

Adiouma Diouf

Ramatouye Mbaye

Projet Mgr 870 : Réseautage dans un
réseau sans fil



Table des Matières

Introduction.....	2
I- Rappel sur le Wimax.....	3
a- Architecture d'un réseau Wimax.....	4
b- Le Wimax et la Mobilité.....	6
II- Le Wimax à 4.9GHZ déployé dans la sécurité publique.....	7
III- Exemple de l'université de Clemson.....	9
A- Performance des applications mobiles.....	10
B- Gestion de la vidéo.....	11
c- Conception et méthode de recherche.....	12
Conclusion	16
REFERENCES.....	17

Introduction

Portant souvent le qualificatif de “Wifi big Brother”, le Wimax (*Worldwide Interoperability for Microwave Access*) a été créé pour permettre la convergence et l’interopérabilité entre deux standard de réseaux sans fils auparavant indépendants: le Hiperman, proposé en Europe par l’ETSI (European Telecommunications Standards Institute) et le standard de transmission radio 802.16, validé en 2001 par l’organisme international de normalisation IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers).

Wimax appartient à une famille de norme définissant les connexions à haut-débit par voie hertzienne. Il dérive des technologies hertziennes destinées principalement à des architectures point-multipoint : à partir d’une centrale, on cherche à toucher plusieurs terminaux. Le but est de transmettre l’accès à Internet et la téléphonie.

Selon différents points de vue, le WiMAX est tour à tour, un simple prolongement du Wi-Fi, le cœur de réseau du Wi-Fi, voire encore, la convergence du Wi-Fi et du réseau cellulaire de troisième génération (UMTS, dite « 3G »).

Le Wimax peut fonctionner à plusieurs fréquences selon les utilités. Aujourd’hui, grâce à une bande de fréquence spécialement affectée, les organismes de sécurité publique (Police, Sapeur-Pompier, Ambulance etc...) ont mis en place un réseau pour transmettre la voix, les données et les informations vidéo. Cette bande de fréquence est de 4.9 GHz.

Notre étude portera spécialement sur la technologie Wimax utilisée pour émettre à cette fréquence, 4.9 GHz. Dans notre projet, on fera un bref rappel sur le Wimax, puis nous parlerons des équipements et du fonctionnement de la technologie du Wimax à 4.9 utilisé dans la sécurité, puis nous prendrons comme exemple le Campus de l’Université de Clemson.

I- Rappel sur le Wimax

Le WiMAX a d'abord été conçu pour desservir des réseaux pouvant couvrir une municipalité entière. Ce type de réseau est aussi connu sous l'acronyme MAN « Metropolitan Area Network ». Un réseau de type MAN qui dessert souvent plusieurs grands clients corporatifs doit avoir des mécanismes de gestion qui permettent de garantir une fiabilité, de segmenter les communications pour garantir la confidentialité, permettre la redondance et facturer adéquatement l'utilisation. Les réseaux locaux, à l'opposée, n'ont pas à se préoccuper de tous ces éléments de coûts mais en contrepartie, ils doivent assurer un service très fragmenté et variable entre plusieurs types d'ordinateurs et de périphériques. Donc le Wimax doit à la fois tenir compte d'une importante transmission d'informations mais aussi distribuer ces informations de façon sécurisée à des clients indépendants, tout en comptabilisant les coûts associés à chacun.

Le tableau ci-dessous résume quelques traits techniques des différentes technologies sans-fil :

Nom	Norme	Débit	Fréquence
Bluetooth	802.15	2 Mbit/s	2.45GHz
WiFi	802.11b	11 Mbit/s	2.4 GHz
WiFi	802.11a	54 Mbit/s	5 GHz
WiFi	802.11g	54 Mbit/s	2.4 GHz
WiMAX	802.16	75 Mbit/s	10-66 GHz
WiMAX	802.16a	75 Mbit/s	2-11 GHz
WiMAX	802.16e	75 Mbit/s	5-6 GHz
HiperLAN/2 (Europe)		54 Mbit/s	5GHz

La configuration initiale prévue sous le 802.16 était d'avoir des antennes à l'extérieur des domiciles et des antennes émettrices externes pour les fournisseurs de service opérant sur la plage de fréquence entre 10 à 66 GHz. Puisque les ondes à haute fréquence ne pénètrent pas bien les édifices, il est nécessaire de ne pas avoir d'obstruction entre les deux antennes; c'est ce qui

Le Wimax à 4.9GHZ

est défini comme LOS (Line-Of-Sight). Une seconde configuration de type point à point « Backhaul » est réservée aux communications entre antennes émettrices lorsqu'il est nécessaire de parcourir des plus grandes distances. Par exemple, pour desservir une antenne de quartier qui retransmettra ensuite le signal aux résidents à proximité. Mais ces types d'installations sont assez dispendieuses et demandent un niveau élevé de compétences techniques.

