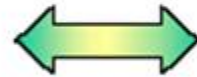




# Worldwide Interoperability for Microwave Access

Wireless LAN  
IEEE 802.11



Wireless MAN  
IEEE 802.16



Otman CHAKKOR

Génie des Systèmes de Télécommunications et Réseaux **GSTR**

# plan

- Objectif

## **Chapitre 1:** La norme 802.16

1.1 Wimax fixe/nomade **802.16 d**

1.2 Wimax mobile **802.16 e**

1.3 Déploiement du service Wimax

1.4 Application.

## **Chapitre 2:** Wimax: une Technologie pour les réseaux métropolitains

## **Chapitre 3:** Architecture en couches du Wimax

## **Chapitre 4:** Architecture du réseau Wimax

# Objectif

- Fournir une connexion internet à haut débit sur une zone de couverture de plusieurs kilomètres de rayon:
  - En théorie : 74 Mbit/s avec une portée de 50 kilomètres
  - En réalité : 12 Mbit/s en « *Non Line Of Sight* » à 4,5 kilomètres

# 1. La norme 802.16

- **WIMAX** est une norme technique basé sur le standard **802.16**.
- validée en 2001 par l'organisme international de normalisation IEEE.
- Développée par le consortium **Wimax forum**.
- Le standard **802.16** est défini pour une large bande de fréquences, de **2 à 66 GHz**.
- Le **Wimax** permet des vitesse de transfert pouvant atteindre un débit théorique de 70 Mbps pour un canal de 20 MHz.
- Ce standard permet également d'utiliser l'internet haut débit dans un rayon beaucoup plus large que le Wifi.
- Il a la capacité de couvrir de larges zones, dans un rayon de plus de 40 Km en vue directe (LOS).

