

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
Département d'Electronique



Mémoire de Master en Electronique

Le standard WIFI 802.11

Encadré par :

Dr. Rabah SADOON

Présenté par :

Ilyès BENMANSOUR

Composition du jury :

Président

M. Mourad ADNANE

Dr. ENP

Examineur

M. Mohamed TAGHI

Dr. ENP

Juin 2017

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ECOLE NATIONALE POLYTECHNIQUE
Département d'Electronique



Mémoire de Master en Electronique

Le standard WIFI 802.11

Encadré par :

Dr. Rabah SADOON

Présenté par :

Ilyès BENMANSOUR

Composition du jury :

Président

M. Mourad ADNANE

Dr. ENP

Examineur

M. Mohamed TAGHI

Dr. ENP

Juin 2017

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à mon encadreur le Dr Rabah SADOUN pour tout le temps qu'il m'a consacré, ses directives précieuses, et pour la qualité de son suivi tout au long du projet.

Je tiens aussi à remercier vivement mon binôme Merouane MOKHFI pour son implication, sons sérieux et son travail.

Je voudrais remercier également le président du Jury M. Mourad ADNANE et mon examinateur M.Mohamed TAGHI pour l'honneur qu'ils me font de juger mon travail.

Mes profonds remerciements vont à ma mère et mon grand-père pour le soutien morale et financier qu'ils m'ont apporté durant ces trois années d'études, ainsi que mon père "Allah yarahmou" pour ces précieux conseils qui m'ont guidé durant mon parcours.

Mes plus vifs remerciements s'adressent aussi à tous mes amis d'Oran: Reda Madjdoub, Rafik Benkhadija et Mohammed Benaïssa, mais aussi d'Alger Sofiane Chetoui et Rahim Boutorh pour les fous rires et les moments d'euphorie que nous avons passé ensemble.

Mes remerciements vont enfin à toute personne qui a contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

Ilyès BENMANSOUR

ملخص:

مواصفات IEEE 802.11 هي معيار دولي يصف خصائص الشبكة المحلية اللاسلكية (WLAN). اسم Wi-Fi (اختصار لـ "Wireless Fidelity"، وأحيانا تقصر بشكل غير صحيح إلى Wi-Fi) يتوافق مع اسم الشهادة التي قدمها التحالف Wi-Fi، المجموعة التي تضمن التوافق بين الأجهزة التي تستخدم معيار 802.11.

من أجل التعامل بشكل أفضل مع هذه التكنولوجيا اللاسلكية، يتوجب علينا إتقان المفاهيم المتعلقة بـ 802.11 ومعرفة جميع العوامل التي تلعب دورا على تنفيذ WLAN من خلال اتباع الخطوات العملية التي تضمن أمثل تحسين.

الدالة الكلمات: WLAN، WiFi، 2.4 GHz، 5 GHz، 802.11.

ABSTRACT :

IEEE 802.11 specification is an international standard describing the characteristics of a wireless local area network (WLAN). The name Wi-Fi (short for "Wireless Fidelity", sometimes incorrectly shortened to WiFi) corresponds to the name of the certification given by the Wi-Fi Alliance, the group which ensures compatibility between hardware devices that use the 802.11 standard.

In order to better handle this Wireless technology, we have to master the concepts related to the 802.11 and know the all factors that play a role on the implementaion of a WLAN by folowing practical steps that ensure a better optimization.

Key Words: WLAN, Wifi, 802.11, 2.4 GHz, 5 GHz

Résumé:

Le standard IEEE 802.11 est une norme internationale décrivant les caractéristiques d'un réseau local sans fil (WLAN). Le nom Wi-Fi (abréviation de "Wireless Fidelity", parfois incorrectement raccourci par WiFi) correspond au nom de la certification donnée par Wi-Fi Alliance, le groupe qui assure la compatibilité entre le matériel utilisant la norme 802.11.

Afin de mieux manipuler cette technologie sans fil, on doit maîtriser les concepts liés au 802.11 et connaître tous les facteurs qui jouent un rôle dans la mise en œuvre d'un réseau sans fil WLAN, en suivant des étapes pratiques qui garantissent une meilleure optimisation.

Mot clés: WLAN, Wifi, 802.11, 2.4 GHz, 5 GHz

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS

TABLE DES MATIERES

TABLE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

ABREVIATIONS

INTRODUCTION GENERALE	8
1. Les standards 802.11 WLAN	9
1.1. La couche MAC du 802.11	10
1.1.1. Accès sans fil aux médias.....	10
1.1.2. Découvrir et rejoindre un réseau	11
1.2. La couche Physique de 802.11 (PHY).....	11
1.4. Amelioration du standard 802.11	12
2. Les normes.....	14
2.1. Les bandes de fréquences	14
2.1.1. La bande 2.4 GHz.....	14
2.1.2. La bande 5 GHz:.....	15
2.2. Différence entre 2.4 et 5 GHz:.....	16
2.2.1. Vitesse du réseau	16
2.2.2. Interférence.....	16
2.2.3. Portée.....	16
2.2.4. Application	17
2.3. Les différentes normes 802.11x.....	17
3. Implementation LAN.....	18
3.1. Evaluation des besoins	18
3.2. Planification et conception du réseau LAN.....	22
3.3. Installation et configuration.....	25
3.3. Maintenance du WLAN.....	29
CONCLUSION GENERALE	31
BIBLIOGRAPHIE	32

TABLE DES FIGURES

Figure 1: Architecture logique de 802.11

Figure 2: Schéma expliquant le mode Ad-hoc et le mode infrastructure

Figure 3: Bandes de fréquences non chevauchées de la 2.4 GHz

Figure 4: Les canaux de la bande 5 GHz

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Les 4 normes 802.11 initiales

Tableau 2: Bandes de fréquence de la 2.4GHz

Tableau 3: Tableau récapitulatif des différences entre la 2.4 GHz et la 5GHz

Tableau 4: Différence entre les différentes normes 802.11x

Tableau 5: Besoins des utilisateurs

Tableau 6: Besoins techniques

Tableau 7: Comparaison de la capacité efficace pour les réseaux 802.11a, b et g

Tableau 8: L'impact de quelques facteurs sur la portée

Tableau 9: Sondage sur le bruit et les interférences

Tableau 10: Les facteurs influant sur l'architecture physique des réseaux sans fil

