

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur  
et de la Recherche Scientifique  
Université Akli Mohand Oulhadj - Bouira -  
Tasdawit Akli Muḥend Ulḥağ - Tubirett -



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
جامعة أكلي محمد أولحاج  
- البويرة -

Faculté des Sciences et des Sciences Appliquées

كلية العلوم والعلوم التطبيقية

Référence : ...../MM/2021

المرجع : ...../م/م / 2021

**Faculté : Sciences et Sciences Appliquées**  
**Département : Génie Electrique**  
**Domaine : Sciences et Technologie**  
**Filière : Télécommunication**  
**Spécialité : systèmes des télécommunications**

Réalisé par :

Mazouni Yousra

Et

Bairi Sabri Abdelhakim

**Mémoire de fin d'études**  
**Pour l'obtention du diplôme de MASTER**  
**Thème**

**Dimensionnement et mise en œuvre d'un  
réseau Wifi.**

Soutenu le: 30/09/2021

Devant la commission composée de :

Mr :	Rezki Mohammed	M.C.A	Univ. Bouira	Président
	Medjedoub Smail	M.A.A	Univ. Bouira	Rapporteur
	Asradj Zahir	M.A.A	Univ. Bouira	Examinateur

# Remerciement

*Au terme de ce travail :*

***On** remercie, Tout d'abord ALLAH pour la force, la santé et la patience d'aller jusqu'au bout du rêve et la volonté de mener à terme le présent travail.*

***On** tient à adresser nos plus chaleureux remerciements à notre encadreur **Mr.Medjdoub Smail** de son aide et son soutien durant la réalisation de notre travail, de nous avoir orientées vers le succès avec ses connaissances et sans oublier ses encouragements tout au long de notre épreuve, et sa disponibilité à tout moment.*

***On** tient également à remercier du plus profond de nos cœurs **Mr.Doukari Samir**, et lui exprimer toute notre reconnaissance pour son encadrement, ses précieux conseils, son soutien constant, sa confiance et sa patience, ainsi que pour ses remarques pertinentes et ses contributions considérables tout au long de la réalisation de ce travail. On a eu l'honneur et le plaisir de travailler sous sa direction pendant notre projet de Master.*

***On** tient également à remercier tous les membres de jury qui nous ont fait un grand honneur en acceptant l'évaluation de ce modeste travail.*

***On** remercie tout particulièrement nos parents et nos proches qui n'ont jamais cessé de nous fournir l'essentiel.*

***On** remercie toutes les personnes qui nous ont aidés durant nos études universitaires.*

***Merci du fond du cœur.***

# *Dédicace*

*A qui je dois ce que je suis,*

*A mon cher Papa Abdelmalek et ma chère Maman Naima,*

*À qui je dois le meilleur de moi-même, Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour vous. Vous m'avez comblé avec votre tendresse et affection tout au long de mon parcours. Vous n'avez jamais cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études, vous avez toujours été présents à mes côtés pour me consoler quand il fallait.*

*À mes très chers frères **Moussa, Abdelhakim et Mohammed**, Je ne pourrais jamais exprimer le respect que j'aie pour vous. Vos encouragements et votre soutien m'ont toujours été d'un grand secours. Puisse Dieu, le tout puissant vous préserver du mal, vous combler de santé, de bonheur et vous procurer une longue vie.*

*À mes très chères belles-sœurs **Soumia et Kamelia**, Avec tous mes sentiments de respect, d'amour et d'appréciation, merci pour tous que Dieu vous offre tous se dont vous souhaitez. À Mes anges adorables neveux mon petit prince **Adem** et ma petite princesse **Malek** pour toute l'ambiance dont vous m'avez entouré, pour toute la spontanéité et votre élan chaleureux, que dieu vous protège et vous garde.*

*À toute ma famille, mes grands-pères, mes grands-mères, mes tantes, mes oncles ainsi que mes cousins et cousines, en témoignage de ma grande affection et de ma reconnaissance et sans qui je ne serais rien, À tous mes enseignants et à tous ceux qui m'ont aidé, En témoignage de mon amour et de ma reconnaissance.*

*A mes amies les plus fidèles, et tous ceux que j'aime et qui m'aiment.*

*Ce mémoire leur est dédié.*

*Mazouni Yousra*

# *Dédicace*

*A qui je dois ce que je suis,*

*À mes parents qui n'ont jamais cessé de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs. Qu'ils trouvent ici le témoignage de ma profonde reconnaissance.*

*A mes frères et à ma sœur qui ont toujours su me motiver même dans les moments de doute. Ils m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours.*

*A mes proches et à ceux qui me donnent de l'amour et de la vivacité.*

*À mes amis pour leur support et encouragement, à qui je souhaite plus de succès.*

*Ce mémoire leur est dédié*

*Bairi Sabri*

# Table des matières

Tables des matières .....	I
Liste des figures .....	V
Liste des tableaux .....	VI
Liste des abréviations .....	VII
Introduction générale .....	1
<b>Chapitre I : Généralités sur les réseaux sans fil</b>	
I.1. Introduction .....	2
I.2. Les réseaux sans fil .....	2
I.2.1. Définition d'un réseau sans fil .....	2
I.2.2. Caractéristiques des réseaux sans fils .....	3
I.3. Les classification des réseaux sans fils .....	3
I.3.1. La classification des réseaux sans fil selon la zone de couverture .....	3
I.3.1.1. Le réseau personnel sans fil (WPAN) .....	4
I.3.1.1.1. La technologie Bluetooth .....	5
I.3.1.1.2. La technologie UWB .....	5
I.3.1.1.3. La technologie Zigbee .....	5
I.3.1.1.4. La technologie Home RF .....	5
I.3.1.2. Le Réseau local sans fil (WLAN) .....	5
I.3.1.2.1. Le Wifi .....	6
I.3.1.2.2. Le Hiper LAN2 .....	6
I.3.1.3 Le Réseau métropolitain sans fil (WMAN) .....	7
I.3.1.3.1. La technologie Wimax .....	7
I.3.1.4 Les larges réseaux sans fil (WWAN) .....	8
I.3.1.4.1. Le réseau LTE/4G .....	8
I.3.2 La classification des réseaux sans fil selon la technique d'accès .....	10
I.4. Architecture des réseaux sans fil .....	10
I.4.1. Architecture poste à poste .....	10
I.4.2. Architecture client /serveur .....	11
I.4.3. Architecture trois-tiers .....	11
I.5. Avantages et inconvénients des réseaux sans fils .....	12
I.5.1 Les avantages .....	12
I.5.2 Les inconvénients .....	13

I.6. Conclusion .....	14
<b>Chapitre II : Présentation de La Technologie Wifi</b>	
II.1. Introduction .....	15
II.2. La norme 802.11 .....	15
II.3. Architecture Wifi .....	16
II.3.1. Les topologies de la norme 802.11 .....	17
II.3.1.1. Le mode Ad Hoc .....	18
II.3.1.1.1. Caractéristiques des réseaux ad hoc .....	19
II.3.1.2. Le mode infrastructure .....	20
II.3.2. Les couches de l'IEEE 802.11 .....	21
II.2.2.1. La couche physique .....	21
II.2.2.2. La couche Liaison de données .....	24
II.4. Les techniques d'accès au support radio .....	25
II.4.1. Le protocole DCF .....	25
II.4.2. Un accès centralisé PCF .....	26
II.5. Les normes associées à l'IEEE 802.11 .....	27
II.5.1 L'IEEE 802.11e: la qualité de service .....	27
II.5.2 L'IEEE 802.11f : les handover .....	27
II.5.3 L'IEEE 802.11n: le haut débit .....	27
II.5.4 L'IEEE802.11i : la sécurité .....	28
II.6. Les produits Wifi .....	28
II.6.1. Les points d'accès WIFI .....	28
II.7. La sécurité dans le Wifi .....	29
II.7.1. Les types de menaces de sécurité .....	29
II.7.2. Les mécanismes de sécurité .....	29
II.7.2.1. Le protocole WEP .....	29
II.7.2.2. Le protocole WPA .....	30
II.7.2.3. Le protocole WPA2 .....	30
II.7.2.4. Le protocole AAA .....	30
II.8. La Qos dans le wifi .....	30
II.9. Conclusion .....	31

## Chapitre III : Dimensionnement et mise en place d'un réseau d'accès wifi.

II.1. Introduction .....	32
III.2. Dimensionnement .....	32
III.2.1. La problématique du dimensionnement .....	32
III.2.1.1. La mise en place d'un réseau Wifi .....	32
III.2.1.2. L'affectation des canaux .....	32
III.2.1.3. Choix de la topologie .....	34
III.2.1.3.1. La topologie à cellules partiellement recouvertes .....	35
III.2.1.3.2. La topologie à cellules disjointes .....	35
III.2.1.3.3. La topologie à cellules recouvertes .....	36
III.2.1.4. La zone de couverture .....	36
III.2.1.4.1. Dans milieu intérieur .....	37
III.2.1.4.2. Dans le milieu extérieur .....	37
III.2.1.5. Les interférences .....	38
III.2.1.5.1. Les sources d'interférence .....	38
III.2.2. Le processus de dimensionnement d'un réseau Wifi .....	39
III.2.2.1. La prévision de couverture .....	39
III.2.2.1.1. L'affaiblissement maximum tolérable .....	39
III.2.2.1.1.1. Cas de l'espace libre .....	39
III.2.2.1.1.1.2. Formule de Friis .....	39
III.2.2.1.1.1.3. Cas d'autre environnement de propagation .....	40
III.2.2.2. La prévision de trafic .....	40
III.2.2.2.1. Le nombre d'utilisateurs .....	40
III.2.2.2.2. La nature des applications et du trafic .....	41
III.2.2.2.3. La propagation .....	41
III.2.2.2.4. La capacité du système .....	41
III.2.2.2.4.1. L'estimation de débit crête par application .....	41
III.2.2.2.4.2. Le calcul de la bande passante totale .....	42
III.2.3. Le dimensionnement d'un réseau Wifi .....	42
III.2.3.1. Le dimensionnement des cellules Wifi .....	42
III.2.3.1.1. Le rayon et la surface des cellules .....	42
III.2.3.1.2. Le nombre de cellules dans la zone à couvrir .....	42
III.2.3.2. Le dimensionnement des équipements .....	43
III.2.3.2.1. Le nombre de point d'accès par cellule .....	43
III.2.3.2.2. Le nombre des switches .....	43

III.2. Installation des points d'accès .....	45
III.2.1. Présentation de l'organisme d'accueil .....	45
III.2.2. Les calculs relatifs à notre dimensionnement .....	47
III.2.3. Le choix du matériel .....	48
III.2.4. La configuration des points d'accès .....	48
III.2.5. Les tests des points d'accès .....	53
III.3. Conclusion .....	58
Conclusion générale .....	59
Liste des références .....	60
Résumé .....	63

## Liste des figures

<b>Figure I.1.</b> Les réseaux Sans Fil .....	2
<b>Figure I.2.</b> La classification des réseaux sans fil selon la zone de couverture .....	4
<b>Figure I.3.</b> Architecture de la technologie Wifi .....	6
<b>Figure I.4.</b> Architecture de l'HiperLAN2 .....	7
<b>Figure I.5.</b> Architecture de la technologie Wimax .....	8
<b>Figure I.6.</b> Architecture du réseau LTE/4G .....	9
<b>Figure I.7.</b> Le réseau poste à poste .....	10
<b>Figure I.8.</b> Le réseau client/serveur .....	11
<b>Figure I.9.</b> L'architecture 3-tiers .....	12
<b>Figure II.1.</b> Architecture d'un réseau Wifi .....	17
<b>Figure II.2.</b> Le mode ad-hoc .....	18
<b>Figure II.3.</b> Le mode infrastructure .....	20
<b>Figure II.4.</b> Composition de la bande ISM en sous canaux .....	23
<b>Figure II.5.</b> Format de la trame MAC .....	25
<b>Figure II.6.</b> Algorithme de CSMA/CA .....	26
<b>Figure II.7.</b> Point d'accès et routeur .....	29
<b>Figure III.1.</b> La représentation des canaux wifi dans la bande ISM .....	34
<b>Figure III.2.</b> L'affectation des canaux sur la bande ISM .....	34
<b>Figure III.3.</b> L'affectation de 4 canaux sur la bande ISM .....	34
<b>Figure III.4.</b> La topologie à cellules partiellement recouvertes .....	35
<b>Figure III.5.</b> La topologie à cellule disjointes .....	35
<b>Figure III.6.</b> La topologie à cellules recouvertes .....	36
<b>Figure III.7.</b> Le schéma général du dimensionnement d'un réseau Wifi .....	44
<b>Figure III.8.</b> Les surfaces des deux blocs et du NOC .....	45
<b>Figure III.9.</b> Photo d'un des blocs du CTS de l'extérieur .....	46
<b>Figure III.10.</b> Photo du NOC de l'extérieur .....	46
<b>Figure III.11.</b> Les emplacements des points d'accès dans les différents blocs du CTS .....	48
<b>Figure III.12.</b> Le point d'accès installé au niveau du NOC .....	57
<b>Figure III.13.</b> Le point d'accès installé au niveau du bloc .....	58

## Liste des tableaux

<b>Tab I.1.</b> La classification des réseaux sans fil selon la zone de couverture .....	4
<b>Tab II.1.</b> La famille IEEE 802 .....	16
<b>Tab II.2.</b> Le modèle 802.11 et le modèle OSI .....	21
<b>Tab II.3.</b> La couche physique dans le réseau sans fil .....	22
<b>Tab II.4.</b> Les différentes méthodes de codages pour le standard 802.11 a, b et g .....	23
<b>Tab II.5.</b> Les différentes techniques de modulations .....	24
<b>Tab III.1.</b> Les quatorze canaux de la bande ISM .....	33
<b>Tab III.2.</b> La portée d'un réseau Wifi 802.11b à l'intérieur .....	37
<b>Tab III.3.</b> La portée d'un réseau Wifi 802.11b à l'extérieur .....	37
<b>Tab III.4.</b> L'atténuation d'un signal causée par les différents matériaux .....	38
<b>Tab III.5.</b> Un exemple d'estimation des débits crête par application .....	41
<b>Tab III.6.</b> Les calculs relatifs à notre dimensionnement .....	47

## Liste des abbreviations

**3G** : 3<sup>rd</sup> Generation

**4G** : 4<sup>th</sup> Generation

**AAA** : Authentication, Authorization and Accounting

**ACK** : ACquittement

**ADSL** : Asymmetric Digital Subscriber Line

**AES** : Advanced Encryption Standard

**AP** : Access Point

**ARPCE** : Autorité de Régulation de la Poste et des Communications Electronique

**ATM** : Asynchronous Transfer Mode

**ATS** : Algérie Télécom Satellite

**Bande ISM**: Bande Industriel, Scientifique et Médical

**BSA**: Basic Service Area

**BSS**: Basic Service Set

**CFP** : Contention Free Period

**CEI** : Commission Electro-technique International

**CP** : Contention Period

**CPU** : Central Processing Unit

**CSMA/CA** : Carrier Sence Multiple Access with Collision Avoidance

**CSMA/CD** : Carrier Sence Multiple Access with Collision Detection

**CTS** : Centre des Techniques Spatiales

**DCF** : Distributed Coordination Function

**DHCP** : Dynamic Host Configuration Protocol

**DMT** : Discrete Multitone Modulation

**DNS** : Domain Name System

**DoS** : Disk Operating System

**DS** : Distribution System

**DSSS** : Direct Sequence Spread Spectrum

**EDCA** : Enhanced Distributed Coordination Access

**EDCF** : Enhanced Distributed Coordination Function

**EDGE** : Enhanced Data GSM Environment

**ENode B** : Evolved Node B

**EPC** : Evolved Packet Core

**ESS** : Extended Service Set

**ESSID**: service set identifier

**ETSI** : European Telecommunications Standards Institute

**E-UTRAN** : Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network

**FDDI** : Fiber Distributed Data Interface

**FHSS** : Frequency Hopping Spread Spectrum

**FTP** : File Transfer Protocol

**GGSN** : Gateway GPRS Support Network

**GPRS** : General Packet Radio Service

**GMPCS** : Global Mobile Personal Communications by Satellite

**GMSC** : Gateway Mobile Switching Center

**GSM** : Global System for Mobile

**HCCA** : HCF Controlled Chanel Access

**HCF** : Hybrid Cordination Function

**Hifi** : High Fidelity

**HiperLAN2** : High Performance Radio Local Area Network 2.0

**HomeRF** : Home Radio Frequency

**HSS** : Home Subscriber Server

**ICMP** : Internet Control Message Protocol

**IEEE** : Institute of Electrical and Electronic Engineers

**IAPP** : International Association of Privacy Professionals

**IBM** : International Business Machines Corporation

**IBSS**: Independant Basic Service Set

**IMS** : International Mobile Subscriber

**IP** : Internet Protocol

**IR** : Infra-Rouge

**IV** : Intitialization Vector

**LAN** : Local Area Network

**LCD** : Liquid Crystal Display

**LLC** : Logical Link Control

**LOG** : LOGging

**LTE** : Long Term Evolution

**MAC** : Medium Access Control

**MAC ACL** : MAC ACcess List

**MGCF** : Media Gateway Control Function

**MIMO** : Multiple In Multiple Out

**MME** : Mobility Management Service

**MSC** : Mobile Switching Center

**MSDU**: Mac Service Data Unit

**NAS** : Network Access Server

**NFC** : Near Filed Communication

**NOC** : Network operations center

**OFDM** : Orthogonal Frequency Division Multiplexing

**OFDMA** : Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access

**OSI** : Open Systems Interconnection

**PCF** : Point Coordination Function

**PCRF** : Policy and Charging Rules Function

**PDA** : Personal Digital Assistant

**PDU**: Protocol Data Unit

**PIFS** : PCF Inter Frame Spacing

**PLCP** : Physical Level Control Protocol

**PMD** : Physical Medium Dependent

**PSTN** : Public Switch Telephone Network

**Qos**: Quality of service

**RC4** : Rivest Cipher 4

**RNC** : Radio Network Contoller

**SGSN** : Serving GPRS Support Node

**SSID** : Service Set Identifier

**STA** : STAtion

**TKIP** : Temporal Key Integrity Protocol **WECA** : Wireless Ethernet Compatibility Association

**UMTS** : Universal Mobile Telecommunication System

**U-TRAN** : Universal Terrestrial Radio Access Network

**UWB** : Ultra Wide Bande

**VLR** : Visitor Location Register

**VOD** : Video On Demand

**VPN** : Virtual Private Network

**VSAT** : Very Small Aperture Terminal

**WEP** : Wireless Equivalent Privacy

**WiFi** : Wireless Fidelity

**Wimax** : Worldwide Interoperability for Microwave Access

**WLAN** : Wireless Local Area Network

**WMAN** : Wireless Metropolitan Area Network

**WPA** : Wireless Protected Access

**WPAN** : Wireless Personal Area Network

**WWAN** : Wireless Wide Area Network

**XOR** : Exclusif OR

# Introduction générale

## **Introduction général :**

Les télécommunications sont définies comme la transmission, l'envoi et la réception à distance de tout type de symboles, signaux, textes, images, sons ou différentes informations, en utilisant des fils, des liaisons optiques, des radioélectricités ou d'autres supports physiques. L'une de ses branches est la télécommunication sans fil, où au lieu des supports filaires, le réseau est basé sur des liaisons utilisant des ondes électromagnétiques (infrarouge ou radio). Ces dernières peuvent facilement connecter des appareils assez distant l'un de l'autre.

La création des réseaux sans fil a eu pour but de permettre aux usagers de communiquer de manière à garder leurs appareils connectés tout en étant mobile sans avoir à recourir aux « réseaux fils » que les anciens réseaux utilisaient, et qui peut les rendre encombrés.

Les réseaux sans fil ont connu une prospérité considérable ces dernières années, tant dans le domaine commercial qu'au niveau de la recherche, cela grâce aux nombreux avantages qu'elles procurent (faible coût, mobilité, etc).

Grâce au Wifi, des réseaux locaux sans fil à très haut débit peuvent être créés tant que le site à connecter n'est pas trop éloigné du point d'accès. En pratique, le Wifi permet de connecter des PC portables, des PDA (assistants personnels), des machines de bureau, ou tout autre genre d'appareil à connexion haut débit en espace fermé dans un rayon de quelques dizaines de mètres à certaines centaines de mètres à l'extérieur.

Notre mémoire de fin d'étude a pour but de réaliser une étude sur la norme Wifi et du dimensionnement afin de nous faciliter la mise en place des points d'accès du réseau Wifi.

Afin que tout notre travail soit diffusé, ce mémoire est divisé en deux parties essentielles :

La partie théorique qui est constituée de deux chapitres : le chapitre I qu'on a nommé « Généralités sur les réseaux sans fil » et dont le but est de présenter les notions importantes du réseau sans fil ainsi que ses avantages et inconvénients. Puis le chapitre II qu'on a nommé « Présentation de La Technologie Wifi » où on va faire une étude sur l'architecture du Wifi en présentant ses différentes topologies et couches, ensuite les normes associées à l'IEEE 802.11, ainsi que ses mécanismes de sécurité et enfin on va parler brièvement de la QoS dans le Wifi.

Pour la partie pratique constituée du chapitre III, qu'on a nommé « Dimensionnement et mise en place d'un réseau d'accès wifi » elle-même se divise en deux parties, la première partie va parler du dimensionnement d'un réseau Wifi où on va présenter ses problématiques ainsi que ses différents processus. Enfin la deuxième partie qui va présenter l'installation des points d'accès où on va appliquer les calculs du dimensionnement afin de définir les meilleures conditions pour mettre en place les points d'accès Wifi nécessaires, ensuite on va faire le choix du matériel, la configuration de nos points d'accès et enfin on va les tester pour nous assurer qu'ils marchent comme on souhaite et pour assurer une meilleure connectivité.

**Chapitre I :**  
**Généralité sur les réseaux**  
**sans fil**

## I.1. Introduction :

De nos jours, sans que nous ayons la moindre sensation de leur présence, les réseaux sans fils nous envahissent et les airs sont parcouru par les ondes radioélectriques jusqu'à la limite de leur puissance. Ils ont été installés pour gérer les problèmes de câblage trouvés dans les réseaux filaire, ils permettent d'accorder aux utilisateurs la possibilité de rester en ligne constamment tout en changeant de positions géographiques, c'est ce qu'on appelle « la mobilité ».

Basé sur des liaisons utilisant des ondes radio ou infrarouges, les réseaux sans fils permettent d'attacher facilement des équipements distants de quelque mètres ou kilomètres. Contrairement aux réseaux filaires, l'installation des équipements d'accès des réseaux sans fils n'a pas besoin de lourds aménagements, ils peuvent se dérouler sur des infrastructures existantes déjà.

Cependant, la disponibilité spectrale régie par une réglementation restrictive pour les propagations radioélectriques est nécessaire, cela peut être parfois une barrière pour les déploiements.

## I.2. Les réseaux sans fil :

### I.2.1. Définition d'un réseau sans fil :

Les réseaux sans fils sont créés pour rendre la communication entre les différents équipements réseaux facile, sans l'utilisation d'une connexion filaire [1]. Ils sont basés sur une liaison qui se sert des ondes radioélectriques (radio et infrarouges). La fréquence d'émission utilisée ainsi que le débit et la portée des transmissions distinguant d'une part plusieurs technologies existantes. En utilisant une technologie de communication sans fil (comme Wifi, Bluetooth), les machines participantes peuvent communiquer [2]. Tout en se déplaçant dans un secteur géographique plus ou moins étendue, les utilisateurs sont permis de rester connectés à l'antenne de communication par les réseaux sans fil [3].

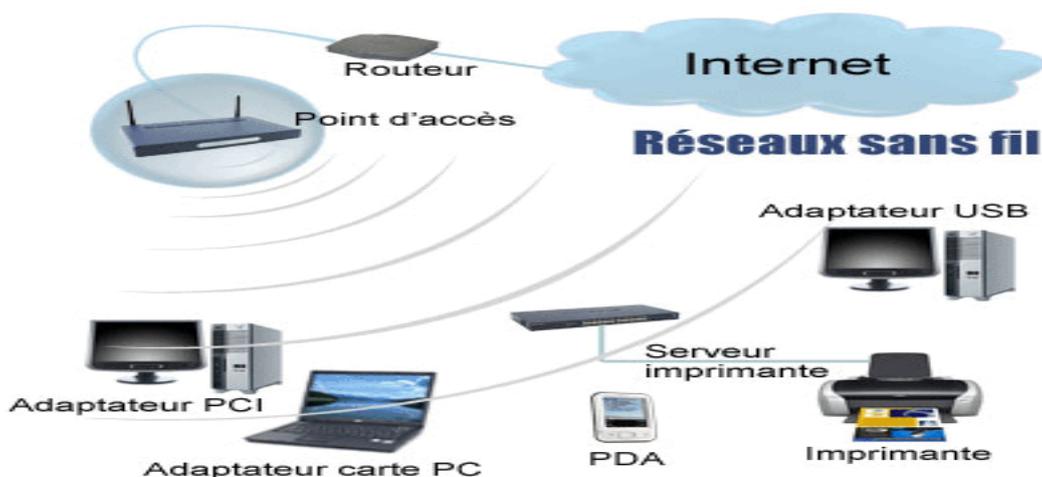


Figure I.1. Les réseaux Sans Fil.

### **I.2.2. Caractéristiques des réseaux sans fil :**

Depuis la nature du canal de transmission, les réseaux sans fil se distinguent des réseaux filaires par les caractéristiques suivantes [4] :

- L'imprédictibilité de l'environnement : les facteurs qui font en sorte que le réseau soit d'une grande variabilité sont les interférences, la mobilité, le changement de canaux et les variations des puissances du signal.
- La non fiabilité du Médium : La transmission sur un canal radio s'accompagne d'erreurs. En outre, la fiabilité du médium est réduite par les interférences et la qualité non prédictible des liens. Finalement, les nœuds du réseau ne peuvent pas les supportées du fait de la limitation de capacité et des protocoles de la couche transport responsables de la fiabilité.
- Limitation des ressources: La puissance est délivrée par des batteries dans le cas des nœuds mobiles. En outre, des nœuds sont limités en capacité de stockage et de puissance de traitement dans un souci de légèreté et de pratique. En fin, le canal radio est défini comme une ressource partagée, rare, onéreuse et son usage défini par des règlementations restrictives.
- Due aux exigences de la portabilité la taille des équipements est limitée.
- Topologie dynamique : Par rapport à la dynamique des réseaux filaire, les réseaux sans fil sont beaucoup plus importants, en particulier dans le cas des réseaux mobiles. Des liens se coupent et d'autres se forment du moment que les nœuds peuvent se déplacer à la portée des autres ou en dehors de celle-ci.

