

LKC
TK
5103.2
.W5514
2007

Centre de recherches
sur les communications
Canada

Un organisme
d'Industrie Canada

Communications
Research Centre
Canada

An Agency of
Industry Canada

IC

Technologie WiMAX au Canada

par le

WISELAB

Centre de recherches sur les
communications Canada (CRC)

Un organisme d'Industrie Canada

3701, avenue Carling, Ottawa

www.crc.ca/wislab

Le 14 février, 2007

Canada

CRC



Centre de recherches
sur les communications
Canada

Un organisme
d'Industrie Canada

Communications
Research Centre
Canada

An Agency of
Industry Canada



Technologie WiMAX au Canada

par le

WISELAB

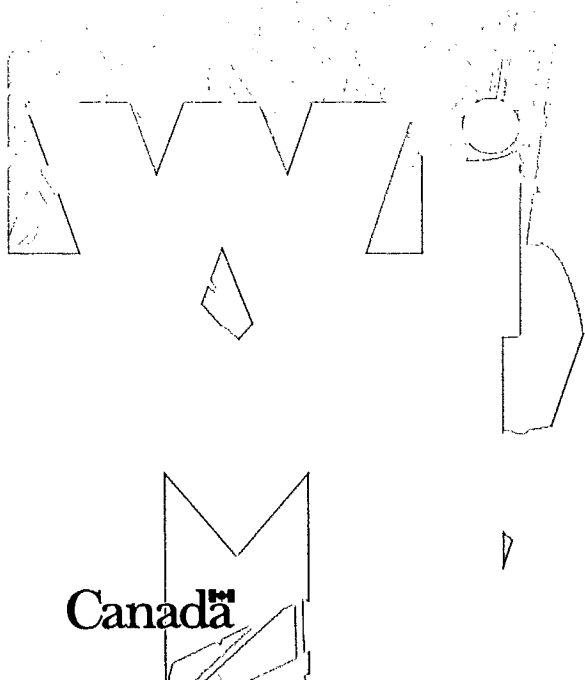
Centre de recherches sur les
communications Canada (CRC)

Un organisme d'Industrie Canada

3701, avenue Carling, Ottawa

www.crc.ca/wiselab

Le 14 février, 2007



Canada

CRC



Communications
Research Centre
Canada

An Agency of
Industry Canada

Centre de recherches
sur les communications
Canada

Un organisme
d'Industrie Canada

Technologie WiMAX au Canada

par le
Laboratoire d'ingénierie des systèmes sans fil (WISELAB)
Centre de recherches sur les communications Canada (CRC)
Un organisme d'Industrie Canada
3701, avenue Carling, Ottawa
www.crc.ca/wiselab

Le 14 février 2007

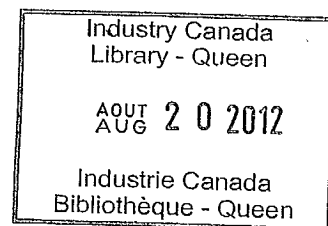


Table des matières

Résumé	3
Introduction à WiMAX	3
Architecture WiMAX	4
Activités canadiennes relatives à WiMAX	5
Conception de produits canadiens	5
Fournisseurs de services canadiens	9
Activités de recherche canadiennes	10
Activités de réglementation canadiennes	10
Annexe 1 : Évolution des communications vers la large bande	13
Annexe 2 : Définitions	15
Annexe 3 : Norme 802.16	16
Annexe 4 : Profils WiMAX	18

Résumé

Les services de communication à large bande n'ont jamais été aussi nécessaires au soutien des nouvelles applications à large bande complètes, et cela s'avère particulièrement le cas pour l'accès à large bande. Des technologies comme la ligne d'abonné numérique (DSL) et le modem câble ont permis d'offrir un accès à large bande fixe, mais seulement à des endroits circonscrits du monde où l'infrastructure était disponible. Voilà pourquoi l'accès à large bande fixe, dont la mise en place est plus rapide et moins coûteuse, est devenu une technologie cruciale pour les télécommunications. Les consommateurs réclament aussi plus de services et, ultimement, un service à large bande omniprésent peu importe l'emplacement, la plate-forme technologique ou l'appareil utilisé. Les technologies d'accès à large bande sans fil mobile joueront un rôle important à cet égard. (Veuillez consulter l'[annexe 1](#) pour une description de l'évolution des communications vers la large bande et l'[annexe 2](#) pour quelques définitions.)

La technologie **WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access)** domine les secteurs de l'accès à large bande sans fil mobile et fixe. Les faits saillants suivants établissent clairement le rôle de chef de file du Canada dans le domaine de la technologie WiMAX :

- des entreprises canadiennes ont produit deux des quatre premiers produits certifiés WiMAX;
- le Canada compte un grand nombre d'entreprises privées dans ce domaine, des fabricants d'appareils aux fournisseurs de services à large bande;
- le pays possède une perspective avant-gardiste sur les politiques et les normes nationales d'utilisation du spectre relativement aux bandes d'intérêt de WiMAX;
- le Centre de recherches sur les communications (CRC) du gouvernement canadien effectue des recherches publiques de renommée mondiale.

En tant que premier laboratoire de recherche et développement (R-D) du gouvernement fédéral dans le domaine des télécommunications de pointe, le CRC s'avère un acteur important du secteur des technologies de l'information et des communications (TIC) au Canada. Pour de plus amples renseignements, veuillez visiter le www.crc.ca.

