

UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIE D'ORAN
FACULTE GENIE ELECTRIQUE
DEPARTEMENT ELECTRONIQUE



Parcours
Master Réseaux, Télécommunications, Vision et Multimédia

Polycopié de Cours

Technologies sans fil



Dr. B. ALSHAQAQI
Dr. M. BOUMEHED

Table des matières

Introduction	5
Radio - Définition	5
Bluetooth	6
Historique	6
Definition.....	6
Applications	7
Specifications.....	8
Piconet	8
Scatternet	8
Protocoles.....	9
Protocole Couche Radio	10
Mécanismes de sécurité.....	10
Wi-Fi.....	12
Définition.....	12
Un bref historique de wifi	12
Différentes normes	13
IEEE 802.11	13
802.11b	13
802.11g.....	14
802.11n	14
802.11ac	15
Data Rate (Vitesse).....	15
Architecture 802.11	16
Dans un réseau sans fil, il existe deux types d'architecture que l'on peut mettre en place:	16
802.11 Topologies.....	17
802.11 Matériels.....	17
Cout des quelques Matériels	19
Ethernet vs wifi	19
La sécurité.....	19
Les applications.....	20

Les avantages.....	20
Technologie WiMAXv (Norme IEEE 802.16).....	21
Généralités	21
Définitions	21
Débits	21
Définitions - Mode opératoire –	22
<i>Avec infrastructure (Ex: WiMAX).....</i>	22
<i>Sans infrastructure (Ad-hoc).....</i>	22
Principe et architecture.....	23
Architecture - techniques de propagation –.....	23
Non ligne de vue NLOS	23
ligne de vue LOS.....	24
Etude technique (<i>Couches protocolaires</i>).....	25
La technologie OFDM.....	27
OFDMA	27
Le schème du duplexe	28
La couche MAC du Wi Max.....	28
Le Handover.....	29
La sécurité.....	30
Avantages	30
<i>Inconvénients</i>	30
La Technologie LI-FI (Light Fidelity).....	31
Définitions	31
Standardisation.....	31
Comment cela Fonctionne	31
Schema	32
Avantages	32
Inconvénients	32
Conclusion	33
Identification par radio fréquence	34
Définition :.....	34

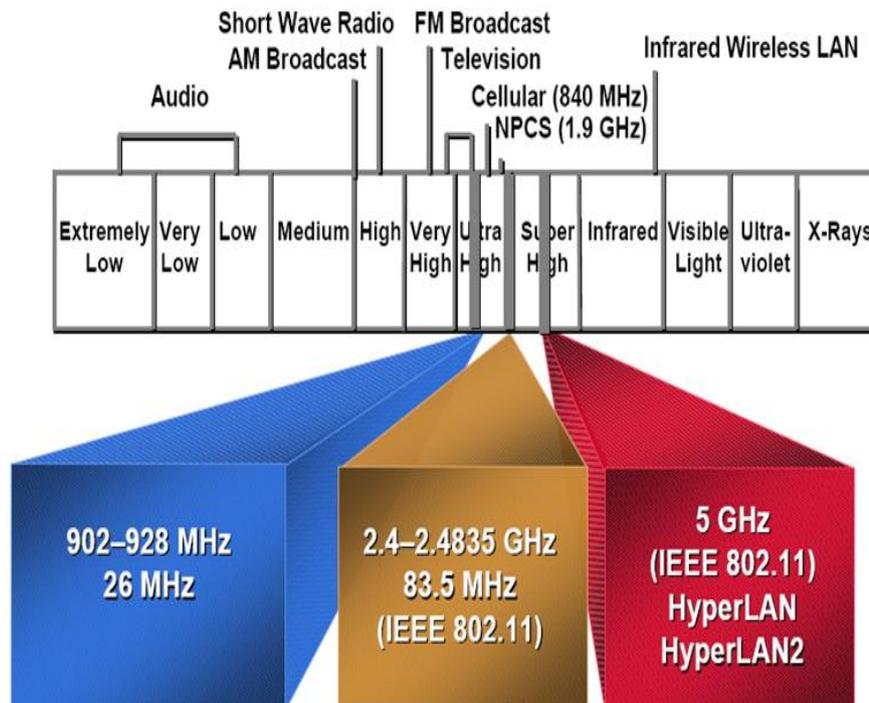
Historique	34
Lecteur RFID :	34
Définition :	34
Etiquette RFID :	35
Définition :	35
Types d'étiquettes :	35
Familles :	35
La carte RFID :	35
Définition :	35
Types :	35
Usage :	36
Le Badge RFID :	36
Définition :	36
Fonctionnement :	36
Utilisation :	36
Avantage :	36
Antenne RFID :	36
Définition :	36
Types :	36
Puce RFID :	37
Définition :	37
Types :	37
Famille :	37
Le couplage tag RFID / lecteur RFID :	37
Comment ?	37
Utilisation du rfid :	37
La sécurité dans les systèmes RFID :	38
Les standards dans le RFID :	38
Avantages & inconvénients du RFID	38
Bibliographie.....	39
Sources Internet.....	39

Introduction

Radio - Définition

Radio: La transmission sans fil à travers l'espace d'ondes électromagnétique dans la approximative gamme de fréquence de 10 kilohertz à 300 000 MHz.

- Le Spectre Electromagnétique



Bluetooth

Historique

- 1994 : Création par le fabricant suédois Ericsson
- 1998 : Plusieurs grandes sociétés (Agere, IBM, Intel, Microsoft, Motorola, Nokia et Toshiba) s'associent pour former le Bluetooth Special Interest Group (SIG)
- 1999 : Sortie de la spécification 1.0 (IEEE 802.15.1)
- 2001 : Premiers produits équipés
- 2002 : 50 millions de produits équipés
- 2004/2005 : Sortie de la spécification 2.0

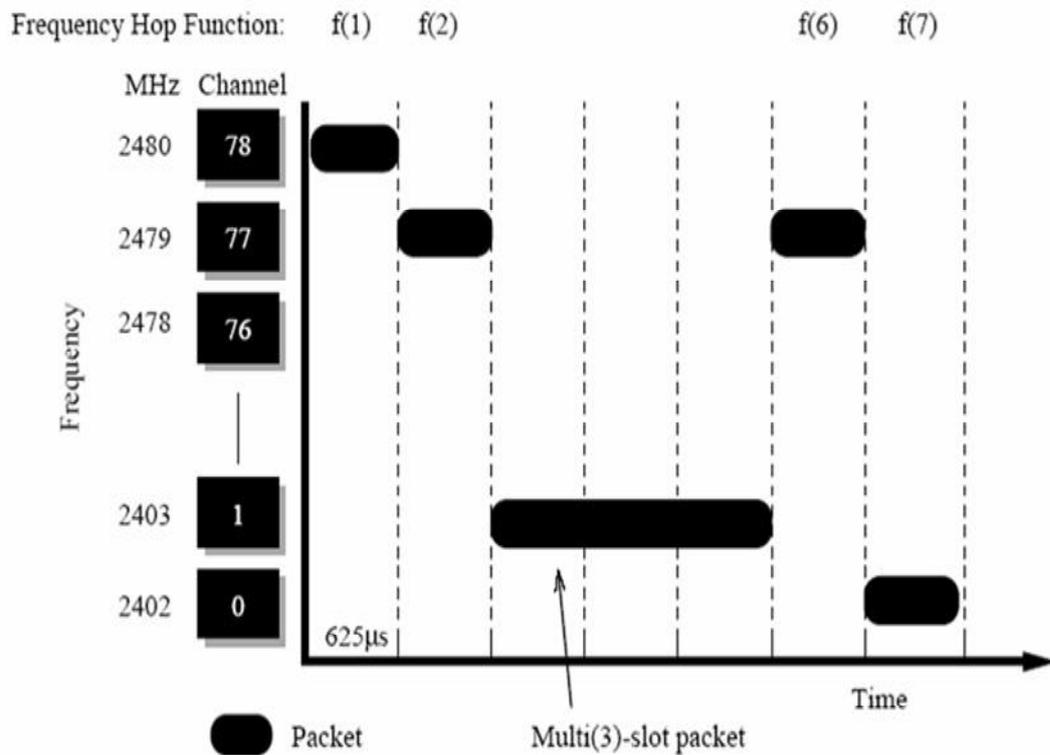
Definition

Bluetooth est une technologie sans fil utilisée pour transférer des données entre différents appareils électroniques . La distance de transmission des données est faible par rapport à d'autres modes de communication sans fil.



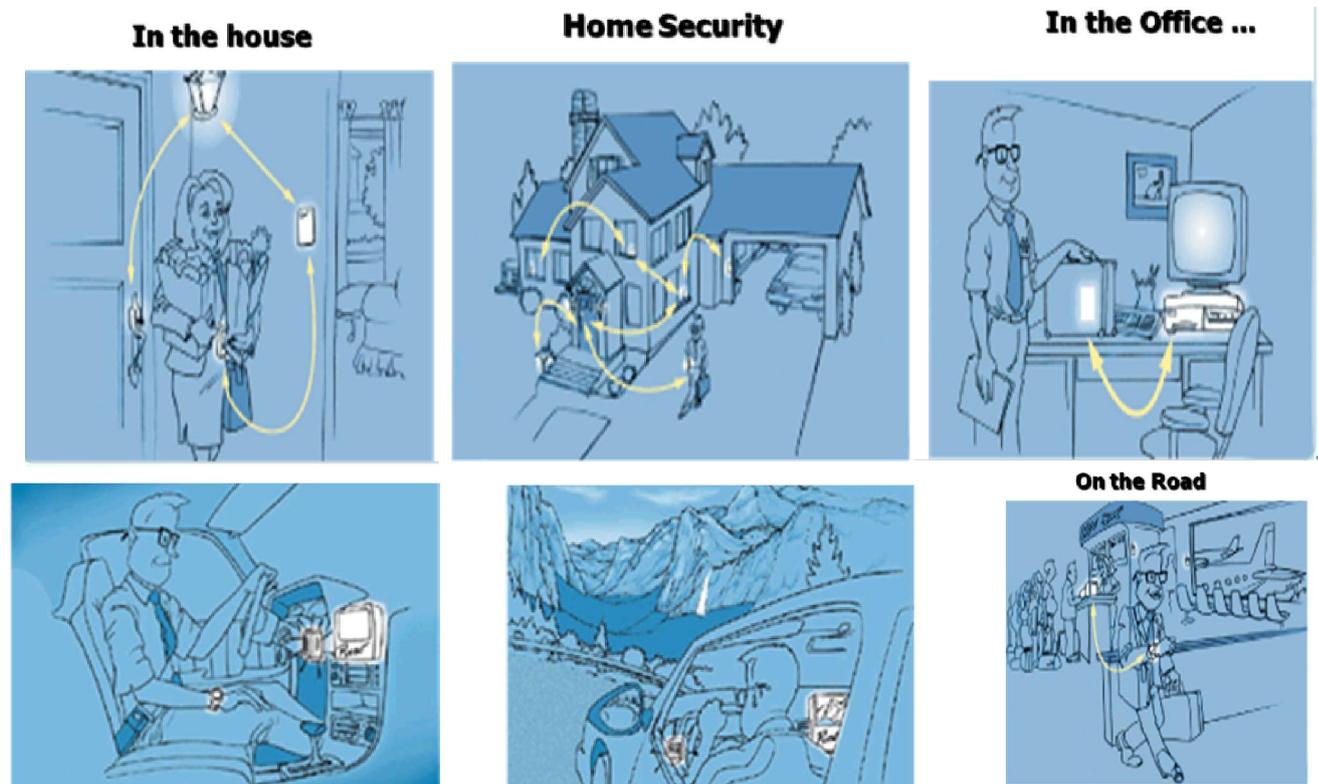
Il se compose d'un processeur de bande de base , de la radio et une antenne. Le processeur de bande de base convertit les données en signaux , l'antenne d'un autre dispositif de la bluetooth , dans au moins 30 pieds loin, reçoit un signal émis dans l'air

- Il utilise une technique de saut de fréquence à étalement de spectre (FHSS-Frequency Hopping Spread Spectrum) - qui est l'une des deux techniques de modulation de base utilisés dans la transmission à étalement de spectre du signal.



