

**QUESTION 20-1/2**

*Examen des technologies  
d'accès pour les communications  
large bande*



**UIT-D** COMMISSION D'ÉTUDES 2 3<sup>e</sup> PÉRIODE D'ÉTUDES (2002-2006)

# *Rapport sur les technologies d'accès large bande*

## LES COMMISSIONS D'ÉTUDES DE L'UIT-D

Les Commissions d'études de l'UIT-D ont été créées aux termes de la Résolution 2 de la Conférence mondiale de développement des télécommunications (CMDT) organisée à Buenos Aires, Argentine, en 1994. Pour la période 2002-2006, la Commission d'études 1 est chargée d'examiner sept Questions dans le domaine des stratégies et politiques de développement des télécommunications. La Commission d'études 2 est, elle, chargée d'étudier onze Questions dans le domaine du développement et de la gestion des services et réseaux de télécommunication. Au cours de cette période, pour permettre de répondre dans les meilleurs délais aux préoccupations des pays en développement, les résultats des études menées à bien au titre de chacune de ces Questions sont publiés au fur et à mesure au lieu d'être approuvés par la CMDT.

### **Pour tout renseignement:**

*Veillez contacter*

Mme Alessandra PILERI  
Bureau de développement des télécommunications (BDT)  
UIT  
Place des Nations  
CH-1211 GENÈVE 20  
Suisse  
Téléphone: +41 22 730 6698  
Fax: +41 22 730 5484  
E-mail: [alessandra.pileri@itu.int](mailto:alessandra.pileri@itu.int)

### **Téléchargement gratuit:**

[www.itu.int/ITU-D/study\\_groups/index-fr.html](http://www.itu.int/ITU-D/study_groups/index-fr.html)

### **La Librairie électronique de l'UIT:**

[www.itu.int/publications](http://www.itu.int/publications)

*QUESTION 20-1/2*

---

*Examen des technologies  
d'accès pour les communications  
large bande*

**UIT-D** COMMISSION D'ÉTUDES 2 3<sup>e</sup> PÉRIODE D'ÉTUDES (2002-2006)

***Rapport sur les technologies  
d'accès large bande***

### **DÉNI DE RESPONSABILITÉ**

**Le présent rapport a été préparé par un grand nombre de volontaires provenant de diverses Administrations et entreprises. La mention de telle ou telle entreprise ou tel ou tel produit n'implique aucune approbation ni recommandation de la part de l'UIT.**

## Examen des technologies d'accès pour les communications large bande

## TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
Glossaire.....	v
Introduction.....	ix
Section I – Généralités du large bande.....	1
I.1 Avantages économiques et sociaux du large bande dans les télécommunications.....	1
I.2 Applications du large bande dans le secteur des télécommunications.....	2
I.2.1 Cybersanté.....	3
I.2.2 Cybertravail.....	4
I.2.3 Cybergouvernement.....	6
I.2.4 Cyberagriculture.....	8
I.2.5 Cyberapprentissage.....	10
I.2.6 Télécommunications pour la sécurité du public, pour la prévention des catastrophes et pour les secours en cas de catastrophe.....	11
I.2.7 Applications pour les petites entreprises.....	13
I.2.8 Cybertourisme.....	13
I.2.9 Applications liées aux loisirs.....	13
I.2.10 Rassemblement d'informations.....	14
I.2.11 Largeur de bande requise pour certaines applications.....	14
I.3 Mise en place des technologies du large bande.....	15
I.3.1 Analyse des réponses au questionnaire sur les communications large bande: principales conclusions.....	15
I.3.2 Questions de genre et déploiement des technologies du large bande.....	17
I.3.3 Stratégies visant à promouvoir le large bande.....	18
Section II – Tableaux des différentes technologies.....	22
II.1 Technologies filaires d'accès large bande.....	22
II.1.1 Tableau des différentes technologies DSL.....	22
II.1.2 Tableau des systèmes câblés de base.....	24
II.1.3 Tableau des systèmes de transmission par fibres optiques jusque chez l'abonné (FTTP).....	26
II.1.4 Multiplexage par répartition en longueur d'onde à forte densité.....	29
II.1.5 Tableau de la hiérarchie numérique synchrone.....	31
II.2 Technologies hertziennes d'accès large bande.....	33
II.2.1 Tableau des réseaux locaux hertziens (RLAN).....	34
II.2.2 Systèmes d'accès hertzien large bande fixes.....	38
II.2.3 Systèmes d'accès hertziens large bande mobiles.....	46
II.2.4 L'accès large bande, une solution possible pour la radiodiffusion télévisuelle numérique interactive.....	56
II.3 Tableau des systèmes à satellites.....	62
II.3.1 Accès large bande par satellite.....	62
II.3.2 Tableau des réseaux de terminaux à très petite ouverture (VSAT).....	67
II.4 Technologies de Terre en cours de normalisation.....	68
II.4.1 Tableau de la solution Canopy d'accès hertzien large bande fixe.....	68
II.4.2 Système multiservice d'accès hertzien fixe à large bande: <i>Airstar</i> .....	70
II.4.3 Système d'accès hertzien fixe à large bande sans visibilité directe: <i>angel</i> .....	73
II.4.4 Système d'accès hertzien fixe large bande pour zones éloignées: <i>SR 500-ip</i> .....	76

	<i>Page</i>
Section III – Etude de cas .....	80
III.1 Afrique .....	80
III.1.1 Mise en place d'un accès hertzien à large bande au Mali (Afrique) .....	80
III.1.2 Mise en place d'un accès hertzien à large bande en République sudafricaine .....	80
III.2 Amériques .....	80
III.2.1 Canada .....	80
III.2.2 Equateur .....	85
III.2.3 Mexique .....	85
III.2.4 Pérou .....	86
III.2.5 Etats-Unis .....	88
III.3 Asie .....	90
III.3.1 Australie .....	90
III.3.2 Chine: Le développement des services et des applications large bande en Chine	92
III.4 Europe .....	95
III.4.1 Le Plan d'action eEurope 2005 .....	95
III.4.2 Irlande .....	97
III.4.3 Norvège .....	98
III.4.4 Suède .....	99
III.4.5 Israël: 802.16 Desserte des zones rurales .....	102
III.5 Asie-Pacifique .....	104
III.5.1 Ile de Niue: Wi-Fi dans l'île de Niue, Pacifique Sud .....	104
Annexe I – Définition de la Question .....	105
Annexe II – Analyse des réponses au questionnaire .....	107
Annexe III – Questions et Recommandations des Commissions d'études concernées d'autres Secteurs de l'UIT .....	139
Annexe IV – Lignes directrices relatives aux meilleures pratiques pour promouvoir le large bande et l'accès à l'Internet à faible coût .....	140

## Glossaire

3G	Communications mobiles de troisième génération ( <i>third-generation mobile communications</i> )
3GPP	Projet de partenariat pour la troisième génération ( <i>third-generation partnership project</i> )
3GPP2	Projet 2 de partenariat pour la troisième génération ( <i>third-generation partnership project 2</i> )
ADSL	Ligne d'abonné numérique asymétrique ( <i>asymmetric digital subscriber line</i> )
AMRC	Accès multiple par répartition en code
ANT	Scénarios de transport du réseau d'accès ( <i>access network transport scenarios</i> )
AP	Point d'accès ( <i>access point</i> )
APON	Réseaux optiques passifs asynchrones ( <i>asynchronous passive optical networks</i> )
ATM	Mode de transfert asynchrone ( <i>asynchronous transfer mode</i> )
ATSC	<i>advanced television system committee</i>
BS	Station de base ( <i>base station</i> )
BWA	Accès hertzien large bande ( <i>broadband wireless access</i> )
CATV	Câble coaxial (télévision par câble) ( <i>coaxial cable</i> )
CMTS	Système de terminaison des câblo-modems ( <i>cable mode termination system</i> )
CO	Central
COFDM	Multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence avec codage ( <i>code orthogonal frequency division multiplex</i> )
CPE	Équipements locaux d'abonné ( <i>customer premises equipment</i> )
CWDN	Multiplexage par répartition approximative en longueur d'onde ( <i>coarse wave division multiplexing</i> )
DBS	Radiodiffusion directe par satellite ( <i>direct broadcasting by satellite</i> )
DFS	Sélection dynamique des fréquences ( <i>dynamic frequency selection</i> )
DMB-T	Radiodiffusion multimédia numérique ( <i>digital multimedia broadcasting – terrestrial</i> )
DRB	Radiodiffusion numérique ( <i>digital radio broadcasting</i> )
DSL ISDN	Ligne d'abonné numérique RNIS ( <i>ISDN based digital subscriber line</i> )
DSL	Ligne d'abonné numérique ( <i>digital subscriber line</i> )
DSP	Traitement des signaux numériques ( <i>digital signal processing</i> )
DSSS	Étalement de spectre à séquence directe ( <i>direct sequence spread spectrum</i> )
DVB	Radiodiffusion vidéo numérique ( <i>digital video broadcasting</i> )
DVB-H	Radiodiffusion vidéo numérique au domicile ( <i>digital video broadcasting – home</i> )
DVB-T	Radiodiffusion vidéo numérique de Terre ( <i>digital video broadcasting – terrestrial</i> )

DWDM	Multiplexage par répartition en longueur d'onde à forte densité ( <i>dense wavelength division multiplex</i> )
DXC	Brasseur numérique ( <i>digital cross connect</i> )
EPON	Réseau optique passif Ethernet ( <i>Ethernet passive optical network</i> )
ETS	Norme européenne de télécommunication ( <i>european telecommunication standard</i> )
ETSI	Institut européen des normes de télécommunication ( <i>European Telecommunications Standards Institute</i> )
FDD	Duplex à répartition en fréquence ( <i>frequency division duplex</i> )
FHSS	Étalement de spectre par saut de fréquence ( <i>frequency hopping spread spectrum</i> )
FTTC	Fibre jusqu'au point de concentration ( <i>fiber to the curb</i> )
FTTH	Fibre jusqu'au domicile ( <i>fiber to the home</i> )
FTTP	Fibre jusque chez l'abonné ( <i>fiber to the premises</i> )
FWA	Accès hertzien fixe ( <i>fixed wireless access</i> )
GoS	Niveau de service ( <i>grade of service</i> )
HDSL	Ligne d'abonné numérique à grand débit ( <i>high-bit rate digital subscriber line</i> )
HEO	Orbite elliptique très inclinée ( <i>highly-enclined elliptical orbit satellites</i> )
HFC	Technique hybride fibre optique/câble coaxial ( <i>hybrid fiber-coax</i> )
IDU	Unité intérieure ( <i>indoor/internal unit</i> )
IETF	Groupe d'étude sur l'ingénierie Internet ( <i>Internet engineering task force</i> )
IMS	Sous-système multimédia IP ( <i>IP multimedia subsystem</i> )
IMT-2000	Télécommunications mobiles internationales ( <i>international mobile telecommunications</i> )
IMT-DS	Télécommunications mobiles internationales-séquence directe ( <i>international mobile telecommunications direct spread</i> )
IMT-FT	Télécommunications mobiles internationales-fréquence temps ( <i>international mobile telecommunications frequency time</i> )
IMT-MC	Télécommunications mobiles internationales-multiporteuses ( <i>international mobile telecommunications multi carrier</i> )
IMT-SC	Télécommunications mobiles internationales-porteuse unique ( <i>international mobile telecommunications single carrier</i> )
IMT-TD	Télécommunications mobiles internationales-division temporelle ( <i>international mobile telecommunications time division</i> )
IP	Protocole Internet ( <i>Internet protocol</i> )
ISDB-T	Radiodiffusion numérique à intégration de services ( <i>integrated services digital broadcasting terrestrial</i> )
iTV	Radiodiffusion de télévision interactive ( <i>interactive television broadcasting</i> )
LAN	Réseau local ( <i>local area network</i> )
LEO	Satellites sur orbite terrestre basse ( <i>low Earth orbit satellites</i> )

MAC	Commande d'accès au support ( <i>medium access control</i> )
MCC	Modulation par code complémentaire
MDPQ	Modulation par déplacement de phase quadrivalente
MEO	Satellites sur orbite moyenne ( <i>medium Earth orbit satellites</i> )
MEPG	Groupe d'experts pour les images animées ( <i>moving picture experts group</i> )
MHP	Plate-forme multimédia domestique ( <i>multimedia home platform</i> )
NAC	Canal d'accès au réseau ( <i>network access channel</i> )
NLOS	Sans visibilité directe ( <i>non line-of-sight</i> )
Non OSG	Satellites sur orbite non géostationnaire ( <i>non-geostationary orbit satellites</i> )
NRN	Nœud des répéteurs réseau ( <i>network repeater node</i> )
NTN	Nœud de terminaison du réseau ( <i>network termination node</i> )
ODU	Unité extérieure ( <i>outdoor/external unit</i> )
OFDM	Multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence ( <i>orthogonal frequency division multiplexing</i> )
OFDMA	Mode d'accès à multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence ( <i>orthogonal frequency division multiplexing access mode</i> )
OSG	Satellite sur orbite géostationnaire ( <i>geostationary orbit satellite</i> )
OSI	Interconnexion de systèmes ouverts ( <i>open system interconnect</i> )
OSP	Installations extérieures ( <i>outside plant</i> )
P2MP	Point à multipoint ( <i>point-to-multipoint</i> )
P2P	Point à point ( <i>point-to-point</i> )
PC	Ordinateur personnel ( <i>personal computer</i> )
PDH	Hierarchie numérique plésiochrone ( <i>plesiochronous digital hierarchy</i> )
PDSN	Nœud serveur de données par paquets ( <i>packet data serving node</i> )
PHY	Couche physique ( <i>physical layer</i> )
PON	Réseaux optiques passifs ( <i>passive optical networks</i> )
POTS	Service téléphonique ordinaire ( <i>plain old telephone service</i> )
QAM	Modulation d'amplitude en quadrature ( <i>quadrature amplitude modulation</i> )
QoS	Qualité de service ( <i>quality of service</i> )
RF	Radiofréquence ( <i>radio frequency</i> )
RGT	Réseau de gestion des télécommunications
RLAN	Réseau local hertzien RLAN ( <i>radio local area network</i> )
RNIS	Réseau numérique à intégration de services
ROW	Droit de passage ( <i>right of way</i> )

RTPC	Réseau téléphonique public commuté
SDAF	Fonction d'adaptation dépendant du satellite ( <i>satellite dependent adaptation function</i> )
SHDSL	Ligne d'abonné numérique à haut débit à une paire ( <i>single pair high bite rate digital subscriber line</i> )
SI-SAP	Point d'accès au service indépendant du satellite ( <i>satellite-independent service access point</i> )
SME	Petites et moyennes entreprises ( <i>small and medium sized enterprises</i> )
SSMF	Fibre monomode classique ( <i>standard single mode fiber</i> )
ST	Terminaux de satellite fixes ( <i>satellite terminals</i> )
STL	Liaisons studio-émetteur ( <i>studio-to-transmitter links</i> )
STM	Module de transport synchrone ( <i>synchronous transport module</i> )
TCPAM	Modulation d'impulsions en amplitude et codage par treillis ( <i>trellis coded pulse amplitude modulation</i> )
TDD	Duplex à répartition dans le temps ( <i>time division duplex</i> )
TD-SCDMA	Accès multiple par multiplexage par répartition dans le temps et synchrone ( <i>time division synchronous code division multiple access</i> )
TIA	Telecommunications Industry Association (Etats-Unis)
UHF	Ondes décimétriques ( <i>ultra high frequency</i> )
USB	Bus série universel ( <i>universal serial bus</i> )
UWB	Bande ultra-large ( <i>ultra wide band</i> )
VDSL	Ligne d'abonné numérique à très grand débit ( <i>very high digital subscriber line</i> )
VHF	Ondes métriques ( <i>very high frequency</i> )
VoIP	Protocole VoIP ( <i>voice-over-internet protocol</i> )
VSAT	Terminal à très petite ouverture ( <i>very small aperture terminal</i> )
WAN	Réseau grande distance ( <i>wide area network</i> )
WCDMA	AMRC à large bande ( <i>wideband code division multiple access</i> )
WCS	Systèmes de communication hertziens ( <i>wireless communication services</i> )
WDM	Multiplexage par répartition en longueur d'onde ( <i>wavelength division multiplex</i> )
WEP	Architecture de sécurité WEP ( <i>wired equivalent privacy</i> )
Wi-Fi	Réseau Wi-Fi (réseau local hertzien) ( <i>wireless fidelity</i> )
WiMAX	Interopérabilité mondiale pour l'accès ( <i>world wide interoperability for microwave access</i> )
WLAN	Réseau local hertzien WLAN ( <i>wireless local area network</i> )
WLL	Boucle locale hertzienne ( <i>wireless local loop</i> )
WMAN	Réseau urbain hertzien ( <i>wireless metropolitan access network</i> )
WPAN	Réseau personnel hertzien ( <i>wireless personal access network</i> )
ZWPF	Fibres sans pic d'absorption d'eau ( <i>zero peak water fibers</i> )

## Introduction

La technologie du large bande est l'une des toutes dernières tendances relevées dans le développement des systèmes de télécommunication. Nombreux sont ceux qui associent le large bande à une vitesse de transmission donnée ou à un certain ensemble de services et/ou d'applications comme la ligne d'abonné numérique (DSL) ou les réseaux locaux hertziens (WLAN). Toutefois, comme les technologies à large bande ne cessent de progresser, la définition du terme «large bande» continue elle aussi d'évoluer. A ce jour, le terme «large bande» décrit en principe les connexions récentes, notamment les connexions à l'Internet qui sont de 5 à 2000 fois plus rapides que les connexions antérieures réalisées par ligne téléphonique. Néanmoins, ce terme ne désigne ni une certaine vitesse ni un service spécifique<sup>1</sup>.

La technologie du large bande permet la transmission à grande vitesse de la voix, de la vidéo et des données sur des réseaux. La mise en œuvre des technologies du large bande qui englobent, mais pas exclusivement, la ligne d'abonné numérique (DSL), l'antenne collective, la fibre optique, le satellite, les moyens hertziens fixe et mobile, a permis aux télécommunications, traditionnelles ou nouvelles, de devenir réalité dans le monde entier. Etant donné que les infrastructures physiques et les caractéristiques géographiques diffèrent énormément d'un pays à l'autre, il se peut très bien qu'une technologie soit parfaitement adaptée à une région géographique donnée mais pas à une autre. Par conséquent, il appartient à chaque localité – qu'il s'agisse d'un village, d'une ville, d'un Etat, d'une province ou d'un pays – de déterminer les technologies les mieux à même de répondre à ses besoins.

Le présent rapport a pour objet de porter à la connaissance des décideurs et des participants du secteur des télécommunications issus des pays développés du monde les facteurs techniques, économiques et de développement qui influent sur la mise en œuvre efficace des technologies et applications d'accès large bande. Le rapport est organisé en trois sections:

- a) La section consacrée aux généralités mettra l'accent sur les avantages économiques et sociaux du large bande, présentera des stratégies visant à encourager la mise en œuvre et l'utilisation des technologies à large bande, ainsi que des études de cas sur le large bande et comportera une analyse du questionnaire (CA 25/Doc. 004) portant essentiellement sur les facteurs économiques, techniques et de développement qui influent sur la mise en œuvre du large bande.
- b) La section relative aux aspects techniques comportera un bref résumé des technologies disponibles qui pourraient être utilisées pour assurer l'accès large bande aux utilisateurs, un tableau des différentes technologies ainsi que plusieurs études de cas.
- c) La troisième section comprend plusieurs études de cas illustrant les facteurs technologiques, économiques et sociaux qui influent sur la mise en œuvre des technologies d'accès large bande et vice versa. Aux fins du présent Rapport, les études de cas sont extrêmement utiles car elles fournissent des exemples réels de situations dans lesquelles les gouvernements et les organisations ont dû appliquer des stratégies créatives et novatrices pour permettre aux populations ou aux intéressés de bénéficier de services à large bande. Les pays en développement qui examineront les études de cas du présent rapport seront en mesure d'économiser à la fois du temps, de l'argent et des ressources en mettant à profit l'expérience acquise par d'autres communautés qui ont rencontré des problèmes analogues dans la mise en œuvre du large bande ou d'accès à cette technique.

Les pays et les technologies cités dans le rapport ont été choisis, soit parce qu'ils étaient mentionnés dans une contribution à l'étude de la Question 20-1/2, soit parce qu'une attention particulière leur a été accordée dans des rapports de l'UIT sur le large bande ou dans d'autres moyens d'information. Les autres pays ainsi que les Membres intéressés du Secteur sont invités à contribuer à la mise à jour du présent Rapport.

---

<sup>1</sup> Rapports sur l'Internet de l'UIT: «*Birth of Broadband*», Union internationale des télécommunications; septembre 2003.



## Section I – Généralités du large bande

### I.1 Avantages économiques et sociaux du large bande dans les télécommunications

Le large bande permet d'assurer un plus large accès à la société de l'information, à un coût plus modique et à un plus grand nombre de personnes dans le monde entier. De plus, le large bande propose des applications multiples (téléphonie VoIP, applications Internet, applications de télévision/vidéo et applications audio) sur un seul et même réseau<sup>2</sup>. Pour les pays en développement, l'accès à l'Internet leur permet de disposer de services qui leur étaient auparavant inaccessibles: enseignement à distance, communications bon marché et savoir-faire médical. De plus, le large bande offre la possibilité de rendre ces avantages d'autant plus réalisables que les coûts diminueront et que le volume d'information échangé augmentera. «*The Birth of Broadband*», rapport sur l'Internet<sup>3</sup> indique comment le large bande influe sur les sociétés du monde entier, à savoir:

- Le partage du savoir est amélioré à condition qu'un accès équitable soit assuré à l'Internet, réputé être une source d'information pour les activités éducatives, scientifiques, économiques, sociales, politiques et culturelles<sup>4</sup>.
- Le large bande est en passe de devenir un outil plus performant auquel tout un chacun peut accéder pour des télécommunications véritablement universelles. On se rapproche ainsi de l'obtention d'un accès au savoir pour tous en tant que droit fondamental de l'être humain – objectif qui a été évoqué dans un certain nombre de déclarations régionales et internationales et qui constitue l'une des données fondamentales des principes élaborés dans le cadre du Sommet mondial sur la société de l'information (SMSI) de l'Organisation des Nations Unies<sup>5</sup>.
- Le développement du large bande marque aussi un tournant dans le domaine de l'informatisation et par conséquent dans celui de la responsabilisation, en particulier au niveau de l'action des pouvoirs publics. L'existence d'un accès public plus large aux informations des pouvoirs publics ainsi que la divulgation d'informations sur les réseaux publics témoignent d'un engagement en faveur de la démocratie et d'une bonne gouvernance.

En plus de ses incidences sur les aspects sociaux, le large bande est considéré comme étant un accélérateur du développement économique. Avec l'accès large bande, il est très courant que la productivité augmente. Le large bande offre des possibilités de regrouper des services et permet aux opérateurs de systèmes de télécommunication d'offrir davantage de services aux clients à des prix plus faibles, d'où une efficacité accrue en temps et sur le plan financier. De plus, de nouvelles industries ou ramifications sont créées par suite de l'introduction du large bande. A mesure que les taux de pénétration des télécommunications large bande augmentent, on assistera à une demande croissante pour des ordinateurs et des équipements de réseau à domicile, sans compter les dispositifs portatifs hertziens et autres équipements qui facilitent l'utilisation du large bande. Par ailleurs, les avantages économiques du large bande peuvent être attribués à des facteurs indirects, dont l'essor des applications du commerce électronique, la diminution des déplacements domicile-travail, l'augmentation des loisirs, la téléphonie Internet ainsi que les économies réalisées dans le domaine des soins de santé grâce à la réduction du coût de la télémédecine d'avant-garde<sup>6</sup>. Au niveau des entreprises de distribution, les avantages économiques résultent d'une bonne organisation dans la distribution des marchandises, des services et de l'information. Par conséquent, les avantages économiques du large bande vont bien au-delà des sources directes et indirectes.

---

<sup>2</sup> Rapports sur l'Internet de l'UIT: «*Birth of Broadband*», Union internationale des télécommunications; septembre 2003.

<sup>3</sup> Rapports sur l'Internet de l'UIT: «*Birth of Broadband*», Union internationale des télécommunications; septembre 2003.

<sup>4</sup> Voir: [www.itu.int/osg/spu/ni/promotebroadband/PB03-PromoteBroadband.doc](http://www.itu.int/osg/spu/ni/promotebroadband/PB03-PromoteBroadband.doc)

<sup>5</sup> Déclaration de principes du SMSI: [www.itu.int/wsis](http://www.itu.int/wsis)

<sup>6</sup> Ben Mackin «*The value of Widespread Broadband*», Entrepreneur.com, 13 août 2002.

Aux Etats-Unis, par exemple, plusieurs études ont décrit en détail les avantages économiques les plus répandus de la mise en œuvre du large bande. Selon une étude réalisée aux Etats-Unis en 2001 par Robert Crandall et Charles Jackson, les avantages du large bande pour les Etats-Unis sont orientés à la hausse puisqu'on pourrait les chiffrer à 500 milliards de dollars EU par an pour les 15 à 25 prochaines années si le large bande était étendu à l'ensemble du pays<sup>7</sup>. De plus, selon la société CENIC (Corporation for Network Initiatives in California), les avantages procurés à l'Etat par le large bande devraient être très importants. Le projet large bande de la Californie intitulé «One Gigabit or Bust» (un Giga ou la faillite) devrait permettre, d'ici à 2010, de créer 2 millions d'emplois supplémentaires et de dégager, selon les estimations, une croissance évaluée à 376 milliards de dollars EU en termes de produit brut. Ce pourcentage équivaldrait à une augmentation de 17% du PIB par habitant, contre une augmentation de 3% seulement sans mise en œuvre généralisée du large bande<sup>8</sup>.

Il se peut que de nombreux pays et pouvoirs publics du monde entier reculent devant les dépenses que nécessite la mise en œuvre des réseaux à large bande; toutefois, moyennant des incitations économiques et une politique réglementaire appropriée, cette mise en œuvre peut se révéler à la fois rentable et efficace. Les encouragements fiscaux susceptibles d'être proposés pour la mise en œuvre du large bande: dégrèvements fiscaux, subventions, prêts subventionnés ou à faible taux d'intérêt, appui en matière de recherche-développement des technologies à large bande – en particulier pour les zones rurales et mal desservies – peuvent contribuer à faire de la mise en œuvre du réseau à large bande une réalité<sup>9</sup>.

## 1.2 Applications du large bande dans le secteur des télécommunications

Compte tenu de l'introduction des technologies large bande, une multitude d'applications sont désormais possibles ou offrent des prestations améliorées par rapport à leurs capacités actuelles limitées à l'accès téléphonique à l'Internet. Parmi ces applications il y a lieu de citer les suivantes:

- la cybersanté
- le cybertravail
- le cybergouvernement
- la cyberagriculture
- le cyberapprentissage
- la sécurité du public
- les applications pour les personnes souffrant d'un handicap
- les applications des services publics
- l'aide aux petites entreprises
- le rassemblement d'informations
- le cybertourisme
- le cybercommerce
- les loisirs

Bien que la liste ne soit pas exhaustive, les applications qu'elle renferme figurent parmi les plus importantes pour le large bande. On trouvera dans la section qui suit une description des applications à large bande les plus courantes ainsi que des exemples réels de ces applications qui ont été mises en œuvre au niveau mondial pour assurer ces services.

---

<sup>7</sup> Robert Crandall et Charles Jackson «*The \$500 Billion Opportunity: The potential Economic Benefits of Widespread Diffusion of Broadband Internet Access*», Criterion Economics, L.L.C., Washington D.C., juillet 2001.

<sup>8</sup> Corporation for Education Initiative in California. [www.cenic.org](http://www.cenic.org)

<sup>9</sup> *Broadband Bringing Home the Bits*, Washington D.C., National Academy Press, 2002, p. 168.

### I.2.1 Cybersanté

La cybersanté (appelée aussi télémédecine) a été reconnue comme étant l'une des principales applications rendues possibles par la technologie du large bande. Ce terme ne s'applique pas uniquement à l'établissement de diagnostics et au traitement des patients par des moyens de transmission bidirectionnels vocaux, vidéo et de données avec accès à grande vitesse à l'Internet mais peut s'appliquer aussi à la possibilité pour les clients d'acheter en ligne des fournitures médicales ou des médicaments sur ordonnance.

La mise en œuvre du large bande a révolutionné le domaine médical. La cybersanté permet à des patients trop âgés ou trop malades ou aux patients vivant dans des zones rurales ou éloignées, trop à l'écart d'établissements sanitaires, de «voir» un docteur et de recevoir des soins médicaux dispensés via des équipements appropriés et la technologie de l'imagerie numérique. Par conséquent, grâce à la cybersanté, l'accès aux soins médicaux est amélioré, une meilleure qualité de soin est offerte à ceux qui ne peuvent pas se déplacer personnellement pour consulter un médecin et il est aussi possible d'établir des diagnostics précoces et d'appliquer rapidement un traitement médical. De plus, la télémédecine facilite la formation médicale du personnel qui peut aider – à distance – les médecins et les patients pendant le diagnostic. Non seulement les coûts de transport peuvent être réduits mais le partage des maigres ressources mises à la disposition pour les soins médicaux est encouragé.

Au niveau international, nombreux sont les exemples dans lesquels la télémédecine a joué un rôle significatif en faveur de la société. Tout l'attrait du courrier électronique réside dans le fait que si elle s'appuie sur la technologie appropriée, elle peut être exercée n'importe où dans le monde. Les quelques exemples qui suivent servent à illustrer, dans différents pays, les modalités d'utilisation de la télémédecine fondée sur le large bande.

- Grâce à la téléradiologie fondée sur les télécommunications large bande, des médecins de l'Hôpital Buchanan Memorial au Canada ont pu diagnostiquer un problème chez un patient situé à plus de 270 km de l'hôpital et le soigner sans qu'il n'ait eu à se déplacer<sup>10</sup>.
- La technologie des télécommunications satellitaires large bande a permis à plusieurs patients d'une région isolée du Canada d'être traités par un dermatologue qui se trouvait à plus de 1 400 km de distance. Sans cette technologie, les patients auraient dû attendre plusieurs mois avant de recevoir la visite du spécialiste<sup>11</sup>.
- Dans l'Ontario, la Société canadienne de l'ouïe a établi des plans pour plusieurs projets qui utilisent la technologie du large bande appliquée à un service interactif dont l'objet est d'encourager les possibilités d'enseignement, d'emploi et de télécommunications pour les malvoyants et les malentendants<sup>12</sup>.
- En Russie, la Fondation de cybersanté du pays privilégie l'utilisation du large bande pour effectuer des consultations de télémédecine entre la Russie et d'autres pays d'Europe et d'Amérique du Nord ainsi qu'à l'intérieur des immenses frontières nationales<sup>13</sup>.
- Le Medical Informatics and Technology Application Consortium (MedITAC<sup>14</sup>) s'est acquitté de plusieurs missions réussies en Equateur au cours des dernières années. Des équipes composées de personnel médical et de personnel technique ont mené à bien de nombreux projets dans ce pays, y compris la transmission électronique de données préopératoires relatives à des clients; l'installation d'un dossier médical électronique en Equateur; la formation de collaborateurs aux tâches d'introduction,

---

<sup>10</sup> Rapport du Groupe de travail national sur les services à large bande «Réseautage du pays pour l'accès aux services à large bande», 2001, page 29.

<sup>11</sup> Rapport du Groupe de travail national sur les services à large bande «Réseautage du pays pour l'accès aux services à large bande», 2001, page 29.

<sup>12</sup> Rapport du Groupe de travail national sur les services à large bande «Réseautage du pays pour l'accès aux services à large bande», 2001, page 20.

<sup>13</sup> [www.meditac.com/MedITAC/Projects/projects\\_main.cfm](http://www.meditac.com/MedITAC/Projects/projects_main.cfm)

<sup>14</sup> Le siège du Medical Informatics and Technology Applications Consortium se trouve au Collège médical de la Virginia Commonwealth University (Etats-Unis).

d'exportation et d'importation de données; la transmission de fichiers de textes depuis des villages éloignés vers de grandes agglomérations par liaisons à haute fréquence et enfin, la transmission en direct d'une chirurgie d'une hernie pratiquée à partir d'un camion mobile avec des images prises par une caméra laparoscopique, pendant que les chirurgiens à Richmond identifiaient les instructions principales<sup>15</sup>.

- En Turquie, deux personnes envoyées par MedITAC avec l'organisation Physicians for Peace (basée à Norfolk, Virginie, États-Unis) ont été chargées d'élaborer un cours multimédia sur la réadaptation des victimes de mines terrestres. La mission des Physicians for Peace s'est attachée en particulier à élaborer un curriculum multimédia sur place qui peut être utilisé dans toutes les initiatives visant à porter secours aux victimes de mines terrestres dans le monde entier<sup>16</sup>.
- En Ouzbékistan, le système de téléconsultation pour le Centre républicain de la médecine d'urgence est l'un des centres médicaux les plus importants de Tachkent, capitale du pays. Le principal objectif de télé-médecine à long terme de ce centre est de relier, via le large bande, le centre d'urgence primaire au centre de recherche national de chirurgie et à l'ensemble des douze branches régionales du centre d'urgence. Au début, les transmissions de télé-médecine utiliseront la technologie Internet avec enregistrement et retransmission. Par la suite, lorsque l'infrastructure de télécommunication du pays aura intégrée le RNIS, des moyens de visioconférence seront également mis en œuvre. Le système sera centré sur la télé-radiologie.

Pour disposer de plus amples informations sur les applications de la télé-médecine et de la cybersanté, prière de se reporter aux travaux menés actuellement au titre de la Question 14-1/2 «Application des télécommunications aux soins de santé»<sup>17</sup>.

## I.2.2 Cybertravail

La capacité de «télétravailler» – travailler à partir de son domicile, ou à partir d'un autre emplacement comme un télécentre situé en dehors du cadre de bureau habituel de la personne – est une application importante des télécommunications large bande. Le cybertravail peut permettre aux employeurs et aux employés de réaliser des économies en termes de temps et de coûts mais aussi à ceux qui souffrent d'un handicap ou qui ont des problèmes physiques de travailler. Bien que l'on pense généralement que le cybertravail signifie «travailler à partir de son domicile», il ne se limite pas seulement à cela. Ce terme signifie aussi le recours à des bureaux virtuels ou auxiliaires pour travailler. Dans un bureau virtuel les employés peuvent partager un espace de bureau réduit situé à proximité d'un local de l'employeur, utiliser par roulement les mêmes installations ou participer au fonctionnement d'un centre de télétravail moyennant le versement d'un droit<sup>18</sup>.

Nombreux sont ceux qui pensent que le cybertravail peut changer radicalement leur vie. En utilisant la technologie du large bande pour le télétravail, il est possible de consacrer plus de temps au travail et en revanche moins de temps pour se rendre de son domicile au travail et vice versa. Cet aspect-là revêt une importance toute particulière dans les zones de forte densité où le niveau de la circulation ainsi que celui de la pollution qu'elle engendre sont très élevés ainsi que dans les zones éloignées dans lesquelles les travailleurs sont obligés de parcourir de grandes distances pour se rendre à leur travail. Par ailleurs, le cybertravail peut améliorer la productivité des employés en réduisant le nombre de distractions qui se présentent au bureau. La raison en est que le cybertravail peut contribuer à supprimer les priorités et les interruptions antagoniques<sup>19</sup>.

<sup>15</sup> [www.meditac.com/MedITAC/Projects/projects\\_main.cfm](http://www.meditac.com/MedITAC/Projects/projects_main.cfm)

<sup>16</sup> [www.meditac.com/MedITAC/Projects/projects\\_main.cfm](http://www.meditac.com/MedITAC/Projects/projects_main.cfm)

<sup>17</sup> [www.itu.int/ITU-D/webdocuments/list\\_new.asp?question=Q14-1/2&lang=en&period=2002](http://www.itu.int/ITU-D/webdocuments/list_new.asp?question=Q14-1/2&lang=en&period=2002).

<sup>18</sup> Positively Broadband Campaign, «Anytime, anyplace, anywhere: Broadband and the Changing Face of Work», juillet 2002, page 5.

<sup>19</sup> Positively Broadband Campaign, «Anytime, anyplace, anywhere: Broadband and the Changing Face of Work», juillet 2002, page 5.

Pour de nombreuses entreprises, le cybertravail se traduit par des avantages significatifs aussi bien pour les employeurs que pour les employés et les entreprises peuvent le proposer comme un avantage à faible coût aux employés. Le cybertravail peut contribuer à réduire les dépenses de location de bureaux et d'emplacements de parking et permettre d'économiser sur les voyages d'affaires du fait qu'il sera moins nécessaire de voyager pour assister personnellement à des réunions. De plus, il peut offrir aux travailleurs la souplesse nécessaire à telle enseigne que des personnes extrêmement qualifiées pourraient être incitées à accepter certains emplois alors qu'elles ne souhaiteraient peut-être pas les occuper dans d'autres circonstances, qu'il s'agisse d'un travail ou d'un secteur en particulier.

Le cybertravail fondé sur le large bande peut également faciliter les projets réalisés en groupe et les projets concertés réalisés avec des spécialistes situés dans des emplacements différents. Cela permet d'augmenter au maximum la rentabilité et de renforcer les ressources économiques et professionnelles parfois limitées. Par ailleurs, à l'aide de la visioconférence et d'installations de streaming audio et vidéo, le cybertravail permet aux employés de collaborer plus facilement à des projets, diminue le besoin de recourir à des réunions de type traditionnel et par conséquent, la nécessité de se déplacer, en parvenant néanmoins au même objectif qui est de «voir» les gens ou de suivre des exposés en temps réel.

Le cybertravail peut aussi aider les handicapés qui sont actuellement sous-rémunérés ou sans emploi du fait de leurs difficultés de communication ou parce qu'il leur est difficile d'utiliser les moyens de transport pour se rendre à un bureau en dehors de leur domicile ou dans un autre local. Le large bande, en raison de ses vitesses élevées de connexion et de sa possibilité d'assurer la transmission bidirectionnelle de signaux vocaux, vidéo et de données permet de présenter des informations sous des formats multiples (audio, vidéo et sous-titrage) parfaitement adaptés aux personnes souffrant de certains handicaps. Par conséquent, la technologie du large bande laisse entrevoir un large éventail de modes de télécommunication où l'information est présentée selon le format le plus approprié en fonction des besoins des utilisateurs<sup>20</sup>.

Autre avantage de l'utilisation du large bande pour faciliter le cybertravail: cette technologie peut améliorer les taux de maintien des effectifs et, de ce fait, réduire les coûts de recrutement et autres (publicité, interviews, formation, associés au recrutement de nouveaux employés). Cette technologie peut aussi contribuer à réduire l'absentéisme en permettant au travailleur de trouver plus facilement un équilibre entre son travail et ses activités à domicile; en effet, celui-ci n'aura pas besoin de s'absenter de son travail ou de recourir au congé-maladie pour parvenir aux mêmes buts. En somme, le cybertravail peut être une application qui permet d'économiser beaucoup de temps et d'argent dans de nombreux secteurs d'activité différents.

Les entreprises, petites ou grandes, peuvent profiter des avantages du cybertravail. Une filiale d'une grande multinationale, Siemens Enterprise Networks, a beaucoup économisé en favorisant le cybertravail qui est devenu partie intégrante du modèle d'entreprise en 1996. Vers le milieu de l'année 2002, 20% des 3 000 employés étaient des télétravailleurs à plein temps et 40% des travailleurs «mobiles»<sup>21</sup>. Le cybertravail a permis à l'entreprise de diminuer de 35% les espaces de bureau au niveau national et les économies annuelles réalisées en matière d'immobilier ont dépassé la somme de 3 millions de dollars EU pour la seule filiale de 3 000 employés.

Un grand nombre d'entreprises plus petites ainsi que des particuliers ont profité aussi des avantages du cybertravail. Afin d'aider les petites entreprises dans les communautés rurales des Etats-Unis, le gouvernement de ce pays vante activement les avantages du cybertravail par le biais de la loi intitulée Farm Security and Rural Investment Act, signée le 13 mai 2002. La loi accorde des subventions de 500 000 dollars EU à chaque communauté rurale pour l'établissement de sites de cybertravail. Les subventions seront accordées à des organisations sans but lucratif, à des établissements d'enseignement et à des tribus d'indiens américains. La loi autorise également le Secrétaire de l'agriculture à créer et à exploiter un institut de cybertravail rural national. Cet institut lancera des campagnes d'information à l'intention des communautés rurales et des travailleurs ruraux; établira des projets de télétravail novateurs axés sur le marché ainsi que des coentreprises

---

<sup>20</sup> Positively Broadband Campaign, «Anytime, anyplace, anywhere: Broadband and the Changing Face of Work», juillet 2002, page 5.

<sup>21</sup> Siemens Enterprise Networks – Facts on Teleworking Products and Practices Press Release, 2001.

avec le secteur privé qui emploient des travailleurs en zone rurale pour effectuer des travaux visant à promouvoir l'autosuffisance économique; accordera son soutien à des entreprises du secteur privé qui s'orientent actuellement vers le télétravail et enfin, apportera son appui et son aide à des projets de télétravail et à des particuliers au niveau de l'Etat ainsi qu'au niveau local<sup>22</sup>.

### I.2.3 Cybergouvernement

En sa qualité d'organisme dont la vocation est de fournir des services à tout un chacun, le gouvernement se trouve dans une position idéale pour recueillir les fruits des technologies du large bande. Les gouvernements peuvent utiliser le large bande pour transformer les systèmes traditionnels en systèmes conviviaux et créer un service pour le public.

Les applications de cybergouvernement peuvent aider les citoyens à résoudre les problèmes qu'ils rencontrent. Le cybergouvernement permet aux citoyens d'être informés des services publics essentiels mis à leur disposition pour remplir des formulaires électroniques et obtenir en ligne des informations en libre service. Etant donné qu'un nombre de plus en plus important de citoyens ont accès aux services en ligne et les utilisent, les transactions plus coûteuses (envoi de documents, conversations téléphoniques et réunions de type traditionnel) diminueront probablement, avec pour effet d'abaisser le coût de la fourniture des services<sup>23</sup>. Cela permet aussi aux organismes gouvernementaux d'être mieux à même de chercher à améliorer la qualité de service ou à développer leur offre de services.

Par ailleurs, le large bande facilite les interactions avec les pouvoirs publics en réduisant le temps dont ont besoin les citoyens pour obtenir les informations recherchées. Grâce à cette technologie, il est possible d'éviter de passer des communications téléphoniques ou de se rendre dans les bureaux des organismes gouvernementaux pendant les heures de travail car les tâches peuvent être effectuées à la convenance du citoyen. En outre, ceux qui ont des horaires très chargés ou qui travaillent en équipe, les personnes âgées et celles qui souffrent de problèmes de mobilité ou d'un autre handicap ont les mêmes possibilités que les autres d'obtenir les renseignements dont ils ont besoin<sup>24</sup>.

Parmi les exemples de services pouvant être assurés par le cybergouvernement, il y a lieu de citer notamment les suivants: renouvellement d'un permis de conduire; inscription sur une liste électorale et vote; guichet unique pour les services publics sans obligation de connaître l'organisme gouvernemental qui s'acquitte de telle ou telle fonction; établissement des certificats de naissance, de décès et de mariage; envoi de la déclaration d'impôts et règlement des impôts et enfin, obtention de licences commerciales<sup>25</sup>. Autres services: dépôt d'une demande d'aide financière ainsi que dépôt de demandes pour certains programmes publics de logement, d'enseignement et autres.

La solution du cybergouvernement fondé sur la technologie du large bande est intéressante à la fois pour les citoyens et pour les pouvoirs publics. En effet, au sein du gouvernement, le large bande peut entraîner une amélioration de la gestion des tâches, mais aussi une diminution du gaspillage, des fraudes et des abus. De nombreuses transactions internes peuvent être effectuées en ligne, y compris les remboursements pour frais de voyage, les changements d'adresse, les modifications des fonds de pension, etc.<sup>26</sup>. La technologie du large bande peut aussi permettre au gouvernement d'économiser sur les frais d'expédition, d'impression et de traitement. Dans l'ensemble, le recours aux services publics peut modifier les mécanismes de gestion des ressources humaines et améliorer la performance de l'organisation<sup>27</sup>.

<sup>22</sup> Farm Security and Rural Investment Act of 2002. Voir [www.fsa.usda.gov/dam/BUD/PL107-171.pdf](http://www.fsa.usda.gov/dam/BUD/PL107-171.pdf)

<sup>23</sup> Andrew Leigh et Robert Atkinson «*Breaking Down Bureaucratic Barriers – The Next Phase of Digital Government*». Progressive Policy Institute, novembre 2001.

<sup>24</sup> Andrew Leigh et Robert Atkinson «*Breaking Down Bureaucratic Barriers – The Next Phase of Digital Government*». Progressive Policy Institute, novembre 2001.

<sup>25</sup> M. Cook «*What Citizens Want from E-Government*», Center for Technology in Government, University of Albany/SUNY. [www.ctg.albany.edu/resources/htmlrpt/e-government/what\\_citizens\\_want.html](http://www.ctg.albany.edu/resources/htmlrpt/e-government/what_citizens_want.html)

<sup>26</sup> Leigh Atkinson. «*Breaking Down the Bureaucratic Barriers: The Next Phase of Digital Government*», novembre 2001, page 7.

<sup>27</sup> S. Cohen. et W. Eimicke. «*The Use of the Internet in Government Service Delivery*», PWC Endowment for the Business of Government, 2001. Voir [www.endowment.pwcglobal.com](http://www.endowment.pwcglobal.com)

Nombreux sont les pays qui ont eu recours au large bande pour la mise en place du cybergouvernement<sup>28</sup>. Seuls quelques-uns d'entre eux sont indiqués ci-après:

- Dans le district de Dhar au centre de l'Inde, le projet Gyandoot a permis l'installation de kiosques d'information viables et novateurs sur le plan technologique, appartenant de surcroît à la communauté, dans une zone rurale essentiellement tribale et pauvre de l'Etat de Madhya Pradesh. Les kiosques d'information sont connectés via des centraux locaux par fibres optiques ou par liaisons à ondes décimétriques. Les citoyens peuvent utiliser les kiosques pour connaître les tarifs pratiqués dans les ventes aux enchères des produits agricoles; se procurer des copies des documents relatifs aux terres; déposer des demandes en ligne pour recevoir des certificats concernant leur revenu/caste/domicile; déposer des demandes en ligne afin d'obtenir des réparations pour des griefs avec l'administration; procéder à des mises aux enchères pour la terre, les machines et les équipements agricoles et les autres biens de consommation durables; et enfin, avoir des informations actualisées sur les bénéficiaires des prestations de sécurité sociale, des systèmes de développement rural ainsi que des informations concernant les subventions publiques accordées aux comités de villages et aux organismes publics de distribution<sup>29</sup>.
- Au Brésil, l'Etat de Bahia a créé des centres de service d'aide aux citoyens (SAC) utilisant la technologie du large bande qui regroupent en un seul emplacement tous les organismes fédéraux, publics et municipaux pour offrir les services les plus demandés par les citoyens et qu'ils utilisent le plus souvent. Les centres ont été installés dans des lieux publics pratiques comme les centres commerciaux et les principaux nœuds de transports publics.

Ces centres, qui représentent un gain de temps énorme pour les citoyens, leur proposent aussi des services fournis avec plus de civilité et de professionnalisme. Ils ont permis en outre de dégager un avantage supplémentaire: les frais généraux des pouvoirs publics ont diminué car, dans bien des cas, les organismes versent des loyers beaucoup plus faibles pour des locaux situés dans les SAC que pour les biens qu'ils louaient précédemment pour leurs transactions avec le public<sup>30</sup>.

- Le Ministère des finances de l'Etat de Karnataka, en Inde, a informatisé 20 millions de dossiers des terres appartenant à 6,7 millions de fermiers de cet Etat. Auparavant, les fermiers devaient demander au comptable du village de se procurer une copie du Record of Rights, Tenancy and Crops (RTC) – document nécessaire pour un nombre important de tâches, notamment l'obtention de prêts bancaires. A l'heure actuelle, moyennant le versement d'une somme modique, il est possible d'obtenir en ligne une version imprimée du RTC dans des kiosques informatisés où sont consignés des documents relatifs aux terres (centres Bhoomi) auprès de 140 bureaux *taluk*. Au cours de la prochaine phase, toutes les bases de données *taluk* doivent être téléchargées vers une base de données centrale compatible avec le web. Les RTC seraient alors disponibles en ligne dans des kiosques Internet, connectés grâce à des technologies du large bande qui seront probablement installés en zones rurales<sup>31</sup>.
- Une étude de la Commission européenne effectuée en avril 2002,<sup>32</sup> sur le cybergouvernement en Europe fait état de progrès incontestables. Depuis la dernière enquête en octobre 2001, le taux de disponibilité et d'interactivité des services publics sur l'Internet est passé à 55%, soit 10 points de plus. L'étude a été réalisée dans le cadre de l'initiative de la Commission sur l'évaluation comparative de l'Europe en ligne et

<sup>28</sup> Voir:

[www.digitalopportunity.org/cgi-bin/index.cgi?root=2822&url=http%3A%2F%2Fwww1%2Eworldbank%2Eorg%2Fpublicsector%2Fegov%2Fservdel%2Ehtm](http://www.digitalopportunity.org/cgi-bin/index.cgi?root=2822&url=http%3A%2F%2Fwww1%2Eworldbank%2Eorg%2Fpublicsector%2Fegov%2Fservdel%2Ehtm) pour d'autres exemples.

<sup>29</sup> Voir:

[www.digitalopportunity.org/cgi-bin/index.cgi?root=2822&url=http%3A%2F%2Fwww1%2Eworldbank%2Eorg%2Fpublicsector%2Fegov%2Fservdel%2Ehtm](http://www.digitalopportunity.org/cgi-bin/index.cgi?root=2822&url=http%3A%2F%2Fwww1%2Eworldbank%2Eorg%2Fpublicsector%2Fegov%2Fservdel%2Ehtm)

<sup>30</sup> Voir:

[www.digitalopportunity.org/cgi-bin/index.cgi?root=2822&url=http%3A%2F%2Fwww1%2Eworldbank%2Eorg%2Fpublicsector%2Fegov%2Fservdel%2Ehtm](http://www.digitalopportunity.org/cgi-bin/index.cgi?root=2822&url=http%3A%2F%2Fwww1%2Eworldbank%2Eorg%2Fpublicsector%2Fegov%2Fservdel%2Ehtm)

<sup>31</sup> Voir:

[www.digitalopportunity.org/cgi-bin/index.cgi?root=2822&url=http%3A%2F%2Fwww1%2Eworldbank%2Eorg%2Fpublicsector%2Fegov%2Fservdel%2Ehtm](http://www.digitalopportunity.org/cgi-bin/index.cgi?root=2822&url=http%3A%2F%2Fwww1%2Eworldbank%2Eorg%2Fpublicsector%2Fegov%2Fservdel%2Ehtm)

<sup>32</sup> Voir [europa.eu.int/rapid/start/cgi/file.tmp\\_Foot\\_1](http://europa.eu.int/rapid/start/cgi/file.tmp_Foot_1)

portait sur 20 services de base dans 15 Etats Membres de l'Union européenne ainsi qu'en Islande, en Norvège et en Suisse. Cette étude portait sur un échantillon représentatif de plus de 10000 prestataires de services publics dans les 18 pays. Les résultats indiquent un taux général de disponibilité des services publics en ligne grâce aux technologies du large bande de 55% contre 45% en octobre 2001. Les catégories de services publics les plus développés étaient les suivantes: les services rémunérateurs, tels que les taxes et les contributions sociales (79%), suivis des services d'enregistrement pour les voitures et les entreprises et de remboursement comme la sécurité sociale. Les services de délivrance de documents et autorisations (permis de conduire, passeports) étaient moins disponibles sur le web (41%)<sup>33</sup>.

- En 2003, conformément au programme de cybergouvernement des pouvoirs publics japonais, presque toutes les applications et procédures doivent être disponibles en ligne<sup>34</sup>. Les pouvoirs publics souhaiteraient mettre en place des réseaux LAN pour relier d'ici à 2005, dans tout le pays, les écoles, les bibliothèques, les centres communautaires et les mairies.
- Au Canada, la ville de Yellowknife offre désormais de nombreux services publics en ligne. Ainsi, les citoyens peuvent faire enregistrer leurs entreprises, obtenir des licences pour des loteries, payer leurs tickets de stationnement, réserver des équipements collectifs et obtenir des informations sur la législation locale. Par le biais d'un projet appelé CityNET, la ville se prépare à fournir des informations aux citoyens grâce à un système téléphonique interactif informatisé et à une version interactive de la télévision par câble<sup>35</sup>.
- Au Royaume-Uni, le portail [www.ukonline.gov.uk](http://www.ukonline.gov.uk) a été créé en vue d'offrir un point d'accès unique aux informations et aux services du gouvernement du pays. Ce portail, lancé début décembre 2000, fournit des services et des prestations tels que:
  - a) «Quickfind» (recherche accélérée) – Moteur de recherche puissant qui oriente directement les utilisateurs vers l'information recherchée, permettant ainsi aux citoyens de s'y retrouver parmi les dédales de l'administration.
  - b) «Do It Online» (transactions en ligne) – Accès en ligne à des transactions utiles: demande de passeport, achat d'une licence de télévision, paiement de factures, avis de notification d'adresse et formulaire d'autocotisation de l'impôt sur le revenu.
  - c) «Newsroom» (bulletin d'information) – Moyen facile d'être tenu informé des nouvelles, des annonces et des avis concernant les pouvoirs publics.
  - d) «CitizenSpace» (espace-citoyen) – Espace réservé au citoyen pour qu'il puisse prendre connaissance des projets des pouvoirs publics et contribuer à l'établissement des nouvelles politiques sur lesquelles le public est invité à se prononcer.
  - e) Pages «Easy Access» (accès facile) – Facilite l'accès au portail aux personnes qui ont des problèmes de vue ou des difficultés de lecture<sup>36</sup>.

## I.2.4 Cyberagriculture

L'agriculture est un autre secteur idéal qui peut bénéficier des technologies à large bande. L'accès large bande établit un lien entre les acheteurs et les vendeurs, simplifie l'établissement des prix, offre des possibilités en matière de gestion des risques et de fixation des prix à terme et enfin, peut faciliter l'amélioration de la productivité des exploitations agricoles et la protection de l'environnement. Le large bande permet aussi d'effectuer par voie électronique les transactions en bourse des produits agricoles et offre aux fermiers la possibilité de mieux appliquer les techniques de gestion de la production, de contrôle des stocks et de commercialisation de leurs marchandises et produits – tant au niveau national qu'au niveau international.

<sup>33</sup> «Services publics en ligne: l'Europe en progrès», site web de la CE, Bruxelles, 20 juin 2002.

<sup>34</sup> Atelier TISP, OCDE, Shinichiro Sakata, Deputy Director General for Information and Communications Policy, Ministry of Public Management, Home Affairs and P & T, Japon, décembre 2001.

<sup>35</sup> Rapport du Groupe de travail national sur les services à large bande «Réseautage du pays pour l'accès aux services à large bande», 2001, page 20.

<sup>36</sup> UK Online Strategy Action Plan Report: [www.e-enjoy.gov.uk/oeefnsf/sections/index/\\$file/index.htm](http://www.e-enjoy.gov.uk/oeefnsf/sections/index/$file/index.htm)

Sachant que, sur le plan géographique, les fermiers sont éloignés de leurs marchés, qu'il y a beaucoup plus d'acheteurs que de vendeurs et que les marchandises sont souvent périssables et fongibles, le large bande peut jouer un rôle important en rapprochant plus rapidement les fermiers de leurs marchés et en permettant aux produits d'arriver plus vite et plus efficacement sur les marchés.

Grâce à la technologie du large bande, les fermiers peuvent aussi être mieux à même de se procurer des «revenus d'appoint». Étant donné que l'agriculture ne permet pas à de nombreux fermiers de vivre uniquement des produits de l'agriculture, bon nombre d'entre eux doivent trouver un travail supplémentaire pour compléter leurs revenus. L'accès large bande peut leur donner l'occasion de mettre à profit leurs compétences pour travailler à partir de leur domicile sans quitter la ferme.

Les avantages économiques de l'utilisation du large bande dans l'agriculture sont importants. Selon M. Morgan Stanley Dean Witter, les possibilités d'un cybermarché interentreprises (aux États-Unis), réservé aux apports agricoles autres que les équipements: semences, produits chimiques, fertilisants et fournitures vétérinaires pourraient s'élever à 34 milliards de dollars EU. De plus, s'agissant de la commercialisation par les fermiers, la mise en place de structures efficaces de commerce électronique interentreprises pourrait entraîner une diminution des coûts de commercialisation d'environ 5 cents le boisseau pour le blé, les oléagineux et les céréales fourragères<sup>37</sup>.

De surcroît, les réseaux à large bande peuvent offrir de nombreux avantages supplémentaires à la communauté agricole. Par exemple, le large bande a rendu possible la création de «zones d'entreprises virtuelles» (VEZ), marchés électroniques pour les particuliers et pour les entreprises qui pourraient bénéficier de l'aide des pouvoirs publics. Avec la technologie du large bande, un nombre de plus en plus grand de zones rurales pourraient immédiatement adhérer aux VEZ existantes ou en créer de nouvelles. L'agriculture de précision est une autre application rendue possible par la technologie du large bande qui peut être employé pour le contrôle des rendements, l'analyse des échantillons de sol et l'accès à l'imagerie satellite pour les conditions météorologiques. Les données peuvent être stockées hors site et être analysées par des experts extérieurs puis être renvoyées à la ferme.

D'autres applications, comme le téléenseignement sur l'agriculture et les services techniques via la technologie du large bande peuvent être utiles pour les activités suivantes: planification des récoltes, lutte antiparasitaire, gestion des biens et entretien des équipements. Les services de télévétérinaire sont également possibles avec le large bande. Étant donné que les services de vétérinaire dispensés à domicile coûtent cher et que de nombreux agriculteurs effectuent souvent eux-mêmes les soins vétérinaires courants, le large bande peut servir à fournir plus rapidement un plus grand nombre d'informations précises sur les problèmes de santé des animaux ainsi que des informations essentielles sur les insectes. Les enchères virtuelles de bétail sont également possibles grâce à la technologie du large bande car le nombre potentiel d'acheteurs qui voient les animaux augmente sans qu'il soit nécessaire de transporter les animaux d'un endroit à l'autre. De plus, la technologie du large bande peut aider les agriculteurs à répartir efficacement des ressources limitées pendant les périodes de sécheresse ou de crise, en leur permettant de transmettre rapidement des informations sur leurs réserves de produits.

L'utilisation des connexions à large bande pour le traçage des marchandises et des produits agricoles est une application traditionnelle de la technologie du large bande dans l'agriculture. En d'autres termes, on peut utiliser les connexions large bande pour suivre la chaîne de production et de distribution de différents produits et marchandises. Cela peut s'avérer particulièrement utile lorsqu'il faut rappeler certains produits pour des raisons sanitaires ou de sécurité. De plus, la technologie du large bande peut jouer un rôle au niveau de la protection de la sécurité nationale en ce sens que les tentatives d'altération des aliments seront moins efficaces du fait que les coupables potentiels pourront être démasqués grâce au traçage des produits.

---

<sup>37</sup> «The importance of Next Generation Internet Access to Agriculture and Rural America», World Perspectives, Inc., 13 avril 2000, pages 2 et 3.

Au Canada, on utilise actuellement les réseaux de télécommunication large bande pour la gestion des fermes et les enchères électroniques de bétail. En fait, plus de 60% des ventes de bétail de boucherie au Québec se fait actuellement dans le cadre d'enchères électroniques. Le prix de vente des producteurs de veaux nourris au grain est tombé de 11 CAD à 4 CAD par tête, d'où une augmentation des marges de profit et il n'est pas nécessaire de transporter deux fois les animaux – tout d'abord vers le lieu où se tiennent les enchères, puis vers l'abattoir<sup>38</sup>.

Dans le cadre d'une opération d'envergure visant à améliorer la connectivité rurale dans l'Etat du Maharashtra en Inde, les pouvoirs publics ont prévu de mettre en place un projet agricole intégré qui utilise la technologie de la boucle locale hertzienne (WLL) pour fournir des informations interactives et détaillées aux fermiers par le biais de l'Internet et de la visioconférence. Deux emplacements pilotes, situés à Baramati et à Pabal, seront équipés d'un centre WLL. Dans le cadre du projet proposé, l'accès à l'Internet sera étendu aux villages environnants dans un rayon de 25 km. Les villages situés à proximité des centres WLL seront dotés de kiosques Internet où les fermiers peuvent naviguer sur les sites web traitant de l'agriculture, télécharger des données sur différentes technologies agricoles, obtenir des données météorologiques ainsi qu'un plan de gestion de la prévention des catastrophes, les incidents causés par les ennemis des plantes et les mesures à appliquer pour y remédier. De même, les fermiers pourront avoir accès à des informations sur les marchés aux niveaux mondial et national, à toute une série de programmes et d'infrastructures des pouvoirs publics ainsi qu'à des informations sur le traitement et la commercialisation dans le domaine de l'agriculture, pourront communiquer directement avec des scientifiques et d'autres fermiers et enfin recourir au commerce électronique dans l'agriculture<sup>39</sup>.

A titre d'exemple de portail agricole, on pourrait citer le cas d'Agmarket, site web indien sur l'agriculture qui vise à créer un réseau d'information à l'échelle du pays pour rassembler et diffuser rapidement des informations commerciales en vue de leur utilisation efficace<sup>40</sup>. Agmarket fournit des données informatisées sur les taxes du marché, le total des entrées d'activité, les entrées d'activité par organismes, les prix (en termes de qualité et de quantité), le stockage, les expéditions avec leur destination, le mode de transport, les coûts, les stocks vendus et invendus, les sources d'approvisionnement avec leur destination et enfin, les méthodes de vente et de paiement. Agmarket assure aussi la diffusion régulière de données fiables aux producteurs, négociants et consommateurs pour qu'ils tirent un profit maximal de leurs ventes et de leurs achats.

Aux Etats-Unis, le «Freedom to E-File Act» ordonne au Département américain de l'agriculture (USDA) de rendre ces programmes accessibles via l'Internet. Les fonctionnaires de ce Département estiment que l'on peut évaluer jusqu'à deux millions le nombre de fermes qui pourraient éviter, au minimum, un trajet d'une heure de route pour se rendre de leur ferme jusqu'au bureau de l'administration afin d'y remplir des formulaires<sup>41</sup>. De plus, la Farm Bill de 2002 comportait une section spécialement consacrée à la promotion de l'accès rural aux réseaux de télécommunication large bande. La Section 601 dispose que les prêts et les garanties de prêts doivent être fournis pour contribuer à la construction, à l'amélioration et à l'acquisition des installations et des équipements pour les services de télécommunication large bande dans les communautés rurales concernées. Une somme pouvant atteindre 20 millions de dollars EU sera rendue disponible pour chaque exercice financier entre 2002 et 2005 et une somme de 10 millions de dollars EU pour les exercices financiers de 2006 et 2007.

### **I.2.5 Cyberapprentissage**

Le cyberapprentissage est une des applications les plus généralisées de la technologie du large bande. Le large bande permet à des étudiants de tout âge, indépendamment de leur emplacement géographique, de bénéficier des possibilités de s'instruire dans des écoles, des universités et autres types d'établissements d'enseignement. Il peut permettre aux étudiants de voir les professeurs en temps réel et d'interagir avec eux, de collaborer à des projets de groupe lorsque les participants se trouvent dans des emplacements géographiques différents et donne

---

<sup>38</sup> Groupe de travail national sur les services à large bande «Réseautage du pays pour l'accès aux services à large bande», page 22.

<sup>39</sup> «Maharashtra draws up plan for WLL-versed villages», *The Economic Times*, 21 avril 2003, [www.economictimes.com](http://www.economictimes.com)

<sup>40</sup> [agmarketnet.nic.in/](http://agmarketnet.nic.in/)

<sup>41</sup> «The importance of Next Generation Internet Access to Agriculture and Rural America», World Perspectives, Inc., 13 avril 2000, page 6.

aux pauvres, aux défavorisés ou aux handicapés la possibilité d'apprendre une multitude de sujets sans qu'ils soient contraints de se rendre dans des établissements d'enseignement, processus coûteux et qui prend du temps. Un grand nombre de pays et de communautés ont utilisé la technologie du large bande pour offrir des possibilités de téléapprentissage à leurs ressortissants. On trouvera ci-après une illustration de quelques exemples réussis dans ce domaine.

Au Danemark, Sektornett<sup>42</sup>, qui a été créé en 1993, est un réseau électronique destiné aux écoles de niveaux primaire et secondaire, aux écoles professionnelles ainsi qu'aux instituts d'enseignement supérieur. Outre l'accès à l'Internet, un certain nombre de services sont proposés dont essentiellement, la formation de cadres Sektornett de haute sécurité dans les écoles et un appui technique. En 2002, on comptait plus de 3 000 établissements sur le Sektornett. Près de la totalité des écoles d'enseignement secondaire, des cours préparatoires supérieurs, des centres de formation des adultes, des écoles professionnelles et des instituts d'enseignement supérieur sont désormais connectés grâce à la technologie du large bande.

Au Danemark également, le réseau de recherche (Forskningsnettet) a été créé en 1997 en vue d'interconnecter les instituts de recherche danois par des liaisons à haut débit pour la transmission de textes, de sons, d'images et de vidéos. Ce réseau prend en charge des applications comme la visioconférence, le téléapprentissage et la télémédecine<sup>43</sup>.

Au Pakistan, une université virtuelle permet aux étudiants d'acquérir des compétences en informatique. Ce projet de téléapprentissage d'une valeur de 40 millions utilise la télévision, la visioconférence et l'Internet et a pour objet de former près de 60 000 diplômés en informatique qui pourront ensuite développer le secteur de la technologie de l'information au Pakistan. Afin de contrôler les coûts et de faire en sorte que le programme soit peu coûteux, des centres d'enseignement sont établis dans des emplacements où les étudiants peuvent visualiser les cours et avoir accès à l'Internet<sup>44</sup>.

Le programme Cisco Networking Academy est né des efforts déployés par Cisco sur le plan interne pour répondre aux besoins de formation des étudiants et des enseignants dans des établissements qui sont en train d'être «câblés», d'être équipés de réseaux de télécommunication et d'être connectés à l'Internet. Ce programme vise essentiellement à fournir aux étudiants la formation nécessaire pour concevoir, mettre en œuvre et exploiter des réseaux informatiques. Il utilise l'apprentissage sur le web pour faciliter l'évolution et la diffusion rapide de programmes d'enseignement actualisés. Il peut aussi diffuser sur une large échelle des informations sur la stratégie et les programmes qui la sous-tendent. A l'heure actuelle, le programme qui repose sur des partenariats établis avec de nombreuses organisations, en plus de l'UIT, est dispensé dans près de 8 500 emplacements dans plus de 130 pays, dont 28 sont désignés officiellement par l'Organisation des Nations Unies comme pays les moins avancés<sup>45</sup>.

