

Université Cadi Ayyad
Ecole Nationale des Sciences Appliquées de Safi
Département Informatique, Réseaux et Télécoms (IRT)
Filière Génie Réseaux et Télécoms

Mémoire de projet de fin d'étude pour l'obtention de diplôme :

D'Ingénieur d'état en génie Réseaux et Télécoms

*Etude de mise en place d'un réseau Wi-Fi au
niveau des installations chimiques du site de SAFI*



Réalisé par :

- ENMER Adelene
- MERFOUK Mouad

Encadrant interne : Mme SEMLALI Leila

Encadrant interne : M. BOUKHIRA Adil

Lieu de stage : OCP-Safi

Période de stage : 05/02/2019-31/05/2019

Année Universitaire : 2017-2018

Soutenue le : devant le jury composé de

M. : Chef de jury

M : Rapporteur

Mme SEMLALI Leila: Encadrant interne

M. BOUKHIRA Adil: Encadrant externe



Remerciements

Résumé

Abstract

Liste des abréviations

Liste des figures

<i>Figure 1: L'organigramme du groupe OCP</i>	<i>12</i>
<i>Figure 2: Carte implantations</i>	<i>13</i>
<i>Figure 3: Pole de SAFI</i>	<i>14</i>
<i>Figure 4: Schéma du réseau informatique</i>	<i>16</i>
<i>Figure 5: liaison entre les sites OCP</i>	<i>20</i>
<i>Figure 6: Mode infrastructure</i>	<i>26</i>
<i>Figure 7: Mode AD hoc</i>	<i>26</i>
<i>Figure 8: Mode pont « Bridge »</i>	<i>27</i>
<i>Figure 9: Mode répéteur</i>	<i>28</i>
<i>Figure 10 : Zone industriel de site de Safi</i>	<i>30</i>
<i>Figure 11: Indice de protection</i>	<i>32</i>
<i>Figure 12: Canaux wifi de la bande 2.4</i>	<i>32</i>

Liste des tableaux

<i>Tableau 1: caractéristiques réseau F.H Safi usine- Hôtel</i>	<i>21</i>
<i>Tableau 2: Caractéristiques réseau F.H Safi Safi port - Hôtel</i>	<i>21</i>
<i>Tableau 3: Caractéristiques réseau F.H Safi usine- Safi ville</i>	<i>21</i>
<i>Tableau 4 : Tableau : les différentes normes IEEE 802.11</i>	<i>28</i>

Sommaire

Introduction générale

Chapitre 1 : contexte général et étude de l'existant

Nous allons tout au long de ce chapitre présenter l'entreprise et le département d'accueil, ainsi une étude détaillée de l'architecture réseaux du site de Safi en indiquant les points faibles de cette architecture puis une proposition de quelques améliorations.

I. Présentation de l'entreprise

1. Présentation de l'office chérifien des phosphates

Le Maroc est parmi les principaux exportateurs des phosphates. En effet avec une réserve qui s'élève à trois quarts de la réserve mondiale, il occupe une place de choix dans le marché international.

Le Groupe OCP, qui se charge de l'exploitation de cette ressource, conscient de la compétitivité du marché a toujours adopté les nouvelles méthodes techniques d'exploitation et de gestion. Le phosphate de chaux est une des grandes matières pour l'économie mondiale, il est utilisé surtout pour la fabrication des engrais (85%) mais également par d'autres branches de l'industrie chimique, celles des détergents notamment.

Les premiers indices du Phosphate au Maroc furent relevés en 1912 dans la région d'Oulad Abdoun (province de Khouribga) à 120 Km de la mer. Le gouvernement marocain promulgua *le dahir* du 27 janvier qui réservait à l'état les droits de recherche, d'exploitation et de commercialisation des phosphates. Le 07/08/1920, l'Office Chérifien des Phosphates a été donc créé par dahir et il n'a pas cessé de subir des évolutions et des changements majeurs pour devenir un grand Groupe industriel dont le secteur d'activité incorpore l'extraction, la transformation chimique et la commercialisation du Phosphate et de ses produits dérivés.