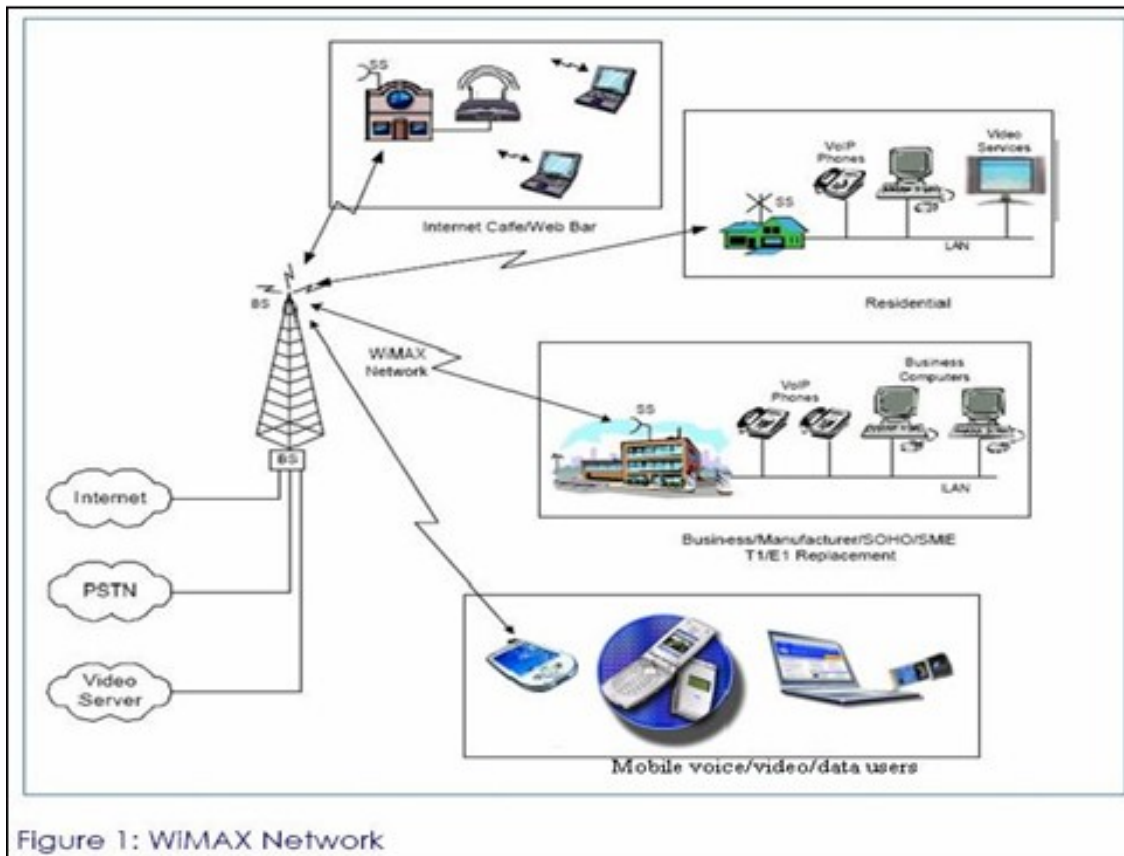
Un amendement vient alors permettre l'utilisation de la plage de fréquence entre 2 à 11 GHz formant ainsi la norme 802.16a qui peut opérer sans nécessiter l'installation d'antennes extérieures. Cette configuration NLOS « Non-Line-Of-Sight » permet d'avoir des antennes réceptrices dans des appareils portables ou dans un édifice pour communiquer directement avec une centrale. Des usagers peuvent recevoir des signaux de plusieurs antennes directement. Ce sont des communications dites point à multipoints. Ce type de configuration est souvent qualifié de « Last mile » puisque c'est la dernière étape avant de rejoindre le client. C'est également l'opération qui est la plus onéreuse pour les entreprises.

a- Architecture d'un réseau Wimax

Un modèle de référence a été développé pour servir de cadre d'architecture pour les déploiements Wimax et pour assurer l'interopérabilité entre les différents équipements Wimax et les opérateurs.

Le modèle de référence du réseau prévoit une architecture de réseau unifié pour soutenir fixes, nomades et les déploiements mobiles et est basé sur un modèle de service IP. Ci-dessous est Simplifiée l'illustration d'une architecture réseau Wimax basé sur IP.

