

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université Mouloud MAMMERRI de TIZI-OUZOU
Faculté de Génie Electrique et d'Informatique
Département d'Informatique



MEMOIRE



De fin d'études

**En vue de l'obtention du diplôme de master en
Informatique**

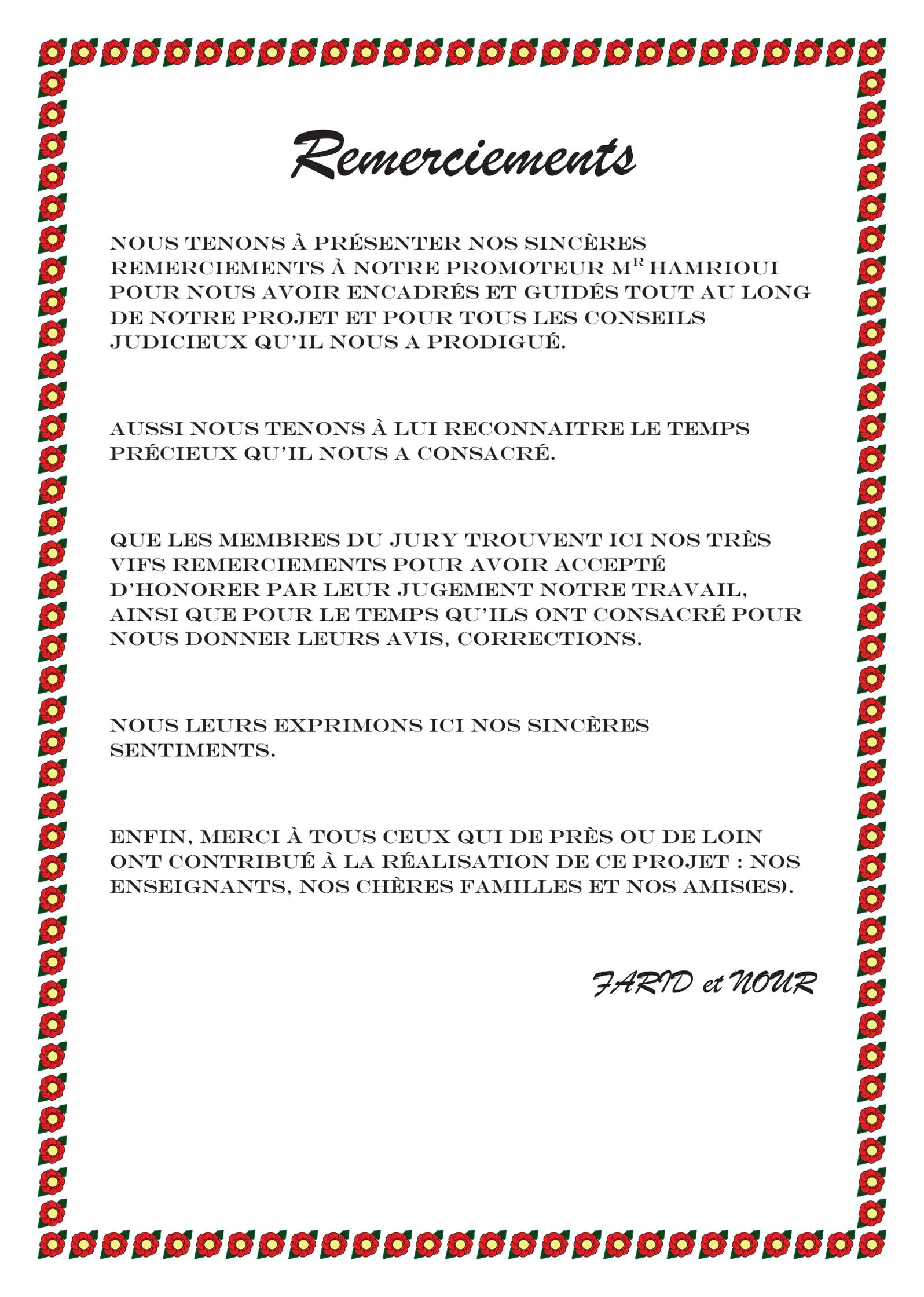
Thème

Etude de mécanisme de handover
inter-système UMTS-WIMAX

Dirigé par :
M^r HAMRIOUI .S

Réalisé par :
M^r MEFIDENE Farid
M^r MEZARI Nour

Promotion: 2011/2012



Remerciements

NOUS TENONS À PRÉSENTER NOS SINCÈRES
REMERCIEMENTS À NOTRE PROMOTEUR M^R HAMRIOUI
POUR NOUS AVOIR ENCADRÉS ET GUIDÉS TOUT AU LONG
DE NOTRE PROJET ET POUR TOUS LES CONSEILS
JUDICIEUX QU'IL NOUS A PRODIGUÉ.

AUSSI NOUS TENONS À LUI RECONNAITRE LE TEMPS
PRÉCIEUX QU'IL NOUS A CONSACRÉ.

QUE LES MEMBRES DU JURY TROUVENT ICI NOS TRÈS
VIFS REMERCIEMENTS POUR AVOIR ACCEPTÉ
D'HONORER PAR LEUR JUGEMENT NOTRE TRAVAIL,
AINSI QUE POUR LE TEMPS QU'ILS ONT CONSACRÉ POUR
NOUS DONNER LEURS AVIS, CORRECTIONS.

NOUS LEURS EXPRIMONS ICI NOS SINCÈRES
SENTIMENTS.

ENFIN, MERCI À TOUS CEUX QUI DE PRÈS OU DE LOIN
ONT CONTRIBUÉ À LA RÉALISATION DE CE PROJET : NOS
ENSEIGNANTS, NOS CHÈRES FAMILLES ET NOS AMIS(ES).

FARID et NOUR

Sommaire

| | |
|---|----------|
| Introduction générale..... | 1 |
| Chapitre 1 : Généralités sur les réseaux | |
| Introduction | 2 |
| Topologie des réseaux | 2 |
| Topologie en bus | 2 |
| Topologie en étoile..... | 3 |
| Topologie en anneau..... | 4 |
| Topologie mixte | 4 |
| Topologie maillée..... | 4 |
| Les différents types de réseaux | 5 |
| Réseaux filaire | 5 |
| Définition | 5 |
| Médias de transport | 5 |
| Les types de réseau filaire..... | 5 |
| Les réseaux personnels PAN (Personal Area Network) | 6 |
| Les réseaux locaux LAN (Local Area Networks) | 6 |
| Les réseaux métropolitains MAN (Metropolitan Area Networks) | 6 |
| Les réseaux longue distance (Wide Area Networks) | 6 |
| Limite des réseaux filaire | 6 |
| Les réseaux sans fils | 7 |
| Définition d'un réseau sans fil..... | 7 |
| Classification des réseaux sans fils..... | 7 |
| Le réseau sans fil WPAN (Wireless personal Area Network) | 8 |
| Le réseau local sans fil WLAN | 9 |
| Le réseau sans fil WMAN (Wireless metropolitan Area Network) | 9 |

| | |
|---|----|
| Le réseau sans fil WWAN (Wireless wide Area Network) | 10 |
| Les classes des réseaux sans fil | 10 |
| Les réseaux sans fil avec infrastructure | 11 |
| Les réseaux sans fil sans infrastructure (Ad hoc) | 12 |
| Normes des réseaux sans fils | 13 |
| L'architecture des réseaux | 13 |
| L'architecture OSI | 13 |
| Le modèle TCP/IP | 15 |
| L'architecture Client/serveur..... | 17 |
| Conclusion..... | 17 |
| Chapitre 2 : Concepts généraux sur les réseaux UMTS et WIMAX | |
| Introduction | 18 |
| Les générations des réseaux mobiles | 18 |
| La première génération de réseaux de mobiles, ou 1G | 18 |
| La deuxième génération de réseaux de mobiles, ou 2G | 18 |
| La troisième génération de réseaux de mobiles, ou 3G..... | 19 |
| La quatrième génération de réseaux de mobiles, ou 4G | 19 |
| Les réseaux UMTS | 19 |
| Volonté de créer une norme commune..... | 20 |
| Définition de l'UMTS..... | 20 |
| Objectifs de l'UMTS | 20 |
| Architecture de l'UMTS | 21 |
| Réseau d'accès UTRAN | 21 |
| Node B | 22 |
| Les interfaces de communication | 22 |
| RNC | 22 |
| L'équipement utilisateur ou usager (UE) | 22 |

| | |
|---|----|
| Réseau cœur | 23 |
| Le domaine CS | 24 |
| Le domaine PS | 25 |
| Les éléments communs | 25 |
| Réseaux externes | 25 |
| Les classes de services | 26 |
| Interface radio de l'UMTS | 27 |
| Les réseaux wimax | 25 |
| Définition de wimax | 25 |
| Architecture de wimax | 29 |
| Fonctionnement de wimax | 30 |
| Les spécifications 802.16 | 34 |
| Eléments du réseau WiMAX – IEEE 802.16 e..... | 36 |
| Les versions de wimax..... | 37 |
| Comparaison entre UMTS et WiMAX..... | 38 |
| Conclusion | 38 |

Chapitre 3 : Mécanismes de Handover entre UMTS & Wi MAX

| | |
|---|----|
| Introduction | 39 |
| Handover en général | 39 |
| Qualité de signal | 39 |
| Le trafic | 39 |
| Handover dans le réseau UMTS | 39 |
| Le soft/softer Handover | 40 |
| Le Hard Handover | 41 |
| La préparation | 42 |
| L'exécution | 42 |
| La libération des anciennes ressources inutilisées..... | 42 |

| | |
|--|-----------|
| Handover inter-système | 42 |
| Handover dans le réseau WiMAX | 43 |
| La procédure de HO dans 802.16e | 44 |
| Acquisition de la topologie du réseau | 44 |
| Le Processus de handover | 46 |
| Handover inter-système UMTS – WiMAX..... | 46 |
| Exigences du handover | 47 |
| Procédure du handover inter-système..... | 47 |
| Gestion de la mobilité | 49 |
| Comparaison du HO entre UMTS et WiMAX | 53 |
| Conclusion..... | 56 |

Chapitre 4 : étude expérimentale

| | |
|---|-----------|
| Introduction | 57 |
| Motivation | 57 |
| Etat de l’art | 57 |
| Critère de performance | 57 |
| Travaux étudiant | 58 |
| Performance analysis of the interconnexion between wimax and umts using MIH..... | 58 |
| Présentation | 58 |
| Scenario de simulation | 58 |
| Paramètres de la simulation | 59 |
| Paramètres initiaux | 59 |
| Paramètres du réseau UMTS | 60 |
| Paramètres du réseau WIMAX..... | 60 |
| Perte de paquets en fonction de la vitesse | 60 |
| Analyse de performance d’un handover WIMAX-UMTS | 61 |
| Taux de paquets perdus | 62 |

| | |
|--|-----------|
| Delai transmission de paquets | 63 |
| Analyse de performance d'un handover UMTS-WIMAX | 64 |
| Taux de paquet perdu | 65 |
| Delai du handover | 66 |
| Conclusion..... | 66 |
| Gestion de la mobilité, qualité de service et interconnexion de nouvelle génération | 66 |
| Présentation du travail | 66 |
| Scenario de la simulation | 67 |
| Paramètre de la simulation..... | 67 |
| Résultats de la simulation | 68 |
| Les delais | 68 |
| Les taux de paquets perdu | 69 |
| Conclusion..... | 71 |
| Across-layer vertical handover between mobile WIMAX and 3G networks | 71 |
| Présentation | 71 |
| Cross-layer optimazed mobile IPV6..... | 71 |
| Cross-layer optimazed fast handover | 74 |
| Model et parametre de simulation | 75 |
| Résultats de la simulation..... | 76 |
| Les delais | 76 |
| Les taux de paquet perdus | 76 |
| Conclusion | 77 |
| Résume des résultats | 77 |
| Conclusion Générale | 78 |
| ANNEXE | 79 |
| BIBIOGRAPHIE..... | 81 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1.1 : topologie en bus..... | 3 |
| Figure 1.2 : topologie en étoile | 3 |
| Figure 1.3 : topologie en anneau reliés en boucle | 4 |
| Figure 1.4 : topologie en anneau reliés à un répartiteur | 4 |
| Figure 1.5 : topologie maillée | 5 |
| Figure 1.6 : Représentation des types des réseaux sans fils et technologies utilisées | 8 |
| Figure 1.7 : Représentation des réseaux avec infrastructures | 12 |
| Figure 1.8 : Représentation des réseaux sans infrastructures (Ad hoc) | 13 |
| Figure 1.9 : Les couches du modèle OSI | 14 |
| Figure 1.10 : Les couches du modèle TCP /IP | 16 |
| Figure 2.1 : Réseaux cellulaire | 18 |
| Figure 2.2 : Architecture du réseau UMTS | 21 |
| Figure 2.3 : Architecture du réseau d'accès | 22 |
| Figure 2.4 : Représentation graphique de l'exemple de communication | 23 |
| Figure 2.5 : Architecture du réseau cœur de l'UMTS | 24 |
| Figure 2.6 : Les classes de services | 27 |
| Figure 2.7 : Couverture de l'UMTS | 28 |
| Figure 2.8 : Schéma topologique Wimax | 29 |
| Figure 2.9 : représentation de la boucle locale | 31 |
| Figure 2.10 : représentation de principe de la technique Mimo | 33 |
| Figure 2.11 : exemple de réseaux maille dans le cadre du wifi | 34 |
| Figure 2.12 : Le standard IEEE 802.16 | 35 |
| Figure 2.13 : Modèle du réseau IEEE 802.16 e | 37 |
| Figure 3.1 : Le Mécanisme de soft Handover dans l'UMTS | 41 |
| Figure 3.2 : HO inter-fréquence | 42 |

| | |
|--|----|
| Figure 3.3 : HO inter-PLMN (inter RNC) | 42 |
| Figure 3.4 : Handover entre UMTS et WiMAX | 43 |
| Figure 3.5 : Processus de Handover | 48 |
| Figure 3.6 : Gestion de mobilité Mobile IPv6 | 50 |
| Figure 3.7 : Scénario Mobile IPv6 entre les réseaux UMTS et WiMAX | 52 |
| Figure 4.1 : Les différents phases de simulation | 59 |
| Figure 4.2 : Taux de paquet perdu en fonction de la vitesse | 61 |
| Figure 4.3 : Handover WIMAX-UMTS | 62 |
| Figure 4.4 : Paquet perdus | 63 |
| Figure 4.5 : Delai transmission de paquets | 64 |
| Figure 4.6 : Handover UMTS et WIMAX | 65 |
| Figure 4.7 : Taux de paquets perdu | 65 |
| Figure 4.8 : Delai de handover | 66 |
| Figure 4.9 : Delai du handover depuis UMTS vers WIMAX..... | 68 |
| Figure 4.10 : Delais du handover depuis WIMAX vers UMTS | 69 |
| Figure 4.11 : Taux des paquets perdu du handover depuis UMTS vers WIMAX..... | 70 |
| Figure 4.12 : Taux des paquets perdus du handover depuis WIMAX vers UMTS | 70 |
| Figure 4.13 : Vers mobile WIMAX | 72 |
| Figure 4.14 : Vers UMTS | 73 |
| Figure 4.15 : Vers mobile wimax | 74 |
| Figure 4.16 : Vers UMTS..... | 75 |
| Figure 4.17 : Les Delais | 76 |
| Figure 4.18 :Les taux de paquets perdus | 77 |

Liste des Tableaux

| | |
|---|-----------|
| Tableau 2.1 : Entités relatives de mobilité dans IEEE 802.16 e | 36 |
| Tableau 3.1 : Types de HO définis dans IEEE 802.16e..... | 44 |
| Tableau 3.2 : Explication des (MAC Management Messages) | 45 |
| Tableau 3.3 : Comparaison du handover entre UMTS et WiMAX | 54 |
| Tableau 4.1 : paramètres du handover verticale (UMTS-WIMAX)..... | 59 |
| Tableau 4.2 : Les paramètres du réseau UMTS..... | 60 |
| Tableau 4.3 : Les paramètres du réseau WIMAX | 60 |
| Tableau 4.4 : Les paramètres du simulation du trafic UDP | 62 |
| Tableau 4.5 : Les paramètres du simulation du WIMAX mobile saus NS | 67 |
| Tableau 4.6 : Les paramètres des simulations de l'UMTS saus NS2 | 68 |

Introduction générale

Introduction générale

De nos jours, on assiste à un développement rapide des systèmes de communication mobile. Une nouvelle gamme d'accès radio tels que l'UMTS (Universal Mobile Telecommunication System), IEEE 802.11, Hiperlan, WLAN (Wireless Local Area Network) et WiMAX (Worldwide interoperability for Microwave Access) tentent à remplacer ou compléter la technologie radio existante du GSM (Global System for Mobile communications). Ainsi, avec cette diversité des réseaux d'accès, les réseaux mobiles de prochaine génération devront, être capables d'offrir, aux utilisateurs mobiles, des services haut débit permettant de transmettre voix, images et vidéo ainsi que des connexions Internet quelque soit le lieu et à n'importe quel moment.

La solution idéale est de pouvoir profiter de la convergence intégrée entre ces technologies. On pourra à l'avenir disposer d'un terminal mobile agissant à la fois comme un terminal WiMAX lorsqu'on se trouve à proximité d'un point d'accès et transférant automatiquement la communication sur son téléphone UMTS. La convergence bi-mode permet également de transmettre des données ou de la voix par le réseau le moins coûteux, plus avantageux que l'autre et, bien entendu disponible à un certain moment. De tels appareils ont passé le stade de développement pour être approuvés. Les téléchargements sur Internet de tout type de documents multimédias ; vidéo, musiques, films..., étant devenus courant, la convergence UMTS/WiMAX permettra de passer d'un réseau à l'autre sans devoir fermer sa connexion.

Ce manuscrit s'articule autour de quatre chapitres :

premier chapitre nous commençons par les généralités sur les réseaux filaires et sans fils.

Dans le deuxième chapitre, on va présenter des concepts généraux sur les réseaux UMTS et WiMAX, nous détaillerons et comparons les architectures et les principes de fonctionnement des deux systèmes. Dans le troisième chapitre, nous détaillerons les mécanismes de handover pour chaque système, ainsi que la gestion de la mobilité des deux réseaux, nous traiterons aussi les besoins et les exigences nécessaires du mobile et du réseau pour le support du handover entre UMTS WiMAX. Dans le quatrième chapitre nous montrons à travers trois travaux déjà réalisés une série de simulation, quelques résultats et conclusions sur ces travaux.

Nous terminant enfin avec une conclusion et quelque perspective d'avenir.

Chapitre 1

Introduction

Les réseaux se sont développés pour répondre au besoin, de plus en plus grand, en méthodes de communication rentables et efficaces pour améliorer la productivité des ordinateurs (ou autre appareils électroniques). De même, faciliter et sécuriser le stockage et l'échange de données et d'informations d'une personne à une autre, d'un poste de travail à un autre.

L'utilisation d'un réseau facilite la maintenance informatique et permet de bénéficier simultanément des avantages de la centralisation de l'information et de la décentralisation des moyens, et des atouts que procure une circulation rapide de l'information entre tous ces utilisateurs.

Dans ce chapitre nous présenterons les différents réseaux, leurs modèles d'architectures et nous détaillerons beaucoup plus sur les réseaux sans fils en s'axant les types et ses différentes services.

I. Topologie des réseaux :

Un réseau informatique est constitué d'ordinateurs reliés entre eux grâce à des lignes de communication (câbles réseaux, etc.) et des éléments matériels (cartes réseau, ainsi que d'autres équipements permettant d'assurer la bonne circulation des données).

L'arrangement physique, c'est-à-dire la configuration spatiale du réseau est appelé **topologie physique**. On distingue généralement les topologies suivantes :

- ✓ Topologie en bus
- ✓ Topologie en étoile
- ✓ Topologie en anneau
- ✓ Topologie en arbre
- ✓ Topologie maillée

La topologie logique, par opposition à la topologie physique, représente la façon dont les données transitent dans les lignes de communication. Les topologies logiques les plus courantes sont Ethernet, Token Ring et FDDI.

I.1 Topologie en bus :

Une **topologie en bus** est l'organisation la plus simple d'un réseau. En effet, dans une topologie en bus tous les ordinateurs sont reliés à une même ligne de transmission par l'intermédiaire de câble, généralement coaxial. Le mot « bus » désigne la ligne physique qui relie les machines du réseau.

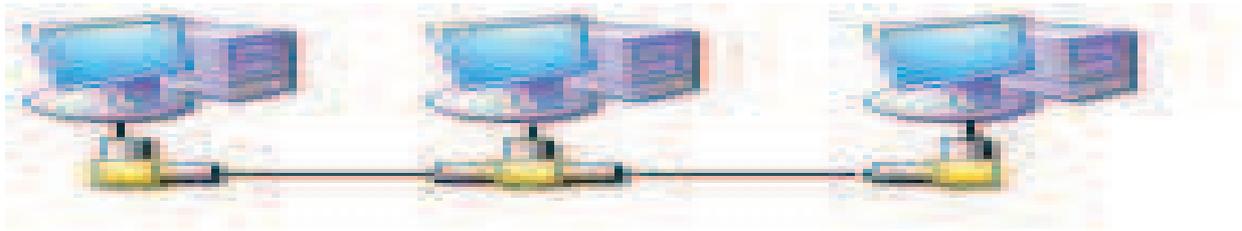


Figure 1.1 : topologie en bus.

Cette topologie a pour avantage d'être facile à mettre en œuvre et de posséder un fonctionnement simple. En revanche, elle est extrêmement vulnérable étant donné que si l'une des connexions est défectueuse, l'ensemble du réseau ne fonctionne pas.

I.2 Topologie en étoile :

Dans une **topologie en étoile**, les ordinateurs du réseau sont reliés à un système matériel central appelé **concentrateur** (en anglais *hub*, littéralement *moyen de roue*). Il s'agit d'une boîte comprenant un certain nombre de jonctions aux quelles il est possible de raccorder les câbles réseau en provenance des ordinateurs. Celui-ci a pour rôle d'assurer la communication entre les différentes jonctions.



Figure1.2 : topologie en étoile.

Contrairement aux réseaux construits sur une topologie en bus, les réseaux suivant une topologie en étoile sont beaucoup moins vulnérables car une des connexions peut être débranchée sans paralyser le reste du réseau. Le point névralgique de ce réseau est le concentrateur, car sans lui plus aucune communication entre les ordinateurs du réseau n'est possible.

En revanche, un réseau à topologie en étoile est plus onéreux qu'un réseau à topologie en bus car un matériel supplémentaire est nécessaire (le hub).

I.3 Topologie en anneau :

Dans un réseau possédant une **topologie en anneau**, les ordinateurs sont situés sur une boucle et communiquent chacun à leur tour.

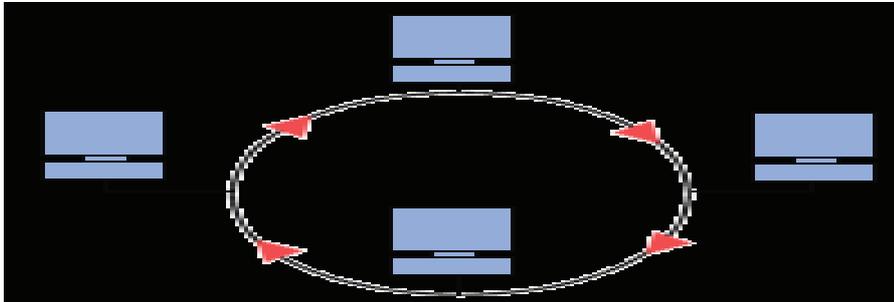


Figure 1.3 : topologie en anneau reliés en boucle.

En réalité, dans une topologie anneau, les ordinateurs ne sont pas reliés en boucle, mais sont reliés à un **répartiteur** (appelé *MAU*, *Multistation Access Unit*) qui va gérer la communication entre les ordinateurs qui lui sont reliés en impartissant à chacun d'entre eux un temps de parole.



Figure 1.4 : topologie en anneau reliés à un répartiteur.

Les deux principales topologies logiques utilisant cette topologie physique sont Token ring (anneau à jeton) et FDDI.

I.4 Topologie mixte :

Dans le cas d'un réel réseau, ces trois topologies sont difficiles à mettre en oeuvre. Une topologie en étoile est facile à utiliser pour un réseau limité géographiquement, pas pour un réseau mondial. La technique est de relier des réseaux en étoile locaux via des liaisons en bus (fibre optique par exemple).

I.5 Topologie maillée :

Utilisée principalement par Internet, les réseaux maillés utilisent plusieurs chemins de transferts entre les différents nœuds. Ce sont des routeurs intelligents (appelés Switch) qui intègrent des tables de routages et déterminent dynamiquement la meilleure voie parmi toutes celles possibles. Cette méthode garantit le transfert des données en cas de panne d'un nœud. Elle est complexe à mettre en oeuvre et ne peut pas être utilisée dans les réseaux locaux.

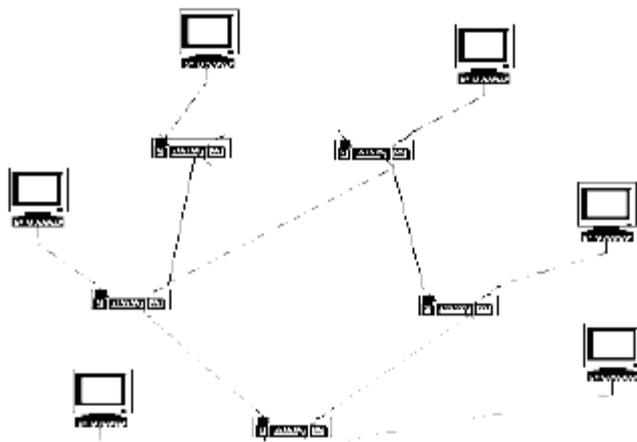


Figure 1.5 : topologie maillée.

II. Les différents types de réseaux :

On distingue différents types de réseaux selon leur taille (en termes de nombre de machines), leur vitesse de transfert des données ainsi que leur étendue et leur type de liaisons utilisées :

II.1. Réseaux filaire :

II.1.1 Définition [1] :

Un réseau filaire est un ensemble de matériels et de logiciels relié entre eux avec des câbles de transmission (torsadé, coaxial, fibre optique..) suivant une topologie filaire. Son objectif est la communication ou le partage de ressource matériel (imprimante, disque durs,...) et logiciel (fichiers, applications).

II.1.2 Médias de transport :

Des câbles ou fils conducteurs d'électricité sont utilisés comme support de liaison dans les réseaux câblés. Les principaux supports utilisés : métalliques, fibres optiques.

- Support métallique : reposent sur la propriété de conductivité électrique des métaux (cuivre, bronze, ...). Exemple : Paire de fils torsadés et Câble coaxial.
- Fibre optique : la transmission se fait par propagation d'un rayon lumineux dans une fibre de verre.

II.1.3 Les types de réseau filaire :

On distingue selon le nombre de machines connectées et la manière d'utilisation du réseau 4 types de réseau :

II.1. 3.1 Les réseaux personnels PAN (Personal Area Network) :

Ce sont généralement désigné par un réseau restreint d'équipement informatique habituellement utilisés dans le cadre d'une utilisation personnelle.

II.1. 3.2 Les réseaux locaux LAN (Local Area Networks) :

Un réseau local (Local Area Network) peut s'étendre de quelques mètres et correspond au réseau d'une entreprise. Il peut se développer sur plusieurs bâtiments et permet de satisfaire tous les besoins internes d'une entreprise.

En élargissant le contexte de la définition aux services qu'apporte le réseau local, il est possible de distinguer deux modes de fonctionnement :

✓ **Peer to Peer**

Égal à égal est un environnement dans lequel il n'y a pas d'ordinateur central et chaque ordinateur a un rôle similaire.

✓ **Client/serveur**

Client/serveur est un environnement dans lequel un ordinateur central (serveur) fournit des services réseau aux utilisateurs (Clients).

II. 1.3.3 Les réseaux métropolitains MAN (Metropolitan Area Networks) :

Un réseau métropolitain (Metropolitan Area Network) interconnecte plusieurs lieux situés dans une même ville, par exemple les différents sites d'une université ou d'une Organisation, chacun possédant son propre réseau local.

II. 1.3.4 Les réseaux longue distance (Wide Area Networks) :

Un réseau étendu (Wide Area Network) permet de communiquer à l'échelle d'un pays, ou de la planète entière, les infrastructures physiques pouvant être terrestres ou spatiales à l'aide de satellites de télécommunications. L'utilisation de câbles fibre optique est très recommandée.

II.1.4 Limite des réseaux filaire :

Jusqu'à là, les réseaux filaires nous ont garanti la sécurité et de stabilité d'un réseau. Néanmoins, ils ont certaines limites qui les rendent encombrants et couteux. La plus grand limite des réseaux câblés est :

- L'extension de câbles requis pour l'établissement d'un réseau.
- Le cout vertigineux de l'installation.
- Les pertes en cas de déplacement (i.e. le câblage intégré aux murs).

- Le manque de mobilité et de liberté.

II.2. Les réseaux sans fils :

L'évolution des technologies de l'information et de la communication et le besoin croissant de mobilité ont donné naissance aux réseaux sans fils qui utilisent comme support de transmission les ondes hertziennes suivant la technologie cellulaire. Les réseaux informatiques sans fil sont en plein essor du fait de leur interface radio qui offre la mobilité aux utilisateurs et sont souvent utilisés comme extension d'un réseau filaire déjà existant. Ce sont des réseaux faciles et rapides à déployer et qui permettent, en plus de la transmission de données, d'autres applications telles que la voix, la vidéo et l'Internet. Ces réseaux comportent cependant des failles, ils sont moins sécurisés que les réseaux filaires et la qualité de service laisse parfois à désirer.

II.2.1 Définition d'un réseau sans fil [4] :

Un réseau sans fil est un ensemble de périphériques connectés entre eux et qui peuvent s'envoyer et recevoir des données sans qu'aucune connexion «filaire » physique reliant ces différents composants entre eux mais en utilisant des ondes hertziennes pour établir une liaison entre deux équipements mobiles.