### **1.2.6 Télécommunications pour la sécurité du public, pour la prévention des catastrophes et pour les secours en cas de catastrophe**

L'utilisation de la technologie du large bande dans le cadre des initiatives prises en matière de sécurité du public, de la prévention des catastrophes et des secours en cas de catastrophe sont des applications qui deviennent de plus en plus importantes. Depuis le 11 septembre 2001, les responsables de la sécurité du public aux Etats-Unis ainsi que les membres de la communauté internationale des télécommunications ont insisté sur l'utilisation des technologies à large bande pour assurer efficacement la sécurité du public pour le cas où une autre attaque terroriste analogue se produirait. La nation tout entière a reconnu qu'il fallait pouvoir être en mesure de prévoir et de mettre en œuvre rapidement des liaisons hertziennes à large bande pour assurer la connectivité indispensable aux organismes chargés de la sécurité du public.

---

<sup>42</sup> [www.fsk.dk/publ/2001/broadband/fromhardware.doc](http://www.fsk.dk/publ/2001/broadband/fromhardware.doc)

<sup>43</sup> [www.fsk.dk/cgi-bin/theme-overview.cgi](http://www.fsk.dk/cgi-bin/theme-overview.cgi)

<sup>44</sup> Alfred Hermida, «*Teaching Goes Virtual in Pakistan*», BBC News Online, 13 mai 2002.

<sup>45</sup> Conférence mondiale de développement des télécommunications.

La technologie du large bande peut être utilisée de différentes façons pour contribuer à la sécurité du public. Parmi ces applications, il y a lieu de citer les suivantes: assurer le dépistage par biométrie dans certains points d'entrée d'un pays ou d'une ville ainsi que dans les installations dites «sensibles»; renforcer la télésurveillance aux frontières, dans les aéroports, les ports et les gares pour compléter la surveillance locale; rétablir les services publics et la confiance du public en permettant aux fonctionnaires et à leur personnel de télétravailler en cas de dommages causés aux espaces de travail habituels ou de destruction de ces locaux; fournir un accès à distance aux systèmes d'information nécessaires pour mener à bien des activités commerciales de type public ou privé en cas de menaces biochimiques, d'attaques ou de quarantaines; rassembler des experts médicaux dispersés sur le plan géographique et prévoir un appui sur le lieu des catastrophes; enfin, remplacer éventuellement les services de boîte aux lettres par un service électronique de grande capacité en cas de perturbations causées par la destruction, la contamination ou la mise en quarantaine des installations postales.

De plus, les réseaux de télécommunication large bande et en particulier les réseaux hertziens, peuvent aider la police, les pompiers et les membres spécialisés du maintien de l'ordre dans de nombreuses situations. Ainsi, il est possible de transférer rapidement et sans fil de gros fichiers de données et d'images, de sorte que des images et des empreintes digitales de personnes recherchées ou disparues, ainsi que des vidéo-clips de cambriolages ou encore des cartes et des schémas de montage peuvent être téléchargés sur les ordinateurs mobiles des véhicules de police au moment où les policiers quittent leurs bureaux. La même technologie permet aussi de télécharger sans fil des vidéos, des images et des rapports, depuis le véhicule de police jusqu'aux centres de commande. Ces centres utiliseront alors la vidéo animée pour la télécommande par robot en cas d'actes terroristes ou d'autres opérations extrêmement dangereuses et surveilleront aussi les officiers de police ou les suspects dans les situations très risquées, ce qui permet de prendre des décisions sur place et de fournir une assistance en fonction des transmissions vidéo<sup>46</sup>.

Les réseaux à large bande peuvent également compléter les services téléphoniques filaires classiques à commutation de circuits ainsi que les services téléphoniques hertziens par des services VoIP (téléphonie IP) susceptibles d'offrir des services de visioconférence de qualité télévision ainsi que d'autres services. Par ailleurs, le large bande peut aider les fonctionnaires fédéraux et locaux qui suivent une formation en matière de sécurité, à le faire d'une façon plus rentable – la formation étant assurée sans qu'aucune dépense ne soit engagée pour les frais de déplacement en vue d'assister à des séminaires.

La technologie du large bande peut se révéler être particulièrement utile en temps de crise avant, pendant et après des catastrophes naturelles. Grâce à cette technologie, il est possible d'alerter instantanément la famille ou des amis pour les informer de l'état d'un proche ou de leur connaissance. Les connexions à large bande qui s'appuient sur la technologie de la localisation des positions, en particulier dans les régions rurales et isolées, peuvent aider les sauveteurs à porter secours à des victimes d'accidents ou de catastrophes naturelles. Le large bande, et en particulier le large bande hertzien ou par satellite, peut aider les premiers intervenants à recevoir des cartes des lieux du sinistre et leur fournir des vidéos sur différentes situations: par exemple, comment ouvrir de force la porte de compartiment d'un train de passagers ou comment couper en toute sécurité le courant électrique dans une installation, comment se préparer à l'arrivée d'une catastrophe naturelle; enfin, il peut permettre à tous les intervenants concernés des différentes agences de visualiser les mêmes images et les mêmes données<sup>47</sup> et d'apporter une aide avant, pendant et après la catastrophe.

La technologie du large bande peut aussi être appliquée aux robots mobiles. En pareils cas, les robots peuvent servir à sauver des personnes se trouvant dans des zones dangereuses, à faire des inspections automatisées de zones non accessibles et à fournir une assistance lorsqu'il faut traiter des matières dangereuses, neutraliser des bombes ou éliminer des mines terrestres.

---

<sup>46</sup> Motorola «4,9 GHz Allocation to Public Safety: Motorola White Paper for Submission to FCC», 31 juillet 2001.

<sup>47</sup> Motorola «4,9 GHz Allocation to Public Safety: Motorola White Paper for Submission to FCC», 31 juillet 2001.

La lutte contre les incendies est un domaine crucial qui peut utiliser très efficacement la technologie du large bande. Cette technologie peut en effet contribuer à réduire les risques personnels susceptibles de mettre en péril la vie des pompiers. Des gestionnaires situés à l'extérieur peuvent, à l'aide d'une multitude de détecteurs qui sont les signes vitaux des pompiers, ainsi que de signaux à haute résolution émis par des caméras sensibles à la lumière et aux infrarouges, prendre des décisions qui pourront sauver des vies humaines. En outre, la technologie peut assurer un positionnement en trois dimensions qui permet de déterminer l'emplacement exact d'un pompier à l'intérieur d'un local en feu.

En janvier 2001, deux organisations internationales de normalisation, la Telecommunications Industry Association (TIA) et l'Institut européen des normes de télécommunication (ETSI), ont mis la dernière main au premier accord de projet de partenariat de normalisation au niveau international faisant intervenir des utilisateurs et des organisations issus des secteurs de la protection du public, des secours en cas de catastrophes et de la défense civile (ou PPDR). Ce partenariat, appelé Projet MESA<sup>48</sup> (Mobility for Emergency and Safety Applications), réunit des utilisateurs, des responsables de l'industrie et des chercheurs en vue de faciliter l'établissement de spécifications des équipements et des applications de service qui soient à la fois modernes, fiables, sûres, efficaces et interopérables, destinées essentiellement à répondre aux besoins de communication à large bande de la sécurité du public. Cette activité orientée vers la sécurité du public aura pour aboutissement l'établissement de spécifications harmonisées pour les applications et les services mobiles de Terre à large bande utilisant en commun des scénarios et des bandes de fréquences. Les produits élaborés dans le cadre de ce projet sont transformés, s'il y a lieu, en normes régionales fondées sur la technologie à large bande mobile de la prochaine génération à l'intention des spécialistes de la sécurité du public et des interventions d'urgence (avant, pendant et après la catastrophe). Avec la catastrophe récente du tsunami, cette application est plus qu'une nécessité.

### **I.2.7 Applications pour les petites entreprises**

Dans le cas des propriétaires de petites entreprises, la technologie du large bande peut les aider à se procurer des informations sur la façon de créer une petite entreprise, à demander des permis et des licences en ligne, à réaliser des études de marché sur l'Internet, à faire de la publicité pour leurs produits et services et enfin, à correspondre plus facilement avec les clients et les fournisseurs. Cette technologie peut aussi permettre à ces propriétaires de petites entreprises de trouver plus vite des fournitures et d'acheter des matières premières sans devoir dépenser trop de temps ni d'argent en déplacement pour les mêmes résultats.

### **I.2.8 Cybertourisme**

Le large bande permet de «visiter» des lieux touristiques sans devoir parcourir de longues distances pour les voir de visu. Grâce aux connexions à large bande (applications vidéos en particulier), il est possible de visualiser des trésors artistiques, des expositions, des sites historiques et autres types d'attractions touristiques. De plus, la technologie du large bande peut permettre aux amateurs de sport et d'autres événements majeurs comme la Coupe du monde ou les Jeux olympiques de «voir» ces manifestations de la même façon qu'ils le feraient en temps réel. Cela est particulièrement utile lorsque les manifestations peuvent exiger de longs déplacements ou lorsqu'il n'est pas possible de visualiser les événements en temps réel en raison d'un décalage horaire trop important.

### **I.2.9 Applications liées aux loisirs**

Nombreux sont ceux qui ont utilisé le large bande pour leurs passe-temps personnels, parcourir l'Internet pour le plaisir, jouer à des jeux, parier et télécharger de la musique, des vidéos et des films. En outre, la technologie de la localisation des positions combinées au large bande, peut permettre d'obtenir des informations sur les restaurants, des cartes locales détaillées ainsi que des informations sur les musées ou d'ordre touristique.

---

<sup>48</sup> Voir [www.projectmesa.org/](http://www.projectmesa.org/)

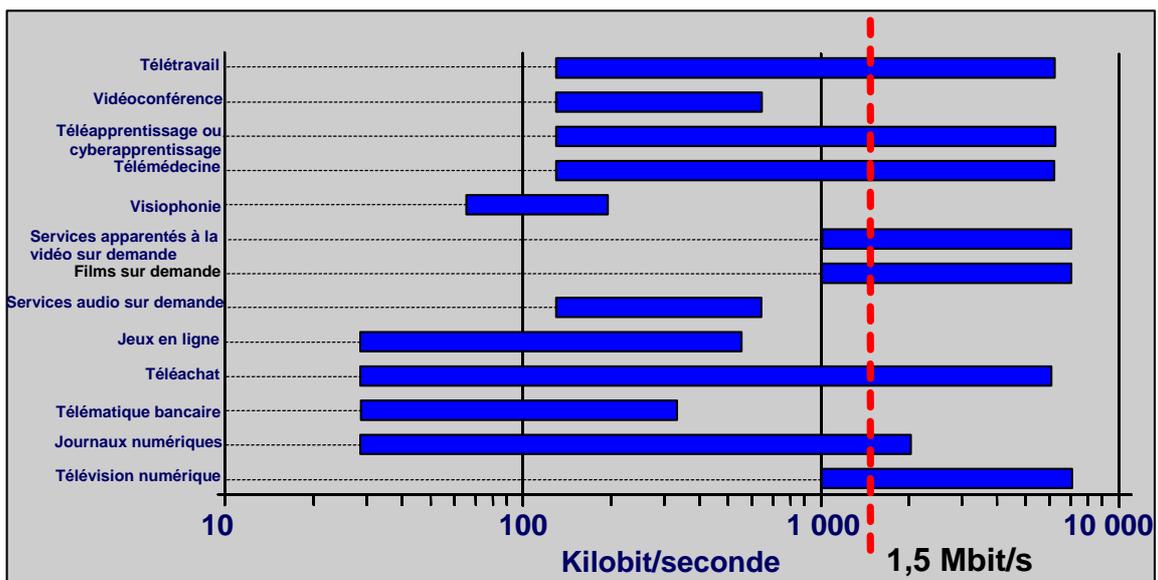
### I.2.10 Rassemblement d'informations

L'une des applications les plus populaires de la technologie du large bande est celle de l'accès à l'information et de la recherche d'informations. La connexion à large bande à grande vitesse, toujours active, permet aux utilisateurs d'accéder plus rapidement à un plus grand nombre d'informations qu'avec les connexions à bande étroite, qui sont plus lentes. Par conséquent, la technologie du large bande peut encourager un plus grand nombre de gens à rechercher davantage d'informations en ligne et à améliorer leur capacité d'acquérir de nouvelles connaissances.

### I.2.11 Largeur de bande requise pour certaines applications

Bien que les besoins de largeur de bande pour les télécommunications puissent varier en fonction de l'évolution technique, le graphique donne un bon aperçu des débits nécessaires pour mettre en œuvre diverses applications, dont beaucoup sont examinées plus en détail dans le présent Rapport.

#### «Capacité: capacité de débit binaire nécessaire par application»<sup>49</sup>



\* NOTE – Les vitesses indiquées dans le tableau ci-dessus peuvent changer en fonction des techniques de compression des autres techniques utilisées.

<sup>49</sup> Chouinard, Gérald: «Accès au large bande en régions rurales et éloignées (RRBA)», Centre de recherches sur les communications – Canada, [www.crc.ca/broadband/](http://www.crc.ca/broadband/)

### I.3 Mise en place des technologies du large bande

Nombreux sont les facteurs susceptibles d'influer défavorablement sur la mise en œuvre généralisée des technologies d'accès large bande dans les pays en développement. Non seulement les opérateurs doivent faire face à des difficultés extrêmes pour installer un réseau mais l'acquisition d'une clientèle et la gestion d'une entreprise rentable constituent des problèmes supplémentaires. Les efforts déployés pour mettre en œuvre et offrir un service de télécommunication large bande rentable dans les pays en développement sont freinés pour les raisons suivantes:

- technologie d'accès coûteuse;
- manque de sensibilisation aux technologies d'accès large bande;
- absence de cadre réglementaire propice à la création et à la mise en place du réseau;
- maintien de monopoles et insuffisance de l'ouverture à la concurrence;
- absence de concurrence sur le dernier kilomètre avant le domicile de l'abonné;
- octroi de subventions publiques, qui entraînent une distorsion du marché;
- subventions croisées excessives entre réseaux téléphoniques et réseaux de télévision par câble, pour réduire les risques de concurrence intermodales;
- insuffisance ou absence d'infrastructures de base, comme l'électricité et les routes;
- coûts d'exploitation et de maintenance élevés, y compris les coûts liés à la sécurité, les coûts administratifs et les coûts de la main-d'œuvre;
- prix élevés des équipements;
- le volume qui pourrait être téléchargé dans le cadre d'un montant forfaitaire est soumis à l'application de plafonds excessifs;
- absence de personnel technique dans une zone de service;
- difficultés rencontrées avec des abonnés dont les créances sont irrécouvrables;
- médiocrité des services de distribution, de vente et des prestations à la clientèle dans la zone desservie;
- faible utilisation par abonné et recettes moyennes peu élevées;
- exigüité des marchés potentiels;
- absence de contenus et d'applications locales dans des langues nationales autres que l'anglais.
- vol d'équipements infrastructurels comme les câbles.

#### I.3.1 Analyse des réponses au questionnaire sur les communications large bande: principales conclusions

En mars 2003, après la deuxième réunion du Groupe du Rapporteur pour la Question 20/2 (Examen des technologies d'accès pour les communications large bande), un questionnaire a été envoyé aux Etats Membres, ainsi qu'aux organisations et aux entreprises concernées, leur demandant d'indiquer les technologies d'accès large bande hertziennes et filaires pertinentes ainsi que leurs caractéristiques. Ce questionnaire avait également pour objet de déterminer les facteurs économiques et techniques ainsi que les facteurs liés au développement qui ont une incidence sur l'accessibilité des technologies d'accès et des applications large bande et sur leur mise en place. On trouvera ci-dessous un résumé des résultats des réponses reçues par le secrétariat de l'UIT-D en juin 2003. Un expert extérieur a été recruté par le BDT pour mener l'analyse. A la mi-juin 2003, l'UIT avait reçu 55 réponses de 49 pays des six régions de l'UIT.

### Principales conclusions

Le questionnaire comprenait plusieurs parties. Les principales conclusions correspondant à ces parties peuvent être résumées de la façon suivante:

Partie	Principales conclusions
<b>Technologie</b>	<p>Actuellement, la technologie la plus utilisée pour fournir des services large bande sur des réseaux filaires est la technologie DSL, suivie de près par la technologie E1/T1, plus traditionnelle, et par les connexions par fibres et par câble. (NOTE – La télévision par câble est plus utilisée que la technologie DSL en Amérique du Nord, car elle est présente sur le marché depuis plus longtemps.)</p> <p>Les réseaux locaux hertziens, hertziens fixes, par satellite et IMT-2000 sont les principales technologies utilisées pour fournir des services large bande hertziens, en particulier lorsque les techniques filaires ne sont pas adaptées.</p> <p>Autres solutions: RNIS, Ethernet, optique spatiale laser et GPRS.</p>
<b>Concurrence</b>	<p>Seuls quatre pays n'autorisent pas la concurrence dans les services Internet.</p> <p>28 pays contre 21 autorisent la concurrence dans la boucle locale.</p> <p>Dans 10 pays, il n'existe pas de concurrence entre les différentes technologies large bande.</p> <p>Il n'y a pas de technologie dominante au niveau régional et les solutions large bande varient d'un pays à l'autre en fonction des offres des opérateurs, de l'économie locale et des investissements effectués par l'opérateur historique.</p>
<b>Accès</b>	<p>Il y a des différences considérables entre pays développés et pays en développement concernant l'accès aux services large bande, qu'il s'agisse d'entreprises, de ménages ou d'abonnés au téléphone vivant dans des zones rurales.</p> <p>D'après les estimations de nombreux pays en développement (et de certains pays développés), le nombre d'abonnés au téléphone vivant dans des zones rurales, qui ont accès au large bande, lorsque cette technologie existe, représente un très faible pourcentage de la totalité des abonnés.</p>
<b>Tarifs et temps d'utilisation</b>	<p>Malgré les différents types d'économie des pays qui ont répondu à la question, on constate une convergence générale des tarifs moyens appliqués dans les six régions de l'UIT-D. Toutefois, les tarifs applicables aux connexions large bande varient entre ces régions, notamment pour les services à grande largeur de bande. En effet, les coûts moyens d'accès au large bande sont cinq fois plus élevés dans la région Afrique qu'en Europe.</p> <p>Les temps d'utilisation illimités offerts par des opérateurs ne correspondent pas à une tendance régionale marquée, mais résultent plutôt de la situation locale que rencontrent les différents opérateurs.</p> <p>Les modèles relatifs au temps d'utilisation et aux tarifs varient selon les opérateurs, les technologies utilisées et les régions, encore que des modèles généraux aient été définis.</p>
<b>Obstacles au déploiement de l'accès large bande</b>	<p>Le coût de la mise en place est le principal obstacle, avant l'insuffisance de la demande d'applications de service large bande.</p> <p>Parmi les problèmes qui freinent la diffusion de l'accès large bande, celui de la redevance mensuelle trop élevée est le plus souvent cité dans les réponses.</p> <p>La conjugaison de plusieurs problèmes (redevances mensuelles et frais d'installation élevés et manque d'ordinateurs personnels) fait que la demande de services large bande est insuffisante pour justifier les coûts d'infrastructure et la rentabilité de la mise en place de ces services.</p> <p>La plupart des pays ayant répondu n'accordent pas de prêts ni d'aides financières en vue de permettre aux opérateurs de mettre en place le large bande.</p>
<b>Qualité du service</b>	<p>Le débit moyen de données de la liaison aval dans le cas du DSL et des services large bande par câble et hertzien dépend des contraintes techniques ainsi que du modèle relatif aux tarifs et au temps d'utilisation choisis.</p>
<b>Divers</b>	<p>L'accès hertzien est la technologie large bande qui connaît la croissance la plus rapide. Les applications commerciales (par exemple le courrier électronique et l'accès aux réseaux Extranet des sociétés) arrivent tout juste en tête devant l'utilisation personnelle (navigation sur le web, etc.), tant dans les pays développés que dans les pays en développement.</p>

On trouvera dans l'Annexe II – Analyse des réponses au questionnaire – des renseignements supplémentaires et détaillés sur le questionnaire relatif à l'accès large bande.

### I.3.2 Questions de genre et déploiement des technologies du large bande

Les technologies de télécommunication de pointe telles que le large bande, lorsqu'elles sont employées d'une manière démocratique, constituent des instruments puissants qui peuvent contribuer à faire progresser les droits de la personne, notamment par une participation plus complète des femmes dans toutes les sphères d'activité. Néanmoins, l'accès à ces technologies peut s'avérer inégal en fonction des régions géographiques et des groupes sociaux considérés. Cela est dû en partie à la position économique des femmes dans les ménages et dans les communautés. Cette inégalité contribue à creuser l'écart entre ceux qui ont accès à des ressources d'information abondantes et ceux qui en sont privés, avec pour effet de renforcer la marginalisation déjà constatée au niveau du développement et des ressources techniques. Dans ce contexte, la technologie du large bande qui permet de fournir l'information à moindre coût, peut effacer ces contraintes financières et réduire la fracture numérique entre les femmes et les hommes.

Les femmes, en particulier, ont tendance à être sous-représentées en termes d'accès à ces technologies et tout particulièrement celles des pays en développement et issues de groupes marginalisés. Paradoxalement, les femmes appartenant à ces groupes sociaux représentent précisément la main-d'œuvre qui produit des pièces d'ordinateur dans des conditions de travail souvent néfastes pour leur santé; de la même façon, les femmes qui occupent des emplois techniques ou tertiaires du niveau le plus bas constituent le groupe le plus important des utilisateurs de l'informatique, alors que de nombreuses autres femmes ont perdu leur travail au profit d'une plus grande automatisation. En revanche, les femmes sont moins présentes que les hommes dans des domaines tels que la gestion des systèmes informatiques et le développement technique. Elles sont aussi proportionnellement sous-représentées comme utilisatrices des technologies du large bande.

Un grand nombre d'organisations féminines reconnaissent désormais l'importance de leur travail qui s'est traduit par la création de forums d'échange d'information aux niveaux régional et mondial ainsi que par la participation à ces instances où elles peuvent échanger des idées, des propositions, des documents et des informations. Les technologies du large bande peuvent contribuer à faciliter cet échange d'information. De nombreux portails ou réseaux d'échange ont vu le jour sur différents sujets intéressant les femmes. Par exemple, les réseaux et les organisations féminines aux niveaux national et régional promeuvent les applications concernant la santé, l'agriculture, le téléenseignement et le commerce électronique. Plus précisément, certaines organisations féminines ont noté que certaines applications, notamment la télémédecine/santé, réduisent virtuellement les distances et peuvent accélérer l'accès aux soins de santé et améliorer le bien-être économique et dans le domaine de la santé des femmes des communautés pauvres.

Les applications du commerce électronique ont aussi des effets positifs sur le bien-être des femmes d'horizons économiques divers. Par exemple, au Cameroun, l'ASAFE utilise les TIC pour répondre aux besoins des femmes défavorisées dans les zones rurales et les zones urbaines, en renforçant les capacités des petites entreprises détenues par des femmes. De même, l'Association SEWA (Association des femmes exerçant une activité indépendante) en Inde travaille avec des femmes employées dans des micro-entreprises et dans l'artisanat pour commercialiser leurs produits au niveau international. Il est reconnu de plus en plus que le développement de ces réseaux contribuera à faire avancer la cause de l'égalité hommes/femmes et à encourager une plus grande participation des femmes aux discussions ainsi qu'à la prise de décision au niveau international.

De nombreuses femmes et organisations féminines souhaitent donc vivement accéder à cette technologie et se l'approprier. Toutefois, elles rencontrent souvent des obstacles qui rendent leur tâche plus difficile. Parmi ces obstacles, il y a lieu de citer notamment: un accès moins important aux ressources (financières et technologiques), un accès réduit à l'information et à l'assistance technique ou aux méthodes n'intégrant pas la distinction hommes/femmes, les obstacles socio-culturels que rencontrent les femmes et les jeunes filles pour accéder à la technologie, les lacunes sur le plan de l'enseignement, les conceptions erronées de la technologie et de son utilisation, les obstacles linguistiques. Des efforts particuliers sont nécessaires pour venir à bout de ces problèmes.

Au nombre des organisations féminines, il y a lieu de mentionner la Women in Cable & Telecommunications (WICT). Depuis sa création en 1979, la WICT s'est montrée résolue à faire progresser la situation des femmes, et notamment, à lui faire jouer un rôle dans la technologie par le biais de programmes et de services dirigés par une équipe aux compétences avérées, tant au niveau national qu'au niveau local. La WICT est favorable à une collaboration au sein de son organisation et dans le secteur tout entier. Elle agit en partenariat avec les dirigeants du secteur des câbles et des télécommunications pour mettre au point des programmes et des services d'avant-garde et mobilise ces entreprises pour qu'elles créent des possibilités de promotion professionnelle pour les femmes<sup>50</sup>.

Une autre organisation, Women'sNet, élabore actuellement un centre pilote de ressources en ligne pour les femmes (WORC), projet de création d'une communauté de l'information<sup>51</sup>. Ce centre sera l'endroit idéal pour y trouver des documents pédagogiques sur les questions de genre qui intéressent les particuliers et les organisations engagés activement dans la lutte en faveur de l'égalité de traitement entre les hommes et les femmes. Ce centre est conçu comme un bureau d'échange de documents pédagogiques tenant compte des spécificités de chaque sexe dans le domaine de la formation aux TIC ainsi que de multiples autres domaines dans lesquels des besoins sont recensés. Le WORC a pour objectif d'encourager l'inclusion de l'analyse des questions de genre dans les TIC et dans les autres domaines de la formation, afin d'améliorer la qualité de la formation en faveur de l'égalité de traitement entre les hommes et les femmes aux niveaux mondial, régional et local. L'APC (Association of progressive communications) est un réseau international d'organisations de la société civile destiné à valoriser et soutenir les groupes et les individus défendant la paix, les droits de l'homme, le développement et la protection de l'environnement en utilisant de façon stratégique les technologies de l'information et de la communication.

*Expérience vécue par des femmes: L'adoption du large bande est en plein essor aux Etats-Unis et ce sont les femmes qui ouvrent la voie*

Selon les chiffres communiqués par Nielsen/NetRatings, depuis mai 2003, près de 40 millions d'internautes aux Etats-Unis sont désormais connectés via des réseaux à large bande, soit jusqu'à 49% l'année dernière<sup>52</sup>. Ce sont les femmes, les personnes âgées, les étudiants et les groupes sociaux privilégiés qui ont été les premiers à adopter la nouvelle technologie. Le pourcentage de femmes ayant adopté le large bande est légèrement supérieur à celui des hommes puisqu'il s'établit à 51% contre 48%. Le nombre d'hommes qui ont accès à l'Internet via le large bande reste toujours plus important que celui des femmes (20,1 millions contre 18,9 millions) et il y a toujours plus de femmes (37,8 millions) que d'hommes (31,8 millions) qui accèdent à l'Internet par l'intermédiaire de réseaux à bande étroite<sup>53</sup>.

### **I.3.3 Stratégies visant à promouvoir le large bande**

Les pays qui ont réussi à promouvoir les technologies de l'accès large bande ont ceci en commun: ils ont adopté des mesures visant à faire connaître les avantages des technologies large bande au grand public, ils utilisent le large bande avec des applications et un contenu prévus à cet effet, ils ont mis en place un environnement propice aux innovations en matière de large bande, ils disposent d'une structure de marché concurrentiel qui permet de maintenir les prix à un bas niveau et, enfin, ils ont élaboré des politiques et des programmes privilégiant l'environnement des technologies du large bande.

Il existe deux méthodes viables pour promouvoir le large bande: connecter les établissements scolaires et utiliser des centres d'accès communautaires pour permettre aux utilisateurs d'accéder au large bande sans avoir à assumer les coûts fixes considérables que suppose le raccordement jusqu'au domicile. Les pays

---

<sup>50</sup> [www.wict.org](http://www.wict.org)

<sup>51</sup> [www.womensnet.org.za](http://www.womensnet.org.za)

<sup>52</sup> «Broadband Adoption is Booming in the US», [www.onlinepublishingnews.com/htm/n\\_olpn20030620.538206.htm](http://www.onlinepublishingnews.com/htm/n_olpn20030620.538206.htm)

<sup>53</sup> «Broadband Adoption is Booming in the US», [www.onlinepublishingnews.com/htm/n\\_olpn20030620.538206.htm](http://www.onlinepublishingnews.com/htm/n_olpn20030620.538206.htm)

doivent également utiliser au mieux les réseaux en place, étant donné qu'ils ne disposent généralement pas de ressources financières pour mettre en place de nouveaux réseaux. D'autres pays ont abordé la question du large bande dans le cadre d'initiatives publiques, parmi lesquelles figurent les applications de cybergouvernement, de cybersanté et de cyberapprentissage. Certains projets prévoient la mise en œuvre d'initiatives visant à former des enseignants sur la manière d'interagir et de fournir des documents par l'intermédiaire d'ordinateurs et de connexions large bande.

L'établissement d'un cadre réglementaire approprié est indispensable pour promouvoir la mise en œuvre et l'adoption par le marché de services de données à grande vitesse. Les paragraphes qui suivent ont pour objet d'examiner de façon plus approfondie des méthodes visant à promouvoir la demande et l'offre de technologies large bande ainsi que l'importance de l'adaptabilité des technologies et des politiques d'accès universel.

### **1.3.3.1 Promotion des applications large bande<sup>54</sup>**

Il n'existe pas de méthode unique pour promouvoir les applications large bande. Les stratégies et les politiques en la matière seront véritablement efficaces lorsque les différents projets et initiatives applicables à l'ensemble des parties prenantes seront regroupés simultanément et adaptés aux différents contextes. Il faut promouvoir les applications large bande pour les raisons suivantes:

- les utilisateurs en retirent des avantages: grâce à des débits plus élevés et au fait qu'elles sont toujours disponibles, les technologies large bande permettent l'échange d'un contenu plus riche, facilitent l'amélioration, le développement et la rapidité des télécommunications et permettent le partage d'une connexion avec de nombreux utilisateurs;
- l'économie en tire profit: la connectivité du large bande encourage l'innovation, stimule la croissance de l'économie et attire les investissements étrangers;
- retour sur investissement: la technologie du large bande permettra d'offrir de nouvelles applications et de nouveaux services qui attireront les utilisateurs et permettront de récupérer les coûts de développement de l'infrastructure.

#### **Promouvoir la demande de services large bande**

D'une manière générale, il existe certaines mesures qu'un pays ou une région donné peuvent prendre afin de créer un environnement plus propice à la mise en œuvre et au développement du large bande. Si l'on applique les mesures indiquées ci-après, il est possible de mettre en place une économie réussie des applications large bande:

##### *Tenir le public informé de la technologie et des applications à large bande*

Il est important que les utilisateurs soient informés des avantages que peuvent apporter la technologie du large bande et ses applications. Les pouvoirs publics ainsi que le secteur privé peuvent jouer un rôle actif en faisant connaître les avantages du large bande. Les utilisateurs devraient être informés des avantages qu'ils tireront de l'adoption des principales technologies à large bande et de leur intégration dans leur vie quotidienne. Les entreprises et les pouvoirs publics peuvent aussi adopter et encourager des solutions telles que le cybertravail et les transactions en ligne.

##### *Promouvoir les innovations technologiques*

Il est important de promouvoir des politiques et des mesures incitatives pour favoriser le développement du contenu et des applications à large bande. Les pays doivent proposer un cadre propice au développement du large bande en accordant une attention particulière aux droits de propriété intellectuelle, en apportant un soutien aux secteurs qui contribuent au développement de nouvelles applications à grande largeur de bande, ainsi qu'à l'établissement de méthodes novatrices de diffusion de la technologie et de mesures propres à assurer la sécurité des utilisateurs.

---

<sup>54</sup> UIT/SPU, «Promouvoir la demande et l'offre de services large bande», avril 2003.

*Encourager l'utilisation du large bande avec des applications et un contenu attrayants*

On relève une différence significative dans les taux d'adoption de la technologie du large bande selon les types d'application disponibles d'un pays à l'autre. Parmi les applications qui se sont bien intégrées dans les pays où le large bande connaît un grand succès, il y a lieu de citer les suivantes: téléphonie IP, dialogue vidéo, audio sur large bande et jeu en ligne. De plus, les concepteurs d'applications doivent tenir compte de la nécessité d'élaborer un contenu dans plusieurs langues.

*Créer un environnement de marché concurrentiel*

L'instauration d'une concurrence loyale et sans entrave aura pour effet d'abaisser les prix à un niveau acceptable, et partant, de stimuler la demande. Alors que d'autres mécanismes tels que les subventions et les mesures réglementaires contribuent à favoriser le développement de la technologie du large bande, l'existence d'un marché véritablement concurrentiel sera l'élément déterminant pour permettre une augmentation de la demande. Les consommateurs n'adopteront le large bande que s'ils peuvent justifier son coût par rapport à la valeur ajoutée par cette technologie.

**Promouvoir l'offre de services large bande**

Un pays où la technologie du large bande fait recette, qui encourage efficacement l'offre de services large bande, peut être caractérisé de la façon suivante:

*a) Concurrence*

Si l'on veut abaisser les prix et élargir la gamme d'options à large bande offertes aux utilisateurs, il est indispensable que de nombreux fournisseurs offrent de multiples technologies à large bande. De plus, l'application de politiques d'accès sans restriction peut contribuer à encourager la concurrence entre les services. Il est également utile que les acteurs du marché soient en mesure de rivaliser avec l'opérateur historique.

*b) Utilité maximale des réseaux actuels et des nouveaux investissements dans les réseaux*

Les réseaux existants doivent être utilisés au maximum mais il faut aussi compter sur de nouveaux investissements dans les réseaux. Des réseaux novateurs à large bande (hertzien, satellite, lignes ferroviaires et électriques) peuvent proposer des applications large bande. Les écoles, les hôpitaux et les centres d'accès communautaires peuvent constituer les premiers points d'ancrage du large bande dans les régions avant de devenir les points d'accès au réseau pour les réseaux du futur.

**I.3.3.2 Flexibilité**

L'établissement d'un cadre réglementaire approprié est indispensable pour promouvoir la mise en œuvre et l'adoption par le marché de services de données à grande vitesse. La convergence des services, comme les données et la téléphonie, ne devrait pas conduire à la mise en place de davantage de règlements inutiles. Les paragraphes qui suivent ont pour objet d'examiner de façon plus approfondie l'importance de l'adaptabilité des technologies et des politiques d'accès universel.

*Importance de l'adaptabilité des technologies*

L'adaptabilité des technologies (on parle aussi de neutralité technologique ou de choix de l'opérateur) est un aspect important en faveur de la mise en place du large bande. Dans le domaine de l'élaboration des politiques, l'adaptabilité des technologies signifie que les politiques générales et les mesures d'incitation ne doivent privilégier aucune plate-forme technologique ni aucun mode de fourniture d'applications large bande (satellite, filaire, hertzien, par exemple). Par ailleurs, pour une plate-forme ou un mode de fourniture donné d'un service, les politiques générales et les mesures d'incitation technologiquement neutres ne doivent pas privilégier tel ou tel produit ou norme technologique (réseaux à commutation de circuits ou par paquets, normes de télécommunications mobiles ou cellulaires différentes, par exemple). Dans la mesure du possible, il est important que les fournisseurs de services disposent de la souplesse voulue pour choisir les technologies sur la base de considérations commerciales et liées à la concurrence. L'existence d'un cadre réglementaire transparent, à l'intérieur duquel le choix de la technologie la plus appropriée à mettre en œuvre est fixé par les lois du marché, peut encourager la concurrence, stimuler les innovations et accélérer la mise en œuvre de services.

### I.3.3.3 Accès universel

Une politique d'accès universel transparente vise à promouvoir l'offre de services de qualité à des prix justes, raisonnables et abordables, à accroître les possibilités d'accès aux services de télécommunication de pointe et à rendre disponibles ces services à tous les consommateurs, y compris à ceux qui vivent dans des zones à faible revenu, rurales ou insulaires, où les coûts sont élevés. Il est important que les pays évaluent en permanence leurs stratégies d'accès universel, compte tenu des progrès technologiques et de l'évolution des conditions du marché, afin d'accroître au maximum la taille, l'étendue, la diversité et l'efficacité des réseaux de télécommunication. Il est également important que les politiques d'accès universel encouragent l'offre aux particuliers, aux entreprises et aux pouvoirs publics, d'applications financièrement abordables en matière d'enseignement, de santé et de sécurité.

Les politiques d'accès universel qui sont neutres sur le plan de la concurrence ne favorisent aucun participant ou groupe de participants. Etant donné qu'aucune solution technologique ne convient nécessairement à l'ensemble d'un pays ou d'une région, la diversité des moyens technologiques disponibles offre des possibilités nouvelles et inédites d'élargir l'accès aux services dans les pays en développement.

### I.3.3.4 Rôle des pouvoirs publics dans la promotion du large bande

#### a) *Programmes des pouvoirs publics visant à accélérer l'offre de services large bande*

Plusieurs programmes appuyés par les pouvoirs publics aux niveaux local, national et régional ont permis d'augmenter l'offre globale de services large bande. En l'occurrence, les pouvoirs publics peuvent investir directement dans les infrastructures à large bande mais aussi accorder des dégrèvements fiscaux, des prêts à taux d'intérêt faible et des subventions aux participants du secteur qui cherchent à doter les zones sous-développées de réseaux à large bande. Il est important, au moment d'encourager le développement du large bande «pour tous», d'éviter que l'Etat n'accorde des subventions directes ou croisées qui offriraient un avantage injustifié à certains protagonistes du marché. Les pouvoirs publics sont invités à prêter assistance en fournissant une infrastructure et des services large bande dans des zones non desservies par des entités du secteur public du fait des conditions de marché défavorables.

#### b) *Les institutions publiques comme points d'ancrage efficaces pour la demande de services large bande*

Dans les zones où les connexions avec les foyers ne sont pas encore exploitables, les écoles, les hôpitaux et les centres d'accès communautaires peuvent offrir des connexions à large bande. Le réseau peut alors se développer de façon incrémentielle à partir de ces points clés dès que la technologie et l'économie le permettent. Le large bande hertzien offre aussi une solution communautaire rentable par rapport aux lignes fixes comme le large bande via le DSL ou le câblo-modem.

#### c) *Participation des pouvoirs publics à tous les niveaux*

Grâce à l'existence de projets auxquels participe la communauté et d'initiatives prises aux niveaux national, régional et de la ville, il a été possible d'offrir un accès élargi. Dans certains cas, les pouvoirs publics ont choisi de fournir ou de subventionner l'infrastructure nécessaire pour stimuler le développement économique d'une zone donnée.

#### d) *Lignes directrices relatives aux meilleures pratiques pour promouvoir le large bande et l'accès à l'Internet à faible coût*

En décembre 2004, les lignes directrices relatives aux meilleures pratiques pour promouvoir le large bande et l'accès à l'Internet à faible coût ont été élaborées lors du Colloque mondial des régulateurs (organisé chaque année par l'UIT-D). Ces lignes directrices décrivent le fondement d'un régime réglementaire de base et comment les gouvernements peuvent stimuler la croissance du marché des télécommunications pour les

applications du large bande. (Toutes les lignes directrices sont reproduites dans l'Annexe IV.) On trouvera ci-après certaines de ces lignes directrices:

- «Nous encourageons les pouvoirs politiques, au plus haut niveau, à apporter leur appui en formulant de grands objectifs nationaux ou régionaux. Ceci inclut un régulateur efficace, séparé de l'opérateur historique et hors des influences politiques, un processus de réglementation transparent, ainsi que l'adoption et la mise en œuvre de règles claires.»
- «Nous encourageons les régulateurs à établir des politiques qui visent à développer la concurrence entre différentes technologies et différents segments de l'industrie, qui conduiront au développement et au déploiement du large bande. Ceci exige d'identifier les obstacles et les goulets d'étranglement qui peuvent exister quant à l'accès aux installations essentielles sur une base non discriminante.»
- «Nous encourageons les régulateurs à attribuer du spectre en quantité suffisante pour faciliter l'emploi de technologies modernes et économiques de radiocommunication utilisant le large bande. Nous les encourageons en outre à pratiquer une gestion innovante de la ressource spectre, par exemple en autorisant l'utilisation de fréquences en partage ou à attribuer des fréquences sans obligation de licence, pour autant qu'il n'en résulte pas de brouillage.»
- «Nous exhortons les régulateurs à mener périodiquement des consultations publiques avec les partenaires pour faire connaître les méthodes de prise de décision en matière de réglementation.»
- «Nous recommandons aux régulateurs de réfléchir attentivement aux possibilités de réduire au minimum les obstacles à l'octroi de licences.»
- «Nous encourageons la mise en place d'un cadre réglementaire qui autorise les fournisseurs de services Internet et de services large bande à mettre en place leurs propres installations sur le dernier tronçon.»

## Section II – Tableaux des différentes technologies

Le terme de tableau est générique et peut être utilisé de diverses manières. Dans ce contexte, ce terme désigne une brève description d'une technologie particulière et présente les applications et l'évolution de cette technologie, avec les références appropriées.

Les technologies de télécommunication large bande peuvent être subdivisées schématiquement en technologies filaires et en technologies hertziennes. Les technologies filaires comprennent les lignes téléphoniques traditionnelles, les lignes à antenne collective ainsi que les lignes à fibres optiques. Les communications hertziennes recouvrent les technologies hertziennes de type cellulaire et fixe, les communications à courte distance à haut débit, par exemple les réseaux locaux hertziens (RLAN) et la transmission optique dans l'espace libre ainsi que les transmissions par satellite. Les réseaux à satellite comprennent les satellites sur orbite géostationnaire (OSG) et les satellites sur orbite non géostationnaire (non OSG), ces derniers englobant les satellites sur orbite terrestre basse (LEO), les satellites sur orbite terrestre moyenne (MEO) et les satellites sur orbite fortement inclinée (HOS) avec une application particulière au-delà de l'orbite OSG, celle des satellites sur orbite elliptique fortement inclinée (HEO). Le large bande utilise une technologie hertzienne ou filaire ou une combinaison de ces deux technologies pour assurer un accès à haut débit à l'utilisateur.

### II.1 Technologies filaires d'accès large bande

En ce qui concerne l'accès à un réseau étendu, de nombreuses solutions technologiques sont actuellement en concurrence pour obtenir une part de marché et se faire accepter sur le marché. Ces solutions technologiques, qui ont pour origine les environnements de réseau étendu et de réseau local (WAN et LAN), sont les suivantes: RNIS, ATM, Ethernet commuté, relais de trames, technologies de transmission de données sur câble à antenne collective (télévision par câble) et famille des technologies de lignes d'abonné numériques.

#### II.1.1 Tableau des différentes technologies DSL

Du fait de l'introduction de nouveaux services exigeant des signaux numériques avec des débits binaires de plus en plus élevés, il faut soit augmenter la largeur de bande utilisable des boucles d'abonné existantes, en faisant appel à des techniques perfectionnées, soit remplacer les paires torsadées par des supports de transmission à large bande: câble en fibre ou câble coaxial ou transmissions sans fil.

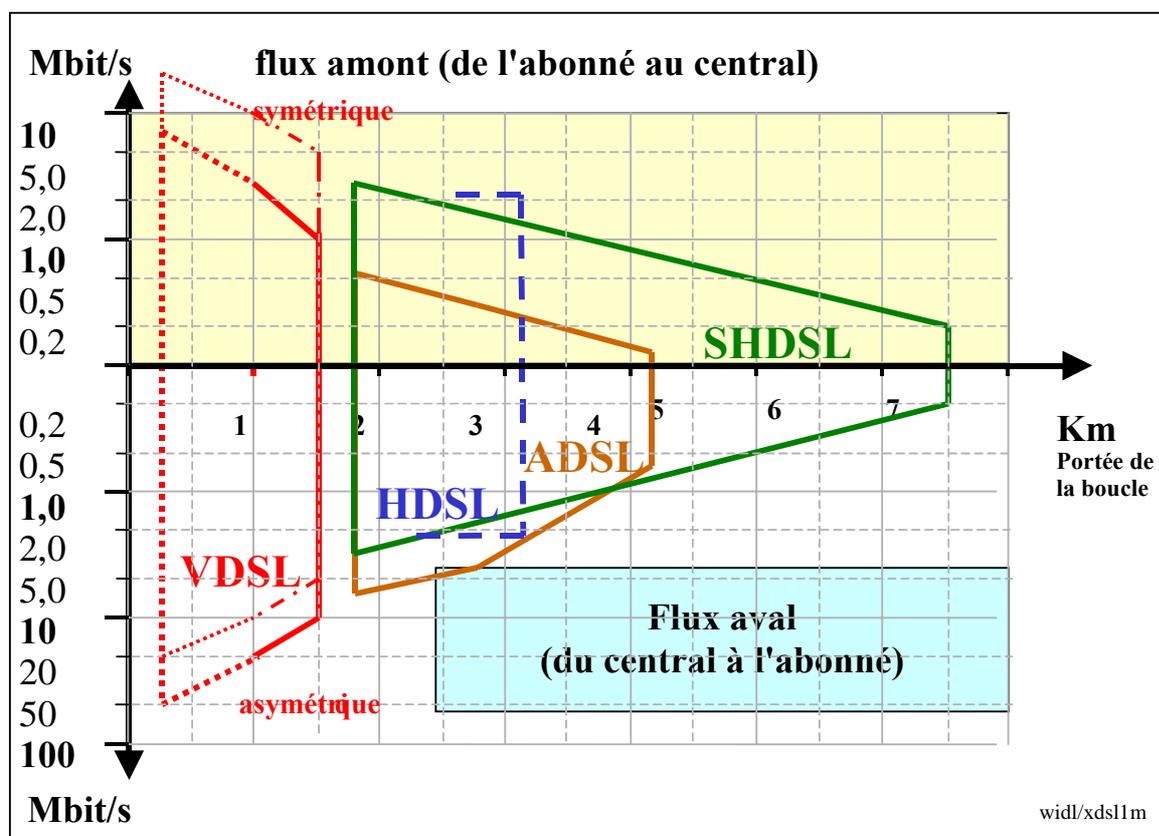
Traditionnellement, les lignes d'abonné filaires contiennent des fils de cuivre à paire torsadée, montés sous forme de câble à plusieurs paires. Les boucles d'abonné sont à l'étude depuis longtemps et sont définies en fonction du type et de la longueur du câble, de la structure de la boucle et des sources de bruit. Le spectre de la boucle d'abonné généralement utilisé pour les signaux à fréquence vocale inférieure à 4 kHz peut être étendu jusqu'à environ 1 100 kHz pour la transmission de signaux numériques avec des technologies DSL. Le coût très élevé du remplacement des lignes d'abonné existantes et les progrès accomplis parallèlement dans le domaine du traitement des signaux numériques ont conduit à mettre au point des technologies DSL de lignes d'abonné numériques pour mieux utiliser la largeur de bande disponible et, par conséquent, pour acheminer des débits binaires plus importants. Avec les technologies DSL, les signaux numériques peuvent partager la boucle d'abonné avec les signaux vocaux téléphoniques (service téléphonique ordinaire).

Systemes DSL types:

- Ligne d'abonné numérique à haut débit (HDSL);
- Ligne d'abonné numérique asymétrique (ADSL);
- Ligne d'abonné numérique à très haut débit (VDSL);
- Ligne numérique d'abonné à haut débit à une paire (SHDSL);
- Ligne d'abonné numérique RNIS (RNIS DSL).

La Figure 1 ci-dessous indique les débits types et les portées correspondantes pour les systèmes utilisant une paire de câbles (n'utilisant pas de répéteurs c'est-à-dire avec régénérateurs).

Figure 1 – Portée de la boucle pour différents systèmes DSL



Les valeurs représentées dans le tableau dépendent de nombreux paramètres tels que le calibre des fils, les terminaisons en T, les perturbations y compris la diaphonie entre paires de câbles, les marges, etc. De plus, compte tenu de l'élaboration constante de nouvelles technologies, les valeurs indiquées peuvent changer.

La technologie HDSL, qui est la technique DSL la plus largement mise en œuvre, utilise deux ou trois paires de fils de cuivre torsadées. La plupart des mises en œuvre de la technologie HDSL sont caractérisées par une largeur de bande symétrique correspondant à 1,5 Mbit/s (T1) ou 2 Mbit/s (E1) jusqu'à 3 000 m du centre de commutation. Cette distance peut être augmentée au moyen de régénérateurs.

La technologie ADSL présente le plus fort potentiel à court terme pour la fourniture d'un accès large bande, tant sur le marché des utilisateurs privés que sur celui des professions libérales et télétravailleurs (SOHO, *small office, home office*). Par ailleurs, la largeur de bande attribuée pour le trafic «aval» (c'est-à-dire dans le sens fournisseur de services-abonné) est plus grande que celle qui est attribuée pour le trafic «amont» (c'est-à-dire dans le sens abonné-fournisseur de services). Cette capacité de largeur de bande permet d'assurer simultanément le service téléphonique ordinaire (POTS) ou le trafic RNIS. Il existe deux versions de la technologie ADSL: l'ADSL plein débit, qui utilise une largeur de bande d'environ 1 MHz, et l'ADSL Lite, qui utilise une largeur de bande d'environ 0,5 MHz. Alors que la première version nécessite une installation avec filtre séparateur, la seconde fonctionne sans filtre séparateur ou avec filtre séparateur simplifié.

La technologie VDSL est conçue pour des débits binaires beaucoup plus élevés et s'applique sur des distances extrêmement courtes de la boucle d'abonné. Elle est souvent utilisée conjointement avec des installations utilisant des fibres, par exemple la fibre jusqu'au point de concentration. Le trafic simultané du service téléphonique ordinaire peut être assuré à l'aide de filtres séparateurs.

La technologie SHDSL est appelée à remplacer, à terme, la technologie HDSL, car le système utilise normalement une seule paire de câbles. Une extension de la portée est toutefois possible grâce à l'utilisation de deux paires de câbles ou de régénérateurs du signal. L'utilisation d'un codage perfectionné limite les besoins en largeur de bande, ce qui permet la coexistence avec d'autres systèmes DSL.

La famille de technologies DSL offre une grande diversité de méthodes d'utilisation des lignes permettant de répondre à différents besoins du marché sur des infrastructures actuelles et futures. Dans le contexte des technologies DSL, qu'elles soient à deux paires, à paire unique, asymétriques, symétriques, avec adaptation du débit ou multicanal, les technologies DSL sont toutes des outils à utiliser pour répondre aux défis du marché. Les besoins du marché et les technologies DSL sont en constante évolution.

En plus du débit, les systèmes DSL présentent un autre avantage essentiel: la connectivité est assurée en permanence, car les modems DSL utilisent des technologies en mode sans connexion, comme dans un réseau local de bureau, de sorte qu'un ordinateur personnel d'abonné est toujours connecté au réseau.

### Liste abrégée de références

- a) Rapport sur les technologies DSL, Document UIT-D/2/082(Rév.3), 2002  
Understanding Digital Subscriber Line Technology  
Thomas Starr e.a.  
Communication Engineering
- b) Prentice Hall PTR, NJ 07458, 1999  
DSL, Simulation Techniques and Standards  
Dr. Walter Y. Chen  
Macmillan Technical Publishing, Indianapolis, Indiana, 1998

## II.1.2 Tableau des systèmes câblés de base

Avec la couverture quasi omniprésente des systèmes à antennes collectives large bande destinés à la câblo-télévision dans certains pays, les connexions par antenne collective offrent une solution puissante pour fournir un accès donné à grand débit aux domiciles privés et aux petites entreprises. Toutefois, les systèmes unidirectionnels de câblo-télévision doivent être améliorés et convertis en réseaux bidirectionnels modernes si l'on veut assurer des services de télécommunication évolués.

L'étude «La câblo-télévision en quelques mots», réalisée par la Commission d'études 9 de l'UIT-T pourrait servir d'introduction utile pour le réseau de télévision par câble. De plus amples renseignements sur ce type de réseaux sont disponibles dans le Fascicule 4 de la Commission d'études 2 sous les points suivants:

- 5.3.9 Télévision par câble
- 5.3.9.1 Eléments essentiels d'un réseau de câblo-distribution
- 5.3.9.2 Systèmes de télédistribution de type hybride, fibre et coaxial
- 5.3.9.3 Services de télévision bidirectionnels interactifs
- 5.3.9.4 Transmission de données à haut débit au moyen d'un réseau câblé

### **La câblo-télévision en quelques mots**

Les systèmes de transmission par câble ont été à l'origine conçus pour transmettre des signaux de radiodiffusion télévisuelle directement chez l'abonné, dans de bonnes conditions d'efficacité. Pour que les consommateurs puissent bénéficier du service par câble en utilisant les récepteurs de télévision initialement conçus pour capter les signaux diffusés par voie hertzienne, les câblo-opérateurs recréent une partie du spectre des fréquences radioélectriques à l'intérieur d'une enceinte fermée – l'antenne collective distribuée jusqu'au domicile de l'abonné.

Les antennes collectives traditionnelles ont en général une capacité comprise entre 330 MHz et 450 MHz, alors que la récente technologie hybride fibre optique/câble coaxial (HFC, *hybrid fiber/coax*) offre 750 MHz, voire davantage.

Logiquement, en aval – dans le sens studio-abonnés – les programmes sont émis à partir d'environ 50 MHz, ce qui correspond au canal 2 de la télévision hertzienne. La partie 5 MHz-42 MHz du spectre est en général réservée aux signaux communiqués en retour (amont) à partir du domicile de l'abonné.

Par exemple, dans les pays qui utilisent la norme NTSC (National Transmission Standards Committee, Etats-Unis), un canal de télévision classique occupe 6 MHz de spectre. Ainsi, un câble classique offrant en aval une largeur de bande de 400 MHz peut accepter l'équivalent de 60 canaux de télévision analogique, tandis qu'un système HFC moderne, offrant une largeur de bande de 700 MHz, peut accepter environ 110 canaux.

### **Réseaux d'accès par câblo-modem**

Pour assurer un service de transmission de données sur une infrastructure de câbles, on affecte généralement un canal de télévision (dans la gamme 50-750 MHz) au trafic aval, vers le domicile du particulier, et on utilise un autre canal (dans la plage 5-42 MHz) pour acheminer les signaux amont en retour.

Au niveau de la tête de réseau, l'unité de terminaison des câblo-modems (CMTS, *cable modem termination system*) communique par l'intermédiaire de ces canaux avec les câblo-modems installés chez l'abonné (configuration de réseau local virtuel). La plupart des câblo-modems sont des modules extérieurs raccordés à un ordinateur personnel (PC) par l'intermédiaire d'un module normalisé de type 10Base-T Ethernet ou d'une carte PCI ou encore PCMCIA interne, ou encore par un port USB (*universal serial bus* – bus série universel).

Le réseau d'accès par câblo-modem intervient au niveau de la couche 1 (physique) et de la couche 2 (contrôle d'accès au support/contrôle de liaison logique) du modèle de référence OSI (*open system interconnection* – interconnexion de systèmes ouverts). Ainsi, les protocoles de couche 3 (couche réseau), IP par exemple, sont utilisables de façon transparente par l'utilisateur final au moyen du câblo-modem.

Un canal de télévision de 6 MHz (transmission en aval) peut acheminer jusqu'à 27 Mbit/s de trafic de données émanant de la tête de réseau en MAQ-64 (modulation d'amplitude en quadrature). En MAQ-256, on peut atteindre un débit de 36 Mbit/s. Sur les canaux amont (transmission de retour à partir du domicile de l'abonné), les valeurs de débit sont comprises entre 500 kbit/s et 10 Mbit/s en MAQ-16 ou en MDPK-4 (modulation par déplacement de phase en quadrature), selon la largeur de bande attribuée au service. La largeur de bande amont et aval est partagée par l'ensemble des abonnés au service de transmission de données qui sont raccordés à l'élément de réseau considéré (en général de 500 à 2000 logements dans le cas d'un réseau HFC moderne).

Outre le débit, les câblo-modems offrent un autre avantage capital: nous voulons parler de la connectivité constante. Les câblo-modems faisant intervenir une technologie sans connexion, très comparable à un réseau local d'entreprise, l'ordinateur personnel de l'abonné est toujours «en ligne».

### Services Internet par câble

Pour être en mesure de proposer leurs prestations dans le secteur de l'Internet à grand débit, les câblo-opérateurs ne peuvent pas se contenter simplement d'installer des câblo-modems. Il leur faut aussi mettre en place dans les communautés qu'ils desservent une infrastructure IP de bout en bout suffisamment évoluée et fiable pour accepter les dizaines de milliers d'abonnés aux services de transmission de données. Les divers éléments de ce type d'infrastructure sont très nombreux: liaisons dorsales Internet, routeurs, serveurs, outils de gestion du réseau, moyens de sécurité, systèmes de facturation enfin. Il s'agit en fait pour ces câblo-opérateurs de construire certains des «intranets» les plus grands du monde, ce qui représente, aussi bien sur le plan technique que sur le plan de l'exploitation, une tâche de grande envergure.

Les câblo-opérateurs cherchent à fournir des accès *intranet* à grand débit plutôt que des accès *Internet* classiques pour une raison toute simple: une connexion par le réseau est une chaîne d'éléments, et son débit maximal ne saurait donc être supérieur à celui du maillon le plus faible. De toute évidence, l'avantage offert par une liaison par câble à 1 Mbit/s est perdu lorsqu'un abonné cherche à accéder à un contenu disponible sur un serveur web raccordé à l'Internet par une ligne à 56 kbit/s. Pour résoudre ce type de problème, il existe une solution: rapprocher le contenu de l'abonné, dans l'idéal jusqu'au niveau de la tête de réseau. A cet effet, on enregistre chronologiquement les contenus Internet les plus populaires dans des serveurs locaux: ainsi, lorsqu'un abonné accède à une page web par l'intermédiaire de son câblo-modem, sa demande est acheminée, à très grande vitesse, jusqu'au serveur de la tête de réseau, et il n'est plus nécessaire de passer par l'Internet encombré.

Un certain nombre d'entreprises offrent aux câblo-opérateurs qui souhaitent proposer des prestations Internet à grand débit des services complets de gestion de réseau et d'intégration des systèmes.

### Partage de plates-formes

La plupart des systèmes de communication par câblo-modem dépendent d'une plate-forme d'accès partagée, selon une configuration que l'on pourrait comparer à celle d'un réseau local de bâtiment administratif. Mais, dans un réseau téléphonique à commutation de circuits, une connexion réservée est attribuée pour chaque communication, tandis que dans une communication par câblo-modem, la largeur de bande occupée n'est pas constante pendant toute la durée de la communication: les ressources du réseau sont partagées avec d'autres utilisateurs actifs et ne sont utilisées en fait que pour l'émission ou la réception des salves de données, qui sont brèves. Considérons par exemple 200 utilisateurs de câblo-modem en ligne en un même instant T: au lieu d'attribuer à chacun une largeur de bande correspondant à 135 kbit/s, on peut permettre à chacun des usagers d'occuper toute la largeur de bande disponible pendant la miniseconde nécessaire pour télécharger les paquets de données – et ce, jusqu'à plusieurs mégabits par seconde.

Lorsque le réseau commence à saturer en période de forte utilisation, le câblo-opérateur peut toujours affecter davantage de largeur de bande aux services pour données. L'affectation d'un canal vidéo de 6 MHz additionnel suffit à doubler la largeur de bande disponible en aval pour les utilisateurs de données. Pour accroître la largeur de bande disponible, on peut aussi subdiviser l'infrastructure physique des câbles en multipliant les lignes à fibres optiques dans les agglomérations, ce qui a pour effet de réduire le nombre de logements desservis par un segment de réseau, et donc d'accroître la largeur de bande dont dispose chaque utilisateur final.

### II.1.3 Tableau des systèmes de transmission par fibres optiques jusque chez l'abonné (FTTP)

La FTTP devient peu à peu l'architecture de réseau d'accès préférée au vu des impressionnantes réductions de coût aussi bien des équipements que des installations extérieures que cette architecture rend possibles. Aux Etats-Unis, plusieurs des principaux opérateurs historiques ont déjà annoncé qu'ils planifiaient d'adopter la FTTP systématiquement dans toutes les nouvelles installations. De même, pour des raisons de rentabilité économique, lorsqu'il s'agit de rénover une installation à courants porteurs en raison de l'usure normale de telles

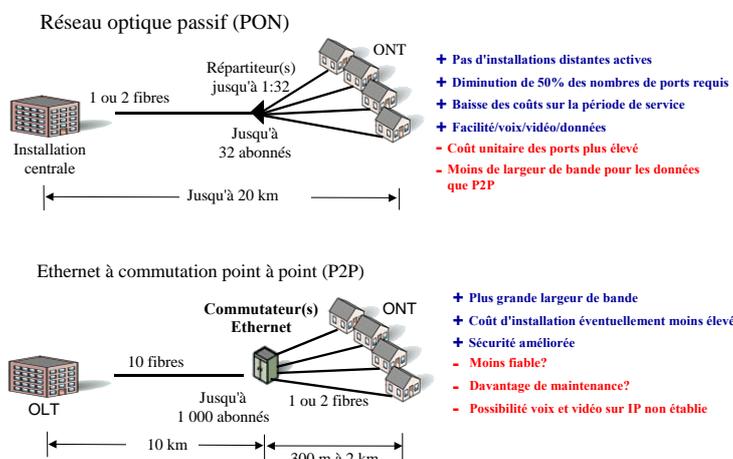
opérations de «remise en état» se prêtent de mieux en mieux à l'adoption d'une architecture FTTP. Enfin, compte tenu des investissements considérables requis pour étendre les réseaux filaires jusque dans les zones rurales (puisque la portée pose un problème dans le cas de ce type de réseau), la FTTP est de plus en plus préférée comme architecture de réseau d'accès par les fournisseurs de services qui souhaitent, dans les zones rurales, offrir à leurs consommateurs une «triple combinaison» de services voix/vidéo/données.

Les équipements des réseaux d'accès FTTP peuvent être essentiellement classés en deux catégories, à savoir les équipements actifs et les équipements passifs (les solutions passives étant communément regroupées sous l'appellation réseaux optiques passifs [PON, *passive optical networks*]). Les systèmes actifs comportent des composants électroniques installés sur le terrain, et offrent généralement des largeurs de bande plus importantes, tandis que les solutions passives (sans composants électroniques sur le terrain) permettent de réaliser des économies aussi bien sur les coûts d'installation que sur les coûts d'exploitation.

La classification peut être poussée plus loin: on distingue alors les systèmes point à point (P2P, *point-to-point*), dans lesquels il existe une liaison directe entre l'installation centrale de l'exploitant et/ou la tête de réseau d'une part et les locaux de l'abonné d'autre part, et les systèmes point à multipoint (P2MP, *point-to-multipoint*), dans lesquels le signal en provenance de l'installation centrale de l'exploitant est subdivisé puis retransmis vers plusieurs locaux d'abonné. En général, les solutions P2P peuvent offrir davantage de largeur de bande, tandis que les solutions P2MP sont moins onéreuses à mettre en œuvre et à exploiter.

Enfin, aussi bien avec les systèmes actifs et passifs qu'avec les solutions P2P et P2MP, diverses options de protocole de réseau sont disponibles, ce qui différencie encore davantage les offres de produits. Par exemple, dans le domaine des systèmes PON, on distingue les solutions APON (et leurs variantes BPON), fondées sur la téléphonie vocale traditionnelle en mode de transfert asynchrone (protocole ATM), des solutions EPON, fondées quant à elles sur le protocole Ethernet IP largement utilisé. Les systèmes BPON/APON sont établis sur la base de la Recommandation UIT-T G.983.3, dont la version actuelle offre en aval un débit de 622 Mbit/s à 1 490 nm et en liaison amont un débit de 155 Mbit/s à 1 310 nm avec un rapport de subdivision de 1:32 (signal distribué sur 32 clients), avec la câblo-télévision analogique sur 1 550 nm, et de telles solutions sont proposées par exemple par des fournisseurs tels que Optical Solutions, Alcatel, Hitachi, etc. La technologie GPON (proposée par les mêmes fournisseurs) repose sur la norme UIT-T G.984.2 et exploite également le protocole ATM traditionnel, mais à des débits supérieurs, offrant soit 2 422, soit 1 244 Mbit/s en liaison aval sur 1 490 nm et 155, 622, 1 244 ou 2 422 Mbit/s en liaison amont sur 1 310 nm avec un rapport de subdivision qui peut atteindre 1:64, avec câblo-vidéo analogique sur 1 550 nm. Les solutions EPON sont fondées sur la norme IEEE 802.3ah, complétée par la norme IEEE P802.3ah Ethernet en 2004 (First Mile Task Force), et qui exploite le protocole IP à la fois pour les services vocaux et pour les services de données, avec en aval un débit de 1 000 Mbit/s sur 1 490 nm et un débit amont de 1 000 Mbit/s sur 1 310 nm, rapport de subdivision 1:32 et câblo-vidéo analogique sur 1 550 nm (fournisseurs: Alloptic, Calix, FlexLight, etc.). La Figure 2 résume les options d'architecture FTTP.

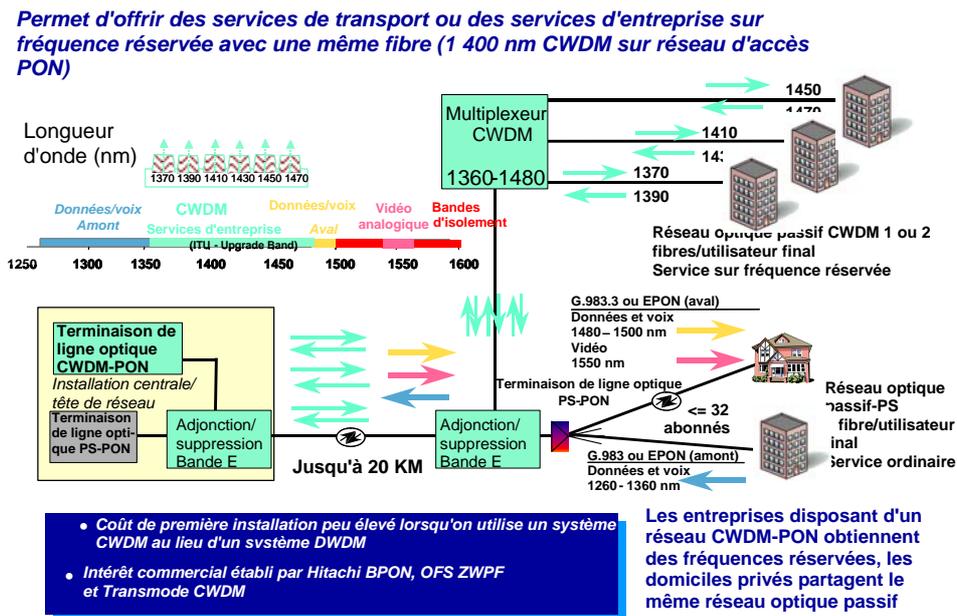
Figure 2 – Architectures FTTP: PON et P2P



Mis à part les diverses options découlant de ce large choix – systèmes actifs/passifs, APON, BPON, GPON, EPON – d'importantes solutions techniques sont déjà exploitées dans les installations extérieures, qui pourraient avoir une incidence considérable sur les coûts et les avantages des réseaux d'accès FTTP.