Les fréquences sont commutées à plusieurs reprises lors de la transmission de la radio pour aider à réduire l'accès illicite ou d'autres moyens de télécommunications se croiser et causer une interruption.

Applications



Specifications

- Les choses que vous devez avoir :
- Transceivers et récepteurs qui peuvent envoyer et recevoir des données , car ils utilisent les ondes radio .
- Adresse MAC (adresse physique)
- Brûlé sur la carte réseau par le fabricant .
- Code PIN
- -Pour identifier le mode d' utilisation du dispositif.
- Un Piconet
- Un protocole FHHS

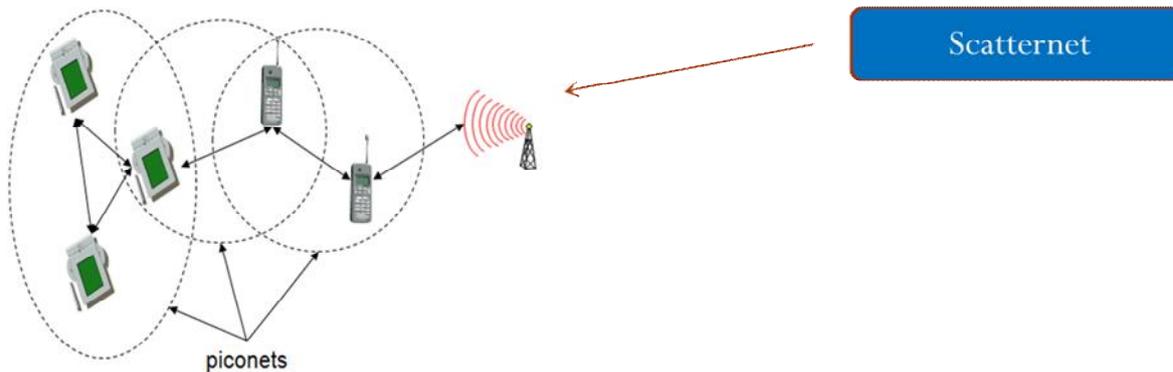
Piconet

- Une séance de Piconet est un lien de communication qui doit être créé entre les périphériques pour les périphériques de communiquer les uns avec les autres.
- Cela se fait lorsque l'adresse MAC et le match de code PIN .
- Les périphériques Bluetooth utilisent un protocole appelé (FHHS) Fréquence Hopping Spread Spectrum qui utilise la commutation de paquets à envoyer des données .
- Bluetooth envoie des paquets de données sur une gamme de fréquences.

Dans chaque session un dispositif est un maître et les autres sont des esclaves

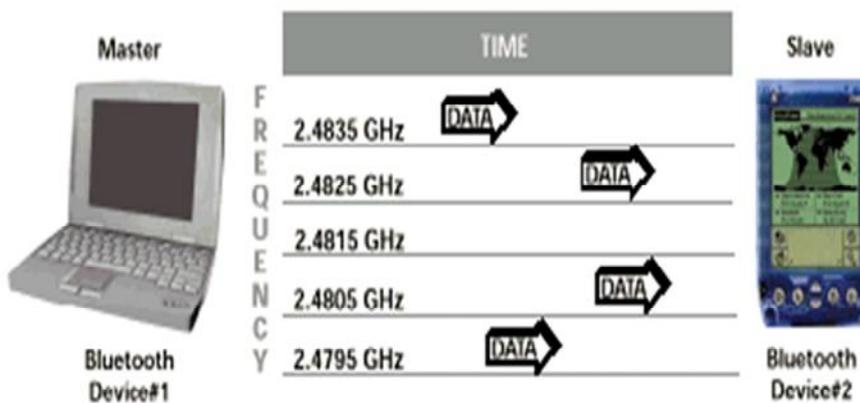
Scatternet

- Dispositif pico-réseau peut exister en tant que maître ou esclave dans un autre pico-réseau
- Permet à de nombreux dispositifs de partager même zone
- Fait une utilisation efficace de la bande passante
- Chaque pico-réseau a un maître et jusqu'à 7 esclaves
- Maître détermine séquence de sauts les esclaves ont pour synchroniser
- La communication entre les dispositifs piconets = saut en arrière et en avant entre les piconets

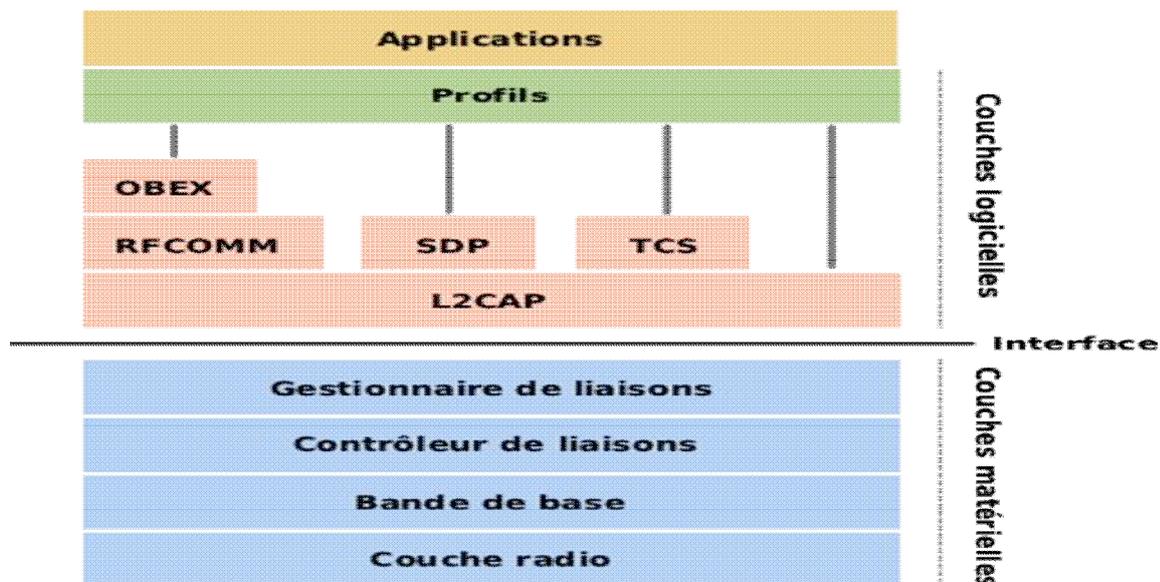


Scatternet

FHHS/ Etalement de phase



Protocoles



OBEX: signifie « OBject EXchange ».
RFCOM: signifie «Radio frequency communication».
SDP: signifie «Service Discovery Protocol ».

- **La couche L2CAP:** La couche L2CAP (*Logical Link Control & Adaptation Protocol*) fournit les services de multiplexage des protocoles de niveau supérieur et la segmentation et le réassemblage des paquets ainsi que le transport des informations de qualité de service.
- **Protocole bande de base:** La bande de base (ou baseband en anglais) est également gérée au niveau matériel.
- C'est également la bande de base qui gère les différents types de communication entre les appareils.
- La bande de base peut donc gérer deux liens de connexions :
Les liaisons SCO (Synchronous Connection-Oriented)
Les liaisons ACL (Asynchronous Connection-Less)

Protocole Couche Radio

- C'est elle qui s'occupe de l'émission et de la réception des ondes radio.
- Elle définit les caractéristiques telles que la bande de fréquence et l'arrangement des canaux, les caractéristiques du transmetteur, de la modulation, du récepteur, etc.
- Une modulation optionnelle utilise une modulation de phase (PSK à 4 et 8 symboles)
- La rapidité de modulation est de 1 Mbaud pour toutes les modulations. La transmission duplex utilise une division temporelle.
- Sauts de fréquences :
 - bande de transmission découpée en 79 canaux de 1 MHz
 - en fonction de l'encombrement des transmissions
 - 1 600 fois par seconde
 - indiquer dans les blocs de contrôle la fréquence suivante
 - différence entre débit théorique d'1 Mb/s et pratique soit $2 \times 432 = 864$ Kb/s

Mécanismes de sécurité

- Saut de fréquence : changement de canal de transmission 1600 fois / sec
- Une adresse dépendante du dispositif physique : équivalence adresse MAC sur 48 bits, associée à une personne → confiance en son interlocuteur
- Un code personnel d'identification : code PIN sur 1 à 16 octets identifie un utilisateur
- Codage sur 128 bits

3 Niveaux de sécurité :

- Niveau 1 : Pas de gestion de sécurité
- Niveau 2 : les broadcasts ne sont pas chiffrés, mais l'adressage individuel, si.
La sécurité est faite après l'établissement du canal de communication.
- Niveau 3 : tout le trafic est chiffré
schéma de connexion plus compliqué → création des clés de cryptage

Différentes clés de sécurité :