Tableau 11: Aspects des tests pilotes WLAN

Tableau 12: Etapes d'installation du WLAN

Tableau 13: Paramètres à configurer dans un point d'accès

Tableau 14: Paramètres à configurer dans une station

Tableau 15: Outils de configuration et de gestion automatisés

ABBREVIATIONS

AC:	Access category
ACK:	Acknowledgment
AP:	Access point
BSS:	Basic Service Set
CSMA/CA:	Carrier Sense Multiple Access/collision Avoidance
CTS:	Clear To Send
DCF:	Distributed Coordination Function
DFS:	Dynamic Frequency Selection
DIFS:	Distributed Inter Frame Space
EDCF:	Enhanced Distributed Coordination Function
ESS:	Extended Service Set
HCF:	Hybrid Coordination Function
LLC:	Logical Link Control
MAC:	Media Access Control
MIMO:	Multiple Inputs Multiple Outputs
OFDM:	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
PCF:	Point Coordination Function
PHY:	Physical Layer
QoS:	Quality of Service
RF:	Radio Frequency
RTS:	Request To Send
TC:	Traffic Class
TPC:	Transmit Power Control
WLAN:	Wireless Local Area Network

INTRODUCTION GENERALE

Le standard Wifi représente aujourd'hui la technologie sans fils la plus utilisée pour la connectivité entre les objets et l'accès Internet. Ce document a pour but l'étude de la norme 802.11 qui définit les tout les aspects de la technologie Wifi en s'intéressant aux différentes couches 802.11 mais aussi les services qu'elles proposent avec toutes les améliorations qu'elles ont connues.

Ce document traitera aussi des deux bandes de fréquence utilisées dans le Wifi en spécifiant leurs relation avec les différents normes 802.11x et la différence entre eux par rapport aux facteurs environnementaux avec les avantages et les inconvénients de chacune d'elles.

Une étude aussi de l'implémentaion d'un réseau WLAN sera présentée en vue d'avoir une idée solide sur les différents paramètres à prendre en compte lors de l'installation d'un réseua Wifi en local, en détaillant toutes les étapes par lesquelles il faut passer pour assurer une bonne couverture, un bon débit et éviter le problème d'interférence.

1. Les standards 802.11 WLAN

La norme 802.11 décrit les bas niveaux du modèle OSI pour une connectivité sans fil qui utilise des ondes électromagnétiques, à savoir:

- La couche physique (parfois raccourcie à la couche "PHY"), qui offre trois types d'encodage d'informations.
- La couche de liaison de données, composée de deux sous-couches: Logical Link Control (ou LLC) et Media Access Control (ou MAC).

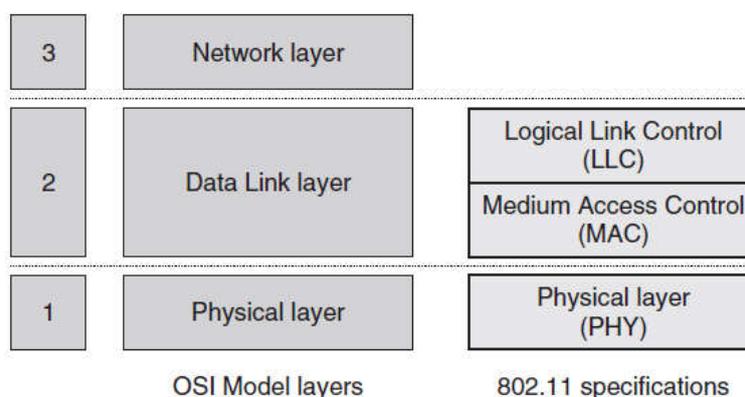


Figure 1: Architecture logique de 802.11

Les réseaux 802.11 se composent de trois composants de base (services): les stations (pour l'envoi et la réception), les points d'accès et un système de distribution (pour étendre les services à d'autres réseaux). On appelle station tout périphérique qui implémente les protocoles 802.11 MAC et PHY.

Un point d'accès est une station qui fournit une interface adressable entre un ensemble de stations, connu sous le nom de service de base (BSS), et le système de distribution.

Un système de distribution est un composant de réseau, communément appelé Ethernet câblé, qui connecte les points d'accès et leurs BSS associés pour former un ensemble de services étendus (ESS).

Un BSS (service de base) : c'est les stations avec le même canal RF, le même ensemble de débits de données, toutes synchronisées à un temporisateur commun.

La norme définit deux modes de fonctionnement pour un BSS; Mode ad-hoc où les stations communiquent directement entre elles et Mode infrastructure où les stations communiquent par le biais de points d'accès. L'avantage de cette dernière est que l'AP joue le rôle de mémoire tampon si le destinataire est occupé ou a l'arrêt.

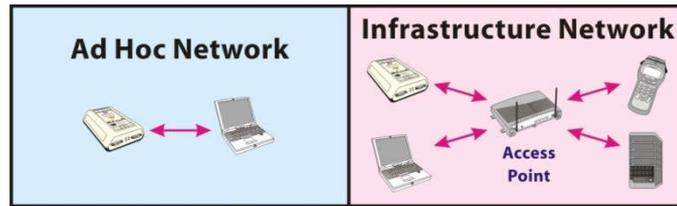


Figure 2: Schéma expliquant le mode Ad-hoc et le mode infrastructure

1.1. La couche MAC du 802.11

La couche MAC est implémentée dans chaque station 802.11 et permet à celle-ci d'établir un réseau ou de rejoindre un réseau préexistant et de transmettre des données par Logical Link Control (LLC). Ces fonctions sont exécutées à l'aide de deux catégories de services, les services de station et les services de distribution du système.

Le rôle de cette couche est de manager et contrôler les trames de données, en d'autres mots, elle définit les méthodes d'accès et les règles de communication entre les différentes stations.

Les opérations des services de station: Authentification, Dés-authentification, Privacy (Codage avant transmission), Livraison de l'unité de données de service MAC (contrôle du flux de trames entre stations).

Les opérations des services de distribution du système: Association, Dissociation, Réassociation, Distribution, Intégration.

1.1.1. Accès sans fil aux médias

Le partage de l'accès aux médias entre plusieurs stations d'émission dans un réseau sans fil est plus complexe à réaliser que dans un réseau câblé. Ceci est dû au fait qu'une station de réseau sans fil n'est pas capable de détecter une collision entre son émission et la transmission d'une autre station, étant donné qu'un émetteur-récepteur radio est incapable à la fois de transmettre et d'écouter d'autres stations émettant en même temps.

La norme 802.11 définit un certain nombre de fonctions de coordination de couche MAC pour coordonner l'accès aux médias entre plusieurs stations. Parmi ces fonctions, on cite:

1- Distributed coordination function (DCF): utilise la méthode carrier sense multiple access/collision avoidance (CSMA/CA), attendre jusqu'à ce que le médium soit libre de tous les autres stations, puis elle se connecte.