En choisissant le type de fibre de façon judicieuse, on peut réduire sensiblement le coût de déploiement du réseau en autorisant les exploitants à intégrer la composante réseau d'accès FTTP et la composante réseau EDGE d'entreprise et de transport dans un seul et même réseau à fibres. Aujourd'hui, les fibres ZWPF les plus récentes rendent pour ainsi dire désuètes les fibres monomode classiques et permettent de constituer un réseau périphérique CWDM (multiplexage par répartition en longueur d'onde à basse densité) 16 canaux et un réseau FTTP à subdivision 1:32 ou 1:64 sur une seule et unique fibre. Le coût d'un canal CWDM est inférieur de 60% à celui d'un canal DWDM (multiplexage par répartition en longueur d'onde à haute densité), de sorte que ce type de réseau d'accès/périphérique non seulement offre aux exploitants la possibilité de configurer deux réseaux sur une même infrastructure, mais encore permet de réaliser des architectures de réseau métropolitain extrêmement économiques en utilisant les canaux CWDM beaucoup moins onéreux. La Figure 3 illustre précisément le réseau CWDM sur architecture PON et indique les avantages qu'offre la possibilité d'assurer des services de transport de réseaux ou des services pour entreprises sur les longueurs d'onde réservées aux entreprises en utilisant l'infrastructure d'un réseau d'accès PON.

**Figure 3 – Les fibres sans pic d'absorption d'eau permettent d'assurer un multiplexage par répartition en longueur d'onde à basse densité (CWDM) sur réseaux sur un même support (CWDM sur PON)**



Tout comme le bon choix de la technologie fibre (ZWPF) offre la possibilité de réaliser deux réseaux pour le prix d'un seul, la sélection de fibres et de composants à faible taux d'affaiblissement peut permettre aux exploitants de doubler la portée de leur infrastructure par rapport à la portée théorique des équipements commercialisés. Ce gain en portée permet donc aux exploitants de doubler leur clientèle pour un même investissement au poste des installations extérieures, donc de connecter la totalité de leurs clients tout en réalisant au niveau du système dans son ensemble une économie de 30%, résultant d'un rapport fibres de répartition/fibres d'alimentation plus efficace.

Dans certains cas, un certain nombre de paires de fils en cuivre sont disponibles entre un fournisseur de services et un abonné. Ces paires peuvent être combinées, c'est-à-dire groupées (Recommandations de l'UIT-T de la série G), ce qui permet d'augmenter de façon considérable la capacité de transmission par flux unique. Deux paires permettent un doublement de la capacité de transmission, trois paires un triplement et l'on peut grouper jusqu'à 32 paires de fils de cuivre. La charge utile sur les paires peut être basée sur l'ATM ou sur l'Ethernet ou mettre à contribution des signaux utilisant un multiplexage inverse par répartition temporelle.

#### II.1.4 Multiplexage par répartition en longueur d'onde à forte densité

Avec l'invention des fibres optiques à faible atténuation, au début des années 70 et la découverte de créneaux à faible atténuation à environ 1300 nm, il est devenu possible de transmettre des signaux lumineux sur des distances de plusieurs dizaines de kilomètres sans régénération, en utilisant des diodes électroluminescentes et des fibres multimodes. Pendant les années 80, l'introduction des fibres monomodes connectées à des émetteurs lasers MLM a permis de progressivement atteindre des valeurs de débit d'environ 100 Mbit/s. Par la suite, avec les fibres monomodes à dispersion décalée et les systèmes lasers à rétroaction répartis, des débits de 2,5 Gbit/s devenaient envisageables, avec un intervalle entre répéteurs de 100 km. Au cours des années 90, avec les nouveaux régénérateurs à amplificateur utilisant des fibres dopées à l'erbium, on est parvenu à émettre simultanément sur plusieurs longueurs d'onde adjacentes et le système a donné naissance au multiplexage par répartition en longueur d'onde à forte densité (DWDM, *dense wavelength division multiplex systems*). Deux longueurs d'onde pouvaient être modulées sur la même fibre, l'une à 1310 nm et l'autre à 1550 nm, les premiers systèmes de multiplexage par répartition en longueur d'onde (WDM, *wavelength division multiplex*) étaient nés. Toutefois, les premiers systèmes de multiplexage par répartition en fréquence optique ont hérité de certains des problèmes affectant les systèmes filaires à multiplexage par répartition en fréquence: portée limitée de chaque section entre régénérateurs, nombre limité de sections avec régénération. Un système de multiplexage par répartition en longueur d'onde à forte densité offrait typiquement jusqu'à 32 longueurs d'onde, avec 0,8 nm, soit 100 GHz, entre longueurs d'onde adjacentes, et chaque longueur d'onde avait une capacité de 2,5 Gbit/s, sur une distance d'environ 600 km, avec 6 sections de régénération, soit une capacité de transmission totale de 80 Gbit/s.

Par rapport à un système de transmission optique à une seule longueur d'onde, un système DWDM offre d'importants avantages:

- *Effets de dispersion limités.* A égalité de débit total, le débit sur le canal peut être réduit, ce qui atténue les effets de dispersion chromatique et de dispersion de polarisation. En conséquence, la distance entre deux régénérateurs peut être accrue, même si une amplification optique est toujours nécessaire pour maintenir le bilan de puissance, et la capacité peut être accrue dans le cas d'une installation non idéale.
- *Modularité améliorée.* L'adjonction de nouvelles longueurs d'onde, «facturées à la demande», permet tout simplement d'accroître le débit. Il n'est pas nécessaire que les longueurs d'onde additionnelles présentent le même débit, de sorte que la souplesse du système est encore plus grande.
- *Spécifications assouplies.* Le multiplexage DWDM assouplit les contraintes techniques concernant les composants optoélectroniques requis, puisque le débit maximal que doivent présenter ces composants correspond simplement à la plus élevée des valeurs de débit individuelles des diverses longueurs d'onde et non pas à la valeur totale.
- *Fonctionnement duplex intégral* sur une seule fibre.

Avec les systèmes DWDM, on dispose d'un certain nombre d'options pour accroître la capacité de transmission en agissant sur le nombre de longueurs d'onde par paire de fibres (espacement), sur le débit par longueur d'onde, sur la bande de fréquences optiques et sur la distance (avec ou sans régénération de synchronisation). La Figure 4 illustre les paramètres qui interviennent dans l'élaboration d'un système DWDM.

- *L'augmentation du débit binaire* est limitée par certains phénomènes physiques: dispersion chromatique (laquelle peut imposer une gestion de la dispersion), dispersion des modes de polarisation (dont l'effet est déterminant dans le cas de fibres déjà installées), non-linéarité des fibres (d'où modulation de phase croisée et mélange de quatre ondes), ce qui impose l'utilisation de composants électroniques plus performants et plus coûteux (par exemple, conversion optoélectronique).
- *L'augmentation du nombre des longueurs d'onde* est limitée par la largeur de bande optique totale disponible (fibres plus amplificateur) et l'espacement entre longueurs d'onde (problèmes de stabilité, limitation du débit binaire, effets accrus de la non-linéarité).
- *L'augmentation de la portée* est limitée par le gain de l'amplificateur (lequel dépend de la largeur de bande et de la longueur d'onde), le nombre de sections de régénération consécutives (dépendant lui-même du bruit et de la gigue cumulative et de l'existence d'une fonction de réajustement du rythme dans les régénérateurs).

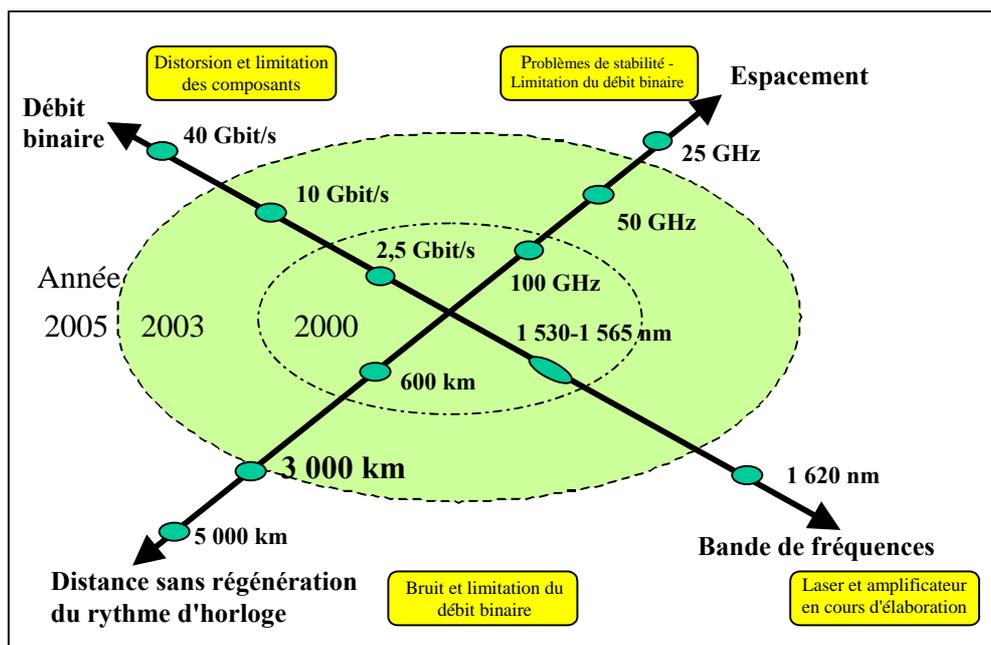
Ces divers paramètres sont interdépendants: en augmentant la valeur d'un paramètre, on risque de réduire les valeurs acceptables des autres paramètres.

Divers systèmes DWDM à forte capacité sont décrits dans la littérature:

- Signaux 10 Gbit/s sur 32 longueurs d'onde, pour un débit total de 320 Gbit/s. Avec des sections de transmission optique de 80-140 km, on obtient des trajets de transmission optique de plus de 600 km.
- Signaux de 20 Gbit/s dans une configuration donnant plus de 1 Tbit/s sur une fibre.
- Signaux de 10 Gbit/s sur 150 longueurs d'onde, avec espacement de 50 GHz, pour un débit de 1,5 Tbit/s.

Dans ce système, il est nécessaire de recourir à des fibres à compensation de dispersion pour réaliser des sections de transmission optique de 100 km et des trajets de transmission optique de 400 km.

Figure 4 – Evolution des systèmes DWDM



A considérer l'évolution actuelle, il est probable que des systèmes de commutation optique seront ajoutés à la configuration dans un avenir proche, en commençant par des éléments non reconfigurables pouvant être aisément ajoutés au système ou retirés, suivis par des anneaux optiquement protégés par un rétablissement automatique et enfin par des répartiteurs optiques assurant l'interconnexion des anneaux ou la base de réseaux optiques maillés. Toutefois, les contraintes physiques limiteront le dimensionnement des réseaux photoniques, qui ne pourront être étendus que si l'on utilise des régénérateurs partiellement ou totalement optoélectroniques ou photoniques.

## II.1.5 Tableau de la hiérarchie numérique synchrone

Des valeurs de débits binaires de transmission toujours plus élevées, des possibilités de configuration des canaux plus souples, des capacités de gestion plus évoluées: c'est de la pression de ce type de demande qu'est né le concept de transmission synchrone, proposé pour la première fois aux Etats-Unis par Bellcore sous la dénomination SONET – *synchronous optical network* (réseau optique synchrone). L'UIT a perfectionné et généralisé les principes de cette nouvelle technologie pour déboucher sur la hiérarchie numérique synchrone (SDH, *synchronous digital hierarchy*). Grâce à la coopération internationale, il a été possible de retenir une norme mondialement acceptée pour la SDH, qui reprend les principes de la hiérarchie numérique plésiochrone (PDH, *plesiochronous digital hierarchy*) sans présenter certains de ses inconvénients. Les principaux aspects de la SDH sont les suivants:

- Des canaux ou groupes de canaux numériques 64 kbit/s peuvent être ajoutés ou retirés directement des signaux SDH sans étapes intermédiaires de multiplexage (équipements insertion/suppression peu onéreux).
- Des signaux plésiochrones de différents niveaux et relevant de différentes hiérarchies (ETSI-Europe, ANSI-USA) peuvent être structurés dans la SDH et transmis comme signaux SDH.
- Des canaux ou groupes de canaux numériques 64 kbit/s peuvent être commutés au niveau des brasseurs numériques synchrones (DXC).
- Au niveau des réseaux DXC, le routage peut être télécommandé, ce qui donne une grande souplesse dans la configuration de différents réseaux logiques reposant sur une même infrastructure physique. Différentes configurations de réseaux logiques peuvent intervenir à différents moments.
- Les DXC permettent de «trier» le trafic: un signal numérique entrant acheminant une combinaison de signaux données/voix/vidéo peut être, par conversion, transformé en signaux numériques données, voix et vidéo distincts.
- Les modules DXC permettent de regrouper le trafic: des signaux entrants présentant un certain nombre d'intervalles de temps libres peuvent être regroupés en signaux numériques sans intervalles de temps libres, d'où une utilisation optimale du support de transmission.
- Les modules DXC peuvent être installés dans les mêmes locaux qu'un central téléphonique. Dans ce cas, les DXC gèrent le trafic régulier tandis que le central est réservé aux pics de trafic, ce qui est plus économique que d'accroître la capacité d'un seul commutateur téléphonique.
- Enfin, et ce dernier aspect n'est pas le moins important, la SDH et les DXC sont les premiers concepts spécifiquement définis pour les réseaux de gestion des télécommunications (RGT) à forte capacité.

L'unité fondamentale de la SDH est le module de transport synchrone (STM, *synchronous transport module*). Le STM-1, qui contient 19440 bits, est répété 8000 fois par seconde, ce qui donne les valeurs de débit STM-N ci-après:

STM-1	155,520 Mbit/s
STM-4	622,08 Mbit/s
STM-16	2 488,32 Mbit/s
STM-64	9 953,28 Mbit/s

La nécessité d'acheminer des signaux PDH de différentes hiérarchies avec des signaux ATM s'est traduite par la mise au point d'un système de multiplexage complexe. Un système STM-1 peut sous-tendre divers systèmes PDH et un système ATM, comme illustré ci-après:

Systèmes  $3 \times 34$  ou  $45$  Mbit/s;            systèmes  $84 \times 1,5$  Mbit/s

Systèmes  $21 \times 6$  Mbit/s;                    système  $1 \times 140$  Mbit/s

Systèmes  $63 \times 2$  Mbit/s;                système  $1 \times$  ATM

Quatre types de multiplexeurs (MUX) SDH ont été normalisés:

- 1) MUX de conversion de signaux plésiochrones (selon Recommandation G.703) en signaux synchrones STM-N. L'assignation d'un élément affluent à toute position de la trame STM-N est possible, ce qui offre une grande souplesse. Convient à l'établissement de liaisons SDH dans un environnement plésiochrone.
- 2) MUX de conversion de divers signaux STM. Un certain nombre de signaux STM-1 peuvent être multiplexés en un signal présentant alors un débit binaire supérieur. L'assignation de tout VC-3/4 à toute position d'un STM-N est possible. Possibilité d'utiliser la capacité des câbles à fibres optiques de façon efficace.
- 3) MUX de suppression/insertion de signaux plésiochrones et de signaux synchrones en trames STM-N sans démultiplexage et terminaison du signal complet. Des canaux ou groupes de canaux peuvent être ajoutés ou retirés d'un flux binaire synchrone. Utilisation type: multiplexeur d'adjonction/suppression dans des configurations d'anneaux à rétablissement automatique.
- 4) MUX de conversion (interfonctionnement) permettant la circulation de charges C-3 dans un VC-3 entre, par exemple, des réseaux américains et des réseaux européens.

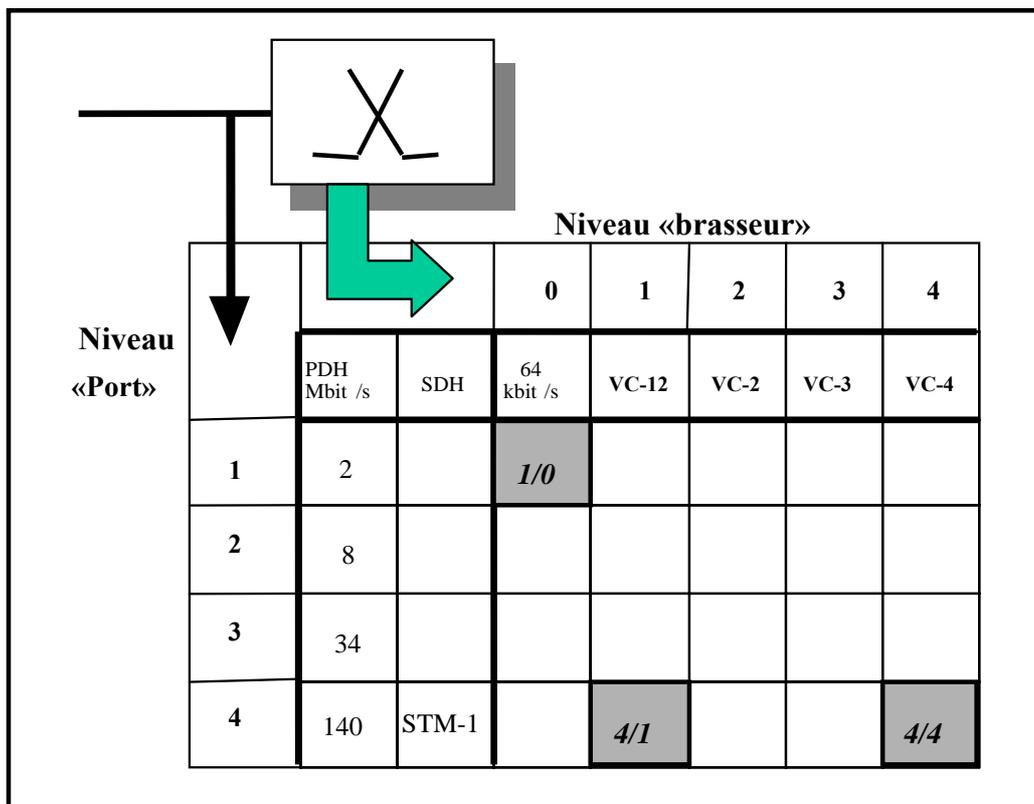
Trois types de brasseurs numériques (DXC) ont été normalisés:

- 1) DXC 140 Mbit/s, signaux plésiochrones ou signaux STM-1.
- 2) DXC 2, 34 et 140 Mbit/s, signaux plésiochrones.
- 3) DXC regroupant les fonctions de types 1 et 2.

Les DXC présentent les niveaux de port et les niveaux de répartition indiqués dans l'exemple de la Figure 5.

DXC 1/0	niveau port: 2,048 Mbit/s; niveau répartition: 64 kbit/s par exemple, pour réseaux de ligne louée 64 kbit/s
DXC 4/1	niveau port: 140 Mbit/s; niveau répartition: VC-12 par exemple, pour réseaux de ligne louée à 2 Mbit/s
DXC 4/4	niveau port: 140 Mbit/s ou STM-1; niveau répartition: VC-4 par exemple, pour protection du réseau, avec DXC 4/1 pour administration du réseau

Figure 5 – Exemple d'équipement numérique de brassage/répartition



Une importante application de la SDH est l'utilisation d'anneaux de protection partagée de section multiplex (MS-SP, *multiplex section shared protection*). La charge totale présente sur chaque liaison STM-N est divisée également entre capacité de travail et capacité de protection. Le trafic est bidirectionnel: deux anneaux en fibres optiques sont utilisés dans le sens horaire et deux autres dans le sens contre-horaire. La capacité de protection est partagée par toutes les sections de travail. En cas de défaillance sur une liaison, un circuit de retour est assuré au niveau des nœuds adjacents à la liaison ou au nœud au dérangement. Les paramètres types de chaque anneau sont les suivants: 8 VC-4 par liaison, temps de commutation inférieur à 50 ms et jusqu'à 16 nœuds par anneau. Dans les configurations de réseau modernes, les anneaux sont utilisés en cascade, chacun représentant par exemple une couche réseau. Les défaillances au niveau des câbles et des nœuds sont supprimées selon les modalités décrites plus haut. Dans ce cas, la connexion de deux anneaux par l'intermédiaire de deux nœuds exploite les avantages des anneaux SM-SP (configuration de réseau résistant aux défaillances).

## II.2 Technologies hertziennes d'accès large bande

Les télécommunications hertziennes comprennent une grande diversité de technologies, de services et d'applications qui ont été mis au point pour répondre aux besoins particuliers de segments de marché et d'environnements d'utilisateurs différents. Les systèmes se caractérisent en gros par:

- les bandes de fréquences de fonctionnement;
- les normes (à l'UIT, Recommandations et non pas normes) définissant les systèmes;
- les débits de données pris en charge;

- les mécanismes de distribution bidirectionnels et unidirectionnels;
- le degré de mobilité;
- le contenu et les services offerts;
- les prescriptions réglementaires; et
- les coûts.

La technologie hertzienne est peut-être l'une des solutions les plus rentables qui pourraient s'offrir à de nombreux pays et régions en développement à la recherche d'un accès à haut débit, voire d'un accès pur et simple. Par rapport aux autres technologies de l'infrastructure, la technologie hertzienne peut être mise en œuvre rapidement et a une couverture géographique relativement étendue. De plus, elle permet à des pays qui n'ont peu ou pas d'infrastructures de télécommunication de brûler les étapes du développement en évitant totalement de mettre en place des systèmes filaires fixes pour s'orienter directement vers l'accès à l'Internet. En raison de leur mobilité et de leur portabilité, les technologies hertziennes sont en mesure de stimuler la demande et de proposer de nouvelles façons d'accéder à l'Internet et d'utiliser ce réseau.

### **II.2.1 Tableau des réseaux locaux hertziens (RLAN)**

Les systèmes RLAN sont actuellement commercialisés dans le monde entier. On trouvera dans le Tableau 1 un aperçu des principales normes applicables aux systèmes RLAN à large bande.

Les vitesses des ordinateurs blocs-notes et portatifs ne cessent de croître. Un grand nombre de ces dispositifs permettent d'assurer des communications interactives entre utilisateurs sur un réseau filaire, mais perdent leur portabilité lorsqu'ils sont connectés. Les applications et les services multimédias exigent des fonctionnalités de communications large bande, non seulement pour les terminaux câblés, mais également pour les dispositifs de communication portables et individuels. Des normes applicables aux réseaux locaux filaires (norme IEEE 802.3ab 1000BASE-T) permettent d'offrir des applications multimédias à haut débit. Pour assurer la portabilité, les réseaux hertziens LAN de demain devront pouvoir offrir des débits binaires plus élevés. On définit en général un réseau RLAN à large bande comme un réseau capable de fournir un débit binaire supérieur à 10 Mbit/s.

#### **Architecture du système**

Les réseaux RLAN à large bande présentent presque toujours une architecture point à multipoint. Les applications point à multipoint utilisent généralement des antennes équidirectives. L'architecture multipoint emploie deux configurations de système, à savoir:

- un système centralisé point à multipoint (plusieurs dispositifs sont connectés à un dispositif central ou à un point d'accès via une interface radioélectrique);
- un système point à multipoint non centralisé (plusieurs dispositifs communiquent dans une petite zone d'une manière ponctuelle).

La technologie RLAN est parfois utilisée pour mettre en œuvre des liaisons point à point fixes entre des bâtiments à l'intérieur d'un campus. Les systèmes point à point utilisent généralement des antennes directives qui permettent de prévoir une plus grande distance entre les dispositifs présentant une ouverture de faisceau étroite, ce qui permet d'utiliser des bandes en partage, moyennant une réutilisation des canaux, avec un minimum de brouillages avec d'autres systèmes RF.

#### **Besoins de fréquences**

Les réseaux RLAN pourraient être exploités dans une partie du spectre ne faisant l'objet d'aucune licence et doivent souvent permettre la coexistence de réseaux adjacents non coordonnés, tout en offrant un service de haute qualité aux utilisateurs. Les réseaux RLAN utilisent déjà 83,5 MHz dans la bande des 2,4 GHz dans

certains pays, sans licence, et une portion de spectre de 455 MHz leur a été attribuée récemment dans la bande des 5 GHz<sup>55</sup> par la Conférence mondiale des radiocommunications (CMR) avec certaines restrictions. Dans cette bande, le partage avec d'autres services primaires est une obligation. Si les techniques d'accès multiple peuvent permettre l'utilisation d'un seul canal de fréquence pour plusieurs nœuds, il est nécessaire, pour offrir un service de haute qualité à de nombreux utilisateurs, qu'un nombre suffisant de canaux soit disponible pour que l'accès aux ressources radioélectriques ne soit pas limité par des mises en file d'attente excessives, par exemple. La technique DFS (sélection dynamique des fréquences) permet d'assurer un partage souple des ressources radioélectriques entre opérateurs dans la même bande (voir l'Annexe 2 pour plus de renseignements sur cette technique).

### **Mobilité**

Les terminaux RLAN peuvent être «pseudo-fixes», comme un ordinateur de bureau que l'on peut déplacer d'un endroit à l'autre, ou transportables, comme un ordinateur portable ou un ordinateur de poche alimenté par des batteries, que l'on déplace dans un périmètre donné comme un bureau, par exemple. La vitesse relative entre les dispositifs demeure faible. Dans les entrepôts, les réseaux RLAN peuvent servir à maintenir le contact avec des engins de levage roulant à la vitesse de 20 km/h. Les dispositifs RLAN ne sont généralement pas conçus pour être utilisés à des vitesses supérieures, par exemple celle des automobiles.

### **Environnement d'utilisation et considérations relatives aux interfaces**

Les RLAN à large bande sont principalement mis en œuvre à l'intérieur de bâtiments, de bureaux, d'usines, d'entrepôts, etc. En ce qui concerne les dispositifs RLAN installés à l'intérieur de bâtiments, les émissions seront affaiblies par la structure.

Les RLAN utilisent de faibles niveaux de puissance en raison des petites distances correspondant à leur exploitation à l'intérieur de bâtiments. La densité spectrale de puissance nécessaire se fonde sur une zone de service de base d'un seul RLAN, définie comme étant un cercle d'un rayon de 10 à 50 m; lorsqu'un réseau de plus grande taille doit être utilisé, il est possible de concaténer logiquement des RLAN à plusieurs cellules, via une fonction de pont ou de routeur, sans accroître leur densité spectrale de puissance composite.

Pour obtenir les zones de couverture mentionnées ci-dessus, on suppose que les RLAN ont besoin d'une densité spectrale de puissance de crête d'environ 12,5 m (W/MHz) dans la gamme de fréquences d'exploitation de 5 GHz. Aux fins de la transmission de données, certaines normes utilisent des densités spectrales de puissance plus élevées pour l'initialisation et la commande de la puissance d'émission, en fonction de la qualité estimée de la liaison RF. On parle de technique de commande de la puissance d'émission (CPE). La densité spectrale de puissance nécessaire est généralement proportionnelle au carré de la fréquence d'exploitation. La densité spectrale moyenne à grande échelle sera nettement moins élevée que la valeur de crête. Les dispositifs RLAN se partagent le spectre des fréquences radioélectriques sur une base temporelle. Le taux d'activité variera en fonction de l'utilisation, de l'application et du moment de la journée.

### **Compatibilité avec les systèmes IMT-2000**

Les réseaux RLAN peuvent fonctionner en synergie avec les systèmes IMT-2000 et d'autres réseaux mobiles (cellulaires). Si les fonctionnalités des systèmes IMT-2000 présentent des caractéristiques de mobilité importantes et permettent d'assurer une couverture étendue avec un bon rapport coût-efficacité, les réseaux RLAN permettent d'assurer des débits de données de haute qualité dans certaines zones (points à forte densité de trafic) et les RLAN large bande offrent actuellement des débits pouvant atteindre 54 Mbit/s<sup>56</sup>.

---

<sup>55</sup> «Réseaux LAN: Avancement des travaux à l'UIT-R», communication présentée lors du Séminaire du GT 8A de l'UIT-R sur les nouvelles technologies et les nouveaux services, Genève, 2 décembre 2003.

<sup>56</sup> Voir la Résolution 229 (CMR-03) pour de plus amples détails.

### Sélection dynamique des fréquences (DFS)

En mode DFS, toutes les ressources radioélectriques sont disponibles sur tous les nœuds RLAN. Un nœud (généralement un nœud de commande ou un point d'accès) peut décider de l'attribution temporaire d'un canal, sélectionné en fonction des brouillages détectés ou de certains critères de qualité (tels que l'intensité du signal reçu  $C/I$ ). Ces critères de qualité sont déterminés à partir de mesures régulièrement effectuées par les terminaux mobiles et le point d'accès et transmises à l'entité chargée de la sélection.

Grâce à la technique DFS, toutes les fréquences disponibles sont utilisées avec la même probabilité, ce qui maximise la disponibilité d'un canal vers un nœud lorsque celui-ci est prêt à transmettre, et garantit également une répartition uniforme de l'énergie RF sur tous les canaux lorsque le nombre d'utilisateurs est important. Cette dernière caractéristique facilite le partage avec d'autres services susceptibles de subir un brouillage cumulatif dans un canal donné (cas des récepteurs à bord de satellites par exemple).

La CPE doit permettre de diminuer la puissance inutilement consommée par le dispositif, tout en contribuant à la réutilisation du spectre grâce à la réduction de la portée des brouillages des nœuds RLAN.

### Exemple de système RLAN à grande capacité

Le Centre de recherche sur les communications (Canada) a mis au point un système expérimental RLAN à grande capacité utilisant des technologies PHY DVB-S sur la liaison aller (en aval) et des technologies PHY 802.11 sur la liaison retour (en amont). Ce système fonctionne dans la bande des 5 GHz, qui n'est pas soumise à l'obtention d'une licence, et présente une capacité élevée grâce à une importante possibilité de réutilisation des fréquences résultant de l'emploi d'une rosette de faisceaux d'antenne contenant 24 microcellules isolées du champ électromagnétique (appelées pétales), dans laquelle 4 fréquences sont répétées successivement dans le plan horizontal. Une capacité pouvant atteindre 22 Mbit/s sur la liaison aller et 9 Mbit/s sur la liaison retour peut être mise à la disposition des abonnés dans chaque pétale. Le système utilise la technologie radioélectrique cognitive, qui contrôle les bandes exploitées sur les liaisons aller et retour, et règle automatiquement les assignations de fréquence du système ainsi que les valeurs de la p.i.r.e., de manière à atténuer ou à éviter les brouillages causés à d'autres systèmes exploités au voisinage sur les mêmes fréquences. Le système intègre une fonction DFS dans le cadre de l'utilisation de la technologie radioélectrique cognitive. Les équipements locaux d'abonné comprennent une antenne plate de 18 cm<sup>2</sup> et de 2,5 cm de profondeur et sont dotés de tout le matériel électronique nécessaire. En général, le système passe par les réseaux de raccordement métropolitains à fibres optiques pour faire transiter les très grandes quantités de trafic hertzien qu'il achemine. Le rayon opérationnel peut aller jusqu'à 4,8 km, mais il est conçu pour être de l'ordre de 1 500 m en visibilité directe et est inférieur à ce chiffre dans les configurations comportant des obstacles. Le système fournit des services TCP/IP, comme la vidéo sur demande, la voix sur IP et Internet.

**Tableau 1 – Paramètres techniques relatifs aux applications des RLAN à large bande**

Ces critères relèvent de règlements nationaux ou régionaux

Norme réseau	IEEE, Projet 802.11a <sup>(1)</sup>	IEEE, Projet 802.11		ETSI, BRAN HIPERLAN 1 ETS 300-652	ETSI, BRAN HIPERLAN 2 <sup>(1), (2)</sup>	MMAC HSWA HiSWANa <sup>(1)</sup>
		.11b	.11g			
<b>Méthode d'accès</b>	AMDP/AC	AMDP/AC, AMES	AMDP/AC	AMRT/EY-NPMA	AMRT/TDD	AMRT/TDD
<b>Modulation</b>	MAQ-64-MROF MAQ-16-MROF MDP-4-MROF MDP-2-MROF  52 sous-porteuses (voir la Fig. 1)	MCC (étalement complexe sur 8 éléments)	MAQ-64-MROF MAQ-16-MROF MDP-4-MROF MDP-2-MROF  52 sous-porteuses	MDMG/MDF	MAQ-64-MROF MAQ-16-MROF MDP-4-MROF MDP-2-MROF  52 sous-porteuses (voir la Fig. 1)	MAQ-64-MROF MAQ-16-MROF MDP-4-MROF MDP-2-MROF  52 sous-porteuses (voir la Fig. 1)
<b>Débit</b>	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 et 54 Mbit/s	1, 2, 5,5, 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 et 54 Mbit/s		23 Mbit/s (DE) 1,4 Mbit/s (DF)	6, 9, 12, 18, 27, 36 et 54 Mbit/s	6, 9, 12, 18, 27, 36 et 54 Mbit/s
<b>Bande de fréquences</b>	5 150-5 250 MHz 5 725-5 825 MHz 5 250-5 350 MHz <sup>(3)</sup>	2 400-2 483,5 MHz		5 150 à 5 300 MHz Dans certains pays limitée à 5 150-5 250 MHz <sup>(3)</sup>	5 150-5 350 et 5 470-5 725 MHz <sup>(3)</sup>	5 150-5 520 MHz <sup>(3)</sup>
<b>Découpage en canaux</b>	Espacement de 20 MHz	Espacement de 25/30 MHz 3 canaux		23,5294 MHz (DE) 3 canaux dans 100 MHz et 5 canaux dans 150 MHz 1,4 MHz (DF)	Espacement de 20 MHz 8 canaux dans 200 MHz  11 canaux dans 255 MHz	Espacement de 20 MHz  4 canaux dans 100 MHz

<sup>(1)</sup> Les paramètres pour la couche physique sont communs à l'IEEE, 802.11a, et à l'ETSI, BRAN HIPERLAN 2 et HiSWANa.<sup>(2)</sup> Le mode WATM (ATM) et le protocole IP évolué avec QoS sont destinés à être utilisés sur le transport physique BRAN HIPERLAN 2 de l'ETSI.<sup>(3)</sup> Pour la bande 5 150-5 250 MHz, le numéro 5.447 du Règlement des radiocommunications (RR) s'applique.

Paramètres techniques relatifs aux applications des RLAN à large bande (*fin*)

**Normes 802.11 supplémentaires en cours de validation par les organisations nationales et/ou régionales<sup>57</sup>**

Norme	Description
<b>802.11d</b>	Supplément à la couche MAC (commande d'accès support) de 802.11 pour prendre en compte les contraintes réglementaires variables selon les pays, de manière que la localisation des équipements se fasse par sélection de versions de firmware.
<b>802.11e</b>	Supplément à la couche MAC fournissant des fonctions de gestion de qualité de service. S'appliquera à diverses couches physiques (802.11a, b et g).
<b>802.11f</b>	Communication entre points d'accès pour assurer leur interopérabilité dans un environnement multiconstructeur, notamment au niveau de l'itinérance.
<b>802.11h</b>	Complément pour la conformité aux règlements européens sur les équipements utilisés dans la bande des 5 GHz (largement utilisée pour les communications par satellite). Fournit une sélection dynamique de canal et un contrôle de puissance d'émission.
<b>802.11i</b>	Complément à la couche MAC pour renforcer la sécurité en offrant une alternative à l'architecture de sécurité WEP. Reprend 802.1x et utilisera du chiffrement AES (Norme perfectionnée de chiffrement). S'appliquera à 802.11a, b et g.

## II.2.2 Systèmes d'accès hertzien large bande fixes

### II.2.2.1 Tableau des normes IEEE 802.16 et ETSI HiperMAN

Les deux normes IEEE 802.16 et ETSI HiperMAN concernent l'accès large bande. Il s'agit d'offrir aux utilisateurs – domicile privé, SoHo, SME – une connexion DSL hertzienne pour applications fixe et nomade, principalement dans les zones où une connexion DSL ne peut pas être proposée sur l'infrastructure filaire.

IEEE 802.16 and IEEE 802.16a

En 2003, l'IEEE a publié la norme 802.16a [2], qui modifie la norme IEEE 802.16 [1], intitulée «Medium Access Control Modifications and Additional Physical Layer Specifications for 2-11 GHz» (Modifications de commande d'accès au support et spécifications additionnelles de la couche physique dans la gamme de fréquences 2-11 GHz).

La caractéristique principale de l'interface radioélectrique IEEE 802.16 est la couche de gestion d'accès au support (MAC, *medium-access control layer*), qui spécifie un mécanisme de gestion de l'accès aux ondes radioélectriques. La couche MAC de la norme IEEE 802.16 repose sur un accès multiple spécifié à la demande, les émissions étant programmées en fonction de la priorité et de la disponibilité. Il faut en effet assurer sur le «dernier kilomètre» un accès de qualité exploitant au réseau public, avec fonction intégrale de qualité de service. Le système pourrait facilement prendre en charge aussi bien les données génériques de type Internet que les données en temps réel, y compris les applications bidirectionnelles: voix, visioconférence, jeux interactifs.

La norme 802.16a définit trois modes de couche physique, utilisables dans le domaine 2-11 GHz:

- SCa (monoporteuse, 2-11 GHz).
- MROF, avec FFT sur 256 points; une topologie maillée additionnelle est définie pour ce mode.
- OFDMA, avec FFT sur 2000 points; la MROFA est utilisée en liaison de retour (amont) comme en liaison aller (aval).

Ces modes ne sont pas compatibles entre eux, et un système compatible ne peut en exploiter qu'un.

<sup>57</sup> Recommandation UIT-R M.1450-2, *Caractéristiques des réseaux locaux hertziens à large bande* (Questions UIT-R 212/8 et UIT-R 142/9).

Tous les modes présentent les caractéristiques suivantes:

- Mode MRF et mode DRF, avec CPE semi-duplex en DRF.
- Rendement spectral et débit de données élevé, jusqu'à 72 Mbit/s sur un canal de 20 MHz.
- Modulation adaptative, MDP-4 taux 1/2 à MAQ-64 taux 3/4 pour la MROF et la MROFA et valeurs encore supérieures en mode monoporteuse.
- Large gamme de largeurs de canal, de 1,25 MHz à 28 MHz, les profils effectifs d'interopérabilité devant être définis dans la norme 802.16REVd.
- Grand rayon de cellule, jusqu'à 50 km en mode P-MP avec une antenne extérieure directive.

#### **Raccordement pour systèmes d'antenne évolués**

- Algorithmes cryptage TEK à haute sécurité:
  - 3-DES avec code 128 bits (type 1);
  - RSA avec code 1 024 bits.

#### **Autre travail de normalisation IEEE 802.16**

A la fin 2003, le groupe 802.16 avait entrepris de rédiger:

- une révision (802.16(REV.d)) portant sur l'amélioration des modes couche physique (PHY) existants et la définition de profils d'interopérabilité;
- un amendement (P802.16e) pour la prise en charge du fonctionnement mobile (fonction de relais et de fonctionnement en régime économique); les systèmes mobiles utiliseront les modes PHY améliorés définis dans la norme 802.16(REV.d); ce travail devrait être terminé à l'automne 2004.

Les futurs systèmes de radiocommunication mobile offriront des débits de données élevés, une grande mobilité, une forte capacité et une excellente qualité de service. Du fait que les fréquences disponibles sont limitées, le grand problème est celui du rendement spectral. Par ailleurs, les débits binaires et les caractéristiques de fonctionnement doivent être adaptables aux divers environnements et aux diverses applications (zone urbaine, banlieue, zone rurale).

#### **ETSI HiperMAN**

Le groupe ETSI BRAN HiperMAN a établi trois normes déjà approuvées, à paraître fin novembre 2003:

- TS 102 177, concernant la couche physique;
- TS 102 178, concernant la couche liaison de données;
- TS 102 210, définissant les profils d'interopérabilité.

Le groupe ETSI HiperMAN suit une procédure de sélection et d'amélioration selon un cycle de deux années:

- il a adopté comme normes de base les normes 802.16 et 802.16a, ce qui permet de conserver les caractéristiques déjà décrites pour les systèmes 802.16;
- il a choisi comme meilleure solution coût/fonctionnement dans le cas d'un système large bande sans visibilité directe le mode MROF FFT 256 points;
- il a amélioré le mode MROF en ajoutant une capacité de subdivision des canaux (MROFA); 16 sous-canaux groupés de façon spécifique offrent:
  - un gain de 12 dB en liaison montante, par concentration de puissance;
  - un débit de données large bande par sous-canal en limite de cellule de 150 kbit/s dans 3,5 MHz, avec une MDP4 1/2 (le débit de données étant inversement proportionnel au nombre de sous-canaux);
  - une capacité maximale avec un faible temps de propagation pour divers types de trafic (IP et TDM);
  - une bonne fiabilité, la diversité en fréquence et une bonne prise en charge des systèmes d'antenne évolués.

Le groupe HiperMAN DLC a adopté une bonne partie du mode 802.16 MAC-MROF. Par ailleurs, la norme HiperMAN DLC accepte la subdivision des canaux en liaison montante et les demandes spécifiques d'assignation de largeur de bande.

On s'attend que la norme IEEE 802.16(REV.d) (2004), partie MROF, sera alignée sur la norme ETSI HiperMAN.

### Evolution de la normalisation des systèmes HiperMAN de l'ETSI

L'ETSI élabore actuellement quatre nouvelles normes relatives à l'interopérabilité et à la gestion des systèmes HiperMAN:

- essais de conformité pour la couche de gestion de la liaison de données (DLC, *data link control*) – Partie 1: PICS;
- essais de conformité pour la couche de gestion de la liaison de données (DLC) – Partie 2: Structure des séries d'essais et définition des objectifs;
- essais de conformité concernant la couche de gestion de la liaison de données (DLC) – Partie 3: Suite de tests abstraits;
- gestion du réseau: MIB.

Les essais de conformité sont placés sous la responsabilité de spécialistes du Centre PTCC (*protocol & testing competence center*) de l'ETSI.

Les profils d'interopérabilité seront sans doute définis pour des attributions de 5,8 GHz.

A l'avenir, le groupe BRAN de l'ETSI pourra aussi envisager des applications mobiles.

### Exemple de système

#### Références

- [1] Norme IEEE 802.16 Standard: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems – 2001.
- [2] Norme IEEE 802.16a Standard: Amendement 2: Medium Access Control Modifications and Additional Physical Layer Specifications for 2-11 GHz – 2003.
- [3] Norme IEEE L802.16-03/16: IEEE 802.16 Lettre de liaison adressée à l'UIT-R: Appendice [www.eee802.org/16/liaison/docs/L80216-03\\_15.pdf](http://www.eee802.org/16/liaison/docs/L80216-03_15.pdf)
- [4] Norme ETSI TS 102 177 2003-09; Réseaux d'accès radioélectrique large bande (BRAN); HiperMAN; Couche physique (PHY).
- [5] Norme ETSI TS 102 178 2003-08; Réseaux d'accès radioélectrique large bande (BRAN); HiperMAN; Couche de gestion de la liaison de données (DLC).
- [6] Norme ETSI TS 102 210 2003-08; Réseaux d'accès radioélectriques large bande (BRAN); HiperMAN; Profils de système.

### II.2.2.2 Systèmes d'accès large bande par boucle locale hertzienne IMT-2000

La croissance des services cellulaires hertziens se poursuit à un rythme rapide sur le marché actuel. La plupart des opérateurs ont déployé ou sont sur le point de déployer des systèmes de boucle locale hertzienne appelés également systèmes d'accès hertzien fixe utilisant les technologies IMT-2000. Même si ces technologies sont conçues au départ pour fournir essentiellement des télécommunications mobiles, elles peuvent constituer des alternatives efficaces et rentables au large bande fixe et aux technologies filaires.

En particulier, l'utilisation de systèmes WLL basés sur les IMT-2000 peut réduire sensiblement l'investissement initial que doit consentir un opérateur pour déployer un réseau WLL puisque l'opérateur peut utiliser la plupart des composantes de réseau standard d'un réseau mobile. Cela s'ajoute à la grande efficacité spectrale et à la compatibilité qui caractérisent les technologies IMT-2000. L'opérateur peut soit compléter son réseau mobile existant pour qu'il puisse fournir des services WLL soit construire un système WLL entièrement nouveau. Le degré élevé de résilience qu'offrent les systèmes IMT-2000 en fait des systèmes idéals pour les opérateurs qui envisagent de fournir des systèmes des services WLL.

Bien qu'il y ait de nombreuses autres technologies IMT-2000 ou non-IMT-2000 qui permettent de fournir des services WLL, le présent paragraphe est axé sur l'adaptabilité et la robustesse des systèmes AMRC2000 pour fournir des services WLL.

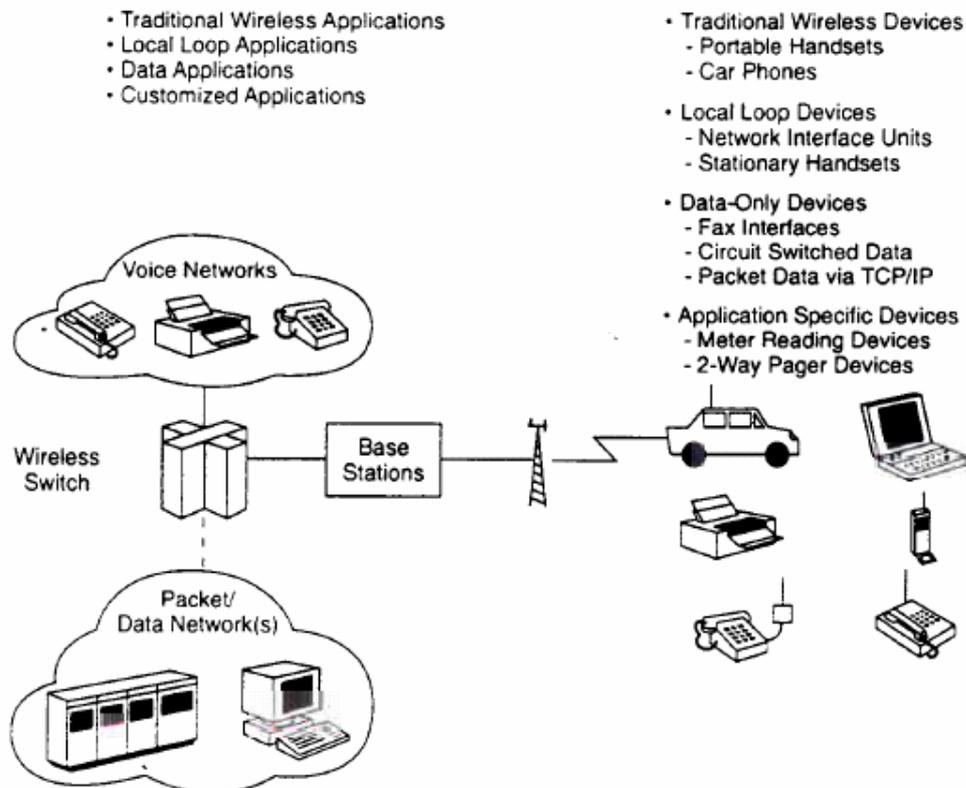
Les principales caractéristiques d'un service WLL basé sur la technologie AMRC2000 sont entre autres, indépendamment des caractéristiques énoncées au § II.2.3.1 du présent rapport, les suivantes:

- Permet une évolution robuste vers un système tout typé (3G et au-delà) utilisant les architectures du domaine multimédia (MMD) et/ou du sous-système multimédia IP (IMS).
- Fournit simultanément des services vocaux et des services de données à grande vitesse, 3 mégabits sur la liaison descendante et 1,8 mégabit sur la liaison montante en utilisant la technologie AMRC2000-1X-EV-DO.
- Architecture centralisée:
  - apporte des avantages importants avec la mise en commun des vocodeurs, la sélection de trame et les algorithmes de commande de puissance.
- Permet le mélange des porteuses AMRC-1X et 1X-EV.
- Offre des caractéristiques d'appel et des facturations personnalisées à certains groupes d'utilisateurs et/ou à des utilisateurs particuliers situés en des endroits géographiques préalablement définis.
  - Facturation commune et suivi de la clientèle.
- La fonctionnalité hertzienne (OTAF) et les caractéristiques du logiciel permettent une reconfiguration souple et facile des réseaux.
- Services de localisation:
  - plans avec plusieurs débits d'abonné;
  - services hiérarchisés;
  - revenus plus élevés par abonné.
- Fournit des services de localisation IP et un flux de paquets cryptés.
- Respecter les prescriptions réglementaires les plus strictes concernant le déploiement du réseau.

*Les applications de la boucle locale hertzienne utilisant la technologie AMRC2000 sont les suivantes:*

Le système de boucle locale hertzienne utilisant la technologie AMRC2000 offre une gamme très diverse d'applications. Les opérateurs peuvent conclure des partenariats avec les fournisseurs de services par ligne terrestre existants, par exemple les fournisseurs de télévision par câble, les compagnies d'électricité et/ou les opérateurs de systèmes hertziens et ainsi offrir toute une série d'applications différentes. Ces applications peuvent être prises en charge depuis le même réseau et la même plate-forme logicielle mais des combinés spéciaux seront peut-être nécessaires. La figure ci-après (Figure 3) illustre les différentes applications qui peuvent être fournies en utilisant des systèmes de boucle locale hertzienne AMRC2000. Ces services WWL peuvent fonctionner dans toutes les bandes alors que le système AMRC2000 est exploité par exemple dans la bande des 800 MHz ou dans la bande des 1 900 MHz, etc.

**Figure 3 – Applications de la boucle locale hertzienne utilisant la technologie AMRC2000**



Les applications WLL comportent certains éléments d'une infrastructure de mobilité et quelques autres éléments complémentaires:

- Equipement d'abonné fixe (combiné ou équipement de local d'abonné) – Un certain nombre de vendeurs de combinés construisent actuellement des unités d'abonné WLL qui sont compatibles avec l'infrastructure AMRC2000. Les différentes options pour les équipements hertziens fixes comportent actuellement un combiné traditionnel, un appareil de table hertzien totalement intégré, une interface de réseau hertzienne, des publiphones hertziens, des stations de base personnelles, etc. Les vendeurs de combinés envisagent aussi d'inclure d'autres fonctionnalités dans les unités d'abonné afin d'améliorer l'expérience de l'utilisateur.
- Transparence des caractéristiques – Pour positionner un dispositif WLL, l'unité doit offrir l'apparence d'une ligne terrestre et fournir des services ainsi que les fonctionnalités transparentes pour l'utilisateur final. Les fonctionnalités sont notamment les suivantes:
  - Transparence des fonctionnalités pour abonné professionnel/résidentiel:
    - esthétique et ergonomie cohérentes (tonalité d'appel);
    - renvoi automatique des appels;
    - conversation téléphonique à trois;
    - restriction de la ligne appelante
    - appel en instance et transfert d'appel.
  - Transparence opérationnelle:
    - codes des fonctionnalités;
    - plans et conventions en matière de numérotation;
    - plans de numérotation privée.

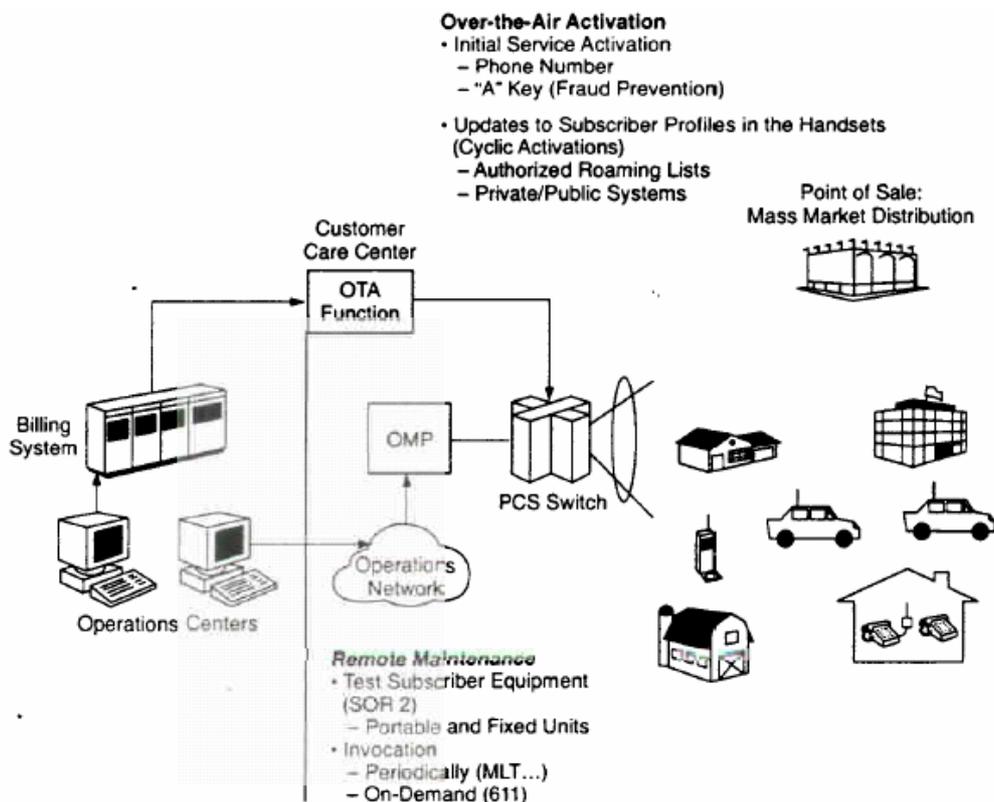
- Transparence de la mise en œuvre:
  - messagerie vocale/centres de messagerie;
  - nœuds de service;
  - points de commande de service.

Autres fonctions qui devraient être intégrées dans les dispositifs WLL dans l'avenir.

- Une des principales fonctionnalités pour fournir à la fois des services fixes et des services mobiles est l'aptitude du réseau à faire la distinction entre les utilisateurs du réseau fixe et les utilisateurs du réseau mobile, pour les besoins de la tarification. La technologie AMRC offre cette possibilité. Les caractéristiques de la zone d'utilisateur et du réseau privé AMRC permettent un découpage des réseaux publics. En utilisant l'identité du réseau, les fournisseurs de services peuvent faire la distinction entre différentes classes de service et ainsi percevoir des taxes différentes auprès des abonnés depuis le même équipement et le même emplacement physique. Cela permet de définir des zones de facturation personnelle; le réseau est doté d'une fonctionnalité améliorée qui lui permet de signaler à l'utilisateur – via un fanion – le dispositif indiquant le taux/la zone de facturation lorsque l'utilisateur se déplace d'une zone géographique à une autre. En outre, le réseau offre également un accès restreint qui interdit de lancer, de mettre fin ou de transférer un appel en dehors de la zone préalablement définie.

Une autre caractéristique importante du réseau est qu'il offre des fonctions de facturation commune et de suivi de la clientèle ce qui facilite la tâche quotidienne de l'opérateur du système WLL. La Figure 4 ci-après indique comment les centres de suivi de la clientèle et de facturation d'un système WLL AMRC2000 sont regroupés.

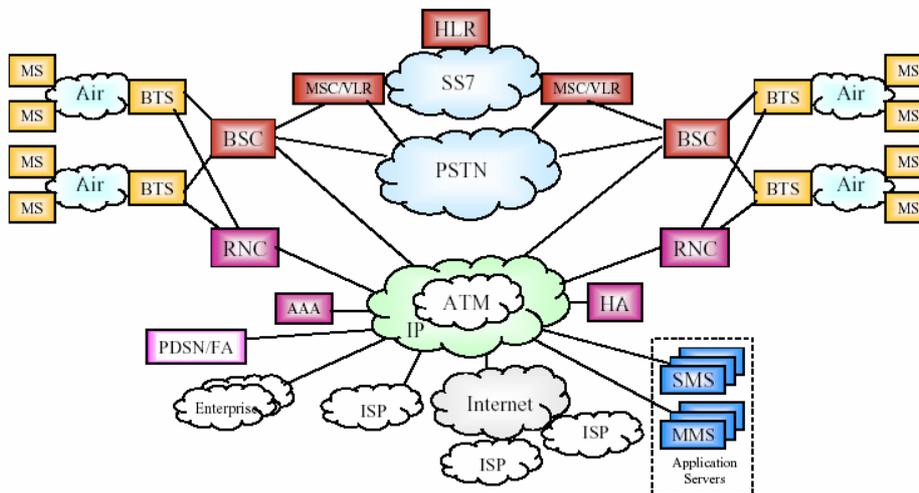
Figure 4 – Centre de facturation et de service à la clientèle regroupé d'un système WLL AMRC2000



### Architecture du système

L'architecture typique du système avec réseau d'accès radioélectrique (RAN) et réseau central IP<sup>58</sup> d'un système WLL AMRC2000-1X/AMRC2000-1X-EV-DO est la suivante:

**Figure 5 – Réseau central IP type d'un système WLL AMRC2000**



Un système WLL AMRC2000 utilise une architecture répartie composée d'une station de base (BS), d'un contrôleur de station de base (BSC), d'un agent de rattachement (HA), d'un système d'authentification, d'autorisation et de comptabilité (AAA) et d'autres interfaces associées. C'est la même architecture que celle qui est utilisée pour fournir des services de mobilité, ce qui permet l'intégration d'applications de service fixe dans l'infrastructure existante. Cette stratégie d'intégration protège les investissements du fournisseur de services dans l'infrastructure, les utilisateurs finals et les services. Les éléments du réseau central sont brièvement décrits ci-après:

- Le système d'émetteur récepteur de base (BTS) assure une fonction de transmission à travers l'interface radioélectrique.
- Le contrôleur de station de base (BSC) assure le contrôle et la gestion d'un ou de plusieurs systèmes BTS.
- Le nœud serveur de données par paquets (PDSN) permet au réseau d'accès radioélectrique (RAN) d'avoir accès au réseau central IP.
- Les fonctions d'authentification, d'autorisation et de comptabilité (AAA) assurent des fonctions d'authentification, d'autorisation et de comptabilité IP. Cette unité maintient également des associations de sécurité avec des entités AAA homologues.
- L'agent de rattachement (HA) assure deux fonctions principales; il enregistre le point de rattachement actuel de l'utilisateur (par exemple, l'adresse IP à utiliser pour transmettre et recevoir des paquets IP) et retransmet les paquets IP vers ou depuis le point de rattachement actuel de l'utilisateur.
- L'enregistreur des positions de rattachement (HLR) stocke les informations concernant les abonnés.
- Le réseau RAN AMRC2000 assure l'interconnexion avec le RTPC via l'interface du Système de signalisation N° 7 (SS 7).

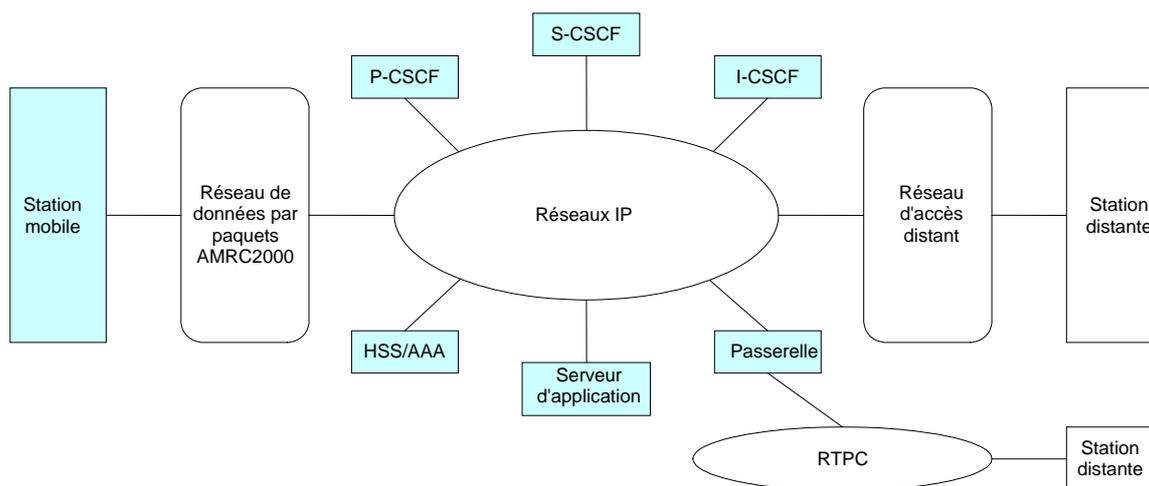
<sup>58</sup> Pour de renseignements complets sur le réseau central IP de systèmes AMRC2000, se reporter aux normes TIA/EIA/IS-CDMA2000.

Un gros avantage pour les opérateurs utilisant l'AMRC2000 comme service WLL est la possibilité de passer à un réseau tout IP appelé parfois système 3G ou réseaux de prochaine génération (NGN). Les avantages d'un réseau central IP sont notamment les suivants:

- Services vocaux et services de données améliorés
  - VoIP
  - Transfert de données à grande vitesse
  - Accès Internet
- Facilité de mise en service
- Protocoles et services standards
- Itinérance et interopérabilité des technologies.

L'opérateur peut faire évoluer son réseau grâce à l'utilisation de l'architecture du domaine des multimédias (MMD)<sup>59</sup>. La transition est transparente et cause une perturbation minimale aux services existants. Un exemple type de réseau AMRC2000 utilisant l'architecture MMD est illustré ci-dessous:

**Figure 6 – Aperçu de l'architecture MMD**



Les entités fonctionnelles MMD sont les suivantes:

- AAA – extension du registre HLR pour y inclure les données d'utilisateur nécessaires pour le sous-système multimédia IP
  - L'accès depuis la fonction de commande d'état d'appel (CSCF) utilise les protocoles IETF (DIAMETER)

<sup>59</sup> Pour une description complète de l'architecture et des fonctionnalités MMD, se reporter aux normes AMRC2000 appropriées.

- La fonction de contrôle de cession d'appel (CSCF) assure les fonctions de contrôle d'appel
  - Fonction CSCF mandataire
    - Serveur SIP mandataire pour le mobile, agissant au nom de l'UE dans l'IMS
    - Transmet les messages entre le mobile et d'autres serveurs SIP
  - Fonction CSCF serveur
    - Registre des serveurs SIP avec la coopération de l'unité AAA (serveur de localisation)
    - Machine d'état d'appel de contrôle de session pour le point d'extrémité enregistré
    - L'interaction avec les plates-formes de service pour le contrôle de service, fournit des déclencheurs de service
  - CSCF d'interrogation
    - Point d'entrée depuis d'autres réseaux
    - Attribut ou détermine la fonction S-CSCF
    - Peut dissimuler les topologies du réseau.

## II.2.3 Systèmes d'accès hertziens large bande mobiles

### II.2.3.1 Tableau des systèmes IMT-2000

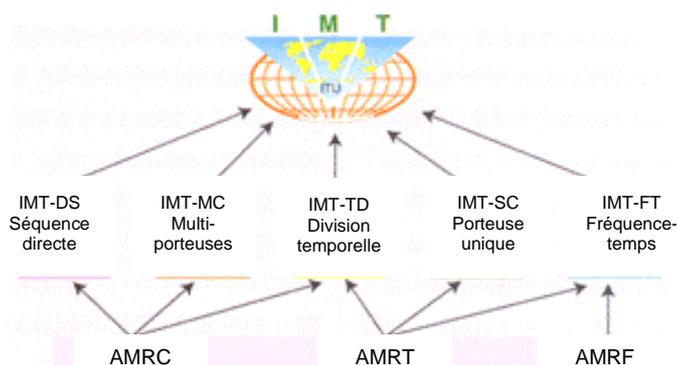
Les solutions hertziennes de troisième génération (3G) constituent une possibilité d'accès large bande relativement nouvelle et novatrice qu'il convient d'examiner pour remplacer d'autres technologies comme la fibre, la ligne d'abonné numérique (xDSL) ou le câble. Le terme «IMT-2000» (Télécommunications mobiles internationales) est utilisé par l'UIT afin de désigner un ensemble de normes harmonisées au niveau mondial pour les services et équipements de télécommunication mobile de troisième génération (3G). Les IMT se présentent comme une plate-forme de distribution des services fixes, mobiles, vocaux, de données, Internet et multimédias issus de la convergence. Elles peuvent offrir des débits de transmission à «large bande» plus élevés, compris entre 144 kbit/s, 500 kbit/s et 3 Mbit/s respectivement pour les applications mobiles, portatives et fixes. Les IMT regroupent un ensemble souple de cinq interfaces radioélectriques de Terre prenant en charge des services vocaux de grande capacité et des débits de données plus élevés. Elles ont pour objet d'assurer des services transparents sur un certain nombre de supports (mobile, satellitaire et fixe) en faisant en sorte que cette plate-forme soit adaptable aussi bien pour l'opérateur que pour le consommateur. Cet ensemble de technologies est censé répondre aux besoins d'un marché concurrentiel moins déréglementé à l'ère de l'information et il est prévu qu'il fasse partie intégrante de la croissance économique globale des pays développés et des pays en développement.

Les principales caractéristiques des IMT-2000 sont les suivantes<sup>60</sup>:

- niveau élevé de communauté de conception à l'échelle mondiale;
- compatibilité des services dans les systèmes IMT-2000 et avec les réseaux fixes;
- qualité élevée;
- utilisation de terminaux de petite taille exploitables dans le monde entier;
- possibilité de déplacement des abonnés itinérants partout dans le monde;
- données à haut débit;
- capacité de prise en charge d'applications multimédias et d'un large éventail de services et de terminaux.

Les IMT-2000 sont le fruit de la collaboration entre de nombreux organismes, à l'intérieur de l'UIT (UIT-R et UIT-T) ainsi qu'à l'extérieur (3GPP, 3GPP2, etc.). Elles appliquent des technologies simplifiées par l'UIT qui les désigne pas les sigles suivants: IMT-DS, IMT-MC, IMT-TD, IMT-SC et IMT-FT. On trouvera ci-après (Figure 7) un diagramme des cinq normes de spécification des interfaces radioélectriques des IMT-2000 (composante de Terre).