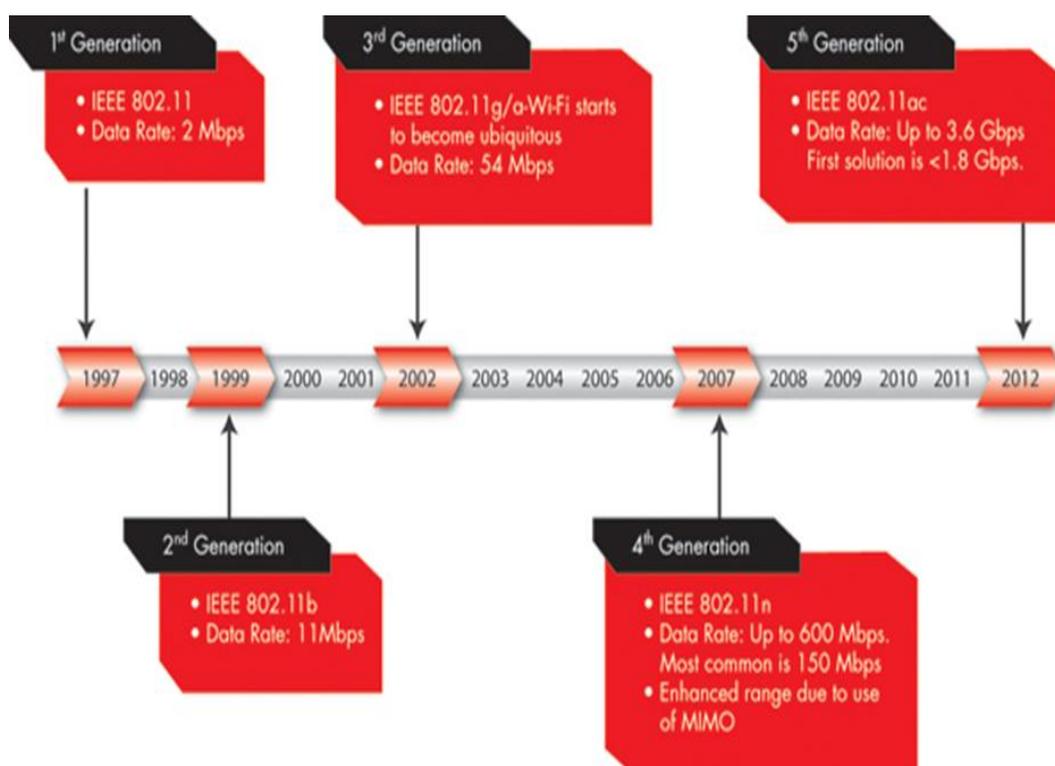
- Init Key : clé d'initialisation → dès que 2 modules veulent communiquer
- Master Key : Communication vers plusieurs unités
Elle est générée par le maître, et transmise chiffrée à chaque esclave
- Unit Key: Communication point to point
Générée à l'allumage de chaque unité, propre à chacune d'entre elles, et stockée en mémoire.

Wi-Fi

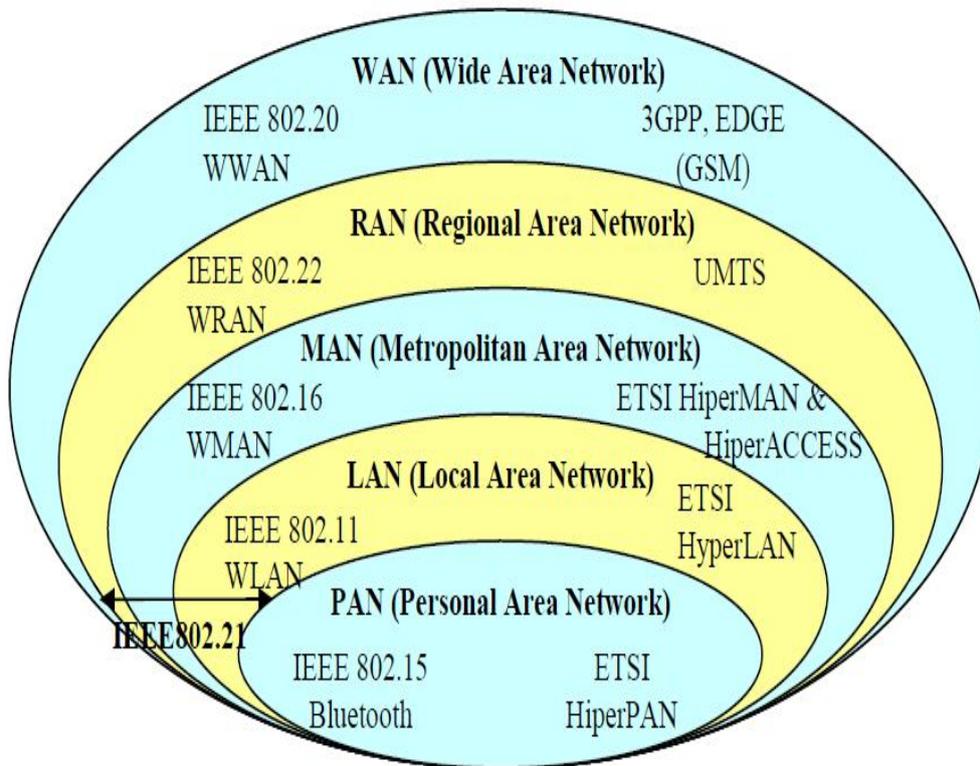
Définition

- La norme *IEEE 802.11 (ISO/IEC 802-11)* est un standard international décrivant les caractéristiques d'un réseau local sans fil (WLAN).
- Le nom Wi-Fi (contraction de *Wireless Fidelity*, parfois notée à tort *Wifi*) correspond initialement au nom donné à la certification délivrée par la Wi-Fi Alliance, anciennement *WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance)*, l'organisme chargé de maintenir l'interopérabilité entre les matériels répondant à la norme 802.11.
- Un réseau Wi-Fi permet de relier sans fil plusieurs appareils informatiques (ordinateur, routeur, décodeur Internet, etc.) au sein d'un réseau informatique afin de permettre la transmission de données entre eux.

Un bref historique de wifi



Différentes normes



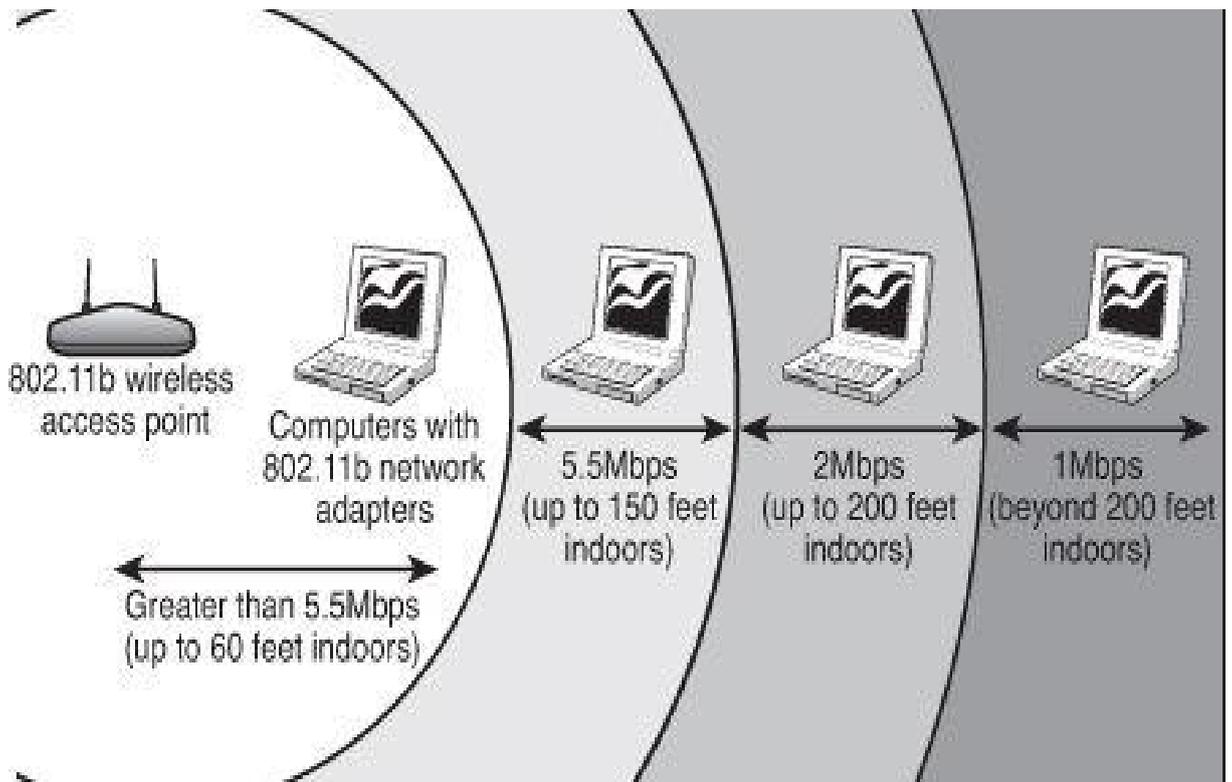
IEEE 802.11

- 802.11a prend en charge une bande passante de 54 Mbps et des signaux dans un spectre de fréquence réglementé environ 5 GHz. Cette fréquence plus élevée par rapport à la norme 802.11b réduit la portée des réseaux 802.11a. La fréquence plus élevée signifie également des signaux 802.11a ont plus de difficulté à pénétrer les murs et autres 802.11a et 802.11b obstructions. Parce qu'ils utilisent des fréquences différentes, les deux technologies sont incompatibles avec l'autre. Certains fournisseurs offrent un engrenage 802.11a / b réseau hybride, mais ces produits ne font qu'appliquer le côté des deux normes à côté (chacun des appareils connectés doit utiliser l'une ou l'autre).
- Plus de 802.11a - vitesse maximale rapide; fréquences réglementées éviter les interférences provenant d'autres appareils
- Moins de 802.11a - coût le plus élevé; signal de courte portée qui est plus facilement obstrué

802.11b

- 802.11b fonctionne dans la bande de 2,4 GHz. Sa vitesse est de 11 Mbps (vitesse efficace - moitié de la vitesse nominale). Il couvre jusqu'à 100m de distance. Sa capacité est de 32 utilisateurs par point d'accès. Il est normalement installé dans les bureaux et de maisons à plus facile la migration entre les deux endroits, également en cours de déploiement dans les «hot spots» tels que les hôtels, les aéroports et les cafés Starbucks.
- Plus de 802.11b - coût le plus bas; portée du signal est bon et pas facilement obstruée

- Moins de 802.11b - plus lente vitesse maximale; appareils ménagers peuvent interférer sur la bande de fréquence non réglementée



802.11g

- En 2002 et 2003, une 802.11g standard appelée plus récente a émergé sur le marché. 802.11g tente de combiner le meilleur des deux 802.11a et 802.11b. 802.11g prend en charge une bande passante de 54 Mbps, et il utilise une fréquence de 2,4 GHz pour une meilleure portée. 802.11g est rétro compatible avec la norme 802.11b, ce qui signifie que les points d'accès 802.11g travailleront avec 802.11b cartes réseau sans fil et vice versa.
- Plus de 802.11g - vitesse maximale rapide; portée du signal est bon et pas facilement obstruée
- Moins de 802.11g - coûte plus que le 802.11b; appareils peuvent interférer sur la fréquence du signal non réglementée

802.11n

- 802.11n (parfois aussi appelé "Wireless N") a été conçu pour améliorer 802.11g dans la quantité de bande passante soutenue par l'utilisation de Multiple-Input Multiple-Output (appelé technologie MIMO) au lieu d'un. Groupes de normalisation de l'industrie ratifié 802.11n en 2009 avec des spécifications prévoyant jusqu'à 300 Mbps de bande passante réseau. 802.11n offre aussi un peu meilleure gamme par rapport aux anciennes normes Wi-Fi en raison de son intensité de signal accrue, et il est rétro-compatible avec les équipements 802.11b / g.
- Plus de 802.11n - le plus rapide vitesse maximale et meilleure gamme de signal; plus résistant aux interférences de signaux provenant de sources extérieures

- Moins de 802.11n - norme est pas encore finalisée; coûte plus que la technologie 802.11g; l'utilisation de plusieurs signaux peut grandement interférer avec les réseaux proches en fonction 802.11b / g.