Introduction à WiMAX

La technologie WiMAX repose sur des normes et elle permet la prestation de services d'accès à large bande sans fil mobiles et fixes. Elle s'appuie sur la norme d'accès à large bande sans fil 802.16 de l'Institut des ingénieurs électriciens et électroniciens (IEEE) (veuillez consulter l'[annexe 3](#) pour connaître l'historique et les caractéristiques), laquelle a donné naissance aux spécifications des réseaux métropolitains sans fil. Comme beaucoup de normes de l'IEEE, la norme 802.16 est complète et elle facilite la mise en œuvre d'un grand nombre de produits. La réussite d'un grand nombre de technologies fondées sur les normes 802 de l'IEEE s'explique par la définition d'un sous-ensemble de

caractéristiques et de paramètres communs qui favorisent la normalisation du matériel, la rentabilité et l'interopérabilité entre les fabricants. Le WiMAX Forum, qui est piloté par l'industrie, se charge d'assurer la compatibilité et l'interopérabilité du matériel en appliquant un processus complet de certification du matériel selon des profils WiMAX précis (veuillez consulter l'[annexe 4](#) pour découvrir la description de ces profils).

Architecture WiMAX

Dans le but de satisfaire aux exigences de l'accès à large bande sans fil mobile et fixe, la technologie WiMAX a adopté une configuration point-multipoint qui comprend des stations de base à couverture omnidirectionnelle (cellules) et des stations d'abonné qui sont installées chez les utilisateurs et qui sont munies d'antennes directives (fixes) ou omnidirectionnelles (mobiles). Que le service soit fixe ou mobile, il faut généralement superposer la couverture d'un grand nombre de stations de base pour offrir des services acceptables à une ville ou à une région (figure 1).

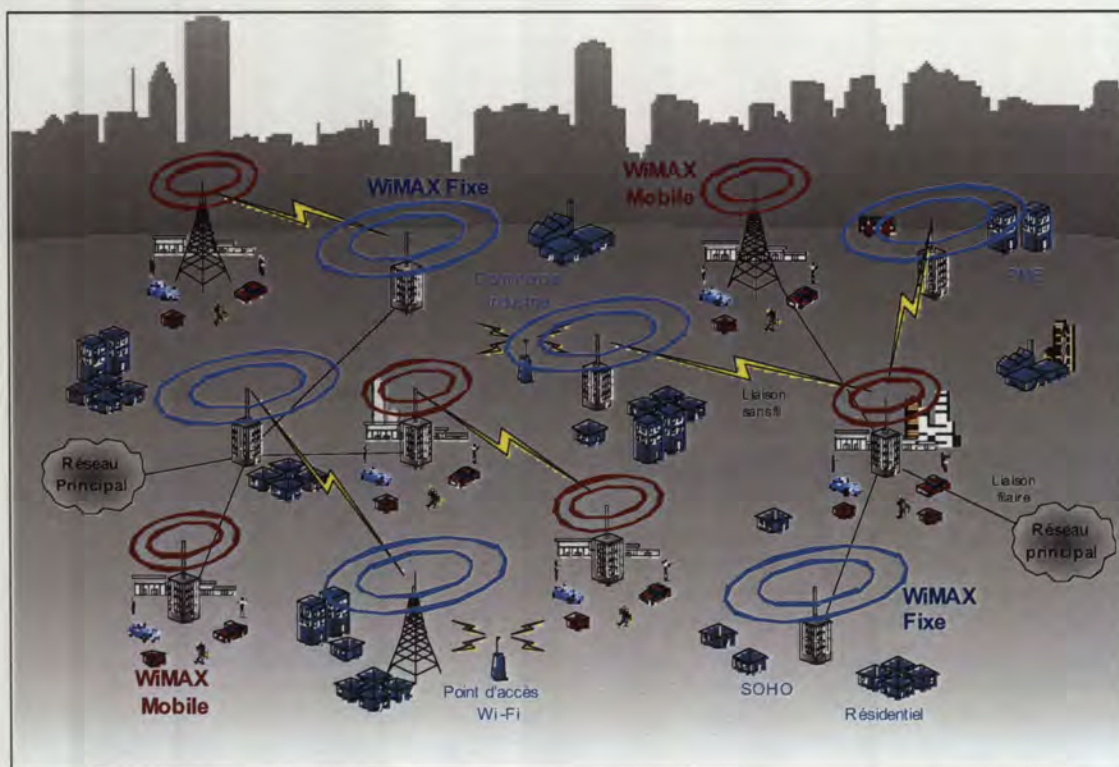


Figure 1 – Architecture de réseau WiMAX

La technologie WiMAX fixe peut notamment fournir un accès à large bande aux noyaux urbains, aux zones résidentielles, aux bureaux personnels ou domestiques (SOHO), aux petites et moyennes entreprises (PME) ainsi qu'aux secteurs commerciaux, industriels ou des affaires des municipalités. Elle peut aussi relier la technologie WiMAX mobile, les

points d'accès sans fil Wi-Fi et les communications cellulaires au réseau principal ou bien remplacer les services T1 ou E1. Les liaisons entre les cellules WiMAX fixe (liaisons intercellulaires) et le réseau principal peuvent être filaires ou point à point sans fil. La technologie WiMAX mobile peut fournir un accès à large bande avancé mobile aux appareils complets à service triple, comme les téléphones intelligents, les systèmes d'exploitation mobiles et les assistants numériques personnels.