<sup>60</sup> Définition des IMT-2000 par l'UIT.

**Figure 7 – Normes des interfaces radioélectriques des IMT-2000**

Les technologies des IMT-2000 sont fondées sur le principe de l'accès multiple par répartition en code (AMRC) qui utilise la technologie d'étalement du spectre pour fractionner la parole en petits segments numérisés et les coder pour identifier chaque appel. De nombreux utilisateurs peuvent donc partager la même bande de fréquences et augmenter sensiblement la capacité du système. En d'autres termes, la méthode AMRC permet aux fournisseurs de services hertziens de loger davantage de signaux numériques dans une tranche donnée du réseau radioélectrique.

Parmi les noms génériques des technologies des IMT-2000, il y a lieu de citer les suivants: AMRC-2000, AMRC large bande et TD-SCDMA, dont les spécifications sont définies dans un certain nombre de Recommandations de l'UIT et, plus particulièrement, dans la Recommandation UIT-R M.1457, ainsi que dans les Recommandations UIT-T de la série Q.174x, qui décrivent respectivement les interfaces radioélectriques et les réseaux centraux des IMT-2000.

A l'heure actuelle, les technologies commerciales des IMT-2000 permettent d'atteindre des débits de données maximum de 2,4 Mbit/s, alors que les versions futures des technologies des IMT-2000 permettront d'atteindre des débits allant jusqu'à 3,1 Mbit/s et au-delà. Grâce à ces débits élevés, il est possible de mettre en place plusieurs applications qui offriront des avantages considérables aux sociétés rurales. Comme exemples d'applications, citons les soins de cybersanté, le commerce électronique, le cybergouvernement, la localisation des positions et l'aide en cas d'urgence. En outre, les technologies IMT-2000 déployées dans les bandes de fréquences plus basses offrent de gros avantages pour ce qui est de la couverture des zones rurales.

Depuis 2000, plus de 50 pays (la moitié d'entre eux sont des pays en développement) ont mis en œuvre des technologies IMT-2000<sup>61</sup> et ont permis aux opérateurs dans bon nombre de cas d'assurer le transfert de leurs réseaux existants en utilisant les fréquences existantes des réseaux mobiles. Plusieurs pays ont également attribué des fréquences supplémentaires dans le cadre de licences pour des réseaux IMT-2000 de Terre. Les technologies AMRC-2000 et AMRC large bande ont été les principales technologies employées pour les lancements commerciaux des IMT-2000. Les consommateurs utilisent les IMT-2000 comme support du large bande dans les environnements fixes, portatifs et/ou mobiles.

Les technologies IMT-2000 fournissent également des services large bande de façon robuste; conçues au départ pour offrir aux utilisateurs des services vocaux et des débits de données faibles à moyens, ces technologies peuvent aujourd'hui offrir des débits de données allant jusqu'à 2 Mbit/s et des services vocaux de grande qualité. En utilisant un système IMT-2000 commercialisé pour fournir des services large bande,

<sup>61</sup> [www.3gtoday.com/operators\\_flash.html](http://www.3gtoday.com/operators_flash.html)

l'opérateur peut tirer parti des progrès technologiques rapides que l'on observe sur le marché des réseaux cellulaires IMT-2000, notamment l'offre de services de données large bande évolués, les améliorations en termes d'efficacité spectrale (antennes adaptatives, techniques de modulation et de codage évoluées), l'amélioration de la sécurité des réseaux et toute une série d'autres fonctionnalités intégrées dans ces technologies. Tous ces éléments joueront un rôle important pour multiplier et améliorer les possibilités offertes aux utilisateurs du large bande. En outre, en utilisant les technologies IMT-2000, les opérateurs peuvent réaliser d'importantes économies d'échelle qui feront baisser les dépenses d'exploitation et les dépenses d'équipement associées au réseau.

Les extensions apportées aux technologies IMT-2000 du point de vue normatif permettront à ces technologies de répondre aux besoins futurs des utilisateurs du large bande au fur et à mesure qu'apparaîtront de nouveaux besoins et de nouvelles applications. Par exemple, le réseau central IP à commutation de paquets utilisé par les technologies IMT-2000 constitue une plate-forme ouverte et efficace pour ajouter de nouvelles fonctionnalités et de nouvelles technologies prenant en charge les applications large bande. Tout cela facilitera encore la diffusion de contenus large bande et de contenus multimédias vers les utilisateurs, au fur et à mesure qu'augmentera la demande pour des débits de données large bande.

Les technologies IMT-2000 occupent une place importante parmi les autres technologies large bande car elles peuvent non seulement fournir des services large bande dans un environnement fixe ou portable mais aussi continuer de les assurer dans un environnement mobile. Les principales caractéristiques de ces technologies, à savoir la mobilité, la possibilité de fonctionner comme réseaux de recouvrement, le grand nombre d'éléments communs dans la conception, la petite taille des terminaux, les fonctions d'itinérance mondiale, permettent d'offrir des services large bande aux utilisateurs qui se déplacent d'un endroit (fixe ou mobile) à un autre. En outre les technologies IMT-2000 peuvent fournir aujourd'hui des services de données large bande sûrs et fiables qui vont bien au-delà des services de données que peuvent offrir les réseaux de radiocommunication mobiles terrestres et certaines technologies d'accès hertzien fixe d'aujourd'hui.

Il est important de noter que des technologies différentes (RLAN, systèmes de connectivité à courte distance et IMT-2000) peuvent être présentes dans un même dispositif fonctionnant à tout moment sur différents réseaux. Ainsi, un assistant numérique personnel peut contenir plusieurs interfaces radioélectriques qui lui permettent de communiquer avec un terminal portatif (domaine de la zone personnelle), un réseau local hertzien privé ou public (domaine de la zone immédiate) ou un fournisseur de services dans une zone étendue, par exemple un réseau (cellulaire) mobile (domaine de la zone étendue).

### **II.2.3.1.1 Composante par satellite et composante de Terre des IMT-2000**

Les composantes satellite et de Terre des IMT-2000 se complètent généralement en assurant des services dans des régions qu'une composante à elle seule ne peut pas desservir de manière rentable. Chaque composante présente des avantages et des inconvénients. La composante satellite permet de desservir des régions qui peuvent ne pas être desservies de manière économique par la composante de Terre; il s'agit de surcroît des régions rurales ou éloignées. Outre le fait qu'elle assure cette couverture complémentaire, la composante satellite peut dans les régions plus densément peuplées, précéder la composante de Terre et faciliter ultérieurement son introduction. Les systèmes à satellites IMT-2000 peuvent également comporter une couche pour la multidiffusion, en complément des réseaux mobiles de Terre IMT-2000. La méthode d'évolution peut donc être considérée sous deux aspects: renforcement de la composante de Terre des IMT-2000 et préparation de la mise en œuvre de la composante de Terre.

Six systèmes à satellites sont actuellement définis dans le cadre des Recommandations de la famille des IMT-2000 en fonction de leurs interfaces radioélectriques (voir les Recommandations UIT-R M.1455-2 et M.1457-3) et sont censés fonctionner indépendamment les uns des autres. Tous ces systèmes visent à assurer la couverture de zones de service régionales, multirégionales ou mondiales, de sorte qu'il peut y avoir plusieurs systèmes à satellites capables de fournir un service dans un pays donné.

Il existe de nombreux scénarios d'évolution, les points suivants devant en particulier être approfondis par le Groupe de travail 8D de l'UIT-R:

- les conséquences du développement important qui est prévu pour l'infrastructure des IMT-2000 pour les composantes de Terre sur la mise en œuvre et l'évolution des systèmes à satellites mobiles IMT-2000;
- au départ, il y aura sans doute plus d'éléments communs au niveau des réseaux qu'à d'autres niveaux. A quel niveau un système sera-t-il considéré comme un système IMT-2000?;
- l'incidence et l'aspect pratique des terminaux d'utilisateur bimode capables de fonctionner sur plusieurs systèmes fournissant des services vocaux et de données, quel que soit le réseau mobile utilisé (satellite ou de Terre);
- l'utilisation du satellite pour les applications Internet dans les zones rurales, les zones peu peuplées est actuellement à l'étude à l'UIT-R conformément au point 1.19 de la prochaine Conférence mondiale des radiocommunications en 2007.

### II.2.3.1.2 Améliorations concernant les services IMT-2000

De nouvelles évolutions sont à prévoir en ce qui concerne les normes, les technologies et les services IMT-2000. On trouvera ci-dessous quelques exemples des améliorations en cours de mise au point.

Une évolution ultérieure des systèmes UMTS est déjà envisagée. La technologie d'accès radioélectrique UMTS sera améliorée pour prendre en charge l'accès rapide en mode paquet sur les liaisons descendantes et montantes (HSDPA) et permettra d'assurer des transmissions à des débits de 14,2 Mbit/s. De même que la norme EDGE permet d'obtenir un meilleur rendement spectral que les systèmes GPRS, l'accès HSDPA permet de réaliser une plus grande efficacité spectrale que le mode AMRC à étalement direct IMT-2000. Cette efficacité spectrale accrue et ces débits plus élevés permettent non seulement d'offrir de nouveaux types d'application, mais offrent aussi la possibilité à un plus grand nombre d'utilisateurs d'accéder au réseau, puisqu'il est possible de doubler la capacité avec l'accès HSDPA. D'autres technologies complémentaires permettront d'obtenir des débits de données très élevés et de desservir des zones à forte densité d'utilisateurs, par exemple les centres de conférences et les réseaux locaux hertziens (WLAN), qui utilisent en théorie des débits binaires pouvant atteindre 54 Mbit/s, pourront compléter à terme les UMTS. Des réseaux publics WLAN seront également mis en place indépendamment des réseaux mobiles, mais les opérateurs mobiles bénéficieront d'avantages tels que la gestion de la mobilité, la gestion des abonnés, une sécurité élevée et des fonctions d'itinérance.

Autre amélioration: le sous-système multimédia IP (IMS) permet d'assurer des services entre personnes en temps réel, comme la téléphonie vocale ou vidéo, grâce à l'association d'une technique en mode paquet et de services d'information et de données, via la commande d'appel multimédia IP; il permet l'intégration et l'interaction des communications et des services d'information et aussi d'établir des sessions de communication simultanément entre plusieurs utilisateurs ou dispositifs.

D'autres évolutions de la norme CDMA2000 sont envisagées, par exemple avec l'intégration de nouveaux vocodeurs SMV et de techniques de diversité d'antenne. La norme CDMA2000 1X offre une capacité vocale près de trois fois supérieure à celle des systèmes IS-95<sup>62</sup>.

Version améliorée de la norme CDMA2000, la norme 1xEV-DO CDMA2000 est optimisée avant tout pour les services de données; elle permet de transmettre des données à des débits plus élevés. L'interface radioélectrique de la norme 1xEV-DO CDMA2000 vise à assurer une interopérabilité complète avec les

---

<sup>62</sup> «SMV Capacity Increases», Andy Dejaco, Qualcomm Inc., CDG-C11-2000-1016010, 16 octobre 2000.

réseaux CDMA2000 1X et fournit des débits de crête allant jusqu'à 3,1 Mbit/s sur la liaison aller, et jusqu'à 1,2 Mbit/s sur la liaison retour dans une largeur de bande de fréquences porteuse de 1,25 MHz. La norme 1xEV-DO CDMA2000 constitue pour les opérateurs un moyen économique de fournir toute la gamme des services de données IMT-2000, et ce à des prix abordables. Les systèmes 1xEV-DO qui sont déjà sur le marché<sup>63</sup> présentent bon nombre de fonctionnalités évoluées des systèmes hertziens. Si la norme 1xEV-DO présente une capacité de transmission de données élevée, c'est grâce à l'intégration de systèmes de modulation d'ordre supérieur comme la modulation MAQ-16, à l'adaptation dynamique des liaisons, à la redondance par incréments, à la diversité multi-utilisateurs, à la diversité en réception, au codage turbo et autres mécanismes de commande des canaux<sup>64</sup>.

La norme 1xEV-DV CDMA2000 est un perfectionnement des systèmes AMRC à porteuses multiples IMT-2000 qui associe les fonctionnalités des systèmes 1X et 1xEV-DO CDMA2000. Elle offre en conséquence une solution pour fournir la capacité téléphonique plus élevée des systèmes 1X CDMA2000 ou la capacité de transmission de données plus élevée des systèmes 1xEV-DO CDMA2000, et offre même la possibilité de fournir simultanément des services de téléphonie et de données à haute capacité sur la même porteuse à 1,25 MHz.

Tout comme le sous-système multimédia IP (IMS) de la norme IMT-2000, étalement direct, permet d'assurer des services de personne à personne en temps réel, par exemple téléphonie classique ou visiophonie grâce à la technologie de la commutation par paquets, le domaine multimédia (MMD) de la norme IMT-2000 multiporteuse permet la diffusion d'une suite d'applications intensives multimédias et de données, par exemple la voix sur IP, la distribution en mode point à point ou multidiffusion d'images, de signaux vocaux, de contenus musicaux, de signaux vidéo qui sont acheminés sur un réseau central IP commun à commutation par paquets. D'où des avantages importants et de nouvelles fonctionnalités pour les opérateurs qui veulent offrir sur la même plate-forme radioélectrique une combinaison d'applications et de services à plusieurs utilisateurs et sur plusieurs dispositifs.

Un ensemble complet de lignes directrices a été établi au titre de la Question UIT-D 18/2 concernant le passage des systèmes existants aux systèmes IMT-2000. Ce rapport est accessible sur le site web de la Commission d'études 2 de l'UIT-D.

### II.2.3.2 Tableau de la norme IEEE 802.16: Mode MROFA 2k – Extension système mobile

Cette norme est une extension MROFA de la norme ETSI EN-301958 (DVB-RCT, DVB-T. largement utilisée dans le monde) qui repose sur une transformée de Fourier rapide 2K. Le système MROFA 2K prend en charge aussi bien le fonctionnement fixe que le fonctionnement mobile, selon la norme 802.16 (REV.d). Il ne fait encore l'objet d'aucune Recommandation UIT-R.

Le système MROFA combine les accès AMRF et AMRT et le concept d'étalement de spectre. Les ressources de largeur de bande sont réparties entre les utilisateurs par assignation de multiples sous-canaux et de multiples intervalles de temps par utilisateur. Les sous-porteuses sont étalées de façon pseudo-aléatoire sur la totalité du spectre disponible (diversité de fréquence).

Le système MROFA 2K présente toutes les fonctionnalités modernes requises pour les futurs systèmes IP mobiles:

- Grand nombre de sous-canaux – 80 (facteur de gain de traitement de 19 dB).
- Faible surdébit – maximum 15%.
- Avantages de la FFT: excellente sélectivité en fréquence, possibilité d'un large étalement des temps de propagation; pour les grandes cellules et en basse fréquence, forte capacité en largeur de bande (2,5-28 MHz) et débit extrêmement élevé (valeur de crête: 4 bit/(s\*Hz)).

<sup>63</sup> Depuis le 1<sup>er</sup> mai 2003, ces systèmes sont proposés par des opérateurs présents sur 3 continents, à savoir SK Telecom (Corée du Sud), KTF (Corée du Sud), Monet Mobile (Etats-Unis d'Amérique) et Giro (Brésil). Source: [www.3gtoday.com](http://www.3gtoday.com)

<sup>64</sup> «CDMA/HDR: a bandwidth efficient high speed wireless data service for nomadic users», Bender, P.; Black, P.; Grob, M.; Padovani, R.; Sindhushyana, N.; Viterbi, S., Communications Magazine, IEEE, Volume: 38, numéro 7, juillet 2000. Pages 70-77.

- Accepte tous les nouveaux systèmes d'antenne: MIMO, STC, antenne adaptative, diversité d'antenne par MRC.
- Trames de petite dimension, donc temps de propagation aller-retour réduit, et tous niveaux de mobilité UIT (y compris 250 km).
- Systèmes de codage adaptatif efficaces (Turbo codage).
- Systèmes ARQ à faible temps de propagation.
- Modulations et débits de codage adaptatifs (MDP4, MAQ-16, MAQ-64 et 5/6, 3/4, 2/3 1/2, 1/3, 1/4, 1/6, 1/8, 1/12), permettant d'étendre la portée et de travailler avec des valeurs de rapport signal/bruit négatives (-5 dB).
- Plusieurs niveaux de qualité de service, rendus possibles par la faible granularité des sous-canaux (6 octets).
- Gestion de sous-canaux adaptative.
- Répéteurs à grand débit [FFT ] pour «couvrir les vides».
- Mode alimentation sécurisé extrêmement efficace.
- APC aval et amont.
- Grande efficacité de transfert, y compris mobile IP.
- Capacités de transfert progressif au niveau de la couche PHY (macrodiversité).
- Transfert progressif sur couche 2 (pas de perte de paquets).
- Réseau monofréquence de radiodiffusion d'informations dans la totalité du réseau (vidéo/audio).
- Mode de diffusion assurant la convergence des réseaux et applications de radiodiffusion et de télécommunication.

### Fonctionnement du système

En réutilisation 1 (tous les secteurs et toutes les cellules utilisent la même fréquence), la capacité est de 0,7-1,1 bit/(s\*Hz)/secteur en mode SISO ou MIMO boucle ouverte. Avec six secteurs, la capacité peut atteindre 6 bit/(s\*Hz)/cellule et, avec un système plus performant à 24 secteurs, la capacité attendue est approximativement de 18 bit/(s\*Hz)/cellule. Ces résultats peuvent être obtenus dans des conditions de couverture meilleures qu'à 95%, y compris en environnement mobile véhicule «UIT-R – B», dans des conditions d'affaiblissement log-normal 10 dB et évanouissement de Rayleigh.

Le diamètre des cellules est comparable à celui des systèmes cellulaires actuels (dans différents scénarios et avec diverses valeurs de puissance d'émission, mais avec des débits de données supérieurs), avec couverture réduite ou importante en milieu urbain, suburbain ou rural, à l'extérieur ou à l'intérieur de bâtiments. La modulation MROFA 2K assure toutes les autres conditions système requises – sécurité et mode IP. Avec une antenne directive en fonctionnement fixe côté utilisateur, la portée peut être étendue à 50 km et la capacité du système multipliée par 4.

### II.2.3.3 Interface radioélectrique d'accès multiple par répartition spatiale à haute capacité (HC-SDMA) et technologie iBurst™, Tableau des systèmes hertziens large bande

#### II.2.3.3.1 Aperçu de la technologie HC-SDMA

La technologie HC-SDMA est une nouvelle norme ANSI élaborée par l'ATIS (Alliance of Telecommunications Industry Solutions), ex-Comité T1, respectant les critères fixés concernant l'accès hertzien large bande au réseau Internet (WWINA) et incarnée par le système hertzien large bande iBurst qui est déjà exploité commercialement sur plusieurs continents. Basée sur une technologie éprouvée commercialement, la norme HC-SDMA spécifie l'interface radioélectrique du système mobile étendu large bande iBurst qui se caractérise par un grand nombre de stations de base à une vitesse élevée, assurant une couverture étendue. Un système iBurst est une solution tout IP de bout en bout, normalisée pour la téléphonie IP et la transmission de données hertziennes, avec des équipements que l'on peut se procurer auprès des

grands fabricants. Les dispositifs pour utilisateurs finals actuellement disponibles sur le marché sont notamment les cartes PCMCIA destinées aux utilisateurs de portables, d'assistants numériques personnels et les unités de bureau pour les applications «domestiques» ou les applications pour les petites entreprises. Des routeurs disponibles sur le marché et des points d'accès permettent une connexion directe à l'unité de bureau. Les débits de données d'utilisateur sont aujourd'hui de plus de 1 Mbit/s. Le débit utilisable net des stations de base iBurst exploitées dans des bandes de fréquences non appariées est de 20 Mbit/s dans une largeur de bande de 5 MHz et de 40 Mbit/s dans une largeur de bande de 10 MHz. Le système iBurst est exploité commercialement en Australie et en Afrique du Sud et plusieurs essais sont faits en Amérique, en Asie, en Europe et en Afrique.

La norme HC-SDMA tire parti des technologies DRT (duplex par répartition temporelle) et AA (antennes adaptatives) ainsi que des algorithmes de traitement spatial évolués pour offrir l'un des systèmes de télécommunications mobiles dans le monde présentant la plus grande efficacité spectrale. Ce système permet en effet d'assurer un service mobile large bande dans une simple bande de 5 MHz (fréquences non appariées) de spectre octroyé aux services mobiles. Le système iBurst est conçu pour être exploité dans des bandes soumises à obligation de licence, au-dessous de 3 GHz, et offrir une mobilité totale ainsi qu'une large couverture, caractéristiques tout à fait adaptées aux applications mobiles. Etant donné qu'il est basé sur la technologie DRT et qu'il n'a pas besoin de bandes symétriques appariées séparées par un intervalle de garde approprié ou d'un espacement entre duplexeurs, le système iBurst peut facilement changer de bande et être exploité dans différentes bandes de fréquences.

### II.2.3.3.2 Description de l'interface radioélectrique HC-SDMA

Les principales caractéristiques de cette interface sont les suivantes:

- DRT/AMRT, espacement entre canaux de 625 kHz.
- Débits de données crête par utilisateur allant jusqu'à 16 Mbit/s en liaison descendante et 5,5 Mbit/s en liaison montante<sup>65</sup>.
- Efficacité spectrale 4 bit/s/hertz/cellule (20 Mbit/s dans une largeur de bande de 5 MHz).
- Asymétrie de débit liaison descendante/liasion montante: 3:1.
- Modulation à plusieurs niveaux et codage des canaux pour adaptation de la qualité de la liaison.
- Correction d'erreur directe (CED) et demande de répétition automatique (ARQ) pour une liaison exempte d'erreurs dans les limites de la zone de couverture.
- Largeur de bande à la demande, attribution dynamique des ressources.
- Traitement spatial avec technologie des antennes adaptatives pour une meilleure qualité du signal, une meilleure gestion des ressources et pour faire face aux collisions.
- Mobilité (transferts intercellulaires).
- Qualité de service (QOS) de l'interface hertzienne intégrée.

### Transfert intercellulaire via l'interface hertzienne

Le transfert d'une session IP de bout en bout est le résultat conjugué du transfert dans le réseau radioélectrique d'une cellule à une autre et du reroutage de la session IP d'utilisateur final vers la nouvelle cellule de desserte. Le protocole point à point (PPP) est un type d'acheminement accepté par l'interface hertzienne HC-SDMA – données IP encapsulées entre un fournisseur de services IP et un dispositif d'utilisateur final, par exemple un portable. Le protocole PPP (cf. norme IETF RFC 1661 et *autres*) est un

---

<sup>65</sup> Le regroupement des porteuses permet d'atteindre des débits crête. Les cartes PCMCIA et les modems de bureau actuellement disponibles prennent en charge une seule porteuse correspondant à un débit crête par utilisateur de 1 Mbit/s en liaison descendante et de 345 Mbit/s en liaison montante. Des modems avec regroupement des porteuses devraient être disponibles jusqu'à 2005.

protocole tunnel avec peu d'informations de service – 1 à 2 octets par paquets IP – qui a l'avantage d'être présent dans la quasi-totalité des dispositifs IP. A cela s'ajoute le fait que tous les réseaux des fournisseurs de services sont dotés d'équipements adaptés au protocole PPP (dimensionnement, facturation, etc.). Ce protocole PPP présente aussi l'avantage d'isoler les sessions IP dans le réseau de transport, ce qui autorise un chevauchement des espaces d'adresse utilisés généralement par les réseaux privés virtuels d'entreprise. Un type de transfert intercellulaire actuellement assuré par l'interface radioélectrique est le modèle IP simple et léger utilisé par le 3GPP2 (cf. 3GPP2 P.S0001-B «Norme relative aux réseaux IP hertziens») pour la micromobilité, complété lorsque cela est nécessaire, par le protocole IP mobile (cf. IETF RFC 2002 et *autres*), par exemple en cas de transfert vers un réseau d'accès dissemblable (par exemple, réseau 802.11).

Le transfert en mode «make-before-break» de l'interface hertzienne HC-SDMA est piloté par le terminal de l'utilisateur (UT). Chaque terminal UT gère les canaux de radiodiffusion depuis les stations de base avoisinantes (BS) et classe les candidats en fonction de la puissance du signal et d'autres facteurs. Un terminal UT peut effectuer ces mesures et s'enregistrer auprès d'une nouvelle station de base de desserte tout en échangeant des données TCH avec la station de base de desserte à laquelle il est rattaché. Le transfert pour les données d'utilisateur se fait en mode «make-before-break», les données TCH étant réacheminées vers la nouvelle station de base de desserte, une fois l'enregistrement réalisé.

### **Technologie des antennes adaptatives (AA)**

La technologie des antennes adaptatives (traitement spatial) est au cœur de la norme HC-SDMA. Elle améliore considérablement l'efficacité d'utilisation du spectre radioélectrique et se traduit par des gains exceptionnels de capacité, de couverture et de qualité de service pour les réseaux hertziens.

Les avantages importants qu'apporte la technologie AA sont dus à la gestion des brouillages et à l'amélioration de la qualité du signal. Une station de base type utilise une seule antenne ou une paire d'antennes pour communiquer avec ses utilisateurs. Une station de base AA utilise un petit nombre d'antennes simples, une «antenne-réseau» dotée de fonctions de traitement du signal évoluées pour réduire sensiblement l'excès d'énergie rayonnée par la station de base. Dans le même temps, le traitement du signal permet à la station de base d'écouter, de façon sélective, ses utilisateurs, réduisant ainsi les conséquences des brouillages causés par d'autres utilisateurs du réseau. L'utilisation d'une antenne-réseau apporte aussi un gain de puissance du signal, ce qui améliore la qualité de liaison radioélectrique pour la même quantité d'énergie totale rayonnée par la station de base et le terminal d'utilisateur. L'amélioration de la qualité de la liaison se traduit pour les terminaux d'utilisateur par des débits de données plus élevés, une portée plus grande et une autonomie plus longue.

Avec la technologie AA, chaque cellule d'un réseau peut utiliser les mêmes attributions de fréquence en éliminant les brouillages intercellulaires. En fait, cette technologie permet même à un système de réutiliser plusieurs fois les fréquences attribuées dans une cellule donnée en dirigeant l'énergie uniquement lorsque cela est nécessaire.

### **Efficacité spectrale de l'interface radioélectrique HC-SDMA**

L'efficacité spectrale mesure la capacité d'un système hertzien à fournir des informations, des «services de données» dans une quantité de spectre donnée. Dans les systèmes radioélectriques cellulaires, l'efficacité spectrale se mesure en bits/seconde/hertz/cellule (bits/Hz/cellule). De nombreux facteurs contribuent à l'efficacité spectrale d'un système, notamment les formats de modulation, les «informations de service» de l'interface hertzienne (informations de signalisation autre que les données d'utilisateur), la méthode d'accès multiple et le modèle d'utilisation. Tous ces facteurs contribuent aux dimensions bits/seconde/hertz de l'unité. L'existence d'une dimension «par cellule» peut paraître surprenante mais le débit d'une station de base d'une cellule particulière d'un réseau cellulaire est presque toujours bien inférieur à celui d'une cellule pris isolément. Cela s'explique par l'autobrouillage généré dans le réseau qui oblige l'opérateur à attribuer des fréquences en blocs qui sont espacées les unes des autres d'une ou plusieurs cellules. Cet espacement correspond au facteur de réutilisation et plus le système est efficace plus le nombre est faible.

L'efficacité spectrale d'un système HC-SDMA est représentée dans le calcul ci-après:

- Porteuses de 625 kHz.
- Trois intervalles de temps par porteuse.
- 475 kbit/s de données d'utilisateur par intervalle de temps.
- Facteur de réutilisation des fréquences de 1/2.

ce qui donne l'efficacité spectrale suivante:

$$(3 \text{ intervalles} \times 475 \text{ kbit/s/intervalle}) / 625 \text{ kHz} / 0,5 \text{ réutilisation} = 4,28 \text{ bit/s/Hz/cellule}$$

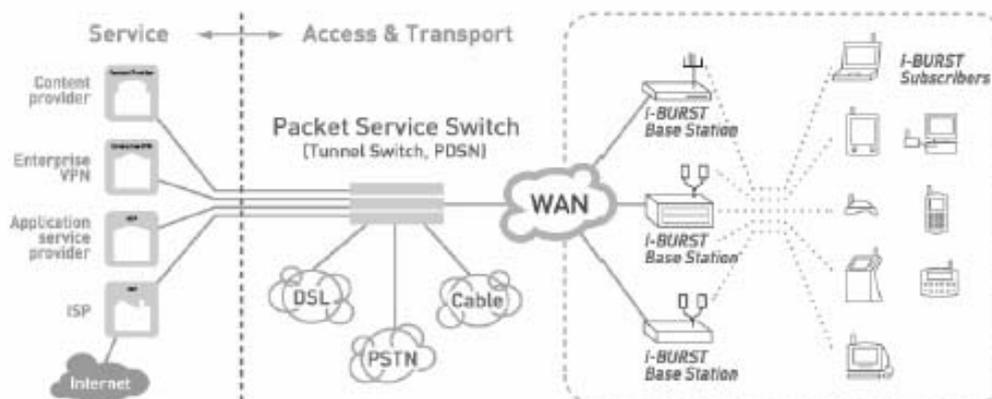
### Capacité du système radioélectrique et considérations économiques

Un réseau HC-SDMA caractérisé par une efficacité spectrale de 4 bits/hertz/cellule peut prendre en charge un ensemble d'abonnés mobiles donné avec beaucoup moins de sites et beaucoup moins de spectre que ce qui serait nécessaire avec d'autres technologies, et donc avec des dépenses d'exploitation et d'équipement considérablement réduites. Avec 10 MHz de spectre utilisable, par exemple, chaque station de base HC-SDMA offrira une capacité d'accès de 40 Mbit/s. L'amélioration apportée par technologie AA en ce qui concerne la qualité de la liaison ou l'intensité du signal permet grosso modo de doubler la portée (ou de quadrupler la zone de couverture) du système HC-SDMA.

#### II.2.3.3 Architecture du réseau iBurst

##### Architecture du réseau de transport et d'accès courant

La Figure 8 décrit un réseau iBurst de transport et d'accès courant permettant à plusieurs fournisseurs de services d'offrir simultanément à leurs utilisateurs finals les services qu'ils commercialisent. L'unité d'affaire d'opérateur du réseau de transport et d'accès pourrait être l'un de ces fournisseurs de services.

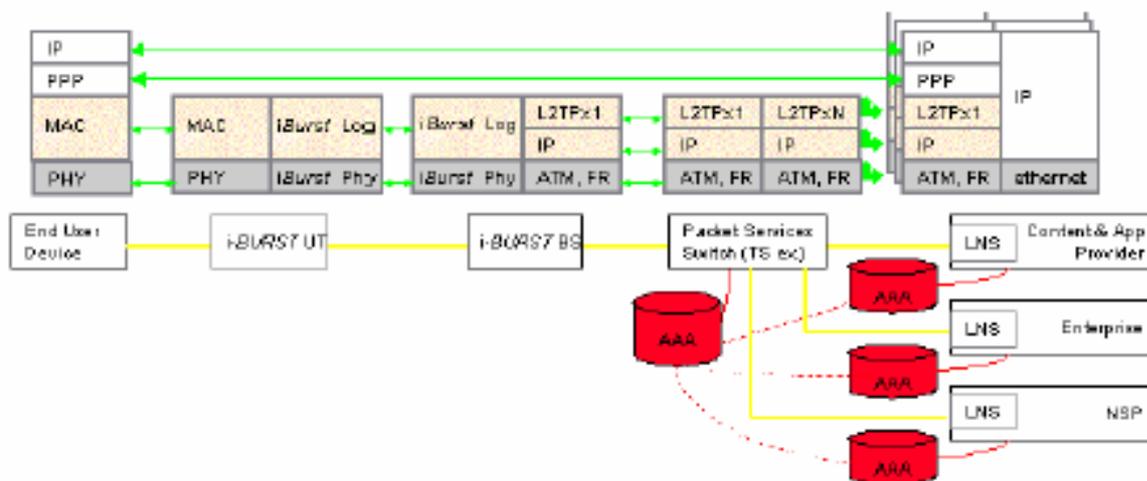


L'opérateur du réseau de transport et d'accès regroupe diverses technologies d'accès «du dernier kilomètre» puis commute les sessions d'utilisateur final vers le fournisseur de services approprié. Le commutateur des services par paquets (PSS) est un élément essentiel qui joue le rôle de point de regroupement et de commutateur pour acheminer les sessions d'utilisateur. Les décisions de commutation sont habituellement prises sur la base des noms d'utilisateur structurés fournis par l'utilisateur pendant l'authentification du protocole PPP. Par exemple, si l'utilisateur se connecte avec «joe@aol.com», la session d'utilisateur sera acheminée vers le site d'AOL et une demande d'authentification sera faite pour l'utilisateur «joe»; par contre, s'il se connecte avec «mary@hercompany.com», la session d'utilisateur sera acheminée vers le site de her company, en vue peut-être d'un accès à un réseau virtuel privé d'entreprise et une demande d'authentification sera faite pour l'utilisateur «mary». La technologie PSS est largement utilisée dans les réseaux des grands fournisseurs de services Internet et des principaux opérateurs. Outre le fait qu'elle regroupe les sessions d'utilisateur provenant de divers supports, la technologie PSS présente ces sessions de façon unifiée au réseau du fournisseur de services, ce qui libère le fournisseur de services de la nécessité de maintenir différentes bases de services et de contenus pour chaque classe d'accès.

### II.2.3.3.4 Pile de protocoles iBurst

Le système iBurst assure une connectivité IP sur PPP de bout en bout entre les fournisseurs de services et leurs clients, conformément au modèle de service le plus utilisé avec des réseaux d'accès par câble. Sur la Figure 9, de gauche à droite, on peut voir que la session PPP d'un utilisateur est acheminée par différents protocoles et différents supports.

Figure 9 – Pile de protocoles et éléments d'un réseau de données d'utilisateur iBurst



La Figure 9 décrit également les serveurs d'authentification, d'autorisation et de comptabilité (AAA) ainsi que les connexions AAA entre, d'une part le domaine de transport et d'accès et, d'autre part le domaine de service.

### II.2.3.3.5 Offre de services du réseau iBurst

#### Services mobiles offerts

La connectivité mobile est assurée à l'aide de la carte d'accès iBurst. Lorsqu'elle est connectée à un dispositif mobile, par exemple un ordinateur portable ou un assistant numérique personnel, cette carte assure la connectivité tant que le dispositif reste à l'intérieur de la zone de couverture du réseau.

### Services offerts en mode fixe/sur portail

Le pont d'accès iBurst assure la connectivité essentiellement en mode fixe. Le dispositif ressemble à un modem classique. Il est connecté au réseau de distribution d'électricité et dispose d'une petite antenne extensible et de bornes assurant la connexion via Ethernet ou USB. Il offre ainsi les avantages d'une connexion large bande fixe avec en outre la portabilité qui permet de se déconnecter du service tout simplement en débranchant la prise et de se reconnecter, dans un nouvel endroit, en branchant de nouveau le pont d'accès iBurst. Ce pont peut être connecté à un simple ordinateur pour assurer l'accès ou être rattaché à un réseau local ou à un réseau hertzien pour que l'accès puisse être partagé entre plusieurs dispositifs à la maison ou au bureau.

ArrayCom est une marque commerciale enregistrée et iBurst est une marque commerciale de ArrayCom Inc.

### II.2.4 L'accès large bande, une solution possible pour la radiodiffusion télévisuelle numérique interactive

Les principales caractéristiques de l'accès radioélectrique large bande pour la radiodiffusion télévisuelle numérique interactive (iTV) sont les suivantes:

- Capacité de transmission de données importante: jusqu'à 20 Mbit/s par canal de 5, 6, 7 ou 8 MHz (normes ASTC, DVB, DMB-T, ISDB-T conformes à la Recommandation UIT-R BT.1306).
- Zone de couverture importante.

#### A Télévision interactive

- Les technologies d'accès large bande sont très importantes pour les applications de télévision interactive.
- Par système de télévision interactive, on entend généralement un micrologiciel connectant le fournisseur de services de télévision et le téléspectateur via deux canaux de communication, un canal de radiodiffusion et un canal interactif. La meilleure illustration d'un système de télévision interactive est donnée dans les normes européennes de télécommunication (ETS 300 800 – ETS 300 802) de l'ETSI.
- Dans un système de télévision interactive, le signal de télévision est mixé dans l'adaptateur de réseau avec les données du fournisseur de services interactifs puis, via le dispositif de remise, injecté dans le terminal de télévision interactive de l'utilisateur final. Dans ce terminal, le contenu, y compris les signaux vidéo, audio et les données, est décodé et restitué sur l'écran du poste de télévision classique, avec des extensions sous forme de menus graphiques, de champs de demande de renseignements, etc.
- L'utilisateur final peut choisir un élément du menu à l'aide d'un tableau de commande à distance ou en entrant des données à l'aide d'un clavier sans fil.
- Le terminal d'utilisateur de télévision interactive (généralement un décodeur ou STB) qui transforme un poste de télévision classique en un poste de télévision intelligent est l'élément central de la plate-forme. Tous les décodeurs connus relèvent de l'une des trois catégories suivantes: décodeurs de télévision, décodeurs de télévision améliorée et décodeurs pour services évolués. Les décodeurs de la dernière catégorie ressemblent à des ordinateurs de table multimédias. Leur puissance de calcul est beaucoup plus importante et ils ont habituellement un disque dur pour enregistrer des informations et des données vidéo.
- Les protocoles de remise sont actuellement élaborés par l'ETSI et des essais de ces protocoles sont en cours.

## **B Technologies de base de télévision large bande**

Il existe une classification établie des principaux types de réseaux d'accès radioélectrique:

- Les réseaux hertziens personnels (WPAN) sont utilisés pour les connections hertziennes de dispositifs relevant d'un poste de travail. Bluetooth en est un exemple.
- Réseaux locaux hertziens (WLAN). Ils sont essentiellement conçus pour fournir l'accès à des ressources d'information à l'intérieur d'un bâtiment. Leur deuxième fonction, importante, est de gérer les points d'accès communautaire commerciaux («hot spots») dans des lieux publics comme les hôtels, les aéroports, les cafés et de servir de réseaux temporaires pendant la durée d'ateliers, d'expositions, etc. Les réseaux locaux hertziens (WLAN) sont basés sur les normes IEEE 802.11. Ces réseaux sont aussi connus sous le nom de réseaux Wi-Fi (fidélité hertzienne).
- Les réseaux d'accès hertzien répartis et les réseaux WMAN et WiMAX (IEEE 802.16).
- Le MMDS (service de distribution multipoint hertzien) est une solution d'accès hertzien large bande et constitue l'interface des réseaux par câble.

### **B.1 Place spécifique de la technologie WiMAX parmi les technologies d'accès hertzien**

A la différence d'autres types de réseaux, les réseaux d'accès hertzien décentralisés (BWA ou WiMAX) sont des réseaux de dimension urbaine WMAN (réseau urbain hertzien), des réseaux de dimension régionale ou des réseaux de classe opérateur. Les réseaux de ce type sont essentiellement conçus pour d'autres catégories d'utilisateurs et diffèrent radicalement des réseaux Wi-Fi pour ce qui de leurs fonctions.

Les technologies des réseaux décentralisés (à la différence des réseaux WLAN ou des réseaux Wi-Fi) utilisent d'emblée une méthode d'accès évitant les collisions qui permet de fournir à l'abonné un canal de transmission de données fixe avec un temps de propagation fixe (gigue minimale), ce qui est une exigence indispensable pour construire des réseaux de classe opérateur.

#### **Normalisation des équipements**

Jusqu'à aujourd'hui, les équipements nécessaires pour construire des réseaux WMAN utilisaient des protocoles propriétaires commercialisés par des équipementiers qui n'étaient pas normalisés ou compatibles. La normalisation des équipements d'accès hertzien large bande a commencé à l'été 2004 avec la publication de la version finale de la norme IEEE 802.16, date à partir de laquelle les équipements des différents fabricants ont été certifiés.

#### **Norme IEEE 802.16**

La norme IEEE 802.16 est la première norme (d'un groupe de normes) destinée aux réseaux hertziens décentralisés (accès hertzien).

Cette norme est conçue pour la construction de réseaux hertziens métropolitains fournissant aux abonnés tous les types de services modernes actuellement accessibles via des connexions par câble. C'est la première norme pour les systèmes hertziens de la catégorie réseau MAN hertzien, classe d'accès hertzien large bande.

La norme décrit les stations de base et les équipements d'abonné.

Tableau comparatif du groupe de normes 802.16

Norme	802.16	802.16a
Approuvée	Décembre 2001	Janvier 2003
Gamme de fréquences, GHz	10-66	2-11
Conditions d'exploitation	Visibilité directe	Possibilité de fonctionnement en l'absence de visibilité directe
Débit de transmission, Mbit/s	32-134	1,0-75
Modulation	MAQ, une sous-porteuse	MAQ, une sous-porteuse OFDM, 256 sous-porteuses OFDM, 2 048 sous-porteuses
Rayon de la cellule, km	2-5	4-6

La première version de la norme couvre les fréquences comprises entre 10 et 66 GHz et le mode de fonctionnement monofréquence (une seule porteuse, une seule sous-porteuse). En raison du mode particulier de propagation des ondes radioélectriques dans la bande, les systèmes ne peuvent être exploités que dans les limites de la visibilité directe.

Dans un environnement urbain type, la moitié des abonnés peuvent être connectés. Pour les 50% restants, il n'y a, en général, pas de visibilité directe, d'où l'élaboration d'un supplément à la norme 802.16. Il concerne la bande 2-11 GHz et prévoit en plus du mode de fonctionnement monofréquence, l'utilisation du multiplexage par répartition orthogonale de la fréquence (OFDM) et l'accès multiple sur cette base (accès multiple avec répartition orthogonale de la fréquence, OFDMA).

La transmission simultanée en mode OFDM de 256 sous-porteuses devient possible, ce qui permet la réception simultanée des signaux directs et des signaux réfléchis ou une exploitation sur les signaux réfléchis uniquement au-delà des limites de visibilité directe.

En 2004, l'Institut IEEE a ratifié la norme 802.16-2004 qui a remplacé les versions précédentes 802.16. 802.16a et 802.16REVd.

La voie est maintenant ouverte et le Consortium WiMAX peut élaborer les spécifications destinées à assurer la compatibilité des équipements de différents équipementiers sur la base de la version finale de la norme 802.16-2004.

La technologie WiMAX est une technologie de classe opérateur permettant d'offrir aux abonnés des services d'accès hertzien large bande multimédia de grande qualité.

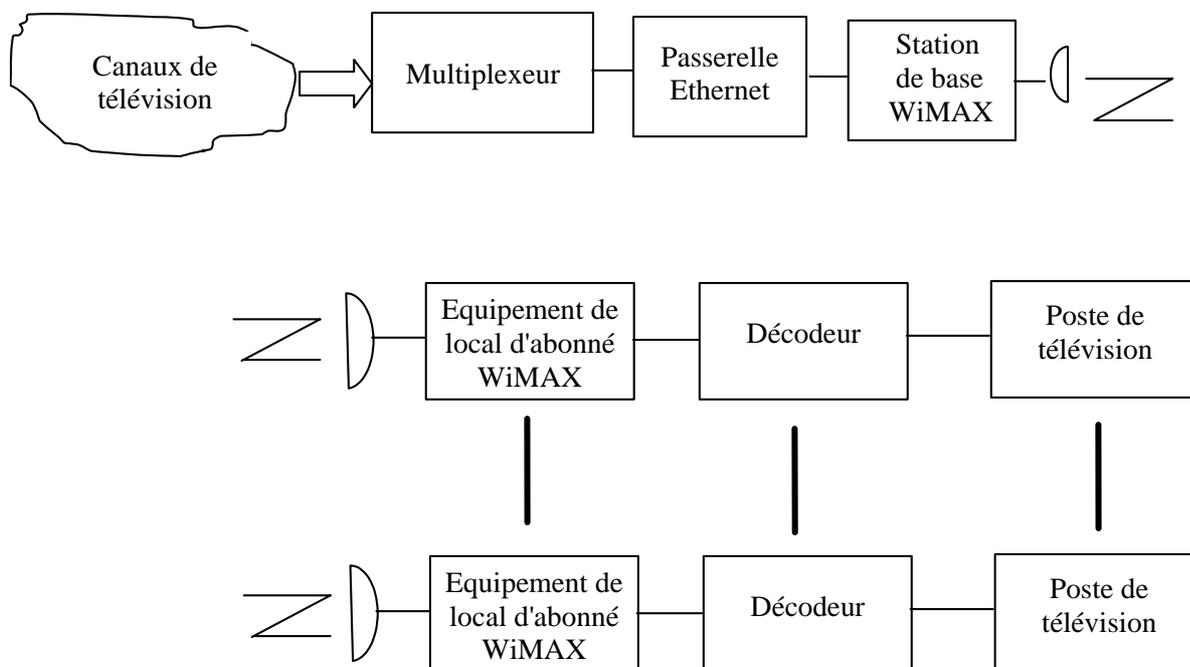
C'est cette multiplicité des services offerts et l'aspect large bande qui caractérisent l'évolution moderne du développement de l'accès hertzien.

En théorie, aucune restriction ne devrait être imposée à un utilisateur moderne, quel que soit le type de service actuellement accessible via des connexions par câble comme les connexions SDH ou Ethernet. On suppose que les systèmes les plus récents certifiés WiMAX permettront aux opérateurs de réseaux d'accès large bande d'offrir aux utilisateurs des services IP et E1 et remplaceront l'infrastructure d'accès ADSL et les lignes attribuées.

Télévision interactive basée sur la technologie WiMAX.

Le schéma de la télévision interactive basée sur la technologie WiMAX est illustré à la Figure 10.

**Figure 10 – Schéma de la télévision interactive sur la base de la technologie WiMAX**



### *Principales composantes des équipements*

#### 1) Equipement de la station de base:

- Module radio externe avec connecteur de type N pour assurer la commutation sur une ou plusieurs antennes sectorielles à l'aide d'un diviseur. La solution est d'utiliser plusieurs modules radio avec autant d'antennes sectorielles que de secteurs.
- Module de traitement du réseau interne avec un contrôleur de station de base qui contrôle toutes les composantes de l'équipement de la station de base et les dispositifs d'abonné.
- Equipement DVB pour la formation de signaux couleur à l'entrée de l'équipement WiMAX et passerelle DVB-Ethernet.

#### 2) Equipement d'abonné:

- Module d'émetteur-récepteur externe avec antenne intégrée ou module d'émetteur-récepteur externe avec connecteur de type N pour commutation sur une antenne afin d'assurer une couverture maximale avec une antenne particulière.
- Module interne avec les fonctions d'un décodeur de télévision interactive et les interfaces nécessaires pour la connexion avec le poste de télévision de l'abonné.
- Dans le cas le plus simple, en visibilité directe depuis la station de base il est possible d'utiliser une structure en bloc simple avec antenne intégrée.

## B.2 Technologie MMDS

- **Définition**

Au cours des dernières années, les systèmes MMDS (système hyperfréquence de distribution multipoint) ont été largement utilisés comme solution de remplacement aux réseaux par câble classiques dans lesquels le réseau de distribution est un réseau de distribution par câble coaxial ou par câble optique.

Des dizaines de systèmes MMDS sont aujourd'hui exploités en Occident. Ils donnent accès à l'Internet et fournissent des services de télévision interactive et d'autres services large bande avec la technologie de l'accès hertzien. Plusieurs entreprises dans le monde fabriquent des équipements qui permettent d'offrir un accès grande vitesse à l'Internet à n'importe quel abonné distant situé dans la zone de couverture ayant installé une antenne d'émetteur-récepteur MMDS.

Selon une étude effectuée par le US Group, la demande du grand public pour des services d'accès large bande est en augmentation et, d'ici 2006, aux Etats-Unis uniquement, le nombre d'abonnés à des systèmes MMDS devrait atteindre 900 000 (en 2000, ils étaient tout juste 20 000).

Les systèmes MMDS (2,5-2,7 GHz) sont inclus dans le projet européen DVB avec les réseaux par satellite, les réseaux par câble et les réseaux de Terre.

- **Systèmes MMDS numériques interactifs**

Le nombre de canaux de télévision dans les systèmes MMDS classiques est limité par l'étroitesse relative de la bande de fréquences 2 500-2 700 MHz (soit 200 MHz uniquement). Par exemple, pour la Russie, il est possible de loger au maximum 25 canaux (norme D, 8 MHz pour chaque canal). Pour la radiodiffusion de programmes de télévision, 5 à 7 programmes numériques peuvent être transmis dans chaque canal de télévision, selon la norme numérique DVB. Dans un système MMDS numérique, on utilise la modulation MAQ-64 pour la télévision numérique par câble DVB-C. Pour recevoir des programmes numériques, chaque abonné MMDS devrait avoir installé un décodeur de télévision numérique par câble. C'est le seul inconvénient des systèmes numériques MMDS. Leurs avantages sont notamment les suivants:

- 1) Grand nombre de canaux (150 ou plus).
- 2) Son et image de grande qualité.
- 3) Services additionnels envisagés avec la norme DVB: son stéréo et/ou multicanal, guide électronique, syntonisation automatique, choix des canaux à partir d'une liste, télétexte, élimination des sous-titres, etc.
- 4) Possibilité de diffusion simultanée de programmes analogiques et de programmes numériques dans un seul et même système.

- **Systèmes MMDS numériques interactifs**

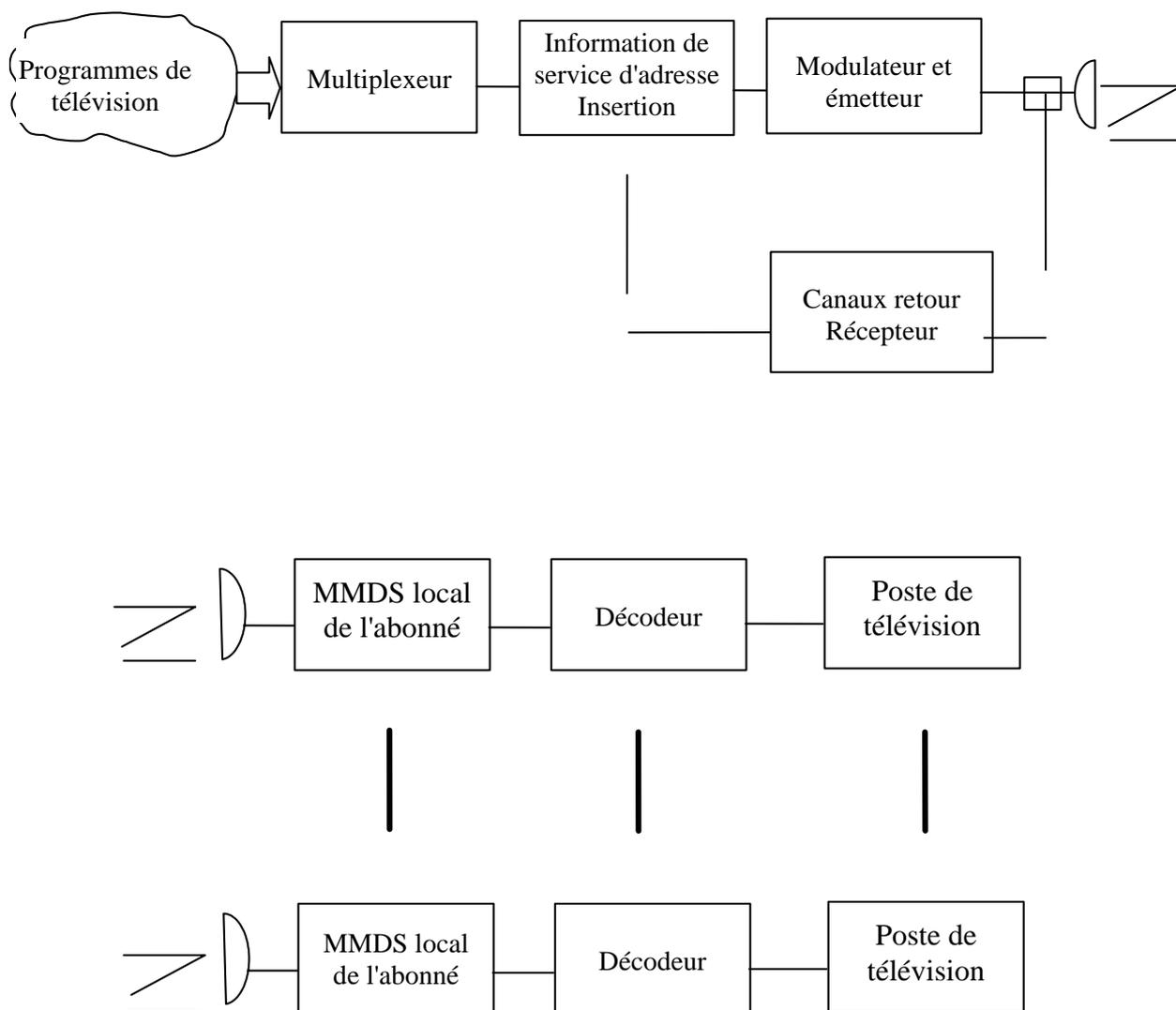
Un système MMDS peut être utilisé pour la diffusion de programmes de télévision numérique interactive. Pour cela, il faut un canal retour pour le trafic sortant de l'abonné («canal d'appel»). Un émetteur-récepteur d'abonné est installé chez les abonnés à des systèmes MMDS interactifs au lieu d'une antenne de réception avec convertisseur.

Pour le canal retour, on utilise le canal retour du système MMDS avec modulation MDPQ. La capacité du canal retour est inférieure à celle du canal direct mais la distance de transmission est plus grande pour une puissance plus faible de l'émetteur. Dans ce cas, un récepteur et un modulateur MDPQ sont installés au nœud de distribution. Il est aussi possible d'augmenter le nombre d'utilisateurs en divisant la zone de service en secteurs.

• Principales composantes d'un équipement MMDS numérique

Le schéma d'un système de télévision interactive basé sur un système MMDS numérique est illustré à la Figure 11.

Figure 11 – Schéma d'un système de télévision interactive basé sur un système MMDS numérique



*Équipement*

Les composantes d'un système MMDS numérique sont les suivantes:

- modulateurs;
- émetteurs (un émetteur de groupe vers  $N$  canaux);
- dispositif de sommation des canaux;
- système de gestion du réseau;
- système de réservation automatique ou manuel;
- répéteurs large bande (si nécessaire);
- antennes;
- équipement DVB pour générer des signaux numériques à l'entrée de l'émetteur MMDS.

Un équipement DVB est nécessaire pour générer des signaux numériques à l'entrée de l'émetteur MMDS; cet équipement devrait assurer les fonctions suivantes:

- réception de programmes numériques provenant de satellites (démodulation);
- décodage (désembrouillage) de programmes codés;
- formation de flux de données à partir des signaux analogiques des studios de TV (codage MPEG-2);
- formation de flux numériques à partir de programmes de divers flux de données provenant de diverses sources (multiplexage et remultiplexage);
- régénération des informations de service DVB (tables de canaux, tables d'ajustement, etc.);
- codage (embrouillage) des programmes de télévision numérique – gestion de la télévision à péage;
- formation de signaux radiofréquence (modulation) à parti de flux de données qui sont fournis à l'émetteur.

*Équipement de l'abonné*

Le système de télévision interactive MMDS de l'abonné peut se composer d'un équipement interne, habituellement un terminal numérique DVB-C par câble avec système intégré de décodage de contenus et d'un module émetteur-récepteur externe, un émetteur-récepteur d'abonné avec antenne. Pour gérer les applications interactives il est nécessaire d'avoir un décodeur de télévision interactive.

**II.3 Tableau des systèmes à satellites****II.3.1 Accès large bande par satellite****Caractéristiques techniques et opérationnelles des terminaux d'utilisateur**

Les caractéristiques propres aux télécommunications par satellite, à savoir leur couverture étendue et le mode de fonctionnement en radiodiffusion et en multidiffusion, permettent d'assurer des connexions à l'Internet à haut débit ainsi que des transmissions multimédias sur de grandes distances.

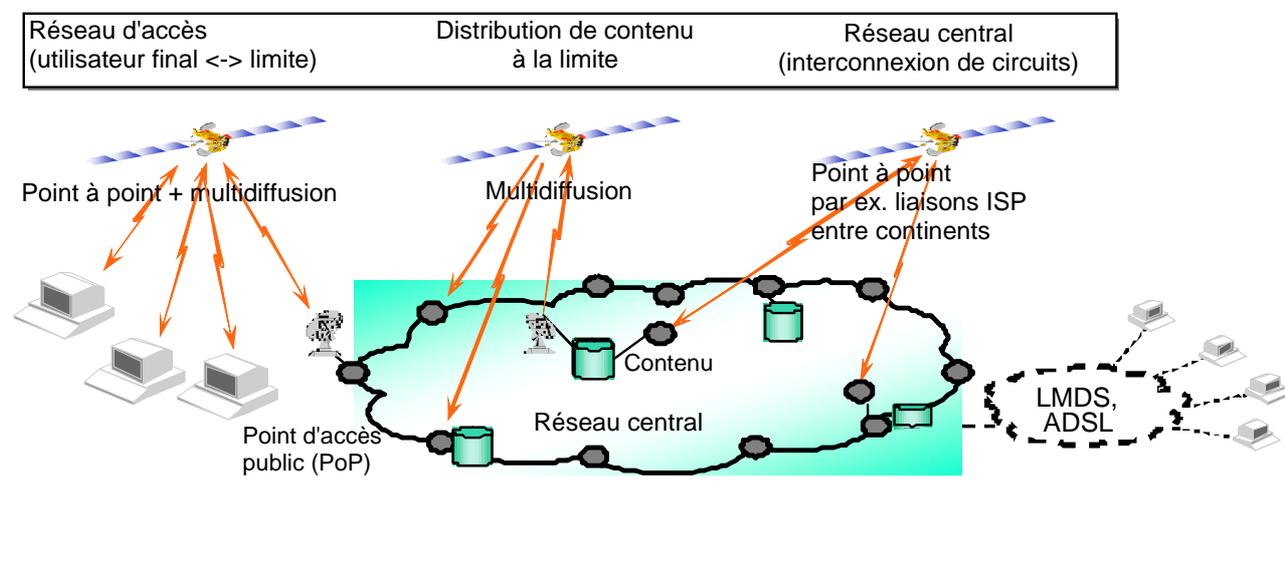
La Figure 12 ci-dessous donne un aperçu général des scénarios d'ensemble dans lesquels il est possible de fournir des services Internet à haut débit. Rappelons que le réseau général peut desservir des ménages individuels et des ménages collectifs et assurer une interconnexion avec d'autres réseaux de télécommunication, de manière à réaliser des économies d'échelle pour les usagers dispersés ou qui se trouvent sur des artères de trafic très réduites. L'interconnexion transparente avec les réseaux de Terre est indispensable au succès des services large bande fournis à l'échelle mondiale par les systèmes à satellites.

### a) Architecture du réseau

On peut subdiviser un système à satellites mondial à large bande en trois réseaux principaux, comme indiqué dans la Figure 12:

- réseau d'accès (fourniture de services aux utilisateurs finals);
- réseau de distribution (fourniture de distribution de contenu à la limite);
- réseau principal (fourniture de services interurbains).

**Figure 12 – Réseau à satellite large bande à l'échelle mondiale: scénarios envisagés**

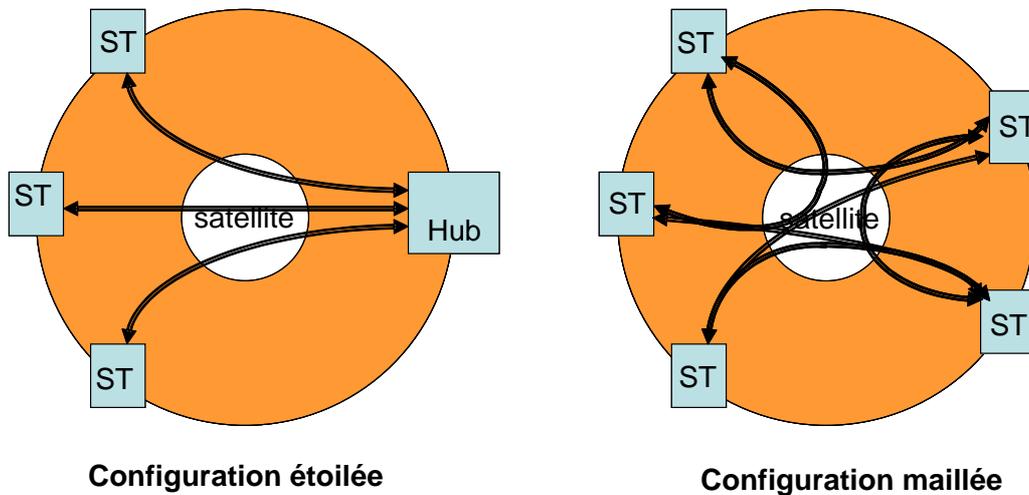


Les travaux portent principalement aujourd'hui sur les scénarios concernant les réseaux d'accès utilisant des satellites OSG et des terminaux de satellite fixes (ST).

Le réseau peut utiliser une configuration étoilée ou maillée, comme indiqué dans la Figure 13:

- On entend par configuration de réseau étoilé la disposition en étoile des liaisons entre la station principale (ou point d'accès à l'Internet) et plusieurs stations distantes. Une station distante peut établir une liaison directe avec la station centrale, mais pas avec une autre station distante.
- On entend par réseau maillé la disposition maillée des liaisons entre les stations, dans laquelle toute station peut assurer une liaison directe avec une autre station. La topologie en étoile peut être considérée comme un cas particulier de configuration maillée.

Figure 13 – Configurations étoilée et maillée



NOTE –Une configuration en étoile peut servir à assurer une connectivité maillée en établissant une liaison indirecte entre stations distantes par l'intermédiaire de la station centrale.

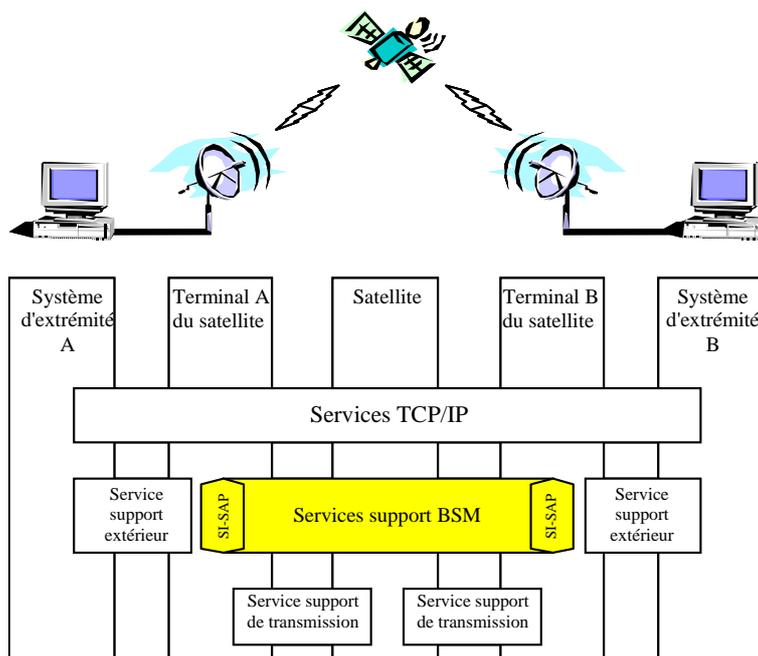
Un réseau de systèmes à satellites large bande fonctionnant à l'échelle mondiale peut utiliser une architecture de satellite régénérative ou non régénérative:

- On entend par architecture non régénérative une architecture unique, généralement désignée sous le nom d'«architecture à guide d'ondes coudé». Cette architecture n'assure la terminaison d'aucune couche de la pile de protocoles de l'interface radioélectrique du satellite, celui-ci se contentant de transférer les signaux de manière transparente depuis les liaisons de l'utilisateur jusqu'aux liaisons de connexion.
- On entend par «architecture régénérative» la gamme des autres architectures qui offrent d'autres fonctionnalités dans le satellite. Avec ces architectures, les fonctions du satellite assurent la terminaison d'une ou plusieurs couches de la pile de protocoles de l'interface radioélectrique du satellite.

#### b) Architecture du service

L'architecture BSM sépare la couche transport en deux parties: une partie supérieure, qui contient des services IP types, et une couche inférieure, qui contient les services supports du système à satellites mondial large bande ainsi que les services supports de transmission radioélectrique sous-jacents, comme indiqué dans la Figure 14.

Figure 14 – Architecture d'un service par satellite large bande fonctionnant à l'échelle mondiale



Afin de séparer les services communs à tous les systèmes à satellites de ceux qui concernent plus particulièrement une technologie de satellite donnée, l'architecture du service définit un point d'accès au service indépendant du satellite (SI-SAP) en tant qu'interface entre ces couches inférieures et supérieures. Cette interface correspond aux extrémités des services support du système à satellites mondial large bande, comme indiqué dans la Figure 14.

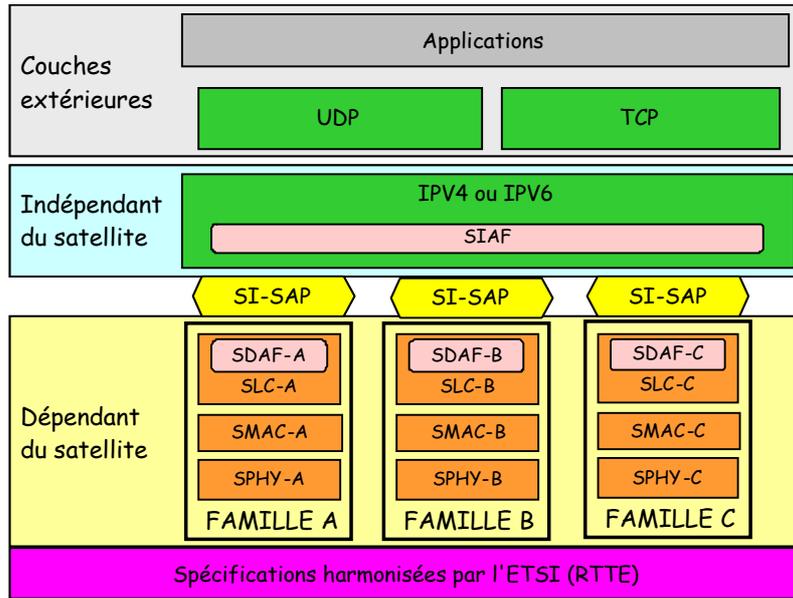
### c) Architecture du protocole

Le système à satellites mondial large bande identifie les trois groupes de protocoles suivants :

- protocoles de réseaux IP de l'IETF;
- protocoles adaptés de système à satellites mondial large bande qui sont indépendants du système à satellites;
- protocoles dépendant des technologies des satellites.