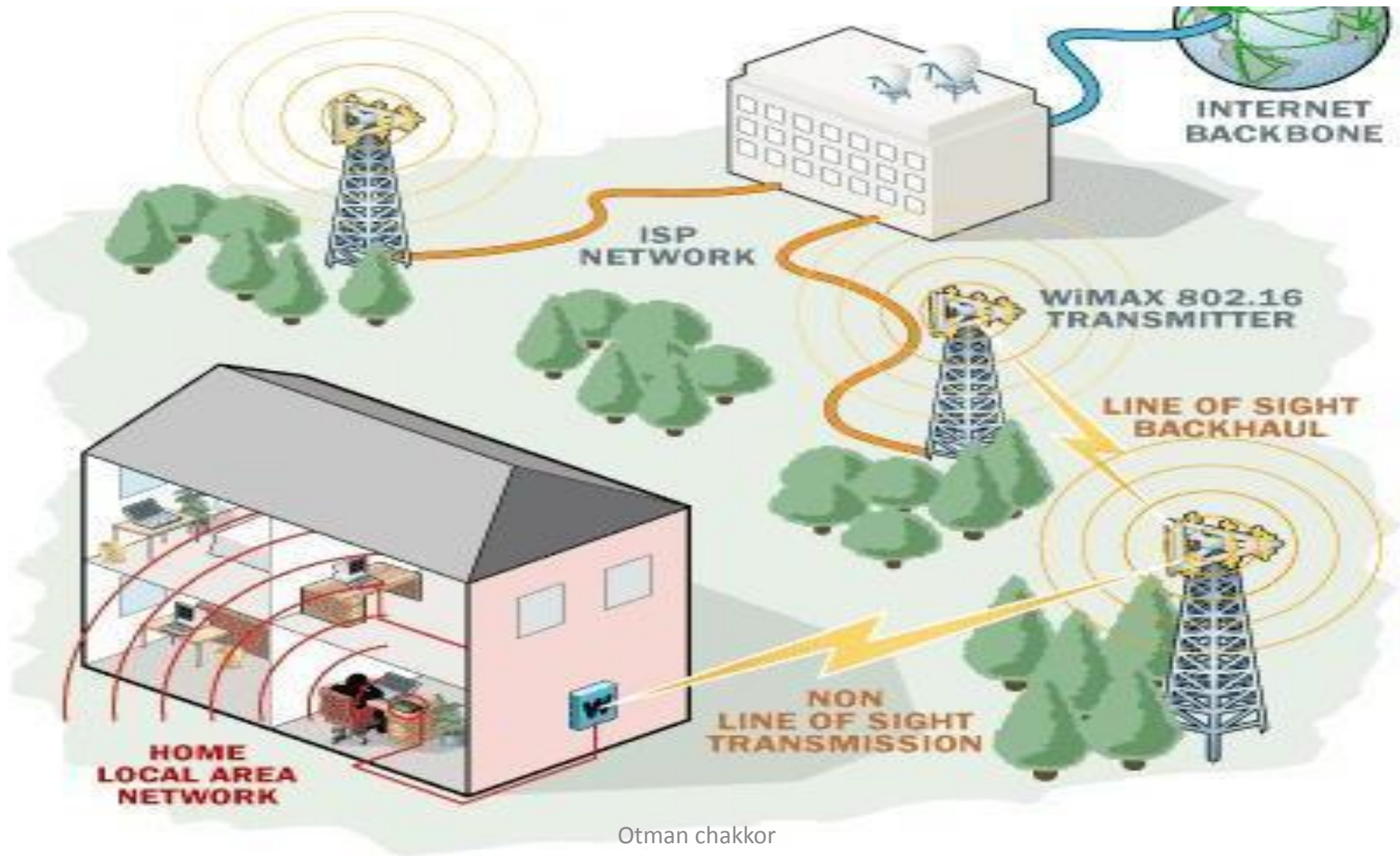
# 1. La norme 802.16

Normes	802.16	802.16 d	802.16 e
Spectre	<b>11 – 66 GHz</b>	<b>2 - 11 GHz</b>	<b>2- 6 GHz</b>
Application	Backhaul	Wireless DSL, VoIP, IPTV	Mobile Application
débit	32 à 134 Mb/s	70 Mb/s	Jusqu'à 15 Mb/s
Modulation	QPSK, QAM16, QAM 64	BPSK, QPSK, QAM16, QAM 64	
Technique de transmission	SC-OFDM	OFDM avec 256 sous porteuse	OFDMA, SOFDMA
<b>mobilité</b>	<b>fixe</b>	<b>Fixe, nomade</b>	<b>Mobile &lt;= 120 Km/s</b>
Bande passante de canal	20, 25, 28 MHz	Sélectionnable entre 1,25 à 20 MHz	Entre 1,25 et 20 MHz

# 1.1 Wimax fixe/nomade: IEEE 802.16d

- Publié le 1 octobre 2004.
- Utilise les fréquences entre **2 et 11 GHz**.
- Prévue pour un usage fixe avec une antenne montée sur un toit, ou avec une antenne indoor.
  
- Le **Wimax fixe** opère dans les bandes de fréquences **2.5 GHz et 3.5 GHz** qui **nécessitent** une **licence** d'exploitation, ainsi que la **bande libre** des **5.8 GHz**.
- Le débit théorique est de 70 Mbps pour une portée de 40 Km sans obstacles.

# 1.1 Wimax fixe

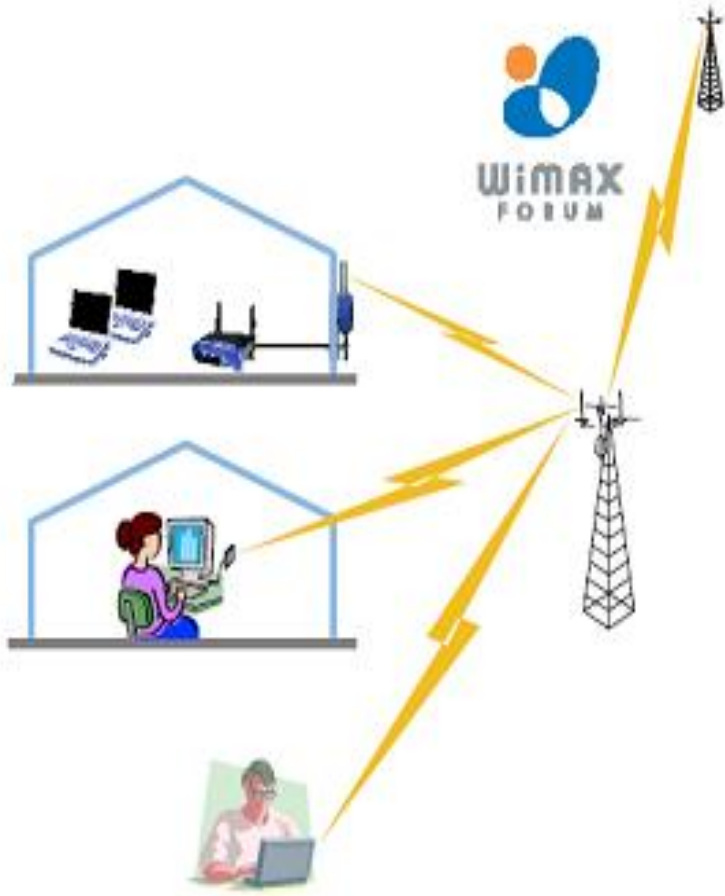


## 1.2 Wimax mobile: IEEE 802.16e

- Le **Wimax mobile** prévoit la possibilité de connecter des clients mobiles au réseau internet.
- Il ouvre la voie à la téléphonie mobile sur IP ou plus largement à des services mobiles hauts débit.
- Le débit maximum théorique est de 15 Mbps pour une portée de 2 à 4 Km sans obstacles.



