

# Réseaux Mobiles et Haut Débit



Worldwide Interoperability for Microwave Access

Ousmane DIOUF  
Tarik BOUDJEMAA  
Sadek YAHIAOUI

---

2007-2008

## Plan

- ➔ Introduction
- ➔ Principe et fonctionnement
- ➔ Réseau
- ➔ Caractéristiques techniques
  - ➔ La sécurité
  - ➔ La QoS
- ➔ Conclusion

## Introduction

- ➔ Avec les acquis du WiFi, de nouveaux besoins naissent
  - ➔ sécurité ( inefficacité de WEP ,WPA ... )
  - ➔ QoS( VoIP, multimédia )
  
- ➔ WiMax : couvre de longues distances ,débit élevé
  
- ➔ Convergence de deux standards : HiperMan (ETSI : European Telecommunications Standards Institute) et IEEE 802.16 , en juin 2001

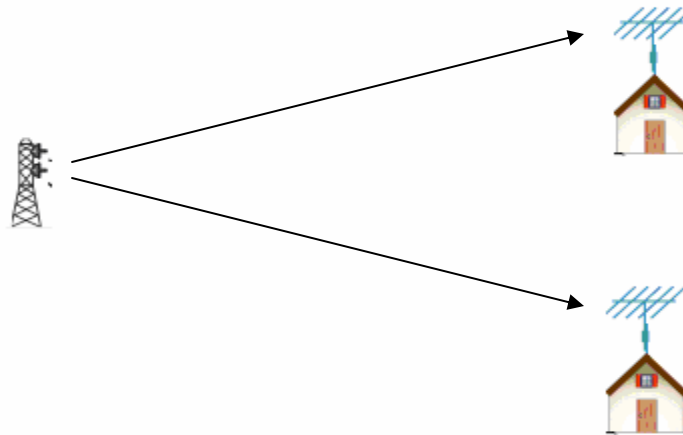
# Introduction

## Les Standards

Standard	Description	Publié	Statut
IEEE std 802.16-2001	définit des réseaux métropolitains sans fil utilisant des fréquences supérieures à 10 GHz (jusqu'à 66 GHz)	8 avril 2002	obsolètes
IEEE std 802.16c-1882	définit les options possibles pour les réseaux utilisant les fréquences entre 10 et 66 Ghz.	15 janvier 2003	
IEEE std 802.16a-2003	amendement au standard 802.16 pour les fréquences entre 2 et 11 GHz.	1er avril 2003	
IEEE std 802.16-2004 (également désigné 802.16d)	il s'agit de l'actualisation (la révision) des standards de base 802.16, 802.16a et 802.16c.	1er octobre 2004	obsolète/actifs
IEEE 802.16e (également désigné IEEE std 802.16e-2005)	apporte les possibilités d'utilisation en situation mobile du standard, jusqu'à 120 km/h.	7 décembre 2005	actifs
IEEE 802.16f	Spécifie la MIB (Management Information Base), pour les couches MAC (Media Access Control) et PHY (Physical)	22 janvier 2006	

## Principe et fonctionnement

➔ Architecture de type point-multipoints



➔ Une station de base (Base Transceiver Station : BTS) permet d'atteindre des milliers d'utilisateurs.

➔ Permet des communications en LOS (Line Of Sight ) et NLOS(Non LOS )

## Principe et fonctionnement

### Avantages du WiMax

- ➔ Haut débit : 70 Mbit/s
- ➔ Couverture : jusqu'à 50 km
- ➔ Sécurité améliorée
- ➔ QoS : en utilisant différentes classes de service et types de flux

