

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI, TIZI-OUZOU



FACULTE DE GENIE ELECTRIQUE ET D'INFORMATIQUE
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

Mémoire de Fin d'Etude de MASTER ACADEMIQUE

Spécialité : Télécommunication et Réseaux

Filière : Génie Electrique

Présenté par

Mr MAHDI Mourad.

Mr MAHMOUDI Belkacem.

Proposé et encadré par : M^r SAAD Saïd

Co-encadré par: M^{me} LAHDIR.L

Thème

Mise en place et configuration d'un réseau Wifi outdoor (WICD).

Mémoire soutenu publiquement le 11 juillet 2016.Devant le jury composé de :

M Mourad LAHDIR

Maitre de conférences A, UMMTO, Président

M^{me} LEILA LAHDIR

Maitre assistante A, UMMTO, Co-encadreur

M Fethi OUALLOUCHE

Maitre de conférences B, UMMTO, Examineur

M Djamel ALOUACHE

Maitre de conférences B, UMMTO, Examineur

Promotion 2015/2016

Remerciement

Tout d'abord nous remercions le bon Dieu de nous avoir donné le courage, la volonté et aussi la patience afin de réaliser ce modeste travail.

Nos remerciements à notre promotrice M^{me}. LAHDIR.L pour son encadrement, ses précieux conseils, ses orientations et ses riches contributions qui nous ont favorablement aidés.

Nous tenons à exprimer notre entière gratitude et reconnaissance à notre encadreur M^r. SAAD Said, ainsi qu'à M^{me} TERAOMET. A, M^{me} HAMIDOUCHE. S et M^{elle} SALHI.N pour leurs encouragements et la chance qu'ils nous ont donnés afin de travailler sur un tel projet.

On tient à remercier tous les membres de la Direction Opérationnelle de Télécommunication (DOT) de Tizi-Ouzou qui nous ont permis d'effectuer notre travail dans les meilleures conditions matérielles et techniques que l'on puisse espérer. Particulièrement, pour toute l'équipe de bureau Réseaux d'entreprise, pour leurs accueils et surtout pour leur disponibilité, ainsi que pour l'ambiance amicale qui y règne.

Nos remerciements s'adressent à tous les membres de jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant d'évaluer notre travail.

Nos sincères reconnaissances à l'égard de tous ceux qui ont contribué à nos études, particulièrement les enseignants de l'université Mouloud MAMMARI.

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

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail :

A mes très chers parents pour leur grand amour et leurs sacrifices

A ma grand-mère

A ma tante

Que dieu vous protège

Vous prête une bonne santé et une longue vie

A mes chers frères : mahieddine, djamel et salim

A mes très chers sœurs : Ouardia, Fetta et Samia

A mes belles sœurs : Zahia et Dahbia

A toute ma famille

A mon binôme et sa famille

A mes amis(es) qui étaient là pour moi.

M. Mourad

Dédicaces

Je dédie cet humble travail :

A mes très chers parents qui m'ont énormément soutenu, partagé mes joies et mes peines, qui se sont toujours sacrifiés pour moi.

A mon frère : Belaid

A mes très chers sœurs : Dehbia, Lilia

A mes beaux frères : Kamel, Karim et leurs familles

A mon neveu Yanis

Et

Mes nièces Maram et Anais

A ma grand-mère

A tous mes cousins

A mon binôme Mourad et toute sa famille

A tout mes amis de la résidence Ex-Habitat

A toute l'équipe C15foot

A tous mes collègues et amis(es)

A tous ceux qui comptent pour moi,

Et pour qui je compte

Que dieu vous protège

Vous prête une bonne santé et une longue vie

M.Belkacem

Liste des figures

Chapitre I : généralités sur les réseaux sans fil

Figure 1 : Classification des réseaux sans fil selon l'étendue.

Figure 2: Mode infrastructure.

Figure 3: Mode Ad-hoc.

Figure 4 : Carte wifi.

Figure 5 : Cartes PCMCIA.

Figure 6 : Carte wifi USB.

Figure 7 : Exemples de point d'accès.

Figure 8 : Les mécanismes de propagation.

Figure 9 : Fibres optiques.

Figure 10: Connecteurs CS.

Figure 11 : Câble à paires torsadées à connecteursRJ45.

Figure 12 : La trame wifi.

Figure 13 : Préambule.

Figure 14 : En-tête PLCP-FHSS (Étalement de spectre par évansion de fréquence).

Figure 15 : En-tête PLCP-DSSS (L'étalement de spectre à séquence directe).

Figure 16 : Format de la trame MAC.

Chapitre II : Le wifi outdoor

Figure 1: Equipement Altaï à couverture macro, micro et pico.

Figure 2 : Les différents types de ligne de vue.

Figure 3 : Architecture cellulaire utilisant A8-Ein.

Figure 4: Application d'A2.

Figure 5: Application c1n cpe.

Figure 6 : Représentation graphique des canaux Wifi dans la bande ISM (2,4 GHz).

Figure 7 : Affectation de canaux dans la bande ISM (2.4 GHz).

Figure 8: Affectation de 4 canaux dans la bande ISM.

Figure 9 : Application de la bi-band (2.4 et 5 GHz).

Figure 10 : La technologie 8x8 MIMO.

Figure 11: Schémas représentatifs du SISO, MISO, SIMO et MIMO.

Figure 12: Domaine d'utilisation de l'Altai Wifi outdoor.

Chapitre III : Installation et configuration d'un réseau wifi outdoor

Figure 1 : Zone de couverture WICI Tizi-Ouzou.

Figure 2 : Schéma synoptique d'un réseau wici.

Figure 3 : Metro Switch.

Figure 4 : Convertisseur Fo/Fe.

Figure 5 : Schéma d'indication d'erreur.

Figure 6 : Face avant du convertisseur.

Figure 7 : Face arrière du convertisseur.

Figure 8 : Raccordement du convertisseur au niveau du CA.

Figure 9 : Armoire optique.

Figure 10 : Pose de câble fibre optique

Figure 11 : Armoire de brassage

Figure 12: La tête optique.

Figure 13 : Soudeuse FO.

Figure 14 : Injecteur PoE.

Figure 15 : Schéma Mode A.

Figure 16: Schema Mode B.

Figure 17 : Installation de la station de base.

Figure 18: Montage de l'équipement sur la barre.

Figure 19: brouillage radio.

Figure 20: A8 Ein

Figure 21: Kit de montage A8-Ein

Figure 22: Montage d'A8-Ein

Figure 23: Calcul de l'angle

Figure 24 : Dispositifs d'installation de l'A2.

Figure 25 : Fixation de support.

Figure 26: Branchement du câble Ethernet.

Figure 27 : A8-Ein installation typique.

Figure 28 : Installation typique A2.

Figure 29 : Branchement d'équipement vers ordinateur.

Figure 30 : Configuration de la connexion au réseau local.

Figure 31 : Plateforme de configuration.

Figure 32 : Conception générale de l'AP.

Figure 33 : Balayage de canal.

Figure 34 : Résultat de balayage de canal.

Figure 35 : Réglage WAN (IPv4).

Figure 36: configuration de serveur DHCP.

Figure 37 : Réglage Général de l'AP (2.4G Radio).

Figure 38 : Liste WLAN (2.4G Radio).

Figure 39 : Réglage de la sécurité WLAN (2.4G Radio).

Figure 40 : Application des paramètres.

Figure 41 : les Paramètres VLAN.

Figure 42 : Configuration SNMP.

Figure 43 : Mode bridge Radio1 (5G).

Figure 44 : Réglage du pont.

Figure 45 : L'adresse MAC de l'équipement Éloigné.

Figure 46 : Cas de sécurité du pont ouverte ou Pas de sécurité.

Figure 47 : Cas de sécurité du pont ouvert avec WEP.

Figure 48 : Cas de sécurité du pont ouverte avec AES.

Figure 49 : Connexion vers le réseau wici.

Figure 50 : Page d'authentification.

Figure 51 : Carte de recharge.

Liste des tableaux

Chapitre I

Tableau 1 : Les réseaux WPAN.

Tableau 2 : Les réseaux WLAN.

Tableau 3 : Les réseaux WMAN.

Tableau 4 : Les réseaux WWAN.

Tableau 5 : Caractéristique WiMAX fixe et WiMAX mobile.

Tableau 6 : Les normes WIFI.

Chapitre II

Tableau 1 : Caractéristiques des équipements Altaï.

Tableau 2 : Atténuation du signal causée par différents matériaux.

Tableau 3 : Les quatorze canaux de la bande ISM (2.4GHz).

Chapitre III

Tableau 1 : Indication des LED.

Liste des abréviations

A

AAA: protocole (Authentication, Authorization, Accounting/Auditing).

ADSL: Asymmetric Digital Subscriber Line.

AES : Advanced Encryption Standard.

AirFi : Airline WiFi

AP : Point d'Accès.

ARPT : l'Autorité de Régulation de la Poste et des Télécommunications.

ATM : Asynchronous Transfer Mode

B

BS : Base Station (station de base).

BSS: Basic Service Set.

BSSID: Basic Service Set Identifier.

C

CCA: Clear Channel Assesement.

CECLI: Centres d'Entretien et de Construction des Lignes

CEI : Commission Electrotechnique Internationale .

CPE : Customer Premise Equipment (équipement d'accès client).

CRC: Control de Redondance Cyclique (champ de contrôle d'erreur).

CSMA/CA: Carrier Senses Multiple Access with Collision Avoidance.

D

DECT: Digital Enhanced Cordless Telecommunications

DS : distribution système.

DSL: Digital Subscriber Line.

DSSS: Direct Sequence Spread Spectrum.

E

EDGE: Enhanced Data Rates for GSM Evolution.

ESS: Extended Service Set.

ESSID: Extended Service Set IDentifier.

ETSI: European Telecommunications Standards Institute

F

FAI: Fournisseur d'Accès Internet

FDDI: Fiber Distributed Data Interface.

FHSS: Frequency Hopping Spread Spectrum.

G

GPRS: General Packet Radio Service.

GSM: Global System for Mobile.

H

HEC: Header Error Check.

HiperLAN: High Performance Local Area Network.

HiperMAN: High Performance Metropolitan Area Network.

I

IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers.

ISM: Industriel, Scientifique et Médical (Bandes de fréquences).

L

LAN: Local Area Network.

LDAP: Lightweight Directory Access Protocol

LLC: Logical Link Control.

LOS: Line Of Sight.

LSAP: Logical Service Access point.

M

MAC: Media Access Control.

MIMO : Multiple Input, Multiple Output (entrées multiples, sortie multiples).

MISO: Multiple Input Single Output.

N

NLOS: Non Line Of Sight.

O

OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing.

P

PC: Personal Computer

PCI: Peripheral Component Interconnect

PCMCIA: Personal Computer Memory Card International Association

PDU: Protocol Data Unit

PLCP: Physical Layer Convergence Protocol

PLW: PLCP-PDU length word

PMD: Physical Medium Dependent

PoE: Power over Ethernet

PSF: PLCP Signaling Field

R

RADIUS: Remote Authentication Dial-In User Service

RF: Radio Frequency.

RFID: Radio Frequency Identification

S

SC: Standard Connector

SFD: Start Frame Delimiter.

SIMO: Single Input, Multiple Output.

SISO: Single Input, Single Output.

T

TDMA: Time division multiple access

TCP/IP: Transmission Control Protocol / Internet Protocol

U

UHF: Ultra Hautes Fréquences.

UMTS: Universal Mobile Telecommunications System.

USB: Universal Serial Bus

V

VHF: very high frequency.

VoIP: Voice over IP.

W

WAP: Wireless Access Point.

WECA: wireless Ethernet Compatibility Alliance.

WEP: Wired Equivalent Privacy

WiFi: Wireless Fidelity.

WiMAX: Worldwide Interoperability for Microwave Access.

WIP: Work in Process.

WLAN: Wireless Local Area Network.

WMAN: Wireless Metropolitan Area Network.

WPA: Wi-Fi Protected Access

WPA 2: Wi-Fi Protected Access 2

WPAN: Wireless Personal Area Network.

WWAN: Wireless Wide Area Net-work.

Sommaire

Sommaire

Introduction générale.....	1
Présentation de l'organisme d'accueil	3

CHAPITRE I : Généralités sur les réseaux sans fil

1. Introduction.....	6
2. Définition d'un réseau sans fil	6
3. Les technologies sans fil	7
3.1. Réseaux personnels sans fil (WPAN).....	7
3.2. Réseaux locaux sans fil (WLAN).....	8
3.3. Réseaux métropolitains sans fil (WMAN)	9
3.4. Les réseaux étendus sans fil (WWAN).....	10
4. Wimax	11
4.1. Wimax fixe et Wimax mobile	11
5. Architecture des réseaux wifi.....	12
5.1. Le mode infrastructure.....	12
5.2. Le mode ad-Hoc	13
6. Equipements de connexion sans fil	14
7. Support de transmission	16
7.1. Les ondes radio	16
7.2. Différents types de câblage.....	17
7.2.1. La fibre optique.....	17
7.2.2. Le câble à paires torsadées.....	18

8. Les normes wifi.....	19
8.1. Définition de la norme 802.11	19
9. Description des couches wifi.....	21
9.1. La couche liaison de données	21
9.1.1. La sous couche LLC	21
9.1.2. La sous couche MAC.....	22
9.2. La couche physique	22
9.2.1. La sous couche PMD	22
9.2.2. La sous couche PLCP	22
10. Le format de la trame wifi.....	23
10.1. Le préambule	24
10.2. L'en-tête PLCP	24
10.3. Le champ de données MAC	26
10.4. Le champ de contrôle d'erreur CRC.....	27
11. Les différents protocoles de communication utilisés en wifi.....	27
12. Avantages et inconvénients de la mise en place d'un réseau wifi	28
13. Conclusion.....	29

CHAPITRE II : Le Wifi outdoor

1. Introduction	30
2. Définition du wifi outdoor	30
3. Types d'antennes.....	31
4. Zone de couverture.....	33
4.1. En milieu intérieur	33
4.2. En milieu extérieur	33
5. Les interférences	34

5.1. Sources d'interférence	35
5.2. Lutter contre les interférences	36
6. Ligne de vue (LOS).....	37
6.1. La zone de Fresnel	38
7. L'antenne intelligente.....	39
7.1. Principe de fonctionnement	39
7.2. Impact de la technologie sur l'industrie des télécommunications sans fil	40
8. Représentation des équipements Altaï	40
8.1. La station de base Altaï A8-Ein.....	40
8.2. Altaï A2 Point d'accès Wifi /Bridge	41
8.3. Altaï C1n (Wifi CPE)	42
9. Affectation des canaux	43
9.1. La bande 2.4 GHz.....	43
9.2. Bande 5 GHz	45
10. La présentation de la norme IEEE 802.11n.....	46
10.1. Amélioration de la norme 802.11n par rapport aux normes 802.11 a/b/g.....	47
11. La technologie MIMO.....	47
11.1. Définition de MIMO.....	47
11.2. Les principes du MIMO	48
11.3. Les Avantages de la technologie 8x8 MIMO	50
12. Le protocole RADIUS.....	51
12.1. Le protocole AAA	52
12.2. Fonctionnement de RADIUS.....	52
13. Les avantages de wifi outdoor	53
13.1. Les Avantages de Wifi outdoor dans les réseaux d'entreprise.....	53
14. Conclusion.....	54

CHAPITRE III : Installation et configuration d'un réseau wifi outdoor

1. Introduction	55
2. Problématique de dimensionnement d'un réseau Wi-Fi	55
3. Mise en place d'un réseau WiFi outdoor	56
I. Préparation et Installation.....	56
I.1. Schéma synoptique de la mise en place d'un réseau wifi outdoor	57
I.2. Centre d'amplification (CA).....	58
I.3. L'Armoire de brassage	62
I.4. Installation de l'équipement WiFi outdoor.....	65
I.5. Procédure d'Installation A8-Ein	67
I.6. Procédures d'installation A2	69
II. Configuration d'équipement	72
II.1. Gestion de la base de données de configuration.....	72
II.2. Etape d'accès à la plateforme de configuration des équipements	72
II. 3. Configuration de base d'A8-Ein.....	74
II.4. La configuration avancée d'A8-Ein	81
II.5. Configuration d'A2	83
4. Test de connexion.....	86
5. Conclusion.....	88
Conclusion générale	89
Bibliographie	

fi

Introduction générale

Introduction générale

L'informatique mobile ou nomade s'est développée avec la production des micro-ordinateurs portables d'une part, des téléphones portables d'autre part, avec la possibilité de se connecter à des réseaux fixes via des liaisons radio. Il en résulte des réseaux ``sans fils`` qui permettent à un terminal mobile de rester connecté à un réseau universel même en se déplaçant. Les technologies dites « sans fils », la norme 802.11 en particulier, appelé aussi WIFI, facilitent et réduisent le coût de connexion pour les réseaux de grande taille. Avec peu de matériel et un peu d'organisation, de grandes quantités d'informations peuvent maintenant circuler sur plusieurs centaines de mètres, sans avoir recours à une compagnie de téléphone ou de câblage. Le débit pratique atteint par ces réseaux sans fils varie en fonction de l'environnement.

Cependant, certaines zones couvertes avec le WIFI avec des débits réduits (moins d'1 Mb/s) nécessitent d'autres types de technologie permettant de les garder connectés tout en utilisant des fréquences qui permettent aux signaux de voyager relativement plus loin que celles utilisées dans le wifi classique. Aujourd'hui, cette technologie commence à être utilisée, permettant ainsi une connectivité même en étant hors des édifices publics tels que les bureaux, les gares , et à tout moment. Cette technologie est le Wifi-Outdoor qui est un réseau Point à Multipoint, offrant un débit Wifi aux postes clients qui peut atteindre un débit théorique maximum de 450 Mbps pouvant aller jusqu'à 15 kilomètres, avec une plus grande pénétration à travers les murs.

Nous avons fait un stage pratique au niveau de l'opérateur Algérie Télécom, dans le but d'étudier la mise en place et la configuration d'un réseau Wifi Outdoor, nous avons pris l'exemple d'un réseau existant, installé au niveau de la wilaya de Tizi Ouzou

Le Wifi Outdoor, est introduit en Algérie par l'opérateur **Algérie Télécom**, appelé aussi par son nom commercial WICI (Wifi ICI). Lancé pour la première fois le 20 avril 2015, couvrant en premier temps les lieux publics tels que : les hôpitaux, les campus universitaires, les complexes touristiques et les bases de vie non couvertes par le réseau conventionnel, pour ensuite le faire déployer partout.

Pour profiter pleinement des services offerts par le réseau WICI, le client doit se faire identifier, une première fois, au niveau de l'une des agences commerciales d'Algérie

Introduction générale

Télécom, afin d'avoir ses identifiants. Par la suite, et à la détection du réseau, dans les zones couvertes par le WICI ; le client n'aura qu'à ouvrir une page web, pour se retrouver automatiquement redirigé vers le site d'authentification WICI, où il n'aura qu'à introduire et valider ses paramètres d'identifications pour profiter d'une connexion sans limites. Chaque client pourra recharger son compte à l'aide d'une carte de recharge disponible au niveau de toutes les agences commerciales ACTEL d'Algérie télécom.

L'objectif de notre projet de fin d'études est d'expliquer et de détailler les différentes étapes nécessaires à l'installation et à la configuration de ce type de réseau qui est le réseau Wifi-Outdoor, appelé communément le WICI ; tout en prenant comme l'exemple le réseau déjà installé à Tizi Ouzou au siège de l'ENIEM sur la route d'Alger pour couvrir la placette Mbarek Ait Menguellet (ex gare routière).

Dans le but de bien mener notre travail, nous avons structuré notre mémoire comme suit:

Dans le premier chapitre nous présenterons des généralités sur les réseaux sans fil, tout en mettant l'accent sur les différentes technologies sans fil existantes ainsi que leurs avantages et inconvénients.

Le deuxième chapitre porte la notion du réseau Wifi-Outdoor. Nous présenterons dans cette partie les équipements nécessaires à la mise en place d'un réseau WICI, leurs domaines d'applications, la technologie apportée, la norme et le protocole de sécurité utilisée ainsi que leurs avantages.

Le troisième et dernier chapitre est consacré à l'installation matérielle du réseau prédéfini, en utilisant les différents équipements cités dans le deuxième chapitre, tout en suivant les procédures et les consignes de raccordement qu'il faut. A la fin de ce chapitre, nous expliquerons les différentes étapes de configuration, à savoir : la procédure d'accès à la plateforme de configuration, le choix du canal, et les différents réglages qu'il faut définir afin d'avoir le meilleur rendement d'un réseau WICI fonctionnel.

Et nous terminerons par une conclusion générale dans laquelle nous récapitulerons les étapes suivies pour la mise en place et la configuration d'un réseau WICI prêts à l'emploi.

Présentation de l'organisme d'accueil

1- Présentation d'Algérie Télécom

Algérie Télécom est le leader sur le marché Algérien des télécommunications qui connaît une forte croissance. Offrant une gamme complète de services de voix et de données aux clients résidentiels et professionnels. Cette position s'est construite par une politique d'innovation forte adaptée aux attentes des clients et orientée vers les nouveaux usages.

Algérie Télécom, est une société par actions à capitaux publics opérant sur le marché des réseaux et services de communication électronique.

Sa naissance a été consacrée par la loi 2000/03 du 5 août 2000, relative à la restructuration du secteur des postes et télécommunication, qui sépare notamment les activités postales de celles des télécommunications.

Algérie Télécom est donc régie par cette loi qui lui confère le statut d'une entreprise publique économique sous la forme juridique d'une société par action SPA.

2- Objectif principaux d'Algérie Télécom

Entrée officiellement en activité à partir du 1 er janvier 2003, elle s'engage dans le monde des technologies de l'information et de la communication avec trois objectifs :

- Rentabilité.
- Efficacité.
- Qualité de service.

Son ambition est d'avoir un niveau élevé de performance technique, économique, et sociale pour se maintenir durablement leader dans son domaine, dans un environnement devenu concurrentiel.

Son souci consiste, aussi, à préserver et développer sa dimension internationale et participer à la promotion de la société de l'information en Algérie.

3- Mission essentielles d'Algérie Télécom

L'activité majeure d'Algérie Télécom est de :

- Fournir des services de télécommunication permettant le transport et l'échange de la voix, de message écrits, de données numériques, d'informations audiovisuelles...
- Développer, exploiter et gérer les réseaux publics et privés de télécommunication.
- Etablir, exploiter et gérer les interconnexions avec tous les opérateurs des réseaux.

Algérie Télécom est engagé dans le monde des technologies de l'information et de la communication avec les objectifs suivants :

- Accroître l'offre de services téléphonique et faciliter l'accès aux services de télécommunication au plus grand nombre d'utilisateurs, en particulier en zones rurales.
- Accroître la qualité de services offerts et la gamme de prestations rendues et rendre plus compétitifs les services de télécommunications.
- Développer un réseau national de télécommunication fiable et connecté aux autoroutes de l'information.

4- Organisation d'Algérie Télécom

Algérie Télécom est organisée en division, directions centrales et régionales, a cette structure s'ajoutent deux filiales :

-Mobile (mobilis).

-Télécommunications spatiale(RevSat).

Algérie Télécom s'implique dans le développement socio-économique du pays à travers la fourniture des services de télécommunications.

En outre, Algérie Télécom met en œuvre des moyens importants pour rattacher les localités isolées et les établissements scolaires.

Présentation de l'organisme d'accueil

Le marketing et l'action commerciale pour réhabiliter l'image de marque d'Algérie Télécom et fidéliser sa clientèle, notamment par la mise en place du système informatique « GAIA » qui permet :

- 1- Le client aura un guichet unique au niveau des agences commerciales nommées L'ACTEL, qui saisit la demande du client, ses données, l'adresse, etc...
- 2- La suppression de l'échange de papier entre les services techniques du CECLI et l'ACTEL « gestion Zéro papier » ;
- 3- Permettre aux clients de consulter leurs factures à travers l'internet.

5- Les services d'Algérie Télécom

Algérie Télécom offre plusieurs services parmi eux :

- 4GLTE
- Idoom
- ADSL
- WLL
- WICI (Wifi Outdoor)



Chapitre I

1. Introduction

L'évolution des technologies de l'information et de la communication et le besoin croissant de mobilité ont donné naissance aux réseaux sans fil qui utilisent comme support de transmission les ondes hertziennes suivant la technologie cellulaire. Ces réseaux respectent certaines méthodes de communication, pour cela ils utilisent le modèle de référence OSI. Les réseaux sans fil sont classés en quatre catégories selon leur étendue géographique que nous allons voir dans la suite de ce chapitre, ils sont normalisés par un certain nombre d'organismes parmi lesquels nous citons l'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) et plus précisément la norme l'IEEE 802.11 qui régit les réseaux sans fil (le Wi-Fi).

2. Définition d'un réseau sans fil

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

Les réseaux sans fil sont basés sur une liaison utilisant des ondes électromagnétiques. Il existe plusieurs technologies se distinguant d'une part par la fréquence d'émission utilisée, ainsi que le débit et la portée des transmissions.

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

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

On distingue deux modes de fonctionnement ; le mode infrastructure et le mode ad-Hoc qu'on définira par la suite.