Le Wimax à 4.9GHZ



Comme on le voit dans le schéma, le réseau global peut être divisé en quatre modules :

- **La Station Mobile (MS)** utilisé par l'utilisateur final pour accéder au réseau.
- **La Station de Base (BS)** : Le BS est responsable de fournir l'interface air à la MS. Des fonctions supplémentaires qui peuvent être ajoutés à la BS telles que le transfert de déclenchement et l'ouverture de tunnel, la gestion des ressources radio, l'application et la politique de QoS, la classification du trafic, le DHCP (Dynamic Host Contrôle Protocole) proxy et la gestion des clés et des sessions.
- **Le Réseau de Service d'accès (ASN)** qui comprend une ou plusieurs Station de Base et une ou plusieurs passerelles ASN. La passerelle ASN agit comme une couche de 2 points d'agrégation de trafic au sein d'un ASN. Des fonctions supplémentaires qui peuvent faire partie de la passerelle ASN comprennent la gestion de localisation intra-ASN et la pagination, la gestion des ressources radio et de contrôle

Le Wimax à 4.9GHZ

d'admission, la mise en cache des profils d'abonnés et des clés de chiffrement, la fonctionnalité de client AAA, la création et la gestion du tunnel de mobilité avec des stations de base, QoS et application de la politique, la fonctionnalité d'agent étranger pour mobile IP, routage et à la CSN sélectionné.

- **Le Réseau de Services de Connectivité (CSN)** qui fournit une connectivité IP a toutes les fonctions de cœur du réseau. Il propose également une gestion des politiques d'utilisations de QoS et de sécurité. La CSN est également responsable de la gestion des adresses IP, du soutien à l'itinérance entre les différents fournisseurs de services réseau et les ASN, de la mobilité et de l'itinérance entre les ASN

Le cadre de l'architecture WiMAX permet la décomposition souple et / ou d'une combinaison d'entités fonctionnelles lors de la construction des entités physiques.

b- Le Wimax et La mobilité

WiMAX envisage quatre scénarios d'utilisation liés à la mobilité:

- **Nomadic:** L'utilisateur est autorisé à prendre un poste d'abonné fixe et se reconnecter à un autre point de fixation.
- **Portable:** l'accès nomade est fourni à un appareil portatif, tel qu'une carte PC, avec l'attente d'un best-effort handover.
- **la mobilité simple:** l'abonné peut se déplacer à des vitesses jusqu'à 60 km / h avec de brèves interruptions (moins de 1 sec) au cours de transfert.
- **Mobilité complète:** jusqu'à 120 km / h et la mobilité sans couture transfert (moins de 50 ms de latence et <1% de perte de paquets) est pris en charge.

Il est probable que les réseaux WiMAX seront d'abord utilisés pour des applications fixes et nomades et puis vont évoluer vers un soutien à la mobilité portabilité complète au fil du temps.

La norme IEEE 802.16e-2005 définit un cadre pour soutenir la gestion de la mobilité. En particulier, la norme définit les mécanismes de signalisation pour le suivi des stations d'abonné pour le suivi des stations d'abonné qui

Le Wimax à 4.9GHZ

passent de la zone de couverture d'une station de base à une autre lorsqu'elle est active ou, comme on passer d'un groupe d'échange à l'autre en cas d'inactivité.

La norme a également des protocoles pour permettre un transfert sans heurt des connexions en cours d'une station de base à l'autre. Le WiMAX Forum a utilisé le cadre défini dans la norme IEEE 802.16e-2005 pour développer davantage gestion de la mobilité dans un cadre de bout en bout l'architecture réseau. L'architecture prend également en charge la mobilité de la couche IP en utilisant IP mobile.

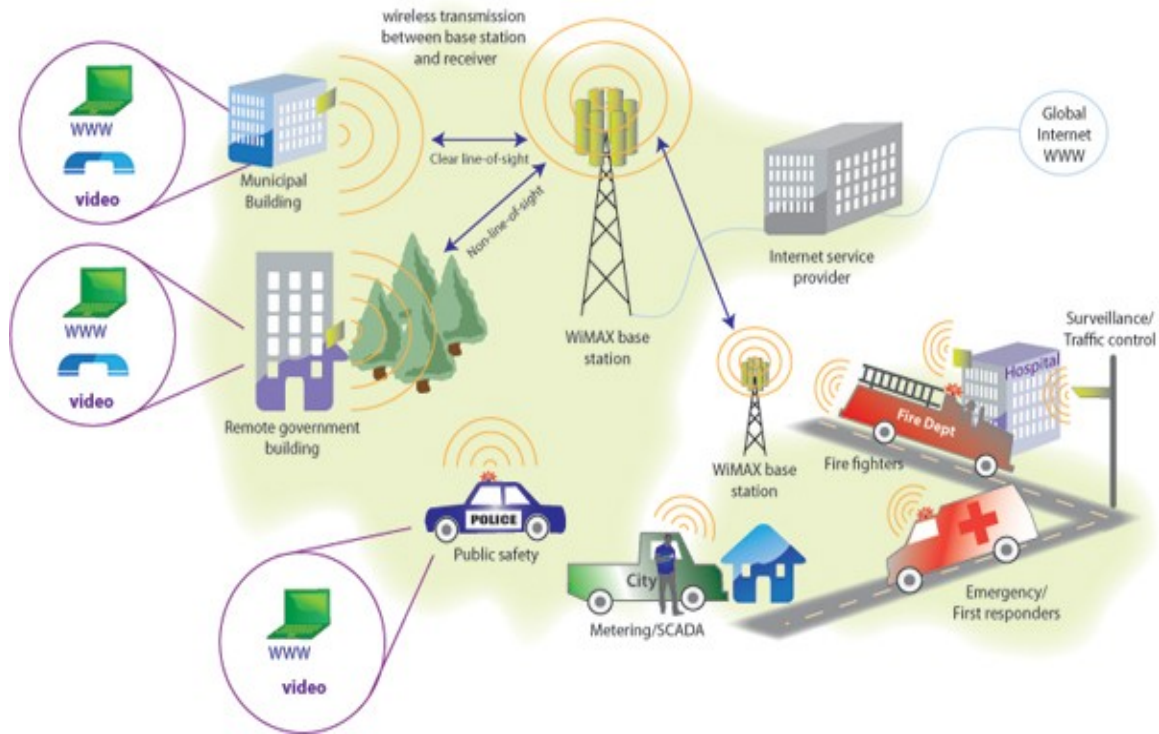
II- **Le Wimax à 4.9GHZ déployé dans la sécurité publique**