II.2.2 Classification des réseaux sans fils :

Les réseaux sans fil sont classés en quatre catégories selon leur étendue géographique et normalisés par un certain nombre d'organismes parmi lesquels nous citerons l'ISO (International Standardization Organization), l'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) et l'ETSI (European Telecommunications Standards Institute)

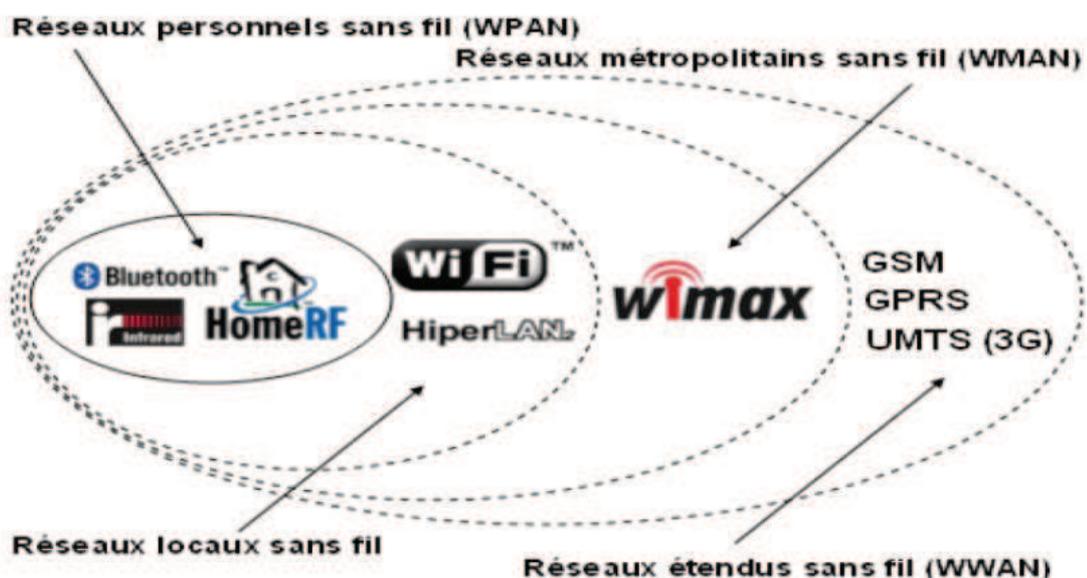


Figure 1.6 : Représentation des types des réseaux sans fils et technologies utilisées

II.2.2.1 Le réseau sans fil WPAN (Wireless personal Area Network) :

Les réseaux sans-fil personnels concernent les réseaux ayant une très faible portée, de l'ordre de quelques mètres, ils sont surtout utilisés pour interconnecter le matériel informatique de poche comme les PDA, les téléphones mobiles et même les ordinateurs portables.

➤ Principales technologies utilisées pour WPAN :

a. Le Bluetooth :

Le Bluetooth (ou "dents bleues") est un standard développé en 1994 par Ericsson et normalisé par l'IEEE 802.15.1, son débit théorique est de 1 Mb/s mais en pratique il atteint 720 Kb/s. Le Bluetooth a une portée de 10 à 20 mètres et permet l'interconnexion de huit terminaux simultanément, son point fort réside dans sa faible consommation d'énergie. Il est souvent intégré dans de nombreux matériels, comme les téléphones mobiles et les PDA.

b. Home RF :

Home RF est un standard développé en 1998 par le "Home Radio Frequency Working Group". Ce standard utilise, tout comme le Wifi, la bande de fréquence est de 2.4 GHz, il offre un débit théorique de 10 Mb/s ; pour un débit pratique de 3 à 4 Mb/s ; partagé entre tous les utilisateurs connectés, Sa portée varie entre 50 et 100 m.

c. Openair :

Openair est un standard proche du 802.11b, il utilise lui aussi la bande de fréquence de 2.4GHz et propose un débit de 1.6Mb/s.

d. Zigbee :

C'est une norme sécurisée à faible débit et à faible consommation d'énergie. Il offre un débit pratique de 3 à 10MB/s, la bande de fréquence est de 2.45GHZ et sa portée est de 10m. Faible taille du code de la pile de protocoles ZigBee à embarquer (développement de composants miniaturisés à très faible coût).

II.2.2.2 Le réseau local sans fil WLAN :

Le réseau local sans fil (noté WLAN pour Wireless Local Area Network) est un réseau permettant de couvrir l'équivalent d'un réseau local d'entreprise, soit une portée d'environ une centaine de mètres. Il permet de relier les terminaux entre eux présents dans la zone de couverture.

➤ Technologies utilisées pour WLAN :

a. Wi-Fi :

Le Wi-Fi (Wireless Fidelity) est le nom commercial du standard IEEE 802.11b/g développé en 1999. Ce standard est actuellement l'un des standards les plus utilisés au monde. Les débits théoriques du 802.11b est de 11 Mb/s et 54 Mb/s pour le 802.11g, Il est évident que le débit pratique varie en fonction de l'environnement. Le Wi-Fi utilise la bande de fréquence du 2.4 GHz, la portée d'un point d'accès Wi-Fi varie entre 10 et 200m.

b.HiperLAN :

HiperLAN est une technologie développée par l'ETSI (European Telecommunication Standard Institute). Deux versions de ce standard existent, HiperLAN1 et HiperLAN2 qui peuvent fonctionner ensemble. Ce standard utilise une bande de fréquence proche du 5 GHz. Le débit théorique proposé par HiperLAN1 est proche de 20 Mb/s et celui de l'HiperLAN2 est de 54 Mb/s. La zone de couverture dépend du milieu, la fréquence ayant une longueur d'onde plus petite, celle-ci est plus sensible aux obstacles.

II.2.2.3 Le réseau sans fil WMAN (Wireless metropolitan Area Network) :

Les réseaux métropolitains sans fil sont connus sous le nom de boucle locale radio (BLR). Les BLR sont basés sur le standard IEEE 802.16. La boucle locale radio offre un débit théorique entre 1 et 10 Mb/s pour une portée de 4 à 10 kilomètres, cette technologie est principalement utilisée par les opérateurs téléphoniques.

➤ Principales technologies utilisées pour WMAN :

Wi Max:

Acronyme pour World wide Interoperability for Microwave Access. Le Wi Max désigne un mode de transmission et d'accès à Internet en haut débit, portant sur une zone géographique étendue. Ce terme est également employé comme label commercial, à l'instar du Wi-Fi. Plus efficace que le WiFi, le Wi max se distingue par un meilleur confort d'utilisation, autorisant l'accès Internet en fixe ou en mobile.

II.2.2.4 Le réseau sans fil WWAN (Wireless wide Area Network) :

Les réseaux sans fil étendus sont généralement connus sous le nom de réseaux cellulaires. Ces WWAN ont une plus grande portée, tous les réseaux mobiles sont connectés à un WWAN.

➤ Technologies utilisées pour WWAN :

a. Le GSM :

Global System for Mobile Communications, est le standard de téléphonie mobile le plus utilisé en Europe. Il est donc conçu pour des communications en mode circuit à faible

débit, de plus en utilisant des terminaux à coût réduit. Le GSM est un réseau de deuxième génération. Contrairement aux téléphones portables de première génération, c'est un réseau cellulaire en transmission numérique.

b. Le GPRS :

Sigle signifiant Global Packet Radio Service. Evolution du standard de téléphonie mobile GSM qui permet des transferts de données par paquets, comme sur Internet. Avec un débit théorique de 128 kbps, il est censé préparer l'arrivée de l'UMTS et permet notamment l'envoi de photo d'un téléphone à un autre.

c. l'UMTS :

Sigle signifiant Universal Mobile Telecommunications System. Ce système de téléphonie mobile est également appelé 3G (pour 3ème génération) avec un débit maximum de 2 M bps, il permet la vidéo conférence sur téléphone mobile avec une qualité proche de celle sur PC. L'envoi de vidéo de téléphone à téléphone devrait être aussi simple que l'envoi de SMS.

II.2.3 Les classes des réseaux sans fil :

Les réseaux sans fil sont regroupés en deux classes selon leur composition : les réseaux fils sans infrastructure et les réseaux sans fils avec infrastructure.

II.2.3.1 Les réseaux sans fil avec infrastructure [3] :

Les réseaux de type infrastructure sont des réseaux structurés, basés sur des équipements d'interconnexion faisant office de pont entre un réseau radio et un réseau filaire permettant ainsi à de nombreux clients mobiles d'accéder à des ressources informatiques.

Dans ce mode, le réseau sans fil est composé de deux ensembles d'entités distinctes :

- **Les sites fixes** d'un réseau de communication filaire classique. Certains sont munis d'une interface de communication sans fil, appelés stations de bases (SB).
- **Les sites mobiles** (terminaux portables).

Une station de base permet la communication directe avec les sites ou les unités mobiles (UM) localisés dans une zone géographique limitée, appelée cellule.

Chaque station de base délimite une cellule à partir de laquelle des unités mobiles peuvent émettre et recevoir des messages. Alors que les sites fixes sont interconnectés entre eux à travers un réseau de communication filaire, généralement fiable et d'un débit élevé. Les liaisons sans fil ont une bande passante limitée qui réduit sévèrement le volume des informations échangées.

Dans ce modèle, une unité mobile ne peut être, à un instant donné, directement connectée qu'à une seule station de base. Elle peut communiquer avec les autres sites à travers la station à

laquelle elle est directement rattachée. L'autonomie réduite de sa source d'énergie, lui occasionne de fréquentes déconnexions du réseau; sa reconnexion peut alors se faire dans un environnement nouveau voire dans une nouvelle localisation.

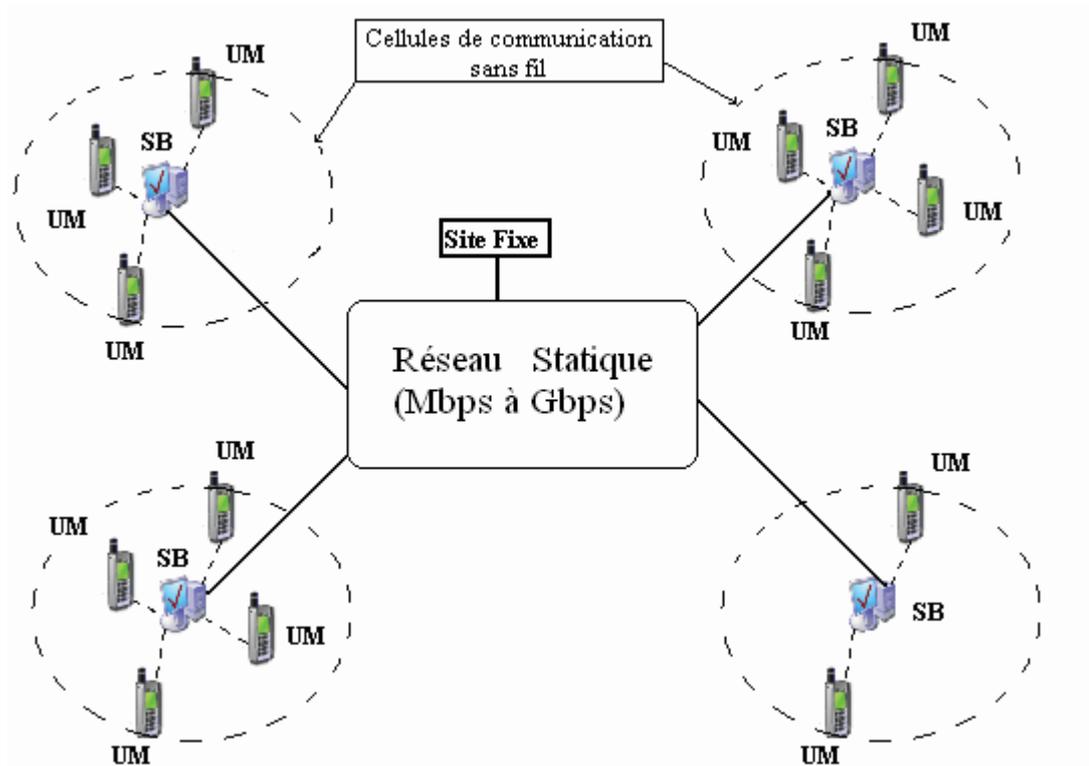


Figure 1.7 : Représentation des réseaux avec infrastructures

II.2.3.2 Les réseaux sans fil sans infrastructure (Ad hoc) [1] [4] [7] :

Les réseaux mobiles ad hoc MANET : ensemble d'entités mobiles communiquant en sans fil sans aucune infrastructure pour gérer le réseau. Il n'y a pas la notion de routeur, gateway ou passerelle.

En mode ad hoc, les machines sans fil clientes se connectent les unes aux autres afin de constituer un réseau point à point (Peer to Peer en anglais). C'est-à-dire un réseau dans lequel chaque machine joue en même temps le rôle de client et le rôle de point d'accès.

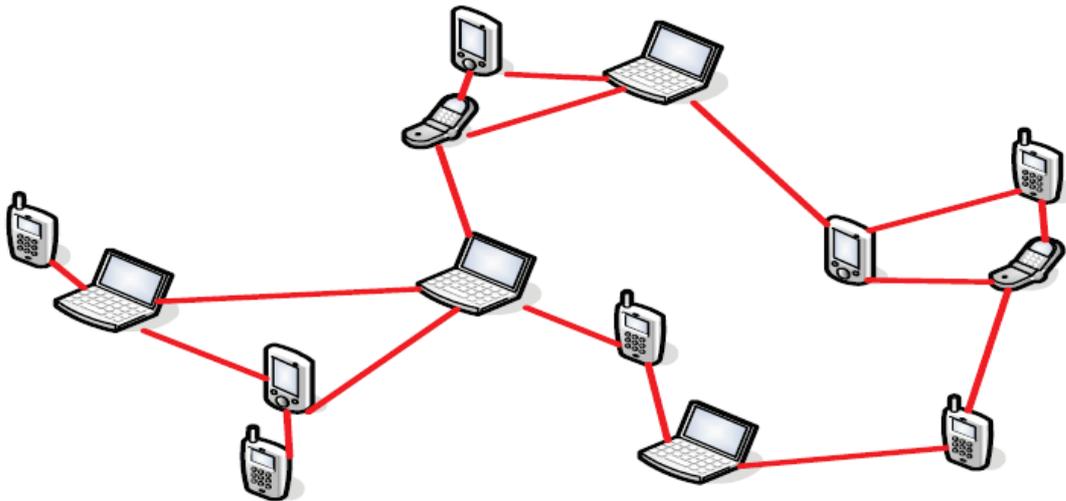


Figure 1.8: Représentation des réseaux sans infrastructures (Ad hoc)

II. 3 Normes des réseaux sans fils [5] :

✚ Norme 802.11a :

Un haut débit (dans un rayon de 10m: 54 Mbit/s théoriques, 30 Mbit/s réels). La norme 802.11a spécifie 8 canaux radio dans la bande de fréquences des 5 GHz.

✚ Norme 802.11b :

Norme la plus répandue actuellement, mais perd du terrain au profit de 802.11g. Elle propose un débit théorique de 11 Mbit/s (6 Mbit/s réels). Portée pouvant aller jusqu'à 300 mètres dans un environnement dégagé. Plage de fréquences: 2,4 GHz. Bonne couverture, mais sensibilité aux interférences radio

✚ Norme 802.11g :

Amélioration de la norme 802.11b, avec la quelle elle est compatible. Débit de 54 Mbits/s, mais avec une portée inférieure à la spécification 802.11b

✚ Norme 802.11n :

La norme IEEE 802.11n doit permettre d'atteindre un débit théorique allant jusqu'à 270 Mbits/s ou 300 Mbits/s respectivement dans la bande de fréquences des 2,4 GHz ou 5 GHz. La norme a été ratifiée en septembre 2009. Celle-ci doit constituer une amélioration par rapport aux standards IEEE 802.11a pour la bande de fréquences des 5 GHz, IEEE 802.11b et IEEE 802.11g pour la bande de fréquences des 2,4 GHz.

III L'architecture des réseaux :

Le transport des données d'une extrémité à l'autre d'un réseau nécessite un support physique ou hertzien de communication. Cependant, pour que ces données arrivent correctement à destination il faut une architecture logicielle. On distingue l'architecture OSI

III.1 L'architecture OSI :

a. Définition :

L'ISO (International Standardization Organisation) a normalisé sa propre architecture sous le nom d'OSI (Open Systems Interconnection).

L'architecture OSI est la première à avoir été définie, et ce de façon relativement parallèle à celle d'internet.

Le but de l'ISO est de créer un modèle idéal où chaque couche effectue une tâche définie et dépend des services de la couche inférieure. Chaque couche donc fournit ses propres services à la couche supérieure.

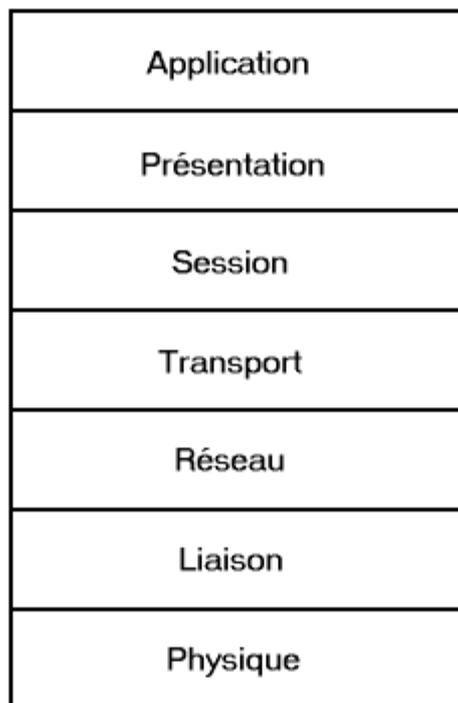


Figure 1.9 : Les couches du modèle OSI.

b. Fonctionnalités de chaque couche [20] :

1. La couche physique : fournit les moyens mécaniques, électriques, fonctionnels et procéduraux nécessaires à l'activation, au maintien et à la désactivation des connexions physiques destinées à la transmission des bits entre deux entités de liaison de données.

2. La couche liaison de données : Le but de cette couche est de faire communiquer deux machines distantes reliées par un canal de transmission. Cette couche fait le lien entre la couche réseau et la couche physique et apporte un service liaison qui est rendu par un protocole de niveau 2.

Cette couche réalise un certain nombre de fonctions spécifiques :

- Détection et correction des erreurs de transmission par des mécanismes tels que le code de Hamming,...

-Contrôle de flux pour régulariser la quantité de données échangées.

-Gestion de liaison (établir, maintenir et libérer une connexion).

3. La couche réseau : permet d'acheminer correctement les paquets d'information jusqu'à leur destination finale en assurant toutes les fonctionnalités de relais et d'amélioration de services entre entités de réseau, à savoir : l'adressage, le routage, le contrôle de flux et la détection et correction d'erreurs non réglées par la couche 2.

4. La couche transport : assure le transport des messages de bout en bout, ainsi qu'un découpage de ces messages à l'émission et leur assemblage à la réception.

5. La couche session : fournit les moyens nécessaires à l'organisation et à la synchronisation du dialogue entre l'émetteur et le récepteur .Elle sert à établir et ouvrir les sessions de communication.

6. La couche présentation : s'occupe de la syntaxe et de la sémantique des informations transportées en se chargeant notamment de la représentation des données, à savoir :

- Le formatage des données dans un format compréhensible par les deux systèmes.

-Le cryptage des données.

-La compression des données.

7. La couche application : elle offre des services qui permettent d'accéder au réseau tels que le Telnet, le FTP,...

III.2 Le modèle TCP/IP :

a. définition :

Il s'agit d'un ensemble de protocoles permettant d'établir des communications entre divers types de réseaux interconnectés. Certaines entreprises utilisent TCP/IP pour interconnecter tous leurs réseaux, même si ces derniers ne sont pas reliés au monde extérieur. D'autres utilise TCP/IP pour les communications à grande distance, entre site géographiquement dispersés.

Le modèle TCP /IP est structuré en quatre couches voir figure 1.10

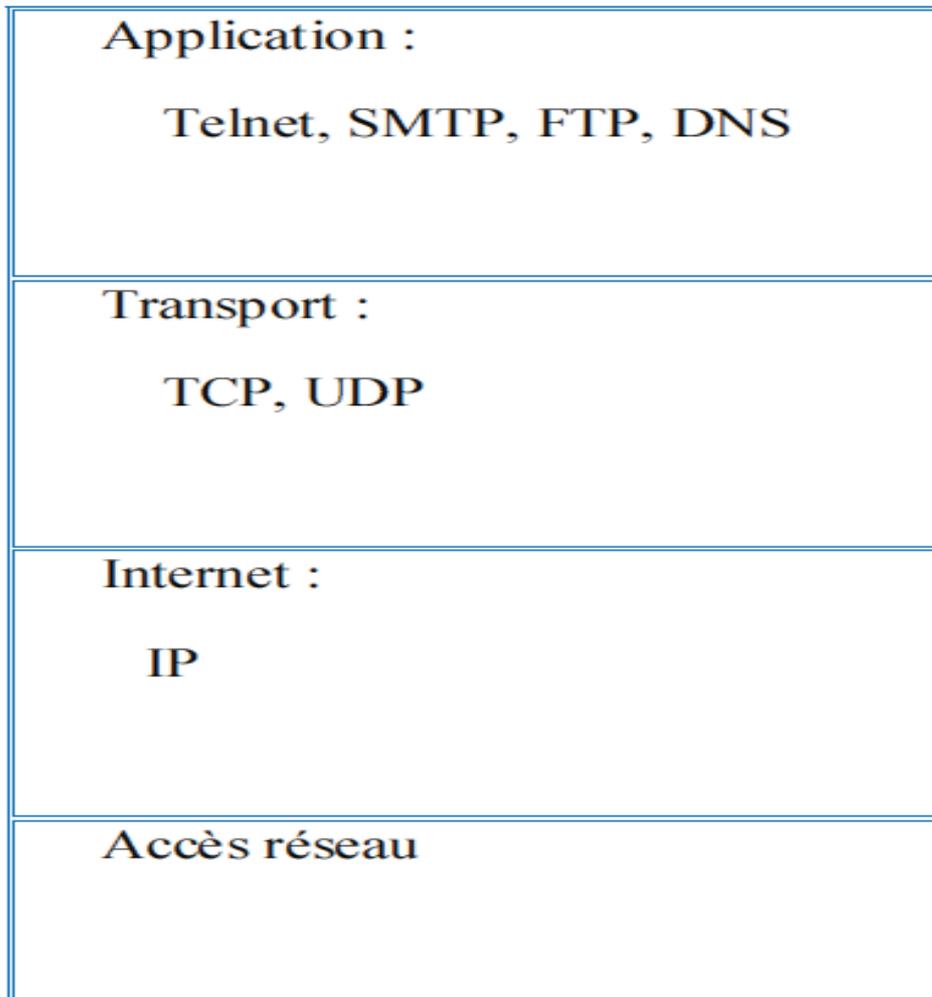


Figure 1.10 : Les couches du modèle TCP /IP

b) Fonctionnalités de chaque couche :

1. La couche application : elle prend en charge les protocoles d'adressage et l'administration réseau. Elle comporte des protocoles assurant le transfert de fichiers, le courrier électronique et la connexion à distance.

2. La couche transport : assure le transfert des données et les contrôles de flux qui permettent de vérifier l'état de la transmission.

3. La couche Internet : traite le format des paquets envoyés à travers l'Internet, ainsi que des mécanismes qui permettent de propager les paquets échangés. Le protocole utilisé dans cette couche est : IP.

4. La couche accès réseau : Assure l'interface physique avec le réseau. Elle formate les données aux normes du réseau et élabore les adresses des sous-réseaux en tenant compte des adresses physiques des machines destinataires. Elle effectue les contrôles d'erreurs au niveau des données mises sur le réseau physique.

III. 3 L'architecture Client/serveur :

Dans l'informatique moderne de nombreuses applications fonctionnent selon un environnement client-serveur ; cette dénomination signifie que des machines clientes (faisant partie du réseau) contactent un serveur (une machine généralement très puissante en termes de capacité d'entrées-sorties) qui leur fournit des services.

IV. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté les principales notions sur les réseaux. Une manière de se familiariser avec le domaine d'étude pour aborder clairement le prochain chapitre qui s'étalera sur la technologie UMTS et WIMAX.

Chapitre 2

Introduction :

Dans cette partie, nous allons présenter en bref les concepts généraux des deux technologies UMTS et WiMAX, ainsi nous détaillerons les architectures, les aspects techniques et les principes de fonctionnement des deux systèmes, enfin, nous envisagerons une étude comparative entre les deux technologies afin de pouvoir dégager les différences entre eux.

I -Les générations des réseaux mobiles :

Dans environnement mobile il existe 4generations des réseaux mobiles :

I.1 La première génération de réseaux de mobiles, ou 1G :

La première génération de réseaux de mobiles est apparue à la fin des années 1970. Elle définit un réseau cellulaire, c'est-à-dire composé de cellules, ou zones géographiques, limitées à quelques kilomètres, qui recouvrent le territoire de l'opérateur. Ces réseaux étaient des réseaux analogiques. Lorsqu'une communication était initialisée, le système affectait une fréquence à la communication, et cette fréquence ne pouvait être utilisée que par l'émetteur et le récepteur. Pendant les périodes de silence, toute la capacité du canal était donc perdue. Cette première génération a été remplacée par des technologies numériques de deuxième génération

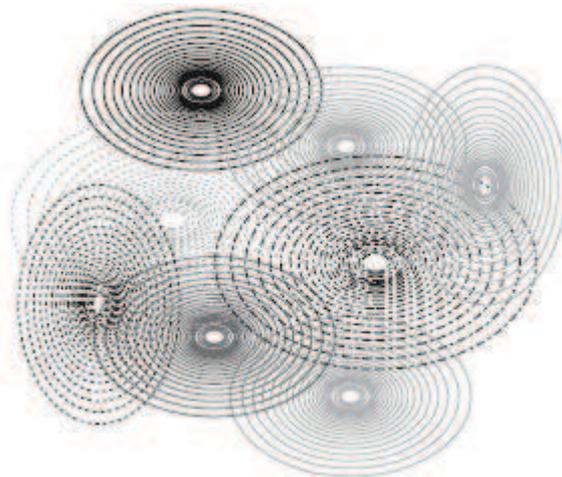


Figure 2.1 : Réseaux cellulaire

I.2 La deuxième génération de réseaux de mobiles, ou 2G :

La deuxième génération de réseaux de mobiles est apparue à la fin des années 90. Cette génération est basée sur la technologie numérique dont le symbole est GSM qui est une technologie circuit numérique.

Dans cette génération, il n'y a pas de paquets. Le passage au paquet s'est effectué très doucement avec l'apparition du 2.5G

Un système intermédiaire, dit 2,5 G, se place entre la deuxième et la troisième génération. Il consiste en un double réseau cœur incluant un réseau circuit pour la parole téléphonique et un réseau paquet pour le transfert des données. Le GPRS et le EDGE (Enhanced Data for GSM Evolution) font partie de cette génération intermédiaire.

I.3 La troisième génération de réseaux de mobiles, ou 3G :

La troisième génération se développe rapidement, et ses successeurs sont déjà en cours de démarrage. La première ouverture a été celle de NTT DoCoMo au Japon en octobre 2001. La différence la plus sensible avec la deuxième génération concerne l'introduction complète du mode paquet. Toutes les informations sont mises dans des paquets et transportées dans un réseau à transfert de paquets. L'augmentation des débits est assez importante puisqu'elle atteint 384 Kbit/s dans les services commercialisés lors de la première génération de l'UMTS (*Universal Mobile Telecommunications System*)

Une génération intermédiaire entre la 3G et la 4G s'est mise en place avec des extensions de l'UMTS et une augmentation des débits. Cette génération intermédiaire est illustrée par les solutions HSDPA et HSUPA. La commercialisation de HSDPA a démarré en 2006 et celle de HSUPA en fin 2007. Ces technologies sont appelées 3,5G

Cette troisième génération de communication vers les mobiles continue de se déployer et de s'améliorer. Tous les éléments nécessaires sont assemblés pour permettre une évolution rapide de ce domaine vers une quatrième génération.

I.4 La quatrième génération de réseaux de mobiles, ou 4G :

La quatrième génération introduit à la fois le très haut débit, de plus de 10 Mbit/s en Déplacement et le « multi-homing », c'est-à-dire la possibilité de se connecter sur plusieurs réseaux simultanément.

Le terminal doit donc être capable de détecter tous les réseaux qui sont autour de lui et de choisir pour chacune de ses applications le meilleur réseau à utiliser.

La 4G a été définie en 2007, en juin pour la version américaine et en septembre pour la version européenne, encore dénommée LTE (*Long Terme Evolution*).

II. Les réseaux UMTS :

L'Universal Mobile Telecommunication System (UMTS) est la nouvelle norme de téléphonie mobile, appelée aussi plus généralement téléphonie de troisième génération ou 3G. Les puristes préfèrent utiliser le terme W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access) qui reprend le nom de la technologie déployée en Europe et par certains opérateurs asiatiques. Cette technologie permet de faire transiter davantage de données et va permettre l'apparition du contenu multimédias sur les téléphones mobiles tel la visiophonie. On parlera alors plutôt des terminaux multimédias. Ainsi, en plus de ces évolutions technologiques, la troisième génération doit répondre à la notion de qualité, de capacité et de couverture.

L'organisme UIT (Union Internationale des Télécommunications) qui règlemente les différents standards de télécommunications au niveau mondial avait pour objectif de définir un standard unique et international pour la troisième génération : l'IMT-2000. Mais cela a échoué puisque pas moins de quinze technologies d'accès radio lui ont été proposées. Au final, seulement 6 technologies d'accès radio terrestre auront été gardées : UTRA/FDD, UTRA/TDD, TD-SCDMA, Cdma2000, UWC-136, DECT. L'UMTS quant à lui regroupe les deux premières technologies.

II.1 Volonté de créer une norme commune [6] :

En raison des incompatibilités radio, les voyageurs se trouvant dans un pays où la technologie utilisée n'est pas compatible avec celle de leurs opérateurs seront privés de leur outil de communication.

De plus, le choix de la technologie a une influence directe sur les revenus des opérateurs cellulaires. Un opérateur qui a choisi une technologie cellulaire minoritaire subira un manque correspondant aux abonnés en situation d'itinérance qui ne parviennent pas à se raccorder au réseau.

Déployer une technologie de communication cellulaire constitue un effort important pour un constructeur, ce qui a une incidence directe sur le prix de vente de ces systèmes. Ainsi, la multiplication des technologies cellulaires empêche les opérateurs de faire des économies d'échelles ; les systèmes de 3^e génération devront donc utiliser une technologie commune à l'échelle mondiale.

II.2 Définition de l'UMTS [3] :

UMTS a été conçu comme le successeur de GSM (Global System for Mobile Communications) et annonce le mouvement vers les réseaux de télécommunication de 3^{ème} génération (3G). UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) est une norme pour les télécommunications du « nouveau millénaire » définie par la WARC (World Administrative Radio Conference) de l'ITU (International Telecommunication Union). La technologie UMTS (dite technologie de 3^e génération (3G)), permettant de fournir aux utilisateurs une meilleure qualité de service quant aux télécommunications, notamment en ce qui concerne les services offerts (possibilités) et les vitesses de transferts. Cette technologie est au point de convergence d'Internet, de la téléphonie mobile et de la télévision. Comme son nom l'indique, UMTS est une technologie dédiée à la télécommunication mobile.

II.3 Objectifs de l'UMTS :

Pour répondre aux besoins des utilisateurs, les objectifs suivants ont été fixés pour l'UMTS lors des travaux d'étude et de normalisation en Europe et sur le plan mondial.

Tout d'abord, l'UMTS doit supporter des services multimédias large bande qui peuvent atteindre un débit de 2 Mbit/s. L'UMTS doit en plus assurer la convergence entre les réseaux fixes et mobiles. Un autre objectif pour l'UMTS est d'offrir un service de mobilité universelle. Par conséquent, la couverture de l'UMTS sera mondiale. Enfin, les réseaux UMTS doivent garantir une qualité de service équivalente à celle des réseaux filaires.