### **I.3. Les classification des réseaux sans-fils :**

Une multitude de réseaux sans fil existe. Ces réseaux peuvent être classés en plusieurs catégories:

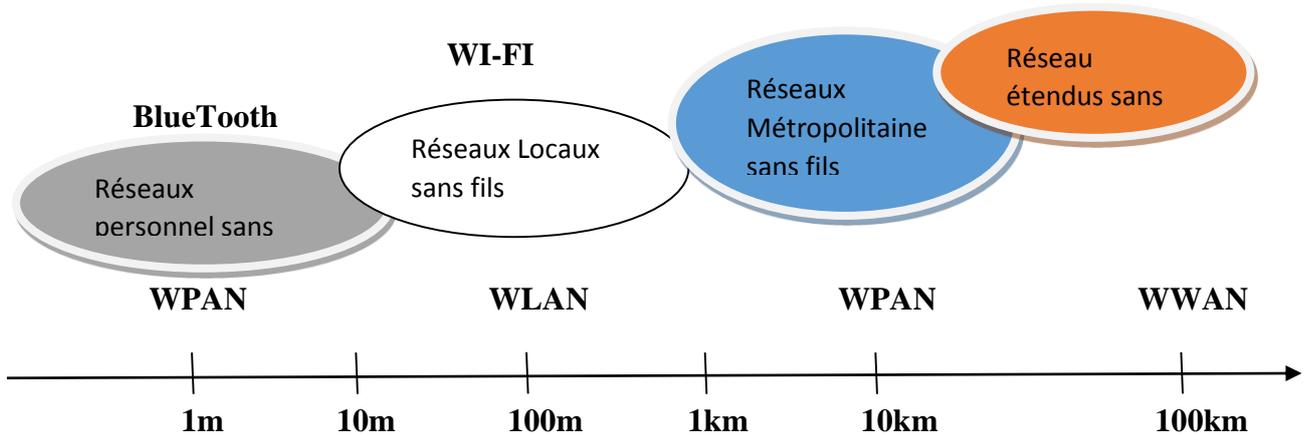
#### **I.3.1. La classification des réseaux sans fil selon la zone de couverture :**

Aujourd'hui plusieurs technologies de réseaux sans fil existent, aucune des technologies n'est parfaites et chacune d'elles représentent un équilibre entre plusieurs facteurs, les plus importants sont le type de modulation, la fréquence de transmission utilisée, la puissance du signal radio, le débit et la sensibilité des éléments de réception, donc dépendant l'usage que l'on souhaite le choix d'une technologie sans fil est fait [5]:

- Le WPAN réseau personnel sans fil (Wireless Personal Area Network).
- Le WLAN réseau local sans fil (Wireless Local Area Network).
- Le WMAN réseau métropolitain sans fil (Wireless Metropolitan Area Network).
- Le WWAN large réseau sans fil (Wireless Wide Area Network).

**Tab I.1.** La classification des réseaux sans fil selon la zone de couverture

Cat.	Portée max	Débit	Usages	Normes
<b>WPAN</b>	Qsq m	1 Mbit/s	Réseau particulier	IEEE802.15(Bluetooth) NFC ETSI Hyperpan
<b>WLAN</b>	500 m	+ de 50 Mbit/s	Réseau interne, propres à un bâtiment (soit comme réseau d'entreprise, soit comme réseau domestique).	IEEE802.11 (a,b,c....) ESTI HyperLan
<b>WMAN</b>	4 à 10 Km	De 1 à 10 Mbit/s	Ville, campus,..... Interconnecte plusieurs WLAN	IEEE802.16 Wi Max ESTI HyperMan
<b>WWAN</b>	Plusieurs certaines De Km	De 1 à 10 Mbit/s	Régional, National Interconnecte plusieurs villes	Basé sur des technologies cellulaires.



**Figure I.2.** La classification du réseau sans fil selon la zone de couverture

**I.3.1.1. Le réseau personnel sans fil (WPAN) :**

Les réseaux personnels (domestiques), sont des réseaux utilisés pour relier des machines très peu éloignées, ils sont caractérisés par une faible portée (quelques dizaines de mètres). Leur utilisation la plus fréquente est d'établir une communication entre des matériels présents sur une personne (par exemple une oreillette et un téléphone portable). Ils sont aussi conçus pour faire une liaison entre des machines informatiques sans utilisation de câbles.

On trouve plusieurs technologies permettant la mise en œuvre de ces réseaux qui sont les suivants:

**I.3.1.1.1. La technologie Bluetooth :**

Permettant d'atteindre un débit maximal théorique de 1 Mbps (environ 720Kbps effectif) à basse consommation énergétique, La norme Bluetooth (pris en charge par IEEE 802.15.1) est une technologie de moyen débit. Elle utilise une bande fréquence 2.4GHz avec une couverture allant de 10 à 30 mètres. En communication simultanée un réseau de 8 appareils est créé grâce à cette technologie.

**I.3.1.1.2. La technologie UWB :**

Basée sur la transmission d'impulsions de très courte durée (souvent inférieure à la nanoseconde), l'UWB (ultra wideband) représente une technique de modulation radio. Sa bande passante atteint de très grandes valeurs.

**I.3.1.1.3. La technologie Zigbee :**

Le ZigBee (ou bien IEEE 802.15.4) permettant d'obtenir des liaisons sans fil à très bas prix et pour engendrer une faible consommation d'énergie permettant aux batteries des appareils de durer plus longtemps, la technologie Zigbee s'agit d'une variante du Bluetooth, ces caractéristiques la rendent particulièrement adéquat pour être intégrée dans de minuscules appareils électroniques (hifi, jouets, appareils électroménagers, ...). Opérant sur la bande de fréquences des 2,4 GHz et sur 16 canaux, La technologie ZigBee, permet d'obtenir des débits allant jusqu'à 250 Kb/s avec une couverture d'environ 100 mètres.

**I.3.1.1.4. La technologie HomeRF :**

Lancé en 1998 par un groupe d'industriel baptisé (Home Radio frequency working Group) comprenant des sociétés telles que HP, Compaq, IBM, Intel, Microsoft, etc) Home RF (Home Radio Frequency) s'agit d'un protocole sans fil clairement réservé au marché résidentiel, basé sur l'utilisation d'ondes radiofréquences et le saut de fréquence pour la transmission de la voix et des données sur un diamètre allant de 50 à 100 mètres avec un débit théorique de 10 Mbps.

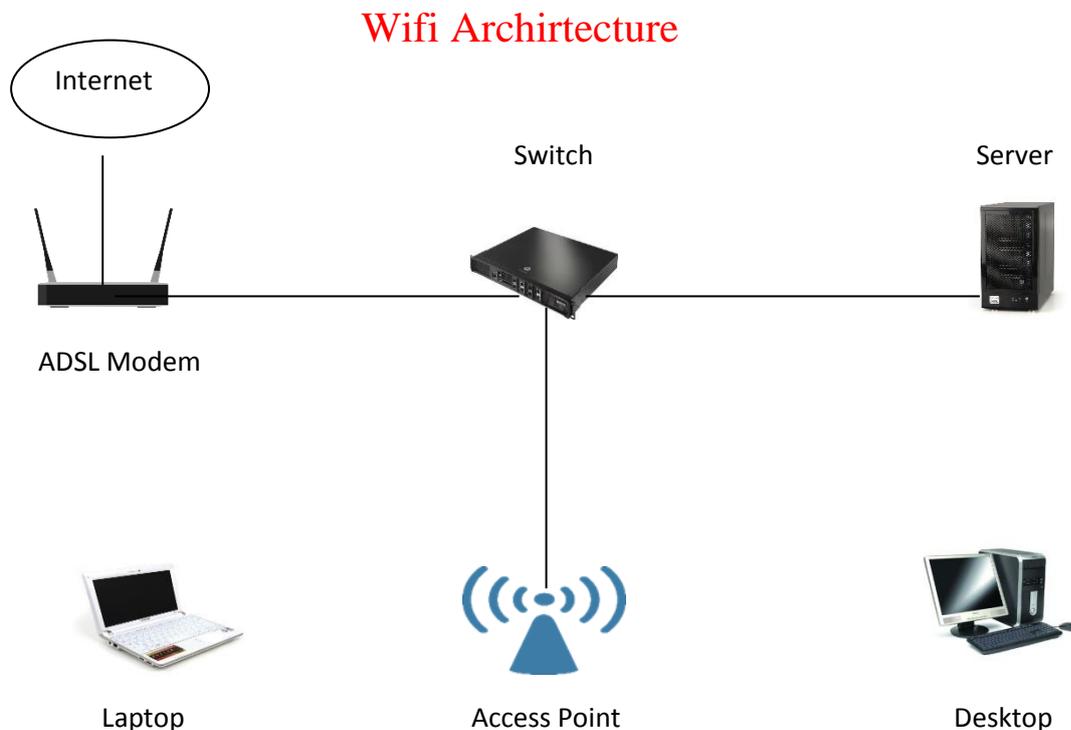
**1.3.1.2. Le réseau sans fils local WLAN :**

Offrant une zone de couverture qui correspond au réseau local d'entreprise, soit quelques centaines de mètres, le réseau WLAN comprend les réseaux sans fil dont le but de ces réseaux est d'interconnecter les différents équipements qui sont situées dans une zone géographiquement limitée en utilisant la Wifi (Wireless Fidelity) connue aussi sous le nom de la norme IEEE802.11 qui permet de relier les différents systèmes réseaux avec un débit théorique de 11 Mbit/s ou 6 Mbit/s réels en 802.11b jusqu'à 1 Gb dans la norme 802.11ac.

Il existe plusieurs technologies concurrentes on a les précédentes :

**I.3.1.2.1. Le Wifi :**

Basé sur la norme IEEE 802.11 (ISO/CEI 8802-11), le wifi ou Wifi (Wireless Fidelity) est une technologie de réseau informatique sans fil conçu pour fonctionner en réseau interne et, depuis, demeure un moyen d'accès à débit élevé à Internet sur une distance de plusieurs centaines de mètres il offre des débits allant jusqu'à 54Mbps. Écrit par l'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) en 1997, le premier standard international de réseaux locaux sans fil IEEE 802.11 couvre la couche physique et la sous couche de contrôle d'accès au médium (MAC) du modèle OSI. Le WIFI encore appelée norme IEEE 802.11, des débits minimaux théoriques de l'ordre de 1 à 2 Mbits/s ont été permis dans ses premières définitions, au premier temps le standard était appelé le 802.11b. Après cette dernière d'autres spécifications sont nées telles que le 802.11a, 802.11c, 802.11d, 802.11e, 802.11f, 802.11g, 802.11h, 802.11i et 802.11j. La base pour toutes ses dérivées est la norme IEEE 802.11.

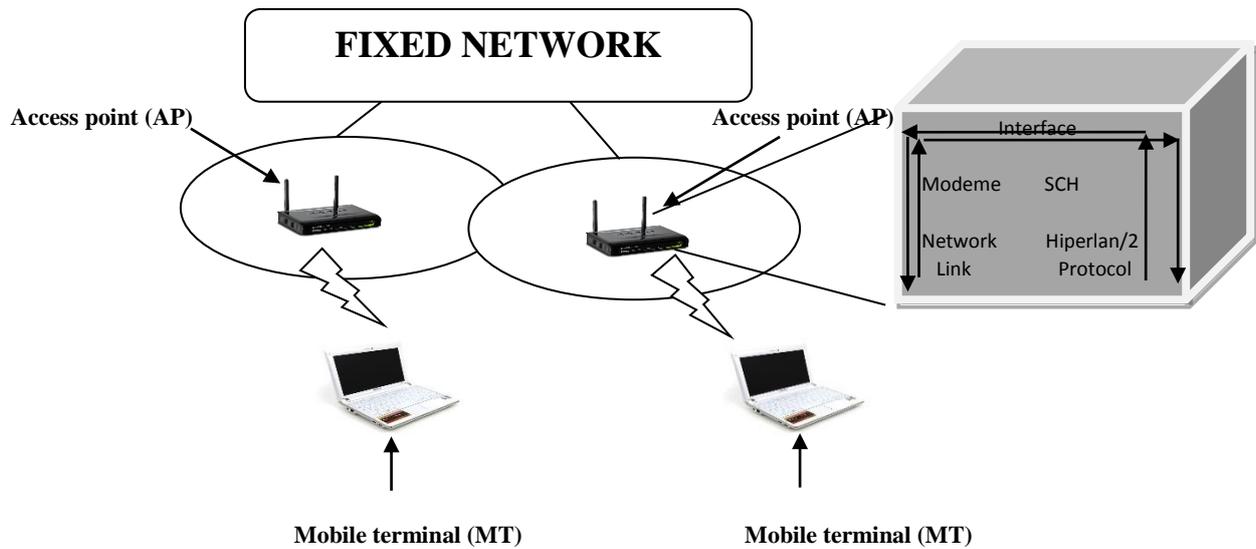


**Figure I.3.** Architecture de la technologie Wifi.

**I.3.1.2.2. Le HiperLAN2:**

Basé sur la technique de modulation OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex), HiperLAN2 (High Performance Radio LAN 2.0) représente une alternative à la norme IEEE 802.11a et classée réseau sans fil ATM (Asynchronous Transfer Mode). Agissant dans une bande passante allant de 5,4 GHz à 5,7 GHz, cette norme indique qu'il doit être possible de réaliser des communications à débits divers de 6, 9, 12, 18, 27, 36 Mb/s et 54 Mb/s. l'HiperLAN2 sait également

véhiculer la vidéo, les paquets IP (Internet Protocol), les paquets FireWire IEEE 1394 et la voix numérisée des téléphones cellulaires, Outre le transport des cellules ATM.



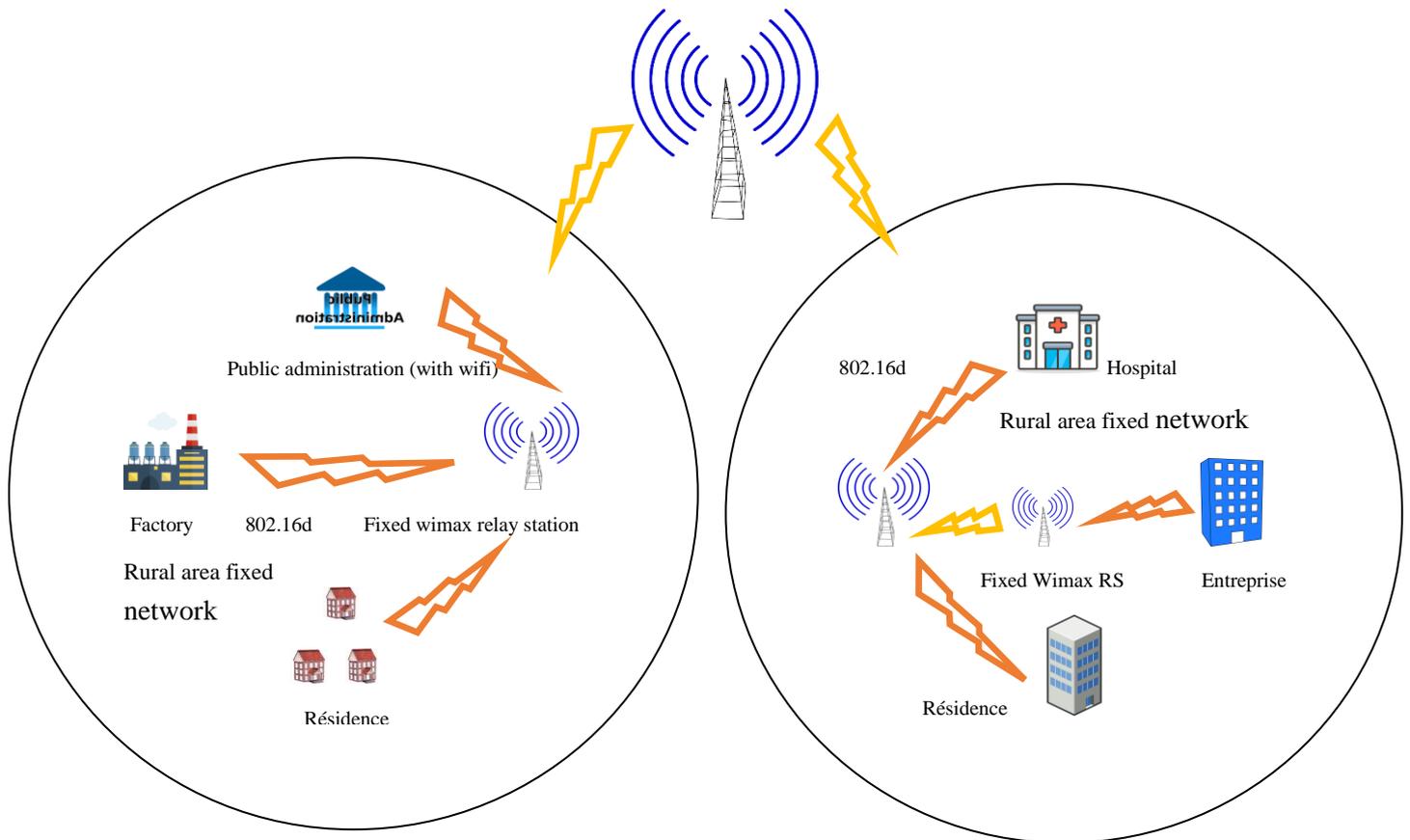
**Figure I.4.** Architecture de l'HiperLAN2.

### I.3.1.3. Le réseau métropolitain sans fil (WMAN) :

Une couverture de la taille d'un campus ou d'une ville est offerte par les réseaux inclus dans cette catégorie. Pour une portée de 4 à 10 kilomètres ils offrent un débit utile allant de 1 à 10 Mbit/s, cela rend cette technologie principalement destinée aux opérateurs de télécommunication. Tout en économisant le coût élevé des liaisons physiques, interconnectant divers réseaux fixes ou réseaux sans fil qui se trouvent sur la même région.

#### I.3.1.3.1. La technologie Wimax :

Le Wimax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) est une technologie de transmission sans fil à large couverture et à haut débit (70 Mbit/s sur une distance de 50 km, en théorie). Pour les connexions internet en haut débit dans les zones mal équipées, il se représente comme un relais. En ville, contrairement à la multiplicité des points d'accès actuels en Wi-Fi, s'il se développe, il devrait également permettre la mise en place de réseaux à partir d'un unique point d'accès sur un large périmètre. Seulement la connexion des individus au réseau qui devra se faire en Wi-Fi. En effet le Wimax ne peut pas franchir les murs car il fonctionne sur des bandes de fréquence bien plus élevées que celles du Wi-Fi.



**Figure I.5.** Architecture de la technologie WiMAX.

#### I.3.1.4. Les larges réseaux sans fils (WWAN) :

Connue également sous le nom de réseau cellulaire mobile, le réseau étendu sans fil WWAN est une forme de réseau sans fil regroupant les réseaux étendus sur un périmètre de couverture de certains kilomètres.

Les technologies principalement utilisées dans ce réseau sont : le GSM (Global System for Mobile communication), l'UMTS (Universal Mobile Telecommunication System), le GPRS (General Packet Radio Service), l'EDGE (Enhanced Data GSM Environment, on trouve aussi la technologie LTE (Long Term Evolution) et LTE-Advanced. C'est à l'échelle régionale, nationale ou même mondiale que ces technologies sont proposées et fournies par un distributeur de services sans fil.

##### I.3.1.4.1. Le réseau LTE/4G :

La 4G ou le réseau LTE est une technologie qui repose sur un réseau de transmission à commutation des paquets IP. Contrairement à la 3G qui transporte la voix en mode circuit, celle-ci n'a pas prévu de mode d'acheminement pour la voix, autre que la VoIP.

Cette technologie utilise des bandes de fréquences hertziennes pouvant aller de 1.4 MHz à 20 MHz, et qui permet ainsi d'obtenir (pour une bande 20 MHz) un débit binaire théorique pouvant

arriver jusqu'à 300 Mbit/s en «downlink», alors que la "vraie 4G" propose un débit descendant allant jusqu'à 1 Gbit/s.

Le LTE repose sur une association de technologies sophistiquées à même d'améliorer nettement le niveau de rendement (très haut débit et latence) par rapport aux réseaux 3G existants. En minimisant les interférences, le multiplexage OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) apporte une optimisation dans l'utilisation des fréquences. Augmenter le débit total et la portée revient aux recours des techniques d'antennes multiples (utilisés pour le Wi-Fi ou le WiMax déjà) qui permet de multiplier les canaux de communication parallèles.

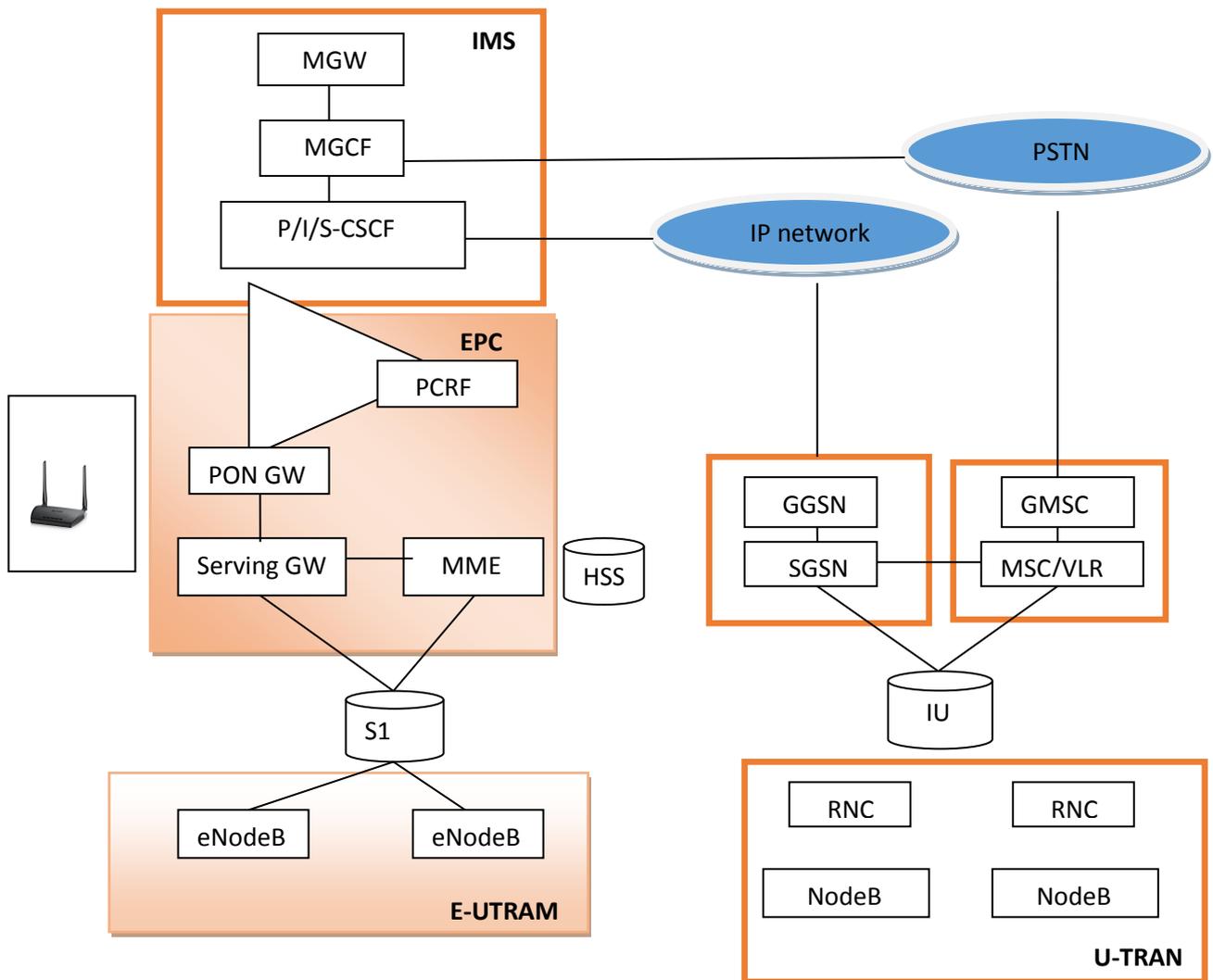


Figure I.6. Architecture du réseau LTE/4G.

### I.3.2. La classification des réseaux sans fil selon la technique d'accès :

Les réseaux sans fils sont classés selon la technique d'accès ainsi :

- Les FDMA (Frequency Division Multiple Access)
- Les TDMA (Time Division Multiple Access)
- Les SDMA (Space Division Multiplexe Access)
- Les CDMA (Code Division Multiplexe Access)

### I.4. Architecture des réseaux sans fil :

On peut trouver trois types d'architecture :

- Les réseaux poste à poste (égale à égale),
- Réseaux organisés autour de serveurs (Client/Serveur),
- Trois tiers.

#### I.4.1. Les réseaux poste à poste :

Dans une architecture poste à poste (peer to peer ou point à point ou égal à égal) [7], il n'y a pas d'ordinateur distinct, car ils sont tous identiques. C'est-à-dire que les ressources sont permises d'être partagées par chacun des machines du réseau [8] et que chaque utilisateur est administrateur de son propre ordinateur. Chaque poste est à la fois serveur et client avec cette architecture. Afin que toutes les autres machines puissent y entrer via le réseau, Il n'y a pas d'hierarchie entre les machines ni de statut privilégié pour certains utilisateurs, Le majeur avantage de l'architecture peer to peer est qu'il est mis en place facilement avec un coût réduit. Les inconvénients sont qu'un nombre élevé de machine ne peut pas être supporte par ce dernier, que son administration peut devenir difficile et qu'il n'est pas sécurisé aussi. Ce réseau est beaucoup plus compétant aux mini structures où l'obligation de sécurité est nul et ne dépassant pas une dizaine de machines [7].

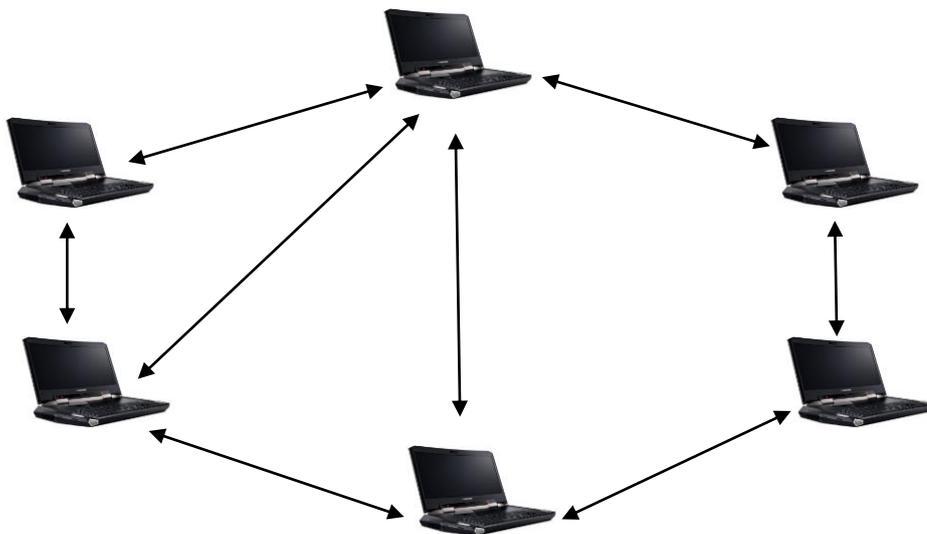
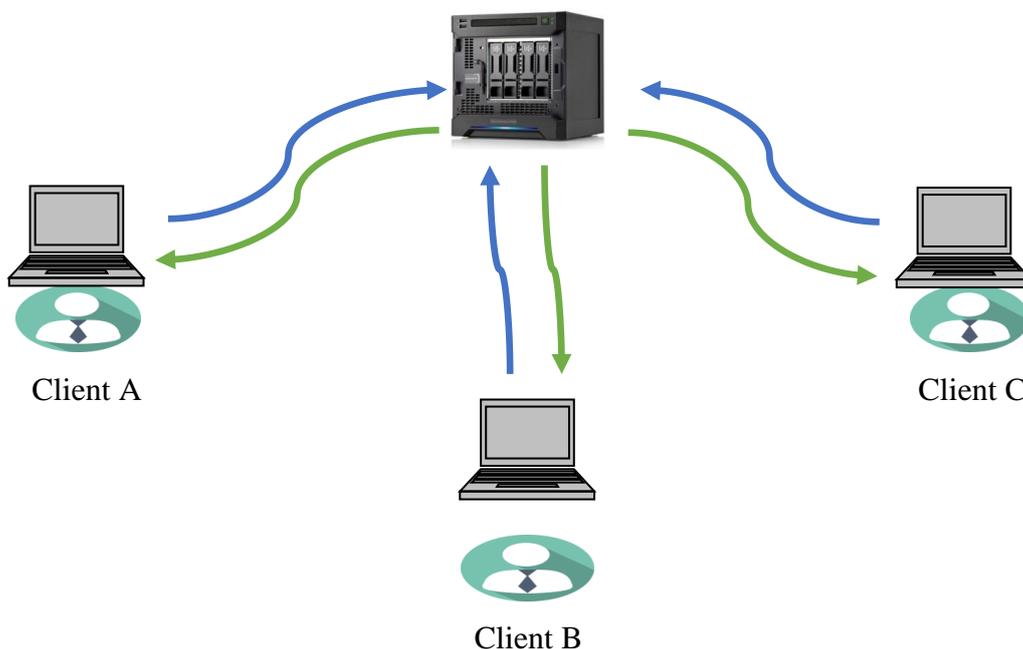


Figure I.7. Le réseau poste à poste.

