

# QUESTION 25/2

TECHNOLOGIES D'ACCÈS POUR  
LES TÉLÉCOMMUNICATIONS LARGE BANDE,  
Y COMPRIS LES IMT, POUR LES PAYS  
EN DÉVELOPPEMENT



**ACCESS**  
TECHNOLOGY  
FOR DEVELOPING  
COUNTRIES

## **POUR NOUS CONTACTER**

Site web: [www.itu.int/ITU-D/study\\_groups](http://www.itu.int/ITU-D/study_groups)

La Librairie électronique de l'UIT: [www.itu.int/pub/D-STG/](http://www.itu.int/pub/D-STG/)

Courriel: [devsg@itu.int](mailto:devsg@itu.int)

Téléphone: +41 22 730 5999

## **QUESTION 25/2:**

***Technologies d'accès pour les télécommunications large bande, y compris les IMT, pour les pays en développement***



## **Les Commissions d'Études de l'UIT-D**

Pour appuyer les activités menées par le Bureau de développement des télécommunications dans les domaines du partage des connaissances et du renforcement des capacités, les Commissions d'études de l'UIT-D aident les pays à atteindre leurs objectifs de développement. Parce qu'elles ont un rôle de catalyseur en créant, en partageant et en mettant en pratique des connaissances dans le domaine des TIC au service de la réduction de la pauvreté et du développement socio-économique, les Commissions d'études de l'UIT-D contribuent à instaurer des conditions permettant aux pays d'utiliser les connaissances pour être mieux à même d'atteindre leurs objectifs de développement.

### **Plate-Forme de Connaissances**

Les résultats des travaux des Commissions d'études de l'UIT-D et les documents de référence connexes sont utilisés pour faciliter la mise en oeuvre de politiques, stratégies, projets et initiatives spéciales dans les 193 Etats Membres de l'UIT. Ces activités permettent en outre d'étoffer la base des connaissances partagées par les membres.

### **Au Coeur de l'Échange d'Information et du Partage des Connaissances**

Des réunions présentielles, le Forum électronique et des réunions offrant la possibilité de participer à distance permettent de faire part de sujets présentant un intérêt commun, dans une atmosphère propice à un débat ouvert et à l'échange d'informations.

### **Base d'Informations**

Des rapports, lignes directrices, bonnes pratiques et recommandations sont élaborés sur la base des contributions reçues et examinées par les membres des Commissions. Des données sont recueillies grâce à des enquêtes, contributions et études de cas, et mises à la disposition des membres, qui peuvent les consulter facilement en utilisant les outils de gestion de contenus et de publication web.

### **Commission d'Études 2**

La CMDT-10 a confié à la Commission d'études 2 l'étude de neuf Questions relatives au développement de l'infrastructure et des technologies de l'information et de la communication, aux télécommunications d'urgence et à l'adaptation aux changements climatiques. Les activités ont porté essentiellement sur l'étude des méthodes et approches les plus adaptées et efficaces pour la fourniture de services dans les activités de planification, de développement, de mise en oeuvre, d'exploitation, de maintenance et de suivi des services de télécommunication, afin d'en accroître l'utilité pour les utilisateurs. Dans le cadre de ces activités, l'accent a été mis en particulier sur les réseaux large bande, les radiocommunications mobiles et les télécommunications/TIC pour les zones rurales et isolées, les besoins des pays en développement dans le domaine de la gestion du spectre, l'utilisation des TIC pour atténuer les effets des changements climatiques dans les pays en développement, l'utilisation des télécommunications/TIC pour atténuer les effets des catastrophes naturelles et pour les opérations de secours, les tests de conformité et d'interopérabilité et les cyberapplications et, au premier chef, les applications se fondant sur les télécommunications/TIC. Les travaux ont également porté sur la mise en oeuvre des technologies de l'information et de la communication, compte tenu des résultats des études menées par l'UIT-T et l'UIT-R et des priorités des pays en développement.

La Commission d'études 2, conjointement avec la Commission d'études 1 de l'UIT-R, s'occupe également de la Résolution 9 (Rév.Hyderabad, 2010) de la CMDT-10 intitulée "Participation des pays, en particulier des pays en développement, à la gestion du spectre radioélectrique".

Le présent rapport a été établi par un grand nombre de volontaires provenant d'administrations et opérateurs différents. La mention de telle ou telle entreprise ou de tel ou tel produit n'implique en aucune manière une approbation ou une recommandation de la part de l'UIT.

## Table des Matières

	<i>Page</i>
<b>Résumé analytique</b> .....	<b>1</b>
<b>1 Importance du large bande</b> .....	<b>2</b>
1.1 Avantages économiques et sociaux du large bande.....	2
1.2 Applications large bande .....	11
1.3 Questions liées à l'égalité hommes-femmes en rapport avec le déploiement de la technologie large bande .....	14
1.4 Accès des personnes handicapées aux services large bande .....	15
<b>2 Politique en matière de large bande</b> .....	<b>15</b>
2.1 Stratégies des régulateurs pour accélérer l'accès au large bande (à savoir, programmes nationaux relatifs au large bande et Fonds de service universel) .....	15
2.1.1 Déploiement .....	16
2.1.2 Adoption .....	17
2.1.3 Mesures et divulgation .....	18
2.1.4 Fonds de service universel .....	19
2.1.5 Spectre .....	21
2.2 Lignes directrices pour les régulateurs relatives aux bonnes pratiques pour promouvoir le large bande à faible coût .....	22
2.3 Stratégies des opérateurs visant à promouvoir le déploiement du large bande .....	24
<b>3 Technologies large bande</b> .....	<b>26</b>
3.1 Considérations relatives au déploiement du large bande: technologie filaire ou technologie hertzienne.....	26
3.2 Mesures techniques permettant une utilisation efficace des télécommunications hertziennes .....	31
3.3 Technologies filaires d'accès au large bande.....	32
3.4 Technologies hertziennes d'accès au large bande, y compris les IMT .....	38
3.5 Technologies et solutions d'accès au large bande par satellite.....	40
3.5.1 Aperçu.....	40
3.5.2 Capacités et caractéristiques du large bande par satellite .....	41
3.5.3 Caractéristiques des constellations de satellites .....	42
3.5.4 Solutions et considérations relatives aux systèmes et au déploiement .....	46
3.6 Liaisons de raccordement pour l'accès au large bande.....	49
3.6.1 Liaisons de raccordement hertziennes de Terre.....	49
3.6.2 Solutions de liaisons de raccordement par satellite .....	54
3.6.3 Raccordement par la fibre .....	56
3.6.4 Raccordement par câbles sous-marins .....	57

	<i>Page</i>
<b>I Annexes .....</b>	<b>59</b>
<b>Annex I: Country Experiences .....</b>	<b>61</b>
<b>Annex II: Definition of Question 25/2 .....</b>	<b>62</b>
<b>Annex III: Other ITU Sector Relevant Recommendations and Reports .....</b>	<b>65</b>
<b>II Acronyms/Glossary .....</b>	<b>68</b>
<b>III References .....</b>	<b>71</b>

### **Figures et Tableaux**

Figure 1.1-1: Comment les investissements dans le large bande peuvent dynamiser l'économie .....	6
Figure 1.1-2: Incidence, au fil du temps, d'une augmentation du taux de pénétration du large bande sur le PIB.....	7
Figure 1.1-3: Incidence du large bande sur le PIB dans les pays d'Amérique latine et des Caraïbes.....	8
Figure 1.1-4: Incidence d'un doublement de l'utilisation des données mobiles par connexion 3G sur la croissance du PIB par habitant.....	9
Figure 3.1-1: Evolution des technologies filaires et hertziennes pour des débits d'utilisateur types....	27
Figure 3.1-2: Augmentation de la capacité par l'utilisation de femtocellules .....	29
Figure 3.2-1: Comparaison de l'efficacité de la macrocellule et de la microcellule.....	31
Figure 3.3-1: Configuration d'un modem DSLAM dans le cas d'une ligne SHDSL distante .....	34
Figure 3.3-2: Architecture d'un réseau optique passif (PON) .....	<b>36</b>
Figure 3.5.3.1-1: Système à satellites multifaisceaux fournissant des services large bande (paquets IP) .....	43
Figure 3.6.1.1-1: Liaisons point à point .....	50
Figure 3.6.1.1-2: Liaisons point à multipoint.....	50
Figure 3.6.1.1-3: Réseaux en maille .....	51
Figure 3.6.1.3-1: Exemple scénario 1 .....	53
Figure 3.6.1.3-2: Exemple scénario 2 .....	53
Figure 3.6.1.3-3: Scénarios pris pour exemple .....	54
Figure 3.6.2-1: Exemple d'un réseau de raccordement par satellite .....	56

	<i>Page</i>
Tableau 2.3-1: Besoins particuliers des opérateurs .....	25
Tableau 3.1-1: Avantages et inconvénients des différentes technologies large bande.....	30
Tableau 3.2-1: Les diverses tailles de cellule.....	32
Tableau 3.3-1: Normes de transmission de données – réseau d'accès filaire .....	34
Tableau 3.3-2: Résumé des normes de l'UIT-T sur les réseaux large bande filaires FTTx.....	37
Tableau 3.3-3: Recommandations UIT-T spécifiant les normes applicables aux réseaux domestiques	38



## QUESTION 25/2

# Technologies d'accès pour les télécommunications large bande, y compris les IMT, pour les pays en développement

### Résumé analytique

"Le nombre d'abonnés au large bande mobile de par le monde a dépassé celui des abonnés au large bande fixe à la fin de 2010. Le taux de croissance extraordinaire du nombre d'abonnés ayant adopté le large bande mobile veut dire que dans quatre ans le large bande mobile représentera 80% du nombre total d'abonnements au large bande et deviendra le moyen dominant de connexion à l'Internet. Sur les marchés émergents, le large bande mobile devrait passer de 37 à 79% du nombre total d'abonnements entre 2010 et 2015"<sup>1</sup>.

Dans le cadre de la Question 25 de la Commission d'études 2 de l'UIT-D, il a été demandé de fournir aux pays en développement une description des différentes technologies disponibles pour l'accès au large bande, qui, s'agissant des télécommunications de Terre et par satellite, notamment des télécommunications mobiles internationales (IMT), sont tant filaires qu'hertziennes. Le présent Rapport porte sur les problèmes techniques, rencontrés lors de la mise en place des technologies d'accès au large bande, et identifie les facteurs qui influencent le déploiement efficace de ces technologies ainsi que de leurs applications, l'accent étant mis sur les technologies et les normes qui sont reconnues ou sont à l'étude au sein de l'UIT-R et de l'UIT-T. Il a pour but d'examiner les tendances futures en matière de technologies filaires et hertziennes d'accès au large bande, d'identifier les méthodes employées pour la planification et la mise en oeuvre du passage à ces technologies, d'examiner les tendances, notamment en matière de déploiements, de services offerts et de questions réglementaires, d'identifier les éléments clés à étudier en vue de faciliter le déploiement de systèmes intégrant les composants des IMT par satellite et de Terre, et de fournir des informations sur les incidences de la mise en oeuvre et sur les IMT évoluées. Les informations contenues dans le présent Rapport sont fondées sur des informations obtenues directement auprès des deux autres Secteurs de l'UIT, sur les travaux menés dans le cadre de la Question 10 de la Commission d'études 2 de l'UIT-D sur les technologies rurales, ainsi que sur des travaux récents menés par la Commission des Nations Unies sur le large bande. De plus amples informations peuvent être obtenues directement auprès de ces groupes.

Il convient de noter qu'il existe de nombreuses définitions de l'expression "large bande", différentes selon les pays, les technologies et les organisations internationales. En 1990, l'UIT a défini l'accès au large bande (BWA) comme étant l'"accès hertzien dont les capacités de connexion sont supérieures au débit primaire"<sup>2</sup>. Dans le cadre de la Question 25/2 de la Commission d'études 2 de l'UIT-D, il y a eu plusieurs autres propositions de définition du large bande. Toutefois, aucun consensus autour d'une définition proposée n'a pu être dégagé et il a été considéré que l'élaboration d'une nouvelle définition par l'UIT ne relevait pas de la Commission.

---

<sup>1</sup> "Ten Facts about Mobile Broadband", Darrell West, Center for Technology Innovation, Brookings, décembre 2011.

<sup>2</sup> Recommandation UIT-R F.1399, "Terminologie relative aux accès hertziens" (2001).

## 1 Importance du large bande

### 1.1 Avantages économiques et sociaux du large bande

"L'accès à l'Internet large bande peut améliorer la productivité et contribuer à la croissance économique; de ce fait, le large bande mérite de jouer un rôle central dans l'élaboration de stratégies de développement. Les réseaux large bande (aussi bien fixes que mobiles) sont nécessaires à la fourniture des services modernes de communication et d'information qui transmettent des données à haut débit. Ces services sont, par exemple, le transfert de fichiers dans les entreprises, la télévision ou encore l'Internet haut débit. Les connexions à l'Internet haut débit donnent accès rapidement à un grand nombre de services, comme les services vocaux, la vidéo, la musique, les films, la radio, les jeux et la publication.

Les réseaux à large bande augmentent l'efficacité et la portée des services existants et fournissent une capacité supplémentaire pour les applications à venir. En effet, ils sont au coeur de la transformation actuelle du secteur des télécommunications, due à la convergence des télécommunications, des médias et de l'informatique. Le processus de convergence comprend:

- la convergence des services, qui permet aux opérateurs d'utiliser un réseau unique pour fournir des services multiples;
- la convergence des réseaux, qui permet d'acheminer un service à travers un ensemble de réseaux;
- la convergence des sociétés, avec des fusions ou collaborations entre entreprises dans certains secteurs.

La convergence, qui répond à l'évolution de la technologie et de la demande, entraîne de profonds changements dans les structures de marché et les modèles d'activité économique.

Des données de plus en plus nombreuses indiquent que le large bande a un impact économique considérable sur les individus, les entreprises et les communautés. On utilise de plus en plus le large bande pour acquérir des connaissances et augmenter les possibilités d'emploi. Dans les zones rurales des pays en développement où le large bande est installé, les villageois et les agriculteurs bénéficient d'une meilleure information sur les cours des produits agricoles, mais aussi d'un meilleur accès à la formation et aux offres d'emploi. Les habitants des pays développés et des zones urbaines des pays en développement sont de plus en plus nombreux à constituer, grâce au large bande et dans le cadre de groupes d'utilisateurs entre homologues sur le web, des réseaux sociaux, qui facilitent l'intégration économique et stimulent le développement. Les blogs (*web logs*, ou chroniques en ligne), les wikis (sites web sur lesquels les utilisateurs peuvent apporter leur contribution ou éditer du contenu), les sites de partage de vidéos, ainsi que d'autres sites analogues donnent lieu à des approches nouvelles, décentralisées et dynamiques, de la collecte et de la diffusion d'informations, qui permettent de mieux se préparer à l'avènement de l'économie du savoir (Johnson, Manyika et Yee, 2005)<sup>3</sup>."

Outre le fait qu'il a une incidence positive sur l'acquisition des connaissances et sur les compétences des personnes, le large bande est considéré comme un moyen sain d'offrir des possibilités d'emploi de par le monde. Au Bangladesh, par exemple, la contribution du secteur des TIC (englobant largement le large bande en particulier) est quadruple. L'emploi "direct" des TIC ou des travailleurs, directement recrutés par les acteurs de la chaîne de valorisation, l'emploi "en guise de soutien" des TIC, qui résulte du travail externalisé et produit des taxes, réinvesties par les pouvoirs publics dans les activités qui génèrent des emplois, l'emploi "indirect" des TIC, qui fait intervenir d'autres frais et génère du profit, et finalement l'emploi "induit" des TIC, qui permet de créer des emplois grâce à la dépense par les employés et les autres bénéficiaires de leurs salaires. L'emploi induit a récemment permis de créer 1,1 million d'emplois

---

<sup>3</sup> Land Mobile Handbook Volume 5 (Broadband Wireless Access Systems) (Doc. 25/4).

au Bangladesh<sup>4</sup>. Aux Etats-Unis, selon Deloitte, l'investissement américain dans la technologie du large bande devrait produire une augmentation du PIB de plus de 73 milliards USD entre 2012 et 2016 et un nombre de nouveaux emplois compris entre 371 000 et 771 000<sup>5</sup>.

"Le large bande offre une solution possible pour dispenser un enseignement dans les pays développés comme dans les pays en développement. Les réseaux large bande peuvent acheminer des informations, faciliter l'interactivité et le partage des ressources et contribuer à favoriser l'égalité des chances. L'enseignement en ligne permet de surmonter les obstacles de la formation des enseignants; selon les estimations de l'UNESCO, on aura besoin, en 2015, date butoir pour la réalisation des OMD, de 10 millions d'enseignants supplémentaires dans le monde<sup>6</sup>. De nombreux pays ont déjà entrepris de lancer un programme intensif de formation des enseignants en ligne, mais cela ne suffit pas: il faut aussi, d'urgence, rendre l'accès au large bande abordable pour tous, particulièrement pour les habitants des pays en développement. Les partenariats public/privé conçus, non seulement pour les étudiants, mais aussi pour les communautés au sein desquelles ils vivent (par exemple l'initiative de l'UIT Connecter une école, connecter une communauté) peuvent contribuer pour beaucoup à accélérer les progrès en vue de la réduction de la fracture du large bande<sup>7</sup>."