Aujourd'hui les gouvernements et les municipalités utilisent des appareils informatisés basés sur des radiofréquences cellulaires dans leurs véhicules et dans leurs édifices. Certaines de ces communications, telle que la consultation du dossier criminel d'une personne à partir d'une voiture de police, doivent être transmises de façon sécurisée. Le WiMAX permettrait d'augmenter la bande passante et la richesse des informations pour ces types d'applications, tout en réduisant les coûts élevés associés aux communications cellulaires. Industrie Canada a connu l'importance pour les services d'urgence et de sécurité publique de continuer d'avoir des fréquences réservées. Afin de permettre à ces instances de pouvoir moderniser leurs technologies, le ministère a adopté en 2004 une politique qui réserve la bande de fréquences de 4940 à 4990 MHz aux communications des services de sécurité publique.

Grâce à cette bande de fréquence de 4,9 GHZ, les organismes de sécurité tels que les premiers intervenants, les pompiers, la police, les services médicaux d'urgence, la reprise après sinistre, les services publics et autres, peuvent transmettre la voix, les données et les informations sur la vidéo en direct

Le Wimax à 4.9GHZ

essentiel pour mieux remplir leurs fonctions.



L'avantage du Wimax est qu'il élimine la nécessité de creuser et d'installer les fils et les câbles qui permettent normalement la communication inter-et-intra-départementaux. Traditionnellement, la seule façon de créer un réseau de communication a été creuser des tranchées à travers la ville pour installer les lignes, ceci prend beaucoup de temps et est dérangeant les citoyens et les couts d'un montant exorbitant. En utilisant la solution haut débit sans fil, elle permet aux organismes de bénéficier de communications de pointe, très rapides et de maintenir les couts d'installation à un minimum et de laisser l'environnement et les résidents non perturbés.

Le Wimax à 4.9GHZ

Airspan WiMAX 4.9 GHz Equipment Specifications					
 <p>ProST Outdoor CPE EasyST Indoor CPE</p>		 <p>MiMAX USB</p>	 <p>HiperMAX Macro Base Stations HiperMAX Micro Base Stations</p>		 <p>MicroMAX Micro Base Station</p>
<p>Standards Compliance IEEE802.16-2004 Channel Size 10, 5, 2.5 MHz Tx Power +20dBm User Interface 10/100bT Ethernet, WiFi, POTS w/integrated RGW End-to-End VLAN (802.1q) Encryption DES</p>		<p>Standards Compliance IEEE802.16e-2005 Channel Size 10, 8.75, 7, 5 MHz Tx Power Up to +17dBm CSM - Yes MIMO - 2x2; Type Matrix A, Matrix B User Interface USB 2.0 Encryption AES Authentication PKM, PKMv2, EAP-TLS/ AKA</p>	<p>Standards Compliance IEEE802.16e-2005 IEEE802.16-2004 Channel Size 20 (Micro), 10, 7, 5, 3.5, 1.75 MHz Tx Power 2x +24dBm GPS Synchronization 24hr holdover, distributed Network Interface 10/100/1000bT Ethernet / R6 End-to-End VLAN (802.1q) Encryption DES, AES Authentication PKM, PKMv2, EAP-TTLS/TLS/AKA</p>		<p>Standards Compliance IEEE802.16-2004 Channel Size 10, 5, 2.5 MHz Tx Power +22dBm GPS Synchronization Distributed Network Interface 100bT Ethernet End-to-End VLAN (802.1q) Encryption DES Authentication PKM Built-in Spectrum Analyzer</p>

Ce schéma nous montre les équipements utilisé dans le système Wimax 4.9GHz.

