler sur plusieurs centaines de mètres, sans avoir recours à une compagnie de téléphone ou de câblage. Ces technologies peuvent être classées en quatre parties :

- Les réseaux personnels sans fil : WPAN (**W**ireless **P**ersonal **A**rea **N**etwork) ;
- Les réseaux locaux sans fil : WLAN (**W**ireless **L**ocal **A**rea **N**etwork) ;
- Les réseaux métropolitains sans fil : WMAN (**W**ireless **M**etropolitan **A**rea **N**etwork) ;
- Les larges réseaux sans fil : WWAN (**W**ireless **W**ide **A**rea **N**etwork) [2].

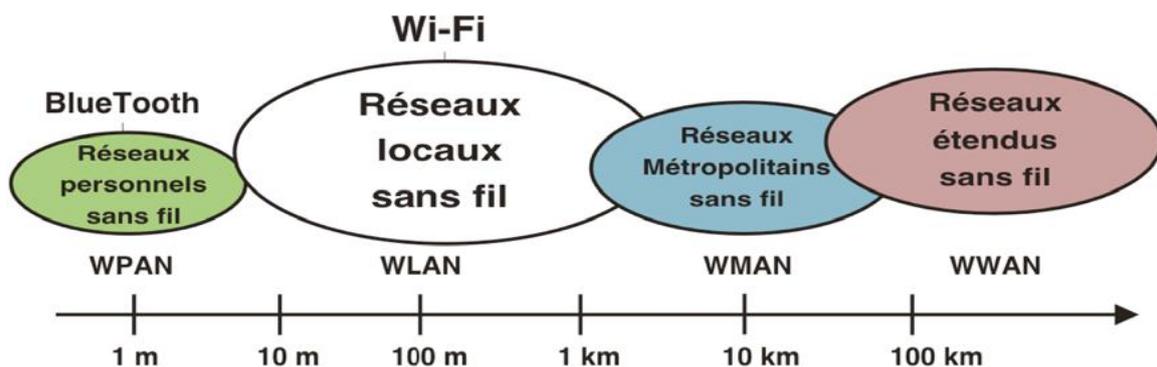
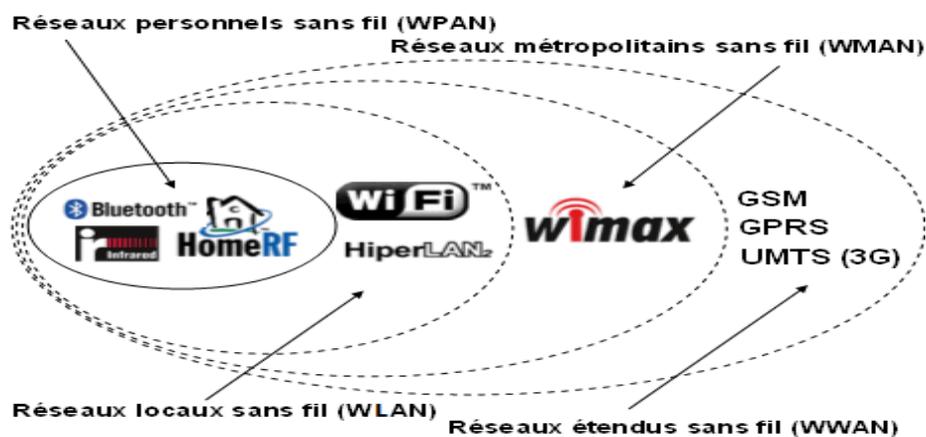


Figure I-1 : Les différentes technologies sans fil.

I.3.1 PRÉSENTATION DES RÉSEAUX PERSONNELS SANS FIL (WPAN)

Le réseau personnel sans fil (appelé également réseau individuel sans fil ou réseau domestique sans fil et noté WPAN) concerne les réseaux sans fil d'une faible portée : de l'ordre de quelques dizaines de mètres. Ce type de réseau sert généralement à relier des périphériques (imprimante, téléphone portable, appareils domestiques, ... ou un assistant personnel (PDA : **P**ersonnel **D**igital **A**ssistant)) à un ordinateur sans liaison filaire ou bien à permettre la liaison sans fil entre deux machines très peu distantes. La Figure I-2 représente un exemple de réseau personnel sans fil [3].



Figure I-2 : Exemple d'un réseau personnel sans fil WPAN.

Il existe plusieurs technologies utilisées pour les WPAN :



I.3.1.1 Le Bluetooth

Lancé en 1994 par Ericsson, son débit théorique est de 1Mbits/s pour une portée maximale d'environ 30 mètres. L'avantage est que cette technologie est peu gourmande en énergie, c'est pourquoi elle est adaptée pour les petits périphériques comme le téléphone portable ou encore une souris.



I.3.1.2 Le HomeRF

Lancé en 1998, n'a pas su conquérir les utilisateurs malgré le soutien d'Intel. Cette solution a été abandonnée en 2003. Sa vitesse était d'environ 10Mbits/s avec une portée avoisinant les 100 mètres.



I.3.1.3 La technologie ZigBee

Solution très récente. Il s'agit d'une variante du Bluetooth qui permet d'obtenir des liaisons sans fil à très bas prix et avec une consommation d'énergie très faible. L'avenir de cette solution est garanti. La technologie sans fil s'est toujours heurtée au fait que les appareils sans fil sont extrêmement consommateurs d'électricité.

C'est pour cela que l'IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) a développée ZigBee. Ce dernier permet la communication machine à machine, avec une très faible consommation électrique et des coûts très bas. Des constructeurs comme Motorola ou Philips le soutiennent déjà. Sa vitesse maximum est de 128 Kbits/s. Contrairement au Wifi ou au LAN, ZigBee n'a pas besoin d'un système centralisé pour coordonner le flux de messages [4].

I.3.1.4 Les liaisons infrarouges

Elles sont omniprésentes dans la maison. Par exemple, on peut citer les télécommandes. Cette solution est très simple et pas cher. Par contre, elles sont très sensibles au positionnement des appareils (ils doivent être en face l'un de l'autre) et aux perturbations lumineuses. La liaison fonctionne sur quelques mètres pour une vitesse de quelques Mégabits par secondes [5].

I.3.2 PRÉSENTATION DES RÉSEAUX LOCAUX SANS FIL (WLAN)

Le LAN sans fil (WLAN) est un système de transmission des données conçu pour assurer une liaison indépendante de l'emplacement des périphériques informatiques qui composent le réseau et utilisant les ondes radios plutôt qu'une infrastructure câblée. Il permet de relier entre eux les terminaux présents dans la zone de couverture. Ce qui est très

intéressant c'est sa vitesse de transfert. Il existe différentes technologies utilisées pour les WLAN :



I.3.2.1 Le Wifi

WiFi est un ensemble de protocoles de communication sans fil régis par les normes du groupe IEEE 802.11. Grâce aux normes WiFi, il est possible de créer des réseaux locaux sans fil à haut débit. Dans la pratique, le WiFi permet de relier des ordinateurs portables, des machines de bureau, des assistants personnels (PDA : **P**ersonal **D**igital **A**ssistant.), des objets communicants ou même des périphériques à une liaison haut débit (de 11 Mbit/s théoriques ou 6 Mbit/s réels en 802.11b à 54 Mbit/s théoriques ou environ 25 Mbit/s réels en 802.11a ou 802.11g sur un rayon de plusieurs dizaines de mètres en intérieur (généralement entre une vingtaine et une cinquantaine de mètres) [6].



I.3.2.2 Le HyperLAN2

Hiperlan est une norme européenne. A la base, elle offre un débit de 20Mbits/s, mais la version Hiperlan2 permet d'atteindre 54Mbits/s sur un rayon d'action identique à celui du Wifi. Cette solution exploite la gamme de fréquence de 5GHz alors que le Wifi utilise les 2,4GHz. Cela autorise aujourd'hui son exploitation pour un usage local, sous certaines conditions qui notamment concernent la puissance des émetteurs. Il faut noter que cette solution perd sur terrain au profit du Wifi.

I.3.3 PRÉSENTATION DES RÉSEAUX MÉTROPOLITAINS SANS FIL (WMAN)

Le réseau métropolitain sans fil WMAN est connu sous le nom de **B**oucle **L**ocale **R**adio (BLR). Les WMAN sont basés sur la norme IEEE 802.16. La norme 802.16 est généralement appelée Wimax. Il permet des débits de l'ordre de 70 Mbits/s avec une portée de l'ordre de 50 Km. La Figure I-3 représente l'architecture de réseau métropolitain sans fil [7].

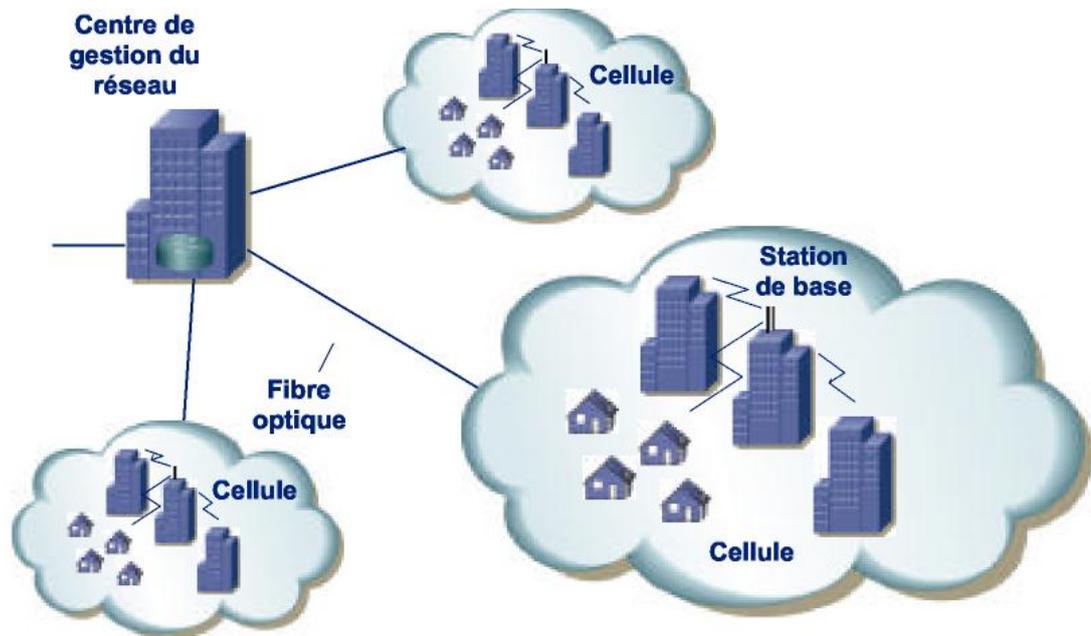


Figure I-3 : Architecture du réseau métropolitain sans fil.

I.3.4 PRÉSENTATION DES RÉSEAUX ÉTENDUS SANS FIL (WWAN)

Le réseau étendu sans fil WWAN est également connu sous le nom de réseau cellulaire mobile. Il s'agit des réseaux sans fil les plus répandus puisque tous les téléphones mobiles sont connectés à un réseau étendu sans fil. Les principales technologies sont les suivantes :

- GSM (Groupe Spécial Mobile) ;
- GPRS (General Packet Radio Service) ;
- UMTS (Universal Mobile Telecommunication System).

Nous allons expliquer brièvement les 3 technologies :

I.3.4.1 GSM

Le GSM est un système de radiotéléphonie cellulaire numérique, qui offre à ses abonnés des services qui permettent la communication de station mobile de bout en bout à travers le réseau. La téléphonie est le service le plus important des services offerts. Ce réseau permet la communication entre deux postes mobiles ou entre un poste mobile et un poste fixe. Les autres services proposés sont la transmission de données et la transmission

de messages alphanumériques courts. La Figure I-4 représente l'architecture du réseau GSM [8].

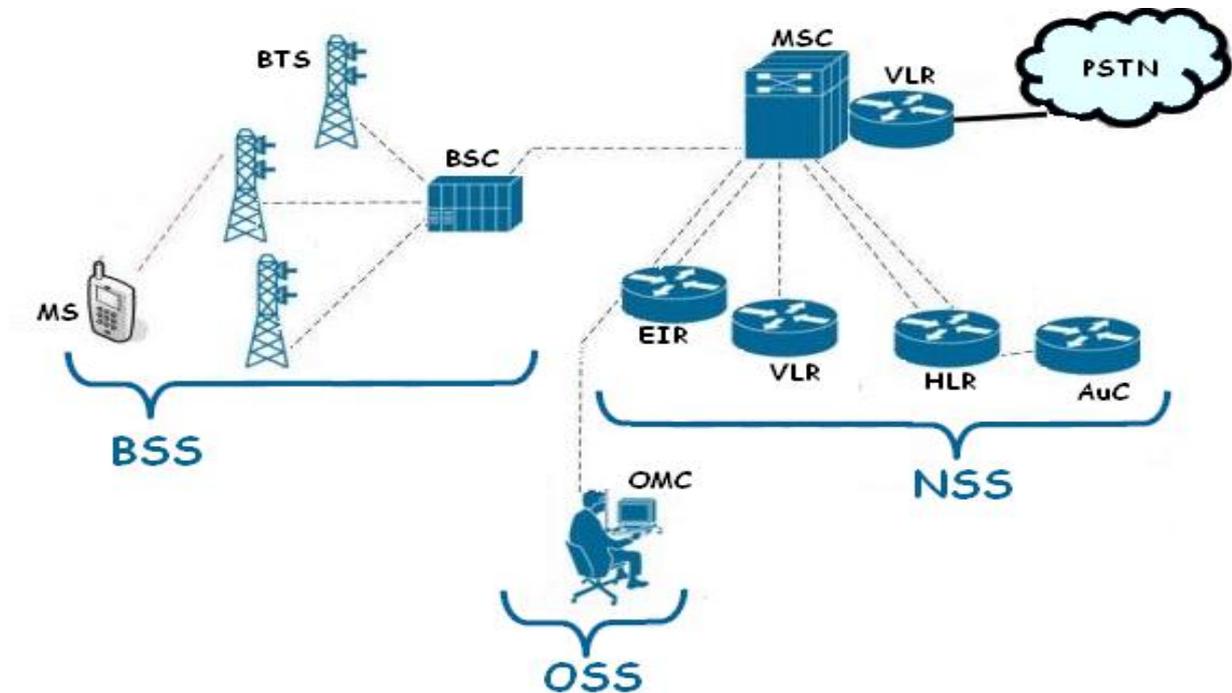


Figure I-4 : Architecture du réseau GSM.

BSS (Base Sub-system): sous système radio, sa fonction principale est la gestion de l'attribution des ressources radio, indépendamment des abonnés, de leur identité ou de leur communication.

NSS (Network Sub-System) : le sous système d'acheminement, Il assure principalement les fonctions de commutation et de routage. C'est donc lui qui permet l'accès au réseau public RTCP (**R**éseau **T**éléphonique **C**ommuté **P**ublic) ou RNIS (**R**éseau **N**umérique à **I**ntégration de **S**ervices). En plus des fonctions indispensables de commutation, on y retrouve les fonctions de gestion de la mobilité, de la sécurité et de la confidentialité qui sont implantées dans la norme GSM.

OSS (Opération Sub-System) : le sous système d'exploitation et maintenance, Il assure la gestion et la supervision du réseau. C'est la fonction dont l'implémentation est laissée

avec le plus de liberté dans la norme GSM. La supervision du réseau intervient à de nombreux niveaux :

- Détection de pannes ;
- Mise en service de sites ;
- Modification de paramétrage ;
- Réalisation de statistiques [9].

I.3.4.2 GPRS

Le **General Packet Radio Service** ou GPRS est une norme pour la téléphonie mobile dérivée du GSM permettant un débit de données plus élevé. On le qualifie souvent de 2,5G. Le G est l'abréviation de génération et le 2,5 indique que c'est une technologie à mi-chemin entre le GSM (2^{ème} génération) et l'UMTS (3^{ème} génération).

Le GPRS est une extension du protocole GSM : il ajoute par rapport à ce dernier la transmission par paquets. Cette méthode est plus adaptée à la transmission des données. En effet, les ressources ne sont allouées que lorsque des données sont échangées, contrairement au mode « circuit » en GSM où un circuit est établi – et les ressources associées – pour toute la durée de la communication.

Le GPRS permet de fournir une connectivité IP constamment disponible à une station **mobile** (MS), mais les ressources radio sont allouées uniquement quand des données doivent être transférées, ce qui permet une économie de la ressource radio. Les utilisateurs ont donc un accès bon marché, et les opérateurs économisent la ressource radio. De plus, aucun délai de numérotation n'est nécessaire.

Avant le GPRS, l'accès à un réseau se faisait par commutation de circuits, c'est-à-dire que le canal radio était réservé en continu à la connexion (qu'il y ait des données à transmettre ou pas). La connexion suivait le chemin suivant : **MS** → **BTS** → **BSC** → **MSC** → **Réseau** [10].

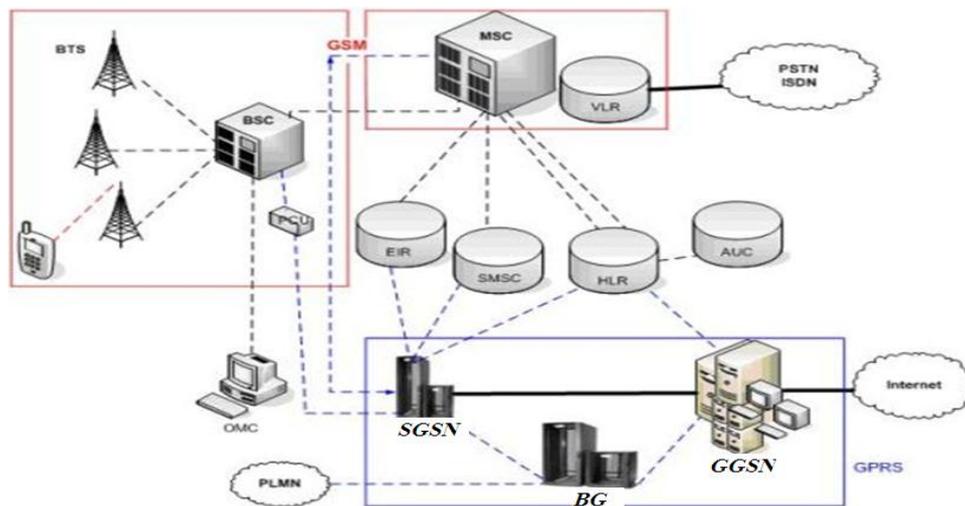


Figure I-5: Architecture du réseau GPRS.