L'investissement dans l'éducation des enfants a de grands avantages qui permettront de rendre plus fluide la transition vers une société de l'information dans un pays. De nombreux pays investissent dans des programmes de passage au large bande dans l'enseignement. Ces pays bénéficient du Fonds pour le service universel et d'autres sources publiques de financement pour ces projets. Chaque année les pouvoirs publics consacrent des milliards de dollars aux systèmes d'enseignement classiques, notamment les livres de classe gratuits, les tableaux noirs, etc. Les dépenses globales annuelles pour la formation des étudiants s'élèvent à environ **3 000 milliards USD**<sup>8</sup>. Ne pas pouvoir disposer efficacement et en temps utile du Fonds pour le service universel (USF) est aussi un problème courant dans de nombreux pays. Les pays tireront grandement profit du passage d'un système d'enseignement classique à un système d'enseignement où sont employées les TIC, leur permettant non seulement de dispenser un enseignement plus efficace, mais aussi de faire en sorte que tous les étudiants acquièrent les compétences nécessaires pour réussir dans une économie et une société fondées sur les connaissances, d'importance capitale pour les gouvernements qui veulent rester compétitifs à l'échelle mondiale. Une politique efficace, alignée sur la conduite et les résultats escomptés, est essentielle pour établir les conditions nécessaires au succès et pour accélérer la transformation.

"L'utilisation des TIC et du large bande pour faire progresser l'enseignement primaire dans le monde ne doit pas concerner que les enfants, mais doit aussi s'étendre aux hommes et aux femmes qui n'ont jamais eu la possibilité d'aller à l'école; d'ailleurs, les études montrent systématiquement que plus les femmes sont éduquées et savent lire et écrire, plus leurs enfants ont de chances d'être scolarisés. Les TIC et le large bande facilitent également l'éducation des personnes handicapées. De nombreuses écoles qui utilisaient auparavant la télévision et la radio se convertissent aujourd'hui aux outils d'apprentissage en ligne, qui permettent une meilleure interactivité. Les applications TIC utilisant le large bande devraient

---

<sup>4</sup> Document [2/INF/36](#) "Statistics and Strategic Action Plan of Telecommunication/ICT Development in Bangladesh: Rural and Remote Areas".

<sup>5</sup> Ten Facts About Mobile Broadband", Darrell West, Center for Technology Innovation, Brookings, 8 décembre 2011.

<sup>6</sup> Source: Rapport 2010 sur le développement des télécommunications/TIC dans le monde, disponible à l'adresse: [http://www.itu.int/ITU-D/ict/publications/wtdr\\_10](http://www.itu.int/ITU-D/ict/publications/wtdr_10).

<sup>7</sup> Commission sur le large bande, 2010, "Un impératif politique pour 2010: L'avenir est au large bande", disponible à l'adresse: [http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report\\_1.pdf](http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report_1.pdf).

<sup>8</sup> [http://s3.amazonaws.com/zanran\\_storage/www.nextupresearch.com/ContentPages/2493178098.pdf](http://s3.amazonaws.com/zanran_storage/www.nextupresearch.com/ContentPages/2493178098.pdf).

être considérées à la fois comme un outil pédagogique et comme une discipline à part entière pour le développement de services d'enseignement efficaces"<sup>9</sup>.

"Grâce aux connexions Internet haut débit, le personnel de santé éloigné des grands centres hospitaliers peut recevoir une formation de bonne qualité et échanger des expériences et des informations par l'intermédiaire de la visioconférence, de tribunes de discussion interactive et de sites de réseaux sociaux. Les services large bande facilitent l'accès des femmes aux informations sur le planning familial, l'hygiène et les autres questions de santé génésique, y compris au moyen de présentations visuelles, d'informations données dans les langues locales et de contenus adaptés à chaque culture. Les futures mères et les jeunes mères peuvent obtenir de meilleures informations sur l'accouchement et sur les premiers symptômes d'infection ou de maladie, tant pour elles-mêmes que pour leurs enfants. Grâce aux applications large bande reliées à des téléphones mobiles "intelligents" ou à des ordinateurs portables, eux-mêmes reliés à des réseaux mobiles large bande, le personnel de santé peut créer des dossiers de patients et y avoir accès en ligne, ainsi que transmettre des informations sanitaires aux décideurs et aux chercheurs. En outre, les centres communautaires jouent un rôle de plus en plus important, l'accès Internet leur permettant de fournir une connectivité et des informations sur la santé, en particulier aux femmes des zones rurales et isolées"<sup>10</sup>. "L'Internet large bande fournit aussi d'excellents moyens de recherche et de surveillance qui contribuent à renforcer l'efficacité de la lutte contre les maladies, par exemple par la cartographie du génome du bacille tuberculeux ou l'utilisation de satellites pour cartographier des zones susceptibles d'être infestées de moustiques porteurs du paludisme. Les centres communautaires TIC peuvent donner aux femmes et aux jeunes filles un accès à des informations objectives et impartiales sur la prévention des maladies sexuellement transmissibles, SIDA compris. Les femmes porteuses du VIH peuvent recevoir des informations sur les traitements visant à prévenir la transmission du VIH à leurs futurs enfants et celles qui prennent soin de membres de leur famille porteurs du VIH peuvent recevoir un appui et des conseils. Ces centres peuvent également donner aux femmes des informations utiles sur la lutte contre le paludisme, la tuberculose et d'autres maladies et sur leur traitement"<sup>11</sup>.

On trouvera dans l'**Annexe I** "Let's Get Ready! Mobile Safety Project" un autre exemple d'utilisation des services large bande pour aider les enfants à se préparer aux situations d'urgence et aux catastrophes naturelles.

"L'accès au large bande peut aussi soutenir la croissance des entreprises en abaissant les coûts des transactions et en augmentant la productivité. Cependant, l'amélioration de ces performances dépend de la capacité des entreprises de coordonner leurs stratégies technologiques, commerciales et organisationnelles. Lorsqu'il est pleinement exploité, le large bande permet une utilisation optimale des applications et services en ligne, rendant possible l'amélioration des processus, l'adoption de nouveaux modèles d'activité ainsi que le développement de l'innovation et des relations commerciales. Une étude, à laquelle ont participé des décideurs dans les domaines technologiques et commerciaux au sein de 1 200 entreprises de six pays d'Amérique latine (Argentine, Brésil, Chili, Colombie, Costa Rica et Mexique), a montré que le déploiement du large bande améliorerait considérablement l'organisation de l'activité, par exemple la vitesse et la synchronisation de la réorganisation des processus et de l'activité, l'automatisation des processus, le traitement des données et la diffusion de l'information au sein des organisations (Momentum Research Group, 2005).

---

<sup>9</sup> Commission sur le large bande, 2010, "Un impératif politique pour 2010: L'avenir est au large bande", disponible à l'adresse: [http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report\\_1.pdf](http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report_1.pdf).

<sup>10</sup> Commission sur le large bande, 2010, "Un impératif politique pour 2010: L'avenir est au large bande", disponible à l'adresse: [http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report\\_1.pdf](http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report_1.pdf).

<sup>11</sup> Commission sur le large bande, 2010, "Un impératif politique Pour 2010: L'avenir est au large bande", disponible à l'adresse: [http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report\\_1.pdf](http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report_1.pdf).

Les entreprises des secteurs des médias et de l'exportation, ainsi que d'autres secteurs tributaires de l'information, sont celles qui profitent le plus de l'intégration du large bande dans leurs processus. Clarke et Wallsten (2006) ont mené une étude dans 27 pays développés et 66 pays en développement, dans laquelle ils ont constaté qu'une augmentation d'un point de pourcentage du nombre d'internautes pouvait être mise en corrélation avec une augmentation des exportations de 4,3 points de pourcentage. Les compagnies d'assurance américaines qui ont adopté le large bande ont constaté des augmentations de 25% au moins du nombre de demandes traitées chaque jour (Sprint, 2006). Les autres secteurs qui tirent un avantage significatif de l'accès au large bande sont par exemple le conseil, la comptabilité, le marketing, l'immobilier, le tourisme et la publicité.

Les communautés locales dans le monde entier tirent parti des avantages économiques et des nouvelles possibilités offertes par les services large bande. Des études menées au Canada, au Royaume-Uni et aux Etats-Unis tendent à indiquer que la connectivité large bande encourage la création d'emplois, le maintien des communautés, la vente au détail et les recettes fiscales (Ford et Koutsky, 2005; Kelly, 2004; Strategic Networks Group 2003; Zilber, Schneier et Djwa, 2005). Dans les zones rurales de pays en développement, les communautés ont récemment entrepris de lancer des services et des applications large bande, donnant ainsi à la population accès à de nouveaux marchés et services. Un excellent exemple est l'échange facilité d'informations et la création de valeur entre les acheteurs et les vendeurs de produits agricoles, qui entraîne une augmentation des revenus et une amélioration des moyens de subsistance dans les zones rurales, possibilités qui étaient jusqu'alors réservées aux habitants des localités les plus grandes ou les plus riches<sup>12</sup>. Au Bangladesh, par exemple, bien qu'une grande partie de la population n'ait pas accès à une connexion directe à l'Internet, ils emploient l'Internet par l'intermédiaire des télécentres qui sont situés tant dans les villes que dans les zones rurales. Beaucoup de ces télécentres, même sans infrastructures fixes de connexion à l'Internet, emploient le large bande mobile pour fournir leurs services. Ces centres d'informations/points de contact ne sont pas seulement devenus pour de nombreuses populations rurales des fenêtres ouvertes sur le style de vie numérique, mais grâce aux services tels que le paiement des factures des services de distribution, le transfert d'argent mobile ou les appels moins chers sur l'Internet, ils rendent les populations encore plus autonomes. Ces centres de services mettent à leur disposition des installations large bande modernes, qui leur permettent de se familiariser avec la technologie moderne<sup>13</sup>. On trouvera dans l'**Annexe I** "Fishing with 3G Nets" un exemple d'utilisation des services large bande pour aider les communautés locales.

"En outre, les résultats préliminaires d'une analyse quantitative conduite actuellement par l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) semblent indiquer que l'expansion du large bande augmente sensiblement la productivité du travail. Selon cette analyse, les prix des services large bande seraient un moteur important de cette productivité dans les pays à faible revenu faisant partie de l'OCDE, où des prix bas pour le large bande semblent être corrélés avec des taux de croissance élevés de la productivité du travail. En 2009, dans les pays de l'OCDE, une hausse de 1 point de pourcentage des taux de pénétration du large bande (par exemple, 24,3% au lieu de 23,3%) se traduit par une élévation de 0,02 point de pourcentage du taux de croissance de la productivité du travail. Une augmentation de 5 points de pourcentage des taux de pénétration du large bande entraîne une hausse de 0,07% du taux de croissance de la productivité du travail.

---

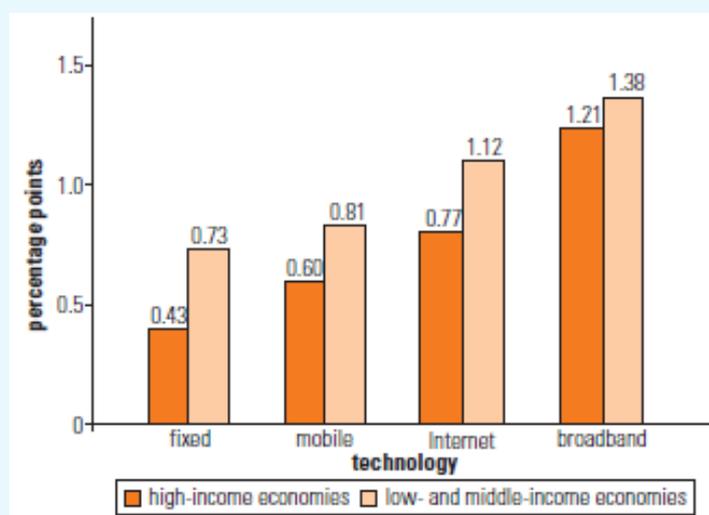
<sup>12</sup> LMH-BWA.

<sup>13</sup> Bangladesh, Document [2/INF/36](#) "Statistics and Strategic Action Plan of Telecommunication/ICT Development in Bangladesh: Rural and Remote Areas".

Une étude menée en 2009 par des consultants en gestion (Booz & Company)<sup>14</sup>, a montré qu'une "hausse de 10% du taux de pénétration du large bande entraînait une élévation de 1,5% du taux de croissance de la productivité du travail sur les cinq années suivantes". Le rapport de Booz & Company indique également que "les pays dont le taux de pénétration du large bande est le plus élevé affichent un taux de croissance du PIB supérieur de 2% à celui des pays dont le taux de pénétration est le plus bas". Un autre cabinet de conseil en gestion, McKinsey & Company, estime "qu'une augmentation de 10% du taux de pénétration du large bande dans les ménages entraîne une hausse du PIB allant de 0,1 à 1,4%".

Pour les pays en développement à faible revenu ou à revenu moyen, le large bande est un facteur clé de la croissance économique et entraîne, selon une étude menée par la Banque mondiale, une hausse de 1,38 point de pourcentage de la croissance du PIB pour chaque augmentation de 10% du taux de pénétration du large bande, soit plus que ne peut générer aucun autre service de télécommunication (voir la Figure 1). De plus, à la suite de la récente crise financière mondiale, de nombreux pays font figurer l'expansion des réseaux large bande parmi les éléments cruciaux de leurs plans de relance économique<sup>15, 16</sup>."

**Figure 1.1-1: Comment les investissements dans le large bande peuvent dynamiser l'économie**



Source: Banque mondiale, (2009)

Note: L'axe vertical représente, en points de pourcentage, la hausse du taux de croissance économique pour une hausse de 10% du taux de pénétration.

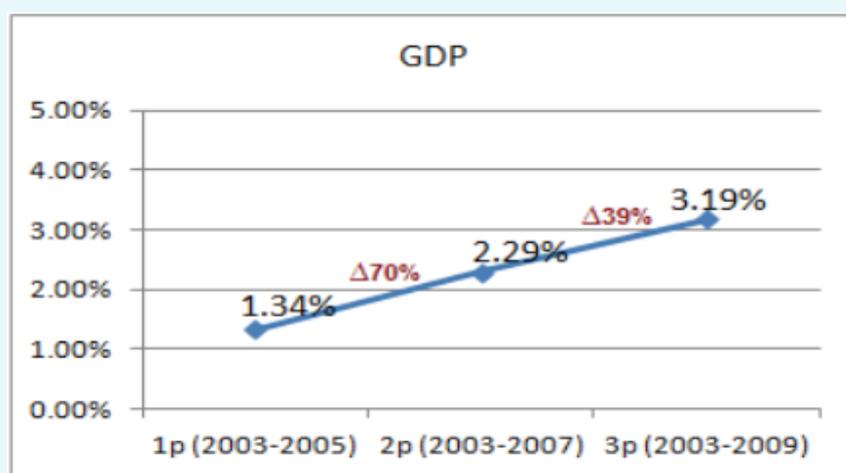
<sup>14</sup> Booz & Company, "Digital Highways: The role of Governments in 21st Century Infrastructure" (2009).

<sup>15</sup> UIT "Faire face à la crise: les modalités de la reprise après la crise du crédit et de l'économie" (2009), disponible à l'adresse: [http://www.itu.int/osg/csd/emerging\\_trends/crisis/fc01.html](http://www.itu.int/osg/csd/emerging_trends/crisis/fc01.html).

<sup>16</sup> Commission sur le large bande, "Broadband: a platform for progress" (Le progrès passe par le large bande), disponible à l'adresse: [http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report\\_2.pdf](http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report_2.pdf).

Des études plus récentes ont continué de montrer l'existence d'une corrélation entre accès large bande et croissance économique. En novembre 2012, la Banque interaméricaine de développement (BID) a publié un rapport intitulé "Incidence socio-économique du large bande dans les pays d'Amérique latine et des Caraïbes" d'où il ressort qu'une augmentation de 10% du taux de pénétration du large bande s'est traduite par une progression moyenne de 3,19% du PIB par habitant<sup>17</sup>. Comme l'illustre la Figure 1.1-2 ci-après, les conclusions ont permis de vérifier le constat que "plus le nombre d'abonnements au large bande par habitant dans un pays augmente au fil du temps, plus l'incidence d'une augmentation supplémentaire du nombre d'abonnements au large bande sur le PIB de ce pays sera forte<sup>18</sup>".