La figure ci-dessous présente l'organigramme du Groupe OCP

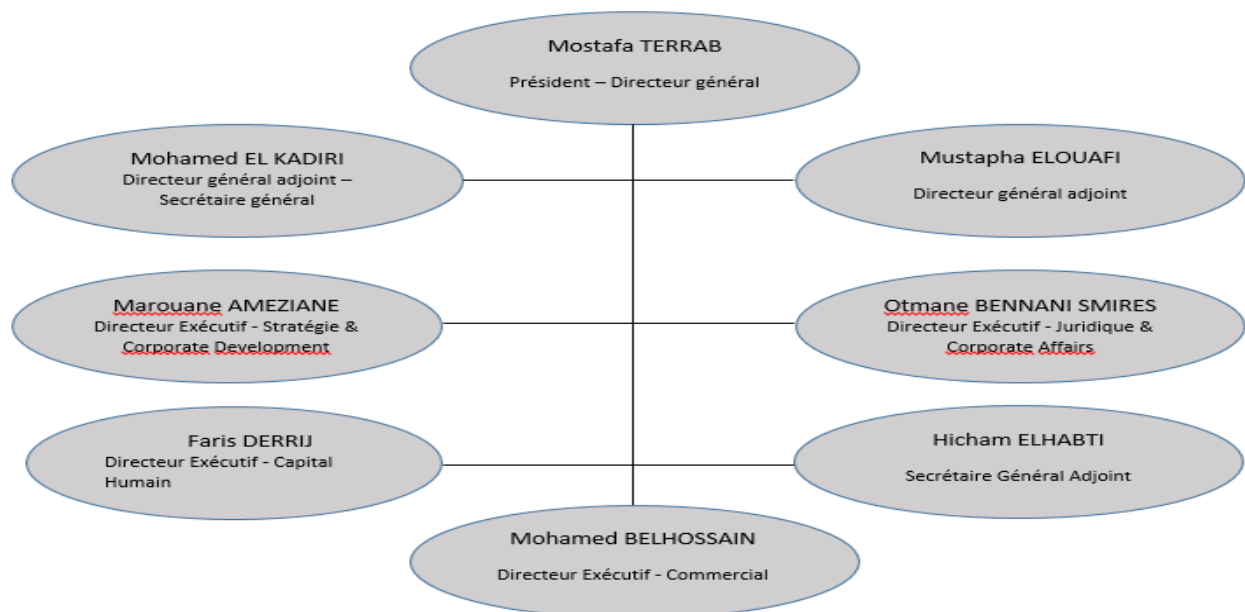


Figure 1: L'organigramme du groupe OCP

Le site de Safi fait partie du pôle industriel. Ce pôle est constitué des différents sites chargés de l'extraction et de la valorisation du phosphate. La carte suivante présente les différents sites existant dans le royaume :

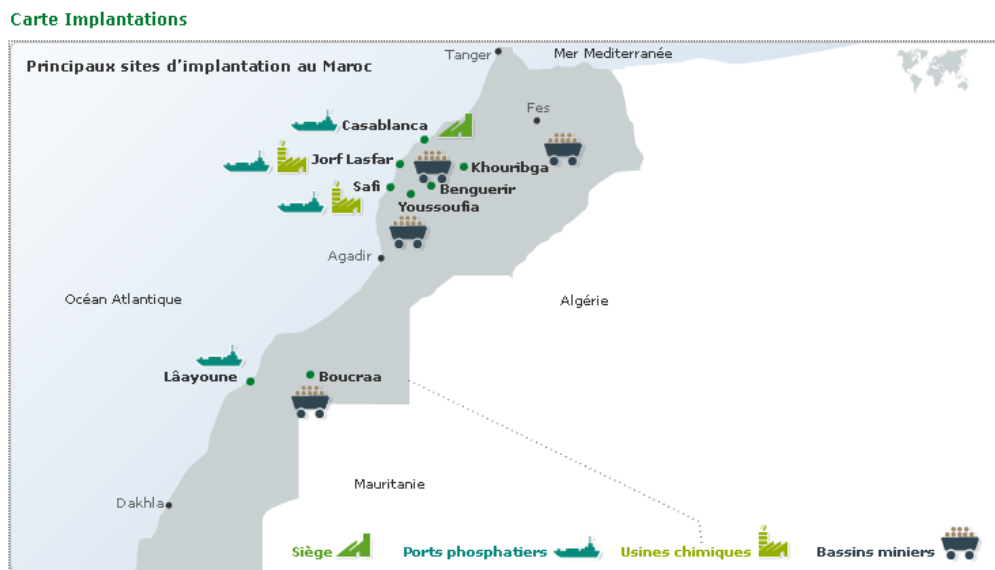


Figure 2: Carte implantations

2. Présentation du site de SAFI

Depuis plus de trois décennies, la part des produits dérive dans le commerce international des phosphates se développe continuellement au détriment de celle du minerai brut. Cette évolution structurelle associée à la volonté d'une valorisation locale, plus importante et plus diversifiée, a conduit à la mise en place d'une industrie de transformation chimique de grande envergure. Ainsi, après une première expérience à Safi avec la mise en service en 1965 de l'usine Maroc Chimie, de l'effort a été menée depuis le début des années 70, aboutissant progressivement à la construction des usines Maroc Phosphore I et II Dans la même ville. Le dit complexe est situé au sud-ouest à 9 Km de la ville de Safi. Cet emplacement est justifié pour deux raisons :

- La présence d'une voie ferrée permettant l'approvisionnement en phosphate brut à partir de Youssoufia et Ben guérir ainsi qu'un ligne ferroviaire avec le port de Safi
- L'utilisation de l'eau de mer.



Figure 3: Pole de SAFI

Le site de Safi regroupe les divisions suivantes :

Maroc Chimie

Depuis le début de 1996, Maroc chimie est une patiente grande du Maroc phosphore I et II, à Safi, peut produire 270 000 t/a P204 d'acide phosphorique, 500 000 t/a de superphosphate triple (TSP), 80 000 t/a d'un engrais binaire consommé localement (19.38.0) et 250 000 t/a d'un engrais NPK (14.28.14) qui est aussi vendu exclusivement aux agriculteurs marocains.

Maroc Phosphore I

Cette division assure la production d'acide phosphorique destiné essentiellement à l'exploitation, et un engrais MAP (Phosphore Mono Ammoniac) dont une partie est écoulé sur le marché national. Elle contient quatre ateliers de production :

- Atelier sulfurique : produisant l'acide sulfurique.
- Atelier fusion de soufre solide : qui produit le soufre liquide pour ce propre besoin ainsi que pour ceux des unités sulfuriques de Maroc Chimie et Maroc Phosphore II.
- Atelier phosphorique : qui assure la production de l'acide phosphorique à partir de l'acide sulfurique et du phosphate broyé.
- Atelier d'engrais : qui produit le MAP sec et humide à partir de l'ammoniac et de l'acide phosphorique.

En 2007, l'ensemble des activités de production du MAP a été transféré à ***Jorf Lasfar*** et remplacé par la production du TSP.