L'architecture du protocole du système à satellites mondial large bande définit l'interface SI-SAP qui se situe entre la couche réseau IP et les couches inférieures. Immédiatement au-dessus et au-dessous de l'interface, l'architecture définit deux nouvelles couches d'adaptation contenant les fonctions du système à satellites mondial large bande associées à l'interface, comme indiqué dans la Figure 15.

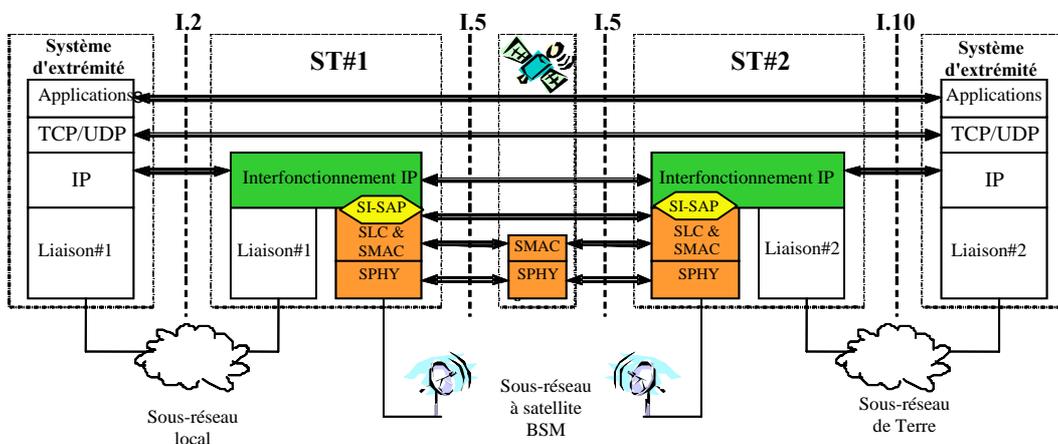
Figure 15 – Architecture du protocole d'un système à satellites mondial large bande



La Figure 15 montre comment l'architecture du système à satellites mondial large bande prend en charge plusieurs variantes des familles de protocoles de couche inférieure dépendant du satellite. Chaque famille correspond à une technique de satellite différente, y compris un satellite transparent et régénératif et des configurations maillées et étoilées. Chacune des familles des couches inférieures dépendant du satellite peut prendre en charge ces fonctions génériques SI-SAP de différentes manières. Chaque famille définit une fonction d'adaptation dépendant du satellite (SDAF) qui sert à assurer la correspondance vers et depuis l'interface SI-SAP.

L'interface SI-SAP définit une interface indépendante du satellite, qui peut servir à assurer les mêmes services pour toutes les mises en œuvre du BSMS. Les travaux menés actuellement portent sur l'interfonctionnement de la suite de protocoles IP, comme indiqué dans la Figure 16.

Figure 16 – Interfonctionnement IP



### II.3.2 Tableau des réseaux de terminaux à très petite ouverture (VSAT)

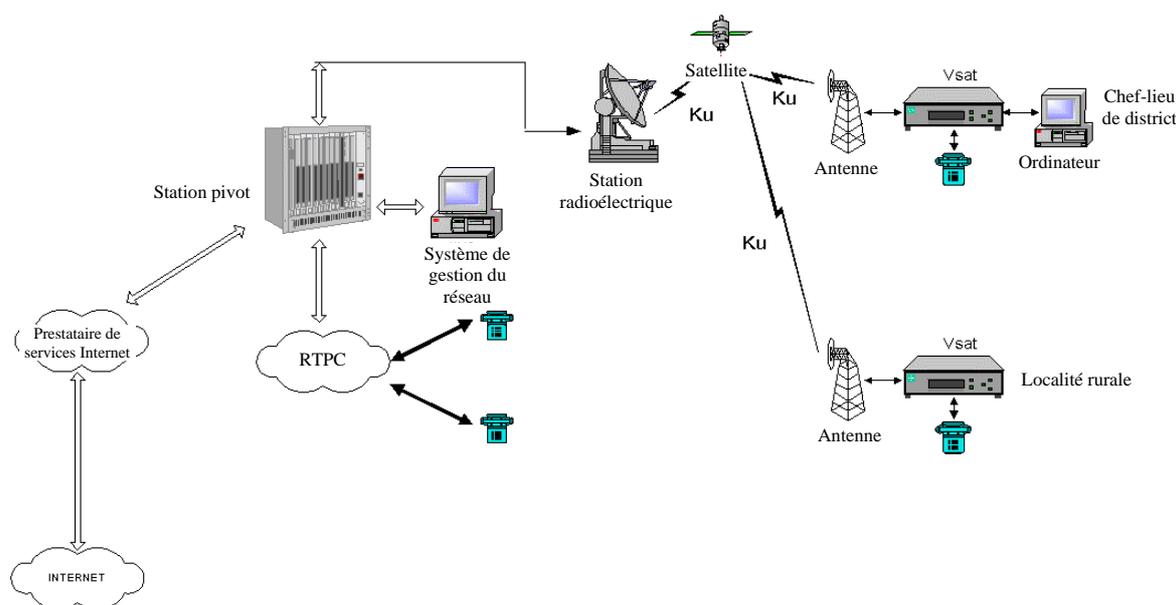
Les réseaux à satellite VSAT mis en œuvre dans les zones rurales fonctionnent généralement dans la bande comprise entre 10 et 20 GHz.

Les réseaux VSAT ont une configuration en étoile et comprennent de nombreuses stations distantes qui communiquent par l'intermédiaire d'une station pivot selon les modes d'accès AMAD, AMRF/AMRT.

Actuellement, le débit de transmission des données atteint 256 kbit/s pour la porteuse entre la station pivot et les stations distantes (liaison aller sortante, en aval), avec une modulation MDPQ, et 38,4 kbit/s pour la porteuse entre les stations distantes et la station pivot (liaison retour entrante, en amont), avec une modulation MDM. En général, un accès Ethernet LAN est également fourni pour assurer l'interface avec d'autres équipements.

Les principales composantes du réseau VSAT sont les suivantes: i) plusieurs stations distantes; ii) station nodale (station pivot); iii) sous-système à prépaiement<sup>66</sup>; iv) système de gestion du réseau. La Figure 17 présente le schéma simplifié du réseau VSAT.

Figure 17 – Schéma simplifié du réseau VSAT



Les stations distantes se composent généralement de deux modules: l'unité extérieure (unité ODU) et l'unité intérieure (unité IDU), qui comprend l'unité VSAT, en dehors du sous-système d'alimentation électrique et du sous-système de protection.

<sup>66</sup> Le système à prépaiement consiste à utiliser des cartes à codes (PIN) pour les appels. L'opérateur doit avoir un système de distribution de cartes approprié et donner à la population rurale les instructions nécessaires pour utiliser le service. La procédure à suivre pour établir une communication figure au verso des cartes à prépaiement et est affichée à l'intérieur des cabines téléphoniques. L'opérateur apprend aussi aux utilisateurs à utiliser correctement le publiphone et l'accès à l'Internet (si nécessaire).

L'unité extérieure (ODU) se compose d'une antenne et d'éléments RF qui permettent d'établir des communications entre l'unité intérieure (IDU) et le satellite. Parmi ces composantes figurent: i) une antenne, dont la taille est comprise entre 1,2 et 1,8 m<sup>67</sup>; ii) un convertisseur grande puissance, dont la puissance est comprise entre 500 mW et 1 W<sup>68</sup>; et iii) un bloc de conversion à faible bruit.

Les services<sup>69</sup> fournis peuvent comprendre les services suivants: i) téléphonie; ii) télécopie (Groupe 3), données à faible débit; iii) appels gratuits vers des centres de secours; et iv) accès à l'Internet dans des chefs-lieux de district ruraux, à une vitesse de 9 600 bauds.

## II.4 Technologies de Terre en cours de normalisation

### II.4.1 Tableau de la solution Canopy d'accès hertzien large bande fixe

De nombreuses entreprises, nationales et tout particulièrement internationales, ont besoin de solutions large bande à prix raisonnable, et ce type de solution n'est pas facile à trouver (même si l'on fait abstraction du prix). Les coûts d'installation de nouveaux réseaux DSL, de réaménagement et de modernisation des lignes existantes ou de conversion des infrastructures à câbles en systèmes bidirectionnels risquent d'être élevés. La présente section réunit un certain nombre d'informations sur les techniques d'accès large bande pouvant rendre une telle approche envisageable.

La majorité des pays du monde ne bénéficient pas encore de liaisons d'accès à grand débit fiables (données et/ou voix). Le support prometteur – l'accès hertzien large bande (BWA, *broadband wireless access*) – compte pour moins de 5% du total des connexions d'accès large bande.

Néanmoins, de nouvelles technologies sont actuellement élaborées pour résoudre les problèmes qui ont jusqu'ici fait stagner l'évolution de l'accès large bande. Les fournisseurs de services, par exemple, se heurtent à un problème majeur: l'absence de moyens permettant d'éviter les brouillages radioélectriques, problème qui entraîne une forte augmentation des coûts (équipements traditionnels) et explique qu'il ne soit pas toujours possible de respecter les accords de niveau de service conclus avec la clientèle.

Le principal problème faisant obstacle à la généralisation des accès hertziens large bande est le problème des brouillages: les utilisateurs doivent avoir l'assurance que la technologie retenue ne pose pas de problème et est toujours disponible. Avec l'accès hertzien large bande, le problème numéro un est celui des brouillages.

Le nombre de licences d'exploitation de fréquences radioélectriques pour l'accès hertzien large bande octroyées par région est limité. Il en résulte apparemment que l'accès large bande par voie hertzienne ne peut être assuré que dans les zones où la redevance de licence peut être amortie et où les opérateurs sont peu nombreux. Pareille situation a pour effet de réduire le nombre de concurrents potentiels et donc la gamme des options offertes à l'utilisateur final (gel des solutions techniques). Les règles doivent être conçues de façon à exclure la coexistence de plusieurs réseaux et à minimiser les brouillages, de telle sorte que plusieurs opérateurs puissent desservir une même région géographique. Les bandes indiquées ci-après (Figure 18) sont des exemples d'utilisation au niveau national dans un petit nombre de pays.

---

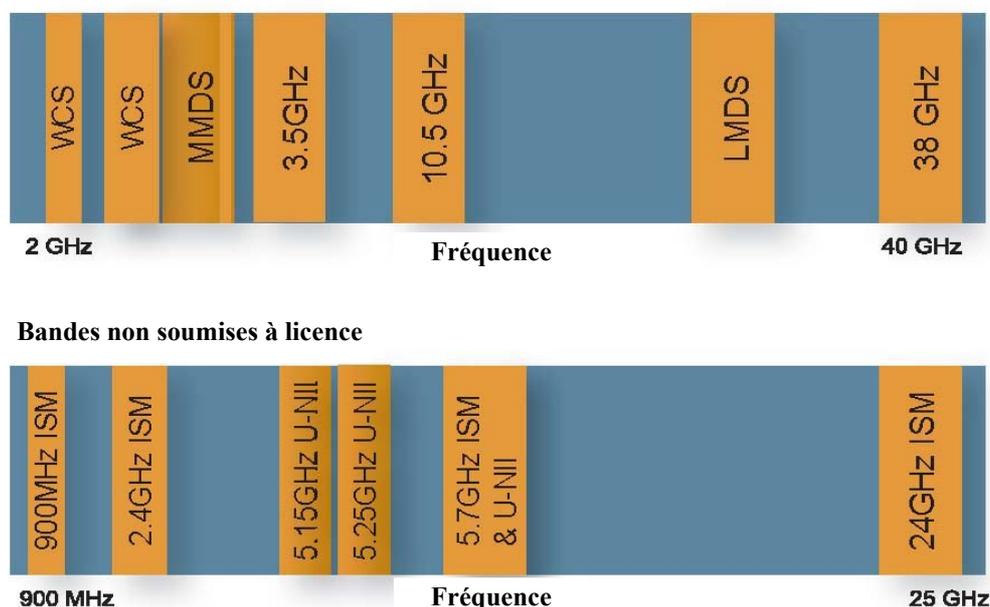
<sup>67</sup> La taille de l'antenne dépend de nombreux facteurs (emplacement géographique, couverture du satellite, taux de précipitation, vitesse de transmission de données demandée, etc.). Selon le cas, on utilise des antennes ayant un diamètre plus grand pour améliorer la qualité de fonctionnement du système.

<sup>68</sup> La puissance de 1 W dans certaines localités de la jungle amazonienne du Pérou est essentiellement due à la couverture du satellite et au taux de précipitation.

<sup>69</sup> Actuellement, tous les services offerts par les opérateurs ruraux passent par des plates-formes à prépaiement, sauf l'accès à l'Internet, qui est à ce jour offert gratuitement.

## Fréquences des systèmes hertziens à large bande

Figure 18 – Bandes de fréquences attribuées à l'échelle mondiale



L'objectif prioritaire auquel a dû répondre la conception de la technologie Canopy était de pouvoir offrir un système BWA d'utilisation simple et résistant aux brouillages; en effet, les brouillages sont au cœur du défi que doivent relever les concepteurs pour garantir la fiabilité de leur système, et le problème qu'ils posent dans les bandes non soumises à licence peut être d'une ampleur beaucoup plus grande que celui auquel sont confrontés les systèmes dans les bandes soumises à licence.

C'est pourquoi il est vital que les solutions BWA destinées à être mises en œuvre dans les bandes non soumises à licence résolvent en tout premier lieu ce problème; cela étant, il faut en plus qu'elles intègrent dans le produit même une conception qui soit parfaitement adaptée, jusque dans le moindre détail. Un réseau BWA n'est pas fiable et résistant aux brouillages par hasard; s'il l'est, c'est parce que les problèmes n'ont pas été perdus de vue et que les solutions proposées sont adaptées.

La solution Canopy présente les caractéristiques suivantes:

- Méthode d'accès: DRF/AMRT
- Modulation: MDFB à indice élevé (optimisée pour résister aux brouillages)
- Débit binaire: 10 et 20 Mbit/s (fréquence de signalisation)
- Bande de fréquences: 2 400-2 483,5 MHz, 5 250-5 350 MHz, 5 725-5 850 MHz
- Découpage en canaux: 3 canaux sans recouvrement à 2 400-2 483,5 MHz (18 canaux avec recouvrement)
- 3 canaux sans recouvrement à 5 250-5 350 MHz (11 canaux avec recouvrement)
- 6 canaux sans recouvrement à 5 725-5 850 MHz (22 canaux avec recouvrement)
- Norme réseau: IPV4, UDP, TCP, ICMP, Telnet, HTTP, FTP, SNMP
- Puissance de l'émetteur: est conforme aux limites de p.i.r.e. ISM/UNII fixées par la FCC.

Canopy offre une bonne résistance aux brouillages pour trois raisons:

- Il emploie une modulation MDFB, grâce à laquelle le rapport  $C/I$  nécessaire pour pouvoir fonctionner avec un taux d'erreur de  $1 \times 10^{-4}$  bits par seconde est seulement de 3 dB, c'est-à-dire que le signal utile doit seulement être de 3 dB plus puissant que les signaux brouilleurs. Par comparaison, un système fonctionnant à ces niveaux avec une MAQ-16 exigerait un rapport  $C/I$  entre 12 et 14 dB environ.
- La mise en œuvre des réseaux se fait selon une topologie cellulaire et la capacité de l'antenne à rejeter les signaux brouilleurs venant de derrière est importante. Pourvu d'antennes intégrées à l'AP, le système Canopy présente un rapport avant/arrière de 20 dB, lequel, associé à l'excellent rapport  $C/I$ , signifie qu'un AP Canopy recevant un signal à la puissance seuil (le plus faible qu'il puisse encore détecter) peut être touché depuis l'arrière par un signal brouilleur, interne ou externe, de l'ordre de  $-60$  dBm, mais néanmoins pouvoir prendre en charge des connexions si le taux d'erreur est acceptable.
- Le système Canopy permet une synchronisation élevée sur des centaines de kilomètres carré. Du fait de la conception à grande échelle du système et de la densité de mise en œuvre de ces réseaux, le problème délicat de la synchronisation DRT a été résolu au moyen de signaux GPS: ces signaux satellites précis sont certes utilisés comme références temporelles, mais surtout pour assurer la synchronisation des systèmes d'émission et de réception, toutes les composantes d'un réseau Canopy étant ainsi asservies à la même «horloge».

Pour résoudre le problème posé par l'association de protocoles TCP/IP, de réseaux hertziens et des taux d'erreur correspondants, le système Canopy a recours à la fonction Automatic Retransmission reQuest (demande de retransmission automatique), ou ARQ, qui inspecte les RDP qui pénètrent dans le SM de réception et y recherche des erreurs; si elle détecte une erreur, le SM (ou l'AP) demande à l'entité expéditrice de réexpédier le RDP.

## II.4.2 Système multiservice d'accès hertzien fixe à large bande: *Airstar*

### Résumé du système «*Airstar*<sup>TM</sup>»

*airstar*<sup>TM</sup> est un système d'accès hertzien fixe, point à multipoint, spécialement conçu pour les particuliers, les professions libérales et les télétravailleurs ainsi que pour les petites et moyennes entreprises (PME) dans les milieux urbain, suburbain ou rural.

*airstar*<sup>TM</sup> est une solution à forte capacité pour les fournisseurs de services dont les applications vont de la téléphonie et de la transmission de données de la qualité de celle de circuits interurbains à des liaisons de raccordement à des stations de base mobiles sur une seule et même plate-forme. Fonctionnant dans les bandes de fréquences 3,5, 10, 25 et 28 GHz, le système utilise une interface radioélectrique ATM/AMRT/FDD avec allocation dynamique de la largeur de bande, assurant une qualité de service (QoS) élevée en téléphonie et transmission de données.

*airstar*<sup>TM</sup> est une solution qui a fait ses preuves en clientèle: plus de 80 systèmes ont en effet été déployés dans 37 pays et fonctionnent maintenant depuis plus de 5 ans.

### Applications

Le système *airstar*<sup>TM</sup> est une plate-forme hautement flexible qui peut prendre en charge plusieurs applications, à savoir:

- Liaison de raccordement mobile 2G/3G

Les opérateurs de systèmes mobiles désireux de passer aux technologies de la troisième génération (3G) doivent pouvoir accroître considérablement la capacité de leurs réseaux de transmission et pouvoir passer du TDM à l'ATM plus IP. Le système fournit la liaison de transmission qui permet d'assurer la liaison de raccordement à des stations de base mobiles 2G et 3G à partir de l'équipement installé chez le client.

- Accès pour les petites et moyennes entreprises (PME)

Etant donné la grande diversité des équipements et des applications que l'on trouve à l'intérieur des petites et moyennes entreprises typiques, la fourniture de services multiples constitue une partie essentielle de l'analyse de rentabilité de tout fournisseur de services.

Le système permet la fourniture à partir d'un seul et même équipement de locaux de clients (CPE) de services téléphoniques basés E1/T1, d'accès à l'Internet, de réseaux virtuels privés (RVP) et de relais de trames.

- Accès individuel de plusieurs clients

Dans les immeubles d'habitation, le système offre une solution souple et adaptable pour un accès individuel par plusieurs utilisateurs et permet la fourniture de services d'accès à l'Internet ainsi que des services téléphoniques de la qualité de ceux de circuits interurbains ou encore de services VoIP.

- Liaison de raccordement à la boucle locale hertzienne

A 3,5 et 10,5 GHz, le système assure des liaisons de raccordement jusqu'à 20 kilomètres, permettant ainsi de raccorder à la boucle locale hertzienne des villes, les bourgs et les villages de la périphérie et d'établir des liaisons de raccordement entre une ville distante et le RTPC.

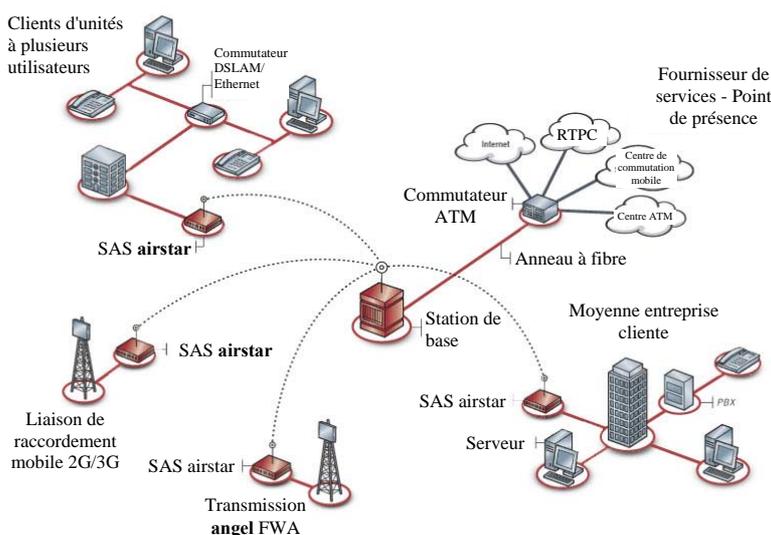
- Liaison de raccordement à des points de connexion Wi-Fi

Le système permet également d'établir des liaisons de raccordement à des points de connexion Wi-Fi au moyen de l'interface CPE 10/100 Mbit/s Ethernet. Toutes les liaisons de raccordement sont regroupées sur la liaison radioélectrique et acheminées à destination d'une seule connexion de réseau ATM à la station de base. La QoS ATM mise en œuvre sur les liaisons radioélectriques garantit la largeur de bande nécessaire pour les connexions Wi-Fi.

### Architecture

La Figure 19 représente un exemple de l'architecture du système «*airstar*<sup>TM</sup>».

**Figure 19 – Architecture du système *airstar*<sup>TM</sup>**



### Principales caractéristiques et avantages

- **Souplesse du service**

La plate-forme prend en charge avec efficacité les services vocaux et de données ci-après, si bien que les fournisseurs de services peuvent offrir des solutions personnalisées à leurs clients:

Services vocaux:

- **Ligne louée E1** – les modes structuré et non structuré sont assurés. Dans le premier cas, seuls les intervalles de temps fournis sont transmis.
- **Interface PRI-RNIS** – avec attribution dynamique de la largeur de bande pour chaque appel.
- **VoIP/FR/DSL** – avec gain de multiplexage statistique et qualité de service différenciée pour permettre le service téléphonique ordinaire et le service BRI-RSIN.

Services de données:

Une attribution dynamique de la largeur de bande est assurée pour tous les services de données.

- **Accès à l'Internet** – l'utilisation d'un routeur externe n'est pas nécessaire.
- **Interconnexion entre deux réseaux LAN** – via un service Ethernet ponté ou un service de relais de trames.
- **Relais de trames** – sur des interfaces série E1 ou X.21/V.35.
- **Réseau VLAN** – pour assurer des services IP à des dizaines de clients tout en préservant une qualité de service individualisée.

Offres de service unique par l'intermédiaire d'un système hertzien

- **Ligne louée 4 × E1** – pour un équipement CPE AirStar, le coût incrémentiel par client est inférieur de 20% par rapport à la fourniture d'une ligne 2 × E1 par bâtiment ou 4 × E1 par bâtiment.
- **Service IP à 8 Mbit/s** – avec l'élément SAS-XP de la série 3000, le système AirStar peut offrir un débit proche de la vitesse du câble sur l'interface Ethernet SAS.

- Le système hertzien
 

+ Les avantages de l'ATM	
Mise en œuvre facile	Commutation et transport à grande vitesse
Coûts initiaux faibles	Un réseau pour tous les types de trafic
Souple et modulable	Partage de la largeur de bande entre les services
Maintenance facile	Gestion simple du réseau
	Longue durée de vie de l'architecture

- Accord de garantie de qualité de service

La plate-forme permet aux fournisseurs de services de réserver une largeur de bande pour leur différents clients en fonction de l'accord de garantie de qualité de service qu'ils ont conclu.

- Disponibilité de service équivalente à celle offerte par la fibre

Pour obtenir un niveau élevé de fiabilité, on combine la redondance de la station de base et les algorithmes de correction d'erreurs. Le système peut ainsi offrir une disponibilité de 99,999%.

- Mise en œuvre facile

Les configurations CPE peuvent être préconfigurées avant l'installation, afin d'accélérer la mise en œuvre.

- Utilisation efficace du spectre

L'attribution dynamique de la largeur de bande permet un partage dynamique de la largeur de bande sur la liaison radioélectrique pour la fourniture d'applications à largeur de bande en fonction de la demande comme le trafic vocal et le trafic Internet.

### Caractéristiques techniques

- Méthode d'accès: AMRT
- Modulation: MAQ-4 ou 16
- Bandes de fréquences:
  - 3,5, 10, 26 et 28 GHz avec canaux duplex à répartition en fréquence (FDD);
  - des fréquences multiples peuvent être mises en œuvre à partir de la même plate-forme de station de base et être ajoutées à une seule et même interface de réseau.
- Capacité de la station de base:
  - une seule et même station de base peut couvrir une superficie de 40 km<sup>2</sup> entre 26 et 28 GHz et jusqu'à 400 km<sup>2</sup> à 3,5 et 10,5 GHz, si bien que des centaines ou des milliers de clients potentiels peuvent être desservis;
  - capacité pouvant aller jusqu'à 28 Mbit/s par canal radioélectrique;
  - entre 2 et 12 secteurs (48 à 10 GHz);
  - capacité totale de 384 E1 ou 1½ STM-4 avec portion de spectre disponible de 28 MHz seulement;
  - la capacité est dimensionnée en fonction de l'utilisation moyenne plutôt qu'en fonction de l'utilisation de crête comme c'est le cas avec la fibre, tant et si bien qu'une station de base hertzienne peut être configurée pour un STM-1 de façon à offrir la même capacité effective qu'un anneau en fibre STM-4.
- Système d'accès de l'abonné:
  - Interface d'utilisateur: lignes E1/T1, port 10/100BaseT, port série;
  - Interface radioélectrique: connecteur TNC pour câbles coaxiaux acheminant des signaux d'émission et de réception FI, puissance en courant continu, signal d'horloge de référence et canal de commande de télémesure.
- Spécifications de l'environnement:
  - température de fonctionnement de l'équipement à l'intérieur: 0°C à +40°C
  - température de fonctionnement de l'équipement à l'extérieur: -33°C à +55°C
- Puissance:
  - tous les éléments du système fonctionnent à partir d'une source nominale de -48 volts c.c.
- Consommation de puissance type:
  - Système d'accès de l'abonné: 38 W (-48 volts c.c.)
- Gestion du réseau:
  - série d'outils adaptables permettant aux opérateurs de gérer facilement leur réseau.

### II.4.3 Système d'accès hertzien fixe à large bande sans visibilité directe: *angel*

*angel*<sup>TM</sup> est un système d'accès hertzien fixe, point à multipoint, destiné à l'usage des particuliers, des représentants des professions libérales et des télétravailleurs ainsi que des petites et moyennes entreprises (PME) en milieu urbain, suburbain ou rural.

Il s'agit de la première solution de réseau d'accès, ayant fait ses preuves en exploitation, à utiliser la technologie de multiplexage par répartition en fréquence orthogonale (OFDM) sans visibilité directe (NLOS), capable de fournir des services téléphoniques et de transmission de données de la classe de l'opérateur jusqu'à 1 Mbit/s par abonné sur une seule et même plate-forme.

Il s'agit ainsi d'une évolution naturelle par rapport à WiMax, qui utilise elle aussi la technologie OFDM-NLOS.

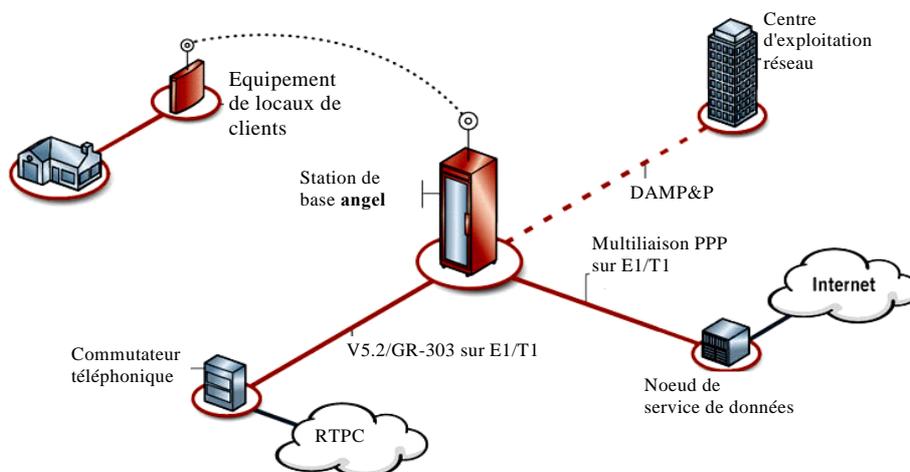
Plus de 100 000 lignes d'abonnés raccordées à plus de 500 stations de base sont aujourd'hui commercialement opérationnelles aux Etats-Unis ainsi que dans le monde.

Fonctionnant dans les bandes de fréquences 2,3 GHz et 3,5 GHz, la technologie NLOS assure jusqu'à 95% de prévisibilité de couverture et de pénétration dans une cellule donnée, tandis que grâce à la technologie OFDM les cellules ont une portée de 1 à 30 km, d'où une réduction des coûts d'installation et d'exploitation.

## Architecture

La Figure 20 représente un exemple de l'architecture du système «angel».

Figure 20 – Architecture du système angel



## Principales caractéristiques et avantages

- **La technologie NLOS maximalise la couverture, et optimise les recettes**

La technologie OFDM permet au système angel d'atteindre 95% de prévisibilité de couverture dans une cellule donnée, ce qui permet de maîtriser les coûts de mise en œuvre et garantit la réussite des opérations d'installation. Grâce à la technologie NLOS il n'est pas nécessaire d'avoir l'antenne de base en visibilité directe, sans aucun obstacle. Le nombre d'abonnés pouvant être desservis est plus important et il n'est pas nécessaire d'aligner avec précision l'antenne du CPE et l'antenne de base, pas plus qu'est nécessaire d'utiliser des antennes de station de base en position surélevée, le système pouvant être mis en service dans des marchés où la hauteur des mâts peut être localement limitée.

- **Grande efficacité spectrale**

L'efficacité spectrale nette du système est de 3,4 bit/s/Hz. Pour une efficacité spectrale maximale, le système adapte sa modulation à la situation des canaux dont il assure la prise en charge. Le débit maximal est normalement disponible même à la périphérie de la cellule, ce qui permet au système d'offrir des débits binaires élevés dans des petits canaux de 1 MHz. Comme les fréquences peuvent être réutilisées dans des cellules adjacentes, les opérateurs peuvent déployer des centaines de stations de base dans des villes ou des régions en utilisant seulement 4 MHz de spectre.

- **Souplesse des services**

Grâce à *angel*, les opérateurs bénéficient d'une augmentation importante de leurs recettes car ils peuvent fournir à leurs abonnés toute une gamme de services téléphoniques et de services de transmission de données à large bande. Le système assure non seulement des services téléphoniques de la classe de l'opérateur dont la qualité et la fiabilité sont analogues à celles d'un service à fils, mais également des services CLASS fort rentables, tels que l'appel en attente, l'identification de l'appelant, les conférences à trois et le courrier vocal.

La connectivité des données large bande assure un accès à l'Internet à de multiples dispositifs IP et ce à partir d'un seul et même appareil d'abonné, sans incidence sur le trafic téléphonique. Le système permet également la prise en charge de données large bande pour les PC et autres dispositifs IP, et permet aux abonnés d'utiliser des protocoles de modem et de télécopieur standard aux fins d'interopérabilité avec les dispositifs hérités.

- **Niveaux de service**

Les fournisseurs de services peuvent proposer plusieurs niveaux de services (GOS) adaptés aux besoins des utilisateurs, qu'ils soient particuliers, représentants des professions libérales ou télétravailleurs, ou encore PME. Le canal de données peut être subdivisé en quatre sous-canaux, ou «niveaux de service», dont chacun utilise une portion du canal disponible et peut être adapté suivant la taille que choisit l'opérateur. Chaque abonné se voit fournir un débit binaire maximum (par exemple, 64 ou 128 kbit/s, et jusqu'à 1 Mbit/s) et attribuer un des niveaux en question. Ainsi, les niveaux de service permettent aux opérateurs de développer facilement des «produits» de données qu'ils peuvent destiner à des segments spécifiques de leur base d'abonnés respective. Par exemple, un canal pourrait être divisé en produits «professionnels» et en produits «privés».

- **V90 sur données IP**

Grâce à une architecture MAC originale et à un codage vocal particulier, le système peut acheminer du trafic de modem sur la partie du canal hertzien réservée à la transmission des données par paquets. Alors que les modems classiques occupent une largeur de bande précieuse pendant leur période «d'oisiveté», le système *angel*<sup>TM</sup> libère cette largeur de bande au profit d'autres abonnés de modems et de données. La quantité de largeur de bande utilisée pour un appel téléphonique ou pour un modem est pratiquement identique, ce qui signifie que la capacité vocale de la liaison radioélectrique demeure constante, indépendamment de l'utilisation du modem. Or, il est impératif que cette capacité soit constante pour la fourniture d'un service téléphonique fiable.

### Caractéristiques techniques

- Méthode d'accès:
  - le multiplexage OFDM permet de fournir un débit maximum sur la portée maximale, d'améliorer l'efficacité spectrale et la résistance face à des trajets multiples; associé à la technologie NLOS il assure une prévisibilité de couverture de 95% dans une cellule donnée.
- Modulation: MAQ-64, MAQ-16, MAQ-8 et MDPQ:
  - modulation adaptative pour ajuster la modulation du signal, en fonction du rapport signal sur bruit, et résoudre les problèmes d'évanouissement pour maximaliser le débit et optimiser la qualité du signal;
  - le canal d'accès au réseau (NAC/HCC) est toujours modulé MDPQ pour une meilleure résistance;
  - les appels téléphoniques sont normalement modulés MAQ-64 – transfert pour abaisser la modulation si nécessaire pendant la communication;
  - le trafic de données est normalement modulé MAQ-64 – la modulation s'adapte, au besoin, créneau par créneau, liaison par liaison.
- Bandes de fréquences:
  - 2,3 GHz et 3,5 GHz avec un canal duplex à répartition en fréquence (FDD) de 1 MHz pour chaque sens de la liaison.

- Capacité de la station de base:
  - plus de 3 600 lignes téléphoniques ou jusqu'à 12 Mbit/s de données par station de base moyennant l'utilisation d'une seule paire à 4 MHz de blocs de fréquences;
  - jusqu'à 4 secteurs pour un rayon de cellule pouvant atteindre 30 km;
  - canaux pouvant être configurés pour donner des réseaux tout téléphonique, tout données ou combinant voix et données.
- Equipement de locaux de clients (CPE):
  - installation sans visibilité directe entre la station de base et le CPE;
  - débit binaire:
    - plus de 3 Mbit/s de débit symétrique (au total);
    - jusqu'à 1 Mbit/s en aval, 256 kbit/s en amont par CPE;
    - interface de données Ethernet.
  - capacité vocale:
    - 1 à 6 POTS par CPE;
    - 312 cellules actives par station de base;
  - télécopieur, V90, services CLASS, tonalité d'appel à partir du commutateur V5.2;
  - accès IP: jusqu'à 5 adresses IP par CPE;
  - source secondaire par accumulateur.
- Consommation de puissance: toute les lignes sont actives:
  - station de base: 2 000 W, 176-264 volts c.a. ou –48 volts c.c.;
  - terminal intégré d'abonné (SSU 4000): 25 W, 85-264 volts c.a. ou 176-264 volts c.a.
- Spécifications de l'environnement:
  - température de fonctionnement de l'équipement à l'intérieur: –5°C à +50°C (station de base ABS 3000);
  - température de fonctionnement de l'équipement à l'extérieur: –40°C à +60 °C (une seule unité d'abonné).
- Gestion du réseau:
  - série d'outils adaptables permettant aux opérateurs de gérer facilement leur réseau d'accès hertzien fixe.

#### II.4.4 Système d'accès hertzien fixe large bande pour zones éloignées: *SR 500-ip*

##### Brève description du système *SR 500-ip*

Le **SR 500-ip** est un système d'accès hertzien, large bande, à capacité élevée destiné aux opérateurs et aux fournisseurs de services desservant des zones rurales et des zones excentrées. Il s'agit du premier système hertzien point à multipoint (PMP) à combiner économiquement une capacité téléphonique très adaptable et un accès à l'Internet large bande. Avec le **SR 500-ip**, les fournisseurs de services peuvent faire évoluer leur réseau pour offrir des services du dernier cri tels que l'ADSL à 1,5 Mbit/s, tout en préservant les ressources du spectre grâce à une bonne gestion du trafic téléphonique. Le **SR 500-ip** fait de l'accès large bande aux zones à faible télé-densité une réalité et permet aux fournisseurs de services d'atteindre les objectifs d'accès universel au moindre coût. Couplé à l'ADSL, c'est le système idéal pour fournir un service Internet et un service téléphonique large bande aux communautés rurales; il peut par ailleurs remplacer, ou se substituer aux réseaux d'accès d'hier pour accroître la capacité existante ou fournir un accès à l'Internet large bande.

## Architecture

Système d'accès hertzien, PMP, à commutation par paquets et utilisant des répéteurs réseau, le SR 500-*ip* peut être configuré selon les topologies réseau en étoile, avec ramifications ou linéaire (voir la Figure 21).

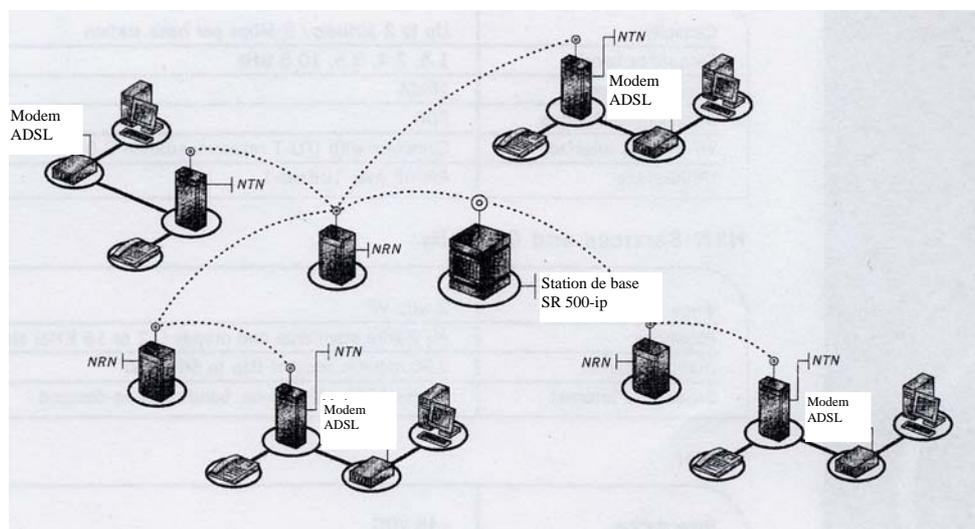
La station de base (BS) fournit les interfaces réseau nécessaires pour l'établissement des connexions au réseau central, et communique avec tous les nœuds périphériques. Les interfaces réseau sont du type PPP sur Ethernet pour des services Internet et V5.2 sur E1 pour des services en bande téléphonique. La station de base peut compter deux liaisons de 4 Mbit/s pour une largeur de bande totale de 8 Mbit/s.

Le nœud de terminaison du réseau (NTN) fournit quant à lui les interfaces abonnés. Le NTN est une unité extérieure multiligne et multiservice qui dessert un nombre élevé d'abonnés via des boucles en fils de cuivre. Les abonnés branchent sur le réseau leurs équipements à deux fils, modems ADSL, postes standard ou publiphones ainsi que modems et télécopieurs V90. Il est possible de multiplier le nombre des abonnés en installant un boîtier d'extension directement relié au NTN principal.

Le nœud des répéteurs réseau (NRN) est une unité extérieure qui sert lorsque la visibilité directe entre la station de base du SR 500-*ip* et le NTN est rendue impossible par le relief, par des obstacles édifés par l'homme ou par la distance. Le NRN peut permettre également de fournir des services d'abonnés à l'aide d'un boîtier d'extension.

Le système est géré centralement par un SGR en visibilité directe, qui se charge de la gestion, de l'exploitation, de la maintenance et de la fourniture (OAM&P), et prend en charge les téléchargements logiciels par voie hertzienne.

**Figure 21 – Architecture du système SR 500-*ip***



## Principales caractéristiques et avantages

- **Couverture d'une large zone**

Le système offre des liaisons hertziennes à longue portée qui, associées à des répéteurs, permettent de couvrir des zones difficiles d'accès, couvrant des centaines de kilomètres.

- **Accès IP large bande**

Le système permet aux fournisseurs de services de réaliser les objectifs d'accès universel à l'Internet et de promouvoir le développement des communautés rurales.

- **Services évolués**

Assurant la prise en charge intégrale des services CLASS, étant transparent au trafic de télécopie et des modems V90 et autorisant l'installation de publiphones, le système permet aux fournisseurs de services de maximaliser les recettes qu'ils tirent du service téléphonique. Grâce à des interfaces par connexion et ADSL souples les fournisseurs de services ont le choix entre plusieurs solutions Internet à haut débit.

- **Système d'avenir**

Basé sur une architecture de commutation par paquets, le système est une solution sur le long terme pour des services basés IP qui réduiront les risques techniques et financiers auxquels sont confrontés les opérateurs. Grâce à lui, les fournisseurs de services auront accès aux services d'abonnés basés IP de demain tout en maintenant la stabilité de leur réseau.

- **Faible coût de propriété**

Le système offre une capacité élevée et une bonne scalabilité linéaire, ce qui se traduit par une réduction des coûts de logiciel et de support. L'intégration réseau est facilitée par des interfaces standard, tandis que les besoins minimes d'infrastructure réduisent les coûts d'investissement. En outre, le SR 500-*ip* est géré centralement par un système de gestion du réseau (SGR) en visibilité directe, ce qui permet d'optimiser la productivité et de réduire les longs déplacements.

- **Grande disponibilité et fiabilité en exploitation prouvée**

Le SR 500-*ip* utilise la technologie du SR 500, système hertzien d'accès rural le plus largement déployé au monde. La fiabilité de son fonctionnement est un gage de satisfaction chez les abonnés, qui garantit les sources de recettes tout en minimisant les dépenses de maintenance.

### Caractéristiques techniques

- Général

– Capacité:	jusqu'à 2 liaisons radioélectriques/8 Mbit/s par station de base	
– Bandes de fréquences:	1,5, 2,5, 3,5 et 10,5 GHz	
– Méthode d'accès:	AMRT	
– Technique de duplexage:	DD	
– Interface RTPC V5.2:	Conforme aux dispositions de la Recommandation UIT-T G.965	
– Interface IP:	PPPoE sur 10Base-T.	

- Services et capacité du NTN

– Téléphonie:	VF 2 fils	48 lignes
– Publiphone:	Tous les standards à 2 fils et services de prépaiement (12 ou 16 kHz)	48 lignes
– Internet par connexion:	Support modem V90 (jusqu'à 56 kbit/s)	48 lignes
– Internet large bande:	ADSL 2 fils, branché en permanence, largeur de bande à la demande	5 lignes.

- Alimentation

– Station de base:	–48 volts c.c.
– Nœud des répéteurs réseau:	–48 volts c.c.
– Nœud de terminaison	–48 volts c.c. ou 120/240 volts c.a. du réseau: (+/- 12 volts c.c., facultatif).

- Consommation de puissance:
  - Station de base radioélectrique: 110 W (c.c. moyen par secteur à 1,5 GHz, 30 dBm, tous les circuits occupés);
  - Répéteur de réseau: 59 W (c.c. moyen à 1,5 GHz, 30 dBm, charge de trafic de 25%);
  - Nœud de terminaison: 43 W (c.c. moyen à 1,5 GHz, 30 dBm, charge de trafic de 10%).
- Spécifications de l'environnement:
  - température de fonctionnement de la station de base radioélectrique (à l'intérieur): 0°C à +45°C, refroidissement à air forcé;
  - température de fonctionnement du répéteur et des nœuds de terminaison (à l'extérieur): -40°C à +55°C.
- Conformité normative:
  - Ethernet: IEE 802.3, 10Base-T
  - RTPC V5.2: UIT-T G.965
  - Téléphonie: UIT-T G.711 (MIC des fréquences vocales), G.726 (MICDA, 32 kbit/s codage différentiel adaptatif loi A et loi  $\mu$ ), G.165 (annuleurs d'écho)
  - ADSL: UIT-T G.992.2
  - Sécurité: CEI 60950
  - IEM/CEM: ETSI EN 300 385
  - Environnement: ETSI EN 300 019.

### Conclusion de la section technologie

La mise en œuvre de services et d'applications présentant un certain nombre de points communs dans les différents systèmes est avantageuse pour l'utilisateur et a favorisé la tendance actuelle à la convergence. Par ailleurs, une expérience pour une large part similaire des utilisateurs, dans les différents systèmes, conduit à l'adoption à grande échelle de produits et de services ainsi que d'applications et de contenus communs, d'où une plus grande facilité et efficacité d'utilisation. Cela étant, cette convergence ne doit pas exclure les possibilités d'innovation dans des conditions de concurrence. L'accès à un service ou à une application peut se faire avec un système ou avec plusieurs systèmes simultanément (par exemple, un canal de diffusion numérique et un canal retour utilisant les IMT-2000).

La prééminence croissante des applications IP constitue un facteur clé de cette convergence et facilite l'établissement de relations entre des plates-formes qui n'étaient pas reliées auparavant. La forme que prendront ces relations dépendra des impératifs du marché, mais pourra comprendre, par exemple, l'intégration d'équipements au sein d'un dispositif, l'interfonctionnement de réseaux, l'accès commun, l'authentification, la comptabilité, la mise en place d'interfaces homme-machine communes, la création de portails, l'itinérance et le transfert des communications entre systèmes.

## Section III – Etude de cas

### III.1 Afrique

#### III.1.1 Mise en place d'un accès hertzien à large bande au Mali (Afrique)

Le Mali est un pays enclavé de l'Afrique subsaharienne occidentale qui compte plus de 11 millions d'habitants, dont plus de 80% vivent dans des zones rurales. Les changements climatiques y sont extrêmes et le pays connaît un climat très aride et une saison des pluies importante. Le climat y est également très chaud et humide. Au Mali, le coût de la largeur de bande est très élevé et les solutions de communication par câble classiques pour fournir un accès à l'Internet à haut débit entraînent souvent des coûts d'appui élevés, ce qui provoque le mécontentement des abonnés et peut avoir des répercussions sur le rendement des investissements. De ce fait, les possibilités d'accès au service Internet offertes aux abonnés privés sont pratiquement inexistantes. En 2003, Afribone Mali a commencé à installer des systèmes de type Canopy (Motorola) à 5,8 GHz, pour des abonnés d'affaires et des bureaux non gouvernementaux. En déployant la solution Canopy de Motorola, la société Afribone Mali SA a été en mesure d'améliorer la qualité du service, de satisfaire les clients et d'atténuer les problèmes radioélectriques des lignes. Afribone examine actuellement le partage de la largeur de bande avec d'autres sociétés.

#### III.1.2 Mise en place d'un accès hertzien à large bande en République sudafricaine

WBS (Wireless Business Solutions) est une société sudafricaine dynamique qui offre des services de réseaux de données mobiles pour répondre aux besoins des sociétés, des pouvoirs publics et des particuliers. Elle a obtenu en 1997 une licence de la SATRA l'autorisant à fournir des services de données mobiles au niveau national. C'est le quatrième opérateur de systèmes de télécommunication à recevoir une licence en République sudafricaine. WBS a mis en place un réseau hertzien à commutation de paquets avec 700 stations de base radio point à multipoint. Ce réseau prend en charge actuellement plus de 8000 radios avec lesquelles WBS fournit un service à la société Uthingo (transmission des données des terminaux du Lotto sur le système central. Un réseau VSAT est utilisé pour acheminer le trafic depuis les stations de base jusqu'au réseau central.

Ayant acquis une certaine expérience et reconnaissance puisqu'elle est le réseau dorsal utilisé pour le loto national et offre des services hertziens de données sur l'ensemble du territoire à 95% de la population, WBS déploie actuellement un réseau de données mobile, large bande, hertzien utilisant la technologie iBurst (voir section II.2.3.3.3). Ce réseau permettra aux abonnés d'avoir un accès haut débit à l'Internet et des informations sur les sociétés chaque fois qu'ils en ont besoin, où qu'ils se trouvent. En utilisant le système iBurst, WBS entend «libérer» le large bande et les télécommunications de données comme le téléphone mobile a libéré la téléphonie vocale. WBS est un fournisseur en gros de connectivité iBurst et se concentre sur ses atouts, à savoir la mise en place et la gestion de l'infrastructure. Elle s'appuiera sur ses partenaires pour desservir la communauté. Ce sera la deuxième mise en œuvre de la technologie iBurst après le lancement réussi de ce système en 2004, en Australie, par Personal Broadband Australia.

### III.2 Amériques

#### III.2.1 Canada

##### 1) *Programme pilote de développement de services à large bande en régions rurales et du nord*

Le Canada prend actuellement des mesures pour mettre à la disposition de toutes les collectivités canadiennes, y compris celles des régions rurales et du nord, un accès à l'Internet à haute capacité. Le *Programme pilote de développement de services à large bande en régions rurales et du nord* doit permettre d'atteindre cet objectif dans le cadre d'un partenariat avec des collectivités locales, des provinces, des territoires et le secteur privé.

Le programme est exécuté dans le cadre de deux séries de financement de l'élaboration d'un plan d'activité, suivi de deux séries de financement de la mise en œuvre. A l'occasion d'une communication récente (octobre 2003), le Gouvernement canadien a indiqué que 33 organisations avaient été choisies pour recevoir une assistance financière du Département de l'industrie (Industry Canada), en vue de doter leurs collectivités de services à large bande ou d'un accès à l'Internet à grande capacité. Ces organisations, qui représentent environ 768 Premières Nations et collectivités du nord et rurales du Canada, auront accès à des crédits fournis au titre du premier volet du financement destiné à la mise en œuvre du Programme pilote pour le développement des services à large bande en régions rurales et du nord. La date limite de soumission des plans d'activité pour pouvoir bénéficier du deuxième volet de financement destiné à la mise en œuvre a été fixée à novembre 2003 et les résultats ont été annoncés en avril 2004. Les plans d'activité retenus pour financement de la mise en œuvre étaient fondés sur les critères suivants: niveau de l'engagement de la collectivité, évaluation des besoins communautaires, expérience ou aptitude en matière de gestion des projets, techniques et mise en œuvre et viabilité du plan d'activité. Pour plus de renseignements, voir le site suivant: [www.broadband.gc.ca](http://www.broadband.gc.ca).

## 2) *Initiative nationale de satellite*

En octobre 2003, le Gouvernement canadien a annoncé qu'il attribuerait des crédits, pendant une période de 10 ans, en vue de fournir à des collectivités isolées des services d'accès large bande sur des canaux de satellite. Près de 400 collectivités ont été désignées dans un premier temps pour bénéficier de ce programme. L'objectif de l'Initiative nationale de satellite est d'acquérir une capacité satellitaire et (éventuellement) une infrastructure de satellite au sol pour assurer une connectivité large bande à distance avec des collectivités rurales, éloignées ou isolées. Les collectivités éloignées disposeront ainsi d'un accès large bande à un coût comparable à celui dont bénéficient les régions urbaines du sud. Les principaux services qui seront offerts dans le cadre de ce programme sont la télé santé, le cybercommerce, le téléapprentissage et l'accès à l'Internet. Le programme prévoit l'utilisation de deux répéteurs en bande C (4-6 GHz) d'intérêt public, gérés par Industry Canada (le premier a été mis à disposition en 2002 et le second, qui fonctionnera dans la bande Ka (20-30 GHz) aura une capacité de transmission par satellite sur le satellite ANIK-F2 (et sera mis en œuvre au milieu de 2004) sous la forme d'un crédit de service à l'Agence spatiale canadienne, et l'acquisition d'une nouvelle capacité de transmission par satellite sur le marché.

## 3) *Promouvoir le large bande: le cas du Canada*

Dans le cadre du programme «Nouvelles initiatives» du Bureau du Secrétaire général de l'UIT, un certain nombre d'études de cas sur les télécommunications ont été effectuées. L'une de ces études traite de l'expérience acquise par le Canada pour promouvoir le large bande. Cette étude, faite par Eric Lie, Directeur de projet de l'Union internationale des télécommunications, s'intitule «Promouvoir le large bande: le cas du Canada».

Le rapport de l'étude contient des renseignements très détaillés: situation générale du pays, vue d'ensemble des origines de l'Internet au Canada, répartition de l'Internet et de l'infrastructure à large bande dans le pays, aspects démographiques de l'Internet et utilisation du large bande, marché du large bande, environnement réglementaire et principales stratégies et initiatives mises en place par les collectivités et les pouvoirs publics pour encourager le large bande. Pour plus de renseignements, voir le site web à l'adresse suivante: [www.itu.int/osg/spu/ni/promotebroadband/casestudies/canada.doc](http://www.itu.int/osg/spu/ni/promotebroadband/casestudies/canada.doc).

## 4) *Systèmes d'accès hertzien fixe dans la gamme des 900 MHz*

Au Canada, la bande 953-960 MHz fait l'objet d'un partage géographique entre les liaisons studio-émetteur (STL) et les systèmes d'accès hertzien fixe.

Les liaisons studio-émetteur ne peuvent être exploitées que dans la bande 956-960 MHz. Avec la mise en œuvre de la radiodiffusion audionumérique (RAN), il a été nécessaire de prévoir de nouvelles fréquences pour les liaisons studio-émetteur, dans la bande 953-956 MHz, en particulier dans les zones urbaines où il peut y avoir un grand nombre de stations AM, FM et, éventuellement, de stations de radiodiffusion RAN. Il est évident que le déploiement des liaisons studio-émetteur n'aura pas une large pénétration dans les régions rurales. Dans ces régions, les bandes pourraient être utilisées par d'autres applications radioélectriques pour assurer une utilisation efficace du spectre. A cet égard, et en vue de mettre l'information et l'infrastructure de la connaissance à la disposition de tous les Canadiens, la bande de fréquences 953-960 MHz a également été désignée pour être utilisée par des services radioélectriques tels que les systèmes d'accès hertzien fixe (FWA) qui pourraient être déployés à l'extérieur des zones d'intense utilisation des liaisons studio-émetteur.

Afin de faciliter le partage géographique entre les liaisons studio-émetteur et les systèmes d'accès hertzien fixe, certains critères ont été fixés, notamment l'établissement de zones géographiques dans lesquelles les liaisons studio-émetteur auront la priorité d'accès là où l'utilisation future de ces liaisons pourrait être la plus intense. De même, d'une manière générale, lors de la délivrance de nouvelles licences pour les liaisons studio-émetteur, on commencera par assigner des fréquences de la partie supérieure de la bande 953-960 MHz, tandis qu'on choisira plutôt des fréquences dans la partie inférieure de cette bande dans le cas de nouvelles autorisations relatives aux systèmes d'accès hertzien fixe.

La bande 953-960 MHz est divisée en 55 canaux radioélectriques, avec un espacement de 125 kHz entre les fréquences centrales. Pour les applications des systèmes d'accès hertzien fixe, il faut prévoir un minimum de cinq canaux contigus de 125 kHz. La puissance d'émission fournie à l'entrée de l'antenne est limitée à 5 W par porteuse RF. Il faut également utiliser un gabarit spectral spécifique et des caractéristiques particulières des antennes abonnés des systèmes d'accès hertzien fixe. Pour plus de renseignements, voir les sites web à l'adresse suivante: [www.strategis.ic.gc.ca/epic/internet/insmt-gst.nsf/vwGeneratedInterE/sf01613e.html](http://www.strategis.ic.gc.ca/epic/internet/insmt-gst.nsf/vwGeneratedInterE/sf01613e.html) et [www.strategis.ic.gc.ca/epic/internet/insmt-gst.nsf/vwGeneratedInterE/sf02144e.html](http://www.strategis.ic.gc.ca/epic/internet/insmt-gst.nsf/vwGeneratedInterE/sf02144e.html).

#### **5) *Systèmes radioélectriques d'abonné dans la bande des 1,4 GHz***

Des systèmes hertziens fixes utilisant la bande 1 427-1 525 GHz sont mis en place dans de nombreuses régions rurales du Canada pour assurer un accès à des services vocaux et de données. Ces systèmes emploient des technologies AMRT/FDD point à multipoint, dans une largeur de bande de 3,5 MHz, pour fournir une capacité de charge utile de 4 Mbits/s par équipement de station centrale et jusqu'à 28 Mbits/s par système (7 stations centrales).

En général, un système comprend des stations centrales, des répéteurs et des stations terminales qui peuvent avoir une configuration radiale, en branche ou linéaire, avec une portée maximale de 720 km.

Une station centrale type est dotée de capacités lui permettant de desservir 400 à 600 abonnés en fonction de l'objectif en matière de qualité de service et de la nature du service de données, des lignes spécialisées à  $n \times 64$  kbit/s par exemple.

Certains systèmes ont également intégré des sous-systèmes fonctionnant dans la bande de fréquences des 950 MHz.

#### **6) *Systèmes de communication hertziens dans les bandes des 2,3 GHz et des 3,5 GHz***

Une vente aux enchères a eu lieu au Canada début 2004, en vue de mettre aux enchères des licences d'exploitation des bandes 2 300 MHz et 3 500 MHz. Cinq licences dans chacune des 172 zones de service s'étendant sur l'ensemble du Canada, soit 848 licences en tout, ont été vendues aux enchères à des sociétés pour fournir des services hertziens aussi novateurs que l'accès à l'Internet à haut débit. Dans chaque zone de service, une licence WCS (*wireless communication system*, système de communication hertzien) représentant 15+15 MHz sera disponible dans la bande 2 305-2 320/2 345-2 360 MHz. Quatre licences seront disponibles dans la bande 3 475-3 650 MHz dans chaque zone de service, soit trois licences correspondant à un bloc de 25+25 MHz, auxquelles s'ajoutera une licence correspondant à un bloc autonome de 25 MHz. Le but de ce processus de délivrance de licences était de faciliter la croissance des services de communication hertziens dans la bande des 2 300 MHz et de l'accès hertzien fixe (FWA) dans la bande des 3 500 MHz, tant dans les zones urbaines que dans les zones rurales, et de faciliter la mise en œuvre de services novateurs.

En général, les équipements utilisés dans ces bandes permettent d'offrir des débits compris entre 64 kbit/s et 1,5 Mbit/s au moins à chaque abonné. Bon nombre de ces produits peuvent également fournir des services téléphoniques classiques. Lorsque le trajet entre la station de base et la station de l'abonné est en visibilité directe, ces systèmes assurent parfois un service à des distances de 20 km ou plus. Certains de ces systèmes fonctionnent également sans visibilité directe claire, mais à des distances nettement inférieures. Pour plus de renseignements, voir le site web à l'adresse suivante:

[strategis.ic.gc.ca/epic/internet/insmt-gst.nsf/vwGeneratedInterE/sf05472e.html](http://strategis.ic.gc.ca/epic/internet/insmt-gst.nsf/vwGeneratedInterE/sf05472e.html).

**7) *Systèmes d'accès hertzien fonctionnant dans les bandes des 2,4 GHz et des 5 GHz, y compris les réseaux locaux hertziens***

Les systèmes d'accès hertzien déployés dans les bandes des 2,4 GHz et des 5 GHz (5 250-5 350 MHz ou 5 470-5 825 MHz) sont de plus en plus utilisés dans les zones urbaines pour assurer des connexions avec les réseaux locaux et pour fournir des applications dans des zones à forte densité de trafic. Beaucoup de ces systèmes sont également utilisés dans des zones rurales. Ainsi, dans la bande 5 725-5 825 MHz, certaines sociétés mettent en place des systèmes point à point ou point à multipoint dans des zones rurales du Canada, avec une p.i.r.e. pouvant atteindre 4 W (conformément aux normes techniques en vigueur au Canada).

Il arrive aussi que certaines sociétés tirent parti de l'utilisation des technologies à 2,4 GHz et 5 GHz pour constituer un réseau de grande envergure qui fournit la distance de transmission nécessaire pour desservir certaines collectivités rurales. Dans un cas en particulier, des systèmes exploités à 2,4 GHz sont actuellement utilisés pour assurer la connexion sur le dernier kilomètre avec des résidences privées et des bureaux, tandis que les points d'accès sont interconnectés au moyen de la norme technique IEEE 802.11a à 5 GHz. Les liaisons de transit à 5 GHz font partie d'un réseau hertzien maillé à configuration automatique, ce qui permet de déployer rapidement un réseau hertzien de raccordement, avec une fiabilité du réseau accrue et des coûts d'infrastructure réduits.

**8) *Activités de recherche-développement menées au Canada***

Pour favoriser la mise en œuvre des priorités que le Gouvernement canadien s'est fixé pour connecter tous les Canadiens, le Centre de recherche sur les communications (CRC), organisme rattaché à Industrie Canada, a élaboré un programme de recherche-développement appelé «Programme d'accès large bande en régions rurales et éloignées (RRBA)». Ce programme, lancé en avril 2002, se poursuivra jusqu'en mars 2007. Le Programme RRBA doit permettre de mener à bien des activités de recherche-développement novatrices sur les technologies et les systèmes propres à faciliter l'accès à des services multimédias interactifs à large bande dans les régions rurales et éloignées.

Au titre de ce Programme, il s'agit de trouver des solutions technologiques dans le domaine des télécommunications par satellite, des communications hertziennes de Terre, des fibres optiques, etc., propres à développer la prestation de services à large bande dans les zones rurales et isolées, et ce dans des conditions rentables. Etant donné que ces systèmes suscitent actuellement peu d'intérêt auprès du secteur privé en raison des faibles niveaux attendus du rendement sur investissement, des systèmes et des sous-systèmes dont l'efficacité aura été démontrée seront conçus, avec la participation de partenaires du secteur public et du secteur privé pour démontrer la viabilité et les avantages de l'accès large bande dans les zones rurales et éloignées. Des démonstrations d'applications large bande seront également effectuées dans le cadre de cette collaboration. La participation à des activités de normalisation internationales aura pour but d'abaisser les coûts des équipements large bande, par le biais de l'adoption de règles de fonctionnement harmonisées et de la fabrication en grande série.

Plusieurs questions de première importance ont été mises en évidence dans le cadre du programme: coût des équipements, souplesse, portée, bandes de fréquences disponibles et brouillages, normalisation et marchés internationaux potentiels. Il est donc nécessaire d'appuyer un certain nombre de projets R&D portant sur:

- les technologies hertziennes de Terre telles que les technologies Wi-Fi, WiMax et d'autres technologies de transport analogues pour l'accès «sur le dernier kilomètre»;
- accès hertzien large bande dans les bandes de fréquences inférieures à 1 GHz pour améliorer la desserte des zones rurales et éloignées, grâce à une amélioration des caractéristiques de propagation;

- technologies de transmission par radiodiffusion, par exemple utilisation de la télévision numérique (DTV) et d'une liaison retour hertzienne adaptée à l'accès large bande;
- technologies d'accès large bande par satellite, notamment en vue de concevoir des terminaux bidirectionnels en bande Ka (20-30 GHz) peu coûteux;
- autres technologies large bande, comme la distribution de signaux RF sur fibres optiques et l'application de logiciels radio à des terminaux d'accès large bande ayant la souplesse voulue.

On trouvera plus de précisions sur ce programme sur le site web suivant: [www.crc.ca/broadband](http://www.crc.ca/broadband).

#### 9) *Vallée de Nemiah, Colombie britannique, Canada*<sup>70</sup>

La Nemiah Aboriginal Wilderness Reserve (réserve indienne) située dans la vallée isolée de Nemiah, bordée de montagnes au cœur de la Colombie britannique, Canada, abrite la communauté indienne de Xeni Gwet'in. A l'intérieur de la réserve, les autorités communautaires interdisent la construction de routes goudronnées, l'installation de lignes d'électricité et de téléphone ainsi que l'exploitation commerciale des forêts. Afin de remplacer la seule liaison radiotéléphonique à large bande dont disposaient les autorités et les résidents de la communauté, le Gouvernement canadien et celui de la Colombie britannique ont financé conjointement il y a deux ans un accès à l'Internet hertzien à moyen débit (y compris une ligne d'alimentation/liaison de secours) à la clinique, à l'école, à la communauté et au bureau de tourisme ([www.xnigwetin.com](http://www.xnigwetin.com)) ainsi qu'à plusieurs groupes de résidences. Telus Communications a installé par hélicoptère un équipement hertzien à large bande alimenté par énergie solaire et par batterie qui comprenait une liaison d'alimentation/de secours longue d'une cinquantaine de kilomètres à 3,5 GHz et quatre liaisons WL500 d'accès fixe, point à multipoint, multi-secteur fonctionnant à 950 MHz Mbit/s. Le Gouvernement et de nombreux résidents bénéficient désormais de services Internet ainsi que de services de télécopie et vocaux multicanaux. Telus Communications a annoncé récemment qu'une rallonge de 20 millions CAN allait être octroyée pour que 90% des communautés du pays disposent de communications de données et vocales mobiles à haut débit.<sup>71</sup>

#### 10) *Wi-Fi dans l'Ontario, Canada*<sup>72</sup>

Dans les zones rurales et isolées où la densité de population interdit l'utilisation rentable de la distribution filaire à large bande, des solutions hertziennes peu coûteuses ont été appliquées en vue de mettre en place des réseaux d'accès large bande suffisamment développés pour dégager les sommes nécessaires à la viabilité du réseau. La technologie hertzienne fixe en particulier, de par ses caractéristiques: évolutive, portative et facile à mettre en œuvre, s'est avérée être un choix privilégié pour un certain nombre de communautés où la demande est plus forte comme celles de Leeds et Grenville Country, South Dundas et Simcoe Country dans l'Ontario.