**Figure 1.1-2: Incidence, au fil du temps, d'une augmentation du taux de pénétration du large bande sur le PIB**



Source: BID (2012)

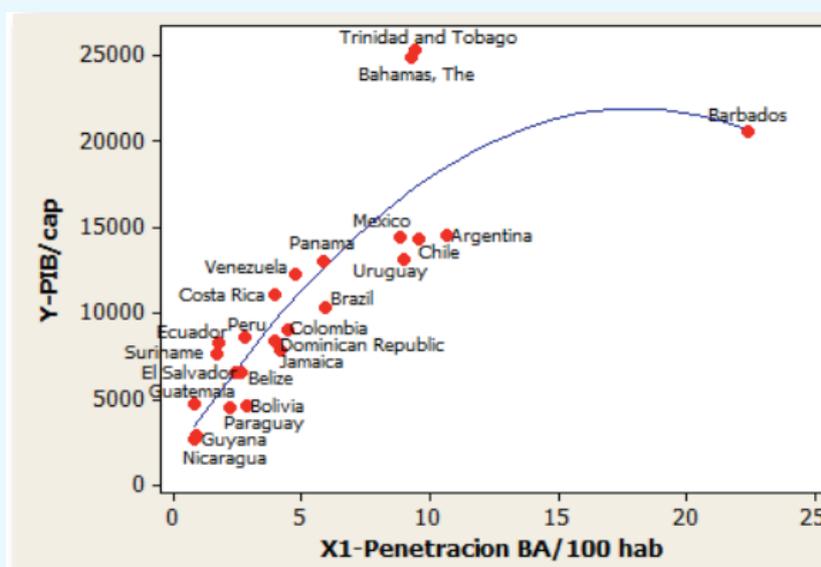
La BID a par ailleurs conclu que dans les pays d'Amérique latine et des Caraïbes, il existe un rapport quadratique entre la pénétration du large bande et le PIB par habitant. Comme l'illustre la Figure 1.1-3 ci-après "lorsque le taux de pénétration du large bande augmente, le PIB des pays pauvres (ceux dans lesquels le nombre d'abonnements au large bande est relativement bas) augmente plus vite que dans les pays riches (ceux dans lesquels il y a plus d'abonnements au large bande)<sup>19</sup>".

<sup>17</sup> Banque interaméricaine de développement "Incidence socio-économique du large bande dans les pays d'Amérique latine et des Caraïbes", novembre 2012, disponible à l'adresse: <http://www.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2013/11427.pdf>.

<sup>18</sup> Idem.

<sup>19</sup> Idem, p. 10.

Figure 1.1-3: Incidence du large bande sur le PIB dans les pays d'Amérique latine et des Caraïbes



Source: BID (2012)

Pour ce qui est de l'utilisation du large bande hertzien et de son incidence sur le PIB par habitant, une étude récente publiée par l'Association GSM, Deloitte et Cisco évalue l'analyse économétrique de la corrélation entre les connexions 3G et la croissance économique dans les marchés développés et les marchés en développement et conclut que "les pays ayant une proportion relativement élevée de connexions 3G ont enregistré une plus forte croissance du PIB par habitant que les pays ayant un taux de pénétration du mobile comparable mais un taux de pénétration du 3G plus faible<sup>20</sup>". Il ressort de l'étude que "des pays qui auraient enregistré une croissance de 10% du taux de pénétration du 3G entre 2008 et 2011, auraient affiché une progression de 0,15% du taux de croissance annuel moyen du PIB par habitant". Par exemple, l'étude indique qu'"en Indonésie, où le taux moyen de pénétration des services 3G était de 10% sur la période 2008-2011, 10 connexions 3G de plus pour 100 connexions (soit une augmentation de 100% par rapport au niveau actuel de pénétration du 3G de 10%) auraient fait augmenter le taux de croissance du PIB par habitant de 1,5 point de pourcentage<sup>21</sup>".

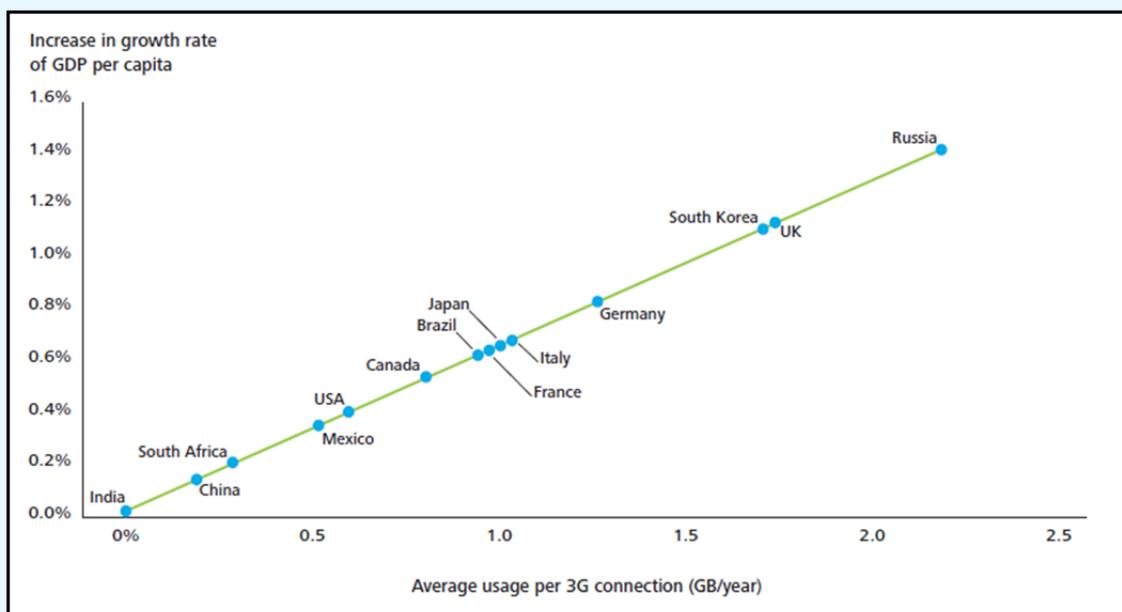
En outre, il ressort également de l'étude de l'Association GSM qu'il existe une corrélation positive entre le volume des données mobiles utilisées par chaque connexion 3G et la croissance économique. L'étude indique que "des pays qui auraient doublé leur consommation de données mobiles par connexion 3G entre 2005 et 2010, auraient enregistré un taux de croissance du PIB en progression de 0,5% chaque année" (voir la Figure 1.1-4<sup>22</sup>).

<sup>20</sup> Association GSM, "What is the impact of mobile telephony on economic growth?", novembre, 2012, p. 5, disponible à l'adresse: <http://www.gsm.com/publicpolicy/wp-content/uploads/2012/11/gsm-deloitte-impact-mobile-telephony-economic-growth.pdf>.

<sup>21</sup> Idem. p. 6.

<sup>22</sup> Les données utilisées pour cette étude ont pris en compte 14 pays dont le Brésil, le Canada, la Chine, la France, l'Allemagne, l'Inde, l'Italie, le Japon, la Corée, le Mexique, la Fédération de Russie, la République sudafricaine, le Royaume-Uni et les Etats-Unis. Voir le rapport de l'Association GSM, p. 7-8.

Figure 1.1-4: Incidence d'un doublement de l'utilisation des données mobiles par connexion 3G sur la croissance du PIB par habitant



Source: Deloitte Analysis (Rapport de l'Association GSM, novembre 2012)

"En Malaisie, l'objectif fixé dans le cadre de l'initiative nationale en faveur du large bande est d'atteindre un taux de pénétration du large bande dans les ménages de 50% d'ici à la fin 2010. D'après les statistiques établies pour l'année 2008, les recettes provenant du secteur des communications et du multimédia ont représenté 6,1% du PIB<sup>23</sup>. En République de Corée, la part des services de télécommunication et du large bande dans le PIB a plus que doublé, passant de 2,05 à 4,99% entre 1995 et 2005, décennie de l'essor du large bande dans l'économie de ce pays<sup>24</sup>."

<sup>23</sup> Malaysian Communications and Multimedia Commission "National Broadband Initiative" (2010).

<sup>24</sup> "Broadband: a platform for progress" (Le progrès passe par le large bande), résumé du rapport 2010 de la Commission sur le large bande. Figure fondée sur le Rapport de la Commission sur le large bande et sur le Manuel sur les systèmes BWA.

"Etant donné le très fort potentiel des réseaux large bande en termes de développement économique, ils devraient être largement disponibles à des prix abordables et devraient faire partie intégrante des stratégies nationales de développement. Cependant, à l'heure actuelle, peu d'habitants des pays en développement ont accès à ces réseaux. En 2007, une moyenne de moins de 5% des habitants des pays à faible revenu étaient connectés aux réseaux large bande et la plupart de ces personnes habitaient dans les grandes villes. A cet égard, on peut dire que les pays en développement sont en train de laisser passer leur chance"<sup>25</sup>. Reconnaisant cette disparité, le Bangladesh, parmi de nombreux autres pays, s'efforce de mettre au point une vision de "connexion des sous-connectés" au moyen du plan "Digital Bangladesh" (Bangladesh numérique), qui dépend fortement des innovations large bande telles que les IMT. Il cherche à assurer le développement socio-économique au moyen du déploiement approprié des technologies du large bande au Bangladesh<sup>26</sup>.

"Depuis quelques années, le large bande apparaît comme un service d'intérêt économique général. Pour saisir son importance économique, on peut se référer à des changements analogues dans d'autres domaines des infrastructures, comme la route, le rail ou l'électricité. Chacun de ces services d'infrastructure transforme l'activité économique des particuliers, des entreprises et des pouvoirs publics, facilite l'apparition de nouvelles activités et donne aux pays la capacité d'obtenir des avantages comparatifs et concurrentiels. Bien que peu de ces avantages aient été envisagés lorsque les investissements initiaux ont été effectués, ces types d'infrastructure sont rapidement devenus des éléments essentiels des modes de vie et des activités économiques. De même, partant du principe que le large bande peut avoir des effets positifs sur les variables sociales et économiques, de nombreux gouvernements ont fixé des objectifs ambitieux pour son déploiement. L'étude menée par la Banque mondiale résume les principaux résultats et répercussions pour les pays en développement. La principale conclusion est que le large bande a un impact significatif sur la croissance et mérite de tenir un rôle central dans les stratégies nationales de développement et de compétitivité.

Bien qu'il n'existe que depuis peu de temps, le large bande semble avoir un plus fort impact sur la croissance que des technologies de la communication comme l'Internet et la téléphonie fixe ou mobile (Figure 1). Ainsi, les écarts actuels dans les taux de pénétration du large bande entre les pays peuvent se traduire, pour les premiers qui ont opté pour cette technologie, par des avantages significatifs sur le plan de la croissance à long terme. De plus, les effets des TIC sur la croissance sont plus prononcés et plus significatifs dans les pays en développement que dans les pays développés.

Il ressort des données empiriques de l'étude menée par la Banque mondiale que les avantages du large bande sont considérables et durables, tant pour les pays développés que les pays en développement. Les pays développés ont une plus longue expérience de la diffusion des services large bande et sont sans doute ceux qui en tirent le plus grand avantage à l'heure actuelle. A mesure que le nombre d'abonnements au large bande augmente et que la quantité d'applications large bande atteint un certain niveau, les pays en développement pourraient tirer parti des avantages du large bande, comme c'est le cas avec les autres technologies de la communication<sup>27</sup>.

---

<sup>25</sup> LMH-BWA.

<sup>26</sup> Bangladesh – (Document 2/INF/36 "Statistics and Strategic Action Plan of Telecommunication/ICT Development in Bangladesh: Rural and Remote Areas").

<sup>27</sup> LMH-BWA.

Un des facteurs clés de cette croissance économique plus forte est le vaste écosystème de produits et de services qui utilisent le large bande, permettent d'offrir des services novateurs et apportent des gains d'efficacité. Les systèmes peu gourmands en énergie vont jouer un rôle déterminant dans l'avenir de l'écosystème des produits et des services large bande puisque les personnes sont de plus en plus nombreuses à utiliser le large bande. Des équipements informatiques peu coûteux peuvent en effet contribuer à faire baisser le coût des produits et des services dans l'intérêt des consommateurs et à rendre l'économie plus compétitive. Cette évolution sera déterminante dans la mesure où elle permettra de donner aux personnes les outils pour créer de nouvelles applications et de nouveaux services sur les réseaux large bande.

Une nouvelle génération de puces informatiques constitue la caractéristique centrale des produits électroniques numériques intelligents qui permettront de mesurer, de gérer et de contrôler les performances de l'électronique et des équipements informatiques grand public.

Les efforts pour accroître l'accès au large bande passent par l'instauration d'un marché compétitif de produits conçus spécifiquement pour satisfaire les besoins des marchés émergents.

"Pour exploiter le vaste potentiel du large bande au service de la croissance et de la compétitivité, les pouvoirs publics devront saisir l'occasion et créer des conditions propices en mettant en place des réformes politiques et réglementaires, ainsi que des investissements stratégiques et des partenariats entre les secteurs public et privé. Pour tirer parti de tous les avantages du large bande, il faut non seulement développer de nouveaux contenus et services et de nouvelles applications, mais aussi renforcer les capacités humaines afin d'intégrer ces technologies dans les activités économiques. De toute évidence, le large bande mérite de jouer un rôle central dans les stratégies nationales de développement<sup>28</sup>."

## 1.2 Applications large bande

"Il est fondamental de développer des applications large bande à mesure que des réseaux large bande sont déployés et que les capacités augmentent, car l'accroissement de la demande est souvent le moteur de l'offre. On trouvera ci-après un bref aperçu de certains des services, dont l'éventail est large et constamment enrichi, que peuvent fournir les réseaux large bande et qui sont autant d'exemples de leur incidence sur la société.

Ainsi, le commerce électronique est un service de plus en plus utilisé. D'après un rapport<sup>29</sup>, en 2012 plus d'un milliard de personnes dans le monde dépenseront l'équivalent de plus de mille milliards USD dans des transactions de commerce entreprises-particuliers, alors que le chiffre d'affaires du commerce interentreprises sera dix fois supérieur. Le large bande est un catalyseur de ce processus, qu'il rend plus rapide, plus avantageux et donc plus intéressant pour les vendeurs et les acheteurs.

Les transactions financières et les opérations bancaires sont également des applications large bande qui connaissent une forte croissance. En ce qui concerne les applications pour appareils mobiles, les services bancaires mobiles revêtent une importance particulière dans les pays en développement, dans lesquels bon nombre de personnes ne pourraient sinon avoir accès à ce type de services. Il a été estimé qu'en 2012, près de 190 millions de consommateurs dans le monde effectueront des paiements sur mobile, permettant aux marchés émergents d'enregistrer la plus forte croissance<sup>30</sup>.

---

<sup>28</sup> LMH-BWA.

<sup>29</sup> IDC "Number of Mobile Devices Accessing the Internet Expected to Surpass One Billion by 2013" (2009).

<sup>30</sup> Gartner Research "Gartner says number of mobile payment users worldwide to increase 70% in 2009" (2009).

Les pouvoirs publics utilisent aussi de plus en plus le réseau large bande pour proposer des portails en ligne qui permettent aux citoyens de s'informer et de faire des démarches administratives, par exemple pour demander un document officiel. Les administrations publiques deviennent elles-mêmes bien plus efficaces lorsque la coordination de leurs systèmes est assurée par des réseaux à large bande.

Près de 17% de la population adulte mondiale – soit 796 millions de personnes – est encore analphabète, dont près des deux tiers sont des femmes. La qualité de l'éducation demeure très médiocre dans de nombreux pays. A la fin de l'école primaire, des millions d'enfants ont des compétences en lecture, en écriture et en calcul bien inférieures à ce qu'on pourrait attendre. Les TIC, et notamment l'Internet, ont déjà montré qu'elles peuvent jouer un rôle important dans la réalisation de l'objectif de l'«éducation pour tous», qui est l'un des éléments clés de la construction de sociétés du savoir. L'avènement de l'Internet, en particulier du large bande, représente une occasion formidable de tirer parti des TIC à l'échelle internationale, pour approfondir les connaissances et en créer de nouvelles grâce à l'éducation et promouvoir une culture de la tolérance, de paix et de compréhension mutuelle dans un monde toujours plus interconnecté.

La santé est l'un des grands domaines sur lesquels l'utilisation des réseaux large bande pourrait avoir un effet considérable. Selon les estimations, les dépenses liées à la fourniture de soins de santé dans le monde entier équivalent au moins à cinq mille milliards USD<sup>31</sup>, mais l'utilisation de la télémédecine assurée par la technologie large bande pourrait permettre une réduction des coûts allant de 10 à 20%. En l'absence de tels systèmes, l'accès de bon nombre de personnes à des soins adaptés serait compromis: d'après un rapport de l'Organisation mondiale de la santé<sup>32</sup>, il manque presque 4,3 millions de membres du personnel médical dans le monde, notamment dans les pays les plus pauvres, où la situation est la plus grave. Les avis médicaux, la surveillance médicale, les diagnostics et les formations médicales que permet de fournir le réseau large bande peuvent grandement contribuer à remédier à ces carences<sup>33</sup>.