III- Exemple l'Université de Clemson

Pour illustrer, le fonctionnement du Wimax à 4.9 GHz, on va prendre l'exemple du réseau du Système de sécurité du Campus de l'Université de Clemson.

Le réseau Wimax de l'université de Clemson est composé d'une station de base et de six stations d'abonnés. La base station et 4 des stations d'abonnées sont de Harris. Sur les stations d'abonnés de Harris, deux transmettent avec une puissance maximale de 27 dBm et deux autres sont de puissance faible et transmettent à 20 dBm. Les 2 autres abonnés restant sont des stations EasyST de Airspan qui transmettent à 20 dBm.

La station de base est situé sur le toit du plus haut dortoir du campus et il a 30 mètres par rapport au sol et a 250 mètres par rapport au niveau des mers. Sa puissance de transmission est limité 27dBm comme l'exige la FCC (Federal Communications Commission). Une antenne omnidirectionnelle

Le Wimax à 4.9GHZ

avec un gain de 9 dB est utilisée aussi au niveau la station de base produisant une puissance rayonnante de 36 EIRP (Equivalent isotropically radiated power)

$$\text{EIRP} = P_t - L_c + G_a.$$

Un poste abonné est installé aussi dans une voiture et est utilisé pour le champ et les tests de couverture. Le reste des unités est installé dans les bureaux du campus. Le réseau Wimax est un réseau privé connecté au réseau du campus principal par un hôte linux servant de passerelle. Cette passerelle utilise le NAT (Network Address Translation) pour fournir l'accès Internet à tous les hôtes du réseau.

b- Conception et méthode de recherche

La conception et la méthode de recherche peuvent être divisé en 5 tâches :

Tâche 1:

La première tâche est de concevoir et de déployer sur un banc d'essai un réseau WiMAX mobile. La figure 3 montre le réseau proposé. L'image satellite montre l'Université de Clemson et la ville de Clemson.

La figure de droite présente une image simplifiée. Les carrés sont les endroits agences locales. Les rectangles sont les stations de base. La BS a été déployé et obtenu BS1 en 1 an. Ils proposent de l'acquisition de deux stations de base 802.16e (qui fonctionne à 4,9 GHz). Puis ils déploient BS2 à côté de la BS1 existants. En utilisant des antennes directionnelles, ils ont desservit BS1 dans la région sud du campus (les terrains de sport et les fermes). BS2 et BS3 servira de stations mobiles se trouvant dans le campus principal et dans la ville de Clemson.