Bien qu'elles se trouvent encore au tout début de leur mise en œuvre, des solutions concertées fondées sur les techniques «Wi-Fi», constituent une solution possible pour assurer, à un coût modique, l'accès à un réseau à haut débit. Quarante-quatre coopératives informelles de partage de l'accès à l'Internet, établies sur des sites web, lieux d'échange et de fourniture de renseignements sur la participation à ces coopératives, ont déjà vu le jour dans un certain nombre de villes du Canada. On citera notamment comme exemples le projet hertzien Waterloo où les utilisateurs ont essayé de créer une connectivité ininterrompue par un regroupement dense de nœuds ou «points d'accès» et le projet hertzien BC qui, en plus des habituels plans sur les nœuds et instructions pour une mise en œuvre en «self-service», prévoyait d'utiliser des antennes à gain élevé pour créer des liaisons point à point entre les villes afin de fédérer les réseaux communautaires en un système interconnecté portant le numéro 45. Les efforts menés actuellement au Canada pour étendre le réseautage Wi-Fi à 10 km, voire à 20 km, selon une configuration point à point, indiquent qu'il est possible d'envisager

<sup>70</sup> Loi, Linda et Kreig, Andrew, «*International Wireless Broadband Success Stories*», WCAI, juillet 2003.

<sup>71</sup> «*TELUS Mobility's Heartland Expansion brings digital wireless phone and data service to small and remote communities in British Columbia*», Canada English Newswire, 16 juillet 2003.

<sup>72</sup> UIT/SPU, Reynolds, Tad «*Promoting Broadband*» Background Paper, 2003. [www.itu.int/osg/spu/ni/promotebroadband/PB03-PromotingBroadband.pdf](http://www.itu.int/osg/spu/ni/promotebroadband/PB03-PromotingBroadband.pdf)

une extension du Wi-Fi comme moyen, pour les habitants des communautés isolées, de contribuer à la plus forte demande et de partager la connectivité du réseau infrastructurel. Le CRC étudie actuellement la possibilité d'étendre la portée des technologies Wi-Fi selon une configuration point à multipoint. Une solution intéressante consiste à utiliser les transmissions Wi-Fi (aux fréquences inférieures de la bande d'ondes décimétriques pour tirer parti de l'amélioration des caractéristiques de propagation RF (voir la section 8).

## Conclusion

Le Canada met en œuvre actuellement un certain nombre de programmes et initiatives pour fournir des connexions hertziennes à large bande aux collectivités rurales ou éloignées. Des programmes gouvernementaux comme le *Programme pilote de développement du large bande* dans les zones rurales et du nord et l'*Initiative nationale de satellite* figurent parmi les nombreux programmes que le Canada a exécutés pour promouvoir la mise en place de connexions large bande dans les collectivités rurales. Plusieurs bandes de fréquences sont utilisées au Canada pour assurer des transmissions large bande dans les zones rurales (bandes des 900 MHz, 1,4 GHz, 2,3 GHz, 2,4 GHz, 3,5 GHz et 5 GHz). Cependant, des questions comme les coûts, le climat et la propagation (on a besoin de bandes de fréquences possédant des caractéristiques de propagation mieux adaptées aux zones rurales) peuvent être sources de difficultés lors de la mise en place de systèmes dans les zones rurales.

### III.2.2 Equateur

Réseau d'entreprise point à point hertzien à large bande, Banco del Pichincha, zone de Machala, Equateur

Le Banco del Pichincha, la plus grande de l'Equateur, possède 200 filiales réparties dans tout le pays. Pour les relier, la banque a créé un réseau privé étendu qui compte de nombreuses liaisons hertziennes. Elle demande que chaque liaison soit disponible toute l'année, 24 heures par jour et offre une fiabilité d'au moins 99,96%. Pour de nombreuses liaisons essentielles, la banque a mis en place des liaisons hertziennes à large bande «VIP 110-24» offertes par le réseau Wi-LAN. Installées en 2001, ces liaisons hertziennes ont maintenant prouvé qu'elles offraient une fiabilité supérieure à la demande formulée par la banque. Le produit VIP 110-24 comporte des routeurs appelés «point à multipoint» ou routeurs «VINE», qui ont permis au Banco del Pichincha d'adopter une méthode de mise en place en vertu de laquelle tout point d'extrémité ou nœud de répéteur existant déjà dans le réseau peut devenir le centre d'un ou de plusieurs embranchements point à multipoint. Cette méthode permet de minimiser les coûts initiaux en vue de l'évolution du réseau.

### III.2.3 Mexique

Accès hertzien fixe, Mexico, Mexique

La ville de Mexico, qui compte 20 millions d'habitants, est l'un des marchés urbains les plus denses et les plus grands du monde. L'accès à l'Internet rapide (Mbit/s) n'était pas encore aisément disponible dans une grande partie de la zone métropolitaine. MVS Comunicaciones, qui pendant de nombreuses années, a été le principal fournisseur des programmes de télévision dans la zone métropolitaine et dans le pays, assure désormais un accès à l'Internet hertzien fixe à haut débit dans la ville, sur environ 374 km<sup>2</sup>, desservant ainsi près de 10 millions des habitants de la capitale, y compris le quartier central des affaires. A Mexico, de nombreux clients potentiels résident dans des rues entourées de part et d'autre de hauts bâtiments qui en font de véritables canyons bordés de surcroît de crêtes montagneuses et ces bâtiments sont, pour beaucoup d'entre eux, cachés par un feuillage abondant, c'est-à-dire qu'ils ne se trouvent pas en ligne de visibilité hertzienne des stations de base actuelles ou futures. Par conséquent, MVS Comunicaciones a recherché une technologie hertzienne NLOS qui soit efficace en présence d'un terrain difficile. Elle a mis en œuvre un équipement hertzien NLOS à large bande fonctionnant dans la bande MMDS entre 2,5 et 2,686 GHz. Dans les prochains mois, le réseau MVS de Mexico sera probablement le plus grand réseau NLOS du monde.

### III.2.4 Pérou

#### *UTILISATION DE SYSTÈMES VSAT POUR L'OFFRE DE SERVICES DE TÉLÉCOMMUNICATION DANS LES ZONES RURALES AU PÉROU*

##### **Introduction**

En août 1998, les Principes régissant l'ouverture du marché des télécommunications au Pérou ont été approuvés par le Décret suprême N° 20-98-MTC, qui définit l'accès universel comme un ensemble de services de télécommunication indispensable pour favoriser le développement et l'intégration des zones les plus reculées du Pérou.

De plus, concernant l'accès universel, les objectifs suivants ont été définis à l'horizon 2003:

- Installation, dans 5 000 communes rurales n'en disposant pas, de 5 000 publiphones permettant de transmettre des communications téléphoniques, des télécopies et des données à faible vitesse et d'appeler gratuitement des centres de secours.
- Mise en place de l'accès à l'Internet dans 500 chefs-lieux de district<sup>73</sup> ruraux faisant partie des 5 000 communes précitées.

L'organisme chargé de la surveillance des investissements privés dans les télécommunications (OSIPTTEL), par l'intermédiaire du Fonds d'investissement dans les télécommunications (FITEL), a conçu une série de projets conformément aux principes précités, en vue de fournir des services de téléphonie fixe via des publiphones et l'accès à l'Internet dans les chefs-lieux de district.

FITEL a lancé des appels d'offres internationaux pour lesquels des soumissionnaires se sont engagés à superviser: i) l'installation; ii) l'exploitation; et iii) la maintenance de services spécifiques en utilisant les technologies les plus efficaces de façon à respecter le cahier des charges.

Le Pérou est un pays au relief très accidenté et les opérateurs ruraux chargés de choisir la technologie répondant le mieux au cahier des charges en ont tenu compte. Finalement, les soumissionnaires ont opté pour la technologie satellitaire moyennant la mise en place de réseaux VSAT.

Le présent document donne un aperçu général de la mise en place par FITEL de ces réseaux au Pérou.

##### **Description du réseau VSAT**

*Le réseau à satellite VSAT mis en place dans les zones rurales au Pérou fonctionne dans la bande 10-20 GHz (11,7-12,2 GHz pour les liaisons montantes et 14-14,5 GHz pour les liaisons descendantes) et utilise un satellite PAS-1R.*

Le réseau VSAT a une configuration en étoile et se compose de nombreuses stations distantes qui communiquent par l'intermédiaire d'une station pivot selon le mode d'accès AMAD AMRF/ARMT.

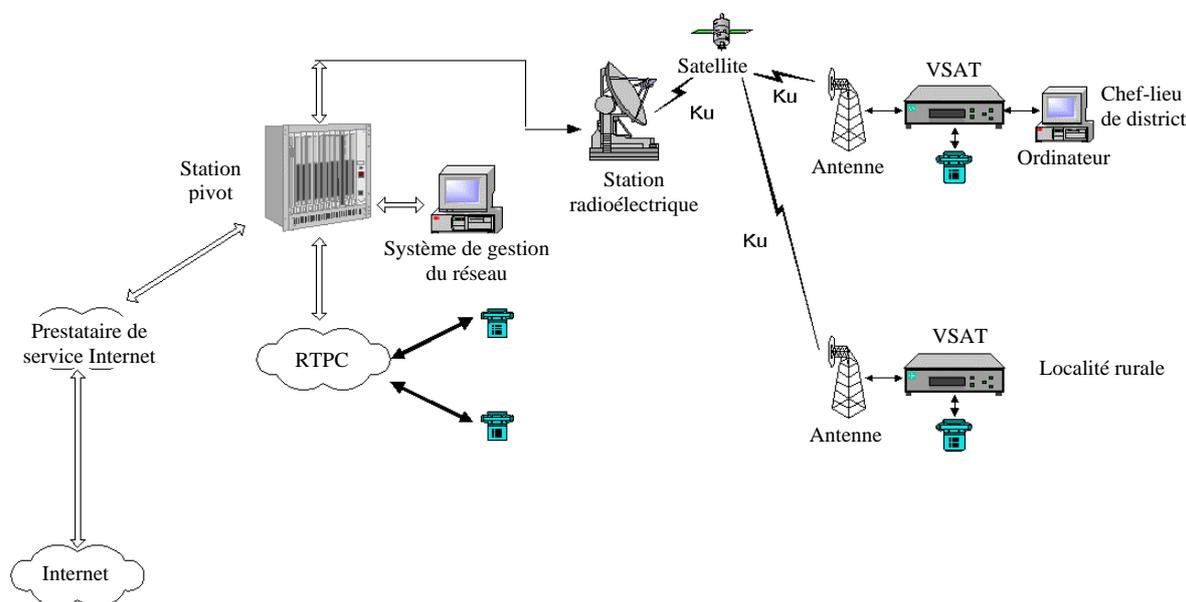
Actuellement, la vitesse de transmission de données atteint 256 kbit/s entre la station pivot et les stations distantes (liaison montante sortante), avec une modulation MDPQ, et 38,4 kbit/s dans le sens inverse (liaison descendante entrante), avec une modulation MDM. De plus, le réseau comprend un accès LAN Ethernet dont la vitesse peut atteindre 10 Mbit/s.

---

<sup>73</sup> Selon la définition de l'Institut national des statistiques et de l'informatique, le district est la plus petite division territoriale du pays. Il est généralement subdivisé en zones urbaines et rurales.

Parmi les principales composantes du réseau VSAT citons les suivantes: i) nombreuses stations distantes; ii) station pivot; iii) sous-système à prépaiement<sup>74</sup>; iv) système de gestion du réseau. La Figure 1 présente le schéma simplifié du réseau VSAT.

**Figure 1 – Schéma simplifié du réseau VSAT**



Les stations distantes comprennent généralement deux modules: l'unité extérieure et l'unité intérieure, qui inclut l'unité VSAT, en dehors du sous-système d'alimentation électrique et du sous-système de protection.

L'unité extérieure se compose d'une antenne et d'éléments RF qui permettent d'établir des communications entre l'unité intérieure et le satellite. Parmi ses composantes: i) une antenne, dont la taille est comprise entre 1,2 et 1,8 m<sup>75</sup>; ii) un convertisseur haute puissance, dont la puissance est comprise entre 500 mW et 1 W<sup>76</sup>; et iii) un bloc de conversion à faible bruit.

Les services<sup>77</sup> actuellement fournis sont notamment les suivants: i) téléphonie; ii) télécopie Groupe 3 à faible vitesse; iii) appels gratuits vers des centres de secours; et iv) accès à l'Internet dans des chefs-lieux de district ruraux, à une vitesse de 9 600 bauds.

<sup>74</sup> Le système à prépaiement consiste à utiliser des cartes à code (PIN) pour les appels. L'opérateur doit avoir un système de distribution de cartes approprié et donner à la population rurale les instructions nécessaires pour utiliser le service. La procédure à suivre pour établir une communication figure au verso des cartes à prépaiement et est affichée à l'intérieur des cabines téléphoniques. L'opérateur apprend aussi aux utilisateurs à utiliser correctement le publiphone et l'accès à l'Internet (si nécessaire).

<sup>75</sup> La taille de l'antenne dépend de nombreux facteurs (emplacement géographique, couverture du satellite, taux de précipitation, vitesse de transmission de données demandée, etc.). Selon le cas, on utilise des antennes ayant un diamètre plus grand pour améliorer la performance du système.

<sup>76</sup> La puissance de 1 W dans certaines localités de la jungle amazonienne du Pérou est essentiellement due à la couverture du satellite et au taux de précipitation.

<sup>77</sup> Actuellement, tous les services offerts par les opérateurs ruraux passent par des plates-formes à prépaiement, sauf l'accès à l'Internet, qui est à ce jour offert gratuitement.

## Opérateurs ruraux

A la suite des appels d'offres internationaux, l'exécution des sous-projets a été confiée à deux opérateurs: Gilat To Home Peru S.A. (anciennement Global Village Telecom) et Rural Telecom. S.A.C. Le Tableau 2 montre la répartition des sous-projets entre les deux opérateurs.

### III.2.5 Etats-Unis

#### 1) *Projet de communauté rurale «fibre jusqu'au domicile», Grant Country, Washington, Etats-Unis*<sup>78</sup>

Le Grant Country Public Utility District (GCPUD) met actuellement en place une infrastructure fibre jusqu'au domicile (FTTH) dans une communauté rurale de l'Etat de Washington. Selon le GCPUD, cette infrastructure aide les petites entreprises, les établissements d'enseignement, les installations médicales et autres lorsque les autres services de télécommunication n'offrent qu'une capacité limitée. En mars 2000, l'Etat de Washington a adopté une loi qui autorise les services d'utilité publique à installer des réseaux à fibres optiques. En mars 2003, plus de 10 000 mètres de câble étaient posés et plus de 9 200 foyers étaient reliés par cette infrastructure en fibre dans le comté. Le GCPUD avait un taux de pénétration de 43%, avec environ 4 000 abonnés en mars 2003. La quasi-totalité des foyers disposent d'un accès à l'Internet. De surcroît, 19 fournisseurs de services Internet, deux entreprises de distribution vidéo, une compagnie de téléphone et une société chargée de la sécurité offrent des services vocaux, vidéo et de transmission de données à haut débit. L'implantation de cette infrastructure à large bande a eu des répercussions importantes sur le plan économique.

- Plus de 100 nouveaux emplois ont été créés par suite de l'implantation du réseau, avec à la clé un avantage économique de 9 millions de dollars EU pour la région.
- Du fait de cette implantation, 25% des personnes dotées d'un accès ont acheté un nouvel ordinateur ou un équipement connexe, 72% d'entre elles ont acheté des biens ou des services en ligne et 62% estiment que l'accès large bande améliore l'éducation de leurs enfants.
- Une usine chimique locale a réduit le nombre des visites effectuées en Suède par ses cadres, le nombre de ces visites étant passé d'une fois par mois à deux fois par an en raison de la visioconférence.
- Des établissements tels que les stations-service ont pu réduire le temps de traitement des cartes de crédit.
- Les fermiers utilisent les services pour suivre les prix de leurs produits sur le marché et faire des recherches sur le bétail et les cultures.
- Les écoles du comté utilisent la connexion FTTH pour le téléapprentissage, la distribution des programmes, l'obtention d'informations sur les aides financières et les avis consultatifs.
- Les installations médicales transmettent plus vite un plus grand nombre d'informations médicales aux médecins et aux patients.
- Le GCPUD a également estimé que l'afflux des 300 nouveaux employés qui sont venus dans la région, attirés par l'implantation des réseaux FTTH se traduirait par une somme de 72 millions de dollars EU pour l'économie locale, en raison de l'effet multiplicateur des dépenses de consommation.

---

<sup>78</sup> Donna Keegan «*Great Needs: Fiber-to-the-home drives development in Grant County, Wash.*», Opastco Roundtable, juillet/août 2002, pages 50 et 51.

*Service à large bande par satellite à haut débit pour la médecine, Columbia, Caroline du Sud, Etats-Unis*<sup>79</sup>

Le 1<sup>er</sup> juillet 2002, Hughes Network Systems, Inc. (HNS), l'Advanced Technology Institute (ATI) et le service de consultations ophtalmologiques de Columbia, ont lancé un service à large bande par satellite à haut débit qui relie les professionnels de la santé de ce service de consultations à des patients du Centre de santé de la Communauté Beaufort-Jasper-Hampton à Ridgeland, en Caroline du Sud. Le service permet à des spécialistes de faire subir un examen de dépistage de la rétinopathie diabétique à des patients se trouvant à plus de 150 kilomètres de distance. A l'avenir, il est envisagé de faire subir cet examen à des patients situés ailleurs en Caroline du Sud, puis d'élargir ces examens au glaucome et à d'autres maladies affectant le segment antérieur de l'œil. L'accès large bande facilitera la collecte de données épidémiologiques ainsi que l'éducation des patients.

**2) Réseau à fibre optique de la municipalité de Kutztown, Pennsylvanie, Etats-Unis**<sup>80</sup>

La ville de Kutztown, Pennsylvanie, a construit le premier réseau à fibre optique municipal de l'Etat. Il s'agit d'un projet de 4,6 millions de dollars EU que la ville a lancé en 2001. Le réseau s'est ouvert à la concurrence pour la fourniture de l'accès à l'Internet à haut débit, le service de télévision par câble ainsi que le service téléphonique à Kutztown. Cette ville figure parmi une toute petite poignée de villes américaines dont tous les foyers et toutes les entreprises sont reliés par la fibre. Le réseau offre des débits pouvant atteindre 100 mégaoctets par seconde. Grâce à ce réseau, les habitants peuvent superviser la sécurité de leur foyer, payer les factures d'eau et de voirie et tenir la comptabilité de leur utilisation de l'électricité. Les agents responsables envisagent également, grâce au nouveau réseau à fibres optiques de proposer notamment les services suivants: vidéo à la demande et musique à la demande, téléapprentissage et télé médecine. De plus, le réseau permettra au service d'électricité de Kutztown de localiser automatiquement les pannes de courant ainsi que les défaillances des équipements. De plus, ce service d'électricité pourra avoir recours à la technologie du relevé automatisé des compteurs, si bien qu'il ne sera plus nécessaire de procéder chaque mois aux vérifications manuelles des plusieurs milliers de compteurs électroniques que compte la municipalité, opération qui prend du temps.

**3) Programme à large bande hertzien point à point, Turtle Mountain et Fort Berthold, ND & Fort Peck, MT, Etats-Unis**<sup>81</sup>

Seules quelques réserves indiennes aux Etats-Unis disposent d'un accès rapide à l'Internet (Mbit/s). Pour accélérer cette disponibilité, la US National Science Foundation, par le biais de sa filiale EDUCAUSE ([www.educause.edu](http://www.educause.edu)) et du projet AN-MSI ([www.an-msi.org](http://www.an-msi.org)), a financé récemment la fourniture d'un accès hertzien rapide à l'Internet à des collèges communautaires situés dans plusieurs réserves, y compris les lignes d'alimentation de liaison de secours nécessaires. Dans trois d'entre eux, dont le Fort Peck Community College (MT), le Fort Berthold Community College (ND) et le Turtle Mountain Community College (ND), le projet AN-MSI, sous la conduite du PDG du Dandin Group, M. Dewayne Hendricks, a permis d'installer un équipement hertzien à large bande «Canopy» fonctionnant dans la bande U-NII (5 GHz) offert par Motorola, avec des lignes d'alimentation/liaisons de secours à 20 Mbit/s et des liaisons d'accès à 10 Mbit/s. Chaque réseau sera déployé prochainement dans un plus grand nombre de sites communautaires et pourra être étendu ensuite aux ménages.

---

<sup>79</sup> «Healthcare Groups and Broadband Satellite Provider Collaborate to Help Save Eyesight in rural South Carolina», HNS Press Release, 1er juillet 2002.

<sup>80</sup> «Wired in Kutztown – Municipality sells Internet, cable TV and phone service through its own lines», Christian Berg, The Morning Call (en ligne), 4 août 2002.

<sup>81</sup> Reproduction autorisée par Motorola et Linda Loi, WCAI.

#### 4) *Exemple de mise en œuvre d'un système hertzien fixe à large bande aux Etats-Unis*

La ville de Forth Wayne (Indiana) est la deuxième ville de l'Etat d'Indiana. Les autorités locales et le secteur privé de cette ville sont arrivés à la conclusion qu'il fallait mettre en place des capacités au niveau régional pour fournir aux entreprises et aux résidents de la zone métropolitaine un accès à des services large bande à haut débit, à un coût raisonnable, ces capacités étant indispensables au développement économique. On a estimé que la mise en place de services large bande ubiquitaires offrirait aux entreprises et aux consommateurs des services d'une grande utilité et qu'elle stimulerait l'activité économique, tout en améliorant la productivité locale et l'enseignement.

Ces objectifs ont été mis en œuvre par l'intermédiaire du Centre Indiana Data Center (Centre de données de l'Indiana). Les critères fixés concernant les techniques à utiliser sont les suivants: 1) pas de financement public, mais recours à des installations publiques; 2) structure numérique; 3) connexion en permanence et déploiement ubiquitaire; 4) capacité d'attirer de nouveaux utilisateurs; 5) capacité de résoudre les problèmes de brouillage.

Au terme d'une évaluation approfondie des diverses solutions techniques possibles, le produit Canopy de Motorola a été retenu. Le concept d'accès hertzien large bande:

- utilise un concept comparable à celui des communications cellulaires, avec un plus grand nombre de points d'accès à proximité du sol;
- atténue les brouillages dans les bandes qui ne sont pas assujetties à l'obtention d'une licence;
- se caractérise par une configuration modulaire permettant de développer le système et sa facilité d'installation (un jour);
- très bon rapport coût-efficacité;
- largeur de bande modulable, sur demande, jusqu'à 2 Mbits/s.

### III.3 Asie

#### III.3.1 Australie

##### 1) *«Un pays en réseaux»: programme large bande et programme régional de téléphonie mobile*

En Australie, le gouvernement a pris des mesures en vue de susciter une demande d'applications large bande dans le cadre de son programme «Un pays en réseaux». Ce programme, qui s'inscrit dans la stratégie globale du large bande au niveau national a fourni près de 180 millions AUD à des organisations sans but lucratif pour des activités et des projets destinés à répondre à toutes sortes de besoins de télécommunication dans les zones rurales, régionales et isolées de l'Australie<sup>82</sup>. On y trouve notamment une stratégie visant à mettre en place un accès public à l'Internet, à mettre à disposition des moyens de visioconférence au grand public et des centres sanitaires pour les femmes, à fournir des moyens de formation et les éléments d'un nouveau réseau dorsal de télécommunication, à aider les conseils municipaux et de comtés à fournir des services publics et, enfin, à accorder des fonds aux centres de communication communautaires pour aider les personnes handicapées à accéder à l'Internet<sup>83</sup>.

Le Gouvernement australien a pris une autre initiative en vue d'améliorer le niveau des services de télécommunication dans les zones rurales et régionales, à savoir le programme régional de téléphonie mobile. Ce programme, d'une valeur de 50,5 millions AUD, prévoyait l'attribution d'un montant de 20,4 millions AUD

<sup>82</sup> Voir:

[www.dcita.gov.au/Article/0..0\\_1-2\\_3-4\\_106337.00html](http://www.dcita.gov.au/Article/0..0_1-2_3-4_106337.00html) et [www.newconnections.gov.au/download/0.6183.4\\_113958.00.doc](http://www.newconnections.gov.au/download/0.6183.4_113958.00.doc) pour plus de renseignements.

<sup>83</sup> Rapport de l'OCDE, «Déploiement de l'infrastructure à large bande: le rôle de l'aide publique», 14 novembre 2001.

pour l'amélioration de la fourniture de services de données à haut débit et de données de téléphonie mobile AMRC de troisième génération dans 31 villes qui sont actuellement insuffisamment desservies et dans 24 autres d'entre elles qui ne sont pas encore desservies. Dans le cadre de ce programme d'une valeur de 50,5 millions AUD, les mesures suivantes étaient également prévues:

- couverture ponctuelle de certaines autoroutes régionales;
- octroi d'un financement pour améliorer la couverture de la téléphonie mobile dans le sud-ouest de l'Australie occidentale au titre du projet Wireless West;
- système de subventions pour les combinés téléphoniques mobiles par satellite.

## 2) *Programme d'accélération du large bande de Telstra, Australie*

Telstra, principal opérateur de télécommunication de l'Australie, a élaboré une politique du large bande visant à attribuer jusqu'à 30 millions AUD en espèces ainsi qu'une certaine quantité de largeur de bande pour accélérer le développement de la technologie censée stimuler la croissance du large bande en Australie<sup>84</sup>. Selon les termes de l'accord, Telstra contribuera à hauteur de 10 millions AUD en espèces, de 20 millions AUD pour la largeur de bande et s'est engagé à doter le programme de contributions équivalentes à celles du secteur privé avec l'apport d'une somme supplémentaire de 15 millions AUD sur cinq ans. La stratégie déployée en matière de large bande par Telstra vise à stimuler et à accélérer le développement d'applications, d'outils ou de technologies à caractère novateur susceptibles de présenter un grand intérêt pour la diffusion du large bande aux entreprises et aux consommateurs australiens. Ce développement stimulera à son tour l'augmentation du nombre des abonnés et signifiera, en définitive, plus de recettes pour Telstra si bien que les consommateurs tout comme le secteur privé y trouvent leur compte<sup>85</sup>.

## 3) *Programme à large bande «Reach for the Clouds», Melbourne, Australie*

A Melbourne, une initiative locale de GreenPC, appelée «Reach for The Clouds», vise à fournir à chacun des 770 foyers un projet de logement à bas revenu appelé Atherton Gardens un ordinateur remis à neuf et entièrement gratuit qui permet de se connecter en ligne. Tous les habitants de ce lotissement ont été câblés avec un système à large bande ADSL. Les résidents peuvent utiliser gratuitement le service e-mail ainsi que l'Intranet de la communauté mais doivent payer pour se connecter au web. Le projet utilise des ordinateurs remis à neuf pour permettre à toute une communauté d'accéder au web. Le projet entend offrir à tous les résidents un accès gratuit à un PC dans leur propre domicile, créer un réseau informatique local pour la communauté (Intranet), assurer un accès aux communications Internet, apprendre aux résidents à utiliser un ordinateur, permettre une gestion communautaire du réseau et enfin, créer des possibilités de développement social dans les entreprises. Si ce projet est concluant, GreenPC déploiera des réseaux analogues dans 13 autres ensembles résidentiels pauvres de Melbourne.

## 4) *Personal Broadband Australia (PBA)*

En mars 2001, l'ACA (Australian Communications Authority) a procédé à une vente aux enchères de licences d'exploitation de systèmes 3G à 2 GHz pour toutes les grandes villes d'Australie, ces licences prenaient effet en octobre 2002 et avaient une durée de 15 ans. L'attribution de spectre à 2 GHz par l'ACA était conforme aux fréquences recommandées par l'UIT pour les systèmes IMT-2000<sup>86</sup> et respectait la politique neutre d'un point de vue technologique que suit l'Australie en matière de spectre, politique qui autorise les opérateurs australiens bénéficiant d'une licence à déployer n'importe quelle technologie qui respecte les critères adoptés en ce qui concerne les émissions et la coexistence entre systèmes. ACA a octroyé cinq licences, dont une à CKW Wireless qui a été créé en février 2001 pour mettre en place la

<sup>84</sup> «Telstra Sets Up Broadband Fund.» [www.dialelectronics.com.au/articles/8f/0c00e8f.asp](http://www.dialelectronics.com.au/articles/8f/0c00e8f.asp), 21 juin 2002.

<sup>85</sup> Voir [www.broadbandfund.telstra.com/about\\_home.htm](http://www.broadbandfund.telstra.com/about_home.htm) pour obtenir plus d'informations ainsi qu'une liste des projets bénéficiant d'un financement.

<sup>86</sup> Voir la Recommandation UIT-R M.1036, «Arrangements de fréquences applicables à la mise en œuvre de la composante de Terre des télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000) dans les bandes 806-960 MHz, 1 710-2 025 MHz, 2 110-2 200 MHz et 2 500-2 690 MHz».

technologie iBurst™ sur l'ensemble du territoire australien. En juin 2002, CKW avait été rebaptisé PBA (*Personal Broadband Australia*) et était devenu un partenariat entre plusieurs entreprises, notamment Ozemail, Vodafone, Crown Castle, TCI, UT Starcom ainsi que les actionnaires. Après un essai fructueux qui s'est terminé en novembre 2003, un «lancement en douceur» a été programmé en décembre 2004 et le service iBurst pleinement commercial a été lancé le 19 mars 2004.

PBA propose une nouvelle solution pour l'accès à l'Internet et à des informations relatives aux sociétés lorsque l'on peut compter sur des connexions haut débit sécurisées chaque fois que l'on en a besoin, et où que l'on se trouve. L'utilité de nombreuses applications de données existantes est beaucoup renforcée et il est possible de développer de nouvelles applications captivantes qui étaient impossibles avant l'existence d'iBurst. PBA construit des réseaux et fournit des services. Le réseau iBurst offre le premier service de ce type disponible commercialement dans le monde. Basé sur une technologie brevetée de ArrayComm et utilisant un équipement fourni par Kyocera Corporation, le réseau iBurst utilise la technologie HC-SDMA normalisée par l'ATIS (Alliance of Telecommunications Industry Solutions), organisation de normalisation reconnue par l'ANSI. Les systèmes HC-SDMA utilisent le spectre beaucoup plus efficacement que les systèmes de télécommunications mobiles antérieurs puisque chaque nœud radio peut offrir un service large bande à 1 Mbit/s à des milliers d'utilisateurs simultanément. Avec le service iBurst de PBA, les abonnés peuvent conserver leurs connexions lorsqu'ils se déplacent d'une pièce à une autre, d'une banlieue à une autre; le réseau assure un transfert intercellulaire transparent à des vitesses analogues à celles de véhicules, fournissant ainsi un service entièrement mobile.

PBA est un fournisseur en grande connectivité iBurst et se concentre sur ses atouts, à savoir la mise en place et la gestion de l'infrastructure de son réseau. Elle revend son service par l'intermédiaire de partenaires choisis qui sont spécialisés dans la fourniture de services Internet et de services mobiles. PBA est positionné pour devenir le leader du marché pour les services Internet, mobiles large bande en Australie. Avec sa technologie iBurst unique, PBA peut offrir une connectivité à l'Internet ou à des données sur les sociétés à un coût et une qualité que l'on ne pouvait avoir qu'avec des connexions fixes.

### **III.3.2 Chine: Le développement des services et des applications large bande en Chine**

#### **Développement des services large bande en Chine**

Fortement stimulé par des opérateurs de premier plan du large bande comme China Telecom et China Netcom, le marché chinois des services large bande progresse et connaît, après une phase de mise en route, une rapide expansion. Si l'on en croit les statistiques fournies par le Ministère chinois de l'industrie et de l'information, on comptait pour la seule année 2002 3,34 millions d'abonnés au large bande sur l'ensemble du marché des télécommunications. Une année plus tard, ce chiffre était passé à 11,15 millions et 6,58 millions de nouveaux abonnés se sont ajoutés au cours des premiers six mois de 2004, ce qui porte le total à 17,17 millions (source: [www.mii.gov.cn/mii/hyzw/tongji/yb/tongjiyuebao200406.htm](http://www.mii.gov.cn/mii/hyzw/tongji/yb/tongjiyuebao200406.htm)), 80% de ces abonnés étant des abonnés ADSL.

Grâce à la forte dynamique donnée par China Telecom, China Netcom et d'autres opérateurs de réseaux large bande, le marché chinois du large bande entre rapidement dans une période de forte croissance comme le montrent les éléments suivants:

- Le nombre d'abonnés au large bande a atteint la barre des 10 millions fin 2003.
- La largeur de bande des passerelles internationales Internet en Chine était de 27 Gbit/s en 2003.
- La généralisation progressive des applications large bande, notamment les multiples logiciels vidéo et logiciels de jeu de forte capacité, etc.
- Les efforts zélés de la part des fournisseurs d'applications Internet et des opérateurs à la recherche d'un mécanisme de coopération qui a conduit à une explosion des entreprises spécialisées dans les contenus d'applications large bande, à l'émergence d'une écochaîne pour l'industrie de l'Internet large bande et à des progrès considérables dans la recherche d'un modèle de fonctionnement pour les services de réseau à valeur ajoutée.

L'explosion du nombre d'abonnés a contribué à l'expansion du marché des équipements large bande sur lequel les opérateurs ont été incités à acheter en grosse quantité, ce qui a fait baisser les coûts. Le prix de la ligne ADSL n'a cessé de baisser, passant de 1800 yuan RMB (environ 200 dollars USD) en 2000 à 1000 yuan RMB (environ 120 dollars USD) pendant le second semestre de 2001 puis à 600 yuan RMB (112 dollars USD) pendant le premier trimestre de 2002, 550 yuan RMB (66 dollars USD) pendant le second semestre de 2002, 430 yuan RMB (52 dollars USD) pendant la première moitié de 2003 et enfin 320 yuan RMB (39 dollars USD) pendant le second semestre de la même année. Le prix peu élevé des équipements large bande a fait baisser considérablement les dépenses d'exploitation pour les opérateurs, ce qui leur a permis de baisser leurs prix et d'attiser ainsi plus de clients. A l'évidence, la croissance du nombre d'abonnés chinois au large bande est auto-entretenu.

Selon un rapport de l'Academy of Telecommunication Research relevant du Ministère de l'industrie et de l'information de Chine, le nombre d'abonnés dans l'ensemble du pays devrait passer de 51,15 à 58,40 millions en 2006, ce qui représente une augmentation de 358 à 423% par rapport aux chiffres de 2003.

**Tableau 1 – Prédiction de la croissance du nombre d'abonnés au large bande en Chine pendant la période 2004-2006 (en millions)**

		2004	2005	2006
Estimations optimistes	Utilisateurs de l'accès au large bande	25,28	40,79	58,40
	Taux de croissance annuel	107%	61%	43%
Estimations prudentes	Utilisateurs de l'accès au large bande	23,19	36,32	51,15
	Taux de croissance annuel	90%	57%	41%

*Source: Academy of Telecommunication Research relevant du Ministère de l'industrie et de l'information de Chine.*

### Développement des applications large bande en Chine

Plusieurs années de concurrence acharnée sur le marché chinois du large bande ont fait comprendre aux opérateurs que ce sont avant tout les applications et non l'accès seul qui stimuleront le développement des services large bande et qu'il est donc impératif de mettre en place un modèle de chaîne industrielle large bande intégré permettant un développement sûr et durable du marché large bande. Après l'ouverture à la concurrence et le phénomène de regroupement des entreprises observé en 2003 et 2004 sur le marché du large bande chinois, les fournisseurs d'équipements, les opérateurs de télécommunication, les fournisseurs de services à valeur ajoutée et les fournisseurs de contenus ont formé une chaîne de valeur.

En 2003 et 2004, la chaîne industrielle du large bande en Chine a bien progressé avec «ChinaVNet» de China Telecom, «TTZX» de China Netcom et d'autres marques large bande; des modèles opératoires ont été mis en place et mis en œuvre et le marché du large bande s'est tourné vers le développement des applications plutôt que l'élargissement de l'accès. Le regroupement de la chaîne industrielle du large bande opéré par China Telecom et China Netcom, deux fournisseurs de premier plan sur le marché chinois du large bande, aura une incidence décisive sur le développement de ce marché.

- **«ChinaVNet» de China Telecom**

En tant que marque de services applicatifs unifiée à l'échelle du pays et en tant que modèle de taxation pour les services applicatifs et d'information, ChinaVNet ([www.chinavnet.com/chpage/c1/](http://www.chinavnet.com/chpage/c1/)), en utilisant un modèle mutuellement avantageux, aide les fournisseurs de services Internet à valeur ajoutée, les fournisseurs de contenus et les opérateurs de réseaux de télécommunication à réaliser ensemble leur potentiel commercial.

En tirant pleinement parti des ressources de ses plates-formes d'appui aux abonnés, aux réseaux et aux applications ainsi que de son réseau de vente, de son service clients et de ses canaux de promotion, China Telecom espère créer un écosystème propice au développement de l'industrie de l'Internet, développer un nouveau modèle économique pour les services Internet et offrir aux utilisateurs de l'Internet un vaste ensemble de services applicatifs d'information et de contenu en regroupant les contenus et les applications de ses partenaires pour que toutes les parties concernées, à savoir les utilisateurs, les partenaires de ChinaVNet et China Telecom lui-même puissent en bénéficier.

Ayant une vocation à la fois ludique, informative et pratique, les contenus et les applications offerts par ChinaVNet couvrent des métiers et des secteurs très divers, notamment les loisirs, l'éducation, les valeurs mobilières, la consultance, le commerce électronique, les services publics, les applications commerciales, etc. En encourageant l'idée «de partager les ressources, de tirer parti des forces des uns et des autres, et de travailler pour le bien commun et en adhérant aux principes d'ouverture et de regroupement, les opérateurs de ChinaVNet ont créé un modèle économique gagnant-gagnant grâce auquel les fournisseurs de services et une multitude d'autres partenaires constituant les maillons de la chaîne industrielle peuvent atteindre leurs propres objectifs commerciaux. Dans le même temps, China Telecom a lui aussi mis ses ressources à disposition, par exemple son réseau, sa base de clients, son modèle de taxation, son vaste réseau de vente, ses services de suivi de la clientèle et de promotion et a proposé aux fournisseurs de services d'assurer, pour leur compte, des services comme l'authentification et l'autorisation des utilisateurs et la collecte des taxes. En outre, China Telecom fera de son mieux pour offrir aux fournisseurs de services un ensemble de services pratiques, notamment l'accès au réseau, l'IDC, un réseau de distribution de contenus multimédias et l'échange de contenus multimédias.

Depuis que China Telecom l'a commercialisé le 15 septembre 2003, ChinaVNet a été mis en service dans les provinces de Guangdong, de Zhejiang et de Jiangsu ainsi que dans d'autres provinces et d'autres villes. Fin décembre 2003, China Telecom était devenu le plus gros opérateur sur le marché national du large bande, totalisant 7,35 millions d'abonnés dont près de 3 millions sont des abonnés enregistrés de ChinaVNet. Plus de 260 partenaires ont passé des contrats avec ChinaVNet. Sur les 263 partenaires fournisseurs de services sur l'ensemble du territoire, 28 travaillent directement avec le centre national de ChinaVNet. En 2004, ChinaVNet aura accès à plus de 100 fournisseurs de services par l'intermédiaire de la plate-forme de son centre national et donnera priorité au lancement de quatre lignes de produits, à savoir les divertissements large bande, les jeux en ligne, les communications instantanées et les applications d'entreprises à cette fin, ChinaVNet construira la plus grande plate-forme de divertissement large bande, un supermarché de vente de films de cinéma et une musicothèque en ligne, mettra en place avant la fin de 2004 un système unifié de cartes de crédit à prépaiement pour les jeux en ligne pour étendre sa couverture à 80 jeux en ligne offerts par divers opérateurs dont les 40 plus grands opérateurs de jeux en ligne en Chine, et multipliera les efforts pour développer des services comme les communications instantanées, le courrier électronique, la protection contre les virus en ligne et le téléapprentissage.

- **China Byte de China Netcom**

Pour réagir à la mise en place du réseau ChinaVNet de China Telecom, China Netcom s'est associée à un certain nombre de sociétés d'investissement pour créer à Pékin en février 2004 la China Byte Corporation. «TTZX», portail large bande construit grâce aux efforts méthodiques de China Netcom, est entré en service au même moment, constituant la première initiative de China Netcom pour élargir sa stratégie concernant les services large bande à valeur ajoutée. Le site web de TTZX cible les utilisateurs ordinaires de l'Internet et fournit des services d'information large bande spécialisés en utilisant un mécanisme analogue à un canal de télévision; le contenu est unique et axé sur la télévision, récréatif, destiné à la famille et de grande qualité. Ce que TTZX essaie d'atteindre, c'est avant tout de satisfaire les besoins de clients ordinaires et des foyers; deuxièmement, de développer un système de fourniture de contenus spécialisés et de services qui soit aussi faciles à exploiter que des canaux de télévision pour faciliter l'accès au réseau pour les utilisateurs; et troisièmement, de fournir un nombre toujours croissant de services vidéo multimédia large bande.

China Byte est une société à responsabilité limitée constituée par China Netcom, IDG et un certain nombre d'autres sociétés d'investissement de renommée mondiale fournissant essentiellement différents services – contenus Internet, contenus large bande, des jeux – qui sont facturés aux appelants, le portail large bande de China Netcom et des services de télécommunication à valeur ajoutée.

La société China Byte offrira trois catégories de services, plus exactement un portail large bande, des services vocaux à valeur ajoutée (par exemple le service vocal sur l'ensemble du territoire auquel on a essentiellement accès à l'aide d'un numéro centralisé (116XX), un commerce par téléphone, un centre d'appel et un service de renseignements téléphoniques, etc.) et des services hertziens à valeur ajoutée (essentiellement SMS et services de coordination de réunions), les services vocaux et le portail large bande étant lancés les premiers. China Byte adoptera le même mode opératoire que «Montenet» de China Mobile et sera un partenaire de nombreux fournisseurs de services dans tout le pays pour offrir un énorme volume d'informations multimédia en plus des informations à bande étroite qui sont déjà fournies, fidèle à sa stratégie commerciale qui est de privilégier le côté application dans les services de contenu.

Sélective dans le choix de ses projets, China Netcom recherche assidûment un modèle de coopération avantageux pour tous. En dehors de TTZX, elle a exploré d'autres modalités de coopération, désireuse de progresser davantage dans le domaine des applications large bande.

Modèle de coopération 1: compte tenu de la situation du marché et des capacités de service, China Netcom élabore plus avant le logiciel qui est déjà consolidé, le modem et d'autres produits provenant de fournisseurs d'équipements d'utilisateur final afin d'offrir une meilleure qualité de service aux utilisateurs de l'accès large bande. En collaboration avec des vendeurs de terminaux et d'ordinateurs bien établis, China Netcom a commencé à mettre au point des terminaux d'accès au réseau simples afin d'abaisser le seuil pour les utilisateurs. China Netcom et ses partenaires ont donc commercialisé sous une marque commune des ordinateurs ayant des fonctionnalités d'accès large bande intégrées et ont regroupé les ventes de terminaux avec celles de services large bande.

Modèle de coopération 2: China Netcom coopère activement avec le monde extérieur et tient pleinement compte des besoins des utilisateurs lors de la mise au point, de la mise à niveau ou de la gestion des canaux de contenu.

Modèle de coopération 3: en créant une chaîne industrielle, China Netcom et les sociétés de communication au niveau des provinces construiront ensemble une plate-forme de services de réseau centralisée permettant de fournir à d'autres entreprises des services d'accès, d'authentification et de facturation et d'encourager le regroupement des ventes de terminaux et de services large bande en coopération avec les ICP/les ISP et les fabricants de terminaux.

## III.4 Europe

### III.4.1 Le Plan d'action eEurope 2005

L'initiative eEurope, proposée pour la première fois par la DG INFSO (Direction Générale – Société de l'information) fin 1999, a été approuvée par le Conseil européen à Feira en juin 2000. Son objectif, ambitieux, est de donner un accès en ligne à tous les citoyens, à toutes les écoles et à toutes les entreprises et d'exploiter le potentiel de la nouvelle économie pour favoriser la croissance, l'emploi et l'intégration. Le premier Plan d'action eEurope 2000-2002 avait trois objectifs: fournir un accès à l'Internet moins cher, plus rapide et plus sûr, investir dans les hommes et les compétences et promouvoir l'utilisation de l'Internet. Il comprenait 64 objectifs, qui avaient presque tous été atteints fin 2002.

La deuxième étape, à savoir le **Plan d'action eEurope 2005**, a été approuvée en 2002 par le Conseil européen à Séville. L'objectif de l'initiative eEurope 2005 est de doter l'Europe de services publics en ligne modernes (gouvernement électronique, services d'apprentissage électroniques, services de télésanté) et d'instaurer un environnement dynamique pour les affaires électroniques (ebusiness). Pour faciliter le déploiement de ces services, il est nécessaire de généraliser la mise à disposition d'un **accès large bande** à des prix concurrentiels ainsi que l'accès à une infrastructure d'information sécurisée.

*Objectifs de l'initiative eEurope 2005*

L'objectif du nouveau Plan d'action est de créer un environnement favorable à l'investissement privé et à la création d'emplois, de stimuler la productivité, de moderniser les services publics et de donner à chacun la possibilité de participer à la société mondiale de l'information. L'initiative eEurope 2005 vise par conséquent à stimuler le développement de services, d'applications et de contenus sécurisés, en exploitant une infrastructure à large bande abondamment disponible.

*Les défis de l'initiative eEurope 2005*

La société de l'information possède un énorme potentiel inexploité pour améliorer la productivité et la qualité de vie. Ce potentiel croît grâce au progrès technologique du large bande et de l'accès à l'aide de plates-formes multiples, c'est-à-dire la possibilité de se connecter à l'Internet par d'autres moyens que les PC, notamment la télévision numérique et les systèmes de communication mobile de troisième génération. Ces évolutions ouvrent des perspectives économiques et sociales énormes. De nouveaux services, de nouvelles applications et de nouveaux contenus créeront de nouveaux marchés et donneront les moyens d'accroître la productivité et, partant, la croissance et l'emploi dans l'ensemble de l'économie. Ils procureront aussi aux individus un accès plus pratique aux outils de l'information et de la communication.

*Les objectifs de l'initiative eEurope 2005*

L'initiative eEurope 2005 prévoit plusieurs mesures afin de résoudre simultanément deux aspects du problème. Du côté de la demande, les mesures dans le domaine du gouvernement électronique, de la télésanté, de l'apprentissage électronique et des affaires électroniques visent à stimuler le développement de nouveaux services. En plus de l'offre de services de meilleure qualité et moins chers, les pouvoirs publics peuvent faire usage de leur pouvoir d'achat pour regrouper la demande et susciter un élan déterminant en faveur de la mise en place de nouveaux réseaux. Du côté de l'offre, les mesures dans le domaine du large bande et de la sécurité devraient avoir pour but d'accélérer la mise en place d'infrastructures.

L'un des principaux domaines visés par l'initiative eEurope 2003 est le large bande:

A l'heure actuelle, le moyen le plus répandu d'avoir accès à l'Internet consiste à passer par des connexions téléphoniques, service à bande étroite qui utilise le réseau téléphonique local existant et dont la tarification est généralement établie en fonction de la durée. Le principal problème consiste à accélérer la transition entre les communications fondées sur des réseaux à bande étroite et les communications fondées sur des réseaux à large bande, en offrant en permanence un accès à haut débit à l'Internet. Les grandes entreprises, qui ont achevé leur transition vers le large bande, doivent maintenant privilégier le marché grand public pour faire en sorte que le large bande soit mis à la disposition de tous les abonnés privés ainsi que des petites et moyennes entreprises.

Le large bande encourage l'utilisation de l'Internet et permet d'utiliser toutes sortes d'applications et de services. Il trouve des applications dans des domaines aussi divers que les affaires électroniques, le cyberapprentissage, la cybersanté et l'administration en ligne, en améliorant les fonctionnalités et la qualité de ces services, et contribue à généraliser l'utilisation de l'Internet. A ce titre, on considère que le large bande constitue une infrastructure essentielle pour réaliser les gains de productivité qu'une utilisation plus efficace de l'Internet permet d'obtenir.

Pour être accessible à tous, les politiques générales dans le domaine du large bande doivent également tenir compte du potentiel qu'offrent les différentes plates-formes de communication qui voient actuellement le jour, par exemple les systèmes 3G et la télévision numérique. Ces plates-formes multiplient les moyens grâce auxquels les utilisateurs peuvent avoir accès au large bande et en tirer parti, contribuant ainsi à la réalisation de l'objectif visant à créer une société de l'information pour tous.

*Mesures prises dans le cadre de l'initiative eEurope 2005*

Le Plan d'action eEurope repose sur deux groupes de mesures qui se renforcent mutuellement. D'une part, il vise à stimuler les services, les applications et les contenus, couvrant à la fois les services publics en ligne et les affaires électroniques. D'autre part, il vise à remédier aux problèmes des infrastructures à large bande sous-jacente et aux questions de sécurité.

(voir le site [www.europe.eu.int/information\\_society/eeurope/index\\_en.htm](http://www.europe.eu.int/information_society/eeurope/index_en.htm))

*Mise en œuvre du Plan d'action eEurope en Espagne: programme «Internet rural»*

En mars 2002, le Conseil européen de Barcelone a élaboré un plan stratégique en vue d'instaurer une société de l'information dans toute l'Europe d'ici à 2005. En juin 2002, le Plan d'action eEurope a été approuvé et le programme «Internet rural» a été élaboré. L'objectif de ce projet était d'installer une série de points d'accès publics à l'Internet permettant à tous les habitants d'une région donnée d'avoir accès à l'Internet, de préférence à l'aide d'une connexion large bande.

Les objectifs du projet «Internet rural» sont les suivants:

- assurer une connectivité avec des services Internet large bande;
- installer des points d'accès publics dans les centres-villes;
- créer des services d'installation et de maintenance;
- mettre en place des centres de contrôle et de commande centralisés;
- mettre en place des portails de service dans les zones rurales;
- offrir des possibilités de connectivité;
- mettre à disposition des ressources financières.

Une simulation du projet «Internet rural» a été faite sur la base des critères suivants:

- La simulation a été faite dans les municipalités qui ne sont pas desservies par l'ADSL ou le câble.
- Il s'agissait de garantir la couverture d'au moins 40% de la population n'ayant pas accès actuellement à l'Internet large bande.
- Cette étude et les critères précités s'appliquaient à des municipalités d'au moins 1 200 habitants. Dans le cas de municipalités plus petites (800 ou 500 habitants), l'objectif consistant à assurer la couverture d'au moins 40% de la population a été revu à la baisse.

Les résultats de la mise en œuvre du programme sont présentés dans les figures ci-après:

	Situation actuelle sans DSL	Mise en œuvre du programme	% de mise en œuvre	Situation finale sans accès au large bande
<b>Population</b>	5 177 305	3 808 231	73,56%	1 369 074
<b>Municipalités</b>	6 414	1 853	28,89%	4 561

### III.4.2 Irlande

#### *Etude de cas sur le large bande dans la région du sud-ouest de l'Irlande<sup>87</sup>*

La région du sud-ouest de l'Irlande couvre une superficie de 12 100 km<sup>2</sup> pour une population de 580 000 habitants dont plus de la moitié vit dans la ville de Cork et ses environs immédiats. Tout comme dans de nombreux pays modernes, l'activité commerciale et industrielle de la région se déploie principalement dans la capitale régionale et sa zone métropolitaine. L'agriculture connaît des tensions et le secteur n'est plus à même d'assurer un niveau de subsistance durable pour de nombreux fermiers, en particulier ceux qui vivent dans les zones les plus reculées. Dans ce type de région, les compagnies téléphoniques se sont concentrées sur les zones les plus peuplées qui offrent les meilleurs rendements en termes commerciaux ou financiers.

<sup>87</sup> McAleer, John, «Local communities providing broadband for themselves», [www.swra.ie/broadband](http://www.swra.ie/broadband), jmcaleer@swra.ie, juin 2003.

La South West Regional Authority (SWRA) compte vingt-quatre représentants élus et a pour mission de promouvoir l'offre coordonnée des services publics dans la région. Dans le cadre des travaux qu'elle a menés en vue du développement de la société de l'information, la SWRA a reconnu que même si le marché était entièrement libre, les fournisseurs de télécommunication ne sont vraisemblablement pas prêts à proposer le large bande aux zones marginalisées car la probabilité que cette technologie soit rentable est faible. Cette autorité a également reconnu que les incitations financières propres à attirer de nouveaux venus sur le marché ne donnent pas toujours de bons résultats, surtout lorsque le marché rural est exigu. Telles ont été les circonstances qui ont incité la SWRA à essayer et de faire quelque chose pour elle-même, quelque chose qui soit différent.

Il est ressorti des recherches de la SWRA que le lent déploiement de la technologie DSL ne touchait que les villes de plus de 6 000 habitants. Etant donné que la majorité des villes du sud-ouest de l'Irlande en compte beaucoup moins, la SWRA a alors opté pour la technologie hertzienne à qui bon nombre de pays accordent de plus en plus la préférence et pour la disponibilité du large bande que permettent les satellites. La SWRA a décidé d'essayer de combiner ces deux technologies, avec une interface intelligente. Fin 2002, elle a saisi l'Agence spatiale européenne d'une proposition visant à lancer un programme de recherche sur l'utilisation combinée des technologies satellitaire et hertzienne, dont les résultats pourraient bénéficier à de nombreuses régions qui ont du mal à implanter le large bande dans les villes éloignées. Cette proposition a été acceptée et la SWRA a commencé à travailler sur le projet «South West Broadband» en février 2003.

La proposition était la suivante: tester un satellite comme moyen d'accès au large bande, valider la technologie via toute une série d'essais en vraie grandeur dans différents domaines: cybergouvernement, appui aux entreprises, cybermédecine et téléenseignement. La SWRA a eu la chance de recevoir de nombreuses offres de participation au programme des principaux acteurs jouant un rôle dans les communications satellitaires et hertziennes. Quatorze essais en vraie grandeur sont maintenant opérationnels et la technologie satellitaire est utilisée parallèlement aux réseaux locaux hertziens pour fournir un accès large bande.

Un des principaux avantages économiques du programme de la SWRA est que l'on peut en principe installer un système satellitaire/hertzien en quelques jours à peine et que le coût total d'un LAN fonctionnant en liaison avec un satellite est de l'ordre de 25 000 euros. La SWRA a comparé le lancement de cette technologie avec celui de la fibre où le coût de la pose d'une conduite en plastique équivaut à environ 150 000 euros par kilomètre puis aux coûts importants qu'il faut engager pour fournir la fibre, l'éclairer et enfin, établir la connexion du «dernier kilomètre» jusqu'aux utilisateurs. L'approche économique de la SWRA est telle que le coût annuel, y compris l'installation, de l'exploitation d'un réseau local hertzien/par satellite, peut atteindre tout au plus 20 000 euros par an. Sur cette base, avec 40 clients au total, les taxes de raccordement peuvent atteindre 25 euros par mois seulement pour les particuliers et 60 euros seulement pour les petites entreprises.

La politique adoptée par la SWRA est une politique de viabilité des produits et des services, sans but lucratif, les recettes tirées du service étant réinvesties dans la mise en œuvre du large bande par satellite/hertzien dans des communautés encore même plus petites. La SWRA a également adopté une approche intégrant la totalité des communautés locales avec qui elle participera comme partenaire dans chaque ville pour élaborer et arrêter les conditions de service, en consultation avec les représentants des communautés locales. Les autorités de la région jouent également leur rôle de partenaire et fournissent les locaux abritant les équipements. Le succès remporté par le programme à large bande de la SWRA a incité cette autorité à demander sa propre licence d'opérateur de télécommunication et l'une des principales conclusions qu'elle a tirées est la suivante: «il faut penser à agir pour soi» et invite tous les intéressés à prendre contact avec elle pour leur fournir plus d'informations en la matière.

### III.4.3 Norvège

#### 1) *Plan d'action eNorway*

En Norvège, conformément au Plan d'action eNorway, le but des pouvoirs publics est de faire en sorte que le large bande soit disponible sur le marché dans toutes les régions du pays. Les écoles primaires, les bibliothèques publiques ainsi que les services administratifs des autorités locales auront la possibilité

d'acquérir une connexion à large bande à un prix concurrentiel en 2005. A la fin de 2003, un système équivalent sera aussi proposé à tous les collèges d'enseignement secondaire<sup>88</sup>. Une des grandes priorités du gouvernement sera également de stimuler le déploiement du large bande dans les municipalités norvégiennes, à l'usage des autorités locales. L'utilisation généralisée des communications large bande par le secteur public est censée contribuer dans une très large mesure au bon fonctionnement du marché des services à large bande, en rendant ces services plus disponibles pour les petites et moyennes entreprises ainsi que pour les consommateurs<sup>89</sup>.

## 2) *Projet Modalen, Norvège*

En Norvège, le projet Modalen, qui a été lancé en 2000-2001 par un consortium de sociétés de technologies de l'information à Modalen, Norvège, permet d'accéder à l'Internet via des réseaux à large bande. Comme la principale ville la plus proche de Modalen se trouve à plus d'une heure de distance, le projet visait à fournir à chaque famille, entreprise, organisme public, organisation, école et institution que compte la ville de 400 habitants un accès à la technologie à large bande en utilisant le poste de télévision comme interface utilisateur. Grâce à ce projet, il est ressorti d'un sondage Gallup, réalisé en mai 2001, que l'accès à l'Internet au travail, à domicile et à l'école était plus élevé à Modalen que dans le reste de la Norvège et que les résidents de cette ville passaient plus de temps en ligne que le reste des habitants du pays<sup>90</sup>.

### III.4.4 Suède

La Suède a une longue tradition en matière d'informatique et de télécommunications. Elle a été parmi les premiers utilisateurs de la fibre optique, marché où elle s'est imposée à la fin des années 80 et au début des années 90 grâce aux efforts d'Ericsson et de Telia, en collaboration avec des centres de recherche universitaires. La Suède a également été parmi les premiers pays à s'équiper en ordinateurs personnels à domicile et dispose aujourd'hui de l'un des taux de pénétration d'ordinateurs personnels par habitant les plus élevés du monde. Elle a très rapidement opté pour les communications mobiles, conjointement avec les autres pays nordiques, et Ericsson et Nokia (Finlande) figurent parmi les principaux fournisseurs de systèmes et de terminaux mobiles. Au cours des années 90, le gouvernement a pris un certain nombre de mesures pour déréglementer le marché des télécommunications et la Suède est aujourd'hui l'un des pays les plus déréglementés du monde, où le marché est placé sous la supervision de l'autorité suédoise de régulation des télécommunications (PTS – *Post och Telestyrelsen*).

A l'heure actuelle, le marché du large bande en Suède est soumis à une âpre concurrence: 20% des ménages disposent d'un accès large bande et l'opérateur numéro un dans ce secteur, TeliaSonera, détient une part de marché de 42%. TeliaSonera utilise essentiellement la transmission DSL et exerce un quasi-monopole sur le réseau d'accès sur lignes métalliques mais est tenue, en vertu de la loi, d'offrir ce réseau à ses concurrents. Bredbandbolaget, qui occupe le deuxième rang du secteur, détient 23% de part de marché et exploite le plus gros réseau suédois d'accès par fibre optique jusqu'au domicile (FTTH). Dans le secteur des entreprises, les principaux protagonistes sont TeliaSonera, Song Network et Telenor. Plus de 200 opérateurs sont présents sur le marché suédois, dont la plupart sont détenus par des collectivités ou des sociétés productrices d'énergie desservant des districts urbains. Les principales technologies d'accès sont les techniques DSL (part de marché: 55%) et la fibre optique jusqu'au domicile (FTTH) (part de marché de près de 20%, sur la base des technologies LAN (réseau local) et Ethernet)). Dans le cadre du programme d'accès large bande financé par les pouvoirs publics, une distinction est faite entre propriétaires de réseau et fournisseurs de services, en ce sens qu'un utilisateur final a le choix entre un grand nombre de fournisseurs de services et réciproquement.

La Suède est sur le point de lancer un réseau multiservice issu de la convergence qui offrira une large gamme de services – Internet, téléphonie et télévision, triple play – tous fondés sur le protocole IP. Certains opérateurs DSL intègrent actuellement la téléphonie sur Internet dans leur offre de services et envisagent

---

<sup>88</sup> Voir [www.odin.dep.no/archive/nhdvedlegg/01/03/eNorw040.pdf](http://www.odin.dep.no/archive/nhdvedlegg/01/03/eNorw040.pdf)

<sup>89</sup> Voir [www.hoykom.net](http://www.hoykom.net)

<sup>90</sup> Présentation du sondage Gallup de la Norvège, atelier de l'OCDE sur le large bande, 5 décembre 2001.

même d'inclure dans cette offre la télévision. Les opérateurs de télévision, qui proposent aujourd'hui un accès normal à la télévision et à l'Internet, ont commencé à mettre en œuvre des services de téléphonie sur l'Internet sur le réseau de câbles coaxiaux. L'accès FTTH avec services triple play est possible pour certaines activités commerciales à petite échelle.

En Suède, l'accès large bande est un élément essentiel de la mise en place de services de cybergouvernance 24 h sur 24, visant à rationaliser le secteur de la santé par le biais de la cybersanté, à offrir des services de téléenseignement et à renforcer la démocratie locale ainsi que l'accès à l'information à l'échelon local.

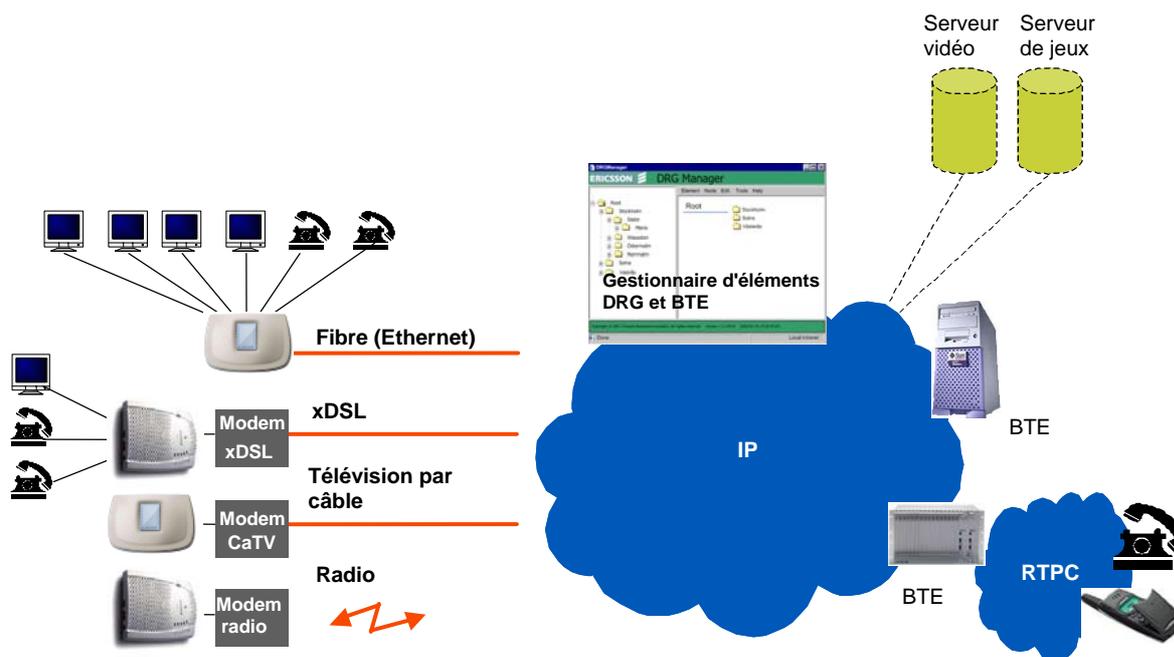
Le lancement de services triple play a ouvert un nouveau marché pour les entreprises qui mettent au point des boîtiers adaptateurs basés IP et des passerelles résidentielles dans le cadre des activités de recherche menées par Ericsson et Telia. A titre d'exemple, 42 réseaux ont conçu une solution d'accès large bande de bout en bout pour le raccordement de différents types d'équipement d'abonné à l'Internet.

Le passage à un réseau large bande IP qui est issu de la convergence entre l'Internet, les télécommunications et la radiodiffusion pose assurément un certain nombre de problèmes aux chercheurs. Pour vérifier les spécifications applicables aux services et aux infrastructures, différentes expérimentations associant les utilisateurs finals ont été faites en Suède. Ainsi, les essais de services large bande effectués au niveau national par l'Institut de recherche Acreo font intervenir plus de 15 fournisseurs, plus de 15 opérateurs, plus de 10 universités et plusieurs collectivités publiques.

Exemple d'installation large bande au nord de Stockholm, Sollentuna Energy offre un réseau avec plus de 12 000 terminaux d'accès large bande installés. Les services actuellement fournis sont les suivants: Internet (avec 4 ISP), TV (jusqu'à 18 chaînes), cinéma (vidéo à la demande), Intranet pour les informations locales et la téléphonie large bande.

Les solutions large bande de bout en bout proposées par Ericsson permettent aux opérateurs et aux fournisseurs de services d'établir la base d'un système de prestation de divers services large bande: Internet à haut débit, vidéo à la carte, téléphonie VoIP, etc. Le «portefeuille» se compose de trois éléments, la passerelle numérique privée (DRG, *digital residential gateway*), le module de téléphonie large bande (BTE, *broadband telephony enabler*) et le gestionnaire d'éléments DRG/BTE (*DRG/BTE element manager*), qui recouvrent les éléments représentés à la Figure 1 ci-dessous.