3. Les technologies sans fil

Les technologies dites « sans fil », la norme IEEE 802.11 en particulier, facilitent et réduisent le coût de connexion pour les réseaux de grande taille. Avec peu de matériel et un peu d'organisation, de grandes quantités d'informations peuvent maintenant circuler sur plusieurs centaines de mètres, sans avoir recours à une compagnie de téléphone ou de câblage [1]. Ces technologies peuvent être classées en quatre parties illustrer dans la figure suivante :

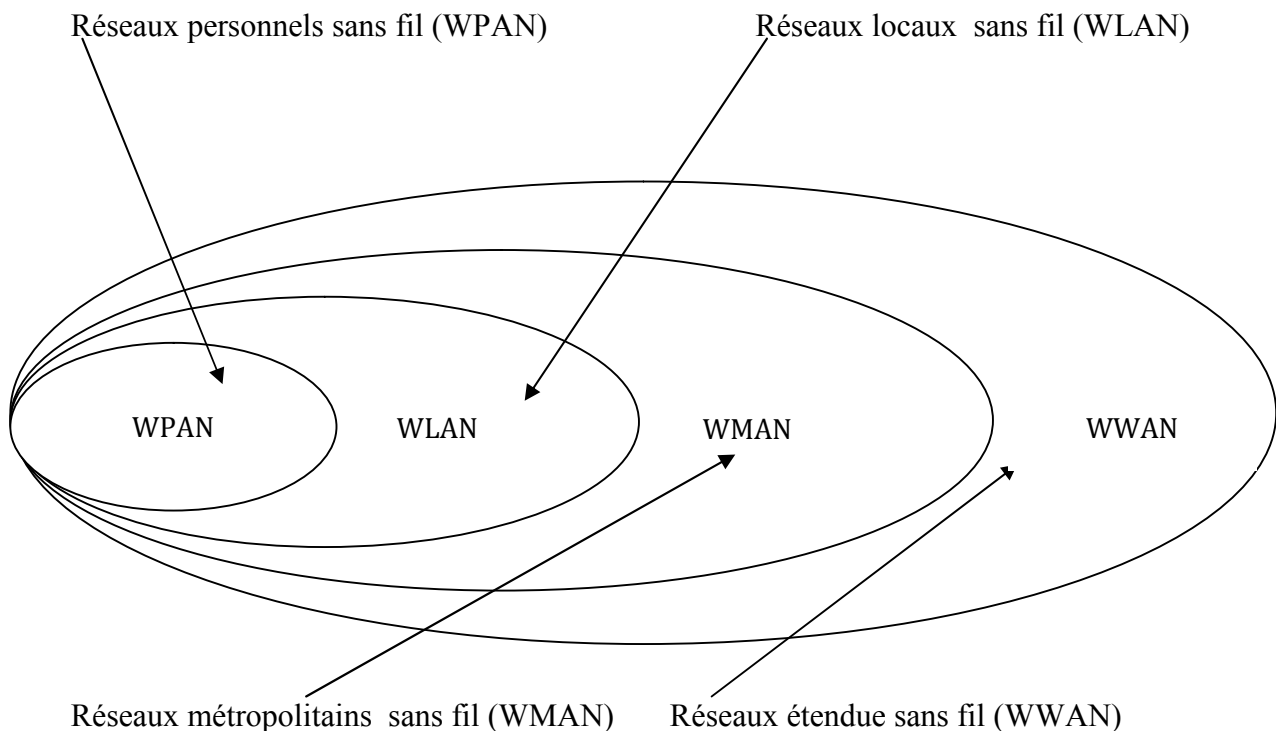


Figure 1 : Classification des réseaux sans fil selon l'étendue.

3.1. Réseaux personnels sans fil (WPAN)

Le réseau personnel sans fil (WPAN pour Wireless Personal Area Network) concerne les réseaux sans fil d'une faible portée : de l'ordre de quelques dizaines de mètres. Ce type de réseau sert généralement à relier des périphériques (imprimante, téléphone portable, appareils domestiques, ...). Il existe plusieurs technologies utilisées pour les WPAN. Sont illustrer dans le tableau suivant :

Technologie	Norme	Débit Théorique	Portée (m)	Bande de Fréquence (GHz)	Observation
Bluetooth	IEEE 802.15.1	1 Mbits/s	Une trentaine	2,4-2,4835	-bas prix -l'émission de puissance dépend de la réglementation
Home RF	Consortium (Intel, HP, Siemens...etc.	10 Mbits/s	50 à 100	2,4-2,4835	-permet de relier des PC portable, fixes et d'autres terminaux.
Zigbee	IEEE 802.15.4	20-250 Kbits/s	100	2,4-2,4835	-Très bas prix -Très faible consommation d'énergie.

Tableau 1: Les réseaux WPAN.

3.2. Réseaux locaux sans fil (WLAN)

Le réseau local sans fil (WLAN pour Wireless Local Area Network) est un réseau permettant de couvrir l'équivalent d'un réseau local d'entreprise, soit une portée d'environ une centaine de mètres. Ayant un fonctionnement cellulaire, il permet de relier entre eux les terminaux présents dans la zone de couverture à partir de points d'accès reliés à un réseau fixe. Ces réseaux locaux sont regroupés dans le tableau qui suit :

Technologie	Norme	Débit Théorique (Mbits/s)	Portée (m)	Bande de Fréquence (GHz)	Observation
WiFi	IEEE 802.11	2- 54	35-50 (indoor) Des centaines (outdoor)	2,4-2,4835	-Elle comporte plusieurs déclinaisons IEEE 802.11a/b/g
HiperLAN1	ETSI	19-20	Max 150	2,4	-la vitesse de déplacement

HiperLAN2	ETSI	54	Max 150	5,4-5,7	de l'utilisateur ne peut excéder 10 m/s -permet d'accéder aux réseaux ATM
HiperLiNK		155	150-200	17,2-17,3	-permet des liaisons fixes entre 2 points
DECT		2	300	1880-1900 MHz	-technique d'accès TDMA

Tableau 2 : Les réseaux WLAN.

3.3. Réseaux métropolitains sans fil (WMAN)

Les réseaux métropolitains sans fil (WMAN pour Wireless Metropolitan Area Network) basé sur la norme 802.16 généralement appelé Wimax, ils sont des réseaux destinés à connecter aussi bien des entreprises que des particuliers à leurs opérateurs (téléphonie fixe, internet, télévision ...). Cette connexion s'étend sur l'échelle d'une métropole par voie hertzienne. Les WMAN cherchent à offrir à leurs abonnés les mêmes performances (débit, QoS, etc...) que les réseaux filaires classiques tout en minimisant les coûts des installations. Les différentes technologies sont illustrées dans le tableau qui suit :

Technologie	Norme	Débit Théorique (Mbits/s)	Portée (Km)	Bande de Fréquence (GHz)	Observation
Wimax	IEEE 802.16	70	50	1-66	-permet le raccordement des hotspots WiFi pour l'accès à internet -Technique d'accès TDMA comporte plusieurs déclinaisons
Hiper Access	ETSI	>à 100	Très courte portée	11-66	-permet d'accéder aux réseaux ATM

Tableau 3 : Les réseaux WMAN.

3.4. Les réseaux étendus sans fil (WWAN)

Les réseaux WWAN (pour Wireless Wide Area Network), couvre une zone s'étendant sur une échelle nationale, voir mondiale, pour offrir cet accès. Grâce à cela, l'abonné peut avoir accès à une multitude de services (aller sur internet, consulter ses courriels,...) presque partout où il se trouve. Ces réseaux sont plus connus comme étant les réseaux cellulaires mobiles. L'espace est donc découpé en zone de couverture, appelée cellule, dont la forme et la taille sont variables. Les différentes technologies utilisées sont illustrées dans le tableau suivant :

Technologie	Norme	Débit Théorique	Portée (Km)	Bande de Fréquence (GHz)	Observation
GSM	Européenne	9.6Kbits/s	Jusqu'à 30 km	0.9 et 1.8 GHz	-utilise une commutation de circuits -permet le transfert de la voix ou de données numériques de faible volume
GPRS	Européenne	114 Kbits/s (Réal) et 171.2kbits/s (Théorique)	0.3-30	0.9 et 1.8 GHz	-utilise une commutation de paquets -prise en charge des applications de données à moyens débits
UMTS	Européenne (ETSI)	2G	0.3-30	2 GHz	-offre un accès à internet à ses serveurs Web -Supporte des applications audio et vidéo basse définition -fonctionne en mode paquet et mode circuit

CDMA 2000	Américaine	Inferieur ou égale à 2Mbits/s		2 GHz	-utilise la technique d'étalement De la bande
EDGE	Européenne	384 Kbits/s (Station fixe) et 144 Kbits/s(station mobile)	0.3-30	2 GHz	-utilise la commutation de circuit

Tableau 4 : Les réseaux WWAN.

4. Wimax

Le Wimax est l'abréviation pour *Worldwide Interoperability for Microwave Access*. Il s'agit d'un standard de réseau sans fil métropolitain créé par les sociétés Intel et Alvarion en 2002 et agréé par l'IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineer*) sous le nom IEEE-802.16. Plus exactement, Wimax est le label commercial délivré par le *Wimax Forum* aux équipements conformes à la norme IEEE 802.16, afin de garantir un haut niveau d'interopérabilité entre ces différents équipements.

L'objectif du Wimax est de fournir une connexion internet à haut débit sur une zone de couverture d'un rayon de plusieurs kilomètres. Théoriquement le Wimax peut atteindre un débit de 54Mbit/s sur une portée de 50 km, mais en réalité en fonction du terrain le débit peut atteindre 4,5Mbit/s sur une distance maximum de 15km. Le standard Wimax possède l'avantage de permettre une connexion sans fil entre une station de base (*Base Transceiver Station*, notée *BTS*) et des milliers d'abonnés sans nécessiter de ligne visuelle directe (*NLOS* pour *Non Line Of Sight*). Dans la réalité le Wimax ne permet de franchir que de petits obstacles tels que des arbres ou une maison mais ne peut en aucun cas traverser les collines ou les immeubles. Le débit réel lors de la présence d'obstacles ne pourra ainsi excéder 20 Mbit/s [2].

4.1. Wimax fixe et Wimax mobile

Les révisions du standard IEEE 802.16 se déclinent en deux catégories :

- **Wimax fixe**, également appelé *IEEE 802.16-2004*, est prévu pour un usage fixe avec une antenne montée sur un toit, à la manière d'une antenne TV. Le Wimax fixe

opère dans les bandes de fréquence 2.5 GHz et 3.5 GHz, pour lesquelles une licence d'exploitation est nécessaire, ainsi que la bande libre des 5.8 GHz.

- **Wimax mobile** (en anglais *Wimax portable*), également baptisé *IEEE 802.16e*, prévoit la possibilité de connecter des clients mobiles au réseau internet. Le Wimax mobile ouvre ainsi la voie à la téléphonie mobile sur IP ou plus largement à des services mobiles hauts débit.

Standard	Bande de fréquence	Débit	Portée
Wimax fixe (802.16-2004)	2-11 GHz (3,5 GHz en Europe)	75 Mbits/s	10 km
Wimax mobile (802.16e)	2-6 GHz	30 Mbits/s	3,5 km

Tableau 5 : Caractéristique Wimax fixe et Wimax mobile.

5. Architecture des réseaux wifi

L'architecture d'un réseau wifi est basée sur un système cellulaire [3]. Il existe deux modes de fonctionnement :

5.1. Le mode infrastructure

Le mode infrastructure se base sur une station spéciale appelée point d'accès(AP), ce mode permet à des stations d'un réseau wifi de communiquer avec des stations d'un réseau filaire existant (généralement Ethernet) via leur point d'accès commun.

L'ensemble des stations forme un BSS (basic service set/ensemble de services de base). Chaque BSS est identifié par un BSSID (Basic Service Set Identifier) qui est généralement l'adresse MAC du point d'accès. Un ensemble de BSS forme un ESS (extended service set). L'ESS est identifié par un ESSID (extended service set Identifier). Communément appelé SSID (service set Identifier) et qui constitue le nom de réseau. Le SSID est un premier niveau de sécurité, vu que la station doit connaître ce SSID pour pouvoir se connecter au réseau.

Il est possible de relier plusieurs BSS (plus précisément leurs points d'accès), Par une liaison appelée système de distribution DS (distribution system) afin de constituer un ensemble de service étendus (ESS). Le système de distribution ou backbone est implémenté

indépendamment de la partie sans fil, c'est généralement un réseau filaire (Ethernet), ou un câble entre deux points d'accès, mais il peut aussi être un réseau Token ring, FDDI (Fiber Distributed Data Interface) ou un autre réseau local sans fil. Cette architecture permet aussi d'offrir aux usagers mobiles l'accès à d'autres ressources (serveurs de fichiers, imprimante, etc...) ou d'autres réseaux (internet).

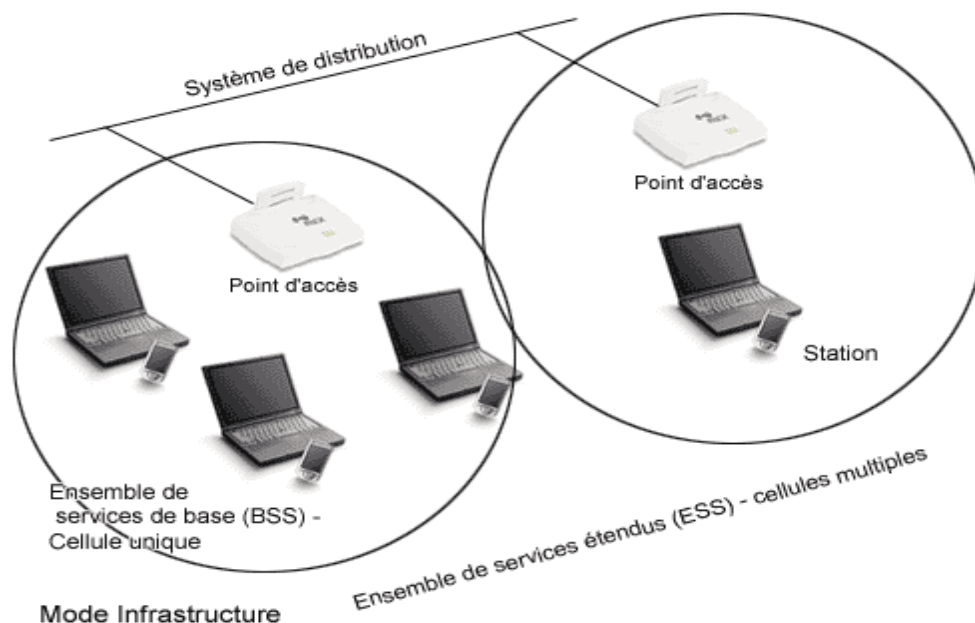


Figure 2: Mode infrastructure.

5.2. Le mode ad-Hoc

En mode ad-Hoc, il n'y a aucune administration centralisée. L'un des postes sera configuré comme point d'accès, les stations terminales communiquent alors directement entre elles afin de constituer un réseau « point à point » (peer to peer « p2p ») ou « point multi point » c'est-à-dire un réseau dans lequel chaque machine joue en même temps le rôle de client et le rôle de point d'accès. Ces différentes stations forment une cellule appelée ensemble de services de base indépendants IBSS (independant basic service set), qui est un réseau sans fils constitué au minimum de deux stations et n'utilisant pas de point d'accès comme illustré à la Figure 3.

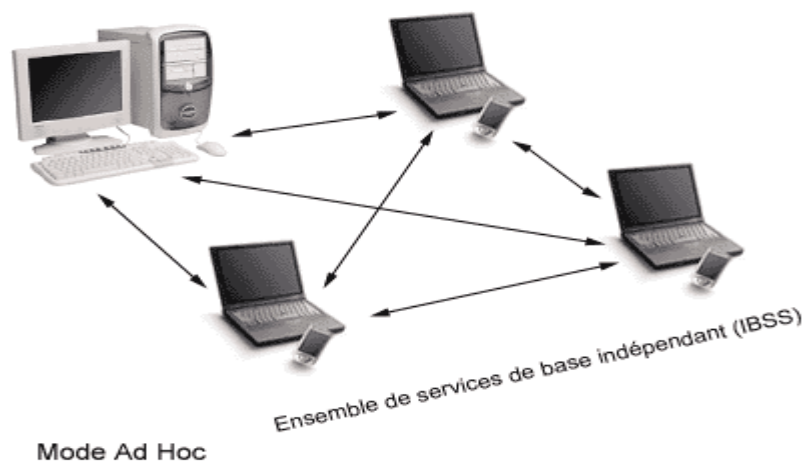


Figure 3: Mode Ad-hoc.

6. Equipements de connexion sans fil

Il existe différents types d'équipements pour la mise en place d'un réseau sans fil tel que les adaptateurs sans fil et les points d'accès :

- **Les adaptateurs sans fil**

Il s'agit d'une carte réseau adapté à la norme 802.11 permettant à une machine de se connecter à un réseau sans fils. Les adaptateurs wifi sont disponibles dans de nombreux format (carte **PCI**, carte **PCMCIA**, adaptateur **USB**, carte **Compactflash...**) on appelle **STATION** tout équipement possédant une telle carte.

- **La carte réseau sans fils PCI :**

Dans un ordinateur de bureau, la carte est habituellement installée à l'intérieur dans un emplacement qui est commun pour tout les PC. Sur une carte sans fils, une antenne courte d'environ 10 cm dépasse vers l'extérieur et peut être pivotée manuellement pour capter le meilleur signal.



Figure 4 : Carte wifi.

- **Les cartes PCMCIA (Personal Computer Memory Card International Association)**

Dans un ordinateur portable, la carte serait installée dans une des fentes de PCMCIA dans le coté de l'ordinateur pour les anciens model, et à l'intérieur pour les nouveaux.



Figure 5 : Cartes PCMCIA.

- **La carte sans fils connecté à un port USB**

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



Figure 6 : Carte wifi USB.

- **Les points d'accès**

Un point d'accès wifi est un équipement réseau qui permet à votre ordinateur de se connecter sur le réseau sans fil. Il possède une antenne radio supportant les normes 802.11b, 802.11g, 802.11n etc ... ; il joue le rôle de passerelle entre le réseau sans fil et le réseau filaire.



Figure 7 : Exemples de point d'accès.

7. Support de transmission

7.1. Les ondes radio

La transmission par ondes radios est utilisée pour la création de réseaux sans fil sur plusieurs kilomètres. La propagation de l'onde peut se faire en espace libre ou hors espace libre. En espace libre, l'onde se propage sur une trajectoire directe et cette propagation appelée équation des télécommunications. Hors espace libre les situations les plus observées en propagation sont : la réflexion, la réfraction, la diffraction et la diffusion. Ces phénomènes, dus à des obstacles dans le milieu de propagation, peuvent provoquer des changements d'amplitude, de phase et de direction de propagation de l'onde. Les ondes radios ont l'avantage de ne pas être arrêtés par les obstacles car elles sont émises d'une manière omnidirectionnelle. Les perturbations extérieures sont le problème principal qui peut affecter la communication; à cause de l'utilisation de la même fréquence. Ces phénomènes dépendent aussi de la taille de l'obstacle par rapport à la longueur d'onde. Ils peuvent être décrits en termes de combinaison de mécanismes simples opérant sur des ondes planes. Ils sont décrits ci-après et sont illustrés dans la figure 8.

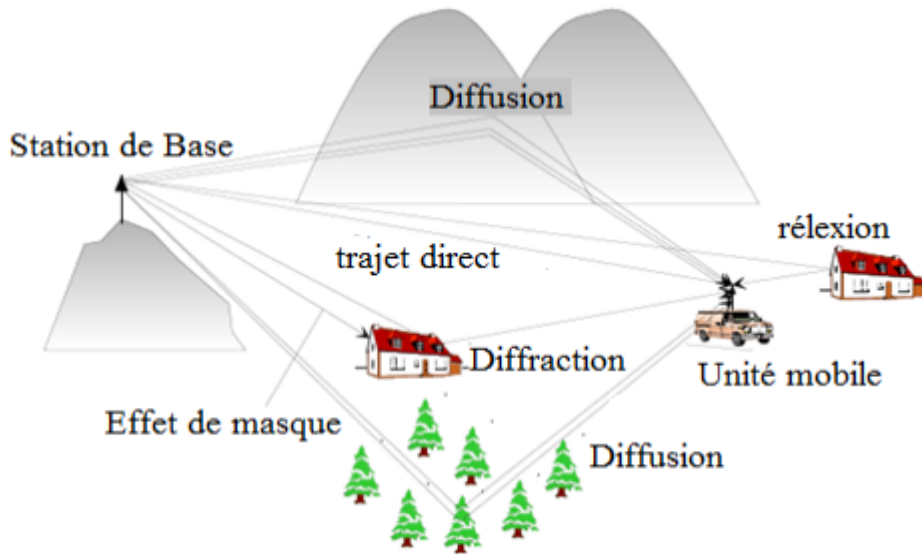


Figure 8 : les mécanismes de propagation.

7.2. Différents types de câblage

Pour relier les diverses entités d'un réseau, plusieurs supports physiques de transmission de données peuvent être utilisés. Une de ces possibilités est l'utilisation de câbles. Il existe de nombreux types de câbles [3], dans notre étude nous nous sommes intéressés à :

- La fibre optique.
- Le câble à paires torsadées.

7.2.1. La fibre optique

La fibre optique désigne une technique et une technologie pour transmettre de l'information sur les réseaux informatiques. Autrefois réservée aux liaisons interentreprises, la fibre optique se généralise comme moyen d'accès à Internet car elle permet des téléchargements en très haut débit. Il s'agit aujourd'hui de la liaison la plus efficace pour transmettre les données d'une région à d'autre ou d'un pays à l'autre.

La fibre optique désigne un câble qui contient des fils en verre ou en plastique capable de conduire la lumière. C'est cette lumière qui va être transportée dans le réseau et interprétée à sa réception. La fibre optique possède aussi l'avantage d'être naturellement insensible à des perturbations électriques extérieures. On peut ainsi établir une liaison en fibre optique sur des milliers de kilomètres.

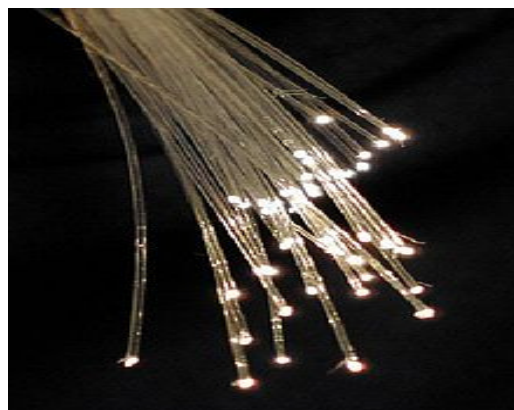


Figure 9 : Fibres optiques.

- **Le connecteur pour Fibre Optique**

Sont des dispositifs normalisés terminant une fibre optique et permettant de les raccorder aux équipements terminaux comme les switches. Le domaine des connecteurs de la fibre comporte de très nombreux connecteurs différents, plus de 100 connecteurs différents existent, mais seul un petit nombre d'entre eux est utilisé de façon significative. La plupart des connecteurs sont normalisés par la Commission Electrotechnique Internationale (CEI).

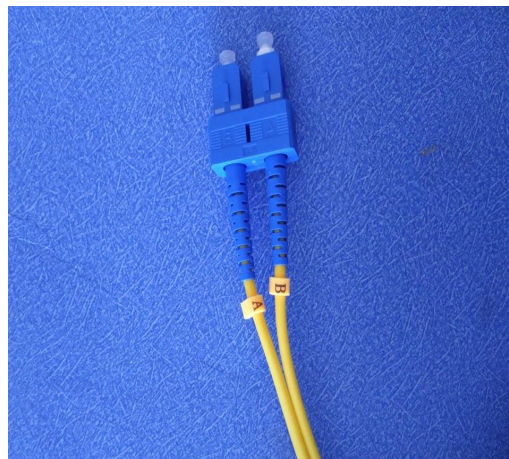


Figure 10: Connecteurs CS.

7.2.2. Le câble à paires torsadées

Sert de moyen de liaison pour la transmission de données à des débits de 10Mb/s, 100Mb/s ou 1000Mb/s (Gigabit Ethernet). Il est largement employé dans le câblage de réseaux informatiques utilisant une topologie en étoile.

- **Le connecteur pour paires torsadées**

Le câble à paires torsadées se branche à l'aide d'un connecteur RJ-45. Il se compose de huit broches.



Figure 11 : Câble à paires torsadées à connecteursRJ45.

8. Les normes wifi

8.1. Définition de la norme 802.11

La norme IEEE 802.11 est en réalité la norme initiale offrant des débits de 1 et 2 Mbit/s. Des révisions ont été apportées à la norme originale afin d'améliorer le débit (c'est le cas des normes 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n appelées normes physiques), mais aussi pour spécifier des détails de sécurité ou d'interopérabilité [1].

Voici un tableau présentant les différentes révisions de la norme 802.11 et leur signification.

Nom de la norme	Description
802.11a	La norme 802.11a (baptisé wifi 5) permet d'obtenir un débit théorique de 54 Mbits/s et un débit réel de 30Mbits/s. Elle spécifie 8 canaux radio dans la bande de fréquence des 5GHz.
802.11b	Cette norme est la plus répandue actuellement. Elle propose un débit théorique de 11Mbits/s (6Mbits/s) avec une portée pouvant aller jusqu'à 300 mètres dans un environnement dégagé. La plage de fréquence utilisée est la bande des 2,4 GHz, avec 13 canaux radio disponibles, dont 4 au maximum non superposés (1, 5, 9,13)
802.11c	Cette norme n'a pas d'intérêt pour le grand public. Il s'agit uniquement d'une modification de la norme 802.11 (niveau liaison de donnée).
802.11d	Cette norme est un supplément à la norme 802.11 dont le but est de permettre une utilisation internationale des réseaux locaux 802.11. elle consiste à permettre aux différents équipements d'échanger des informations sur les plages de fréquence et les puissances autorisées dans le pays d'origine du matériel.
802.11 e	Cette norme vise à donner les possibilités en matière de qualité de service au niveau de la couche de liaison de données. Ainsi cette norme a pour but de définir les différents paquets en trames de bande passante et de délai de

	transmission de telle manière à permettre notamment une meilleure transmission de la voix et de la vidéo.
802.11f	Cette norme est une recommandation à l'intention des vendeurs de point d'accès pour une meilleure interopérabilité des produits. Elle propose le protocole inter-accès Point Roaming Protocol permettant à un utilisateur itinérant de changer de point d'accès de façon transparente lors d'un déplacement, quelles que soient les marques des points d'accès présentes dans l'infrastructure réseau. Cette possibilité est appelée itinérance (ou roaming en anglais).
802.11g	Elle offre un haut débit (54Mbps théorique, 30 Mbps réel) sur la bande de fréquence de 2.4GHz. Cette norme a une comptabilité ascendante avec la norme 802.11b, ce qui signifie que des matériels conformes à la norme 802.11g peuvent fonctionner en 802.11b.
802.11h	Elle vise à rapprocher la norme 802.11 du standard européen (Hiper LAN 2 d'où le 'h' de 802.11h) et être en conformité avec la réglementation européenne en matière de fréquences et d'économie d'énergie.
802.11i	Elle a pour but d'améliorer la sécurité des transmissions (gestion et distribution des clés, chiffrement et authentification). Cette norme s'appuie sur l'AES (Advanced Encryption Standard) et propose un chiffrement des communications utilisant les technologies 802.11a, 802.11b et 802.11g.
802.11r	Cette norme a été élaborée de telle manière à utiliser des signaux infrarouges. Elle est désormais dépassée techniquement.
802.11j	La 802.11j est à la réglementation japonaise ce que le 802.11h est à la réglementation européenne.
802.11s	A été créée en 2004, le débit théorique atteint est de 10 à 20

	Mbits/s. elle vise à mettre en ouvre la mobilité sur les réseaux du type ad-Hoc.
802.11n	La norme IEEE 802.11n, ratifiée en septembre 2009, permet d'atteindre un débit théorique allant jusqu'à 450 Mbps sur chacune des bandes de fréquences utilisables (2,4GHz et 5 GHz). Elle améliore les standards précédents : IEEE 802.11a pour la bande de fréquences des 5 GHz, IEEE 802.11g pour la bande de fréquences des 2,4 GHz.
802.11ac	normalisé par l'IEEE le 8 janvier 2014, permet une connexion sans fil haut débit à un réseau local et utilise exclusivement une bande de fréquence comprise entre 5 et 6 GHz, permet d'atteindre un débit théorique allant jusqu'à 1,3 Gbit/s

Tableau 6 : Les normes WIFI.