Dans plusieurs régions du monde, les technologies hertziennes sont actuellement utilisées dans le secteur de la santé, en particulier dans le cadre d'initiatives de partenariats public-privé. On trouvera un exemple d'un tel partenariat dans l'**Annexe I** "Système d'information concernant la santé sur mobile: fournir un accès à l'information aux personnels de santé".

Les vidéos large bande peuvent constituer un outil puissant pour dispenser des formations aux professionnels dans tous les domaines. Les vidéos et d'autres applications large bande peuvent être intégrées dans l'enseignement à tous les niveaux, que ce soit dans les écoles, dans les foyers ou dans d'autres endroits, aussi isolés soient-ils. On peut citer comme exemple un programme qui étend les bienfaits de l'éducation aux populations des zones rurales et isolées en permettant le téléchargement de cours universitaires complets sur téléphone mobile. Près de 2,5 millions d'étudiants dans le monde entier pourraient bénéficier de ce programme. Autre exemple, il existe pour le niveau primaire un programme, financé par les pouvoirs publics, qui offre un ordinateur portable individuel à chaque enfant et l'accès à l'Internet à chaque école. Avec ces deux programmes, une nouvelle génération d'enfants "connectés" pourra avoir accès à tous les contenus didactiques sur Internet.

---

<sup>31</sup> The Boston Consulting Group (2011).

<sup>32</sup> World Health Organization & Global health Workforce Alliance "Scaling up, saving lives" (2008).

<sup>33</sup> Commission sur le large bande, "Broadband: a platform for progress" (Le progrès passe par le large bande), résumé du rapport 2011 de la Commission sur le large bande, page 21, disponible à l'adresse: [http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report\\_2.pdf](http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report_2.pdf).

"Par ailleurs, la numérisation donne accès à de plus en plus d'informations via le large bande. Ainsi, les journaux et livres électroniques, les revues scientifiques en ligne et les bibliothèques numériques sont en train de transformer le mode d'accès à des contenus importants dans de nombreux pays et de modifier notre façon de lire ou de chercher des informations<sup>34</sup>."

"Le potentiel des technologies large bande rend également possible la collecte, le partage et l'analyse de données de première importance sur l'environnement, recueillies, par exemple, par des satellites ou par des systèmes de capteurs actifs, et pouvant être utilisées pour prévoir des catastrophes naturelles telles que les inondations, ou des situations de crise comme les famines.

La technologie hertzienne large bande, en particulier, permet d'assurer des communications fiables en cas de catastrophes naturelles, lorsque les réseaux de communication de Terre sont endommagés ou détruits. En outre, elle peut permettre de fournir certains services, tels que la télémédecine, sur le lieu de la catastrophe<sup>35</sup>."

"Les réseaux large bande facilitent considérablement les projets de recherche scientifique de grande ampleur. En effet, les chercheurs peuvent non seulement échanger de vastes quantités de données de tout type à une vitesse très élevée, mais ils disposent aussi de nouveaux moyens pour étudier des sujets extrêmement complexes. L'informatique répartie ou "en grille" permet de mettre en réseau des milliers de petits ordinateurs afin de traiter d'énormes quantités de données et de centraliser les résultats.

Plus généralement, l'arrivée de l'informatique dématérialisée a facilité les échanges d'information et permis aux utilisateurs et aux entreprises de ne plus avoir à stocker données et logiciels sur leurs propres ordinateurs. Ces systèmes, fondés sur les réseaux large bande, permettent de réaliser des économies considérables en termes de matériel, de logiciels, de locaux et de personnel. Selon certains analystes<sup>36</sup> de marché, les services d'informatique dématérialisée pourraient bénéficier à 52 pays au moins en leur rapportant, entre 2009 et 2013 près de 800 milliards USD sous forme de recettes nettes provenant de nouvelles activités.

L'utilisation de réseaux large bande contribue à la lutte contre les changements climatiques – source d'événements climatiques extrêmes – en favorisant un meilleur rendement énergétique dans différents secteurs d'activité. Elle permet d'améliorer la gestion et la distribution des stocks, notamment par la localisation des marchandises à l'aide d'étiquettes RFID (identification par radiofréquence), d'où une réduction du nombre de poids lourds en circulation sur les routes.

Pour ce qui est de la fourniture d'énergie, avec les "réseaux électriques intelligents", les compagnies d'électricité peuvent limiter les pertes, éviter les arrêts et fournir aux consommateurs des informations en temps réel, utiles pour gérer la consommation d'électricité dans un cadre privé ou professionnel. En outre, les réseaux intelligents favorisent l'intégration, le stockage et le partage de l'électricité produite localement (y compris par des sources d'énergie renouvelables), en fonction des fluctuations de la demande sur le réseau."<sup>37</sup>

---

<sup>34</sup> Commission sur le large bande, "Broadband: a platform for progress" (Le progrès passe par le large bande), résumé du rapport 2011 de la Commission sur le large bande, page 14, disponible à l'adresse: [http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report\\_2.pdf](http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report_2.pdf).

<sup>35</sup> Commission sur le large bande, "Broadband: a platform for progress" (Le progrès passe par le large bande), résumé du rapport 2011 de la Commission sur le large bande, page 14, disponible à l'adresse: [http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report\\_2.pdf](http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report_2.pdf).

<sup>36</sup> IDC "Aid to Recovery: the economic impact of IT, software, and the Microsoft ecosystem on the global economy" (2009).

<sup>37</sup> Commission sur le large bande, "Broadband: A Platform for Progress" (Le progrès passe par le large bande), résumé du rapport 2010 de la Commission sur le large bande, pages 22-23, disponible à l'adresse: [http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report\\_1.pdf](http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report_1.pdf).

### 1.3 Questions liées à l'égalité hommes-femmes en rapport avec le déploiement de la technologie large bande

"Dans de nombreux pays émergents et zones rurales, les femmes restent peu instruites, économiquement et socialement marginalisées et n'ont guère de perspectives d'emploi. Si, dans de nombreux pays, la parité entre filles et garçons à l'école primaire est atteinte, ou presque, (entre 1999 et 2008, dans les pays en développement, l'écart de scolarisation, qui était de 91 filles pour 100 garçons, a été ramené à 96 filles pour 100 garçons), les progrès restent lents dans d'autres domaines. Les femmes occupent une part disproportionnée des emplois précaires et vulnérables. Dans certains pays, les femmes représentent seulement 20% de la main d'oeuvre employée dans des secteurs autres que celui de l'agriculture; de plus, les salaires dans l'agriculture restent bas<sup>38</sup>.

Dans la mesure où les femmes sont davantage victimes de la pauvreté que les hommes, permettre aux femmes de créer des emplois ou de pénétrer sur le marché de l'emploi est une stratégie efficace de lutte contre la pauvreté; les TIC et le large bande sont à cet égard très utiles pour aider les femmes à mieux maîtriser les bases de la lecture et de l'écriture, et ainsi à avoir accès à une formation pratique. L'expérience de la Grameen Bank au Bangladesh montre que les femmes sachant se servir des téléphones mobiles les plus rudimentaires sont vraisemblablement plus disposées à utiliser d'autres moyens TIC à des fins d'information ou professionnelles. On trouvera dans l'**Annexe I** "Mobile Microfranchising & Applab Initiatives" un exemple de populations mal desservies, essentiellement des femmes, qui utilisent les technologies mobiles pour avoir accès à des débouchés commerciaux exceptionnels et acquérir des compétences techniques qui leur permettront de sortir de la pauvreté.

Les TIC et le large bande sont essentiels pour parvenir à l'autonomisation des femmes et à l'égalité hommes-femmes. Ils constituent d'excellents moyens d'ouvrir de nouvelles perspectives en termes d'éducation, d'emploi et d'accès à l'information et de remédier à une grande part de la discrimination subie traditionnellement par les femmes. La flexibilité offerte par l'utilisation des TIC et du large bande dans l'éducation et le travail permet aux femmes de mieux tenir leurs engagements professionnels et les aide à surmonter des problèmes de mobilité. Les TIC et le large bande peuvent aussi servir à influencer les attitudes courantes face à l'égalité entre hommes et femmes, à donner la possibilité aux femmes d'agir en tant qu'éducatrices ou activistes et à faciliter la constitution de réseaux et d'organisations en faveur de l'égalité hommes-femmes, et aussi à renforcer la participation des femmes aux processus politiques.

Les TIC et le large bande sont directement liés à l'autonomisation des femmes et à l'égalité entre les sexes. Il existe en effet entre ces deux éléments un lien de cause à effet réciproque: élargir l'accès des femmes aux TIC et au large bande permettra d'atteindre les objectifs d'autonomisation et d'égalité entre hommes et femmes, et inversement. Les principales parties prenantes doivent développer des technologies et des programmes relatifs à la technologie et aux applications axés sur l'égalité hommes-femmes afin de garantir que le large bande réduit les inégalités entre hommes et femmes au lieu de les aggraver<sup>39</sup>."

---

<sup>38</sup> Rapport 2010 sur les Objectifs du Millénaire pour le développement, Nations Unies, New York ([www.un.org/millenniumgoals](http://www.un.org/millenniumgoals)).

<sup>39</sup> "Un impératif politique pour 2010: L'avenir est au large bande". Commission sur le large bande, 2010.

## 1.4 Accès des personnes handicapées aux services large bande

L'accessibilité est l'un des piliers des travaux de l'UIT. Le secteur de l'UIT-D s'est investi dans l'examen de cette question. Il collabore au kit pratique UIT/G3ict destiné aux concepteurs de politiques qui appliquent la Convention relative aux droits des personnes handicapées. Ce kit pratique sur la politique de cyberaccessibilité pour les personnes handicapées est la ressource officielle en matière d'accessibilité pour ces personnes. Il est disponible à l'adresse: <http://www.e-accessibilitytoolkit.org/>.

La Question 20-1/1 "Accès aux services de télécommunication/TIC des personnes handicapées ou ayant des besoins spéciaux" est étudiée au sein de l'UIT-D. Le [Rapport de 2010](#) sur la Question 20-1/1, intitulé "Accès des personnes handicapées aux services de télécommunication" contient des directives et des bonnes pratiques détaillées pouvant être appliquées par les régulateurs.

## 2 Politique en matière de large bande

### 2.1 Stratégies des régulateurs pour accélérer l'accès au large bande (à savoir, programmes nationaux relatifs au large bande et Fonds de service universel)

"Aujourd'hui, les technologies permettent d'offrir des services large bande bon marché. La concurrence, les politiques publiques d'appui et les stratégies des opérateurs sont des facteurs clés de l'offre de services large bande abordables. Différer la mise en oeuvre de politiques et de réglementations appropriées, ou ne rien faire, entraîne une perte de milliards de dollars pour les pays en développement et nuit à la qualité de vie de la population<sup>40</sup>."

"Au niveau du Premier Ministre ou du Chef d'Etat, la volonté politique et le leadership sont indispensables: une société et une économie connectées, orientées vers l'avenir, supposent une vision, une conceptualisation et un ordonnancement des priorités qui soient également orientés vers l'avenir. Le large bande doit être clairement intégré dans les politiques nationales de développement dans lesquelles il doit accélérer ce développement. De nombreux pays ont intégré des investissements dans le large bande et les TIC dans leurs plans de relance et étudient de nouveaux plans de financement public destinés aux infrastructures large bande nationales.

Les pouvoirs publics pourraient jouer un rôle clé en éliminant les obstacles et les facteurs qui entravent l'adoption généralisée du large bande, ainsi que les freins à l'investissement. Ils pourraient également mettre en place des politiques fiscales qui stimulent les investissements dans le large bande sur le long terme et utiliser les services de cybergouvernement pour stimuler la demande. A court terme, il est particulièrement important de réfléchir aux moyens de satisfaire la demande croissante de spectre radioélectrique pour le large bande mobile. Il est nécessaire de s'attacher à rendre plus accessible, notamment sur le plan financier, le spectre des fréquences radioélectriques qui est un élément critique de la croissance du large bande hertzien. Dans l'attribution des fréquences, il faudra prendre en considération l'équité de la concurrence et les nouveaux services, ainsi que les procédures de réforme des réglementations et d'octroi équitable des licences, selon une approche neutre sur le double plan des techniques et des services<sup>41</sup>." Il ressort d'une étude récente, publiée par la Commission sur le large bande, sur les plans nationaux relatifs au large bande qu'on comptait mi-2013 plus de 134 plans de ce type mis en

---

<sup>40</sup> Intel Contribution, Document 2-23 "Le large bande à des conditions abordables pour tous".

<sup>41</sup> Commission sur le large bande, 2010, "Un impératif politique pour 2010: L'avenir est au large bande", disponible à l'adresse: [http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report\\_1.pdf](http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report_1.pdf).

oeuvre dans le monde<sup>42</sup>. Deux plans de ce type sont inclus dans l'**Annexe I** dans "Argentina Connected" et "Reference Broadband Implementation Plan".

Avant de s'attaquer à la tâche consistant à élaborer des politiques efficaces en matière de large bande, il faut coordonner la prise de décision avec les nombreuses parties, à savoir les autorités de réglementation, les municipalités, les prestataires de services et les secteurs de l'économie autres que le secteur des télécommunications. L'écosystème du large bande dans son ensemble est vaste et la compréhension des fonctions économiques de l'offre et de la demande est déterminante. Plusieurs facteurs influent sur la demande de services large bande, notamment les prix des services large bande, les niveaux de revenu et l'accessibilité financière, les aspects sociaux-culturels et l'accessibilité. De même, plusieurs facteurs influent sur l'offre (le déploiement) des réseaux large bande, notamment le coût du déploiement du réseau, les contraintes techniques et les politiques réglementaires. Chacun de ces facteurs qui influent sur l'offre et la demande doit être examiné au cours de la procédure de prise de décision. Par exemple, dans de nombreux cas, des initiatives de stimulation de la demande peuvent être exigées de la part des pouvoirs publics. En outre, il convient de disposer sur tous les tronçons (réseau accès, réseau dorsal et connexions internationales) d'une logistique en bonne santé, de modèles commerciaux raisonnables et de règlements efficaces afin d'encourager le déploiement des réseaux large bande et l'élaboration de politiques prenant ceux-ci en charge<sup>43</sup>.

Pour la plupart des régulateurs, l'objectif de la politique en matière de large bande est de "favoriser un accès généralisé, d'excellente qualité et abordable au large bande. Afin de réaliser cet objectif à l'échelle mondiale, chacun des programmes nationaux relatifs au large bande et aux TIC devrait comprendre des objectifs dans les domaines suivants: 1) déploiement (couverture du réseau); 2) adoption (abonnement au large bande/services et dispositifs large bande); 3) mesures et divulgation (critères et qualité de service); 4) Fonds pour le service universel (subventions); enfin, 5) spectre (assignations)<sup>44</sup>."

Chacun de ces aspects est abordé dans les parties ci-dessous:

### 2.1.1 Déploiement

"Problématique: On mesure le niveau de déploiement de l'infrastructure large bande dans un pays au pourcentage de la population, des petites et moyennes entreprises (PME), des écoles, des établissements de santé et/ou des ménages ayant accès au réseau large bande (avec ou sans abonnement). Généralement, on recommande pour le déploiement une approche en deux étapes, comme indiqué ci-dessous.

Plusieurs facteurs de qualité de fonctionnement du large bande ont une grande incidence sur son adoption (voir la partie sur l'adoption dans la sous-partie suivante), le facteur le plus couramment associé au déploiement est le débit du réseau. Il existe de nombreuses définitions différentes du débit large bande, qui varient suivant les pays, les technologies utilisées et les organisations internationales. L'UIT, par exemple, définit le débit large bande comme supérieur à celui d'une connexion au débit primaire (1,544/2,048 Mbit/s)<sup>45</sup>.

---

<sup>42</sup> "La planification au service du progrès – De l'importance des plans nationaux relatifs au large bande". Commission sur le large bande 2013, p. 7, disponible à l'adresse: <http://www.broadbandcommission.org/documents/reportNBP2013.pdf>.

<sup>43</sup> Egypte, Document 2/INF/44 "Analysis of Factors that Influence both the Demand of Broadband Services and the Deployment of Broadband Networks".

<sup>44</sup> Intel Corporation, Document 2/24 "National Broadband/ICT Plans: Policy Objectives for Success".

<sup>45</sup> Recommandations UIT-T I.113 (1997) et UIT-R F.1399 (2001).

**Objectif:** Les pays devraient chercher, à long terme, à déployer un réseau large bande d'excellente qualité et accessible à tous les ménages et utilisateurs potentiels. Cependant, en parallèle, les programmes nationaux relatifs au large bande/TIC devraient également fixer au secteur public des objectifs et prévoir des subventions publiques, en vue de connecter les collectivités comme les bâtiments publics, les écoles, les hôpitaux, les cybercafés, les entreprises, les centres communautaires et d'autres espaces publics (voir la partie sur le service universel ci-après). Il faudrait à cet égard fixer des échéances et établir, en pourcentage, la part de chacun de ces secteurs qui devra être desservie, ainsi que le niveau de qualité de fonctionnement (par exemple, au minimum, le débit réel de crête atteint sur le réseau large bande). Une fois que les collectivités bénéficient d'une connexion large bande suffisamment rapide, l'accent devrait être mis sur l'élargissement de la zone desservie à tous les ménages.