La station voulant émettre écoute le réseau. Si le réseau est encombré, la transmission est différée. Dans le cas contraire, si le médium est libre pendant un temps donné (appelé DIFS pour Distributed Inter Frame Space), alors la station peut émettre. La

station transmet un message appelé Request To Send (noté RTS signifiant Demande pour émettre) contenant des informations sur le volume des données qu'elle souhaite émettre et sa vitesse de transmission. Le récepteur (généralement un point d'accès) répond un Clear To Send (CTS, signifiant Le champ est libre pour émettre), puis la station commence l'émission des données.

A la réception de toutes les données émises par la station, le récepteur envoie un accusé de réception (ACK). Toutes les stations avoisinantes patientent alors pendant un temps qu'elle considère être celui nécessaire à la transmission du volume d'information à émettre à la vitesse annoncée.

2- Point coordination function (PCF): Les stations peuvent se voir attribuer des périodes précises pendant lesquelles elles auront un accès prioritaire au support.

1.1.2. Découvrir et rejoindre un réseau

La première étape pour une station nouvellement installée est de déterminer quelles autres stations sont à portées et disponibles pour l'association. Cela peut être réalisé par balayage passif ou actif.

1- Balayage Passif: écoute chaque canal pendant une période prédéterminée et détecte les trames de balises transmises par d'autres stations.

2- Balayage Active: Après le premier scan, la station 1 envoie une Probe frame contenant un SSID et attend la réponse de la part de la station 2 . (association et authentification).

1.2. La couche Physique de 802.11 (PHY)

Le rôle de cette couche est de définir la modulation des ondes radio-électriques et les caractéristiques de la signalisation pour la transmission de données.

Parmi les standards, on cite:

Standard	Bande de fréquence	Débit	Portée
WiFi a (802.11a)	5 GHz	54 Mbit/s	10 m
WiFi B (802.11b)	2.4 GHz	11 Mbit/s	140 m
WiFi G (802.11g)	2.4 GHz	54 Mbit/s	140 m
WiFi N (802.11n)	2.4 GHz / 5 GHz	450 Mbit/s	250 m

Tableau 1: Les 4 normes 802.11 initiales

Chaque Standard définit : la fréquence utilisée, la bande passante, le nombre de canaux réservés pour l'indoor et l'outdoor, la puissance maximale de transmission, la modulation utilisée (Code length, Code type, Data bits per symbol, Symbol rate), coding rate ...

Les paramètres précédentes définissent: le débit et la portée du Wifi.

Quelques remarque:

- Le coding rate: e.g un taux de codage de 3/4 tous les 8 bits transmis comprend 6 bits de données et 2 bits de correction d'erreur.
- Deux standards travaillants dans la même bande de fréquence peuvent communiquer ensemble s'il ya un mécanisme pour assurer la compatibilité entre eux (mixed mode operation). e.g: 802.11g et 802.11b.
- Le débit effective est le débit des données a envoyer de l'utilisateur quand les headers des autres couches de l'OSI sont ignorées.

1.4. Amelioration du standard 802.11

1.4.1.Dans 802.11e:

On peut améliorer les performances et les QoS (Qualité de Services) des 802.11 standards en agissant sur: les mécanismes DCF et PCF définissant les classes de trafic (TC) ou les catégories d'accès (AC).

1- Enhanced DCF (EDCF): ajoute des temps arbitraires à chaque station afin de définir l'ordre de priorité, simple a configurer.

2- Fonction de coordination hybride (HCF): utiliser plusieurs facteurs pour déterminer quelle station à droit de transmettre, parmi ces facteurs, on cite:

- La priorité du TC
- Les exigences de QoS du TC (e.g: bande passante)
- Longueurs de file d'attente par TC et par station
- La durée du TXOP disponible pour être allouée
- La QoS précédente donnée au TC et à la station

Dans la 802.11h

- Gestion du spectre à 5 GHz
- Contrôle de la puissance d'émission (TPC)
- Sélection dynamique de fréquence (DFS)

Performance réseau et itinérance

1- Dans la 802.11k: Amélioration de la mesure des ressources radio: fournit des informations pour découvrir la meilleure transition disponible entre points d'accès. Ces informations sont les suivantes: rapports des balises de données, rapports des canaux, rapports des stations cachées, statistiques des stations clients, rapports géographiques du site.

2- Dans la 802.11r: Transitions rapides du BSS : La vitesse et la sécurité des transitions entre les points d'accès seront encore renforcées par le standard 802.11r qui vise à améliorer le support WLAN pour la téléphonie mobile via VoWLAN. La 802.11r donnera aux points d'accès et aux stations la possibilité de faire des transitions BSS vers BSS rapides.

MIMO et débits de données à 600 Mbps (802.11n)

Multi-entrées multi-sorties (MIMO) radio et OFDM avec largeur de bande de canal étendue pour améliorer le débit, de plus, réduire les entêtes pour augmenter le débit effective.

Mesh Networking (802.11s)

Définit comment les périphériques sans fil peuvent s'interconnecter pour créer un réseau maillé WLAN utilisant des protocoles de routage incluant certaines fonctions:

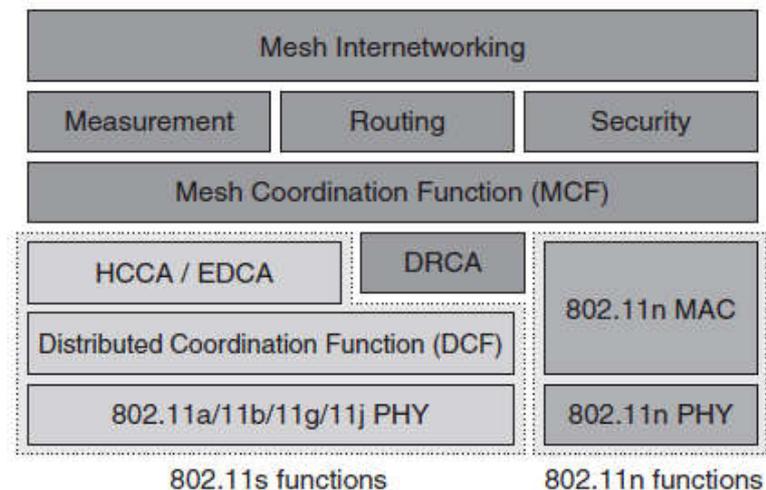


Figure 2: Architecture Logique du Wi-Mesh

2. Les normes

La norme IEEE 802.11, définit en 1997, (ISO/IEC 8802-11) est un standard international décrivant les caractéristiques d'un réseau local sans fil (WLAN) définissant les règles fondamentales de la signalisation et des services sans fil.

