



Comprendre / Dossiers / Informatique & Réseaux

WiMAX, haut-débit sans-fil de demain ?

le 10/03/2005

Alors que la demande de connexions à Internet haut-débit se fait croissante, les accès de type ADSL se multiplient, mais ils ne permettent pas la souplesse d'une connexion sans-fil. Wi-Fi, grâce aux efforts de nombreux acteurs pour en faire une solution interopérable quelques-soient les équipements utilisés, apporte une première réponse, malheureusement restreinte à la fois en débits (quelques megabits à partager entre utilisateurs) et en couverture (quelques dizaines de mètres autour d'un point d'accès).



WiMAX est une réponse pour des connexions sans-fil à haut-débit sur des zones de couverture de plusieurs kilomètres, permettant des usages en situation fixe ou en mobilité. C'est surtout un ensemble de standards en cours de conception, avec ses enthousiastes qui créent déjà des produits et déploient des réseaux, et ses sceptiques qui pensent que l'échec de la boucle locale radio ces dernières années va se reproduire avec WiMAX. Cette introduction donne quelques clés pour comprendre l'environnement dans lequel WiMAX évolue.

WiMAX est une initiative et un consortium, [le WiMAX Forum](#), qui s'est montée en 2003 pour permettre la convergence et l'interopérabilité entre deux standards de réseaux sans fils auparavant indépendants : HiperMAN, proposé en Europe par l'ETSI ([European Telecommunications Standards Institute](#)) et 802.16 proposé par l'IEEE ([Institute of Electrical and Electronics Engineers](#)).



WiMAX est un acronyme pour World Interoperability for Microwave AccessWorld Interoperability for Microwave Access.

WiMAX est avant tout une famille de normes, certaines encore en chantier, définissant les connexions à haut-débit par voie hertzienne. C'est également un nom commercial pour ces normes, comme l'est Wi-Fi pour 802.11 (la Wi-Fi Alliance est en cela comparable au WiMAX Forum).

WiMAX décrit des technologies hertziennes destinées principalement à des architectures point-multipoint : à partir d'une antenne centrale on cherche à toucher de multiples terminaux. WiMAX promet des débits de plusieurs dizaines de megabits/seconde sur des rayons de couverture de quelques dizaines de kilomètres. WiMAX adresse notamment le

marché des réseaux métropolitains, le MAN (metropolitan area network) de HiperMAN.

Les acteurs et les commentateurs ont fini par rendre WiMAX et 802.16 synonymes, donnant l'impression -fausse- que WiMAX est une histoire entièrement américaine, mais les travaux sur Hiperman font toujours bien partie intégrante de WiMAX.

Plusieurs standards relèvent du terme WiMAX : les plus avancés concernent les usages en situation fixe (le client ne bouge pas), mais une version mobile (connexion à haut-débit en situation de mobilité) est également prévue un peu plus tard.

Un des enjeux actuels dans le monde des télécommunications est le suivant : les réseaux haut-débit se feront-ils sur des bases filaires (fibre optique notamment), sans-fil ou mixtes ? Le WiMAX est une des réponses possibles, mais il fait face lui-même à plusieurs défis :

- comment le WiMAX peut-il s'inscrire dans le paysage du wi-fi ?
- quand et de quelle manière le WiMAX évoluera vers la mobilité ?
- va-t-on vers un haut-débit sans-fil universel : le « toujours connecté » des réseaux pervasifs ?

Courant 2004, WiMAX a réuni plusieurs espoirs :

- aménagement numérique du territoire : pour les collectivités dans tous les pays, WiMAX est une solution d'infrastructure télécom pour toucher les régions qui n'ont pas encore accès au haut-débit, voire qui n'ont pas du tout accès à Internet
- modèle économique viable : à part quelques sceptiques (qui sont tout de même membres du WiMAX Forum), tout le monde s'accorde à dire que le WiMAX a sa place dans le paysage des télécommunications, et qu'il ne sera pas un échec comme la boucle locale radio il y a quelques années
- technologique : les efforts du WiMAX Forum pour l'émergence de standards permettant l'interopérabilité des équipements produits porte déjà ses fruits : des équipements dits « pre-WiMAX » existent, et seront compatibles dès l'année 2005 avec les standards ratifiés.