802.11ac

- La nouvelle génération de Wi-Fi signalisation dans l'usage populaire, 802.11ac utilise la technologie sans fil bi-bande, supportant des connexions simultanées sur les deux les 2,4 GHz et 5 GHz Wi-Fi. 802.11ac offre une rétrocompatibilité avec la norme 802.11b / g / n et évalué jusqu'à 1300 Mbps sur la bande 5 GHz et jusqu'à 450 Mbps sur la bande passante 2,4 GHz.

Data Rate (Vitesse)

- Le taux de l'IEEE 802.11a de données est de 54 Mbps. Le taux de IEEE 802.11b de données est de 11 Mbps. Le taux de l'IEEE 802.11g de données est de 54 Mbps. De plus le débit de données est fonction de distance. Comme la distance d'augmenter le débit de données est diminue.le taux de IEEE 802.11g de données tombe à 6 Mbps que l'augmentation de la distance pour 50m. IEEE 802.11a nécessite point d'accès tous les 15m 802.11b nécessite tout les points d'accès après chaque 90m dans chaque direction.

WIRELESS STANDARDS			
Standard	Data Rate	Frequency	Range
802.11a	54 Mbps	5 GHz	50 feet
802.11b	11 Mbps	2.4 GHz	150 feet
802.11g	54 Mbps	2.4 GHz	50 feet
802.11n	300 Mbps	2.4 GHz and 5 GHz	175 feet

- 50 feet =15.24 meters 150 feet =45.72 meters 175 feet =53.34 meters

IEEE 802.11structure (couche du protocole)

- 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 trois 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) [DSSSFHSSInfrarouges](#)

Architecture 802.11

Dans un réseau sans fil, il existe deux types d'architecture que l'on peut mettre en place:

1. Mode ad-hoc



Le mode ad-hoc

Le mode **ad-hoc** a la particularité de fonctionner **sans l'intervention** d'une borne d'accès. Les clients, par exemple deux ordinateurs portables, communiquent directement entre eux. On parle aussi de communication **point à point (point-to-point)**.

L'avantage non des moindres et que quasiment tous les équipements sans fil peuvent fonctionner en mode **ad-hoc**. Vous avez besoin de transmettre des données d'un smartphone à un autre, pas de problème, utilisez le mode ad-hoc pour créer un mini-réseau point à point entre vos deux smartphone et le tour est joué !

Ce mode s'appelle **IBS – Independent Basic Service Set**

2. Mode Infrastructure



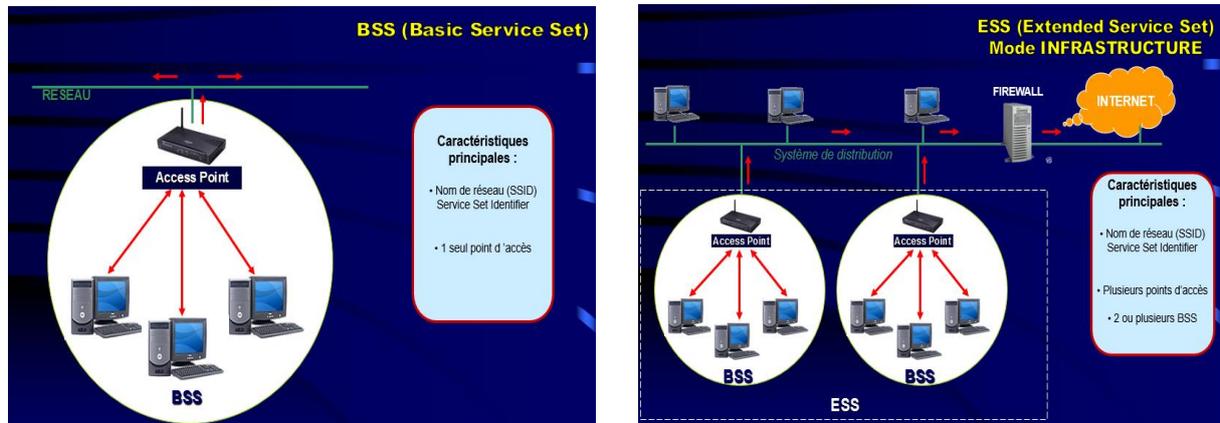
Le mode infrastructure

Le mode **infrastructure** à contrario du mode ad-hoc, fonctionne par l'intermédiaire **d'au moins une** borne d'accès. Les clients sans fil, ordinateurs portables, smartphones... s'associent à la borne d'accès puis envoient leurs données à la borne qui se charge de les transmettre aux bonnes destinations.

Dans le mode infrastructure, il existe **deux sous-modes**

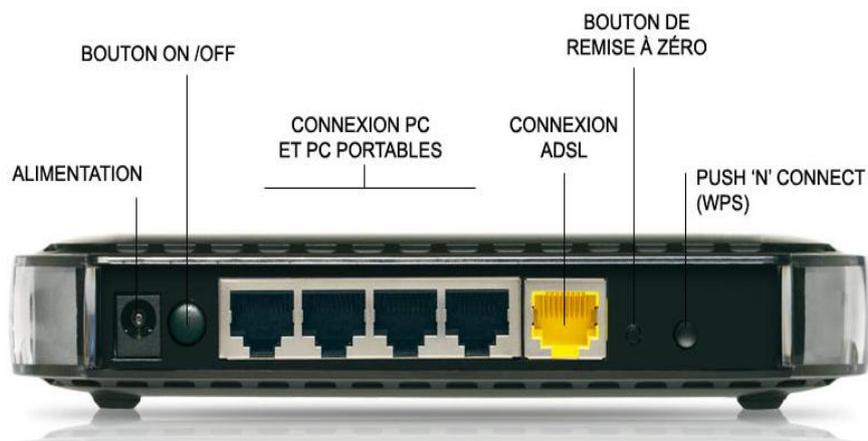
1. mode **BSS – Basic Service Set**
2. mode **ESS – Extended Service Set**

802.11 Topologies



802.11 Matériels

- **Le Routeurs**



- Centre névralgique de votre installation, connecté à votre modem haut-débit, le routeur "transforme" votre connexion Internet filaire en connexion sans-fil. La plupart des routeurs font office de borne sans-fil offrant l'accès internet à tous vos ordinateurs. Ils disposent également de ports Ethernet (en général quatre) pour raccorder physiquement les postes les plus proches et certains offrent une sécurité pour le réseau en étant dotés de firewall et de limitations d'accès.

- **adaptateurs USB**



Si votre ordinateur portable n'est pas compatible Wifi, il vous faudra opter pour un adaptateur. Les boîtiers ou clés USB sont les plus accessibles. Ils coûtent moins de 100 euros et se raccordent très simplement à l'ordinateur via la prise USB

- **Les cartes PCI**

Dédiées aux ordinateurs de bureau, les cartes PCI s'encastrent directement sur le port du même nom. L'avantage : complètement intégrée à votre ordinateur, seule l'antenne dépasse. L'inconvénient : il faudra ouvrir votre machine et trouver son emplacement pour l'installer

- **Les adaptateurs au format PC Card (PCMCIA)**

Tout bon ordinateur portable dispose d'un emplacement PC Card (PCMCIA). L'avantage : une fois placée, vous n'y touchez plus. Intégrée à votre ordinateur, une telle carte sera plus pratique qu'un adaptateur USB, car elle ne dépassera pas ou peu de votre ordinateur et elle ne vous monopolisera pas un port USB. L'antenne plate est intégrée, ou se déploie pour une meilleure réception. Premier prix : vers 60 euros.

- **Les antennes :**

Il existe deux principaux modèles d'antennes :

- Les antennes omnidirectionnelles qui ont un gain variant entre 1 et 15 dBi et qui offrent un rayonnement sur 360°. Elles s'installent généralement sur le point d'accès relié au réseau voire sur les cartes PCI.
- Les antennes directionnelles ont un gain allant de 5 à 24 dBi avec un rayonnement directif. Elles permettent d'établir des liaisons point à point mais également de couvrir une zone limitée dans le cas d'une antenne à angle d'ouverture important. Elles sont de plusieurs types comme par exemple les antennes paraboles ou encore les antennes panneaux.

Cout des quelques Matériels

Nom Produit – NORMES	Prix
Carte PCMCIA DLINK 802.11b	64,94 €
Carte PCMCIA DLINK 802.11g	87,31 €
Carte PCMCIA DLINK 802.11a	119,85 €

Nom Produit – NORMES	Prix
Carte PCI DLINK 802.11b	65,91 €
Carte PCI DLINK 802.11g	87,31 €
Carte PCI DLINK 802.11a	104,85 €

Nom Produit – NORMES	Prix
Borne d'accès DLINK DWL- 900 AP 802.11b	137,54€
Borne d'accès DLINK DWL- 2000AP 802.11g	161,46 €
Borne d'accès DLINK DWL- 6000 AP 802.11a	265,00 €

Ethernet vs wifi

- Ethernet (IEE 802.3)
- -Câble coaxial ou la paire torsadée (distance max vers 100m)-
- -Débit 10Mbps, 100 Mbps, voir Gbps (fibre optique),.....
- Wifi (IEEE 802.11)
- -Les ondes radio (bandes de fréquences 2.4 Ghz et 5 Ghz)
- -Débit 1-2 Mbps, 11 Mbps, 54 Mbps,.....
- -Portée de 30m à 300m

Interface	Débit théorique maximum	Débit réel moyen	Temps de sauvegarde d'un fichier de 1Go	Remarques
WiFi G 54 Mb/s	7 Mo/s	2 Mo/s	8 min 32 sec	Connexion sans fil utilisée par les box Internet et la majorité des ordinateurs portables.
CPL (courant porteur) 200 Mb/s	25 Mo/s	4 Mo/s	4min 16 sec	Connexion "sans fil" via des adaptateurs (vendus par 2) qui se branchent sur les prises secteurs.
WiFi II 300 Mb/s	38 Mo/s	5 Mo/s	3 min 24 sec	Connexion sans fil à haut débit. Nécessite l'achat d'un routeur ADSL compatible WiFi N
Fast Ethernet 100 Mb/s	12 Mo/s	9 Mo/s	1 min 53 sec	Connexion filaire proposée sur les box Internet et la majorité des appareils dits "connecté".
Ethernet Gigabit 1000 Mb/s	120 Mo/s	20 Mo/s	51 sec	Connexion filaire à haut débit, nécessite des câbles RJ45 de catégorie 6, ainsi que des périphériques compatibles (switch, routeur, carte réseau...)