Maroc Phosphore II

Cette entité a pour rôle de valoriser le phosphate humide provenant de Ben guérir. Pour cela, elle dispose d'une laverie de phosphate, de deux ateliers : sulfurique et phosphorique, ainsi que d'une centrale électrique avec les services annexes (traitement de l'eau douce et pompage d'eau de mer).

Sociale Administrative de Safi

Comprenant tous les services fonctionnels ayant pour objet de soutenir les services opérationnels en matière de disponibilité de l'information. Outre des services fonctionnels rattachés à la direction tels que :

- Département étude économique et contrôle de gestion.
- Département logistique et achat décentralisé (étude des besoins achat matériel, pièces de rechange et lancement de marché).
- Département étude et planning (analyse chimique, gestion de matière première et produit fin à l'export).
- Département amélioration technique (projet et amélioration des installations).
- Département qualité, sécurité et l'environnement.

Safi Port

Cette division est située au niveau du port, et a pour activité le déchargement des matières premières et chargement des phosphates et ses dérivés destinés à l'exportation.

3. Présentation du département d'accueil

Notre projet de fin d'étude s'est déroulé au sein du bâtiment informatique de site de Safi. La création du service informatique de Safi a eu lieu en 1985, et ce dans le but de la décentralisation des traitements effectués au siège à Casablanca. Ainsi le centre informatique à Safi relève de la direction des systèmes d'informations (SDI), et fait partie du réseau téléinformatique du groupe OCP qui a comme nœud central le siège à Casablanca, et qui relie tous les centres de production informatique.

Le rôle du service informatique est l'exploitation et la maintenance des travaux et matériels informatiques pour les différents services de la direction des industries chimiques de Safi.

Le centre informatique de l'OCP Safi est constitué de 3 services comme il est indiqué dans le schéma suivant :

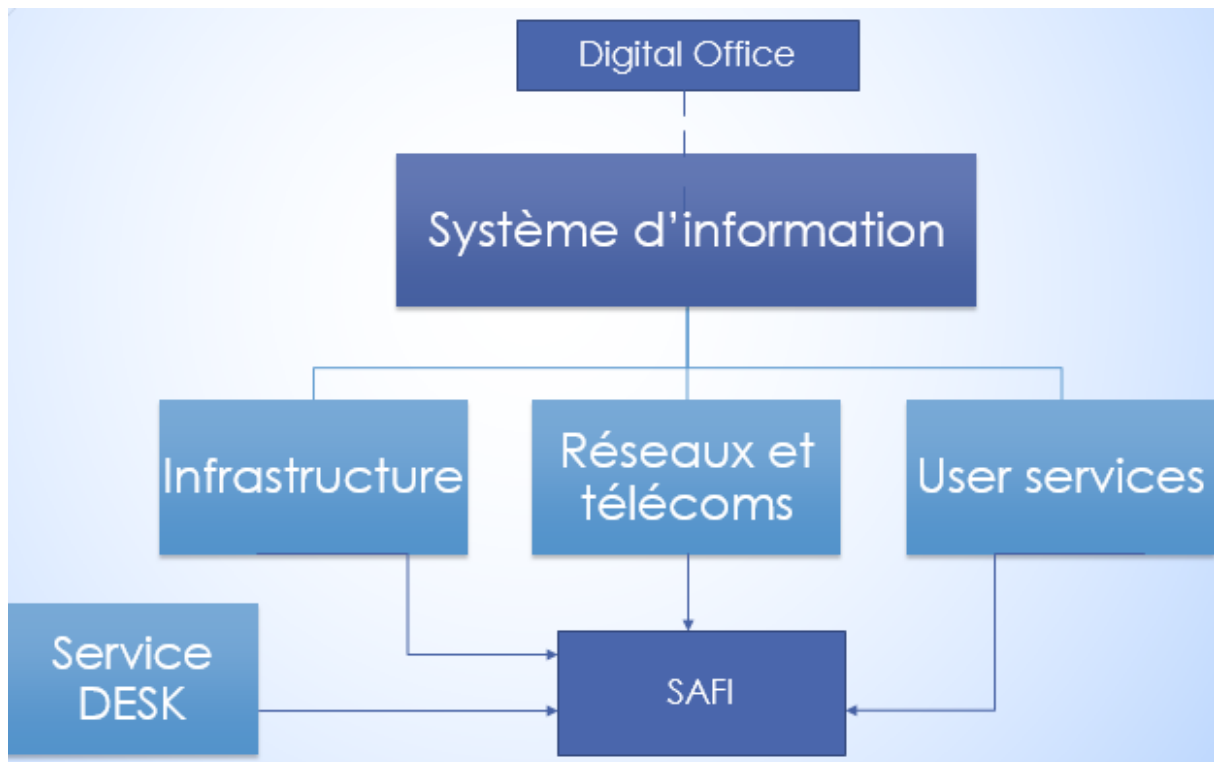


Figure 4: Schéma du réseau informatique

- ***User services :***

Parmi ces principales missions on trouve

- ✓ Assurer les services utilisés par les utilisateurs (messagerie, impression....)
- ✓ Maintenance des équipements informatiques (imprimantes, PC....)
- ✓ Gestion des mots de passe et des utilisateurs.
- ✓ Suivre les attentes et les problèmes utilisateurs
- ✓ Déploiement des grands projets (migration windows7 vers windows10, imprimante à badge...)
- ✓ Suivre l'état de santé (réseaux, matériels...)

- ***Réseaux et télécoms :***

Les principales missions dédiées à ce service sont :

- ✓ Concevoir, proposer, évaluer et déployer des évolutions de l'infrastructure LAN.