2.1. Les bandes de fréquences

2.1.1. La bande 2.4 GHz

La bande de 2,4 GHz s'étend de 2400 à 2483 MHz et doit répondre à des dispositions légales assez simples:

- Utilisation intérieure et extérieure.
- EIRP maximum de 20dBm ou 100 mW.
- La répartition des bandes de fréquence dans la 2.4 GHz:

la bande de fréquence 2.400-2.4835 GHz (d'une largeur de 83.5 MHz) a été découpée en 14 canaux séparés de 5MHz.

Canal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Fréquence (GHz)	2.412	2.417	2.422	2.427	2.432	2.437	2.442	2.447	2.452	2.457	2.462	2.467	2.472

Tableau 2: Bandes de fréquence de la 2.4GHz

- 13 canaux de bande 20MHz, 16.25MHz sans chevauchements.
- 2 canaux de bande 40 MHz, 33.75MHz sans chevauchements.

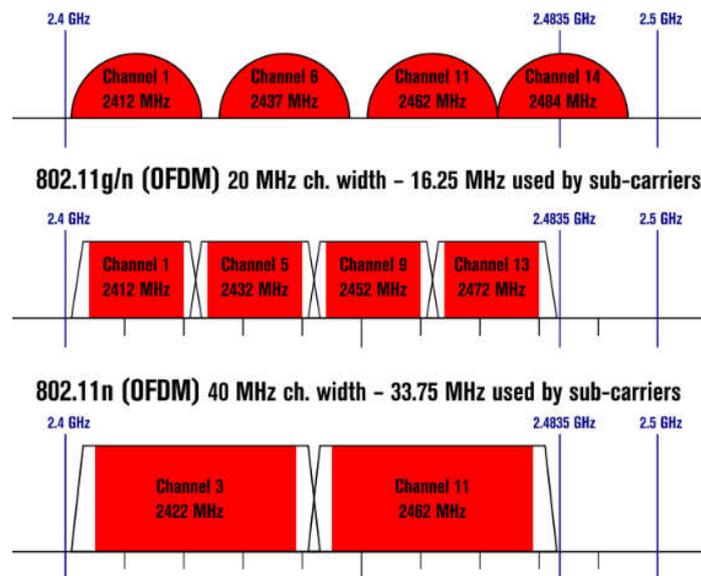


Figure 3: Bandes de fréquences non chevauchées de la 2.4 GHz

Les autres équipements qui utilisent la 2.4 GHz:

- Bluetooth
- Les alarmes de voitures.
- Four Micro-ondes.
- Camera sans fils.
- Microphone sans fils.

2.1.2. La bande 5 GHz:

La bande de 5 GHz est divisée en plusieurs sous-bandes:

- 5.15-5.25GHz: UNII-1
- 5,25-5,35 GHz: UNII-2
- 5.47-5.725GHz: UNII-2 étendu
- 5.725-5.825Ghz: UNII-3 (la bande ISM est également ici en tant que chevauchement: 5.725 - 5.875 GHz)

Ces bandes doivent respecter des dispositions différentes dans différents pays.

- 5,15 - 5,25 GHz: 200 mW / 23 dBm, uniquement à l'intérieur.
- 5.25 - 5.35 GHz: 200 mW / 23 dBm à condition que TPC soit utilisé, sinon, maximum 100 mW / 20 dBm, DFS, seulement à l'intérieur.
- 5,47 - 5,725 GHz: 1W / 30 dBm à condition que TPC soit utilisé, sinon, maximum de 500 mW / 27 dBm, DFS, intérieur et extérieur.
- 5,725 - 5,825 GHz: pour 5,725 - 5,875 GHz et, par conséquent, la bande ISM; Un PIRE maximum de 25 mW / 14 dBm s'applique. Les chaînes Wi-Fi ne sont pas autorisées.

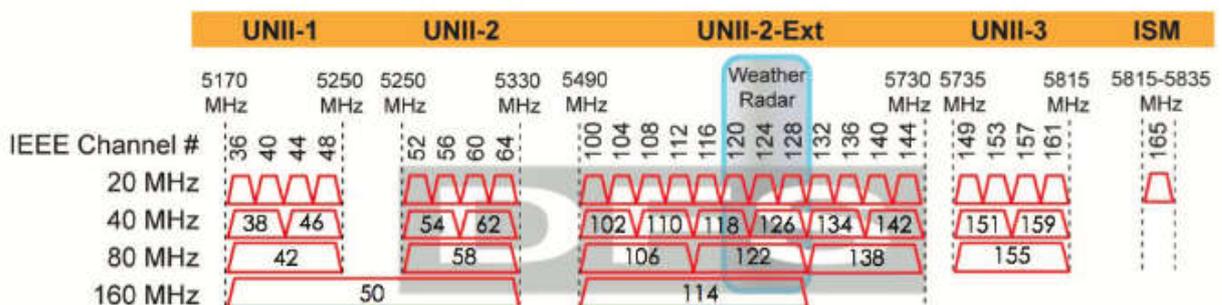


Figure 4: Les canaux de la bande 5 GHz

2.2. Différence entre 2.4 et 5 GHz:

Le tableau suivant résume la différence entre les deux bande Wifi (2.4 et 5 GHz) :

Eléments de comparaison	2.4 GHz	5GHz
Nombre de canaux sans chevauchement	3	23
Normes	802.11b/g/n	802.11a/n/ac
Portée	Plus longue portée	Plus courte portée
Interférences	Supérieure	Inférieure
Débit	Inférieur (450 Mbps/ 600 Mbps)	Supérieur (up to 1300 Mbps)

Tableau 3:Tableau récapitulatif des différences entre la 2.4 GHz et la 5GHz

2.2.1. Vitesse du réseau

La portée Gigahertz (GHz) qu'un dispositif sans fil utilisé ne détermine pas nécessairement la vitesse maximum du réseau sans fil. Un dispositif Sans fil-a qui fonctionne dans la bande 5 GHz peut être aussi compatible avec un débit de données maximal allant jusqu'à 54 Mbps, qui correspond exactement au même débit de données qu'un dispositif Sans fil-qui est compatible avec une bande 2.4GHz. L'environnement dans lequel le réseau sera configuré est ce qui devrait être pris en considération.

2.2.2. Interférence

Un réseau 5 GHz a moins de chances d'avoir des problèmes d'interférence parce que la plupart de dispositifs tels que les dispositifs Bluetooth, les téléphones sans fil, les micro-ondes, et les ordinateurs utilisent la fréquence 2.4 GHz.

2.2.3. Portée

La bande 5 GHz a une portée plus courte comparée avec la bande 2.4 GHz parce que dans les fréquences de radio, plus la fréquence est élevée plus la portée est courte. En d'autres termes, si vous utilisez une fréquence plus courte comme 2.4 GHz, la distance qui couvrira sera plus élevée que la bande 5 GHz.