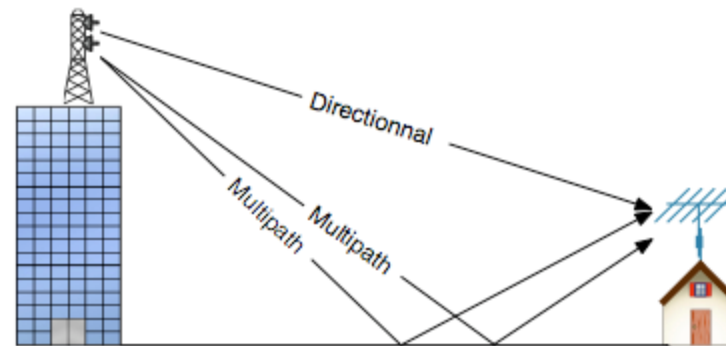
### Inconvénient majeur

- ➔ Obstacles : arbres, immeubles
  - ➔ baisse du débit de 20 Mbits/s

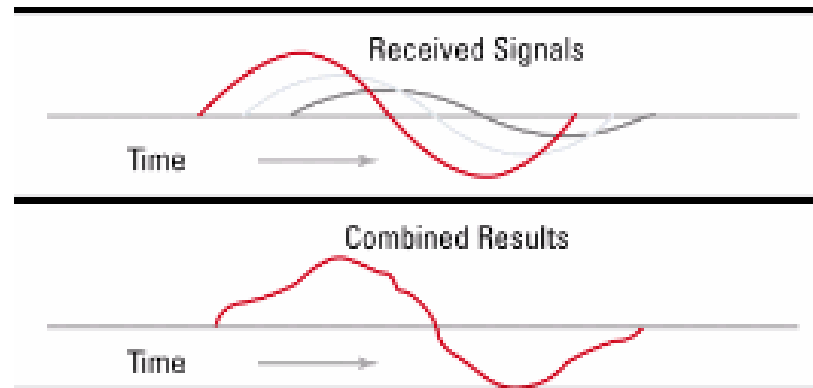
## Principe et fonctionnement - Capacités et technologies

### Multipath

- ➔ Le signal peut être réfléchi à travers de multiples matériaux



- ➔ Le délai lié au Multipath engendre une superposition du signal



## Principe et fonctionnement - Capacités et technologies

- ➔ Même si la force du signal est grande, la qualité du signal peut être faible
- ➔ Dépend de la technique de multiplexage utilisée
- ➔ OFDM réduit l'impact avec l'usage de multiple sous-canaux

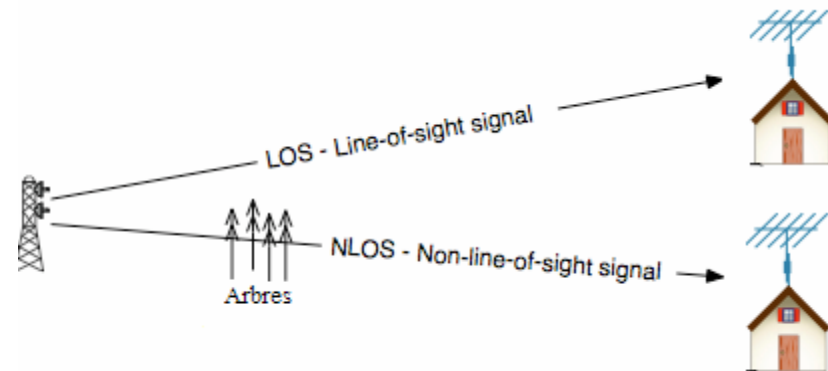
## Principe et fonctionnement - Capacités et technologies

### LoS et NLoS

- ➔ LoS : Line-of-Sight (signal ligne de vue) aucune obstruction entre deux stations .
- ➔ NLoS : Non Line-of-Sight (Sans ligne de vue) certains objets comme des arbres viennent interférer

WiMAX résout ou réduit le problème en utilisant ces technologies comme :