La sécurité

- -Sécurité WEP (Wired Equivalent Privacy), niveau faible

- -WPA (Wi-Fi Protected Access), plus sécurisée
- -ACL (Access Control List)
- -AES (Advanced Encryption Standard)

Les applications

- Usage privé
- -réseau sans fil domestique
- -partage de connexion à internet (ADSL)
- -télétravail (professionnel)

Les avantages

- -facilite de déploiement, pas des câbles
- -mobilité et flexibilité génératrices des gains de productivité, (Access en temps réel aux informations, quel que soit le lieu où se situe l'utilisateur, décisions rapides et efficaces)

Technologie WiMAXv (Norme IEEE 802.16)

Généralités

- Association professionnelle active dans le domaine technique.
- Constitue des normes internationales pour infrastructure réseaux.

Définitions

- C'est un standard de communication non-filaire pour transmission et accès à Internet haut débit.
- Porte sur une zone géographique étendue (Grandes cellules)
- La norme de famille 802.16 définit des transmissions par voies hertziennes
- Utilise une architecture « point-multipoint »: à partir d'une antenne centrale on cherche à toucher de multiples terminaux

L'objectif du WiMAX est de fournir une connexion internet à haut débit sur une zone de couverture de plusieurs kilomètres de rayon.

Et de donner un accès à beaucoup plus de monde à Internet, notamment dans les campagnes.

Le déploiement de cette technologie permettra de proposer l'accès à Internet dans des zones actuellement non couvertes par la technologie ADSL ou câble. Cela permettrait donc de réduire la fracture numérique.

Débits

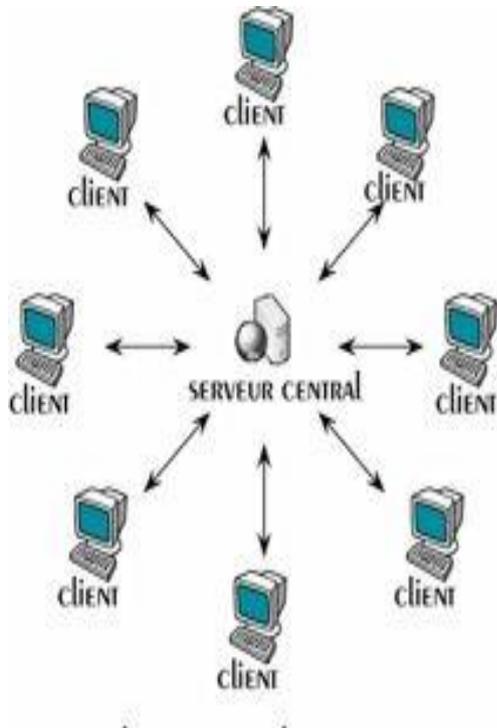
Dans la théorie, le WiMAX permet d'obtenir des débits montants et descendants de 70 Mbit/s avec une portée de 50 kilomètres.

Mais dans la réalité le WiMAX ne permet de franchir que de petits obstacles tels que des arbres ou une maison et ne peut en aucun cas traverser les collines ou les immeubles. Et donc le débit réel ne pourra ainsi excéder 20 Mbit/s.

Environnement	Taille de la cellule	Débit par secteur d'antenne
Urbain intérieur (NLOS)	1 km	21 Mbit/s (canaux de 10 MHz)
Rurbain intérieur (NLOS)	2,5 km	22 Mbit/s (canaux de 10 MHz)
Rurbain extérieur (LOS)	7 km	22 Mbit/s (canaux de 10 MHz)
Rural intérieur (NLOS)	5,1 km	4,5 Mbit/s (canaux de 3,5 MHz)
Rural extérieur (LOS)	15 km	4,5 Mbit/s (canaux de 3,5 MHz)

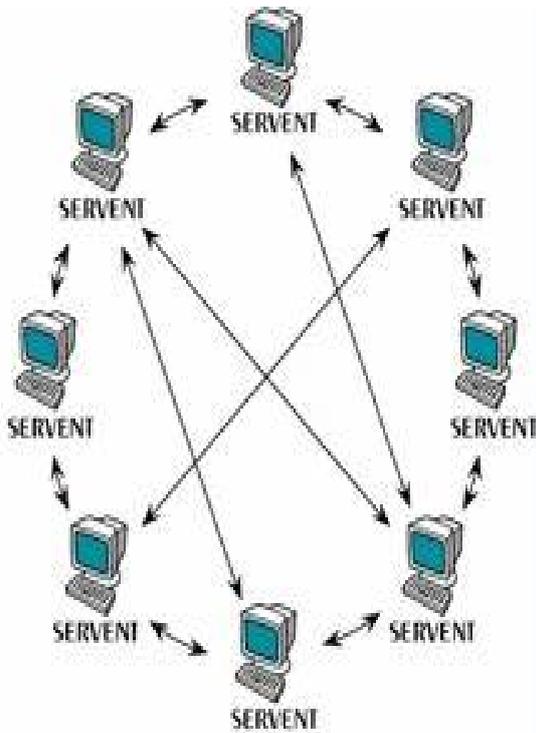
Définitions - Mode opératoire –

Avec infrastructure (Ex: WiMAX)



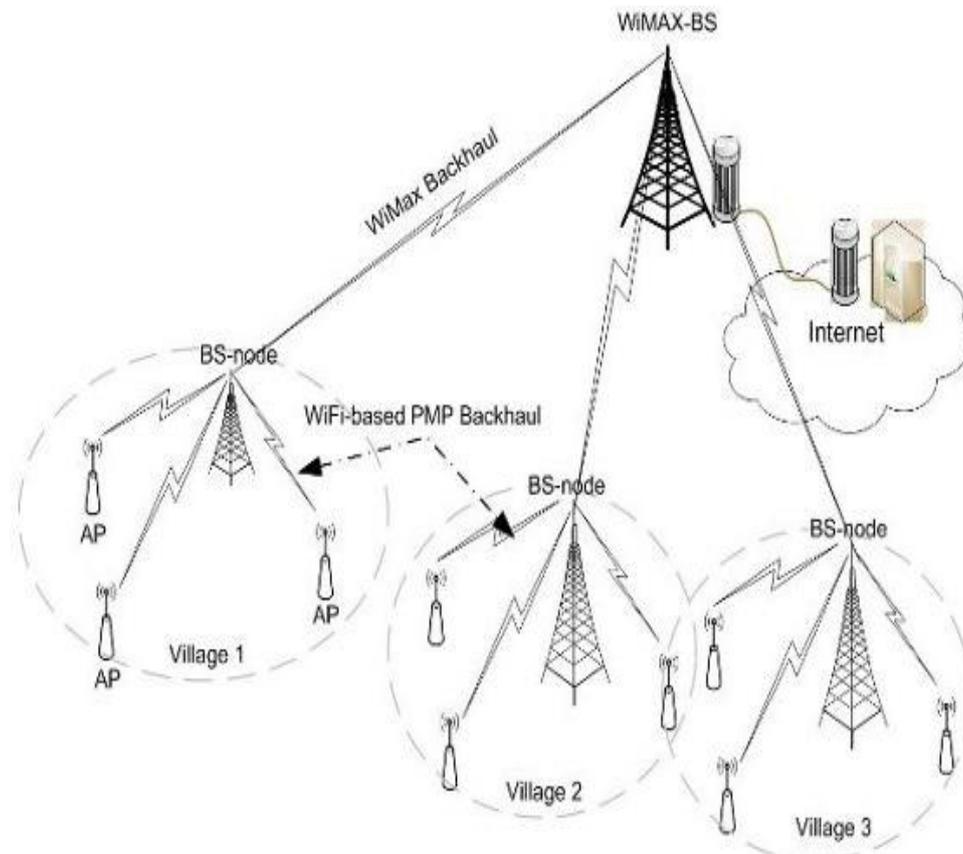
Sans infrastructure (Ad-hoc)

Système autonome de nœuds mobiles



Principe et architecture

- BS émet des ondes radio (~2.5 GHz)
- BS-node jouent le rôle de relais.
- Les répéteurs propagent les signaux à partir d'une antenne d'opérateur .
- Sur la figure, la liaison se fait à deux temps en passant par un répéteur.
- Il est possible d'avoir une connexion directe entre l'utilisateur et l'antenne de l'opérateur



Citer les composants matériels: station de base, stations mobiles (les types: antennes, puces électroniques, cartes NIC)

Principe: La Station de base émet des ondes radio (Hertziennes) dans la bande de fréquence de 2.5 GHz qui sera captée par plusieurs antennes d'abonnés, ainsi que par d'autres stations WiMAX conçues pour jouer le rôle de relais.

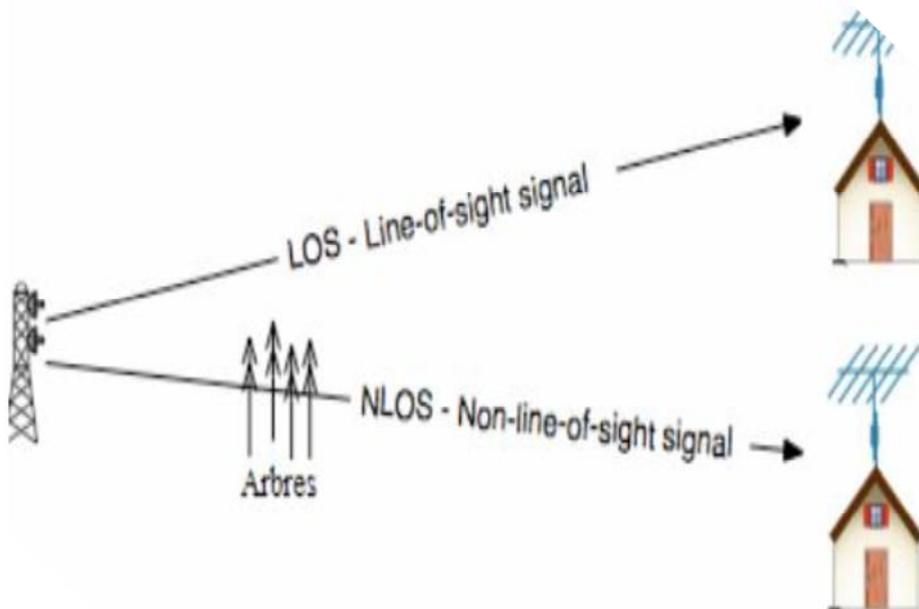
A partir d'une antenne d'opérateur, plusieurs répéteurs propagent les signaux vers des maisons individuelles, leur donnant accès à la téléphonie et à l'équivalent d'une connexion xDSL. Sur la figure, la connexion à l'utilisateur se fait en deux temps, en passant par un répéteur. Il est tout à fait possible d'avoir une liaison directe entre l'utilisateur et l'antenne de l'opérateur.