### I.4.2. Architecture client/serveur :

Plusieurs applications marchent selon un cadre client/serveur, cela veut dire que des machines clientes appellent un serveur, une machine qui leur fournit des services, elle est habituellement très puissante en termes de capacités d'entrée-sortie [7], celle-ci leur offrent plusieurs services. Ces services représentent des programmes fournissant des informations telles que l'heure, une connexion, des fichiers,...,etc.

Les ordinateurs du réseau (les clients) ne peuvent contacter que le serveur dans un environnement purement Client/serveur, c'est un des principaux avantages de ce modèle [8]. Alors que l'unique inconvénient dans cette architecture est que le serveur peut être épuisé surtout s'il traite plusieurs clients [9].



**Figure I.8.** Le réseau client/serveur.

### I.4.3. Architecture trois tiers :

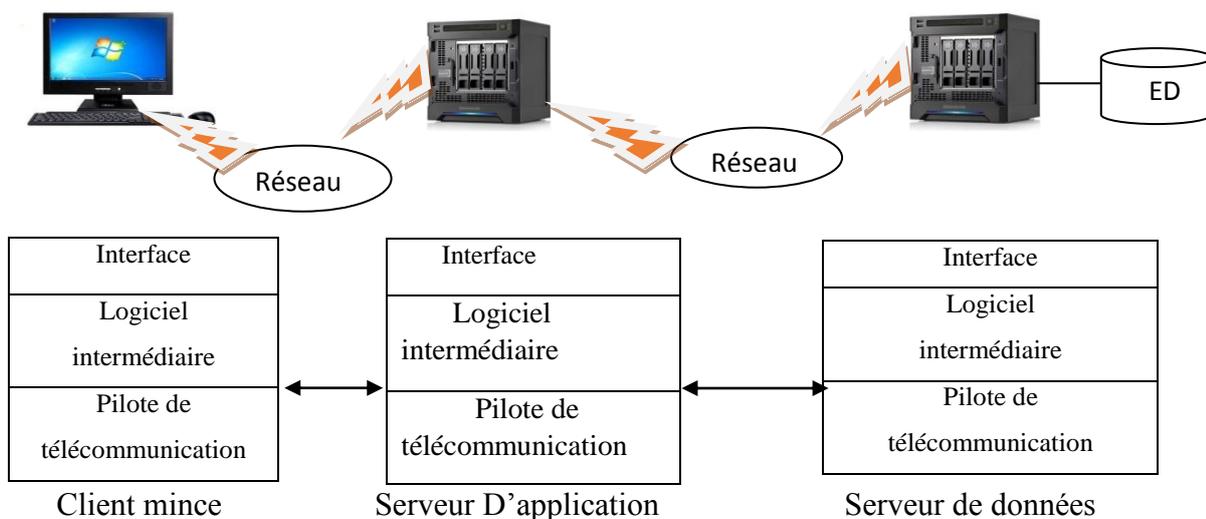
En faisant appel à un autre serveur, le serveur fournit la ressource c'est le serveur d'application. Le premier serveur fournit un service au deuxième serveur.

Dans l'architecture 3-tier (appelée l'architecture à 3 niveaux), il y a un niveau intermédiaire (entre deux), cela signifie que l'on a généralement une architecture partagée entre le client et le serveur de données. Un client, représentant l'ordinateur qui demande des ressources, muni d'une interface utilisateur (qui représente habituellement un navigateur internet) qui s'occupe de la présentation.

Le niveau chargé de fournir la ressource mais faisant appel à un autre serveur est le serveur d'application (également appelé middleware). Le niveau fournissant au serveur d'application les données dont il a besoin est appelé le serveur de données.

L'emploi massif du terme d'architecture 3-tier peut parfois désigner les réseaux suivants [10] :

- ✓ Transmission d'application entre client, serveur intermédiaire, et serveur d'entreprise.
- ✓ Transmission d'application entre client, serveur d'application, et serveur de base de données d'entreprise.



**Figure I.9.** L'architecture 3-tiers.

## I.5. Avantages et Inconvénients des réseaux sans fils :

### I.5.1. Les avantages :

Si les caractéristiques courantes du réseau sans fils tolère la rivalisations avec les caractéristiques du réseau filaire, le but des réseaux sans fils n'est pas de remplacer les réseaux filaires mais plutôt d'apporté plusieurs avantages à ces derniers provenant d'un nouveau service. Les avantages principaux du réseau sans fil sont les suivants [4] [11] [12] [13]:

- **Topologie :** Le réseau sans-fil dégage des contraintes exigées par les réseaux fils. Il devient possible de mettre en service un nouvel équipement à n'importe quel moment avec un logiciel adéquat, ce dernier se connecte, s'identifie, présente ses ressources et reçoit une partie des instructions à exécuter. Tout ça sans aucune connectivité physique et automatiquement.
- **Mobilité :** En vous déplaçant sur votre site de travail vous pouvez rester connecté. Accédez à tous les documents et applications du réseau et aux communications les plus récentes, n'importe où et à tout moment.
- **Facilité et souplesse:** un réseau sans fil peut couvrir des zones difficiles d'accès aux câbles, relier des bâtiments distants, et être utilisé dans des endroits temporaires.

- **Évolutivité**: le réseau sans fil peut tout simplement suivre l'évolution des nécessités et être dimensionnés plus justement.
- **Coût** : certes par rapport à un réseau filaire, l'investissement matériel initial est plus élevé, mais, ces coûts se réduiront à moyen terme. Autrement, les coûts de maintenance et d'installation sont très réduits ou presque nuls, puisqu'il n'y a pas de fils à poser et que les adaptations de la topologie de ce réseau n'entraînent pas de budgets supplémentaires.
- **Accès d'invité** : y compris les clients et les partenaires commerciaux il offre un accès réseau sécurisé aux utilisateurs invités, tout en couvrant leurs ressources réseau.
- **Fiabilité** : L'efficacité des transmissions sans fil ont prouvé leur efficacité dans les domaines aussi bien militaires que civils. Quoique les interférences attachées aux ondes radio puissent abaisser les performances du réseau sans fil, celles-ci restent assez exceptionnelles. Une bonne conception du réseau ainsi qu'une distance limitée entre les différents équipements radio (stations et/ou points d'accès).

### I.5.2. Les inconvénients :

De par la nature du canal radio, un certain nombre de problèmes se posent qui ne trouvent pas d'équivalents dans le monde filaire. On peut citer les inconvénients suivants [14] [15] [16] :

- **L'énergie** : En général les applications relatives aux réseaux sans fils ont un caractère nomade et tirent leur autonomie de batterie. Émettre ou recevoir des informations consomme beaucoup d'énergie donc on cherche à limiter cette consommation en optimisant les protocoles de gestion du réseau.
- **Continuité et qualité du signal** : Du fait des problèmes qui peuvent provenir des interactions de l'environnement et du matériel, ces éléments ne sont pas garantis. Une dégradation de qualité de signal peut être constatée de fois en fois, Cet empêchement est causé par l'abaissement de la puissance du signal, qui est liée avec l'espace entre les nœuds et aux conditions de l'atmosphère. De plus, une altération du signal est causée par le bruit dû à d'autres signaux parasites.
- **Une faible sécurité** : Espionner un canal radio de manière passive est facile. Les protections ne peuvent pas se faire de façon physique (il est en générale difficile d'empêcher une antenne réceptrice très sensible dans le voisinage d'être déplacée par quelqu'un discrètement), elles doivent être affectées de manière logique, grâce à la cryptographie ou possiblement à des antennes absolument directionnelles.

**I.6. Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous avons parlé sur les réseaux sans fils qui sont des technologies utiles et nécessaire de nos jours dans les différents domaines comme l'industrie, la santé et le domaine militaire. Cette diversité d'utilisation revient aux différents avantages qu'apportent ces technologies, comme la mobilité, la simplicité d'installation (absence de câblage). Mais dans ce domaine la sécurité demeure un motif très délicat, puisque depuis l'utilisation de ce genre de réseaux plusieurs failles ont été repérées. Finalement le but du réseau sans fil n'est pas de remplacer le réseau filaire mais plutôt de lui apporter plusieurs avantages provenant d'un nouveau service qui est la mobilité de l'utilisateur.

**Chapitre II :**  
**Présentation de la**  
**technologie Wifi**

## II.1. Introduction :

Les réseaux locaux informatiques connaissent deux évolutions importantes au début du 21<sup>ème</sup> siècle. L'utilisation courante du réseau local chez les particuliers qui est due en grande partie à internet d'une part, et l'arrivée en masse des ordinateurs et autres matériels mobiles d'une autre. Pour cela il fallait trouver une technologie permettant de préserver la mobilité des produits portables et de simplifier le câblage du réseau chez un particulier. Le sans-fil est le seul principe qui permet de concilier les deux. Proposé par l'organisme de standardisation Américain IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) l'IEEE 802.11 est un standard de réseau sans fil local.

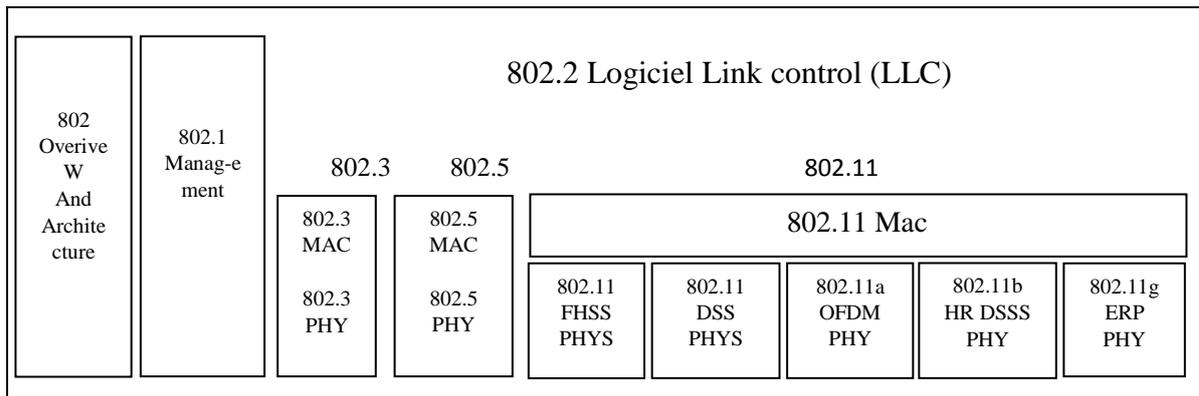
Le standard 802.11 est habituellement considéré comme étant la version sans fil de 802.3 (Ethernet) [17]. Le but de ce chapitre est de présenter la technologie IEEE 802.11 en mettant le point sur son architecture comprenant les topologies et les couches de ce standard en première lieu, puis nous allons donner les techniques d'accès au support radio, ensuite nous allons présenter les différentes normes associées à l'IEEE 802.11 en deuxième lieu, les équipements du Wifi, la sécurité dans le Wifi, et enfin la Qos dans le Wifi.

## II.2. La norme 802.11 :

En 1990 le groupe 802.11 a été initié, puis en 1997 le standard IEEE 802.11 définissant les réseaux locaux sans fil a apparu [18]. Les spécifications d'un contrôle d'accès au médium et de plusieurs couches physiques pour la connectivité sans fil de stations fixes ou mobiles dans une «local area» (zone locale) sont définies par ce standard. C'est le résultat de l'intégration à la première norme IEEE 802.11 des différentes modifications qui sont apparues au cours des années jusqu'à la publication de la nouvelle version.

802.11-legacy (publiée en 1999 et confirmée en 2003), dépassée par toutes les modifications apportées, autorisait un fonctionnement à des débits allant de 1 Mbit/s à 2 Mbit/s [19]. Le 802.11 est dérivé de la famille 802, qui représente une série de caractérisations pour les réseaux locaux. Le lien entre les éléments de la famille 802 et leurs emplacements dans le modèle OSI est représenté dans la figure suivante [6] :

**Tab II.1.** La famille IEEE 802.

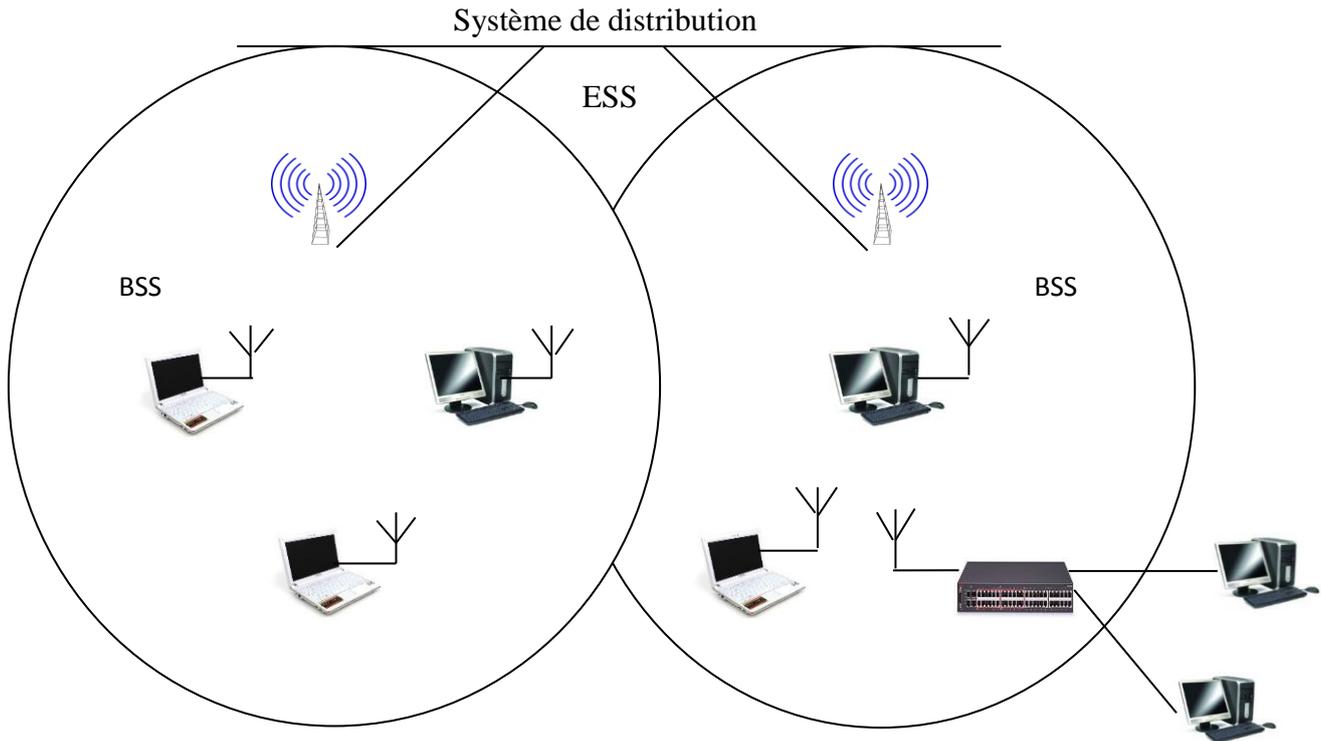


**II.3. Architecture Wifi :**

La source la plus célèbre de mise en réseau pour les différentes technologies de réseau informatique de l’heure actuelle est la technologie sans fil. Le réseau sans fil, qui est aussi appelé Wifi, représente l’un des types de cette technologie dans lequel la transmission des données d’un appareil à un autre et utilise les signaux radio à haute fréquence. Il ne fonctionne que sur plusieurs centaines de pieds.

Le bloc de construction fondamental de l’architecture IEEE 802.11 s’appelle l’ensemble de services de base BSS (Basic Service Set). Ce dernier est défini comme étant un groupe de stations soumis au contrôle direct d’une seule fonction de coordination (c.-à-d. un DCF ou un PCF). La zone de service de base BSA (Basic Service Area) est la zone géographique couverte par le BSS, le BSA est semblable à une cellule d’un réseau de communications cellulaires. Conceptuellement, Une communication directe peut être établie entre toutes les stations dans un BSS avec les autres stations dans un BSS.

Cependant, à cause de l’évanouissement par trajets multiples ou de l’interférence des ESS (Extended Service Set) à proximité, les mêmes caractéristiques de la couche physique sont réutilisées par les rabaissements du milieu de transmission, alors certaines stations seront masquées et d’autres peuvent apparaître.



**Figure II.1.** Architecture d'un réseau Wifi.

En fournissant les points d'intégration nécessaires à la connectivité réseau entre plusieurs BSS, L'AP (Access point) prend en charge l'extension de plage, et forme ainsi un ensemble de services étendus (ESS). Ce dernier apparaît comme un grand BSS à la sous-couche de contrôle de liaison logique (LLC) de chaque station (STA). L'ESS est composé de plusieurs BSS intégrés ensemble grâce à une distribution commune système DS (Distribution System). Celui-ci est responsable pour le transport au niveau MAC des unités de données de service MSDU (Mac Service Data Unit) donc il peut être considéré comme un réseau de base. L'IEEE 802.11 spécifié que Le DS est indépendant de la mise en œuvre.

Par conséquent, le DS peut être considérée comme un filaire IEEE 802.3 Ethernet LAN, IEEE 802.5 token ring (l'anneau à jeton) LAN, IEEE 802.4 token bus LAN, réseau métropolitain (MAN), FDDI (Fiber Distributed Data Interface), ou bien un autre Support sans fil IEEE 802.11.

### **II.3.1. Les topologies de la norme 802.11 :**

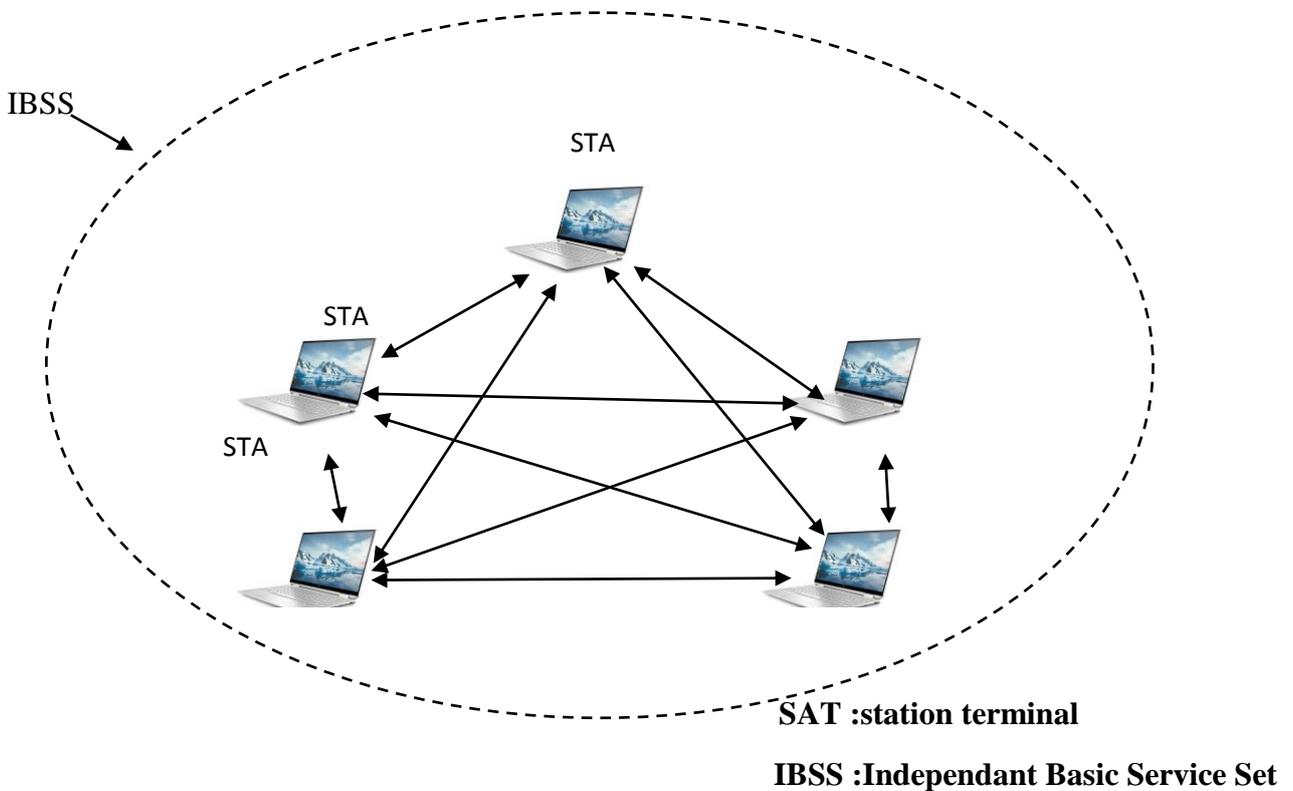
Le standard 802.11 définit deux modes de déploiement : mode Ad hoc (sans infrastructure) et le mode infrastructure.

**II.3.1.1. Le mode Ad Hoc :**

Les appareils sans fils clientes se relient les unes aux autres afin de construire un réseau point à point en mode Ad-hoc, cela veut dire un réseau ou chaque machine joue en même temps le rôle du point d'accès et le rôle du client. L'ensemble de services de base indépendants IBSS (Independent Basic Service Set) est un ensemble formé par les différentes stations.

Un IBSS est donc un réseau sans fil qui n'utilise pas de point d'accès et qui contient en minimum deux stations. Permettant à des personnes situées dans une même salle d'échanger des données l'IBSS constitue ainsi un réseau éphémère. Celui-ci est identifié par un SSID (Service Set Identifier), comme un ESS en mode infrastructure l'est.

La portée du BSS est déterminée par la portée de chaque station dans un réseau Ad-hoc. Ça veut dire que si la condition de deux stations d'un réseau hors de portée l'une de l'autre, même si elles "repèrent" d'autres stations est réalisé, ces dernières ne vont pas pouvoir communiquer. Effectivement, le mode Ad hoc ne suggère pas un système de distribution qui est capable d'envoyer les trames d'une station à une autre, contrairement au mode infrastructure. Ainsi on peut dire qu'un IBSS est défini comme un réseau sans fil restreint.



**Figure II.2.** Le mode ad-hoc.

### II.3.1.1.1. Caractéristiques des réseaux ad hoc :

Les caractéristiques d'un réseau de communication sans fil sont tous applicables aux réseaux Ad hoc, mais il existe certaines caractéristiques qui ne sont propres qu'à ce type de réseau à savoir [20] :

- **Hétérogénéité des nœuds** : équipé d'une ou plusieurs interfaces radio ayant des capacités de transmission variées et opérantes dans des plages différentes de fréquence, c'est le nœud mobile. Cette hétérogénéité de capacité permet d'engendrer des liens dissymétriques dans le réseau. De plus, des différences en termes de capacité de traitement (CPU, mémoire), de logiciel et de mobilité (lent, rapide), durée de vie de batterie...etc, peuvent être contenu dans les nœuds. [21]
- **Topologie dynamique** : un changement rapide et fréquent de la topologie des réseaux Ad hoc liées à des facteurs qu'on ne peut pas contrôler comme la mobilité des nœuds, le bruit et les interférences et à d'autres facteurs contrôlables comme la direction de l'antenne et la puissance de transmission. Par conséquent, tout au cours de la communication les liens transmission doivent être maintenus [22].
- **Absence d'infrastructure** : Pour faire établir et maintenir la connectivité du réseau d'une manière continue les nœuds mobiles partagent leurs ressources et se coopèrent les uns les autres [23]. Cela fait qu'aucune infrastructure existante déjà ou administration centralisé est exigé avant la création des liens de communication.
- **Bande passante limitée** : le partage d'intermédiaire de communication radio fait que la bande passante attribuée à un hôte soit modeste [21].
- **Contraintes d'énergie** : les nœuds communiquant sont toujours mobiles et possèdent des sources d'énergie limitées. Parmi les problématiques au cœur des travaux de recherches dans les réseaux Ad hoc on trouve l'optimisation de consommation d'énergie durant les communications sans fil.
- **Vulnérabilité de sécurité** : l'utilisation d'un intermédiaire de communication sans fil expose les transmissions de données aux espionnages et à d'autres types d'infiltrations [20]. Alors pour faire face à ces types d'attaques, des mécanismes particuliers doivent être suggérés.
- **Interférences Radio** : due à l'emploi d'un intermédiaire radio dans les transmissions sans fil, le taux de collision de paquet et les interférences sont élevés. Parmi les phénomènes très particuliers à l'environnement sans fil le phénomène des nœuds caché, où les nœuds voisins exploitent le support de communication en même temps [22].
- **Multi saut** : les paquets sont dirigés par les nœuds médiums jusqu'à ce qu'il atteint la destination c'est la d'où vient la dénomination "multi-saut" [24].

### II.3.1.2. Le mode infrastructure :

Ce mode de fonctionnement permettant d'établir une connexion entre les appareils équipés d'une carte réseau Wifi via un seul ou multiple point d'accès qui travaillent comme des concentrateurs. Chaque appareil va se connecter à un point d'accès via une liaison sans fil.

- L'ensemble de service de base (basic service set BSS) est un ensemble formé par le point d'accès et les stations qui sont situés dans sa zone de couverture et réalise une cellule. C'est le BSSID (un identifiant de 6 octets (48bits)) qui identifie Chaque BSS. Le BSSID correspond à l'adresse Media Access control) du point d'accès dans le mode infrastructure.
- Grace à une liaison nommée système de distribution (DS : Distribution System), plusieurs points d'accès peuvent être relié entre eux pour réaliser un système de services étendu (ESS : extended service system). Le DS peut être un réseau sans fil ou un réseau filaire.
- ESSID (service set identifier) abrégé SSID est un identifiant de 32 caractères de long au format ASCII, il repère l'ESS. ESSID représente le nom du réseau d'une certaine façon un premier niveau de sécurité dans la mesure où la connaissance de SSID est obligatoire pour qu'une station puisse se connecter au réseau étendu.
- Lors du passage de l'utilisateur d'un BSS vers un autre appartenant au même ESS le point d'accès est capable d'être changé par l'adaptateur sans de sa carte suivant la qualité de réception des signaux qui proviennent de points d'accès différents. Grâce au système de distribution, les points d'accès peuvent communiquer entre eux. Les stations peuvent passer de façon transparente d'un point d'accès à un autre grâce à cette caractéristique c'est ce qu'on appelle l'itinérance (roaming).