9. Description des couches wifi

La norme IEEE 802.11 repose sur une architecture en couche définie par le standard IEEE et couvre les deux premières couches de modèle OSI, c'est-à-dire la couche physique qui regroupe PLCP (physical Layer Convergence Protocol) et PMD (Physical Medium Dependent) ainsi que la couche liaison de données composée de LLC (Logical Link Control) et MAC (Media Access Control).

9.1. La couche liaison de données

Elle est composée de deux sous couches :

9.1.1. La sous couche LLC (Logical Link Control)

La sous couche LLC de la norme IEEE 802.11 est définie par le standard IEEE 802.2 qui a développé et spécifié le protocole Logical Link Control, elle permet d'assurer le lien entre la couche MAC et la couche réseau (OSI 3). Ce lien se fait par l'intermédiaire du LSAP (Logical Service Access point).

La couche LLC fournit deux types de fonctionnalités :

- Un système de contrôle de flux ;
- Un système de reprise après erreurs ;

9.1.2. La sous couche MAC (Media Access Control)

La sous couche MAC 802.11 est la moitié basse de la couche de liaison de données du modèle OSI. Elle sert d'interface entre la partie logicielle contrôlant la liaison d'un nœud (Contrôle de la liaison logique) et la couche physique (matérielle).

Le rôle de la sous-couche MAC est principalement de:

- Préparer la transmission du signal au niveau de la couche physique (matériel).
- Assurer l'adressage de couche liaison de données et marque le début et la fin de la trame.
- Le contrôle d'erreurs CRC (Control de Redondance Cyclique).

Dans la norme 802.11, la couche MAC réalise également la fragmentation et le réassemblage des trames.

9.2. La couche physique

Cette couche assure la transmission des données sur le support, elle est constituée de deux sous couches : PMD et PLCP.

9.2.1. La sous couche PMD (Physical Medium Dependent)

Elle spécifie le type de support de transmission, le type d'émetteur-récepteur, le type de connecteur et la technique de modulation et de démodulation.

9.2.2. La sous couche PLCP (Physical Layer Convergence Protocol)

Elle s'occupe de la détection du support et fournit un signal appelé CCA (Clear Channel Assessment) à la sous couche MAC pour lui indiquer si le support est occupé ou non.

L'IEEE a défini des couches différentes caractérisées chacune par une technique de modulation précise. Il s'agit des techniques suivantes :

- FHSS (frequency Hopping Spread Spectrum) : C'est une modulation avec étalement du spectre par saut de fréquence. Elle fonctionne sur la bande ISM des 2,4 GHz.

- DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) : C'est une modulation avec étalement du spectre par séquence direct. Elle fonctionne sur la bande ISM des 2,4 GHz.
- OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) : son principe est d'effectuer un multiplexage fréquentiel de sous-porteuses orthogonales.
- Infrarouge : elle permet la transmission des données grâce aux ondes lumineuse par réflexion multiple ou en visibilité directe.

10. Le format de la trame wifi

La trame wifi est un paquet de donnée composé de quatre champs : le préambule, l'en-tête PLCP (Physical Layer Convergence Protocol), données MAC (Media Access Control) et Le champ de contrôle d'erreur CRC (Cyclic Redundancy Check).

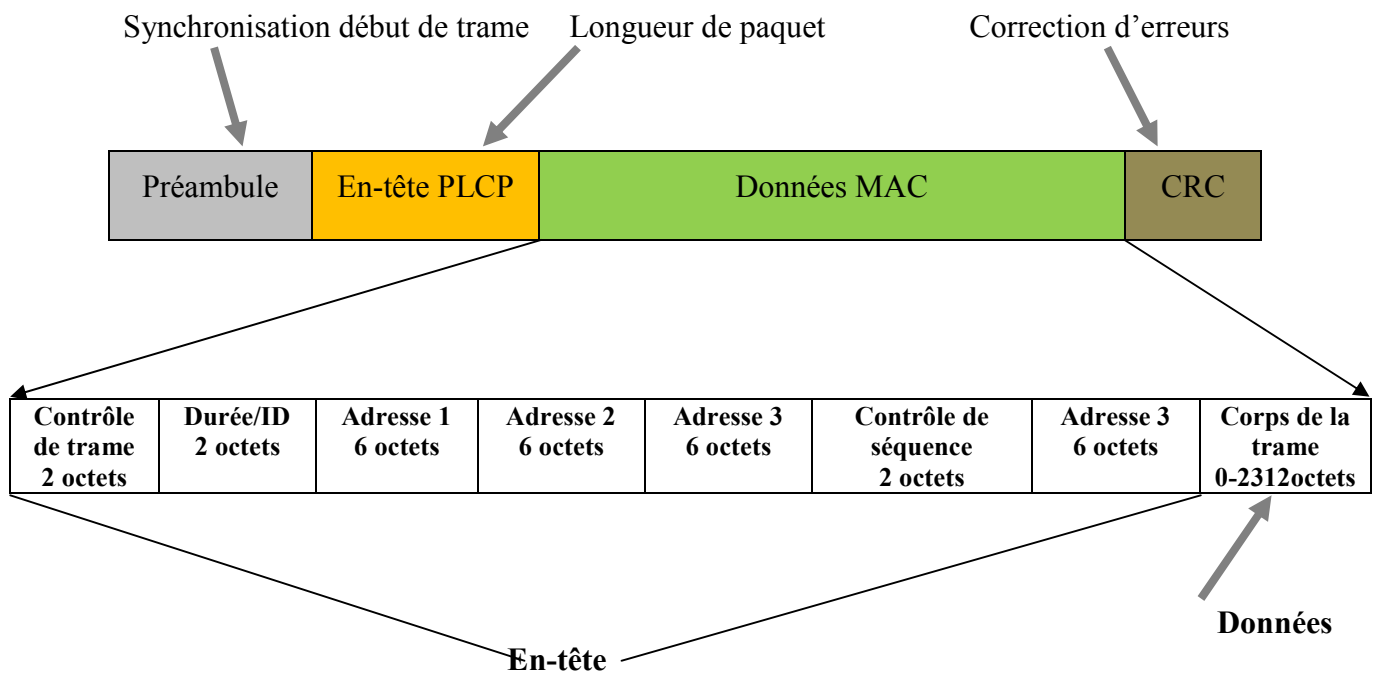


Figure 12 : La trame wifi.

10.1. Le préambule :

Le préambule permet la détection du début de trame ou bien la synchronisation. Contient deux champs : un champ de synchronisation et un champ SFD (Start Frame Delimiter). Le champ Synchronisation est utilisé par le circuit physique pour sélectionner l'antenne à laquelle se raccorder. Quant au champ SFD, il est utilisé pour délimiter le début de la trame.

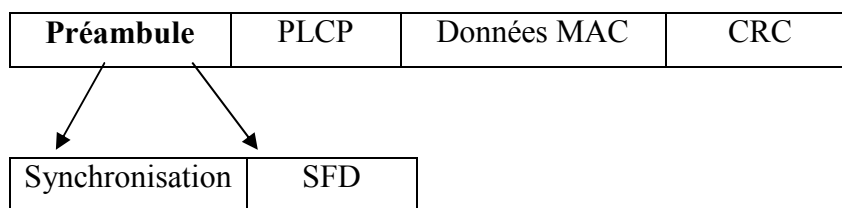


Figure 13 : Préambule.

La longueur du champ préambule varie selon la technique de modulation utilisée au niveau de la couche physique.

Pour la technique de modulation FHSS, le champ Synchronisation s'étend sur 80 bits et le champ SFD sur 16 bits. Dans la technique DSSS, il existe deux formats possibles du champ préambule :

Un format par défaut avec un champ Synchronisation long de 128 bits, et un format avec un champ Synchronisation court de 56 bits. Le deuxième format est utilisé pour améliorer les performances du réseau dans les cas de données critiques telles que la voix, la VoIP (voice over IP). Le préambule court est également intéressant lorsque les trames doivent être fragmentées (on transmet moins de bits non utile).

10.2. L'en-tête PLCP

Contient les informations logiques utilisées par la couche physique pour décoder la trame.

Dans la modulation FHSS (*Frequency Hopping Spread Spectrum*) l'en-tête PLCP se présente comme suit :

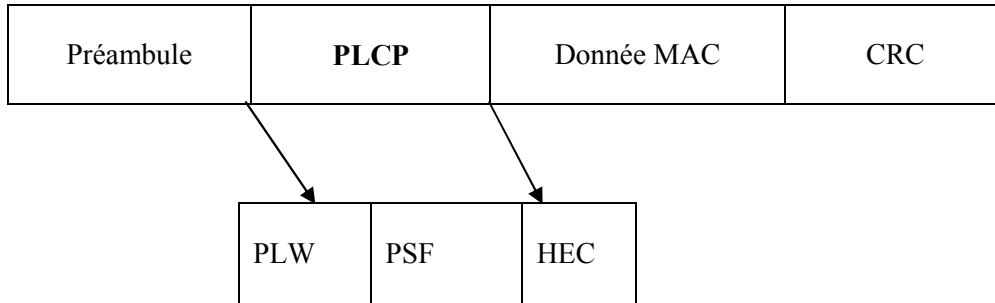


Figure 14 : En-tête PLCP-FHSS (Étalement de spectre par évacion de fréquence).

-Le champ PLW (PLCP-PDU length word) indique le nombre d'octets que contient le paquet, ce qui est utile à la couche physique pour détecter correctement la fin du paquet.

-Le champ de signalisation PSF (PLCP signaling field) indique le débit de transmission des données MAC.

- Le champ HEC (Header Error Check) utilise un champ de contrôle d'erreur CRC sur 16 bits pour la vérification De l'intégrité de l'en-tête PLCP.

Dans la modulation DSSS (direct sequence spread spectrum), l'en-tête PLCP se présente sous une autre forme

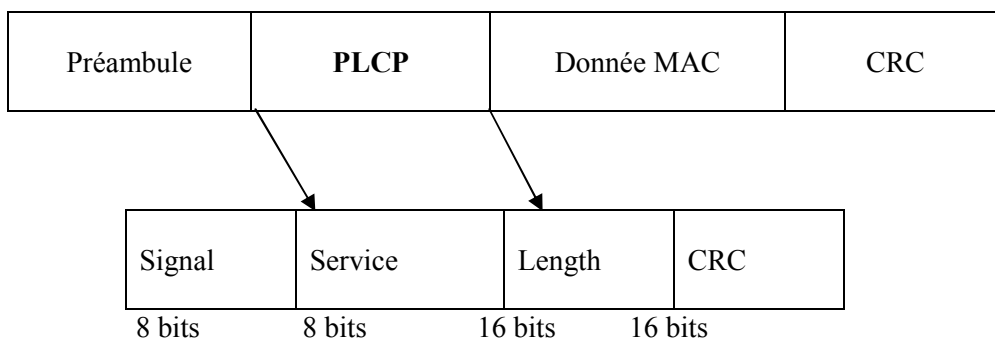


Figure 15 : En-tête PLCP-DSSS (L'étalement de spectre à séquence directe).

L'en-tête PLCP Dans la modulation DSSS (L'étalement de spectre à séquence directe) se présente sous une autre forme qui est composée de quatre champs :

- Le champ Signal : indique la modulation à utiliser pour l'émission et la réception des données.
- Le champ Service : réservé pour une utilisation future.
- Le champ Length : indique le nombre de microsecondes nécessaires pour transmettre les données.
- Le champ de contrôle d'erreurs CRC sur 16 bits.

10.3. Le champ de données MAC

Le standard 802.11 définit le format des trames échangées. Chaque trame est constituée d'un en-tête (appelé MAC header, d'une longueur de 30 octets), d'un corps et d'un CRC permettant la correction d'erreur. Encapsulée au niveau de la sous couche MAC, son format est le suivant :

2 octets	2 octets	6 octets	6 octets	6 octets	2 octets	6 octets	0-2312 octets	4 octets
Frame Control	Duration /ID	Adresse 1	Adresse 2	Adresse 3	Sequence Control	Adresse 4	Frame body	FCS
en-tête							corps	contrôle

Figure 16 : Format de la trame MAC.

La trame MAC est composée de cinq champs :

- Le champ de contrôle : Il est sur 2 octets.
- Le champ de durée / ID : Il est sur 2 octets.
- Les adresses 1, 2, 3 et 4 : Ces champs correspondent à des adresses MAC de stations sources, de stations de destination ou de BSSID (Base Service Set Identifier).
- Le champ contrôle de séquence : C'est un champ sur 12 bits utilisé pour attribuer à chaque trame un numéro de séquence entre 0 et 4095. Le numéro de séquence est

incrémente de 1 à chaque fois qu'une trame est envoyée. Au cours de la transmission d'une trame, quatre bits sont utilisés pour coder le numéro du fragment.

- Le champ CRC : Il s'étend sur 32 bits qui permet de vérifier l'intégrité des données.

10.4. Le champ de contrôle d'erreur CRC sur 16 bits qui permet de vérifier l'intégrité des données.

11. Les différents protocoles de communication utilisés en wifi

Un protocole de communication définit l'ensemble des règles qui précisent les modalités de fonctionnement d'une communication entre deux ordinateurs. Les principaux protocoles utilisés sont :

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

C'est la méthode utilisée dans les réseaux Wi-Fi (802.11) et la station maîtresse est généralement le point d'accès (AP).

TCP/IP : protocole de communication utilisée sur internet. Série d'instruction définissant la façon dont les paquets de données ont envoyés sur les réseaux. C'est le langage de communication entre tous les ordinateurs connectés à internet. Ces protocoles incluent également une fonctionnalité qui permet de s'assurer si les paquets de données ont atteint leur destination dans le bon ordre.

TCP (Transmission Control Protocol) qu'on utilise "par-dessus" un protocole réseau, IP (Internet Protocol)

IP : protocole de communication d'Internet basé sur un service d'adressage unique pour l'ensemble des équipements connectés :

- IPv4 (version 4) : adresse IP sur 32 bits (4 octets de 0 à 255),
- IPv6 (version 6) : adresse IP basé sur 128 bits (16 octets : 8 groupes de 2 octets),

12. Avantages et inconvénients de la mise en place d'un réseau wifi

✓ **Avantages**

Si les caractéristiques actuelles d'un réseau sans fils permettent de rivaliser avec celles d'un réseau filaire, les réseaux sans fils ne visent toutefois pas à remplacer les réseaux locaux mais plutôt à leur apporter de nombreux avantages découlant d'un nouveau service : la mobilité de l'utilisateur. Les principaux avantages résident dans la réduction du cout de câblage et la souplesse dans le déploiement du réseau.

- **Topologie** : le wifi libère des contraintes imposées par les réseaux câblés. Avec un Logiciel adéquat, il devient possible de mettre en service un nouvel appareil à n'importe quel moment, ce dernier se connecte, s'identifie, propose ses services et reçoit alors une partie des taches à exécuter. Tout cela automatiquement sans aucune connexion physique.

- **Mobilité** : les utilisateurs sont généralement satisfaits des libertés offertes par un Réseau sans fils de ce fait sont plus enclins à utiliser le matériel informatique.

- **Facilité et souplesse** : un réseau sans fils peut être utilisé dans des endroits temporaires. De plus l'installation de tels réseaux ne demande pas de lourds aménagements des infrastructures existantes comme c'est le cas avec les réseaux filaires.

- **Evolutivité** : Les réseaux sans fils peuvent être dimensionnés au plus juste et suivre simplement l'évolution des besoins. La multiplication des appareils (PDA, PC portables, terminaux et les téléphones portables...) capables de communiquer entre eux en fait le support idéal des réseaux modernes.

✓ **Inconvénients**

Un certain nombre de problème se posent. On peut citer en particulier :

- **L'énergie** : les applications relatives aux réseaux sans fils ont un caractère nomade. Emettre ou recevoir des données consomme de l'énergie et on cherche à l'économiser en optimisant les protocoles de gestion du réseau.

- **Qualité et continuité de signal** : Ces notions ne sont pas garanties du fait des Problèmes pouvant venir des interférences, du matériel et de l'environnement.

- **Une faible sécurité** : il est facile d'espionner un canal radio de manière passive et donc difficile de le protéger de manière physique (car on ne peut empêcher quelqu'un de placer discrètement une antenne réceptrice très sensible dans le voisinage), donc la protection

se fait de manière logique avec de la cryptographie ou éventuellement des antennes directionnelles. De plus les ondes hertziennes sont difficiles à confiner dans une surface géographique Restreinte, il est donc facile pour un pirate d'écouter le réseau si les informations circulent en clair. Ensuite mettre en place les dispositions nécessaires de telle manière à assurer une confidentialité des données circulant sur les réseaux sans fils.

13. Conclusion

Les réseaux sans fils en générale, et le Wifi en particulier sont des technologies Intéressantes et très utilisées dans divers domaines comme l'industrie, la santé et le domaine militaire. Cette diversification d'utilisation revient aux différents avantages qu'apportent ces technologies, comme la mobilité, la disponibilité et la simplicité d'installation; Le Wimax (norme 802.16) grâce à un débit de plusieurs mégabits par seconde assure un haut débit sur des longues distances. Néanmoins une version de wifi qui est venu par son nom commercial : WICI (wifi-ici) amélioré encore plus cette dernière avec un très haut débit sur une portée maximale beaucoup plus importante. Le wifi outdoor ressemble de près au Wimax, mais avec des performances nettement supérieures. Pour les déployer, nous avons besoin d'estimer les équipements nécessaires, ce qui fait l'objet du chapitre suivant.

Chapitre II

1. Introduction

Le Wifi est une technologie qui permet d'accéder à un réseau dans un environnement où il ne serait pas disponible autrement. La norme la plus utilisée actuellement pour le Wifi est la norme IEEE 802.11. Le Wifi outdoor est une version avancé du Wifi qui est venu améliorer le débit et la portée d'un réseau sans fil appelé aussi Wifi outdoor. Il existe néanmoins plusieurs marques de fabricants qui proposent des équipements nécessaires à son installation. Nous avons cité des produits de la marque Altai utilisé par l'entreprise Algérie Télécom, qui a développé quelques technologies pour y remédier à certains phénomènes liés à l'environnement de propagations auxquels le signal peut être soumis, comme le LOS (Line Of Sight) ou un chemin direct entre l'émetteur et le récepteur peut être exigé. Concernant la sécurité, on utilise le protocole RADIUS, ou le client doit être enregistré dans la base de données de l'opérateur et disposer un compte utilisateur et un mot de passe. Le serveur d'authentification RADIUS permet aux opérateurs d'authentifier les utilisateurs, de leur autoriser certains services et d'assurer la sécurité.

2. Définition du Wifi outdoor

Le Wifi Outdoor (WAP extérieur) est une technologie qui permet d'accéder au haut débit en dehors des structures, pour étendre les réseaux locaux sans fil (WLAN) sur de grandes distances ; c'est-à-dire dans la rue, les espaces publiques, les universités, les aéroports, les hôpitaux. Sachant qu'il existe une version appelé le Wifi indoor utilisés dans les milieux intérieur tel que les lieux de travail, les bureaux les maisons.

Le Wifi outdoor, est une version avancée de la technologie Wifi, cette technologie de communication sans fil permet la propagation des signaux sur des distances beaucoup plus longues que sa version précédente. Il existe différent type d'antenne selon leurs caractéristiques (la surface de couverture, le débit, la normeetc).

3. Types d'antennes

Une antenne est un transducteur entre un milieu de propagation et le système dans lequel elle fonctionne. C'est un dispositif qui transforme les ondes électromagnétiques guidées en ondes rayonnées dans l'espace libre en mode émission ou l'inverse en mode réception, donc de recevoir ou d'émettre des ondes radioélectriques [4].

Il existe 3 types d'antenne selon la zone de couverture : Macro-cellules, Micro-cellules, Pico-cellules. Ces antennes peuvent être de type « omnidirectionnelle » ou « directionnelle (sectorielle) » qui utilisent les différentes normes (IEEE 802.11 a, b, g, et n).

- Les antennes de type "**macro-cellules**" sont placées sur une structure porteuse suffisamment haute pour pouvoir assurer une couverture à l'échelle d'un quartier par exemple. En zone urbaine, on les trouve sur les toits des édifices, sur un pylône ou sur une façade de type directionnelle. Elles sont généralement en forme de "panneaux" émettent à une puissance de quelques dizaines de Watts.
- Les antennes de type "**micro-cellules**" sont utilisées dans une zone à forte densité d'utilisateurs, par exemple dans une gare, une rue très fréquentée pour augmenter la capacité du réseau (et éviter la saturation du réseau macro-cellulaire). Elles sont typiquement placées sur la façade d'un bâtiment et peuvent être de type "omnidirectionnel " ou de type "directionnel". Elles ont une puissance de 1 à 5 Watts.
- Les antennes de type « **pico-cellules** » couvrent une zone plus restreinte que les microcellules : un étage de bâtiment, une salle ou une station de métro. Elles peuvent être de type " omnidirectionnel " ou de type "directionnel". Elles émettent à une puissance d'émission très faible (quelques centaines de milliwatts).

Le tableau 1 ci-dessous, regroupe les caractéristiques des équipements Altai utilisé, qui sont aussi représenté dans la figure 1 :

Equipement	A8 Ein	A2	C1n
Antenne (2.4G)	8x8 MIMO, Couverture sectorielle	2x2 MIMO, Couverture Omni	2x2 MIMO, MIMO, CPE et AP
Rayonnement	110°	360°	70°
accès LOS (Ligne de vue)	2.4G : 1,7 km 5G : Antenne -dépendante	-AP : 500 m -Pont : 25 km	-LOS: 600 m -LOS CPE : 4 km à l'A8-Ein
Normes	802.11 a/b/g/n	802.11 a/b/g/n	802.11 a/b/g/n
Débit	300 Mbps	300 Mbps	300 Mbps

Tableau 1 : Caractéristiques des équipements Altai.



Figure 1: Equipement Altai à couverture macro, micro et pico.

4. Zone de couverture

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

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

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

4.1. En milieu intérieur

La mise en place d'un réseau WICI en milieu intérieur est loin d'être favorable à l'implantation. En effet, la zone de couverture d'un réseau Wifi en milieu fermé dépend, comme expliqué précédemment, de l'endroit dans lequel on se trouve, de l'architecture du bâtiment, de la composition des murs, des équipements utilisant la même bande, ainsi que la puissance du signal.

4.2. En milieu extérieur

La portée d'un réseau Wifi outdoor est bien supérieure en milieu extérieur des bâtiments. Cela vient de fait qu'il y a moins d'obstacles et que l'air favorise la transmission des ondes radio.

Le Tableau ci-dessous présente les matières existantes dans les différents milieux qui nous montrent dans l'ordre croissant l'affaiblissement des ondes radio par rapport à chaque obstacle [6].

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

Tableau 2 : Atténuation du signal causée par différents matériaux.

5. Les interférences

Les normes 802.11 (Wifi) utilisent la bande ISM (de 2.4 Ghz), et l'inconvénient de cette bande, c'est qu'elle est utilisée par de plus en plus d'équipements sans fils, ce qui augmente la probabilité d'interférences [16]. Ce phénomène d'interférences entraîne :

- Une diminution de la portée des connexions sans fil entre les appareils.
- Une diminution du débit de données sur un réseau Wifi.
- Des déconnexions intermittentes ou permanentes.
- Des problèmes de détection durant la phase de connexion au point d'accès.

5.1. Sources d'interférence

✓ Fours à micro-ondes

Utiliser un four à micro-ondes près de votre ordinateur, d'un périphérique Bluetooth ou d'une station Wifi peut provoquer des interférences.

✓ Service direct par satellite (DSS)

Le câble coaxial et les connecteurs utilisés avec certains types de paraboles satellite peuvent causer des interférences. Vérifiez le câble à la recherche de dommages éventuels qui peuvent provoquer des interférences des fréquences radio (RF). Essayez de remplacer les câbles si vous soupçonnez la présence d'interférences.

✓ Sources d'alimentation

Certains équipements électriques tels que les lignes haute tension, les voies de chemin de fer électrifiées et les centrales électriques peuvent créer des interférences. Évitez de disposer votre borne d'accès ou votre routeur Wifi à proximité des câbles électriques, d'un mur ou près du boîtier du disjoncteur.

✓ Téléphones fonctionnant sur une bande de fréquences de 2,4 GHz ou de 5 GHz

Un téléphone sans fil qui fonctionne sur une bande de fréquences de 2,4 GHz ou de 5 GHz peut provoquer des interférences avec les périphériques sans fil ou les réseaux pendant les appels.

✓ RF de vidéo sans fil

Les transmetteurs vidéo sans fil qui fonctionnent sur la bande de fréquences de 2,4 GHz ou de 5 GHz peuvent provoquer des interférences avec les périphériques ou les réseaux sans fil.

✓ Haut-parleurs sans fil

L'audio sans fil qui fonctionne sur la bande de fréquences de 2,4 GHz ou de 5 GHz peut provoquer des interférences avec les périphériques ou les réseaux sans fil.

✓ Certains moniteurs externes et écrans LCD

Certains écrans peuvent émettre des interférences harmoniques, en particulier sur la bande de fréquences de 2,4 GHz entre les canaux 11 et 14. Ces interférences peuvent être plus importantes si vous utilisez un ordinateur portable écran fermé et qu'un moniteur externe est connecté. Essayez de changer votre point d'accès pour utiliser un canal de 5 GHz ou d'une fréquence inférieure à 2,4 GHz.

✓ Câblage faiblement blindé

Les disques durs externes et d'autres appareils avec un câblage faiblement blindé peuvent interférer avec vos périphériques sans fil. Si éteindre ou déconnecter le périphérique semble améliorer la situation, essayez de remplacer le câble qui connecte le périphérique à votre ordinateur.