- ✓ Gérer et assurer le fonctionnement et l'exploitation d'éléments d'infrastructure réseau.
- ✓ Assurer la surveillance et la sécurité des équipements infrastructure réseau.
- ✓ Gérer, installer et optimiser des nouvelles solutions (point d'accès, réseau TETRA....)
- ✓ Piloter les projets connexions réseaux avec les autres sites.

- ***Infrastructure :***

Il se divise à trois unités suivantes :

Serveurs physiques : les missions principales de cette unité sont

- Déploiement des solutions de sauvegarde, suivi de sauvegarde ainsi la gestion des problèmes de sauvegarde.
- Net Backup: assurer le sauvegarde des serveurs.
- AVAMAR: sauvegarde des données utilisateurs.

Serveurs virtuels : Administration système (coté data center) ainsi la gestion des solutions de virtualisation (VMware, HyperV) et les solutions de Backup et la gestion de l'AD.

Environnement Data : cette unité gère les tâches suivantes

- Gère la maintenance des équipements coté data center et locaux techniques.
- Diagnostics et test des onduleurs et du groupe électrogène.

II. Présentation du sujet

Mise en place d'un réseau Wi-Fi au niveau des installations chimiques au niveau du site de Safi.

- Etablir une étude critique de l'architecture réseau et télécom existante.
- Etudier la plateforme Wi-Fi existante.
- Etablir une étude détaillée des contraintes de mises en place du réseau Wi-Fi aux milieux industriels.
- Etudier et proposer une couverture Wi-Fi pour les installations chimiques de SAFI.

III. Etude de l'existant

1. Etude de l'infrastructure réseau du groupe OCP

Au cours de cette partie nous allons faire une étude détaillée sur l'architecture réseau du groupe OCP de Safi, notre étude se base sur deux critères :

- Etude physique (types de liaisons,
- Etude logique

1.1. Etude physique

Pour assurer la connexion entre les différents sites le groupe OCP utilise la technologie VPLS (*Virtual Private LAN Service*) qui est un service Ethernet multipoint-à-multipoint fonctionnant au-dessus d'un réseau IP muni d'un mécanisme de tunnel. Il permet d'interconnecter des LAN de plusieurs sites distincts qui apparaissent comme étant sur le même LAN Ethernet, on trouve de type de liaison VPLS :

- VPLS IAM
- VPLS ORANGE

Et comme liaison de Backup le groupe OCP utilise la technologie VSAT, cette dernière offre un réseau capable de soutenir la connexion Internet stable, un réseau local et sécurisé, des communications Voice IP, de la vidéo et de l'échange de données.

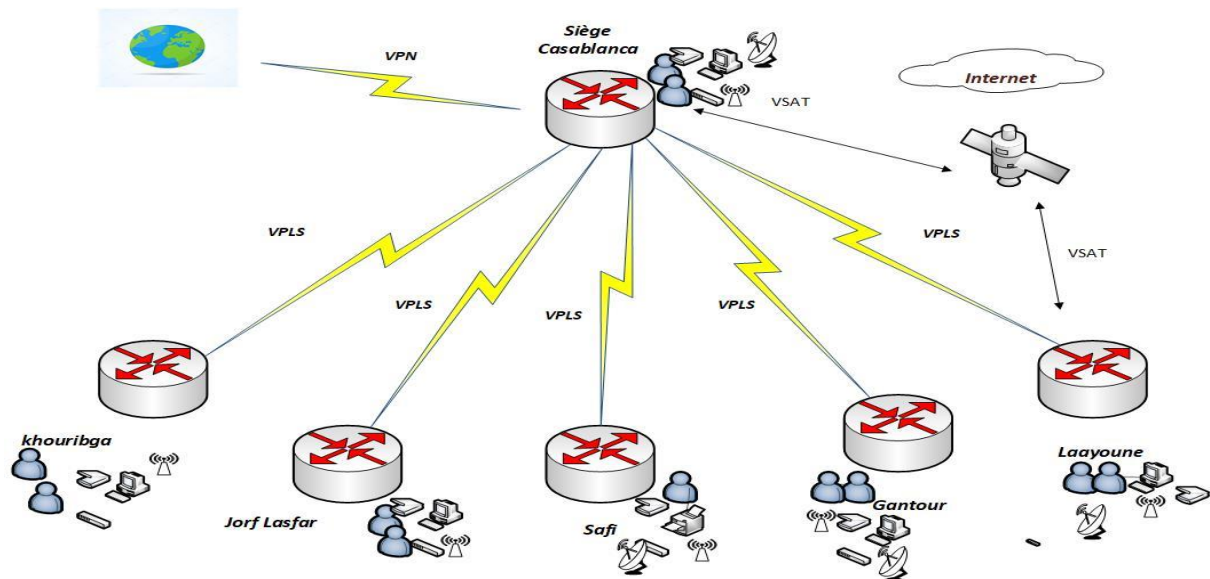


Figure 5: liaison entre les sites OCP

Le groupe OCP de Safi utilise le modèle hiérarchique proposé par Cisco. Ce modèle simplifie la tâche de construire un réseau d'interconnexion fiable, évolutive et moins coûteuse. Il se compose de trois couches :

- Couche cœur réseau
- Couche distribution
- Couche accès

Le faisceau Hertzien

Un faisceau hertzien est un système de transmission des signaux par des ondes radioélectriques entre deux stations géographiques fixes. Les faisceaux hertziens opèrent à des fréquences porteuses allant de 1 à 40 GHz, focalisées et concentrées grâce à des antennes très directives.

Le réseau F.H permet de faire communiquer deux sites éloignés jusqu'à 100 km en vue directe et sans obstacles. La portée de la liaison dépend de plusieurs paramètres tels que la puissance d'émission, le gain des antennes, la fréquence porteuse, etc.