Figure 1 – Solution «Managed Broadband Telephony» de 42 Networks



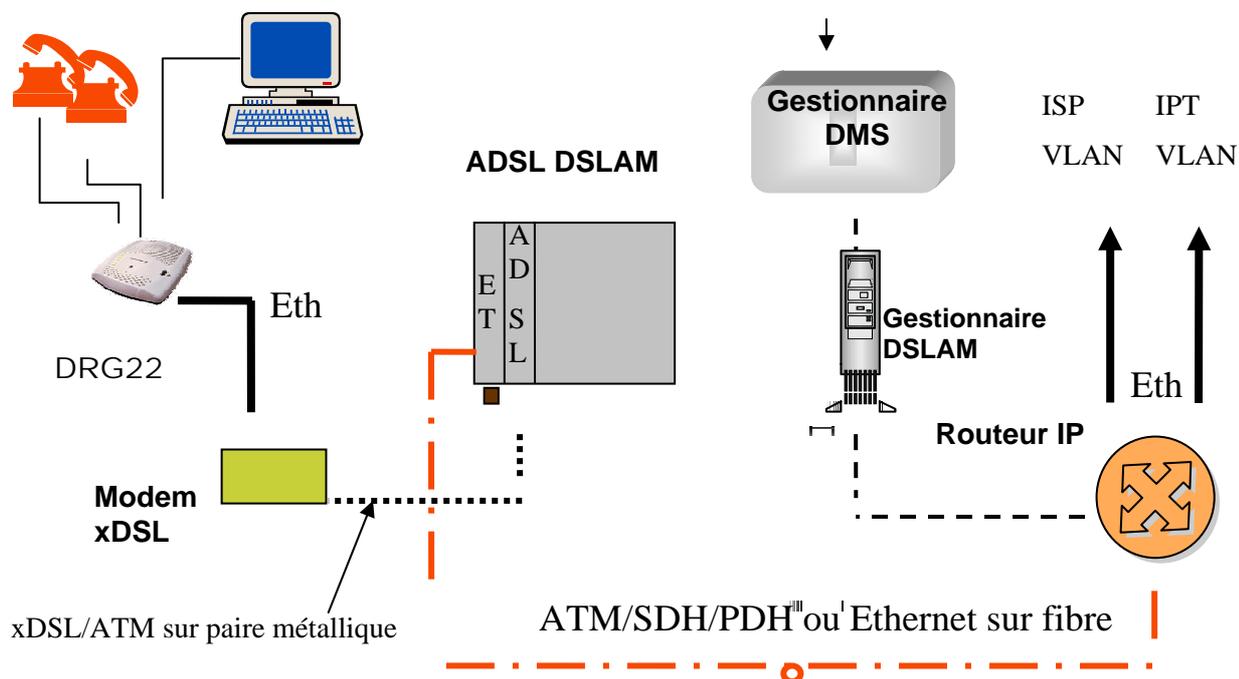
### Passerelle numérique d'abonné privé (DRG)

Des modules DRG peuvent être connectés au réseau IP soit par l'intermédiaire de modems (xDSL, CaTV ou radio) soit par des convertisseurs optiques/électriques pour fibres monomodes ou multimodes (connexion Ethernet). Les modules DRG permettent aux utilisateurs finals de continuer d'utiliser leur téléphone ou leur télécopieur analogiques existants tout en bénéficiant d'une téléphonie de haute qualité sur un réseau IP. A chaque port téléphonique, il est possible de raccorder en tandem jusqu'à 5 combinés téléphoniques. En raccordant un module extérieur à l'un des ports Ethernet, le service de vidéo à la carte peut être fourni simultanément sur la liaison téléphonique et sur la liaison Internet à haut débit. Les ports donnent également à l'utilisateur final la possibilité de raccorder au module plusieurs ordinateurs et imprimantes. Les modules DRG avec convertisseurs optiques/électriques intégrés permettent une installation FTTH ou SoHo.

Le gestionnaire d'éléments DRG permet à l'opérateur ou au fournisseur de services de gérer et de configurer à distance jusqu'à 200 000 unités de l'installation. Un opérateur peut établir des paramètres concernant par exemple la technologie VLAN, la téléphonie IP et le filtrage des paquets à l'aide de messages SNMPv1.

Le réseau d'abonnés résidentiels reproduit à la Figure 2 est raccordé par des fils métalliques à un multiplexeur de lignes d'abonné numérique (DSLAM) via une connexion Ethernet établie entre le modem xDSL et le module DRG22. Les signaux de la terminaison de commutateur (ET) sont transmis sur un réseau en fibre vers le routeur IP et le réseau LAN virtuel. Le système de gestion des opérateurs gère les gestionnaires DRG et DSLAM afin d'assurer une gestion de bout en bout.

Figure 2 – Exemple de mise en œuvre du système DRG



Le module BTE est l'élément central de la solution VoIP de bout en bout. Il regroupe un portier, une passerelle et un gestionnaire d'éléments de qualité exploitant. La solution repose sur les normes les plus couramment utilisées aujourd'hui. Les principales caractéristiques intéressantes du système sont la modularité, la capacité, la redondance et la gamme de services.

Un certain nombre de solutions Ericsson peuvent être intégrées avec la solution VoIP de bout en bout: Ethernet public, installations actives et passives de réseau à fibres optiques, solutions d'accès Ethernet xDSL.

Les systèmes DRG et BTE, de pair avec les gestionnaires d'éléments DRG/BTE constituent l'une des quelques solutions disponibles sur le marché de la téléphonie et des services large bande; l'accent est mis sur les aspects réseau, dans le souci de parvenir à un niveau élevé tant en termes de sécurité que de qualité de service et de définir un modèle reposant sur la gestion à distance et des mises à niveau à distance des logiciels et des équipements installés chez l'abonné (CPE).

### III.4.5 Israël: 802.16 Desserte des zones rurales

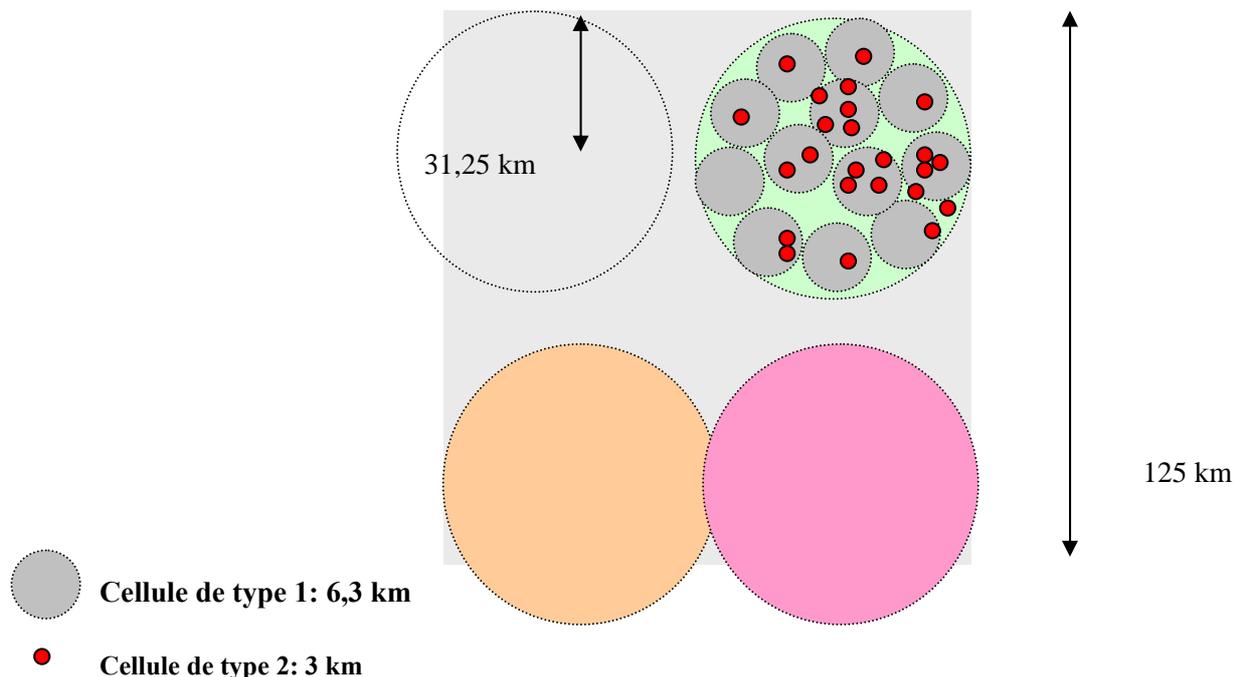
La Norme IEEE 802.16a s'applique aux liaisons de grande capacité utilisant la technologie OFDM/OFDMA sur les liaisons amont/retour et aval/aller, et permet d'offrir un débit binaire total élevé, supérieur à 18 Mbit/s, sur un canal ayant une largeur de bande de 8 MHz (moyenne: 2,2 bit/Hz). Elle offre une capacité dix fois supérieure à celle d'un système évolué connu dans des applications «fixes» (2 Mbit/s), capacité qui peut être partagée par de nombreux utilisateurs, répartie sur une vaste zone géographique et utilisée de façon idéale dans les zones rurales ou les zones à forte densité de population.

Le système est un système hautement adaptatif qui utilise différents schémas de modulation (MAQ-n) et codes de correction d'erreurs (Viterbi, RS et Turbo) avec divers débits de codage. Une attribution dynamique des ressources permet d'attribuer au mieux la largeur de bande requise, qui correspond à l'application actuelle des utilisateurs. Le système peut offrir une vaste gamme d'applications des télécommunications: Internet rapide, visioconférence, téléphonie IP, commerce électronique, vidéo à la demande, etc. La présente contribution décrit une mise en œuvre type, en plusieurs phases, de l'infrastructure pour les pays en développement, où l'on optimise l'infrastructure existante (stations de base et interconnexion des stations de base) pour maintenir un coût minimum, tout en offrant des services de téléphonie IP et Internet fiables. En outre, la conception est modulaire et modulable de façon à permettre de desservir d'autres zones sans avoir à modifier la conception du système et/ou la planification des fréquences.

#### Hypothèses de base pour la desserte d'une zone rurale:

- Desserte d'une zone rurale type faiblement peuplée, comptant 100 à 200 habitants (20 à 40 ménages) par kilomètre carré, où le taux de pénétration est de 80% et où 25% des abonnés (ménages) sont actifs en même temps (4 à 8 ménages par kilomètre carré).
- Supposons une zone de couverture totale de 125 km<sup>2</sup> divisée en quatre zones de 31,5 km de rayon. On commencera par desservir l'une des quatre zones.
- L'infrastructure devrait permettre de commencer par desservir 31 250 ménages actifs (en deux phases).
- L'infrastructure devrait être modulable de façon à permettre de desservir jusqu'à 125 000 ménages dans les quatre régions. Le débit binaire attribué à chaque ménage est de 128 kbit/s.
- Au cours de la première phase, 15 625 ménages d'une zone seront desservis par 31 stations de base (offrant tous les services de télécommunication), chaque station de base étant mise en place dans une cellule de 6,3 km de rayon. Dans la bande 2,4-2,6 GHz, quatre canaux (d'une largeur de bande de 8 MHz chacun) seront nécessaires pour la liaison descendante et quatre autres (8 MHz chacun) pour la liaison montante.
- Au cours de la deuxième phase, d'autres stations de base seront mises en place dans la même région en vue de desservir 15 625 ménages supplémentaires et d'assurer l'ensemble des services symétriques, dans certaines parties de la zone de couverture; chacune de ces stations couvrira une zone d'un rayon de 3 km.
- Les équipements fournis aux abonnés devront utiliser une antenne directive extérieure.
- Un débit binaire minimal de 128 kbit/s sera garanti aux heures de pointe.
- Un débit binaire moyen compris entre 160 et 425 kbit/s sera assuré pendant les heures creuses.
- Un débit maximal en salves allant jusqu'à 18 Mbit/s sera offert dans certains équipements d'abonné.

Figure 3 – Desserte type de zones rurales et suburbaines



### Description du système

Il est prévu de commencer par desservir l'une des quatre zones, en supposant une augmentation progressive du nombre d'abonnés (15 625 au départ), d'autres stations de base étant mises en place pour faire face à l'augmentation de la demande, lorsque l'on prévoit plusieurs utilisateurs dans un certain nombre de ménages.

La zone, d'une superficie de 125 km<sup>2</sup>, est divisée en quatre grandes régions de taille comparable, chaque région ayant un rayon de 31,25 km.

### Considérations relatives à la mise en place du système

La conception optimale – en vue d'assurer la couverture totale de l'une des zones avec un nombre minimum de stations de base – est fondée sur une approche cellulaire selon laquelle les stations de base sont installées dans des cellules de 6,3 km de rayon. Pour assurer la couverture totale d'une zone desservant 31 250 utilisateurs, il faut 62 stations de base (en supposant que 25% des ménages sont actifs simultanément).

Du point de vue de la subdivision du spectre et des services, la mise en place de chaque station de base se déroule en deux phases:

Au cours de la première phase, la mise en place des stations de base dans l'une des quatre zones permet de desservir 15 650 ménages. Le débit binaire total pouvant être atteint sur les liaisons montante ou descendante est de 64 Mbit/s, réparti entre 500 abonnés (ménages). La mise en place de 31 stations de base peut permettre de desservir au total 15 625 ménages.

Au cours de la seconde phase, d'autres stations de base, du même type, sont mises en place en vue d'augmenter la capacité du système pour fournir des services symétriques à d'autres abonnés dans la même région. Chaque station est mise en place dans un réseau plus dense de cellules ayant chacune un rayon de 3 km. D'autres stations de base, mises en place dans les cellules plus grandes, de 6,3 km de rayon, offriront aussi chacune un débit binaire de 64 Mbit/s.

Si l'on suppose une utilisation simultanée moyenne de 25%, un débit binaire de 128 kbit/s peut être garanti, ce qui permettra aux utilisateurs ayant un bilan de liaison favorable de bénéficier de débits binaires 2,5 fois plus rapides, ou même 20 fois plus rapides s'ils utilisent des techniques de multiplexage statistiques.

#### Caractéristiques nominales

• Bande de fréquences	2,4-2,6 GHz
• Puissance d'émission de la station de base	37 dBm
• Gain d'antenne d'émission/de réception de la station de base	16 dBi
• Puissance d'émission de l'équipement d'abonné	23 dBm
• Gain d'antenne d'émission/de réception de l'équipement d'abonné	18 dB
• Modèle de propagation des liaisons montante/descendante	visibilité quasi directe
• Débit binaire total des liaisons montante/descendante	18 Mbit/s
• Pas de tentative de diversité sur la station de base ou l'équipement d'abonné	

#### Aspect économique

Le système d'accès hertzien large bande fondé sur la Norme IEEE 802.16a peut offrir une large gamme de services de télécommunication dans les zones rurales ou mal desservies. Un investissement initial de moins de 350 dollars EU par ménage sera nécessaire pour fournir l'équipement d'abonné et mettre en place l'infrastructure permettant de desservir les 31 250 premiers abonnés d'une zone (rurale, suburbaine); l'investissement devrait être rentable en moins de deux ans. Ce calcul ne tient pas compte de dépenses telles que le coût d'acquisition des licences d'utilisation du spectre et le coût de l'équipement nécessaire pour fournir les services (routeurs, passerelles, commutateurs et équipement d'interconnexion à l'intérieur des cellules).

### III.5 Asie-Pacifique

#### III.5.1 Ile de Niue: Wi-Fi dans l'île de Niue, Pacifique Sud

L'île de Niue (Pacifique Sud) a une superficie d'environ 259 km<sup>2</sup> et compte 1 750 habitants. L'économie de ce pays rencontre les problèmes typiques que connaissent les îles du Pacifique: isolement géographique, peu de ressources et faible population. Le tourisme représente une source de revenu important qui a, à ce jour, diminué fortement. De plus, au cours des dernières années, l'île a perdu une grande partie de sa population en raison de son marasme économique. Afin de faire revivre son tourisme et son économie et de stimuler la population, la petite île de Niue a lancé le premier service au monde d'accès à l'Internet Wi-Fi à l'échelle du pays. Après avoir introduit un service de courrier électronique gratuit à Niue en 1997, la Internet Users Society de Niue a lancé un service d'accès gratuit à l'Internet dans l'île en 1999. Le groupe avait été créé initialement en vue de financer le coût élevé des connexions Internet par satellite sur cette île isolée. Toutefois, la technologie Wi-Fi a été choisie car elle semblait mieux adaptée à l'île dont les conditions climatiques difficiles (pluie, foudre, eau de mer et forte humidité) causent des problèmes majeurs aux liaisons par satellite et aux lignes métalliques souterraines. La Internet Users Society de Niue a construit un réseau global équipé notamment de répéteurs à énergie solaire placés dans des cocotiers pour permettre à tout un chacun dans l'île et aux visiteurs d'accéder librement et gratuitement à l'Internet. La fourniture d'un accès intégral à l'Internet à partir de tous les emplacements de l'île a été un aspect important du programme de relance du tourisme. Une part importante du tourisme vient du trafic des yachts pendant la période non sujette aux cyclones. La couverture hertzienne étendue s'est avérée être un attrait supplémentaire pour les visiteurs. Les yachts équipés d'ordinateur à bord peuvent séjourner dans le port et avoir accès gratuitement à des services Internet complets à partir de leurs navires. De plus, les consultants et autres visiteurs qui possèdent des ordinateurs portatifs offrant des possibilités Wi-Fi sont également en mesure de se connecter à l'Internet. Grâce à la connectivité à large bande hertzienne, l'île de Niue est devenue un pôle technologique de communication très complet ce qui a, à son tour, permis à l'île d'attirer plus de tourisme et, par conséquent, de générer des investissements supplémentaires.

**ANNEXE I****Définition de la Question****Question 20-1/2 – Examen des technologies d'accès pour les communications à large bande**

Cette étude devrait comporter une analyse économique des facteurs intervenant dans le déploiement des diverses technologies d'accès large bande. Elle devrait également comporter un examen des avantages que présente l'utilisation des technologies à large bande compte tenu des questions de genre.

**1 Exposé de la situation ou du problème**

Pendant la période d'études 1998-2002, la Commission d'études 2 a analysé, au titre de la Question 12-1/2 les transmissions à large bande sur boucles à fil de cuivre traditionnelles, ou sur ligne d'abonné numérique (DSL), principalement en raison du fait de sa capacité à tirer parti des investissements déjà effectués par les administrations des télécommunications. Etant donné les progrès rapides enregistrés en matière de technologies de télécommunication depuis 1998, d'autres technologies d'accès large bande, hertzien ou filaire ont vu le jour, qui assurent des performances semblables ou meilleures à la ligne d'abonné numérique. Les technologies à large bande permettent la mise en œuvre d'applications telles que la télémédecine, le téléapprentissage, les services de cybergouvernement, le télétravail, la sécurité publique, la sécurité nationale, l'accès à l'Internet et l'accès intranet.

L'UIT-D peut contribuer à aider les Etats Membres et les Membres de Secteur à comprendre l'utilité des différentes technologies disponibles pour les communications d'accès large bande. L'UIT-D peut également aider les Etats Membres et les Membres de Secteur à analyser les questions économiques qu'implique le déploiement des technologies d'accès large bande, y compris l'intégration de ces techniques de réseau d'accès dans l'infrastructure de réseau actuelle ou future.

**2 Question ou thèmes qu'il est proposé d'étudier**

Identifier les facteurs techniques et économiques et les aspects de développement qui interviennent dans le déploiement efficace des techniques et des applications de l'accès large bande.

**3 Résultats escomptés**

- Un rapport, intégrant les résultats obtenus dans le cadre de la Question 12-1/2, doit être publié d'ici au début de 2004 et sera suivi de mises à jour régulières.
- Analyse des facteurs économiques et techniques et des facteurs de développement qui influent sur l'efficacité de la mise en œuvre des technologies d'accès large bande. Il y aura lieu également de procéder à une évaluation des demandes de ces technologies et services dans les pays en développement, compte tenu des questions de genre.
- Un tableau des différentes technologies d'accès large bande et de leurs caractéristiques.

**4 Echéance pour l'obtention des résultats**

Pendant la prochaine période d'études de l'UIT-D.

**5 Auteurs/coauteurs**

Pays développés et pays en développement.

**6 Origine des contributions requises pour la réalisation de l'étude**

- 1) Rassemblement des contributions et des données pertinentes fournies par les Etats Membres, les Membres de Secteur et les Associés de l'UIT-D ainsi que les organisations et groupes indiqués ci-dessous dans la Partie 9 du présent document.
- 2) Examen des Questions des commissions d'études de l'UIT-T et de l'UIT-R relatives à ce thème.
- 3) Délibération des commissions d'études pertinentes de l'UIT-D.

## 7 Destinataires de l'étude

a)

	<b>Pays développés</b>	<b>Pays en développement</b>	<b>PMA</b>
Décideurs en matière de télécommunication	Oui	Oui	Oui
Régulateurs des télécommunications	Oui	Oui	Oui
Fournisseurs de services	Oui	Oui	Oui
Fabricants	Oui	Oui	Oui

## b) Destinataires de l'étude – Qui précisément en utilisera les résultats?

Les utilisateurs de cette étude seront les fabricants, les opérateurs, les instances de réglementation et les prestataires de services dans le monde entier, y compris dans les pays en développement et les PMA.

## 8 Méthodes pour traiter cette Question ou ce thème

Il est proposé qu'une **commission d'études** soit saisie de cette Question.

## 9 Besoins de coordination de l'étude

Le Groupe du Rapporteur de l'UIT-D chargé de cette question devrait travailler en étroite collaboration avec:

- les commissions d'études compétentes de l'UIT-T et de l'UIT-R;
- d'autres organisations régionales et internationales, s'il y a lieu.

## ANNEXE II

## Analyse des réponses au questionnaire

**Action required**

Participants are invited to send their comments to BDT Secretariat **by January 2004 at the latest**. After inclusion of the comments received, the analysis will be finalised and put on the Study Group Web site.

**Action demandée**

Les participants sont invités à envoyer leurs commentaires au Secrétariat du BDT **au plus tard à la fin du mois de janvier 2004**. Après l'insertion des commentaires reçus, l'analyse sera définitivement mise au point et affichée sur le site web de la Commission d'études.

**Acción requerida**

Se invita a los participantes a que envíen sus comentarios a la Secretaría de la BDT **en enero de 2004 a más tardar**. Una vez incluidos los comentarios que se reciban se hará el correspondiente análisis, que se comunicará en el sitio web de la Comisión de Estudio.

**Résumé**

Cette contribution est l'analyse préliminaire des réponses au Questionnaire sur les communications large bande qui a été préparée par un expert externe du BDT<sup>91</sup>.

## INDEX DE L'ANNEXE II

Liste des figures

Introduction

Méthode

Technologie

Concurrence

Accès

Tarifs et temps d'utilisation

Obstacles au déploiement de l'accès large bande

Qualité de service

Divers

**Liste des tableaux**

Tableau 1 – Pays ayant répondu au questionnaire

Tableau 2 – Autres technologies utilisées par les pays ayant répondu au questionnaire pour fournir des services large bande

Tableau 3 – Pays ayant répondu au questionnaire qui autorisent la concurrence dans la boucle locale

Tableau 4 – Pays ayant répondu au questionnaire qui n'autorisent pas la concurrence dans la boucle locale

Tableau 5 – Inégalités entre les hommes et les femmes en qui concerne l'adoption du large bande

Tableau 6 – Tarifs moyens pour les services par ligne commutée ou les services large bande au niveau régional (régions de l'UIT)

Tableau 7 – Modèles courants de tarification/d'utilisation

Tableau 8 – Pays n'ayant bénéficié d'aucun prêt ou d'aucune assistance financière pour le déploiement de services large bande

---

<sup>91</sup> Mr. Phillip Trotter, tel: +33450201703, e-mail: PhillipTrotter@handprint.ch

**Liste des figures**

- Figure 1 – Technologies filaires utilisées pour fournir des services large bande
- Figure 2 – Technologies hertziennes utilisées pour fournir des services large bande
- Figure 3 – Nombre d'opérateurs offrant des services Internet haut débit
- Figure 4 – Pourcentage d'opérateurs offrant des connexions DSL
- Figure 5 – Pourcentage d'opérateurs offrant des connexions par câble
- Figure 6a – Pourcentage d'opérateurs offrant des connexions hertziennes
- Figure 6b – Pourcentage d'opérateurs proposant d'autres technologies large bande
- Figure 7 – Pourcentage de ménages ayant accès aux technologies DSL, aux technologies par câble et aux technologies hertziennes
- Figure 8 – Pourcentage d'entreprises ayant accès à des technologies large bande
- Figure 9 – Pourcentage d'entreprises ayant accès à des technologies DSL, par câble ou hertziennes
- Figure 10 – Pourcentage d'abonnés au téléphone en zones rurales ayant accès à des technologies large bande
- Figure 11 – Principaux obstacles au déploiement de l'accès large bande
- Figure 12 – Principaux problèmes de coût freinant la diffusion de l'accès large bande
- Figure 13 – Echelle de difficultés pour le financement des services large bande
- Figure 14 – Débit moyen de données en liaison descendante pour les lignes DSL
- Figure 15 – Débit moyen de données en liaison descendante pour le câble
- Figure 16 – Débit moyen de données en liaison descendante pour les technologies hertziennes
- Figure 17 – Technologies large bande connaissant la croissance la plus rapide
- Figure 18 – Catégories d'application pour lesquelles le large bande est utilisé

**Introduction**

En mars 2003, un questionnaire a été diffusé dans le cadre de la Lettre circulaire CA/25 de l'UIT-D à la suite de la réunion du Groupe du Rapporteur pour la Question 20/2 (Examen des technologies d'accès pour les communications large bande) (voir l'Appendice de l'Annexe 2). Ce questionnaire demandait aux Etats Membres, aux Membres de Secteur, aux organisations et aux entités privées concernées de recenser les technologies d'accès large bande hertziennes ou filaires ainsi que leurs caractéristiques. Il visait également à déterminer les facteurs économiques, techniques et de développement ayant une influence sur le déploiement concret des technologies d'accès large bande et des applications large bande et l'accessibilité à celles-ci. Le présent rapport est le résumé des résultats des réponses reçues par l'UIT fin juin 2003.

Mi-juin 2003, on avait reçu cinquante-cinq réponses de quarante-neuf pays des cinq régions de l'UIT. Le Tableau 1 ci-après donne une liste des pays et indique entre parenthèses les pays qui ont donné plus d'une réponse.

**Tableau 1 – Pays ayant répondu au questionnaire**

Afrique	Amériques	Asie-Pacifique	Etats Arabes	Europe
Tchad	Barbade	Israël (2)	Egypte	Arménie
Côte-d'Ivoire	Bolivie	Japon (2)	Emirats Arabes Unis	Bélarus
Ethiopie	Brésil	Corée (rép.)		Belgique
Malawi	Canada	Maldives		Bosnie
Maurice	Chili	Myanmar		Bulgarie
Nigéria	Costa Rica	Népal		Danemark
Afrique du Sud	République Dominicaine	Pakistan		Estonie
Ouganda	Equateur	Philippines		Hongrie
	Guyane	Sri Lanka		Lituanie
	Honduras	Thaïlande		Malte
	Mexique	Tonga		Norvège
		Chine		Pologne
		Inde		Portugal
				Espagne
				Suisse (2)

## Méthode

En termes de flux de travail, le serveur MySQL a servi de référentiel de données pour les réponses apportées au questionnaire et les outils MySQL de ToolMagic ainsi que Microsoft Access ont été utilisés pour extraire et résumer les données. Le logiciel Excel de Microsoft a été utilisé pour tracer les graphiques et pour l'analyse numérique; le rapport final a été rédigé avec Word de Microsoft.

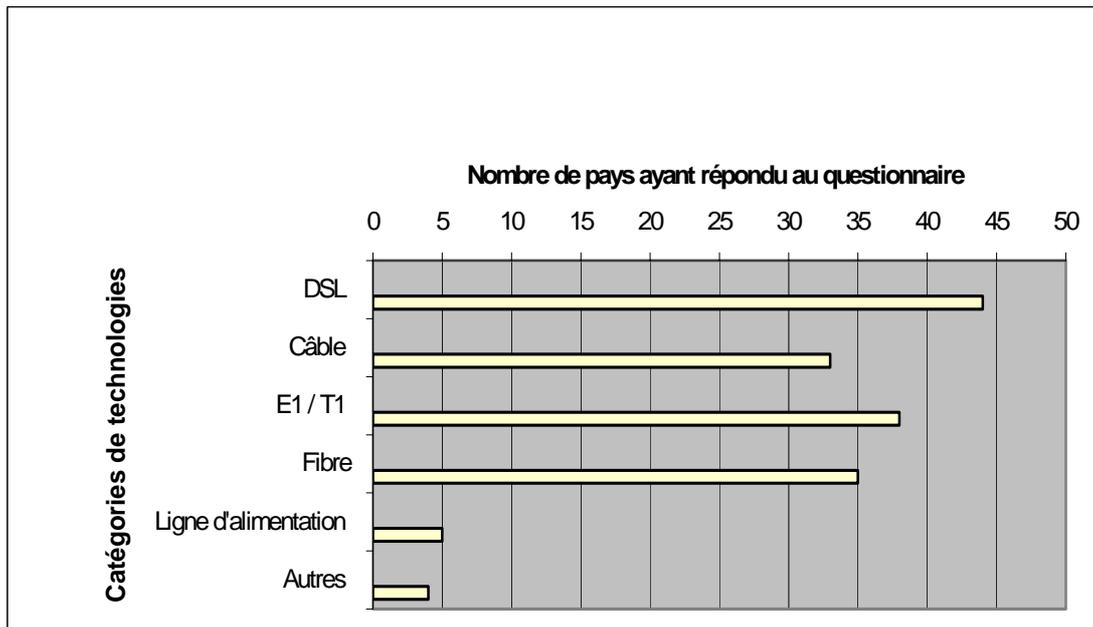
La structure du présent rapport est calquée sur celle du questionnaire. Le rapport résume les conclusions qui ont été communiquées par les pays ayant répondu à ce questionnaire. Dans le cadre du présent rapport, lorsque plus d'une réponse a été reçue pour un Etat Membre, les données ont été, au besoin, regroupées lors de l'analyse pour le pays considéré ou en cas d'informations contradictoires, ce sont les données provenant de sources vérifiables qui ont été retenues. Dans le cadre du présent rapport, l'expression «pays ayant répondu au questionnaire» renvoie aux informations fournies plutôt qu'au pays même.

Il est pris note dans le texte du présent rapport des données fournies, semble-t-il, en réponse à une ambiguïté ou à une mauvaise interprétation d'une question donnée pour faciliter la discussion pendant la réunion pertinente de la Commission d'études.

## Technologie

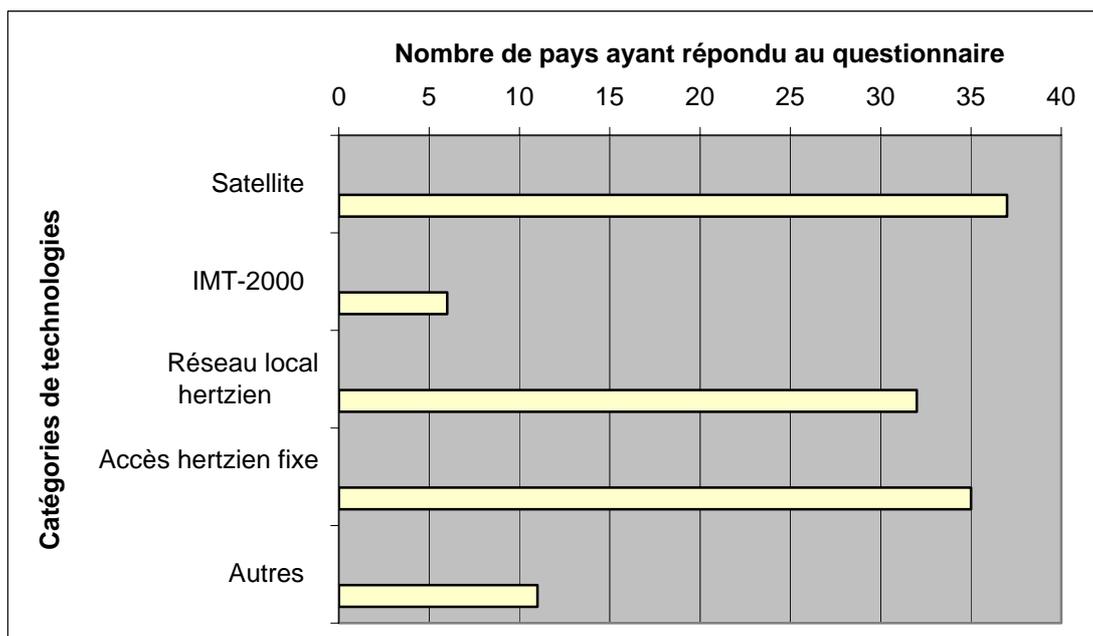
Dans la partie du questionnaire relative aux technologies les pays sont invités à indiquer les technologies large bande utilisées pour fournir des services large bande. Comme le montre clairement la Figure 1 ci-dessous, la technologie actuellement la plus utilisée pour fournir des services large bande sur des réseaux filaires est la ligne d'abonné numérique (DSL), suivie de près par la technologie plus traditionnelle E1/T1 (l'interface E1 offre un débit d'accès de 2048 kbit/s et l'interface T1 un débit d'accès de 1544 kbit/s; voir également l'interface UIT-T G.703 et UIT-T G.704 dans le cas des réseaux locaux hertziens), les connexions par fibres optiques et les connexions par câble.

**Figure 1 – Technologies filaires utilisées pour fournir des services large bande**



Les technologies hertziennes sont largement utilisées pour fournir des services large bande dans les pays en développement; on a recours aux réseaux à satellite, aux réseaux fixes hertziens ou aux réseaux locaux hertziens lorsque les solutions filaires ne conviennent pas (voir la Figure 2 ci-dessous):

**Figure 2 – Technologies hertziennes utilisées pour fournir des services large bande**



Un certain nombre de pays ont eu recours à des technologies autres que la ligne DSL, le câble, les interfaces E1/T1, la fibre optique ou l'alimentation électrique pour fournir des services large bande dans le cas de solutions filaires, notamment le RNIS ou l'ATM.

En lieu et place des principales technologies hertziennes (satellite, IMT-2000 ou réseau LAN), certains pays ayant répondu au questionnaire utilisent de nouvelles technologies: l'optique laser en espace libre en Afrique du Sud ou au Canada, le service GPRS (service général de radiocommunication en mode paquet) en Estonie et les technologies à étalement de spectre en Equateur. Le Tableau 2 récapitule les autres technologies utilisées par les pays ayant répondu au questionnaire.

**Tableau 2 – Autres technologies utilisées par les pays ayant répondu au questionnaire pour fournir des services large bande**

Pays	Technologies hertziennes autres que DESC
Arménie	Ethernet radio 802.11b
Bélarus	GPRS, IMT-MC-450
Bolivie	MMDS (systèmes de distribution multicanal multipoint), LMDS (systèmes de distribution multipoint locaux)
Brésil	Les systèmes MMDS (systèmes de distribution multicanal multipoint) sont actuellement utilisés et des systèmes de distribution multipoint locaux sont prévus spécifiquement pour la fourniture de services large bande.
Canada	Optique en espace libre (laser) utilisé par certaines sociétés dans certains centres urbains.
Equateur	Etalement de spectre (technique de communication étalant la largeur de bande d'un signal sur une large gamme de fréquences pour la transmission puis la désétalement dans la largeur de bande d'origine au niveau du récepteur).
Estonie	GPRS
Ethiopie	Accès à fibre optique à Addis Abeba et dans la plupart des grandes villes
Corée (République de)	AMRC 1X (selon la définition de la Corée, cette technologie appartient aux IMT 2,5 g et non aux IMT 3g)
République Sudafricaine	Optiques en espace libre (laser)
Sri Lanka	Faisceaux hertziens point à point

## Concurrence

Dans la partie du questionnaire relative à la concurrence on a cherché à évaluer la concurrence entre les différentes technologies large bande pour la fourniture de services Internet (boucle locale) et combien d'opérateurs offrent des services Internet haut débit, des services large bande DSL, ou par câble, des services hertziens, large bande, etc.

Sur les pays qui ont répondu au questionnaire, quatre seulement n'autorisent pas la concurrence pour la fourniture de services Internet, à savoir l'Ethiopie, le Costa Rica, les Philippines et les Emirats arabes unis.

Comme indiqué dans le Tableau 3, vingt-huit pays ayant répondu au questionnaire autorisent la concurrence dans la boucle locale.

**Tableau 3 – Pays ayant répondu au questionnaire qui autorisent la concurrence dans la boucle locale**

• Tchad	• Japon
• Nigéria	• République de Corée
• République Sudafricaine	• Myanmar
• Ouganda	• Sri Lanka
• Bolivie	• Thaïlande
• Brésil	• Tonga
• Canada	• Belgique
• Chili	• Bulgarie
• République Dominicaine	• Danemark
• Equateur	• Malte
• Guyane	• Norvège
• Mexique	• Portugal
• Chine	• Espagne
• Inde	• Suisse

Les vingt et un pays qui suivent (Tableau 4) n'autorisent pas ce type de concurrence:

**Tableau 4 – Pays ayant répondu au questionnaire qui n'autorisent pas la concurrence dans la boucle locale**

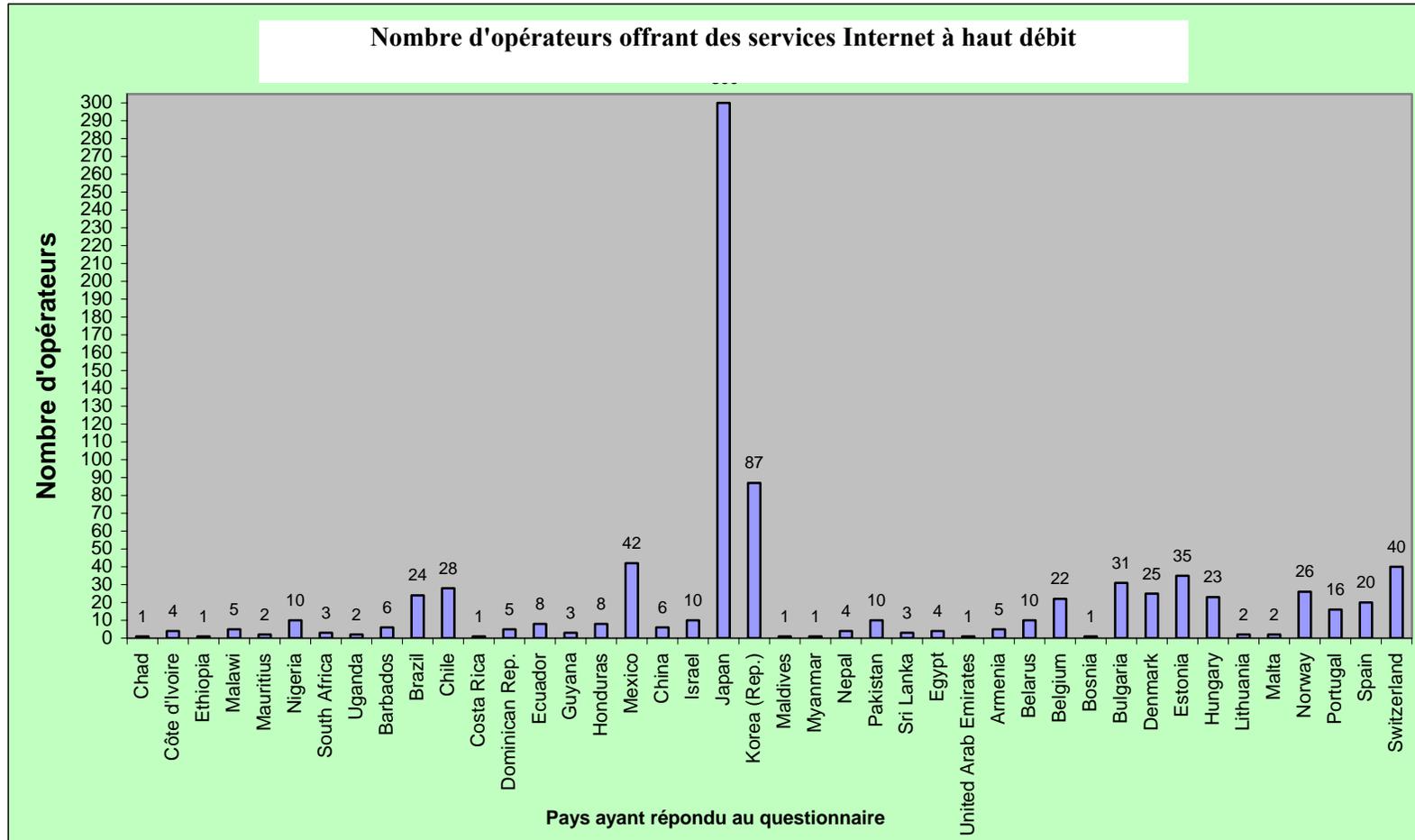
• Côte d'Ivoire	• Philippines
• Ethiopie	• Egypte
• Malawi	• Emirats Arabes Unis
• Maurice	• Arménie
• Barbade	• Bélarus
• Costa Rica	• Bosnie
• Honduras	• Estonie
• Israël	• Hongrie
• Maldives	• Lituanie
• Népal	• Pologne
• Pakistan	

Trente-neuf pays ayant répondu au questionnaire autorisent la concurrence entre différentes technologies large bande; les dix pays suivants n'autorisent pas ce type de concurrence:

• Ethiopie	• Maldives
• Malawi	• Népal
• Barbade	• Philippines
• Costa Rica	• Emirats Arabes Unis
• Inde	• Bosnie

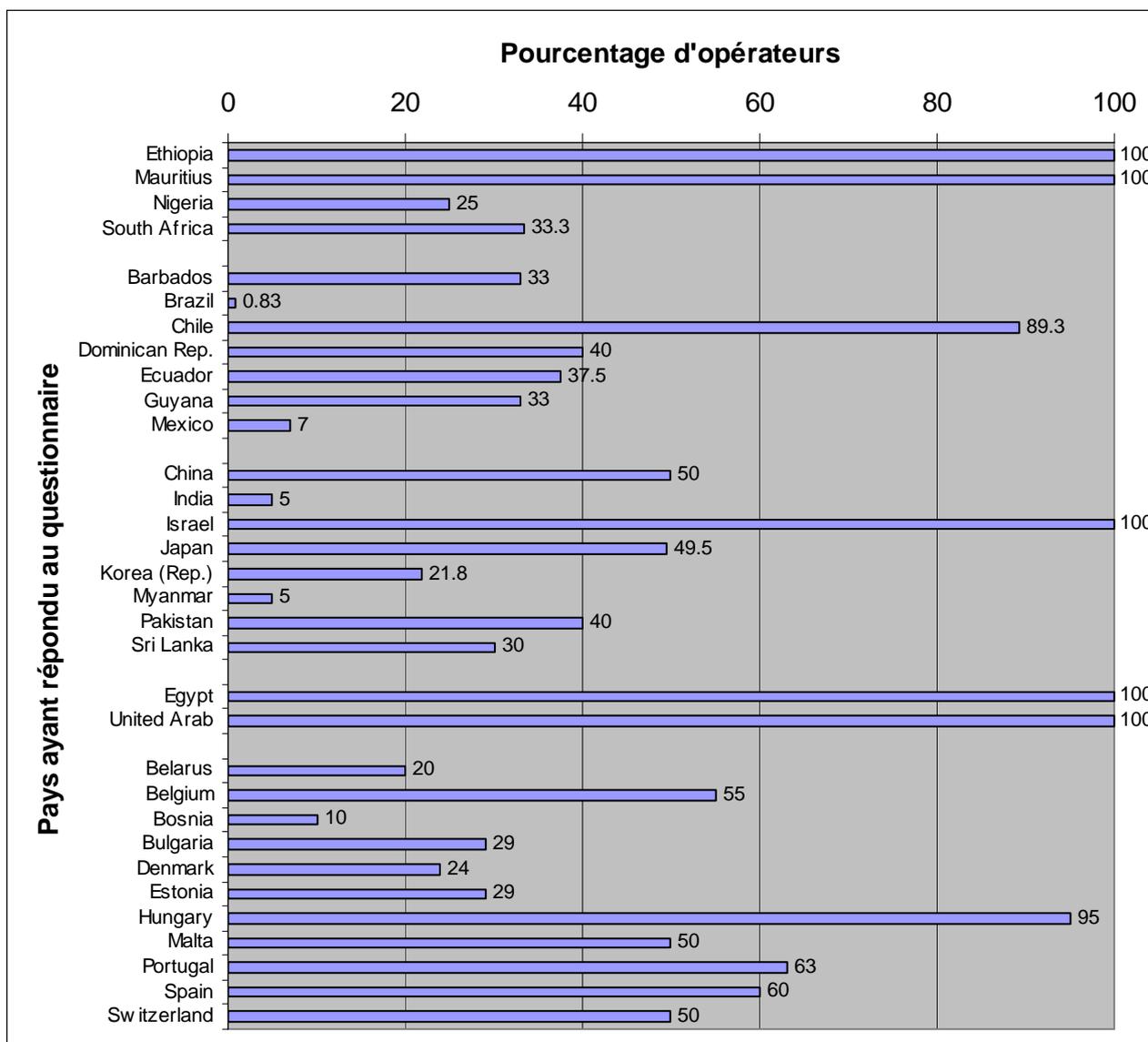
Le graphique ci-après (Figure 3) indique le nombre d'opérateurs offrant des services Internet à haut débit.

Figure 3 – Nombre d'opérateurs offrant des services Internet haut débit



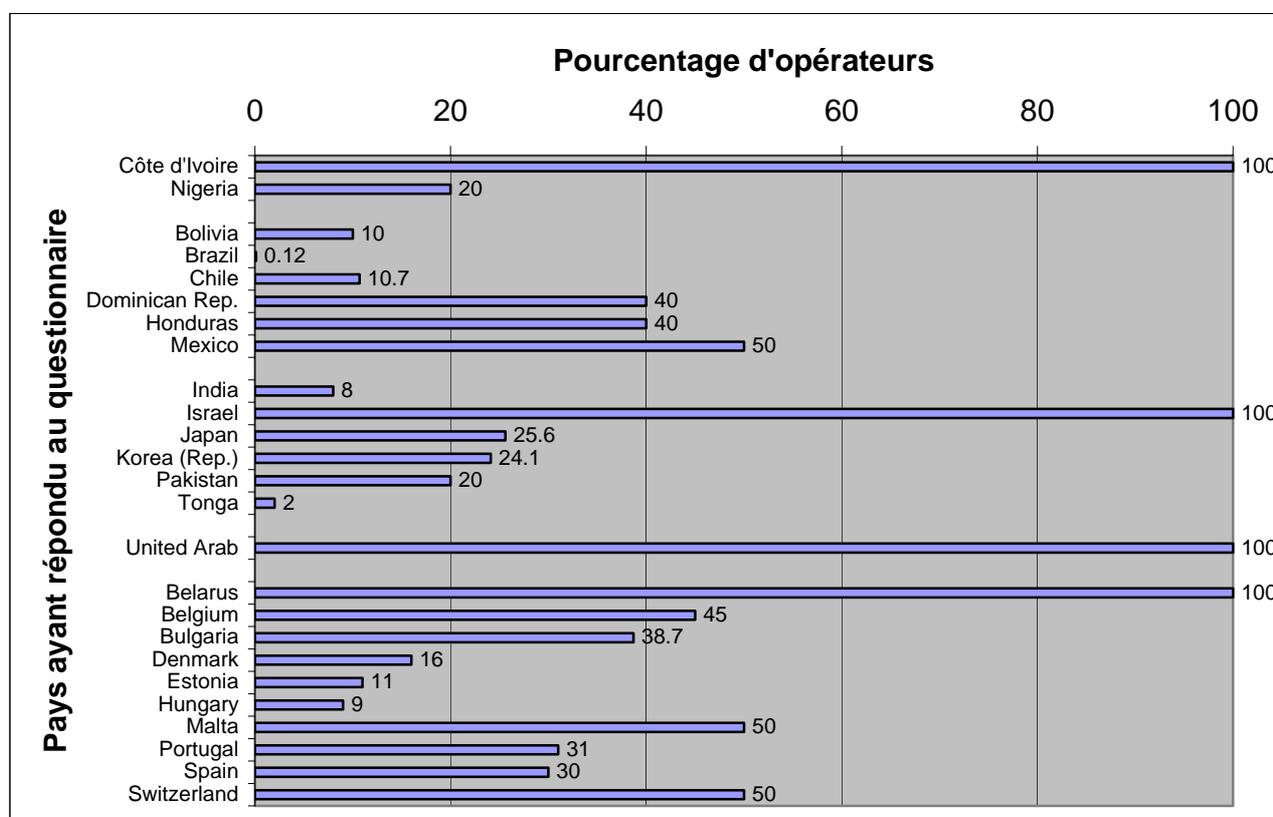
Les graphiques ci-après indiquent le pourcentage d'opérateurs offrant des services large bande DSL, par câblo-modem ou des services hertziens large bande.

Figure 4 – Pourcentage d'opérateurs offrant des connexions DSL<sup>92</sup>



<sup>92</sup> Dans le cas de l'Ethiopie, il y a un seul fournisseur de services Internet, à savoir ETC. La fourniture de services Internet n'est pas ouverte à la concurrence. Etant donné que ETC offre des connexions DSL et HDSL, le pourcentage d'opérateurs offrant des connexions DSL est de 100%. Il convient de noter que ce chiffre ne signifie pas que le pays est couvert à 100% ou que 100% de la population a accès aux services DSL.

Figure 5 – Pourcentage d'opérateurs offrant des connexions par câble

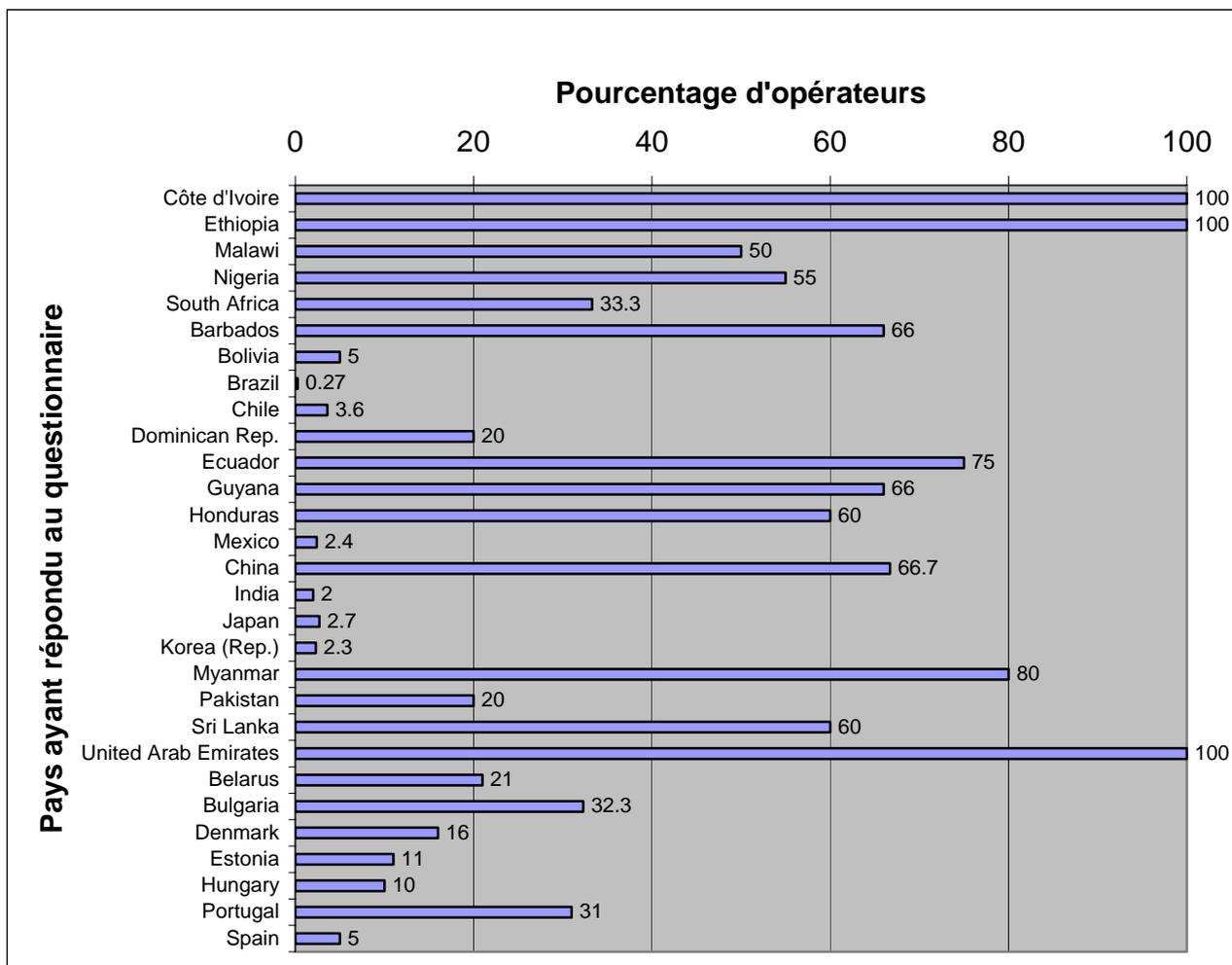


Note concernant le graphique – La réponse du Brésil (0,12%) n'apparaît pas compte tenu de l'échelle utilisée pour ce document.

Il ressort d'une analyse des réponses reçues qu'il pourrait y avoir une certaine confusion concernant le nombre d'opérateurs offrant des services par câble. Plusieurs pays ont indiqué qu'ils n'utilisaient pas les technologies par câble pour fournir des services large bande, tout en donnant un pourcentage pour les opérateurs offrant des services par câble. Il résulte de cette apparente contradiction que les opérateurs ayant indiqué qu'ils n'utilisaient pas les technologies par câble n'apparaissent pas sur le graphique ci-dessus (Figure 5)<sup>93</sup>.

<sup>93</sup> C'est le cas pour l'Éthiopie et l'Égypte. Dans le cas de la Côte d'Ivoire, on ne sait pas exactement si tous les opérateurs offrent des services par câble; Africa Online offre ce type de services à des entreprises privées alors qu'AfNet offre des services par lignes fixes. Les chiffres concernant la Côte d'Ivoire doivent encore être confirmés.

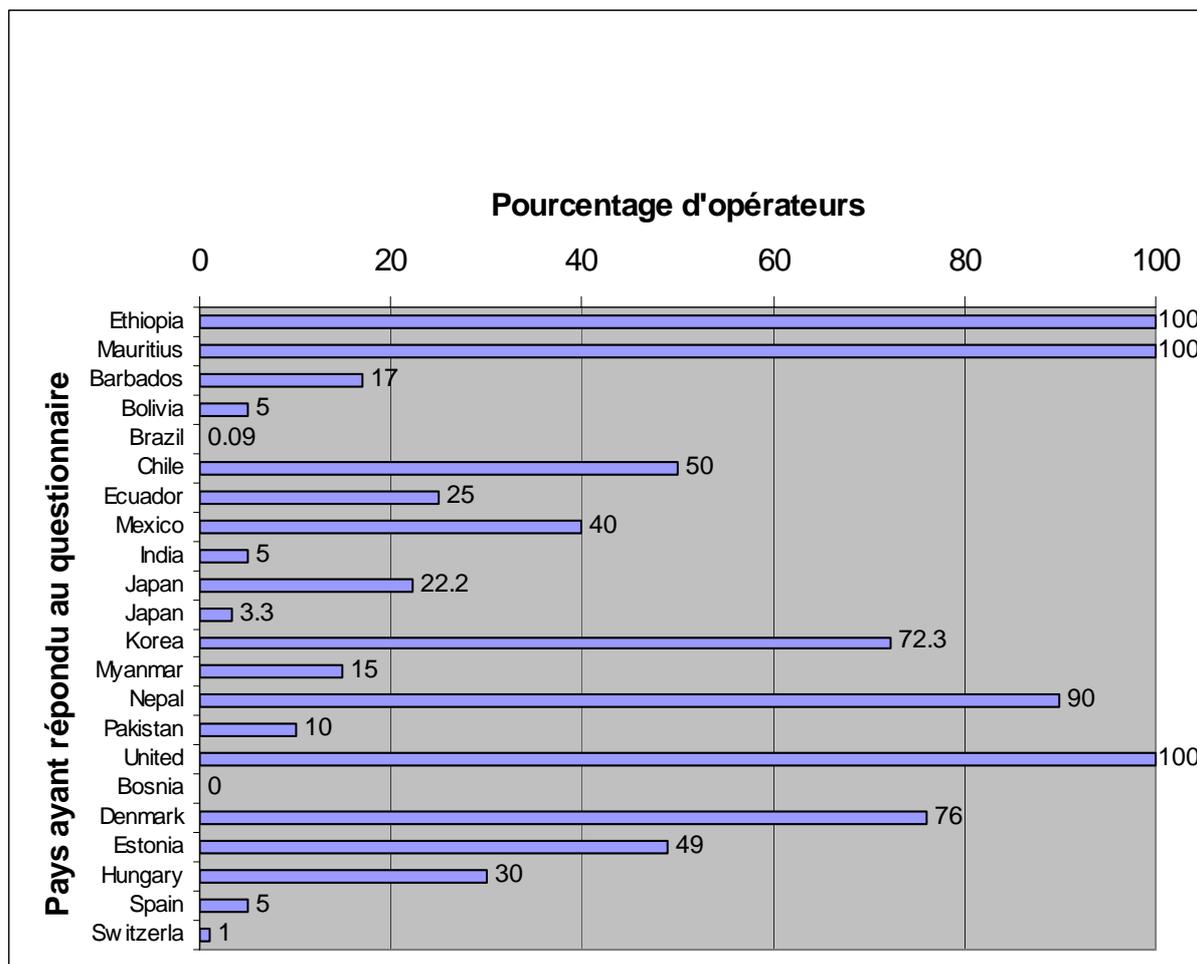
Figure 6a – Pourcentage d'opérateurs offrant des connexions hertziennes



Le pourcentage d'opérateurs offrant des technologies d'accès large bande – satellite, GPRS, fibre optique – apparaît sur le graphique suivant<sup>94</sup>.

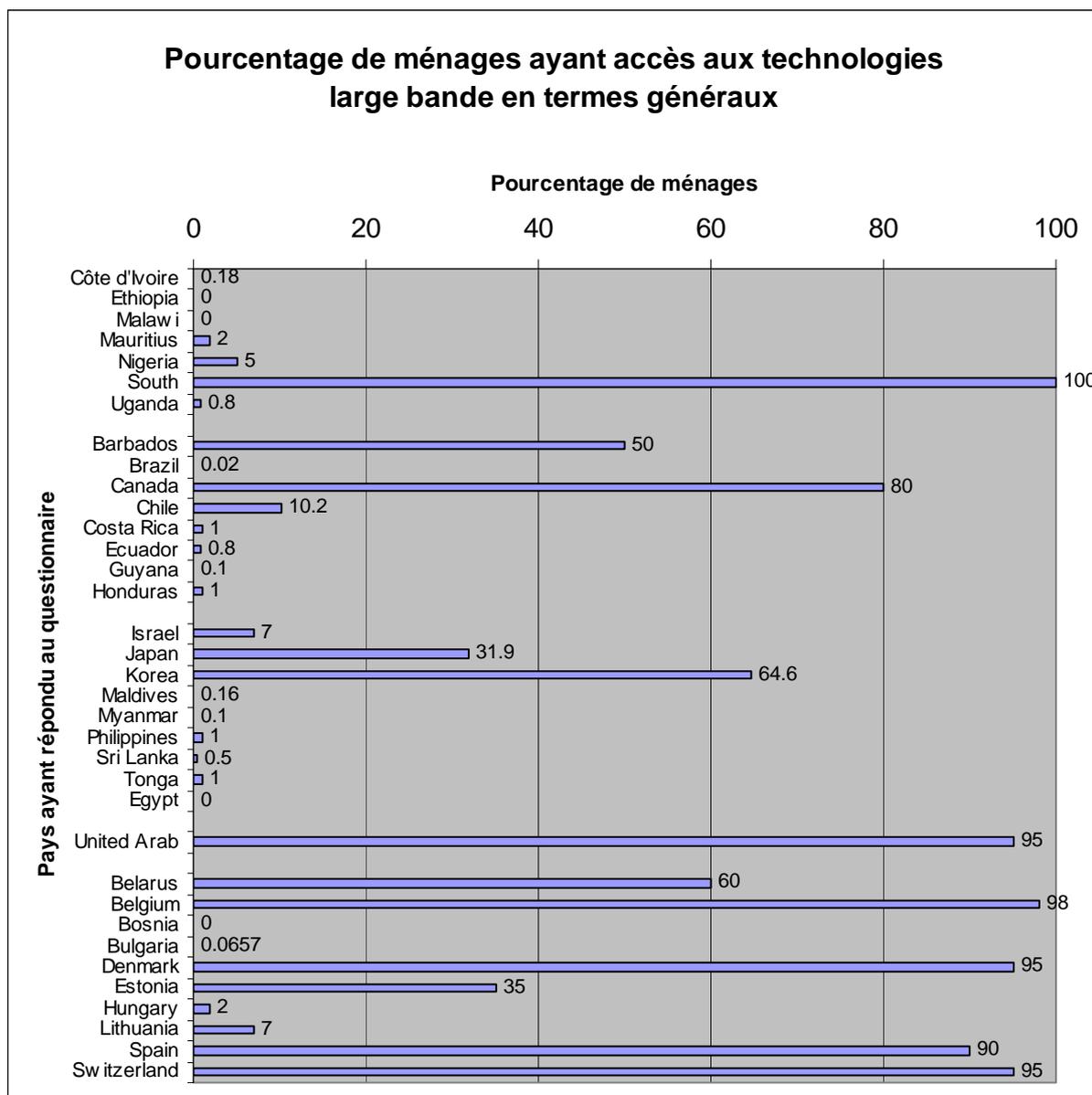
<sup>94</sup> Dans le cas de l'Ethiopie, il y a un seul fournisseur de services Internet, à savoir ETC. La fourniture de services Internet n'est pas ouverte à la concurrence. Etant donné que ETC offre des connexions DSL et HDSL, le pourcentage d'opérateurs offrant des connexions DSL est de 100%. Il convient de noter que ce chiffre ne signifie pas que le pays est couvert à 100% ou que 100% de la population a accès aux services DSL.

Figure 6b – Pourcentage d'opérateurs proposant d'autres technologies large bande



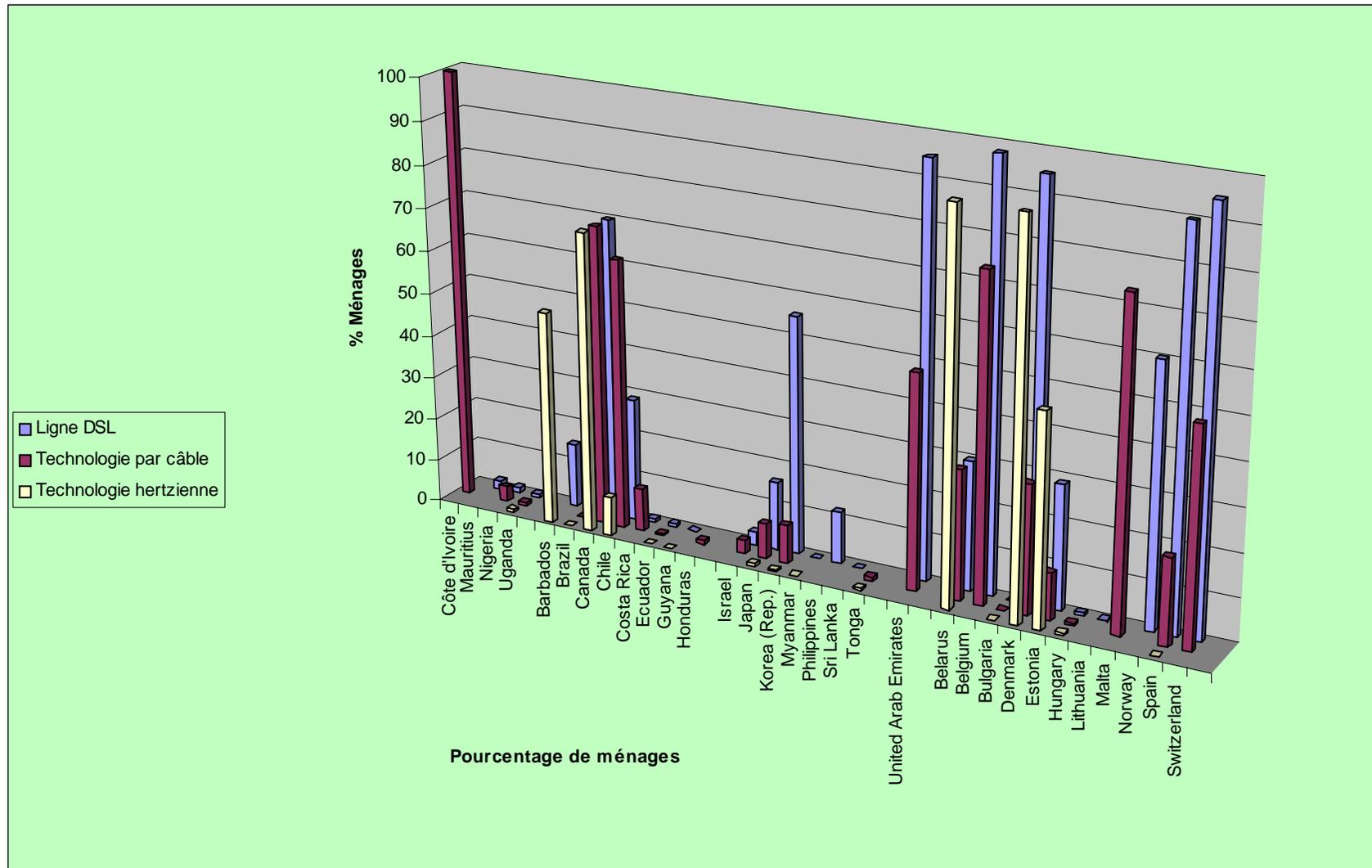
### Accès

Dans la partie du questionnaire relative à l'accès les pays étaient invités à fournir des données sur le pourcentage de ménages, d'entreprises et d'abonnés au téléphone en zones rurales qui avaient accès à des technologies large bande et à indiquer si les femmes étaient défavorisées par rapport aux hommes en ce qui concerne l'accès à ce type de services. La situation concernant l'accès aux technologies large bande a été bien illustrée par les pays ayant répondu au questionnaire à en juger par le pourcentage global de ménages bénéficiant d'un accès global. Le graphique ci-après fait apparaître les différences entre les pays en ce qui concerne l'accès.



Toutefois, le graphique en soi peut prêter à confusion étant donné que la question au départ risque d'avoir été mal interprétée par certains pays ayant répondu au questionnaire. Ces pays ont en effet compris qu'il s'agissait du pourcentage de ménages ayant un accès général au large bande, c'est-à-dire à leur domicile, via un point d'accès public (école, bureau de poste, etc.) ou un point commercial (cybercafé ou télécentres), ce qui a conduit à des chiffres de 100% pour l'Afrique du Sud ou de 95% pour la Suisse. D'autres pays ont cru qu'il s'agissait du nombre de ménages pris isolément ayant accès (à leur domicile) aux technologies large bande, d'où un chiffre de 10% pour la Suisse fourni par OFCOM. Dans le cadre du présent document, la question a été interprétée plus largement (et donc dans le cas de la Suisse, on a utilisé les données fournies par SwissCom et non celles fournies par OFCOM), étant entendu que la question posée à l'origine avait été peut-être mal interprétée par certains pays ayant répondu au questionnaire et que les données ne reflétaient peut-être pas très fidèlement la situation de l'accès dans certains pays.