2.2.4. Application

Il est recommandé de sélectionner la bande 2,4 GHz si vous utilisez des ordinateurs pour naviguer sur Internet et pour utiliser le courrier électronique. Ces applications n'exigent pas une trop grande largeur de bande et fonctionnent correctement à une distance supérieure.

La 5 GHz a un spectre plus large sans fil disponible comparé avec la 2.4 GHz, ce qui donne des performances plus significatives puisque la 5 GHz est généralement utilisée pour l'utilisation qui nécessite un débit ininterrompu. C'est pourquoi elle est recommandée pour diffuser les médias en streaming et le transfert de la musique, des photos, et des vidéos sur votre réseau domestique.

2.3. Les différentes normes 802.11x

Tableau récapitulatif et comparatifs entre les normes les plus connues:

Norme/Elément de comparaison	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n	802.11ac
Année de normalisation	1999	1999	2003	2009	2014
Fréquence	5 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz/5 GHz	5 GHz
Largeur de canal	20	20	20	20/40	20/40/80/160
le débit maximale	54 Mbps théoriques, 30 Mbps réels	11 Mbps théoriques, 6 Mbps réels	54 Mbps théoriques, 30 Mbps réels	450 Mbit/s théoriques, 200 Mbit/s réels	1300 Mbit/s théoriques, 433 Mbit/s réels
La portée maximale	25m intérieur, 75m extérieur	35m intérieur 100m extérieur	25m intérieur 75m extérieur	50m intérieur 125m extérieur	20m intérieur 50m extérieur
Codage/modulations utilisées	OFDM	DSSS	DSSS, OFDM	OFDM	OFDM
Signal Guard Interval	800 ns	Non	800 ns	400/800 ns	400/800 ns
MIMO	Non	Non	Non	Oui	Oui
Quality of service	Non	Non	Non	Non	Oui

Tableau 4:Différence entre les différentes normes 802.11x

Remarque:

Deux standards différents travaillant dans la même bande de fréquence peuvent communiquer ensemble s'il ya un mécanisme pour assurer la compatibilité entre eux (mixed mode operation). e.g: 802.11g et 802.11b.

3. Implementation LAN

On va discuter des plus importantes étapes à suivre pour l'implémentation d'un réseaux wifi en LAN.

3.1. Evaluation des besoins

Etablir les besoins des utilisateurs

Il est préférable de faire un sondage (les concernés ne doivent pas avoir une connaissance technique du phénomène) pour mieux cerner les besoins des futur utilisateurs. Ce tableau résume les besoins à prendre en compte :

Types de besoins	Considérations
Modèle d'utilisation	Quelles activités le WLAN doit-il prendre en charge? Les utilisateurs transfèrent-ils régulièrement des fichiers volumineux sur le réseau, tels que les téléchargements Internet ou le montage vidéo? Le WLAN est-il nécessaire pour prendre en charge des applications telles que la diffusion vocale ou vidéo, maintenant ou à l'avenir?
Performances attendues	Quelles sont les attentes de performance de l'utilisateur? Si de grands fichiers de données sont couramment utilisés, quels sont les temps de transfert requis?
Zone de couverture	Quelle est la zone d'exploitation dans laquelle les utilisateurs auront besoin d'une couverture réseau sans fil? Les exigences d'utilisation varient-elles à différents endroits dans cette zone? La croissance future de la zone de couverture requise est-elle prévue?
Mobilité	Si les utilisateurs se déplacent dans la zone d'exploitation tout en travaillant, auront-ils besoin d'accéder au WLAN à partir de plusieurs emplacements fixes (roaming) ou auront-ils besoin d'un service continu en mouvement (mobilité), par exemple pour prendre en charge les services vocaux?

Interopérabilité des périphériques	Quels types d'appareils utilisateur devront se connecter au réseau?
Nombre d'utilisateur	Quel est le nombre total d'utilisateurs et de périphériques qui doivent être pris en charge? Combien d'utilisateurs auront généralement besoin d'un service concurrent? Quelle est la croissance future attendue du réseau?
Sécurité	Dans quelle mesure les informations transmises sur le réseau sont-elles confidentielles? Quel niveau de protection est-il nécessaire contre l'accès non autorisé?
Durée de vie de la batterie	Si des périphériques mobiles seront utilisés dans le réseau, à quelle fréquence l'utilisateur aura-t-il besoin de recharger ces appareils ?
Economique	Quel est le budget disponible pour mettre en œuvre le WLAN? Existe-t-il des exigences spécifiques qui offrent une valeur élevée et peuvent justifier une solution plus coûteuse?

Tableau 5: Besoins des utilisateurs

Etablir les besoins techniques

Les besoins techniques sont liés au besoin des utilisateurs. Voici un tableau qui résume les besoins technique en fonction des besoins requis pour les utilisateurs :

Types de besoins	Considérations
Débit	Le débit de données requis pour un utilisateur unique sera dicté par le modèle d'utilisation, par exemple par la taille de fichier typique et le temps de chargement / téléchargement, ou par les exigences pour le streaming vocal ou vidéo
Capacité du réseau	Quelle est la capacité globale du réseau nécessaire pour fournir le niveau de service requis compte tenu de la taille actuelle et future du groupe d'utilisateurs et du nombre d'appareils ? La capacité requise sera un facteur clé à la fois dans la sélection de la technologie et dans la détermination de l'architecture physique appropriée pour le WLAN.

Qualité du service	Si le modèle d'utilisation inclut des applications telles que VoWLAN, la qualité de service garantie sera un attribut important pour garantir que les attentes en matière de performances sont satisfaites.
Support d'application	Y a-t-il des attributs techniques spécifiques pour supporter des modèles d'utilisation particuliers?
Topologie du réseau	Quels types de connexions sont nécessaires pour répondre aux besoins des utilisateurs? Par exemple, le partage poste à poste pour le partage local de données, le point-à-point pour relier des bâtiments, etc.
Sécurité	Si les exigences de confidentialité des utilisateurs sont élevées, le cryptage des données, la surveillance de l'accès au réseau et d'autres mesures de sécurité seront nécessaires.
Interférences et coexistence	Si le WLAN doit fonctionner dans un environnement avec d'autres réseaux sans fil, tels que Bluetooth, ou aux côtés de téléphones sans fil, alors la coexistence devra être une considération.
Maturité de la technologie	Avant que les normes aient été convenues, les premiers produits présentent un risque d'interopérabilité, tandis qu'une technologie entièrement mature peut avoir une portée limitée pour le développement futur et risquer une obsolescence précoce au fur et à mesure de l'apparition de nouveaux modèles d'utilisation. La signification de cet attribut dépendra du fait que les besoins des utilisateurs répondent aux capacités éprouvées de la technologie existante ou nécessitent une solution de pointe.
Porté de fonctionnement	La portée requise sera déterminée par l'étendue physique et la nature de la zone d'exploitation, ainsi que par la disposition des éléments tels que les points d'accès. Le budget global du lien sera important dans la mise en œuvre de connexions point à point (ponts sans fil entre bâtiments).
Évolutivité du réseau	Si le WLAN est susceptible d'exiger plus de quelques points d'accès, ou une croissance future significative est prévu, la facilité de configuration initiale et les tâches de gestion de réseau en cours sera une exigence, au moins pour le gestionnaire de réseau.