La portée des systèmes WiMAX fixe en visibilité directe qui fonctionnent dans la bande 3,5 GHz peut atteindre jusqu'à 50 km, alors que les environnements sans visibilité directe ont plus souvent une portée variant entre 2 km et 10 km selon la démographie, la disponibilité des services, les besoins relatifs à la capacité et l'emplacement de l'équipement privé d'abonné (intérieur ou extérieur). En ce qui concerne les systèmes WiMAX mobile dans la bande 2,5 GHz, on peut habituellement obtenir une portée de 1 km à 5 km selon l'ampleur des considérations associées au déploiement. La capacité d'un canal unique des systèmes WiMAX fixe et mobile peut atteindre jusqu'à 40 Mb/s, avec la possibilité d'utiliser plusieurs canaux dans chaque cellule afin d'augmenter cette capacité.

Activités canadiennes relatives à WiMAX

Le Canada a grandement favorisé le perfectionnement de la technologie WiMAX au fil des ans et il continue de jouer un rôle prépondérant à cet égard. Il est notamment actif dans les domaines de la conception de produits, de la prestation de services de réseau et de la recherche publique. Il s'agit également d'un chef de file de la réglementation nationale.

Conception de produits canadiens

Beaucoup d'entreprises canadiennes participent à la mise au point de produits WiMAX pour les systèmes fixes et mobiles. Leurs stratégies de développement prévoient la création de jeux de puces, de composants, de modules et même de produits WiMAX complets. Voici une liste de fabricants canadiens du domaine de la technologie WiMAX (en ordre alphabétique).

BelAir Networks Inc.

www.belairnetworks.com

BelAir Networks a conçu un module de liaison 802.16 qui fonctionne dans les bandes 2,3 GHz et 2,5 GHz et qui s'intègre dans les produits maillés BelAir100 et BelAir200. Ce produit ne peut pas recevoir la certification WiMAX puisqu'aucun profil n'existe pour ces fréquences. BelAir travaille aussi sur des modules WiMAX mobile pour l'accès et la liaison dans les



bandes 2,3 GHz, 2,5 GHz et 3,5 GHz. Ces produits seront mis sur le marché vers la fin de 2007.

EION Inc.

www.eionwireless.com

Eion Inc. a commercialisé une plate-forme WiMAX fixe nommée « Libra MAX » qui opère dans la bande de 3,4 GHz à 3,6 GHz. Cette gamme de produits comprend des stations de base et une station d'abonné extérieure. D'autres produits seront disponibles plus tard en 2007, comme des versions 3,3 GHz et 3,6 GHz des produits précédents ainsi qu'une station d'abonné intérieure. Eion possède aussi une stratégie de développement de la technologie WiMAX mobile.



LOGUS Broadband Wireless Solutions Inc.

www.loguswireless.com

LOGUS Broadband Wireless Solutions conçoit actuellement une station de base WiMAX qui s'appelle « Beaver » et qui supporte les technologies fixe et mobile.

Nortel Networks

www.nortel.com

Nortel Networks, dont le siège social se trouve au Canada, travaille sur les technologies WiMAX fixe et mobile. Du côté de la technologie WiMAX fixe, Nortel offre actuellement la gamme de produits WiMAX 1000. Pour la technologie WiMAX mobile, cette société prépare la gamme de produits WiMAX 5000, c'est-à-dire une mise en oeuvre de produits 802.16e-2005 qui est fondée sur la technologie entrées multiples sorties multiples et qui sera commercialisée au cours du second trimestre de 2007. La technologie d'antenne de pointe entrées multiples sorties multiples est supportée par la technologie WiMAX mobile. La gamme WiMAX 5000 comprend des stations de base, une administration de réseau, des passerelles de réseau et des stations d'abonné mobiles qui vont des cartes PCMCIA aux téléphones intelligents ultramobiles avec voix sur IP. La première version supportera quatre bandes de fréquences, soit 1,5 GHz, 2,3 GHz, 2,5 GHz et 3,5 GHz. D'autres bandes seront incluses dans les versions ultérieures.



PMC-Sierra Ltd.
www.pmc-sierra.com

Les bureaux canadiens de PMC-Sierra participent activement au développement des modules WiMAX utilisés dans leurs produits sans fil. Cela comprend les interfaces radio publiques communes à puce unique, les architectures de station de base ouvertes et les solutions RF.

Redline Communications
www.redlinecommunications.com

Redline Communications est l'une des quatre premières entreprises à avoir reçu la certification WiMAX pour leurs produits en janvier 2006. Cette entreprise offre une vaste gamme de produits WiMAX fixe (stations de base et d'abonné), appelée « série RedMAX », qui fonctionnent dans la bande de 3,3 GHz à 3,8 GHz. Redline met aussi au point une solution WiMAX mobile, et ses produits seront disponibles dès le début du processus de certification 802.16e-2005 mobile.



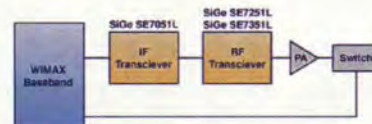
SR Telecom Inc.
www.srtelecom.com

La gamme de produits WiMAX fixe « symmetryMX » de SR Telecom comprend des stations de base et d'abonné qui fonctionnent dans différentes bandes de fréquences. Cette entreprise propose aussi une gamme de produits WiMAX mobile nommée « symmetryMXe ».



SiGe Semiconductor, Inc.
www.sige.com

SiGe est une entreprise de semiconducteurs sans fabrication. Elle offre actuellement trois circuits intégrés WiMAX, soit un émetteur-récepteur de fréquence intermédiaire, un émetteur récepteur de radiofréquence opérant dans la bande de 2,3 GHz à 2,7 GHz ainsi qu'un émetteur-récepteur de radiofréquence utilisant la bande de 3,3 GHz à 3,8 GHz.