PCU : Pour déployer le GPRS dans les réseaux d'accès, on réutilise les infrastructures et les systèmes existants. Il faut leur rajouter une entité responsable du partage des ressources et de la retransmission des données erronées, c'est l'unité de contrôle de paquets (PCU, **P**acket **C**ontrol **U**nit) par une mise à jour matérielle et logicielle dans les BSC [11].

Le **SGSN** (**S**erving **GPRS** **S**upport **N**ode) est une passerelle permettant l'acheminement des données dans les réseaux mobiles GPRS. Il gère l'interface avec le réseau de paquets externe via une autre passerelle [12].

Le **GGSN** (**G**ateway **GPRS** **S**upport **N**ode) est une passerelle d'interconnexion entre le réseau paquet mobile (GPRS ou UMTS) et les réseaux IP externes. Le GGSN transmet le trafic au SGSN actif pour la **S**tation **M**obile (MS) associée à l'adresse du protocole (l'adresse IP par exemple) [13].

Une **B**order **G**ateway (BG) fonction se termine l'interface Gp à un PLMN (**P**ublic **L**and **M**obile **N**etwork). Cette fonction est généralement un routeur de bordure soutenir le BGP (**B**order **G**ateway **P**rotocol) et les protocoles de sécurité tels que IPSec (**I**nternet **P**rotocol **S**ecurity) [14].

I.3.4.3 UMTS

UMTS est le sigle d'**U**niversal **M**obile **T**élécommunications **S**ystem. Une technologie de téléphonie mobile, dite de troisième génération, qui succède, en Europe, à la norme GSM. Exploitant une bande de fréquence plus large et utilisant un protocole de transfert des données par « paquets » hérité des réseaux informatiques, elle propose un débit bien supérieur à celui de son aînée puisqu'il atteint 384 kbit/s dans sa première version sortie fin novembre 2004. Une seconde mouture attendue pour 2006 pourrait même pousser jusqu'à 2 Mbit/s. A la clé, la possibilité d'utiliser sur son téléphone mobile de nombreux services multimédias tels qu'Internet, la visiophonie, la télévision, le téléchargement et l'utilisation de jeux vidéos,...

La technologie UMTS permettant de fournir aux utilisateurs une meilleure qualité de service quant aux télécommunications, notamment en ce qui concerne les services offerts (possibilités) et les vitesses de transferts [15].

Le réseau UMTS repose sur une architecture flexible et modulaire. Cette architecture n'est associée ni à une technique d'accès radio, ni à un ensemble de services, ce qui assure sa compatibilité avec d'autres réseaux mobiles et garantit son évolution. Une telle architecture, illustrée à la Figure I-6, est composée de trois « domaines » :

- Le domaine de l'équipement de l'utilisateur UE (**U**ser **E**quipment) ;
- Le réseau d'accès radio « universel » UTRAN (**U**niversal **T**errestrial **R**adio **A**ccess **N**etwork) ;
- Le réseau cœur CN (**C**ore **N**etwork).

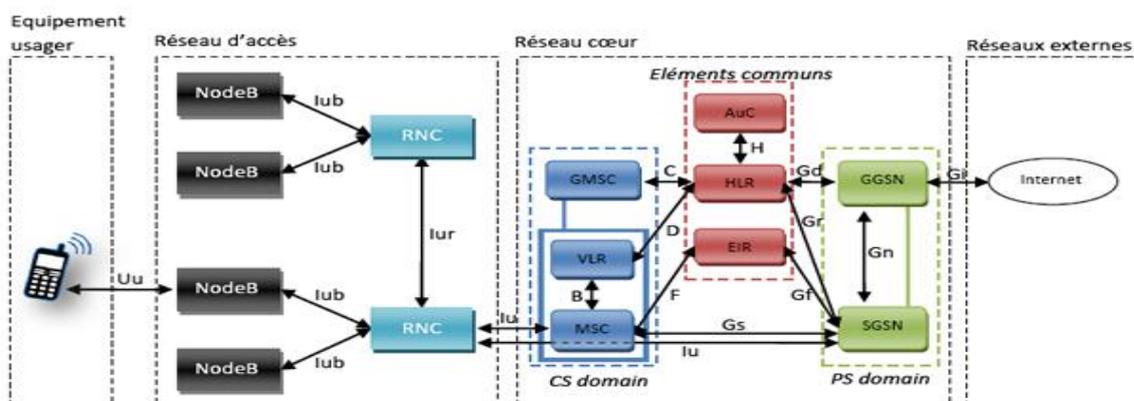


Figure I-6 : Architecture générale de l'UMTS.

Chaque domaine réalise une fonction bien précise dans le réseau, tandis que les points d'échange, notés par Uu et Iu, Iub servent d'interfaces permettant les échanges entre les différentes parties du réseau.

Le domaine de l'équipement utilisateur (UE) comprend l'ensemble des équipements terminaux. Il comprend à la fois l'équipement Terminale et l'USIM (Universel Subscriber Identity Module). Ce domaine permet à l'utilisateur d'accéder à l'infrastructure par l'intermédiaire de l'interface Uu.

L'UTRAN assure le transport des flux entre le terminal mobile et le réseau cœur. Il fournit à l'UE les ressources radio et les mécanismes nécessaires pour accéder au Réseau Cœur. L'UTRAN contient les entités qui contrôlent les fonctions liées à la mobilité et l'accès au réseau. Ils également assurent l'établissement et la libération des connexions radio, L'UTRAN se compose des sous-systèmes dite RNS (Radio Network Subsystem). Reliés au réseau Cœur par l'interface Iu. Chaque RNS se contient RNC (Radio Network Contrôler) et un ou plusieurs node B.

Le réseau Cœur (Core Network) assure la connexion entre les différents réseaux d'accès et entre le réseau UMTS et les autres réseaux comme le réseau téléphonique PSTN (Public Switched Téléphone Network), le réseau GSM, le réseau RNIS ou en anglais ISDN (Integrated Services Digital Network), etc. Il fournit le support des services de télécommunications UMTS et gère les informations de localisation des utilisateurs mobiles ainsi qu'il contrôle les services et les caractéristiques du réseau. Le réseau coeur est composé de deux domaines : le domaine à commutation de circuits CS (Circuit Switched domain) et le domaine à commutation de paquets PS (Packet Switched domain) [16].

I.4 AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS DES RÉSEAUX SANS FIL

La majorité des réseaux sans fil disposent des mêmes avantages, à savoir la mobilité, une facilité et une rapidité d'installation et d'utilisation.

- **Mobilité** : c'est évidemment le principal avantage qu'offre un WLAN, contrairement au réseau fixe, un utilisateur peut accéder à des informations partagées ou se connecter à Internet sans avoir à être relié physiquement au réseau.

- **Simplicité d'installation** : l'installation d'un WLAN est relativement simple et rapide, comparée à celle d'un réseau local, puisqu'on élimine le besoin de tirer des câbles dans les murs et les plafonds. De ce fait, les WLAN peuvent être installés là où les câbles ne peuvent être déployés facilement, par exemple pour couvrir un événement limité dans le temps, comme un salon, une conférence ou une compétition sportive.
- **Topologie** : la topologie d'un WLAN est particulièrement flexible, puisqu'elle peut être modifiée rapidement. Cette topologie n'est pas statique, comme dans les réseaux locaux filaires, mais dynamique. Elle s'édifie dans le temps en fonction du nombre d'utilisateurs qui se connectent et se déconnectent.
- **Coût** : l'investissement matériel initial est certes plus élevé que pour un réseau filaire, mais, à moyen terme, ces coûts se réduiront. Par ailleurs, les coûts d'installation et de maintenance sont presque nuls, puisqu'il n'y a pas de câbles à poser et que les modifications de la topologie du réseau n'entraînent pas de dépenses supplémentaires.
- **Inter connectivité avec les réseaux locaux** : les WLAN sont compatibles avec les LAN existants, comme c'est le cas des réseaux WIFI et Ethernet, par exemple, qui peuvent coexister dans un même environnement.
- **Fiabilité** : les transmissions sans fil ont prouvé leur efficacité dans les domaines aussi bien civils que militaires. Bien que les interférences liées aux ondes radio puissent dégrader les performances d'un WLAN, elles restent assez rares. Une bonne conception du WLAN ainsi qu'une distance limitée entre les différents équipements radio (station set ou points d'accès), permettent au signal radio d'être transmis correctement et autorisent des performances similaires à celles d'un réseau local. Etant donné que la norme 802.11 est l'objet de notre étude, dans la suite du document on va étudier et présenter les différentes normes.

Comme rien n'est jamais parfait, ce type de réseau présente également quelque inconvénient :

- Problèmes liés aux ondes radio (taux d'erreur plus important):
 - ✓ Interférences (provenant d'autres réseaux) ;
 - ✓ Effets multi-trajets comme il est indiqué dans la Figure I-7.

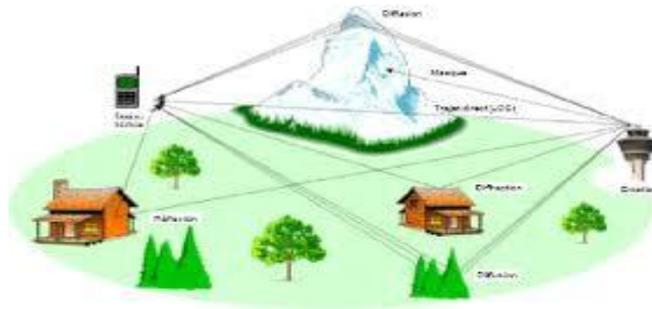


Figure I-7: Effets multi-trajets des ondes radio.

- La réglementation ;
- Effets sur la santé ;
- La sécurité ;
- Typiquement très peu de bande passante (comparer aux réseaux filaires) ;
- Plusieurs solutions propriétaires (la normalisation prend du temps = consensus) ;
- Les produits doivent se conformer aux restrictions nationales : difficile d'avoir une solution globale [17].

I.5 CONCLUSION

En conclusion, Les réseaux sans fil en général, et le WIFI en particulier sont des technologies intéressantes et très utilisées dans de divers domaines comme l'industrie, la santé et le domaine militaire. Cette diversification d'utilisation revient aux différents avantages qu'apportent ces technologies, comme la mobilité, la simplicité d'installation (absence de câblage) c'est-à-dire dans un réseau sans fil les stations ne sont plus reliées entre elles physiquement par un câble mais par l'intermédiaire d'un support sans fil, La disponibilité (aussi bien commerciale que dans les expériences). Mais la sécurité dans ce domaine reste un sujet très délicat, car depuis l'utilisation de ce type de réseaux plusieurs failles ont été détectées. Et finalement les réseaux sans fil ne visent toutefois pas à remplacer les réseaux filaires mais plutôt à leur apporter les nombreux avantages découlant d'un nouveau service : la mobilité de l'utilisateur.

CHAPITRE II

LEWIFI

II.1 INTRODUCTION

En 1997, l'élaboration du standard IEEE 802.11 et son développement rapide fut un pas important dans l'évolution des réseaux locaux sans fil que se soit en entreprise ou chez les particuliers. Elle a ainsi permis de mettre à la portée de tous un vrai système de communication sans fil pour la mise en place des réseaux informatiques hertziens. Ce standard a été développé pour favoriser l'interopérabilité du matériel entre les différents fabricants. Ceci signifie que les clients peuvent mélanger des équipements de différents fabricants afin de satisfaire leurs besoins. De plus, cette standardisation permet d'obtenir des composants à bas coût, ce qui a permis un succès commercial considérable au 802.11.

La norme IEEE 802.11 est un standard international décrivant les caractéristiques d'un réseau local sans fil (WLAN). Le nom WIFI (contraction de **W**ireless **F**idelity) correspond initialement au nom donné à la certification délivrée par la WIFI Alliance, anciennement WECA (**W**ireless **E**thernet **C**ompatibility **A**lliance). Par abus de langage (et pour des raisons de marketing) le nom de la norme se confond aujourd'hui avec le nom de la certification. Ainsi un réseau WIFI est en réalité un réseau répondant à la norme 802.11 Dans ce qui suit nous utiliserons le terme WIFI.

II.2 LES PRINCIPALES NORMES WIFI

Quand la norme 802.11 est apparue, elle n'a pas cessé d'évoluer pour satisfaire certains besoins comme la portée, le débit, et surtout le critère le plus important la sécurité. Le tableau I-1 résume les différentes catégories de cette norme qui a commencée avec un débit de 1Mb/s et arrivée maintenant jusqu'à 54Mb/s (cinq fois plus que le débit offert par le réseau filaire Ethernet le plus utilisé et presque la moitié qu'offre le Fast Ethernet) ainsi que l'évolution des protocoles de sécurité en ajoutant des protocoles basés sur les clé de chiffrage pour accéder à des stations ou des points d'accès jusqu'au chiffrement des communications lors d'échange de données [10].

Nom de la norme	Nom	Description
802.11a	Wifi5	La norme 802.11a (baptisé Wifi5) permet d'obtenir un haut débit (54 Mbits /s théoriques, 30 Mbits/s réels). La norme 802.11a spécifie 8 canaux radio dans la bande de fréquence des 5 GHz.
802.11b	Wifi	La norme 802.11b est la norme la plus répandue actuellement. Elle propose un débit théorique de 11 Mbits/s (6 Mbits/s réels) avec une portée pouvant aller jusqu'à 300 mètres dans un environnement dégagé. La plage de fréquence utilisée est la bande des 2.4 GHz, avec 3 canaux radio disponibles.
802.11c	Pontage 802.11 vers 802.1d	La norme 802.11c n'a pas d'intérêt pour le grand public. Il s'agit uniquement d'une modification de la norme 802.1d afin de pouvoir établir un pont avec les trames 802.11 (niveau liaison de données).
802.11d	Internationalisation	La norme 802.11d est un supplément à la norme 802.11 dont le but est de permettre une utilisation internationale des réseaux locaux 802.11. Elle consiste à permettre aux différents équipements d'échanger des informations sur les plages de fréquence et les puissances autorisées dans le pays d'origine du matériel
802.11 e	Amélioration de la qualité de service	La norme 802.11e vise à donner des possibilités en matière de qualité de service au niveau de la couche liaison de données. Ainsi cette norme a pour but de définir les besoins des différents paquets en termes de bande passante et de délai de transmission de telle manière à permettre notamment une meilleure transmission de la voix et de la vidéo.
802.11f	Itinérance (roaming)	La norme 802.11f est une recommandation à l'intention des vendeurs de point d'accès pour une meilleure interopérabilité des produits. Elle propose le protocole « Inter-Access point roaming protocol » permettant à un utilisateur itinérant de changer de point d'accès de façon transparente lors d'un déplacement, quelles que soient les marques des points d'accès présentes dans l'infrastructure réseau. Cette possibilité est appelée itinérance (ou roaming en anglais).
802.11g		La norme 802.11g offrira un haut débit (54 Mbits/s théoriques, 30 Mbits/s réels) sur la bande de fréquence des 2.4 GHz. Cette norme n'a pas encore été validée, le matériel disponible avant la finalisation de la norme risque ainsi de devenir obsolète si celle-ci est modifiée ou amendée. La norme 802.11g a une compatibilité ascendante avec la norme 802.11b, ce qui signifie que des matériels conformes à la norme 802.11g pourront fonctionner en 802.11b.

802.11h		La norme 802.11h vise à rapprocher la norme 802.11 du standard Européen (HiperLAN 2, d'où le h de 802.11h) et être en conformité avec la réglementation européenne en matière de fréquence et d'économie d'énergie.
802.11i		La norme 802.11i a pour but d'améliorer la sécurité des transmissions (gestion et distribution des clés, chiffrement et authentification). Cette norme s'appuie sur l'AES (A dvanced E ncryption S tandard) et propose un chiffrement des communications pour les transmissions utilisant les technologies 802.11a, 802.11b et 802.11g.
802.11IR		La norme 802.11j a été élaborée de telle manière à utiliser des signaux infrarouges. Cette norme est désormais dépassée techniquement.
802.11j		La norme 802.11j est à la réglementation japonaise ce que le 802.11h est à la réglementation européenne.

Tableau II-1 : Les différentes révisions de la norme 802.11 [3], [18].

II.3 FONCTIONNALITÉS D'UN RÉSEAU WIFI

Les réseaux WIFI présentent une multitude de fonctionnalités qui viennent aussi bien du monde fixe que du monde mobile. Ces fonctionnalités les permettent d'être plus fiables et de faire bénéficier au maximum l'utilisateur de service.

Les principales fonctionnalités d'un réseau WIFI sont :

- La fragmentation et le réassemblage qui permettent d'éviter le problème de transmission d'importants volumes de données donc de diminuer le taux d'erreur .
- La gestion de la mobilité .
- La variation du débit en fonction de l'environnement radio
- L'assurance d'une bonne qualité de service [19].

II.3.1 FRAGMENTATION ET RÉASSEMBLAGE

La transmission sans fil est caractérisée par un taux d'erreur plus important que celui de la transmission filaire. Cela est dû principalement à des phénomènes tels que les interférences et les effets multi-trajets.