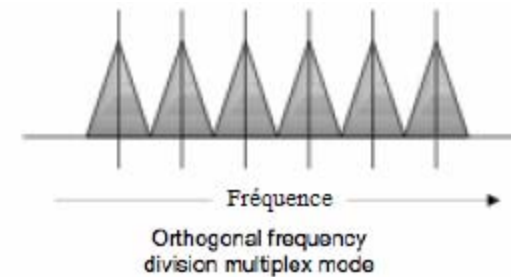
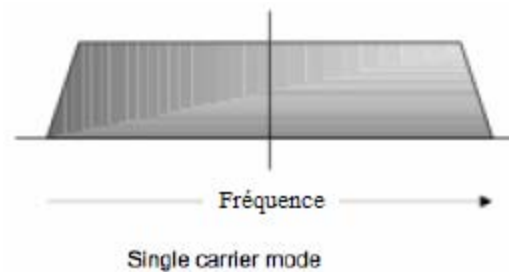
- OFDM Technique
- Antennes à haut gain
- Modulation adaptative
- Techniques de corrections d'erreurs
- ARQ (requêtes automatiques de répétitions de packets)



## Principe et fonctionnement - OFDM

→ OFDM (Orthogonal Frequency Division Modulation) :

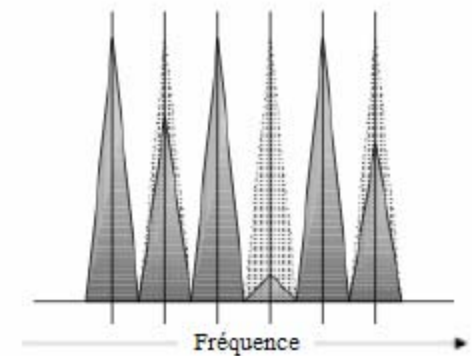
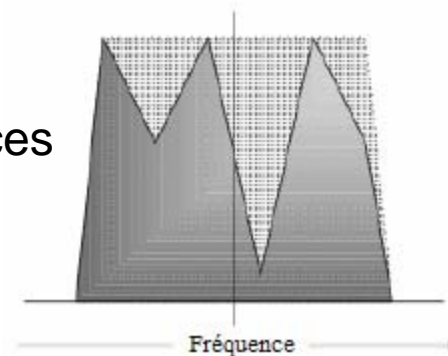
→ Multiples porteuses orthogonales