Plusieurs définitions sont possibles et acceptées depuis quelques années :

- **eEurope 2005 (mai 2002)** : prise en charge des transmissions au delà de 2 Mb/s et fonctionnalité d'accès permanent
- **CIADT juillet 2001** : référence à 2 Mb/s à l'horizon 2005
- **CES** : ([rapport Haut Débit mobile , André Marcon, 2001](#)) notion évolutive, liée à un contexte technologique daté. "ce que je n'ai pas encore..." Débits autorisant des services et usages difficilement généralisables sur l'ensemble du territoire pour un état donné de la technologie
- **Groupe de travail «services large bande» canadien (2002)** : liaison bidirectionnelle prenant en charge des applications vidéo interactives intégrales soit, en 2002, 1.5 Mb/s par utilisateur et, en 2004, de l'ordre de 4 à 6 Mb/s
- **Enquête Taylor Nelson Sofres (2001)** : pour les PME débit supérieur à 256 Kb/s
- **Des promesses** : bien plus que 128 kbits/s ; Connexion permanente ; Connexion immédiate ; IP fixe ; Confort d'utilisation ; Des services sur mesure ; De nouveaux services et de nouvelles applications.

Ces promesses sont les caractéristiques les plus importantes du haut-débit : rapidité de transmission dans les deux sens, permanence de l'accès, continuité du réseau, et de plus

en plus des temps de latence les plus courts possibles (pour le confort des échanges vocaux et vidéo), une stabilité des débits et un maximum de sécurité. Même avec des débits faibles (ce que certains désignent par « débits fluides ») de l'ordre de quelques centaines de kbit/s (cas des réseaux de téléphonie mobile de troisième génération), l'appellation haut-débit se justifie car certaines des caractéristiques ci-dessus sont présentes.

Caractéristiques obligatoires	
Vitesse	Rapidité de transmission, <i>dans les deux sens</i>
Permanence	La connexion au réseau s'effectue dès que l'ordinateur y est relié, sans attendre un temps de prise de connexion (modem ou numéris) relativement long, et surtout sans coupure même quand aucune activité réseau n'est en cours
Continuité	Le réseau local de l'entreprise se prolonge de manière naturelle par l'Internet
Caractéristiques souhaitables	
Temps de latence	Il doit être le plus petit possible entre l'envoi d'une commande, d'une requête, d'un paquet d'informations, et la réponse, la réaction du serveur en face
Stabilité des débits	Pour des applications comme la transmission de la voix ou de l'image, les débits doivent être suffisamment stables, avec un minimum garanti, et prédictibles
Sécurité	Bien qu'étant connectés en permanence à Internet, les réseaux locaux ne sont pas exposés de manière exagérée aux attaques

D'après "Hauts Débit" ouvrage collectif ACSEL & FING.

• A - Constitution d'un réseau de télécommunications

Un réseau de télécommunications est articulé autour de trois composantes, souvent désignées par « technologies réseaux ».

- **Des infrastructures** : ouvrages, génie civil, supports physiques ;
- **Le réseau télécom proprement dit** : équipements techniques qui assurent le transport des flux d'information et sont mis en oeuvre par les opérateurs de télécommunications ;
- **Les services** : applications et usages des contenus transportés par ces réseaux.

Le réseau télécom proprement dit est constitué d'un réseau de desserte, ramenant sur un réseau de collecte, branché sur un réseau de transport.

Le réseau de desserte est ce qu'on appelle la boucle locale (en référence au dispositif technique en cuivre qui effectue une boucle entre la prise de téléphone et le dernier équipement de l'opérateur télécom au bord de son réseau).