La fragmentation des paquets permet de casser de gros paquets en unités de petite taille lorsqu'ils sont transmis par radio. Cela permet d'augmenter la probabilité que la transmission réussisse et par conséquent augmenter la fiabilité de la transmission.

La transmission des trames fragmentées est assurée selon un mécanisme qui se base sur l'échange d'acquittements entre source et destination. En outre, la station source assure le contrôle du support durant toute la transmission dès la réception d'un acquittement et dès la transmission d'un fragment.

L'opération de réassemblage consiste à réordonner les trames fragmentées après réception.

Cette opération nécessite l'utilisation de deux champs qui se trouvent au niveau de n'importe quelle trame :

- Le premier est le champ **Séquence Control** contenant le numéro de la séquence et le numéro du fragment ;
- Le deuxième est le champ **More Fragment** qui permet d'informer le récepteur s'il y a d'autres fragments qui suivent [19].

II.3.2 VARIATION DYNAMIQUE DU DÉBIT

Les réseaux WIFI offrent des débits compris entre 1 et 54 Mbits/s. Ces valeurs ne sont que théoriques. En effet, dans le cas des réseaux WIFI le débit utile est approximativement la moitié de la capacité annoncée pour le support physique. Cela est dû principalement à l'importance de la taille des en-têtes, des ACK (**A**cknowledgemen) et des temporisateurs.

Pour assurer une bonne transmission radio, la norme WIFI incorpore une fonction de variation du débit appelée **Variable Rate Shifting**. Elle a pour rôle de faire varier le débit d'une station selon la qualité de son lien radio. Elle favorise les stations qui se trouvent à côté du point d'accès au dépend des stations éloignées ou soumises à des interférences.

La distance est aussi un facteur néfaste pour le débit car plus la portée est grande plus le débit diminue.

La Figure II-1 donne une idée sur la variation du débit en fonction de la portée.

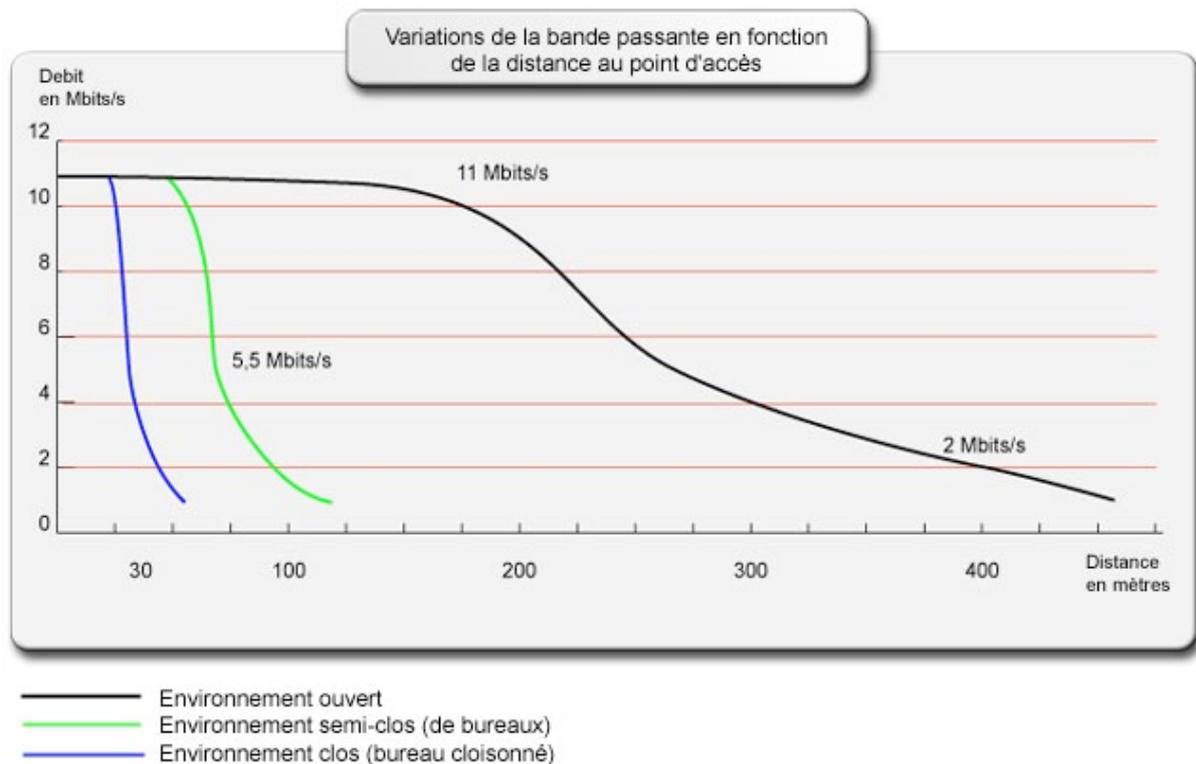


Figure II-1 : Variation du débit en fonction de la distance pour la norme 802.11b.

Pour remédier à la diminution rapide du débit, les antennes jouent un rôle important car on peut choisir certains types d'antenne qui ont une longue portée et donc une longueur considérable par rapport aux antennes fréquemment utilisées pour qu'on puisse émettre un signal avec le maximum de puissance pour aller plus loin. En plus, on peut concentrer la puissance dans une zone déterminée avec les antennes sectorielles ou intensifier la puissance mais sur une zone déterminée.

Les points d'accès jouent aussi un rôle important pour la qualité du signal est ceci en disposant de plusieurs points d'accès chacune forme une cellule et cet ensemble adjacent formera un recouvrement de cellule ce qui permet à l'utilisateur de choisir le point d'accès qui lui assure la meilleure réception [19].

II.4 ARCHITECTURE D’UN RÉSEAU WIFI

II.4.1 L’ARCHITECTURE EN COUCHE

La norme 802.11 a comme toutes les autres normes une normalisation et doit respecter le modèle OSI (**O**pen **S**ystem **I**nterconnection) qui est différent d’une norme à une autre mais tout en conservant son aspect de couches et les différents fonctionnements et relations de ceux-ci comme expliqué dans la Figure II-2.

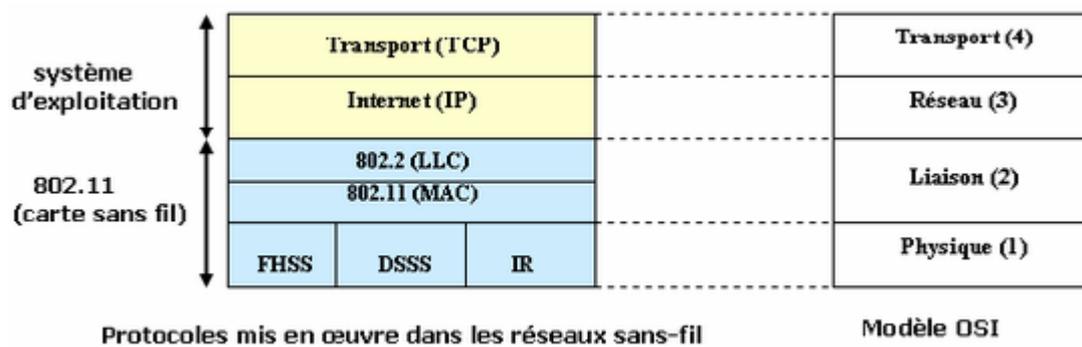


Figure II-2 : Structure IEEE802.11 versus couches OSI.

Les caractéristiques principales du modèle OSI pour la norme 802.11 sont la structure de la couche physique et la couche liaison de données, car l’aspect sans fil qui est un aspect qui se base sur le transfert sous forme d’onde dans l’air libre a besoin de certaines conditions et critères que les autres normes n’ont pas besoin [9], [20].

II.4.1.1 La couche physique

La couche physique des réseaux WIFI se décompose en deux sous-couches :

- PLCP (**P**hysical **L**ayer **C**onvergence **P**rotocol) ;
- PMD (**P**hysical **M**edium **D**ependent).

La couche PMD gère la modulation et l’encodage des données à transmettre sur le support.

La couche PLCP écoute le support physique et indique à la couche MAC (Medium Access Control) si le support est occupé ou non via un signal appelé CCA (Clear Channel Assessment).

L'IEEE 802.11 définit quatre types de couche physique :

- FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum), avec modulation DBPSK (Differential Binary Phase Shift Keying) ;
- DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum), avec modulations DBPSK et DQPSK (Differential Quadrature Phase Shift Keying) ;
- OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), avec modulation QAM (Quadrature Amplitude Modulation) ;
- Infrarouge, avec une modulation PPM (Pulse Position Modulation).

Les deux premières couches sont utilisées par les réseaux 802.11 et 802.11b (bande de fréquences des 2.4 GHz), mais ne permettent pas d'obtenir des débits supérieurs à 11 Mbits/s.

L'OFDM est utilisé pour les réseaux dont les débits doivent être supérieurs à 11 Mbits/s, c'est-à-dire pour les réseaux 802.11a et 802.11g. Enfin, l'infrarouge est destiné aux réseaux à faible portée, et n'est, à notre connaissance, pas proposé commercialement [21].

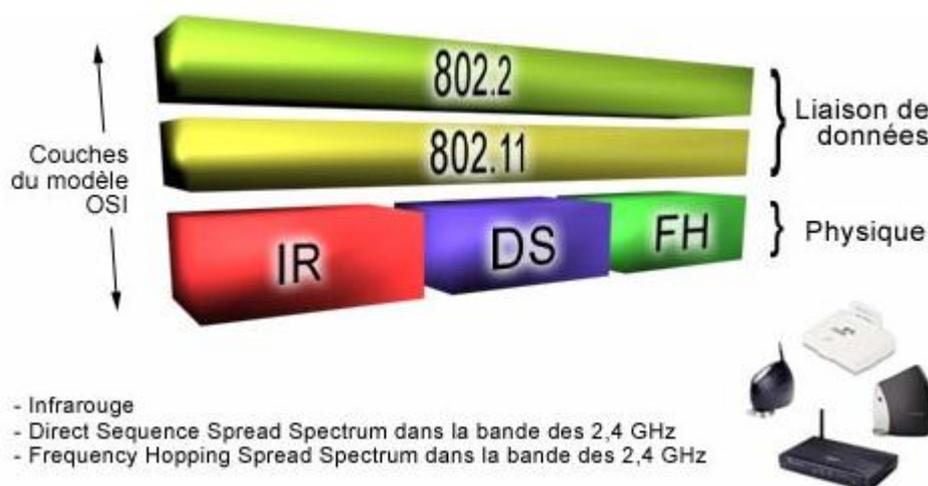


Figure II-3 : Description des couches IEEE 802.11.

a) FHSS

Ce système est utilisé par les accessoires sans fil, tel que, claviers, souris,etc. La vitesse maximum est de 2Mbits/s. Il utilise 75 sous canaux de 1MHz sur la gamme de fréquences de 2,4GHz. Cette technique permet de réduire les interférences générées par des transmissions simultanées de plusieurs stations, mais, du fait de la faible largeur des sous canaux, limite le débit à 2 Mbits/s [21].

b) DSSS

Le DSSS est la seconde couche physique utilisant une technique radio. Cette technique est différente de la précédente. La bande est divisée en seulement 14 sous canaux de 22MHz.

De plus, ces sous-canaux fournissent un signal très bruité, car les canaux adjacents (en cas d'utilisation de deux plages dans la même zone géographique) ont des bandes passantes qui se recouvrent partiellement et peuvent donc se perturber mutuellement (Voir Figure II-4).

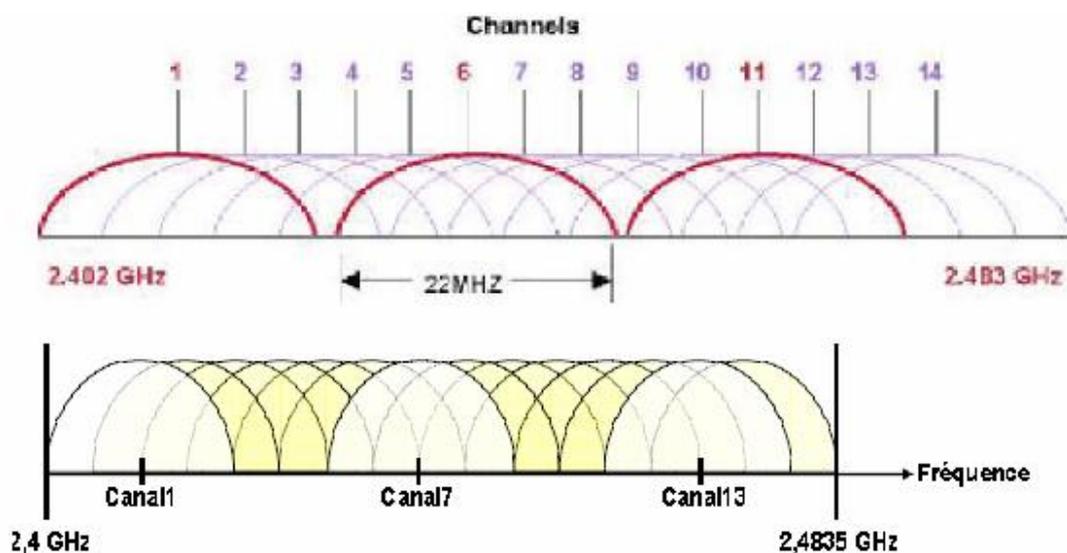


Figure II-4: Le Direct Sequence Spread Spectrum.

Le faible nombre de canaux ne permet plus de faire, comme avec le FHSS, des sauts de fréquence et il est donc nécessaire d'introduire une très forte redondance dans le codage binaire [21].

c) OFDM

Pour atteindre des débits de 54 Mbits/s, la norme 802.11 utilise la technique de l'OFDM, particulièrement efficace pour traiter les problèmes inhérents à la transmission multi chemins.

Son principe est d'effectuer un multiplexage fréquentiel de sous porteuses orthogonales. Le fonctionnement est le suivant : Le canal est décomposé en cellules temps/fréquence, que l'on transmet en les modulant selon une modulation QAM-64. Pour résoudre le problème d'interférence inter-symboles lié à la réception multiple d'une même information (transmission multi chemins), on insère un intervalle de garde entre chaque symbole, et l'on choisit correctement la durée d'un symbole par rapport à l'étalement de l'écho [21].

d) IR

La couche IR de 802.11 s'appuie sur la lumière infrarouge diffusée, dont la longueur d'onde est comprise entre 850 et 950 nm (**nanomètre**). Etant donné les propriétés réfléchives de l'infrarouge, les stations appartenant à un réseau 802.11IR n'ont pas besoin d'être dirigées vers les autres. Malheureusement, la portée de l'infrarouge étant assez faible, les stations ne doivent pas être éloignées de plus de 10m. Un réseau 802.11IR ne peut donc être localisé que dans un espace correspondant à une pièce [21].

II.4.1.2 La couche liaison de données

Les fonctionnalités mises en œuvre par la couche liaison de données sont les suivantes :

- Procédures d'accès au support ;
- Adressage des paquets ;
- Formatage des trames ;
- Contrôle d'erreur CRC (**C**yclic **R**edundant **C**heck) ;
- Fragmentation et réassemblage des trames.

Tout comme pour les autres normes de réseaux locaux de l'IEEE, la couche liaison de données des réseaux WIFI se décompose en deux sous-couches:

- LLC (Logical Link Control) ;
- MAC (Medium Access Control).

a) Sous-couche LLC

La couche LLC 802.11 est totalement identique à la couche LLC 802.2. Le rôle de cette couche est, entre autres, d'adapter les données venant des couches supérieures à la couche physique. Il est ainsi tout à fait possible de connecter un réseau WLAN à tout autre réseau IEEE 802, filaire ou non.

La Figure II-5 illustre le fonctionnement de la couche LLC. Le paquet qui lui est remis par la couche réseau est encapsulé dans une trame LLC, laquelle contient un en-tête et une zone de détection d'erreur en fin de trame: le Forward Error Correction (FEC)

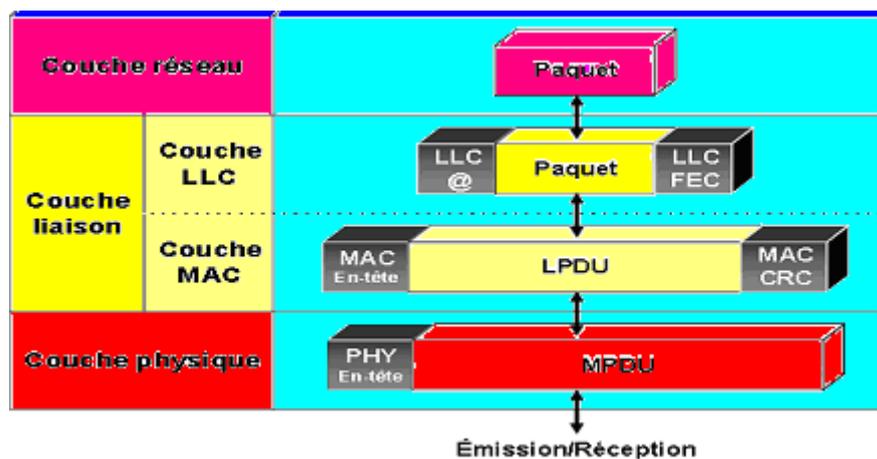


Figure II-5 : Fonctionnement de la couche LLC.

b) Sous-couche MAC

Le fonctionnement de la couche MAC est similaire à celui de la couche MAC 802.3 : écouter le canal, attendre s'il est occupé, puis transmettre lorsqu'il sera libre.

La couche MAC 802.11 se distingue cependant de la couche MAC 802.3 dans le sens où elle intègre un grand nombre de fonctionnalités supplémentaires, comme la retransmission, l'acquittement ou la fragmentation de trames. La norme 802.11 introduit, de plus, deux

méthodes d'accès au support physique fondamentalement différentes, le DCF (**D**istributed **C**oordination **F**unction) et le PCF (**P**oint **C**oordination **F**unctions) [22], [23].