Architecture - techniques de propagation –

Non ligne de vue NLOS

- L'objectif est de lier un client final directement à un réseau donné.

- Le client doit disposer d'un récepteur WiMAX (Ex: puce intégrée)
- Les champs d'action (Hotzone) ont une étendue d'environ 15 KM
- La desserte offre un avantage de mobilité
- La propagation **NLOS** opère dans la bande 10-66 GHz
- Le futur de la WiMAX mobile se joue au niveau de la desserte
- WiMAX résout ou réduit le problème en utilisant ces technologies comme :
 - · Modulation de fréquence OFDM
 - · Antennes à haut gain
 - · Modulation adaptative
 - · Techniques de corrections d'erreurs
 - · ARQ (requêtes automatiques de répétitions de packets)



ligne de vue LOS

- Relier les points d'accès.
- Assure une connexion à Internet.
- On appelle ce mécanisme le *BACKHOLING* de hotspots.
- Emetteur WiMAX placés suffisamment haut.
- Remplaçant des kilomètres de fibre optique en filaire.
- La propagation **LOS** opère dans la bande 2.5-11 GHz

Expliquer le mode Desserte

Cette technique de transmission est appelée « Non ligne de vue NLOS », c'est-à-dire que le client ne se trouve pas en vue directe avec l'antenne. En effet, les bâtiments ou la végétation urbaines détournent le signal (utilisation d'une modulation de fréquence dite OFDM). C'est à ce niveau de desserte que se joue l'avenir du WIMAX mobile

Types & versions

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

WiMAX Fixe	WiMAX Mobile
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Clients fixes ▪ Norme 802.16 d (802.16-2004) ▪ Usage via une antenne fixe ▪ Opère dans les bandes fréquence 2.5 et 3.5 GHz ▪ Débit théorique: 75 Mbits/s ▪ Bande de fréquence 2-11 GHz ▪ Portée: 10 Km 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Clients mobiles ▪ Norme 802.16 e (802.16-2005) ▪ Ajout du transfert cellulaire HANDOVER ▪ Débit théorique: 30 Mbits/s ▪ Bande de fréquence 2-6 GHz ▪ Portée: 3 Km

Etude technique (*Couches protocolaires*)

Couche Physique

• Spécification 10-66 GHZ

Propagation LOS: communication sans obstacles

• Spécification 2-11 GHZ

Propagation NLOS: communication urbaine avec obstacles

• Trois types d'interface de transmission

1. SC (Single Carrier)

Définit une transmission sur un seul canal de fréquence

2. OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing

3. OFDM A(Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access

OFDM

- Technique de transmission de données apparue en 1960
- **Pour émettre un signal**
- OFDM divise une plage de fréquence en plusieurs sous-canaux séparés par des espaces libres
- Applique l'algorithme FFT qui:
- Véhicule le signal par le biais des différents sous-canaux
- Se charge de recombinaison du signal chez le récepteur

- **Objectif:** Exploiter au maximum la plage de fréquence allouée tout en minimisant l'impact du bruit grâce aux espaces libres inter canaux

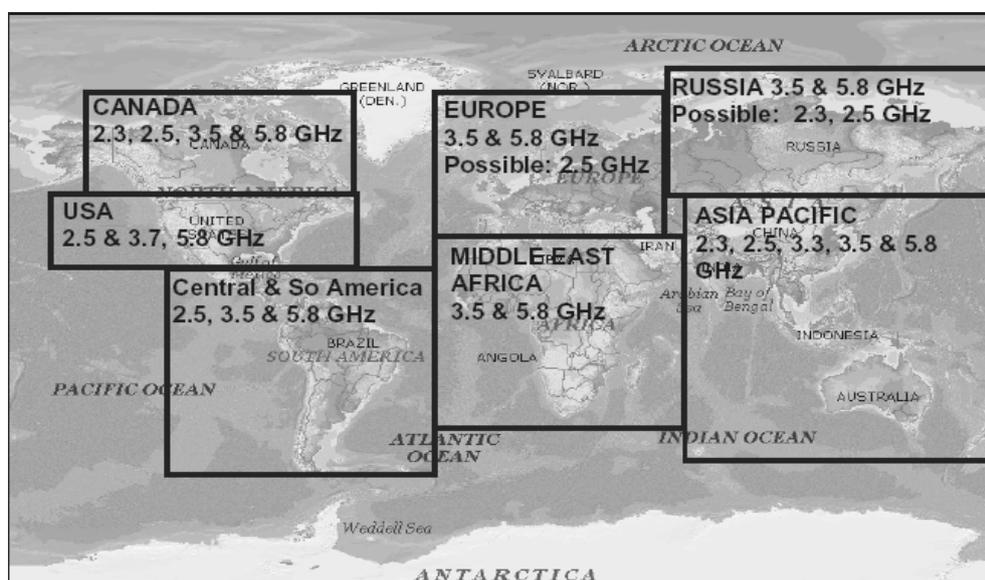
OFDMA (Multiutilisateurs)

- Emploie beaucoup de sous-porteuses orthogonales (au lieu d'une seule)
- Chacune de ses sous porteuses sera modulée avec une partie des données:
 - Chaque sous porteuse ne transmet que peu de donnée
 - Le taux de symbolex est réduit
 - Utilisée dans un environnement NLOS
 - Se charge de recombinaison du signal chez le récepteur

Les fonctions de la couche MAC en Wi Max

- La segmentation des service data units (SDUs) reçu de la couche haute dans PDU (protocol data units) de la couche MAC, la base de la couche MAC
- Sélectionner le profil approprié et le niveau de la puissance utilisé pour la transmission des PDUs de la couche MAC
- Retransmission des PDUs de la couche MAC ce qui a été reçu erroné par le récepteur quand l'ARQ est utilisé.
- Provision du contrôle de QoS et la manipulation de la priorisation des PDUs de la couche MAC appartient à la couche supérieure et les porteuses du signal.
- Scheduler des PDUs de la couche MAC sous les ressources de la couche physique.
- Provision de la sécurité et le management de la clé.
- Provision du support des couches supérieures pour le management de la mobilité.
- Provision du mode sauvegarde de la puissance et le mode à l'arrêt de l'opération

Le spectre de Wi max par région



La chaîne sans fil du haut débit: Fading

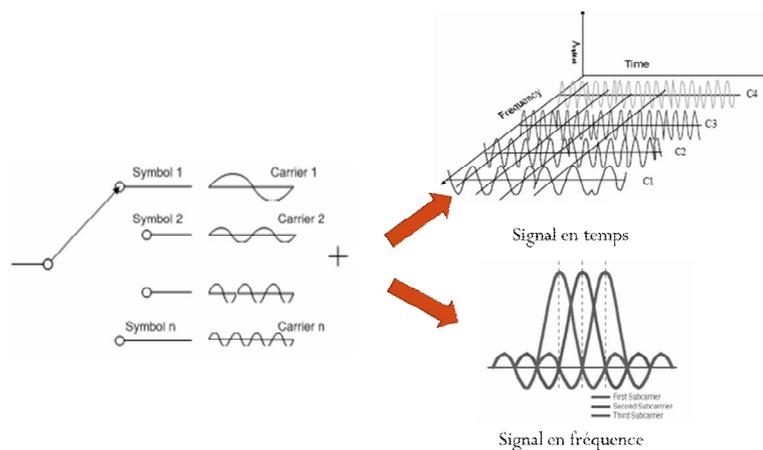
- Fading est a cause de la réception du multiple versions du même signal.
- Les versions multiple reçu sont formé par les reflétions (multipath).
- Le temps entre le 1er arrivée et le dernière arrivée s'appelle «delay spread ».

La chaîne sans fil du haut débit: NLOS

- NLOS = Non line of sight
- Le problem se passé par la condition NLOS
 - Multipath Fading
 - Interférence d'inter symbole sévère (ISI)

La technologie OFDM

- OFDM est Orthogonal Frequency Division Multiplexing.
- OFDM est une cas spéciale de la modulation multi porteuse quand les porteuses sont orthogonal à l'autre.
- OFDM est utilisé dans la communication haut débit: DSL, wireless LANs (802.11a/g/n), and Wi MAX.
- Concept
 - La division des trames avec le débit supérieur dans les trames avec le débit inférieur tel que le temps du nouveau symbole est supérieur que le délai étaler de la chaîne.
 - Moduler chaque trame avec le débit inférieur avec les sous porteuses orthogonal



OFDMA

- Les dernier systèmes du OFDM, comme le DSL, 802.11a/g et le 802.16 Wi MAX précédent utiliser un utilisateur OFDM tout les sous porteuse sont utilisé par un utilisateur à la fois.

- Wi MAX (802.16e-2005) utilise OFDMA (orthogonal frequency division multiple access) les utilisateurs partagent les sous-porteuses et les blocs de temps.