Compte tenu du niveau actuel et du niveau escompté du déploiement chez les particuliers, ces objectifs devraient fixer le pourcentage de la population (par exemple, les ménages, les écoles, etc.) à desservir sur une période donnée, ainsi que les objectifs à atteindre en termes de qualité de fonctionnement.

En ce qui concerne les marchés émergents, en fonction du contexte local, les pays devraient veiller à ce que la plupart des habitants puissent obtenir dans un premier temps une connexion de 1 à 2 Mbit/s, d'excellente qualité et à un prix abordable, aussi rapidement que possible. De plus, sur les marchés émergents où les ménages n'ont pratiquement pas accès au large bande, les objectifs de qualité de fonctionnement du large bande pourraient, dans un premier temps, être les mêmes pour tous les supports. Cependant, lorsqu'un pays prévoit de déployer à long terme à la fois des réseaux filaires et des réseaux hertziens, son programme national large bande devrait tenir compte du fait que les vitesses sur les différents supports varieront au cours des années suivantes, en raison des différences inhérentes de couverture, de service et d'infrastructure.

A mesure que la couverture s'élargit durablement à travers plusieurs technologies d'accès, différents objectifs de débit devraient être fixés pour les diverses plates-formes large bande sur le dernier kilomètre. Voici des exemples d'objectifs pour les cinq années à venir: pour le réseau filaire, 100/20 Mbit/s; pour le réseau hertzien, 20/5 Mbit/s; enfin, pour le réseau hertzien mobile, 10/2 Mbit/s. Par ailleurs, les pays ayant mis en oeuvre de multiples réseaux et disposant dès le début de débits de connexion minimaux suffisants peuvent fixer des objectifs de déploiement tous les cinq ans pour augmenter la vitesse de connexion. En revanche, les pays où le déploiement est moindre devraient fixer des objectifs à intervalles plus rapprochés et concentrer leurs efforts sur le déploiement d'un service large bande de base, tel que décrit précédemment.

### 2.1.2 Adoption

**Problématique:** Le terme "adoption du large bande" fait référence à l'utilisation de la technologie large bande et des dispositifs compatibles avec le large bande (par exemple, les PC, les ordinateurs portables, les netbooks, les assistants numériques personnels – PDA – et les téléphones intelligents) pour accéder à l'Internet. Les décideurs privilégient habituellement le déploiement du large bande, mais les questions liées à l'adoption sont tout aussi importantes. Le niveau d'adoption dans un pays peut être tout simplement mesuré par le pourcentage de la population ou des ménages utilisant le large bande régulièrement. Sur certains marchés, le paiement à l'utilisation est la principale forme d'accès; par conséquent, l'adoption peut avoir un sens plus large que la mesure du nombre d'abonnements mensuels au large bande. Dans les zones où le déploiement du large bande est faible ou nul, un pays peut vouloir dans un premier temps mettre l'accent sur l'objectif d'adoption du large bande (son utilisation), en fonction du niveau d'utilisation par les administrations publiques, les écoles, les hôpitaux, les cybercafés, les entreprises, les centres communautaires et d'autres collectivités. Bien que les objectifs d'adoption incluant l'accès communautaire aient un intérêt à court terme, les administrations sont, une fois encore, encouragées à prêter en parallèle attention à l'adoption au niveau des ménages, puis à en faire une priorité à long terme.

**Objectif:** Les programmes nationaux en faveur du large bande et des TIC devraient être centrés sur l'adoption universelle du large bande au niveau des ménages et prévoir des prix abordables pour les PC et le large bande, ainsi que des formations à l'utilisation des outils numériques. Le déploiement de réseaux large bande ne suffit pas à lui seul à favoriser l'adoption généralisée. Dans l'idéal, les pays devraient mettre en place des mécanismes pour aider les personnes disposant d'un faible revenu et peu éduquées, ainsi que les autres personnes vulnérables, à obtenir des équipements et services large bande, ainsi qu'un accès aux services d'administration publique en ligne et une formation adéquate leur permettant de comprendre l'intérêt du large bande dans leur vie (voir la partie sur le service universel ci-après).

Dans un pays où de nombreux ménages bénéficient déjà du large bande, le Programme national en faveur du large bande devrait viser à accroître considérablement chaque année l'adoption par les ménages, en fonction du contexte local et de la croissance passée. Par exemple, pour la cinquième année: accroître l'adoption par les ménages, qui passerait de X% à Y% (par exemple, de 65%, comme actuellement, à 85%). En revanche, pour les pays où l'infrastructure large bande pour les ménages n'est pas développée, les objectifs d'adoption devraient être synchronisés avec ceux du déploiement du large bande; on pourrait alors s'attendre à une croissance rapide du déploiement et de l'adoption, en pourcentage et dès le début. Les valeurs cibles spécifiques dépendraient du contexte local; cependant, il est recommandé aux pays d'établir des valeurs cibles ambitieuses, tant pour le déploiement que pour l'adoption, et de mettre en place un suivi annuel des progrès réalisés.

### 2.1.3 Mesures et divulgation

**Problématique:** Le suivi des progrès réalisés dans la réalisation des objectifs nationaux relatifs au large bande requiert des mesures et des méthodes précises, cohérentes et adaptées. Ces mesures peuvent être divisées en deux catégories: 1) indicateurs nationaux principaux, comme le nombre de ménages desservis par le large bande; et 2) mesures secondaires (qualité de service), spécifiques à une offre de service donnée, comme le débit de téléchargement en aval et en amont, la latence et la perte de paquets.

Des données et des grands indicateurs sur le large bande et les TIC sont nécessaires pour mesurer la fracture numérique<sup>46</sup>. Grâce à ces mesures, il est possible d'évaluer l'accès aux TIC (déploiement), leur utilisation (adoption) et leur impact. Ces indicateurs servent principalement d'outil aux décideurs pour évaluer la situation du large bande et des TIC dans un pays et pour élaborer des politiques destinées à maximiser les avantages des TIC<sup>47</sup>.

La Conférence des Nations Unies sur le commerce et le développement (CNUCED) a mis en place un programme pour développer et coordonner les grands indicateurs (ou les mesures) permettant de mesurer l'incidence des TIC<sup>48</sup>. La liste des 50 indicateurs fondamentaux de la CNUCED relatifs aux TIC permet d'évaluer différents éléments: de nombreux aspects de l'infrastructure des TIC et de l'accès à ces technologies; l'accès des ménages et des particuliers aux TIC et leur utilisation de ces technologies; l'accès des entreprises aux TIC et leur utilisation de ces technologies; le secteur des biens liés aux TIC et le commerce de ces biens; enfin, le rôle des TIC dans l'éducation<sup>49</sup>.

---

<sup>46</sup> CNUCED 698.

<sup>47</sup> CNUCED 619.

<sup>48</sup> CNUCED 575. La CNUCED définit et analyse les indicateurs TIC comparables au plan international et élabore des méthodes de collecte de ces indicateurs; elle aide les pays à se doter de capacités statistiques; enfin, elle gère une base de données sur les indicateurs TIC: UNCTAD 606.

<sup>49</sup> CNUCED 604.

Il convient de noter que, bien qu'ils soient loin d'être parfaits, ces indicateurs sont adoptés par de nombreux organismes internationaux, dont toutes les institutions des Nations Unies, la Banque mondiale et l'UIT. En résumé, ces indicateurs constituent "un point de départ de référence au niveau mondial", mais ne devraient pas empêcher les pays d'utiliser leurs propres outils de mesure internes, plus développés.

**Objectif:** Un programme national en faveur du large bande devrait, au minimum, inclure ce sous-ensemble recommandé d'indicateurs principaux internationalement reconnus. Là encore, les pouvoirs publics devraient fixer des objectifs pour chaque indicateur relatif aux TIC et élaborer un programme de rapports annuels pour le suivi des progrès réalisés. En ce qui concerne les mesures secondaires, les pouvoirs publics pourraient encourager les acteurs du secteur à élaborer, sur la base du volontariat, des mesures de la qualité de fonctionnement afin de suivre l'amélioration et/ou la dégradation de la qualité de service dans le temps.

A mesure que le marché du large bande d'un pays gagne en maturité, les pouvoirs publics devraient établir des mesures de référence concernant la qualité de fonctionnement du large bande<sup>50</sup> et faciliter la divulgation, sur la base du volontariat, de données matérielles significatives (par exemple, les débits réels de téléchargement en aval et en amont, les prix, la perte de paquets et la latence). Les fournisseurs de services large bande devraient transmettre aux consommateurs des données significatives sur les différentes offres de service, pour leur permettre de faire des choix éclairés à ce sujet.

#### 2.1.4 Fonds de service universel

**Problématique:** Les subventions au titre des fonds de service universel contribuent pour beaucoup à encourager la connectivité des populations mal desservies. De nombreux pays ont mis en place des Fonds de service universel (FSU), mais la plupart de ces fonds sont sous-utilisés, tout particulièrement dans les pays en développement. La plupart des FSU ont été créés dans la seule optique des services vocaux, mais de nombreux pays, organismes de développement et ONG (organisations non gouvernementales) soutiennent la restructuration des programmes FSU pour qu'ils profitent davantage au consommateur. Les pouvoirs publics devraient déterminer ou élargir les domaines pouvant bénéficier de subventions au titre du FSU, afin d'y inclure, outre les services vocaux traditionnels, l'adoption et le déploiement du large bande et des TIC.

**Objectif:** Un programme national en faveur du large bande devrait remédier aux insuffisances du FSU et réorienter les programmes liés au service universel vers le soutien au déploiement et à l'adoption du large bande. Des programmes de subvention ciblant les TIC et le large bande pourraient aussi être mis au point. Les pays devraient non seulement mettre en place un FSU ou, sinon, des fonds spécifiques pour le large bande et les TIC mais aussi, dans les meilleurs délais, réaffecter au large bande les montants attribués à la téléphonie de base. Dans l'idéal, les pays devraient financer ces programmes par la fiscalité; si cela n'est pas possible, ils devraient financer le FSU au moyen d'une redevance globale et d'un montant fixe, payable par les utilisateurs finals.

Un programme national en faveur du large bande et des TIC devrait favoriser les mécanismes du marché, comme les enchères inversées, pour que les financements au titre du service universel soient attribués sans privilégier aucune technologie ni aucune forme de concurrence. Il devrait également favoriser l'utilisation du service universel pour réaliser les objectifs d'action sur la demande (par exemple, encourager l'adoption du large bande). De ce point de vue, les fonds pour le service universel et/ou les fonds spécifiques pour le large bande et les TIC peuvent être mis à contribution pour financer les services et les équipements large bande (par exemple, les dispositifs large bande grand public) pour les ménages à faible revenu.

---

<sup>50</sup> En fonction du contexte local, il peut être judicieux pour les gouvernements d'élaborer des mesures de référence de la qualité de fonctionnement distinctes pour les réseaux filaire, hertzien fixe et hertzien mobile.

Dans les pays en développement, les objectifs des programmes nationaux en faveur du large bande et des TIC peuvent, dans un premier temps, être centrés sur l'utilisation du FSU pour élargir l'appui aux services large bande et à leur adoption, afin d'en faire bénéficier les centres communautaires, les kiosques Internet ou d'autres lieux publics. Ces objectifs peuvent constituer un premier pas intéressant, mais les pays doivent en fixer d'autres en vue de constituer un FSU pour soutenir, à plus long terme, l'accès des ménages au large bande. Comme on l'a vu précédemment dans la partie sur l'adoption, les pays devraient fixer des objectifs pour l'adoption à long terme, par l'ensemble des ménages, de services large bande d'excellente qualité, à un prix abordable.

### **Passage au large bande dans l'enseignement**

Le passage au large bande dans l'enseignement nécessite la collaboration et la coordination entre les différents ministères, ainsi que l'utilisation du Fonds USF et d'autres ressources gouvernementales. Chaque administration pourrait commencer à mettre sur pied, en collaboration avec le Ministère des TIC, un "Comité national de planification de la transformation de l'enseignement". Le Comité peut être composé de représentants des Ministères des TIC, de l'éducation, de l'économie et des finances, de la planification et du développement, ainsi que du Régulateur et de l'administrateur du Fonds USF. Ce comité pourrait élaborer un programme national de transformation de l'enseignement ainsi qu'un plan de mise en oeuvre. Obtenir le soutien du gouvernement au plus haut niveau depuis le Président et le Premier Ministre est un autre facteur important. En conséquence, il est aussi nécessaire d'intégrer dans le comité des personnes compétentes issues des cabinets du Président et du Premier Ministre. Le déploiement d'un programme national de transformation de l'enseignement assurera un passage au large bande dans l'enseignement qui permettra aussi d'améliorer à court terme la pénétration du large bande et des TIC et d'accélérer la participation de l'ensemble des citoyens. Les administrations pourraient commencer la planification en organisant une réunion "Transformation dans l'éducation nationale" et en invitant les Ministres des TIC, de l'éducation, de l'économie et des finances, de la planification, des sciences ainsi que les administrateurs du Fonds de service universel et des représentants des cabinets de la Présidence et du Premier Ministre.

### **Planification de la transformation de l'éducation nationale**

- Elaborer un plan pour la connexion de toutes les écoles au large bande.
- Elaborer un plan pour la fourniture de tableaux blancs interactifs dans les écoles.
- Elaborer un plan visant à ce que tous les étudiants et enseignants et leurs familles aient accès aux ordinateurs personnels.
- Elaborer un plan visant à enseigner l'utilisation des TIC à tous les enseignants et étudiants.
- Elaborer un plan visant à fournir des contenus numériques destinés à l'enseignement.
- Elaborer un plan visant à subventionner la connectivité au large bande à domicile pour les familles des étudiants à faible revenu.
- Elaborer un plan visant à offrir un accès public à Internet dans les écoles (centres d'accès communautaires), permettant d'assurer les services de cybergouvernance, de cybersanté, de cyberagriculture, etc.
- Elaborer un plan visant à intégrer la formation aux outils numériques dans les services de cybergouvernance.

### 2.1.5 Spectre

**Problématique:** Dans bien des cas, le large bande hertzien peut être le mécanisme le plus efficace pour faciliter l'accès généralisé et abordable au large bande. Avec l'arrivée de nouvelles technologies hertziennes large bande performantes telles que les IMT, les consommateurs peuvent tirer parti des avantages offerts par le mobile large bande d'excellente qualité, à condition que des politiques publiques adéquates soient mises en place. La demande mondiale de services mobiles large bande s'accroît à un rythme phénoménal, mais il y a, dans de nombreux pays, pénurie de fréquences adaptées à ces services. Les fréquences les plus adaptées aux communications de Terre sont celles qui sont inférieures à 3 GHz. Dans le passé, les pays ont mis de nombreuses années à attribuer ou à réattribuer des fréquences pour rendre l'utilisation du spectre plus efficace. Compte tenu des besoins actuels et du rythme rapide des progrès technologiques, il est plus important que jamais de rationaliser les processus d'attribution et d'assignation des fréquences afin de faire profiter rapidement les consommateurs de nouveaux avantages.

**Objectif:** Les programmes nationaux en faveur du large bande et des TIC devraient favoriser des politiques de gestion du spectre neutres du point de vue de la technologie et souples sur le plan des services, afin de promouvoir l'investissement dans le large bande et la concurrence au niveau des installations<sup>51</sup>. Il conviendrait que les administrations tiennent compte de ce qui suit dans l'élaboration de programmes nationaux en faveur du large bande et des TIC:

- L'utilisation efficace du spectre est un objectif approprié en matière d'attribution du spectre si l'on souhaite bénéficier des avantages socio-économiques considérables qu'offre la couverture large bande.
- La méthode d'attribution du spectre utilisée devrait inciter les opérateurs à accélérer le déploiement des réseaux.
- La rationalisation des infrastructures et les systèmes de partage des ressources peuvent améliorer la rentabilité du déploiement des réseaux (retour sur investissement).
- L'alignement sur le spectre harmonisé au niveau régional ou mondial favorise les économies d'échelle nécessaires pour réduire les coûts d'équipement.

L'UIT-R publie des Recommandations sur les arrangements de fréquences pour les technologies hertziennes large bande, notamment la Recommandation UIT-R M.1036, "Arrangements de fréquences applicables à la mise en oeuvre de la composante de Terre des Télécommunications mobiles internationales (IMT) dans les bandes identifiées pour les IMT dans le Règlement des radiocommunications (RR) (03/2012)", qui encourage l'emploi d'un spectre harmonisé.

---

<sup>51</sup> Intel Corporation, Document [2/24](#) "National Broadband/ICT Plans: Policy Objectives for Success" avec des modifications rédactionnelles mineures.