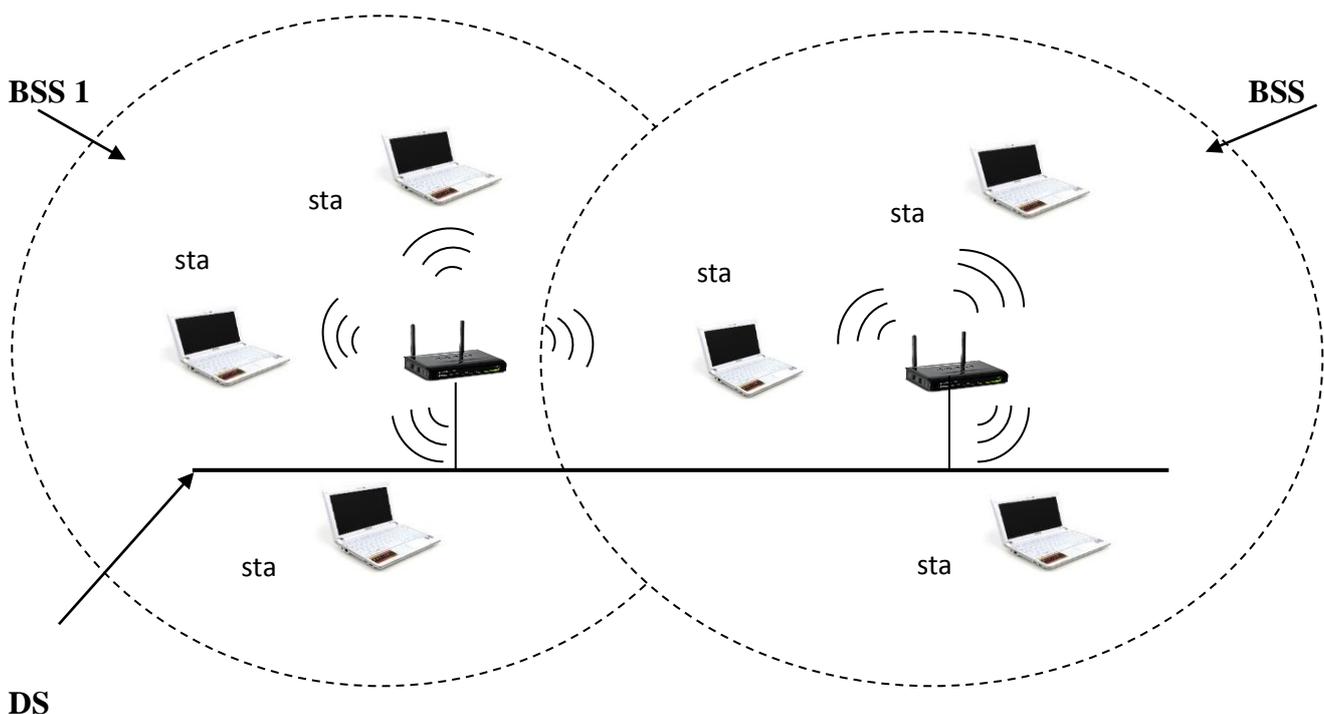
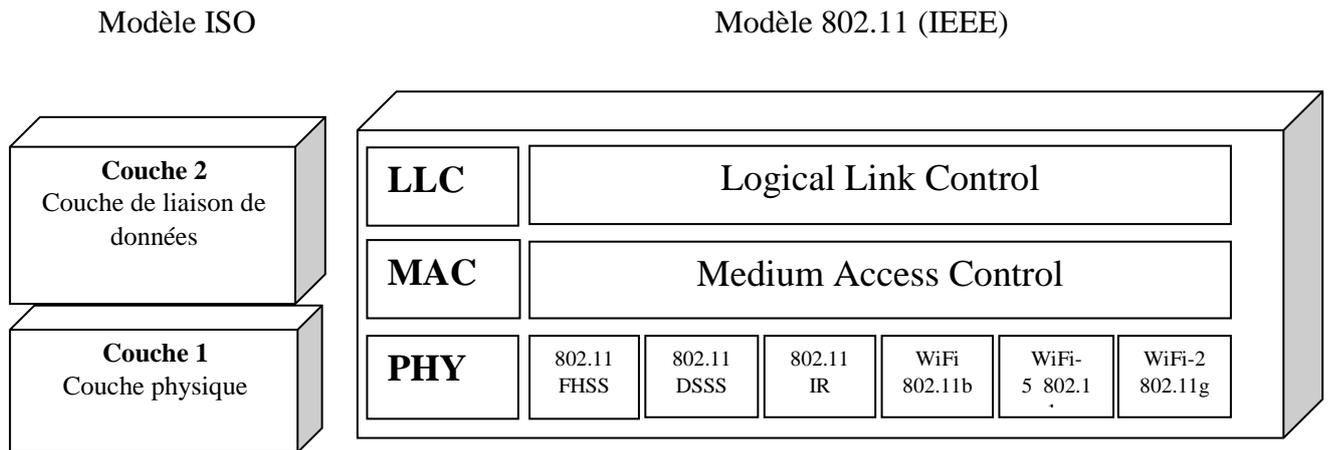


Figure II.3. Le mode infrastructure.

**II.3.2. Les couches de l'IEEE 802.11 :**

Pour une liaison sans fil utilisant des ondes électromagnétiques à savoir : La couche physique et La couche liaison de données, la norme 802.11 s'attache à définir les couches basses du modèle OSI.

**Tab II.2.** Le modèle 802.11 et le modèle OSI.



La couche physique est différente selon le standard IEEE 802.11 adopté. Elle définit les caractéristiques de la signalisation pour la transmission de données et la modulation des ondes radioélectriques [25] [26], alors que la couche liaison de données présente l'interface entre la couche physique et le bus de la machine, la définition une couche MAC commune à toutes les couches physiques est un des caractéristiques essentielles de ce standard. Donc, sans avoir besoin de modifier la couche MAC, de futures couches peuvent être ajoutées.

**II.3.2.1. La couche physique :**

Les aspects électriques, mécaniques et fonctionnels de l'accès au canal de communication, ainsi que les protocoles d'échange de données via le réseau sont tous définis par la couche physique [26]. Les relations entre les couches supérieures et le matériel sont assurés par cette couche. La couche physique est sectionnée en deux sous-couches :

- La sous-couche PLCP (Physical Layer Convergence Protocol): elle est chargée de la signalisation vers la couche MAC et de l'écoute du support.
- La sous-couche PMD (Physical Medium Dependent): elle se focalise sur la modulation et l'encodage des données.

Le tableau en dessous présente les modulations employées par la couche physique des différentes normes IEEE 802.11. Deux types de transmission à modulation de fréquence (FHSS et DSSS) associés à une modulation de phase et une technique de transmission à infrarouge (IR) sont

proposés par la norme physique initiale 802.11. Une autre modulation de fréquence (OFDM) a été adoptée accroissant les débits offerts avec l'apparition des standards (IEEE 802.11a et IEEE 802.11g).

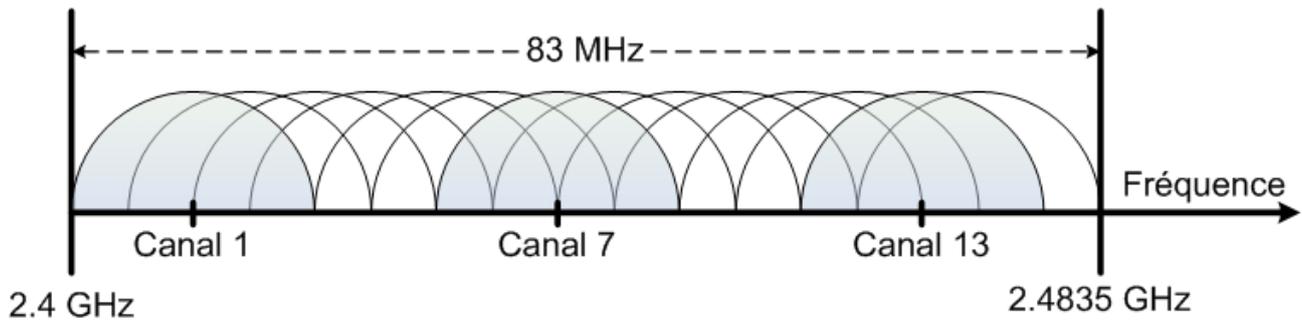
**Tab II.3.** La couche physique dans le réseau sans fil.

Couches supérieures			
802.11 (2Mbs) FHSS	802.11b (11Mbps) DSSS	802.11a/g (54Mbps) OFDM	Infra Rouge



- FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) : c'est l'étalement du Spectre avec Saut de Fréquences à laquelle la bande ISM des 2.4 GHz va être divisée en 79 canaux dont chacun a 1 MHz de largeur de bande. L'émetteur et le récepteur s'arrangent sur des séquences de sauts qui seront misent en œuvre sur ces 79 sous-canaux afin de transmettre des informations. La couche FHSS présente trois ensembles ayant 26 séquences chacun, au total 78 séquences de sauts possibles. Le médiateur de sauts d'un sous-canal vers un autre, un saut qui se produit toutes les 300 ms suivant une gradation prédéfinie met la transmission de donnée en pratique. Cette séquence est présentée de façon optimale de façon à limité les possibilités d'impact entre plusieurs transmissions synchrones. Une station ne peut pas récupérer les données si elle ne connaît pas la séquence de sauts des canaux. Le débit du FHSS qui est limité à 2 Mbit/s est le principal inconvénient. C'est le faite que la bande passante des canaux égale à 1 MHz qui cause cette limitation [19].

- DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) : l'étalement de Spectre à Séquence Directe est une technologie de transmission via spectre étalé, où la porteuse est modulée successivement par un code pseudo aléatoire de débit beaucoup plus important et aussi par l'information. Le signal qui résulte donc occupe une bande très importante. La bande de fréquence ISM des 2.4 GHz est divisée en 14 sous-canaux de largeur 22 MHz se recouvrant partiellement et peuvent donc se perturber mutuellement (seuls trois sous-canaux sur les 14 étant entièrement isolés) dans cette technique. Des débits de transmission allant de 5.5 à 11 Mbit/s sont offerts par cette dernière [28] [29].



**Figure II.4.** Composition de la bande ISM en sous canaux.

- OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) : Multiplexage par Répartition Orthogonale de la Fréquence, appelée parfois Discrete Multitone Modulation (DMT) [29] utilisée entre autres pour les systèmes de transmissions mobiles à haut débit de données elle représente une technique de modulation numérique des signaux. Cette technique consiste à diviser le signal sur un nombre important de sous porteuses orthogonales à bas débit modulées individuellement [30]. Le canal est composé de 52 porteuses de bande de 300 KHz, de 48 porteuses adressées à l’acheminement de données utiles et de 4 porteuse corriger les erreurs nommées porteuses pilotes, 8 canaux de 20 MHz déterminés dans une bande de 5 GHz, plus la bande passante est élevée, Plus le nombre de canaux est élevé, plus les données transmises en parallèle sont nombreuses. En utilisant une modulation de phase elle peut offrir un débit allant jusqu’au 54 Mbit/s [30].

**Tab II.4.** Les différentes méthodes de codages pour le standard 802.11 a, b et g.

Paramètres	Standards		
	802.11a	802.11b	802.11g
Bande de fréquence (Ghz)	5.15-5.35 5.725-5.825	2.4000- 2.4835	2.4000-2.4835
Méthode d’encodage	OFDM	DSSS	OFDM (et DSSS pour une compatibilité avec 802.11b)
Bande passante maximale	54Mbps	11Mbps	54Mbps

**Tab II.5.** Les différentes techniques de modulations.

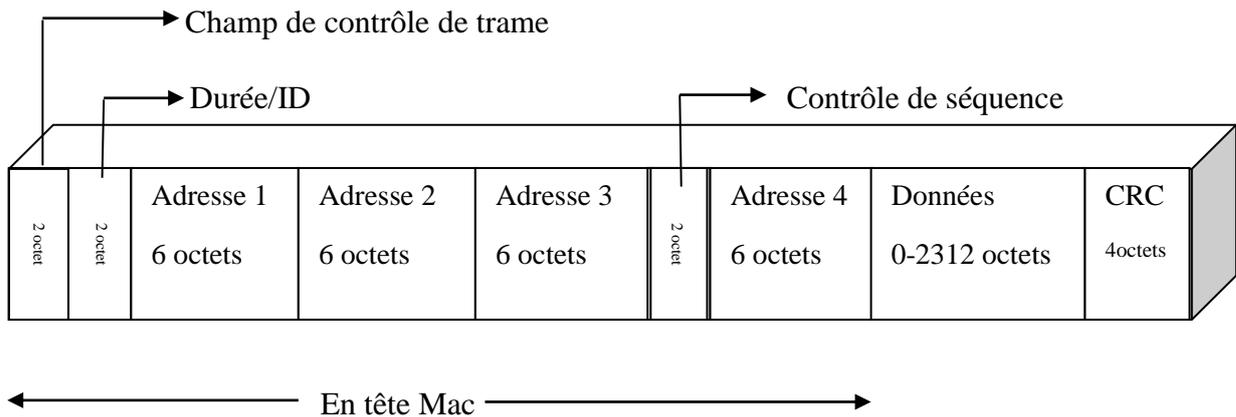
Technique	Avantage	Inconvénients
DSSS	Propose des vitesses de transmissions importantes.	Système ayant une sensibilité aux interférences dû à l'utilisation d'un seul canal.
FHSS	-Technique de transmission par saut qui empêche une perte totale du signal ; -Constitue une solution efficace dans un environnement où il y a des multi trajets.	-Faible largeur de bande par canal ne lui permettant pas d'atteindre des vitesses élevées ; -Charge supplémentaire sur le réseau.
Infrarouge	-Transmission relativement économique et garantit la confidentialité.	-Transmission se fait par une longueur d'onde très faible. -Sensible aux obstacles.
OFDM	-Vitesse de transmission jusqu'à 54Mbps ; - Offre un mécanisme de corrections d'erreurs.	-Nécessite de mettre en place des méthodes de filtrage ou de codage qui réduisent les débits.

### II.3.2.2. La couche Liaison de données :

Réaliser un acheminement sans erreurs de blocs d'informations sur la liaison physique est l'objectif de la couche liaison de données. Cette dernière attache des en-têtes et des caractères aux paquets de données à transmettre afin d'effectuer une transmission correcte. Dans ces conditions, les messages communiqués sont appelés MPDU (MAC Protocol Data Unit) ou bien trames MAC. Par la suite ces messages seront encapsulés dans des trames de niveau physique appelées PLCP-PDU (Physical Level Control Protocol-PDU). La couche de liaison de données contient essentiellement deux sous-couches :

- La sous-couche LLC (Logical Link Control) : (spécification IEEE 802.2), représente une partie de la couche de liaison de données, cette sous couche est indépendante des mécanismes d'accès au support physique. C'est grâce au séquençement et à la retransmission des données en cas de détection d'erreurs qu'elle présente les caractéristiques de fiabilité.

- La sous-couche MAC (Medium Access Control) : distingue l'accès à l'intermédiaire de manière commune aux différents standards IEEE 802.11. Elle effectue les fonctionnalités essentielles pour la retransmission en cas de perte ou de trame erronée, l'envoi d'accusé de réception et la fragmentation des données, la réalisation d'une transmission correcte point à point à savoir la détection d'erreur [26]. Deux modes d'accès au médium au niveau MAC sont définis par la norme IEEE 802.11, le mode distribué (DCF) et le mode centralisé (PCF) [28].



**Figure II.5.** Format de la trame MAC.

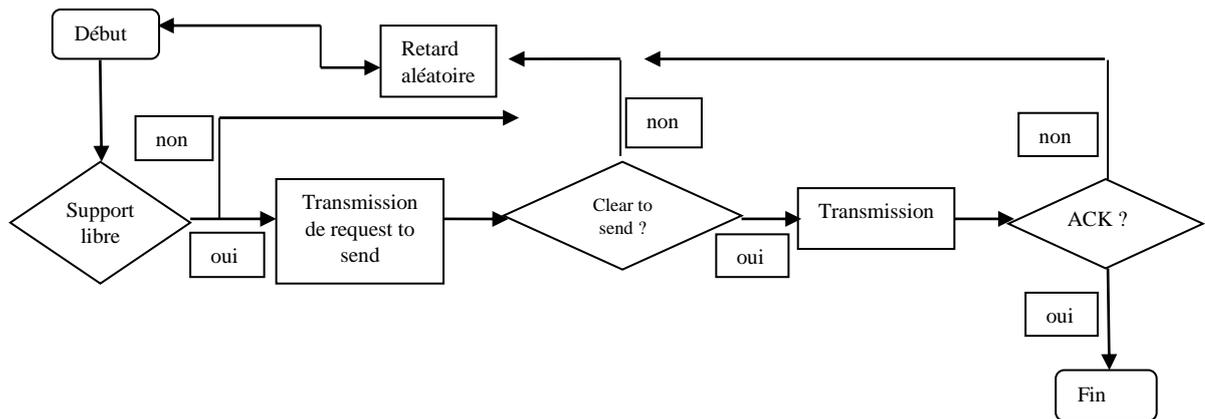
#### II.4. Les techniques d'accès au support radio :

Dans le standard IEEE 802.11, deux fonctions différentes d'accès au canal sont définies: La DCF (Distributed Coordination Function) est une fonction d'accès distribué basée sur la contention alors que la PCF (Point Coordination Function) est une fonction d'accès centralisée qui définit lorsqu'une station est autorisée à transmettre. La méthode fondamentale d'accès est la DCF, alors que la PCF est la méthode optionnelle. D'ailleurs, celle-ci est peu implémentée en pratique. Le standard IEEE 802.11 a défini des intervalles de temps, appelés « superframes » pour permettre la cohabitation entre ces deux méthodes d'accès, ces intervalles sont partagés en deux périodes : une période de contention CP (Contention Period) utilisant la DCF et une période sans contention CFP (Contention Free Period) durant laquelle la PCF est utilisée [31].

##### II.4.1. Le protocole DCF :

Le modèle d'accès CSMA/CA (Carrier Sence Multiple Access with Collision Avoidance) est utilisé par la méthode d'accès fondamentale DCF, ce modèle d'accès est une adaptation du CSMA/CD (Collision Detection), ce dernier est aussi utilisée par le protocole Ethernet dans le réseau locale filaire. La station émettrice transmet le signal et écoute en même temps le canal pour détecter d'éventuelles collisions avec d'autres signaux inclus sur le canal avec CSMA/CD.

Cependant, les collisions entre signaux ne peuvent pas être détectées par la station émettrice dans un réseau sans fil, car tous les autres signaux présents dans son voisinage sont masqués par la puissance du signal émis par cette dernière. Ainsi, la station écoute seulement le canal avant de commencer la transmission pour confirmer qu'il n'est pas occupé dans CSMA/CA. Cependant, l'absence de collisions n'est pas garantie. Au cas d'un accident, le mécanisme d'acquittement représenté ci-dessus tolère à l'émetteur de réémettre la trame.



**Figure II.6.** Algorithme de CSMA/CA.

#### II.4.2. Un accès centralisé PCF :

Un fonctionnement distribué de l'accès au médium est permis par le mode DCF, mais pour cela CSMA/CA a besoin d'une période d'attente au hasard avant l'envoi de chaque paquet. Cette période d'attente est perdue et abaissée d'autant le débit utile au niveau applicatif. La Point Coordination Function (PCF) a été suggérée pour dénouer ce problème. Elle propose de centraliser la direction de l'accès au canal dans les stations de base. Un droit de parole aux différents terminaux mobiles présents dans leur cellule doit être distribué par ces stations de base maintenant. Les risques de collisions devenant nuls et le backoff devient inutile, grâce à cette centralisation. Il n'y aura plus de controverses pour l'accès au canal : on va parler donc de Contention Free Period.

Cependant, les nœuds qui n'utilisent pas la PCF doivent encore pouvoir accéder au canal. Pour cela, une période appelée période de contention est utilisée. Les stations de base utilisent alternativement les deux modes PCF et DCF pour permettre à tous les nœuds de communiquer. De plus, il a été primordial de définir un temps inter-frame neuf qui doit être plus court qu'un DIFS afin d'éviter qu'un nœud qui n'implémente pas la DCF n'entre au canal pendant la PCF. Pendant la période libre de contention, cette période appelée PCF Inter Frame Spacing (PIFS) détache toutes les trames envoyées. Cependant, il faut que les stations de bases et les terminaux mobiles implémentent la PCF pour que ce mode puisse être utilisé, et ça ce n'est pas le cas dans la plupart des produits vendus dans le domaine commercial [30].

**II.5. Les normes associées à l'IEEE 802.11 :**

Le réseau Wifi a créé un engouement supérieur chez la communauté scientifique, de même que chez les industriels, vu le grand potentiel qu'une telle technologie exprime. D'un autre côté, une grande complexité et plusieurs problématiques sont renfermées posées par la technologie Wifi, souvent différentes. Les principales problématiques qui ont été traitées par les groupes de l'IEEE 802.11 est présenté dans ce qui suit :

**II.5.1. L'IEEE 802.11e: la qualité de service :**

Le groupe de travail 802.11e a été chargé par L'IEEE de perfectionné la couche MAC 802.11 pour y comporter des mécanismes de qualité de service, pour permettre un support des applications sensibles aux phénomènes de latence meilleur, comme les applications de vidéo ou de voix. Ce groupe a pu réussir à créer quelques solutions intermédiaires intéressantes qui sont : l'accès au canal HCF à base d'élection et accès au canal HCF à base de contention. Ces deux solutions sont utilisées pendant les périodes avec et sans contention afin de fournir un support de qualité de service.

EDCF (Enhanced DCF) est une méthode qui améliore la méthode d'accès DCF par une approche distribuée et qui permet une distinction de services fondée sur la contention. Cette approche présente 8 classes de trafic. Elle influence des valeurs faibles de fenêtre de contention aux classes de trafics à grandes priorités.

**II.5.2. L'IEEE 802.11 : les handovers :**

Un développement de la technologie autorisant la mobilité inter-cellules des stations Wifi, tout en conservant les performances du réseau et en gardant la connectivité des stations durant le déplacement est le but du groupe 802.11f. Donc, en utilisant la norme 802.11 f qui équipe pour le moment la majorité des interfaces Wifi, la majorité des réseaux sans fil pourront dorénavant jouer le rôle du réseau mobile.

Ces derniers permettent de réaliser des handovers ou relève intercellulaire qui représente la possibilité d'aller d'une cellule à une autre sans interrompre la communication. Le protocole réserver par le groupe de travail 802.11f est l'Inter Access Point Protocol (IAPP), ce dernier fait communiquer divers AP (Access Point) du même réseau ESS, de manière à permettre à un usager mobile de circuler d'une cellule à une autre sans aucune perte de connexion.

**II.5.3. L'IEEE 802.11n: le haut débit :**

L'IEEE 802.11n représente un groupe de travail au cœur de l'IEEE, établi en 2003. Les raisons qui ont amené à la création de celui-ci sont les suivantes :

- une portée limitée est offerte par les réseaux Wifi (standards 802.11 b, g et a).
- La grande sensibilité des réseaux Wifi aux interférences ayant comme origine d'autres unités sans fil, ainsi qu'aux phénomènes de réflexion d'ondes.
- L'énorme lenteur des réseaux Wifi en termes de débits, par rapport à l'Ethernet.

En effet, 802.11n permet d'arriver à un débit minimal de 100Mbps, et un débit théorique utile maximal de 540 Mbps. Ce pré-standard est basé sur le Multiple In Multiple Out (MIMO) qui représente une technologie radio innovante, basé sur l'usage de plusieurs antennes à l'émission et pareillement à la réception.

#### **II.5.4. L'IEEE802.11i : la sécurité :**

Dans les réseaux Wifi tout ce qui est envoyé peut être intercepté, car le support de transmission est partagé. L'inaptitude d'assurer un trafic aussi sécurisé que celui dans les réseaux fil représente une barrière pour l'essor de la technologie Wifi. Pour cela l'IEEE à instaurer le groupe de travail IEEE 802.11i, qui est chargé de la mise au point d'une architecture de sécurité robuste, cette dernière tient compte des spécificités des réseaux sans fil.

Un réseau sans fil peut être constitué d'un ou plusieurs points d'accès, chacun de ces points d'accès à une ou plusieurs stations connectées. Vu l'énorme choix de produits proposés, et le nombre d'équipement Wifi disponibles la compatibilité des équipements de ce réseau résultant de différents fabricants est une question cruciale.

#### **II.6. Les produits Wifi :**

Le Wifi n'est pas un simple nom permettant d'estampiller les produits qui utilisent le standard IEEE 802.11b. Sous le sigle Wifi, l'organisme qui engendre la plupart des équipementiers dans le domaine des réseaux sans fil est la WECA, il permet d'affirmer les cartes des fabricants mais surtout en assurant l'interopérabilité. Tous types de produits candidats à le Wifi sont assujettis par la WECA à des tests communs contrôlant leur concordance mutuelle. Si les tests sont obtenus avec succès, ça veut dire que l'on est en mesure d'utiliser pour un même réseau Wifi un point d'accès X et un point d'accès Y avec des cartes Z et W [5].

##### **II.6.1. les points d'accès Wifi :**

L'élément essentiel de l'architecture Wifi est le point d'accès. Ce dernier permet aux clients Wifi de communiquer entre eux. Il est aussi possible d'être relié à un réseau filaire comme à un réseau local. Si en plus il permet de diriger ce réseau filaire, alors c'est un routeur. Sa configuration est réalisée par un ordinateur attaché au réseau sur lequel il y a le point d'accès. Bien sûr il est possible qu'il soit directement attaché à l'ordinateur par un câble, mais ce n'est pas du tout nécessaire. Les points d'accès suggérés actuellement sur le marché sont plus ou moins complexes.

On peut trouver des points d'accès aisés et d'autres incluant un modem ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line) dans le cadre de routeurs, de même que d'autres options, particulièrement un firewall afin de se protéger des attaques extérieures, un serveur DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol).



**Figure II.7.** Point d'accès et routeur.

## **II.7. La sécurité dans le Wifi :**

Les technologies sans fil dirigent mal la sécurité, c'est pour cela que la confidentialité des données traitées par les équipements et réseaux Wifi sont toujours insuffisante [4]. Ce manque de sécurité est causé par les raisons suivantes :

- La connexion sans fil utilise une transmission radio qui se propage dans l'air.
- La norme 802.11b présente des failles de sécurité.
- Les utilisateurs qui oublient d'effectuer les protocoles de sécurité de cette norme ou les logiciels de sécurité fournis avec les cartes Wifi. Il existe des systèmes de protection et de sécurité, essentiellement sur les points d'accès et la carte, mais ces derniers ne sont pas toujours activés.

### **II.7.1. Les types de menace de sécurité :**

- L'interception de données.
- L'usurpation de connexion.
- Le brouillage des transmissions : interférences.
- Le Dos : l'envoi de commandes falsifiées.

### **II.7.2. Les mécanismes de sécurité :**

#### **II.7.2.1. Le protocole WEP :**

Spécifié dans le standard IEEE 802.11 ce protocole de sécurité permet de fournir aux utilisateurs des réseaux locaux sans fil une assurance contre le piratage. Le WEP cherche à livrer à ces derniers une confidentialité semblable à celle que les réseaux filaires peuvent fournir.

Chaque paquet 802.11 est crypté dans un flux codé RC4, produit par une clé 64 bits lorsque le WEP est activé dans un réseau local sans fil. Cette clé est consistée par un vecteur d'initialisation (IV pour Initialization Vector) de 24 bits et d'une clé WEP 40 bits. La clé est produite par un XOR (Exclusif OR) entre le flux RC4 le et paquet d'origine. Pour que tous les paquets ne soient pas cryptés avec le même flux, l'IV est choisi par l'émetteur et probablement modifié périodiquement [33].

### **II.7.2.2. Le protocole WPA :**

Supposant répondre aux faiblesses essentiels du WEP découverts par les chercheurs, le WPA est un protocole de sécurité valable depuis 2003, c'est-à-dire un an avant que WEP ne soit dépassé.