## 1.3 Déploiement de service WiMAX



- **Backhaul Feeding**
  - Point-to-point link for fixed infrastructure.
- **Fixed Wireless Access**
  - Wireless local loop for hot-spot feeding.
- **Nomadic Access**
  - CPEs in hot-zone access the service directly.
- **Portable/Mobile Access**
  - Handover function enabling mobile data feeding.

Source: WiMAX Forum/Siemens

## 1.4 Application du réseau Wimax

### ➤ La desserte avec Wimax:

- Le but de la desserte est de relier le **client final** à un **réseau métropolitain** pour qu'il puisse accéder à Internet.
- Ce service est habituellement effectué par les **DSLAM** ou les **"hot spots" Wifi**.
- Pour cela, le client doit posséder un **récepteur Wimax** (une antenne ou une puce intégrée dans les PC) et se trouver dans la zone de couverture d'un émetteur.
- La transmission entre le client et l'émetteur est de type **NLOS**.

## 1.4 Application du réseau Wimax

### ➤ **Wimax en tant que collecteur:**

- Dans un réseau, Le **collecteur** consiste à **relier les points d'accès à la dorsale de l'opérateur** assurant ainsi la connexion avec Internet.
- On appelle ce mécanisme : ***Backhauling***.
- Contrairement à la **desserte**, la **collecte** se fait en **LOS**, grâce à des émetteurs **Wimax** placés à une hauteur suffisante.
- Il ne faut que deux antennes pour relier des réseaux distants là où il aurait fallu des Kilomètres de fibre optique.

## 1.4 Application du réseau Wimax

- Figure Hotspot Wifi avec un **backhauling** Wimax

## 2. Wimax: une Technologie pour les réseaux métropolitains

1/2

- Il ne s'agit pas principalement de permettre l'accès direct mais plutôt d'**interconnecter** les **différents points d'accès** au niveau d'une ville.
- Le réseau **Wimax** permet d'obtenir une connectivité du même type que les **lignes louées** utilisées par les opérateurs de télécommunications pour le transport de l'internet ou de la téléphonie.
- Avec un débit théorique de 70 Mbps dans des canaux de 20 MHz, Wimax permet d'avoir qlq centaines de connexions équivalentes à ADSL.

## 2. Wimax: une Technologie pour les réseaux métropolitains

2/2

- La portée prévue pour le Wimax, est au maximum de 50 Km. Il faudra dans la pratique prévoir plutôt 12 ou même 8 Km lorsqu'il y a des obstacles, ce qui permet cependant de proposer une interconnexion à l'échelle d'une ville.

# III. Architecture en couches de la norme 802.16

Application
Presentation
Session
Transport
Réseau
Liaison de donnée
Physique

- La norme 802.16 définit un standard qui comporte une couche PHY et une couche MAC (Media Access Control) du modèle OSI.

# 3. La couche physique

- La couche physique diffère en fonction de la fréquence:
  - Particularités des couches physiques entre **10 – 66 GHz**
  - et aussi pour les fréquences **2 – 11 GHz**.



## 3.1 Les spécifications de l'interface radio WiMAX

- Le 802.16-2004 spécifie **5 interfaces radio** différentes:
  - **une** pour la bande **10-66 GHz** où la transmission est de type **LOS** (Light Of Sight).
  - et **4** interfaces pour la bande **2-11 GHz** où la conception de la couche physique de cette bande a été conduite par le besoin de l'opération en **NLOS** (Non-Light-Of-Sight)

## 3.1.1 La bande 10- 66 GHz

- C'est dans cette configuration que les performances du **Wimax** sont les **meilleures**.
  - Cette **fréquence** requiert la propagation en **LOS**. (les stations en visibilité directe).
  - Elle supporte deux type de **duplexage FDD** (lien montant et lien descendant sur des canaux séparés) et **TDD** (lien montant et le lien descendant partagent le même canal).
1. **WirelessMAN-SC(Single Carrier) air interface**: défini une transmission sur un seul canal pour la bande de fréquence **10-66 GHz**, l'accès est par TDMA.

## 3.1.2 La bande 2-11 GHz

1/3

- Les couches physiques pour ces **fréquences** sont adaptées à la propagation en **NLOS**, dans le cas des environnement urbains avec la présence d'obstacles entre deux stations. Il faudra ainsi prévoir **la gestion des multitrajets**.
- Pour répondre à ces spécifications, différents types **d'interfaces de transmission** ont été défini:

2. **WirelessMAN-Sca air interface:** défini une transmission sur un seul canal pour la bande de fréquence 2-11 GHz
3. **WirelessMAN-OFDM air interface:** utilise un multiplexage orthogonal à division de fréquence à 256 sous porteuses.
4. **WirelessMAN-OFDMA** (orthogonal Frequency Division Multiple Access): utilise un multiplexage orthogonal à division de fréquence avec 2048 sous porteuse.
5. **WirelessHUMAN (Highspeed Unlicensed Metropolitan Area Network):**
  - Cette interface est utilisée pour la transmission NLOS dans la bande de fréquences libres de 2-11 GHz.
  - La norme ne spécifie pas une technique de transmission propre à elle.
  - N'importe quelle technique de transmission NLOS (SC, OFDM, OFDMA) peut être utilisée, mais avec certaines contraintes spécifiées à cette interface. Seulement le duplexage TDD est utilisé.