SIGPRO Wireless Inc.
www.sigprowireless.com

SIGPRO Wireless met actuellement au point son système monopuce pour modem en bande de base numérique « FLEXIUM-GX » afin de soutenir la technologie WiMAX mobile.

SOMA Networks Canada Corporation
www.somanetworks.com

SOMA Networks prépare sa gamme de produits WiMAX mobile « FlexMAX » qui comprend des stations de base et d'abonné. La majorité des logiciels de ces produits est développée dans les installations canadiennes de cette entreprise. SOMA Networks souhaite figurer parmi les premières entreprises à commercialiser des produits certifiés au cours du premier semestre de 2007.

Trackcom Systems International Inc.
www.trackcom-sys.ca

Trackcom Systems International prépare le produit 802.16-2004 point à point « RIC 101 » qui fonctionne dans les bandes de 2,4 GHz à 2,483 GHz et de 4,9 GHz à 5,9 GHz. Trackcom prévoit aussi un produit semblable pour les bandes de 2,4 GHz à 2,7 GHz et de 3,4 GHz à 3,8 GHz.

Tranzeo Wireless Technologies Inc.
www.tranzeo.com

Tranzeo Wireless Technologies peaufine la gamme de stations d'abonné WiMAX à 3,5 GHz appelée « TR-WMX » qui sera mise sur le marché en avril 2007.

Vecima Networks Inc.
www.vecimanetworks.com

Vecima Networks possède une gamme de produits WiMAX fixe nommée « VistaMAX » (en attente de certification) pour la bande de 3,3 GHz à 3,8 GHz. Un autre produit pour la bande de 4,9 GHz à 5,9 GHz est en cours de développement. Cette entreprise collabore actuellement avec un certain nombre de fournisseurs de services canadiens pour offrir une couverture WiMAX dans des villes sélectionnées. Elle travaille aussi activement sur une famille de produits WiMAX mobile qui seront commercialisés avant la fin de 2007.

Wavesat Inc.

www.wavesat.com

Tout comme Redline, Wavesat Inc. est l'une des quatre premières entreprises à avoir reçu la certification WiMAX pour leurs produits en janvier 2006. Son produit est une station d'abonné sans fil fixe qui s'inspire de son jeu de puces WiMAX DM256 fonctionnant dans la bande 3,5 GHz. Ce jeu de puces est complet et il peut donc aussi servir à mettre au point une station de base. En ce qui concerne la technologie mobile, Wavesat travaille sur son jeu de puces WiMAX mobile « U-Mobile » qui devrait être mis sur le marché durant le dernier trimestre de 2007. Le jeu U-Mobile s'appuiera d'abord sur le profil WiBro, puis sur un profil 2,5 GHz, mais il ne fonctionnera qu'en mode de station d'abonné.



Fournisseurs de services canadiens

Beaucoup de fournisseurs de services canadiens ont déjà déployé des réseaux ou sont sur le point de le faire. Jusqu'à présent, de tels efforts ont toujours été consacrés à la technologie fixe. Il existe peu de renseignements sur les plans relatifs aux réseaux WiMAX mobile. Cela ne signifie pas un manque d'intérêt pour cette dernière technologie, mais plutôt que la publication de ce document précède de véritables activités de déploiement de la technologie mobile.

Parmi les entreprises canadiennes qui ont déjà mis en place la technologie WiMAX fixe au pays on retrouve :

Entreprise	Site Web	Bande de fréquences	Emplacement des réseaux
ABC (Allen Business) Communications Ltd	www.abccomm.com	3,5 GHz	Colombie-Britannique
High-Speed FX Communications Inc.	www.abccomm.com	3,5 GHz	Ontario
NETAGO Wireless	www.netago.ca	3,5 GHz	Alberta
NorthwesTel Inc.	www.nwtel.ca	3,5 GHz	C.-B., Yukon
Sogetel Inc.	www.sogetel.com	3,5 GHz	Québec

Parmi les entreprises canadiennes qui prévoient mettre en place des réseaux WiMAX fixe dans leurs marchés respectifs on retrouve :

Entreprise	Site Web	Bande de fréquences	Emplacement des réseaux
Chatham Internet Access	www.ciaccess.com	3,5 GHz 2,3 GHz	Ontario
Comcentric Networking Inc.	www.cni.on.ca	3,5 GHz	Ontario
Mipps Inc.	www.mipps.net	3,5 GHz	-
Pathcom Wireless Inc.	www.pathcom.ca	3,5 GHz	Ouest et Nord
RipNET Limited	www.ripnet.com	3,5 GHz	Ontario
Source Cable & Wireless Ltd.	www.sourcecable.ca	3,5 GHz	Ontario

De plus, l'un des plus prédominants services d'accès à large bande au Canada utilise des technologies antérieures à WiMAX, mais il est important. Inukshuk sans fil est un partenariat à participation égale de Bell Canada et de Rogers Communications, deux des plus grandes sociétés de télécommunication au Canada. Le réseau couvre actuellement 20 centres de partout au pays et il couvrira éventuellement 45 villes et une centaine de collectivités et de régions sans service. L'entreprise Inukshuk utilise la bande 2,5 GHz, mais elle détient aussi des licences d'utilisation du spectre pour les bandes 2,3 GHz, 2,5 GHz et 3,5 GHz.