II.4 Architecture de l'UMTS [8] :

Le réseau UMTS se divise en deux domaines : le domaine équipement utilisateur **UE** (*User Equipment*) et le domaine infrastructure

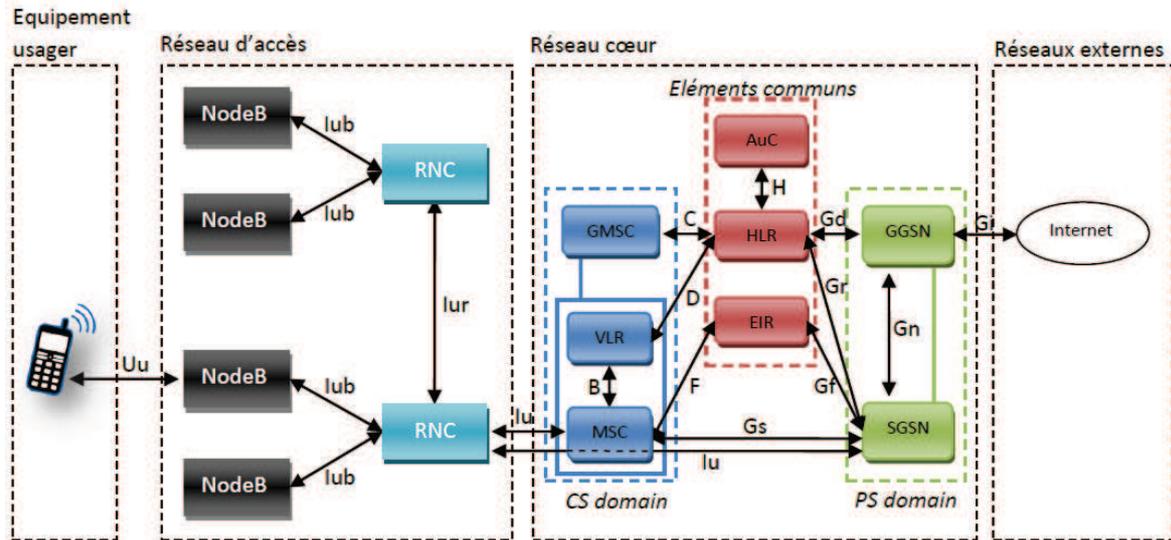


Figure2.2: Architecture du réseau UMTS

Les éléments illustrés au niveau de cette figure seront détaillés dans ce qui suit.

II.4.1 Réseau d'accès UTRAN :

Le réseau d'accès UTRAN est doté de plusieurs fonctionnalités. Sa fonction principale est de transférer les données générées par l'utilisateur. Il est une passerelle entre l'équipement usager et le réseau cœur via les interfaces Uu et Iu. Cependant, il est chargé d'autres fonctions :

- Sécurité : Il permet la confidentialité et la protection des informations échangées par l'interface radio en utilisant des algorithmes de chiffrement et d'intégrité.
- Mobilité : Une estimation de la position géographique est possible à l'aide du réseau d'accès UTRAN.
- Gestion des ressources radio : Le réseau d'accès est chargé d'allouer et de maintenir des ressources radio nécessaires à la communication.

Le réseau d'accès UTRAN est composé de plusieurs éléments : une ou plusieurs stations de base (appelées NodeB), des contrôleurs radio RNC (Radio Network Controller) et des interfaces de communication entre les différents éléments du réseau UMTS

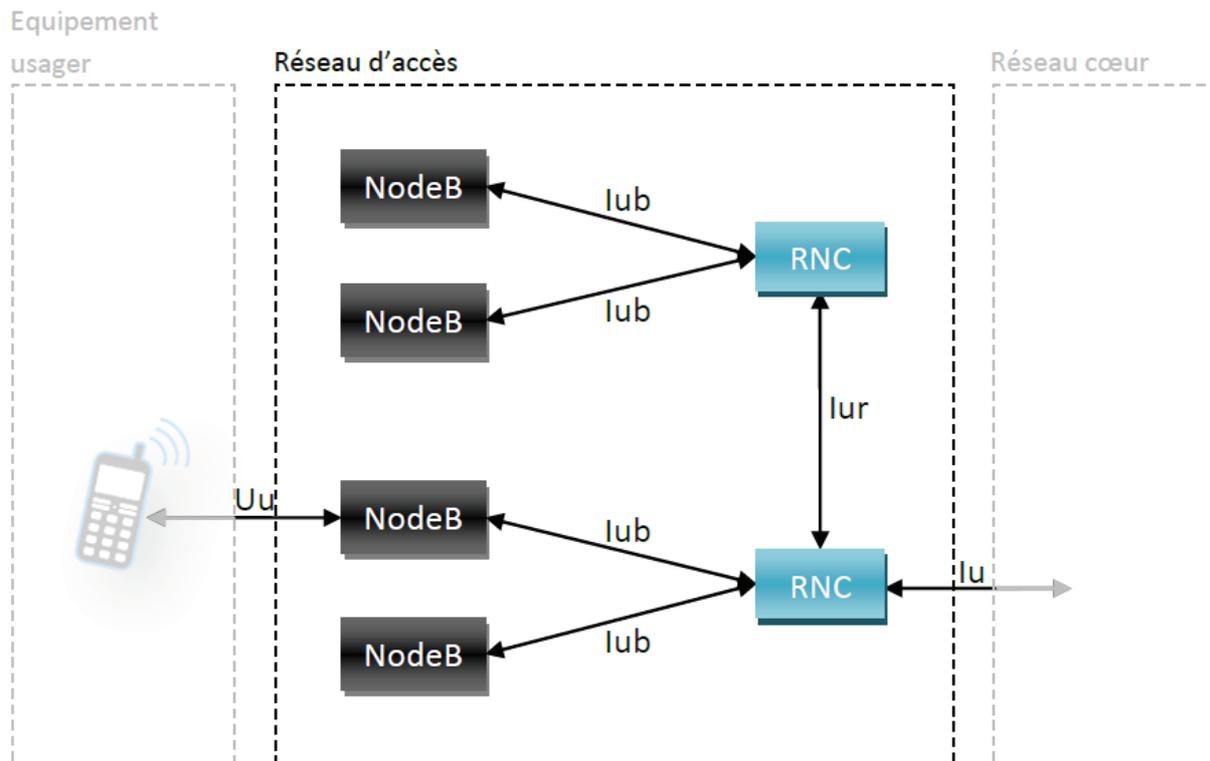


Figure 2.3 : Architecture du réseau d'accès

II.4.1.1 Node B :

Le rôle principal du NodeB est d'assurer les fonctions de réception et de transmission radio pour une ou plusieurs cellules du réseau d'accès de l'UMTS avec un équipement usager. Le NodeB travaille au niveau de la couche physique du modèle OSI (codage et décodage).

II .4 .1.2 Les interfaces de communication :

Plusieurs types d'interfaces de communication coexistent au sein du réseau UMTS :

- Uu : Interface entre un équipement usager et le réseau d'accès UTRAN. Elle permet la communication avec l'UTRAN via la technologie CDMA.
- Iu : Interface entre le réseau d'accès UTRAN et le réseau cœur de l'UMTS. Elle permet au contrôleur radio RNC de communiquer avec le SGSN.
- Iur : Interface qui permet à deux contrôleurs radio RNC de communiquer.
- Iub : Interface qui permet la communication entre un NodeB et un contrôleur radio RNC.

II.4.1.3 RNC :

Le rôle principal du RNC est de router les communications entre le Node B et le réseau cœur de l'UMTS. Il travaille au niveau des couches 2 et 3 du modèle OSI (contrôle de puissance, allocation de codes). Le RNC constitue le point d'accès pour l'ensemble des services vis-à-vis du réseau cœur.

II .4 . 2 L'équipement utilisateur ou usager (UE) :

L'UE contient deux parties :

- ✚ L'équipement Mobile ME (Mobile Equipment) : C'est le terminal radio utilisé pour les communications à travers l'interface Uu.
- ✚ L'USIM (UMTS Subscriber Identity Module) : Il fournit l'identité de l'abonné, établit les algorithmes d'authentification, enregistre les clefs d'authentification et de cryptage.

Exemple de communication :

Lorsqu'une communication est établie par un équipement usager, une connexion de type RRC (Radio Resource Control) est établie entre celui-ci et un RNC du réseau d'accès UTRAN. Dans ce cas de figure, le RNC concerné est appelé SRNC (Serving RNC). Si l'utilisateur se déplace dans le réseau, il est éventuellement amené à changer de cellule en cours de communication. Il est d'ailleurs possible que l'utilisateur change de NodeB vers un NodeB ne dépendant plus de son SRNC. Le RNC en charge de ces cellules distantes est appelé « controlling RNC ».

Le RNC distant est appelé « drift RNC » du point de vue RRC. Le « drift RNC » a pour fonction de router les données échangées entre le SRNC et l'équipement usager.

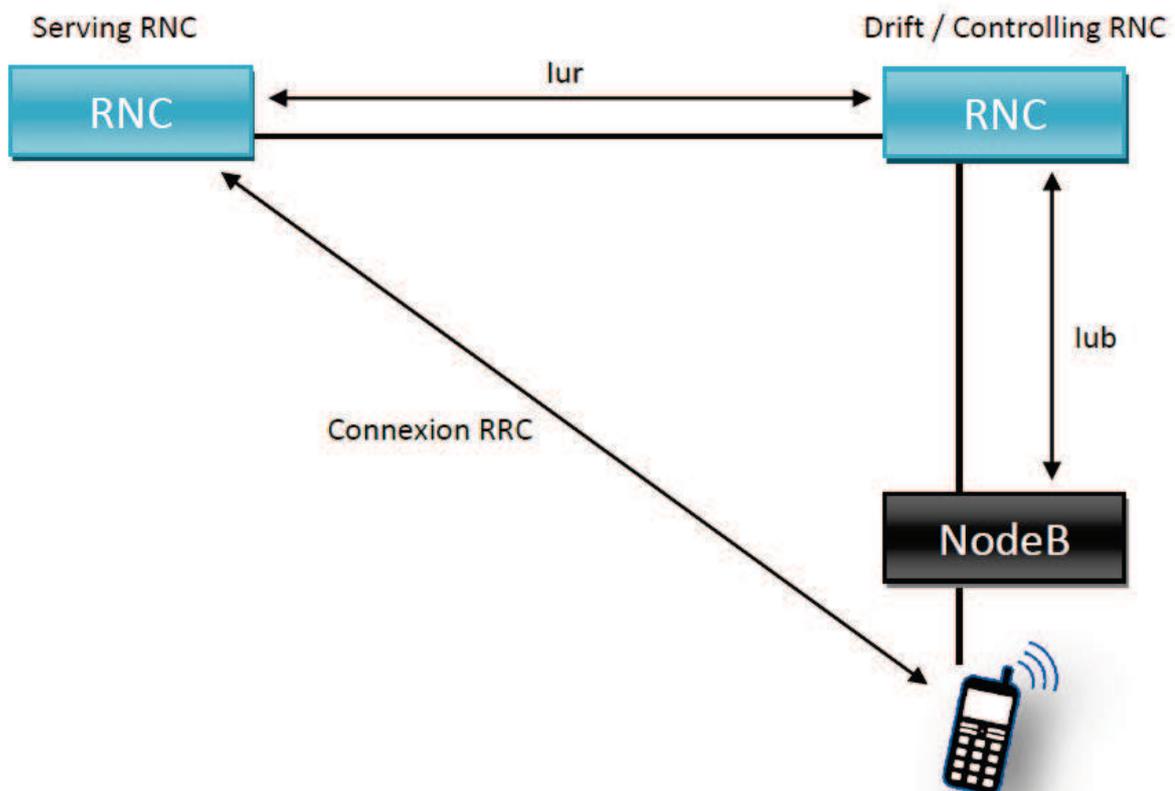


Figure 2.4 : Représentation graphique de l'exemple de communication

II.4.3 Réseau cœur :

Le réseau cœur de l'UMTS est composé de trois parties dont deux domaines :
- Le domaine CS (Circuit Switched) utilisé pour la téléphonie

- Le domaine PS (Packet Switched) qui permet la commutation de paquets.
- Les éléments communs aux domaines CS et PS

Ces deux domaines permettent aux équipements usagers de pouvoir gérer simultanément une communication paquets et circuits. Ces domaines peuvent être considérés comme des domaines de service.

Le schéma représente l'architecture du réseau cœur de l'UMTS :

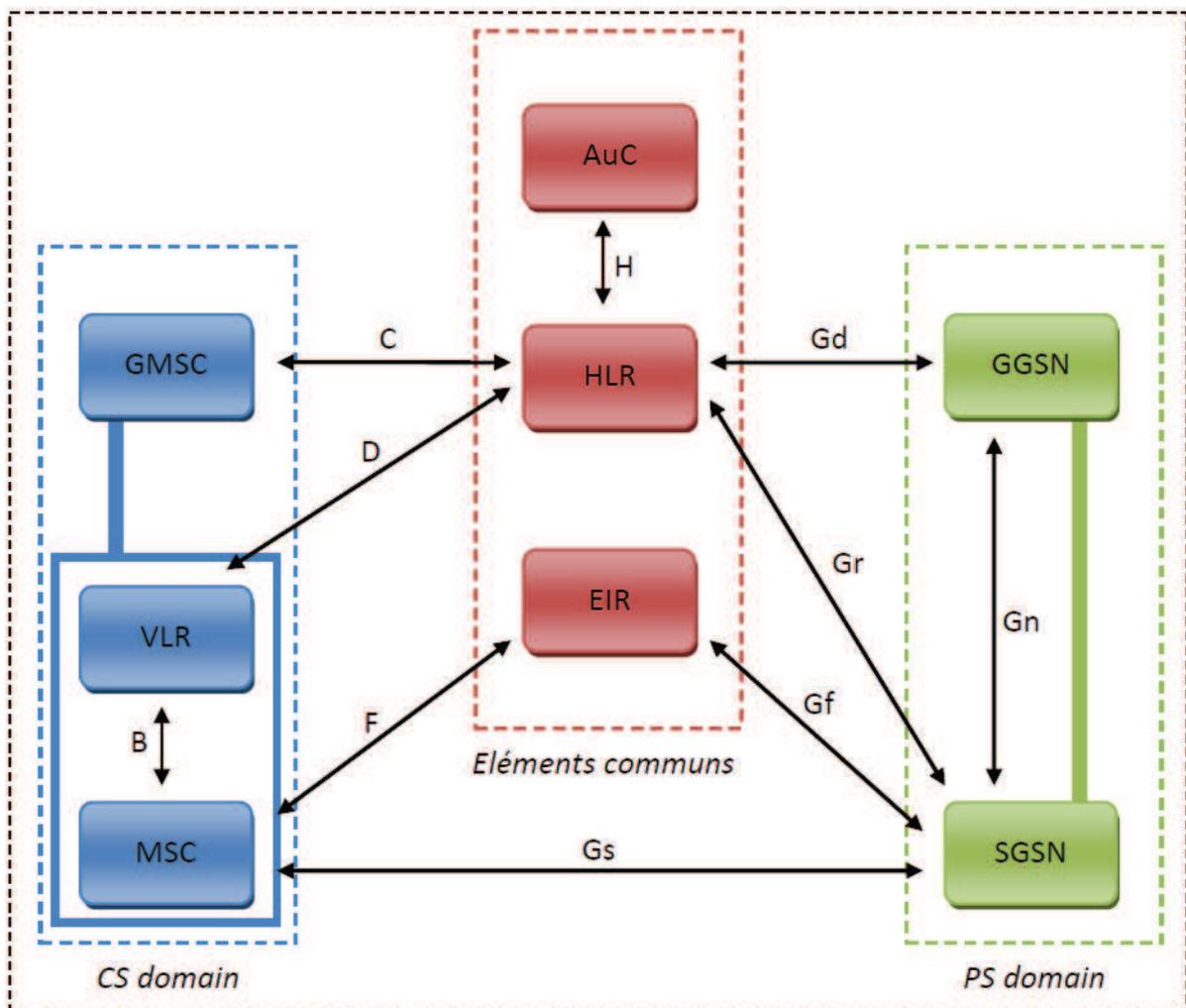


Figure2.5: Architecture du réseau cœur de l'UMTS

II.4. 3 .1 Le domaine CS :

Le domaine CS est composé de plusieurs modules :

- Le MSC (Mobile-services Switching Center) est en charge d'établir la communication avec l'équipement usager. Il a pour rôle de commuter les données.

- Le GMSC (Gateway MSC) est une passerelle entre le réseau UMTS et le réseau téléphonique commuté PSTN (Public Switched Telephone Network). Si un équipement usager contacte un autre équipement depuis un réseau extérieur au réseau UMTS, la communication passe par le GMSC qui interroge le HLR pour récupérer les informations de l'utilisateur. Ensuite, il route la communication vers le MSC dont dépend l'utilisateur destinataire.

- Le VLR (Visitor Location Register) est une base de données, assez similaire à celle du HLR, attachée à un ou plusieurs MSC. Le VLR garde en mémoire l'identité temporaire de l'équipement usager dans le but d'empêcher l'interception de l'identité d'un usager. Le VLR est en charge d'enregistrer les usagers dans une zone géographique LA (Location Area).

II .4. 3.2 Le domaine PS :

Le domaine PS est composé de plusieurs modules :

- Le SGSN (Serving GPRS Support Node) est en charge d'enregistrer les usagers dans une zone géographique qui est une zone de routage RA (Routing Area)

- Le GGSN (Gateway GPRS Support Node) est une passerelle vers les réseaux à commutation de paquets extérieurs tels que l'Internet.

II .4.3. 3 Les éléments communs :

Le groupe des éléments communs est composé de plusieurs modules :

- Le HLR (Home Location Register) représente une base de données des informations de l'utilisateur suivantes :

- L'identité de l'équipement usager
- Le numéro d'appel de l'utilisateur
- Les informations relatives aux possibilités de l'abonnement souscrit par l'utilisateur

- Le AuC (Authentication Center) est en charge de l'authentification de l'abonné, ainsi que le chiffrement de la communication. Si une de ces deux fonctions n'est pas respectée, la communication est rejetée. L'AuC se base sur le HLR afin de récupérer les informations relatives à l'utilisateur et ainsi pour créer une clé d'identification.

-L'EIR (Equipment Identity Register) est en charge de la gestion des vols des équipements usagers. Il est en possession d'une liste des mobiles blacklistés par un numéro unique propre à chaque équipement usager, le numéro IMEI (International Mobile station Equipment Identity).

II.4.4 Réseaux externes :

Le réseau UMTS est relié à deux types de réseaux externes :

- Le réseau paquet : dont le meilleur exemple est le réseau Internet.
- Le réseau circuit : par exemple le réseau téléphonique existant.

II.5. Les classes de services [6] :

UMTS offrira initialement toute la gamme des services GSM, progressivement enrichie par de nouveaux services multimédia. Concernant ces derniers on pensait initialement que des spécifications particulières à l'environnement mobile seraient développées, par exemple pour un service de visiophonie. Cette approche ne semble devoir s'appliquer qu'à quelques cas précis, en particulier pour le domaine couvert par le protocole WAP qui vise à rendre des applications internet accessibles avec un terminal mobile ne disposant que d'un clavier et d'un écran de petites dimensions.

Il en résulte que la majorité des services multimédia seront offerts sur la plateforme internet et ne différeront donc en rien de ceux utilisés dans l'environnement fixe. UMTS offrira un accès à l'internet en mode paquet qui sera une extension de GPRS à des débits plus élevés, de 384 kb/s en toutes circonstances et de 2 Mb/s dans les zones denses et en situation de mobilité réduite. Dans ces zones UMTS concurrencera donc, même pour un utilisateur fixe, les autres technologies d'accès rapide, notamment câble et ADSL.

Quatre classes ont été définies afin de regrouper les services en fonction de leurs contraintes respectives. Les principales contraintes retenues pour la définition des classes de service de l'UMTS sont les suivantes :

- le délai de transfert de l'information ;
- la variation de délai de transfert des informations ;
- la tolérance aux erreurs de transmission.

Le délai de transfert de l'information : est particulièrement important pour les applications interactives à forte contrainte temps réel (par exemple, la téléphonie classique ou encore la visiophonie). Une dégradation, même faible, de délai de transfert devient rapidement insupportable pour l'utilisateur.

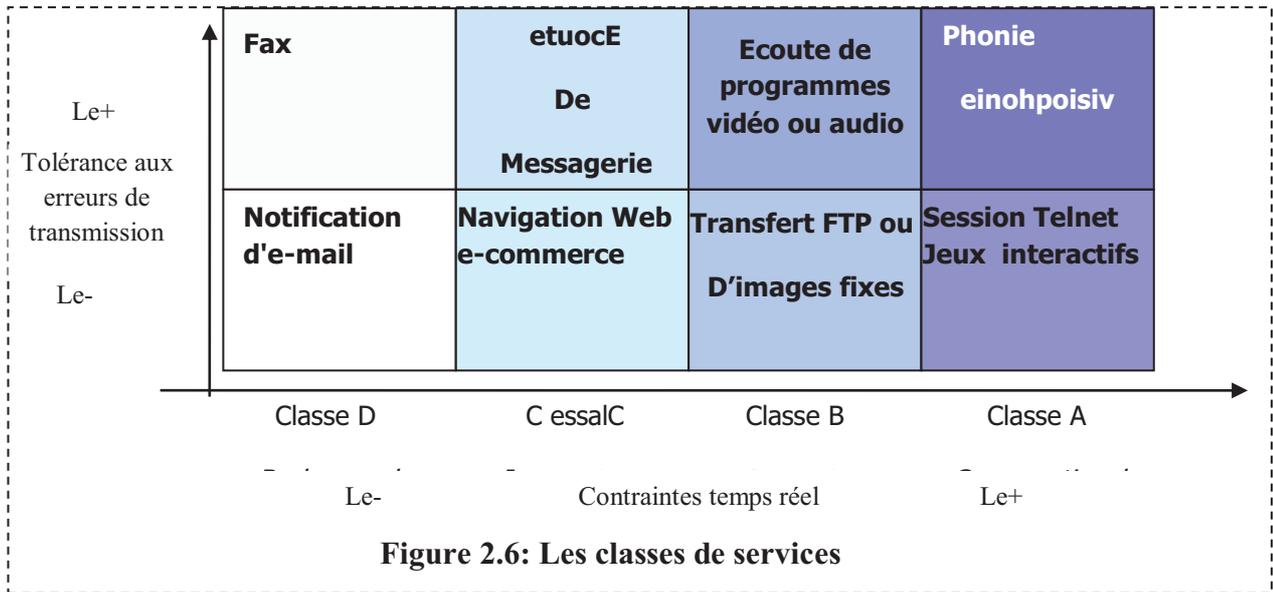
La variation de délai de transfert des informations : est également critique pour les applications à contraintes temps réel, où il est important que le délai entre les paquets d'informations soit fidèlement restitué entre la source et le terminal de réception. Dans le cas de la téléphonie classique, des ressources spécifiques ayant un débit constant sont allouées à la communication. En conséquence, le délai de transfert subit peu des variations (changement). Ce n'est pas le cas des applications de téléphonie ou des diffusions vidéo sur Internet, pour lesquelles il est impératif de recourir à des mécanismes particuliers pour compenser la gigue générée par le réseau de transmission.

La tolérance aux erreurs de transmission : est une contrainte importante pour les applications de transmission de données. Ces applications requièrent en effet que l'information soit fidèlement transmise par le réseau de transmission. Ce n'est pas le cas des applications de type téléphonie classique, qui peut accepter des taux d'erreurs bien supérieurs. La perception humaine est en effet assez tolérante aux erreurs de transmission sur les applications de téléphonie.

Les quatre classes de services définies dans le cadre de l'UMTS peuvent se répartir en deux groupes :

- les classes A (ou conversational) et B (ou streaming) pour les applications à contraintes temps réel;

- les classes C (ou interactive) et D (ou background) pour les applications de données sensibles aux erreurs de transmission.



II.6 Interface radio de l'UMTS :

L'interface radio de l'UMTS doit être conçue pour supporter une large gamme des services différents. Les systèmes mobiles de 3ème génération devront offrir des services à accès circuit ou paquet, avec un débit maximal dépendant de l'environnement et de la vitesse du mobile. Des services à débit variable et asymétrique (entre liaison montante et descendante) devront être supportés de façon efficace.

Les systèmes mobiles de 3ème génération pourront être déployés dans un réseau cellulaire multi couches avec des macros cellules (0,5 à 10 Km de rayon) pour la couverture globale, des microcellules (50 à 500 m) pour les fortes densités de trafic en ville, et des pico cellules (5 à 50 m) pour la couverture à l'intérieur des bâtiments. Le passage d'une cellule à l'autre (transfert intercellulaire ou "handover") devra se faire de façon transparente pour l'utilisateur, c'est-à-dire sans coupure perceptible ni perte de données.

La figure ci-dessous illustre la couverture de l'UMTS :

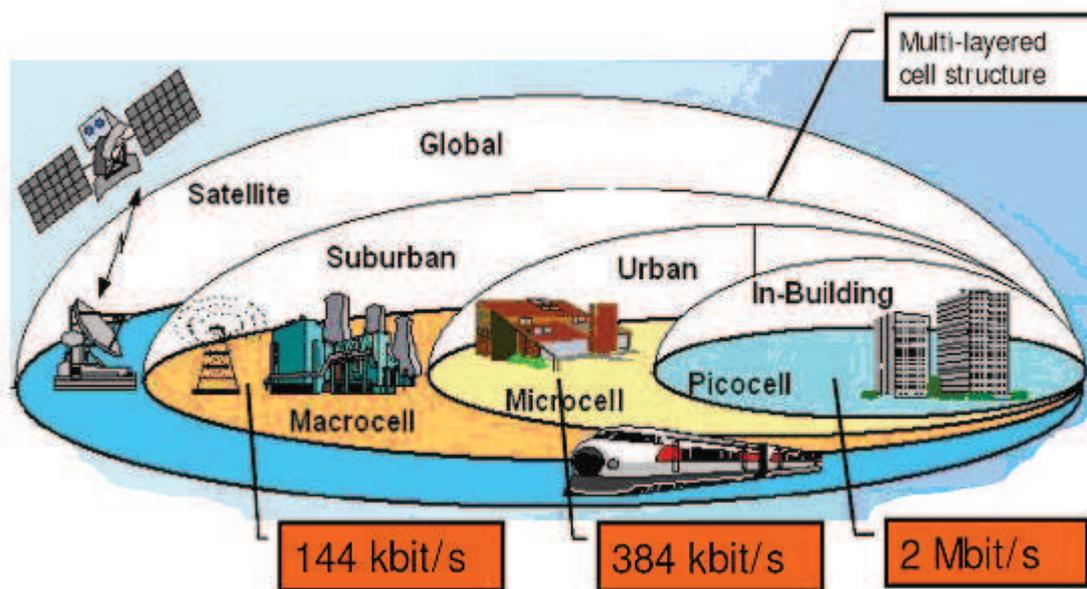


Figure 2.7 : Couverture de l'UMTS

III. Les réseaux wimax :

Aujourd'hui, le sans fil est de plus en plus présent dans notre vie quotidienne et tend à remplacer l'utilisation excessive de câbles. Depuis quelques années maintenant, le Wifi révolutionne les réseaux mais on parle déjà d'une nouvelle technologie : le Wimax.

Bien que les connexions haut-débit de type ADSL se multiplient dans le monde, elles ne permettent pas la souplesse d'utilisation que procure par exemple un réseau sans fil Wifi. Cependant, le Wifi ne permet qu'un débit et une portée très faibles rendant par son utilisation limitée.

Le Wimax a pour objectif de fournir un accès sans fil haut débit à Internet dans un rayon de plusieurs kilomètres et est donc destiné principalement aux réseaux métropolitains. En effet, la portée prévue des ondes est d'environ 50 km. Néanmoins cette portée est théorique et la portée réelle devrait se situer plutôt de 8 ou 10 km. Ce qui reste néanmoins suffisant pour proposer une connectivité à l'échelle d'une ville.

III.1 Définition de wimax [10]:

Wimax (Worldwide Interoperability for Microwave Access) désigne un standard de transmission sans fil à haut débit par voie radio, développé en 2002 par Intel et Alvarion. Il est basé sur le standard de transmission radio IEEE 802.16 valide par l'organisme mondial de normalisation IEEE. Il est développé par le WIMAX forum il représente une solution hertzienne pour des réseaux MAN (Metropolitan Area Network) sans fil.

Cette technologie permet d'offrir des services sans fil de large bande à des utilisateurs fixes ou mobiles. Elle a vu le jour en 2006 en Corée après le déploiement d'un réseau Wibro à 2.3 GHz afin d'offrir des services données/vidéo à hautes performances.

La nouveauté apportée par Wimax au niveau de l'interface radio était d'introduire une nouvelle méthode d'accès OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) et une nouvelle technique de modulation OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), en plus de fournir un support de mobilité.

III.2. Architecture de wimax [10] :

Du point de vue architecturale, Wimax est doté d'une architecture semblable à celle de l'UMTS dans le sens où elle est composée en deux sous-systèmes : un sous-système radio et sous-système réseau. Une telle architecture est illustrée à la figure 2.8. Nous pouvons y distinguer deux grands blocs fonctionnels : le bloc NAP (Network Access Provider) et le bloc NSP (Network Service Provider). Le premier bloc est le groupement de plusieurs ASN (Access Service Network), alors que le second est l'interconnexion de plusieurs CSN (Connectivity Service Network).

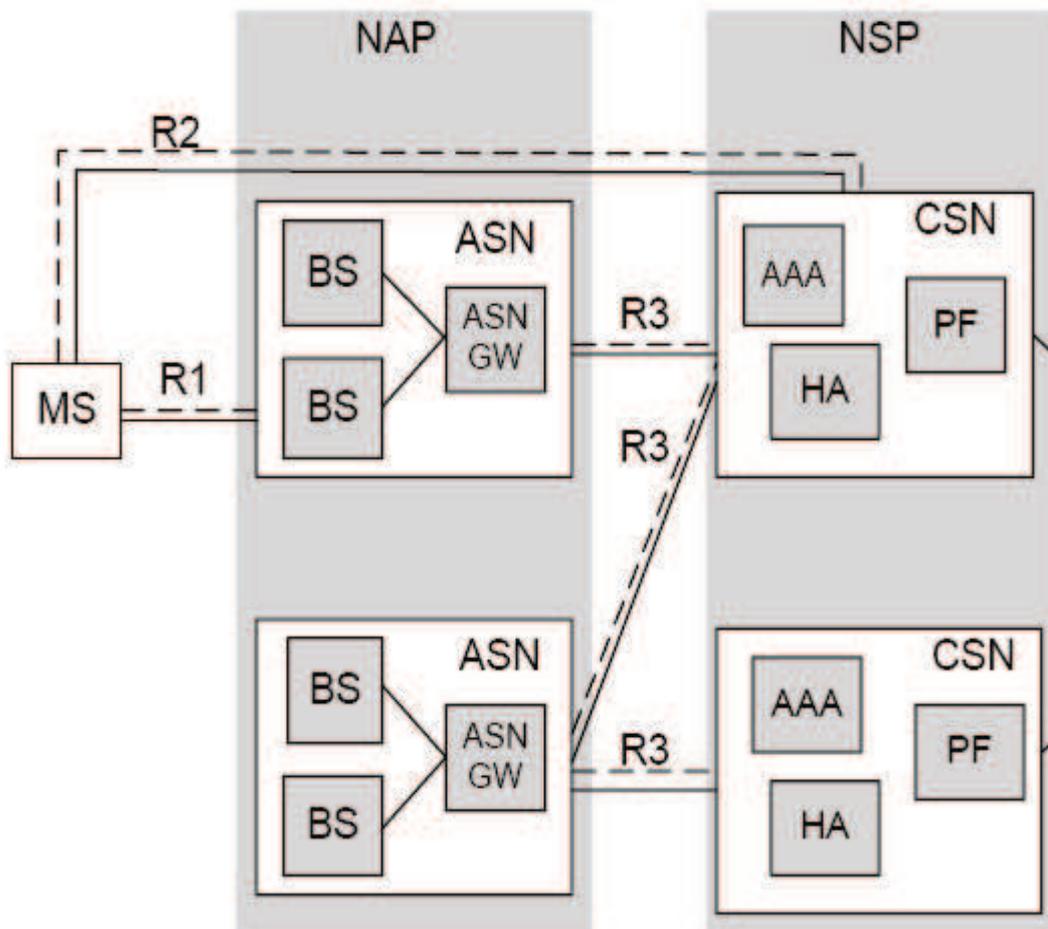


Figure 2. 8: Schéma topologique Wimax

Un ASN est assimilable à la partie radio de la norme 3GPP. Il peut être décomposé en une ou plusieurs stations de base, et une ou plusieurs ASN-GW (ASN Gateway). Dans ce contexte, les stations de base Wimax sont reliées au pont ASN. Ce point de référence regroupe un ensemble de contrôles et de protocoles destinés à la gestion des communications entre stations de base et ASN-GW.