→ Meilleur débit en NLOS

→ Résistant aux interférences

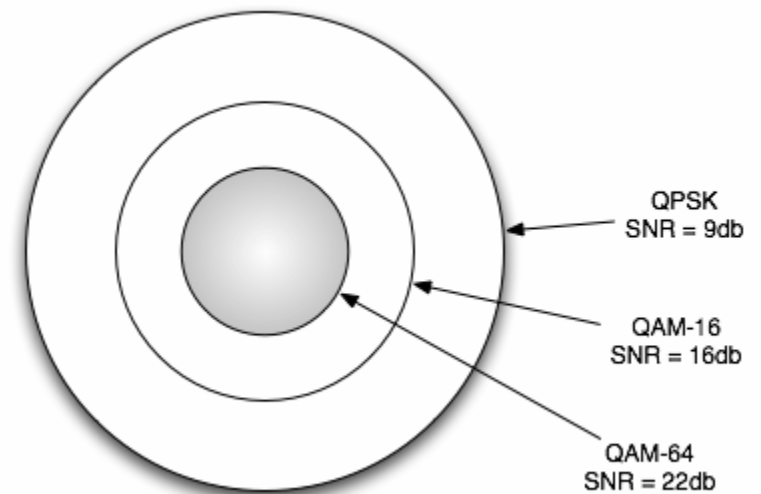
→ Meilleur recouvrement



→ OFDMA (Accès multi utilisateurs) : utilisé pour augmenter la capacité

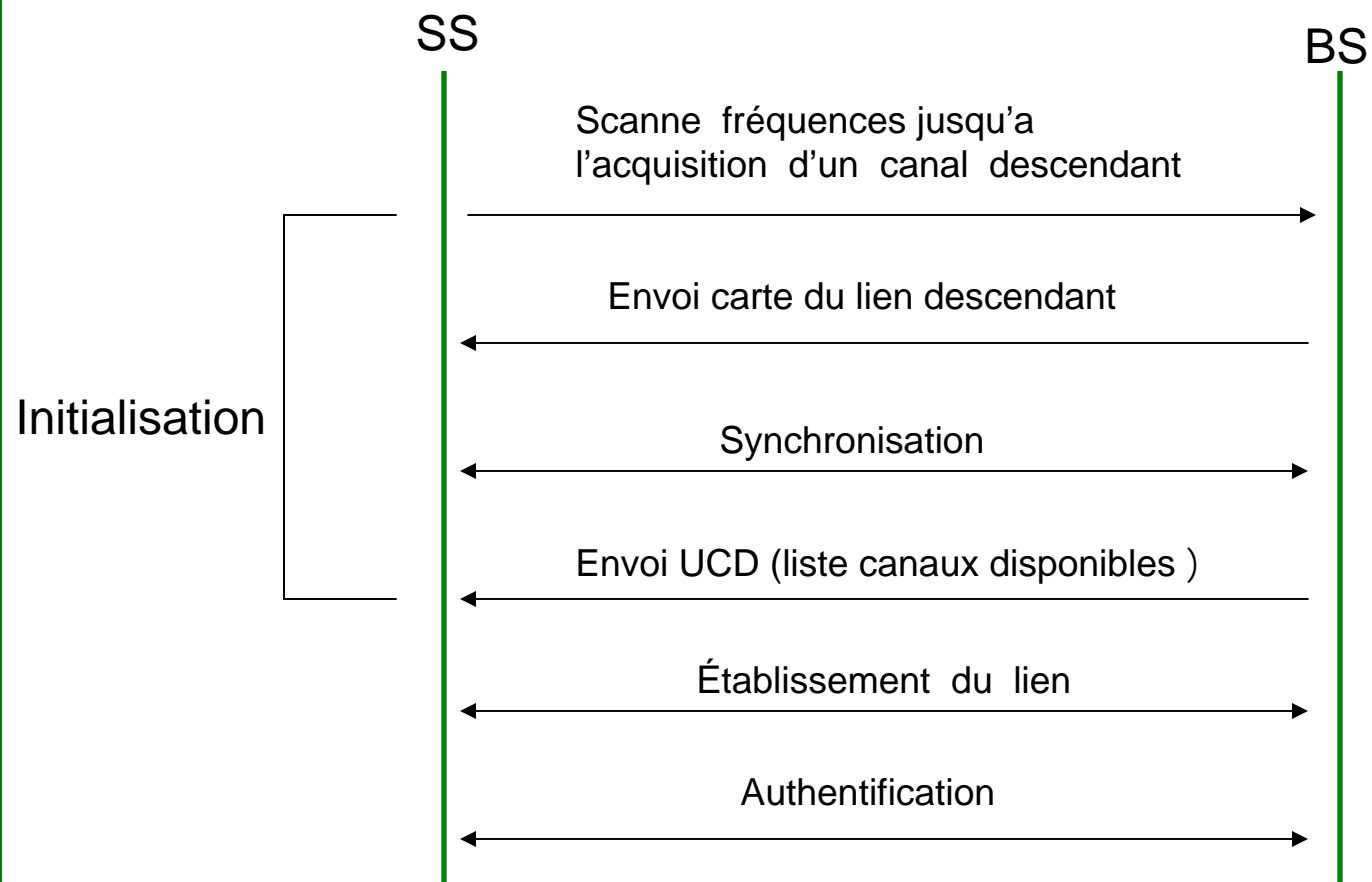
## Principe et fonctionnement- Modulation adaptative

- ➔ Modulation en fonction du rapport Signal/Bruit
- ➔ Compromis entre la bande passante et la portée
- ➔ Augmentation du nombre de symboles transmis entraîne plus de sensibilité aux interférences



Réseau

Échanges réseau



## Caractéristiques techniques

### ➔ Fréquences d'utilisation :

#### **Entre 10 et 66 GHz**

- ➔ Bande fréquence nécessitant une ligne de vue (**LOS**) en raison de la petite longueur de l'onde mis en oeuvre.
- ➔ Débit maximum de 120 Mbits/s.
- ➔ Le WiMAX offre les meilleures performances dans ce cas.