Tableau 6: Besoins techniques

Evaluation des technologies disponibles :

Ayant établies les besoins techniques, on peut évaluer les technologies proposées en tenant en compte de ces besoins.

Exemple :

- Faire une comparaison entre les différentes solutions disponibles.
- Associer un facteur de pondération à chaque besoin et noter chaque solution en fonction d'à quel point elle répond au besoins.

Capacité du réseau

la capacité du réseau est évaluée par le total de bande passante requis pour le maximum d'utilisateur que l'on s'attend a voir sur le réseau. En prenant en compte qu'il est possible le fait que le maximum ne se produit que quelque fois et qu'une dégradation est possible si celui-ci est atteint (possibilité d'utiliser plusieurs AP).

<i>Network standard and operating mode</i>	<i>MAC SAP rate (Mbps per channel)</i>	<i>Non-overlapping channels</i>	<i>Network capacity (Mbps)</i>
802.11b	6	3	18
802.11g (Mixed mode — RTS/CTS)	8	3	24
802.11g (Non-mixed mode)	22	3	66
802.11a	25	12	300
802.11a (With 802.11h enhancements)	25	24	600

Tableau 7: Comparaison de la capacité efficace pour les réseaux 802.11a, b et g

Portée d'exploitation

La portée peut être influencer par un grand nombre de facteur comme le montre la tableau suivant :

Facteur	Impact sur la portée
Bande de fréquence	Les pertes en espace libre sont proportionnelle au logarithme de fréquence de fonctionnement et augmente de 6,7 dB avec l'augmentation de fréquence de 2,4 à 5,8 GHz.
Puissance de l'émetteur et sensibilité du récepteur	Ces deux facteurs sont regroupés puisqu'ils déterminent les points finaux du budget.

Modulation et codage	Des schémas de codage et de modulation de débit de données plus élevés sont moins robustes en ce sens qu'ils nécessitent une intensité de signal reçue correspondante plus élevée pour assurer un décodage précis. D'autres choses étant dans la même gamme diminue donc pour des débits de données plus élevés.
Facteurs environnementaux	Les matériaux de construction, en particulier les objets métalliques, ont une influence majeure sur la perte de trajectoire si les signaux RF doivent traverser des murs, des plafonds, des planchers ou d'autres obstructions. La perte de trajectoire est également très dépendante de la fréquence et, à toutes fins pratiques, une ligne de visée est nécessaire pour la communication dans la bande de 5 GHz.

Tableau 8:L'impact de quelques facteurs sur la porté

3.2. Planification et conception du réseau LAN

Sondage de l'environnement RF

Déterminer les facteurs environnementaux qui on un impact sur la propagation RF et les autres signaux RF qui peuvent interférer avec le notre donc faire un sondage est très important.

Sondage	Description
Objectif	Évaluer le bruit de fond (puissance RF par unité de bande passante, dBm / MHz) sur la largeur de bande à utiliser par le WLAN. Identifier la distribution de l'énergie RF dans la bande passante (fréquence, continue ou sporadique, pics et niveaux de puissance moyenne).
Equipement à utiliser	Analyseur de spectre RF autonome pour PC équipé d'une carte d'interface sans fil et d'un logiciel d'analyse de spectre.
Technique de sondage	Examen préalable du site avant le placement du point d'accès. Des mesures de point étendues doivent être effectuées à des emplacements choisis pour identifier des sources de d'interférence intermittentes.

Application des résultats du sondage	Les mesures de bruit de fond seront utilisées dans le calcul du budget de pour évaluer la portée effective d'une liaison RF en fonction des spécifications matérielles (puissance d'émission, sensibilité du récepteur, gains d'antenne). Les résultats d'interférence indiquent toute limitation de l'utilisation de la bande passante, tels que les canaux qui doivent être évités, et dans des cas extrêmes, peuvent dicter un choix entre 2,4 et fonctionnement à 5 GHz.
--------------------------------------	--

Tableau 9: Sondage sur le bruit et les interférences

Il y'a deux types de sondages :

- Bruit et Interférences
- Propagation et Puissance : S'assurer que la couverture réseau couvre bien toute superficie.

Conception de l'architecture physique

Ayant déterminé une simulation de l'environnement RF et toutes les informations concernant la propagation, la puissance dans la zone d'opération, on peut alors déterminer un plan du hardware à utiliser pour la couverture RF et les bande à utiliser.

Conception du plan physique du réseau

La première chose à faire est de déterminer le plan de la surface d'opération, et les résultats du sondage Propagation et Puissance. On pourra alors déterminer :

- Le nombre requis d'AP.
- Le type optimal d'antenne à utiliser et la position.
- Les canaux sans conflits.
- La configuration en puissance propre à chaque AP.

Ce tableau donne des détails sur les facteurs influants sur l'architecture physique :

Paramètre	Facteurs
Nombre	Un comptage préliminaire peut être établi en divisant l'aire de fonctionnement globale par point d'accès par la zone de couverture déterminée à partir du sondage de propagation et de puissance du signal. La zone doit être extraite du contour où le débit de données requis pourrait être maintenu. La zone de couverture effective d'un point d'accès sera réduite si le motif de propagation est loin d'être omnidirectionnel en raison d'obstacles voisins.
Emplacement optimal de l'antenne	L'emplacement optimal pour un point d'accès avec une antenne omnidirectionnelle sera généralement proche du centre de la zone à couvrir, dans une position qui maximise la ligne de visée vers les stations clientes et est dégagée d'obstructions, en particulier d'objets métalliques tels que le dépôt Armoires. Un emplacement surélevé peut être très efficace, par exemple, une unité montée au plafond.
Canal d'exploitation	Tout canal présentant un bruit de fond significatif ou un bruit sporadique doit être évité. Les canaux non chevauchants disponibles peuvent alors être attribués aux points d'accès en fonction de leurs emplacements initiaux.
Réglage de puissance	En général, le nombre de points d'accès sera réduit au minimum si la puissance d'émission maximale autorisée est utilisée. Les raisons d'adopter un réglage de puissance plus faible peuvent être de réduire la propagation du bâtiment ou d'éviter toute interférence avec d'autres systèmes RF. Inversement, des réglages de haute puissance peuvent être nécessaires pour lutter contre les conditions locales de bruit RF élevé ou de perte de chemin élevé.