On dit également le "dernier kilomètre" ("last mile" en anglais), mais il est de plus en plus courant d'entendre "premier kilomètre" pour rappeler que c'est l'utilisateur qui est au centre du dispositif (et non pas sur les bords) et que c'est de lui que partent de plus en plus les initiatives d'usages voire de construction de réseaux.

On y retrouvera peut-être des gens du Faou venus directement à l'arrêt de bus, ou des gens de l'Hopital-Camfrout ayant emprunté un autre moyen de desserte : c'est la collecte. Enfin, de la gare de Brest à Montparnasse, c'est le réseau de transport.

● C - La boucle locale... radio

Aujourd'hui la boucle locale repose principalement sur les lignes téléphoniques et le câble pour les particuliers, et parfois la fibre optique pour les entreprises. **Chaque nouvelle installation (ou mise à jour) demande des travaux de génie civil, fort coûteux**. La possibilité d'offrir une boucle locale par voie hertzienne est donc synonyme d'économies, de déploiements plus rapides et d'un environnement qui peut être préservé, sans parler de la possibilité de relier des zones difficilement accessibles autrement.

La boucle locale radio (BLR) est une technologie fondée sur la transmission hertzienne. **Elle utilise des signes radio large bande, pour raccorder les clients en se substituant à la paire de cuivre, la fibre optique ou encore le satellite**. Les usagers accèdent ainsi à tous les types de services de télécommunications : Internet, téléphonie et transmission de données.

En bref, la BLR **en France** est une technologie de connexion :

- **Sans fil** : utilise les ondes radio comme moyen de transmission ;
- **Fixe** : le récepteur doit être fixe et ne peut être mobile comme dans le cas du GSM (la téléphonie mobile classique) ;
- **Bidirectionnelle** : la liaison se fait dans les deux sens opérateur client ; client opérateur ;
- **Dans un rayon de 3 à 6 Kms** autour de la Station de Base ;
- **Dans une bande de fréquence de 3,5GHz ou 26 Ghz**, soit une capacité de débit pouvant aller jusqu'à 10Mbit/s (Source: site ART).

● D - Ce qui s'est passé en France avec la BLR

[Voir l'historique sur le site de l'Autorité de Régulation des Télécommunications](#) »

Deux opérateurs disposent en France en 2004 de licences de boucle locale radio sur tout le territoire, alors que plusieurs dizaines avaient postulé lors des premières attributions de licences en 2000. **De nombreux opérateurs ont en effet jeté l'éponge, et leurs fréquences ont été rendues disponibles, mais de nombreux créneaux de fréquences n'ont pas été repris. Il ne reste aujourd'hui que six opérateurs :**

- **9 Telecom Entreprise** (groupe LD Com, ex FirstMark), opérateur métropolitain et national
- **Altitude Telecom** opérateur métropolitain et national, et sa filiale Broadnet France, opérateur métropolitain et régional
- **Cegetel La Réunion, Médiaserv et XTS Network** dans les DOM

Une des bandes de fréquence de la BLR, celle en 3,5GHz, est également une des bandes qui est adressée par le WiMAX. Il y a donc eu un regain d'intérêt sur cette bande dès que l'on a commencé à parler de WiMAX. Comme de nombreuses ressources étaient devenues disponibles dans cette bande de fréquence, suite au retrait de la grande majorité des acteurs, l'Autorité de Régulation des Télécommunications a lancé durant l'été 2004 une consultation publique afin d'évaluer l'intérêt du marché pour la technologie WiMAX, et l'intérêt éventuel d'ouvrir d'autres bandes de fréquences (3,4 - 3,8 GHz) pour la boucle locale radio.

Cette consultation, dont les résultats ont été rendus publics en décembre 2004, est également l'occasion pour l'Autorité de réfléchir à l'établissement de nouvelles modalités d'attribution de fréquences. Nous y reviendrons.