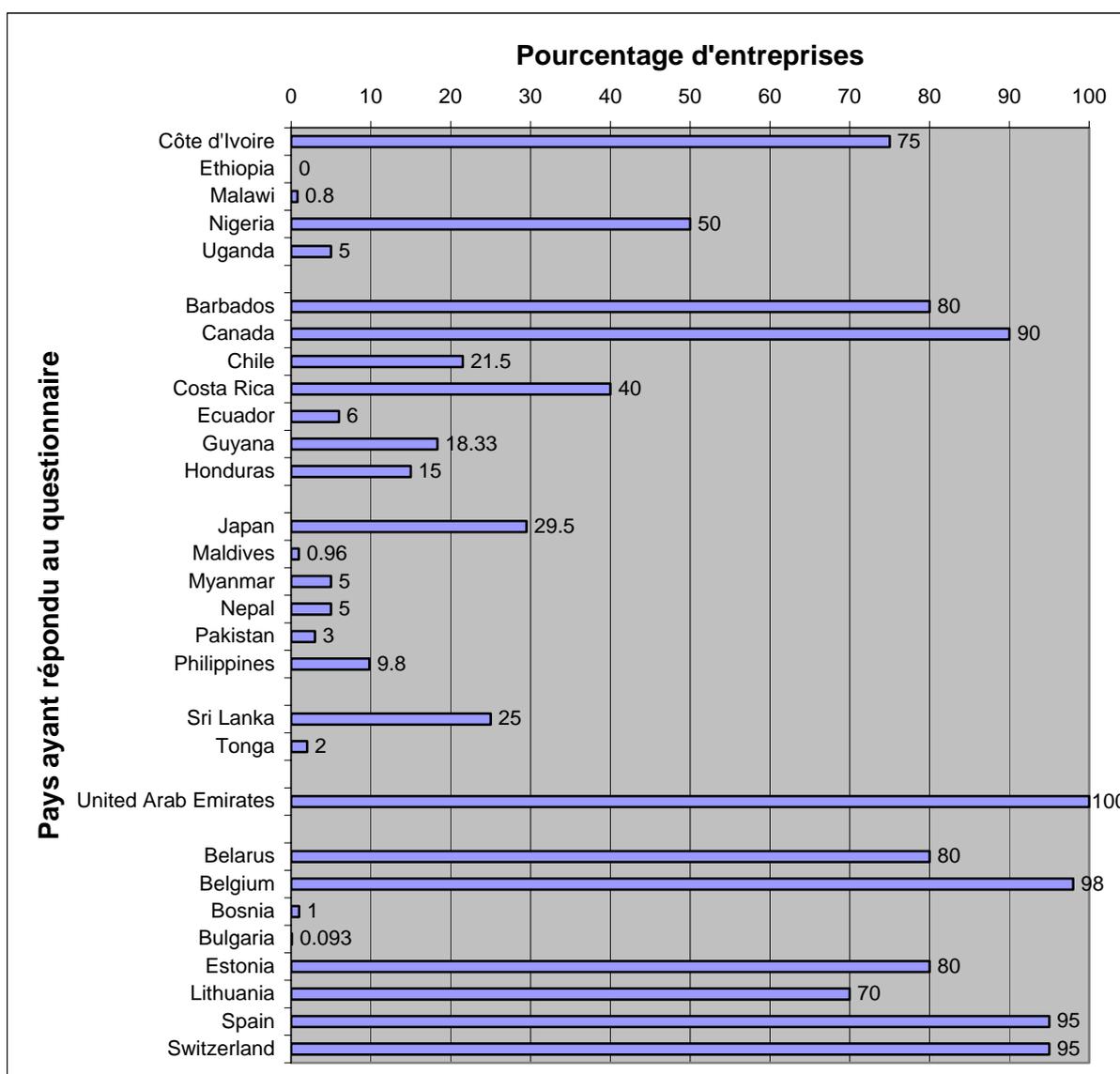
Figure 7 – Pourcentage de ménages ayant accès aux technologies DSL, aux technologies par câble et aux technologies hertziennes



Le pourcentage de ménages ayant accès aux technologies DSL, par câble ou hertziennes (voir le graphique précédent), précise la situation de l'accès aux services large bande. Dans un bon nombre des pays indiqués, 1% seulement des ménages ont accès à l'une ou à l'autre des trois principales technologies large bande. Dans certains autres pays, essentiellement les pays développés, la situation de l'accès par lignes DSL, connexions par câble ou connexions hertziennes est bonne. Dans certains cas, lorsqu'il y a concurrence entre les différentes technologies au niveau local, on peut choisir celle qui répond le mieux aux besoins du moment.

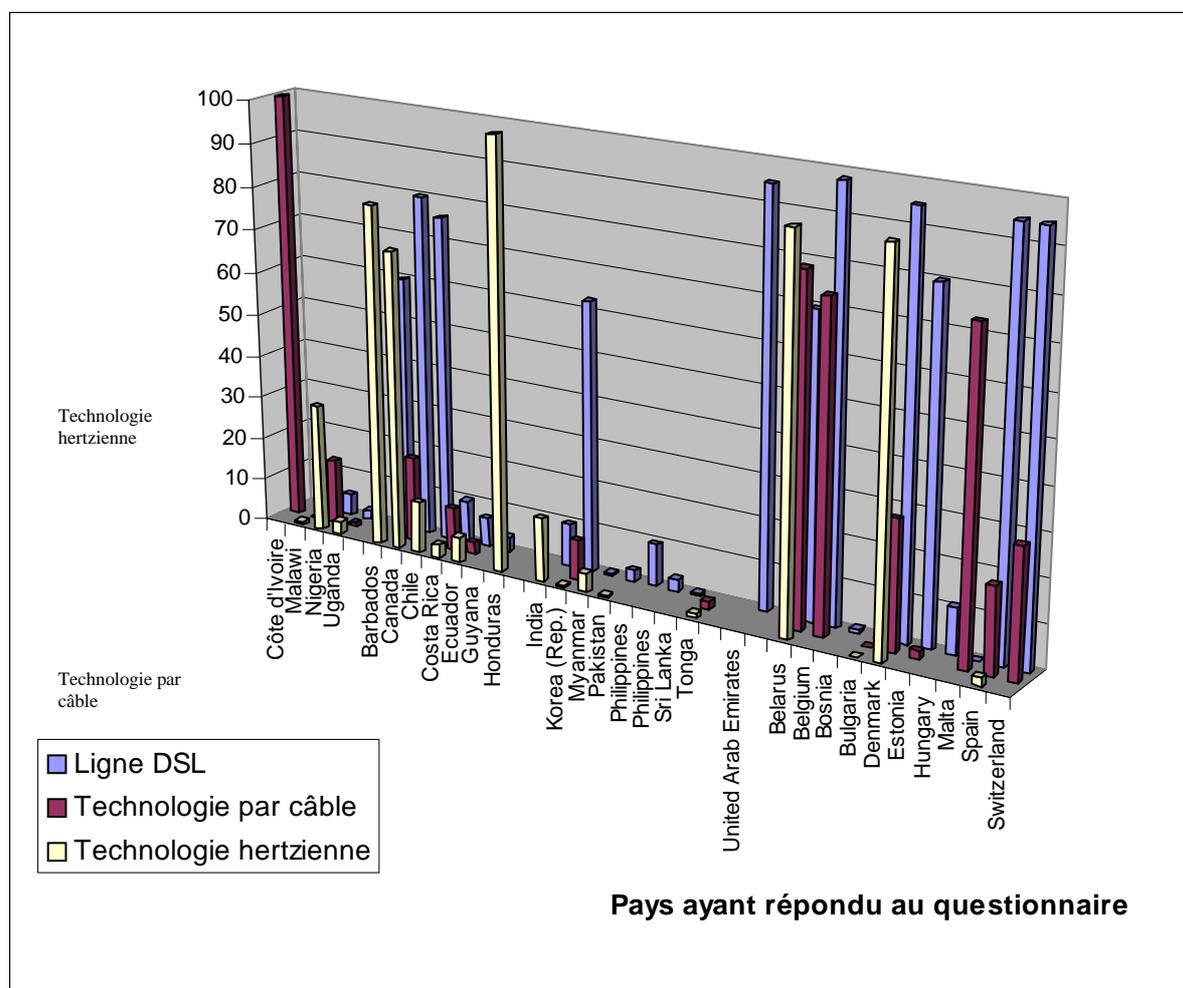
Les applications pour les entreprises sont l'un des principal moteur en faveur de l'adoption des services large bande. Le graphique ci-dessous (Figure 8) indique le pourcentage d'entreprises, dans les pays ayant répondu au questionnaire, qui ont accès, sous une forme ou une autre, à une technologie large bande.

**Figure 8 – Pourcentage d'entreprises ayant accès à des technologies large bande**

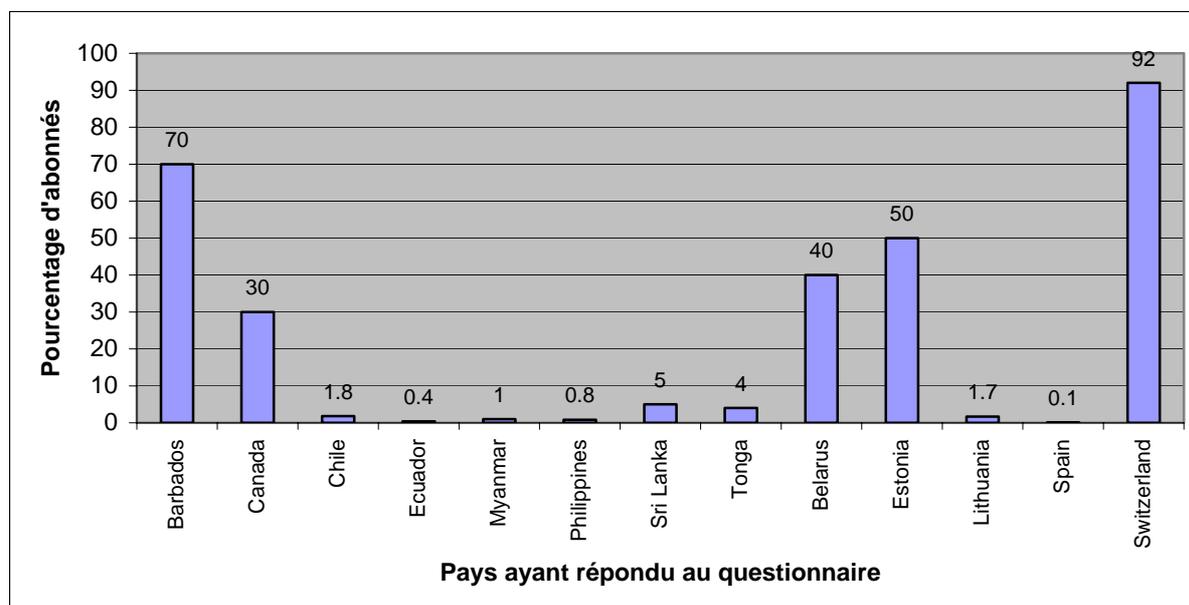


L'accès des entreprises à telle ou telle technologie large bande (voir le graphique ci-dessous) confirme cette structure et illustre le fait que l'accès hertzien joue un rôle plus important pour les entreprises que pour les ménages. Parallèlement, le graphique concernant l'accès des abonnés au téléphone en zones rurales aux services large bande illustre les problèmes d'accès différents auxquels sont confrontés les pays en développement et les pays développés. Comme le montre clairement le graphique, dans des pays comme le Chili, l'Equateur, Myanmar, le Sri Lanka et Tonga, seule une infime partie de la population rurale a accès aux technologies large bande. Un certain nombre de pays, notamment la Côte d'Ivoire, le Malawi, le Nigéria, l'Afrique du Sud, le Honduras, la Bosnie et la Hongrie, ont indiqué qu'aucun abonné au téléphone en zones rurales n'avait accès à des technologies large bande.

Figure 9 – Pourcentage d'entreprises ayant accès à des technologies DSL, par câble ou hertziennes



**Figure 10 – Pourcentage d'abonnés au téléphone en zones rurales ayant accès à des technologies large bande**



Seuls six pays ont indiqué qu'il y avait des différences entre les hommes et les femmes pour ce qui est de l'accès au large bande, bien que les obstacles qu'ils indiquent (voir le Tableau 5 ci-après) sont aussi des obstacles généraux à l'adoption du large bande.

**Tableau 5 – Inégalités entre les hommes et les femmes en ce qui concerne l'adoption du large bande**

Pays	Y a-t-il des inégalités entre les hommes et les femmes en ce qui concerne l'accès au large bande?	Description des inégalités
Tchad	Oui	Sensibilisation faible et coût de la formation à l'utilisation de l'ordinateur.
Guyana	Oui	La question de l'accessibilité économique se pose. En raison de la situation économique du pays, les abonnés résidentiels en particulier n'auront d'autre choix que d'utiliser leurs ressources pour acquérir des produits de première nécessité et non des produits de luxe comme le large bande.
Philippines	Oui	Economique. La conjoncture économique fait que le marché est sensible aux prix; de sorte que l'accessibilité économique des lignes DSL devient un obstacle à l'accès au large bande. Dans les provinces, le marché est très sensible aux prix.
Sri Lanka	Oui	Installations d'infrastructures.
Thaïlande	Oui	–
Bosnie	Oui	Economique.

### Tarifs et temps d'utilisation

Dans la partie du questionnaire sur les tarifs et le temps d'utilisation les pays sont invités à indiquer le tarif moyen pour un accès commuté à l'Internet, le tarif moyen mensuel pour une connexion large bande (y compris l'accès à l'Internet) si les opérateurs offrent des temps d'utilisation illimitée et la durée d'utilisation/tarifification offerte le plus couramment pour le large bande. Le Tableau 6 ci-dessous indique les tarifs moyens à la fois pour un accès commuté et les services large bande au niveau régional (régions de l'UIT). Comme on peut le voir, même s'il y a des différences entre les pays ayant répondu au questionnaire, en ce qui concerne la taille ou la situation économique le tarif moyen pour les comptes d'accès à l'Internet par ligne commutée converge d'une région à l'autre; cela étant, les prix du large bande varient sensiblement d'une région à l'autre, en particulier pour les services utilisant une grande capacité de largeur de bande.

**Tableau 6 – Tarifs moyens pour les services par ligne commutée ou les services large bande au niveau régional (régions de l'UIT)**

Région	Tarif moyen pour un accès commuté à l'Internet (dollars USD par minute)	Tarif moyen pour un accès commuté à l'Internet (dollars USD par mois)	Tarif moyen du large bande (dollars USD) par mois	
			Intermédiaire	Supérieur et en fonction du débit binaire
Afrique	0,03	24,08	1 011,17	19 731,96
Amériques	0,02	19,69	177,36	496,28
Asie-Pacifique	0,38	13,50	130,46	299,51
Etats Arabes**	0,005	NA	64,52	189,76
Europe	0,02		227,21	364,78

\*\* Il convient de noter que deux pays seulement de la région des Etats Arabes, à savoir l'Egypte et les Emirats Arabes unis, ont fourni des données sur les tarifs et qu'aucune donnée n'a été fournie concernant le tarif mensuel des connexions par ligne commutée.

Les variations à l'intérieur d'une même région des modèles de tarification sont elles aussi courantes. Dans le cas de l'Europe, les tarifs mensuels élevés, selon les estimations, de l'accès au large bande en Arménie (1 000)\*<sup>95</sup> et au Bélarus (1 200) ont fait augmenter considérablement les tarifs moyens du large bande; en excluant ces pays, le tarif moyen pour le large bande en Europe est de tout juste 146,98 dollars USD. Ce chiffre contraste beaucoup avec le tarif moyen de 1 011,17 dollars USD pour l'Afrique; là aussi le prix moyen en général est plus élevé en raison du coût d'accès au large bande en Ethiopie plus élevé que le moyenne (3 780 dollars par mois).

Etant donné que deux Etats arabes seulement ont répondu au questionnaire, les chiffres risquent d'être trompeurs pour la région dans son ensemble et ne devraient certainement pas être pris comme représentatifs de la situation du large bande dans l'ensemble des Etats arabes.

Par ailleurs, si l'accès par ligne commutée est le moyen d'accès normalisé à l'Internet, l'accès large bande fait intervenir des technologies très variées depuis le RNIS jusqu'à la ligne ADSL et la fibre spécialisée, le coût moyen de l'accès large bande étant moins élevé pour le RNIS, la ligne ADSL ou le câble d'une façon générale et plus élevé dans le cas de la fibre spécialisée.

<sup>95</sup> Le chiffre de l'Arménie correspondant au coût supplémentaire de 20 000 dollars USD n'a pas été indiqué dans le tableau et doit être vérifié. Si le chiffre avait été inclus, le coût supplémentaire pour l'Europe aurait été de 2 419,80 dollars USD par mois.

Les plans d'utilisation illimitée offerts par les opérateurs ne favorisaient pas les régions mais étaient dictés par les considérations nationales auxquelles devaient faire face les différents opérateurs. Sur les 49 pays ayant répondu au questionnaire, neuf seulement n'ont pas proposé, sous une forme ou une autre, de plan d'utilisation illimitée. Il s'agit des pays suivants: Tchad, Ethiopie, Costa Rica, République dominicaine, Israël, Maldives, Philippines, Egypte, Bosnie.

Le Tableau 7 ci-après décrit les plans de tarification/d'utilisation les plus courants pour le large bande au niveau régional (régions de l'UIT).

**Tableau 7 – Modèles courants de tarification/d'utilisation**

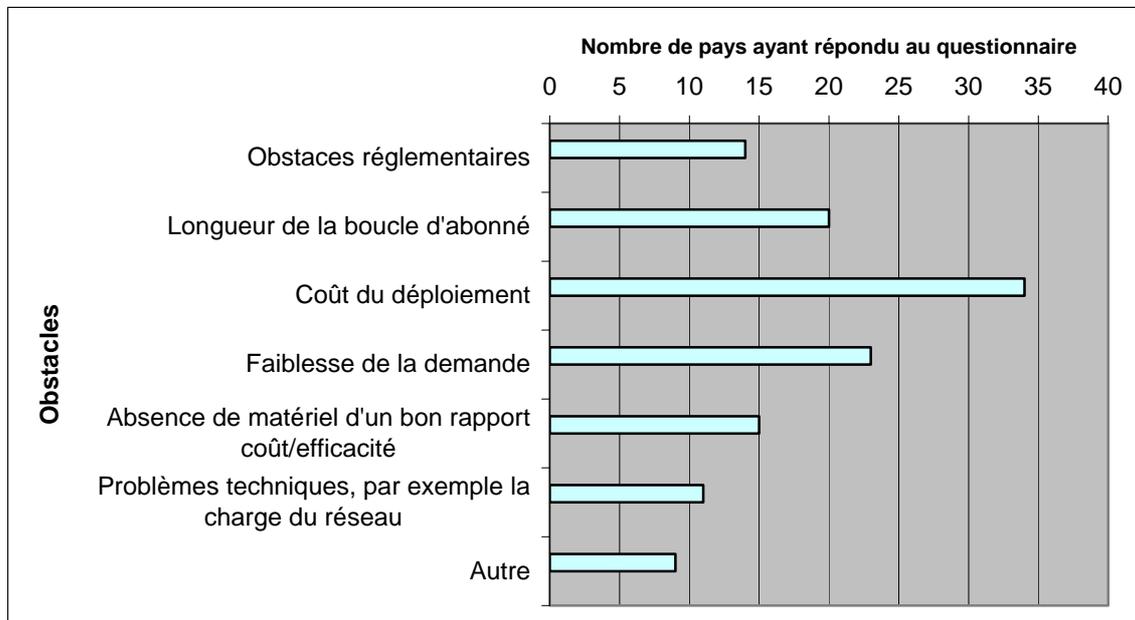
Région	Plan de tarification/d'utilisation courant
<b>Afrique</b>	Les plans de tarification/d'utilisation courants indiqués par les pays africains ayant répondu au questionnaire comprenaient: <ol style="list-style-type: none"> <li>1) les plans fondés sur des considérations de temps, de largeur de bande et de distance;</li> <li>2) les plans prévoyant un taux forfaitaire, un prix de location mensuel pour une largeur de bande donnée;</li> <li>3) un prix unitaire (prix par gigabit de capacité de transfert).</li> </ol>
<b>Amériques</b>	Dans la région Amériques la plupart des modèles étaient basés sur le concept d'un accès illimité à un débit fixe (64 ou 128 kbit/s) pour une redevance mensuelle fixe. Lorsque des lignes ADSL sont disponibles, elles sont aussi offertes dans ce modèle pour une redevance mensuelle fixe. Dans certains pays, un plan prévoyant une redevance mensuelle fixe est établi avec une utilisation de largeur de bande limitée à un seuil de transfert fixé, par exemple, transfert de données allant jusqu'à 10/15 gigabits; si le transfert de données dépasse la limite convenue, des droits supplémentaires sont alors perçus.
<b>Etats Arabes</b>	Dans le cas de l'Egypte un droit fixe par minute est perçu pour l'accès. Dans le cas des Emirats arabes unis, un droit fixe par mois est perçu et il est différent selon qu'il s'agit d'une connexion résidentielle ou d'entreprise.
<b>Asie</b>	Les plans de tarification sont divers: <p>Coûts de l'accès fixe par ligne commutée basés sur un prix par minute mais présentés comme une combinaison d'heures payées avec un nombre x d'heures gratuites supplémentaires en bonus.</p> <p>Autres modèles, droits mensuels fixes assortis de limites précises de transfert de données (1 gigabit par mois). Si le taux de transfert de données est dépassé, une surtaxe est perçue.</p> <p>Autre modèle, droit mensuel fixe avec accès illimité, par exemple accès à ADSL. Lorsque ce modèle est opérationnel mais que les besoins de largeur de bande des clients dépassent ceux offerts par ligne ADSL, la vitesse requise et la nature du service demandé (E1/T1) dicteront le prix de l'accord.</p>
<b>Europe</b>	En Europe, le plan d'utilisation le plus courant est une utilisation illimitée avec un droit mensuel fixe forfaitaire. Ce plan est largement utilisé pour les connexions DSL. Il y a aussi des modèles prévoyant un prix mensuel avec utilisation limitée à un seuil fixé, par exemple transfert de données jusqu'à 10/15 gigabits, des surtaxes étant imposées si le trafic dépasse le seuil.

### Obstacles au déploiement de l'accès large bande

Dans cette partie du questionnaire les pays étaient invités à indiquer les principaux obstacles au déploiement de l'accès large bande ainsi que les principaux problèmes de coût freinant la diffusion de l'accès large bande, l'assistance financière éventuelle et les difficultés que rencontrent les opérateurs pour mobiliser des fonds nécessaires pour mettre en place des réseaux large bande.

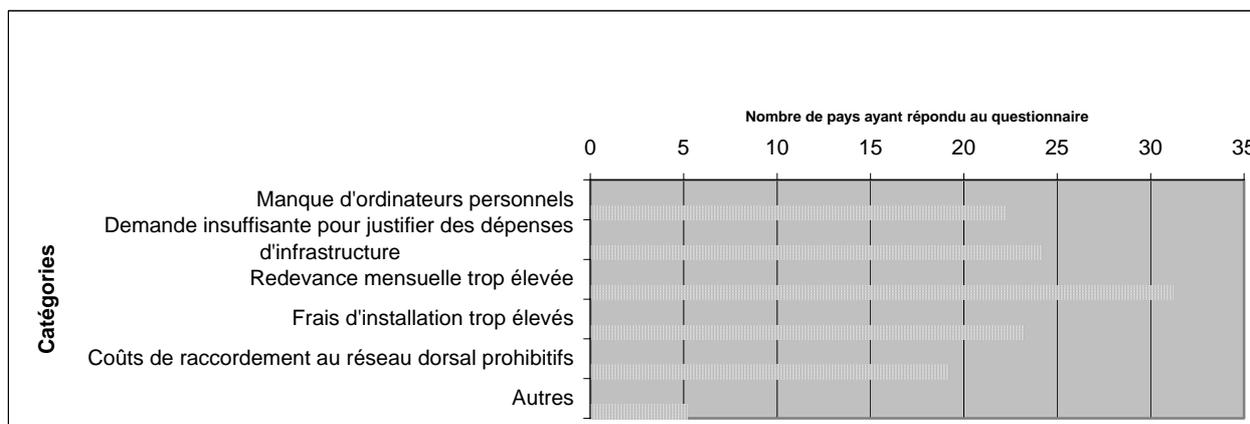
La Figure 11 ci-dessous montre que le principal obstacle à un large déploiement des services large bande est le coût de déploiement des technologies.

**Figure 11 – Principaux obstacles au déploiement de l'accès large bande**



En plus des coûts du déploiement, la faiblesse de la demande de services large bande prive, semble-t-il, de toute justification financière la recherche de moyens pour réduire les coûts de déploiement et trouver une solution à des problèmes comme la longueur de la boucle d'abonné qui constitue un obstacle technique à l'introduction de technologies comme les lignes DSL. Parmi les problèmes limitant l'essor du large bande qui ont été identifiés par les pays ayant répondu au questionnaire, le plus courant est que la redevance mensuelle qui est perçue est trop élevée, comme indiqué dans la Figure 12.

**Figure 12 – Principaux problèmes de coût freinant la diffusion de l'accès large bande**



Des redevances mensuelles élevées, des frais d'installation élevés et l'absence d'accès à des ordinateurs personnels, sont autant de facteurs qui, lorsqu'ils sont pris collectivement, peuvent se traduire par une demande insuffisante pour justifier des dépenses d'infrastructure et rendre plus difficile toute justification pour déployer des services large bande. Parmi les autres raisons qui ont été invoquées, on peut citer le niveau d'éducation et de connaissance en informatique relativement faible et Malte a aussi parlé du coût d'acquisition de contenu en langue locale.

Trente et un pays environ n'ont bénéficié d'aucun prêt ou d'aucune autre assistance financière qui auraient permis aux opérateurs de fournir des services large bande jusqu'au dernier kilomètre; ces pays sont énumérés dans le Tableau 8:

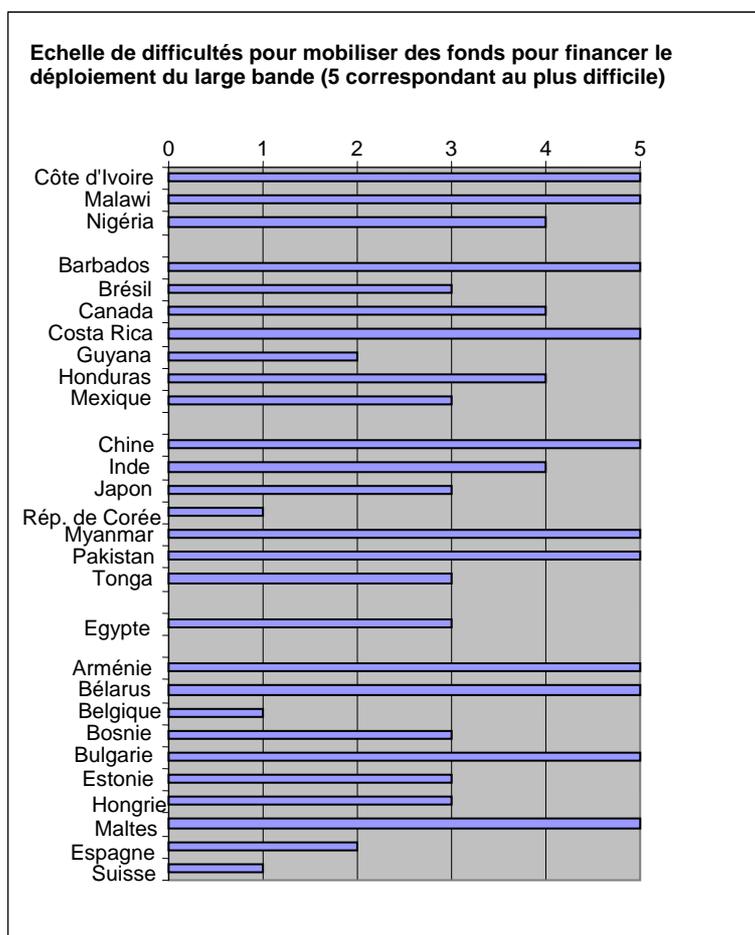
**Tableau 8 – Pays n'ayant bénéficié d'aucun prêt ou d'aucune assistance financière pour le déploiement de services large bande**

Afrique	Amériques	Etats Arabes	Asie	Europe
Tchad	Barbade		Chine	Arménie
Côte d'Ivoire	Brésil		Israël	Bélarus
Ethiopie	Chili		République de Corée	Belgique
Malawi	Costa Rica		Maldives	Bulgarie
Maurice	Equateur		Myanmar	Estonie
République Sudafricaine	Guyana		Népal	Lituanie
	Honduras		Pakistan	Norvège
			Sri Lanka	Pologne
				Espagne
				Suisse

Douze pays ont accordé des prêts ou offert d'autres formes d'assistance financière pour encourager le développement des services large bande. Ce sont notamment le Nigéria, l'Ouganda, le Canada, la République dominicaine, le Mexique, l'Inde, le Japon, Tonga, l'Egypte, la Bosnie, le Danemark, la Hongrie. Les modalités d'octroi de ces prêts diffèrent beaucoup d'un pays à l'autre. Le Canada et le Mexique, le Japon et l'Egypte offrent des prêts publics pour financer les plans de développement du large bande. L'Ouganda offre uniquement des prêts privés aux opérateurs alors qu'au Nigéria les prêts pour les opérateurs proviennent de programmes du PNUD ou de la Banque mondiale et aussi de donateurs privés. Au Danemark, les mesures d'incitation prennent la forme d'exonérations fiscales pour les améliorations concernant les communications de données et en Hongrie les impôts sur les sociétés sont réduits et il y a des subventions d'Etat directes pour développer les services large bande. Certains pays en développement remplissent aussi les conditions requises pour bénéficier d'une aide internationale, par exemple de prêts ou de subventions d'USAID.

Les difficultés que rencontrent les opérateurs pour mobiliser des fonds pour le déploiement du large bande sont illustrées dans le graphique ci-après – les pays ayant répondu au questionnaire ont noté les difficultés pour mobiliser des fonds sur une échelle de 1 à 5, par ordre croissant de difficulté. Les pays ayant des zones rurales très étendues et où la population rurale est dispersée sont parmi ceux qui rencontrent les plus grandes difficultés pour trouver un financement pour le large bande, ce qui n'est pas étonnant.

Figure 13 – Echelle de difficultés pour le financement des services large bande



### Qualité de service

Dans la partie du questionnaire relative à la qualité de service les pays étaient invités à indiquer le débit moyen de transmission de données en liaison descendante pour les lignes DSL, le câble, les systèmes hertziens et d'autres technologies qui sont utilisées pour fournir des services large bande. Dans la plupart des cas, les pays ont indiqué plusieurs débits: par exemple pour les lignes DSL, le débit peut aller de 348 kbit/s en liaison descendante pour des connexions résidentielles à 512 kbit/s pour des liaisons d'entreprise. Dans certains cas, les raisons expliquant les différences de capacité n'ont pas été fournies ou n'étaient pas suffisamment claires compte tenu des modèles mixtes de tarification/d'utilisation qui sont utilisés dans les différents pays. Par conséquent, le débit moyen le plus faible indiqué a été utilisé dans les graphiques et pour faire les comparaisons. Cela signifie que pour certains pays comme le Japon, le débit moyen en liaison descendante est indiqué comme étant de 2 Mbit/s et non de 10 à 10000 Mbit/s, débit disponible sur des réseaux à fibres optiques spécialisés destinés aux entreprises. Dans les graphiques, les pays ayant répondu au questionnaire sont classés par ordre alphabétique compte tenu des différentes régions de l'UIT, Afrique, Amériques, Etats arabes, Asie-Pacifique et Europe.

En plus des lignes DSL, du câble et des connexions hertziennes, un certain nombre d'autres technologies sont utilisées pour fournir des services large bande en liaison descendante. En Ethiopie, les services school-net, health-net, gov-net et un service DDN prenant en charge une connexion de service spécialisée et à relais de trame pour l'accès à l'Internet et les réseaux locaux d'entreprise offrent des débits allant jusqu'à 45 Mbit/s. A la Barbade, les connexions hertziennes fixes utilisées offrent des débits allant jusqu'à 128 kbit/s et un certain nombre de pays utilisent des services par satellite – au Canada les vitesses d'accès sont de 500 kbit/s et au Myanmar un satellite large bande (IPSTAR) offre des vitesses allant jusqu'à 1 218 kbit/s. En Estonie les services GPRS sont utilisés pour fournir des vitesses de connexion de 30 kbit/s. Enfin, la fibre optique est utilisée au Japon (jusqu'à 100 Mbit/s pour la fibre jusqu'au domicile) avec un débit de 10 Mbit/s en Norvège et de 2 Mbit/s en Egypte. Les graphiques ci-après illustrent le débit de données moyen en liaison descendante pour les services large bande par lignes DSL, par câble ou par accès hertzien, pour une distance moyenne de deux à quatre kilomètres.

Figure 14 – Débit moyen de données en liaison descendante pour les lignes DSL

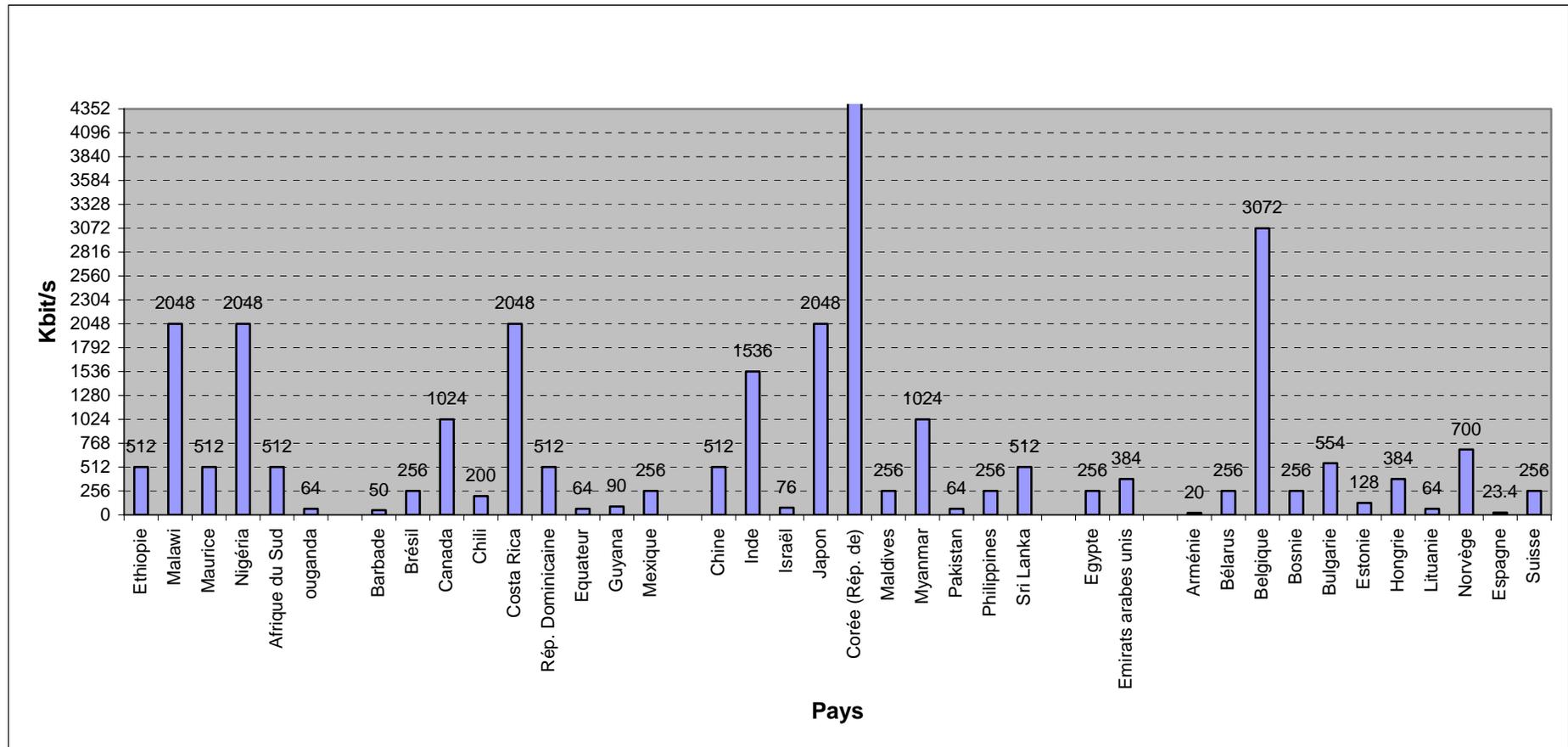


Figure 15 – Débit moyen de données en liaison descendante pour le câble

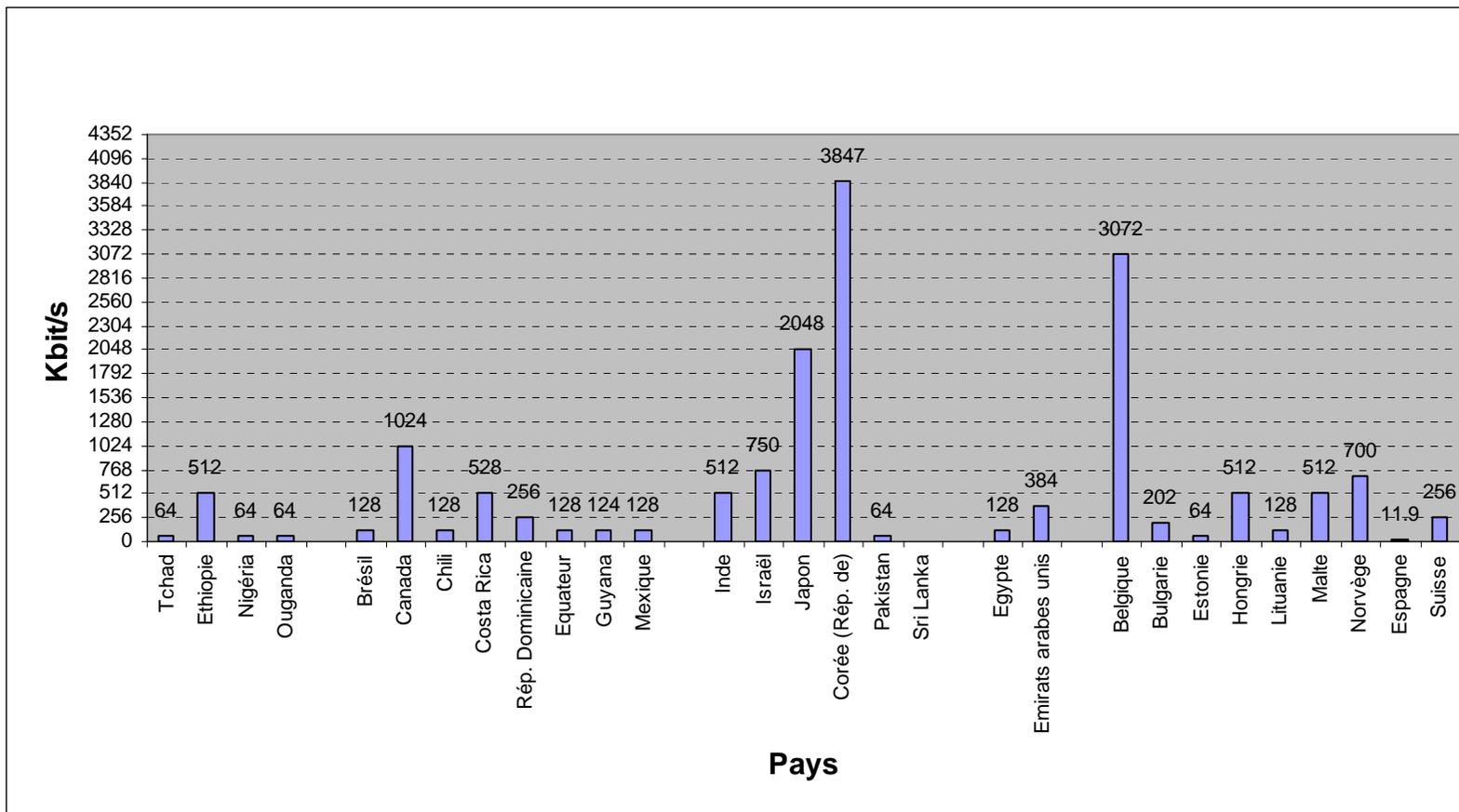
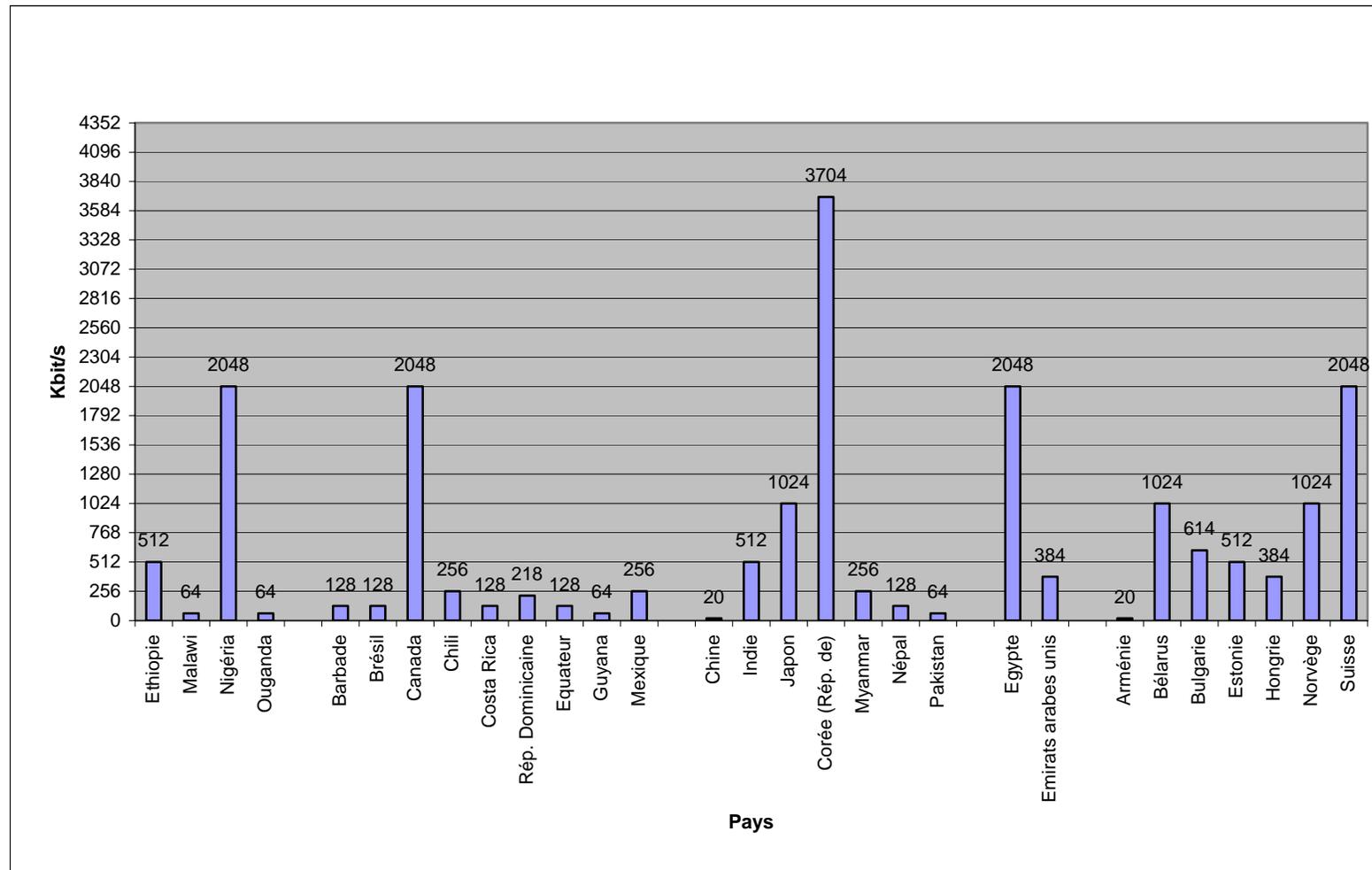


Figure 16 – Débit moyen de données en liaison descendante pour les technologies hertziennes



**Divers**

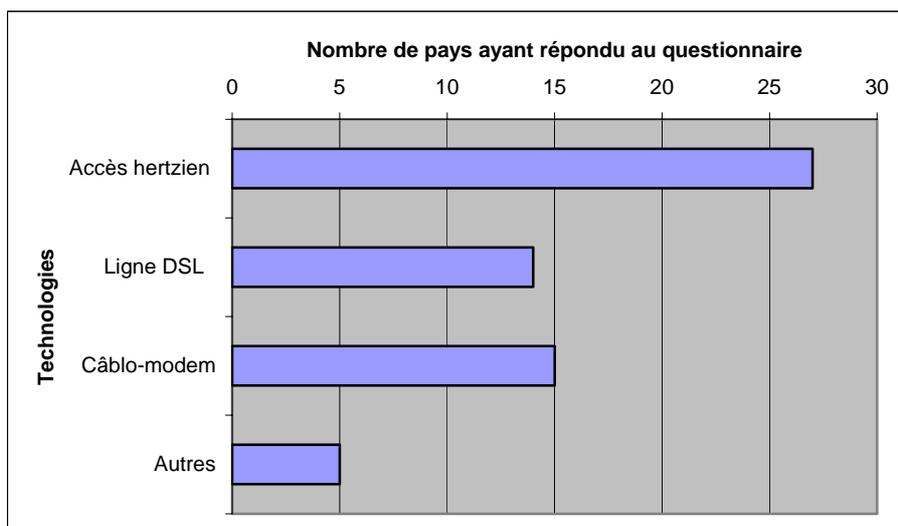
Dans la partie «Divers» du questionnaire les pays étaient invités à fournir des informations sur les points d'accès public aux services large bande, sur les technologies large bande connaissant la croissance la plus rapide et sur les applications pour lesquelles les services large bande étaient utilisés. Dix-sept pays ayant répondu au questionnaire offrent un accès gratuit aux services large bande (centres publics, écoles, bibliothèques, hôpitaux, bâtiments administratifs, télécentres, etc.). Il s'agit des pays suivants:

- Côte d'Ivoire
- Canada
- Chili
- République dominicaine
- Israël
- Japon
- République de Corée
- Myanmar
- Belgique
- Danemark
- Hongrie
- Lituanie
- Malte
- Norvège
- Pologne
- Espagne
- Suisse

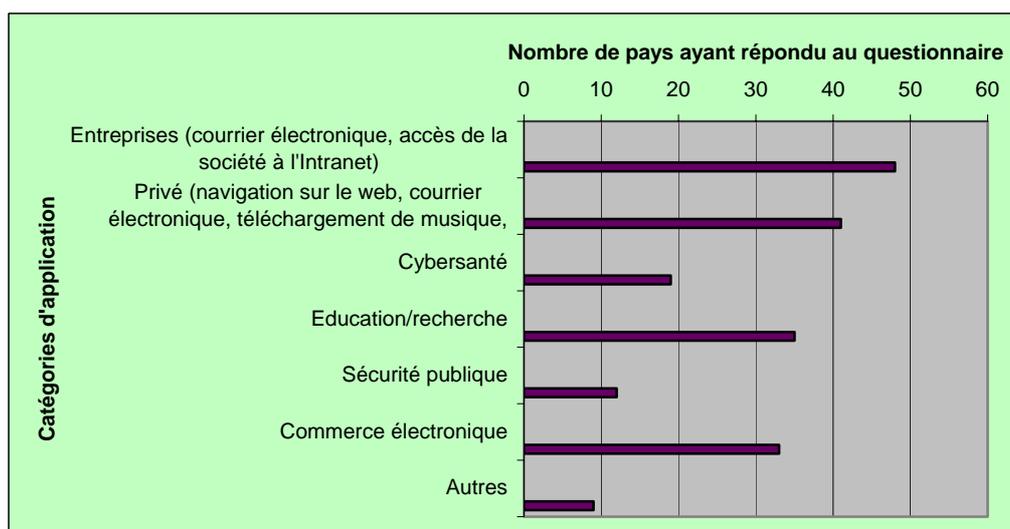
Sept autres pays offrent un accès aux services large bande dans des centres publics à un tarif spécial. Il s'agit des pays suivants:

- Nigéria
- Ouganda
- Chine
- Maldives
- Thaïlande
- Tonga
- Bélarus

Enfin, le Guyana, le Sri Lanka, l'Arménie et l'Estonie offrent un accès aux services large bande dans des centres publics mais à des prix standard. La technologie large bande connaissant la croissance la plus rapide, selon les réponses apportées par les différents pays (comme indiqué dans le graphique ci-après) est la technologie hertzienne. Un certain nombre de pays comme le Bélarus, l'Estonie, l'Éthiopie et les Philippines ont retenu plus d'une technologie, ce qui se reflète sur le marché puisque aucune technologie n'a de position dominante ou répond à des besoins divers.

**Figure 17 – Technologies large bande connaissant la croissance la plus rapide**

Les services large bande sont utilisés pour un certain nombre d'applications: entreprises (courrier électronique, réseaux intranet d'entreprise, etc.) et particuliers (navigation sur le web, téléchargement de musique ou de fichiers multimédias, etc.). Pour ces applications, au niveau régional, les proportions sont grosso modo les mêmes et ce sont les entreprises qui sont le principal moteur tant dans les pays développés que dans les pays en développement; les particuliers sont aussi un moteur important pour les services large bande dans les pays développés et dans les pays en développement. Les pays ayant répondu à ce questionnaire, qui font exception à cette règle, sont le Malawi, la Guyana, le Honduras, le Népal, la Thaïlande, l'Arménie, la Bosnie où les applications pour les entreprises étaient le seul principal moteur.

**Figure 18 – Catégories d'application pour lesquelles le large bande est utilisé**

Au Nigéria, au Canada et au Danemark, les services de cybergouvernance sont d'autres applications pour les services large bande. Le Japon et la Corée ont tous les deux indiqué que les applications de téléphonie IP étaient utilisées et la Corée a indiqué également que les jeux et la vidéo à la demande étaient à la base des applications de loisirs.

## Appendice

### Questionnaire sur le large bande

Date limite pour les réponses: **30 mai 2003**

*Prénom*

*Nom de famille*

*Fonction*

*Organisation/Activité principale*

*Téléphone/télocopie (avec indicatif de zone)*

*Pays*

*Ville*

*Adresse professionnelle*

*Courrier électronique*

*Toute demande ou information concernant le présent questionnaire doit être adressée à:*

Mme Molly Gavin  
Qualcomm Inc.  
577 Morehouse Drive  
San Diego, CA 92121  
USA  
Tél.: +1 858 6516462  
Fax: +1 858 6512880  
E-mail: [mgavin@qualcomm.com](mailto:mgavin@qualcomm.com)

ou Désiré Karyabwite  
Bureau de développement des télécommunications  
Union internationale des télécommunications  
(UIT)  
Place des Nations,  
CH-1211 Genève, Suisse  
E-mail: [desire.karyabwite@itu.int](mailto:desire.karyabwite@itu.int)  
Tél.: +41 22 730 5009  
Fax: +41 22 730 5484  
Mob.: +41 79 239 2739  
[www.itu.int/ITU-D/e-strategy/internet/iptelephony/](http://www.itu.int/ITU-D/e-strategy/internet/iptelephony/)

## INTRODUCTION

### Objectifs

- 1) Evaluer l'état d'avancement actuel des techniques d'accès large bande.
- 2) Analyser les techniques d'accès large bande y compris les paramètres suivants: facteurs démographiques, géographiques, techniques, économiques et répartition par sexe; structure des marchés pour la fourniture des services d'accès large bande.

### Résultat attendu des réponses

Le principal résultat prendra la forme de conclusions qui seront tirées des données recueillies et figureront dans le rapport final qui aidera les Membres de l'UIT-D à mettre au point des technologies d'accès large bande. Cette recherche procurera des renseignements sur les facteurs techniques, économiques et les facteurs liés au développement qui ont un effet sur le déploiement des technologies d'accès large bande dans les pays en développement. A la fin de la période d'études, un rapport final complet sera établi au sujet des *technologies d'accès large bande*. Le présent questionnaire vise à réunir, en vue de l'étude d'ensemble, des données de base cohérentes et très détaillées qui seront complétées, le cas échéant, dans le cadre des plans de travail annuels.

### Technologie

Quelles sont les technologies filaires utilisées pour fournir des services large bande:

\_\_\_ DSL

\_\_\_ Câble

\_\_\_ E1/T1

\_\_\_ Fibre

\_\_\_ Courant porteur

\_\_\_ Autres (veuillez préciser)

Quelles sont les technologies hertziennes utilisées pour fournir des services large bande?

\_\_\_ Satellite

\_\_\_ IMT-2000

\_\_\_ Réseau local hertzien

\_\_\_ Accès hertzien fixe

\_\_\_ Autres (veuillez préciser)

**Concurrence**

La concurrence est-elle autorisée dans les services Internet? (OUI/NON)

La boucle locale donne-t-elle lieu à concurrence? (OUI/NON)

Existe-t-il une concurrence entre les différentes technologies large bande? (par exemple DSL, câble, accès hertzien large bande) (OUI/NON)

Combien d'exploitants offrent des services Internet à haut débit? \_\_\_\_\_

Pourcentage d'exploitants offrant des services large bande DSL? \_\_\_\_\_

Pourcentage d'exploitants offrant des services large bande par câblo-modem? \_\_\_\_\_

Pourcentage d'exploitants offrant des services hertziens large bande? \_\_\_\_\_

Pourcentage d'exploitants offrant d'autres services large bande?

**Accès**

Quel pourcentage environ de foyers a en général accès aux technologies d'accès large bande? \_\_\_\_\_

Pourcentage de foyers ayant accès au service DSL large bande? \_\_\_\_\_

Pourcentage de foyers ayant accès au service par câblo-modem large bande? \_\_\_\_\_

Pourcentage de foyers ayant accès aux services hertziens large bande? \_\_\_\_\_

Quel pourcentage environ d'entreprises a en général accès aux technologies d'accès large bande? \_\_\_\_\_

Pourcentage d'entreprises ayant accès au service DSL large bande \_\_\_\_\_

Pourcentage d'entreprises ayant accès au service par câblo-modem large bande? \_\_\_\_\_

Pourcentage d'entreprises ayant accès aux services hertziens large bande? \_\_\_\_\_

Quel pourcentage des abonnés au téléphone vivant dans les zones rurales dispose d'un accès aux technologies large bande? \_\_\_\_\_

Y a-t-il des obstacles qui entravent l'accès des femmes au service large bande (politique, économique, social, etc.)? (OUI/NON)

Dans l'affirmative, veuillez préciser.

**Tarifs et temps d'utilisation**

Quel est le tarif<sup>96</sup> moyen pour un accès commuté à l'Internet (veuillez préciser l'unité de temps ou de volume)? \_\_\_\_\_

Quel est le tarif mensuel moyen pour une connexion large bande (y compris l'accès à l'Internet)?

Entre 64 et 500 kbit/s \_\_\_\_\_

Au-delà de 500 kbit/s \_\_\_\_\_

Les exploitants offrent-ils des temps d'utilisation illimité? (OUI/NON)

Veuillez indiquer la durée d'utilisation/tarifification offerte le plus couramment pour le large bande. (Veuillez préciser l'unité de temps ou de volume).

\_\_\_\_\_

<sup>96</sup> De préférence en dollars des Etats-Unis d'Amérique.

**Obstacles au déploiement de l'accès large bande**

Quels sont les principaux obstacles au déploiement du service large bande? (Cocher toutes les bonnes réponses)

- Obstacles réglementaires
- Longueur de la boucle d'abonné
- Coût du déploiement
- Faible demande
- Absence de matériel d'un bon rapport coût/efficacité
- Facteurs techniques tels que la charge des réseaux
- Autres (veuillez préciser)

Quels sont les principaux problèmes de coût qui freinent la diffusion de l'accès large bande? (Cocher toutes les bonnes réponses)

- Manque d'ordinateurs personnels
- Demande insuffisante pour justifier les coûts d'infrastructure
- Redevance mensuelle trop élevée
- Frais d'installation trop élevés
- Coût des raccordements à la dorsale prohibitif
- Autres (veuillez préciser)

Existe-t-il des prêts abordables ou une autre aide financière pour que les exploitants fournissent un accès large bande, y compris pour les abonnés sur le dernier kilomètre? (OUI/NON)

Dans l'affirmative, veuillez préciser (gouvernement, privé, autres organisations).

Quelle difficulté (selon une échelle de 1 à 5; 5 correspondant à la plus grande difficulté) rencontre-t-on pour obtenir le financement du déploiement du service large bande?

**Qualité du service**

Quel est le débit moyen de données de la liaison aval dans le cas du DSL? \_\_\_\_\_

Quel est le débit moyen de données de la liaison aval dans le cas du service large bande par câble? \_\_\_\_\_

Quel est le débit moyen de données de la liaison aval dans le cas du service large bande hertzien? \_\_\_\_\_

Quel est le débit moyen de données de la liaison aval dans le cas d'autres services large bande? (veuillez préciser les services) \_\_\_\_\_

**Divers**

- 1) Est-ce que les centres publics (écoles, bibliothèques, hôpitaux, ensembles de bâtiments administratifs, télécentres, etc.) offrent des services large bande? (OUI/NON)

Dans l'affirmative, les services sont-ils généralement offerts gratuitement? (OUI/NON)

S'ils ne sont pas gratuits, y a-t-il un tarif spécial? (OUI/NON)

- 2) Quelle technologie large bande connaît la croissance la plus rapide? (accès hertzien, DSL, câblo-modem ou autre)

Pour quelles applications le service large bande est-il utilisé? (Cocher toutes les bonnes réponses)

\_\_\_\_\_ Entreprises (courrier électronique, accès de la société à l'Intranet)

\_\_\_\_\_ Privé (navigation sur le web, courrier électronique, téléchargement de musique, multimédia)

\_\_\_\_\_ Cybersanté

\_\_\_\_\_ Education/recherche

\_\_\_\_\_ Sécurité publique

\_\_\_\_\_ Commerce électronique

\_\_\_\_\_ Autres (veuillez préciser)

## ANNEXE III

**Questions et Recommandations des Commissions d'études concernées  
d'autres Secteurs de l'UIT**

Liste des Questions et des Recommandations pertinentes à étudier dans d'autres Secteurs de l'UIT.

Au sein de la Commission d'études 9 de l'UIT-T, qui s'occupe des réseaux par câble à large bande intégrés et de la transmission sonore et télévisuelle, les Questions suivantes, ainsi que les Recommandations pertinentes, doivent être suivies:

Question 6/9 – Méthodes et pratiques d'accès conditionnel pour la télévision numérique directe par câble.

Question 12/9 – Fourniture sur le réseau de télévision par câble de services numériques multimédias évolués et d'applications utilisant des protocoles Internet (IP) et/ou de données en mode paquet.

Question 13/9 – Applications vocales et vidéo de type IP sur des réseaux de télévision par câble.

Au sein de la Commission d'études 15 de l'UIT-T, qui s'occupe des réseaux optiques et d'autres réseaux de transport, les Questions suivantes, et les Recommandations connexes, seront traitées:

Question 1/15 – Transport dans le réseau d'accès.

Cette Question donne un aperçu complet sur les normes et est mise à jour régulièrement. Elle est accessible à l'adresse suivante: [www.itu.int/ITU-T/studygroups/com15/lead.html](http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com15/lead.html)

Question 2/15 – Systèmes optiques dans les réseaux d'accès.

Au sein de la Commission d'études 16 de l'UIT-T, qui assume les fonctions de Commission d'études directrice pour les services, les systèmes et les terminaux multimédias, les Questions suivantes et les Recommandations connexes seront traitées:

Question C/16 – Applications et services multimédias.

Question 2/16 – Multimédia par réseaux à commutation de paquets utilisant des systèmes H.323.

En ce qui concerne les Commissions d'études 4, 6, 8 et 9 de l'UIT-R, les Questions pertinentes et les Recommandations associées feront l'objet d'un suivi.

On trouvera des renseignements complémentaires sur l'accès hertzien de Terre fixe et mobile sur le site web de l'UIT-R à l'adresse suivante: [www.itu.int/ITU-R/study-groups/was/itu/index.html](http://www.itu.int/ITU-R/study-groups/was/itu/index.html).

## ANNEXE IV

**Lignes directrices relatives aux meilleures pratiques pour promouvoir le large bande et l'accès à l'Internet à faible coût**

Nous, régulateurs participant au Colloque mondial des régulateurs 2004, proposons des lignes directrices relatives aux meilleures pratiques pour promouvoir le large bande et l'accès à l'Internet à faible coût. Nous cherchons à créer des cadres réglementaires nationaux offrant une certaine souplesse et favorisant l'instauration de la concurrence entre de multiples prestataires de services qui utilisent divers systèmes de transport et différentes technologies. Nous sommes convaincus que les meilleures pratiques décrites ci-après contribueront à améliorer la situation socio-économique des habitants de la planète.

**Mettre en place un cadre réglementaire qui encourage le déploiement du large bande et l'accès à l'Internet**

- 1) Nous encourageons les pouvoirs politiques, au plus haut niveau, à apporter leur appui en formulant de grands objectifs nationaux ou régionaux. Ceci inclut un régulateur efficace, séparé de l'opérateur historique et hors des influences politiques, un processus de réglementation transparent, ainsi que l'adoption et la mise en œuvre de règles claires.
- 2) Nous sommes persuadés que la concurrence, dans le plus grand nombre possible de maillons de la chaîne de valeur, est le principal moteur de l'efficacité et de l'innovation en matière de produits et de prix.
- 3) Nous encourageons les régulateurs à établir des politiques qui visent à développer la concurrence entre différentes technologies et différents segments de l'industrie, qui conduiront au développement et au déploiement du large bande. Ceci exige d'identifier les obstacles et les goulets d'étranglement qui peuvent exister quant à l'accès aux installations essentielles sur une base non discriminante.
- 4) Nous sommes convaincus que la régulation devrait avoir pour objectif premier d'assurer un accès équitable et raisonnable à des services large bande concurrentiels, accès à l'Internet compris.
- 5) Nous préconisons le maintien de politiques commerciales transparentes et non discriminatoires, afin d'attirer les investissements.
- 6) Nous encourageons les régulateurs à élaborer des stratégies qui stimulent la concurrence entre diverses technologies et divers secteurs de l'industrie, afin de favoriser le développement et le déploiement de capacités large bande.
- 7) Nous encourageons également les régulateurs à adopter des politiques technologiquement neutres, ne privilégiant pas une technologie par rapport à une autre. Nous incitons les régulateurs à tenir compte de la convergence des plates-formes et des services et à réévaluer périodiquement les régimes réglementaires, dans un but d'uniformisation et en vue de supprimer les avantages commerciaux inévitables ou les contraintes réglementaires inutiles.
- 8) Nous encourageons les régulateurs à attribuer du spectre en quantité suffisante pour faciliter l'emploi de technologies modernes et économiques de radiocommunication utilisant le large bande. Nous les encourageons en outre à pratiquer une gestion innovante de la ressource spectre, par exemple en autorisant l'utilisation de fréquences en partage ou à attribuer des fréquences sans obligation de licence, pour autant qu'il n'en résulte pas de brouillage.
- 9) Nous exhortons les régulateurs à mener périodiquement des consultations publiques avec les partenaires pour faire connaître les méthodes de prise de décision en matière de réglementation.
- 10) Nous recommandons aux régulateurs de réfléchir attentivement aux possibilités de réduire au minimum les obstacles à l'octroi de licences.
- 11) Nous encourageons la mise en place d'un cadre réglementaire qui autorise les fournisseurs de services Internet et de services large bande à mettre en place leurs propres installations sur le dernier tronçon.
- 12) Nous encourageons également les régulateurs à définir clairement une stratégie réglementaire applicable au secteur privé, afin d'atténuer les incertitudes et les risques et de lever les éventuels obstacles à l'investissement.

**Elaborer des politiques réglementaires novatrices pour promouvoir l'accès universel**

- 1) Nous recommandons que la promotion de l'accès aux connexions large bande à faible coût soit totalement intégrée depuis les initiatives prises au niveau local jusqu'à celles relatives aux lois internationales. Les gouvernements, le secteur privé et les organisations non gouvernementales devraient participer à cet effort.
- 2) Nous recommandons aux régulateurs d'adopter des cadres réglementaires ouverts à des applications telles que le téléenseignement et le cybergouvernement.
- 3) Nous encourageons chaque pays à adopter des politiques visant à faciliter l'accès à l'Internet et au large bande, en fonction de la structure de son marché et sachant que ces politiques doivent refléter la diversité des cultures, des langues et des intérêts de la collectivité.
- 4) Nous encourageons les régulateurs à collaborer avec toutes les parties concernées à l'extension de la desserte et de l'utilisation du large bande, dans le cadre de partenariats multipartites. Il peut en outre être souhaitable de recourir, en complément, à des initiatives publiques qui encouragent des programmes financièrement viables à longue échéance, notamment pour ce qui est de combler les éventuelles lacunes dans certains pays.
- 5) Nous encourageons les régulateurs à adopter des régimes réglementaires qui facilitent l'utilisation de tous les types de systèmes (filaire, réseau électrique, câble, hertziens, Wi-Fi compris, et satellite.)
- 6) Nous encourageons les régulateurs à envisager la mise en place de programmes qui encouragent l'accès du public aux services large bande et à l'Internet dans les écoles, les bibliothèques et autres établissements publics.
- 7) Nous encourageons également les régulateurs à mettre en œuvre des allocations de spectre harmonisées en conformité avec les résultats de la Conférence des Radiocommunications de l'UIT et l'intérêt national de chaque pays. La participation à ce cadre bien défini facilitera le déploiement à faible coût des équipements à l'échelle internationale et la promotion du large bande et des connexions Internet par les économies d'échelle et la concurrence entre les fournisseurs de services et de large bande.

**Le large bande, solution d'avenir**

- 1) La régulation devrait viser à améliorer à long terme le bien-être du public. Le large bande peut y contribuer en facilitant l'accès à l'instruction et à l'information et en renforçant l'efficacité. Il permet de réduire les coûts, de surmonter l'obstacle de la distance, d'ouvrir les marchés, d'améliorer la compréhension et de créer des emplois.
  - 2) Nous encourageons les régulateurs à éduquer les consommateurs, à les informer des services qui sont à leur disposition et à la façon de les utiliser, dans l'intérêt de l'ensemble de la population.
  - 3) Nous exhortons les régulateurs à collaborer avec les autres organisations gouvernementales concernées, l'industrie, les associations de consommateurs et avec d'autres entités, afin que les consommateurs aient accès aux informations dont ils ont besoin sur les services large bande et Internet.
-





Imprimé en Suisse  
Genève, 2006

Crédits de photos: Photothèque UIT