## 2.2 Lignes directrices pour les régulateurs relatives aux bonnes pratiques pour promouvoir le large bande à faible coût

La Commission "Le large bande au service du développement numérique" a conclu que les mesures suivantes étaient d'une importance capitale pour déployer pleinement les infrastructures large bande au niveau national.

- "La politique en matière d'infrastructures devrait tenir compte de la rapidité des progrès techniques et se fixer des objectifs généraux, qui ne privilégient pas une combinaison particulière de technologies. La présence, tout comme l'absence, d'infrastructures existantes, constitue aussi bien un avantage qu'une contrainte.
- Les objectifs en matière d'infrastructure sont indépendants des questions de propriété publique des installations et du rôle joué par la concurrence pour stimuler l'investissement privé.
- Les facteurs faisant obstacle à l'accès aux réseaux ou aux infrastructures, par exemple concernant la fixation des prix, doivent être éliminés dans la mesure du possible. L'interconnexion entre les réseaux doit être solide, bon marché et efficace.
- Il est essentiel de préserver la flexibilité et l'innovation aux extrémités des réseaux. Les nouvelles applications et les nouveaux dispositifs d'accès, comme les téléphones intelligents, doivent pouvoir être reliés aux réseaux, car cela est bien plus simple et moins coûteux que de remplacer les infrastructures centrales.
- Le réseau physique diffère des services et des fonctions qu'il permet d'assurer et, dans l'intérêt de la concurrence et du progrès technique, il convient d'éviter d'établir un lien trop étroit entre l'infrastructure et un service en particulier.
- La tendance est de privilégier les réseaux à fibres optiques en tant qu'élément fondamental de l'infrastructure filaire, mais il faut les associer à des infrastructures hertziennes, dont l'évolution rapide permettra de fournir, à mesure que la technologie se développera, une plus grande largeur de bande à moindre coût.
- Il conviendrait de favoriser et d'encourager le partage des infrastructures. Les décideurs devraient donc réfléchir à la meilleure façon de garantir les synergies entre les applications et les services, ce qui suppose qu'ils adoptent une approche intégrée et transsectorielle.

Les régulateurs peuvent choisir entre différentes solutions<sup>52</sup>, dont les suivantes:

- Chercher à optimiser les flux d'investissements en libéralisant les marchés et en autorisant la participation de capitaux étrangers. Cela suppose que les fournisseurs de services large bande puissent offrir une gamme complète de services et d'applications, à l'image des offres "multiple play" incluant la téléphonie, l'accès à Internet et les programmes vidéo et multimédia.
- Mettre en place un cadre réglementaire adaptable, en adoptant une approche technologiquement neutre et un régime d'octroi de licence simplifié et flexible du point de vue administratif, qui facilite l'entrée de nouveaux acteurs sur le marché, notamment par le biais d'autorisations générales et de licences multiservices et unifiées.

---

<sup>52</sup> Voir les "Lignes directrices relatives aux bonnes pratiques" établies par le GSR entre 2003 et 2009, au sujet de diverses questions liées à la régulation, accessibles à l'adresse suivante: <http://www.itu.int/ITU-D/treg/bestpractices.html>.

- Elaborer un cadre réglementaire qui encourage la participation de différents fournisseurs potentiels de services large bande. Pour ne pas se limiter aux grands opérateurs de réseaux nationaux, les régulateurs peuvent autoriser par exemple, les universités, les administrations publiques, les collectivités locales et les petits entrepreneurs à déployer des réseaux d'accès à large bande, ce qui supposerait que les cadres réglementaires soient adaptés à chaque groupe de fournisseurs potentiels:
  - Un cadre réglementaire adapté aux petits fournisseurs de services large bande encouragera les fournisseurs des collectivités locales à exploiter au maximum le potentiel des technologies large bande et à élargir l'accès au réseau large bande dans les zones rurales.
  - Des accords de partage des infrastructures peuvent encourager les grands opérateurs à étendre leurs réseaux aux zones rurales, tout en garantissant la liberté d'accès à tous les opérateurs compétitifs.
  - Les grands opérateurs pourraient être incités à déployer des réseaux en échange d'avantages.
  - Les régulateurs pourraient chercher à favoriser le déploiement des réseaux d'accès à large bande en accordant des subventions directes et ciblées, financées par les fonds pour l'accès universel, ou des avantages financiers indirects (tels que des exonérations d'impôt), à l'ensemble des fournisseurs de services large bande.
- Sur le plan de la réglementation, privilégier les marchés de gros plutôt que le commerce de détail; c'est-à-dire veiller à ce que les nouveaux opérateurs aient accès aux infrastructures des acteurs en position de force sur le marché (par le partage passif des infrastructures, tel que le partage des conduits, le dégroupage de la boucle locale et des sous-boucles, l'accès à haut débit, le partage du réseau et des installations, etc.) pour que ces opérateurs soient en mesure d'offrir des services compétitifs post convergence, ce qui permettra d'éviter le double emploi des infrastructures et de réduire les coûts.
- Mettre en place un régime de réglementation asymétrique afin d'empêcher l'opérateur en position de force de freiner le développement de la concurrence sur le marché de l'accès au large bande.
- Collaborer avec d'autres organismes gouvernementaux ou ministères à l'élaboration d'initiatives visant à stimuler la demande de services et d'applications qui s'inscrivent dans la réalisation d'objectifs stratégiques élargis, tels que la connexion au large bande des établissements publics (en particulier les administrations, les écoles, les bibliothèques et les hôpitaux), des entreprises et des abonnés privés, et la promotion du développement économique, de l'inclusion numérique, de la cohésion sociale et de l'égalité des chances.
- Favoriser le déploiement des réseaux d'accès hertzien à large bande en libérant les bandes de fréquences nécessaires, en tenant compte de l'ampleur de la demande. L'efficacité de cette stratégie sera renforcée si aucune technologie n'est privilégiée dans l'attribution de fréquences.
- Promouvoir la construction de réseaux dorsaux à fibres optiques afin de renforcer les capacités des technologies large bande, aussi bien filaires qu'hertziennes. Cette mesure consiste à développer des synergies avec des projets d'infrastructure dans les domaines des transports et de l'énergie et à inciter les opérateurs de téléphonie mobile 2G à remplacer les faisceaux hertziens par des réseaux à fibres optiques. Elle suppose également que tous les propriétaires de ces ressources de communication puissent louer les capacités qu'ils n'utilisent pas aux autres opérateurs pour leur exploitation commerciale.
- Associer aux stratégies de développement de l'accès à large bande des mesures favorisant l'accès à l'ordinateur individuel ou à d'autres appareils. Installer des kiosques Internet et des terminaux d'accès financés par des fonds publics, notamment dans les zones où les réseaux à large bande doivent être déployés.

Les régulateurs devront continuer à faire preuve de souplesse au cours de l'examen et de la mise en oeuvre de nouvelles stratégies<sup>53</sup>."

Les politiques en matière de large bande devraient viser à soutenir toutes les technologies de manière égale. Il est conseillé aux régulateurs et aux décideurs de suivre les bonnes pratiques ci-après pour promouvoir l'utilisation de solutions par satellite dans le déploiement du large bande:

- Plans sur le large bande – Inclure les technologies par satellite dans les plans nationaux sur le large bande (accès au spectre, financement, construction, etc.).
- Accès au spectre – Harmoniser les attributions du SFS, y compris dans la bande Ka, des tableaux nationaux de fréquences avec les Tableaux d'attribution de l'UIT.
- Partage à titre primaire avec égalité des droits – Respecter le Règlement des radiocommunications de l'UIT en ce qui concerne le partage entre les systèmes à satellites et les systèmes hertziens de Terre.
- Licences – Rationaliser le système de licence des opérateurs de satellites et des fournisseurs de services nationaux pour les services à large bande et autoriser un accès aux capacités selon la politique du "ciel ouvert".
- Equipement satellitaire – Accélérer l'approbation des nouveaux équipements large bande pour satellites: agréments, homologations, taxes et procédures d'importation et d'exportation.
- Redevances d'exploitation du spectre – Envisager une baisse des taxes en tenant compte du développement social et économique et des besoins à satisfaire; garder les coûts bas pour les utilisateurs finals des services à plus grande largeur de bande afin de contribuer à la réalisation des objectifs politiques en matière de déploiement du large bande.

### 2.3 Stratégies des opérateurs visant à promouvoir le déploiement du large bande

"Dans les pays développés comme dans les pays en développement, les opérateurs se préoccupent de réduire au minimum les coûts d'infrastructure. Toutefois, les taux de pénétration, tout comme les recettes moyennes par utilisateur (RMPU), étant moins élevés dans les pays en développement, le problème est plus sérieux dans ces pays. Ainsi, du point de vue des opérateurs, il est nécessaire de disposer d'un contexte réglementaire propre à contenir les coûts de mise en oeuvre et de déploiement du réseau (par exemple, obligations de desserte acceptables, redevances de licence modiques, choix entre diverses technologies pour être en mesure d'étendre le réseau dans des conditions rentables, possibilité d'utiliser les bandes de fréquences inférieures, partage des infrastructures). Par ailleurs, puisque dans la plupart des pays en développement, les réseaux mobiles offrent une couverture plus large que les réseaux fixes, les administrations de ces pays pourraient souhaiter prôner l'utilisation de réseaux de ce type pour les applications fixes/de données<sup>54</sup>."

---

<sup>53</sup> Commission sur le large bande, "Broadband: A platform for Progress" (Le progrès passe par le large bande), Synthèse de la Commission du large bande 2010, disponible à l'adresse: [http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report\\_1.pdf](http://www.broadbandcommission.org/Reports/Report_1.pdf).

<sup>54</sup> Révision 1 du Supplément 1 au Manuel "Passage aux systèmes IMT-2000" (Document [25/2/2](#)).

Tableau 2.3-1: Besoins particuliers des opérateurs<sup>55</sup>

Point	Besoins des opérateurs et justification
Coûts	On devrait réduire au minimum les coûts liés à la transition, la grande majorité des habitants ayant un budget très limité pour les télécommunications/les loisirs. Recouvrement des dépenses d'équipement (CAPEX) et des dépenses d'exploitation (OPEX) liées à l'évolution/la transition.
Accès hertzien fixe	Certains opérateurs pourraient fournir un accès hertzien fixe pour les IMT en zones urbaines.
Obligations en matière de couverture et de mise en oeuvre	Dans certains cas, les régulateurs définissent les objectifs à atteindre en matière de couverture et de pénétration du service ainsi que le calendrier de mise en oeuvre. Pour les systèmes IMT, l'objectif en matière de couverture qui sera atteint à terme, devrait être le même que pour les systèmes pré-IMT-2000 existants. Les obligations de service doivent correspondre aussi bien aux intérêts commerciaux de l'opérateur qu'aux intérêts de l'utilisateur.
Délais fixés pour la transition	Délais fixés pour la transition entre les systèmes "mobiles"/"fixes" existants et les IMT. Les opérateurs devraient avoir toute latitude pour déterminer à quel moment la transition se fera et quand elle sera achevée.
Applications grand public	Les technologies IMT peuvent être utiles pour des applications telles que le téléenseignement, la télémédecine ou le cybergouvernement.
Appui des pouvoirs publics	Rôle des pouvoirs publics dans le financement d'infrastructures et/ou d'applications de pointe (non pas pour les infrastructures en tant que telles mais pour fournir des services abordables pour tous, notamment afin de remplir les obligations de service universel).
Amortissement	Eventuelle obsolescence des investissements dans de nouvelles infrastructures, dans l'attente d'une demande pour les systèmes IMT.
Bandes pour les IMT	Il faut disposer d'un accès à des bandes de fréquences adaptées. Il pourrait être avantageux d'utiliser des fréquences au-dessous de 1 GHz et d'attribuer des bandes de fréquences, conformément aux décisions prises par une future CMR/CAMR, pour assurer une couverture de façon rentable. L'utilisation de bandes IMT harmonisées diminuerait les coûts d'équipement et faciliterait l'itinérance, au niveau mondial.
Conditions techniques et administratives	Conditions d'utilisation du spectre (octroi de licences/itinérance/couverture/et obligations d'autres opérateurs).
Partage des infrastructures	On pourrait encourager le partage des ressources (radioélectriques/de réseau) pour assurer une mise en service et une couverture rapides (opérateur de réseau virtuel (VNO, <i>virtual network operator</i> )) afin d'accélérer le déploiement de nouvelles technologies et de diminuer les coûts pour les opérateurs.
Composante satellite	Utilisation de la composante satellite des IMT-2000.
Etudes du marché et de la rentabilité	Comment procéder à une étude de marché et évaluer la rentabilité? (taux d'alphabétisation des populations, revenu disponible ...).

<sup>55</sup> Révision 1 du Supplément 1 au Manuel "Passage aux systèmes IMT-2000" (Document [25/2/2](#)) (modification d'ordre rédactionnel, remplacer le terme IMT-2000 par le terme plus large d'IMT).

Point	Besoins des opérateurs et justification
Services et applications	<ul style="list-style-type: none"><li>– Des droits d'entrée peu élevés réduiraient les coûts d'accès pour les fournisseurs de services.</li><li>– Utilisation des IMT pour donner accès à l'éducation dans les villages isolés, pour encourager le développement économique des zones rurales et pour faciliter l'accès à l'Internet, dans des conditions financièrement abordables.</li></ul>
Mise à disposition d'équipements par plusieurs fournisseurs	<ul style="list-style-type: none"><li>– La multiplicité des fournisseurs augmente la concurrence, ce qui a un effet positif sur les prix pour les opérateurs.</li><li>– On réduit la dépendance des opérateurs par rapport aux fournisseurs.</li><li>– Les systèmes multifournisseurs requièrent une normalisation à l'échelle d'une vaste communauté et aboutissent à des normes ouvertes.</li></ul>

Voir également les études de cas énumérées dans l'**Annexe I**.

### 3 Technologies large bande

#### 3.1 Considérations relatives au déploiement du large bande: technologie filaire ou technologie hertzienne<sup>56</sup>

"Etant donné que la technologie hertzienne représente une part croissante des infrastructures de communication dans le monde, il est important de comprendre les tendances globales en matière de large bande et les rôles respectifs des technologies filaire et hertzienne. Parfois en concurrence, ces technologies sont le plus souvent complémentaires. Ainsi, les liaisons de raccordement et les infrastructures centrales des réseaux hertziens reposent principalement sur des technologies filaires, utilisant la fibre optique ou les fils de cuivre, dans le cas des réseaux WiFi comme des réseaux cellulaires.

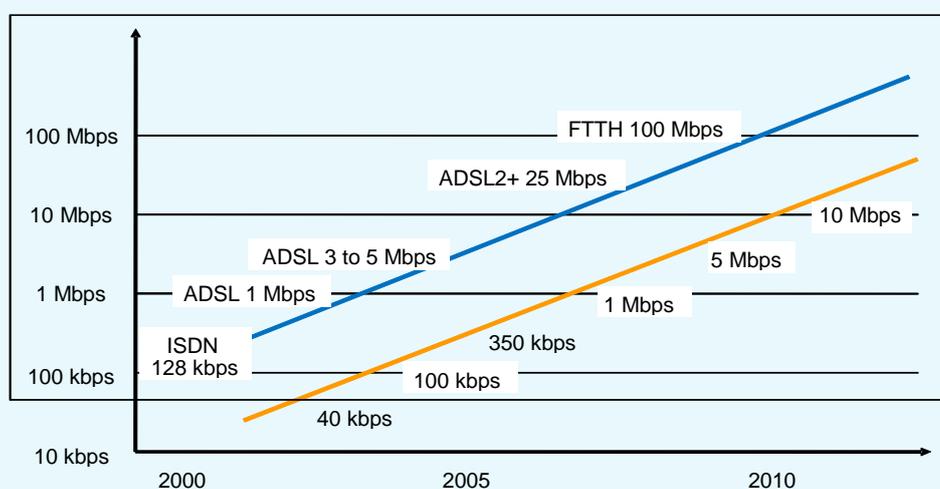
La capacité de transmission d'une liaison par fibre optique étant bien supérieure à celle de l'ensemble du spectre radioélectrique disponible, le flux de données transmis par liaisons hertziennes ne pourra jamais représenter plus qu'un faible pourcentage de la totalité du trafic des communications. Toutefois, la technologie hertzienne tient une place fondamentale dans l'interconnexion des réseaux et les communications, car elle assure deux fonctions essentielles: la mobilité et l'accès. La mobilité, car la technologie hertzienne permet de s'affranchir des connexions filaires, que l'utilisateur soit ou non en déplacement. L'accès, car elle permet de mettre en oeuvre et d'assurer, plus facilement que la technologie filaire, des services de communication – téléphonie ou Internet – et ce dans toutes les zones géographiques, en particulier là où les infrastructures de communication sont pratiquement inexistantes. Ainsi, compte tenu de ces caractéristiques, bien que le volume des communications mobiles soit inférieur à celui des communications filaires, le rôle des technologies hertziennes dans les communications mondiales ainsi que leurs conséquences sociales, politiques et économiques, sont tout aussi importants.