Un des objectifs fondateurs du WiMAX Forum est la recherche de l'interopérabilité : elle est

obtenue par les voies de la normalisation et de la certification, et est un des enjeux majeurs du WiMAX, comme elle l'a été, avec un assez bon succès, pour le Wi-Fi. C'est un enjeu d'autant plus important que WiMAX est défini pour une large bande de fréquences, de 2 à 66GHz, dans laquelle on trouve des technologies existantes, comme le Wi-Fi, et qui autorise des débits, des portées et des usages très variés.

Cette multiplicité des bandes de fréquences visées, des débits, portées et usages possibles, est d'ailleurs le principal écueil dans lequel le commentateur tombe : selon l'angle choisi, WiMAX est tour à tour un simple prolongement du Wi-Fi (le Wi-Fi du futur), le coeur de réseau du Wi-Fi (sa destinée la moins passionnante), ou mieux, la convergence du Wi-Fi et du réseau cellulaire de troisième génération (UMTS, dite « la 3G ») et du Wi-Fi.

Pour en saisir toutes les possibilités, il faut d'abord rencontrer les divers membres de la famille WiMAX, en fait ceux de la famille 802.16.

● A - La famille 802.16

WiMAX réunit donc plusieurs standards, tous à des états d'avancement différents, qui sont autant d'axes de travail du groupe IEEE 802.16 .

Standard	Description	Publié	Statut
IEEE std 802.16-2001	définit des réseaux métropolitains sans fil utilisant des fréquences supérieures à 10 GHz (jusqu'à 66 GHz)	8 avril 2002	obsolètes
IEEE std 802.16c-2002	définit les options possibles pour les réseaux utilisant les fréquences entre 10 et 66 GHz.	15 janvier 2003	
IEEE std 802.16a-2003	amendement au standard 802.16 pour les fréquences entre 2 et 11 GHz.	1er avril 2003	
IEEE std 802.16-2004 (également désigné 802.16d)	il s'agit de l'actualisation (la révision) des standards de base 802.16, 802.16a et 802.16c.	1er octobre 2004	actifs
IEEE std 802.16.2	interopérabilité entre toutes les solutions 802.16	17 mars 2004	
IEEE P802.16e	apporte les possibilités d'utilisation en situation mobile du standard, jusqu'à 60 km/h. dernière version le 23/12/2004	-	en cours
IEEE P802.16f	apporte les notions de mesh networks. dernière version le 08/12/2004	-	

Les principales normes citées dans la presse début 2005 sont celles indiquées en gras : a, d et e.

D'abord conçu pour la partie 10-66GHz en 2001, 802.16 s'est intéressé par la suite aux bandes 2-11GHz pour donner naissance en 2003 à 802.16a. En Europe, c'est autour des 3,5GHz que 802.16a peut se déployer ; aux États-Unis, c'est dans des bandes proches de celles utilisées par le Wi-Fi, 2,4 et 5GHz. Cette partie de la bande est celle qui a le plus d'activités au sein du WiMAX Forum aujourd'hui.

802.16a a été amendé depuis, par 802.16-2004, et en toute rigueur on ne devrait plus parler de cette version a. Conduite par le groupe de travail IEEE 802.16 d, cette version amendée est parfois également appelée 802.16d.

À côté de 802.16-2004, qui est le WiMAX de ce début d'année 2005, on trouve également 802.16.2, standard qui définit l'interopérabilité entre toutes les solutions 802.16 et les solutions (comme Wi-Fi) qui sont présentes sur les mêmes bandes de fréquence.

Deux autres standards sont également en cours de construction (ils sont dits à l'état de draft) : e, le plus avancé et le plus intéressant, apportant la mobilité (à la fois le passage

d'une antenne à l'autre sans problème, et le déplacement en véhicule), et f, apporte l'équivalent des mesh networks du Wi-Fi.