Le schème du duplexe

- Wi MAX supports les deux frequency division duplexing (FDD) and time division duplexing (TDD).
- **Les avantages du TDD**
 - Le partage de bande passante entre UL and DL flexible
 - Une gamme faible
 - Une chaîne du réciproque ce que peut exploiter

Les techniques d'antenne multiples

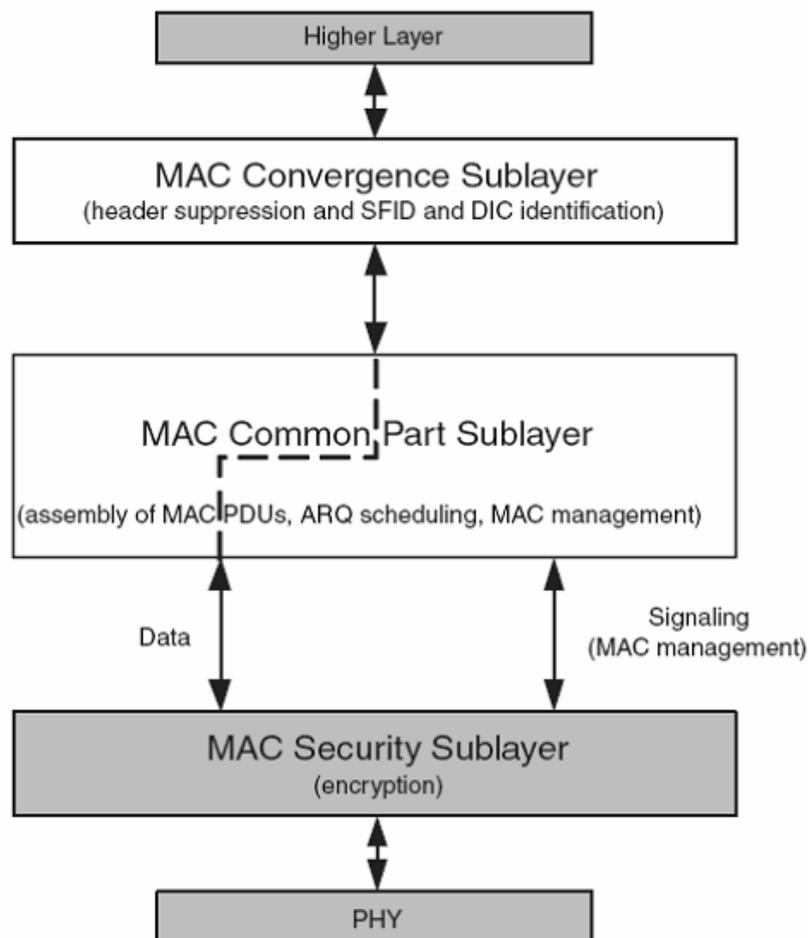
- Les antennes multiples peuvent être utilisées pour:
 - La diversité spatiale
 - La diversité du reçu
 - La diversité de la transmission
 - Formation du rayon
 - Le Multiplexage spatial
- Quand les antennes multiples sont utilisées comme l'émetteur et le récepteur, elles s'appellent multiple-input multiple-output (MIMO) communication.

La couche MAC du Wi Max

Faites toutes les opérations qui dépendent de la nature du protocole de la couche haute, par exemple la compression de la tête et le planning d'adresse.

Faites toutes les opérations qui sont indépendantes des couches hautes, par exemple la fragmentation et la concaténation des SDUs dans des MAC PDUs, la transmission de MAC PDUs, le contrôle de la QoS, et ARQ.

Responsable pour la cryptation, l'autorisation, et l'échange propre des clés de cryptation entre le BS et le MS.



Le Handover

Afin de prendre en compte la mobilité des usagers, le standard met en place une procédure du handover utilisable dans les cas suivant:

- Quand la station mobile MS (*Mobile Station*) peut être pris en compte avec une meilleure qualité de signal par une autre station de base
- Quand le terminal mobile peut être pris en compte avec une meilleure QoS par une autre station de base
- *Ré-sélection de cellule*
- *Entrée dans le réseau*
- *Terminaison du contexte terminal*
- *Baisse de connectivité pendant le handover*
- *La coordination de transmission*
- Les modes optionnels de handover : MDHO et FBSS

La sécurité

- *Key Management Protocol* : Privacy and Key Management Protocol Version 2 (PKMv2) est la base de la sécurité du Wi max Mobile comme défini dans la norme 802.16e. Ce protocole gère la sécurité au niveau de la couche MAC en utilisant des messages de type PKM REQ/RSP PKM EAP authentication, Traffic Encryption Control, Handover Key Exchange et Multicast/Broadcast.
- *Device/User Authentication* : Supporté grâce au protocole EAP en fournissant des supports SIM-based, USIM-based ou Digital Certificate ou UserName/Passwordbased.
- *Traffic Encryption* : L'AES-CCM est l'algorithme de chiffrement utilisée pour protéger les données des utilisateurs à travers l'interface MAC du Wi max Mobile. Les clés sont générées par l'authentification EAP.
- *Control Message Protection* : Les données de contrôle sont protégées suite à l'utilisation de l'AES ou du MD5.
- *Fast Handover Support* : L'authentification dans le fast handover est optimisé grâce au mécanisme du 3-way Handshake. De même, ce mécanisme permet de lutter contre les attaques de man-in-the-middle.

Avantages

- 1) Contrairement au Wi-Fi, le Wi-Max dispose d'une technologie gérant la bande passante ainsi, un utilisateur qui effectue une opération qui demande beaucoup de ressources disposera d'une large bande passante.
- 2) Le débit et la portée du WiMAX sont largement supérieurs à celui du Wifi bien qu'ils aient été revus à la baisse
- 3) Le coût de mise en place des infrastructures est largement inférieur à celui d'infrastructures filaires.
- 4) Dans les bandes de fréquences avec licence, le standard 802.16d pourrait amener des opérateurs à proposer des offres multiples. Par exemple une offre complète Internet, téléphone et Vidéo avec des débits supérieurs à l'actuel UMTS et même UMTS 2
- 5) Dans les bandes de fréquences sans licence, le Wi-Max, pourrait éventuellement remplacer l'actuel Wi-Fi (réseaux locaux et Hot Spot) grâce à sa portée plus importante, à plus de sécurité ainsi que plus de débit
- 6) Le Wi-Max offre une opportunité économique très intéressante ce qui permet d'attirer beaucoup d'entreprises

Inconvénients

- 1) Contrairement au Wifi, le Wi-Max met plus de temps pour s'implanter. En effet, alors que le Wifi est « libre ».
- 2) Le Wi-Max ne pourra franchir que de petits obstacles comme un arbre ou une maison mais le signal est incapable de passer au travers de collines ou d'immeubles importants.

La Technologie LI-FI (Light Fidelity)

Définitions

-Le **Li-Fi** ou **Light Fidelity** est une technologie de communication sans fil basée sur l'utilisation de la lumière visible comprise entre la couleur bleue (670 THz) et la Couleur rouge (480 THz)

Standardisation

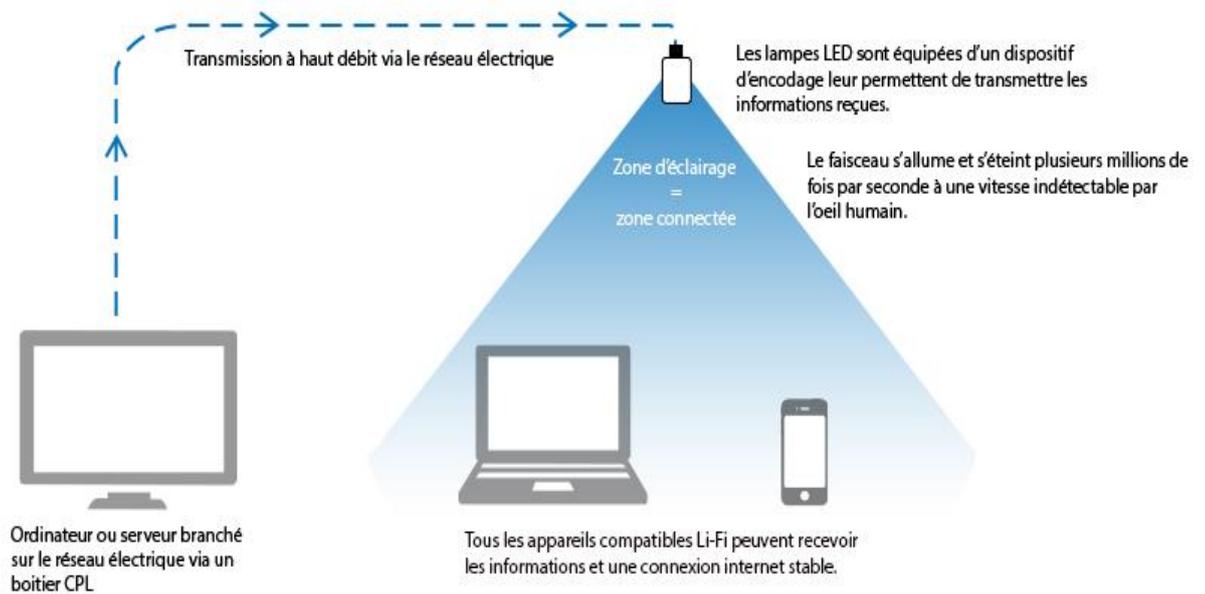
Une communication Li-Fi est réalisée selon le protocole de communication établi par le comité international **IEEE 802, LAN** and **MAN** (réseaux locaux et métropolitains). Ce standard définit la couche **PHY** et la couche **MAC** à adopter afin de développer des solutions compatibles à l'échelle mondiale. Le standard est capable de délivrer des débits suffisants pour transmettre de **l'audio**, de la **vidéo** et des **services multimédia**.

Comment cela Fonctionne

L'idée n'est en fait pas nouvelle, car déjà dans les années 1880 Alexandre Graham Bell avait mis au point le Photophone.

1. Dans le cadre du Li-Fi, une LED est reliée à un routeur dédié.
2. Cette LED peut ensuite s'allumer et s'éteindre de multiple fois, et transmettre ainsi des informations binaires
3. Cette variation de LED est invisible à l'œil, mais elle est reçue par un capteur qui est capable de recevoir et transformer les informations reçues.
4. Potentiellement, le nombre de séquence d'allumage/extinction de la LED peut être très important, jusqu'à **1 milliard** de fois par seconde à l'heure actuelle, ce qui représente un débit théorique de 1.3Gbit/s.

Schema



Avantages

Cette technologies présente plusieurs avantages:

- ✓ Le débit peut être important en **2013** un groupe des étudiants d'une Université d'Angleterre on peut atteindre jusqu'à **10Gb/s**.
- ✓ Une source lumineuse est simple à mettre en place.
- ✓ Contrairement aux ondes électro-magnétiques, les ondes lumineuses ne traversent pas le corps humain, et donc ne sont pas susceptibles de poser des problèmes de santé.
- ✓ La technologie reste fonctionnelle de jour.
- ✓ C'est directionnel, donc les informations ne peuvent être captées que sur le trajet de l'onde lumineuse, on peut donc penser que cela peut être plus sécurisé que du wifi.
- ✓ Cela permet d'éviter à terme la saturation des réseaux Wi-Fi en proposant un nouveau canal de distribution de l'information numérique.

Inconvénients

Par contre, il y a au moins un inconvénient :

- L'information ne traverse pas le corps, mais pas non plus les murs, ce qui rend impossible un réseau Li-Fi constitué d'un seul émetteur, même dans une maison.
- La communication est unidirectionnel, ca veut dire de broadcast, mais de recherche sont en cours de tourner cette technologie bidirectionnelle

Disponibilité de la technologie

La société française Oledcomm propose déjà différentes solutions pour les entreprises à base de Lifi qu'elle a installé ou qu'elle est en train d'installer.