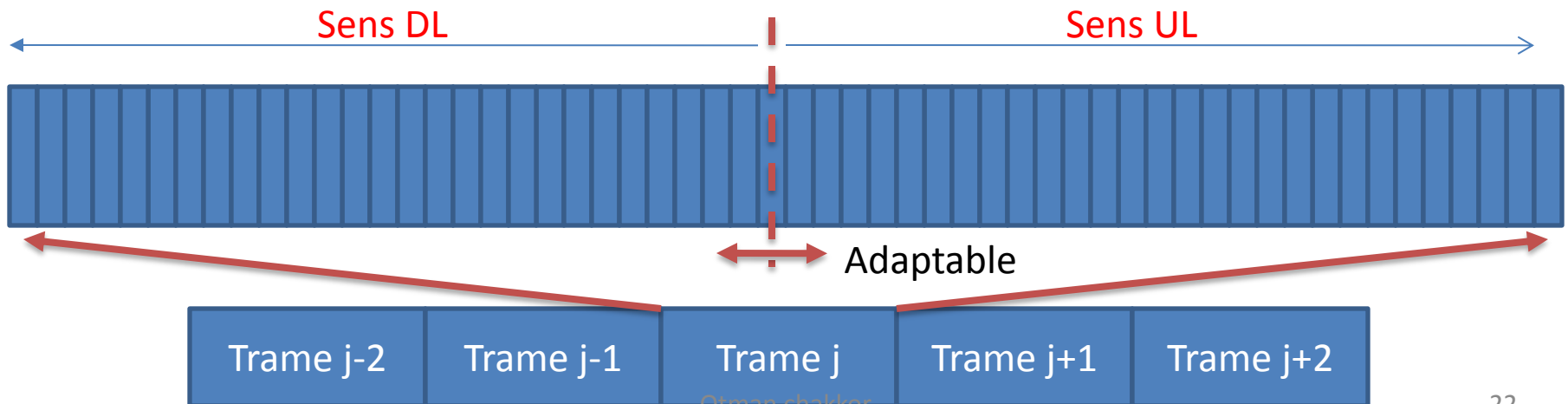
## 3.3 Les techniques de duplexage

- **Wimax** autorise deux modes de duplexage, FDD et TDD:
  - Duplexage FDD (Frequency Division Duplexing)
  - Duplexage TDD (Time Division Duplexing).

# 3.3.1 Duplexage TDD (Time Division Duplexing)

1/2

- La **voie descendante** et la **voie montante** utilisent la même bande de fréquence, et les transmissions de chacune se déroulent à des temps bien distincts.
- Les **trames TDD** sont toujours d'une longueur fixe et contiennent une sous trame montante et sous trame descendante.



## 3.3.1 Duplexage TDD (Time Division Duplexing)

2/2

- La **trame TDD** est **adaptable** c'est-à-dire que le partage entre la voie UL et DL n'est pas fixé, et permet d'adapter le débit de la voie DL par rapport à celui de la voie UL.
- L'utilisation de ce mode de duplexage permet bien entendu **d'économiser du spectre de fréquence** .
- Par contre, sur un réseau suffisamment chargé, les performances sont plus faibles compte tenu de l'alternance des transferts.

## 3.3.2 Duplexage FDD (Freq Division Duplexing)

1/2

- La voie UL et DL utilisent des fréquences différentes.
- Une trame de durée fixe est utilisée pour les deux voies de transmission. Ce qui facilite l'utilisation des différents types de modulations, et simplifie l'algorithme des allocations des canaux.
- Deux types de duplexage sont prévus dans le 802.16 d : (half duplex et full duplex)



## 3.3.2 Duplexage FDD (Freq Division Duplexing)

2/2

- Si le mode “**half duplex**” est utilisé, la BS ne peut pas allouer de bande au même moment qu’elle transmet des données à une station.
- Une station utilisant le mode “**full duplex**” est capable d’écouter d’une façon continue la voie DL tandis qu’une station fonctionnant en mode “**half duplex**” ne peut pas écouter la voie DL pendant qu’elle transmet des données sur la voie UL.
- Le mode **FDD** permet des meilleurs performances.