✓ Autres appareils sans fil

Les autres appareils sans fil qui fonctionnent sur une bande de fréquences de 2,4 GHz ou de 5 GHz (transmetteurs haute fréquence, caméras sans fil, moniteur pour bébé, appareil Wifi d'un voisin) peuvent provoquer des interférences avec les connexions Wifi ou Bluetooth.

5.2. Lutter contre les interférences

Afin de résoudre les problèmes d'interférences, les réseaux sans fil requièrent des précautions supplémentaires pour assurer la meilleure propagation possible des ondes. Le WIFI est une technologie basée sur des spécifications qui englobent divers protocoles spécialisés dans les communications et le transport des données par l'air [7]. Pour cela le Wifi outdoor a limité certaines perturbations :

- Sélection automatique du canal avec moins d'interférences.
- Lorsque la station de base est perturbée par site adjacent, un seul secteur touché et d'autres secteurs peuvent encore fonctionner correctement.
- Même installé à proximité d'une antenne 3G / 4G, aucune dégradation à la fois de l'équipement cellulaire du Wifi.

6. Ligne de vue (LOS)

Quand on intègre un réseau Wifi outdoor, la première question qu'on se pose est : qu'est ce qu'il ya entre le point A (antenne A) et le point B (antenne B) ? Pour que les équipements fonctionnent correctement, une visibilité directe entre les deux nœuds du lien est nécessaire.

La ligne de vue, appelée en anglais Line Of Sight (LOS), doit être exempte de tout obstacle physique (comme les arbres, les branches, les bâtiments, les toits de construction, les obstacles topographiques comme les collines, les montagnes etc...) [2].

On distingue trois types de LOS :

La première : LOS, ligne de vue (Line of Sight) , il n'ya aucun obstacle entre les antennes.

La deuxième : nLOS, ligne de vue partielle (Near Line of Sight) qui comporte des obstacles partielle tel que des arbres entre les deux antennes.

La troisième : NLOS, aucune ligne de vue (Non Line of Sight) , obstacle total entre les deux Antennes.

En déterminant une ligne de vue spécifique comme condition de visibilité dans la zone de réseau Wifi outdoor, vous pouvez ensuite déterminer le bon type du système sans fil à installer. La zone Fresnel référencé dans la figure 2 ci-après, est un phénomène électromagnétique, où les ondes lumineuses ou des signaux radio se diffractent ou se plient à partir d'objets solides près de leur chemin. Les ondes radio se réfléchissent sur les objets, peuvent arriver hors de phase avec les signaux qui se sont déplacés directement à l'antenne de réception, réduisant ainsi la puissance du signal reçu.

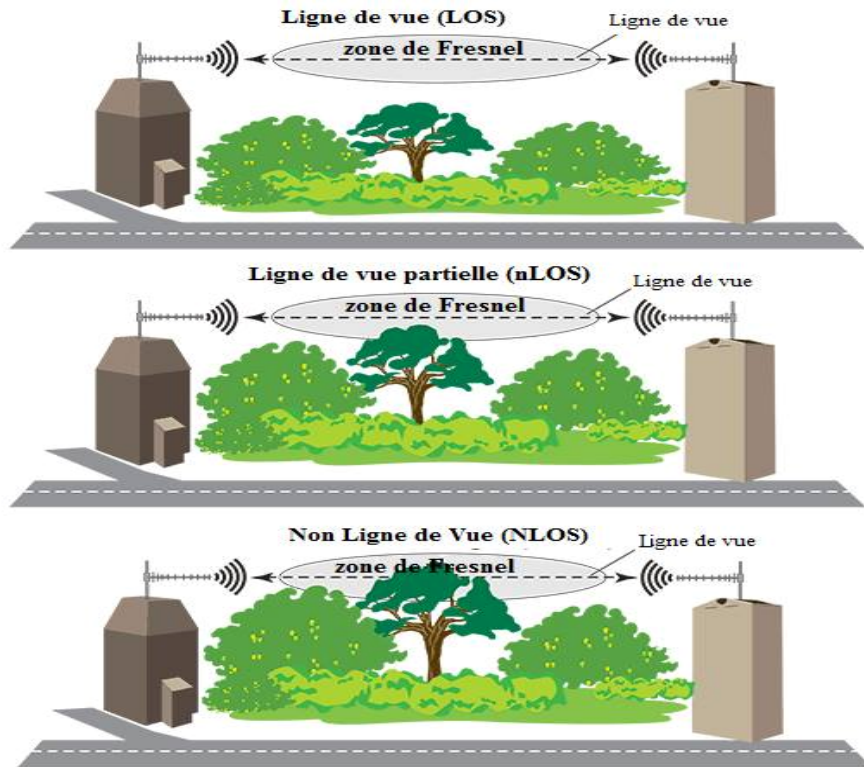


Figure 2 : Les différents types de ligne de vue.

6.1. La zone de Fresnel

Est une zone ellipsoïdale virtuelle en trois dimensions permettant d'évaluer l'atténuation apportée par un obstacle (Immeuble, colline...) à la propagation d'une onde mécanique ou électromagnétique.

Il est généralement utilisé dans le cas de liaisons VHF, UHF ou hyperfréquences, qui seraient en espace libre sans la présence du ou des obstacles. La méthode de l'ellipsoïde de Fresnel permet alors d'évaluer l'atténuation supplémentaire apportée par l'obstacle.

Pour dégager la zone de Fresnel en cas de présence d'obstacles l'obstruant, on fait recourt à l'augmentation du point de montage de l'antenne sur le support sinon on augmente la hauteur du support. Par conséquent une question peut se poser : De quel côté faire augmenter la hauteur de l'antenne?

Une simple vision géométrique montre que l'augmentation de la hauteur de l'antenne située à l'extrémité la plus proche de l'obstacle présente la solution la plus avantageuse en termes de coût puisque l'hauteur additionnelle serait minimale. Dans le cas où la hauteur requise de l'antenne est excessive, il serait forcé de changer de chemin ou bien d'utiliser des points relais.

7. L'antenne intelligente

L'utilisation du Wifi dans les environnements extérieurs avec des zones de couverture plus grands comme les campus universitaires, des hôtels, des parcs ou des environnements encore plus difficiles comme les ports à conteneurs, révèle les limites de la technologie Wifi :

- Portée limitée de la couverture par point d'accès.
- Des déconnexions fréquentes et une couverture non uniforme.
- Inefficace dans les situations de nombreuses connexions simultanées par un grand nombre d'utilisateurs.

Par conséquent, beaucoup croient que le Wifi n'est pas une solution durable pour les zones de couverture extérieure plus grandes.

Les antennes intelligentes se sont évoluées pour accroître la capacité des systèmes de transmission. Elles ont le potentiel de réduire les interférences inhérentes aux multi-trajets, de rehausser le rapport signal sur bruit, et d'introduire la réutilisation de fréquences dans un environnement confiné [8].

7.1. Principe de fonctionnement

Le principe de fonctionnement peut se résumer comme suit :

- La station de base intelligente se focalise sur un signal en particulier plutôt de capter les signaux provenant de toutes les directions.
- Former des faisceaux d'énergie orientés vers un usager particulier en déterminant l'emplacement de cet usager. Cela serait comparable à un dispositif de poursuite, une sorte de signature spatiale. C'est comme doter chaque usager de sa propre liaison sans fil.
- Il faut moins d'énergie pour focaliser un signal. Ce qui permet d'économiser l'énergie.

Donc, en ajoutant un éventail d'antennes et ayant recours à un mode perfectionné de traitement numérique des signaux, on peut créer les antennes intelligentes.

7.2. Impact de la technologie sur l'industrie des télécommunications sans fil

La technologie des antennes intelligentes permet deux choses :

- 1- L'augmentation du nombre d'utilisateurs que pourra desservir un système donné.
- 2- L'accroissement de l'éventail des services offerts par le système.

En faisant circuler l'énergie directement entre la station et l'utilisateur on produit une réduction des bruits ambiants, une élimination des interférences provenant d'autres utilisateurs et obstacles.

Cette amélioration de qualité et l'augmentation du nombre d'utilisateurs et de services sont des atouts pour les systèmes sans fil.

8. Représentation des équipements Altai

8.1. La station de base Altai A8-Ein

Parmi les premiers points d'accès extérieur Wifi 802.11n au monde, avec réseau d'antennes intégré multi-faisceaux, optimisé pour une couverture maximale, et le plus haut débit à partir d'un nombre minimal de sites d'installation. Ceci élimine le câblage entre la station de base et les antennes, et rend l'installation plus simple.

L'A8-Ein est une station de base multi-radio, utilisant la technologie d'antenne intelligente 8x8 MIMO pour fournir la meilleure couverture de l'industrie par station de base, en particulier dans les environnements de non ligne en vue (NLOS). L'A8-Ein est conçue pour fournir jusqu'à 5 fois la portée et 10 fois la couverture par site en tant que point d'accès standard. En conséquence, jusqu'à 90% moins de sites d'installation pour la même zone de couverture [17].

L'Altai A8-Ein peut également servir d'infrastructure pour une large gamme d'applications d'accès à haut débit sans fil. Elle fournit un faible coût de déploiement et un approvisionnement rapide de système Wifi avec la plus large couverture et la plus grande bande passante par station de base installée. La figure 3 ci-après montre le domaine d'application.

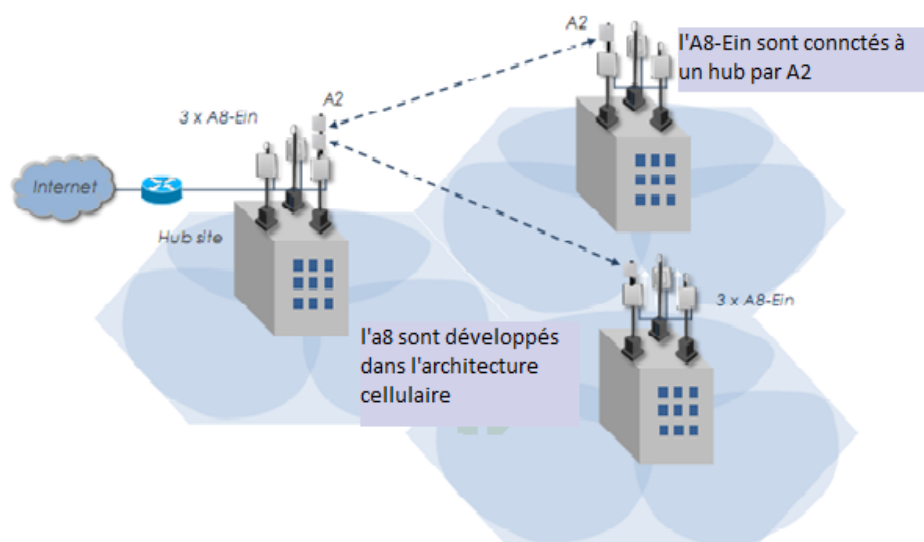


Figure 3 : Architecture cellulaire utilisant A8-Ein

8.2. Altaï A2 Point d'accès Wifi /Bridge

L'AP/Bridge Wifi A2 de Altaï, est conçu afin d'être utilisé dans les systèmes Wifi outdoor Altaï pour augmenter la capacité du système, étendre sa couverture, couvrir les zones où le signal est faible ou inexistant à cause d'obstacles, et permet aussi une liaison sans fil point à point entre deux sites distants. Il est capable de fournir un haut débit ainsi qu'une capacité maximal que la norme 802.11n peut offrir, et en même temps est compatible aux normes 802.11a/b/g.

Le AP/Bridge A2 a à la fois une grande capacité d'émission radio de 2,4 GHz (2x2 802.11b/g/n) et une liaison backhaul de 5GHz (2x2 802.11a/n), cela lui permet de fonctionner non seulement pour augmenter la capacité intérieure du système, mais aussi pour étendre la couverture d'un système Wifi. Étant équipé d'une liaison point à point sans fil de 5 GHz intégré, le A2 peut être connecté directement à un Pont radio A8 de 5GHz pour créer un système Wifi de grande capacité [17].

L'AP/Bridge Wifi A2 peut être utilisé comme un répéteur pour surmonter les zones à faible signal que l'on trouve dans tous les systèmes. Il peut être utilisé pour atteindre des zones qui sont bloqués par des terrains ou des bâtiments, ou peut être utilisé pour renforcer le signal dans les zones denses. La figure 4 montre l'application d'A2 comme une Surveillance Scénario mobile.

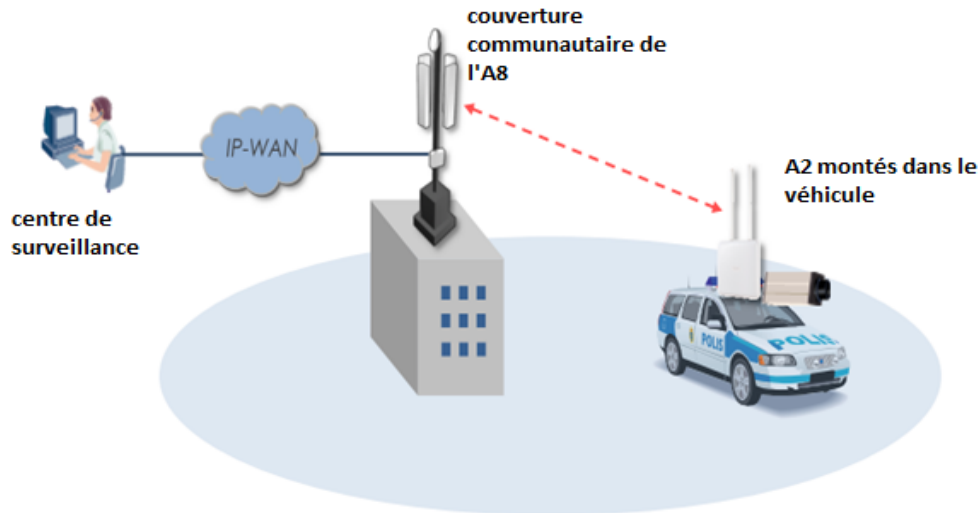


Figure 4: Application d'A2

8.3. Altaï C1n (Wifi CPE)

- L'Altaï C1n CPE Wifi / AP est un composant essentielle dans le système Altaï pour étendre la couverture Wifi outdoor dans les espaces indoor, pour une connectivité à large bande, ou son utilisation comme un AP pour une couverture pico. L'Altaï C1n emploie le signal intelligent, et une antenne conçue pour augmenter la force du signal Wifi (émission et réception) dans les zones couvertes par une Station de base A8-Ein ou un Point d'accès Wifi A2 [17]. La figure 5 suivante montre l'application du C1n comme : Extension de Wifi de l'extérieur vers l'intérieur.

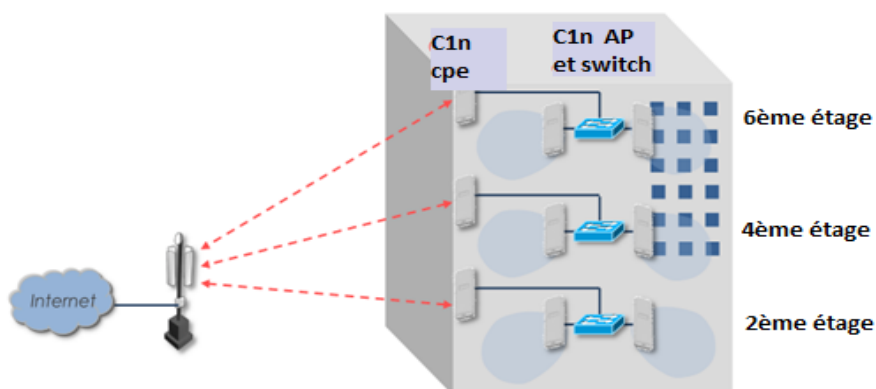


Figure 5 : Application c1n cpe.

9. Affectation des canaux

La communication entre les différentes stations ou entre les stations s'effectue par le biais d'un canal de transmission unique, configuré au niveau du point d'accès. Le canal Wifi correspond à une bande de fréquences utilisées pour moduler le signal radioélectrique qui transporte les données dans les airs. Le nombre des canaux et leur disponibilité diffèrent selon les pays car les fréquences sont attribuées par les autorités nationales et dans certains cas, des plages ont été réservées pour des organisations gouvernementales, en Algérie l'autorité chargée de veiller au respect de la réglementation concernant l'utilisation des fréquences est l'Autorité de Régulation de la Poste et des Télécommunications (ARPT). Actuellement, les normes retenues par cette agence sont celles utilisées en Europe [9].

L'utilisation d'un canal sur lequel se trouvent un grand nombre de réseaux Wifi peut parfois avoir engendré des comportements irréguliers sur les réseaux concernés. Il vaut mieux choisir un canal peu fréquenté ou bien laisser le logiciel choisir lui-même le canal le moins fréquenté.

La bande de fréquence définit une plage de fréquences des ondes radio qui ont des propriétés similaires :

- en propagation
- en pénétration des matériaux

9.1. La bande 2.4 GHz

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

La bande de fréquence 2.400-2.4835 GHz (d'une largeur de 83.5 MHz) a été découpée en 14 canaux de 22 MHz de largeur sont définis, également numérotés à partir de 2 400 MHz. Leurs centres ne sont espacés que de 5 MHz de sorte qu'ils se superposent en partie. [9]

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

Tableau 3 : Les quatorze canaux de la bande ISM (2.4GHz).

Ceci permet de choisir avec une certaine souplesse la bande de fréquence que l'on préfère utiliser, mais si l'on a deux réseaux au même endroit et qu'ils utilisent des canaux voisins, on aura beaucoup d'interférences. Pour éviter les interférences, on recommande un espace de cinq canaux au moins, donc on ne peut utiliser que trois canaux simultanément au même endroit. En conséquence, on utilise habituellement les canaux 1, 6 et 11 qui sont suffisamment espacés pour éviter toute interférence et sont autorisés presque partout dans le monde. [9]

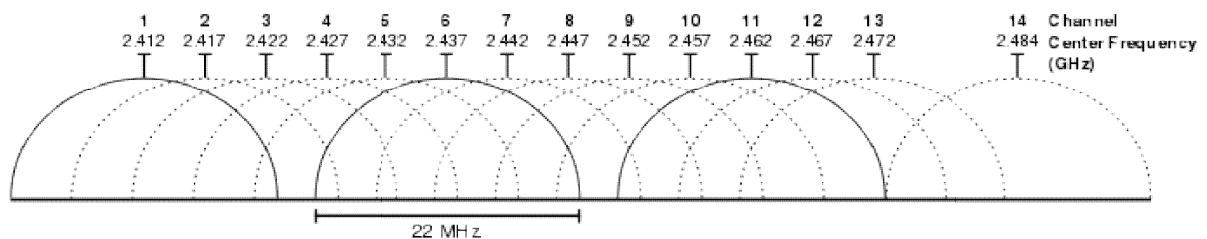


Figure 6 : Représentation graphique des canaux Wifi dans la bande ISM (2,4 GHz).

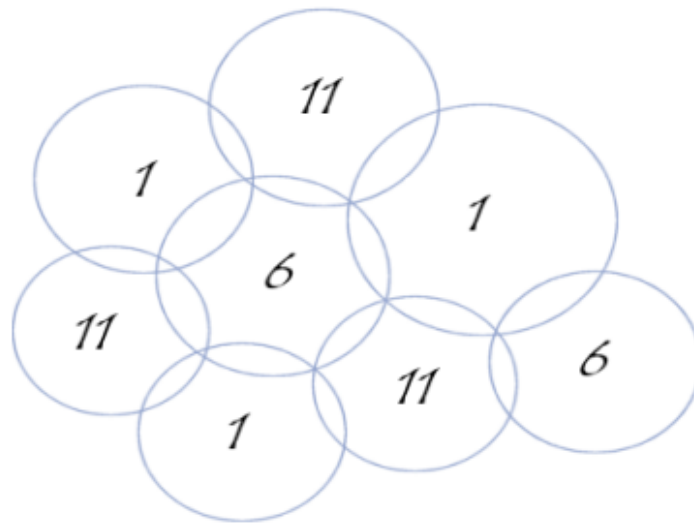


Figure 7 : Affectation de canaux dans la bande ISM (2.4 GHz).

D'après la Figure 8, il est possible d'utiliser quatre canaux disjoints mais sans aucune séparation, par exemple les canaux 1, 5, 9 et 13. Cette configuration n'engendre que de légères interférences [10].

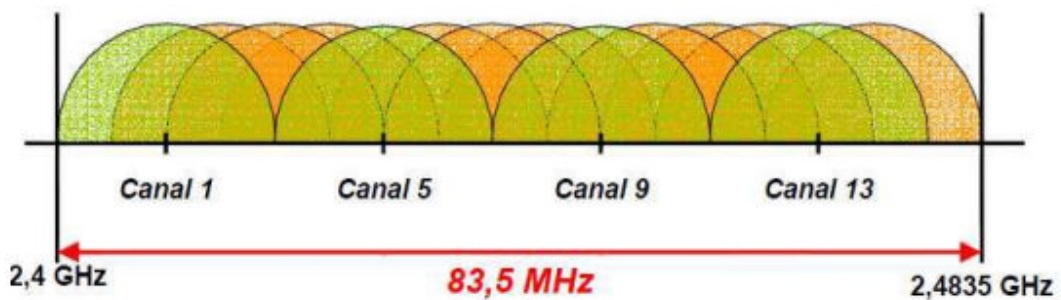


Figure 8: Affectation de 4 canaux dans la bande ISM.

9.2. Bande 5 GHz

Les fréquences utilisables dans cette bande sont définies par l'IEEE dans les normes IEEE 802.11n et IEEE 802.11ac. Elles occupent 2 larges sous-bandes allant respectivement de 5,150 à 5,350 GHz et de 5,470 à 5,850 GHz. Certaines de ces fréquences peuvent, dans certains pays, être en conflit avec d'autres usages, notamment militaires ou avec des radars météo. L'IEEE préconise une sélection dynamique des canaux par le hotspot, plutôt que l'affectation statique habituellement utilisée dans la bande des 2,4 GHz.

Et cette bande (composée des 2 sous-bandes) désignée par le nom « bande 5 GHz » est utilisée par les normes Wifi récentes IEEE 802.11n et IEEE 802.11ac ; la numérotation des canaux est différente de celle de la bande ISM des 2,4 GHz.

La station de base A8-Ein prend en charge la couverture bi-bande avec une gamme similaire pour 2,4 GHz et 5 GHz.

Exemple :

La figure 9 représente l'application de la bi-bande de l'Altai A8, la fréquence 2.4 GHz utilisées pour l'utilisateur mobile et les voyageurs, 5 GHz utilisés pour le haut débit sans fil fixe pour les utilisateurs résidentiels ou commerciaux.

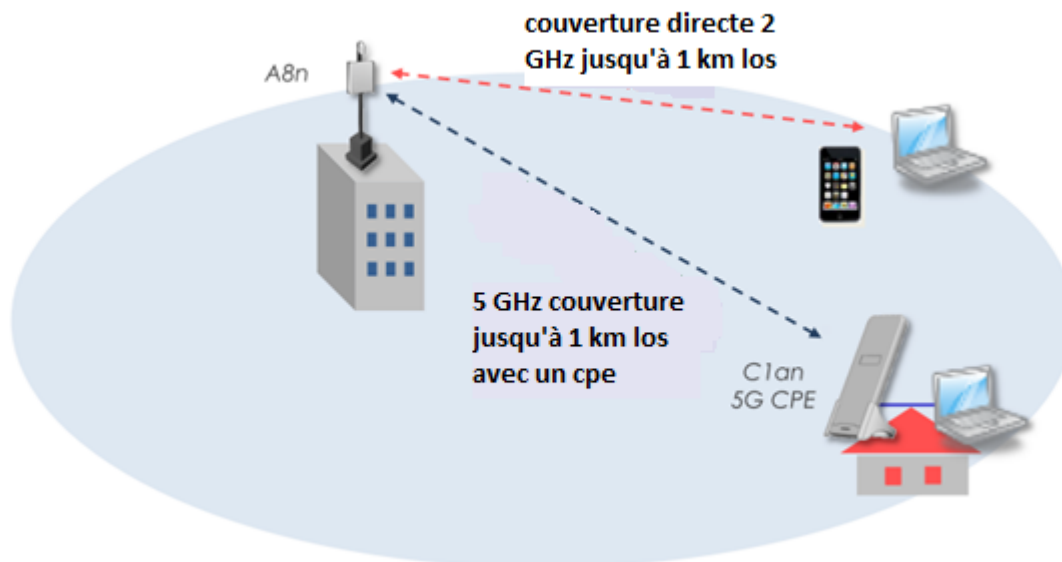


Figure 9 : Application de la bi-bande (2.4 et 5 GHz)

10. La présentation de la norme ieee 802.11n

La norme IEEE 802.11n, approuvée en septembre 2009, permet d'atteindre un débit théorique allant jusqu'à 450 Mbit/s (en MIMO 3x3 : 3 antennes) sur chacune des bandes de fréquences utilisables (2,4 GHz et 5 GHz). Elle améliore les standards précédents : IEEE 802.11a pour la bande de fréquences des 5 GHz, IEEE 802.11b et IEEE 802.11g pour la bande de fréquences des 2,4 GHz [18].

Cette norme supporte 2 bandes de fréquences différentes, il existe des équipements simple-bande à 2,4 GHz (les plus anciens), des adaptateurs double-bande : 2,4 GHz ou 5 GHz ou double-radio : 2,4 GHz et 5 GHz simultanément.

10.1. Amélioration de la norme 802.11n par rapport aux normes 802.11a/b/g

La norme IEEE 802.11n apporte des améliorations par rapport aux normes IEEE 802.11a/b/g grâce aux technologies suivantes :

- Le MIMO (Multiple input multiple output), qui permet d'utiliser simultanément plusieurs antennes et plusieurs émissions spatiales pour les récepteurs et émetteurs.
- Le regroupement de 2 canaux radio permet de doubler la bande passante crête.

11. La technologie MIMO

Les techniques MIMO sont apparues dans les années 90 grâce à Gerard. J. Foschini [11]. Le but étant d'augmenter le débit et la portée des réseaux sans fil, elles se basent sur l'utilisation de plusieurs antennes aussi bien du côté de l'émetteur que celui du récepteur.

La mise en place d'une telle structure permet au système utilisé d'atteindre des débits importants et cela sans changer la largeur de la bande alloué au signal, ni sa puissance d'émission. De plus, le fait d'utiliser plus d'une antenne des deux côtés du système, permet d'apporter de la diversité. Concrètement, plusieurs répliques de la même information sont transmises sur plusieurs canaux ayant des puissances comparables et des évanouissements indépendants, et donc, il est fort probable qu'au moins un, ou plus, des signaux reçus ne soit pas atténué à un moment donné, rendant possible une transmission de bonne qualité. Cela a pour conséquence l'amélioration du rapport signal sur bruit (en anglais Signal to Noise Ratio (SNR) et donc du taux d'erreurs binaires [12].