À ces standards on doit ajouter des tests de conformité dont certains ont déjà été publiés. Ceux des fréquences entre 10 et 66 GHz le sont, ceux des fréquences entre 2 et 11 GHz sont en cours d'élaboration à la date de publication de ce dossier.

● A - Ce qu'on attend du WiMAX

WiMAX est envisagé à la fois pour les réseaux de transport et de collecte, et pour les réseaux de desserte. Dans le cas de la collecte, il s'agit du backhauling de hotspots, c'est-à-dire la liaison des hotspots wi-fi à Internet non pas par des dorsales filaires (ADSL notamment), mais par une dorsale hertzienne. Dans le cas de la desserte, c'est l'idée, et notamment pour les aspects mobilité de WiMAX, que des hotspots (des hotzones, en fait) soient déployées sous technologie WiMAX.

Dans le premier cas (collecte), seuls les équipements de réseau sont WiMAX, et le marché est orienté vers les opérateurs. Dans le deuxième cas, on doit imaginer des terminaux (ordinateurs, PDAs, téléphones) WiMAX, et en particulier des puces à la fois Wi-Fi et WiMAX. Fin 2004 des annonces ont déjà été faites en ce sens...

Côté usages, la couverture et les débits rendus possibles, le caractère à terme de mobilité, et des coûts de production et de déploiements qu'on espère réduits ouvre la voie à de nombreuses applications. Citons-en quelques-unes :

- **couvertures classiques de hotzones** : zones d'activité économique, parcs touristiques... ;
- **déploiements temporaires** : chantiers, festivals, infrastructure de secours sur une catastrophe naturelle ;
- **offres triple play** : données, voix, vidéo. vidéo à la demande ;
- **gestion des transports intelligents** ;
- **systèmes d'information géographique déportés** ;
- **notion d'hôpital étendu** ;
- **sécurité maritime et sécurité civile.**

● B - Contraintes techniques et réglementaires

Des contraintes techniques, inhérentes aux technologies radio, limitent cependant les usages possibles.

La portée, les débits, et surtout la nécessité ou non d'être en ligne de vue de l'antenne émettrice, dépendent de la bande de fréquence utilisée. Dans la bande 10-66GHz, les connexions se font en ligne de vue (LOS, line of sight), alors que sur la partie 2-11GHz, le NLOS (non line of sight) est possible. Ceci ouvre la voie à des terminaux d'intérieur, facilement installables par l'utilisateur final car ne nécessitant pas l'installation d'antennes extérieures par un technicien agréé.

Le tableau ci-contre - non exhaustif - donne quelques exemples de débits possibles selon les cas, sachant qu'une antenne a plusieurs secteurs (6, par exemple) pour couvrir tout son périmètre. Ces débits sont à partager entre utilisateurs, et les modèles économiques aujourd'hui envisagés tablent sur des offres symétriques entre 1 et 10Mbit/s pour les entreprises, c'est-à-dire comparables au DSL, mais avec la mobilité en plus.

Environnement	Taille de la cellule	Débit par secteur d'antenne
Urbain indoor (NLOS)	1 km	21 Mbit/s (canaux de 10MHz)
Rurbain indoor (NLOS)	2,5 km	22 Mbit/s (canaux de 10MHz)
Rurbain outdoor (LOS)	7 km	22 Mbit/s (canaux de 10MHz)
Rural indoor (NLOS)	5,1 km	4,5 Mbit/s (canaux de 3,5MHz)
Rural outdoor (LOS)	15 km	4,5 Mbit/s (canaux de 3,5MHz)

Relations entre largeur de canal, débit, taille de la cellule et ligne de vue (Source, Alcatel Strategy White Paper : WiMAX, making ubiquitous high-speed data services a reality, 28 June 2004)

Par ailleurs, entre 10 et 66GHz WiMAX se déploiera sur des sous-bandes de fréquences soumies à licences, tandis que sur 2-11, et selon les pays, les bandes WiMAX sont soit libres soit soumises à licence.