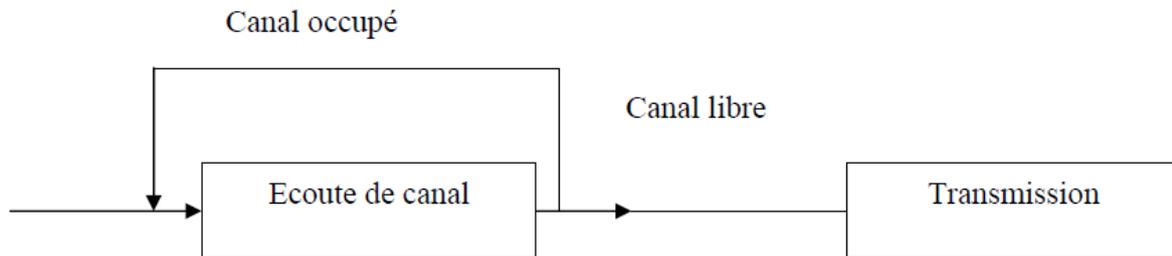


Figure II-6 : Fonctionnement de la couche MAC 802.11.

II.4.2 L'ARCHITECTURE CELLULAIRE

WIFI est fondé sur une architecture cellulaire. Cette architecture peut s'apparenter à celle utilisée dans la téléphonie mobile, où des téléphones mobiles utilisent des stations de base pour communiquer entre eux.

Un réseau WIFI est composé d'un ou plusieurs points d'accès, auquel un certain nombre de station de bases équipées de cartes WIFI s'associent pour s'échanger des données. Le rôle du point d'accès consiste à unifier le réseau et à servir de pont entre les stations du réseau et un réseau extérieur.

La taille de réseau dépend de la zone de couverture du point d'accès, aussi appelé cellule.

Cette zone peut varier, car le fait d'utiliser les ondes radio ne permet pas de couvrir constamment une même zone. Un grand nombre de facteur peuvent varier la taille de zone de couverture du point d'accès, tels les obstacles, les murs ou personnes situés dans l'environnement où les interférences liées à des équipements sans fil utilisant les mêmes fréquences, ou encore la puissance du signal.

Cette unique cellule constitue l'architecture de base de WIFI, appelée BSS, ou ensemble de service de base [24].

Il existe deux types de mode de fonctionnement d'un réseau WIFI :

II.4.2.1 Mode infrastructure

En mode infrastructure chaque ordinateur **station** (notée **STA**) se connecte à un point d'accès via une liaison sans fil. L'ensemble formé par le point d'accès et les stations situés dans sa zone de couverture est appelé ensemble de services de base (**BSS**) et constitue une cellule. Chaque BSS est identifié par un **BSSID (Basic Service Set Identifier)**, un identifiant de 6 octets (48 bits). Dans le mode infrastructure, le BSSID correspond à l'adresse **MAC** du point d'accès. La Figure II-7 présente ce type d'architecture :

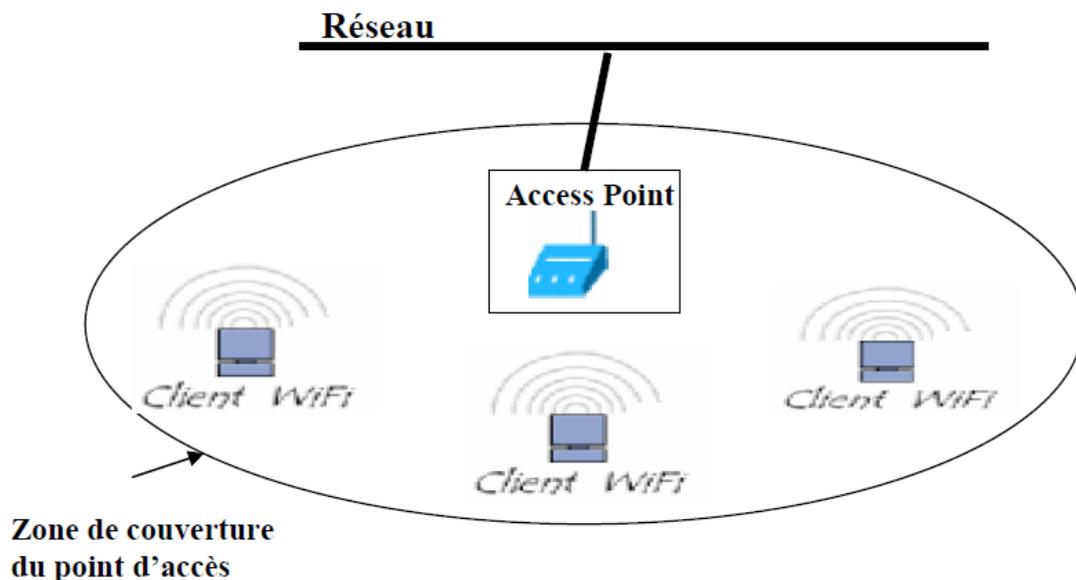


Figure II-7: Fonctionnement d'un BSS.

Il est possible de relier plusieurs points d'accès entre eux (ou plus exactement plusieurs BSS) par une liaison appelée système de distribution (notée **DS** pour **Distribution System**) afin de constituer un ensemble de services étendu (**Extendeds Service Set** ou **ESS**). Le système de distribution (**DS**) peut être aussi bien un réseau filaire : un câble entre deux points d'accès ou bien même un réseau sans fil comme le montre la Figure II-8.

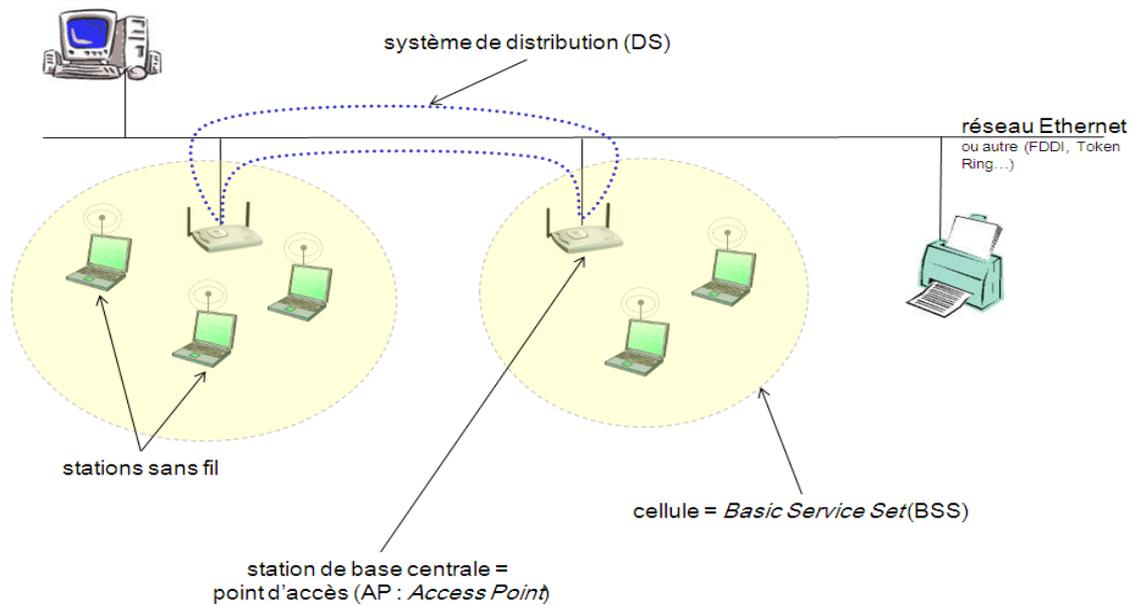


Figure II-8 : Réseau WIFI en mode infrastructure.

Lorsqu'un utilisateur nomade passe d'un BSS à un autre lors de son déplacement au sein de l'ESS, l'adaptateur réseau sans fil de sa machine est capable de changer de point d'accès selon la qualité de réception des signaux provenant des différents points d'accès.

Les points d'accès communiquent entre eux grâce au système de distribution afin d'échanger des informations sur les stations et permettre dans le cas échéant de transmettre les données des stations mobiles. Cette caractéristique permettant aux stations de "passer de façon transparente" d'un point d'accès à un autre est appelé itinérance (en anglais roaming).

Les cellules d'un réseau ESS peuvent être disjointes ou recouvertes. Le recouvrement permet d'avoir un réseau plus dense que dans le cas de cellules disjointes ceci offre à l'utilisateur une possibilité de mobilité sans perte de connexion. Le recouvrement permet aussi de connecter un grand nombre d'utilisateurs puisqu'il permet d'augmenter l'étendue du réseau [24].

II.4.2.2 Mode Ad-hoc

En mode **Ad-hoc** les machines sans fil clientes se connectent les unes aux autres afin de constituer un réseau point à point, c'est à dire un réseau dans lequel chaque machine joue en même temps de rôle de client et le rôle de point d'accès comme illustré dans la Figure II-9.

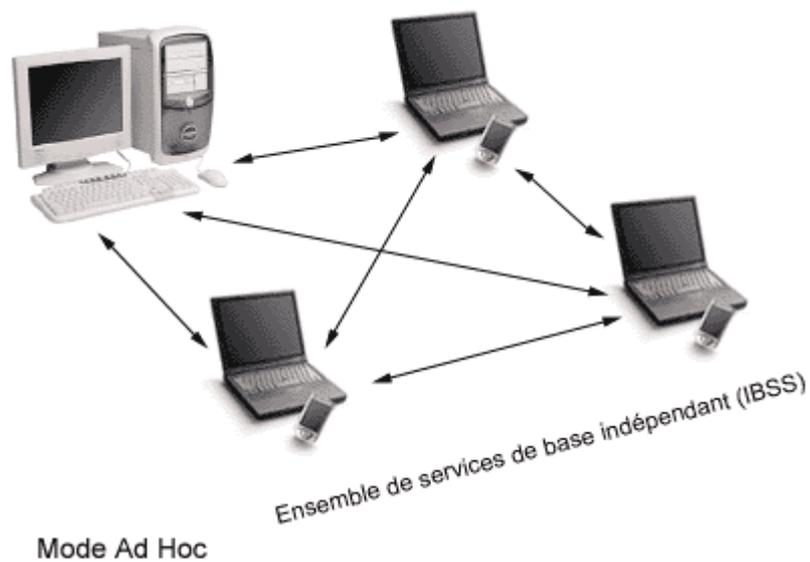


Figure II-9: Réseau WIFI en mode Ad-hoc.

L'ensemble formé par les différentes stations est appelé ensemble de services de base indépendants (en anglais **I**ndependant **B**asic **S**ervice **S**et, abrégé en IBSS).

Un IBSS est ainsi un réseau sans fil constitué au minimum de deux stations et n'utilisant pas de point d'accès. L'IBSS constitue donc un réseau éphémère permettant à des personnes situées dans une même salle d'échanger des données. Il est identifié par un SSID (**S**ervice **S**et **I**dentifiant), comme l'est un ESS en mode infrastructure. La Figure II-10 schématise un exemple d'un IBSS.

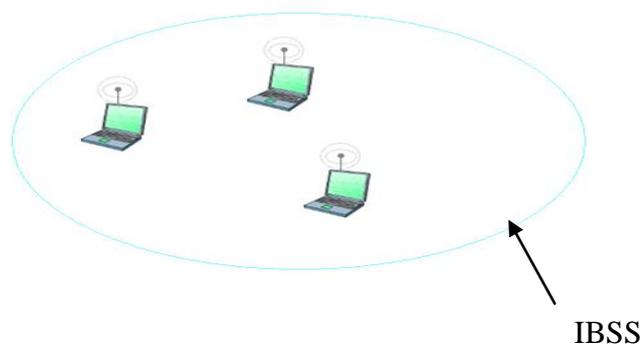


Figure II-10 : Exemple d'un IBSS.

Dans un réseau Ad-hoc, la portée du BSS est déterminée par la portée de chaque station. Cela signifie que si deux des stations du réseau sont hors de portée l'une de l'autre,

elles ne pourront pas communiquer, même si elles "voient" d'autres stations. En effet, contrairement au mode infrastructure, le mode Ad hoc ne propose pas de système de distribution capable de transmettre les trames d'une station à une autre. Ainsi un IBSS est par définition un réseau sans fil restreint [24].

II.5 MÉTHODES D'ACCÈS AU SUPPORT DE LA NORME 802.11

Dans un réseau local Ethernet classique, la méthode d'accès utilisée par les machines est le CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detect), permet de détecter les collisions et traite les collisions qui se produisent lorsque plusieurs stations accèdent au support, pour lequel chaque machine est libre de communiquer à n'importe quel moment. Chaque machine envoyant un message vérifie qu'aucun autre message n'a été envoyé en même temps par une autre machine. Si c'est le cas, les deux machines patientent pendant un temps aléatoire avant de recommencer à émettre.

Donc, le CSMA/CD a été légèrement modifié pour aboutir au CSMA/CA (Carrier Sens Multiple Access/Collision Avoidance), qui a pour but de prévenir au maximum les collisions. Il essaye de réduire le nombre de collisions en évitant qu'elles se produisent, sachant que la plus grande probabilité d'avoir une collision est lors de l'accès au support.

Le CSMA/CA est une technique d'accès aléatoire avec écoute de la porteuse, qui permet d'écouter le support de transmission avant d'émettre. Le CSMA évite ainsi qu'une transmission ne soit faite que lorsque le support est libre. Cela réduit le risque de collision, mais ne permet pas de l'éviter complètement.

L'une des particularités de l'IEEE 802.11 est qu'il définit deux méthodes d'accès fondamentalement différentes au niveau de la couche MAC :

1) La Fonction de Coordination Distribuée (DCF : Distributed Coordination Function):

Cette méthode s'appuie sur le protocole CSMA/CA, cette méthode d'accès, assez similaire à celle d'Ethernet, est dite de contention. Elle est conçue pour supporter les transmissions de données asynchrones tout en permettant à tous les utilisateurs d'accéder au support. Il peut y avoir des collisions;

2) Le Point de Coordination Centralisée (PCF : Point Coordination Function) :

En plus de la fonction de base de coordination distribuée (DCF), il y a la fonction optimale de coordination par point (PCF) qui peut être utilisée pour implémenter des services temps réel, comme la transmission de voix ou de vidéo, Cette méthode par contre, est dite sans contention et ne génère pas de collision du fait que le système de transmission de données est centralisé [25].

II.6 ÉQUIPEMENTS D'UN RÉSEAU WIFI

Un réseau WIFI peut être composé d'un ou plusieurs points d'accès, chacun ayant une ou plusieurs stations connectées. Vu le nombre d'équipement WIFI disponibles et le grand choix de produits proposés, l'interopérabilité des équipements WIFI provenant de fabricants différents est une question cruciale.

II.6.1 LES PRODUITS WIFI

WIFI n'est pas une simple dénomination permettant d'estampiller les produits utilisant le standard IEEE 802.11b. Sous le sigle WIFI, la WECA, un organisme englobant la plupart des équipementiers dans le domaine des réseaux sans fil, certifie les cartes des fabricants mais surtout en garantit l'interopérabilité. Tous les produits candidats au sigle WIFI sont soumis par la WECA à des tests communs vérifiant leur compatibilité mutuelle. Lorsque les tests sont passés avec succès, cela signifie que l'on peut utiliser pour un même réseau WIFI un point d'accès X et un point d'accès Y avec des cartes Z et W [9].

II.6.2 LES CARTES WIFI

L'essence du standard 802.11, et donc de WIFI, étant la mobilité, les cartes WIFI étaient à l'origine davantage destinées aux stations mobiles, telles que les ordinateurs portables, qu'aux stations fixes. Avec le développement du marché WIFI, les cartes sont diversifiées [9].

II.6.2.1 Les cartes pour stations mobiles

Les cartes WIFI les plus couramment utilisées sont les cartes pour stations mobiles. Leur taille est plus ou moins importante selon qu'elles sont destinées à un ordinateur portable ou à un PDA, elles sont peu encombrantes et donc facilement transportables.

Pour les ordinateurs portables, les cartes au format PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association) sont les plus utilisées, tandis que, pour les organiseurs, le format des cartes varie en fonction du type de PDA utilisé [9].

a) Les cartes pour portables

L'interface PCMCIA étant le plus répandue sur les ordinateurs portables de toutes marques, il n'y a rien d'étonnant à ce que les cartes WIFI PCMCIA soient les plus répandues. La carte comporte une partie bombée (à gauche) permettant de loger l'antenne interne. Ce design peut devenir un inconvénient lorsqu'un ordinateur portable possédant deux ports PCMCIA utilise déjà l'un de ces ports pour une autre carte bombée, comme une carte PCMCIA, Ethernet ou USB (Universal Serial Bus). La plupart des cartes ont une antenne interne assez volumineuse, mais pas toutes. Le choix d'une carte peut donc retenir ce critère à la fois pratique et esthétique [16].



La plupart des fabricants d'ordinateurs portables commencent à intégrer une interface WIFI interne (interface mini-PCI : **P**eripheral **C**omponent **I**nterconnect), comme cela a été le cas pour l'interface Ethernet il y a quelques années. Il n'y aura donc probablement plus besoin de cartes PCMCIA dans les années à venir.

b) Les cartes pour PDA

Avec l'avènement des organisateurs de poche, ou PDA, tels les Palm, Visor et Pocket PC, de nombreux modules WIFI, hélas généralement incompatibles entre eux, sont disponibles.



Figure II-12 : Carte WIFI au format Compact Flash.

L'utilisation d'une carte PCMCIA ou Compact Flash WIFI pour Pocket PC demande généralement l'ajout d'un adaptateur. Les PDA les plus récents possèdent toutefois un slot Compact Flash intégré, voire un slot SD Card (**S**ecure **D**igital), qui commence à devenir un standard pour tout ce qui concerne le stockage mémoire et l'interfaçage. L'avantage de la SD Card vient de sa taille beaucoup plus petite qu'une carte Compact Flash.