Ces protocoles permettent l'établissement, la modification, le contrôle et la libération du lien entre stations de base et pont ASN. Un ASN-GW est une entité logique qui est une agrégation d'entités fonctionnelles assurant le contrôle des accès radio. Il assure également les fonctionnalités de routage et de relais, de gestion de mobilité et de flux de données.

Le réseau de service de connectivité est défini comme un ensemble de fonctions de réseaux qui fournissent les services de connectivité IP à un abonné. Il incorpore les éléments suivants du réseau :

- ✓ AAA : il s'agit d'un serveur fournissant les fonctionnalités d'authentification, d'autorisation et de gestion de comptes pour les abonnés Wimax;
- ✓ HA : c'est un routeur qui maintient les informations concernant l'état actuel du terminal.

Lorsqu'un usager se déplace d'un ASN à un autre, le HA transfère son adresse IP au nouvel ASN via un ASN-GW;

- ✓ PF : c'est une entité de gestion des politiques relatives à l'utilisateur. Elle permet de fournir l'accès aux services du réseau en fonction des profils des abonnés

III.3. Fonctionnement de wimax :

Le Wimax fonctionne en mode point-multipoint, c'est-à-dire le mode infrastructure que l'on connaît sur le Wifi ou encore le même fonctionnement que les technologies 2G, 3G de téléphonie mobile. Ainsi comme en 2G une station de base nommé BTS (Base Transceiver Station) ou BS (Base Station) émet vers les clients et réceptionne leurs requêtes puis les transmet vers le réseau du fournisseur d'accès.

Parmi les méthodes utilisées par le wimax on a :

a. La boucle locale

Quand on parle de boucle locale, on parle généralement des câbles qui partent du répartiteur, c'est-à-dire l'endroit situé dans le central téléphonique et où se font l'ensemble des connexions entre les abonnés et les infrastructures, jusqu'à la prise téléphonique. La boucle locale n'est pas nécessairement constituée par des câbles, elle peut également utiliser les ondes hertziennes, on parle alors de Boucle Locale Radio (BLR) que nous allons étudier un peu plus en détail puisque le Wimax est une technologie de BLR.

La boucle locale radio est une technologie de connexion sans fil à haut débit. Elle utilise les ondes hertziennes et peut être qualifiée de bidirectionnelle puisque la communication peut se faire dans le sens opérateur / client mais également dans le sens contraire client / opérateur.

Le principe est simple. D'un côté, l'opérateur émet des paquets de données sous formes d'ondes radios grâce à des antennes reliées à de l'équipement spécialisé, de l'autre un client est muni d'une antenne et d'un modem afin de réceptionner ces paquets.

Du côté des avantages, on peut citer par exemple le coût d'installation limité par rapport à une installation de type câblée (la pose de câble est en effet un facteur de coûts important).

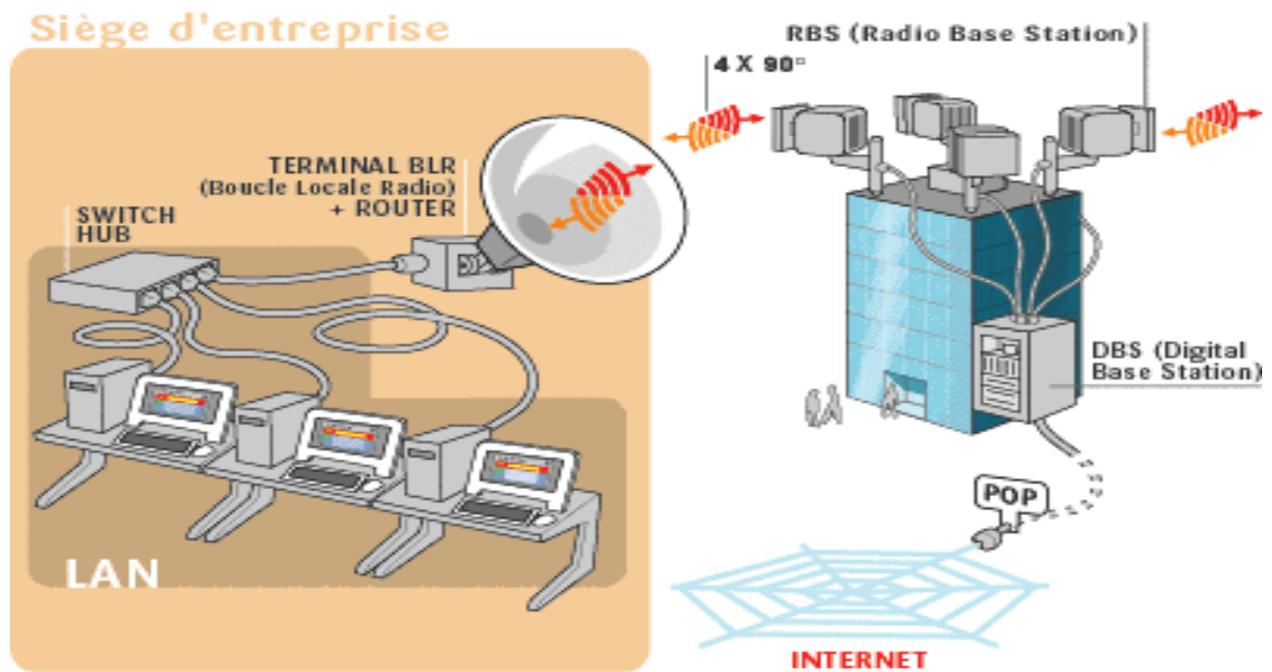


Figure2.9 : représentation de la boucle local

Cependant, la BLR est extrêmement tributaire des conditions climatiques et environnementales. Ainsi, le débit est limité par les conditions atmosphériques (brouillard, etc). La BLR est généralement utilisée dans les PME, les administrations, les établissements scolaires, les bibliothèques, etc.

Alors que cette technologie (BLR) ne parvenait pas à s'imposer, le Wimax a subitement permis un regain d'intérêt. Wimax est en effet une technologie découlant de la BLR.

b. Données techniques

Le Wimax est un accès sans fil basé sur le nouveau standard IEEE 802.16. Ce système utilise la technologie hertzienne pour des systèmes principalement point multi-point. C'est-à-dire qu'à partir d'une antenne centrale, on cherche à toucher plusieurs ordinateurs ou machines.

Les antennes Wimax pourront transmettre des données à une portée théorique de 50 km. Néanmoins, si l'on prend en compte les obstacles que les ondes risquent de rencontrer, il semble plus juste de ramener cette mesure à une distance réelle de 8 à 10 km.

Un système Wimax pourra délivrer une capacité de 75 Mbps par canal, à la fois pour des applications fixes et portables. Pour donner un ordre de grandeur, cette capacité est suffisante pour fournir à des milliers de résidences un accès à haut débit.

Le standard Wimax est divisé en deux groupes de fréquences. Premièrement des fréquences de 2 à 11 Ghz et deuxièmement des fréquences de l'ordre de 10 à 66 Ghz. Les fréquences de

10 à 66 Ghz nécessitent d'être en ligne de vue avec l'antenne (line of sight ou LOS) tandis que les fréquences de 2 à 11 Ghz peuvent s'en passer (non line of sight ou NLOS).

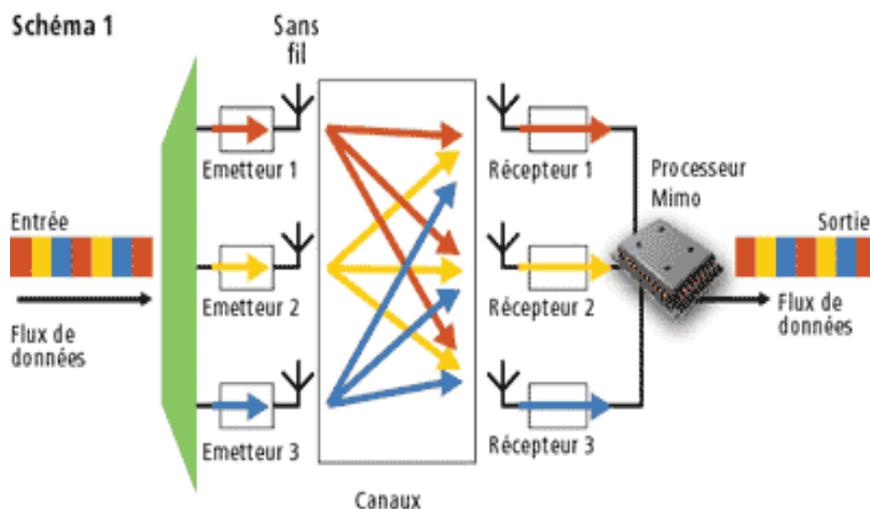
L'efficacité spectrale est de 3 bit/s/Hz avec la modulation la plus efficace. Les techniques MIMO pourraient permettre de multiplier ce chiffre par 2. (Multiple Input / Multiple Output. MIMO est une technique consistant à utiliser plusieurs antennes en émission et en réception, à la station.).

c. MIMO (Multiple Input / Multiple Output)

La plupart des réseaux sans fil sont utilisés dans des milieux couverts provoquant ainsi la réflexion du signal sur de nombreux obstacles. L'ensemble de ces réflexions provoque une multiplication des canaux de transmission (comme on peut le voir ci-dessous) qu'on appelle également diversité spatiale. Cette diversité spatiale entraîne des interférences et donc des dégradations au niveau du signal et une baisse de la portée de celui-ci. La technologie MIMO permet de régler ce problème.

Le flux est divisé en différents flux de même fréquence qui sont envoyés via 3 émetteurs à 3 récepteurs. L'algorithme permet ensuite d'identifier les différents flux en vue de les restituer en un seul flux. Cet algorithme utilise la réflexion des signaux sur les murs, le sol, etc

Le principe de la technique MIMO



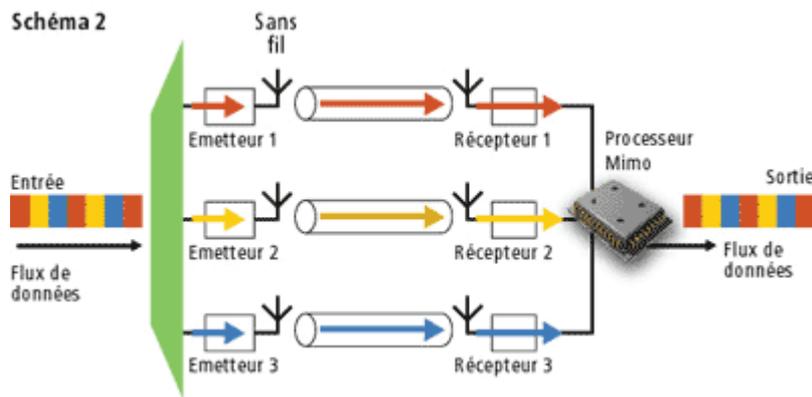


Figure 2 .10 : représentation de principe de la technique MIMO

Alors que ces réflexions pourraient être considérées comme mauvaises, la technologie MIMO profite de ces différents canaux pour améliorer la rapidité de transmission des données.

d. Multiplexage OFDM

Les initiales OFDM signifie Orthogonal Frequency Division Multiplexing, en français: multiplexage par répartition en fréquence sur des porteuses orthogonales. OFDM est une technologie assez ancienne (elle date des années 1960) mais qui se développe de plus en plus car elle est utilisée dans les solutions de mobilité à haut débit que ce soit la téléphonie, le Wifi ou encore l'ADSL.

Il s'agit d'une technique utilisée pour transmettre des données analogiques. Lors de l'émission d'un signal, une plage de fréquence est divisée en sous-canaux séparés par des zones «libres» de taille identique. Un algorithme permet la transmission des données via différents sous-canaux et la reconstitution des données initiales chez le destinataire.

L'objectif de cette méthode est d'utiliser au maximum toute la plage de fréquence tout en limitant les perturbations grâce aux espaces libres entre les canaux.

Cette technologie est particulièrement adaptée aux réseaux locaux ou métropolitains. Ces zones sont généralement denses et OFDM permet ainsi de diminuer voire d'éliminer les perturbations potentielles. Sur de plus grandes distances, l'intérêt de cette technique devient moindre car le débit est plus limité.

Aujourd'hui, OFDM est utilisé dans de nombreux domaines. Ainsi l'ADSL fonctionne de cette manière. De plus en plus, cette technologie est utilisée dans les systèmes de communication sans fil comme le Wifi et bien entendu, le Wimax. Grâce à OFDM, Siemens et Motorola ont par ailleurs pu développer des réseaux de téléphonie mobile fonctionnant à plus de 300 Mbits par seconde. Cette technique permettra au Wimax d'obtenir un rendement spectral deux fois supérieur à celui du Wifi, il y aura donc deux fois plus de données transmises par Hertz.

e. Les réseaux maillés :

En plus de sa structure point à multipoint, Wimax peut également réaliser un réseau maillé.

Un réseau maillé (Mesh Network en anglais) est composé de plusieurs nœuds dont les zones de couvertures se chevauchent. Un des grands avantages d'un réseau maillé est le fait que chaque antenne n'a pas besoin d'être connectée directement à Internet. Ainsi, une antenne peut simplement jouer le rôle de relais.

Exemple de réseau maillé dans le cadre du Wifi

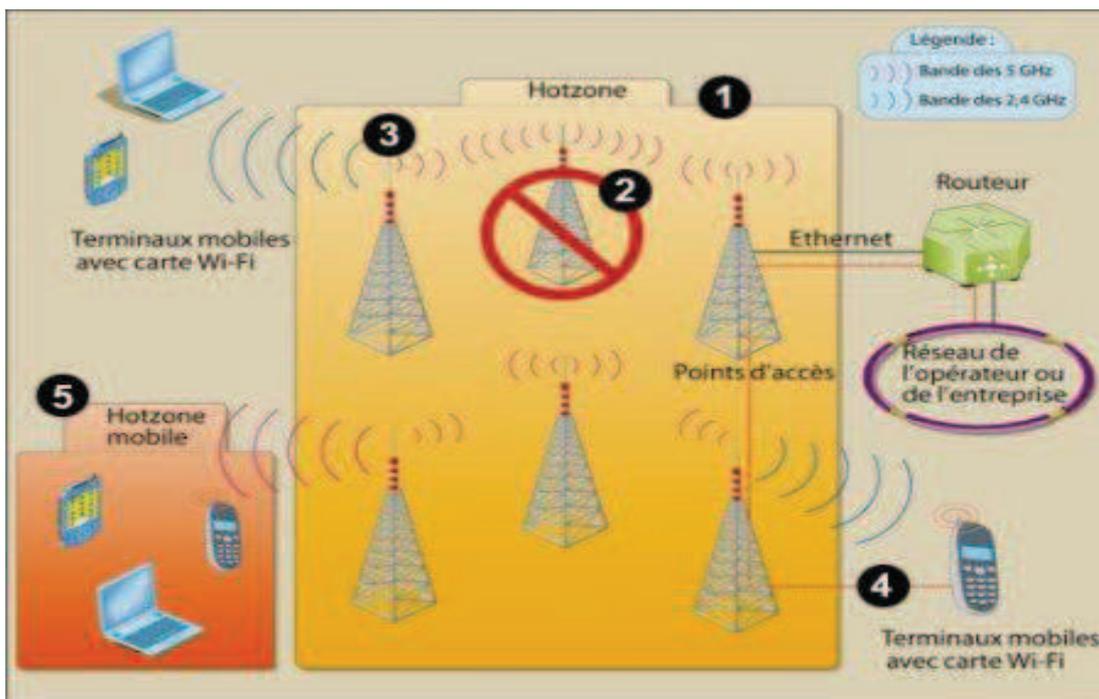


Figure2.11 : exemple de réseaux maille dans le cadre du wifi

III.4. Les spécifications 802.16 [9] :

Comme pour 802.11, plusieurs groupes de travail se chargent de développer les Fonctions de WiMAX, d'approuver et de standardiser les évolutions apportées. Un aspect important des normes 802.16 consiste à définir la couche MAC (Media Access Control) pour supporter différentes spécifications de couches physiques (PHY). 802.16 fonctionne jusqu'à 124Mbps avec des canaux de 28 Mhz dans la bande 10-66GHz.

➤ 802.16a :

Publiée en avril 2003, 802.16a est la norme qui a réellement suscité de l'intérêt pour WiMAX. La norme 802.16a fonctionne pour un réseau sans fil fixe avec une portée allant jusqu'à 80 km. Travaillant dans la bande passante 2-11GHz, elle permet aux opérateurs non licenciés de l'adopter. La bande passante théorique approche les 70 Mbps en utilisant des canaux de 20 MHz.

Les topologies point-to-multipoint ainsi que des réseaux maillés sont acceptés et ne nécessitent pas une vue dépourvue d'obstacle. La figure ci-dessous est fournie par Intel.

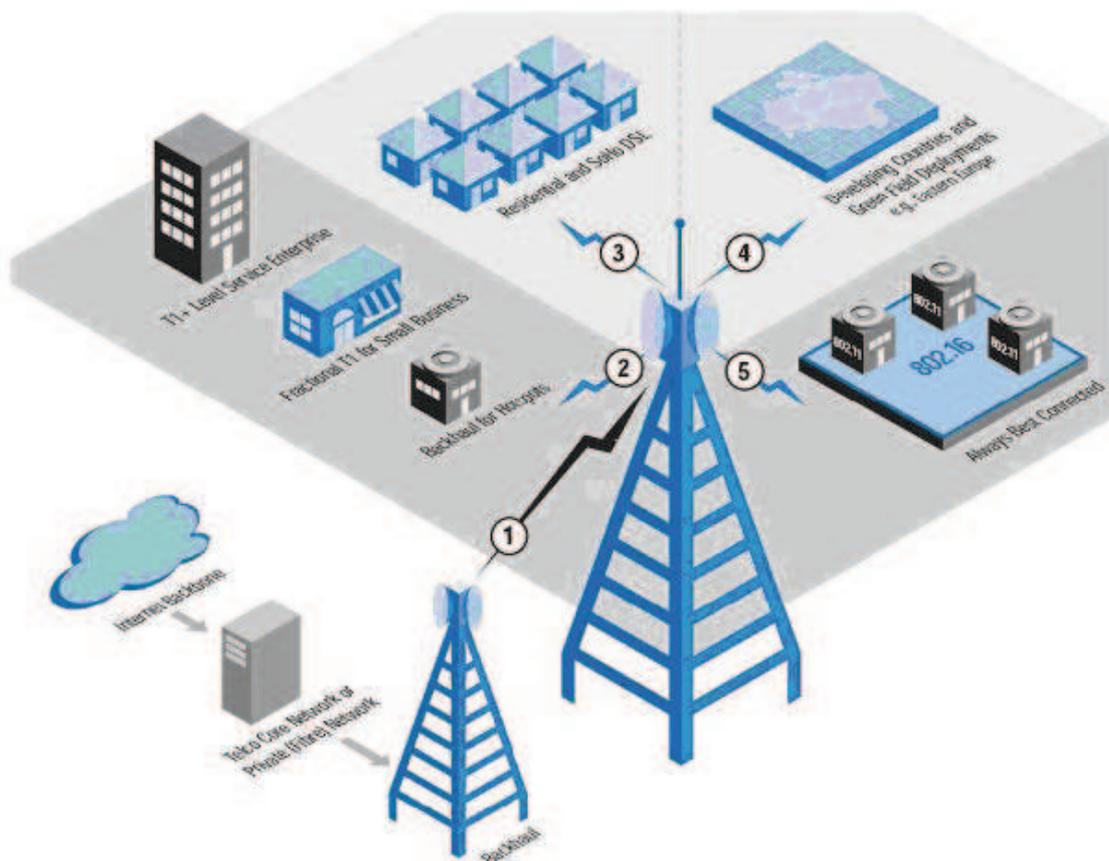


Figure2. 12 : Le standard IEEE 802.16

➤ **802.16 b :**

Ce groupe de travail est chargé de développer les services de qualité (*QoS*) pour 802.16. Ainsi, la bande passante à la demande est un objectif atteint et constitue un avantage de 802.16.

➤ **802.16 c/d :**

Publiés en janvier 2003, 802.16c et 802.16d se chargent de l'interopérabilité en définissant des profils précis et spécifiant des combinaisons d'options possibles, décrivant les bases des tests de compatibilité.

➤ **802.16 e :**

La norme 802.16e, qui a été validée durant l'été 2005, constituera quant à elle une vraie révolution. Elle permettra d'utiliser le WiMAX en situation de mobilité. Les composants permettant de se connecter au réseau seront alors directement intégrés dans les PC portables.

La vitesse de déplacement pourra excéder les 100 km/h mais l'immense avantage offert par cette norme sera le maintien des sessions lors d'un changement de point d'accès.

➤ **802.16f :**

Spécifie la MIB (Management Information Base), pour les couches MAC (Media Access Control) et PHY (Physical)

➤ **802.16m :**

Débits en nomade ou stationnaire jusqu'à 1 Gbit/s et 100 Mbit/s en mobile grande vitesse. Convergence des technologies WiMAX, Wi-Fi et 4G

III.5 Eléments du réseau WiMAX – IEEE 802.16 e :

Dans la norme IEEE 802.16 e il n'y a aucun modèle détaillé de référence comme ceux Présentés dans la section de la technologie UMTS.

Cependant les éléments du réseau sont présentés dans un modèle de réseau pour des communications mobiles. Le modèle de référence se compose en des groupes de station de base BSs (Base Station) servant une station mobile MSS (Mobile Subscriber Station) dans un secteur géographique donné.

La BS est reliée au *backbone* via un câble ou une liaison radio d'une manière filiale administrative représentant le réseau fournisseur.

Les différents fournisseurs peuvent cohabiter leurs réseaux dans les mêmes zones.

Pour assurer les procédures d'authentification, d'autorisation et de comptabilité AAA (Authorization Authentication and Accounting), la gestion, l'approvisionnement et d'autres fonctions et objectifs, les fournisseurs réseaux peuvent utiliser des serveurs spécifiques. Ils sont désignés sous le nom ASA-servers (Authentication and Service Authorization *Servers*), ils sont aussi responsables de ces fonctionnalités. Les fournisseurs peuvent mettre en application un simple ou plusieurs ASA-servers d'une façon centralisée ou distribuée.

Le tableau 2.1 ci dessous décrit les différentes entités mobiles qui sont définis dans la norme IEEE 802.16 e.

| Entités | Description |
|---------------|---|
| MSS | Station mobile (Mobile Subscriber Station), contient les couches MAC et physique. |
| BS | Station de base (Base Station). |
| ASA Server(s) | Serveur d'autorisation d'authentification et de service. |

Tableau 2.1 : Entités relatives de mobilité dans IEEE 802.16 e

Le contrôle du handover peut être soit localisé dans les BSs ou distribué dans des ASA serveur(s). La figure ci dessous illustre un simple exemple où un utilisateur approche de sa BS cible et engendre une relation avec le serveur d'autorisation d'authentification et de service (ASA).

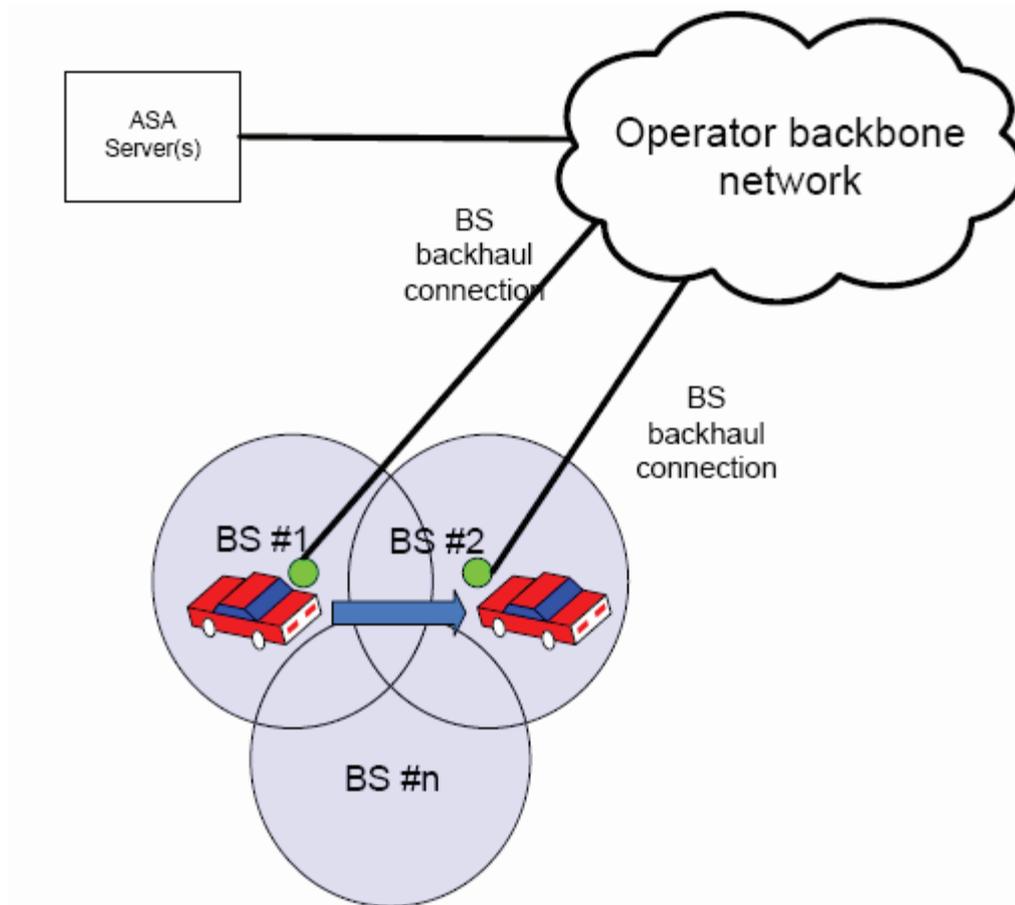


Figure 2.13 : Modèle du réseau IEEE 802.16 e

La figure 2.13 illustre un utilisateur émigrant de BS#1 à BS#2 ayant pour résultat un HO. L'accès sans fil est fourni par la BS qui est reliée au réseau de base des opérateurs (Operator backbone network) via une liaison filaire ou sans fil. Le(s) ASA Server(s) est relié directement au réseau de base

III.6. Les versions de wimax :

Le standard Wimax a été décliné en 2 versions

i. Wimax fixe :

IEEE 802.16-2004. Ce standard est prévu pour un usage fixe, c'est-à-dire un usage via une antenne fixée sur le toit par exemple, semblable aux antennes TV. Le Wimax opère dans les bandes de fréquence 2.5 GHz et 3.5 GHz, pour lesquelles une licence d'exploitation est

nécessaire, ainsi que la bande libre des 5.8 GHz. Le débit théorique est de 75 Mbits par seconde sur une portée de 10 km.

ii. Wimax mobile :

En anglais Wimaxtable : IEEE 802.16e. Il prévoit la possibilité de connecter des clients mobiles au réseau internet. On peut ainsi imaginer à terme la possibilité pour les téléphones mobiles de se connecter à ce réseau haut débit. Le débit théorique est plus faible que le Wimax fixe mais permettra néanmoins d'atteindre 30 Mbits par seconde sur une distance de 3 km.

IV. Comparaison entre UMTS et WiMAX :

En comparant les deux systèmes il y a une différence au niveau de débit théorique, aussi bien qu'au niveau des portées. Les tailles des cellules sont pratiquement identiques mais leurs débits sont plus ou moins différents. Ces valeurs ne peuvent pas être simplement comparées sans considérer le déploiement et l'exécution choisis par les opérateurs, elles dépendent aussi par les facteurs externes de l'environnement comme le bruit et les obstacles...Cependant il est clair que les débits des mobiles WiMAX sont plus supérieurs aux mobiles UMTS.

WiMAX fonctionne dans un spectre de fréquence plus élevée par rapport au réseau UMTS qui fonctionne seulement dans les bandes de fréquence autorisées, tandis que 802.16e peut atteindre les 2,4GHz.

Les classes de services dans les deux systèmes sont très semblables. Les deux systèmes ont chacun 4 classes de service différentes. Le service *Conversational* (UMTS) et *Unsolicited Grant Service* (WiMAX) sont très complémentaires vu que les services conversationnels ont un profil non sollicité. *Streaming* et *Real Time* exigent également les mêmes attributs du système. *Non-Real Time*, *Background* et *Best Efforts Service* sont également équivalentes. La conclusion est que les classes de QoS des deux systèmes sont pratiquement identiques.

UMTS est supérieur à WiMAX en ce qui concerne la mobilité élevée et le Soft handover pour les services voix, c'est ainsi l'architecture du UMTS est plus complexe à celle du WiMAX.

V. Conclusion :

En guise de conclusion, les principes de challenge et de déficit sont identiques, donc Ces deux systèmes peuvent réagir réciproquement. Si les problèmes de capacité se produisent à l'avenir, le handoff entre l'UMTS et WiMAX sera une solution raisonnable pour assurer la voix avec QoS aussi bien que les services de données.

Chapitre 3

Introduction :

Dans cette section, nous allons présenter tout d'abord, les mécanismes de handover pour chacun des systèmes UMTS et WiMAX, ensuite, nous allons détailler la procédure du handover inter-système UMTS – WiMAX et les besoins relatifs à ce mécanisme. On décrit après, le protocole nécessaire comme support de la mobilité entre les deux systèmes, enfin, nous comparons les principaux mécanismes de handover entre UMTS et WiMAX.