Caractéristiques et paramètres du réseau F.H du groupe OCP de SAFI

Liaison Safi usine / Hôtel

Station d'émission	Safi usine
Station de réception	Hôtel Atlantide
Fréquence d'émission	18332.5 MHZ
Fréquence de réception	19342 MHZ
Largeur de la bande autorisée	27.5 MHZ
Débit opérationnel	100 MHZ
Polarisation	Verticale
Type d'antenne	Directive
Hauteur de l'antenne par rapport au sol	30 m
Longueur de liaison	8.2 Km

Tableau 1: caractéristiques réseau F.H Safi usine- Hôtel

Liaison Safi port / Hôtel

Station d'émission	Safi port
Station de réception	Hôtel Atlantide
Fréquence d'émission	18332.5 MHZ
Fréquence de réception	19342 MHZ
Largeur de la bande autorisée	27.5 MHZ
Débit opérationnel	100 MHZ
Polarisation	Verticale
Type d'antenne	Directive
Hauteur de l'antenne par rapport au sol	30 m
Longueur de liaison	1.9 Km

Tableau 2: Caractéristiques réseau F.H Safi Safi port - Hôtel

Liaison Safi usine/ Safi ville

Station d'émission	Safi usine
Station de réception	Safi ville
Fréquence d'émission	18332.5 MHZ
Fréquence de réception	19342 MHZ
Largeur de la bande autorisée	27.5 MHZ
Débit opérationnel	100 MHZ
Polarisation	Verticale
Type d'antenne	Directive
Hauteur de l'antenne par rapport au sol	30 m
Longueur de liaison	8 Km

Tableau 3: Caractéristiques réseau F.H Safi usine- Safi ville

Pour la liaison entre hôtel Atlantide et Safi ville est une liaison wifi point-à-point sur la bande 5 GHZ.

Le réseau local Ethernet

Le réseau local Ethernet relie

- Centre de compétences industrielles
- Maroc Chimie
- Maroc Phosphore 1
- Maroc Phosphore 2

Le Réseau local de MC

Chapitre 2 : Approche théorique

Généralités réseau WIFI

1. Définition

Le Wi-Fi, aussi orthographié wifi est un ensemble de protocoles de communication sans fil régis par les normes du groupe IEEE 802.11 (ISO/CEI 8802-11). Un réseau Wi-Fi permet de relier par ondes radio plusieurs appareils informatiques (ordinateur, routeur, smartphone, modem Internet, etc.) au sein d'un réseau informatique afin de permettre la transmission de données entre eux.

2. Avantages WIFI

Parmi les grands avantages du WIFI on cite les suivants :

- ***Simplicité*** : La mise en place d'un réseau Wi-Fi demande un minimum de connaissances et quelques règles à ne pas outrepasser.
- ***Coût*** : L'installation d'un réseau Wi-Fi peut se faire sans le moindre outillage, ce qui réduit le coût de la main-d'œuvre.
- ***Facilité*** : La connexion autorisée à un réseau Wi-Fi est facile, il suffit généralement de se trouver dans la zone de couverture.
- ***Mobilité*** : La connexion à un réseau Wi-Fi permet une certaine mobilité. Sans avoir à brancher ou débrancher quoi que ce soit, il est possible de se déplacer dans la zone de couverture.
- ***Notoriété*** : Un réseau Wi-Fi a une certaine notoriété chez le grand public
- ***Exploitation des fréquences*** : Les techniques de transmission du Wi-Fi exploitent les fréquences sans devoir recourir à une licence.
- ***Evolutivité*** : La facilité d'extension ou de restriction d'un réseau Wi-Fi permet de répondre scrupuleusement au besoin en matière de couverture.

3. Structure

La norme 802.11 s'attache à définir les couches basses du modèle OSI pour une liaison sans fil utilisant des ondes électromagnétiques, c'est-à-dire :

- la couche physique (notée parfois couche PHY), proposant quatre types de codage de l'information ;
- la couche liaison de données, constituée de deux sous-couches :
 - Le contrôle de la liaison logique (Logical Link Control, ou LLC) ;
 - Le contrôle d'accès au support (Media Access Control, ou MAC).

La couche physique définit la modulation des ondes radioélectriques et les caractéristiques de la signalisation pour la transmission de données, tandis que la couche liaison de données définit l'interface entre le bus de la machine et la couche physique, notamment une méthode d'accès proche de celle utilisée dans le standard Ethernet et les règles de communication entre les différentes stations. La norme 802.11 propose donc en réalité trois couches (une couche physique appelée PHY et deux sous-couches relatives à la couche liaison de données du modèle OSI), définissant des modes de transmission alternatifs que l'on peut représenter de la manière suivante :

Couche Liaison de données	802.2 (LLC)			
	802.11 (MAC)			
Couche Physique (PHY)	DSSS	FHSS	OFDM	Infrarouge

4. Modes de mise en réseau

Il existe différents modes de mise en réseau :

Le mode « Infrastructure »

Mode qui permet de connecter les ordinateurs équipés d'une carte Wi-Fi entre eux via un ou plusieurs points d'accès (PA) qui agissent comme des concentrateurs (exemple : répéteur ou commutateur en réseau Ethernet). Autrefois ce mode était essentiellement utilisé en entreprise. Dans ce cas, la mise en place d'un tel réseau oblige de poser à intervalles réguliers des bornes « Point d'accès » (PA) dans la zone qui doit être couverte par le réseau. Les bornes, ainsi que les machines, doivent être configurées avec le même nom de réseau (SSID = Service Set Identifier) afin de pouvoir communiquer. L'avantage de ce mode, en entreprise, est de garantir un passage obligé par le Point

d'accès: il est donc possible de vérifier qui accède au réseau. Actuellement les FAI, les boutiques spécialisées et les grandes surfaces fournissent aux particuliers des routeurs sans fil qui fonctionnent en mode « Infrastructure », tout en étant très faciles à configurer.