WPA comporte le protocole TKIP (Temporal Key Integrity Protocol) pour accroître la puissance cryptographique de RC4, de même que des contrôles d'intégrité des messages pour définir si les paquets envoyés sur le réseau ont été retouchés de façon à répondre aux vulnérabilités principales du standard WEP. Les manifestations publiques montrent que le WPA est toujours exposé à l'intrusion, malgré tous les progrès apportés. Le WPA n'était qu'une mesure intermédiaire en attendant de trouver une sécurité de réseau sans fil plus sécurisée et plus compliquée, même s'il est dit qu'il est meilleur que le WEP [34].

### **II.7.2.3. Le protocole WPA 2 :**

Le WPA2 apparut en 2004 avec les normes IEEE 802.11i également c'est le mode de cryptage et d'authentification plus sécurisé. WPA2 utilise la méthode de cryptage AES (Advanced Encryption Standard) qui est bien plus ressente que la TKIP. Donc si vous voulez installer un réseau wifi, il est préférable d'opter pour le WPA2 car il est plus sécurisé que les anciens standards WEP et WPA [35].

### **II.7.2.4. Le protocole AAA :**

L'abréviation AAA veut dire authentification, autorisation, et traçabilité en sécurité informatique, ce protocole permet d'assurer ces trois fonctions. On peut utiliser l'AAA sur toute les machines servant de NAS (Network Access Server), ou certains switches Alcatel malgré que ce soit un modèle de sécurité implémenté dans certains routeurs Cisco. L'AAA est la base des protocoles de télécommunication Radius et Diamètre qui peuvent aussi être utilisés dans les réseaux mobiles UMTS et LTE pour authentifier et autoriser l'accès des terminaux mobiles au réseau [36].

## **II.8. La Qos dans le wifi :**

La Qualité de Service est un concept subjectif. Suivant le type d'un service qu'on envisage, Il peut se situer dans le délai (pour la téléphonie ou les applications interactives), le débit (le flux d'une quantité relié à une unité de temps appartenant à une surface quelconque peut être mesuré par le débit), le taux de pertes de paquets (représente une perte sans effet de la vidéo ou de la voix (l'enregistrement ainsi que la restitution d'images animées est permis par la vidéo qui regroupe l'ensemble des technologies et de techniques), ou encore la disponibilité (accès à un service partagé)

Les mécanismes d'accès au média qui se trouvent dans l'IEEE 802.11 n'offrent pas d'assurance concernant la QoS. Par contre la manifestation de la norme IEEE 802.11e a offert des mécanismes d'accès au média pour le support de la QoS. Cependant, ces mécanismes ne suffisent pas à eux seuls pour assurer la QoS, c'est pour cela que la suggestion d'algorithmes complémentaires pour l'allocation de ressources et le contrôle d'admission de stations dans le réseau est primordiale.

Toutefois, dans les réseaux sans fil une station ne sait pas si les ressources réseau sont disponibles et donc elle ne pourra pas prendre des décisions justes sur le fait d'accepter ou non un nouveau flux, contrairement aux réseaux câblés. De plus, l'allocation de la bande passante est quasiment impossible à cause du mécanisme d'accès au canal basé contention CSMA/CA, cela conduit à une garantie de la QoS soft. Le contrôle d'admission et la réservation de la bande passante dans les réseaux sans fil IEEE 802.11 est assez compliquée à cause des deux difficultés principales [37]. On peut classer les modèles de gestion de ressources qui existent en trois catégories principales en se basant sur la manière dont les problèmes de la gestion des ressources sont résolus [38] [39] :

- Les modèles basés sur la DCF: Une quantité suffisante de support de QoS cherchent à être fournis par ceux basés sur la DCF sans faire de changement sur les algorithmes d'ordonnancement originaux PCF/DCF.
- Les modèles basés sur l'EDCA: la performance des flux en temps réel est tentée d'être améliorée par ces modèles, l'algorithme d'ordonnancement EDCA offre une différenciation des services et des stratégies de la QoS.
- Les modèles basés sur l'HCCA : Contrairement à l'EDCA, Il n'y a pas assez de recherches concernant l'extension du HCCA étant donné que cette méthode est centralisée auparavant et permet d'intensifier naturellement le contrôle d'admission.

## II.9. Conclusion :

Le Wifi (802.11) semble être la solution qui réplique le mieux aux besoins des réseaux locaux sans fil à l'aide de l'avantage qu'il offre, qui est sa compatibilité avec les réseaux de type Ethernet durant le déploiement de ce réseau. Effectivement, seulement les deux premières couches du modèle OSI sont déterminées par le Wifi. Cette technologie utilisée fréquemment au niveau des entreprises qui désirent accueillir des usagers mobiles ou qui désirent une alternative au réseau filaire tout en maintenant des performances approximatives. Mais depuis l'emploi de ce type de réseaux certaines failles ont été trouvées, donc la sécurité dans ce domaine reste un sujet très délicat.

Chapitre III :  
Dimensionnement et mise en  
place d'un réseau d'accès  
Wifi

### **III.1. Introduction :**

Le dimensionnement des équipements d'un réseau wifi est une étape très importante. Cette dernière nous aide à définir la quantité des équipements comme les nombres nécessaires des points d'accès et des Switch, le créateur du réseau ou l'ingénieur en télécommunication souhaitant faire le dimensionnement d'un réseau wifi doit s'intéresser essentiellement aux paramètres qui suivent : la bande passante offerte du réseau et la puissance d'émission, afin de fournir une bonne qualité de service aux usagers, par conséquent le développement du réseau aura un cout très réduit tout en gardant le système fiable.

Après avoir mis tous les éléments essentiels afin d'obtenir un bon dimensionnement du réseau, Après avoir su déterminer le meilleur réseau. On va premièrement analyser les différents progrès du dimensionnement du réseau wifi, ensuite on va présenter comment on a pu mettre en place les points d'accès de ce réseau.

### **III.2. Dimensionnement :**

#### **III.2.1. La problématique du dimensionnement:**

Avant qu'on commence à utiliser un réseau sans fil, on doit d'abord savoir-faire l'analyse de toutes les données permettant de réaliser le dimensionnement de ce réseau en faisant l'étude des points suivant :

- La quantité et le genre d'usagers ;
- Le motif du besoin de Wifi ce qui nous permet de définir les différents services fournis ;
- L'emplacement où la zone spécifique à couvrir qui diffère d'un milieu à un autre ;
- Les différents éléments utilisés permettant de réaliser ce réseau sans fil.

##### **III.2.1.1. La mise en place d'un réseau Wifi :**

Cette mise en place nécessite dans tous les pays du monde une permission auprès d'une agence appelée agence de régulation de fréquence, c'est l'autorité de régulation de la poste et des communications électronique (ARPE) qui est chargée du contrôle du respect de la réglementation qui concerne l'usage des fréquences en Algérie. Les normes utilisées par cette autorité actuellement, sont celles adoptées en Europe [37].

En particulier c'est à l'implémentation du réseau Wifi qui est basé sur la norme IEEE 802.11 (compatible avec un plus haut débit et la norme IEEE 802.11b) dont nous nous sommes intéressés et dont les étapes sont les suivantes :

##### **III.2.1.2. L'affectation des canaux :**

Le biais du canal de transmission unique configuré au point d'accès exécute la communication entre de multiples stations ou bien entre le point d'accès et les différentes stations. Lorsque la zone à couvrir est réduite et que le réseau est équipé d'un seul point d'accès ou est composé de plusieurs points d'accès importants avec des zones de couverture non chevauchantes, l'allocation des canaux de

transmission ne pose pas réellement de problème. D'autre part, si nous voulons couvrir un environnement suffisamment grand, nous aurons besoin de plusieurs points d'accès, et nous devons allouer de différents canaux de transmission pour chaque point d'accès.

La bande de fréquence ISM correspond à trois sous bandes (5.725-5.850 GHz, 2.400-2.4835 GHz, 902-928 MHz), mais la norme 802.11 utilise seulement la bande de fréquence 2.400-2.4835 GHz. La bande de fréquences 2.400-2.4835 GHz (largeur 83,5 MHz) a été divisée en 14 canaux avec une largeur de 22 MHz, de même la numérotation commence également à partir de 2400 MHz. Leurs centres ne sont distants que de 5 MHz, ils se superposent donc partiellement [38].

**Tab III.1.** Les 14 canaux de la bande ISM.

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

Cela nous donne la possibilité de choisir la bande de fréquences que nous souhaitons utiliser d'une manière très souple, mais si nous avons au même endroit deux différents réseaux utilisant des canaux adjacents, nous subissons de nombreuses interférences.

Afin d'éliminer les interférences, nous recommandons au moins cinq canaux d'espace, nous ne pouvons donc utiliser que trois canaux au même endroit et en même temps. Par conséquent, les canaux 1, 6 et 11 suffisamment espacés sont généralement utilisés pour éliminer les interférences et peuvent quasiment être utilisés n'importe où dans le monde [38].

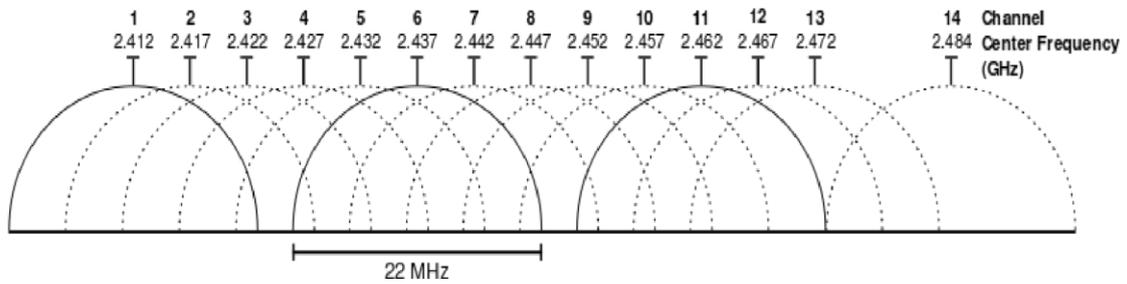


Figure III.1. La représentation des canaux wifi dans la bande ISM.

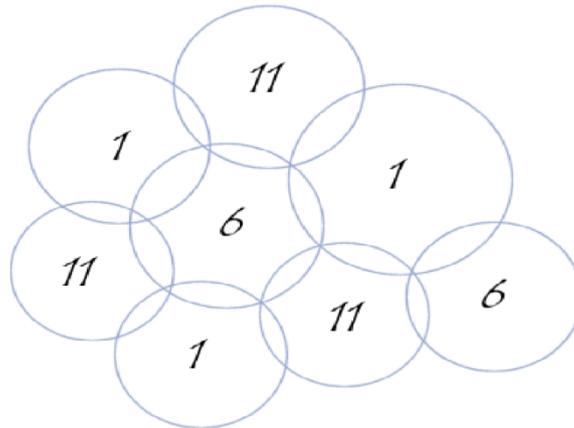


Figure III.2. L'affectation des canaux sur la bande ISM.

Il est possible d'utiliser quatre canaux disjoints, mais sans aucune séparation, comme l'exemple des canaux 1, 5, 9 et 13. Seulement de légères interférences sont engendrées par cette configuration cela est montré sur la figure III.3 [39].

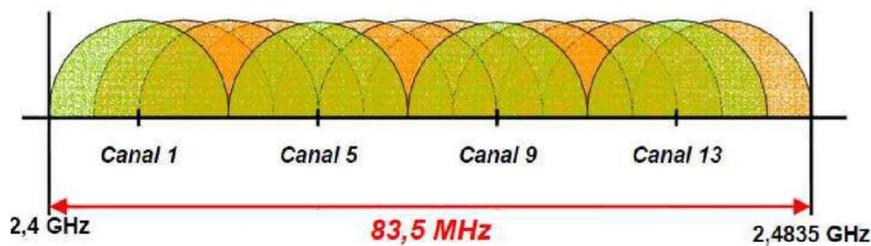


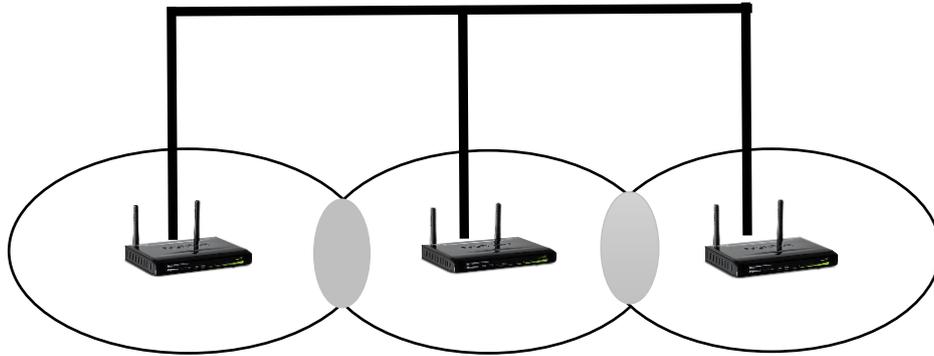
Figure III.3. L'affectation de 4 canaux sur la bande ISM.

### III.2.1.3. Choix de la topologie :

Plusieurs topologies dépendant des critères suivants les nécessités de mobilité, de la quantité d'utilisateurs, de la zone de couverture, du trafic et du choix de canaux existent dans le mode infrastructure. Nous allons opter pour une des topologies qui suivent en tenant compte de ces caractéristiques :

**III.2.1.3.1. La topologie à cellules partiellement recouvertes :**

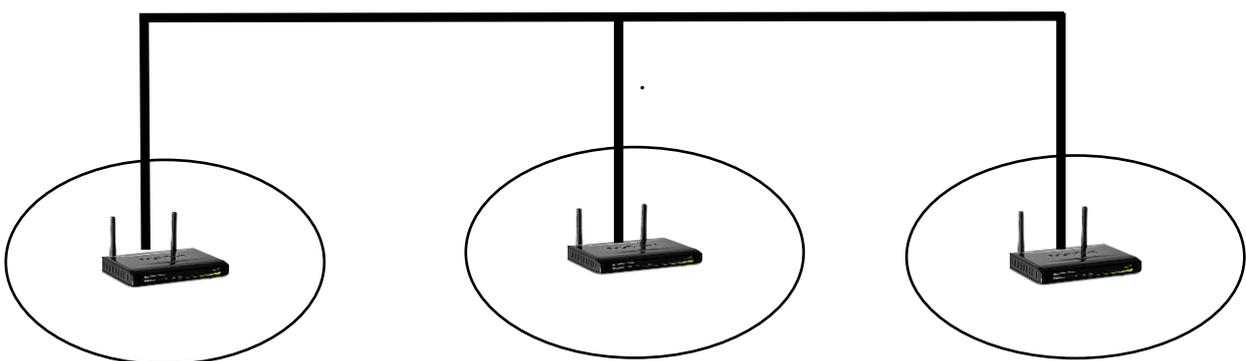
Tout en exploitant au maximum l'espace disponible, cette topologie permet d'offrir un service de mobilité continue aux usagers du réseau. Cependant, pour éviter les interférences dans les zones de couverture, une bonne affectation des canaux est exigée en échange. C'est pour le cas de déploiement d'une solution de téléphonie IP Wifi que cette topologie est à favoriser.



**Figure III.4.** La topologie à cellule partiellement recouvertes.

**III .2.1.3.2. La topologie à cellules disjointes :**

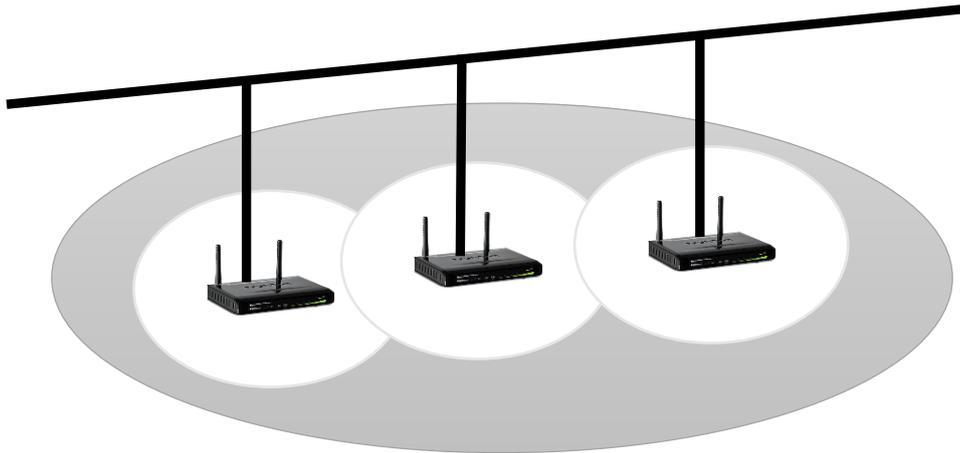
Si l'on souhaite éviter toute interférence ou en cas de faible nombre de canaux disponibles que cette topologie qui est représentée dans la Figure III.5 se justifie. Il est possible de discerner lorsque les cellules sont vraiment disjointes si elles sont loin les une des autres, par contre ça sera difficiles si elles ne le sont pas. La mobilité dans ce genre d'architecture n'est pas possible.



**Figure III.5.** La topologie à cellule disjointes.

**III.2.1.3.3. La topologie à cellules recouvertes :**

Afin d'éliminer les interférences, une bonne configuration des canaux est également obligatoire dans cette topologie. Dans un espace limité pratiquement à une cellule, une connectivité sans fil à un grand nombre d'utilisateurs peut être fournie par cette topologie. Son objectif est de fournir un accès sans fil fiable à tous les participants, c'est pour cette raison qu'elle est utilisée lors des grandes conférences ou dans les salles de réunion [40].



**Figure III.6.** La topologie à cellules recouvertes.

**III.2.1.4. La zone de couverture :**

C'est selon l'environnement dans lequel se trouve le réseau Wifi que la zone de couverture varie. Dans l'intérieur, où le milieu est fermé comme l'intérieur d'un bâtiment, cage d'ascenseurs, les murs, une porte, les meubles où même une personne, tous ces cas peuvent être des obstacles pour la transmission d'ondes.

Le premier facteur de limitation est la puissance du signal émis dans un milieu ouvert c'est à dire à l'extérieur, Plus ce facteur est faible, plus la zone à couvrir est limitée. Le deuxième facteur diminue chaque fois que le signal trouve des interférences ou des obstacles dans le réseau et c'est ce qu'on appelle la qualité du signal radio.

Le débit du réseau est un autre facteur pouvant limiter cette zone. Un réseau qui a un débit de 11Mb/s à une plus petite zone de couverture qu'un réseau où le débit est de 1, 2 ou 5Mb/s. plus la zone de couverture est restreinte, Plus le débit est important et le contraire.

**III.2.1.4.1. Dans le milieu intérieur :**

En tenant compte de la réglementation en usage, c'est surtout en milieu intérieur que la mise en place du réseau Wifi se fait, cet environnement est loin d'être favorable à l'insertion d'un réseau pareil. Effectivement, comme on a expliqué avant, la zone à couvrir d'un réseau sans fil dans un milieu renfermé dépend déjà de l'emplacement dans lequel on est, de la composition des murs, de l'architecture du bâtiment, de la puissance du signal, ainsi que les équipements qui utilisent la même bande de fréquence [41].

**Tab III.2.** La portée d'un réseau Wi-Fi 802.11b à l'intérieur.

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

**III.2.1.4.2. Dans le milieu extérieur :**

La portée d'un réseau Wifi est beaucoup supérieure dans le milieu extérieur comme le tableau **III.3** le montre, et cela provient du fait que l'air privilège la transmission des ondes car il y a beaucoup moins d'obstacles qu'au milieu intérieur [41].

**Tab III.3.** La portée d'un réseau Wi-Fi 802.11b à l'extérieur.

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

Les différentes matières existantes dans les deux milieux sont présentées dans le Tableau **III.4**, ce dernier permet de nous montrer le niveau d'atténuation des ondes radio en fonction de chaque barrière en croissance [42].

**Tab III.4.** L'atténuation d'un signal causée par les différents matériaux.

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

### III.2.1.5. Les interférences :

La bande ISM représente un support de transmission du Wifi. Cette bande est soumise à des interférences sans licence. Ces derniers entraînent :

- Un abaissement de la portée des connexions Wifi entre les différents appareils ;
- Un abaissement du débit de données sur un réseau sans fil ;
- Des déconnexions interrompues ou même continu ;
- Des troubles de détection pendant la période de connexion avec le point d'accès [27].

#### III.2.1.5.1. Les sources d'interférence :

- Les fours à micro-ondes : en utilisant un four à micro-ondes auprès de notre ordinateur, des interférences peuvent être provoqué par la borne d'accès Wifi.
- La perte RF de service direct par satellite (DSS) : des interférences peuvent être provoqué par les connecteurs et les câble coaxiaux donné avec quelques types de paraboles satellite.
- Quelques équipements électriques comme les voies de chemin de fer électrifiées, les centrales électriques et les lignes de haute tension.

- Les téléphones 2,4 GHz: des interactions avec les périphériques sans fil ou les réseaux peuvent être provoquées par l'utilisation d'un téléphone sans fil fonctionnant sur cette plage de fréquence.
- Les émetteurs vidéo (émetteurs/récepteurs) peuvent fonctionner sur la plage fréquentiel des 2,4 GHz.
- Les haut-parleurs sans fil qui fonctionnent sur la plage des 5 ou 2,4 GHz.
- Les écrans LCD (Liquid Crystal Display) et certains moniteurs externes: sur la bande des 2,4 GHz, certains écrans émettent en particulier des interférences harmoniques, entre les canaux 11 et 14.
- D'autres périphériques sans fil qui fonctionnent sur la plage de fréquences des 2,4 GHz (les caméras, les fours à micro-ondes, les appareils sans fil des voisins, etc.) [27].

### III.2.2. Le processus de dimensionnement d'un réseau Wifi :

Le processus de dimensionnement du réseau sans fil est capable de déterminer les résultats en dessous en se servant des caractéristiques qui sont les points d'accès, le nombre d'utilisateurs et les antennes en ajoutant les divers services offerts et des divers pronostics des obstacles.

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

C'est en fonction d'une zone à une autre que la distribution des abonnés varie dans un réseau Wifi, ainsi la quantité des points d'accès de ce réseau change d'une cellule à une autre par rapport à la bande passante qui doit être offerte aux abonnés suivant les services demandés.

Ce processus de dimensionnement se réalise suivant plusieurs étapes :

#### III.2.2.1. La prévision de couverture :

##### III.2.2.1.1. L'affaiblissement maximum tolérable :

###### III.2.2.1.1.1. Cas de l'espace libre :

L'atténuation maximale qui peut être tolérée est donnée par la distinction entre la sensibilité du récepteur et la puissance de l'émetteur. Puisqu'il y a deux points qui sont à la fois expéditeur et le destinataire, nous avons fait le calcul pour les deux cas et on a choisi le plus petit des deux. Besoin d'une marge de 10 dB (ce qui est équivalent à un facteur 10) en le soustrayant la perte maximale tolérée, on obtient la perte de ligne PL.

###### III.2.2.1.1.2. Formule de Friis :

La forme extraite de la formule de Friis qui va suivre est utilisée afin de calculer la distance qui correspond à cette perte :

$$D = 10^{((-40,4-pl_{\text{tolérable}}) / 20)} \dots\dots\dots \text{(III.1)}$$

### III.2.2.1.1.3. Cas d'autre environnement de propagation:

En vrai il faut qu'on prend en considération les caractéristiques du milieu de la propagation parce qu'ils présentent un obstacle à la transmission radio en ajoutant une atténuation supplémentaire. Ces obstacles comprennent : les murs en briques avec doubles ou simples cloison, les panneaux de verre, les pertes causées par le corps de l'être humain, l'humidité, l'eau, les rideaux d'arbres, etc.

Afin de définir la perte causée par chaque obstacle dans le milieu de la propagation, nous pouvons estimer en unités la quantité d'obstacles frustrants que l'onde traverse lors de sa propagation [42].

Ainsi pour un obstacle particulier, l'atténuation qui produit ce dernier est donné par :

$$pl\_obstacle\_i = pl_i * \alpha_i \dots\dots\dots (III.2)$$

- $\alpha_i$ : Le nombre entier de l'obstacle i traverser par l'onde au court de sa propagation ;
- $pl_i$ : L'atténuation produite par l'unité de l'obstacle i ;
- $pl\_obstacle\_i$ : L'atténuation totale produite par l'obstacle i.

Les pertes totales peuvent être déterminées alors de telle façon qu'on prend toutes les pertes additionnelles en considération. On trouvera donc :

$$pl\_tolérable = pl\_tolérable\_espace\ libre - \sum pl\_obstacle\_i \dots\dots\dots (III.3)$$

- $pl\_tolérable$ : L'affaiblissement qu'on peut tolérer dans un milieu de propagation ;
- $pl\_tolérable\_espace\_libre$ : L'affaiblissement qu'on peut tolérer dans un espace libre ;
- $pl\_obstacle\_i$ : L'affaiblissement global introduit par un élément i.

L'expression exprimant la distance entre l'expéditeur et le destinataire en fonction de l'atténuation qu'on puisse tolérer qui nous obtenons comme suit [42] :

$$D = 10^{((-40.4 - pl\_tolérable) / 20)} \dots\dots\dots (III.4)$$

### III.2.2.2. La prévision de trafic :

#### III.2.2.2.1. Le nombre d'utilisateurs :

Afin de définir le nombre des points d'accès nécessaire pour la même zone de couverture, c'est très important d'estimer le nombre des stations mobiles qu'un même point d'accès peut gérer. Les stations mobiles peuvent évaluer leur distance du point d'accès par le niveau de signal reçu.

La distance séparant les stations du point d'accès est évaluée par ces stations à l'aide du niveau de signal reçu.

### III.2.2.2.2. La nature des applications et du trafic :

La nature du trafic devant être acheminée par le réseau est déterminé par le type d'application (vidéo, voix, données). Cela garantit que les besoins des usagers sont répondus par les performances du réseau. Par exemple, Il peut être nécessaire d'ajouter un autre adaptateur IEEE 802.11 ou bien un nouveau point d'accès à un point d'accès existant déjà afin de fournir plus de bande passante et garantir un meilleur temps d'accès pour les usagers sur l'Access Point concerné.

### III.2.2.2.3. La propagation :

Les positionnements possibles des Access point peuvent être déterminés par les mesures de propagation, dans la mesure où ces points d'accès sont obligatoirement à portée radio. Le bilan de liaison des points de la zone qu'on désire couvrir sont défini par cette portée radio. Ces mesures ont été effectuées grâce à un ordinateur portable équipé d'un adaptateur sans fil (Wifi). Une fois le positionnement du point d'accès est fait, à l'aide du téléphone mobile on pourra mesurer la qualité de signal qu'on a reçu du point d'accès.

En effet, nous utilisons un logiciel de mesure de qualité de la liaison radio, qui est fourni généralement avec des pilotes et des utilitaires de configuration. D'autres logiciels (comme le logiciel gratuit NetSpot) nous permettent de réaliser ces mesures [32].

### III.2.2.2.4. La capacité du système :

Il est très important de choisir le bon débit car ce dernier influe sur le cout directement. Donc pour qu'on évite de payer des frais inutiles, il faut qu'on ne surévalue pas le débit en fonction de nos besoins. On ne doit pas le sous-estimer non plus, parce que la qualité bien définie est exigé par les abonnés.

#### III.2.2.2.4.1. L'estimation de débit crête par application :

On doit avoir estimé la valeur du débit individuel maximum pour chaque service afin de déterminer la capacité globale du système, cela est expliqué dans le tableau (III.4) suivant :

**Tab III.5.** Un exemple d'estimation des débits crête par application.

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

**III.2.2.2.4.2. Le calcul de la bande passante totale :**

On doit introduire la notion de taux de synchronicité avant qu'on calcule la bande passante globale, cette notion va être définie par la relation du nombre d'utilisateurs pénétrant de manière simultanée sur le réseau ainsi que le nombre totale d'utilisateurs présent sur le réseau.