A l'avenir, la plupart des PDA seront, comme les portables, équipés en interne de cartes WIFI comme elles le sont déjà de puces Bluetooth [16].

II.6.2.2 Les cartes pour stations fixes

Pour les stations fixes de type ordinateur de bureau, différents modèles de cartes sont disponibles. D'origine, une machine fixe ne possède pas d'interface PCMCIA, à la différence d'une station portable, mais seulement des ports USB ou PCI, voire ISA (**I**nternational **S**ociety of **A**utomation) pour les machines relativement anciennes. Ce sont donc ces types de ports qu'utilisent les cartes WIFI pour les stations fixes.

a) Les cartes adaptatrices PCMCIA

Les cartes adaptatrices PCMCIA, avec une interface PCI ou ISA pour l'insertion de la carte, sont les plus utilisées. Le principal avantage de cette solution est qu'elle permet d'utiliser les mêmes cartes WIFI PCMCIA sur la station fixe et sur un ordinateur portable. Il est donc possible de retirer la carte PCMCIA de son berceau et de l'emmener en déplacement avec son portable.

b) Les interfaces USB

Comme chaque ordinateur possède maintenant au moins une interface USB, de nombreux produits sont proposés avec ce type d'interface WIFI USB comme illustré dans la Figure II-13.



Figure II-13: Cartes WIFI USB.

c) Les cartes PCI

Outre ces deux types de cartes, il existe des cartes WIFI PCI, mais leur intérêt reste plus limité du fait qu'elles ne peuvent être utilisées que par une station fixe, contrairement aux deux autres cartes, qui peuvent servir aussi bien aux ordinateurs fixes qu'aux portables [9],[16].



Figure II-14: Cartes WIFI PCI.

II.6.3 les points d'accès WIFI

Contrairement aux cartes WIFI, les points d'accès ne sont pas proposés dans des formats différents. Le choix d'un point d'accès se fait donc en fonction des fonctionnalités qu'il propose.

Le point d'accès est un des éléments essentiels de l'architecture WIFI. Ceux sont eux qui permettent à des clients WIFI de communiquer entre eux. Ils peuvent en outre être reliés à un réseau filaire tel qu'un réseau local. Si en plus ils permettent de gérer ce réseau filaire, alors ce sont des routeurs.

Les points d'accès sont caractérisés par le fait qu'il ne nécessite pas un ordinateur pour fonctionner. Ils sont totalement autonomes. Leur configuration se fait via un ordinateur relié au réseau sur lequel se trouve le point d'accès. Bien entendu il peut être directement relié à l'ordinateur par un câble, mais cela n'est pas nécessaire.

Les points d'accès proposés actuellement sur le marché sont plus ou moins complexes. On trouve des points d'accès simples et d'autres intégrant un modem ADSL (**A**symmetric **D**igital **S**ubscriber **L**ine) dans le cadre de routeurs, ainsi que d'autres options, notamment un firewall pour se protéger des attaques extérieures, un serveur DHCP (**D**ynamic **H**ost **C**onfiguration **P**rotocol) . . .



Figure II-15: Exemples de point d'accès et de routeur.

Certaines sociétés proposent des points d'accès dits logiciels. Ces derniers ne sont rien d'autre que des stations, généralement des ordinateurs fixes, équipées de cartes WIFI dans lesquelles un logiciel est installé pour transformer la station en point d'accès.

Des logiciels libres, comme Host AP, permettent de configurer une station WIFI en point d'accès WIFI [9].

II.6.4 LES ANTENNES

En pratique, chaque carte WIFI est équipée d'une antenne interne, qui ne peut être mobile que si la station elle-même est mobile. Si une station se trouve cachée par un obstacle tel que mur, meuble, personne,etc, ou qu'elle soit assez éloignée du point d'accès, il se peut qu'elle ne puisse accéder au réseau. La Figure II-16 illustre la zone d'émission de l'antenne d'une carte WIFI sous forme PCMCIA.

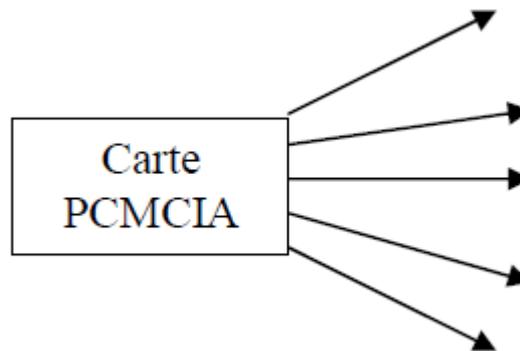


Figure II-16 : Zone d'émission de l'antenne d'une carte PCMCIA.

Cette zone ne permet pas à la carte de recevoir des informations de toutes parts, sur 360°. En effet, WIFI permet de récupérer les transmissions issues des réflexions des ondes radio dans l'environnement. Suivant l'environnement, ces réflexions peuvent être plus ou moins fortes, mais cela permet à certaines stations de fonctionner malgré leurs contraintes spatiales [17].

Dans le cas où la carte ne fonctionne pas très bien voire pas du tout, l'ajout d'une antenne est indispensable comme illustré dans la Figure II-17.



Figure II-17 : Carte WIFI connectée à une antenne.

II.7 CONCLUSION

Lors du déploiement d'un réseau sans fil, le WIFI (802.11) semble être la solution répondant au mieux aux besoins des réseaux locaux sans fil grâce à l'avantage qu'elle procure, qui est son interopérabilité avec les réseaux de type Ethernet. En effet, seules les deux premières couches du modèle OSI sont définies par le WIFI. Cette technologie, est fréquemment utilisée dans les entreprises désirant accueillir des utilisateurs mobiles ou souhaitant une alternative au réseau filaire tout en conservant des performances quasi identiques. Mais la sécurité dans ce domaine reste un sujet très délicat, car depuis l'utilisation de ce type de réseaux plusieurs failles ont été détectées.

CHAPITRE III

DIMENSIONNEMENT ET

APPLICATION D'UN RESEAU

D'ACCES WIFI

II.1 INTRODUCTION

L'étape de dimensionnement des équipements d'un réseau wifi est très importante. Elle permet de déterminer le volume des équipements tel que le nombre des points d'accès et le nombre des Switch, Le concepteur de réseau ou l'ingénieur en télécommunication qui souhaite dimensionner un réseau wifi s'intéresse principalement aux paramètres suivants : la puissance d'émission et la bande passante offerte du réseau, pour fournir aux utilisateurs une bonne qualité de service, ainsi le déploiement du réseau avec un cout d'investissement minimum en tenant compte de la fiabilité du système.

Après mettre tout les dispositifs nécessaires pour un bon dimensionnement d'un réseau WIFI, et après avoir sus comment déterminer un réseau optimal, on a besoin de réaliser une interface de calcul permet de résumer les opérations les plus usuelles lors de l'usage des différentes applications et utilitaires.

Au cours de ce chapitre on va étudier les différents processus de dimensionnement d'un réseau wifi, En suite, on va présenter un outil informatique de dimensionnement et leur différente interfaces.

III.2 DIMENSIONNEMENT

III.2.1 PROBLÉMATIQUE DE DIMENSIONNEMENT D'UN RÉSEAU WIFI

Avant de commencer a travailler sur un réseau WIFI, il faut savoir analyser chaque donnée qui nous aide a dimensionné notre réseau en étudiant les point suivant :

- Le lieu ou la zone précise à couvrir qui change d'un milieu à un autre ;
- Le nombre et le type d'utilisateur ;
- Les raisons d'avoir le WIFI qui nous permet de cadrer les différents services offerts ;
- Les équipements utilisés qui nous permettent de réaliser notre réseau sans fil.

III.2.1.1 MISE EN PLACE D'UN RÉSEAU WIFI

La mise en place d'un réseau WIFI nécessite dans chaque pays une autorisation auprès d'une agence de régulation de fréquence, en Algérie l'autorité chargée de veiller au respect de la réglementation concernant l'utilisation des fréquences est l'agence de **Régulation Télécommunications (ARPT)**. Actuellement, les normes retenues par cette agence sont celles utilisées en Europe [24].

Nous nous sommes particulièrement intéressés à l'implémentation d'un réseau Wifi basé sur la norme IEEE 802.11 (compatible avec la norme IEEE 802.11b et avec un débit plus élevé) qui se déroulent en plusieurs étapes :

III.2.1.2 AFFECTATION DES CANAUX

La communication entre les différentes stations ou entre les stations et un point d'accès s'effectue par le biais d'un canal de transmission unique, configuré au niveau du point d'accès. L'affectation d'un canal de transmission ne pose pas réellement de problème lorsque la zone à couvrir est peu importante et que le réseau n'est équipé que d'un seul point d'accès ou qu'il est composé d'un nombre important de points d'accès dont les zones de couverture ne se recouvrent pas. En revanche, lorsque l'on veut couvrir un environnement assez vaste, il faut disposer de plusieurs points d'accès, il est également nécessaire d'affecter à chaque point d'accès, un canal de transmission différent.

La bande ISM correspond à trois sous bandes (902-928 MHz, 2.400-2.4835 GHz, 5.725-5.850 GHz) seule la bande de 2.400-2.4835 GHz, est utilisée par la norme 802.11.

La bande de fréquence 2.400-2.4835 GHz (d'une largeur de 83.5 MHz) a été découpée en 14 canaux de 22 MHz de largeur sont définis, également numérotés à partir de 2 400 MHz. Leurs centres ne sont espacés que de 5 MHz de sorte qu'ils se superposent en partie. [31]

Canal	Fréquence basse	Centre	Fréquence haute
1	2.401	2.412	2.423
2	2.406	2.417	2.428
3	2.411	2.422	2.433
4	2.416	2.427	2.438
5	2.421	2.432	2.443
6	2.426	2.437	2.448
7	2.431	2.442	2.453
8	2.436	2.447	2.458
9	2.441	2.452	2.463
10	2.446	2.457	2.468
11	2.451	2.462	2.473
12	2.456	2.467	2.478
13	2.461	2.472	2.483
14	2.473	2.484	2.495

Tableaux III-1 : les quatorze canaux de la bande ISM (2.4GHz). [31]

Ceci permet de choisir avec une certaine souplesse la bande de fréquence que l'on préfère utiliser, mais si l'on a deux réseaux au même endroit et qu'ils utilisent des canaux voisins, on aura beaucoup d'interférences. Pour éviter les interférences, on recommande un espace de cinq canaux au moins, donc on ne peut utiliser que trois canaux simultanément au même endroit. En conséquence, on utilise habituellement les canaux 1, 6 et 11 qui sont suffisamment espacés pour éviter toute interférence et sont autorisés presque partout dans le monde. [31]

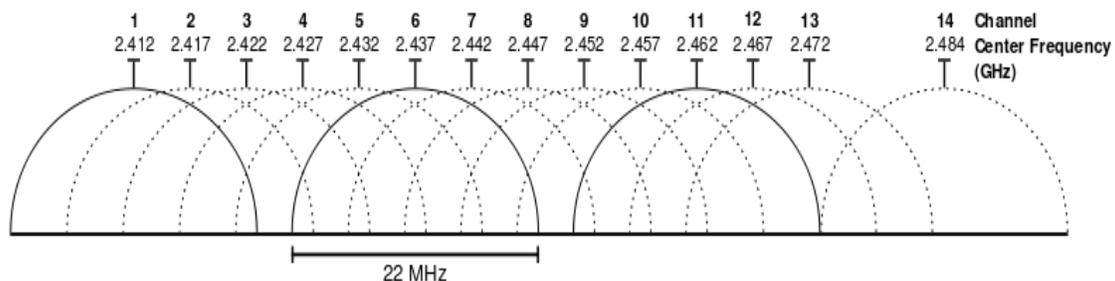


Figure III-1 : Représentation graphique des canaux wifi dans la bande ISM (2,4 GHz).

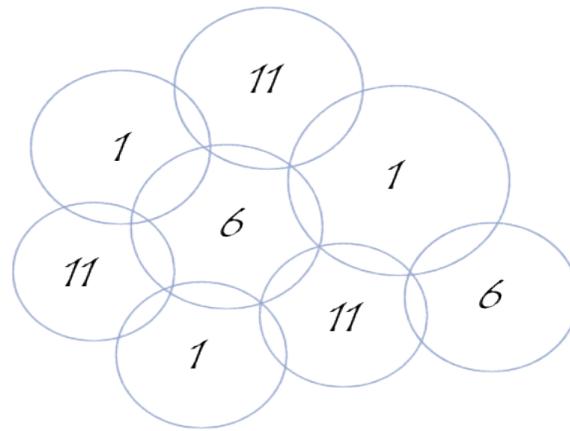


Figure III-2 : Affectation de canaux dans la bande ISM (2.4 GHz).

D'après la Figure III-3 il est possible d'utiliser quatre canaux disjoints mais sans aucune séparation, par exemple les canaux 1, 5, 9 et 13. Cette configuration n'engendre que de légères interférences [28].

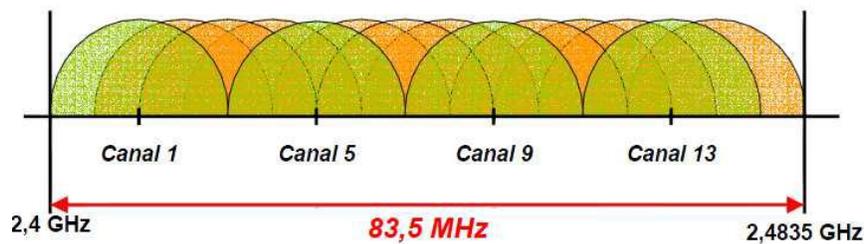


Figure III-3 : Affectation de 4 canaux dans la bande ISM.

III.2.1.3 LE CHOIX DE LA TOPOLOGIE

Dans le mode infrastructure, Il existe plusieurs topologies qui dépendent des caractéristiques de la zone à couvrir, du nombre d'utilisateurs, des besoins de mobilité, du choix des canaux et du trafic. En fonction de ces critères, on opte pour l'une des topologies suivantes :

III .2.1.3.1 Topologie à cellules disjointes

Cette topologie, illustrée dans Figure III-4 se justifie en cas de faible nombre de canaux disponibles ou si l'on souhaite éviter toute interférence. Il est toutefois difficile de discerner si les cellules sont réellement disjointes, sauf lorsqu'elles sont relativement éloignées. Dans ce type d'architecture, la mobilité n'est pas possible.

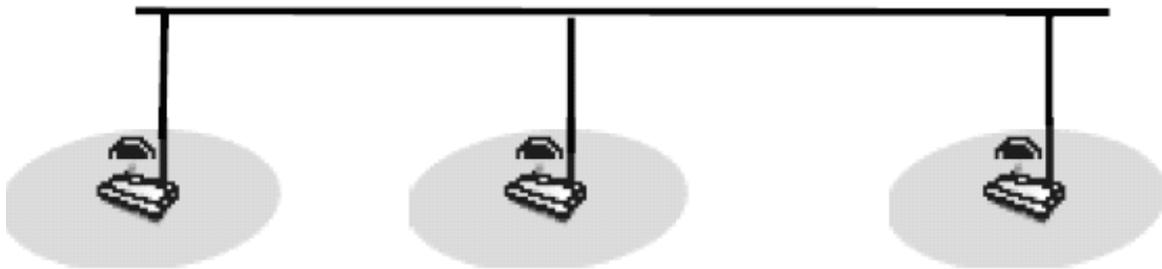


Figure III-4 : Topologie à cellule disjointes.

III .2.1.3.2 Topologie à cellules partiellement recouvertes

Cette topologie, permet d'offrir un service de mobilité continue aux utilisateurs du réseau, tout en exploitant au maximum l'espace disponible. Cependant, elle exige en contrepartie une bonne affectation des canaux afin d'éviter les interférences dans les zones de recouvrement. Cette topologie est à privilégier en cas de déploiement d'une solution de téléphonie IP WIFI.

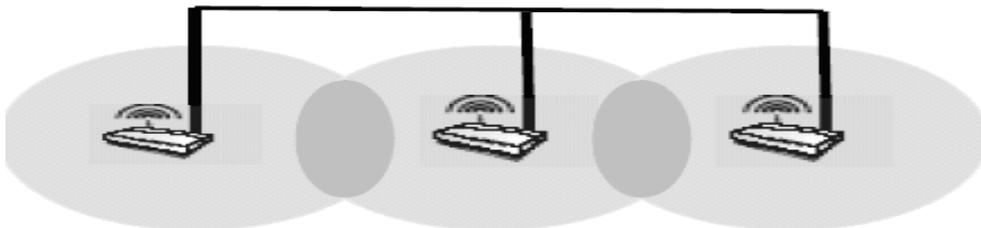


Figure III-5 : Topologie à cellule partiellement recouvertes.

III .2.1.3.3 Topologie à cellules recouvertes

Dans cette topologie, une bonne configuration des canaux est également nécessaire afin d'éviter les interférences. Elle permet, dans un espace restreint pratiquement à une cellule, de fournir la connectivité sans fil à un nombre important d'utilisateurs. C'est pourquoi elle est utilisée dans les salles de réunion ou lors des grandes conférences dans le but de fournir un accès sans fil fiable à tous les participants [29].

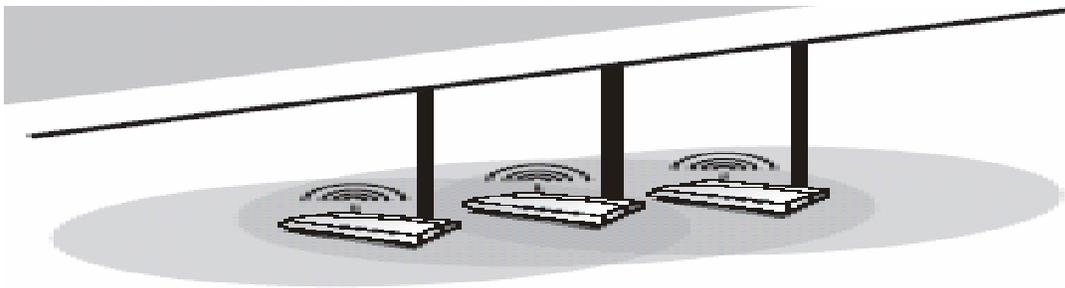


Figure III-6 : Topologie à cellules recouvertes.