Figure 6: Mode infrastructure

Le mode « Ad hoc »

Mode qui permet de connecter directement les ordinateurs équipés d'une carte Wi-Fi, sans utiliser un matériel tiers tel qu'un point d'accès (en anglais : Access Point, ou AP). Ce mode est idéal pour interconnecter rapidement des machines entre elles sans matériel supplémentaire (exemple : échange de fichiers entre portables dans un train, dans la rue, au café...). La mise en place d'un tel réseau consiste à configurer les machines en mode « Ad hoc » (au lieu du mode « Infrastructure »), la sélection d'un canal (fréquence), d'un nom de réseau (SSID) communs à tous et si nécessaire d'une clé de chiffrement. L'avantage de ce mode est de s'affranchir de matériels tiers, c'est-à-dire de pouvoir fonctionner en l'absence de point d'accès. Des protocoles de routage dynamique (exemples : OLSR, AODV...) rendent envisageable l'utilisation de réseaux maillés autonomes dans lesquels la portée ne se limite pas à ses voisins (tous les participants jouent le rôle du routeur).

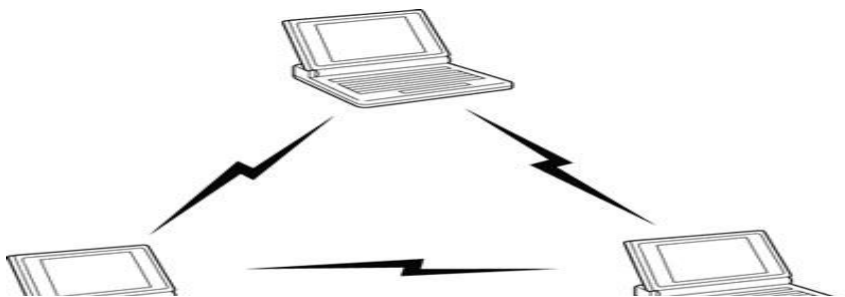


Figure 7: Mode AD hoc

Le mode « Pont » (« Bridge »)

Un point d'accès en mode « Pont » sert à connecter un ou plusieurs points d'accès entre eux pour étendre un réseau filaire, par exemple entre deux bâtiments. La connexion se fait au niveau de la couche 2 OSI. Un point d'accès doit fonctionner en mode « Racine » (« Root Bridge », généralement celui qui distribue l'accès Internet) et les autres s'y connectent en mode « Bridge » pour ensuite retransmettre la connexion sur leur interface Ethernet. Chacun de ces points d'accès peut éventuellement être configuré en mode « Pont » avec connexion de clients. Ce mode permet de faire un pont tout en accueillant des clients comme le mode « Infrastructure ».

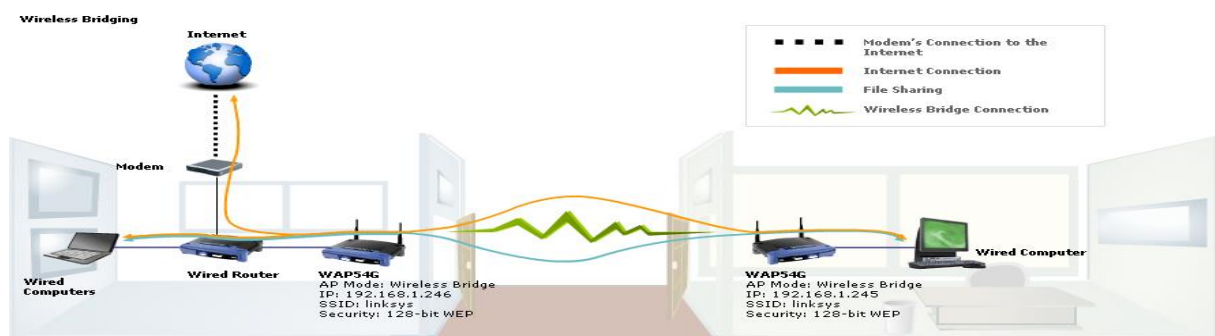


Figure 8: Mode pont « Bridge »

Le mode « Répéteur »

Un point d'accès en mode « Répéteur » permet de répéter un signal Wi-Fi plus loin (par exemple pour atteindre un fond de couloir en « L »). Contrairement au mode « Pont », l'interface Ethernet reste inactive. Chaque « saut » supplémentaire augmente cependant le temps de latence de la connexion. Un répéteur a également une tendance à diminuer le débit de la connexion. En effet, son antenne doit recevoir un signal et le retransmettre par la même interface ce qui en théorie divise le débit par deux.