Le Wimax à 4.9GHZ

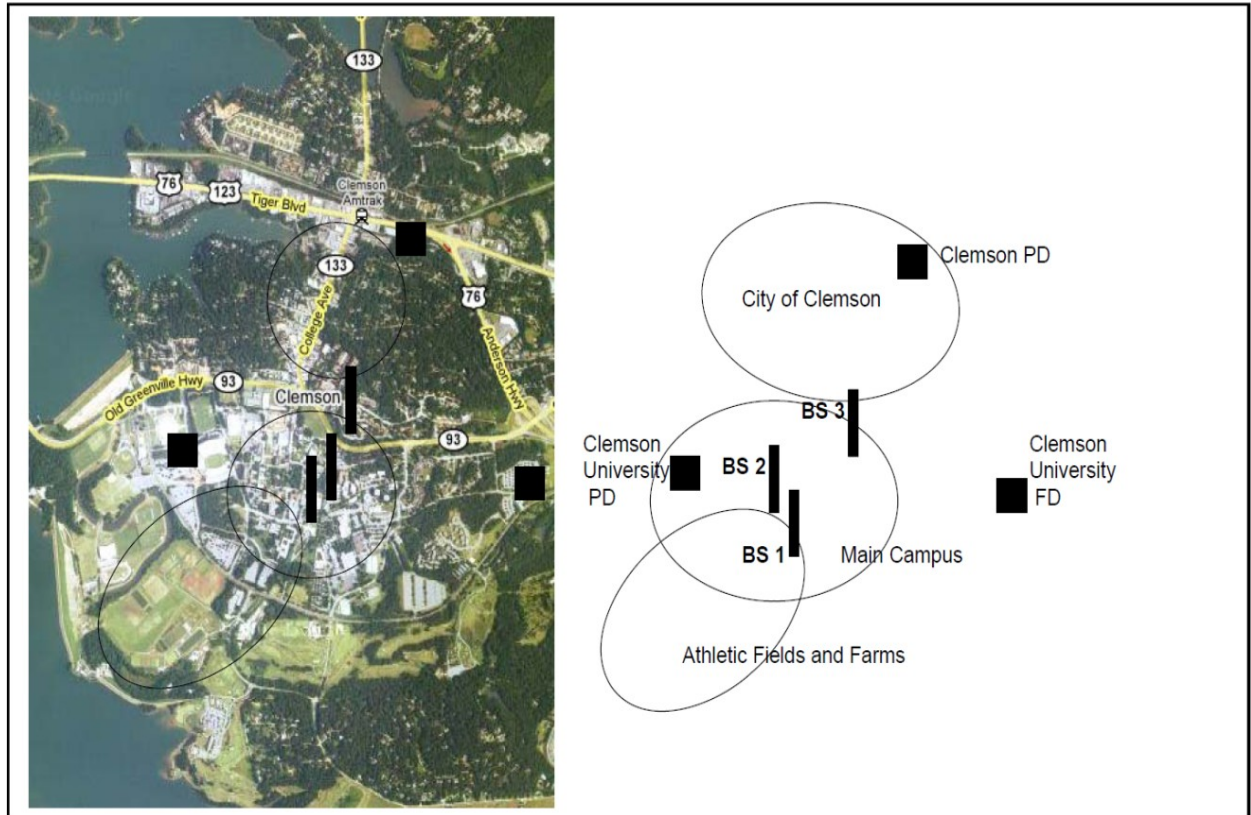


Figure 3. Mobile Testbed

Tâche 2:

Lorsque le banc de test a été vérifié pour fonctionner correctement, Ils vont déployer un ensemble d'applications identifiées par les organismes de sécurité publique. Puis ils prévoient que les applications vont inclure la VoIP et le streaming vidéo. L'objectif principal est d'examiner l'impact de la distance, de la vitesse terrain, du véhicule et de l'itinérance sur les performances au niveau des applications. Le banc d'essai fournit des chemins très différents permettant d'obtenir un large éventail de résultats empiriques.

Tâche 3:

Nous allons rapprocher le scénario illustré à la figure 2 par le déploiement sur le campus de plusieurs caméras de surveillance Indigo Vision, de caméras Web de plusieurs sous notre contrôle, et dans la voiture. Les

Le Wimax à 4.9GHZ

caméras Indigo Vision seront exploités dans un certain nombre de modes supportés par logiciel d'analyse vidéo (détection de la congestion, la détection de mouvement, etc.). Les organismes locaux de Clemson apporteront une contribution sur les paramètres réalistes. Nous mettrons en place un centre de commandement et de contrôle qui permet de visualiser et de gérer les flux vidéo. Pour travailler avec les agences locales, nous allons corrélér le réseau observé mesurables à une quantification de l'impact pour la sécurité publique. Nous allons ensuite développer et évaluer des méthodes pour gérer un afflux de données à partir de périphériques vidéo. Nous nous attendons à l'élaboration d'un contrôleur qui surveille l'état du réseau et détermine le moment où un événement de grande ampleur se produit, et adaptera le trafic vidéo basé sur les performances avec les comportements préconfigurés. Les caméras Indigo Vision nous permettent de contrôler tous les aspects du flux vidéo en temps réel, y compris le taux d'armature, paramètres de compression, et le taux de transmission de pointe. Le problème devient plus complexe lorsqu'il y a Mobilité. Par exemple, quand une voiture de patrouille qui envoie ou reçoit une vidéo, se déplace flux d'une station de base à l'autre, la qualité de tous les flux vidéo active étant considéré seront touchés. L'objectif de cette tâche est d'explorer les méthodes distribuée gérer intelligemment les applications de sécurité publique dans les réseaux WiMAX. Un nouvel aspect du travail proposé est le couplage entre la décision de contrôle avec une évaluation de la performance de l'application et ceci a une incidence sur la capacité des responsables de la sécurité publique pour gérer l'événement.

Tâche 4:

Le WiMAX Forum contrôle le déploiement actuel de la technologie WiMAX. Bien que l'IEEE ait élaboré le protocole, le groupe de normes 802.16 développera la prochaine génération WiMAX (à savoir, 802.16m). Malheureusement, en raison de la taille relativement limitée du marché public de la sécurité, le Forum WiMAX ignore en grande partie les exigences de sécurité publique. L'université est membre du Forum WiMAX, même s'il est considéré comme un "observateur" et il n'a pas le droit de

Le Wimax à 4.9GHZ

vote.

L'université collabore avec le Groupe de travail sur les applications (AWG) sur la technologie de simulation pour WiMAX. Il a donné trois conférences au groupe de travail, dont l'un a été spécifiquement sur les besoins de la sécurité publique. Un des objectifs importants de l'année 2 du projet est d'accroître nos efforts au Forum au nom de la sécurité publique. Deux domaines immédiats à régler sont : l'absence d'un 4,9 GHz et le profil d'un manque général de sensibilisation aux besoins de la sécurité publique. En plus de la participation à des réunions du Forum, il prévoit de développer et de présenter un livre blanc pour le WiMAX Forum qui traduit les exigences des applications de sécurité publique dans un réseau Wimax réseau.