Activités de recherche canadiennes

Le CRC, un organisme d'Industrie Canada, est le plus important centre de recherche sur les télécommunications du secteur public canadien. Différents groupes du CRC participent aux activités des groupes de travail sur la norme 802.16. En outre, la recherche relative à la technologie WiMAX porte sur la conception, la mise à l'essai, l'évaluation et l'optimisation de produits ainsi que l'analyse de la couverture des radiofréquences. Pour de plus amples renseignements, veuillez consulter le <http://www.crc.ca/fr/html/wiselab/home/home>.

Activités de réglementation canadiennes

Cette section décrit les politiques canadiennes d'utilisation du spectre relatives aux bandes de fréquences qui pourraient servir aux applications WiMAX mobile et fixe. Industrie Canada est responsable de l'élaboration des politiques et des normes de réglementation de l'utilisation du spectre. Industrie Canada ne désigne aucune partie du spectre pour des technologies précises comme WiMAX, mais on peut utiliser la

technologie WiMAX dans les bandes pertinentes à condition qu'elle respecte les limites techniques définies.

Bande de 2,3 GHz

Cette bande du spectre, choisie pour le service de communication sans fil, compte deux blocs de 15 MHz situés entre 2 305 MHz et 2 320 MHz et entre 2 345 MHz et 2 360 MHz et est utilisée par les services fixes et mobiles. Elle a été octroyée par licence à un grand nombre de titulaires par région du Canada lors d'une mise aux enchères.

Bande de 2,5 GHz

Le spectre compris entre les bandes de 2 150 MHz à 2 156 MHz, de 2 500 MHz à 2 596 MHz et de 2 686 MHz à 2 688 MHz est actuellement réservé aux systèmes de communication multipoints pour les services fixes. Le découpage en canaux du bloc du milieu se fait par tranches de 6 MHz. En 2006, Industrie Canada a adopté de nouvelles politiques pour cette bande dans le but de permettre aux titulaires actuels d'offrir des services mobiles à condition de remettre le tiers de leur spectre à Industrie Canada. En conséquence, Industrie Canada mettra en œuvre un nouveau plan pour cette bande.

Bande de 2,6 GHz

Le spectre compris entre les bandes de 2 156 MHz à 2 162 MHz, de 2 596 MHz à 2 686 MHz et de 2 688 MHz à 2 690 MHz est réservé aux systèmes de distribution multipoints et il peut être utilisé pour la radiodiffusion et les services à large bande fixes. Le découpage en canaux du bloc du milieu se fait par tranches de 6 MHz, et les licences ont été octroyées à l'échelle régionale à un nombre considérable d'entreprises de radiodiffusion. Comme c'est le cas pour la bande de 2,5 GHz, les titulaires actuels sont autorisés à offrir des services mobiles à condition de remettre le tiers de leur spectre à Industrie Canada. Toute partie non attribuée du spectre dans le bloc de 2 596 MHz à 2 690 MHz est disponible pour le développement de services à large bande fixes et mobiles. Encore une fois, Industrie Canada mettra en oeuvre un nouveau plan pour cette bande.

Bande de 3,5 GHz

Au Canada, la bande de 3,5 GHz, réservée à l'accès à large bande fixe, est constituée d'une bande de spectre de 175 MHz comprise entre 3 475 MHz et 3 650 MHz. Cette partie du spectre est attribuée à l'échelle régionale sous la forme de trois blocs composés de deux sections de 25 MHz chacune et d'un bloc de 25 MHz. Le tableau suivant décrit chaque bloc de licences.

Tableau 1 – Blocs de licences 3,5 GHz

Bloc de spectre	Fréquence inférieure (MHz)	Fréquence supérieure (MHz)
D/H	3 475-3 500	3 575-3 600
E/J	3 500-3 525	3 600-3 625
F/K	3 525-3 550	3 625-3 650
G	3 550-3 575	s. o.

Un certain nombre de titulaires de licence d'utilisation du spectre au Canada mettent en place un service à large bande sans fil à l'aide d'appareils WiMAX et antérieurs à WiMAX.

Bande de 3,65 GHz à 3,7 GHz

En août 2006, Industrie Canada a proposé la préparation de nouvelles modalités d'octroi de licences pour le nouveau service de radiodiffusion sans fil dans la bande de 3,65 GHz à 3,7 GHz. Ce service de radiodiffusion sans fil satisfait aux exigences des services fixes et mobiles.

Bande de 4,9 GHz

Le Canada a résolu les principaux problèmes relatifs à la mise en œuvre des services de sécurité publique dans la bande de 4 940 MHz à 4 990 MHz, y compris les règles d'admissibilité, d'octroi de licence, techniques et de service.

Bande de 5,8 GHz

Le spectre compris entre 5,725 GHz et 5,85 GHz est mis à la disposition des services sans fil point à point exempts de licence.

Annexe 1 : Évolution des communications vers la large bande

L'industrie et le marché mondiaux des télécommunications ont évolué considérablement au cours des dernières décennies et beaucoup d'innovations technologiques ont transformé radicalement les moyens de communication. Dernièrement, deux de ces innovations, soit l'arrivée de la téléphonie cellulaire sans fil et la numérisation des communications, ont contribué grandement à la croissance extraordinaire des réseaux de communication. La première innovation a favorisé la multiplication rapide des appareils de communication vocale dans presque tous les secteurs de la société et à l'échelle mondiale. La technologie sous-jacente qui a rendu possible ce service était sans fil et configurée selon une architecture de réseau cellulaire point-multipoint pour permettre la prestation d'un service accessible de qualité.