On doit donc calculer la bande passante de chaque cellule du réseau, puisque la densité d'utilisateurs change d'une cellule à l'autre.

En s'appuyant sur le nombre d'utilisateurs d'une cellule précise du réseau et sur les services offerts aux usagers, on peut calculer la bande passante globale de cette cellule en utilisant la relation suivante :

$$B = \sum \tau_j c_j n_j \dots\dots\dots (III.5)$$

- **B** : La bande passante utile d'une cellule.
- **$\tau_j$** : Le taux de simultanéité pour le genre d'utilisateurs servis.
- **$c_j$** : La bande passante par abonnés pour un service j.
- **$n_j$** : Le nombre d'abonnés servis par j.

**III.2.3. Le dimensionnement d'un réseau Wifi :**

**III.2.3.1. Le dimensionnement des cellules Wifi :**

On va présenter les étapes du dimensionnement de la cellule Wifi, ensuite on va expliquer la manière dont on peut calculer le nombre de cellules dans une zone de couverture et le rayon en s'appuyant sur la technique du calcul radio.

**III.2.3.1.1. Le rayon et la surface des cellules :**

Nous pouvons définir la distance correspondante à l'affaiblissement que l'on peut permettre entre deux antennes qui font le rôle de l'expéditeur et le destinataire, cela en prenant les caractéristiques des éléments Wifi en considération. Correspondante à la distance max cette distance peut se trouver entre un terminal Wifi et deux antennes.

La relation qui précède et correspondante à la distance entre l'expéditeur et le destinataire en fonction de l'atténuation qu'on peut tolérer permet de déterminer le rayon de la cellule Wifi ce qui exige que :

$$R = 10^{((-40.4 * pl_{tolerable}) / 20)} \dots\dots\dots (III.6)$$

**III.2.3.1.2. Le nombre de cellules dans la zone à couvrir :**

Etant donné le rayon de cellule d'un réseau et la surface de la zone de couverture, le nombre de cellules total sera défini par :

$$\text{Nombre de cellules} = \text{surface} / R^2 * PL \dots\dots\dots (III.7)$$

### III.2.3.2. Le dimensionnement des équipements :

#### III.2.3.2.1. Le nombre de point d'accès par cellule :

Dans le but d'éviter les interactions inter-canaux pour des causes de proximité sur une bande ISM et vu le nombre limité de canaux, on suggère d'influencer sur un seul AP extérieurs tous les 500 mètres [42].

Le nombre des points d'accès de chaque cellule peut être déterminé par la relation suivante :

$$\text{Nombre de point d'accès (n\_AP)} = \frac{\text{Bande passante totale de la cellule}}{\text{Bande passante donné par un AP}} \dots\dots\dots (\text{III.8})$$

Alors le nombre total des points d'accès dans notre réseau va être [18] :

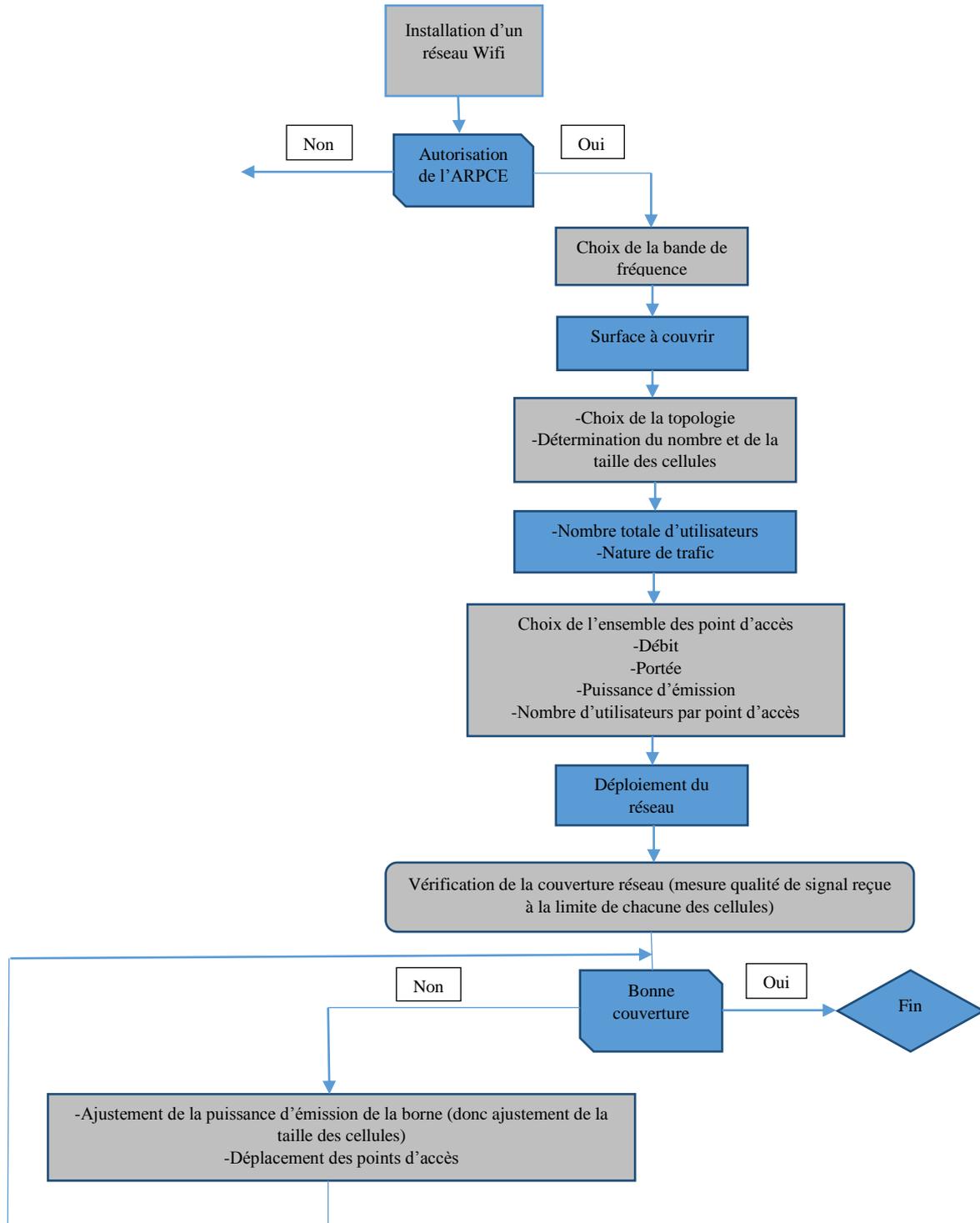
$$\text{Nombre\_AP\_totale} = \text{Nombre\_AP} * \text{Nombre\_de\_cellules} \dots\dots\dots (\text{III.9})$$

#### III.2.3.2.2. Le nombre des switch :

Un switch est utilisé pour la concentration de trafic dérivé des AP vers le réseau de transport. Ce dernier doit être dimensionné de façon flexible afin d'assurer les performances du réseau [42].

Le nombre nécessaire des Switch dépend du nombre d'AP et va être déterminé selon la fonction suivante :

$$\text{Nombre\_Switchs} = \text{Nombre\_AP\_totale} / \text{Nombre\_ports\_switch} \dots\dots\dots (\text{III.10})$$



**Figure III.7.** Le schéma général du dimensionnement d'un réseau Wifi.

### III.2. Installation des points d'accès :

Dans notre cas pratique on va procéder à l'installation des points d'accès dans les locaux d'ATS, plus précisément au niveau du CTS LAKHDARIA.

Afin d'installer une infrastructure de réseau sans fil, on doit envisager le placement de plusieurs points d'accès dans les différents espaces de travail. Les points d'accès se connectent à un switch qui assure la connectivité avec les serveurs ainsi qu'avec l'internet.

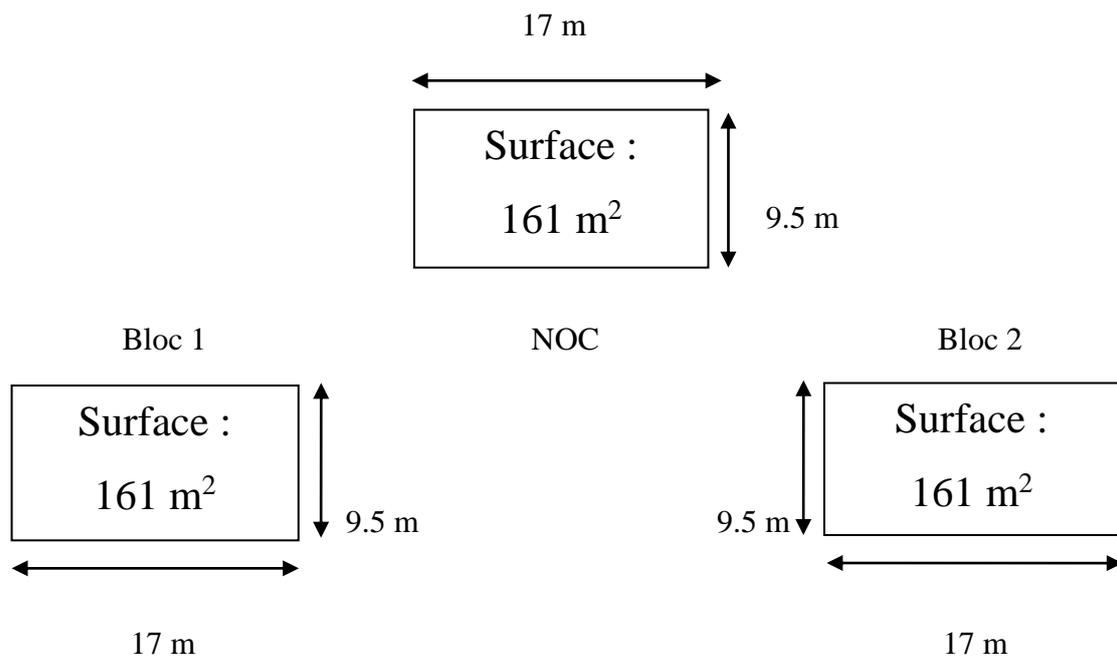
Les points d'accès doivent être placés à des endroits stratégiques afin de fournir une couverture maximale. Selon la taille, la forme et les besoins de chaque zone de notre infrastructure, on devra installer des points d'accès à différents endroits.

**L'objectif :** est de permettre aux utilisateurs de bénéficier d'un accès aux différents serveurs, ainsi d'une bonne connexion internet tout en garantissant une mobilité et une disponibilité avec un meilleur débit.

#### III.2.1. Présentation de l'organisme d'accueil :

Algérie Télécom Satellite est un leader sur le marché algérien des télécommunications par satellite. Depuis 2006 Algérie Télécom, est spécialisée dans les services d'internet à haut débit, la téléphonie, le fax, la voix IP, la visioconférence, etc. Elle dispose d'une License d'exploitation du service de Géolocalisation et deux autorisations d'exploitation dans le domaine du GMPCS et du VSAT.

Notre stage s'est déroulé au niveau du CTS Lakhdaria (téléport d'ATS) qui se compose de 2 blocs contenant des bureaux et une salle de réunion, ainsi qu'une grande sale NOC avec une surface de  $161 \text{ m}^2$  pour chacun comme la figure **III.8** le montre.



**Figure III.8.** Les surfaces des deux blocs et du NOC.



**Figure III.9.** Photo d'un des blocs du CTS de l'extérieur

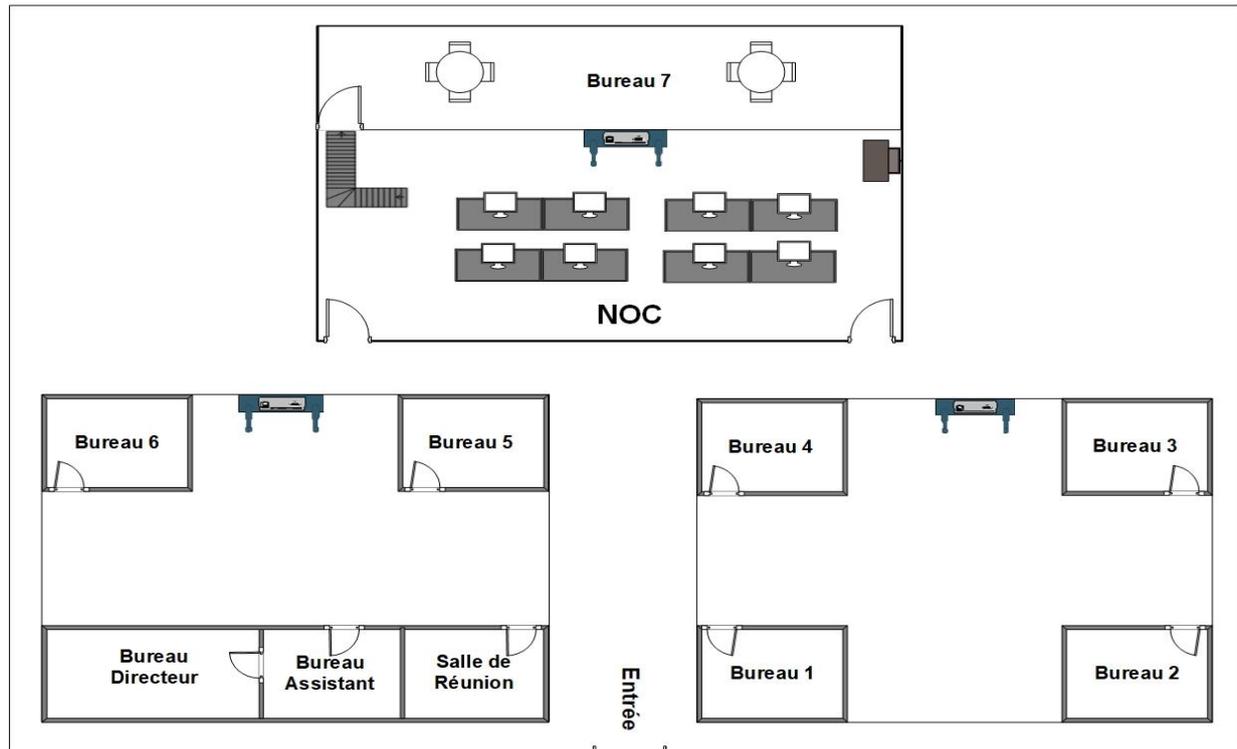


**Figure III.10.** Photo du NOC de l'extérieur.

**III.2.2. Les calculs relatifs à notre dimensionnement :****Tab III.6.** Les calculs relatifs à notre dimensionnement.

	Résultat	Unité
pl_obstacle_pv	pl_obstacle_pv = 0.05	
pl_obstacle_pv_totale = pl_obstacle_pv *4	pl_obstacle_pv_total = 0.05*4 = 0.2	
pl_tolérable = pl_esp_libre - $\sum$ pl_obstacle_pv	pl_tolérable = 0.9 – 0.2 = 0.7	
Distance de perte $D = 10^{((-40.4 - pl\_tolérable) / 20)}$	$D = 10^{((-40.4 - 0.7) / 20)} = 8.81$	m
Rayon $R = 10^{((-40.4 * pl\_tolérable) / 20)}$	$R = 10^{((-40.4 * 0.7) / 20)} = 38.6$	m
Nombre de cellules = (surface / (R <sup>2</sup> * pl))	Nombre de cellules = (161 / (38.6 <sup>2</sup> * 0.7)) = 0.15 = 1	Cellule/bloc
Nombre totale de cellules	3	Cellules
Nombre d'utilisateurs	60	utilisateurs
Capacité (débit)	20	Mbit/s
Estimation par application	*Web Broadcasting : 11 *messagerie : 1 *FTP : 4 *Visio conférence : 4	Mbit/s
Calcul de la bande passante d'une cellule	*Web = 0.366Mbit * 10 personnes = 3.66 * mess = 0.165 Mbit * 20 personnes = 0.33 *FTP = 0.133 Mbit * 10 personnes = 1.33 *Visio = 0.266 Mbit * 5 personnes = 1.33 *Total : 6.66	Mbit/s
Nombre des points d'accès dans 1 cellule	Nombre_ AP = (6.66 / 6.66) = 1	AP / cellule
Nombre totale des AP	Nombre_AP_totale = 1 * 3 = 3	AP
Nombre de switch	Nombre_switch = (3 / 48 ports) = 0.0625 = 1	switch
Topologie	Topologie à cellules partiellement recouvertes	
Canaux	On prend le 1, 6, 11	

## Bloc CTS Lakhdaria



**Figure III.11.** Les emplacements des points d'accès dans les différents blocs du CTS.

### III.2.3. Le choix du matériel :

On a utilisé :

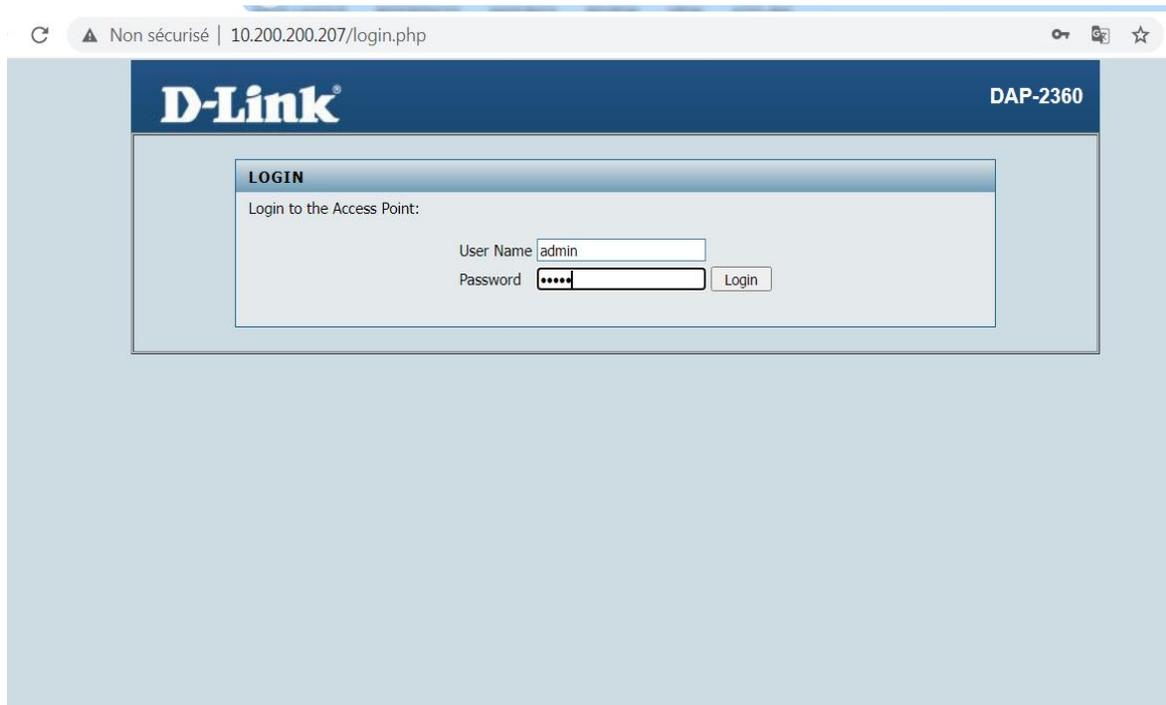
- **Le switch** : Cisco catalyst 2960-X
  - ✓ 48 ports Ethernet 10/100 et 2 ports Gigabit Ethernet 10/100/1000TX.
  - ✓ Configuration fixe 1 U.
  - ✓ Image LAN Base installée.
- **Les points d'accès** : D-link DAP-2360B1
  - ✓ Sa fréquence : 2.4 GHz.
  - ✓ Son débit : 300Mbps.
  - ✓ Sa portée : 100m.
  - ✓ Les standards : 802.11b, 802.11g, 802.11n.

### III.2.4. La configuration des points d'accès :

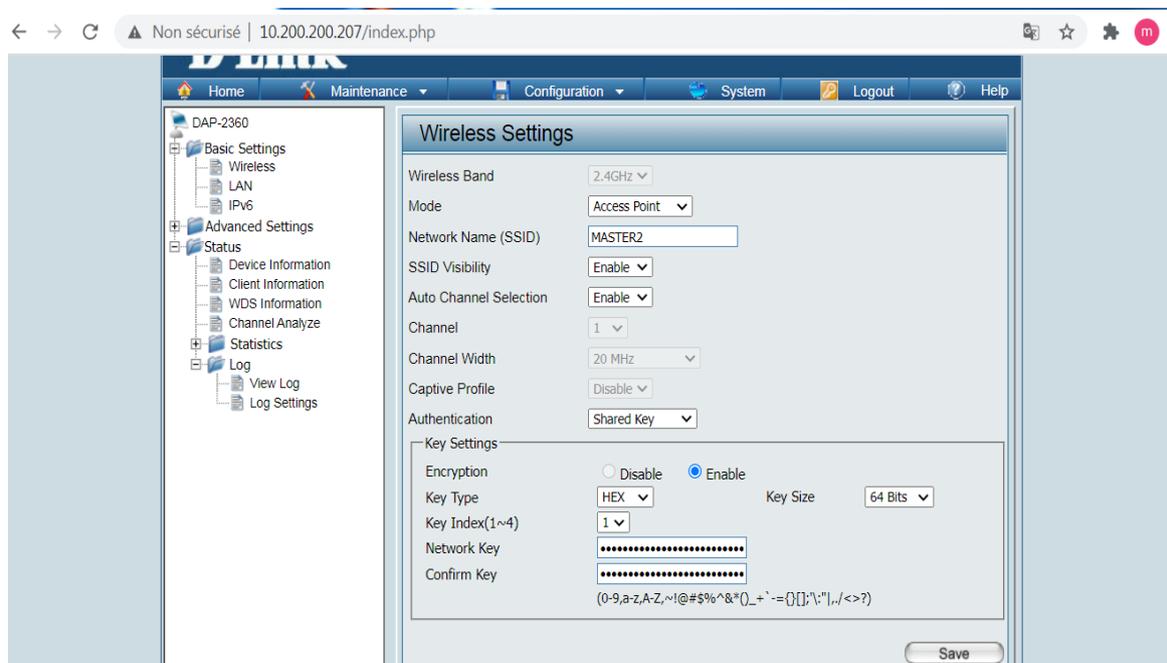
Dans cette partie on va procéder à la configuration et le paramétrage du point d'accès Wifi.

Ci-dessous les différentes étapes :

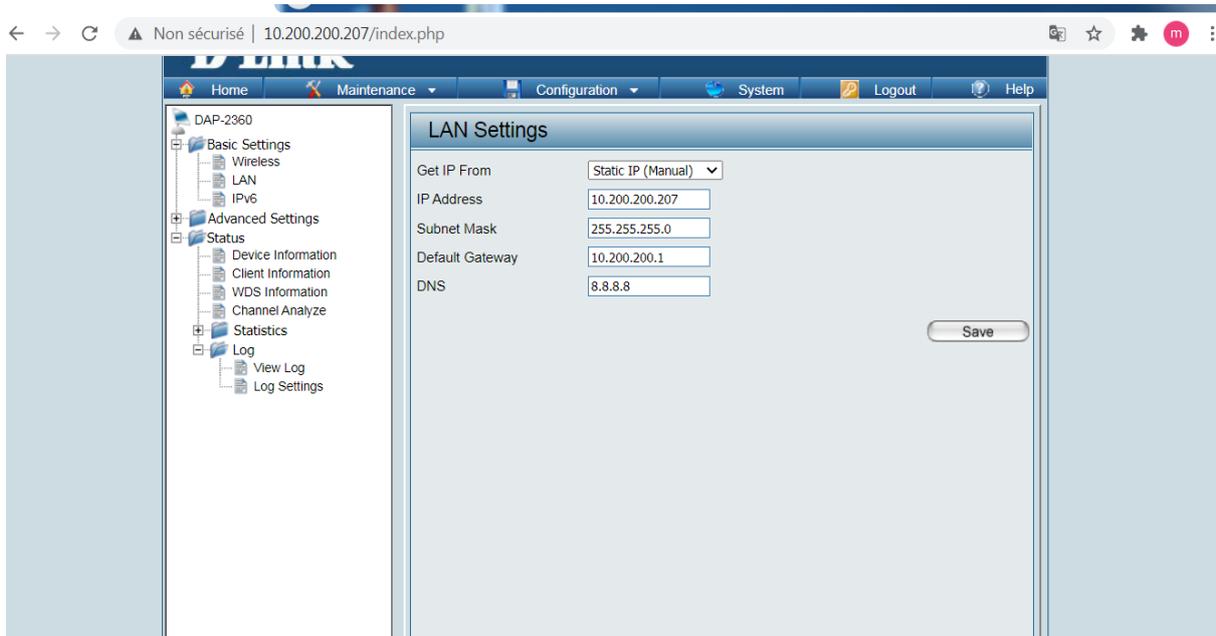
➤ On se connecte au point d'accès via le navigateur Google chrome en tapant l'adresse IP et en introduisant un nom d'utilisateur et un mot de passe.



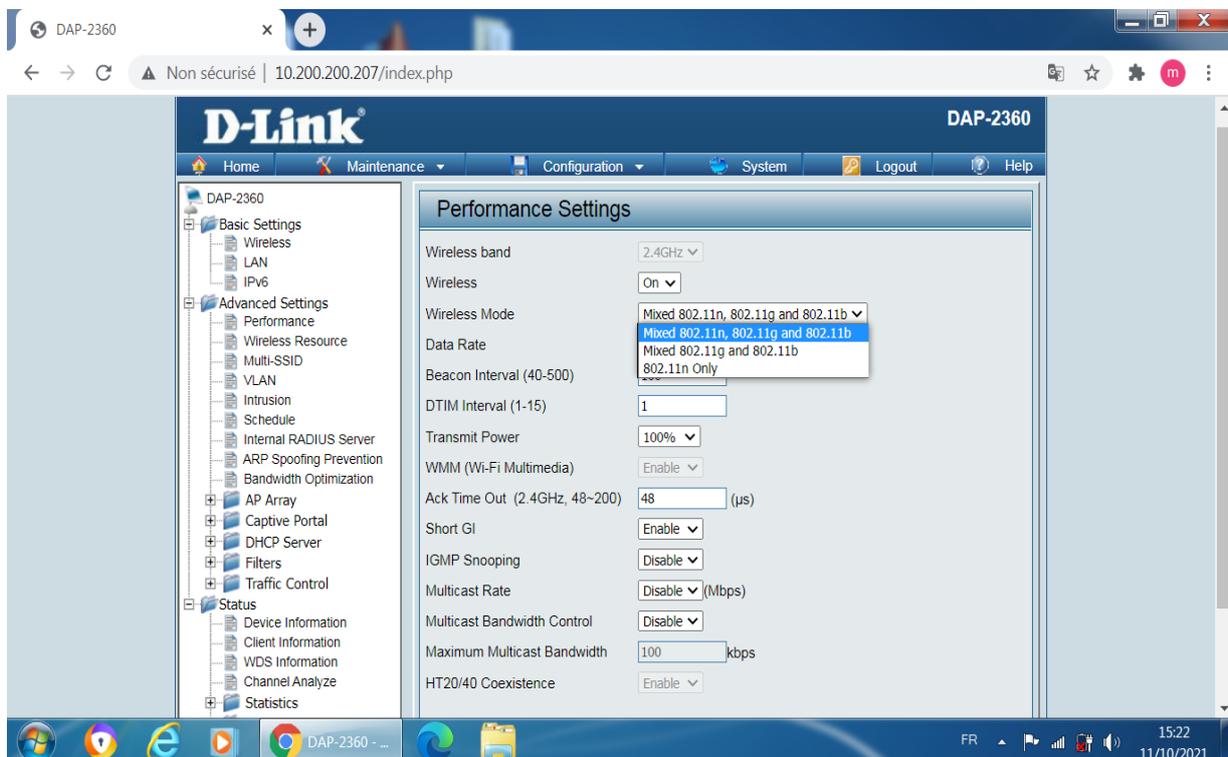
➤ On commence la configuration par les paramètres Wifi (Wireless settings), on introduit un SSID dans notre cas c'est MASTER2, ensuite on introduit un mot de passe et on le confirme en respectant les normes citées en bas de capture de cette page.