11.1. Définition de MIMO

MIMO (entrées multiples, sortie multiples) est une technique de multiplexage utilisée dans les réseaux mobiles permettent des transferts de données à plus longue portée et avec un débit plus élevé qu'avec des antennes utilisant la technique SISO (single in, single out).

Alors que les anciens réseaux WIFI ou les réseaux GSM standards utilisent une seule antenne au niveau de l'émetteur et du récepteur, MIMO utilise plusieurs antennes soit de coté de l'émetteur (par exemple un routeur) que du récepteur (par exemple un PC portable ou un Smartphone).

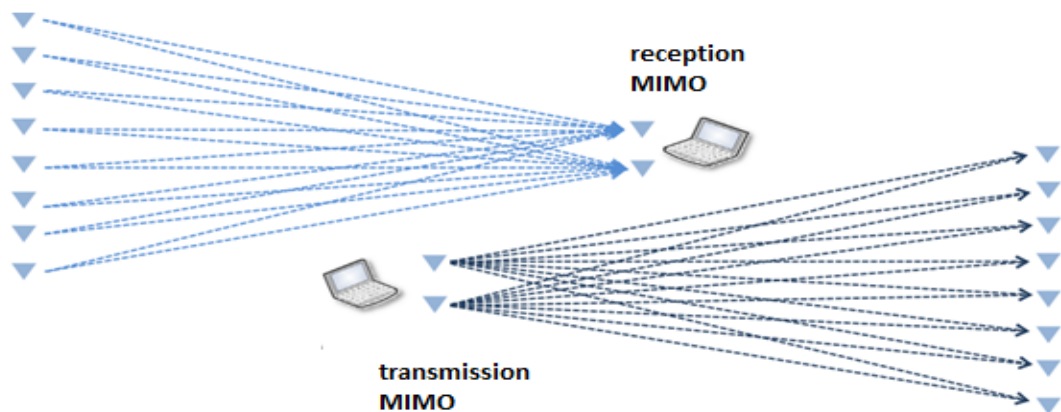


Figure 10 : La technologie 8x8 MIMO

11.2. Les principes du MIMO

La principale source des perturbations, que subit un signal lors de sa propagation, est le canal.

En effet, à cause des phénomènes de propagation multi-trajets, le signal subit des évanouissements, des décalages fréquentiels ou même temporels. Contrairement aux systèmes classiques, les systèmes à diversité prennent avantage de ces types de propagation pour améliorer les performances du système. Pour mettre en place ces améliorations, les systèmes MIMO exploitent les techniques de :

- diversité d'espace : Aussi connue sous le nom de diversité d'antenne
- diversité fréquentielle : Cette technique demande l'envoi du même signal sur des fréquences différentes. Il faut toutefois faire attention à la largeur de bande cohérente et à l'étendue fréquentielle due aux multi-trajets et aux distances à franchir par la transmission.

- diversité temporelle : Lorsque l'on sépare l'envoi du même signal par le temps cohérence du canal, il est possible de profiter de la diversité temporelle. Tout dépend également de la vitesse de déplacement du mobile et de la fréquence porteuse.

Un système MIMO se caractérise par l'utilisation de plusieurs antennes à l'émission ainsi qu'à la réception. Lorsqu'un tel système comprend, seulement, une seule antenne à l'émission et plusieurs antennes à la réception, il est nommé MISO (Multiple Input Single Output). De même, lorsqu'il comprend une seule antenne à la réception et plusieurs antennes à l'émission, il est nommé SIMO (Single Input Multiple Output). Finalement, si les deux côtés comptent une antenne chacun, le système est dit SISO (Single Input Single Output) [13] (Figure11).

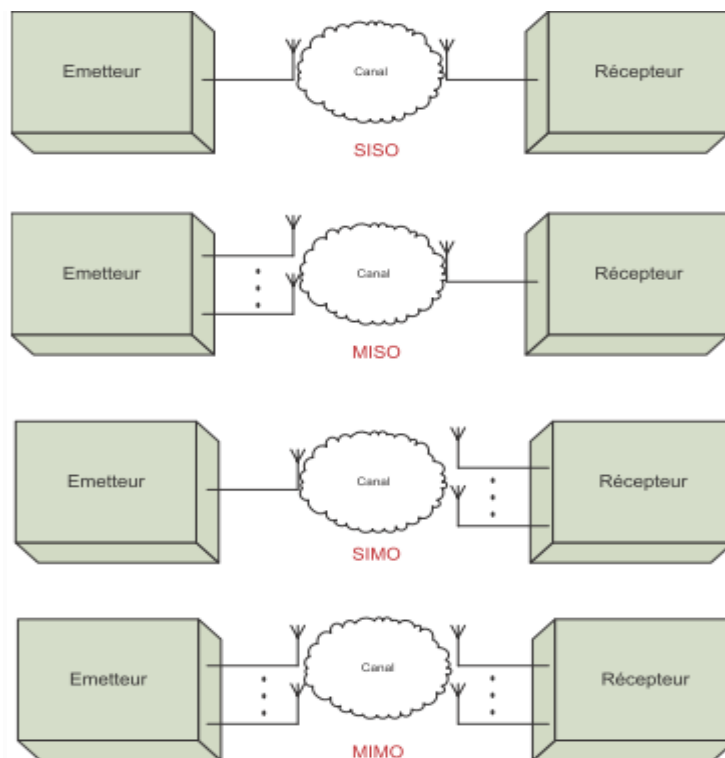


Figure 11: Schémas représentatifs du SISO, MISO, SIMO et MIMO

Contrairement aux systèmes classiques, la technologie MIMO à améliorer les performances du système, parmi ces améliorations, on peut citer :

Amélioration des performances : Altai a développé une technologie d'antenne intelligente de pointe, qui fait partie de sa famille de station de base de Wifi outdoor et à augmenté les performances de tout client standard Wifi.

La conception unique : la technologie d'antenne intelligente d'Altai, repose sur une structure réseau unique de 8 éléments d'antenne et un algorithme exclusif de traitement de signal.

L'antenne Intelligente : Les informations du signal d'utilisateur sont reçues par les 8 éléments d'antenne.

Traitement du signal intelligent : La technologie d'antenne intelligente traite le signal en temps réel et formes et focalise un faisceau à gain élevé vers le client Wifi.

Super diversité : En outre, pour obtenir la diversité angulaire on utilise un alignement de phase du signal basée sur ses 8 antennes et ses multiples radios indépendantes.

Meilleur budget de liaison : le puissant réseau de 8 antennes autorise également le processeur de signal de 8x8 MIMO qui fait partie de station de la base d'Altai, fournissant d'avantage de gain de signal dans la liaison montante et descendante.

11.3. Les Avantages de la technologie 8x8 MIMO

Super couverture : la technologie d'antenne intelligente (Altai) donne un standard Wifi avec une plus longue portée, une plus grande couverture uniforme de zone, et meilleur pénétration indoor.

- ✓ Une couverture 5 à 10 fois plus grande que la norme 3x3 MIMO AP.
- ✓ Direction dynamique du faisceau vers le client Wifi, ce qui augmente le gain de liaison d'au moins 14 dB par rapport à un point d'accès standard.
- ✓ Faisceau dirigé vers l'utilisateur : supprime les interférences provenant de toutes autres directions.

Super capacité : la technologie 8x8 MIMO(Altai) fournit 5 fois le débit médian que le standard MIMO 3x3 dans les environnements compliquée (NLOS) [17].

Altai utilise deux technologies différentes en même temps, ce qui augmente la capacité de sa station de base Wifi par un facteur de 10:

- ✓ la technologie d'antenne intelligente d'Altai : plus la diversité d'antenne supporte la puissance du signal et donc le débit à la distance, améliorant ainsi le débit médian par un facteur de 5.
- ✓ La technologie Air Fi Altai : un algorithme d'optimisation de débit mis en œuvre à la couche Wifi, augmentant ainsi son efficacité moyenne et la capacité par un facteur de 2 et plus.

Super efficacité : Altai AirFi améliore l'efficacité des cellules Wifi avec optimisation intelligente de débit en fonction de la base Wifi par un facteur de 2, même avec un grand nombre de connexions simultanées.

12. Le protocole RADIUS

Le protocole RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Service) Le fonctionnement de RADIUS est basé sur un système client/serveur chargé de définir les accès d'utilisateurs distants à un réseau. Il s'agit du protocole de prédilection des fournisseurs d'accès à internet (FAI) car il est relativement standard et propose des fonctionnalités de comptabilité permettant aux FAI de facturer précisément leurs clients [14].

Le protocole RADIUS est un protocole de mise en réseau qui fournit l'authentification centralisée, autorisation et de comptabilité (AAA), il repose principalement sur un serveur (le serveur RADIUS), relié à une base d'identification (base de données, annuaire LDAP, etc.) et un client RADIUS, appelé NAS (Network Access Server), faisant office d'intermédiaire entre l'utilisateur final et le serveur. L'ensemble des transactions entre le client RADIUS et le serveur RADIUS est chiffrée et authentifiée grâce à un mot de passe partagé entre le serveur et le client.

12.1. Le protocole AAA

AAA (Authentication, Authorization, Accounting), signifie : authentification, autorisation et comptabilité [15].

- **Authentification**

Processus permettant de garantir que la personne qui tente d'accéder au réseau dispose d'un compte valide. Le mot de passe de l'utilisateur est comparé avec les entrées figurant dans la base de données centrale.

- **Autorisation**

Permet à l'exploitant du réseau de définir les services réseau dont les utilisateurs finaux peuvent bénéficier. Un utilisateur peut par exemple demander à avoir une certaine bande passante, le serveur AAA lui autorisera ou non cette demande.

- **Comptabilité**

Le serveur AAA a la possibilité de collecter des informations sur l'utilisation des ressources, ceci permet à un opérateur de facturer un utilisateur suivant sa consommation. Ces utilisateurs clients sont hébergés sur des routeurs ou sur des serveurs d'accès au réseau.

12.2. Fonctionnement de RADIUS

Le fonctionnement de RADIUS [15] est basé sur un scénario proche de celui-ci :

- Un utilisateur envoie une requête au NAS afin d'autoriser une connexion à distance;
- Le NAS achemine la demande au serveur RADIUS ;
- Le serveur RADIUS consulte la base de données d'identification afin de connaître le type de scénario d'identification demandé pour l'utilisateur. Soit le scénario actuel convient, soit une autre méthode d'identification est demandée à l'utilisateur. Le serveur RADIUS retourne ainsi une des quatre réponses suivantes :

ACCEPT : l'identification a réussi ;

REJECT : l'identification a échoué ;

CHALLENGE : le serveur RADIUS souhaite des informations supplémentaires de la part de l'utilisateur et propose un « défi » (en anglais « challenge ») ;

CHANGE PASSWORD : Où le serveur RADIUS demande à l'utilisateur un nouveau mot de passe.

13. Les avantages de Wifi outdoor

- ❖ Large couverture : on utilise les séries A8 pour couvrir des zones allant jusqu'à 1,7km, extensible à 4 km avec un C1n (2.4GHz) ou C1an (5GHz) CPE.
- ❖ Le coût de déploiement le plus bas : l'accès à Internet par fil de cuivre ou par fibre optique est d'un coût prohibitif dans les zones rurales peu peuplées. L'équivalent d'accès sans fil en utilisant A8-C2 est une solution très rentable de déployer le haut débit sans fil dans les zones rurales.
- ❖ temps de déploiement court : tandis que la fibre traditionnelle prend des mois pour être déployée, l'accès sans fil à juste besoin de quelques jours.
- ❖ Haut débit à large bande : avec l'utilisation d'une paire C1an, le fournisseur de services peut offrir le haut débit à haute vitesse jusqu'à 120 Mbps pour les utilisateurs commerciaux.

13.1. Les Avantages de Wifi outdoor dans les réseaux d'entreprise

- ❖ De nombreux réseaux d'entreprise exigent une couverture extérieure large et en un seul réseau, par exemple aéroport, port de conteneurs, campus universitaire, usine de fabrication, etc...
- ❖ Surmonte le NLOS : Altai Wifi outdoor peut fonctionner dans des environnements NLOS qui sont bloqués par des étoffes métalliques, par exemple grues de quai et les piles de conteneurs dans les ports, des hangars et cockpit à l'aéroport, machines dans les usines de fabrication, etc...
- ❖ L'efficacité de production : de nombreux systèmes de production prennent déjà en charge les terminaux Wifi; A8 ou A2 peuvent être utilisés pour créer le réseau sans fil

dans des échelles différentes pour améliorer l'efficacité et la commodité du système de production tels que WIP, RFID et code-barres, etc...

- ❖ vidéo surveillance à haute bande passante : le C1an peut être utilisé comme système à faible coût qui soutient la surveillance de la haute définition jusqu'à 100 Mbps.

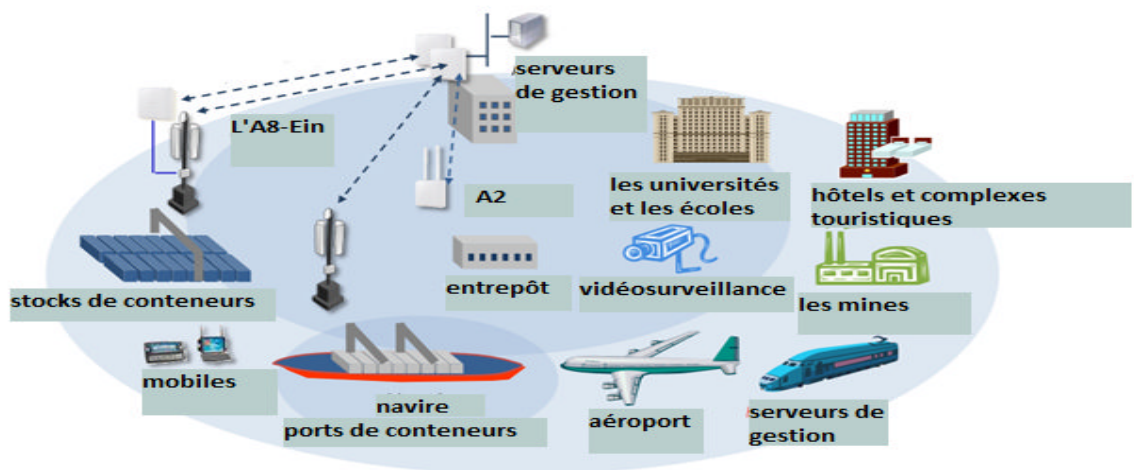


Figure 12: Domaine d'utilisation de l'Altai Wifi outdoor.

14. Conclusion

Dans ce chapitre, le contexte de l'étude a été présenté en commençant par la présentation des équipements Altai. Ensuite, les caractéristiques et les avantages de ces derniers. Toujours dans le contexte des techniques améliorant les performances, nous avons présenté la technologie MIMO qui permet d'augmenter la capacité des systèmes, en utilisant plusieurs antennes à l'émission et à la réception. La mise en place des équipements Altai nécessite de suivre des étapes d'installation et de configuration ; c'est ce que nous allons voir dans le chapitre qui suit.

Chapitre III

Introduction

Comme pour toute installation d'un réseau Wifi, le réseau Wifi Outdoor (WiCi) nécessite une bonne installation pour optimiser le potentiel offert par le matériel existant. Cette partie est divisée en deux étapes ; la première est la préparation et l'installation des équipements, suivant un schéma synoptique du raccordement qui est le même pour toute mise en place d'un réseau Wifi outdoor. Tout en expliquant le rôle de chaque équipement ; mode de fonctionnement et procédures du raccordement. La deuxième, illustre les configurations faites aux niveaux des équipements, pour le bon fonctionnement du réseau.

1. Problématique de dimensionnement d'un réseau Wifi

Avant de commencer à travailler sur un réseau Wifi, il faut savoir analyser chaque donnée qui nous aide à dimensionner notre réseau en étudiant les points suivants :

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

Dans notre cas, la zone de couverture est définie au niveau de la placette Mbarek Ait Menguellet (ex gare routière) et permettant une connexion à débit maximal sur un rayon d'environ 400 m. et couvrant ainsi la placette publique illustrée sur la figure suivante :



Figure 1 : Zone de couverture WICI Tizi-Ouzou

3. Mise en place d'un réseau Wifi outdoor

La mise en place d'un réseau WIFI outdoor nécessite deux procédures à suivre :

- I). La préparation et installation des équipements.
- II). Configuration des équipements.

I. Préparation et Installation

Avant toute installation d'un réseau Wifi outdoor, un certain nombre de point de planification doivent être suivi, dans le but d'une mise en place correcte et fonctionnelle à savoir :

- ✓ Préparation du site accueillant le réseau, tel que la pose de la fibre optique, l'alimentation en énergie etc...
- ✓ Montage des différents équipements nécessaire au déploiement du réseau Wifi outdoor tel que :
 - Câble à paires torsadées et fibre optique.
 - Connecteurs Rj45 et SC.
 - Armoire de brassage.
 - Tête optique.
 - Convertisseur Fo/Fe.
 - Injecteur PoE.
 - Barre de montage de l'équipement.

I.1. Schéma synoptique de la mise en place d'un réseau Wifi outdoor

La figure ci-dessous, représente le schéma synoptique du raccordement qui commence à partir du centre d'amplification passant par l'armoire de brassage pour arriver enfin à l'équipement Wifi outdoor.

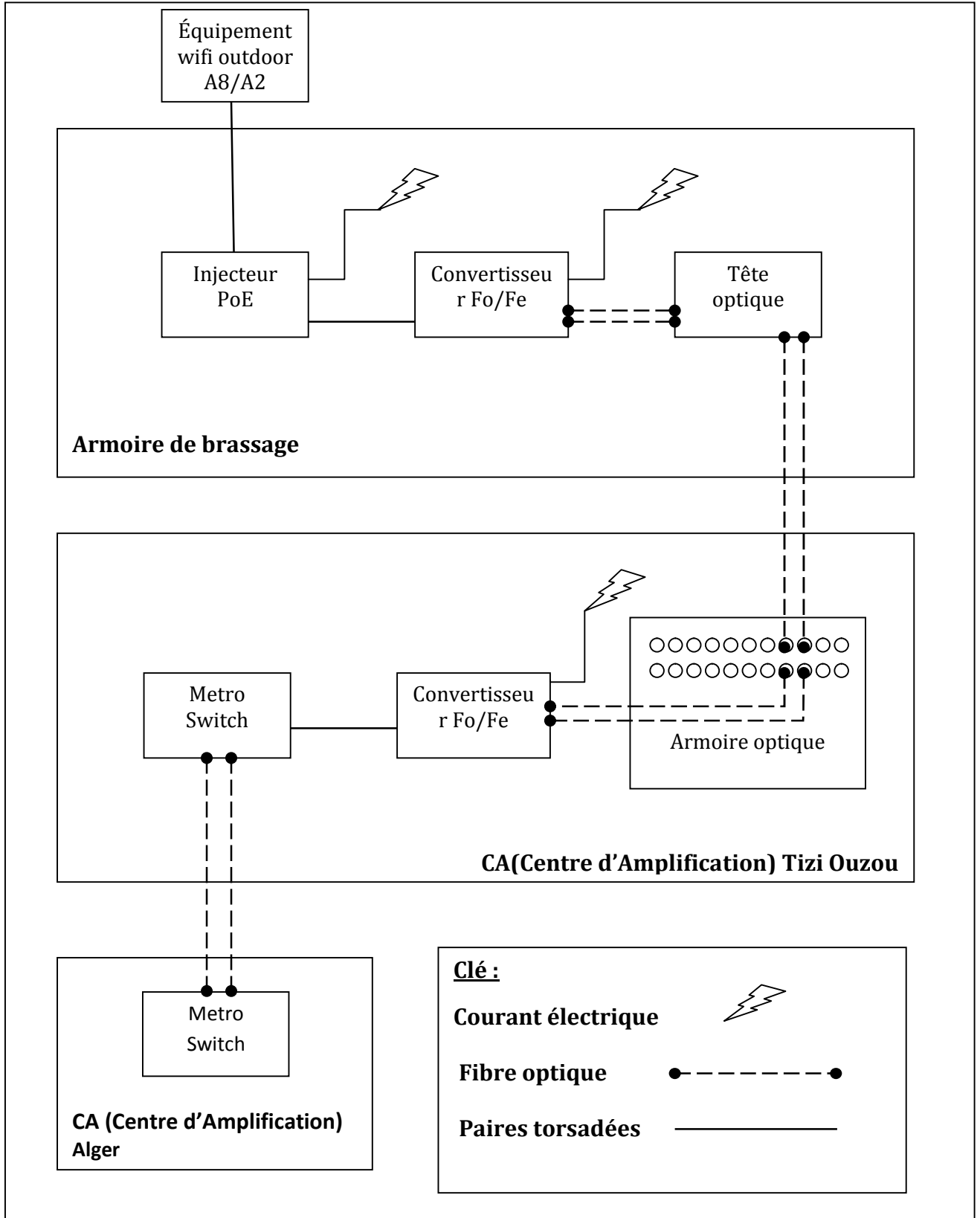


Figure 2 : Schéma synoptique d'un réseau Wi-Fi

I.2. Centre d'amplification (CA) :

C'est un local qui abrite les équipements de transmission d'Algérie télécom, parmi ces équipements le Metro Switch.

a) Metro Switch (MS):

Le métro Switch c'est l'équipement qui relie plusieurs segments (câble et fibre) dans un très grand réseau ayant un débit dans l'ordre de gigabits par seconde. Pour le raccordement :

- La liaison entre le métro switch du CA d'Alger et le MS du CA de Tizi Ouzou est faite par la fibre optique.
- On relie des câbles à paires torsadées avec connecteur RJ45 du métro Switch vers un convertisseur Fo/Fe.

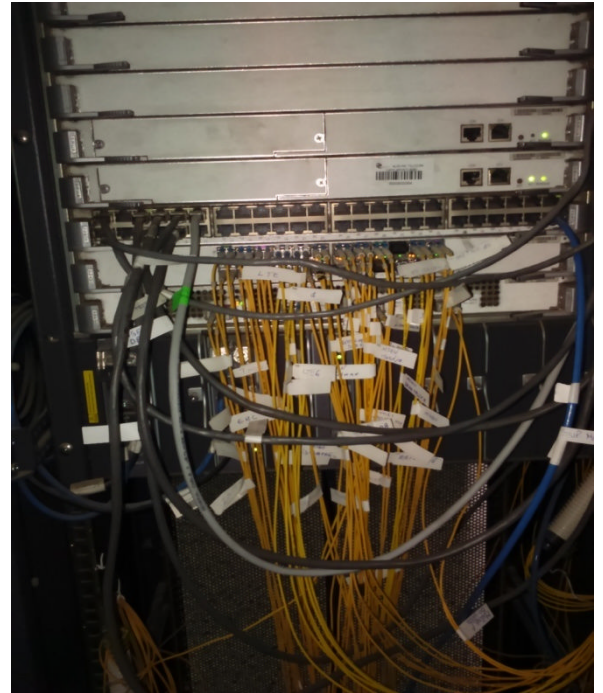


Figure 3 : Metro Switch

b) Convertisseur Fo/Fe (Fibre optique/Faste Ethernet) :

Les convertisseurs de médias permettent de connecter de la fibre optique à un matériel compatible Ethernet. Ils s'utilisent fréquemment lors de l'extension d'un réseau sur une longue distance via la fibre optique (multimode ou monomode), ou pour connecter 2 réseaux distants de plus de 100 m (paires torsadées). Ses différentes caractéristiques sont :

- Un module SC pour fibre optique et un connecteur RJ45.



Figure 4 : Convertisseur Fo/Fe

- Auto négociation du mode duplex sur port TP.
- Auto négociation en 10/100Mbps.
- Augmente la distance jusqu'à 2 km en fibre multi mode et Voyants LED indiquant le statut pour contrôle du réseau.
- Fonction Link Fault Passthrough (signale la défaillance de la connexion RJ45) et Far end Fault (détection des erreurs sur la liaison optique)

Quand la fonction *Link Fault Pass Through est activée* (en option sur le switch), le port TP et le port FX du même convertisseur vont informer chacun des côtés d'une panne, ainsi l'autre côté peut forcer la liaison à fermer dès que remarqué. Voir ci-dessous l'illustration correspondante:

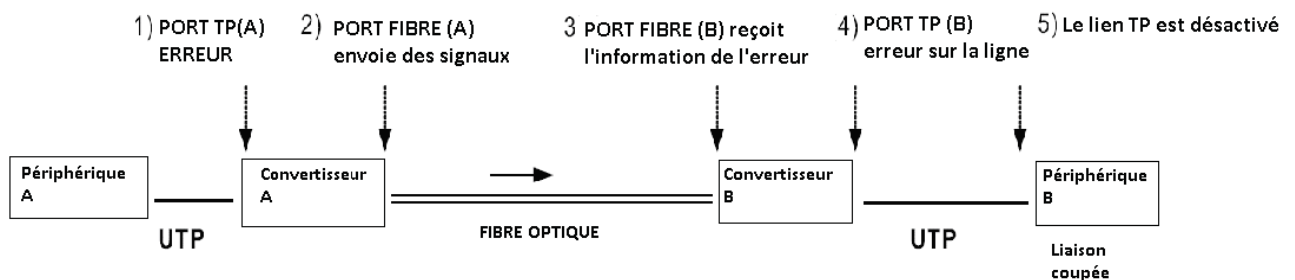


Figure 5 : Schéma d'indication d'erreur

Si une erreur se produit au niveau du port TP (A), le port FX (A) envoie un signal particulier qui informe le port FX (B) de la situation. Le port FX (B) force le port TP (B) à couper la liaison aussitôt. La LED statut s'éteint également pour les deux ports.