I. Handover en général :

Dans les systèmes mobiles, le handover (HO) est un processus crucial pour pouvoir fournir à un abonné l'accès à un service indépendamment du temps. Les utilisateurs mobiles ne peuvent pas obtenir l'accès à une même station de base BS en se déplaçant.

En entrant dans un secteur qui fournit un meilleur raccordement par une nouvelle BS, l'ancienne doit être libérée et la nouvelle connexion doit être établie [11].

Il y a plusieurs raisons pour lesquelles des handovers doivent être exécutés. D'une façon générale les handovers sont nécessaires quand le raccordement n'est plus satisfaisant.

Dans cette situation, un handover est initialisé avec certaines règles. Les raisons les plus communes pour qu'un HO soit exécuté sont en raison de manque de qualité de signal ou du niveau du trafic pour une station de base.

I.1 Qualité de signal :

Si la qualité de signal diminue au-dessous d'un certain niveau HO sera exécuté. La puissance du signal est constamment mesurée par l'UE/MSS et le nœud (node) B/BS (note: dans ce qui suit, BS sera rapporté à un nœud B ou une station de base du réseau WiMAX).

I.2 Le trafic :

Une cellule peut atteindre un certain niveau de charge à un moment donné, en effet quand la quantité du trafic dépasse le niveau maximum de la capacité d'une cellule, les utilisateurs de cette cellule sont remis à une autre cellule qui a une capacité plus disponible.

De cette façon les ressources radio sont utilisées d'une façon uniforme. Toute la capacité du réseau augmentera également vu qu'elle s'adapte dynamiquement à la capacité exigée dans une cellule.

HOs sont également adaptés au comportement de l'utilisateur mobile. D'une façon générale lorsqu'un utilisateur se déplace uniformément, le nombre de HOs augmentera avec l'augmentation de la vitesse. Dans cette situation, un handover peut être effectué par exemple d'une micro-cellule à une macro-cellule. Si l'utilisateur mobile ralentit, un HO sera favorable à une pico-cellule.

II. Handover dans le réseau UMTS [12] :

Dans le système UMTS, différents types de handover sont introduits pour contrôler la charge du système, remédié aux problèmes de la couverture et pour offrir une qualité de service satisfaisante.

Un algorithme de handover ne peut être efficace que lorsqu'il est associé avec une bonne fonction de gestion des ressources radio et une bonne fonction de gestion de mobilité. La gestion des ressources signifie l'établissement, le maintien, la libération et le contrôle d'une connexion sur l'interface radio.

En UMTS la fonction de signalisation entre le mobile et l'UTRAN est contrôlée par le protocole RRC (Radio Resource Control).

Lorsqu'on parle de handover, plusieurs fonctions implémentées dans le protocole RRC sont importantes à savoir les mesures effectuées par l'UE (User Equipment), la relocalisation SRNC (Serving RNC), le contrôle de la liaison radio et le contrôle des canaux physiques et de transports. Plusieurs fonctions du protocole RRC sont implémentées dans le RNC (Radio Network Controller).

La gestion de localisation signifie que le réseau doit connaître la position du mobile à chaque instant pour une éventuelle recherche. Les informations relatives à ceci sont stockées dans le HSS (Home Subscriber Server) et le MSC.

Les handovers dans les systèmes WCDMA peuvent être classés suivant plusieurs modes. Nous distinguons le soft/softer Handover, Handover intra-fréquence, le Handover inter-fréquence. Pour une autre classification nous distinguons le soft/softer et le Hard Handover.

II.1 Le soft/softer Handover:

Soft/softer Handover sont deux types de Handover implémentés dans le système UMTS et qui sont spécifiques à la technologie WCDMA.

Le soft handover se produit lorsque le mobile est dans la zone de chevauchement de deux cellules. Il permet à un mobile d'utiliser plus qu'un lien radio pour communiquer avec le réseau fixe. Cette procédure permet de diminuer le taux d'échec de handover aux bords des cellules et améliore significativement la qualité de signal. Le déclenchement de ce type de handover se fait en se basant sur les mesures effectuées par le mobile sur les canaux pilotes des différentes stations de base. Le soft Handover correspond au cas où les deux liens radio sont contrôlés par des stations de base différentes ; le softer Handover est la situation dans laquelle une seule station de base reçoit les signaux d'un seul utilisateur à partir de deux secteurs qu'ils desservent.

La figure 3.1 illustre la procédure de soft Handover

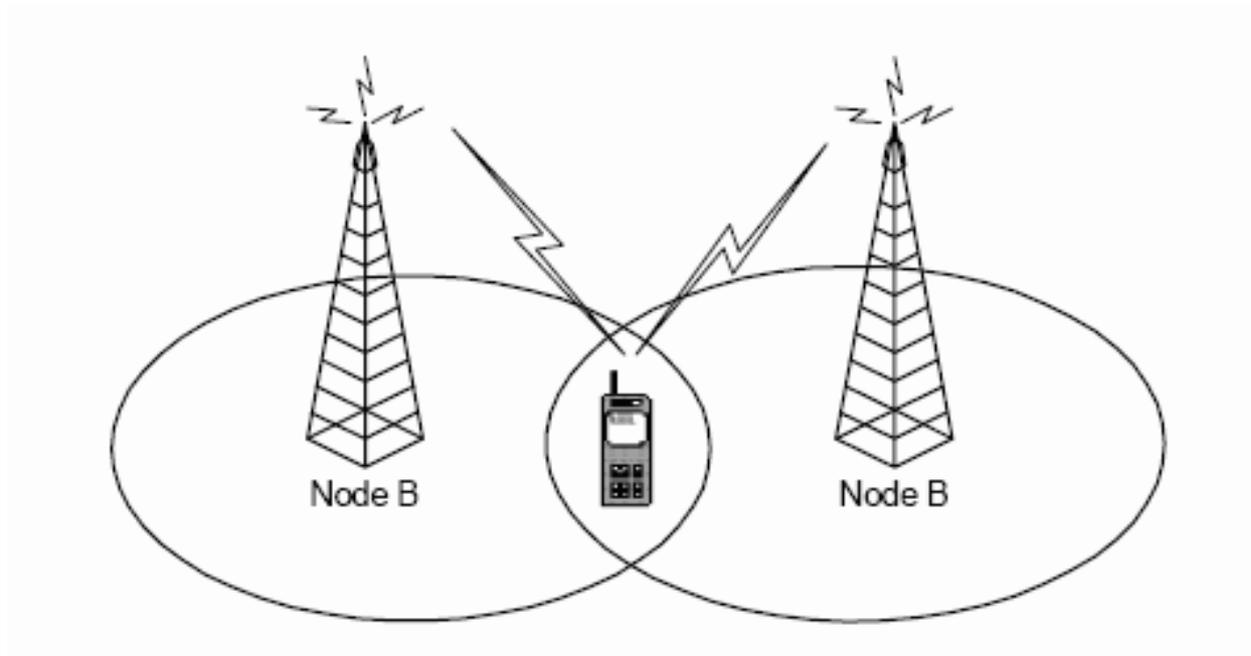


Figure 3.1 : Le Mécanisme de soft Handover dans l'UMTS

II.2 Le Hard Handover :

Le hard handover consiste à libérer l'ancienne connexion avant qu'une nouvelle connexion radio entre le mobile et le réseau soit établie. Ce type de handover est utilisé dans les réseaux GSM, où dans chaque cellule on a des fréquences différentes. Un mobile qui passe dans une nouvelle cellule provoque la rupture de l'ancienne connexion avant qu'une nouvelle connexion utilisant une autre fréquence soit établie dans la cellule visitée.

Les figures 3.2 représentent les différentes situations de Hard Handover en UMTS

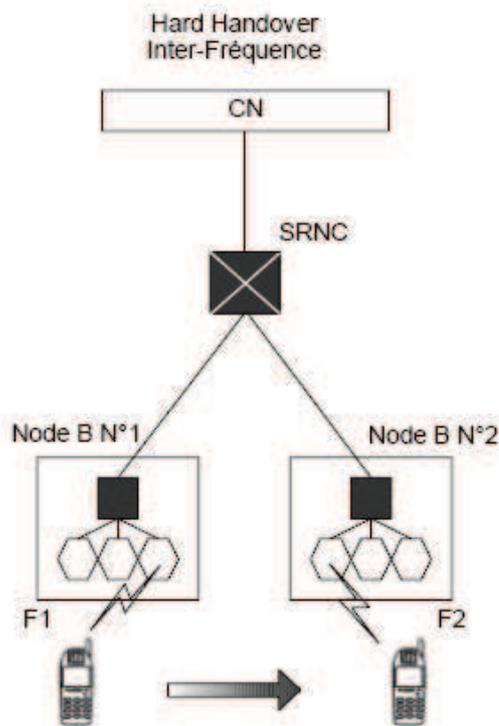


Figure 3.2 : HO inter-fréquence

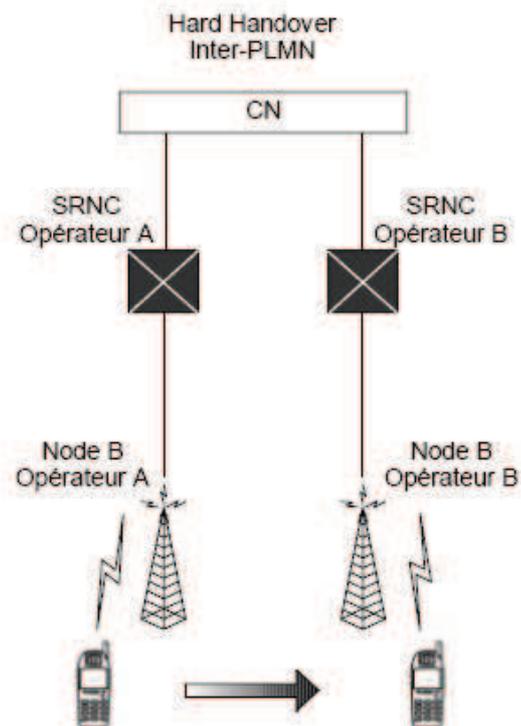


Figure 3.3 : HO inter-PLMN (inter RNC)

Le déroulement de la procédure de Hard handover se compose de trois phases:

II.2.1 La préparation :

En complément des ressources allouées sur l'interface Iu , le RNC cible doit allouer un circuit virtuel sur l'interface Iub avec la Node B cible. De plus un nouveau lien radio est activé dans la cellule cible.

II.2.2 L'exécution :

Durant cette phase, le SRNC doit commander au mobile de changer de cellule. La phase d'exécution est terminée lorsque le mobile a basculé avec succès sur la nouvelle cellule et qu'un nouveau lien radio a été alloué.

II.2.3 La libération des anciennes ressources inutilisées :

L'ancien lien radio et le circuit virtuel sont libérés par l'ancien SRNC. Comme récapitulation, le hard handover peut être causé par:

- Manque de couverture dans une zone donnée.
- La dégradation de la qualité de communication.
- La charge de la cellule.
- Regroupement des services.
- Equilibrage des charges entre réseaux.

Le problème majeur du Hard Handover dans les réseaux UMTS c'est la coupure de communication causée par la non disponibilité des ressources dans la cellule cible.

Ce problème peut être résolu par l'introduction d'un critère de priorité concernant l'allocation des ressources. Dans une cellule donnée, la demande des ressources pour handover est prioritaire par rapport aux nouvelles demandes. Cette idée mène à une mauvaise efficacité spectrale puisque, pour une cellule donnée, on aura des ressources non utilisées lorsqu'il n'y a pas de demandes de handover vers cette cellule ce qui implique un blocage pour les nouvelles demandes. Ces implications ainsi que d'autres ont provoqué, pour les réseaux WCDMA, l'introduction de nouveaux types de handover tel que le soft et le softer handover.

Typiquement, le hard handover est utilisé pour des raisons de couverture et de charge. Par contre le soft et le softer handover sont liés à la mobilité.

II.3 Handover inter-système :

Le Handover inter-système consiste à changer le lien radio d'une technologie à une autre. Ce type de Handover nécessite une compatibilité entre les différentes architectures. Les deux réseaux doivent communiquer afin d'échanger les informations d'identités et les messages de Handover. La figure 3.4 illustre le cas entre le UMTS et WiMAX.

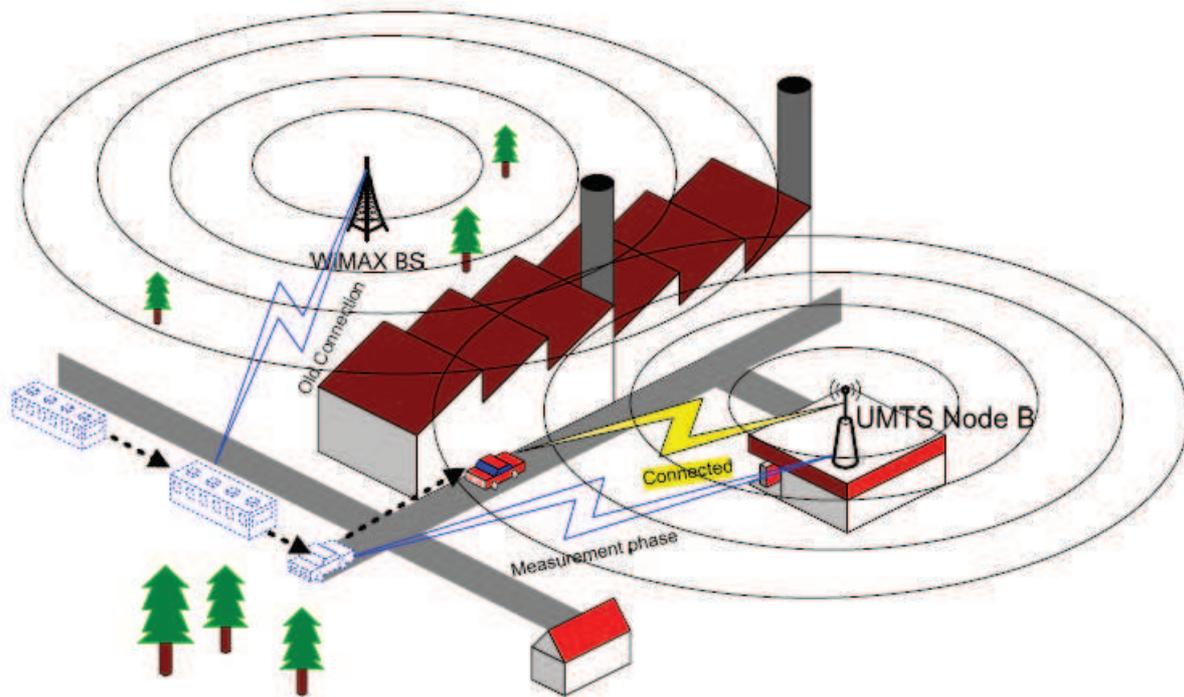


Figure 3.4 : Handover entre UMTS et WiMAX [14]

III. Handover dans le réseau WiMAX :

Fondamentalement 802.16e a prolongé la couche MAC pour l'appui du HO entre les cellules aussi bien entre les opérateurs qui est devenu plus flexible en ce qui concerne l'inter-

compatibilités d'opérateurs. Le *roaming* est une condition absolue pour la nouvelle norme, alors que HO sans couture est désiré. Un HO sans couture est un handover avec peu de perte.

La prise de décision de HO est fondamentalement déterminée par le BS qui fournit le meilleur QoS (Quality of Service). Le MSS mesure la puissance relative aux plusieurs BSs, il peut également acquérir la synchronisation et l'information d'ajustement de fréquence du BSs voisin.

IEEE travaille aujourd'hui sur HO intra RAT (Radio Access Technology), alors que le but de notre travail est inter RAT et plus spécifiquement entre UMTS et 802.16e.

Les HOs suivants sont définis dans IEEE 802.16e (tableau 3.1).

| Type de handover | Classifications secondaires | |
|------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Intra RAT | Intra Fréq | Hard HO |
| | | Soft HO |
| | Inter Fréq | Intra modus (TDD – TDD) |
| | | Inter modus (FDD – TDD) |
| Inter RAT | Exemple : 802.16 e – UMTS | |
| | Exemple : 802.16 e - WLAN | |

Tableau 3.1 : Types de HO définis dans IEEE 802.16e

III.1 La procédure de HO dans 802.16e :

La raison d'exécuter un HO peut être fondamentalement pour deux raisons différentes [15] :

III.1.1 Niveau De Signal :

Si le niveau de signal fourni par une station de base n'est pas satisfaisant, il peut avoir comme conséquence des atténuations et dégradation de la qualité du signal. Ceci se produit par exemple quand un MSS sort de la zone de couverture de sa station de base serveuse.

III.1.2 Charge De trafic :

Si à un moment donné, un MSS est relié à une station de base qui est fortement chargé, celle ci ne peut pas fournir une largeur de bande optimale ou un QoS, alors qu'une voisine peut fournir un meilleur service si elle a un niveau de trafic plus bas. Un tel handover assure l'équilibrage de charge. Pour exécuter un HO, il y a donc beaucoup de variables qui doit être évalué. La politique de gestion de HO tient compte de cette évaluation. Les algorithmes complexes déterminent si un HO sera lancé ou pas. La situation est la même pour UMTS.

III.2 Acquisition de la topologie du réseau :

La présente partie définit la relation entre la gestion de mobilité de la couche MAC et

le handover [14] . Les différents messages de gestion de la mobilité de la couche MAC sont expliqués. Ces messages sont présentés dans le tableau 3.2

III.2.1 Annonceur de la topologie du réseau :

Pour annoncer et diffuser des informations sur la topologie de réseau, la station de base utilise le message de gestion de mobilité de la couche MAC " MOB_NBR-ADV " selon les spécifications. De cette façon un MSS obtiendra des informations sur les stations de base voisines et sur leurs canaux.

III.2.2 Scanning :

Une BS peut informer un MSS de l'intervalle de balayage à utiliser. Cet intervalle sera utilisé par le MSS pour balayer les stations de base cibles appropriées à un handover. Le MSS peut également demander un intervalle de balayage par l'émission du Message Mob_SCN-REQ. Dans ce message, le MSS indique la durée estimée qu'elle exige pour balayer.

Quand le balayage est exigé, il doit être établi, le MSS et la station de base doit demander un groupe d'intervalles de balayage ainsi le nombre de MOB_SCN-REQ peut être réduit.

III.2.3 La procédure d'association :

La procédure d'association est un procédé qui est exécuté optionnellement pour préparer un temporisateur au handover, c-à-d de stocker et de s'étendre des informations sur les stations de base potentielles du MSS avant d'effectuer un handover. Il y a aussi un *timer* pour s'assurer la validité de ces informations.

La BS qui est désignée pour être la station de base cible est connue sous le nom BS associée. Le tableau 3.2 présente les différents messages de la couche MAC pour la gestion de mobilité (MAC Management Messages).

| | |
|---------------------|--|
| MOB_BSHO-REQ | La BS peut transmettre le message MOB_BSHO-REQ quand elle veut initialiser un handover. En recevant ce message, le MSS peut balayer ces BSs voisins recommandés dans ce message. |
| MOB_MSHO-REQ | Le MSS peut transmettre ce message, quand il veut initialiser un handover. |
| MOB_NBR-ADV | Ce message est employé par le système pour fournir au MSS les informations sur le réseau et pour lui définir la BS voisine quand il veut entrer dans le réseau. |
| MOB_SCN-REQ | Ce message peut être envoyé par un MSS demandant l'intervalle de balayage, il peut donc balayer pour déterminer ses BSs voisines disponibles ainsi que leurs convenances pour effectuer un HO. |
| MOB_SCN-RSP | C'est le message envoyé par la BS quand elle reçoit le message MOB_SCN-REQ envoyé par le MSS. |

Tableau 3.2: Explication des (MAC Management Messages) [15]

III.3 Le Processus de handover :

Dans la norme 802.16e, le processus de handover est défini dans des étapes, y compris les différentes phases pour qu'un MSS émigre d'une station de base à une autre. Les différentes étapes seront expliquées dans le paragraphe suivant :

III.3.1 Sélection des cellules :

La sélection/resélection des cellules peut être exécutée de différentes manières par un MSS en employant l'information du voisin BS acquise par le message de «MOB_NBRADV», ou en prenant une décision indépendante des intervalles de balayage pour qu'un MSS fait balayer et identifie ces stations de base voisines. Le résultat de ceci est employé pour évaluer l'intérêt d'un handover de MSS d'un BS à l'autre.

III.3.2 Initiation et décision du handover :

N'importe quel genre de handover commence par une décision qui peut être prise par le MSS ou la station de base serveuse, dans tous les cas, la décision est annoncée par les messages de gestion de la mobilité de la couche MAC ; MOB_MSHO-REQ ou MOB_BSHO-REQ.

III.3.3 Scanning :

Le MSS peut balayer la station de base cible dans la liaison montante et aussi bien que la liaison descendante. Le balayage et la synchronisation peuvent se réduire si le MSS a reçu le message de MOB_NBR-ADV, parce qu'il inclut la station cible.

III.3.4 Re-entrer au Réseau :

Le but de cette procédure est d'obtenir une connexion d'un MSS à une BS cible qui va devenir la station de base serveuse. L'exécution d'un handover est déterminée par les informations échangées entre le MSS et la BS.

III.3.5 Arrêt de Service :

Fondamentalement c'est le point où tous les raccordements qui sont reliés à la station de base serveuse précédente sont libérés.

III.3.6 Annulation du handover :

Le handover peut être décommandé par MSS à tout moment.

IV. Handover inter-système UMTS – WiMAX [13] :

Dans cette partie, nous détaillons d'abord les besoins pour traiter le handover inter système ainsi que la procédure de handover, ensuite nous décrivons le protocole nécessaire pour le support de la mobilité entre les deux systèmes UMTS et WiMAX.

IV.1. Exigences du handover :

Afin d'effectuer des handovers inter-système UMTS / WiMAX, certaines exigences du terminal mobile et du réseau doivent être remplies.

IV.1.1 Exigences du mobile :

Le terminal mobile doit être un terminal bi-mode remplissant à la fois la fonction d'UE équipé d'une USIM et de MSS équipée d'une carte d'accès sans fil 802.16e. Ce terminal équipé des deux interfaces d'accès doit être capable d'opérer sur les deux réseaux et supporter le handover d'un réseau vers l'autre.

IV.1.2 Exigences du réseau :

L'interaction réseau implique que les réseaux UMTS et WiMAX sont interconnectés. Le réseau UMTS d'un opérateur peut servir de base pour y connecter un réseau WiMAX. Ainsi on définit trois types d'interconnexion possible : la configuration **tight coupling**, la configuration **loose coupling** et la configuration **open coupling**.

La configuration *open coupling* signifie qu'il n'y a aucune intégration entre les deux réseaux d'accès. Les réseaux WiMAX et UMTS sont considérés comme deux systèmes indépendants partageant un système de facturation entre eux. L'authentification d'un terminal mobile implique dès lors l'activation de la facturation sur une base de données commune. Cette configuration exclut le support du handover intégré.

La configuration *loose coupling* consiste à employer une base de données client commune AAA et une procédure d'authentification. La base de données AAA est chargée de la facturation et de l'authentification de clients UMTS et WiMAX et est liée au HLR UMTS. Les deux réseaux sont dans cette configuration liés par le GGSN UMTS.

Enfin, la configuration *tight coupling* consiste à intégrer le réseau WiMAX au même niveau que le RNC UMTS. Les deux réseaux sont alors gérés tous deux par le HLR

IV.2 Procédure du handover inter-système :

La procédure de handover d'un terminal mobile se décompose en trois étapes. D'abord, certaines mesures doivent être effectuées et rassemblées dans un rapport de mesures. Ensuite, une décision de handover est prise en fonction du rapport. Enfin, le handover est exécuté si la décision de handover est positive.

La figure 3.5 présente les différentes étapes de la procédure du handover inter-système.

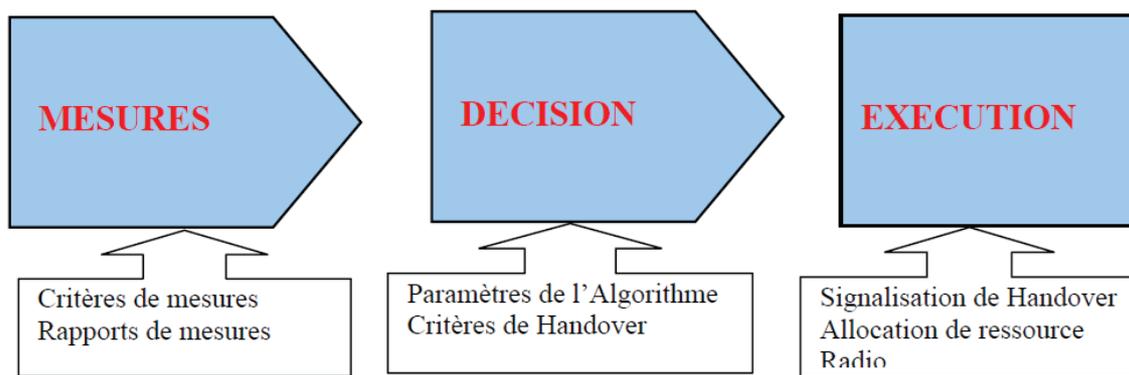


Figure 3.5 : Processus de Handover

IV.2.1 Mesures :

La première étape est la mesure de certains paramètres requis pour analyser le statut de la connexion existante entre le terminal et la cellule utilisée et le statut de la qualité d'autres cellules disponibles.

Les mesures peuvent être effectuées par le terminal ou le réseau. Pratiquement, le terminal participe toujours à la prise de mesures.

Les mesures incluent à la fois des préférences statiques de l'utilisateur et des mesures dynamiques. Les préférences statiques réfèrent à une liste de services à laquelle l'utilisateur a souscrit, et une liste de préférence indiquant la priorité de services en cas de ressources faibles. Les paramètres dynamiques contiennent une liste de services supportés ou non par le réseau, une liste de services actifs ou suspendus et un indicateur sur la qualité de service délivré.

On s'intéresse principalement aux paramètres dynamiques dans le cadre de la modélisation. Ils comprennent la surveillance et l'analyse des paramètres d'accès réseau tels que la puissance de réception, le bit error rate, le block error rate et les informations de charge réseau obtenues en surveillant la charge en terminaux de la cellule courante et des cellules voisines.

Quand les mesures sont effectuées, elles sont rassemblées dans un rapport de mesures et envoyées à l'entité de décision du handover.

IV.2.2 Décision du handover :

En fonction du rapport de mesurer, l'entité de décision évalue si un handover est requis ou non. La décision du handover peut provenir d'une entité de décision du terminal (mode contrôlé terminal) ou d'une entité de décision du réseau (mode contrôlé réseau).

Dans le mode contrôlé terminal, le terminal mesure la puissance du signal de la station de base courante et des stations de base candidates. S'il perçoit un signal de puissance supérieure provenant d'une station de base candidate, le terminal initie le handover. Le réseau peut diffuser des paramètres pour influencer ce processus, cependant la décision du handover réside dans le terminal.

Le mode contrôlé Terminal est un mode de décision décentralisé. L'avantage en est une architecture de handover simple, extensible et tolérante. De plus, dans un contexte de

protocole de mobilité IP, ce mode de décision est particulièrement adéquat. En effet, le protocole de mobilité se charge du reroutage dynamique de paquets.

Dans le mode contrôlé réseau, le réseau mesure la puissance du signal du terminal et ordonne au terminal de se connecter à une cellule particulière si nécessaire. Ce mode conduit à une charge de signalisation importante sur le réseau vu que seul le réseau effectue des mesures.

De plus, dans le cadre du handover inter-système, le Terminal est le seul élément conscient de la présence de plusieurs réseaux. Le mode contrôlé réseau est essentiellement employé dans les réseaux à commutation de circuits. L'avantage de ce mode est que le réseau surveille sa charge et peut éviter les saturations de ressources, ce que ne permet pas le mode contrôlé terminal.

Enfin, il existe un mode de contrôle inspiré des deux modes précédents : le mode contrôlé réseau et assisté terminal. Dans ce mode, le réseau effectue les mesures de puissance de la même façon qu'en mode contrôlé réseau. Cependant, les mesures réseau sont accompagnées des mesures renvoyées par le terminal. Dès lors, le réseau contrôle la décision du handover en tenant compte des mesures du terminal. Ce mode de contrôle est employé par le réseau UMTS. Le RNC décide du handover en fonction de mesures effectuées sur le terminal et de mesures réceptionnées du terminal.

Après avoir récupéré les paramètres de mesure et leur changement au cours du temps, l'entité de décision décide du handover. Les paramètres déclencheur du handover sont la puissance du signal, la mobilité plus ou moins élevée du terminal, la charge de la cellule et l'application utilisée par le terminal. Si la puissance du signal de la cellule courante tombe sous une valeur seuil et que la puissance du signal d'une cellule voisine est supérieure, un handover peut être déclenché. Si le client se déplace rapidement ou lentement, un handover peut également être déclenché.

Dans le cas d'un terminal communiquant avec le réseau WiMAX et se déplaçant rapidement, un handover vers le réseau UMTS (si le réseau est disponible) est déclenché vu la portée des BSs 802.16e. Ensuite, la charge du réseau ou de la cellule courante peut déclencher le handover si une cellule voisine est moins chargée que la cellule courante. De cette façon, la charge du réseau est répartie sur les cellules.

Enfin, si la cellule courante ne supporte pas une certaine application en terme de bande passante requise ou de QoS, le réseau peut déclencher un handover vers un autre réseau assurant les conditions requises par l'application.

IV.2.3 Exécution du handover :

Une fois la décision du handover prise, l'entité d'exécution, terminal ou réseau, est informée du handover à accomplir. En UMTS, l'exécution du handover est effectuée par le réseau, à savoir le DRNC alors qu'en 802.16e, le handover est effectué par le terminal.

IV.3 Gestion de la mobilité :

UMTS et WiMAX n'ont aucune fonction propre pour effectuer un handover inter système.

De ce fait, un protocole de mobilité est nécessaire pour supporter ce type de handover. Le protocole de mobilité autorise l'interaction de couche réseau ou supérieure entre les deux réseaux. Cependant, UMTS traite la mobilité par handover et resélection de cellule alors que 802.16e traite la mobilité par transitions des messages de la couche MAC.

Les protocoles de mobilité se présentent à différentes couches du modèle OSI.

Chaque couche du modèle a ses fonctions et responsabilités distinctes. Dans cette partie nous allons décrire le protocole nécessaire pour le support de la mobilité entre les deux systèmes.

IV.3.1 Mobile Ipv6 :

Mobile IPv6 a été initialement défini comme un ajout à IPv4. Pour le protocole IPv6, le support de la mobilité (*Mobile IPv6*) a été envisagé d'emblée. Dès lors, certains problèmes de Mobile IPv4 ont été résolus dans Mobile IPv6.

Les problèmes majeurs de Mobile IPv4 sont le déploiement, le routage triangulaire, l'*overhead* de *tunnelling* et la sécurité [16][17]. Chacun de ces problèmes est décrit par après de même que l'approche Mobile IPv6 résolvant ces problèmes.

Le déploiement de Mobile IPv4 nécessite l'implémentation de foreign agents dans chaque réseau étranger potentiel. Cette implémentation suggère une reconfiguration étendue du réseau. Mobile IPv6 traite ce problème en éliminant totalement les foreign agents. Il conserve les idées de réseau domicile, home agent et l'usage de l'encapsulation pour acheminer les paquets depuis le réseau domicile jusqu'au client.