---

<sup>56</sup> Le texte du § 3.1 est largement repris du Manuel LMH, vol. 5, sur les systèmes BWA (Document [25/2/4](#)), avec des modifications de forme.

Le succès retentissant de la téléphonie mobile dans le monde et, à l'heure actuelle, l'utilisation croissante de services mobiles de transmission de données, témoignent incontestablement d'un fort engouement pour les communications mobiles. Selon les prévisions réalisées en avril 2012 par Portio Research, les recettes mondiales tirées des services mobiles de transmission de données vont augmenter à un taux équivalent annuel de 13,2% pour atteindre 539,9 milliards de dollars fin 2015<sup>57</sup>. Cependant, la question de l'utilisation de la technologie hertzienne pour l'accès est plus complexe. Il faut examiner la qualité de fonctionnement et la capacité des technologies hertziennes par rapport à celles des technologies filaires et tenir compte de l'infrastructure filaire disponible et des avancées technologiques en la matière. En particulier, il est à noter que la capacité de ces réseaux, ainsi que les débits qu'ils fournissent, ont toujours été supérieurs à ceux des réseaux hertziens. La Figure 3.1-1 montre l'évolution des débits moyens et la supériorité constante de la technologie filaire, dix fois plus performante que la technologie hertzienne.

Figure 3.1-1: Evolution des technologies filaires et hertziennes pour des débits d'utilisateur types



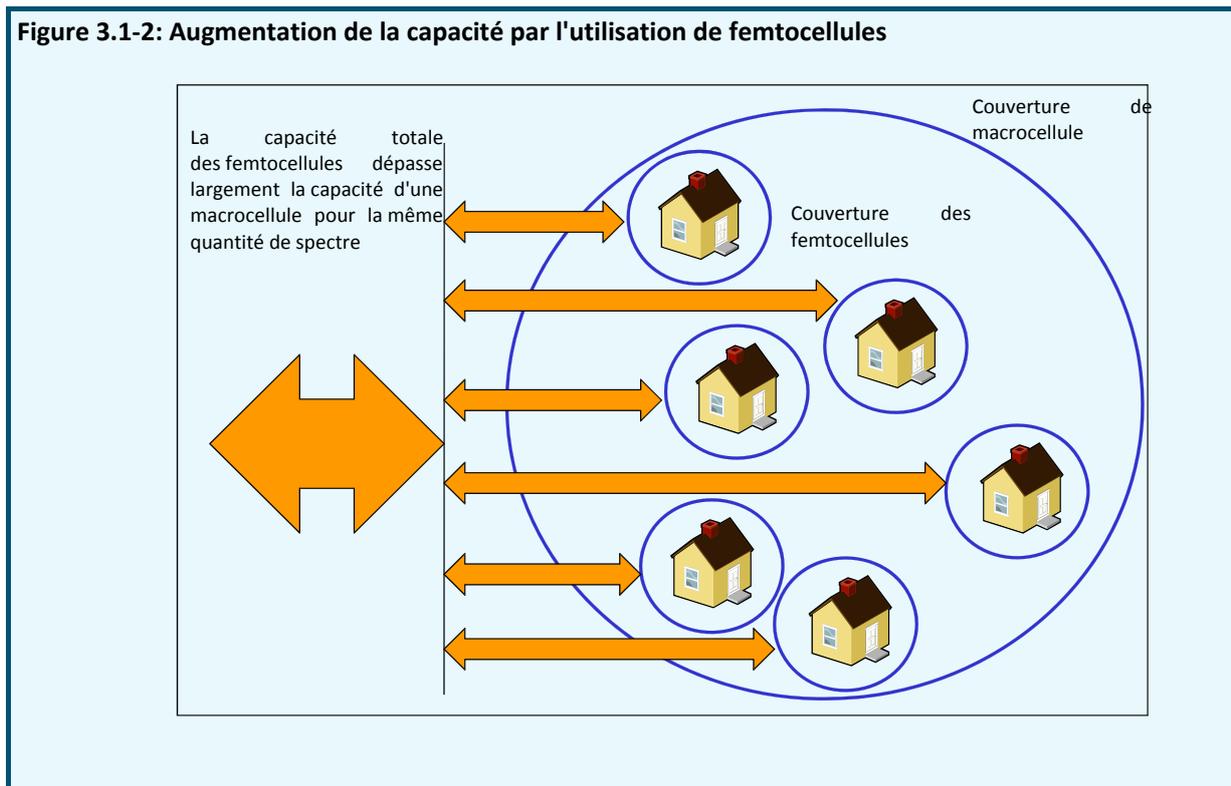
Le large bande mobile associe mobilité et transmission de données à haut débit. Son potentiel est illimité, compte tenu de la grande diversité de marchés sur lesquels il peut se positionner. Dans les pays en développement, il ne fait aucun doute que la technologie à large bande mobile répondra aussi bien aux attentes des entreprises qu'à celles de leurs employés et des consommateurs de services mobiles haut de gamme, car elle représente pour eux une solution économique, entrant ainsi en concurrence avec la ligne d'abonné numérique (DSL) pour l'usage privé. Dans certains cas, il se peut que la ligne d'abonné numérique n'offre pas la possibilité d'obtenir un service large bande; le large bande mobile est alors le seul choix viable pour la connectivité.

<sup>57</sup> "Portio Research Mobile Factbook" 2012, Portio Research, avril 2012.

La demande sera surtout alimentée par les utilisateurs, qui veulent être connectés 24 heures sur 24 et où qu'ils se trouvent. Alors que la demande de services de réseaux sociaux et de recherche d'informations, ainsi que les activités commerciales liées à l'Internet, requièrent un accroissement de la capacité des technologies large bande mobiles, ce sont surtout des entreprises qui ont été les premiers utilisateurs des réseaux mobiles large bande. En effet, pour une entreprise, une meilleure connectivité est synonyme de meilleure performance. Ainsi, l'adoption précoce du large bande par les entreprises rappelle qu'elles avaient également été les premières à utiliser la téléphonie mobile. Au début des années 90, les médecins, les avocats, les professionnels de la vente et les cadres avaient déjà un téléphone au domicile, et un téléphone au bureau, en plus des services de standardistes. Cependant, c'est l'augmentation de la productivité associée à la connexion à un réseau cellulaire qui a stimulé le développement du large bande dans le monde. Dans l'ensemble, que ce soit dans la vie professionnelle ou privée, l'univers de la téléphonie et celui de la transmission de données sont rapidement en train de fusionner pour constituer un monde affranchi des contraintes du filaire, mais *connecté en permanence*.

Bien que la plupart des systèmes BWA offrent actuellement un débit de près de 2 Mbit/s, comparable à celui que fournissent à de nombreux utilisateurs les services de base DSL ou de câblo-modem, la capacité globale des systèmes hertziens est généralement inférieure à celle des systèmes filaires. Cela est particulièrement vrai lorsqu'on compare les réseaux hertziens aux réseaux à fibres optiques, que quelques opérateurs commencent à proposer aux particuliers. Certains opérateurs de réseaux filaires comptent aujourd'hui fournir un débit de 20 à 100 Mbit/s aux particuliers ou aux entreprises, par des services de câblo-modem de prochaine génération, les techniques DSL à très haut débit (VDSL) ou les réseaux à fibres optiques, notamment pour assurer des services tels que la télévision IP à haute définition (TVIP). La question est alors de savoir si la technologie hertzienne pourra parvenir à offrir de tels débits. Du point de vue purement technique, on peut répondre par l'affirmative, mais du point de vue pratique, par la négative. Il n'est possible d'atteindre de tels débits qu'en utilisant de grandes quantités de spectre – qui dépassent généralement les fréquences disponibles pour les systèmes BWA actuels – et des cellules de taille relativement petite. Sans cela, il sera tout simplement impossible de fournir aux utilisateurs les centaines de gigaoctets par mois dont ils auront besoin pour leur connexion large bande aux réseaux hertziens grande distance. Prenons comme exemple les contenus de la télévision à haute définition: ils requièrent un débit constant de 6 à 9 Mbit/s, avec lequel un abonné utiliserait à peu de chose près la totalité de la capacité du secteur d'une cellule. L'une des méthodes qui pourrait permettre à la technologie hertzienne d'acheminer un flux de données si important est la structure hiérarchique de cellules, telle que celle des femtocellules, illustrée par la Figure 3.1-2. Mais cela présuppose l'existence d'une connexion filaire à Internet (par exemple, DSL).

Figure 3.1-2: Augmentation de la capacité par l'utilisation de femtocellules



Le plus logique aujourd'hui est d'utiliser, pour l'accès, la technologie hertzienne seulement lorsque l'utilisation de technologies filaires n'est pas viable – ce qui explique l'intérêt manifesté par les pays en développement pour les technologies hertziennes large bande. La dynamique du modèle commercial de ces pays est différente car les opérateurs peuvent développer à moindre coût des services de téléphonie (qui, par définition, nécessitent une faible largeur de bande) et de transmission de données à faible débit, principalement en raison du manque d'offre sur le marché du réseau filaire. Le déploiement de réseaux d'une moindre capacité – mesurée par un plus faible débit binaire par seconde (bit/s) au kilomètre carré – suppose l'utilisation de cellules de plus grande taille, donc d'un nombre inférieur d'emplacements de cellule, ce qui entraîne une réduction considérable des coûts du déploiement.

Le Tableau 3.1-1 résume les avantages et les inconvénients des technologies à large bande hertzienne et filaire.

Tableau 3.1-1: Avantages et inconvénients des différentes technologies large bande

	Avantages	Inconvénients
<b>Large bande mobile cellulaire</b>	Connectivité en permanence Capacité du large bande à couvrir des zones étendues Solution intéressante pour assurer un accès dans les zones où les infrastructures filaires sont inexistantes Possibilités d'amélioration de la capacité/couverture par l'utilisation de femtocellules	Capacité inférieure à celle des technologies filaires Evolutions futures au service des applications requérant une grande largeur de bande telles que la TVIP
<b>Large bande filaire</b>	Réseau large bande à forte capacité permettant la transmission de données à très haut débit Evolution vers l'ultra-haut débit	Coûts élevés du déploiement de nouveaux réseaux, surtout pour les pays en développement ne possédant pas d'infrastructures

Cependant, cette situation n'est pas figée. A long terme, certaines avancées pourraient permettre aux systèmes large bande hertziens d'entrer en concurrence avec les systèmes filaires. Parmi ces avancées, on trouve la mise en oeuvre de réseaux maillés favorisant la réduction des coûts, une meilleure utilisation du spectre, la mise en place de stations de base banalisées plus économiques et l'attribution future de fréquences aux systèmes mobiles large bande. Toutefois, de tels progrès sont quelque peu hypothétiques et dépendent de nombreux autres facteurs, notamment de l'évolution des technologies et des applications large bande.

De nouvelles technologies d'accès large bande voient le jour avec les dispositifs hertziens qui utilisent les techniques des systèmes de radiocommunication cognitifs, via l'accès dynamique au spectre, pour déterminer les fréquences disponibles. Des déploiements et des essais commerciaux sont actuellement en cours dans certains pays: ces techniques sont mises en oeuvre dans des bandes attribuées à la télévision qui ne sont pas utilisées (les "espaces blancs") lorsque la réglementation locale l'autorise. Un exemple de déploiement pilote commercial est donné dans l'**Annexe I**.

Cette solution technique est actuellement à l'étude au sein de plusieurs commissions d'études de l'UIT-R et les résultats de ces études devront être pris en compte tout comme d'autres travaux de recherche pertinents lors de l'évaluation des aspects techniques, économiques et réglementaires de la mise en oeuvre, en particulier dans les pays en développement.

Les systèmes mobiles cellulaires à large bande répondent clairement aux besoins des utilisateurs, d'où leur succès. Leur programme de mise en oeuvre, qui prévoit des améliorations constantes de la qualité de fonctionnement et de la capacité, définit les moyens techniques permettant d'atteindre les résultats prévus par des modèles commerciaux éprouvés. A mesure que les applications du large bande mobile continueront à se développer, les technologies cellulaires continueront à représenter le support de compétitivité nécessaire aux perspectives commerciales futures<sup>58</sup>."

<sup>58</sup> Extrait du volume 5 du Manuel LMH sur les systèmes BWA (Document 25/2/4).

On trouvera dans l'**Annexe I** "Evaluation de différentes options pour les technologies d'accès" un exemple d'analyse menée par une administration concernant les différentes technologies d'accès au large bande. D'autres études de cas soumises au titre de cette Question montrent que les administrations ont tendance à privilégier les technologies – notamment les IMT, le satellite, la fibre – qui sont adaptées aux besoins de leurs citoyens. L'**Annexe I** donne des exemples tirés de ces études de cas.

### 3.2 Mesures techniques permettant une utilisation efficace des télécommunications hertziennes

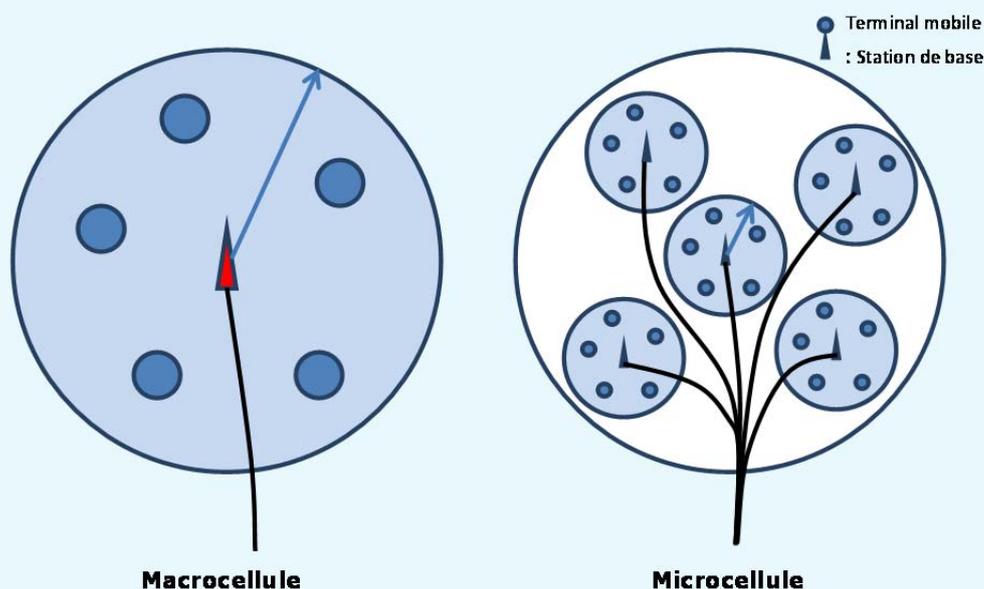
Dans le cas des télécommunications hertziennes, il est impossible, contrairement aux télécommunications filaires, d'augmenter le trajet de communication. Donc, le principal souci pour les opérateurs des télécommunications hertziennes est d'obtenir un spectre qui puisse répondre à la demande de capacité. Le spectre disponible pour les télécommunications hertziennes est cependant limité. Donc, il faut envisager d'autres mesures qui permettent d'employer plus efficacement la bande de fréquences.

- Réduction de la taille des cellules des stations de base

Une station de base à macrocellules permet de couvrir de larges zones. Toutefois, le nombre d'appelants pour cette station est, pour une zone donnée, moindre que celui pour les stations à microcellules (voir la Figure 3.2-1). En d'autres termes, les fréquences dans le cas des macrocellules sont moins efficacement employées que dans le cas des microcellules.

Dans le cas d'une microcellule, la puissance à la sortie de la station de base est plus faible et les signaux radioélectriques ne se propagent pas loin, ce qui veut dire que la réutilisation de la même fréquence est possible, et qu'il n'y aura pas de brouillage.

Figure 3.2-1: Comparaison de l'efficacité de la macrocellule et de la microcellule



Toutefois, les opérateurs disposent d'une certaine souplesse pour la conception de leurs réseaux qui leur permet d'utiliser le rayon de couverture d'une macrocellule plus petit que le rayon maximum disponible pour une station de base donnée. En d'autres termes, les opérateurs peuvent varier les tailles des cellules pour répondre aux exigences de capacité. Cela leur permet de serrer davantage les cellules et d'utiliser des microcellules lorsque l'on a besoin de tous petits rayons.

Tableau 3.2-1: Les diverses tailles de cellule

Taille de cellule	Macrocellule	Microcellule	Picocellule	Femtocellule
Plage de la taille de la cellule	De centaines de mètres à plusieurs kilomètres	De dizaines de mètres à plusieurs centaines de mètres	De plusieurs mètres à des dizaines de mètres	Plusieurs mètres
Usage	Extérieur	Extérieur/intérieur	Principalement à l'intérieur d'une maison, au rez-de-chaussée, aux étages supérieurs d'un grand immeuble	Habituellement à l'intérieur d'une maison ou d'une chambre, ou d'un bureau

- Autres mesures permettant de répondre à l'augmentation rapide du trafic hertzien
  - L'adoption d'une taxation dépendant du volume du trafic.
  - L'imposition de restrictions sur les (très) gros utilisateurs.
  - Le délestage des données.