La deuxième innovation ayant perturbé le domaine des télécommunications a été la numérisation des communications, qui a eu de nombreuses incidences sur l'industrie. Par exemple, Internet (et les réseaux de communication de données en général) ont vu le jour grâce aux communications numériques. Fait encore plus marquant, elle a récemment permis la prestation du « service triple » à l'aide d'un seul réseau. Dans le domaine des télécommunications, le « service triple » est le terme servant à commercialiser Internet à débit élevé ainsi que la transmission de vidéos et de la voix au moyen d'une seule connexion réseau.

Ce regroupement des types de trafic en un seul réseau commun a forcé les exploitants à proposer à leur clientèle une offre groupée et complète de services. Ce faisant, ils ont rendu nécessaire la connectivité à large bande pour chaque client de leur réseau afin de pouvoir soutenir ces applications à très large bande. Dans la plupart des cas, ce sont les fournisseurs de services fixes, comme les compagnies de téléphone et les câblodistributeurs, qui ont favorisé l'adoption de la large bande, avec la technologie DSL et le modem câble respectivement, mais seulement dans des régions du monde possédant déjà les infrastructures nécessaires (villes des pays développés).

La majeure partie de la clientèle éventuelle à l'échelle mondiale n'a pas encore accès au service à large bande parce que les infrastructures de cuivre ou du câble sont insuffisantes ou inexistantes. Cette mise en œuvre limitée du service à large bande a permis aux fournisseurs de services sans fil fixes de constater les occasions d'affaires dans ce domaine et les a incités à devenir rapidement des acteurs importants. De plus, ils ont un avantage sur les technologies filaires, comme le fil de cuivre ou le câble, car ils peuvent joindre un grand nombre de clients en très peu de temps et pour un coût de mise en œuvre beaucoup moindre. Cela leur permettra donc d'exploiter le marché de l'accès à large bande dans bien des pays sans service. Voilà le secteur où les produits d'accès fixe WiMAX joueront un rôle prédominant.

Outre la croissance soutenue des services à large bande fixes, les consommateurs réclament des services complets n'importe où, n'importe quand. Les fournisseurs de services et de réseaux doivent donc relever un autre défi, c'est-à-dire qu'ils doivent offrir un service triple à large bande plus accessible à leur clientèle sans égard à l'emplacement, à la plate-forme technologique ou au matériel utilisé. Par exemple, un utilisateur souhaite accéder à l'ensemble des applications et des services à l'aide d'un seul appareil ou interface de communication, et ce, peu importe s'il se trouve au travail, sur la route, à la maison, au chalet, dans l'avion, dans le train, dans une autre ville ou ailleurs dans le monde.

Dans un tel contexte, l'expérience de communication de cet utilisateur sera bien meilleure s'il peut profiter de son service à large bande à n'importe quel endroit. On résout la première partie du problème en offrant à l'utilisateur un accès à large bande fixe à la maison et au bureau. On s'attaque à la deuxième partie du problème en permettant à l'utilisateur d'accéder au réseau dans des lieux publics, à l'hôtel et dans des bureaux éloignés au moyen de points d'accès sans fil et de réseaux d'entreprise privés (nomades), bien que la portabilité et la mobilité soient restreintes. Le dernier élément problématique est celui qui exige le plus d'efforts de développement. En effet, il consiste à offrir un accès à large bande sans fil pour une multitude de plates-formes sans fil mobiles ou portatives et, de préférence, pour le même appareil.

Selon l'emplacement de l'utilisateur à tout moment, cela sera rendu possible grâce à diverses technologies comme la technologie cellulaire, les réseaux locaux sans fil, la technologie à large bande mobile, Bluetooth et l'ultralarge bande. Parmi ces technologies, la technologie WiMAX mobile est positionnée avantageusement dans le domaine de la technologie à large bande mobile pour y jouer un rôle important.

Ces modes novateurs de prestation de services de communication à la clientèle posent toutefois certains problèmes. Premièrement, les différents domaines des technologies sans fil et multimédias numériques doivent converger dans le but d'offrir des applications et des services de façon transparente à un seul appareil malgré plusieurs plates-formes de communication. Deuxièmement, il faut perfectionner les applications fixes du service triple pour les écrans d'ordinateur et les téléviseurs, mais aussi les applications mobiles pour les téléphones intelligents, les systèmes d'exploitation mobiles et les assistants numériques personnels. Troisièmement, il faut installer les technologies sans fil requises aux bons endroits de manière à garantir un service omniprésent et transparent à tous les utilisateurs. Finalement, les fournisseurs de services devront coordonner leurs efforts pour résoudre de nombreux problèmes, comme la facturation et les lignes de démarcation de la couverture. Quand tous ces problèmes auront été résolus, il sera possible d'offrir des services sans fil complets qui répondront aux besoins de l'accès à large bande.

Annexe 2 : Définitions

Large bande – La définition de la large bande évolue avec le temps et le contexte dans lequel elle est utilisée. L'exemple suivant sert donc à illustrer cette signification : l'accès à haut débit à Internet offert par la technologie DSL et le modem câble est considéré comme un service à large bande, alors que la communication de la voix appartient plutôt à la bande étroite.