● C - Les membres du WiMAX Forum

Porté par un nombre grandissant d'industriels et d'opérateurs, WiMAX devrait avoir toutes les chances de devenir un standard majeur, si l'on veut bien retenir qu'il est encore aujourd'hui en cours de conception, et que, s'adressant à de très nombreuses bandes de fréquence, il a plusieurs facettes suivant l'angle selon lequel on l'aborde : bandes de fréquence avec ou sans licence selon les pays, nombreux débits et portées possibles, usages différents si connexion en ligne de vue ou non, pour n'en citer que ceux-là.

Fin janvier le WiMAX Forum comportait 203 membres (20 membres de plus en deux mois), largement représentatifs des industries et services concernés : des fondateurs de puce, des constructeurs et équipementiers, des intégrateurs, des installateurs et des opérateurs.

Parmi les français on relève Turbo Concept, jeune entreprise brestoise travaillant sur les turbo codes, Altitude Telecom bien sûr, France Télécom, Alcatel et Sequans

Sequans a annoncé un deuxième tour de table de de 7 millions d'euros fin février 2005, le premier ayant réuni 1,5Meuros. Sequans est un développeur de puces et de solutions logicielles 802.16. Ses clients sont principalement les équipementiers télécom.

Alcatel a pour sa part fait plusieurs annonces WiMAX durant le 3GSM de Cannes en février. Pour la partie 802.16-2004 Alcatel a signé un accord OEM avec Alvarion, dont elle déploiera les équipements. Des expérimentations auront lieu avec TDF (représentant 6000 pylônes en France) ou encore la RATP. Pour la partie mobile 802.16e, c'est avec Intel qu'Alcatel va mettre des moyens en commun pour développer, intégrer et réaliser des tests d'interopérabilité dans l'optique de déploiements commerciaux mi-2006.

● D - Calendrier 2004-2006

On peut (avec Intel) identifier trois phases dans le calendrier WiMAX, au moins pour la partie 802.16d (WiMAX fixe).

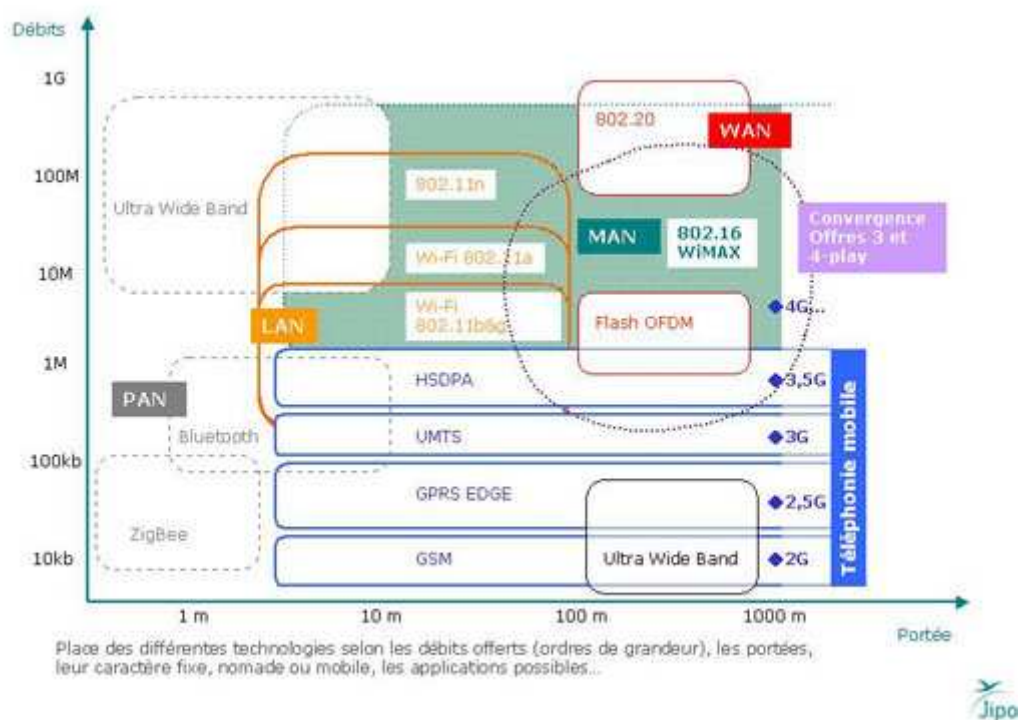
- **Les premiers déploiements extérieurs** (outdoor) auront lieu dans la première moitié de 2005, destinés aux réseaux de collecte et de desserte ;
- **Dans la seconde moitié de 2005, ce seront des équipements intérieurs (indoor) qui seront disponibles, avec des antennes très petites. Le public résidentiel pourrait commencer à être ciblé ;**
- **En 2006, avec la généralisation des puces Wi-Fi / WiMAX**, les téléphones mobiles et les ordinateurs portables seront équipés, et leurs utilisateurs pourront se connecter dans de nombreux points d'accès WiMAX comme ils le font aujourd'hui avec le Wi-Fi.