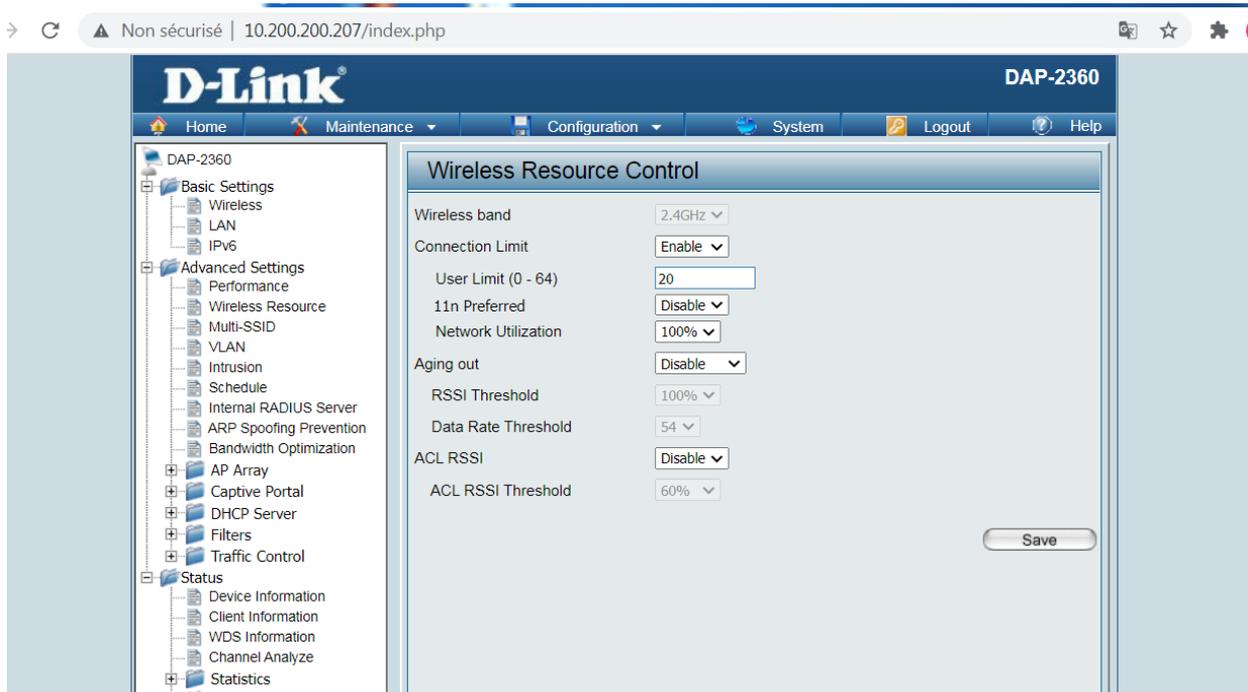
➤ Ensuite on attribue une adresse IP au modem Wifi qui est la 10.200.200.207 et on introduit aussi la Gateway ainsi que le DNS pour que le modem Wifi puisse se connecter à internet et aux serveurs dans notre réseau privé LAN.



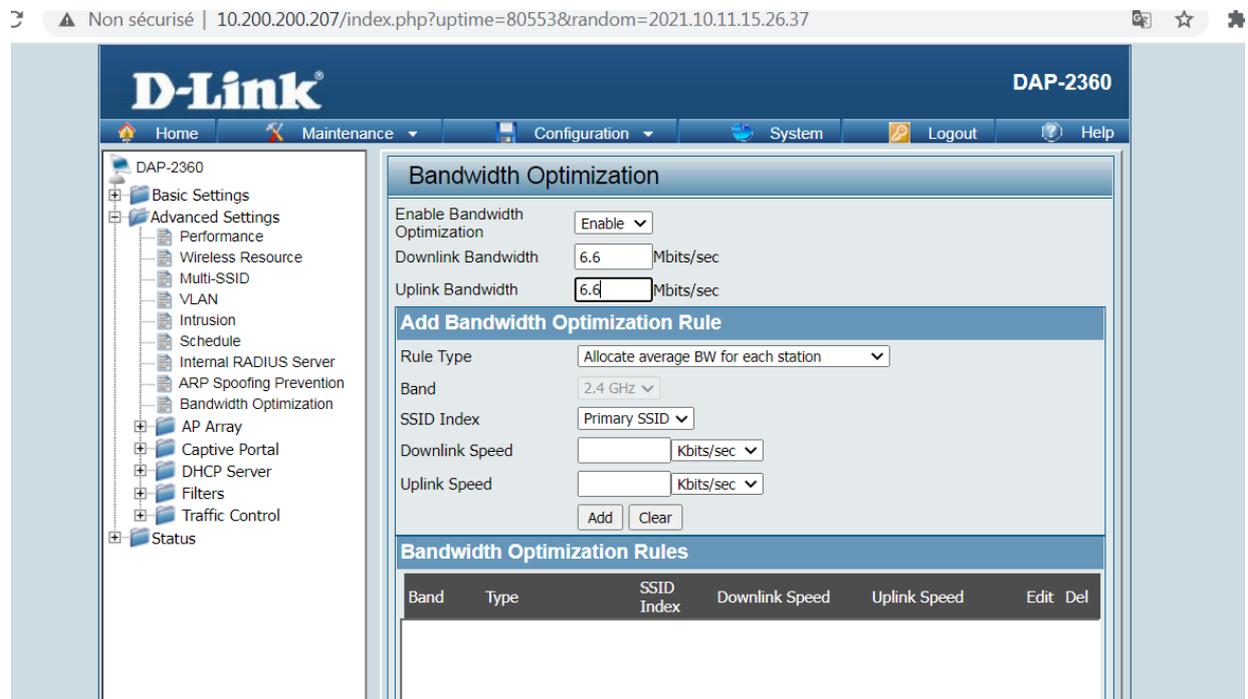
➤ Après on va sur performance settings, on choisit le Wireless Mode « Mixed 802.11n, 802.11g and 802.11b » c'est-à-dire qu'on a sélectionné tous les modes et on enregistre.



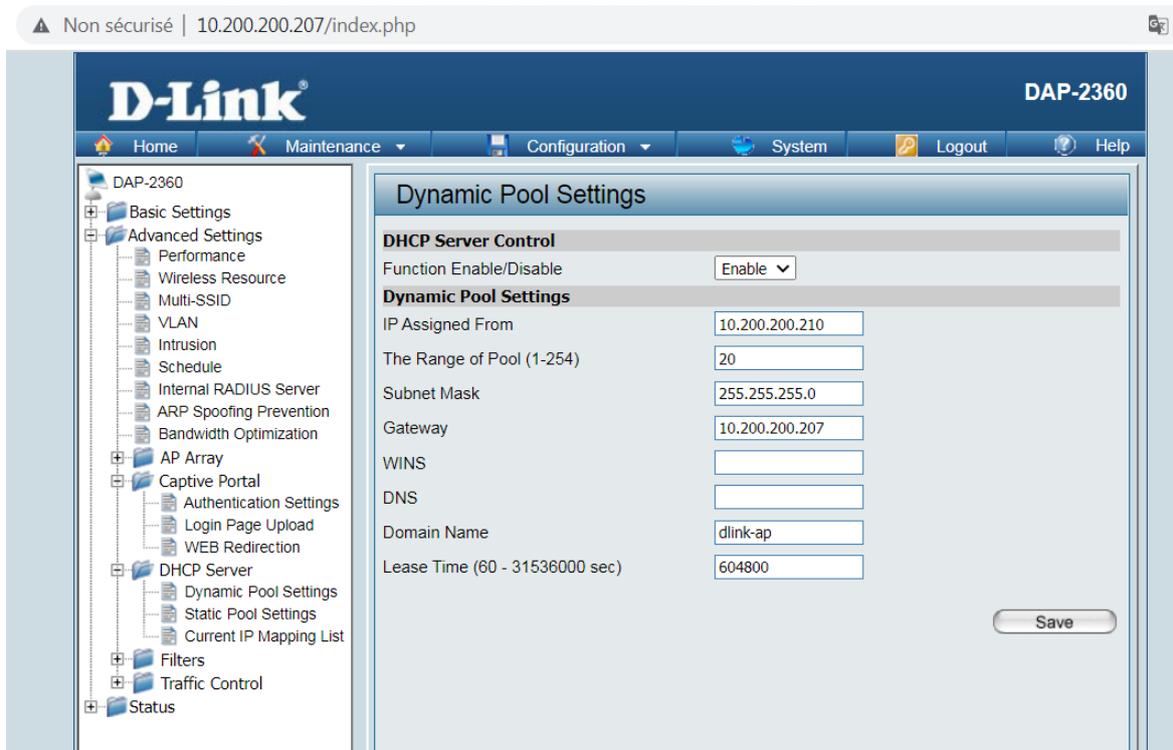
➤ Ensuite on va sur Wireless Resource Control, on introduit la valeur 20 pour la limite des utilisateurs et on enregistre.



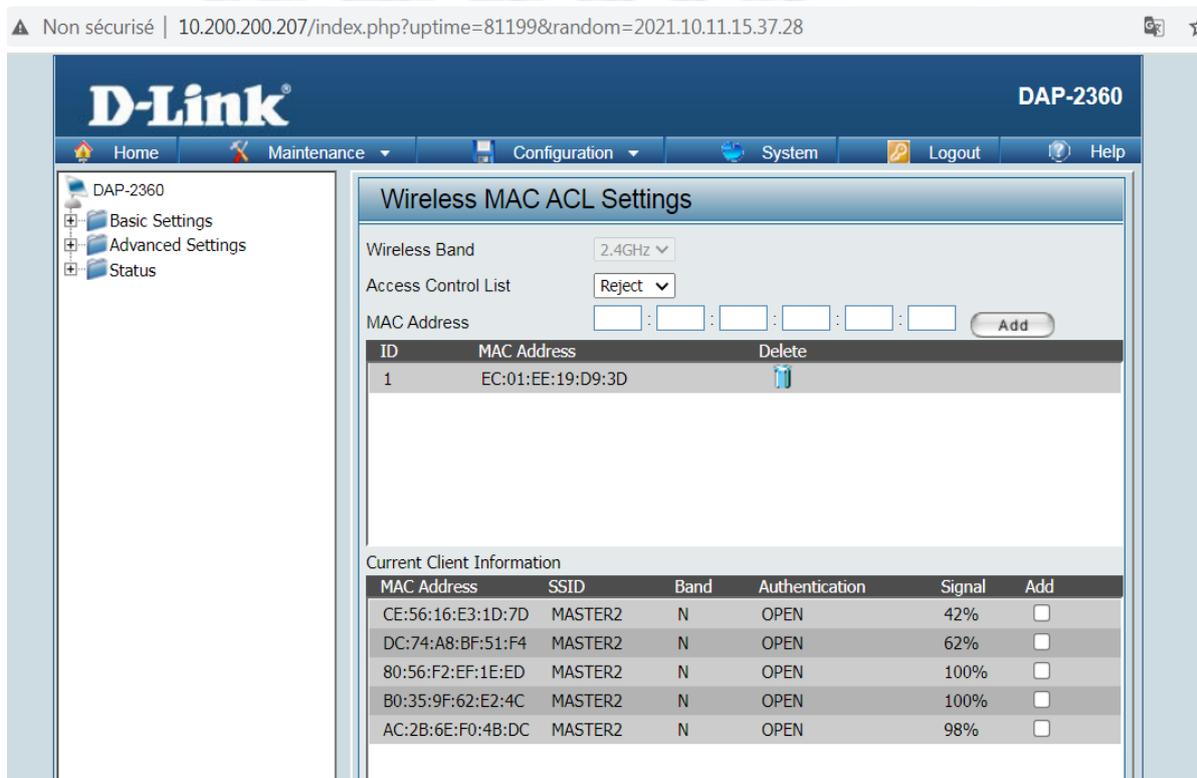
➤ Pour la Bandwith Optimization on donne la valeur de 6.6 Mbit/s pour le Downlink, ainsi que pour l'Uplink suivant notre étude de dimensionnement.



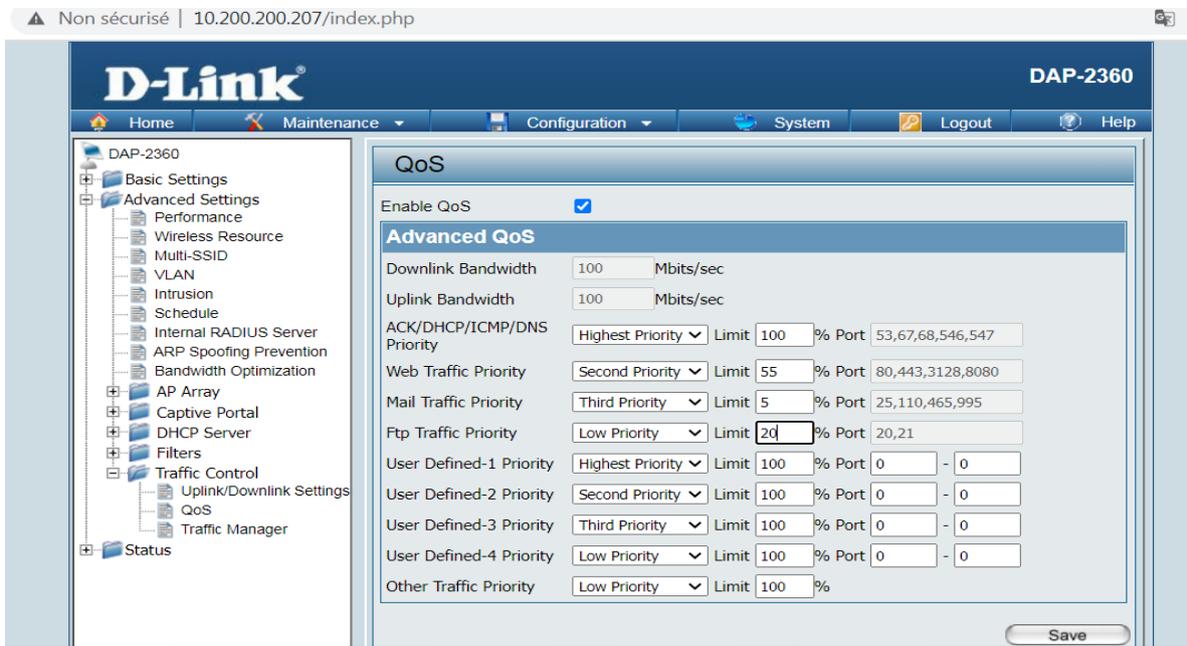
➤ Pour le Dynamic Pool Settings, on active le DHCP et on introduit le Range de 20 utilisateurs qui peuvent se connecter au D-link, on introduit aussi la Gateway et la valeur du début d'attribution des adresses.



➤ Pour les Wireless MAC ACL Settings on introduit l'adresse mac de l'équipement qu'on souhaite rejeter, il ne pourra plus accéder au D-link.



➤ Concernant la QoS on a les priorités (High, Second, Third, Low) c'est-à-dire on joue sur le paramètre de la priorité et le pourcentage par rapport à la bande, on met en priorité tout ce qui est ACK/DHCP/ICMP/DNS avec 100% de Bandwith, pour le Web trafic il est en second priorité avec 55%, pour le mail il est en troisième priorité avec 5% et pour le FTP il est en priorité inférieur avec 20%.

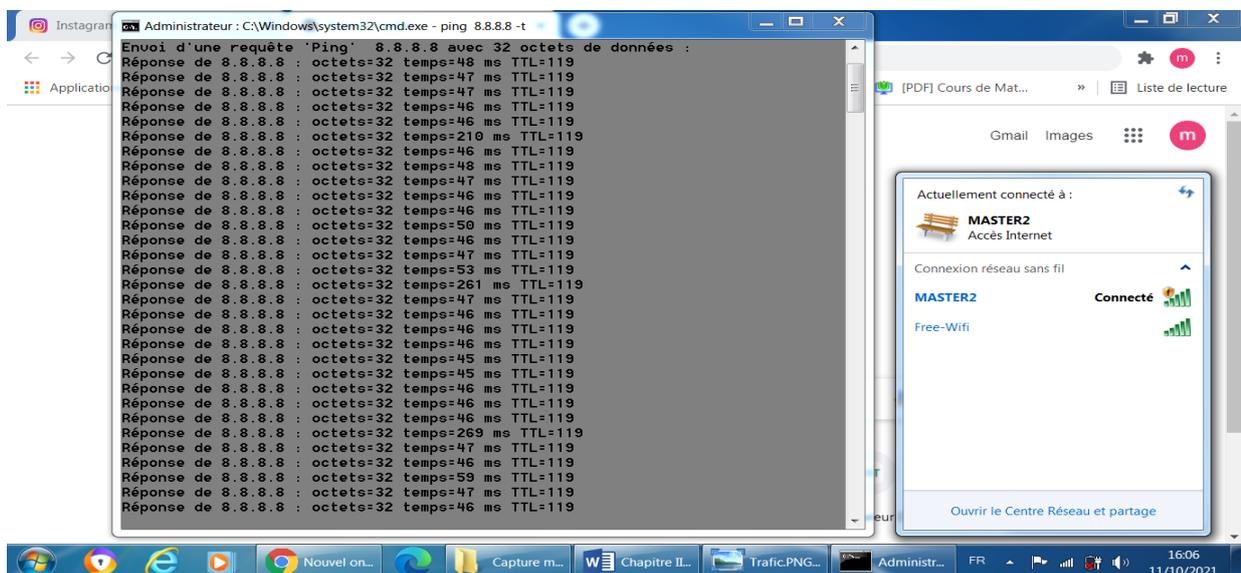


### III.2.5. Les tests des points d'accès :

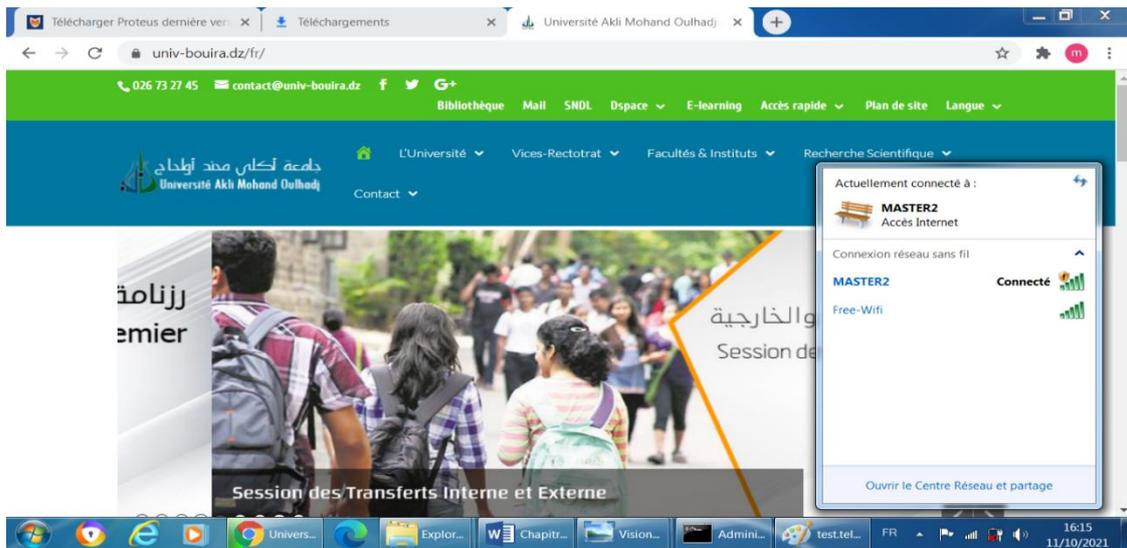
Afin de vérifier le bon fonctionnement du point d'accès, plusieurs tests ont été effectués et par la suite nous avons supervisé les Log, le trafic, devise connectés...etc au niveau de l'interface web du modem sans fil.

Nous résumons ce qui a précédé comme suit :

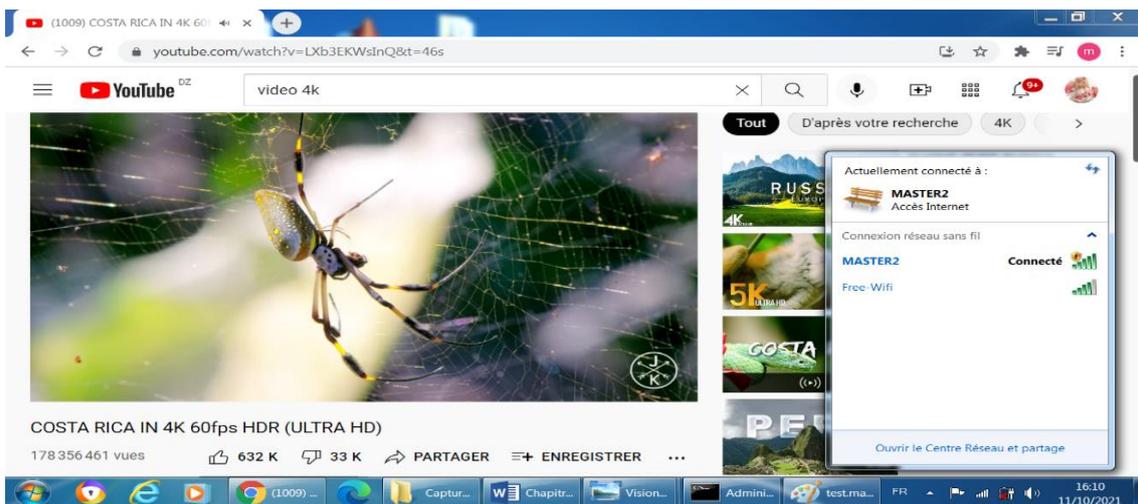
➤ Nous avons établi un Ping continu à l'adresse 8.8.8.8 pour vérifier la continuité de la connexion internet :



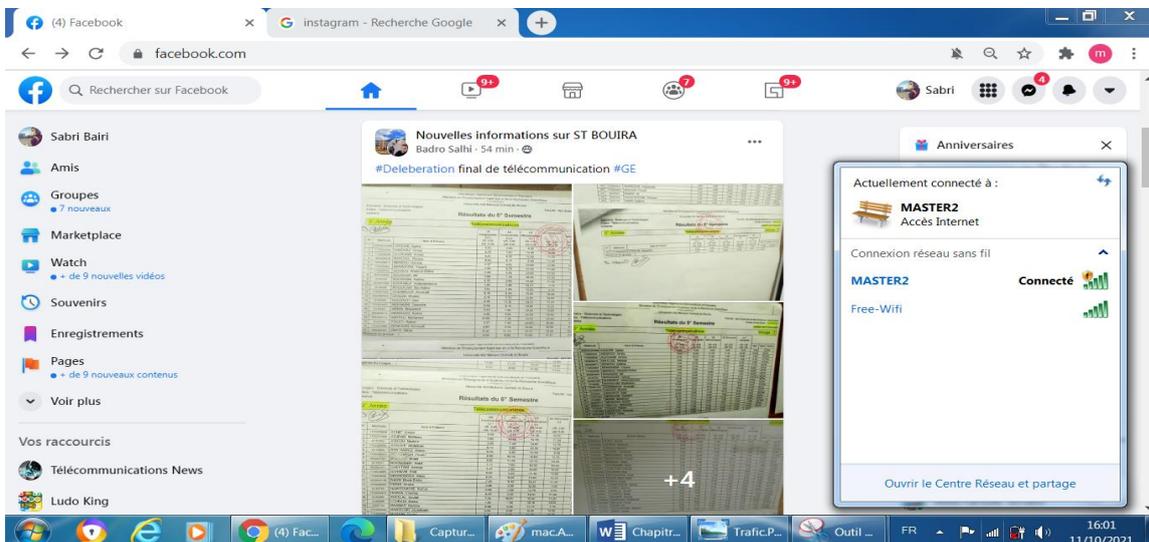
➤ Par la suite nous avons testé l'accès à certains sites web. on a accédé via internet au site de notre université de bouira :



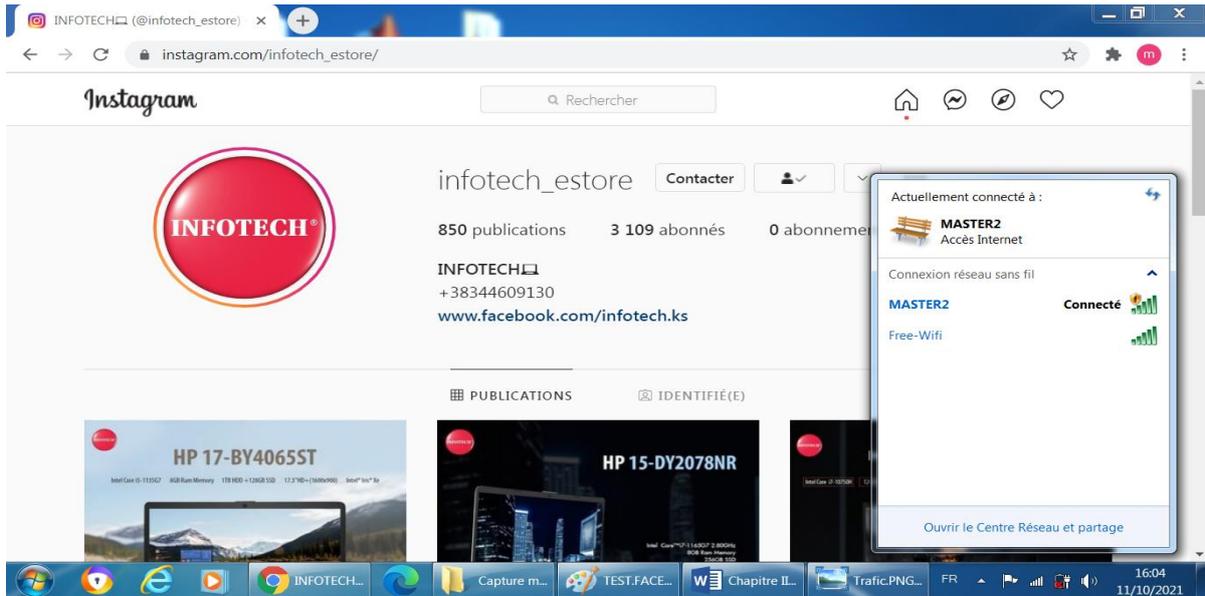
➤ On a établi un test sur YouTube avec une vidéo 4K (très haute qualité) et on a constaté que sa marche sans coupure :