Accès – Les réseaux de télécommunication comportent généralement trois couches hiérarchiques, soit les couches du noyau, de la distribution et de l'accès (figure 2). La couche du noyau est composée de vastes nœuds interreliés par des liaisons de données à débit très élevé. La taille des nœuds et les liaisons sont déterminées par la taille du réseau. La couche de distribution est formée de nœuds de taille moyenne qui préparent et dirigent le trafic des utilisateurs du réseau vers les nœuds du noyau ou vers d'autres nœuds de distribution selon les besoins. La couche d'accès est l'endroit où se trouvent les stations de base, l'équipement privé d'abonné, les stations d'abonné et les appareils des utilisateurs. C'est aussi à cet endroit que toutes les communications du réseau débutent et aboutissent.

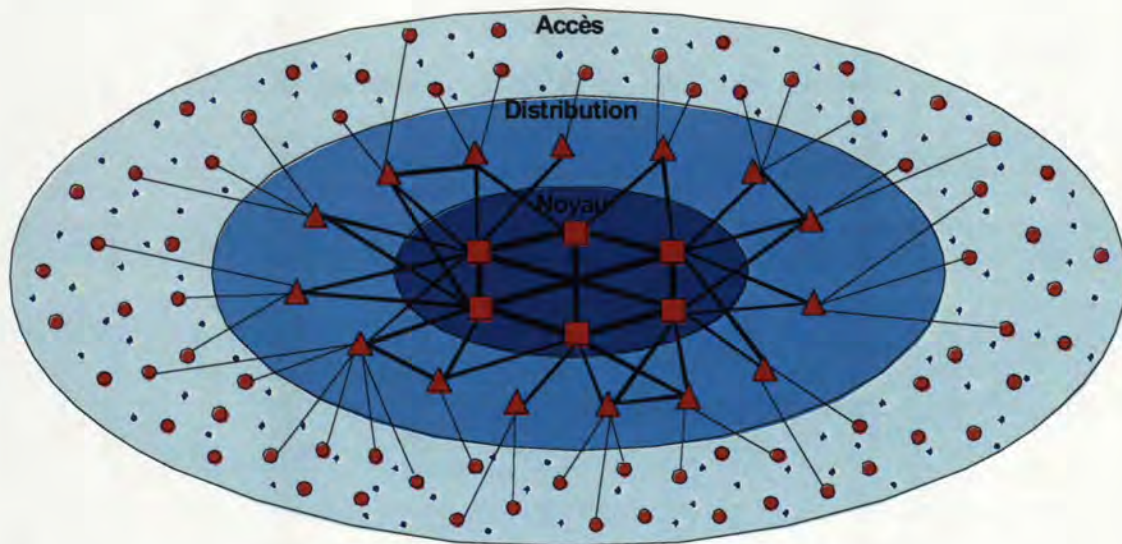


Figure 2 – Réseau de télécommunication

Accès à large bande sans fil – Par extension, il s'agit de la prestation d'applications à large bande complètes à la clientèle au moyen d'appareils d'accès à très large bande qui utilisent des plates-formes sans fil fixes ou mobiles. Cette capacité est essentielle, car la mise en œuvre du service à large bande à l'échelle mondiale est encore très limitée.

Annexe 3 : Norme 802.16

Les produits WiMAX reposent sur la deuxième génération de la norme 802.16 pour laquelle sont définies des technologies à large bande fixes et mobiles à basse fréquence. Il est toutefois intéressant de connaître les caractéristiques de la norme initiale et les précieuses leçons qui en découlent.

Norme 802.16 – Première génération

Les premiers travaux du groupe de travail de l'IEEE étaient bien planifiés, mais ils se sont butés à des problèmes qui ont limité la réussite commerciale des produits de première génération de la norme :

- la nécessité d'avoir des conditions de déploiement en visibilité directe à cause des systèmes fonctionnant dans les bandes de fréquences élevés, soit entre 10 GHz et 66 GHz. Cet obstacle au déploiement a limité le nombre de clients éventuels pour les fournisseurs de services et empêché l'intégration de la mobilité dans de tels systèmes;
- l'absence d'un représentant de l'industrie responsable de la vérification de l'interopérabilité du matériel fondé sur la norme 802.16;
- les coûts relativement élevés de la mise en œuvre des produits pour les bandes de fréquences choisies. L'absence d'économies d'échelle a d'ailleurs aggravé ce problème;
- les procédures complexes d'installation (visibilité directe, alignement de l'antenne privée des clients en raison de la grande directivité, équipement privé exigeant une fréquence spécifique).

Les éléments précédents, en parallèle avec la baisse de l'industrie de la haute technologie en 1999, ont engendré des obstacles insurmontables qui ont gênés considérablement le succès de la première génération de technologies de la norme 802.16.

Norme 802.16 – Deuxième génération

Malgré ces contretemps dans le développement d'une solution à large bande sans fil, il fallait toujours, et même plus que jamais, offrir un service à large bande à tous les secteurs de la société. La norme 802.16 a donc poursuivi son évolution de deux manières. La première a été la diffusion de la norme 802.16-2004 (en juin 2004) qui concernait les solutions sans fil fixes et nomades et comprenait toutes les normes remplacées, comme les normes 802.16a, 802.16c et 802.16d. La deuxième a été la publication d'un document englobant les normes 802.16e-2005 et 802.16-2004/Cor1-2005 (en février 2006). Ce document complète la norme 802.16-2004; il ne la remplace pas. La norme 802.16e-2005 de ce document ajoutait des spécifications sur la mobilité, alors que la norme 802.16-2004/Cor1-2005 corrigeait les erreurs, les incohérences et les ambiguïtés de la norme 802.16-2004. Pendant l'élaboration de cette norme de deuxième génération, le

groupe de travail sur la norme 802.16 de l'IEEE n'a jamais oublié les obstacles précédents qui avaient empêché la réussite de la première norme 802.16.