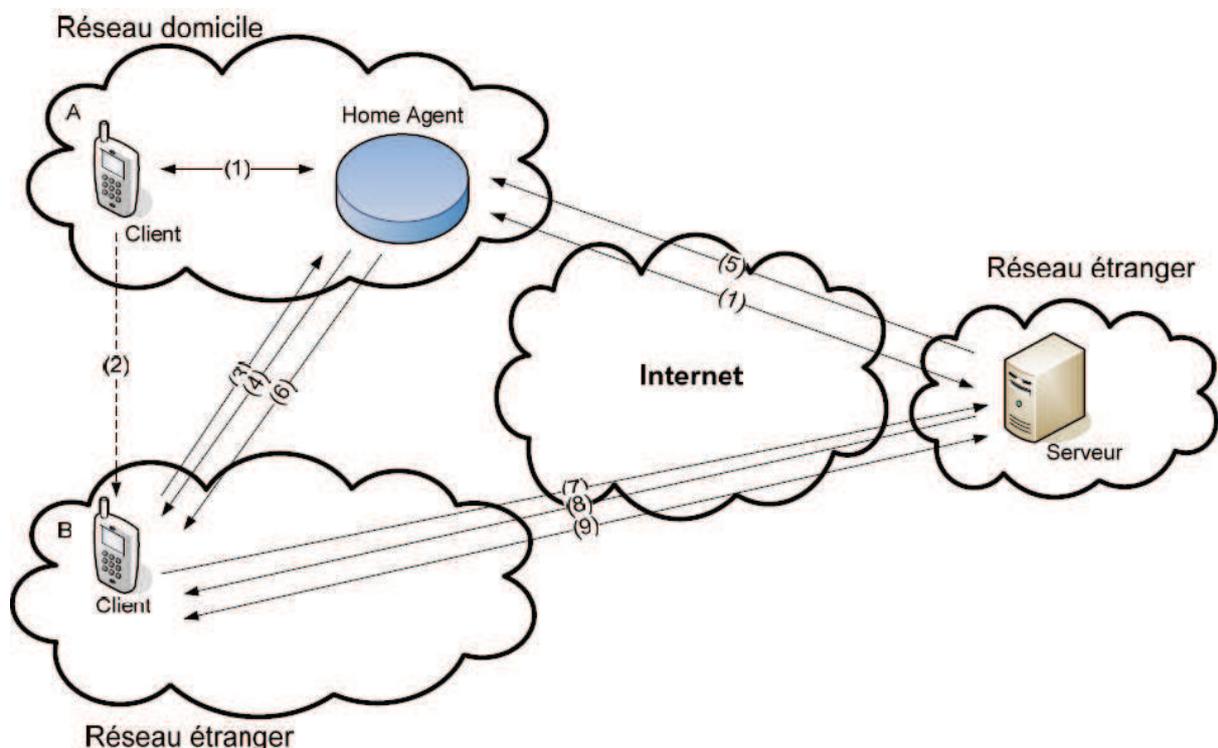


Figure 3.6 : Gestion de mobilité Mobile IPv6 [16]

Le scénario pour Mobile IPv6 est similaire au scénario Mobile IPv4. Le client est initialement localisé dans son réseau domicile à une position A où il a établie la communication avec un

serveur, dans un réseau étranger à travers l'Internet, au moyen des mécanismes de routage IP standards (1). Le client change alors de position de A dans le réseau domicile vers B dans un réseau étranger (2).

a) Enregistrement :

Au lieu d'écouter les annonces de disponibilité des *foreign agents*, le client écoute les annonces de routeur. Les annonces de routeur dans IPv6 ont été étendues avec plusieurs bits. L'information de préfixe réseau IPv6 permet au routeur d'annoncer son adresse IPv6 globale au lieu de son adresse de liaison locale. Le client peut déterminer s'il se trouve dans son réseau domicile ou dans un réseau étranger à l'aide du préfixe réseau contenu dans l'annonce de routeur. Si le préfixe réseau correspond au préfixe réseau de l'adresse domicile du client, le client se trouve dans son réseau domicile. Si le client découvre qu'il est dans un réseau étranger, il obtient un *care-of adresse* et l'enregistre avec son home agent. Le client obtient une *care-of adresse* soit en contactant un serveur DHCPv6 dans le réseau étranger, soit en extrayant le préfixe réseau de l'annonce de routeur et en ajoutant un identifiant d'interface unique.

Quand le client a obtenu une *care-of adresse*, il envoie une mise à jour de binding à son home agent (3). Le *home agent* répond avec un acquittement de binding (4).

Le processus d'enregistrement de Mobile IPv6 diffère donc essentiellement par l'absence de foreign agent.

b) Routage triangulaire

Le routage triangulaire implique que tous les paquets envoyés au client sont routés via le home agent, ajoutant un délai de transfert vers le client. Ce problème est résolu dans Mobile IPv6 en implémentant l'optimisation de route. L'optimisation de route a été initialement spécifiée comme une extension pour Mobile IPv4 et est présente d'origine dans Mobile IPv6. Pour l'optimisation de route, le client enregistre d'abord sa *care-of adresse* avec le home agent comme décrit ci-dessus. Il envoie alors une mise à jour de binding directement au serveur pour lui signaler sa nouvelle *care-of adresse* (7). Le serveur répond avec un acquittement de binding. Le client et le serveur peuvent poursuivre leur communication de manière ininterrompue(8)(9).

Le home agent peut aussi recevoir des paquets du serveur avant que le client n'ait enregistré sa *care-of adresse* avec le serveur (5). Dans ce cas, le *home agent* reçoit les paquets du serveur, les encapsule et les transmet au client (6).

Quand le client reçoit le premier paquet encapsulé du home agent, il envoie une mise à jour de binding au serveur, qui répond au client par un acquittement de binding (7) (8).

Après cette étape, le serveur et le client poursuivent la communication sans interaction du home agent. En supprimant le home agent comme noeud intermédiaire, le délai supplémentaire dans la direction serveur-client est éliminé

c) Tunnelling :

Quand le serveur envoie des paquets au client, les paquets transitent par le home agent qui intercepte les paquets et les encapsule. Il tunnelise ensuite les paquets encapsulés vers le foreign agent. Le tunnelling consiste typiquement en un overhead de 20-bytes ajoutés à

chaque paquet (encapsulation IP-in-IP). Mobile IPv6 résout le problème d'overhead en supprimant simplement la fonction de tunnelling.

d) Sécurité :

Enfin, il y a des problèmes de sécurité. Quand le client enregistre une care-of adresse avec son home agent, le home agent doit être certain que la requête provient du client et non d'un noeud prétendant être le client. Un tel noeud pourrait entraîner le home agent à modifier sa table de routage de telle manière que le client ne soit plus joignable, et dans le pire des cas que les communications soient redirigées vers le noeud.

Mobile IPv4 emploie une association de sécurité entre le home agent et le client au moyen de l'algorithme Message Digest 5. Cet algorithme à clé de 128-bits crée des signatures digitales pour les demandes d'enregistrement. Mobile IPv4 ne requiert cependant pas l'authentification des foreign agents envers le client ou le home agent.

Mobile IPv6 implémente quant à lui des fonctions d'authentification et de cryptage puissantes dans tous les noeuds au moyen de IPSec (IP Security)

Au vu de ces améliorations, il semble évident de préférer l'usage de Mobile IPv6 à Mobile IPv4. Dans le futur, IPv6 est appelé à remplacer IPv4 sur l'Internet, cependant, ce n'est pas encore le cas. Cette recherche se focalisera sur Mobile IPv6 comme solution d'avenir tout en n'excluant pas Mobile IPv4. Donc, Mobile IPv6 sera envisagé pour fournir une architecture de développement traitant le transfert inter-cellulaire entre UMTS et WiMAX.

La figure 3.7 illustre le scénario du mobile IPv6 pour le support de la mobilité entre le réseau UMTS et WiMAX

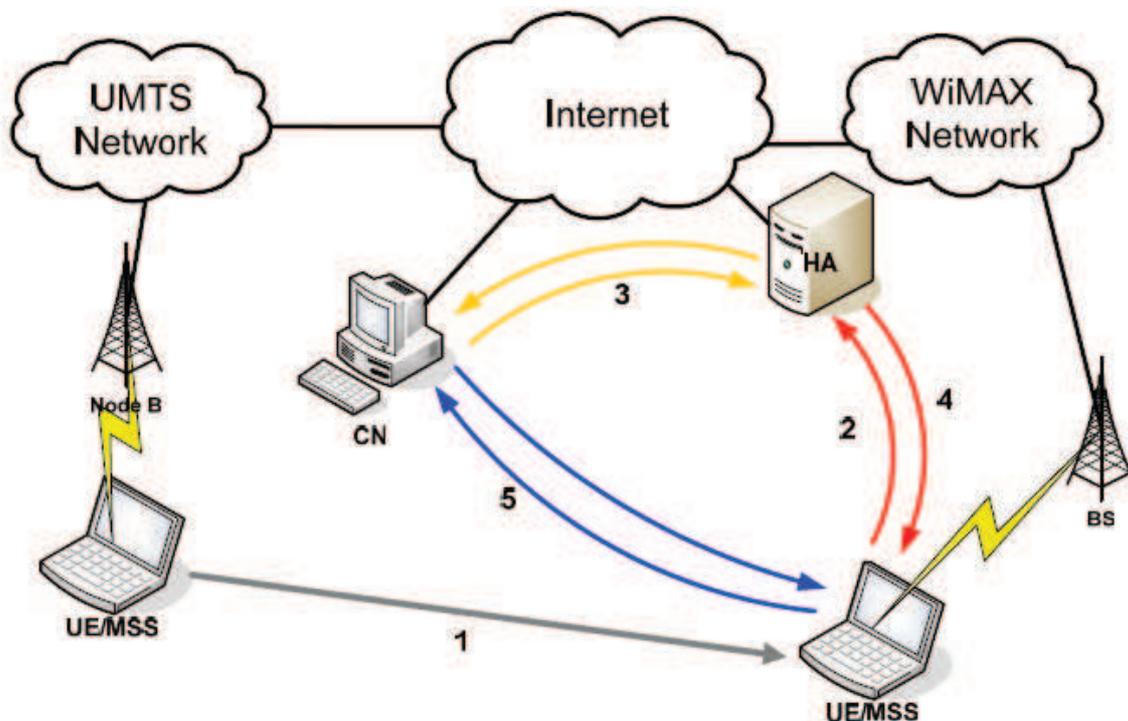


Figure 3.7 : Scénario Mobile IPv6 entre les réseaux UMTS et WiMAX.

Scénario Mobile IPv6

1. L'UE/MSS émigre du réseau UMTS au réseau WiMAX et prend un nouveau careof-address du serveur DHCP du réseau WiMAX.
2. L'UE/MSS exécutera alors une mise à jour de binding à son agent (HA) par le réseau WiMAX, qui résulte alors un nouveau care-of-address qui sera enregistré au (HA). Le HA envoie ainsi un (binding acknowledgement) au UE/MSS.
3. Pour que le (CN) Core Network et l'UE/MSS soient en contact, les paquets issus au HA seraient destinés au UE/MSS.
4. Le HA renvoi alors tous les paquets du CN au UE/MSS en utilisant le nouveau care-of-address du UE/MSS. Les paquets passeront maintenant par le réseau WiMAX.
5. Quand UE/MSS répond au CN, il peut employer son care-of-address courant et effectue une (binding) connexion au CN. Le UE/MSS et le CN peuvent alors se communiquer directement.
On adopte alors un acheminement optimisé en utilisant le MobileIPv6.

V. Comparaison du HO entre UMTS et WiMAX :

Le tableau suivant présente une comparaison générale du handover entre UMTS et WiMAX.

| Mécanismes de HO | UMTS | Mobile WiMAX |
|-----------------------------|---|---|
| Support du HO | RRM (Radio Resource Management) placé au RNC (RAN) c'est lui qui est responsable au contrôle du handover dans UMTS. une entité de RRM est placée également dans le UE (User Equipment) pour le support du handover. Mobile IP ou IPv6 situé dans la couche IP assure le support de la mobilité. | Dans 802.16e le processus de HO est ménagé par la couche MAC. Mobile IP ou IPv6 assure également le support de la mobilité. |
| TYPES de HO | Hard HO (Intra fréq. et Inter fréq). Inter fréq entre différents RAN considéré également Inter system. Soft et Softer HO. | Intra RAT (Intra system); Intra fréq: "Hard HO" et "Soft HO" Inter fréq: Intra modus et Inter modus (TDD / FDD). Inter RAT (Inter system). |
| Support du HO inter-système | Inter system introduit le mode slotté dans WCDMA: Le <i>spreading factor</i> est réduit dans un canal lorsque le UE est en mode slotté. Une seule fraction de <i>frame slot</i> de WCDMA est employé pour se connecter à l'interface radio, le reste est utilisé pour mesurer le niveau de signal des autres cellules. | Un BS peut informer un MSS qu'il sert un " intervalle de balayage "(<i>scanning interval</i>). L'intervalle est employé par le MSS pour balayer et choisir sa BS cible disponible. Le MSS lui-même peut également demander un intervalle de balayage (dans le message MOB_screq, le MSS indique la durée estimée qu'il exige pour balayer). |
| Raisons pour exécuter HO | Principalement pour deux raisons, <i>qualité de signal</i> et <i>la charge de trafic</i> Qualité de signal : Un HO est exécuté si le niveau de signal est au dessous de certaine valeur de seuil spécifié par le RNC. Il peut être appliqué pour la liaison montante et descendante Charge de trafic: Si une cellule est devenue trop chargé de trafic, on exige alors d'effectuer un HO. Un HO dans UMTS dépend encore de la mobilité de l'utilisateur, trafic de distribution, Bande passante et du changement de service. | Il y a deux raisons pour exécuter un HO: <i>Le niveau de signal et la charge de trafic.</i> Niveau de signal: Si le niveau de signal offert par une station de base n'est plus satisfaisant, un HO est déclenché à une autre station si elle offre un niveau de signal plus élevé. Charge de trafic: Due à la charge de trafic, une BS ne peut plus fournir une bande passante ou qualité de service optimal, alors qu'un HO vers une station de base voisine peut offrir un service meilleur si elle est moins chargée. |

| | | |
|----------------------------|---|--|
| Initiation de HO | Un HO peut être initialisé soit par l'UE ou par l'UTRAN avec certaines règles. SRNC vérifie les rapports de mesures pour passer à l'étape de décision. | BS et MSS peuvent initialiser les deux un HO. |
| Phases du HO | | |
| Phases et types de mesures | Les mesures internes sont constamment effectués et rapportés par UE. La qualité de signal est mesurée par le UE et le noeud B. | Le MSS mesure la portée et la puissance des BSs voisines Le MSS peut effectuer les ajustements de synchronisation, de puissance et de fréquences des BSs voisines. Par le message MOB_NBR-ADV, le MSS peut avoir des informations sur ses BSs voisines ainsi qu'aux canaux respectifs. L'information est également fournit par les messages DCD/UCD (Downlink Channel Descriptor/Uplink Channel Descriptor) transmis par les BSs. |
| Phase de décision | Il y a deux types de décisions effectués : NEHO (Network Evaluated HO) ; le réseau qui décide un handover et MEHO (Mobile Evaluated HO); le mobile qui décide un handover, on peut avoir aussi la combinaison de ces deux modes. Néanmoins le SRNC c'est lui le décideur final du handover car il est le responsable du RRM (Radio Resource Management). Dans le cas de MEHO, le UE c'est le seul qui prépare la décision du handover par ses algorithmes et l'envoi au réseau. Le RNC décide toujours si un handover sera effectué ou non pour les raisons du trafic. | Principalement, la phase de décision est déterminée par la BS en fournissant le meilleur QoS et elle se base sur les activités effectuées dans la phase de mesure. Des facteurs et des algorithmes complexes déterminent si un handover sera déclenché ou non. La décision peut être réalisé soit par le MSS, soit par la BS serveuse, dans tous les cas, un handover est annoncé par deux messages à savoir MOB_BSHO-REQ ou MOB_BSHO. |
| Phase d'exécution | Durant cette phase, le SRNC doit commander au mobile de changer de cellule. La phase d'exécution est terminée lorsque le mobile a basculé avec succès sur la nouvelle cellule et qu'un nouveau lien radio a été alloué. | L'exécution est déterminée par les informations prises par la MSS et la BS. Arrêt de service Tous les raccordements ou contextes reliés à la portion précédente BS est libéré. Ainsi tous les services sont libérés. |

Tableau 2.3: Comparaison du handover entre UMTS et WiMAX [8]

VI. Conclusion :

D'après ce chapitre, nous pouvons constater qu'il y a beaucoup de différences entre les deux systèmes, mais les principes utilisés dans les deux systèmes demeurent toujours semblables. Tous les deux introduisent l'enchaînement des phases de HO de la même manière, la différence est comment ces phases sont résolues dans les deux technologies.

Dans la comparaison de technologie, on a noté que UMTS est orienté voix et WiMAX est orienté données. Puisque UMTS soutient un niveau très élevé de la mobilité, l'appui de HO devient par la suite plus complexe que dans le réseau WiMAX où elle est supporté par la gestion de mobilité par la couche MAC et par les protocoles mobile IP et Ipv6.

Chapitre 4

Introduction :

La vision de la prochaine génération des réseaux sans fils est l'intégration, la convergence et l'interopérabilité de différents technologies, chaque une avec ces propres caractéristiques. Il est toutefois possible d'avoir un réseau core commun pour un meilleur accès ou continuité de service et spécialement dans le cas de mobilité.

Comme, on la bien étudié auparavant, l'UMTS offre une grand mobilité avec de large zone de couvertures et assurant un data rate moyen. Néanmoins l'UMTS ne supporte pas des data rate intensive (application vidéo conférence). La recherche tend à intégrer la nouvelle technologie WiMAX (standard 802.16) pour une prise en charge meilleur de data rate intensive.

Plusieurs problèmes sont soulevés dans l'interopérabilité de l'UMTS et le WiMAX. En outre la solution adéquate pour un handover vertical. Pour cela, plusieurs solutions ont été proposées comme MIPv6/FMIPv6, Inter-RAT. Une autre issue important est soulevée dans l'architecture des réseaux ou le *coupling* pour atteindre une meilleure gestion de handover.

I. Motivation :

De nos connaissances, il n'y a pas de solution pour un handover Vertical optimal entre UMTS et WiMAX, complètement définit et référencé. C'est de la que vienne notre motivation de quérir les travaux de recherches dans ce domaine et de les analyser au mieux de nos compétences technique et analytiques.

II. Etat de l'art :

Plusieurs recherches dans le domaine de la télécommunication sont contrées sur l'interaction des environnements hétérogènes, telle le handover UMTS-WiMAX. Dans la littérature, de nombreux travaux offre la possibilité d'un terminal avec double-communication (2 réseaux hétérogènes) de changer de connexion d'un accès radio à un autre sans coupure d'utilisation ou de perte de paquets.

III. Critères de performance :

Les différentes évaluations d'un HV (Handover Vertical) rencontré dans la littérature sont un peu hétérogènes. Car les chercheurs de ce domaine suivent leurs propres objectifs de recherche et scenarios de simulation. Les articles à étudier, dans ce chapitre, nous proposent des solutions pour atteindre d'une meilleure qualité de service (QoS) pendant le processus du handover. Nous présenterons, dans ce qui suit, les critères les plus fiables.

La QoS d'un handover vertical peut être quantitativement comparées en mesurant la moyenne et le maximum du *délai* du handover et le *taux de paquets perdus* durant le handover. Pour plus d'explication :

Délai d'un handover : la durée entre l'initiation et la clôture d'un handover. Le délai est relié à la complexité du processus du handover et réduction du délai est important pour des applications sensibles au délai comme la voix et les sessions multimédia (streaming).

Perte de paquets : c le taux de paquets qui sont perdus durant le processus du handover. Cette métrique est décrite comme ceci :

$$paquets\ perdus = \frac{1 - Paquets\ reçus}{Paquets\ envoyés}$$

IV. Les travaux étudiés :

De nombreuses solutions pour l'optimisation de la qualité de service (QoS) d'un handover UMTS et WiMAX ont porté leurs fruits. Dans ce qui suit nous présentons des travaux (articles) réalisés avec différentes technologies (MIPv6, MIH et inter-RAT Layer 2 et Layer 3).

IV.1. Performance Analysis of the Interconnection between WiMAX and UMTS Using MIH Services in MIPv6 (A. DJEMAI, M. HADJILA, M. FEHAM, STIC Laboratory, Department of Electronics, University of Tlemcen, Tlemcen, Algeria)

IV.1.1 Présentation :

Cet article analyse les performances d'un handover vertical entre L'UMTS et Le WIMAX en développant une architecture qui supporte la mobilité entre ces deux technologies en utilisant MIH Services dans MIPv6

Dans ce travail nous présenterons le protocole de la mobilité utilisé comme support de handover UMTS/WIMAX et pour finir l'architecture de la simulation suivi des performances réalisées par NS2 dans le contexte d'une connexion orienté communication.

IV.1.2 Scenario de simulation :

Dans cette section nous exposons les paramètres de la simulation ou la configuration de la simulation. Pour plus de détails, la figure 4.1 suivante nous illustre les différentes étapes de la simulation étudiée dans cet article.

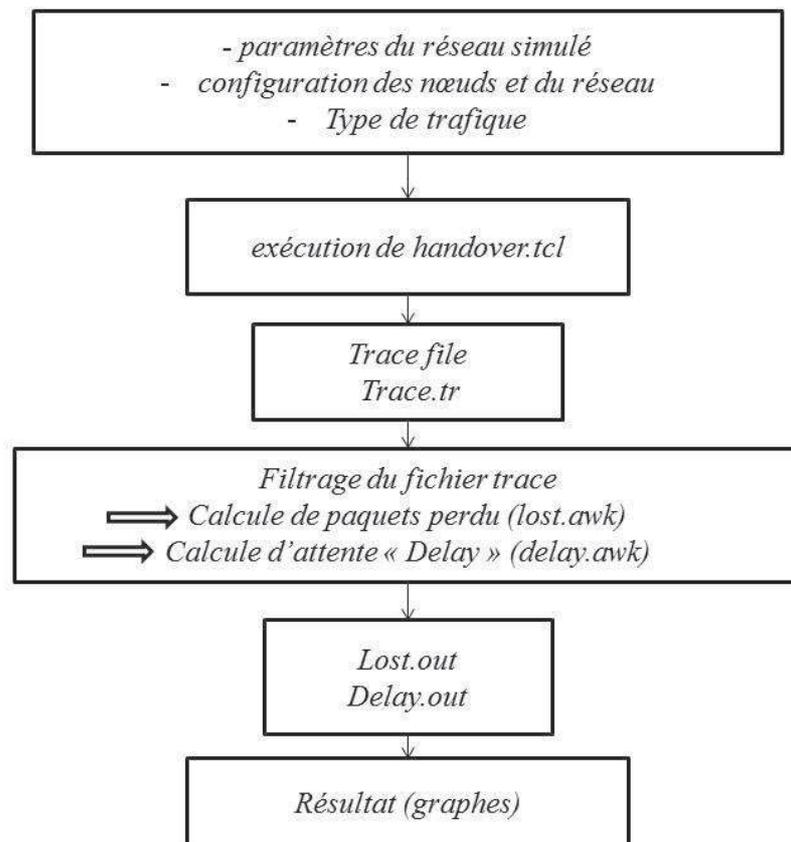


Figure 4.1 : les différentes phases de simulation

IV.1.3 Paramètres de la simulation :

IV.1.3.1 Paramètres initiaux :

Les paramètres mentionnés dans le tableau sont nécessaires pour la simulation

| Paramètres | Significations |
|---------------------|---|
| Temps de simulation | Temps de simulation en seconde, fixé à 200 S pour toute la simulation |
| Porté du scenario | 1100m X 1100 m |
| Seed | RNG (Rundom Number Generator) fixé à 1 pour tout le scenario de la simulation |
| Vitesse (speed) | Mobile node speed(M/S) |

Tableau 4.1: Paramètres du handover Verticale (UMTS-WiMAX)

Le handover s'effectuera entre deux stations BS qui appartient à 2 technologies différentes. Ce handover ne se réalisera que si l'équipement utilisateur supporte les deux technologies.

IV.1.3.2 Les paramètres du réseau UMTS :

Le tableau 4.2 illustre les paramètres de l'UMTS

| Paramètres | Significations |
|-------------------|---|
| UmtsNodeType(RNC) | Type de nœud (de type RNC) |
| UmtsNodeType(UE) | Type de nœud (de type UE) |
| UmtsNodeType(BS) | Type de nœud (de type BS) |
| uplinkBW | =384kbps ; flux bande passante UL |
| uplinkTTI | =10ms ; intervalle de temps de transmission in UP |
| downlinkBW | =384kbps ; flux bande passante DL |
| downlinkTTI | =10ms ; intervalle de temps de transmission in DL |

Tableau 4.2 : paramètres du réseau UMTS

IV.1.3.3 Les paramètres du réseau WiMAX :

Le tableau 4.3 illustre les paramètres de WiMAX

| Paramètres | Significations |
|-------------------------------|--|
| Channel/WirelessChannel | Type Channel : sans fil |
| Propagation/TwoRayGround | Model de propagation radio |
| Phy/WirelessPhy/OFDM | Type d'interface du réseau |
| Mac/802_16 | Type de couche MAC |
| Queue/DropTail/PriQueue | Type de queue |
| LL | Type de la couche Link |
| Antenna/OmniAntenna | Model d'antenne |
| Mx_queue_size | La taille maximum de la queue |
| Hierarchical_routing_protocol | Le protocole de routage utilisé (NOAH) |

Tableau 4.3 : paramètre du réseau wimax

IV.1.4 Perte de paquets en fonction de la vitesse :

Pour déterminer la perte de paquet pendant le déroulement d'un handover. Le simulateur calcule en fonction de la définition du critère. La figure suivante représente le taux de paquets perdus en corrélation avec la vitesse du scénario étudié.

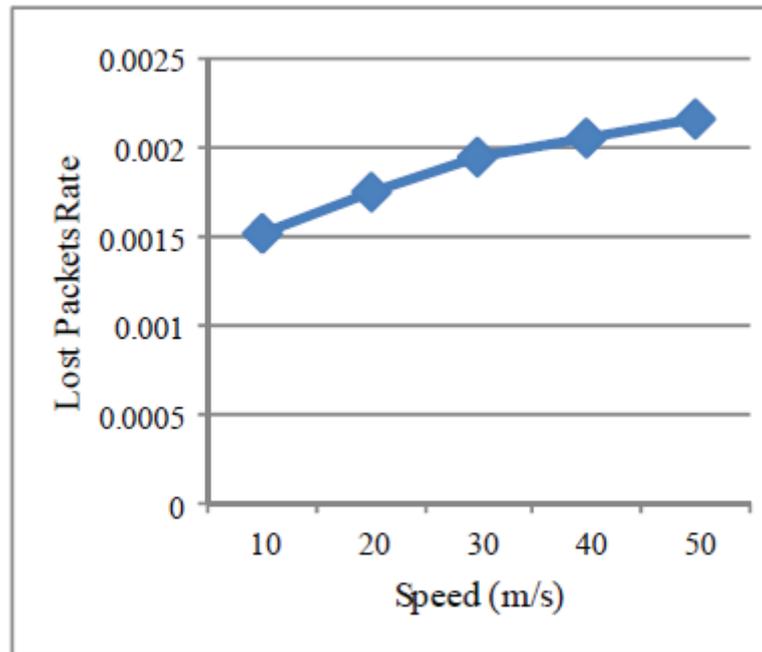


Figure 4.2 : Taux de paquet perdu en fonction de la vitesse

De cette figure nous constatons que pour une faible mobilité les performances du handover sont satisfaisantes i.e. Le taux de perte de paquets est directement proportionnel avec la vitesse.

Autrement, les performances du handover se diminuent considérablement avec des vitesses assez importantes.

D'après le fichier trace examiné, l'auteur trouve que la destruction des paquets est due au temps d'établissement d'une nouvelle connexion avec une nouvelle station de base où le mobile ne reçoit pas paquets de l'ancienne station.

IV.1.5 Analyse de performance d'un handover WiMAX –UMTS :

Dans cette partie, les performances d'un handover WiMAX vers UMTS sont évaluées.

Le scenario simulé est de suivre un trafic entre le nœud CN (correspond Node) et le nœud mobile (MN) qui se déplace linéairement dans le réseau WiMAX vers un réseau UMTS avec une variable de vitesse V (m/s) (voir figure 4.3)

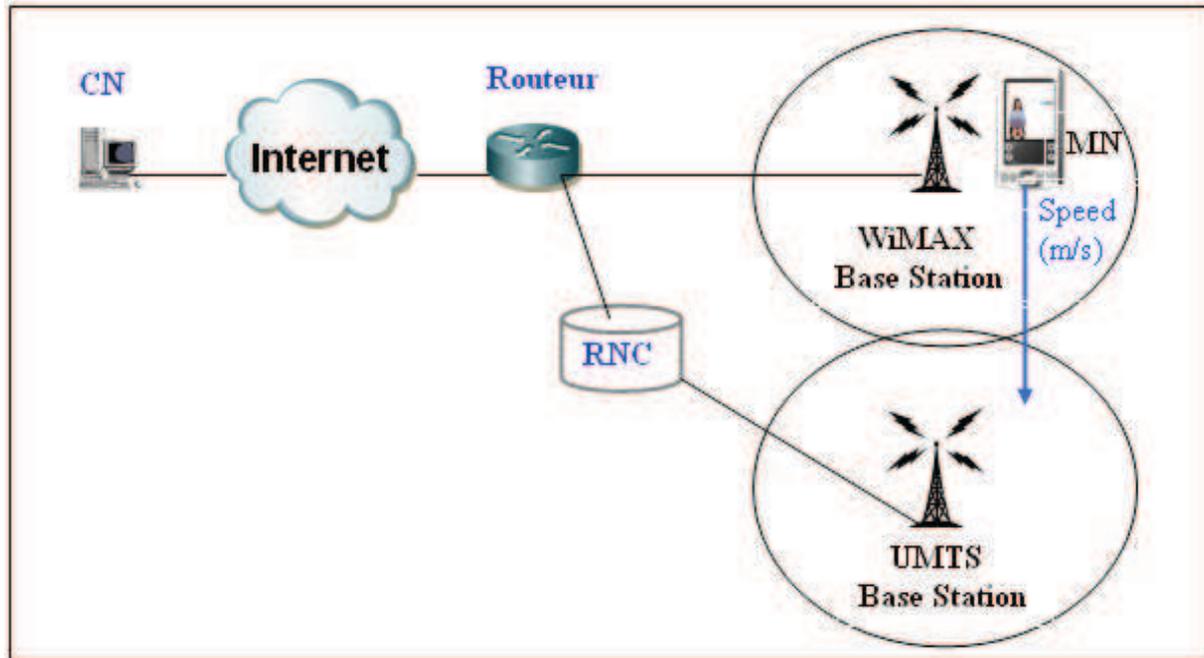


Figure 4.3 : handover WiMAX –UMTS

L’auteur a aussi présenté l’évolution de délai de transmission de paquet et le taux de perte par rapport au temps de simulation dans des vitesses différentes.