- Voyants indicateurs : Sur la face avant du convertisseur, on peut distinguer des connecteurs SC pour fibre optique et Rj45 pour la liaison Ethernet, ainsi qu'un ensemble de voyant indicateur LED de statut de connexions en temps réel. Ce qui se produit sur le réseau. Voir le tableau suivant:



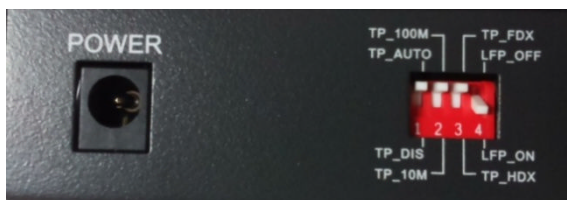
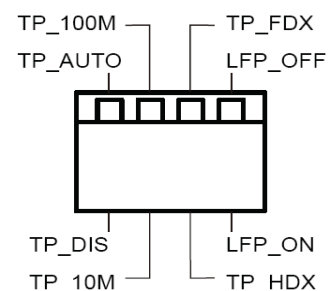
Figure 6 : Face avant du convertisseur

Indication des LED :

Nom		Statu	Indication
PWR		Allumé	Indique que l'appareil est bien sous tension (correctement branché au réseau électrique)
		Eteint	Eteint
LFP		Allumé	Fonction Link Fault Pass Through activée
		Eteint	Fonction Link Fault Pass Through désactivée
FX	Link/Act	Allumé	Liaison établie
		Clignotant	Le convertisseur reçoit ou transmet des données depuis le connecteur fibre optique
		Eteint	Pas de liaison
TP	SPD	Allumé	Le port TP est connecté avec un périphérique en 100Base-Tx
		Eteint	Le port TP est connecté avec un périphérique en 10Base-Tx ou il n'y a pas de liaison
	FDX/Col	Allumé	Le port TP fonctionne en mode Full Duplex
		Clignotant	Il y a une collision
		Eteint	Le port TP fonctionne en mode Half Duplex
	Link/Act	Allumé	Il y a une liaison active
		Clignotant	Le convertisseur reçoit ou transmet des données depuis le port TP
		Eteint	Il n'y a pas de connexion sur le port TP

Tableau 1: Indication des LED

- Switch : Sur la face arrière du convertisseur Fo/Fe on peut distinguer le connecteur d'alimentation et un Switch :

**a)** Switch et port d'alimentation du convertisseur**b) :** Switch**Figure 7 :** Face arrière du convertisseur

Les différentes positions sur le Switch indiquent :

- TP_AUTO: le port TP fonctionne en mode Auto négociation
- TP_DIS: le port TP fonctionne en mode Forcé
- TP_100M: le port TP fonctionne en 100Base-Tx
- TP_10M: le port TP fonctionne en 10Base-T
- TP_FDX: le port TP fonctionne en mode Full Duplex
- TP_HDX: le port TP fonctionne en mode Half Duplex
- LFP_OFF: La fonction Link Fault Pass Through est désactivée
- LFP_ON: La fonction Link Fault Pass Through est activée

Pour le Raccordement :

- Le connecteur RJ45 on le branche au port 10/100M du convertisseur, tandis que la sortie Tx/Rx (fibre optique) on la branche vers l'armoire optique.
- On met ainsi le convertisseur Fo/Fe sous tension.



Figure 8 : Raccordement du convertisseur au niveau du CA.

c) L'Armoire optique :

L'armoire optique contient deux faces, composées de plusieurs ports fibre optique, qui permettent de raccorder deux connecteurs Fo pour les envoyer vers l'extérieur. Voir figure 9.

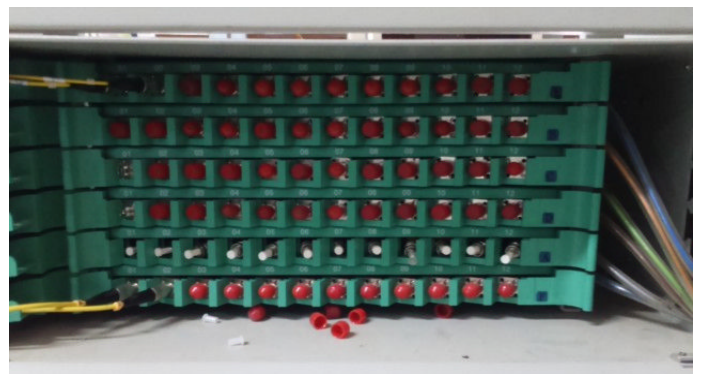


Figure 9 : Armoire optique

Pour le Raccordement :

- On raccorde les connecteurs Tx/Rx qui est la sortie du convertisseur à l'interface avant de l'armoire optique.
- De l'interface arrière de l'armoire optique on branche la fibre qui va dans des passages sous terrain (figure 10) pour arriver à l'armoire de brassage qu'on met sur le site accueillant le réseau.



Figure 10 : Pose de câble fibre optique

I.3. L'Armoire de brassage

L'armoire de brassage est une armoire ou on place trois éléments principaux : la tête optique, le convertisseur Fo/Fe et l'injecteur PoE. Ainsi que des onduleurs pour alimenter les équipements en cas de coupure de courant.



Figure 11: Armoire de brassage

a) La tête optique :

C'est un boîtier dans lequel on fixe et roule la fibre optique dénudé et souder à un connecteur Fo. Il permet de le protéger et de l'étendre en cas de besoin. Voir la figure 12.

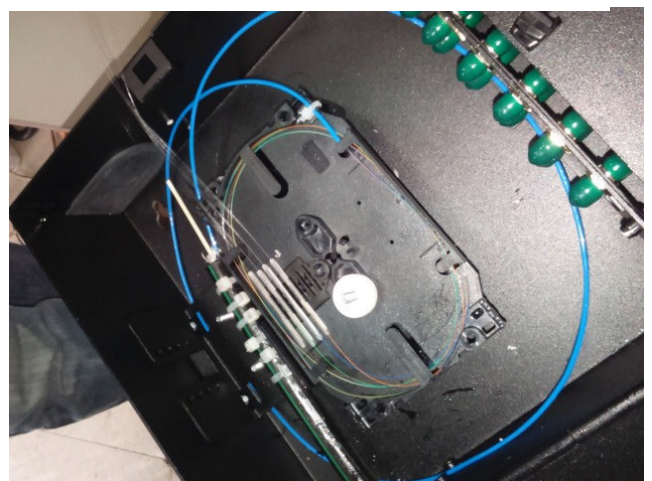


Figure 12: La tête optique

L'opération qui consiste à relier les fibres au connecteur est longue : il faut dénuder chaque fibre, manuellement et la souder à un connecteur à l'aide d'une soudeuse fibre optique représenté dans la figure 13.



Figure 13 : Soudeuse FO

Pour le Raccordement :

- On branche un connecteur Fo de la tête optique vers l'entrée du convertisseur Fo/Fe cité auparavant.
- On branche la sortie RJ45 vers l'injecteur PoE.

b) L'injecteur PoE :

L'injecteur PoE est un dispositif qui utilise le câblage Ethernet pour fournir l'alimentation électrique de l'équipement d'où son nom anglais : «Power over Ethernet».



Figure 14 : Injecteur PoE

b.1) Principes PoE

PoE a pour principe de faire circuler le courant électrique dans un lien Ethernet. En assurant l'alimentation électrique, le transfert de la voix et des données sur un même câble Ethernet, la technologie Power over Ethernet proposée désormais sur de nombreux équipements, élimine les frais liés à l'installation de câbles et de prises électriques.

b.2) Acheminement de l'alimentation

Un lien Ethernet standard catégorie 5e ou 6, comporte 4 paires de conducteurs torsadés. En Ethernet 10/100Base T les paires libres sont utilisées pour véhiculer le courant alors que sur le Gigabit Ethernet le courant est véhiculé sur les paires transportant les données. D'où la nécessité de pouvoir utiliser 2 modes d'alimentation PoE :

Mode A : Utilisation des paires transportant les données

Les paires Ethernet sont couplés à chaque extrémité. Il devient dès lors possible d'appliquer une tension au milieu du transformateur d'isolement et d'y faire circuler un courant continu, sans perturber la transmission de données.

➤ **Mode B : Utilisation des paires libres**

Ethernet 10 et 100Base-T utilisent deux paires, correspondante aux contacts 1,2 et 3,6. Les paires 4/5 et 7/8 sont donc inutilisées. On utilisera la paire 4/5 dont les conducteurs sont raccordés ensemble pour fournir le pôle positif, et la paire 7/8 pour fournir le pôle négatif de l'alimentation. (La polarité inverse peut également être mise en place)

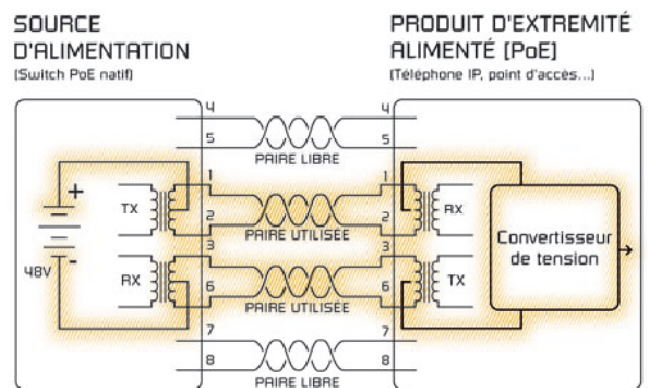


Figure 15 : schéma Mode A

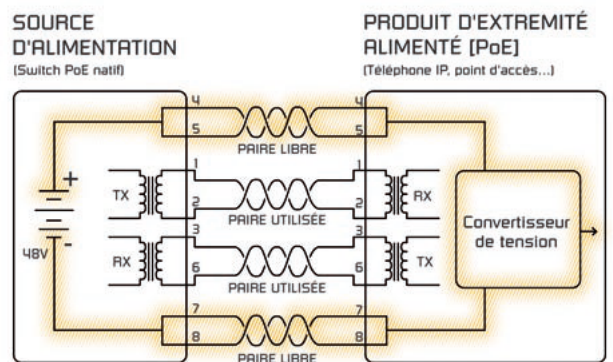


Figure 16: schema Mode B

Pour le Raccordement :

- On branche le connecteur RJ45 provenant du convertisseur vers le port « data » de l'injecteur.
- Le port « PoE » toujours avec un connecteur RJ45, on le connecte vers l'équipement qu'on souhaite installer.

- On met l'injecteur PoE sous tension.

I.4. Installation de l'équipement Wifi outdoor

Avant l'installation des équipements Wifi outdoor sur le site, on doit s'assurer en premier temps que certaines étapes ont bien été respectées tel que :

- ✓ Barre de montage est correctement installée.
- ✓ La connexion réseau entre le bureau central et le site est correctement connectée.
- ✓ L'alimentation électrique en AC est disponible.
- ✓ Protection contre la foudre est mise en place.

Pour résoudre le problème de lieu d'installation, l'ingénieur de télécommunication doit suivre les procédures d'installation des équipements dans la zone souhaitée, pour cela la station de base doit être installée sur le toit d'un immeuble de grande hauteur dans la zone urbaine, et sur le bord de toit.

a) Consignes d'installation

- ✓ réaliser une carte d'emplacement physique de l'AP
- ✓ Enregistrer toutes les configurations dans un fichier Excel
- ✓ Tester la configuration du réseau avant le déploiement
- ✓ Toujours prévoir des équipements de rechange
- ✓ Tester les connexions filaires et sans fil

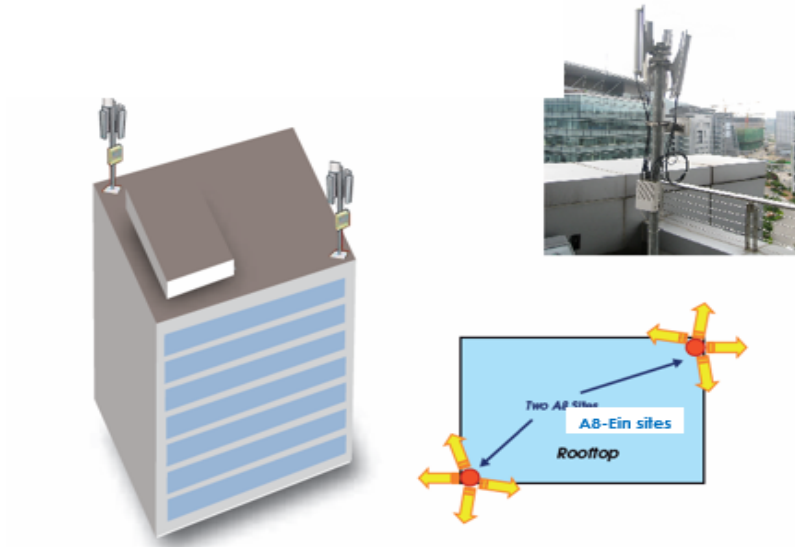


Figure 17 : installation de la station de base

b) Montage de l'équipement

❖ Ce qu'il faut faire :

- ✓ Montage de la barre au point de la zone de couverture le plus élevé.
- ✓ Installez l'équipement à 1m au dessus de tout obstacle devant.

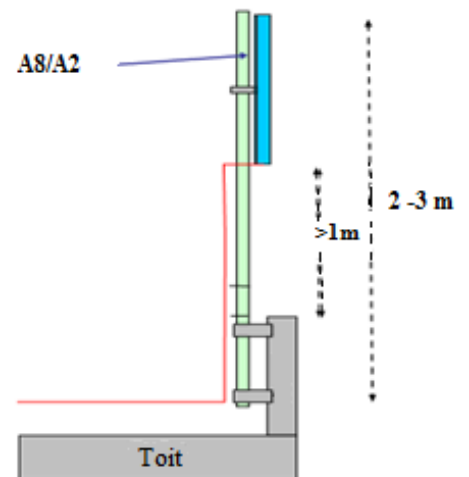


Figure 18: Montage de l'équipement sur la barre

❖ Ce qu'il faut éviter :

- Installez le poteau au centre du bâtiment
- Ne pas installer A8-Ein près d'autres systèmes radio

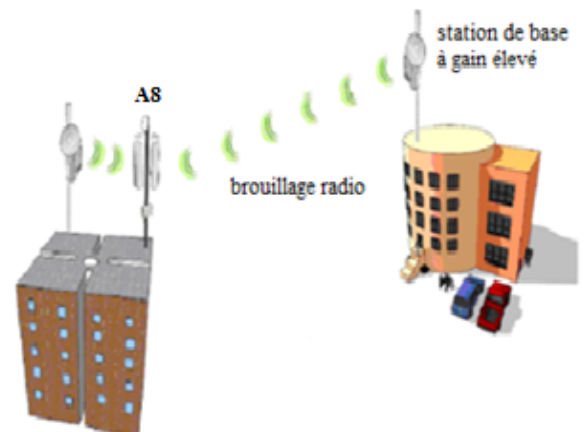


Figure 19: Brouillage radio

I.5. Procédure d'Installation A8-Ein

- 1- Fixer le kit de montage
- 2- Installer A8-Ein
- 3- Appliquer l'étanchéité sur les ports externes
- 4- Relier l'A8-Ein
- 5- Brancher le câble Ethernet sur A8-Ein
- 6- Brancher les câbles Ethernet PoE et sur le cordon d'alimentation
- 7- Enrouler le câble Ethernet avec étanchéité
- 8- Ajuster l'angle de tilt pour A8-Ein
- 9- Allumer l'A8-Ein

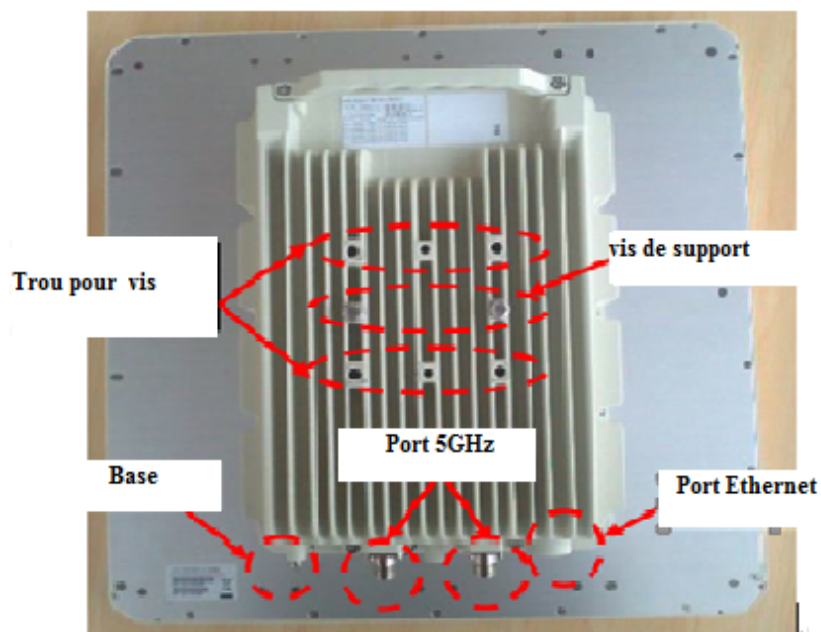


Figure 20: A8 Ein

I.5.1. Le montage de L'A8-Ein :

- A. Module principal de montage.
- B. Montage plaque arrière.
- C. 4x vis de montage et écrou.
- D. 4x vis de blocage.

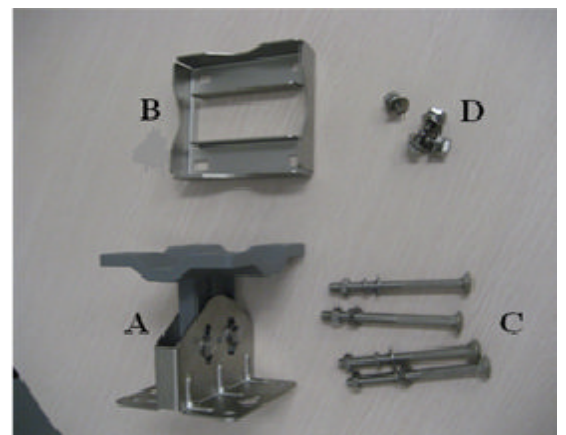


Figure 21: Kit de montage A8-Ein

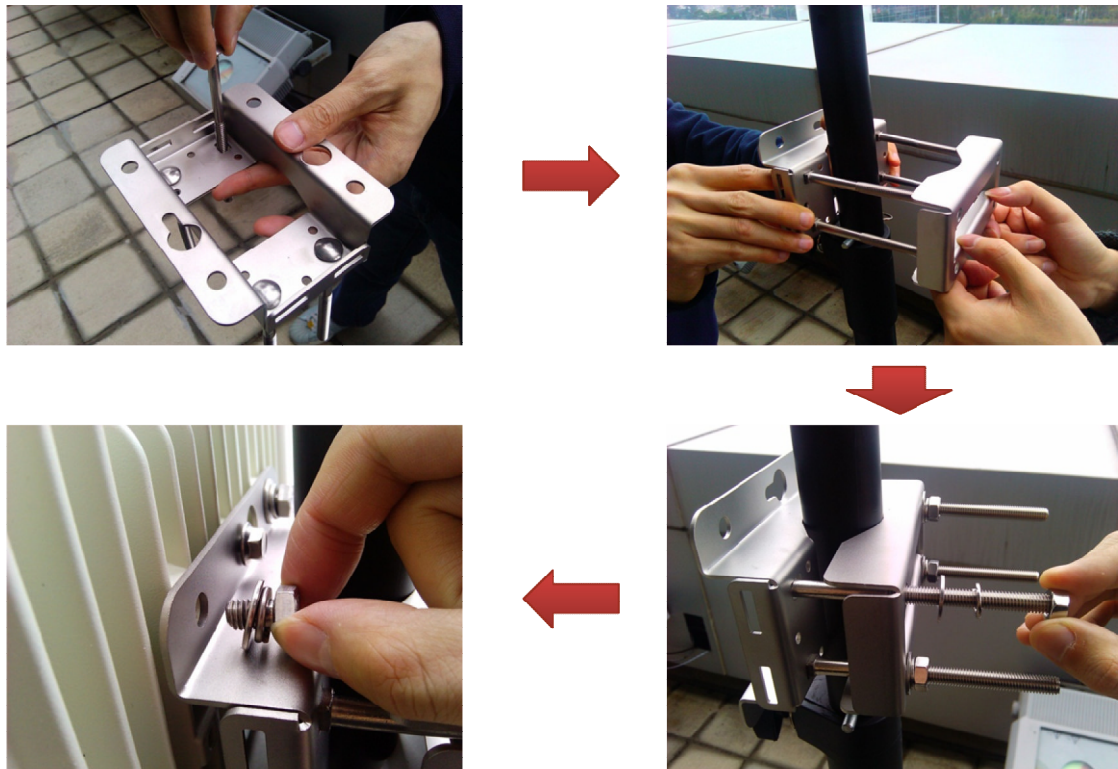


Figure 22: montage d'A8-Ein

I.5.2. Réglage de l'antenne :

Pour la mise en place de l'antenne, nous avons besoin de connaître la hauteur de notre équipement par rapport au sol (hauteur du Bâtiment + antenne), et la distance maximal du rayonnement désiré, l'angle d'inclinaison θ de notre équipement est calculé suivant l'équation (1).

$$\theta = \arctan (h / d) \dots\dots\dots(1)$$

Avec :

- θ : angle d'inclinaison vers le bas
- h: hauteur (Antenne + Bâtiment)
- d: distance maximal

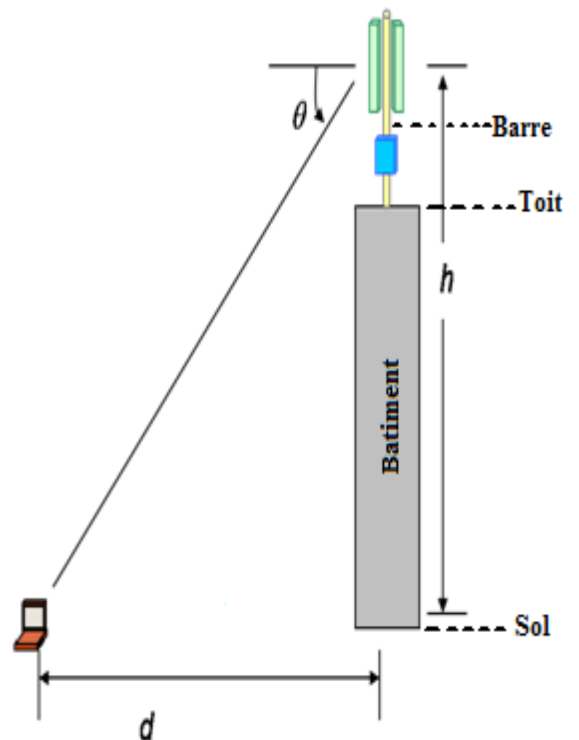


Figure 23: Calcul de l'angle

• **Exemple d'application :**

$$h = 80\text{m}$$

$$d = 500\text{m}$$

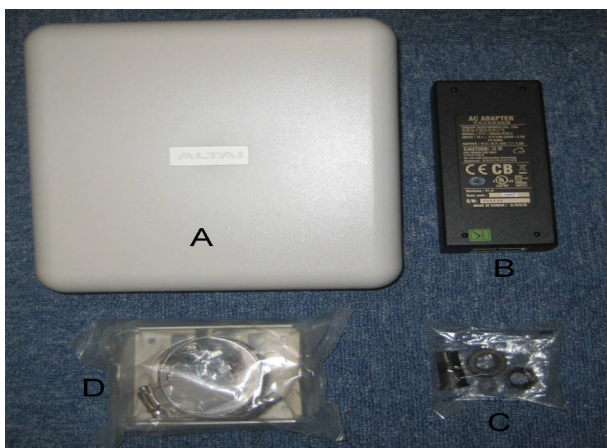
$$\theta = \arctan(h/d) = \arctan(80/500) = \arctan(0,16) = 9^\circ$$

I.6. Procédures d'installation A2

- 1- Fixer le kit de montage.
- 2- Installer l'antenne externe pour A2.
- 3- Appliquer la protection contre les intempéries sur les ports externes.
- 4- Relier le A2.
- 5- Brancher le câble Ethernet sur A2.
- 6- Brancher les câbles Ethernet Poe et sur le cordon d'alimentation.
- 7- Ajuster l'angle de tilt pour A2.
- 8- Allumer le A2.

Pour l'installation de l'A2, on a besoin de quelques dispositifs tel qu'illustrer dans la figure ci-dessous dans a et b dont :

- A. Unité principale A2.
- B. Injecteur PoE.
- C. Prise étanche.
- D. Module de montage.



a) Kit de montage



b) Installation de support

Figure 24 : Dispositifs d'installation de l'A2.

- 1- Installer le support de montage à l'arrière du point d'accès A2.
- 2- Fixer le support de montage sur le poteau en utilisant des colliers de serrage.

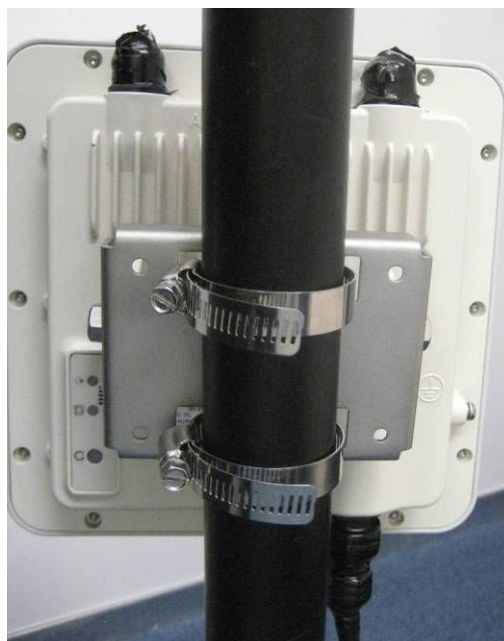


Figure 25 : fixation de support.

- 3- Lorsque le A2 est en mode AP, installer une paire d'antennes omnidirectionnelles aux ports A2 RF, et bien plomber les connexions avec du ruban d'étanchéité imperméable à l'eau.
- 4- Brancher les câbles Ethernet, recommandé de bonne étanchéité extérieure.

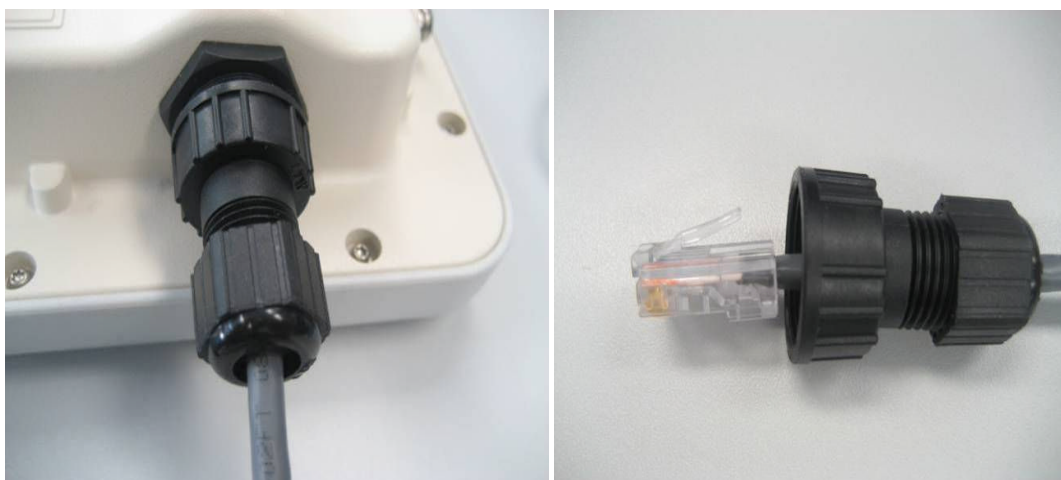


Figure 26: Branchement du câble Ethernet.