III .2.1.4 ZONE DE COUVERTURE

La zone de couverture d'un réseau WIFI varie selon l'environnement dans lequel ce dernier est placé. Dans un milieu fermé, tel que l'intérieur d'un bâtiment, les murs, les meubles, cage d'ascenseurs, porte où même personne sont autant d'obstacle à la transmission des ondes.

En milieu extérieur, le premier facteur limitant est la puissance du signal émis. Plus ce dernier est faible, plus la zone de couverture est restreinte. Le deuxième facteur de limitation est la qualité du signal radio, qui diminue chaque fois que le signal rencontre des obstacles ou des interférences dans le réseau.

Un autre facteur limitant cette zone est le débit du réseau. Un réseau ayant un débit de 11Mb/s à une zone de couverture plus petite qu'un réseau dont le débit est de 1, 2 ou 5Mb/s. Plus le débit est important, plus la zone de couverture est restreinte.

III 2.1.4.1 En milieu intérieur

Si, compte tenu de la réglementation en vigueur, la mise en place du réseau WIFI se fait surtout en milieu intérieur, il n'en reste pas moins que ce milieu est loin d'être favorable à l'implantation de tel réseau. En effet, la zone de couverture d'un réseau WIFI en milieu fermé dépend, comme expliqué précédemment, de l'endroit dans lequel on se trouve, de l'architecture du bâtiment, de la composition des murs, des équipements utilisant la même bande, ainsi que la puissance du signal.

Vitesse (en Mbit/s)	Portée à l'intérieur (en mètre)
11	15
5.5	20
2	25
1	30

Tableau III-2 : Portée d'un réseau Wi-Fi 802.11b a l'intérieur d'un bâtiment [33]

III 2.1.4.2 En milieu extérieur

Comme le montre le Tableau III-3, la portée d'un réseau WIFI est bien supérieure en milieu extérieur des bâtiments. Ce la vient de fait qu'il y a moins d'obstacles et que l'air favorise la transmission des ondes radio.

Vitesse (en Mbit/s)	Portée à l'extérieur (en mètre)
11	50
5.5	100
2	150
1	200

Tableau III-3 : Portée d'un réseau Wi-Fi 802.11b a l'extérieur [33]

Le Tableau III-4 présente les matières existantes dans les différents milieux définis sur le tableau ci-dessus, et qui nous montre dans l'ordre décroissant, le degré d'affaiblissement des ondes radio par rapport à chaque obstacle [18].

Matériaux	Affaiblissement	Exemples
Air	Aucun	Espace ouvert, cour inférieure
Bois	Faible	Porte, plancher, cloison
Plastique		Faible cloison
Verre		Vitres non teintées
Verre teinté	Moyen	Vitres teintées
Eau		Aquarium....
Briques		Murs
Plâtre		Cloisons
Céramique	Elevé	Carrelage
Papier		Rouleaux
Béton		Murs porteurs, étages, piliers
Verre Blindé		Vitres pare-balles
Métal		Béton armé, miroirs, armoire métallique...

Tableau III-4 : Atténuation du signal causée par différents matériaux.

III .2.1.5 LES INTERFÉRANCES

Le support de transmission de WI-FI est la bande ISM. Cette bande sans licence peut être soumise à des interférences.

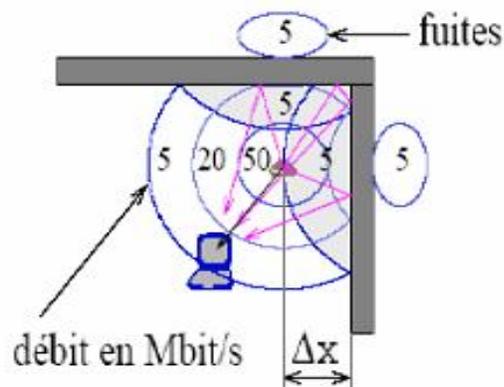
III .2.1.5.1 Les interférences entraînent :

- une diminution de la portée des connexions sans fil entre les appareils ;
- une diminution du débit de données sur un réseau Wi-Fi ;
- des déconnexions intermittentes ou permanentes ;
- des problèmes de détection durant la phase de connexion au point d'accès. [32]

III .2.1.5.2 Sources d'interférence :

- Fours à micro-ondes : l'utilisation d'un four à micro-ondes à proximité de votre ordinateur, borne d'accès Wi-Fi peut provoquer des interférences.
- Perte RF de service direct par satellite (DSS) : le câble coaxial et les connecteurs fournis avec certains types de paraboles satellite peuvent provoquer des interférences.
- Certains équipements électriques tels que les lignes haute tension, les voies de chemin de fer électrifiées et les centrales électriques.
- Téléphones 2,4 GHz: l'utilisation d'un téléphone sans fil qui fonctionne sur cette plage peut provoquer des interférences avec les réseaux ou périphériques sans fil.
- Émetteurs vidéo (émetteurs/récepteurs) fonctionnant sur la bande de fréquences des 2,4 GHz.
- Haut-parleurs sans fil fonctionnant sur la bande de fréquences des 2,4 ou des 5 GHz.
- Certains moniteurs externes et écrans LCD : certains écrans peuvent émettre des interférences harmoniques, en particulier sur la bande de fréquences des 2,4 GHz, entre les canaux 11 et 14.
- Tout autre appareil sans fil fonctionnant sur la bande de fréquences des 2,4 GHz (fours à micro-ondes, caméras, interphones pour bébés, appareils sans fil des voisins, etc.). [32]

INTERFERENCES



La Figure III-7 : Exemple d'interférence entre deux obstacles.

D'après la Figure III-7 on voit que plus la distance à un obstacle est grande plus ou moins la transparence est petite, et plus l'interférence est grande plus la zone de diffraction est grande et difforme [18].

III.2.1.5 .3 Combattre les interférences

Contrairement aux réseaux filaires, les réseaux sans fil requièrent des précautions supplémentaires pour assurer la meilleure propagation possible des ondes. Le WIFI est une technologie basée sur des spécifications qui englobent divers protocoles spécialisés dans les communications et le transport des données par l'air. Des technologies de transfert comme DSSS ou FHSS sont là pour corriger certains problèmes d'interférences, mais elles ne vous dispensent pas de prendre quelques précautions.

L'accès au réseau sans fil se fait par le protocole CSMA quand une interface du réseau veut émettre, elle écoute le support de transmission et si celui-ci est libre, alors elle émet. Les interférences diffusées sur les canaux écoutés provoquent une attente de la part de l'interface qui veut émettre, ce qui ralentit le réseau même si l'indicateur de débit est au maximum. Il vous est donc fortement conseillé de réduire, voire d'éliminer, toutes les sources possibles d'interférences. En premier lieu les appareils Bluetooth qui opèrent dans la bande de fréquence de 2,4 GHz ainsi que les fours à micro-ondes. Assurez-vous que votre téléphone sans fil résidentiel ne squatte pas les fréquences utilisées. Les obstacles sont également une source d'interférences et d'affaiblissement du signal. Il ne s'agit pas seulement d'obstacles visibles tels que les murs - surtout ceux en béton et les arbres qui affaiblissent le signal, mais aussi d'obstacles non visibles tout aussi perturbateurs, le champ magnétique d'une télévision par exemple [29].

III.2.2 PROCESSUS DE DIMENSIONNEMENT ET D'UN RÉSEAU WIFI

A partir des caractéristiques des points d'accès, antennes et le nombre d'utilisateurs, en ajoutant les différentes estimations des obstacles et des différents services offerts, le processus de dimensionnement d'un réseau WIFI peut déterminer les résultats suivants :

- Le rayon des cellules ;
- Le débit offert dans le réseau ;
- Nombre de points d'accès;
- Les Canaux radio à affecter;
- Le nombre de Switchs.

la distribution des abonnés dans un réseau WIFI varie d'une zone à une autre, le nombre de point d'accès dans une cellule WIFI varie d'une cellule à une autre en fonction de la bande passante qu'il faut offrir aux abonnés selon les services demandés.

Le processus de dimensionnement d'un réseau WIFI se réalise en plusieurs étapes :

III.2.2.1 PRÉVISION DE COUVERTURE

III.2.2.1.1 Théorie de portée radio

Les ondes radio sont transportées dans l'air et subissent des pertes en intensité importantes le long de leur trajet. La connaissance des caractéristiques de la paire d'appareils WIFI utilisés pour la liaison vont permettre de calculer la distance théorique de ce lien, en espace libre sans obstacle. C'est-à-dire les éléments utiles sont la puissance du signal émis et la sensibilité du récepteur. La Figure III-8 représente les connexions d'un réseau sans fil WIFI entre deux points d'accès.

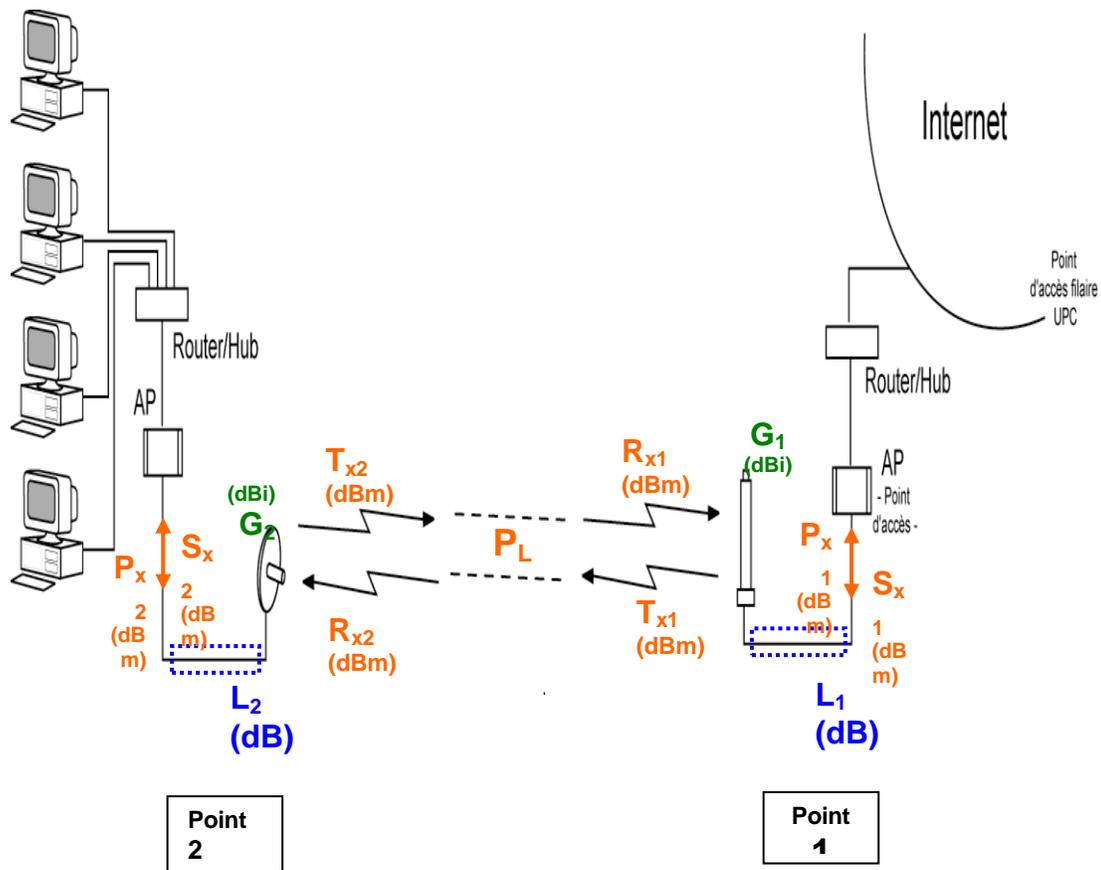


Figure III-8 : Connexions d'un réseau sans fil WIFI entre deux points d'accès

a) Puissance émise

La puissance du signal émis est appelée **Puissance Isotrope Rayonnée Equivalente (PIRE)** elle est notée Tx sur le schéma. Elle dépend de la chaîne appareil-câble-antenne. L'appareil émetteur (le point d'accès AP) émet le signal avec une certaine puissance notée Px, le câble reliant l'appareil à l'antenne engendre une perte de puissance notée L, et l'antenne fournit elle aussi une puissance supplémentaire notée G.

En exprimant ces puissances en déciBel (dB), la PIRE s'obtient par simple addition :

$$\text{PIRE} = \text{Puissance AP} + \text{Pertes câble} + \text{Puissance antenne} \dots\dots\dots \text{(III-1)}$$

Soit : $T_x = P_x + L + G$ (III-2)

Le déciBel est une unité exprimant un rapport, autrement dit un gain pour des puissances, le calcul est le suivant

$$dB = 10 * \log (P1 / P2) \dots\dots\dots (III-3)$$

Pour l'appareil émetteur, il s'agit de décibel par rapport au milli Watt (dbm) : dans la formule précédente, $p_2=1mw$, et P_1 est la puissance d'émission en Watt de l'appareil. Pour l'antenne, il s'agit de décibel par rapport à un isotrope dBi. L'isotrope est une antenne théorique parfaite qui émet de façon homogène dans toutes les directions. Le dBi est donc le gain de l'antenne par rapport à un isotrope qui émet la même quantité d'énergie.

Les pertes câbles sont exprimées en déciBel par mètre (dB/m), donc les pertes totales dues à ses câbles sont calculées ainsi.

$$\text{Pertes câble} = \text{longueur câble} * \text{perte par mètre} \dots\dots\dots (III-4)$$

b) Sensibilité de réception

Pour que le signal reçu soit intelligible pour le récepteur, il faut que celui-ci ait une sensibilité suffisante. Là encore, c'est l'ensemble appareil-câble-antenne qu'il faut prendre en compte la sensibilité effective R_x est une addition de la sensibilité de l'appareil S_x (une autre caractéristique avec la puissance) et du gain de l'antenne G , auquel on retranche les pertes câble. Le gain de l'antenne et les pertes câble sont ceux utilisés dans les calculs de puissance précédents.

$$S_x = R_x - L - G \dots\dots\dots (III-5)$$

La puissance effective du signal reçue doit être supérieure à la sensibilité de l'ensemble, faute de quoi le signal ne pourra pas être utilisé.

c) Affaiblissement maximum tolérable (PL)

➤ **Cas de l'espace libre**

La différence entre la puissance de l'émetteur et la sensibilité du récepteur donne

l'affaiblissement maximum qu'on peut tolérer.

Comme il y a 2 points qui sont à la fois émetteur et récepteur, on fait ce calcul pour les 2 cas, et on prend le plus petit des deux. En prend une marge de 10 dB (cela équivaut à un facteur 10), qu'on retranche de l'affaiblissement maximum tolérable, et on obtient l'affaiblissement en ligne PL.

➤ **Formule de Friis**

Pour calculer la distance correspondante à cet affaiblissement, on utilise la forme suivante de la formule de Friis :

$$D = 10^{((-40,4 + PL) / 20)} \dots\dots\dots (III-6)$$

➤ **Cas d'un environnement de propagation autre que l'espace**

En réalité il faut prendre en consécration les propriétés de milieux de propagation car ils représentent des obstacles pour la transmission radio en introduisant des affaiblissements supplémentaires. Parmi ces obstacles on peut citer : Les murs de briques à simple ou à double cloison, Les vitres en verres, Pertes dues au corps humain, les rideaux d'arbres, l'eau, l'humidité, etc.

Pour déterminer l'affaiblissement dû à chaque obstacle se trouvant dans le milieu de propagation, nous estimons le nombre en unité, pour l'obstacle consterné, que l'onde radio le traverse au cours de sa propagation [18].

Alors pour un obstacle donné, l'affaiblissement qui le produit est donné par :

$$pl_obstacle_i = \alpha_i * pli \dots\dots\dots (III-7)$$

- α_i : nombre entier de l'obstacle i que l'onde le traverse au court de son propagation ;
- pli : Affaiblissement produit par une unité de l'obstacle i ;
- pl obstacle_i : Affaiblissement total produit par l'obstacle i.

On peut déterminer alors les pertes totales de telle sorte qu'on prend en considération toutes ces pertes supplémentaires. On trouve alors :

$$pl_tolérable = pl\ tolérable_espace\ libre - \sum_i pl_obstacle_i \dots\dots\dots (III-8)$$

- Pl tolérable : Affaiblissement tolérable dans le milieu de propagation ;
- Pl tolérable _ espace _ libre : Affaiblissement tolérable dans l'espace libre ;
- Pl_ obstacle _i : Affaiblissement total introduit par l'élément i.

Nous obtenons l'expression suivante qui exprime la distance entre l'émetteur et le récepteur en fonction de l'affaiblissement qu'on peut le tolérer [18] :

$$d = 10^{(-40.4 \text{ pl_ tolérable } / 20)} \dots\dots\dots \text{(III-9)}$$

III.2.2.1.2 Bilan de la liaison

Il est conseillé de prendre en compte, lors de calcul de la distance qui correspond à un affaiblissement tolérable, les seuils de réceptions qui correspondent à un débit maximum Offert.

C'est pour cela, dans ce qui suit on considère que la distance d correspond bien à la distance calculée à un débit max. D'autres éléments interviennent dans la propagation des ondes sur des distances importantes, notamment lorsque l'espace n'est pas totalement dégagé.