Le tableau ci-dessous présente les paramètres de simulation du trafic UDP

| | |
|--------------------------|------|
| Type | UDP |
| Taille du paquet (bytes) | 500 |
| Paquet interarrival Time | 0.02 |

Tableau 4.4 : les paramètres de simulation du trafic UDP

IV.1.5.1 Taux de paquets perdus :

La figure montre la variation du taux de paquet perdu dans le temps à des vitesses différentes.

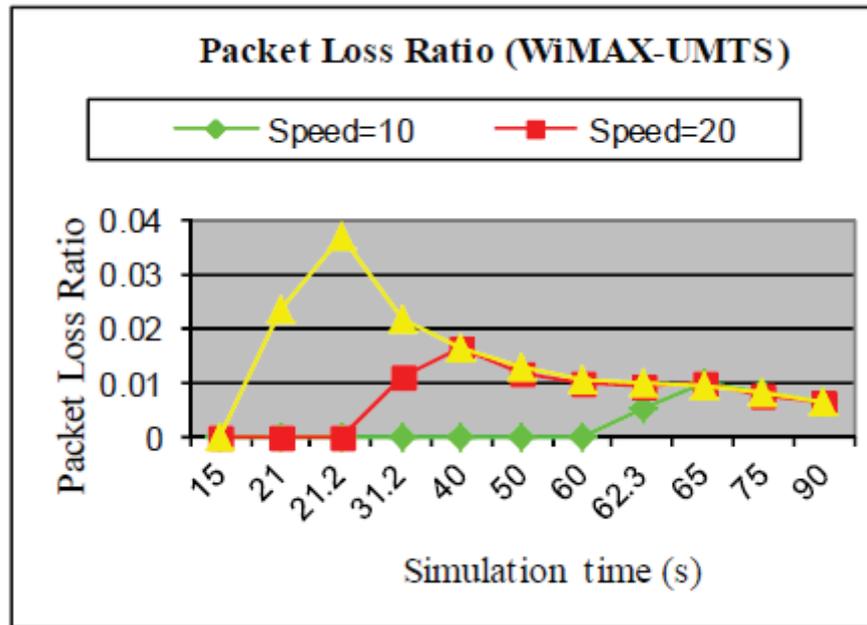


Figure 4.4 : paquets perdus

Pour cette figure l'auteur déduit que :

- Pour une mobilité de vitesse inférieure à 10 m/s le taux de paquet perdu est moins d'un 1%
- La présence de peaks durant l'exécution du handover
- Le nombre de paquets perdu augmente avec la vitesse du mobile ainsi qu'avec les performances du handover.
- Le taux de paquets perdu a un comportement similaire avant et après l'exécution de handover pour les deux réseaux.

IV.1.5.2 Délai de transmission de paquets :

La figure suivante montre l'évolution de transmission de paquet dans des séquences de temps intéressante.

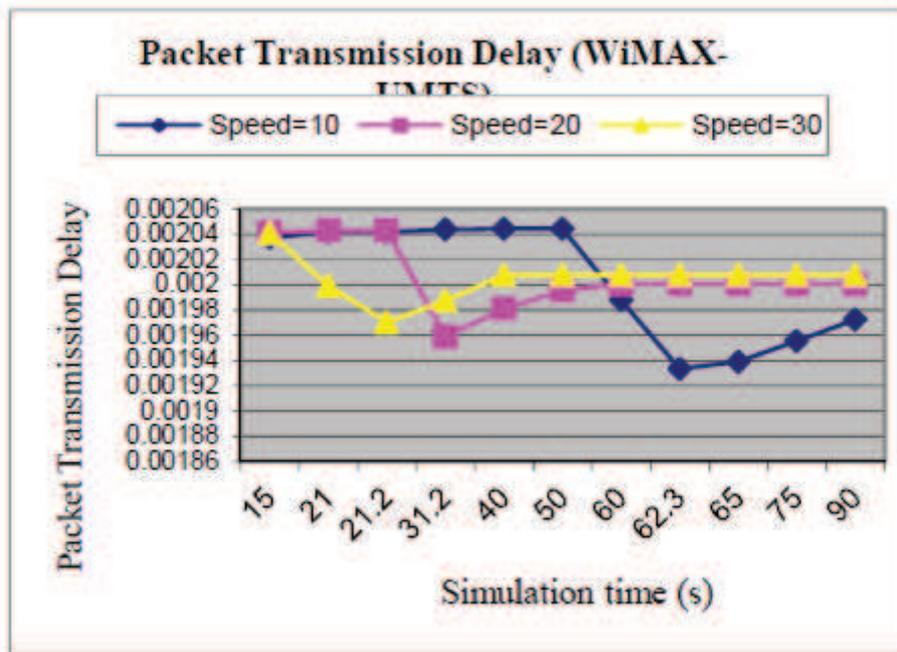


Figure 4.5 : Délai de transmission de paquets

La figure montre :

- Après l'exécution du handover, le temps de transmission moyen est considérable (2ms) pour une mobilité moyen et grande

IV.1.6 Analyse de performance d'un handover UMTS–WiMAX :

Dans cette section nous assumons que le mobile est initialement connecté à un réseau UMTS, dès qu'il quitte la zone de couvertures il change le trafic vers l'interface WiMAX correspondante.

L'auteur simulera la même application UDP avec les mêmes paramètres de simulation pour interpréter les performances du handover UMTS et WiMAX.

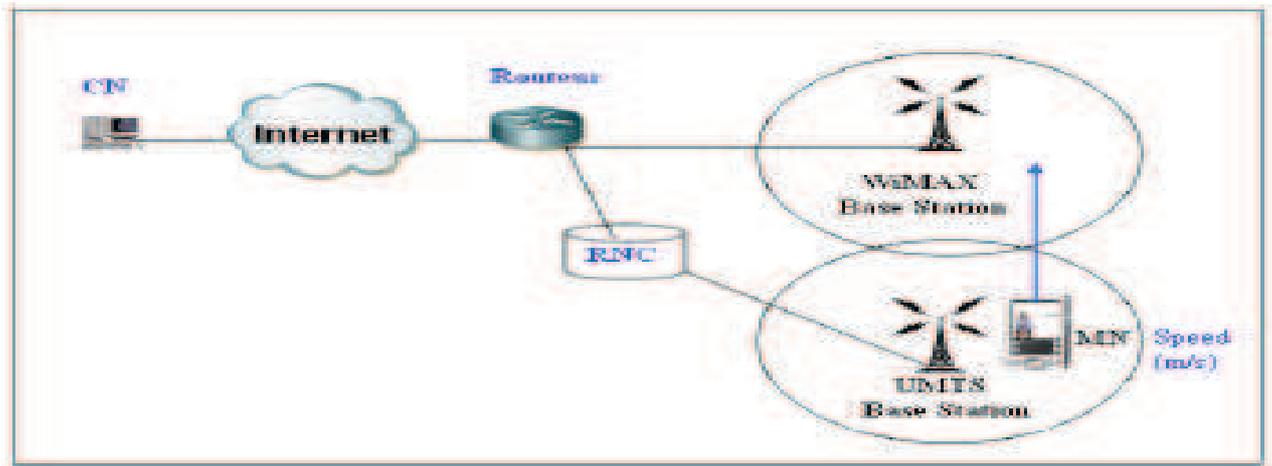


Figure 4.6: handover UMTS et WiMAX

IV.1.6.1 Taux de paquet perdu :

La figure 4.7 représente le taux de paquet perdu en corrélation avec la vitesse du scenario étudié

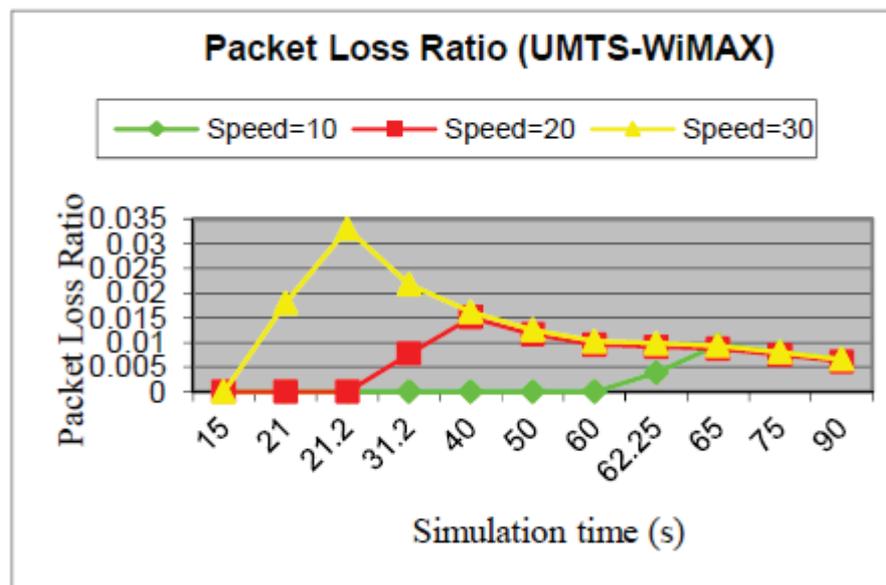


Figure 4.7: taux de paquets perdus

De cette figure nous pouvons voir :

- Dans ce sens (UMTS->WiMAX), on remarque que le taux de paquet perdu est en baisse par rapport à la direction inverse.
- Le taux de paquet perdu dans de forte mobilité n'atteint pas les 3,2%

IV.1.6.2 Délai du handover :

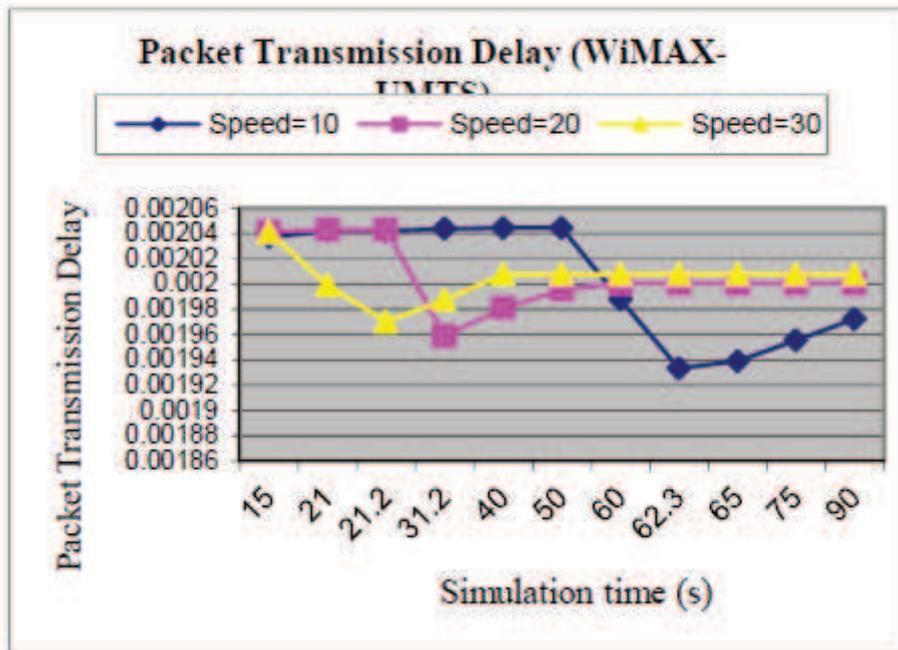


Figure 4.8 : délai de handover

On le remarque dans la figure que le délai de transmission de paquet est plus important pour le réseau UMTS. Il montre que le délai du handover pour différents mobilités est un peu hante par rapport au résultat obtenu dans la première simulation.

IV.1.7 Conclusion :

Les scénarios étudiés dans cet article (handover entre L'UMTS et le WiMAX) soulignent une qualité de service (QoS) acceptable pendant le handover. On d'autre terme l'utilisation de Mobile IPv6 génère des consommations en bande passante. L'utilisateur du mobile peut apercevoir une saturation de band passante dû à la recherche de station supportant l'IPv6.

IV.2 Gestion de la Mobilité, de la Qualité de Service et Interconnexion de Réseaux Mobiles de Nouvelle Génération Présentée par Tarek BCHINI (Télécommunications de Toulouse)

IV.2.1 Présentation du travail :

Cette partie décrit l'échange des informations entre toutes les entités durant le scénario démobilisé depuis WiMAX vers UMTS

IV.2.2 Scenario de la simulation :

Cette partie décrit le modèle d'interconnexion entre WiMAX mobile et UMTS fondé sur MIH + MSCTP, et les scénarios de mobilité entre les deux réseaux.

Nous proposons une cellule WiMAX avec un rayon de couverture de 3 km, et une cellule UMTS de même rayon de couverture. Les deux cellules forment une zone commune de Handover, d'une surface de 3 km².

La MS choisie pour établir les scénarios de mobilité doit pouvoir opérer avec les deux réseaux.

Concernant le mobile WiMAX, la BS est connectée à un ASN-GW lié à son tour via le réseau IP au CSN. Dans le réseau UMTS, le Nœud B est connecté au RNC qui est lié au SGSN qui est lié à son tour au GGSN, et ce dernier permettra l'accès au réseau PDN (Packet Data Network).

Dans le premier scénario de mobilité, la MS utilisant l'application VoIP est localisée au début à la 1ère position dans la cellule UMTS, va se déplacer vers la 2ème position dans la zone de Handover entre les deux réseaux. Ensuite, elle va quitter la zone de Handover vers la 3^{ème} position localisée à la fin de la zone de Handover et au début de la cellule WiMAX. Et finalement, elle va rejoindre la 4ème position localisée dans la cellule WiMAX.

Dans le deuxième scénario, la MS va traverser le même chemin, mais dans le sens contraire, depuis la cellule WiMAX vers la cellule UMTS.

Dans les deux scénarios, nous proposons deux vitesses de mobilité : 50 et 100 km/h, pour voir l'impact de l'augmentation de la vitesse dans le cas du Handover vertical.

IV.2.3 Paramètre de la simulation :

Le modèle de propagation utilisé pour simuler la communication dans le réseau WiMAX est le Two-Ray Ground. Il s'agit d'un modèle de propagation utile qui est basée sur l'optique géométrique, et considère à la fois le chemin direct et indirect (modèle de reflet) entre l'émetteur et le récepteur.

| | IEE 802.16e |
|---|---------------------|
| Puissance du signal de la BS (Pt _e) | 15 W |
| Seuil de réception (RXThresh _r) | 9.375e-13 W |
| Seuil de la porteuse d'envoi (CSThresh) | 1.259e-14 W |
| Rayon de couverture (Distance D) | 3 Km |
| Modèle de propagation | Two-Ray Ground [69] |
| Gain d'antenne d'émission (Gt _e) | 1 dB |
| Gain d'antenne de réception (Gr _r) | 1 dB |
| Perte du système (L _s) | 1 dB |
| Hauteur d'antenne d'émission (ht) | 1.5 m |
| Hauteur d'antenne de réception (hr _r) | 1.5 m |
| Modulation | OFDMA |
| Fréquence (Freq _c) | 3.5 GHz |

Tableau4.5 : Paramètres des simulations du WiMAX mobile sous NS2

| | |
|---|--------------|
| | UMTS |
| Puissance du signal de la NodeB (Pt_ NodeB) | 3 W |
| Puissance de consommation utilisateur (Pt_ consume UE) | 0.125 W |
| Puissance de consommation de la NodeB (Pt_ consume NodeB) | 1 W |
| Puissance dans l'état IDLE de l'utilisateur (Pt_ idle UE) | 0.005 W |
| Puissance dans l'état IDLE de la NodeB (Pt_ idle NodeB) | 0.5 W |
| Débit (Bandwidth_) | 384 Kb/s |
| Fréquence (Freq_) | 2 GHz |
| Rayon de couverture | 3 Km |
| Modulation | WCDMA |
| Gain d'antenne d'émission de l'utilisateur (Gt_ UE) | 2 dB |
| Gain d'antenne d'émission de la NodeB (Gt_ NodeB) | 18 dB |
| Gain d'antenne de réception de l'utilisateur (Gr_ UE) | 2 dB |
| Gain d'antenne de réception de la NodeB (Gr_ NodeB) | 18 dB |
| Modèle de propagation radio | Okumura-Hata |

Tableau 4.6 : Paramètres des simulations de l'UMTS sous NS2

IV.2.4 Résultat de la simulation :

IV.2.4.1 Les délais :

Dans cette section, nous allons calculer les délais des paquets durant une simulation avec les deux vitesses 50 et 100 km/h, et en appliquant d'abord chaque mécanisme de Handover seul, ensuite en appliquant la combinaison des deux mécanismes ensemble.

Commençons par les résultats des délais dans le cas du Handover depuis UMTS vers le WiMAX mobile.

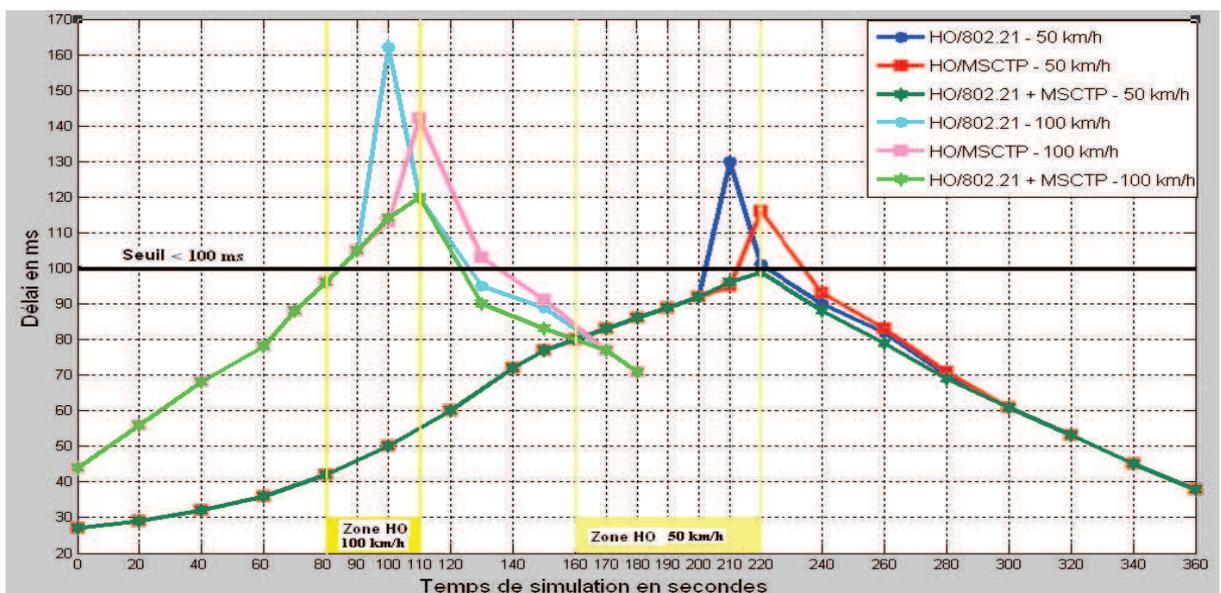


Figure 1.9 Délais du Handover depuis UMTS vers WiMAX

L’auteur a fixé un seuil de 100ms pour évaluer la qualité de service du handover. Les valeurs des délais qui ne dépassent pas ce seuil reflètent un niveau de QoS acceptable.

Avec une vitesse de 50 km/h, nous obtenons une seule courbe qui n’excède pas le seuil: c’est la courbe présentant MSCTP + MIH.

La courbe de la technologie MSCTP seul dépasse 100 ms durant le Handover, et atteint un seuil de 116 ms (max). Comme c’est le cas aussi avec la courbe de MIH avec un maximum de 130 ms durant le Handover.

Remarquant aussi qu’avec une vitesse de 100 km/h, les valeurs des délais augmentent pour toutes les courbes. Avec une vitesse de 100 km/h, les résultats sont supérieurs à ceux obtenus avec une vitesse moyenne de 50 km/h.

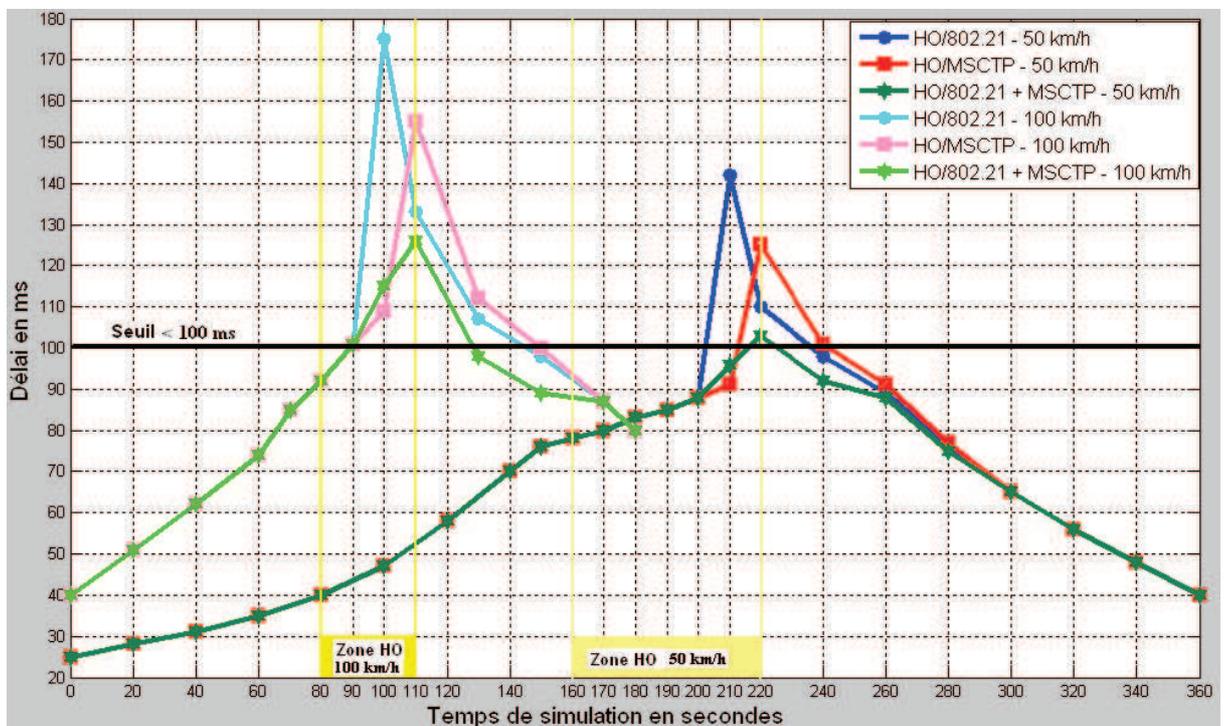


Figure 4.10 : Délais du Handover depuis WiMAX vers UMTS

Pareil à l’article précédent, dans le cas du Handover depuis WiMAX vers UMTS, les valeurs des délais des courbes sont un peu supérieures à celles obtenues dans le cas du Handover depuis UMTS vers WiMAX. Cela est dû à la différence de durée de la réservation des ressources pendant le processus du Handover pour l’obtention d’une nouvelle adresse IP.

IV.2.4.2 Les taux de paquets perdus

Nous utiliserons la même formule pour le taux des paquets perdus pour évaluer le niveau de QoS obtenu après les simulations.

La figure ci-dessous illustre le cas du Handover depuis UMTS vers WiMAX.

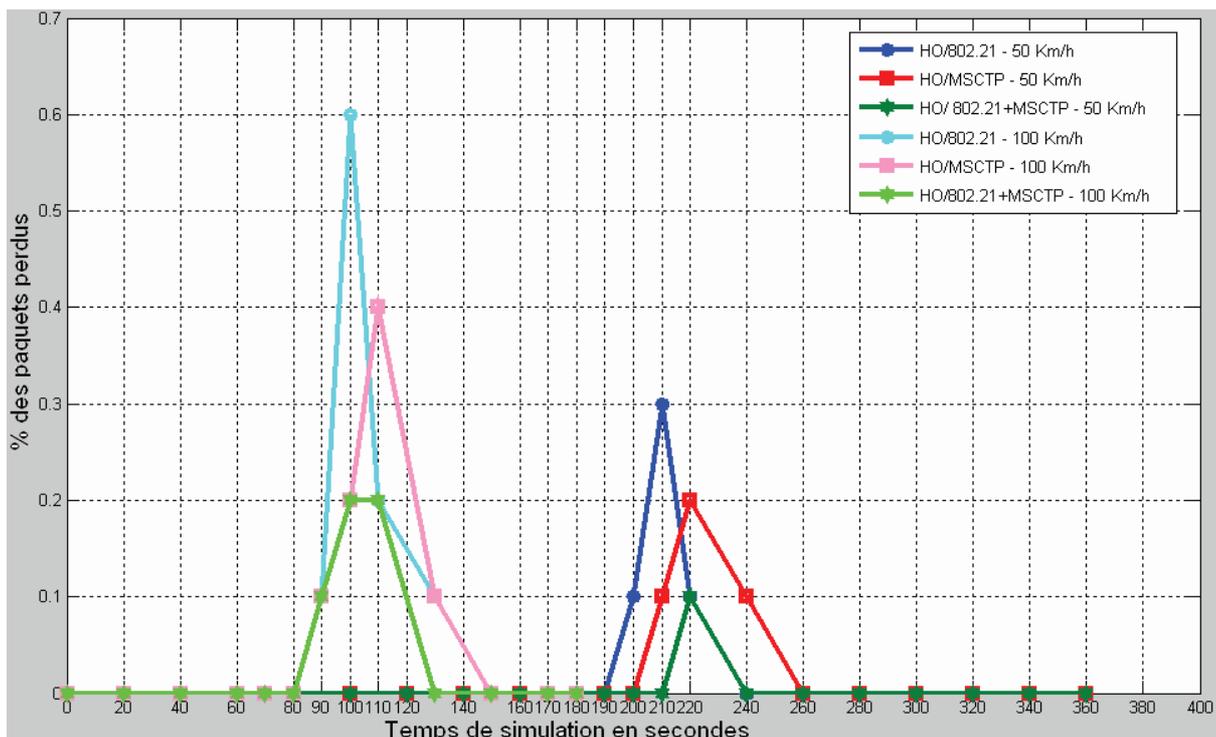


Figure 4.11 : Taux des paquets perdus du Handover depuis UMTS vers WiMAX

Le niveau de QoS est acceptable pour toutes les courbes. Les résultats obtenus avec une vitesse de 50 km/h sont meilleurs que ceux obtenus avec la vitesse de 100 km/h, et les résultats des paquets perdus obtenus durant le Handover en utilisant l'ensemble MSCTP+MIH est mieux noté par rapport à l'utilisation de chaque mécanisme seul. En revanche, avec MSCTP, les résultats sont légèrement meilleurs que ceux obtenus avec MIH.

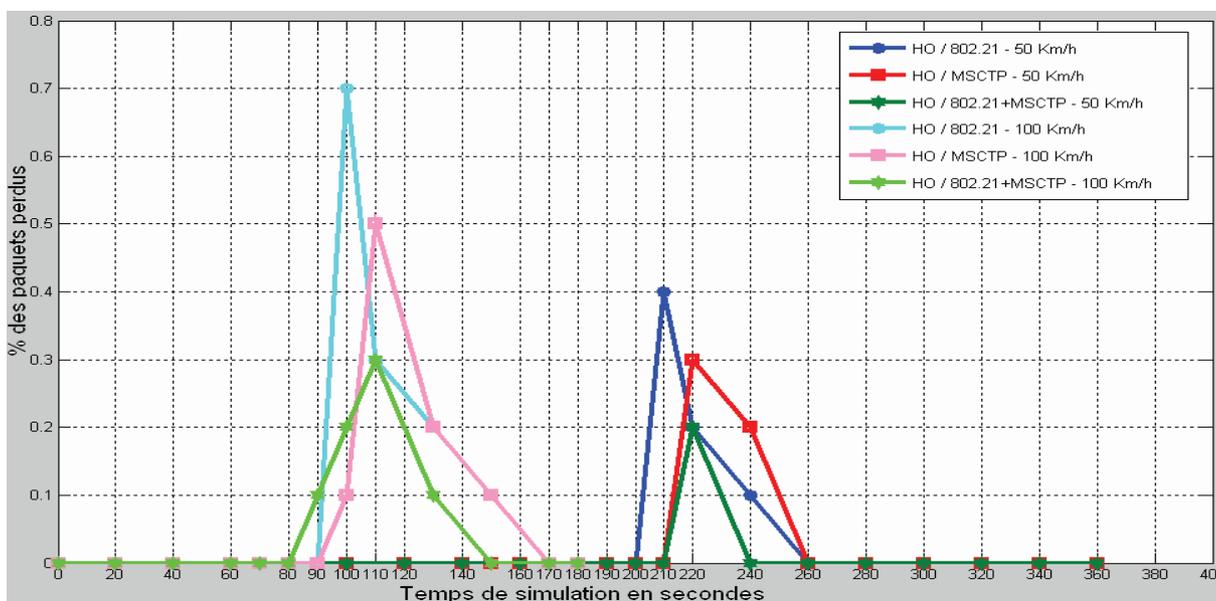


Figure 4.12 : Taux des paquets perdus du Handover depuis WiMAX vers UMTS

Comme pour les délais, le degré de la QoS durant le Handover depuis UMTS vers WiMAX est meilleur que celui obtenu dans le sens inverse. Il enregistre des pourcentages différents. Le maximum obtenu durant le Handover depuis UMTS vers WiMAX en utilisant MSCTP +

MIH, et avec une vitesse de 50 km/h, est égal à 0.1%, contre 0.2% dans le cas du Handover depuis WiMAX vers UMTS.

Les meilleurs résultats obtenus dans cette figure correspondent à l'utilisation MSCTP + MIH.

IV.2.5 Conclusion :

Sur les résultats de la simulation, l'auteur a prouvé qu'avec une mobilité moyenne et l'utilisation de MIH + MSCTP et le mobile passe depuis UMTS vers le WiMAX ; les résultats renvoient un minimum d'interruption des services, et avec un niveau de QoS meilleur que celui obtenu avec MSCTP seul ou MIH seul.

Le Handover depuis UMTS vers WiMAX conduit à des résultats meilleurs que ceux obtenus dans le sens contraire avec une mobilité moyenne ou importante.

Finalement, les résultats de simulation dans le cas d'une mobilité importante requièrent une plus d'attention et d'amélioration, pour avoir une qualité de service acceptables par rapport au niveau de qualité de service requis.