#### **Entre 2,5 et 11 GHz**

- ➔ une ligne-de-vue pas nécessaire (**NLOS**) en raison de la grandeur de l'onde utilisée.
- ➔ Différentes techniques sont utilisés pour manager les interférences (OFDM ) ou encore augmenter le débit (Modulations).

## Caractéristiques techniques

- ➔ Le standard 802.16 spécifie le choix d'une **couche physique** particulière et de **trois sous-couches MAC**
  - ➔ Couche physique supporte deux types de duplexing :
    - ➔ TDD(Time Division Duplex):Transmission des données sur le même canal de fréquence à travers différentes périodes de temps.
    - ➔ FDD(Frequency Division Duplex) :Transmission des données en utilisant deux fréquences séparées généralement de 50 à 100 MHz correspondant aux liens montants et descendants

## Caractéristiques techniques

- ➔ sous-couches MAC
  - ➔ Sous couche de convergence : Permet de convertir les données de taille variable qui ont été reçues en bloc de taille fixe.
  - ➔ Sous-couche commune : Permet de gérer le protocole point a multipoints en reliant les services a une connexion
  - ➔ Sous-couche sécurité : Permet de gérer l'authentification et le cryptage des données entre la station de base et la station réceptrice

## Caractéristiques techniques – sécurité

- ➔ Association de sécurité(SA) diffusée par la BS aux SS
  - ➔ Une suite cryptographique
  - ➔ Un identifiant unique
  
- ➔ 3 types de SA :
  - ➔ Primaire (établie lors de l'initialisation)
  - ➔ Statique (provisionnée par la BS)
  - ➔ Dynamique (établie –effacée par des flux spécifiques)

## Caractéristiques techniques – sécurité

- ➔ PKM : Protocol Key Management
  - ➔ Certificat X.509 (SS)
    - ➔ Clé publique
    - ➔ Adresse MAC
  - ➔ Algorithme de cryptage de clés (RSA)
  
- ➔ Algorithme de cryptage de données (DES-CBC )

## Caractéristiques techniques – QoS

- ➔ Chaque connexion est associée a une classe spécifique de service
- ➔ Classes de services
  - ➔ **Unsolicited Grant Services (UGS)** : utilisée pour transmettre des flux temps réels de taille fixe à intervalles réguliers
  - ➔ **Real-time Polling Services (RTPS)** : utilisée pour transmettre des flux temps réels de taille variable à intervalles réguliers comme une vidéo MPEG
  - ➔ **Non-Real-time Polling Services (NRTPS)** : utilisée pour transmettre des flux tolérants des délais de transmission avec une taille variable et un taux de transfert minimum (ex: FTP).
  - ➔ **Best Effort (BE)** : utilisée pour transmettre des flux de données sans aucune garantie comme la navigation sur Internet.

## Conclusion

- ➔ Connexion haut débit
- ➔ Nombreuses applications possibles VoIP, vidéosurveillance, couverture des zones non-desservies par l'ADSL.
- ➔ 802.16e : mobilité
- ➔ QoS
- ➔ Sécurité renforcée



Antenne relais



Modem WiMax



Antenne WiMax

## Bibliographie

- ➔ [http://fr.wikipedia.org/wiki/Worldwide Interoperability for Microwave Access](http://fr.wikipedia.org/wiki/Worldwide_Interoperability_for_Microwave_Access)
- ➔ <http://www.supinfo-projects.com/fr/2006/wimax%5Fieee%5Ffr/>
- ➔ <http://www.supinfo-projects.com/fr/2006/intro%5Fwimax/>
- ➔ <http://www.supinfo-projects.com/fr/2006/wimax/>
- ➔ <http://www.supinfo-projects.com/fr/2005/les%5Freseaux%5Fwimax/2/>
- ➔ <http://www.wimax-fr.com/>
- ➔ <http://www.guideinformatique.com/fiche-wimax-799.htm>
- ➔ <http://www.commsdesign.com/showArticle.jhtml;jsessionid=B31HOVAFITOWSQSNDLPSKH0CJUNN2JVN?articleID=17500163>