Une fois l'installation finalisée, on aura une antenne comme représenté sur la figure ci-dessous :



Figure 27 : A8-Ein installation typique.

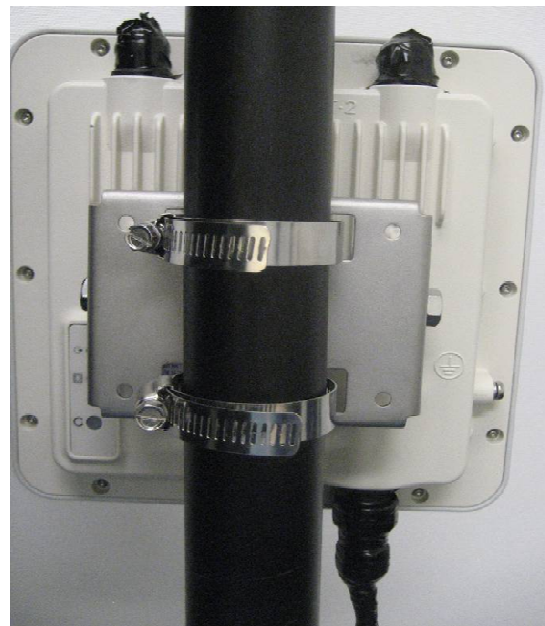


Figure 28 : installation typique A2.

II. Configuration d'équipement :

C'est la configuration de l'ensemble des paramètres fixant l'aspect d'un réseau, son mode de fonctionnement permettant de personnaliser l'usage. Ces paramètres de configuration doivent être ajustés pour adapter les logiciels et le matériel à la configuration propre du réseau du fournisseur d'accès à Internet.

II.1. Gestion de la base de données de configuration

La base de données de configuration est un élément fondamental. Car elle stocke toutes les données (notamment les données de configuration) qui sont nécessaires à la gestion de la certification des comptes et des licences. En outre, elle stocke les paires de clés primaires permettant de sécuriser la gestion des droits. La façon dont vous gérez la base de données de configuration affecte directement la sécurité et la disponibilité.

Cette section traite les points suivants :

- Sécurisation de la base de données de configuration
- Modification de la base de données de configuration
- Migration d'une base de données de configuration

II.2. Etape d'accès à la plateforme de configuration des équipements

Pour accéder à la plateforme de configuration des équipements, on doit suivre trois étapes :

1. D'abord brancher l'équipement à configurer vers un ordinateur, pour cela, on branche deux câbles RJ45 dans l'injecteur PoE, au port « data » et « PoE » simultanément vers l'ordinateur et l'équipement que l'on souhaite configurer, et on met sous tension l'injecteur PoE. Comme illustré dans la figure 29.



Figure 29 : Branchement d'équipement vers ordinateur.

- Une fois le montage de l'étape 1 est mis en place, on doit configurer notre ordinateur avec une adresse IP statique, pour cela on va dans : »panneau de configuration »réseau et internet »centre réseau et partage »connexion au réseau local »propriété »protocole (TCP/IPv4) »et on met l'adresse 192.168.1.x (192.168.1.220 par exemple). Avec le masque de sous réseau : 255.255.255.0

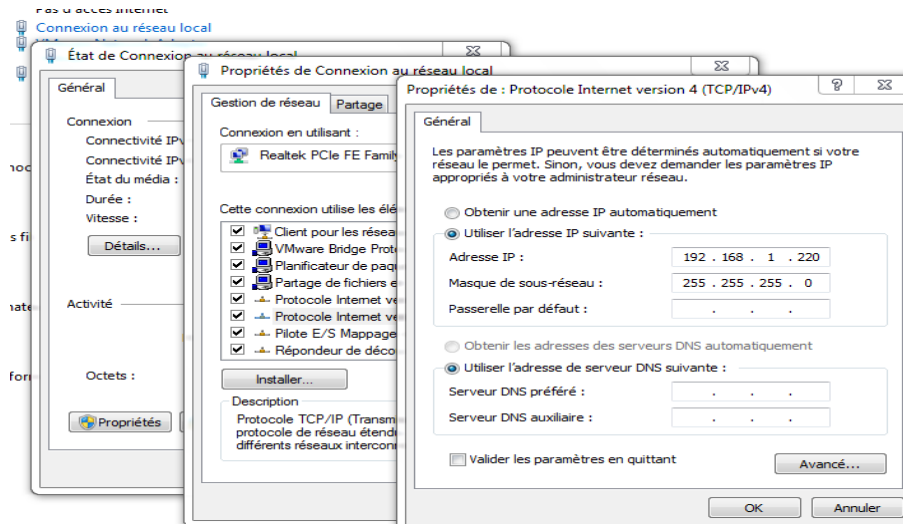


Figure 30: Configuration de la connexion au réseau local.

- La troisième étape consiste à ouvrir le navigateur internet, et d'écrire dans la barre d'adresse l'adresse par défaut de l'équipement « 192.168 .1.222 ». Le nom d'utilisateur (Username) et le mot de passe (Password) sont par default : admin

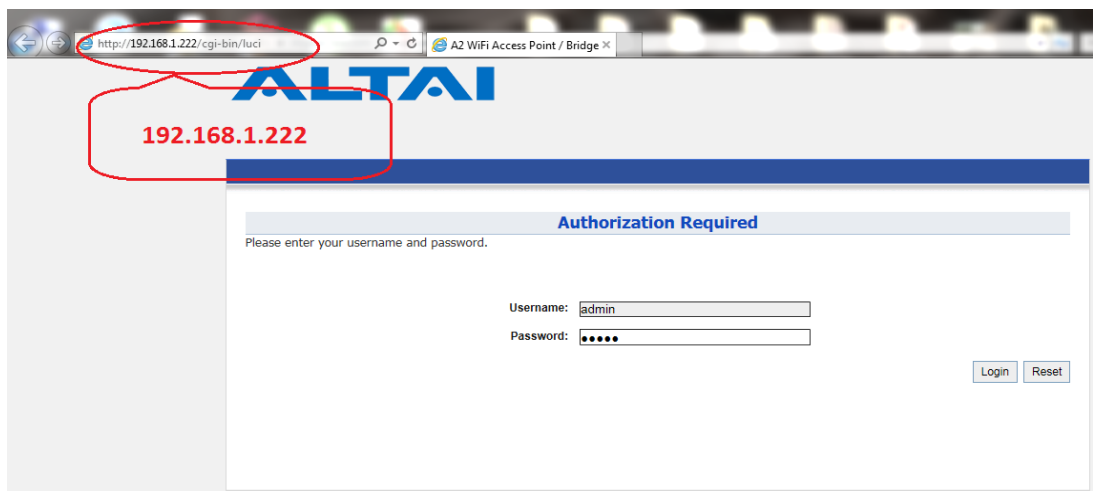


Figure 31 : Plateforme de configuration.

4. Après l'authentification, on aura l'interface suivante :



Figure 32 : Conception générale de l'AP.

Au cours de notre stage, nous avons travaillé sur les équipements Altaï A8-Ein et A2. Dans ce qui suit nous allons résumer les procédures de configuration de base pour la station et le point d'accès.

II. 3. Configuration de base d'A8-Ein

L'A8-Ein peut fonctionner dans des rôles différents dans notre réseau, à savoir le point d'accès (AP), Station (CPE / STA), et répéteur.

A. Case de configuration

- IP Address: 10.6.127.xxxx
- Subnet mask (masque): 255.255.255.0
- Default gateway (passerelle): 10.6.
- Wireless mode: 802.11n/g mode
- Fréquence radio: À déterminer par le résultat de Channel Scan
- Transmitting power: 25dBm

- WLAN 0 (Management and normal service WLAN)
- SSID: Wifi-mgd
- Suppressed SSID: Enabled. (SSID invisible)
- Maximum Clients: 10
- Wireless security: WPA-PSK + AES
- WLAN 1 (For service only WLAN)
- SSID: WICI
- Maximum Clients: 1-512
- Wireless security: WPA-PSK + AES

B. Balayage de canal (Channel Scan)

- **Début de balayage de canal :**

Pour commencer le Balayage canal « Channel Scan » suivre le chemin :
Tools > Channel Scan > Radio0 (2.4G) > Start Scan

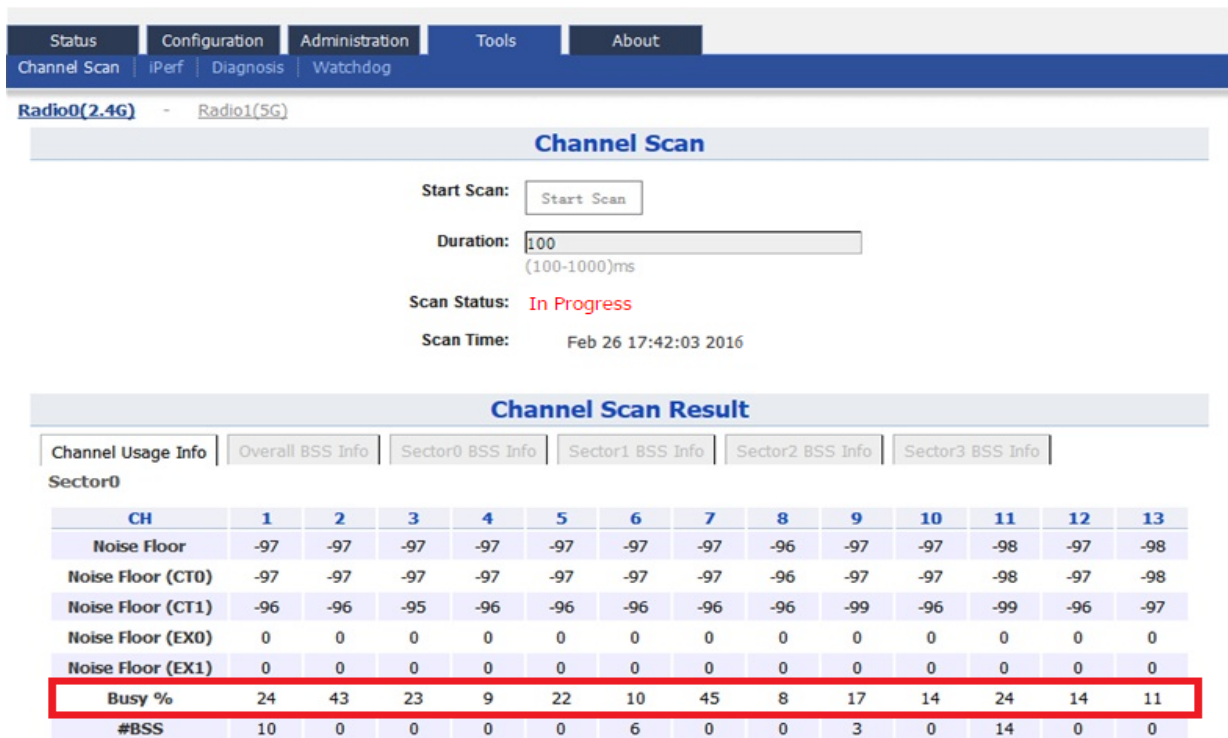


Figure 33 : balayage de canal.

Pendant la période de test balayage du canal les clients seraient interrompus.

- Fin de balayage de canal

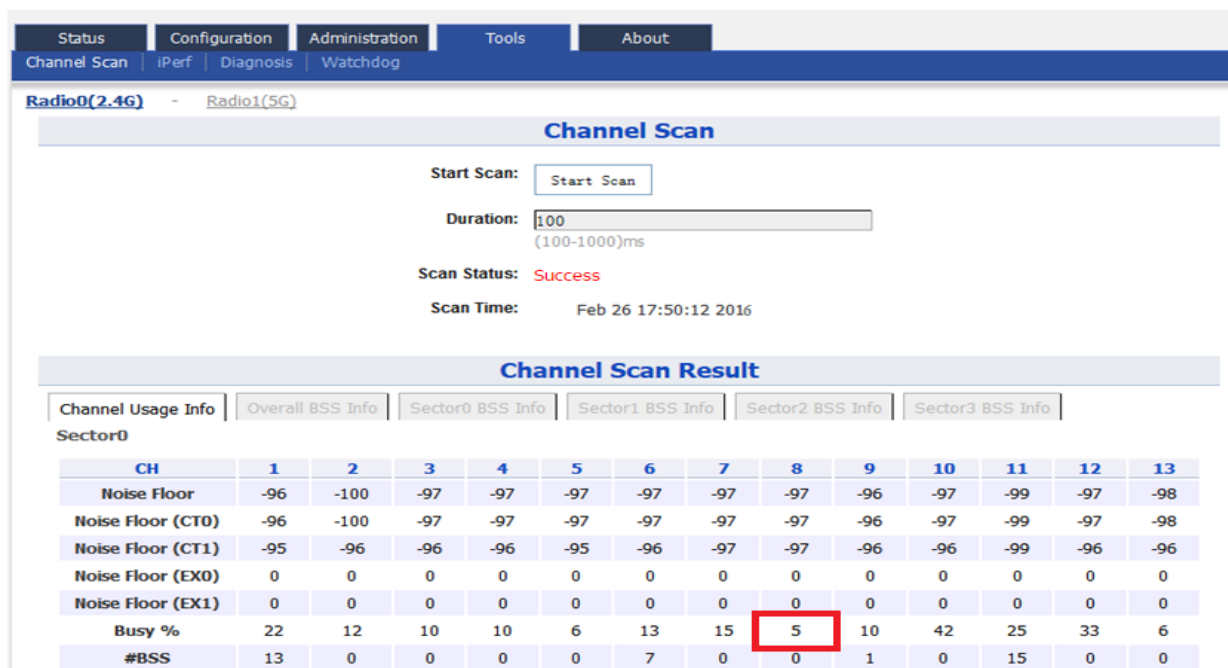


Figure 34 : résultat de balayage de canal.

Le balayage canal affiche les informations générales du canal 1 au canal 13 des différents secteurs. L'information comprend le bruit de fond, le pourcentage de canal occupé, et le nombre de BSS sur chaque canal respectivement. Le choix du canal se fait selon le critère du pourcentage d'occupation le plus bas (Canal 8 dans notre cas).

C. Configuration réseau

Dans la partie de configuration réseau on choisit les réglages à appliquer pour : IP statique, le masque de sous-réseau et la configuration de la passerelle par défaut.

Les étapes à suivre :

- 1- Aller sur **Configuration > Network > General > WAN Settings**.
- 2- Sélectionnez le type de connexion Internet (**DHCP / statique**)
- 3- Configurer l'adresse IP du périphérique (**static internet connection only**).
- 4- Cliquez sur enregistrer (**submit**).

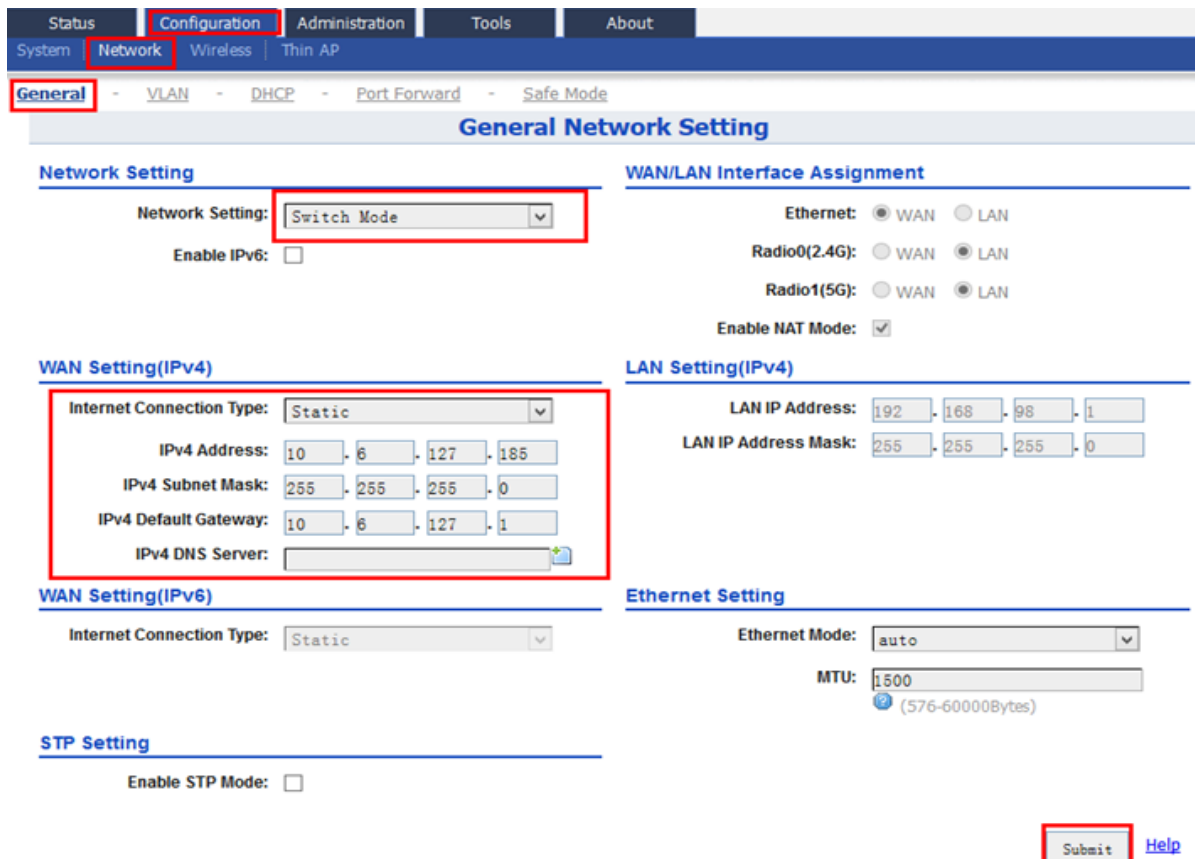


Figure 35 : Réglage WAN (IPv4).

D. Activation de serveur DHCP

- 1- Aller sur **Configuration > Network > DHCP**
- 2- Sélectionnez le mode de serveur sur **DHCP Server**

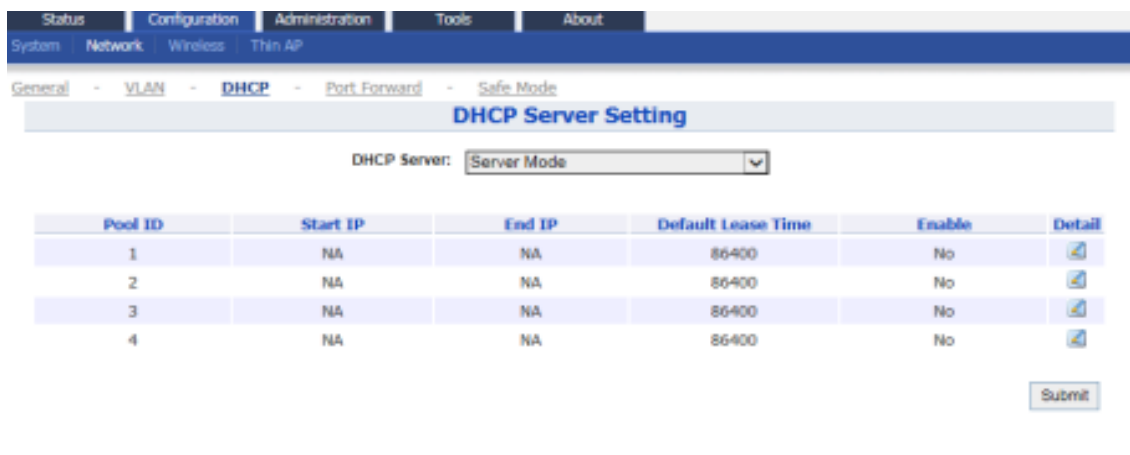


Figure 36: configuration de serveur DHCP.

- 3- Cliquer sur **submit**.

E. La partie Radio (2.4G)

Dans cette partie on doit suivre le chemin : **Configuration > Wireless > Radio0 (2.4G) > General**

- 1- Sélectionnez AP en **Radio Mode**.
- 2- Sélectionnez **Country Code**, Une option qui correspond à l'emplacement d'installation (par défaut Hong Kong, on défile la liste pour sélectionné notre ville).
- 3- Sélectionnez **Wireless Mode** approprié (**802.11 n/g HT20** est recommandé en option **2.4G radio**).
- 4- **Radio Frequency** appropriée (défini par le résultat du balayage canal « canal 8 »).
- 5- Sélectionnez **Transmit Power** appropriée (dBm).
- 6- **Maximum clients** : de 1 à 512.
- 7- Cliquez sur **Submit** pour valider les modifications apportées.

The screenshot shows the 'Radio0(2.4G) Setting' page. The 'General' tab is selected. The following settings are visible and highlighted with a red box:

- Enable Radio:
- Radio Mode: AP
- Country Code: HONG KONG
- Wireless Mode: 2.4GHz 130Mbps(802.11ng HT20)
- Radio Frequency: 2447MHz (Channel 8)
- Transmit Power: 25
- Maximum Clients: 10 (1-512)

Other tabs include Superwifi, WLAN, Advanced, and WEP. A 'Submit' button and a 'Help' link are located at the bottom right of the form area.

Figure 37 : Réglage Général de l'AP (2.4G Radio).

F. La configuration Radio0 (2.4G)

1. Pour **2.4G Radio** Allez sur: **Configuration > Wireless > Radio0 (2.4G) > WLAN**
2. Sélectionnez une case dans la liste WLAN 0-15 pour activer le WLAN
3. Fournir **SSID** unique sur chaque **WLAN** activée.
4. Cliquez sur **Submit**.

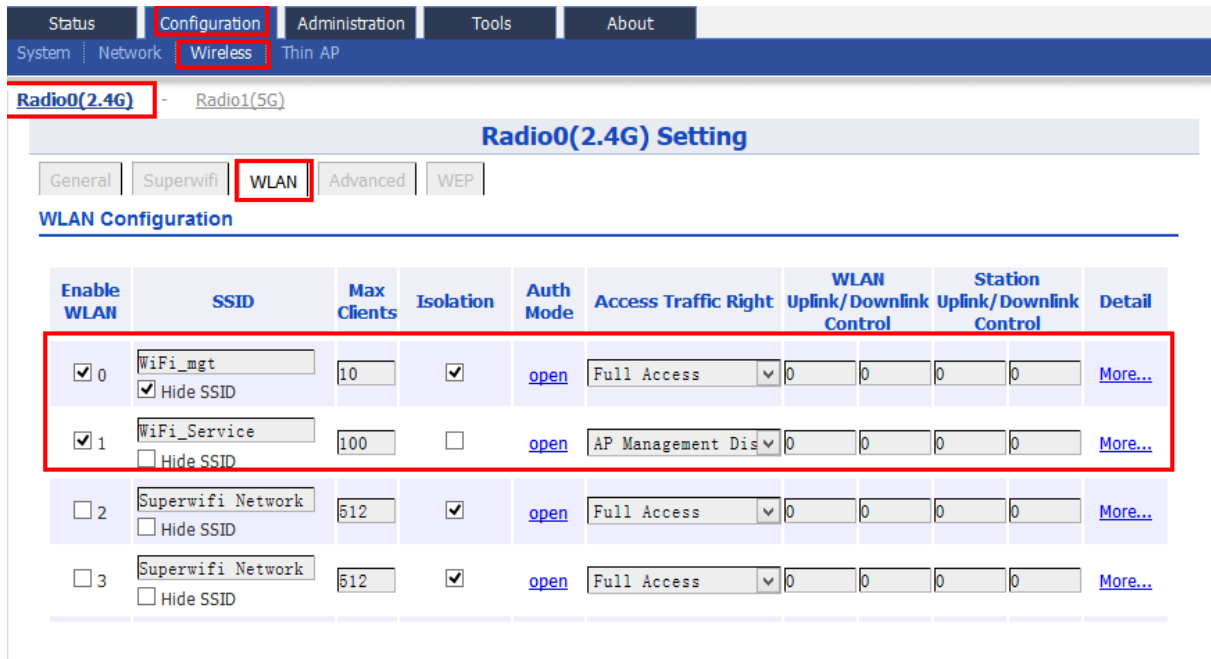


Figure 38 : Liste WLAN (2.4G Radio).

WLAN 0 : SSID en mode invisible (caché), connu par l'ingénieur, agit habituellement comme WLAN de gestion, de sorte qu'il permet un petit nombre de clients.

WLAN 1 : SSID en mode visible, agit en WLAN de service, de sorte qu'il permet un nombre maximum de clients.

G. La sécurité pour la gestion de WLAN

L'utilisation de WPA ou WPA2 renforce la sécurité sur WEP, et permet l'authentification du client basée soit sur une clé pré-partagée (PSK), pour la maison ou les petits réseaux de bureau. WPA-PSK automatique est un mode de sécurité mixte, il prend en charge plusieurs implémentations de la norme WPA, tels que WPA-PSK et WPA2-PSK.