Mais aucun déploiement WiMAX n'existe formellement début 2005. On doit en effet encore

parler de pre-WiMAX tant que les matériels ne sont pas certifiés WiMAX. Le WiMAX Forum ayant désigné récemment l'organisme chargé de ces certifications (en Espagne), les nombreux constructeurs ayant déjà sortis des matériels (Alvarion, Aperto, Wi-Lan, Airspan...) vont devoir passer par cette étape de vérification indispensable de l'interopérabilité de leurs systèmes avant que des solutions WiMAX officielles voient le jour. [L'opérateur historique du WiMAX en France, Altitude Télécom, déploie bien des solutions pre-WiMAX dans les divers départements qui l'ont retenu.](#)

[En France la consultation lancée par l'Autorité de Régulation des Télécommunications en 2004 a donné quelques indications sur la suite.](#) La bande 3,4- 3,8GHz devrait être attribuée aux enchères, soit en attribuant immédiatement deux licences régionales, soit une licence nationale et une licence régionale, soit une combinaison des deux propositions précédentes avec une réserve de fréquences pour une attribution ultérieure. Altitude Télécom ne devrait plus être seul sur son terrain.

Les scénarii concrets et optimistes voient WiMAX s'installer dans le paysage en suivant parfaitement le calendrier de sorties des divers standards et celui de la certification : [d'abord dans les zones rurales comme alternative ou complément des autres accès, puis d'ici 2006 en zones rurbaines et urbaines comme alternative, complément ou remplacement des technologies Wi-Fi ou 3G, une fois le support de la mobilité établi](#) Mais c'est ce remplacement qui inquiète, et ceux qui ont investi dans la 3G ou le Wi- Fi regardent avec méfiance le WiMAX, bien qu'eux-même aient respectivement à s'intéresser à leurs évolutions immédiates respectives : HSDPA pour la 3G et 802.11n pour le Wi-Fi. Un paysage déjà bien chargé comme



Enfin, dernier élément à prendre en compte : la voix sur IP, qui est un des leviers de croissance des accès haut-débit fixe, et qui le devient pour le Wi-Fi, est également attendue dans le WiMAX. WiMAX se trouve donc à la convergence de plusieurs mouvements de fonds : offres triple voire quadruple play, réseaux tout IP, IP mobile...

Retrouvez cet article à l'adresse :

<http://www.futura-sciences.com/comprendre/d/dossier524-1.php>

Attention ! Nous vous rappelons que l'impression de l'article affiché à l'écran n'est destinée qu'à un usage strictement personnel.



© Futura-Sciences. Tous droits réservés.