Cette Société offre des services comme:

- Geolocalisation Indoor
- Application pour les musées
- Connexion Internet

Conclusion

Avec ce procédé, il était jusqu'à maintenant possible d'obtenir un débit maximal théorique de 1 Gb/s, soit déjà dix fois plus que le **Wi-Fi**. Pour faire passer un maximum de données, le Li-Fi exploite, outre le blanc, une **combinaison de trois couleurs** (vert, bleu, rouge) disponibles sur les Led dans le commerce.

*Un Article récent dit que ils on théorise 3Tb/s

Identification par radio fréquence

Définition :

Cette technologie permet d'identifier un objet, d'en suivre le cheminement et d'en connaître les caractéristiques à distance grâce à une étiquette émettant des ondes radio, attachée ou incorporée à l'objet.

Historique

- 1940 : Apparition du RFID & son utilisation dans la WWII par les britanniques.
- 1969 : Premier brevet lié à la technologie RFID pour l'identification des locomotives
- 1972 : Première carte RFID
- 1980 : Généralisation du RFID dans l'industriel & le bétail dû à la fabrication en masse des tags RFID par une firme allemande.
- 2004 : généralisation de la norme EPC (Electronic product code) appelé AUTO-ID, qui permet d'identifier chaque produit dans une chaîne de fabrication.

Éléments composant un système RFID

Lecteur RFID :

Définition :

Ce sont des dispositifs actifs, émetteurs de radiofréquences qui vont activer les marqueurs qui passent devant eux en leur fournissant à distance l'énergie dont ceux-ci ont besoin.

Fonctionnement :

- Il transmet à travers des ondes-radio l'énergie au tag RFID.
- Il transmet alors une requête d'informations aux étiquettes RFID situées dans son champ magnétique.
- Il réceptionne les réponses et les transmet aux applications concernées.

Types de lecteurs :

- le lecteur RFID fixe : comme son nom l'indique il est installé de manière fixe et ne peut donc pas être transporté pour la lecture des puces à distance, il prend la forme de portique ou de bornes.
- le lecteur RFID portable : le lecteur portable prend la forme d'un flasher portatif qui permet de lire les étiquettes manuellement, les objets n'ont plus besoin d'être transportés à proximité du lecteur, c'est le lecteur qui se déplace.
- La distance du lecteur est variable selon l'utilisation désirée :

Les lecteurs RFID de proximité: jusqu'à 25 cm.

Les lecteurs RFID de voisinage : jusqu'à 1 m.

Les lecteurs moyenne distance : jusqu'à 9 m.

Les lecteurs longue portée : plusieurs centaines de mètres.

- **Fréquences utilisées :**

les lecteurs RFID basses fréquences BF 125KHz,

les lecteurs hautes fréquences HF 13,56 MHz,

les lecteurs RFID UHF 868 MHz.

Etiquette RFID :

Définition :

Appelé aussi transpondeur est composée d'une puce reliée à une antenne, encapsulées dans un support. Elle est lue par un lecteur qui capte et transmet l'information.

Types d'étiquettes :

Les étiquettes en lecture seule, non modifiables.

Les étiquettes « écriture une fois, lecture multiple ».

Les étiquettes en « lecture réécriture ».

Familles :

Les étiquettes actives, reliées à une source d'énergie embarquée (pile, batterie, etc.). Les étiquettes actives possèdent une meilleure portée mais à un coût plus élevé et avec une durée de vie restreinte.

Les étiquettes passives, utilisant l'énergie propagée à courte distance par le signal radio de l'émetteur. Ces étiquettes à moindre coût sont généralement plus petites et possèdent une durée de vie quasi-illimitée. En contrepartie, elles nécessitent une quantité d'énergie non négligeable de la part du lecteur pour pouvoir fonctionner.

La carte RFID :

Définition :

Elles sont munies d'une puce qui permet de stocker les données souhaitées.

Types :

Les cartes RFID actives : elles disposent d'une source d'énergie intégrée dans la puce, elles sont autonomes et n'ont pas besoin de l'énergie du lecteur pour émettre leurs données.

Les cartes RFID passives : elles ne disposent pas d'une source d'énergie, en opposition avec les cartes RFID actives, elles ont besoin de l'énergie du lecteur pour s'activer et transmettre leurs données

Usage :

Le contrôle des voyageurs et/ou visiteurs.

Les transactions électroniques.

Le Badge RFID :

Définition :

Le badge RFID est constitué d'une puce et d'une antenne. Il utilise la technologie de radio-identification compatible avec des environnements sévères.

Fonctionnement :

le lecteur RFID transmet au moyen de son antenne des ondes magnétiques,

le champ magnétique crée apporte l'énergie suffisante à l'antenne intégrée au badge RFID,

la puce RFID est ainsi activée et les informations peuvent circuler.

Utilisation :

Les badges RFID ont pour principale application de mettre en œuvre les contrôles d'accès à usage professionnel.

Avantage :

Le badge RFID est réinscriptible.

pas besoin d'être en contact direct avec le lecteur pour être lu.

Antenne RFID :

Définition :

L'antenne RFID est un élément primordial du système RFID qui est généralement intégré au lecteur RFID et à l'étiquette RFID, elle permet d'activer les tags afin de recevoir des données et d'en transmettre les informations.

Types :

les antennes intégrées : elles sont intégrées au lecteur, leur utilisation est conseillée pour les lecteurs de basse fréquence à portée limitée ;

les antennes externes : elles ne font pas partie du lecteur, elles sont plus puissantes et s'avèrent donc utiles pour obtenir une plus grande portée.

Les tags RFID et l'antenne du lecteur RFID doivent avoir la même fréquence pour communiquer ensemble

Puce RFID :

Définition :

La technologie RFID repose sur l'utilisation d'une puce qui est reliée à une antenne miniature, cet ensemble constitue l'étiquette ou tag RFID.

La puce RFID contient des informations sur le produit où l'étiquette est collée ou implantée, elle sert donc à stocker ces données et à les transmettre au lecteur RFID via des ondes radio.

Types :

Les puces réinscriptibles (lecture/écriture)

Les puces à usage unique (lecture seule)

Famille :

Les puces passives : elles fonctionnent sans batterie et sont activées au moyen d'un lecteur émetteur-récepteur qui leur transmet des ondes magnétiques.

Les puces actives : elles possèdent leur propre batterie et transmettent de façon autonome des informations qu'elles enregistrent au capteur.

Les puces intelligentes : elles sont munies d'un système de sécurité qui permet de crypter les informations qu'elles contiennent. Les données pour être accessibles nécessitent une identification.

Le couplage tag RFID / lecteur RFID :

Comment ?

- Par Couplage magnétique :

dans le cas d'un champ proche (quelques cm à 1,5 m). L'interrogateur utilise alors des LF (Basses Fréquences) ou des HF (Hautes Fréquences). Les antennes sont alors constituées de boucles inductives.

-Par Couplage électrique :

dans le cas d'un champ lointain (jusqu'à 6m). L'interrogateur utilise alors des UHF (Ultra Hautes Fréquences) ou des SHF (Super Hautes Fréquences). Les antennes de base sont alors des dipôles ou des patches.

Utilisation du rfid :

La distribution : Supermarché, vente de vêtements...

jardinage technologique : ceci est un cas très intéressant, la ville de Paris en France a intégré à tout les arbres de la ville une puce RFID dans le but d'un suivi des arbres, de ce fait statistiquement la ville de paris compte 100000 arbres environ

Contrôle d'accès : Badges pour travail, machines

Pièces d'identité : cartes d'identité, permis de conduire, passeports : les passeports biométrique algériens ont une puce RFID intégré

La sécurité dans les systèmes RFID :

La sécurité est un problème épineux dans le monde des RFID. En effet, la lecture d'un RFID passif peut se faire facilement à l'aide d'un lecteur d'une personne tierce. De même, la vie privée peut être mise à mal par le suivi et la traçabilité de tout ce qui concerne un individu.

Solutions :

chiffrement de l'identifiant

changement de la valeur de l'étiquette après chaque lecture

Les standards dans le RFID :

- ❖ ISO
- ❖ ISO TC 104
- ❖ ANS
- ❖ ANSI
- ❖ ANSI MH 10.8.8
- ❖ GTAG
- ❖ EPC

Avantages & inconvénients du RFID

Avantages :

Diminution des coûts de main d'œuvre

Diminution des erreurs

Diminution des vols de produits (ce système existe dans les magasins de vêtements du centre ville d'Oran, dans les hypermarché coté articles électronique comme l'hypermarché Ardis de Mostaganem)

Étiquettes capable de stocker tout les données personnelles (passeport Algérien)

Inconvénients :

Coût élevé des étiquettes et des lecteurs

Gros investissement dans plusieurs équipements pour les entreprises

Complexité de la technologie

Bibliographie

1. Réseaux, 4ème Edition ,Andrew Tanenbaum– Prentice Hall – London2003 ,Texte français :
Véronique Warion & Michel Dreyfus– Pearson Éducation France - Paris 2003
2. Réseaux et Télécoms,Claude Servin – Dunod – Paris 2003,Wireless Communications and
Networks, 3 rd Edition William Stallings– Prentice Hall 08/2002
3. Les Réseaux– 6èmeEdition , Guy Pujolle– Eyrolle - Paris 2007/09
4. Réseaux de mobiles et réseaux sans fil,GSM, GPRS, UMTS, 802.11, Bluetooth, BLR, DVB, IP
Mobil
5. Khaldoun Al Agha, Guy Pujolle, Guillaume Vivier ,Eyrolles - PARIS VI
6. Wi-Fi par la pratique , Guy Pujolle, Davor Males- Eyrolles - PARIS VI
7. Le guide de Wi-Fi et du Bluetooth , Guy de Lussigny, Joanna Truffaut, Bertrand Grossier , Paris
: Eska interactive, 2004
8. 802.11 Réseaux sans fil La référence, Seconde édition, Matthew Gast, Traduction d'Hervé
Soulard
9. Editions O'Reilly, Paris 2005

Sources Internet

1. Technical Resources and Course Web Site for Wireless Communications by Williams Stallings
<http://williamstallings.com/Wireless1e.html>
2. Palowireless: Wireless Resource Center
<http://www.palowireless.com/>
3. Wikipedia,Téléphone Mobile :
http://fr.wikipedia.org/wiki/T%C3%A9l%C3%A9phone_mobile
IEEE 802.11 :
http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11
etc.
4. Commencamarche.net, Sélection bibliographique sur le Wi-Fi
<http://www.commentcamarche.net/livre/?cat=167>
5. Infoclick solution informatique - Encyclopédie informatique
<http://www.infoclick.fr/ccm/wifi/wifiintro.htm>
6. The Official Bluetooth Membership
<https://www.bluetooth.org/>