Tâche 5:

La dernière tâche sera de diffuser efficacement les résultats et les connaissances acquises du projet. Les chercheurs de l'université s'appuieront sur plusieurs méthodes. Tout d'abord, ils vont étendre la «meilleures pratiques» livre développés en l'an 1 du projet. Deuxièmement, ils présenteront le projet au public à travers plusieurs conférences sur la technologie de sécurité. Troisièmement, ils vont tout faire pour que le matériel (y compris les outils de test logiciel) soit disponible sur le site Web de l'Université. Ce site sera conçu pour être une source utile pour avoir l'information à la disposition des organismes sur l'utilisation de la technologie Wimax à 4.9Ghz.

a) **Performance des applications Mobiles**

A l'aide d'une combinaison de d'analyse, de simulation et de technique de mesure, nous allons explorer un ensemble d'application de base dans un

scénario mobile.

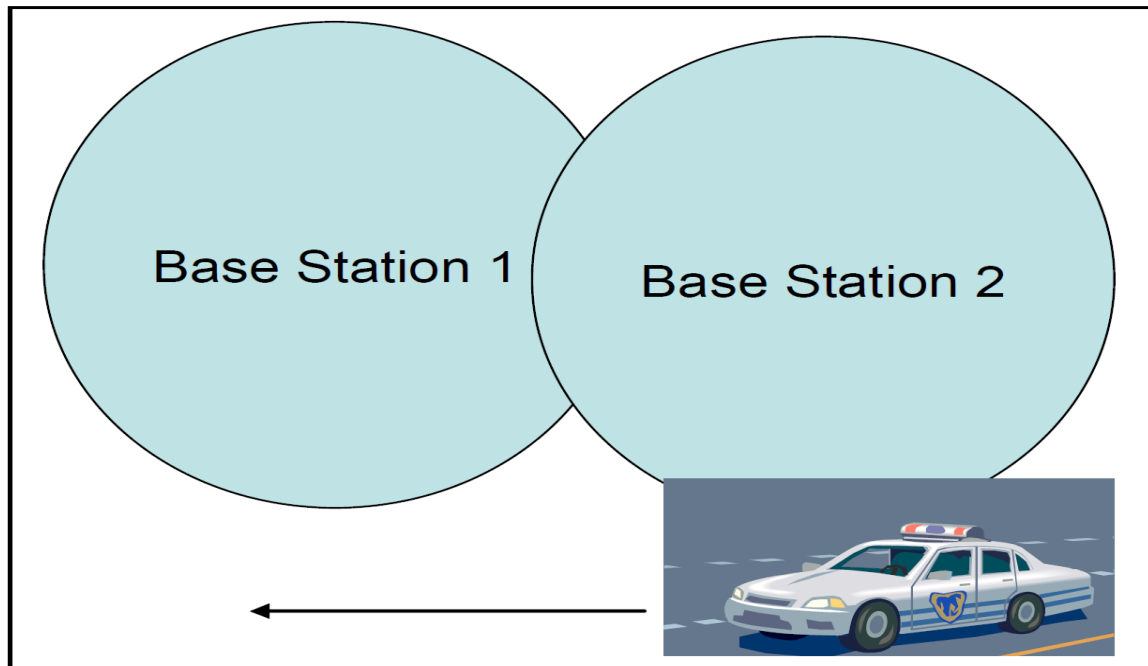


Figure 1. Mobile WiMAX Scenario

La figure 1 illustre la description de ce problème. Le véhicule est équipé d'une station abonnée 802.16e et se déplace vers une seconde Base Station. Il y aura une période où les performances diminuent. Cette période est appelé « Dead Time » et après cette période qui va durer que quelques secondes, les performances de la transmission vont s'améliorer. Bien que les caractéristiques de ce comportement ne soient pas très prise en charge sur le terrain, la vitesse des véhicules et les équipements à bord nous permettrons de fournir des données à la station de base pour faire la comparaison. Donc on s'occupera particulièrement de l'impact des Handovers sur la performance des applications telles que la VoIP et le streaming vidéo.

c- Gestion de la vidéo

Le haut débit sans fil communautaires et l'accès internet sont développés par l'Internet Multimedia Services/Subsystems (IMS). Ciblée pour les grands réseaux, les systèmes IMS gèrent les performances des ressources et les services allant de la facturation au service la clientèle. Une des composants des IMS est de fournir une bonne QoS du réseau pour supporter des applications tel que le vidéo en streaming.

Le Wimax à 4.9GHZ

Le seul inconvénient des IMS c'est qu'ils sont très volumineux et très coûteux, c'est pourquoi le réseau Wimax qui sont susceptibles de ne pas utiliser les IMS interviennent. Cependant nous prévoyons que même les petits réseaux seront nécessaires pour transporter potentiellement un grand nombre de Flux vidéo.