Pour **2.4G Radio**:

1. Allez sur **Configuration > Wireless > Radio0 (2.4G) > WLAN > WLAN 0-15 > More > WLAN Security**
2. Configuration des paramètres appropriés de **WLAN Security** pour chaque **WLAN**.
3. Cliquer sur **Submit**

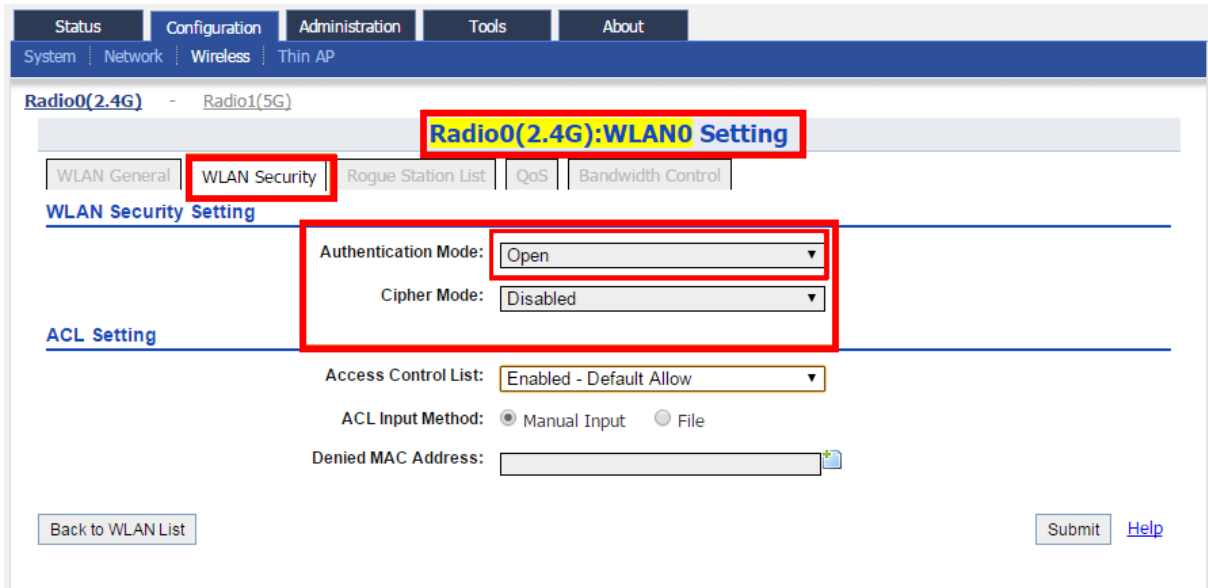


Figure 39 : Réglage de la sécurité WLAN (2.4G Radio).

Nous avons désactivé la sécurité de l'AP, afin de permettre à toute personne d'avoir une adresse IP.

H. Application des changements :

Après avoir configuré les paramètres nécessaire on applique les changements effectuer.

4. Cliquez sur **Save & Apply**, écrit en rouge sur le coin haut à droite.

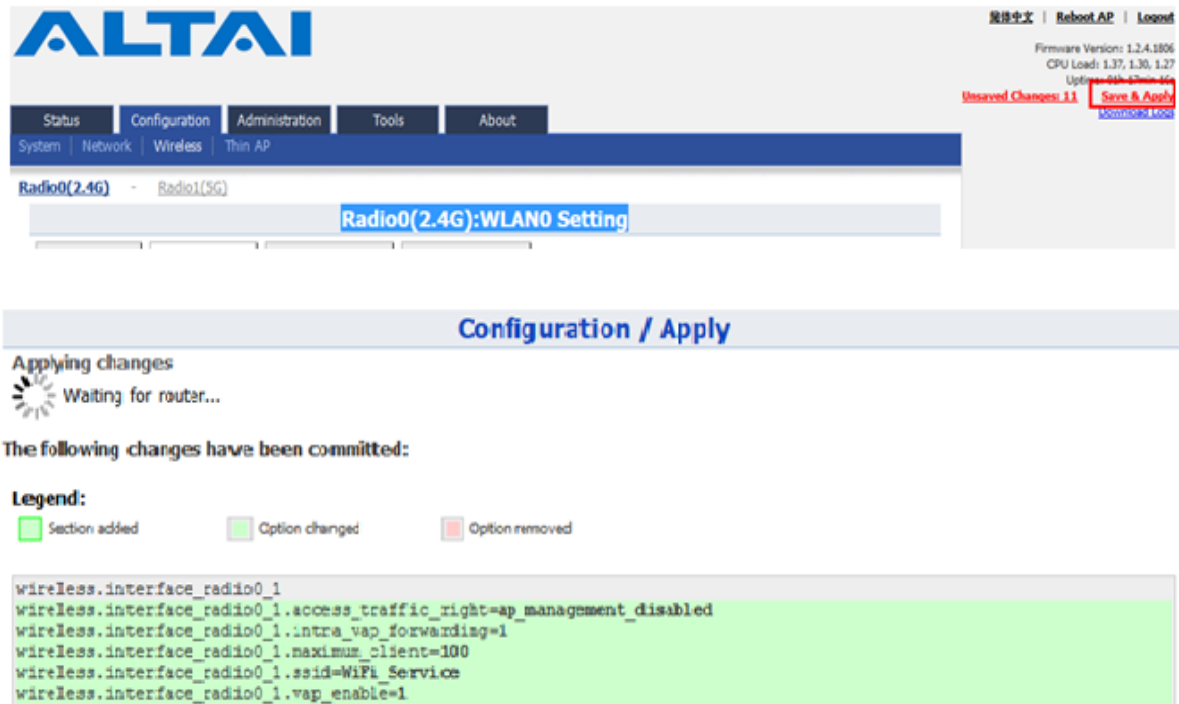


Figure 40 : Application des paramètres.

I. La configuration Radio1 (5GHz)

Afin de permettre l'extension de notre réseau pour couvrir plus de zone, on installe des équipements A2 qu'on connecte avec l'A8 via la bande radio des 5GHz.

Pour cela, nous devons définir l'adresse MAC de chaque équipement dans l'autre. Cette étape qui est la même pour les deux équipements, nous l'avons illustré dans la partie de la configuration d'A2 dans le point II.5.

II.4. La configuration avancée d'A8-Ein

Il existe deux cas de configuration avancée à savoir :

- VLAN Setting
- SNMP Setting

II.4.1. VLAN (Virtual Local Area Network)

Un réseau local virtuel (VLAN) est un réseau local (LAN) distribué sur des équipements de niveau 2 du modèle OSI (couche liaison) qui peuvent être partitionné pour créer plusieurs domaines de diffusion distincts, qui sont mutuellement isolés de façon que les paquets ne puissent passer entre eux via un ou plusieurs routeurs.

- **Les étapes à suivre :**

- 1- Aller sur **Configuration > Network > VLAN**.
- 2- Activer le **VLAN**.
- 3- Tapez un numéro d'identification qui représente un **VLAN**.
- 4- Sélectionnez un **Management VLAN**.
- 5- Cliquez sur **Submit**.

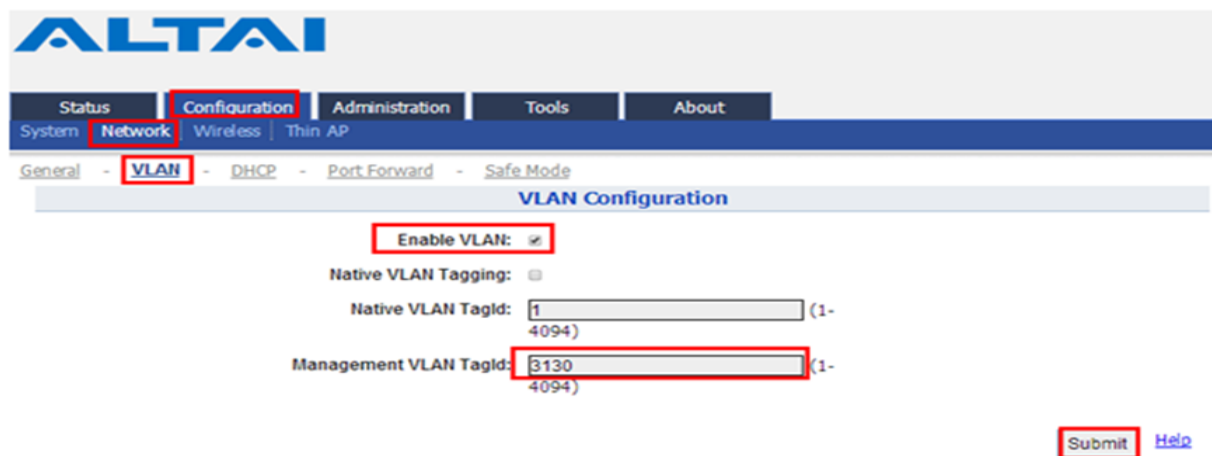


Figure 41 : les Paramètres VLAN.

II.4.2. SNMP (Simple Network Management Protocol)

Est un réseau de gestion de protocole utilisé presque dans tout les réseaux TCP / IP. SNMP fournit un moyen pour surveiller et contrôler les périphériques réseau, et pour gérer les configurations, la collecte de statistiques, les performances et la sécurité.

- **Activation de SNMP**

- 1- Aller sur **Administration > SNMP**.
- 2- Sélectionnez la case **SNMP** pour activer la fonction **SNMP**
- 3- Tapez la chaîne appropriée dans **Read Community** entre **Network Manage System (NMS)** et **A8**. Sinon, NMS ne peut pas obtenir des informations à partir d'A8.
- 4- Tapez la chaîne appropriée dans **Write Community** entre **Network Manage System (NMS)** et **A8**. Sinon, NMS ne peut pas modifier la configuration A8.
- 5- Cliquez sur **Submit**.
- 6- Cliquez sur **Save & Apply**.

Trap Host ID	Trap Host	Trap Port	Trap Community	Enable	Detail
1	NA	162	public	No	Detail
2	NA	162	public	No	Detail
3	NA	162	public	No	Detail
4	NA	162	public	No	Detail

Figure 42 : Configuration SNMP.

II.5. Configuration d'A2

II.5.1. Réglage Général 5GHz-Radio — Bridge Mode

- 1- Aller sur **Configuration > Wireless>Radio1 (5GHz)>General** puis sélectionnez "Bridge". Pour radio mode

The screenshot shows the 'Radio1(5G) Setting' page with the following configuration:

- Enable Radio:**
- Radio Mode:** Bridge
- Country Code:** HONG KONG
- Wireless Mode:** 5GHz 300Mbps (802.11n/a HT40+)
- Radio Frequency:** 5180MHz (Channel 36)
- Transmit Power:** 17
- Disable HT20/HT40 Auto Switch:**

Buttons: Submit, Help

Figure 43 : mode bridge Radio1 (5GHz).

Cette étape nous permet de définir la bande de 5GHz en mode Bridge. Ce qui nous permettra par la suite de se connecté a la station de base (A8), pour faire ensuite de l'A2 un AP.

Par défaut on a :

Country Code : HONG KONG est le réglage par défaut.

Wireless Mode : par défaut, il est **5GHz 300Mbps (802.11n/a HT40)**.

Radio Frequency : Par défaut, il est **5180 MHZ (channel 36)**.

Transmit Power : Par défaut, il est **17**.

- 2- En suite cliquer sur **Submit**.

II.5.2. Réglage Static Bridge

Aller sur **Configuration -> Wireless -> Radio1 (5GHz) -> Static Bridge**

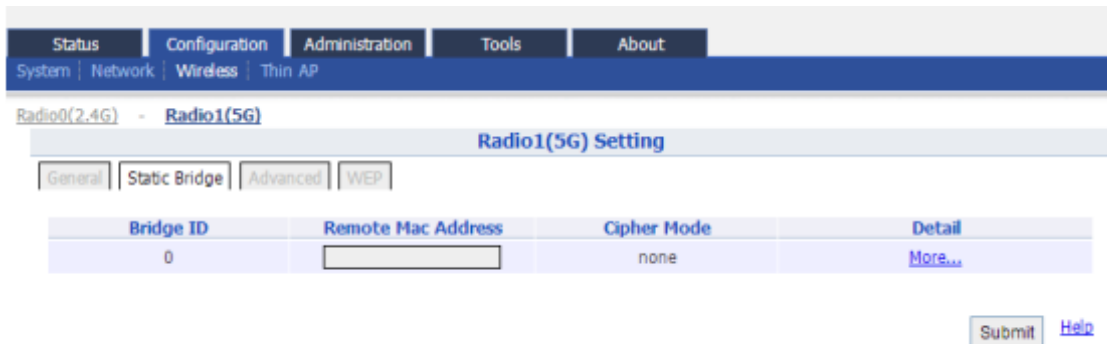


Figure 44 : réglage du pont.

Bridge ID: numéro de pont.

Remote Mac Address: Adresse Mac du l'autre appareil (adresse MAC du A8).

Cipher Mode: peut avoir trois paramètres, "WEP" "Désactivé" ou "AES Réglage par défaut est" Désactivé ".

Aller sur **Configuration -> Wireless -> Radio1 (5GHz) ->** et cliquez sur **"More..." -> Bridge General** pour avoir la figure 45, afin d'introduire l'adresse MAC de l'A8. Puis on click sur valider (submit).

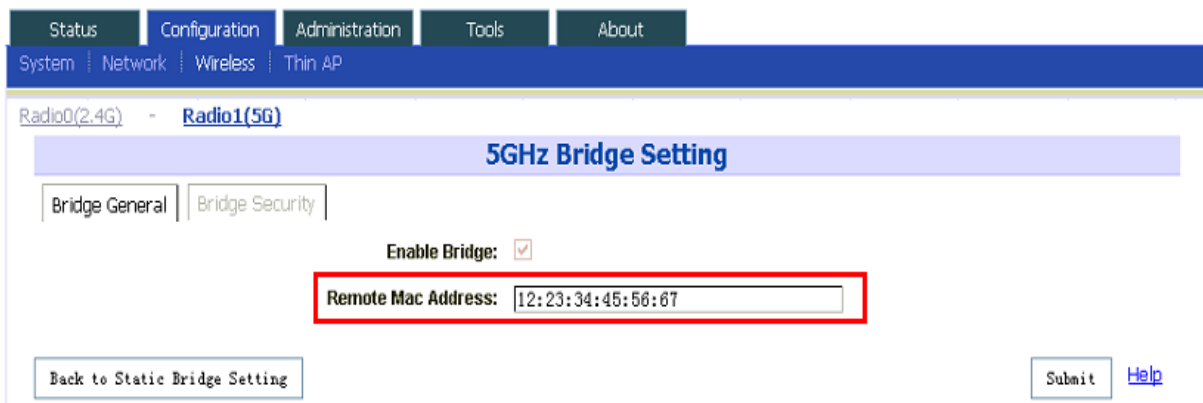


Figure 45 : l'adresse MAC de l'équipement Éloigné.

II.5.3. Réglage de sécurité du pont

La sécurité du pont A2n (5GHz) peut avoir trois paramètres : 'Désactivé', WEP, mode de chiffrement AES.

Dans le cas de sécurité du pont ouvert 'disabled' aller dans :

Configuration > wireless > radio (5GHz) > bridge security puis sur le cipher mode 'Disabled'.

➤ 1^{er} Cas

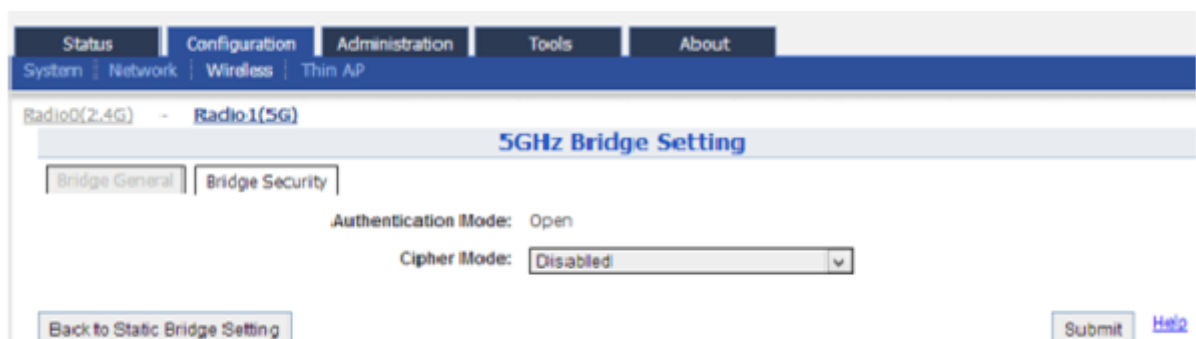


Figure 46 : Cas de sécurité du pont ouverte ou Pas de sécurité.

➤ 2^{eme} cas

Pour le mode WEP on choisit sur la case 'cipher mode' le mode WEP

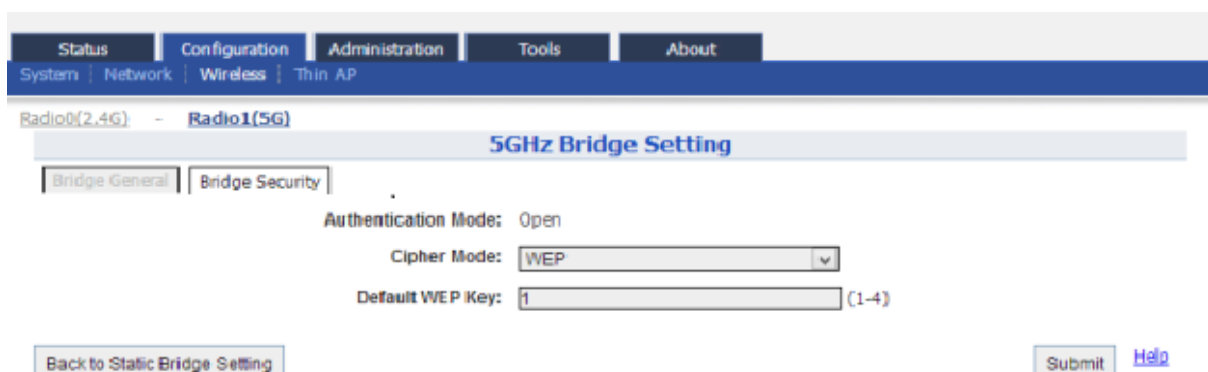


Figure 47 : Cas de sécurité du pont ouvert avec WEP.

➤ 3^{ème} cas

Dans le cas de sécurité de pont avec 'AES' on valide le mode 'AES'

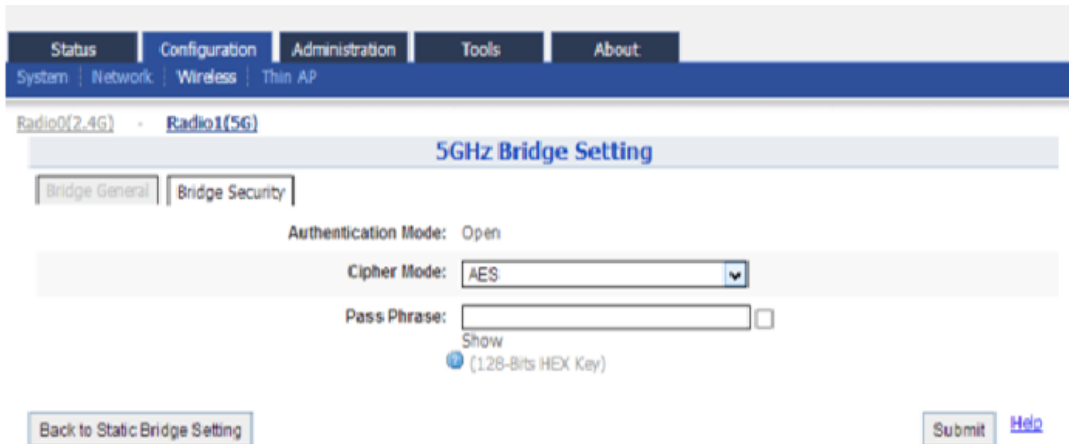


Figure 48 : Cas de sécurité du pont ouverte avec AES.

4. Test de connexion

- Pour profiter pleinement du service WICI, le client doit s'identifier une première fois dans une agence commerciale d'Algérie Télécom, pour recevoir ses identifiants. Dans les endroits couverts par le « WICI ».
- le client détecte le signal à l'aide de son terminal.

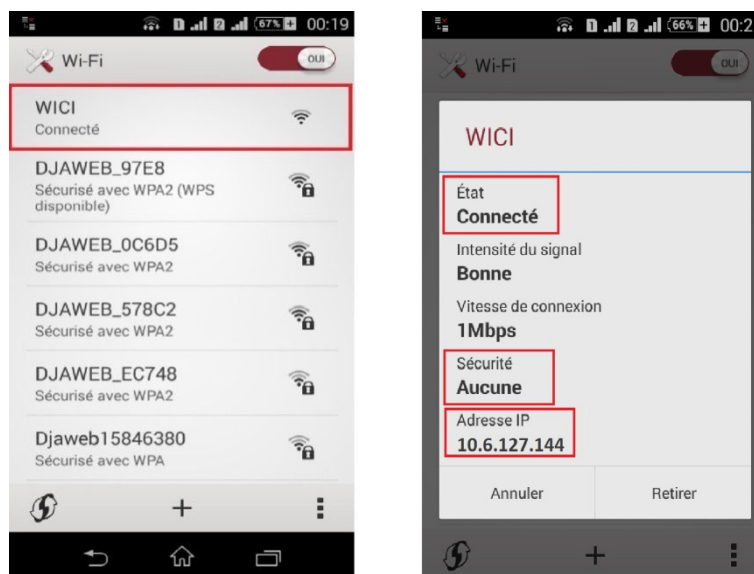


Figure 49 : Connexion vers le réseau WICI

- En ouvrant une page web, il est automatiquement redirigé vers le site d'authentification WICI, où il introduit ses identifiants et valide son compte WICI.



Figure 50 : Page d'authentification

- Après validation, le client pourra recharger son compte à l'aide d'une carte de recharge disponibles aux agences commerciales Actel de Algérie télécom.



Figure 51 : Cartes de recharge

5. Conclusion

Au cours de notre travail, nous avons étudié le réseau Wifi outdoor installé au niveau de l'ENIEM. Ce chapitre résume les procédures d'installation et de configuration de base pour les équipements ALTAI : A8-Ein et A2. Ces équipements peuvent fonctionner dans des rôles différents dans le réseau selon le besoin, y compris pour assurer un point d'accès (AP) pour les utilisateurs, et répéteur pour couvrir les zones souhaité afin d'offrir une connexion fiable pour les appareils sans fil.

Conclusion générale

[Conclusion générale]

Dans ce mémoire, nous avons cité les différentes étapes nécessaires à la mise en place et à la configuration d'un réseau sans fil Wifi-Outdoor, appelé aussi par son nom commercial : le WICI.

Ce travail est basé particulièrement sur l'étude de la technologie WIFI en présentant ses différentes architectures ainsi les problématiques du dimensionnement. Par la suite, nous avons présenté le réseau WICI et les équipements nécessaires à son installation ; et enfin les étapes de la mise en place de ce dernier, ainsi que les différentes configurations qui définissent son mode de fonctionnement.

Nous avons étudié les techniques utilisées pour la mise en place d'un réseau wifi outdoor, a fin de garantir une connexion a très haut débit et de satisfaire certains besoins humain.

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

Ensuite, nous avons étudié les différents équipements mis en œuvre et leurs avantages dans divers domaines d'applications.

En fin, nous avons expliqué les étapes à suivre, ce qu'il faut faire et ce qu'il faut éviter pour avoir un bon rendement du réseau. Nous avons parler aussi de la configuration aux niveaux de ces équipements.

Le stage pratique que nous avons effectué au sein de l'entreprise d'Algérie Télécom de Tizi Ouzou nous a aidés à concrétiser les notions théoriques que nous avons acquises durant notre cursus. Cette étude nous a permis de découvrir le monde des réseaux en général, les réseaux sans fils en particulier, les équipements nécessaires à leurs installations mais aussi les étapes de configuration à suivre pour la mise en place d'un réseau wifi et plus spécifiquement le réseau Wifi-Outdoor.

Nous espérons que nous avons été au bout de la tâche qui nous a été confié, et que nous avons réussi à présenter un document capable d'offrir aux nouvelles générations du domaine, les informations nécessaires sur l'implémentation et la configuration d'un réseau sans fil Outdoor ; et que ce travail puisse servir de support pour les prochaines promotions.

Bibliographie

- [1] N.Boughias, K.Baouali, L.Boudia, Implémentation d'un réseau wifi sécurisé à base d'un contrôleur C 1000 d'Algérie Telecom de la résidence universitaire I.L.E de Tizi Ouzou, Mémoire d'ingénieur en électronique, UMMTO, 2012.
- [2] Rim SAADI, Mise à niveau de la méthodologie de dimensionnement de liens de transmissions Radio de bout en bout sur un réseau IP, Projet de fin d'études, université de Tunis Année universitaire : 2005/2006.
- [3] J. Dordoigne, Réseaux informatique, Notions fondamentales 4^{ème} édition, édition ENI, 2011.
- [4] I. DIOUM, Conception de systèmes multi-antennaires pour techniques de diversité et MIMO - Application aux petits objets nomades communicants, THESE EN COTUTELLE pour obtenir le titre de Docteur en Sciences, UNIVERSITE DE NICE-SOPHIA ANTIPOLIS 12 Décembre 2013.
- [5] BELABDELLI Abdelheq, OUKAZ Mokhtar, Dimensionnement D'un Réseau Sans Fil Wifi MEMOIRE Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Télécommunications, UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID TLEMCEN 2011/2012.
- [6] K. Mohamed, « Etude, planification et dimensionnement d'un réseau d'accès WIFI » mémoire de fin d'études, Institut de Tunis, 2004/2005.
- [7] BA. MAGATTE , L.BENSAADA , "Etude des performances de la norme IEEE 802.11 pour l'implémentation d'un réseau WiFi à l'ITO", Mémoire de Fin d'études, INSTITUT DES TELECOMMUNICATIONS D'ORAN ; 2004-2005 .

[8] N. Imai, H kawamura, K inagaki and Y. karasawa, “wide band millimeter wave (optical-network applications) in japan”, IEEE trans on microwaves theory and technique, vol.45, December 1997.

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

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

[11] G. J. Foschini and M. J. Gans, “On limits of wireless communications in a fading envi-ronment when using multiple antennas,” Wireless Personal Communications, vol. 6, no. 3, pp. 311–335, 1998.

[12] C. TOUNOU, Contribution à l’étude de systèmes à diversité d’antennes sur terminaux compacts. Mesures de performances en environnement réel. PhD thesis, Université de Limoges, Octobre 2008.

[13] F. Kaltenberger and S. Yang, “MIMO-algorithms for wireless LAN.” Wireless Congress, Novembre 2005.

[14] B.Sihem, F.Nouara, sécuriser un réseau wifi en implémentation le protocole d’authentification 802.1x sur le serveur RADIUS, Diplôme de master en Electronique, UMMTO, 2012/2013.

[15] S.Borderes, Authentification réseaux avec RADIUS (802.1x, EAP Free RADIUS), Mémoire de fin d’étude, édition Novembre 2006.

Les sites :

[16] <https://support.apple.com/en-us/HT201542>

[17] http://www.altatechnologies.com/?page_id=236

[18] <http://grouper.ieee.org/groups/802/11/>