802.16-2004

La norme 802.16-2004 de l'IEEE et les modifications comprises dans la norme 802.16-2004/Cor1-2005 ont servi de fondements à la technologie WiMAX fixe. Les caractéristiques les plus importantes de cette norme 802.16 révisée sont les suivantes :

- un fonctionnement dans la bande de fréquences de 2 GHz à 11 GHz pour permettre les configurations sans visibilité directe et l'utilisation des systèmes à portabilité restreinte;
- une technique de traitement à plusieurs porteuses pour le multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence;
- des versions sans fil en visibilité directe ou non;
- une stratégie de migration pour la portabilité et la mobilité (802.16e);
- le découpage en canaux de 1,75 MHz à 20 MHz;
- la modulation adaptative.

802.16e-2005

Tel qu'il a été indiqué précédemment, la portion 802.16e-2005 de la norme de l'IEEE et les sections pertinentes de la norme 802.16-2004 concernent les systèmes sans fil favorisant la portabilité et la mobilité et servent de fondements à la technologie WiMAX mobile. Les caractéristiques de cette norme sont les suivantes :

- un fonctionnement dans les fréquences inférieures à 6 GHz;
- une technique de traitement à plusieurs porteuses pour l'accès multiple par répartition orthogonale de la fréquence évolutive;
- des versions pour visibilité directe ou non;
- un meilleur soutien pour la technologie d'antenne entrées multiples sorties multiples et les systèmes d'antennes adaptatives;
- le découpage en sous-canaux;
- des largeurs de bande de canaux évolutive de 1,25 MHz à 20 MHz avec des tailles de transformation de Fourier rapide correspondantes;
- une meilleure couverture intérieure.

Ces deux listes de caractéristiques démontrent clairement que le groupe de travail sur la norme 802.16 a su tenir compte des spécifications précédentes de la norme 802.16 pendant l'élaboration des nouvelles spécifications.

Annexe 4 : Profils WiMAX

La principale fonction de la technologie WiMAX consiste à créer des profils de conception fondés sur la norme 802.16 dans le but de certifier des appareils. Elle favorise donc l'interopérabilité entre les fournisseurs et permet de faire des économies d'échelle.

Profils WiMAX fixe

Le WiMAX Forum s'est d'abord concentré sur les profils de la norme 802.16-2004 (et la norme 802.16-2004/Cor 1-2005). Le tableau suivant présente les cinq profils WiMAX pour l'accès fixe.

Tableau 2 – Profils WiMAX fixe

Bande de fréquences (MHz)	Duplexage	Largeur de bande de canal (MHz)	Norme de l'IEEE
3 400-3 600	DT	3,5	802.16-2004
3 400-3 600	DF	3,5	802.16-2004
3 400-3 600	DT	7	802.16-2004
3 400-3 600	DF	7	802.16-2004
5 725-5 850	DT	10	802.16-2004

DT : duplexage temporel

DF : duplexage fréquentiel

Les profils précédents peuvent s'appliquer aux configurations point-multipoint ou point à point et permettre une modulation adaptative à l'aide de divers schémas de modulation (64 QAM, 16 QAM, QPSK et BPSK). Dans la plupart des administrations du monde, la bande 3,5 GHz est octroyée par licence, alors que la bande 5,8 GHz est réservée pour les applications exemptes de licence (semblables aux produits 802.11a et de l'infrastructure nationale d'information exemptée de licence).

Jusqu'à présent, 29 certificats WiMAX ont été délivrés pour des produits comme des jeux de puces, des trousseaux de référence, des stations de base et de l'équipement privé d'abonné. Deux des quatre premiers certificats délivrés le 19 janvier 2006 ont été remis aux fabricants canadiens Wavesat et Redline.

Profils WiMAX mobile

La technologie WiMAX mobile se concentre sur les systèmes sans fil favorisant la portabilité et la mobilité. Elle définit essentiellement les fonctions nécessaires à la prestation d'un véritable service à large bande à un débit maximal de 120 km/h tout en garantissant la disponibilité d'un service comparable pour les technologies d'accès filaire à large bande. Le tableau suivant présente les profils WiMAX mobile actuels.

Tableau 3 – Profils WiMAX mobile

Largeur de bande de canal (MHz)	Taille de la TFR SOFDMA	2,3-2,4 GHz	2,305-2,320, 2,345-2,360 GHz	2,496-2,690 GHz	3,3-3,4	3,4-3,8 GHz
1,25	128					
3,5	512		DT			
5,0	512	DT	DT	DT	DT	DT
7,0	1 024				DT	DT
8,75	1 024	DT				
10,0	1 024	DT	DT	DT	DT	DT
20,0	2 048					

TFR : transformation de Fourier rapide

Les profils précédents évolueront évidemment à mesure que de nouvelles bandes de fréquences deviendront disponibles et que de nouvelles exigences seront déterminées. Toutes les bandes de fréquences énumérées ci-dessus font généralement partie des fréquences autorisées du spectre dans la plupart des pays. Au moment d'aller sous presse, aucun certificat n'avait encore été délivré pour la technologie WiMAX mobile, mais le premier devrait l'être au cours du second semestre de 2007.

WiBro

WiBro est un terme souvent associé à la technologie WiMAX mobile. Il s'agit du nom du service de la technologie WiMAX mobile en Corée qui utilise un profil WiMAX de 2,3 GHz et une largeur de bande de canal de 8,75 MHz.