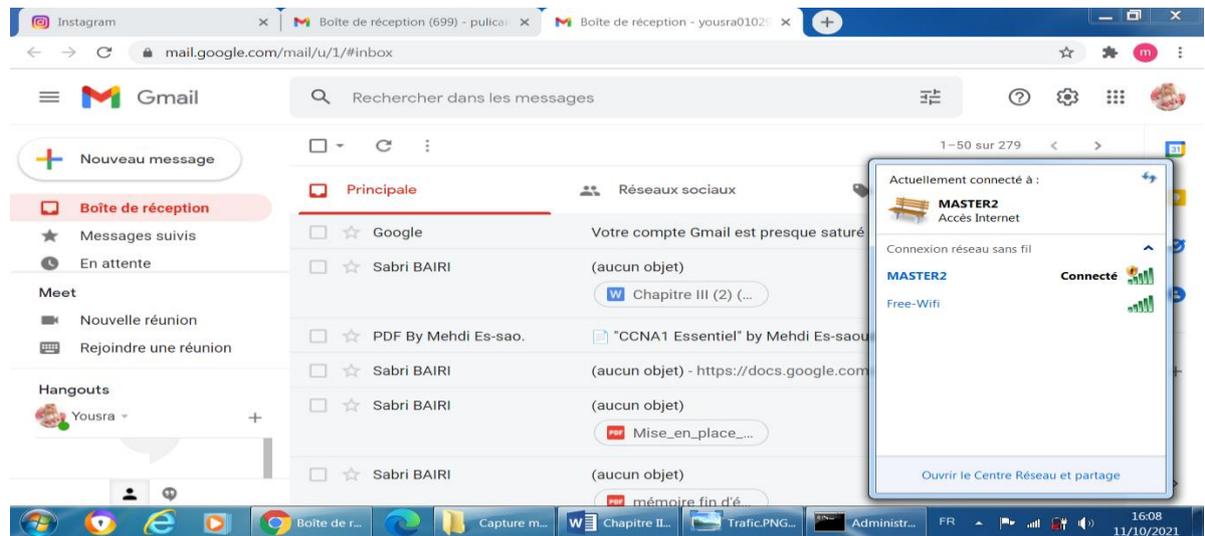
➤ On a également accédé au site Facebook :



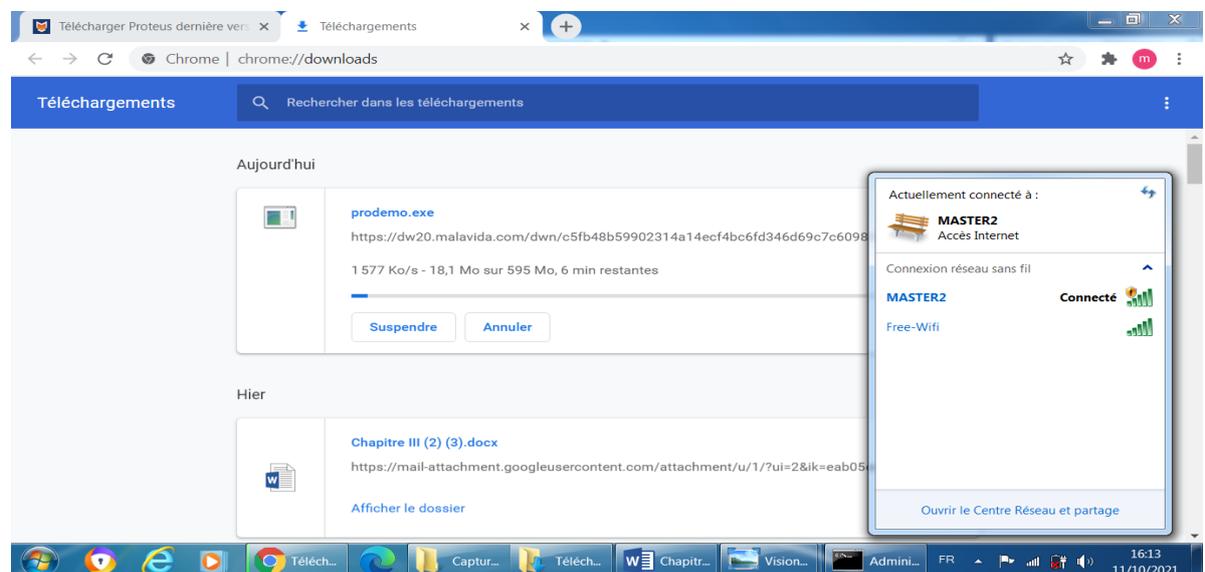
➤ On a aussi accédé au site Instagram :



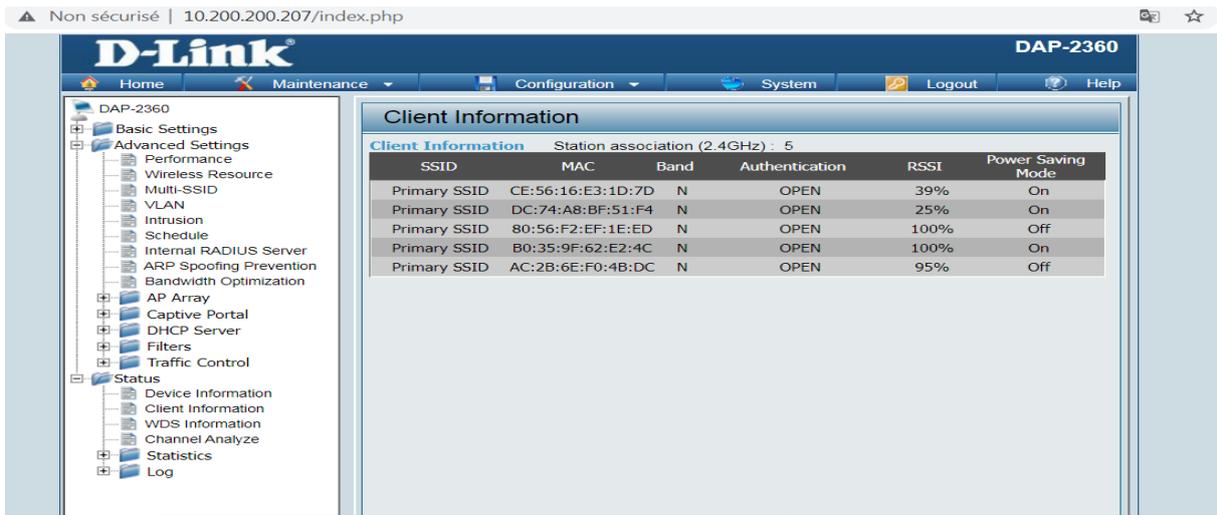
➤ On a accédé par la suite au Gmail :



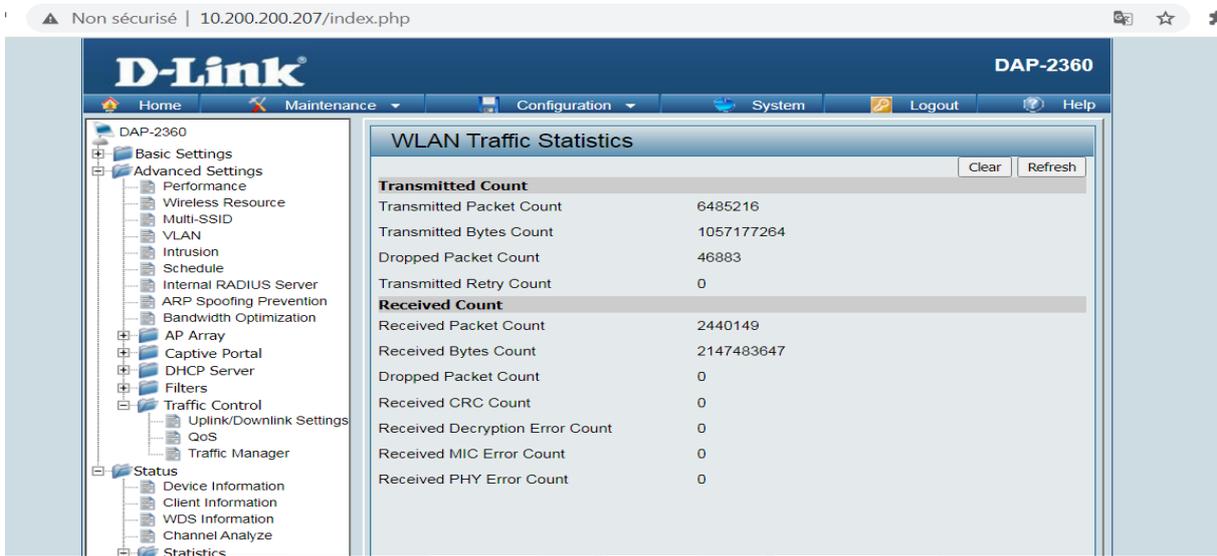
➤ On a téléchargé un fichier et on a constaté que le téléchargement est fonctionnel :



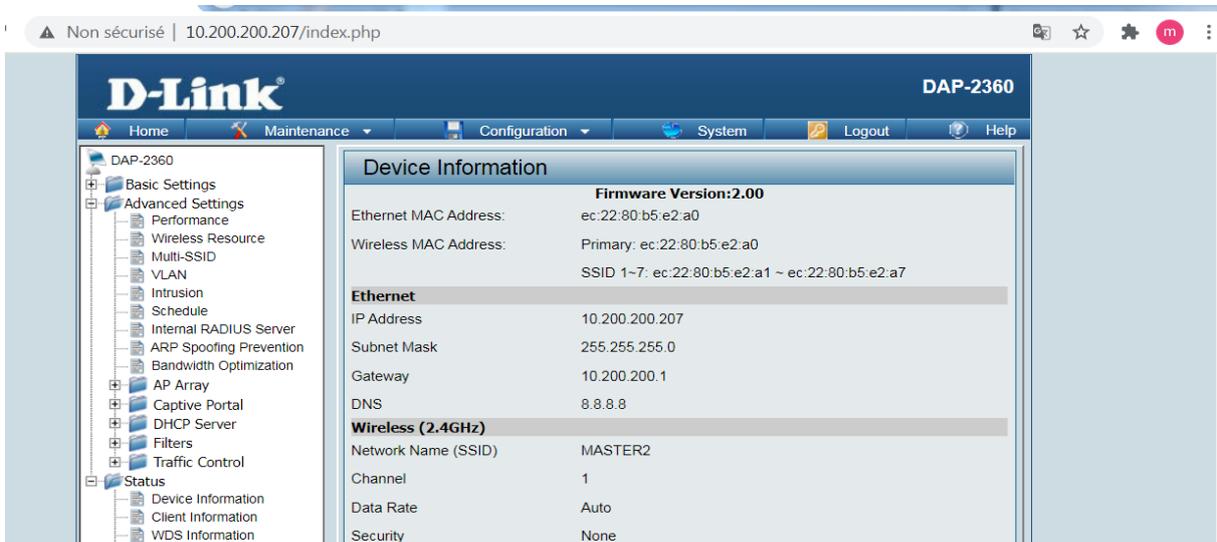
➤ On peut superviser ici tous les clients connectés au modem sans fils avec leurs adresses MAC :

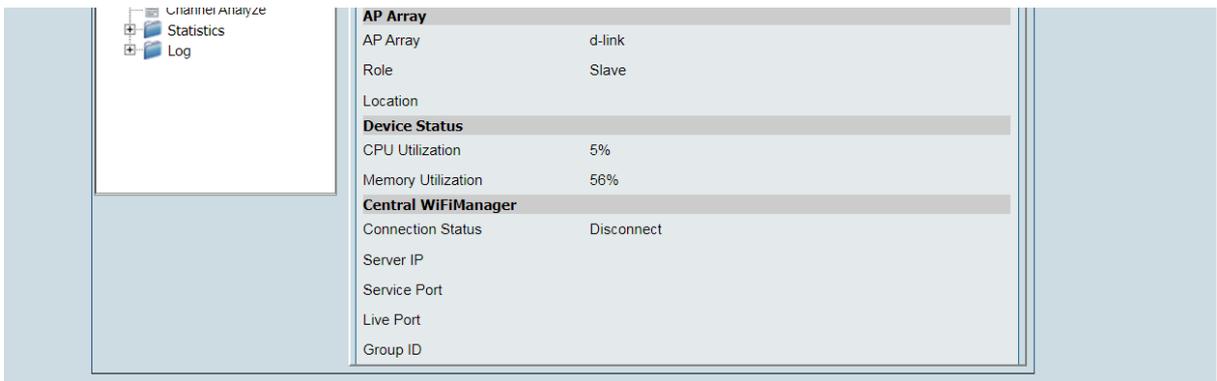


➤ On supervise ici le trafic entrant et sortant du modem wifi :

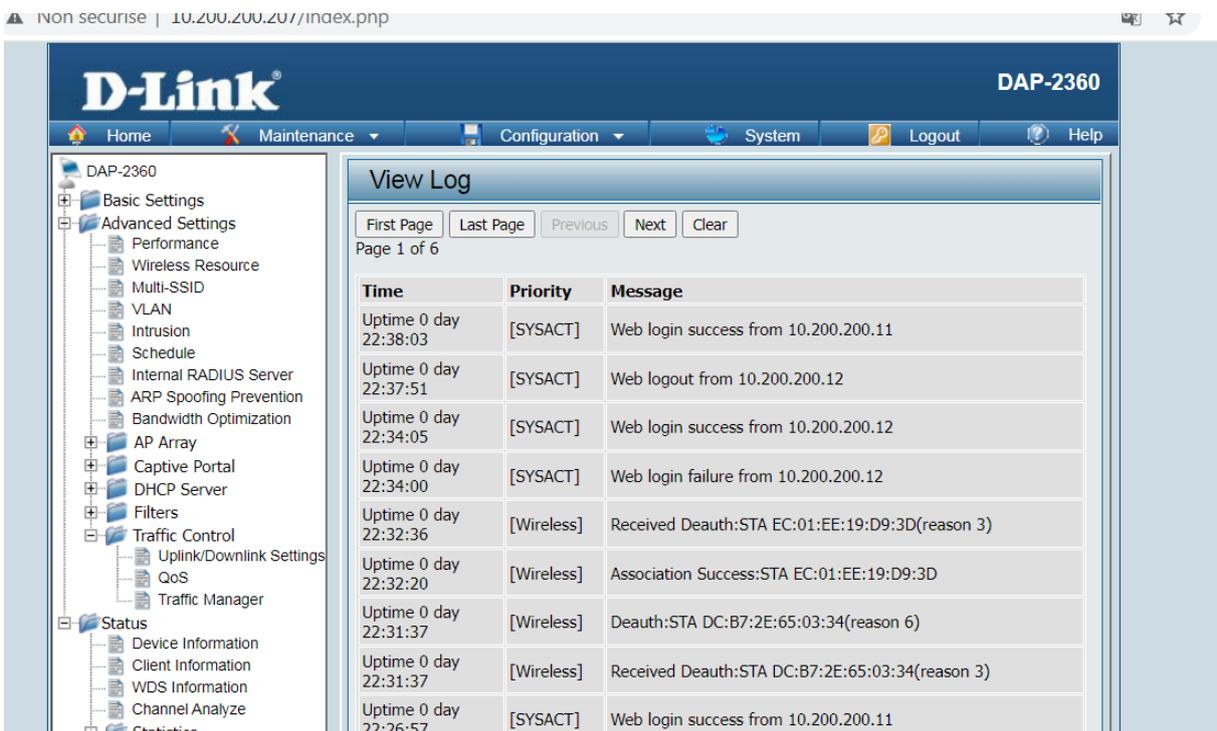


➤ Nous avons dans cette figure toutes les informations relatives au modem wifi : firmware, l'adresse, la connectivité et même le pourcentage de CPU et la mémoire :





➤ En fin on peut aussi superviser le LOG de toutes les sessions avec les adresses IP ou bien les MAC des utilisateurs finaux.



Nous vous présentons ci-dessous les photos des points d'accès qu'on a installé au CTS :



Figure III.12. Le point d'accès installé au niveau du NOC.



**Figure III.13.** Le point d'accès installé au niveau du bloc.

### **III.3. Conclusion :**

Le dimensionnement des réseaux cellulaire comme dans notre cas le réseau Wifi se repose sur deux bases de différentes natures, ou la première base est simplement théorique et a besoin d'une grande puissance de calcul et de traitement, alors que la seconde est pratique qui nécessite quelque mesure sur l'espace afin de répondre à tous les contraintes causé par l'environnement de propagation.

Pour l'installation des points d'accès on a pu faire un bon choix du matériel, faire la configuration et les tests des points d'accès, comme ça on a pu satisfaire les besoins des utilisateurs du CTS d'Algérie Télécom Satellite.

Conclusion générale

**Conclusion générale :**

Durant ces dernières années la démocratisation du réseau WIFI a énormément facilité le déploiement des infrastructures professionnelles et domestiques, ce réseau a prouvé qu'il permettait une mise en place fiable, rapide et modulaire de ce dernier dans les conditions où il n'est pas possible de tirer des câbles, il a aussi permis d'offrir la possibilité de créer des réseaux locaux sans fils à très haut débit à condition que la station qu'on va connecter ne soit pas très distante par rapport au point d'accès.

Le Wifi n'a pas d'inconvénient majeur, cela le rend facilement manipulable dans plusieurs environnements et par un assez grand nombre de personnes. Son prix est très abordable, il a des capacités raisonnables. Il possède seulement des limites techniques, comme la portée, et des limites de réglementation, tels que la puissance maximum autorisée, cependant la plupart des portables sont aujourd'hui compatibles Wifi, ainsi que les systèmes d'exploitation.

Au cours de ce projet de fin d'études, notre travail a été réparti comme suit :

- ✓ L'étude des réseaux sans fils ;
- ✓ Le dimensionnement de notre réseau ;
- ✓ L'étude du placement des points d'accès ;
- ✓ Le choix du matériel le plus convenable ;
- ✓ La configuration des points d'accès;
- ✓ Les tests des points d'accès ;

Dans notre projet le premier chapitre était une étude réalisée sur les réseaux sans fil, ce qui nous a permis de mieux comprendre le fonctionnement d'un réseau sans fil, savoir ses différentes technologies, ses avantages et les difficultés auxquelles nous pouvons être confrontés.

Dans le deuxième chapitre nous avons fait une étude sur la technologie Wifi en présentant ses différentes topologies, son architecture, ses fonctionnalités et en étudiant ses techniques d'accès au support et ses mécanismes de sécurité, cela nous a permis de choisir les meilleurs matériaux.

Le troisième chapitre a comporté une explication du processus général de dimensionnement du réseau Wifi ou nous avons présenté les différentes étapes suivies afin d'effectuer un bon dimensionnement pour notre réseau, cela nous a permis de déterminer le nombre nécessaire des points d'accès et des switch ainsi que leur emplacement. Après le dimensionnement nous avons enfin pu faire l'installation des points d'accès en choisissant le matériel convenant à notre réseau, en configurant et faire le test de nos points d'accès pour vérifier leur bon fonctionnement, et enfin les mettre en place.

## Liste des références

- [1] : G.Pujolle : « Les réseaux. Editions Eyrolles », 2014.
- [2] : M.Van der Schaar et P.A Chou ; «Multimedia over ip and wireless networks: compression, networking, and systems», Elsevier, 2011.
- [3] : S.Essinger, X.Zhu, M.Schnee, J.Liu, X.Shen, L.Liang Chen et J.Lu : «Wireless network device», 2015.
- [4] : B.Karima et A.Amina : « étude et réalisation d'un réseau wifi hotspot dans le service public». Thèse de Magistère, Université MOULOU D MAMMERI, TIZI-OUZOU, 2011/2012.
- [5] : D.Frédéric : « L'essentiel qu'il faut savoir », Extrait de sources diverses récoltées, 2003.
- [6] : K.Zeyneb et L.Amina : « Étude de la Qualité de Service (QoS) dans les réseaux WIFI », Université de Tlemcen, 2011.
- [7] : [https://www.samomoi.com/reseauxinformatiques/architecture\\_reseau.php#1](https://www.samomoi.com/reseauxinformatiques/architecture_reseau.php#1) Consulté le 18/07/2021.
- [8] : <https://docplayer.fr/9725415-Polycop-1-generalite-sur-les-reseaux-informatiques-presente-par-mr-riahla-med-amine.html> Consulté le 17/07/2021.
- [9] : <https://www.africmemoire.com/part.10-chapitre-ii-architecture-reseaux-troisieme-partie-714.html> Consulté le 15/07/2021.
- [10] : <https://www.commentcamarche.net/contents/221-reseaux-architecture-client-serveur-a-3-niveaux> Consulté le 20/07/2021.
- [11] : <http://www.algerlablanche.com/thematiques/index.php?la-technologie-wifi> consulté le 24/06/2021.
- [12] : [https://www.cisco.com/c/fr\\_ca/solutions/small-business/resource-center/networking/why-go-wireless.html](https://www.cisco.com/c/fr_ca/solutions/small-business/resource-center/networking/why-go-wireless.html) Consulté le 22/06/2021.
- [13] : K.Kenza : « Etude et simulation du standard de transmission de donnée sans fil : WIMAX par OPNET comparé avec WIFI », Mémoire de master, Université de Biskra, 2017/2018.
- [14] : B. Benmammar et F. Krief : « La Technologie Agent et les Réseaux Sans Fil », Congrès Des Nouvelles Architectures pour les Communications, DNAC'2003,Paris, France. Octobre 2003.
- [15] : N.Labraoui : « La sécurité dans les réseaux sans fil ad hoc », Doctorat Spécialité: "Informatique", Université de TLEMCE N Faculté des sciences, 2012.
- [16] : D.Bachir Naceureddine : « Sécurité du protocole SIP dans les réseaux Ad-hoc», Mémoire master, Université Mohamed Boudiaf d'Oran, 2011/2012.

- [17] : A.VAN DEN BOSSCHE : «Proposition d'une nouvelle méthode d'accès déterministe pour un réseau personnel sans fil à fortes contraintes temporelles », Thèse de Doctorat, Université de Toulouse II, Ecole Doctorale Systèmes, France, 2007.
- [18] : M.Terré : « Le Standard 802.11 Couche physique et couche MAC », Conservatoire National des Arts et Métiers, 2007.
- [19] : N.Benhamel : « Contribution à la gestion de qualité de service dans les réseaux locaux sans fil », mémoire de Magister, Université d'Oran, 2013.
- [20] : M.Chitkara et M.Waseem Ahmad : «Review on manet: characteristics, challenges, imperatives and routing protocols», International Journal of Computer Science and Mobile Computing, vol. 3, no. 2, pages 432–437, 2014.
- [21] : P.Ranjan et K.Kant Ahirwar : «Comparative study of vanet and manet routing protocols», In Proc of the International Conference on Advanced Computing and Communication Technologies (ACCT 2011), pages 517–523, 2011.
- [22] : T.Watteyne, I.Augé-Blum, M.Dohler, D.Barthel et F.Meylan :  
« Probabilité de Collision lors du Choix du Noeud Relais sans Connaissance du Voisinage dans un Réseau de Capteurs In IRAMUS Workshop », Poster Session, Val Thorens, France, 2007.
- [23] : A.Jamalipour : «The Wireless Mobile Internet, Architecture, Protocols and Services», John Wiley & Sons Ltd, 368-384, 2003.
- [24] : C.E Perkinset et al : « Ad hoc networking», volume 1, Addison-wesley Reading, 2001.
- [25] : H.Maouchi : «routage avec Qualité de service dans AODV», mémoire d'ingénieur, Université de Tizi-Ouzou, 2009.
- [26] : D.Espes : «Protocoles de routage réactifs pour l'optimisation de bande passante et la garantie de délai dans les réseaux ad hoc mobiles», thèse de doctorat, Université de Toulouse,
- [27] : [www.support.apple.com](http://www.support.apple.com).
- [28] : ANS/IEEE std 802.11: «Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications -Higher-speed physical layer extension in the 2.4 GHz band », Part 11, 2000.
- [29] : A.Géron : « Wifi déploiement et sécurité », DUNOD, 2006.
- [30] : E.Conchon : « Définition et mise en œuvre d'une solution d'émulation de réseaux sans Fil », thèse doctorat, Université de Toulouse, 2006.
- [31] : N.Chendeb Taher : « Modélisation analytique et contrôle d'admission dans les réseaux 802.11e pour une maîtrise de la Qualité de Service », thèse de doctorat, Université D'Evry val d'Essonne école doctoral Sitervry, 2009.
- [32] : [www.art-telecom.fr/](http://www.art-telecom.fr/) Consulté le 30/07/2021

- [33] : <https://www.futura-sciences.com/tech/definitions/internet-wep-1979/> consulté le 14/07/2021.
- [34]:<https://waytolearnx.com/2018/11/difference-entre-wep-et-wpa.html#:~:text=D%C3%A9finition%20de%20WPA%20%28Wi-Fi%20Protected%20Access%29%20WPA%20est,un%20an%20avant%20que%20WEP%20ne%20soit%20obsol%C3%A8te> Consulté le 14/07/2021.
- [35] : <https://www.ionos.fr/digitalguide/serveur/securite/securite-wifi-mesures-de-protection-pour-votre-reseau/> Consulté le 14/07/2021.
- [36] : <https://fr.google-info.org/1201641/1/protocole-aaa.html> consulté le 14/07/2021.
- [37] : I.Ghetie : «Fixed-mobile wireless networks convergence: technologies, solutions, services. Cambridge UK New York», Cambridge University Press, 2008.
- [38] : N.Cranley et L. Murphy : «Handbook of Research on Wireless Multimedia: Quality of Service and Solutions», Information Science Reference, 2008.
- [39] : B.Hour et S. Hameed : « Proposed Enhancement of IEEE802.11e WLAN Through Real Time Simulation Study », 2007.
- [37] : [http://www.securite-informatique.gouv.fr/gp\\_article251.html](http://www.securite-informatique.gouv.fr/gp_article251.html) Consulté le 27/07/2021.
- [38] : A.Géron Préface de Marc Taieb : « wifi professionnel », 3eme édition, 2009.
- [39] : D.Males : « wifi par la pratique », 2eme édition, 2002- 2004.
- [40] : B.Magatta et 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 télécommunications d'Oran, 2004-2005.
- [41] : G.Pujolle : « les Réseaux », édition 2008.
- [42] : K. Mohamed : « Etude, planification et dimensionnement d'un réseau d'accès WIFI », mémoire de fin d'études, Institut de Tunis, 2004/2005.

## ملخص

في السنوات الأخيرة ، شهدنا ارتفاعًا قويًا في الشبكات اللاسلكية ، وخاصة شبكات Wifi القائمة على معيار IEEE 802.11 والتي تهدف إلى توصيل الأجهزة بروابط عالية السرعة مع السماح لها بالتنقل. الهدف الرئيسي في أطروحتنا هو إعداد نقاط وصول لشبكة Wifi ، كان علينا أولاً إجراء تحجيم يعتمد في حد ذاته على دراسة نقاط معينة وتحقيق بعض الحسابات ، وقد سمحت لنا هذه الدراسة بتحديد عدد نقاط الوصول و مفاتيح الشبكة. أخيرًا ، تمكنا من تثبيت نقاط الوصول الخاصة بنا وتكوينها وإجراء اختبارات الاتصال.

**الكلمات المفتاحية :** الشبكات اللاسلكية، معيار IEEE 802.11، نقاط وصول ، التحجيم.

## Résumé

Ces dernières années nous avons assisté à une puissante montée des réseaux sans fil, plus particulièrement les réseaux Wifi basé sur la norme IEEE 802.11 et qui ont pour objectif de relier des appareils à des liaisons hautes débit tout en leur permettant la mobilité. Dans notre mémoire le but principale est de mettre en place des points d'accès d'un réseau Wifi, cela nous a fallu faire tout d'abord un dimensionnement qui lui-même est basé sur l'étude de certains points et la réalisation de certains calculs, cette étude nous a permis de déterminer le nombre des points d'accès et des switch. Enfin nous avons pu installer nos points d'accès, les configurer et réaliser les tests de connectivité.

**Mots clés :** réseaux sans fil, norme IEEE 802.11, points d'accès, dimensionnement.

## Abstract

In the recent years we have witnessed a powerful rise in wireless networks, more particularly Wifi networks based on the IEEE 802.11 standard and which aim to connect devices to high speed links while allowing them mobility. In our brief, the main goal is to set up access points for a Wifi network, we first had to do a sizing which itself is based on the study of some points and the realization of some calculations, this study allowed us to determine the number of access points and switches. Finally, we were able to install our access points, configure them and realize the connectivity tests.

**Keywords :** wireless networks, standard IEEE 802.11, access points, sizing.