- La diffraction des ondes ;
- La polarisation ;
- Les réflexions d'ondes et l'étalement dans le temps.

La diffraction permet à une partie de l'énergie d'une onde de passer outre un obstacle, plus la fréquence est haute plus la perte d'énergie va néanmoins être grande.

Le Tableau III-3 illustre un bilan de calcul des paramètres nécessaires pour la configuration d'un réseau WIFI.

		Point 1 <i>réf : AP Trendnet TEW 21</i>	Point 2 <i>réf : Cisco PCI 352</i>	Unités
Point d'accès	P_x puissance d'émission	13	14,77	DBm
		19,95	29,99	Mw
	S_x min - 11Mbps seuil de réception	-79	-85	DBm
		12.59	3.16	picoW (10 ⁻¹² W)
	S_x max - 1Mbps seuil de réception	-89	-94	dBm
		1.26	0.40	picoW (10 ⁻¹² W)
Antenne câble	-L pertes câble	-3	-1	dB
	G gain d'antenne	7	6	dBi

$T_{xi}=P_{xi}+L_i+G_i$	T_x puissance émise	17	19,77	dBm
	effective	50,12	94,84	mW
$R_{xi}=S_{xi}-L_i-G_i$	R_x min sensibilité effective	-83	-90	dBm
	max	5,01	1,00	picoW (10 ⁻¹² W)
	R_x max sensibilité effective	-93	-99	dBm
	max	0,50	0,13	picoW (10 ⁻¹² W)

$P_{L1} = -T_{x2} + R_{x1}$ $P_{L2} = -T_{x1} + R_{x2}$	$-P_L$ min <i>affaiblissement en ligne max possible</i>	-102,77	-107	<i>dB</i>
	$-P_L$ max <i>affaiblissement en ligne max possible</i>	-112,77	-116,00	
	Marge	10		
$P_L = \max(P_{L1}, P_{L2})$ +marge	$-P_L$ min <i>affaiblissement en ligne déterminant</i>	-92,77		
	$-P_L$ max <i>affaiblissement en ligne déterminant</i>	-102,77		
$Dist = 10^{(-40,4 - PL)/20}$ Formule de Friis	Distance min 11Mbps	0,415		

Tableau III-5 : Un bilan de liaison entre deux points d'accès.

La différence de temps de propagation (appelées délai de propagation) entre deux signaux ayant emprunté des chemins différents peut provoquer des interférences au niveau du récepteur car les données reçues se chevauchent [6].

Pour remédier à ce problème certains points d'accès embarquent deux récepteurs possédant chacun une antenne. Ainsi, si grâce à l'utilisation simultanée de deux récepteurs, le point d'accès est capable de distinguer deux signaux provenant de la même station.

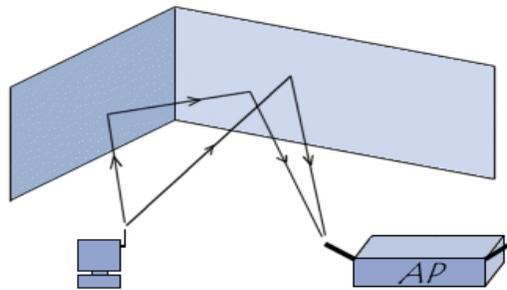


Figure III-9 : La différence des temps de propagation entre les signaux. [27]

III.2.2.2 PREVISION DE TRAFIC

III.2.2.2.1 Nombre d'utilisateurs

Il est important d'évaluer le nombre de stations mobiles pouvant être gérées par un seul point d'accès afin de déterminer le nombre de points d'accès pour une même zone à couvrir. Les stations mobiles peuvent évaluer la distance qui les sépare du point d'accès grâce au niveau du signal reçu.

III.2.2.2.2 Nature des applications et du trafic

Le type d'application (données, voix, vidéo) détermine la nature du trafic que le réseau doit écouler. Ainsi, on s'assure que les performances du réseau répondent aux besoins des utilisateurs. Par exemple, on peut être amené à ajouter un nouveau point d'accès ou un autre adaptateur IEEE 802.11 au point d'accès déjà existant de façon à offrir davantage de bande passante et assurer de meilleurs délais d'accès aux utilisateurs sur le point d'accès concerné.

III.2.2.2.3 Propagation

Des mesures de propagation permettent de déterminer les positionnements possibles des points d'accès sachant que ces derniers doivent être à portée radio. La portée radio est déterminée par le bilan de liaison de tous les points de la zone que l'on souhaite couvrir. Ces mesures sont faites à l'aide d'un ordinateur portable doté d'un adaptateur WIFI. Une fois le point d'accès positionné, on mesure avec le portable la qualité du signal reçu du point d'accès.

Pour cela, on utilise le logiciel de mesure de la qualité de liaison radio, généralement fourni avec le pilote et l'utilitaire de configuration. D'autres logiciels tels que le NetStumbler qui est un logiciel libre permettent d'effectuer ces mesures [25].

III.2.2.2.4 Capacité de système

Le choix du débit est important car il influe directement sur le coût. Il ne faut pas donc surévaluer le débit par rapport à nos besoins, afin d'éviter de payer un coût surtout inutile. Il ne faut pas non plus le sous-évaluer, car les abonnés exigent des qualités bien définies.

a) Estimation de débit crête par application

Pour déterminer la capacité totale du système, on doit disposer d'une estimation du débit maximal individuel pour chaque service offert comme expliqué dans le Tableau III-4.

Services offerts	Bande passante (Kbits/s)
We Browsing	256
E-mails	14
FTP	1000
VPN	2000
Vidéo conférence	384
VoD	1800

Tableau III-6: Exemple d'estimation des débits crête par application.

b) Calcul de la bande passante totale

Avant de calculer la bande passante total, on va introduire la notion de taux de simultanéité qui est définit par le rapport du nombre d'abonnés qui pénètrent simultanément dans le réseau et le nombre total des abonnés présent dans le réseau.

Vu que la densité d'abonnés varie d'une cellule à une autre, on calcule la bande passante pour chaque cellule de réseau.

En se basant sur le nombre d'abonnés dans une cellule bien déterminée de réseau et les services qu'elle doit offrir aux abonnés, il est possible de calculer la bande passante totale dans la cellule selon l'équation :

$$B = \sum_j n_j \tau_j c_j \dots \dots \dots \text{(III-9)}$$

- **B** : bande passante utile dans une cellule ;
- **n_j** : nombre d'abonnés servis par le service j ;
- **c_j** : bande passante par abonnés pour le service j ;

➤ τ_j : taux de simultanéité pour la catégorie d'abonnés servis par le service.

III.2.3 DIMENSIONNEMENT D'UN RÉSEAU WIFI

III.2.3.1 DIMENSIONNEMENT DES CELLULES WIFI

Lors de ce paragraphe, nous allons présenter les différentes étapes de dimensionnement d'une cellule WIFI. On montrera comment calculer le rayon et le nombre des cellules dans la zone à couvrir en partant de la théorie de calcul radio.

III.2.3.1.1 Rayon et surface des cellules

Etant donné les caractéristiques des équipements WIFI et par la théorie radio, nous déterminons la distance qui correspond à un affaiblissement qu'on peut tolérer entre deux antennes jouant le rôle d'un émetteur /récepteur .Dans cette étude, cette distance correspond à la distance maximal qui peut exister entre un point d'accès et un terminal WIFI.

Le rayon de la cellule WIFI est déterminé par la relation précédente de la distance entre l'émetteur et le récepteur en fonction de l'affaiblissement qu'on peut le tolérer ce qui implique que :

$$R = 10^{(-40.4pl_{\text{tolérable}}/20)} \dots\dots\dots (III-10)$$

III.2.3.1.2 Nombre de cellules dans la zone à couvrir

Etant donné la surface de la zone à couvrir et le rayon d'une cellule de réseau, le nombre total de cellules sera déterminé par :

$$\text{Nbre de cellules} = \text{surface} / \text{PI} * R^2 \dots\dots\dots (III-11)$$

III.2.3.2 DIMENSIONNEMENT DES ÉQUIPEMENTS

III.2.3.2.1 Nombre de point d'accès par cellule

Vu la limite des canaux et afin d'éviter des interférences inter-canaux pour des raisons de proximité sur la bande ISM, il est suggéré d'affecter qu'un seul point d'accès AP extérieurs à tous les 500 mètres [18].

Théoriquement le nombre de point d'accès de chaque cellule est déterminé par la fonction suivante :

$$\text{Nbre point d'accès (n_AP)} = \frac{\text{Bande passante totale dans la cellule}}{\text{Bande passante offerte par un point d'accès}} \dots\dots\dots(\text{III-12})$$

Et le nombre total de point d'accès dans notre réseau sera [18] :

$$\text{n_AP}_{\text{total}} = \text{n_AP} * \text{Nbre de cellules} \dots\dots\dots (\text{III-13})$$

III.2.3.2.2 Nombre des switches

Les switches sont utilisés pour concentrer le trafic émanant des points d'accès vers le réseau de transport. Ces derniers doivent être dimensionnés d'une manière flexible pour garantir les performances du réseau [18].

Le nombre de Switchs nécessaire dépend du nombre de point d'accès et il sera déterminé selon le modèle suivant :

$$\text{Nbre_Switchs} = \text{n_AP} / \text{Nbre_ports switch} \dots\dots\dots (\text{III_14})$$

III.2.4 SCHEMA GENERAL DE DIMENSIONNEMENT D'UN RESEAU WIFI

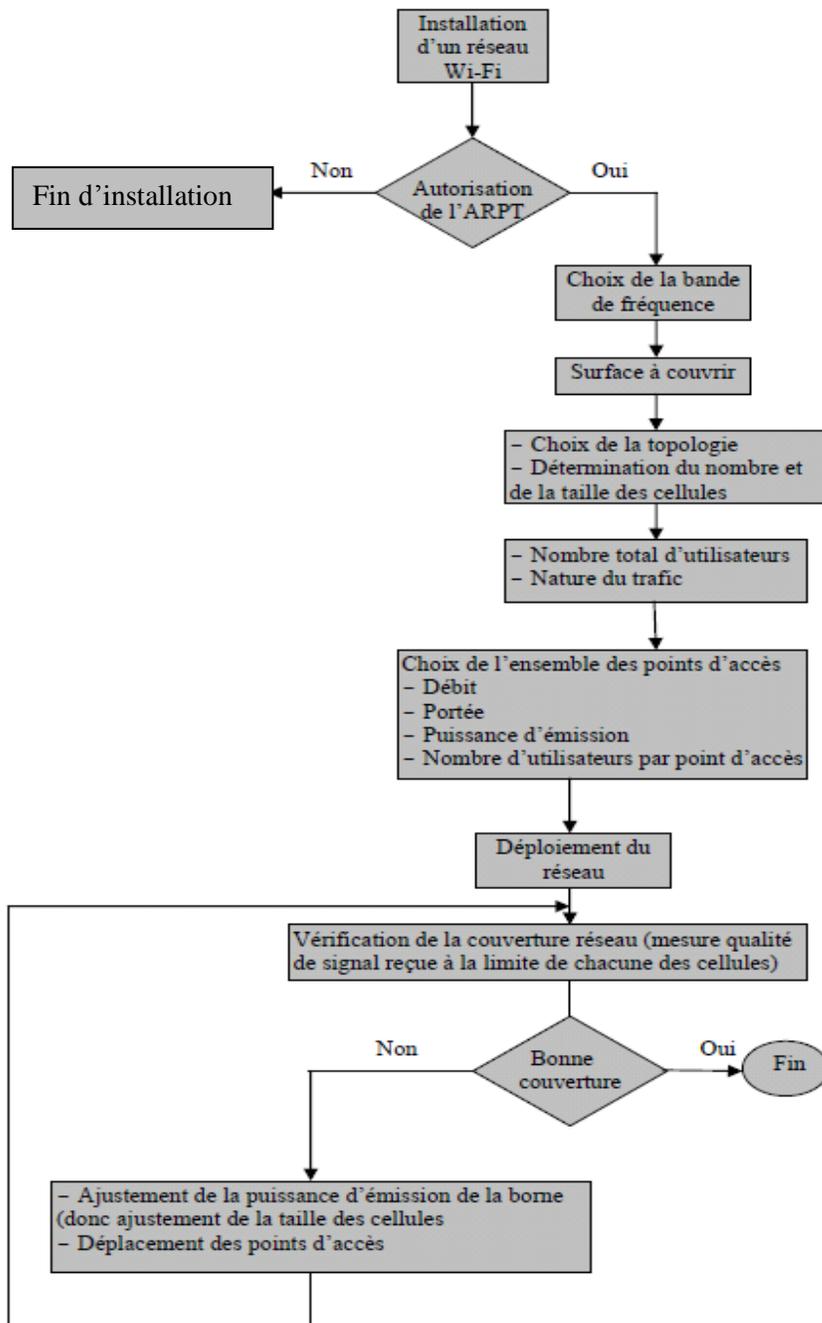


Figure III-10 : Algorithme de dimensionnement. [3]

III.3. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE L'APPLICATION

III.3.1. LE CHOIX DU LOGICIEL D'APPLICATION

Matlab est un logiciel de calcul numérique , développé et commercialisé par la société américaine The MathWorks. Il permet de réaliser des simulations numériques basées sur des algorithmes d'analyse numérique. Il peut donc être utilisé pour la résolution approchée d'équations différentielles, d'équations aux dérivées partielles ou de systèmes linéaires, etc...[30]

Matlab, contient également une interface graphique puissante, ainsi qu'une grande variété d'algorithmes scientifiques.

Les IHM (Interfaces Homme Machine), sont appelées GUI (Graphical User Interfaces) dans MATLAB. Elles permettent à l'utilisateur, grâce à des objets graphiques (boutons, menus, cases à cocher, ...) d'interagir avec un programme informatique.

Du fait du nombre important d'objets et surtout du nombre encore plus élevé des paramètres associés, leur programmation "à la main" déroute généralement le débutant. Depuis la version 5.0 (1997), MATLAB possède un outil IDE dédié à la création des interfaces graphiques. Cet outil, appelé GUIDE (Graphical User Interface Development Environment), permet de concevoir intuitivement ces interfaces graphiques.

III.3.2 LES FONCTIONS GENERALES DE L'APPLICATION

Pour faciliter le dimensionnement d'un réseau wifi, notre application se compose sur trois interfaces essentielles permet à l'utilisateur de suivre les différentes étapes de dimensionnement et de la planification pour obtenir les résultats suivants :

- Le nombre des cellules.
- Le rayon des cellules
- Le débit offert dans le réseau (bande passante de la cellule).
- Le nombre total de points d'accès .
- Le nombre des Switchs.

III.3.2.1 EXECUTION D'INTERFACE

De cette façon on a essayé de faciliter la tâche aux utilisateurs pour bien manipuler l'outil de dimensionnement.

a) Au démarrage

Une fois l'application ce déroule l'utilisateur sera a sa disposition une image définie le bon démarrage et l'invitation à exploiter le système :



Figure III-11 : Interface de démarrage.

b) Entrée dans le système

En premier lieu l'utilisateur doit saisir les informations concernant le nom utilisateur et le mot de passe. En cliquant sur le bouton suivant, Le système est alors disponible et l'interface sera créée automatiquement.

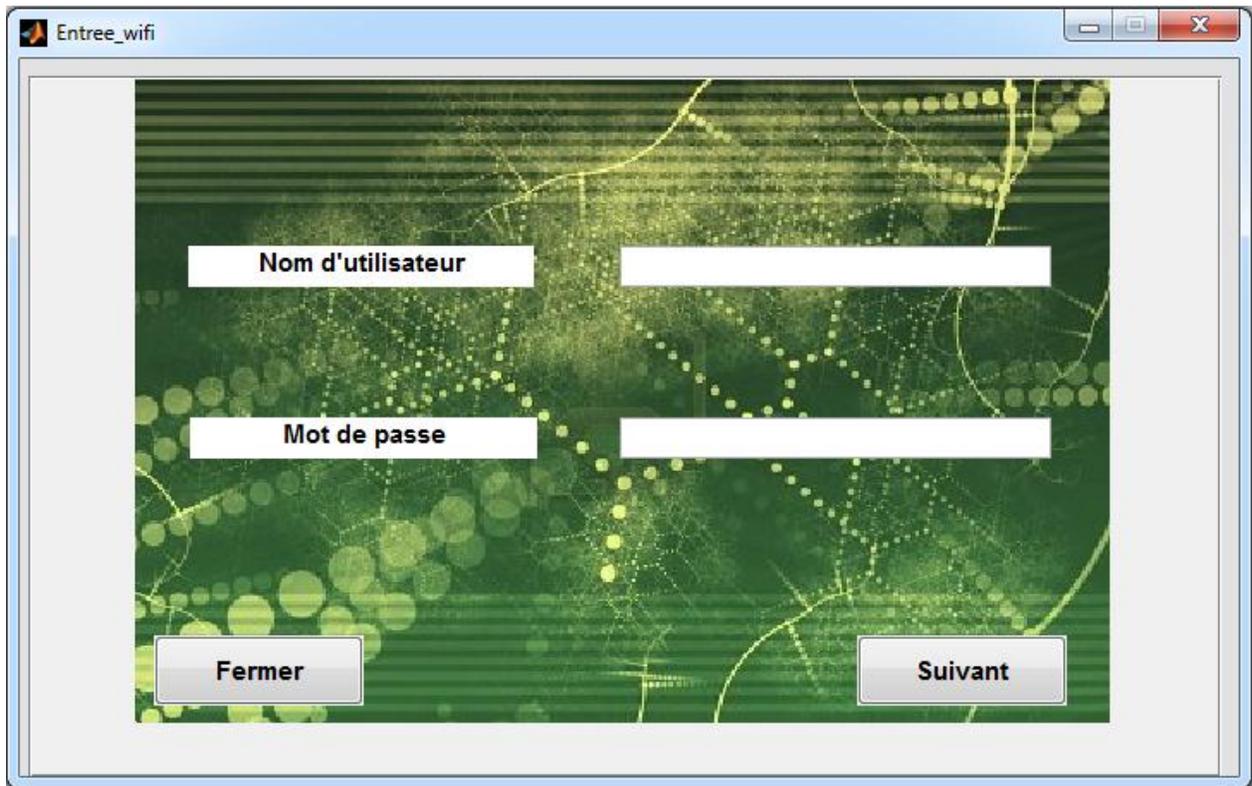


Figure III-12 : interface d'identification de l'utilisateur.

c) Présentation du projet

Après la vérification du nom d'utilisateur et le mot de passe et si les coordonnées sont correctes, et en cliquant sur le bouton suivant on peut alors aborder l'interface qui présente notre projet de dimensionnement.