Tableau 10:Les facteurs influant sur l'architecture physique des réseaux sans fil

Test de pilotage

Après avoir réalisé un plan de l'architecture à utiliser pour répondre au besoin (débit + couverture), un test avant l'installation finale est très important pour confirmer que l'architecture répond bien aux besoins et que les limites technologiques n'ont pas été négligées. Le test de pilotage implique l'installation du nombre d'AP proposé pour couvrir une partie du site pour tester (les zones qui posent le plus de problèmes sont préférables), un test quotidien est aussi recommandé pour avoir l'avis des utilisateurs pour pouvoir opérer au changement si cela est nécessaire.

Fonction de test pilote	Description
Test de résistance	Les tests de résistance de l'installation pilote impliqueront le chargement du LAN sans fil avec les exigences de transfert de données les plus exigeantes, telles que la transmission vidéo ou vocale ou le transfert de fichiers volumineux. L'augmentation graduelle du nombre d'utilisateurs simultanés d'applications à haut débit testera la limite de débit réalisable.
Gérer et analyser les journaux des utilisateurs	Les journaux des points d'accès doivent être activés pendant la période de test pilote et analysés pour indiquer les périodes d'utilisation de pointe et identifier les types de services utilisés pendant le projet pilote. Une comparaison avec les exigences des utilisateurs établis permettra de vérifier si les modèles d'utilisation prévus sont réalistes.
Effectuer des sondages auprès des utilisateurs post-pilotes	Les sondages auprès des utilisateurs effectués après la mise en service du pilote peuvent mettre en évidence le type et la fréquence des problèmes et vérifier si les attentes des utilisateurs sont respectées. Les rapports de problèmes peuvent être adaptés aux journaux des points d'accès pour mettre en évidence les goulets d'étranglement dans l'installation pilote qui peuvent indiquer les changements de conception nécessaires avant l'implémentation complète.

Tableau 11:Aspects des tests pilotes WLAN

3.3. Installation et configuration

Installation du WLAN

L'installation doit impérativement être divisée en blocs, chaque bloc doit être testé systématiquement avant de passer à l'autre pour détecter les éventuelles erreurs le plus tôt possible.

Ce tableau donne les étapes à suivre pour l'installation :

Étapes	Description/Considerations
(1) Installez le câblage Ethernet à l'emplacement prévu du point d'accès	Si les emplacements des points d'accès n'ont pas fait l'objet d'essais pilotes, il peut être souhaitable d'installer un câblage temporaire jusqu'à ce que les emplacements des points d'accès aient été vérifiés en pratique, en particulier si la pose des câbles est coûteuse et perturbatrice. Testez le câblage en connectant un ordinateur portable au réseau câblé via le nouveau câble et testez la connectivité de test
(2) Installer le premier point d'accès à son emplacement prévu et se connecter au réseau filaire	Suivez les instructions du vendeur et utilisez tout kit de montage fourni, par exemple, pour les plafonds suspendus au mur, au plafond ou au-dessus. Connectez les câbles réseau et les antennes, en suivant les recommandations du fabricant concernant l'orientation de l'antenne. Connectez le câble d'alimentation à moins que l'alimentation par Ethernet ne soit utilisée.
(3) Configurez les paramètres du point d'accès	La configuration est décrite plus en détail dans la section suivante. Selon le matériel utilisé, il peut être nécessaire d'installer le logiciel de configuration sur un ordinateur connecté au réseau filaire ou de configurer le point d'accès via un utilitaire basé sur le Web.
(4) Installer des NIC sans fil dans les ordinateurs qui se connecteront via ce point d'accès	Vérifiez l'instruction des fournisseurs pour déterminer la séquence d'installation correcte (les pilotes d'abord ou le matériel d'abord), qui dépend souvent du système d'exploitation (par exemple, le matériel d'abord pour Windows XP).
(5) Configurer une connexion réseau sans fil pour chaque nouvelle station	Après l'installation des pilotes logiciels, il se peut que la carte réseau sans fil soit identifiée au système d'exploitation de l'ordinateur comme une nouvelle connexion réseau.
(6) Vérifier le fonctionnement de toutes les stations	Confirmez la connectivité réseau des stations connectées via le premier point d'accès.

Tableau 12:Étapes d'installation du WLAN

Configuration du WLAN

a- Configuration des point d'accès :

Ce tableau contient tout les paramètre à configurer :

Paramètre	considération de configuration
Adresse IP (plus le masque de sous-réseau et la passerelle par défaut)	Le point d'accès peut avoir une adresse IP par défaut, définie par le fabricant, qui permettra une connexion directe via un navigateur Web. Une adresse IP peut également être attribuée au point d'accès par un serveur DHCP du réseau câblé ou une adresse IP statique (plus un masque de sous-réseau et une passerelle par défaut) peuvent être assignées en connectant un PC au port de configuration du point d'accès.
SSID	L'ID de l'ensemble de services doit être remplacé par sa valeur par défaut comme mesure de sécurité de base dans chaque réseau. Une politique d'attribution SSID peut être définie pour les installations WLAN importantes.
SSID broadcast	La diffusion SSID dans les images de balise peut être activée ou désactivée. La désactivation de la diffusion SSID est une autre mesure de sécurité
Puissance d'émission maximale	Réglage du niveau de puissance d'émission maximum admissible pour se conformer aux réglementations locales.
Canal radio	Sélection du canal de commande dans la plage autorisée par la réglementation locale. Certains points d'accès peuvent inclure une recherche automatique pour le canal le moins congestionné.
Mode de fonctionnement	Dans le cas de réseaux 802.11g, une sélection peut être effectuée entre le mode mixte et le mode g uniquement, selon que les stations 802.11b fonctionneront également dans le réseau.
Sécurité	Sélection des modes de sécurité (WEP 64 bits, WEP 128 bits, WPA-PSK, etc.) et saisie des mots de passe ou des clés de cryptage, de la clé d'émission et du mode d'authentification.
Configuration de l'antenne	Un point d'accès avec plusieurs antennes peut être configuré pour utiliser une antenne spécifiée, ou pour utiliser toutes les antennes en mode diversité - sélectionner l'antenne qui donne le signal le plus fort.