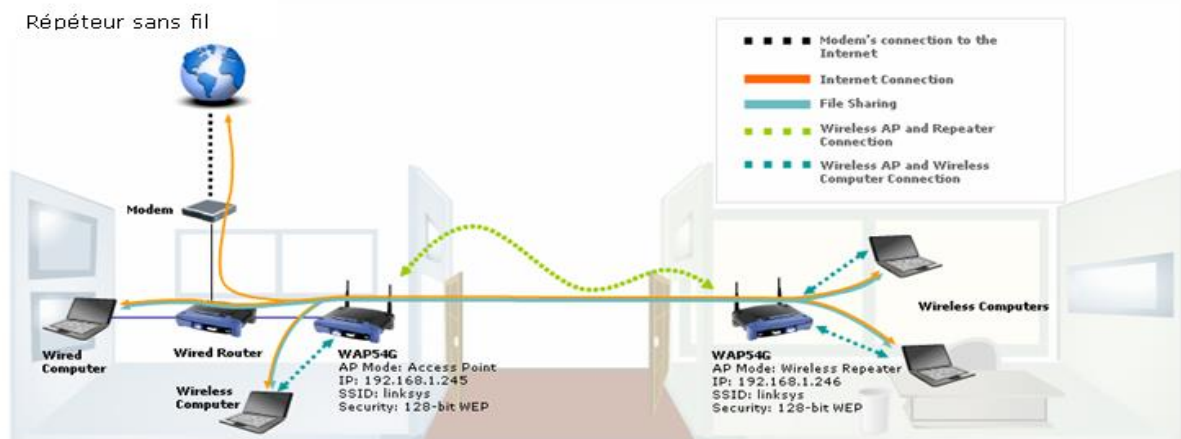


Figure 9: Mode répéteur

5. Les différentes normes WIFI

La norme IEEE 802.11 est en réalité la norme initiale publiée en 1997 qui offrait des débits de 1 ou 2 Mbit/s (Wi-Fi est un nom commercial, et c'est par abus de langage que l'on parle de « normes » Wi-Fi). Des révisions ont ensuite été apportées à la norme originale afin d'augmenter le débit (c'est le cas des normes 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11n et 802.11ac, appelées normes 802.11 physiques) ou de spécifier des fonctions de sécurité ou d'interopérabilité. Le tableau suivant présente les principales révisions de la norme 802.11 et leur signification :

Révisions	Date de sortie	Fréquence	Bande passante	Débit théorique max	Portée
802.11a	1999	5 GHz	20 MHz	54 Mbit/s	~110m
802.11b	1999	2.4 GHz	22 MHz	11 Mbit/s	~130m
802.11g	2003	2.4 GHz	22 MHz	54 Mbit/s	~130m
802.11n	2009	2.4 et 5 GHz	20 et 40 MHz	600 Mbit/s	~240m
802.11ac	2012	5 GHz	20, 40, 80, 160 MHz	6,77 Gbit/s	NA

Tableau 4 : Tableau : les différentes normes IEEE 802.11

I- Dimensionnement

Bien dimensionner son réseau informatique est primordial, pour garantir une utilisation fiable et performante de ses systèmes d'informations.

Un réseau WiFi disposant d'une capacité insuffisante peut, lors de fortes affluences, devenir inaccessible pour la majorité des utilisateurs.

Pour garantir un fonctionnement optimal en toutes circonstances, l'étude de dimensionnement d'un réseau sans fil doit prendre en compte la nature du milieu, le choix des canaux, nombre de points d'accès, affaiblissement du signal...

C'est pourquoi, avant de déployer ses solutions WIFI, il faut réaliser des études sur un site pilote, afin de déterminer avec précision l'utilisation de l'infrastructure réseau qu'on va implémenter.

1- Dimensionnement du milieu

1.1 Etude du milieu industriel

Il y'a plusieurs contraintes qui bloque l'implémentation de la solution wifi dans les zones industriels car le milieu industriel est un milieu très dur se caractérisant par :

- ✓ ***Environnement extrême*** : l'environnement industriel est très difficile, car il est circonscrit par des fuites de Gaz, la chaleur, la vibration, la poussière, l'humidité et l'eau. Ce qui demande un matériel spécial qui peut supporter cet environnement.
- ✓ ***Isolation*** : la plupart du milieu industriel n'est pas connecté au réseau. Donc il est nécessaire de passer un câblage pour connecter le terrain.
- ✓ ***L'éloignement*** : les utilisateurs sont éparpillés dans l'usine, chose qui demande un investissement matériel et logiciel plus grand.

Dans le but de choisir des équipements résistants et convenables, nous devons déterminer les caractéristiques de la nature du milieu de projet. Afin d'obtenir les éléments pour conclure le degré de protection qui détermine les spécificités des appareils.



Figure 10 : Zone industriel de site de Safi

1.1 Les éléments du milieu industriel

L'ensemble des éléments caractérisant le terrain industriel :

Les liquides : La présence d'eau et d'huile au chantier est évidente, ce qui menace les équipements. Car l'eau est un ennemi commun à la plupart des matériaux. Elle provoque la corrosion des métaux, la décomposition des matières organiques et la déstructuration des matériaux en général. La condensation est le résultat de la distillation de l'eau impure, mélangée dans l'atmosphère, et saturée d'oxygène. Ce type d'humidité est aussi appelée "eau agressive".

L'humidité : l'air humide comporte un certains nombres de produits chimiques destinés à accélérer les phénomènes de corrosion.

La poussière : à l'usine, Un grand nombre d'appareils électroniques usagés prennent la poussière. L'ennemi de l'électronique en général est la poussière.

Les vibrations : un local industriel a des vibrations importantes causé par les grandes machines telle que le broyeur. L'évacuation de vibration est donc un problème crucial face aux appareils.

La chaleur : les locaux industriels sont caractérisés par une température élevé chose qui influence le matériel informatique. Il faut savoir que les composants électroniques

ont une fâcheuse tendance à chauffer et la chaleur réduit considérablement leurs durées de vie.