Figure III-13 : interface pour la présentation du projet.

d) Dimensionnement

Partie 1 : Dimensionnement du réseau WIFI par rapport aux caractéristique des équipements :

Avant de procéder à une étude d'analyse, il est nécessaire d'initialiser l'application avec des données relatives aux caractéristiques des équipements à utiliser : les points d'accès, les antennes et les câbles.

Notre application contient les champs suivants :

- La Puissance d'émission **PX1** ;
- La Puissance d'émission **PX2** ;
- Seuil de réception **Sx1** ;
- Seuil de réception **Sx1** ;
- Le gain de l'antenne **G1** ;
- Le gain de l'antenne **G1** ;

- Les pertes câbles **L 1** ;
- Les pertes câbles **L 2** ;
- La longueur du câble **L**.

propriétés du point d'accès (AP)	
puissance d'émission :PX1 (en mw)	0
puissance d'émission :PX2 (en mw)	0
seuil de reception SX1 (pico w)	0
seuil de reception SX2 (pico w)	0

propriétés de l'antenne	
gain de l'antenne G1 (dbi)	0
gain de l'antenne G2 (dbi)	0

propriétés du câble	
perte du câble : L1 (db)	0
perte du câble : L2 (db)	0
longueur du câble : L (m)	0

RESULTAT	
Affaiblissement tolérable dans l'espace libre(db)	0
Rayon de la cellule dans l'espace libre (en metre)	0

Buttons: FERMER, CALCULER, SUIVANT

Figure III-14 : Interface de dimensionnement permet d'entrée les Caractéristiques des équipements à utiliser

En appuyant sur le bouton calculer on obtient les résultats suivants:

- L'affaiblissement tolérable dans l'espace libre.
- Le rayon de la cellule dans l'espace libre.

Partie2 : Dimensionnement du réseau WIFI par rapport à la zone de couverture :

Nous avons besoin aussi d'initialiser l'affaiblissement produit par une unité de l'obstacle i suite à des mesures et estimations représentés sur le tableau suivant :

Obstacles(i)	Atténuation (en dB)
Mûr de Briques à double cloison	4
Mûr de Brique à simple cloison	2
Vitre (en verre)	1
Rideau d'arbres	4-5
Corps humain	3

Tableau III-7 : Atténuation du à chaque obstacle.

Lors de sa propagation, l'onde radio peut pénétrer dans des différents obstacles plusieurs fois vue que les obstacles sont répartis sur toute la surface. De ce fait, nous essayons d'estimer le nombre de fois que l'onde radio pénètre pour chaque type d'obstacle au cours de sa propagation entre un point d'accès WI-FI et un abonné situé dans sa zone de couverture.

Obstacles (i)	Nombre de fois de pénétration
Mûr de Briques à double cloison	2
Mûr de Brique à simple cloison	3
Vitre (en verre)	2
Rideau d'arbres	1
Corps humain	3

Tableau III-8: Estimations de nombre de fois de pénétration de l'onde dans les obstacles.

Après l'estimation de différente atténuation d'obstacle, nous entrons les différents paramètres décrivant les caractéristiques de notre zone à couvrir.

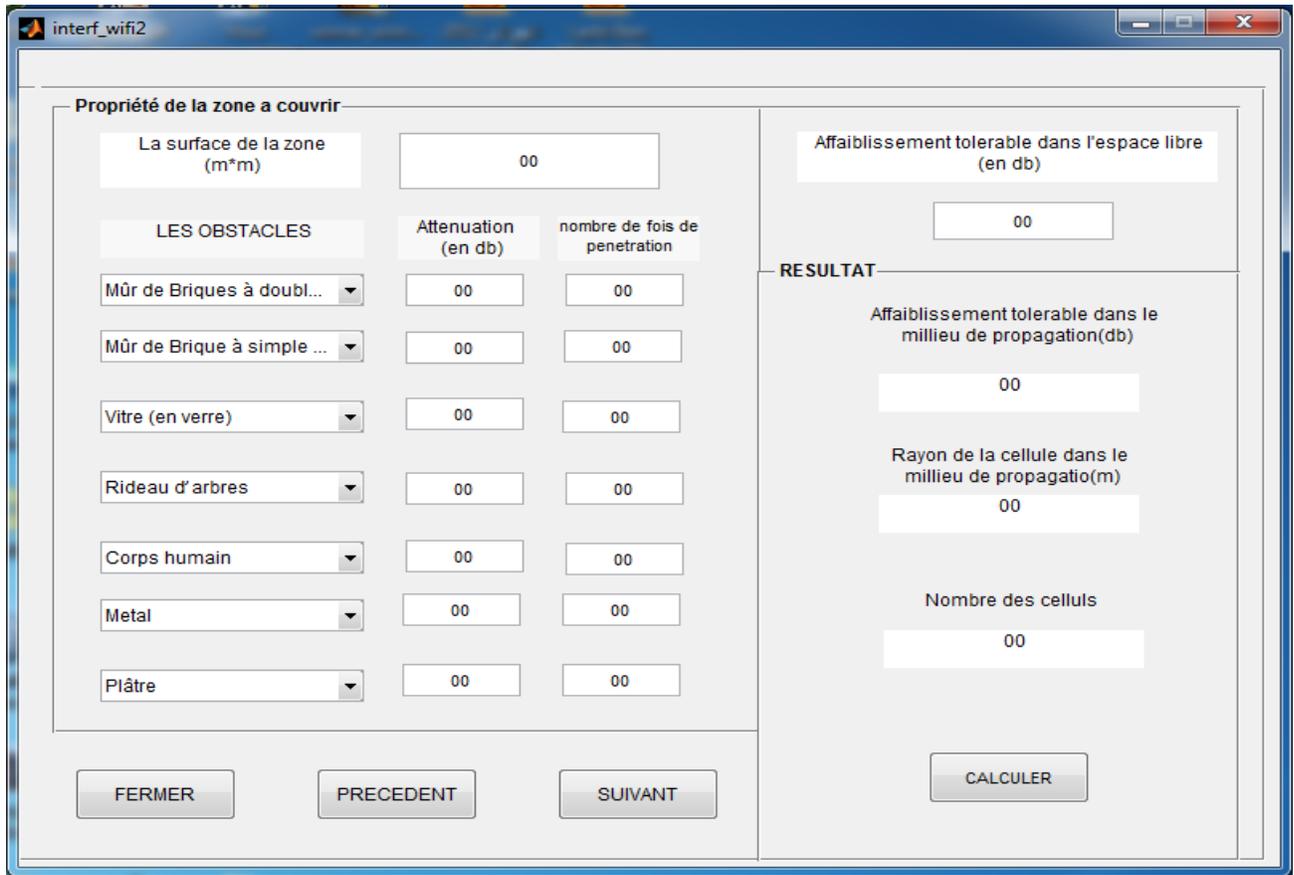


Figure III-15: Interface de dimensionnement du réseau WIFI par rapport à la zone de couverture.

En appuyant sur le bouton calculer on obtient les résultats suivants:

- L'affaiblissement tolérable dans le milieu de propagation.
- Le rayon de la cellule dans le milieu de propagation.
- Le nombre des cellules.

Une fois notre zone à couvrir est divisée en cellules, nous sommes intéressés de déterminer le nombre de points d'accès et de switches à installer dans chaque cellule de réseau afin d'offrir le débit recherché pour satisfaire la demande des abonnés.

Partie 3 : Dimensionnement du réseau WIFI par rapport aux nombres équipements et la bande passante utilisée :

Cette partie nous permet d'afficher les résultats des champs suivants :

- La bande passante de la cellule .
- Le nombre total des AP(Points d'Accès) .
- Le nombre de Switchs.

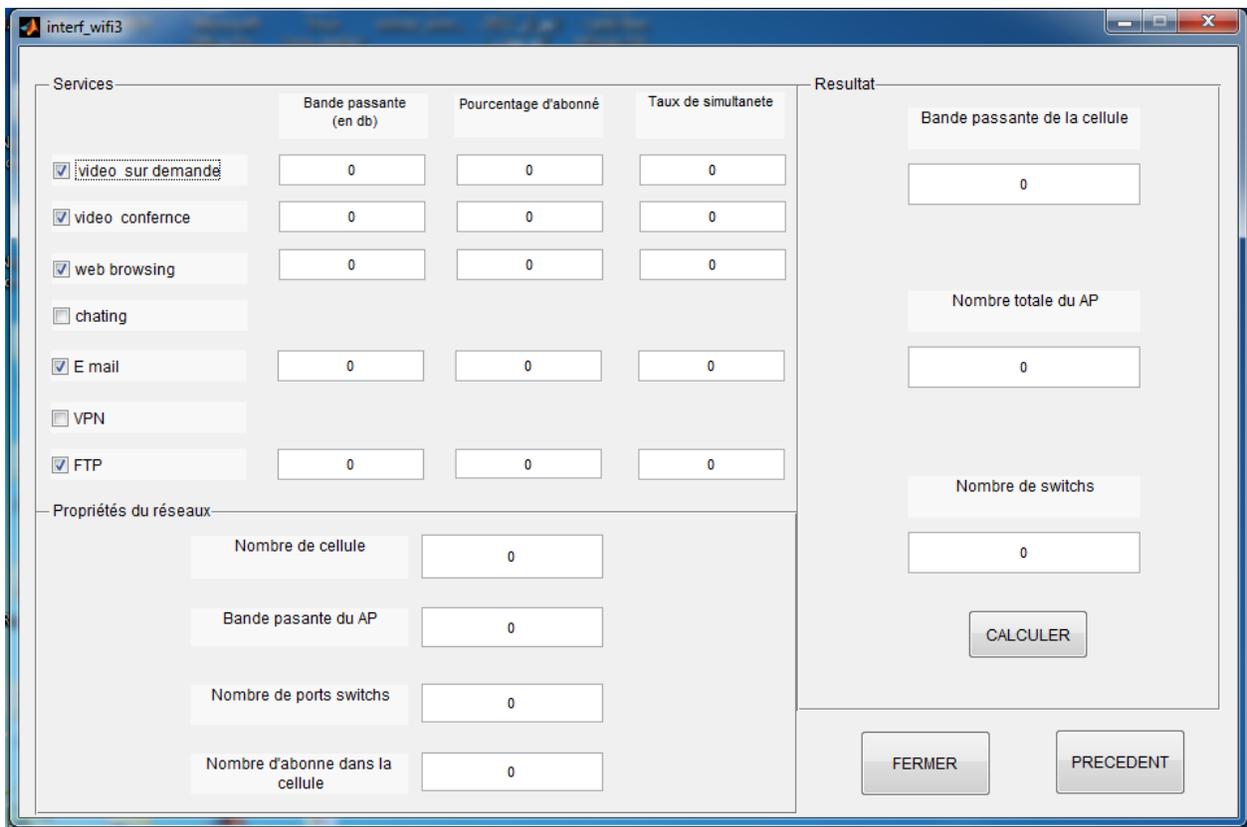


Figure III-16 : Interface de dimensionnement du réseau WIFI par rapport aux nombres équipements et la passe bande utilisée.

Pour calculer la bande passante nous avons besoin de sélectionner les différents services offerts par le réseau:

- La vidéo sur demande.
- La vidéo conférence.
- Le web browsing .
- Le chating .
- Les E-mails
- Le VPN .
- Le FTP.

Les estimations de ses paramètres sont données sur le tableau suivant :

Service	Bande passante (en Kbps)	Pourcentage d'abonnés	Taux de simultanéité
Vidéo sur demande	500	10	5
Vidéo conférence	400	8	7
Web Browsing	250	12	15
Chating	50	25	30
E-mails	60	25	25
FTP	40	12	20
VPN	100	8	10

Tableau III-9: Caractérisation des services.

III.4 CONCLUSION

Au cours de ce chapitre, nous avons commence par l'étude théorique du dimensionnement d'un réseau WIFI qui se base sur trois différents calculs dont le premier est le dimensionnement par rapport à la zone de couverture, le deuxième par rapport aux équipements et le troisième la bande passante nécessaire a utilisée.

En plus, on a besoin de plusieurs données pour estimer les différents services offerts pour un réseau WIFI, et les divers obstacles que l'onde radio rencontre au cours de sa propagation.

En deuxième partie, nous avons présenté une interface permet le dimensionnement d'un réseau sans fil WI-FI.

L'opérateur est amené à effectuer un suivie régulier est très fin de son réseau et doit prendre en considération la croissance des demandes à court et à long terme afin de satisfaire les besoins des abonnés en terme de débit, QoS et sécurité.

CONCLUSION GENERALE

La démocratisation des réseaux WIFI a grandement simplifié le déploiement des infrastructures domestiques et professionnelles, offrir la possibilité de créer des réseaux locaux sans fils à haut débit pour peu que la station à connecter ne soit pas trop distante par rapport au point d'accès.

Au cours de ce projet de fin d'études, nous avons étudié la technologie WIFI en présentant ses différentes architectures et nous avons développé un outil de dimensionnement d'un réseau de transmission de données haut débit d'accès WIFI.

Lors de ce projet, nous avons présenté la technologie WIFI en montrant ces différentes fonctionnalités et en étudiant ses techniques d'accès au support.

Ensuite, nous avons étudié les différentes architectures d'un réseau WI-FI : l'architecture en couche selon le modèle OSI et l'architecture cellulaire.

En fin, nous avons expliqué le processus général de dimensionnement de tel réseau en présentant les différentes étapes suivies pour effectuer le dimensionnement du réseau.

Le dimensionnement consiste à déterminer le rayon d'une cellule WI-FI, le nombre de point d'accès dans une cellule, le nombre de switchs nécessaire et la bande passante offerte dans chaque cellule de réseau.

Les évolutions des normes WIFI ne s'arrêteront pas et les services offerts jusqu'ici par 802.11g et 802.11n ne sont qu'un aperçu des grandes possibilités de 802.11. Ces nouvelles normes corrigera le principal défaut des anciennes versions.

REFERENCE BIBLIOGRAFIQUES

Chapitre 1

Sites Internet

- [1] <http://www.commentcamarche.net>
- [2] <http://wifi-cours-d-introduction2-les-technologies-sans-fil>
- [3] <http://reseau-wifi.blogspot.com/>
- [4] http://www.memoireonline.com/07/09/2324/m_Les-technologies-sans-fil-
- [6] <http://fr.wikipedia.org/wiki/Wi-Fi>
- [7] <http://www.commentcamarche.net/>
- [8] <http://girodon.com/telech/telcos/telecom1.html>
- [10] http://fr.wikipedia.org/wiki/General_Packet_Radio_Service
- [11] http://technokro.lescgales.org/gsmphase2+_gprs_architecture.php
- [12] http://fr.wikipedia.org/wiki/Serving_GPRS_Support_Node
- [13] http://fr.wikipedia.org/wiki/Gateway_GPRS_Support_Node
- [14] <http://www.technology-training.co.uk/bg.php>
- [15] <http://www.journaldunet.com/encyclopedie/definition/192/50/20/umts.shtml>
- [16] http://www.memoireonline.com/08/09/2461/m_Etude-de-limpact-du-protocole-TCP-

Ouvrages et revues



[5] Guy Pujolle, "Les réseaux", 5^{ème} édition



[9] F.DI GALLO, « WiFi l'essentiel qu'il faut savoir »... 2003.



[17] Davor Males, "Wi-Fi par la pratique", 2^{ème} édition, 2002,2004.

Chapitre 2

Sites Internet

- [24] http://www.securite-informatique.gouv.fr/gp_article251.html
[25] http://reseau.erasme.org/IMG/resume_802.11/resume_802.11.htm
[26] <http://Techniques-ingenieur.FR>

Ouvrages et revues



- [18] K. Mohamed, « Etude, planification et dimensionnement d'un réseau d'accès WIFI » mémoire de fin d'études, Institut de Tunis, 2004/2005



- [19] B.GUARET -DUPORT. « Les réseaux sans fil (Wi-Fi) ». Septembre 2004.



- [20] F.DI GALLO. « WiFi l'essentiel qu'il faut savoir »... 2003.



- [21] IEEE Std 802.11b-1999 Part 11 : “Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications”



- [22] Bob O'Hara, Al Petrik, "IEEE 802.11 hand book", édition IEEE Standards Association.



- [23] Mathew Gast, "802.11 Réseaux sans fil" édition O'Reilly 2005

Chapitre 3

Sites Internet

[24] [www .arptguinee.org](http://www.arptguinee.org)

[25] www.art-telecom.fr/

[26] www.commentcamarche.net

[27] www.developpez.net

[30] www.ann.jussieu.fr/~postel/matlab/node2.html

[32] www.support.apple.com

Ouvrages et revues



[28] Davor males "wifi par la pratique",2eme édition;2002- 2004



[29] BA.MAGATTE , L.BENSAADA , "Etude des performances de la norme IEEE 802.11 pour l'implémentation d'un réseau WiFi à l'ITO", Mémoire de Fin d'études, INSTITUT DES TELECOMMUNICATIONS D'ORAN ; 2004-2005 .



[31] Aurélien Géron Préface de Marc Taieb," wifi professionnel",3eme édition 2009.



[33] Guy Pujolle," les Réseaux", édition 2008.