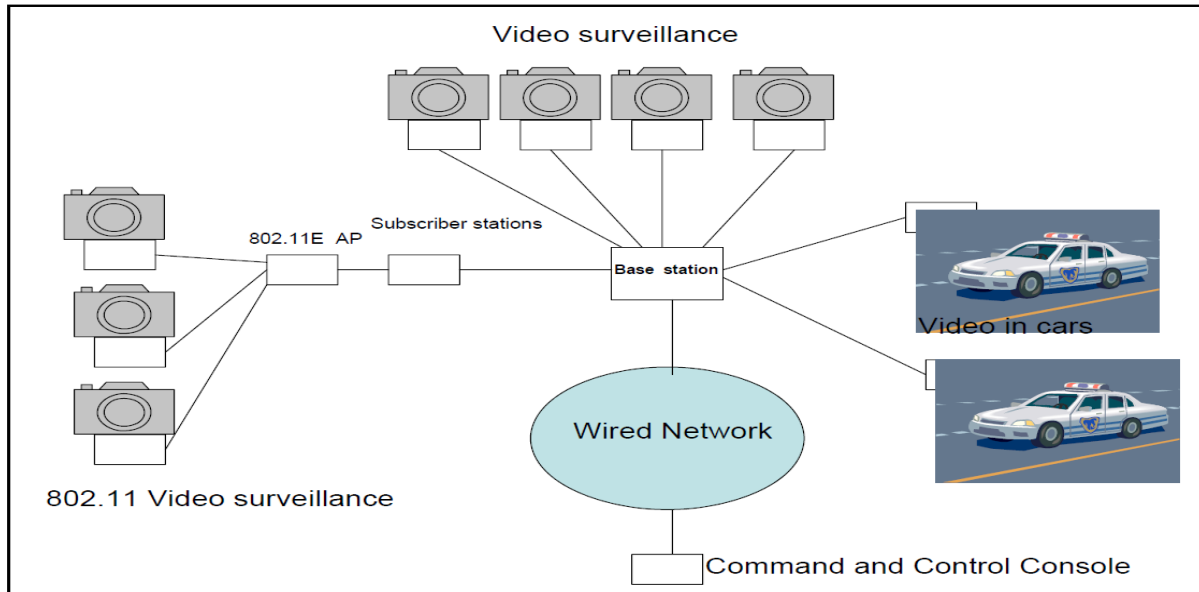


Figure 2. Video WiMAX Scenario

La figure 2 illustre un exemple de scénario. Il y a trois ensembles de périphériques vidéo :

- Un ensemble est constitué de caméras fixes de surveillance vidéo.
- Une deuxième série se compose de caméras montées dans les voitures de police.
- Et un troisième ensemble est une collection de caméras de surveillance IP 802.11e qui exigent WiMAX pour le backhaul au centre de commandement et de contrôle.

Les caméras de surveillance avancés peuvent désormais effectuer des analyses automatiquement (ou dans un dispositif de bord) et peuvent être chargé de la transmission ou des changements des taux de trame lorsqu'un mouvement est détecté ou un événement spécifique se produit. Les caméras haut de gamme, tels ceux fournis par Indigo Vision, peuvent être

Le Wimax à 4.9GHZ

programmées pour ne pas dépasser une certaine capacité de données. Une catastrophe à grande échelle est susceptible de pousser un grand nombre de périphériques vidéo à émettre. Donc ces dernières camera ne prendront que quelques poignets d'images de faibles qualités afin de ne pas consommer toute la bande passante. Un certain nombre de contrôle distribué est alors nécessaire.

Conclusion

Ce projet a été enrichissant, tant sur le plan personnel que technique. Nous avons appris à gérer les contraintes de temps, et à travailler en équipe de manière satisfaisante.

Malheureusement le temps nous a rattrapé car, nous n'avons pas approfondir le sujet, on aurait voulu étudier en profondeur l'architecture et les protocoles du Wimax à 4.9, observer le débit TCP dans la fourchette de 5,2 Mbit / s à 0,65Mbps et UDP dans la plage de 5,31 Mbit / s à 0,66 Mbps etc...

Au final, ce projet nous a quand même permit de comprendre comment le Wimax peut être utilisé pour la communication des organismes de sécurité.

RÉFÉRENCES

- I- Performance Evaluation of a Deployed WiMAX System Operating in the 4.9GHz Public Safety Band de IEEE explorer
- II- WiMAX Performance at 4.9 GHz de IEEE explorer
- III- <http://www.airspan.com/>
- IV- <http://www.lex-electronica.org/fr/>
- V- http://www.tutorialspoint.com/wimax/wimax_network_model.htm