Les gazes : l'atmosphère de chantier dense par des gazes, qui ont l'influence directe sur les composantes électroniques. Quelques-uns :

- Dioxyde de soufre - SO₂
- Hydrogène sulfuré - H₂S
- Fluorure d'hydrogène – HF
- Ammoniac – NH₃

1.2 Indice de protection

L'**indice de protection (IP)** est un standard international de la Commission électrotechnique internationale relatif à l'étanchéité paru pour la première fois en 1989

Le format de l'indice, donné par la norme CEI 60529, est IP 69 où les caractères 6 et 9 sont deux chiffres et/ou une lettre. Les chiffres indiquent la conformité avec les conditions résumées dans les tableaux ci-dessous. Lorsqu'aucun critère n'est rencontré, le chiffre peut être remplacé par la lettre X.

Par exemple, un indice de protection **IP2x** signifie que l'appareil est protégé contre l'intrusion de solides supérieurs à 12,5 mm (premier chiffre), mais que son fonctionnement n'implique pas la nécessité de le protéger contre l'intrusion de liquides. On place donc un "x" à la place du deuxième chiffre, pour signifier l'inutilité de rendre ce matériel étanche aux liquides.

L'**indice de protection** s'énonce en distinguant clairement les deux chiffres (et/ou lettres) qui suivent le préfixe **IP**. Par exemple, pour un indice de protection **IP69**, on prononcera "*IP six-neuf*", et non pas "*IP soixante-neuf*", comme il est souvent entendu hors du champ professionnel.

	Premier chiffre - Corps solides	Second chiffre - Liquides
0	Aucune protection	Aucune protection
1	Protection contre les corps solides de taille supérieure à 50mm	Protection contre les chutes verticales de gouttes d'eau sur un appareil en position normale
2	Protection contre les corps solides de taille supérieure à 12mm	Protection contre les gouttes d'eau avec une inclinaison de 15° maximum par rapport à la position normale, pour une face
3	Protection contre les corps solides de taille supérieure à 2,5mm	Protection contre l'eau en pluie si celle-ci ne fait pas un angle de plus de 60° avec la verticale
4	Protection contre les corps solides de taille supérieure à 1mm	Protection contre les éclaboussements, les projections d'eau
5	Protection contre les dépôts de poussière	Protection contre les jets d'eau à la lance
6	Protection contre la pénétration de poussière (étanche)	Protection contre les paquets d'eau, les vagues, les jets puissants
7		Protection contre l'immersion temporaire
8		Protection contre l'immersion prolongée

Figure 11: Indice de protection

1- Choix des canaux

Les équipements Wi-Fi, comme toutes les techniques sans fil, doivent utiliser une partie limitée des bandes de fréquences hertziennes (bandes UHF et SHF), afin de limiter les interférences avec d'autres équipements ; un certain nombre de canaux Wi-Fi sont donc définis par les États et les organismes de normalisation. Sans être strictement similaires sur l'ensemble du globe, les fréquences des bandes ISM (2,4 GHz et 5 GHz) autorisées pour le Wi-Fi par les différents États sont néanmoins assez homogènes.

La recommandation pour optimiser l'utilisation du spectre en limitant les interférences consiste à utiliser les canaux 1 - 6 - 11. Il est déconseillé d'utiliser les autres canaux.

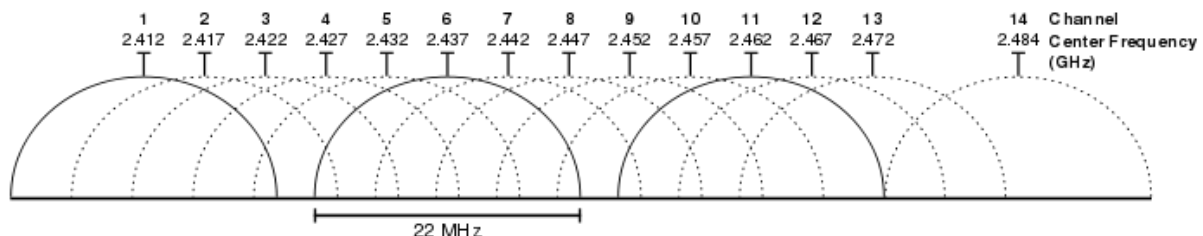


Figure 12: Canaux wifi de la bande 2.4

Prévision de couverture

Puissance émise

La puissance du signal émis PIRE est notée Tx. Elle dépend de la chaîne appareil-câble-antenne. Le point d'accès émet le signal avec une certaine puissance notée Px, Le câble reliant l'appareil à l'antenne engendre une perte de puissance notée L, et l'antenne fournit elle aussi une puissance supplémentaire notée G. La PIRE s'obtient par :
 $\text{PIRE} = \text{Puissance AP} + \text{Pertes câble} + \text{Puissance antenne}$

Les puissances sont exprimées en décibel (dB)

$L = \text{longueur câble} * \text{perte par mètre}$

Sensibilité de réception

On obtient la sensibilité de réception Sx en retranchant les pertes câble L et du gain de l'antenne G, de la sensibilité effective Rx :

$$S_x = R_x - L - G$$

Note : Le gain de l'antenne et les pertes câble sont ceux utilisés dans les calculs de puissance précédents.

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

Affaiblissement maximum tolérable

L'affaiblissement maximum tolérable (PL) est la différence entre la puissance de l'émetteur Tx et la sensibilité effective du récepteur Rx donne :

$$PL = R_x - T_x$$

Nombre de cellule dans la zone à couvrir

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

$$\text{Nombre de cellules} = \text{Surface} / \pi * R^2$$

Nombre de points d'accès par cellule

Théoriquement le nombre de nombre de points d'accès par cellule est donné par la formule suivante :

$$\text{Nombre des APs} = (\text{Bande passante totale dans la cellule}) / (\text{Bande passante offerte par un AP})$$