Tableau 13: Paramètres à configurer dans un point d'accès

Configuration des stations sans fils

Ce tableau contient tout les paramètres à configurer :

Paramètre	Considérations de configuration
Mode réseau	Sélectionnez le mode infrastructure si la station s'associe à un point d'accès ou au mode ad hoc si la station ne se connecte qu'à d'autres stations et non à un point d'accès.
SSID	Entrez le SSID du point d'accès auquel cette station va se connecter.
Canal radio	Sélection du canal de commande dans la plage autorisée par la réglementation locale.
Mode de fonctionnement	Comme pour les points d'accès, pour le matériel 802.11g, une sélection peut être faite entre le mode mixte et le mode g-only dans les réseaux 802.11g.
Sécurité	Les paramètres de sécurité (mot de passe ou clés de chiffrement, clé d'émission et mode d'authentification) doivent correspondre à ceux saisis pour le point d'accès auquel la station sera associée.

Tableau 14: Paramètres à configurer dans une station

Configuration du Système d'exploitation réseau

Si le WLAN rejoint un réseau existant ce n'est pas la peine conjuguer le NOS contrairement au fait que ce WLAN crée un nouveau réseau.

Configuration et gestion automatique

Utilisation d'un WLAN switch pour manager et configurer automatiquement tout les APs sans les configurer un par un. Ce tableau illustre les caractéristique de configuration du WLAN switch :

Caractéristiques du WLAN switch	Description
Configuration automatique	Une fois les points d'accès déployés, les commutateurs sans fil peuvent fournir une configuration automatique en déterminant les meilleurs canaux RF et les paramètres de puissance d'émission pour les points d'accès individuels, ce qui réduit le temps d'implémentation et le risque d'erreurs inhérentes à la configuration manuelle.

Contrôle d'accès	Les points d'accès peuvent être regroupés en fonction de catégories telles que l'édifice ou le plancher où ils se trouvent et des listes peuvent être construites pour spécifier à quels points d'accès ou groupes les clients spécifiques peuvent se connecter. Le contrôle d'accès peut inclure la surveillance de l'historique d'itinérance d'une station et l'utilisation de la bande passante.
Gestion RF	Certains produits de commutation sans fil peuvent s'adapter en permanence aux changements de l'environnement RF en modifiant les canaux de fonctionnement RF et les paramètres de puissance afin d'éviter les canaux affectés par le bruit et les interférences.
Sécurité renforcée	Des enquêtes sur les sites RF peuvent être exécutées pour détecter et localiser les points d'accès non autorisés et les utilisateurs non autorisés ou les réseaux ad hoc.

Tableau 15:Outils de configuration et de gestion automatisés

3.3. Maintenance du WLAN

Une maintenance du matériel est essentielle après l'installation du réseau pour s'assurer que le réseau répond toujours aux besoins. Deux tâches clés pour la maintenance :

A/ Surveillance du rendement du réseau : Utiliser un outil comme "Network's RF Live" pour avoir une vue en temps réel sur le fonctionnement du réseau pour pouvoir détecter les problèmes qui peuvent survenir. Ce type d'outil donne différentes informations sur le réseau (AP actif, débit, utilisation du réseau, puissance du bruit, error rate sur les APs).

B/ Contrôle du changement de réseau : Proposer des changements (Hard, Soft, Config) si l'on remarque que le réseau ne répond plus aux besoins prédéterminés.

Un cas à étudier : Application impliquant la voix sur WLAN

Pour répondre aux besoins des applications impliquant le transfert de la voix, il faut que le WLAN réponde à de très bonnes performances, voici les paramètres auxquels il faut faire attention pour permettre une bonne qualité d'appel au niveau du réseau:

Bande VoWLAN

Une session vocale demande environ 64 Kbps de bande (10 avec compression), le 802.11 peut augmenter cette bande jusqu'à 200 Kbps, une collision de données peut vite survenir au niveau d'un AP si celui-ci est surchargé par plusieurs sessions vocales il faut alors impérativement gérer le nombre d'utilisateurs sur l'AP en passant à un autre si celui-ci est surchargé en utilisant notamment un WLAN switch pour gérer cela.

Couverture RF

Les utilisateurs ne doivent pas rencontrer de trou sur la couverture pendant une conversation VoWLAN. Le sondage Puissance et Propagation doit être mieux conduit pour assurer une bonne qualité du VoWLAN service. La qualité du service augmente si le débit maximum est atteint au niveau de tout les Ans du réseau de tel sorte que le débit ne se dégrade pas si l'utilisateur se déplace d'un AP à un autre.

Qualité du service (QoS)

Améliorer la qualité de service est important (utilisation du 802.11e pour améliorer et du WMM pour la priorité).

Roaming continu

Roaming VoWLAN à besoin d'une transition rapide d'un AP à un autre évitant toute pertes de paquet au retard pendant la transition pour que la qualité des appels ne se dégrade pas, l'association et l'authentification doit être alors rapide (elle prend en général 150 à 500ms) et pour que la qualité soit bonne le VoWLAN accepte un retard de moins de 50 ms. Il faut alors insérer un système de pré-authentification (802.11r).

Test de pilotage

Confirmer que VoWLAN fonctionne correctement, le stress testing peut être établi en chargeant le WLAN avec plusieurs appels concurrents et tester la qualité de la voix. Il existe des outils permettant la simulation de la qualité du VoWLAN.

Sécurité du VoWLAN

Il est pertinent de crypter le trafic de la voix circulant sur le net comme il est pour le trafic de données.

CONCLUSION GENERALE

L'étude de la norme 802.11 a permis d'avoir une vue plus claire sur le fonctionnement intrinsèque de la technologie Wifi qui repose sur plusieurs protocoles pour assurer la connectivité sans fil.

Cette étude en premier lieu a permis à son tour de bien serner et comprendre les étapes liées à l'implémentation d'un réseau WLAN dans le but d'optimiser lors du déploiement du réseau.

Enfin cela a été une opportunité pour moi d'assimiler les concepts fondamentaux du standard 802.11 sur lesquels reposent la technologie Wifi.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Aurélien Géron, *WIFI PROFESSIONNEL*, 3rd ed., Dunod, Ed. Paris, France, 2009.

- [2] Steven Rackley, *Wireless Networking Technology*. Grande Bretagne: ELSEVIER, 2007.

- [3] Ahmed Hassan Mabrouk, Amitava Mukherjee, Francisco Falcone, and Daniel Wong Rashid Saeed, "WiMAX, LTE, and WiFi Interworking," *Computer Systems, Networks, and Communications*, vol. 2010, no. 754187, 2010.

- [4] Raymond CLAVEL, *DELTA, a fast robot with parallel geometry.*: 18th International Symposium on Industrial Robots, p.91-100, IFS Publications, 1988.