IV.3 A Cross-layer Vertical Handover between Mobile WiMAX and 3G Networks (Jaeho Jo and Jinsung Cho, Dept. of Computer Engineering Kyung Hee University Yongin 446-701, Korea)

IV.3.1 Presentation :

Dans cette section, nous présentons le schéma du handover vertical proposé par l'auteur. Le principe derrière ce schéma est le suivant :

- Réordonner et paralléliser les messages de signale des couche L2 et L3
- Combiner les messages de signal des deux couches

IV.3.1.1 Cross-layer optimazed Mobile IPv6:

Dans la figure suivante un MN envoie un message RtSol et reçoit un RtAdv pour recevoir des informations de la couche L3 du réseau d'accueil. Si on ceci est pris en couche L2, les messages RtSol/RtAdv peuvent être omis

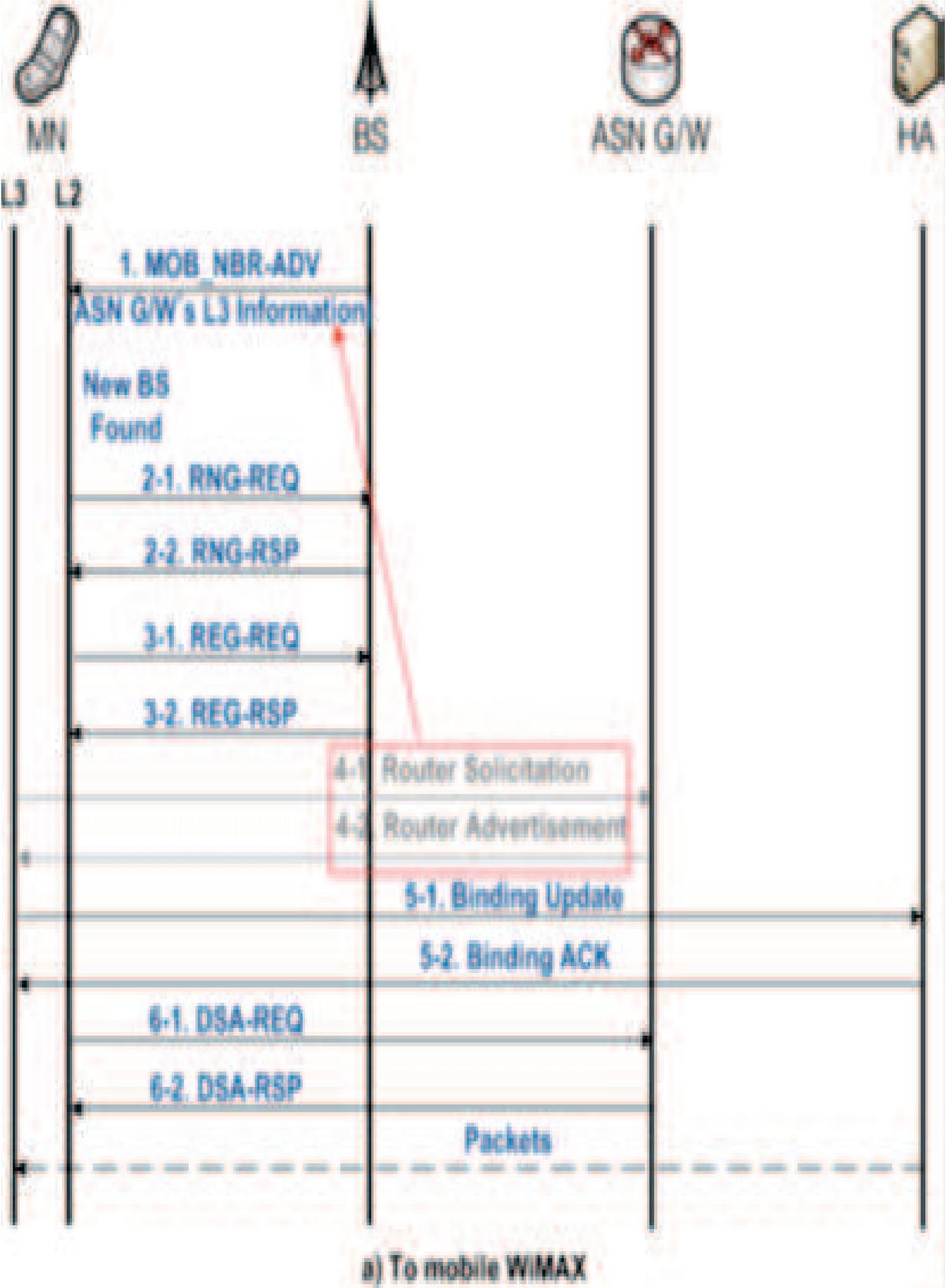


Figure 4.13: vers mobile WIMAX

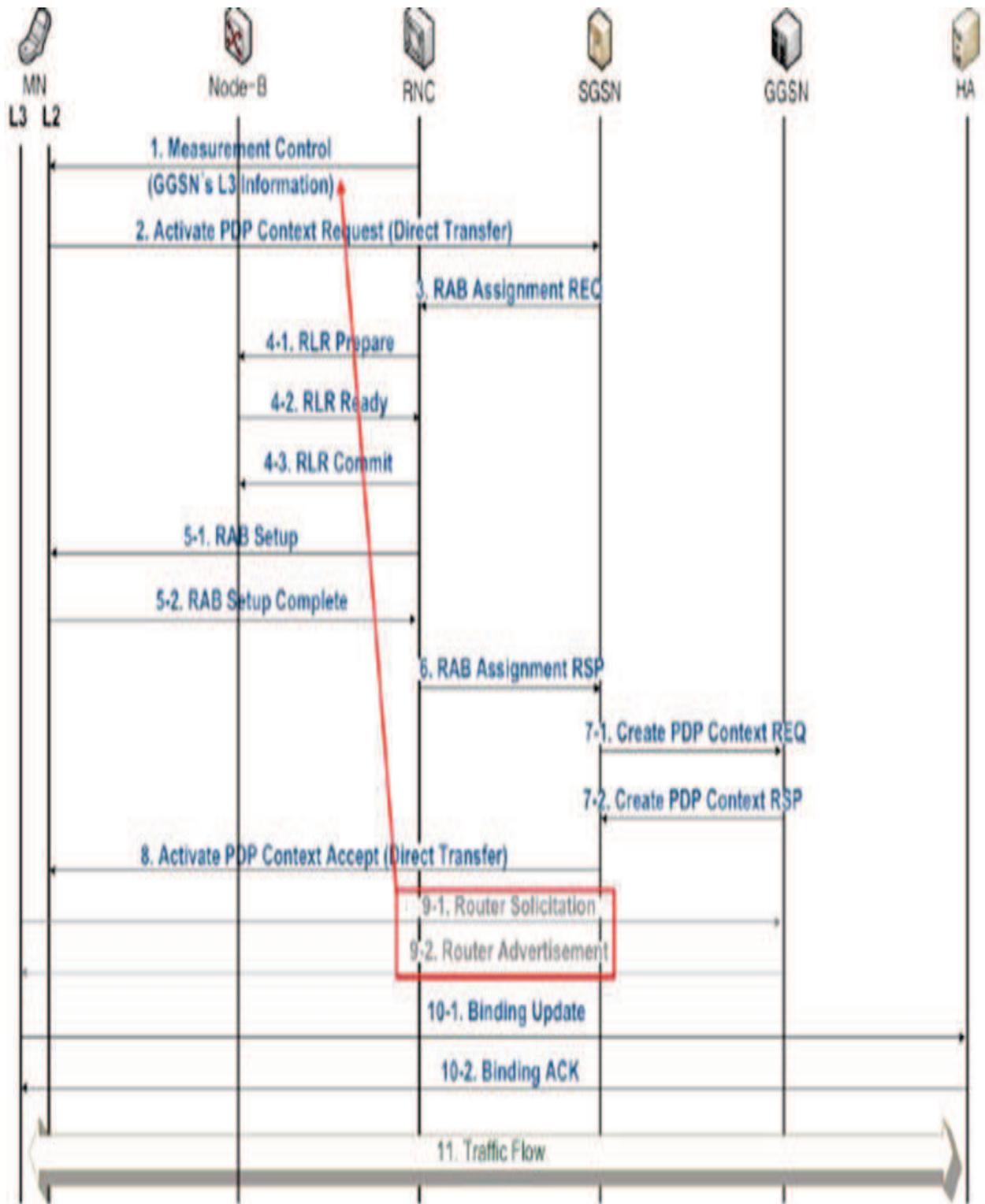


Figure 4.14 : vers UMTS

IV.3.1.2 Cross-layer optimized fast handover :

La même chose avec *MIPv6 optimized* on omit les messages RtSolPr/ PrRtAdv

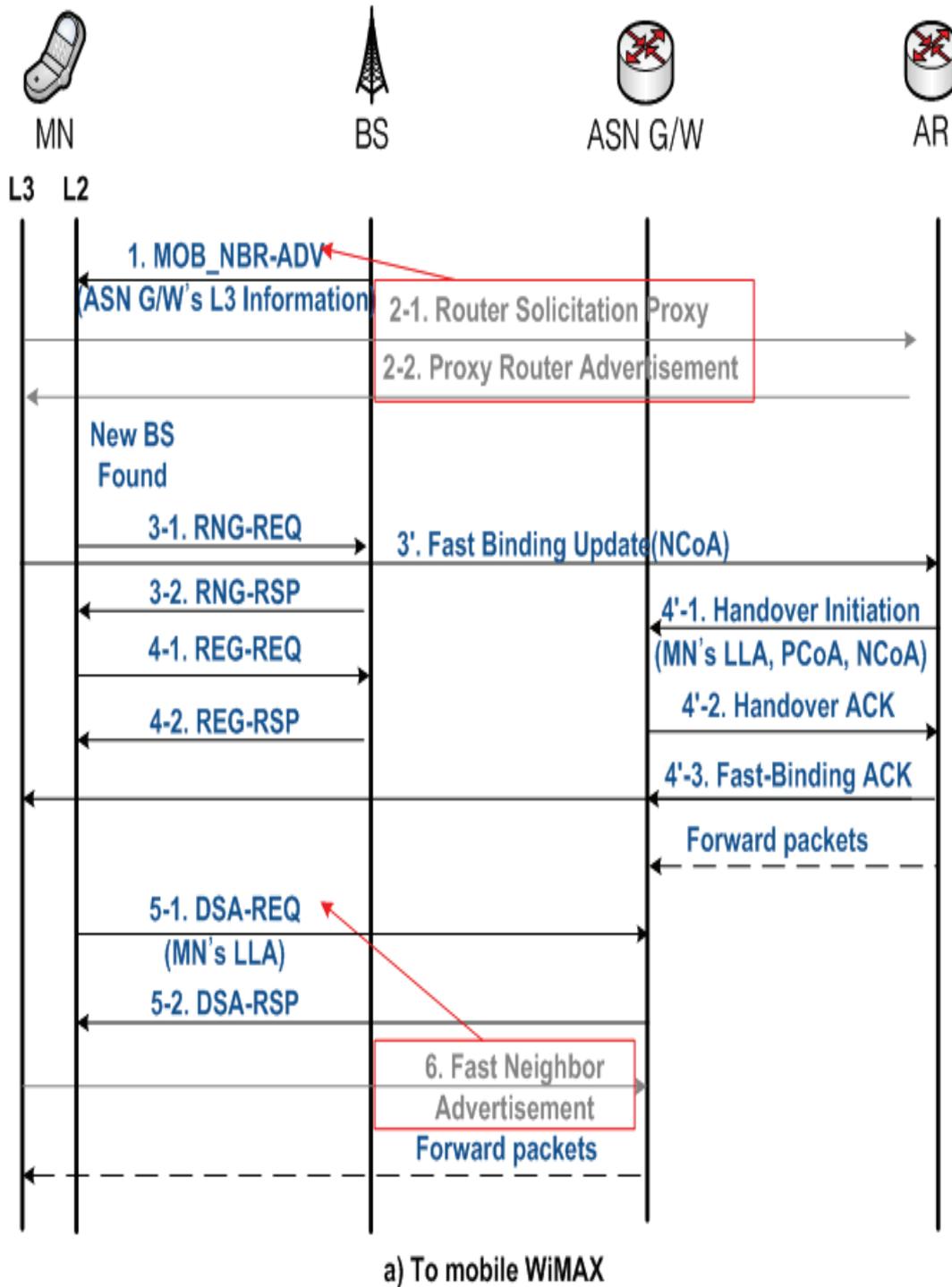


Figure 4.15 : vers mobile wimax

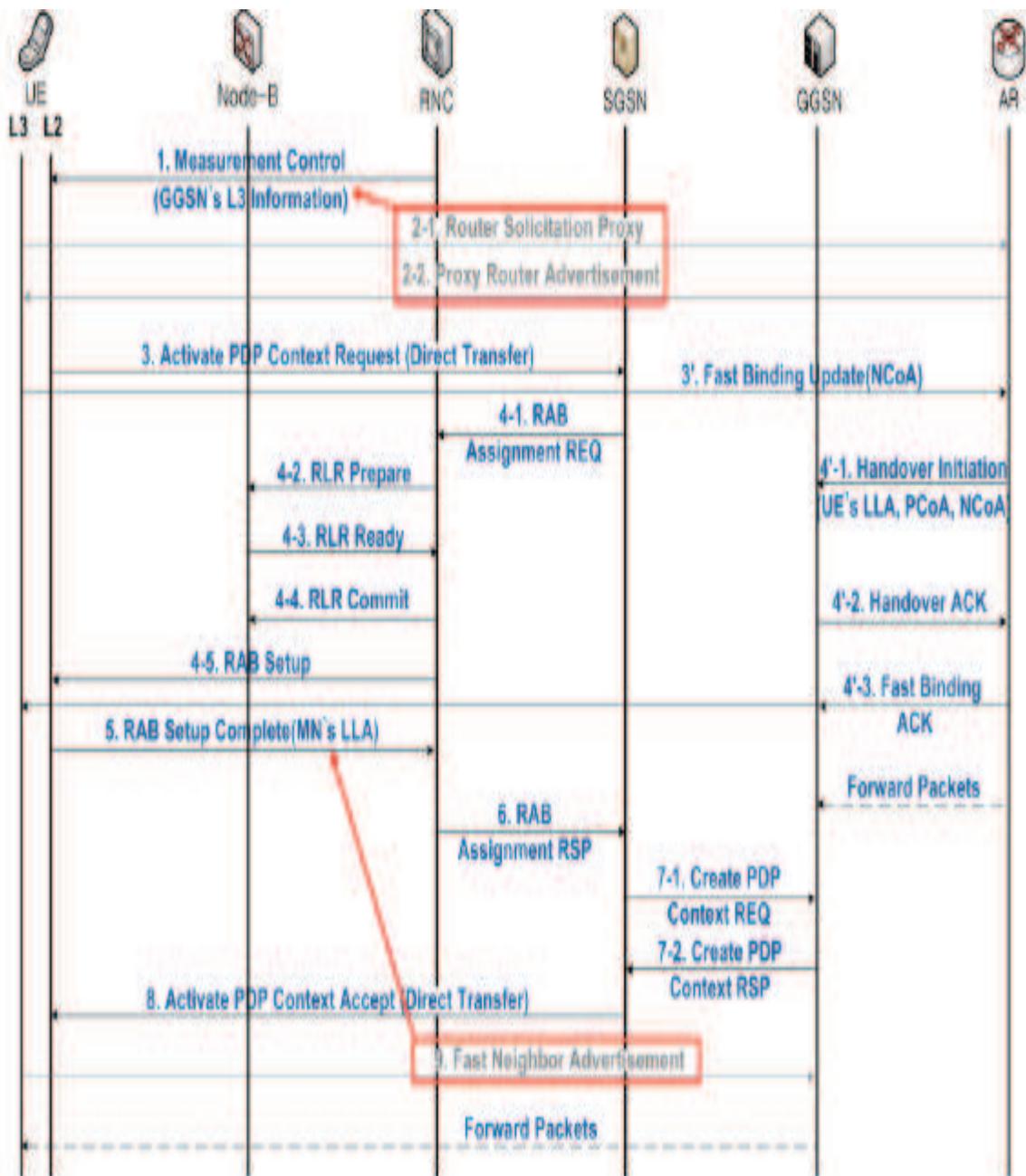


Figure 4.16 : vers UMTS

IV.3.2 Model et paramètres de simulation :

Dans cette section l’auteur évalue le schéma proposé en matière de délai et de taux de paquets perdu en comparaison avec les résultats de base de *Mobile IPv6* et *fast handovers*.

Le MN est entre les réseaux WiMAX et UMTS est subi des handover en ayant les services suivant : conversation (VOIP), streaming (VOD), interactif (web) et FTP. Dans VoIP, 80B de paquet est transmis chaque 50ms et 3.5 KB de frames sont délivrés avec 5 fps in VOD. Par défaut 16KB de page/second pour le web et un fichier de taille 2.8 MB transmis dans FTP.

IV.3.3 Résultat de la simulation :

IV.3.3.1 Les délais :

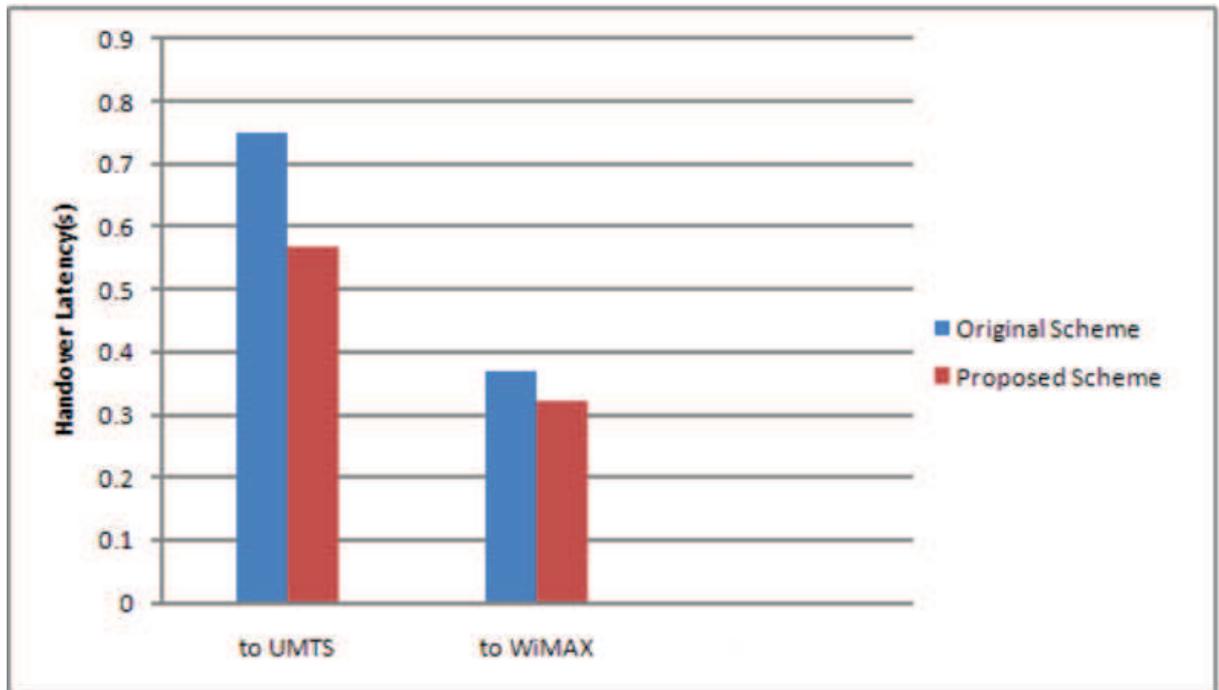


Figure 4.17 : les delais

Cette figure montre les délais du handover de la solution proposé est meilleur par rapport à solution déjà existante MIPv6. Car les messages des couches L2 et L3 sont mis en parallèles.

IV.3.3.2 Les taux de paquets perdus :

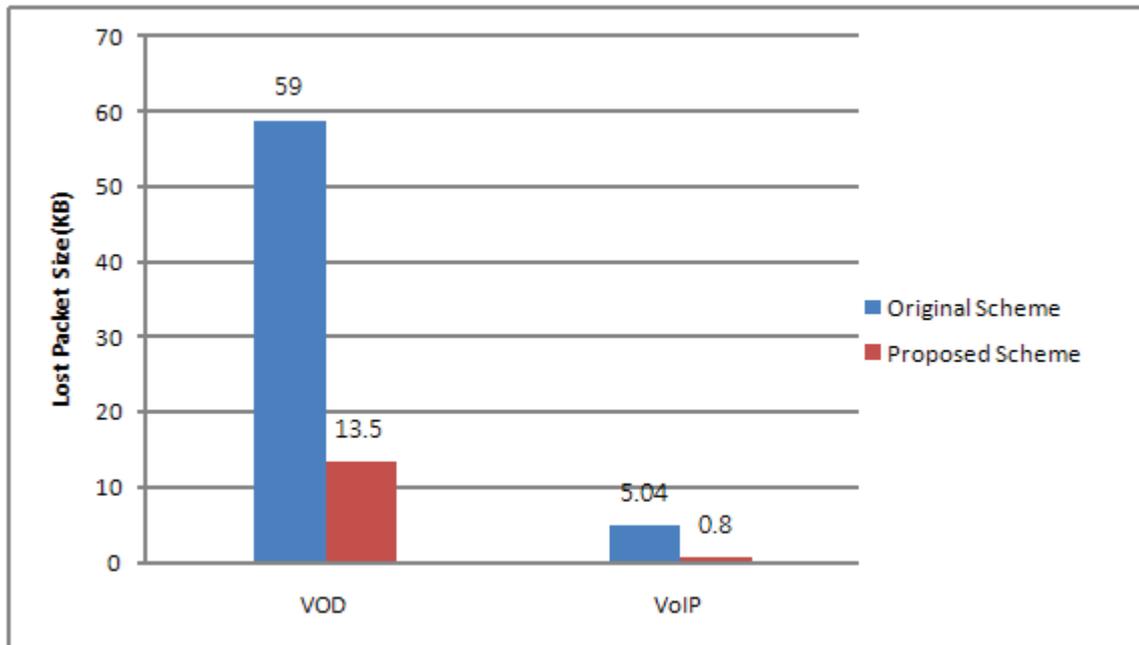


Figure 4.18 : Les taux de paquets perdus

Comme la montre la figure ci-dessus il n'y a pas de paquet perdu pour FTP et le Web et une amélioration remarquable concernant les services VoIP et le VOD

IV.3.4 Conclusion :

Dans cet article l'auteur a proposé un schéma optimal pour un handover vertical entre le WiMAX et L'UMTS en combinant les messages des couches L2 et L3. Les résultats de la simulation montre que des performances considérable sont obtenue ; en ce qui concerne le délai et la perte de paquets.

V. Résumé des résultats :

Pour conclure, la meilleure technique observée après les simulations des délais et qui assure un meilleur niveau de QoS pour le trafic VoIP, est la combinaison MSCPTP + MIH. En outre l'augmentation de la vitesse provoque la dégradation des délais. Finalement, le Handover depuis UMTS vers WiMAX mobile produit des résultats légèrement meilleurs que ceux obtenus dans le sens contraire.

Nous constatant aussi que les résultats obtenu dans le dernier article avec la combinaison d'une couche commune L2 et L3 (cross-layer) le délai ainsi que le taux de paquets perdus sont assez amélioré. Néanmoins cette étude ne prend pas en compte la mobilité du terminal utilisateur.

Conclusion générale

Conclusion Générale

Le projet développé ici a consisté à définir une architecture logicielle capable de supporter le handover vertical entre les réseaux UMTS et WiMAX. Une comparaison est établie entre les architectures et les principes de fonctionnement des deux systèmes, ainsi qu'aux mécanismes de handover pour chaque technologie.

Nous avons donc identifié les défis technologiques entre les deux technologies réseau et analysé un ensemble de solution au problème, déjà évoqué, de la mobilité entre les réseaux UMTS et WiMAX.

Le scénario de handover vertical inter-système entre les réseaux UMTS et WiMAX étudiés met en avant les exigences de QoS plus au moins acceptables en terme de perte de paquets et délai pour L'application de divers services offerts par les moyens télécommunications actuels (web, VoIP, Streaming, ...)

On retire le problème de perte de paquets et de délai à la charge de signalisation due au protocole de mobilité Mobile IPv6. Ce problème est susceptible d'engendrer une consommation de bande passante tant pour l'opérateur réseau que pour l'utilisateur du terminal mobile. Pour l'utilisation de MIH + MSCTP durant le Handover, spécialement quand le mobile passe depuis UMTS vers le WiMAX, nous obtenons de bons résultats avec un minimum d'interruption des services, et avec un niveau de QoS meilleur que celui obtenu avec MSCTP seul ou MIH seul. Nous croyons aussi que la solution « cross-layer L2, L3 » est une solution unique en son genre et qu'elle donne des résultats très prometteurs pour ce qui est de la qualité de service. Mais l'intégration ou le parallélisme de la messagerie des deux couches L2 et L3 rend les réseaux (UMTS et WiMAX) d'une certaine complexité architecturale.

Finalement, comme perspectives à ce travail, il serait d'envisager de voir d'autres travaux de simulation, avec d'autres critères et conditions de simulation. On pourrait illustrer l'effet de la charge des nœuds mobiles sur les performances du handover vertical entre UMTS et WiMAX, on pourrait également simuler d'autres types d'applications tel que ; TCP, TELNET ...

Simulateur ns2 :

Définition de simulateur ns2 :

NS est un outil logiciel de simulation de réseaux informatiques. Il est principalement bâti avec les idées de la conception par objets, de réutilisation du code et de modularité. Il est devenu aujourd'hui un standard de référence en ce domaine. C'est un logiciel dans le domaine public disponible sur l'Internet. Le logiciel est exécutable tant sous Unix que sous Windows.

Utilisation

NS est un outil de simulation de réseaux de données. Il est bâti autour d'un langage de programmation appelé Tcl dont il est une extension. Du point de vue de l'utilisateur, la mise en œuvre ; ce simulateur se fait via une étape de programmation qui décrit la topologie du réseau et le comportement de ses composants, puis vient l'étape de simulation proprement dite et enfin l'interprétation des résultats. Cette dernière étape peut être prise en charge par un outil annexe, appelé NAM qui permet une visualisation et une analyse des éléments simulés.

Dans la terminologie NS, ce que nous appelons machine s'appelle un noeud. Un noeud peut contenir des agents qui représentent des comportements, par exemple des applications. Une bibliothèque assez complète de composants existe de façon standard. Une propriété intéressante de ce système est son extensibilité. En effet, il est assez facile d'étendre la bibliothèque des comportements, des types de liens, ou de tout autre élément du système en programmant ses propres extensions qui deviennent alors intégrées au système.

Installation de NS-2 sous Unix :

1.télécharger ns2 avec le choix de version X par la commande :

```
wget http://nchc.dl.sourceforge.net/sourceforge/nsnam/ns-allinone-vX.tar.gz
```

2 .deziper l'archive télécharger par a commande :

```
tar -xzf ns-allinone-X.tar.gz
```

3. exécuter la commande :cd ns-allinone-X

4. exécuter les commandes suivantes :

1su -

2 yum install build-essential autoconf automake libxmu-dev

5.exécuter la commande suivante:

Annexe

```
./install
```

6. exécuter la commande suivante :

```
gedit ~/.bashrc
```

pour configurer les variable selon la version de ns (ici 2.31) :

```
Add the following lines to the end of it. Remember replace
"/home/networklab/ns/" by something like "/home/yourname/"

# LD_LIBRARY_PATH
OTCL_LIB=/home/networklab/ns/ns-allinone-2.31/otcl-1.13
NS2_LIB=/home/networklab/ns/ns-allinone-2.31/lib
X11_LIB=/usr/X11R6/lib
USR_LOCAL_LIB=/usr/local/lib
export LD_LIBRARY_PATH=$LD_LIBRARY_PATH:$OTCL_LIB:$NS2_LIB:$X11_
LIB:$USR_LOCAL_LIB

# TCL_LIBRARY
TCL_LIB=/home/networklab/ns/ns-allinone-2.31/tcl8.4.14/library
USR_LIB=/usr/lib
export TCL_LIBRARY=$TCL_LIB:$USR_LIB

# PATH
XGRAPH=/home/networklab/ns/ns-allinone-2.31/bin:/home/networklab/ns/
ns-allinone-2.31/tcl8.4.14/unix:/home/networklab/ns/ns-allinone-2.31/tk8.4.14/unix
NS=/home/networklab/ns/ns-allinone-2.31/ns-2.31/
NAM=/home/networklab/ns/ns-allinone-2.31/nam-1.13/
PATH=$PATH:$XGRAPH:$NS:$NAM
```

7. pour ne pas redémarrer la machine :

```
$ source ~/.bashrc
```

8 . puis tester installation avec

```
ns
```

qui va vous afficher :

```
%
```

BIBLIOGRAPHIE

[1] Melle Bouroubi hayet « *Conception et réalisation d'une application mobile pour la réservation de tables dans un restaurant* ». Mémoire licence, UMMTO, octobre 2010.

[2] Madame AFIRI Lamya & Melle TALMAT Lila «*Conception et implementation de site web cas conversion de monnaie* »Mémoire ING ,UMMTO, septembre

[3] Andrew Tanenbaum ; « Réseaux » ; 3e Edition.

[4] Guy PUJOLLE ; « Les réseaux » ; Edition 2005

[5] Mlle BA MAGATTE et Mr NIANG DJIBRIL « *Etude des performances de la norme IEEE 802.11 pour l'implémentation d'un réseau WiFi à l'ITO* »

[6] ASSALI Benslim & SALMI Mohamed « *Gestion des appels et de la mobilité dans un réseau UMTS* ». , Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en télécommunication a Institut des télécommunications d'Oran Abdelhafid Boussouf

[7] Cour de Paul ROUAULT & Benjamin TABARIES DESS TNI Montpellier -
Administration et Sécurité des Réseaux

[8] Mr YOUNESS TANTANI « *gestion de la relève verticale les réseaux mobiles hétérogènes*» Mémoire à la Faculté des études supérieures de l'Université Laval dans le cadre du programme de maîtrise en informatique pour l'obtention du grade de Maître ès sciences.

[9] IEEE, "Draft IEEE Standard for Local and metropolitan area networks: Amendment for Physical and Medium Access Control Layers for Combined Fixed and Mobile Operation in Licensed Bands" (IEEE P802.16e/D6) 2005-02-18.

[10] Dr. Kevin Kahn , "Evolution of WiMAX, Beyond Fixed Access Networks", Intel 2005. Intel, "Broadband Wireless: The New Era in Communications", White Paper 2004.

[11] B.Walke, P. Seidenberg, M.P.Althoff: "UMTS the Fundamentals" ISBN 0-470-8455-7 2003.

[12] Zied Malouche, Cours INDP3 RMOB, "la mobilité dans le réseau UMTS", SUPCOM Janvier 2004.

[13] Fetaoui zied «Mémoire d'ingénieur en télécommunication thème handover umts wimax»

[14] Thorvald RODal HOYem, “Roaming in Wireless Networks”, MASTER THESIS, FACULTY OF INFORMATION TECHNOLOGY MATHEMATICS AND ELECTRICAL ENGINEERING, 2005.

[15] IEEE, “Draft IEEE Standard for Local and metropolitan area networks: Amendment for Physical and Medium Access Control Layers for Combined Fixed and Mobile Operation in Licensed Bands” (IEEE P802.16e/D6) 2005-02-18.

[16] Perkins, C.E.:” Mobile Networking Through Mobile IP”, IEEE Internet Computing, 1998, vol. 2, issue 1, p. 58-69.

[17] Nokia: “Introducing Mobile IPv6 in 2G and 3G mobile networks”, Nokia, 2001, p.1-16.