Afin d'assurer une transmission hertzienne de données à haut débit efficace, les opérateurs encouragent à tirer parti des stations de base dont la taille des cellules est petite, telle que celle des femtocellules, ou des points d'accès WiFi, pour laquelle les fréquences sont efficacement employées, puis à passer au système de télécommunication filaire, pour lequel la question du brouillage ne se pose pas. Cette technique est nommée "délestage des données".

On trouvera, à l'Annexe 5 du [Rapport UIT-R M.2243](#), "Evaluation des déploiements du large bande à l'échelle mondiale et prévisions pour les télécommunications mobiles internationales", de plus amples informations sur les techniques qui permettent de répondre à l'augmentation du trafic hertzien, notamment l'augmentation du trafic mobile large bande".

### 3.3 Technologies filaires d'accès au large bande<sup>59</sup>

#### Le réseau large bande filaire – RNIS

Le réseau numérique à intégration de services (RNIS) a été la première tentative de réseau téléphonique/de télécommunication entièrement numérique (par opposition aux modems utilisés dans les circuits analogiques commutés). Le RNIS fournit à chaque abonné une ou deux voies de service numériques à 64 kbit/s et une voie numérique de signalisation à 16 kbit/s. Il a été conçu pour acheminer de la voix, des données, des images, de la vidéo, dans un format numérique, avec une interface et un dispositif de réseau normalisés, essentiellement sur l'ancien RTPC. Les normes de l'UIT-T décrivant cette application datent des années 80 et font partie des Recommandations UIT-T de la série I, en particulier les Recommandations UIT-T I.120 et I.210.

<sup>59</sup> Extrait des publications de la CE 15 de l'UIT-T: "[Réseaux d'accès hertzien à large bande et réseaux domestiques](#)".

En 1988, la Recommandation UIT-T I.121 a été publiée: elle décrivait un service RNIS évolué, résultant du multiplexage de multiples canaux à 64 kbit/s et géré par mode de transfert asynchrone. Même si le RNIS a trouvé plusieurs applications de niche importantes telles que la visioconférence et l'enregistrement audio, il n'a jamais prospéré en tant que technologie d'accès large bande grand public, à l'exception notable de l'Allemagne où l'on a compté à un certain moment 25 millions de canaux RNIS.

### **Le réseau large bande filaire – Ligne d'abonné numérique**

L'échec relatif du RNIS en tant que technologie d'accès large bande filaire est attribué à plusieurs facteurs, notamment le retard pris dans la normalisation, la distance prise pour des applications comme la vidéo ou l'interactivité, la complexité des solutions grand public et l'insuffisance du marketing des opérateurs de réseaux. Toutefois, le coup fatal porté au déploiement du RNIS a été le développement et la commercialisation rapides de la ligne d'abonné numérique (au départ "boucle d'abonné numérique") comme technologie filaire large bande.

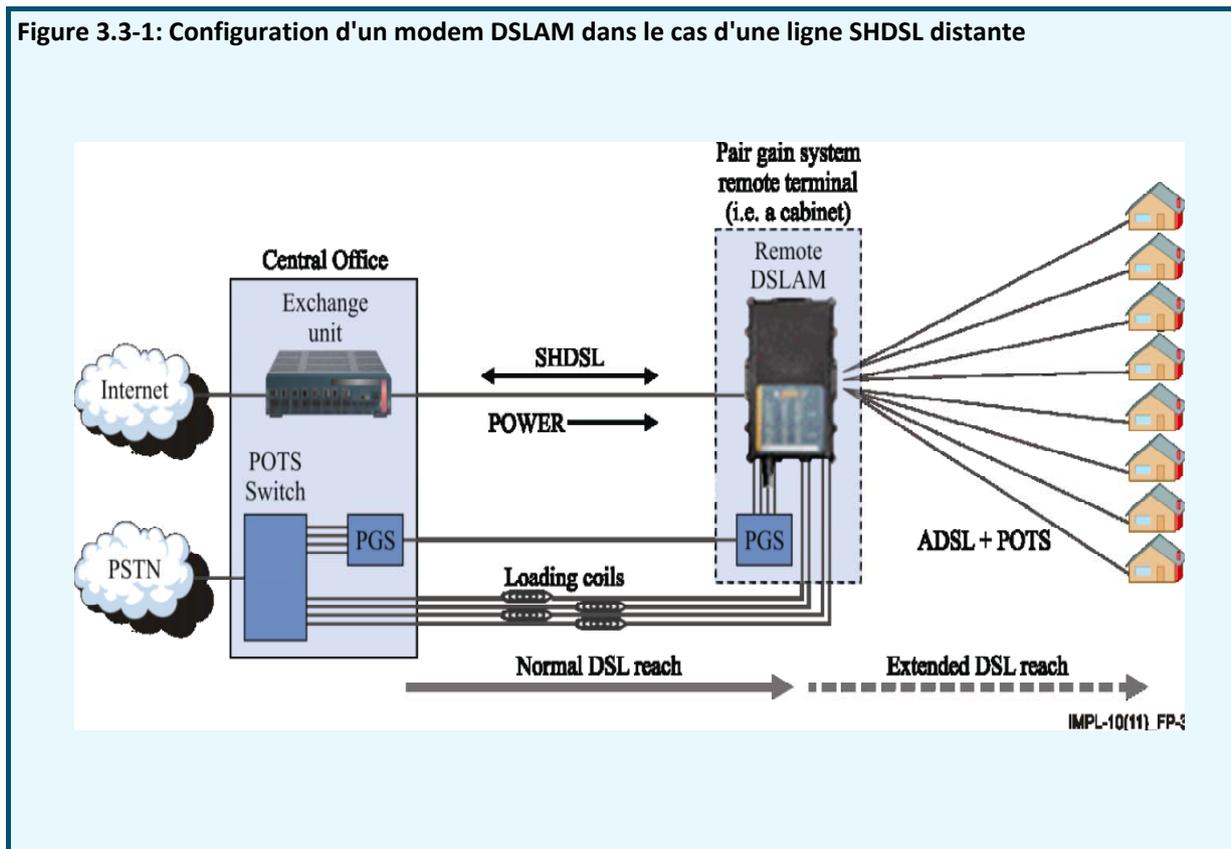
La ligne d'abonné numérique (DSL) permet d'acheminer des signaux numériques large bande sur le RTPC en utilisant des fréquences plus élevées que celles utilisées pour le trafic téléphonique. Ainsi, à la différence des modems, le consommateur peut utiliser simultanément son téléphone et son ordinateur et garder son interface et son équipement (par exemple téléphone analogique). Par exemple, dans le cas le plus courant, celui de la ligne d'abonné numérique asymétrique, les signaux large bande sont acheminés sur des fréquences comprises entre 25 et 1 104 kHz.

NOTE – Dans le présent document technique, le terme "large bande" est utilisé pour des systèmes qui ont besoin de canaux de transmission pouvant accepter des débits supérieurs au débit primaire.

Plusieurs catégories de lignes DSL ont été mises au point pour différentes applications: lignes DSL symétriques (SDSL) pour les applications commerciales, lignes DSL symétriques haut débit (SHDSL) pour les universités, et lignes DSL à très haut débit (VHDSL) pour la vidéo. Les niveaux de performance varient en fonction de la puissance et des caractéristiques spectrales: on utilise des techniques de modulation évoluées, on regroupe les canaux et on gère le bruit. Des versions évoluées des lignes ADSL ou VDSL – ADSL2, VDSL2 et ADSL2+ – sont également disponibles.

Plusieurs facteurs viennent nuancer quelque peu l'intérêt qu'il y a à utiliser avec une ligne DSL l'installation physique du RTPC existant. Le débit de données pour l'abonné diminue au fur et à mesure que la distance entre le modem DSL de l'opérateur de réseau (DSLAM, multiplexeur d'accès DSL) et le modem DSL de l'abonné augmente. Une solution courante à ce problème consiste à implanter le modem DSLAM dans le réseau au niveau d'un terminal distant, ce qui permet de réduire la longueur de la boucle jusqu'à l'abonné. La Figure 3.3-1 illustre ce type de configuration pour une ligne SHDSL.

Figure 3.3-1: Configuration d'un modem DSLAM dans le cas d'une ligne SHDSL distante



La qualité de fonctionnement d'une ligne DSL utilisant l'installation du RTPC est aussi limitée par la qualité de cette installation physique. Les vieux câbles endommagés par l'âge, la fatigue, la corrosion ou voire une installation ou un entretien médiocres peuvent limiter les capacités d'une ligne DSL. Même avec des fils de plus petite section (entre 0,4 et 0,9 mm) ou l'utilisation combinée de fils de diamètres différents, les capacités des lignes DSL sont réduites et la qualité de service est dégradée.

Tableau 3.3-1: Normes de transmission de données – réseau d'accès filaire

Modem	Débit de données*	Application	Recommandation
UIT-T V.90	56 kbit/s	Données et accès à l'Internet	UIT-T V.90
RNIS BRI	144 kbit/s	2B (2 x 64 kbit/s) + D (16 kbit/s)	Série UIT-T I.432.x
HDSL	2,048 kbit/s	1,5-2,0 Mbit/s service symétrique sur deux ou trois paires	UIT-T G.991.1
SHDSL	768 kbit/s	HDSL sur une seule paire	UIT-T G.991.2
ADSL	6 Mbit/s/640 kbit/s	Accès à l'Internet, base de données multimédias et diffusion vidéo	UIT-T G.992.1
ADSL2	8 Mbit/s/800 kbit/s		UIT-T G.992.3
ADSL2+	16 Mbit/s/800 kbit/s		UIT-T G.992.5

Modem	Débit de données*	Application	Recommandation
VDSL	52 Mbit/s/2,3 Mbit/s	Accès à l'Internet + TVHD	UIT-T G.993.1
VDSL2	100 Mbit/s		UIT-T G.993.2
VDSL2 vectoring		Accès à l'Internet + TVHD sur de grandes boucles avec davantage d'utilisateurs	UIT-T G.993.5
* En aval (réseau vers abonné)/en amont (abonné vers réseau). Les valeurs uniques correspondent à des lignes DSL symétriques. Les débits des lignes DSL vont "jusqu'aux" valeurs indiquées dans le Tableau.			

Enfin, la qualité de fonctionnement des lignes DSL varie en fonction du nombre d'abonnés desservis à l'intérieur de la zone de couverture et aussi de la coexistence de différents services sur le même câble. Le bruit engendré par le tube à ondes progressives acheminant la ligne DSL dégrade le service sur d'autres paires du câble de distribution. La solution à ce problème consiste à recourir à des techniques d'annulation du bruit ou de sélection du spectre courantes dans les technologies DSL évoluées, comme les spécifications vectorielles VDSL2 plus récentes. Ces techniques et l'agrégation des canaux (par paires) permettent de porter à environ 1 Gbit/s la largeur de bande théorique fournie aux consommateurs sur des paires à fils de cuivre, en fonction de la distance de l'abonné.

L'UIT-T publie depuis la fin des années 90 des normes relatives aux lignes DSL. Elles sont résumées dans le Tableau 3.3-1 avec les normes relatives aux modems téléphoniques et au RNIS.

### Le réseau large bande filaire – DOCSIS

Tout au long des années 60 et des années 70, la demande de services vidéo a stimulé et financé la construction de réseaux de distribution de télévision communautaire, si bien que l'accès des abonnés était compétitif par rapport au RTPC. A la fin des années 90, bon nombre de ces petits systèmes ont été regroupés aux mains de gros opérateurs multiservices qui ont vu dans les communications numériques une opportunité de croissance et une source de revenus pour le rendement de leurs investissements dans le réseau. La norme DOCSIS (spécification d'interface pour service de transmission de données par câble) a été publiée en 1997. Elle définit l'adjonction de communications de données haut débit à un système de télévision communautaire. S'appuyant sur la norme DOCSIS, les opérateurs multiservices ont offert des communications de données à un prix compétitif sur leur réseau vidéo et, avec le développement du protocole VoIP (voix sur Internet), ils proposent un service semblable à celui offert par l'ancien réseau téléphonique. La dernière version de la norme, DOCSIS3.0, regroupe jusqu'à huit canaux entre le réseau et le terminal pour fournir un débit allant jusqu'à 343 Mbit/s au niveau du noeud optique. Les opérateurs multiservices offrent grâce à cette technologie un débit allant jusqu'à 100 Mbit/s pour l'accès d'abonné.

L'utilisation du réseau de télévision communautaire pour offrir des services numériques, selon la norme DOCSIS, n'entre pas dans le cadre du présent document technique. Toutefois les normes UIT-T décrivant cette application font partie de la série J des Recommandations UIT-T.

### Le réseau large bande filaire – FTTx

La réaction concrète des opérateurs de téléphonie a été de remplacer le RTPC par la fibre optique. La fibre optique permet en effet de fournir des services de téléphonie, de données et de vidéo intégrés et très gourmands en largeur de bande avec le réseau d'accès, pour des distances de plus de 20 km, c'est-à-dire plus de quatre fois les distances qui étaient possibles avec les câbles à ondes progressives des systèmes DSL.

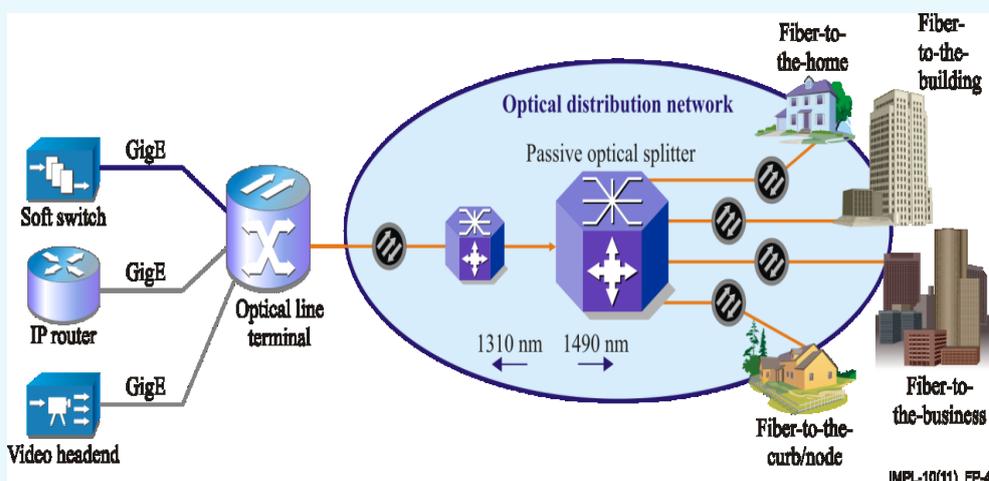
Un réseau large bande filaire à fibres optiques peut avoir plusieurs configurations: FTTH (fibre jusqu'au domicile), FTTB (fibre jusqu'au bâtiment), FTTC (fibre jusqu'au trottoir) et FTTN (fibre jusqu'au noeud). Dans chaque cas, le réseau optique aboutit à une unité de réseau optique (appelé également terminaison de réseau optique).

Les versions FTTx se différencient par l'emplacement de la terminaison de réseau optique. Dans le cas de la fibre jusqu'au domicile, la terminaison de réseau optique est située dans les locaux de l'abonné et sert ligne de démarcation entre l'installation de l'opérateur et le local de l'abonné. Dans le cas de la fibre jusqu'au bâtiment ou jusqu'au trottoir, la terminaison de réseau optique sert d'interface commune à plusieurs abonnés (par exemple le sous-sol d'un immeuble d'habitation ou un poteau téléphonique), le service étant fourni via les câbles souches à ondes progressives existants de l'abonné. Dans le cas de la fibre jusqu'au noeud, la terminaison de réseau optique est située dans un noeud de réseau actif desservant des dizaines, voire des centaines d'abonnés, via les boucles locales TWP existantes.

En fait, ces configurations correspondent à différents degrés de déploiement de la fibre dans le réseau d'accès et sont complémentaires d'autres technologies large bande (filaires ou hertziennes). Par exemple, les terminaux distants, qui sont utilisés pour réduire la longueur de la boucle d'abonné et pour améliorer la disponibilité des lignes DSL, sont souvent connectés ("raccordés") au central téléphonique par fibres optiques – en particulier lorsque ces terminaux distants migrent vers un protocole Internet (IP). Les lignes VDSL sont souvent utilisées pour fournir le service depuis la terminaison de réseau optique dans les déploiements FTTB et FTTC et l'accès large bande hertzien est en règle générale assuré par fibres optiques, en particulier pour les services "4G" comme le service LTE.

Il existe deux architectures courantes pour les déploiements FTTx: la configuration "point à point" et le réseau optique passif. Dans une configuration point à point, l'architecture du réseau local d'entreprise est utilisée pour le réseau d'accès téléphonique, avec une connexion en fibres optiques dédiée (une ou deux fibres) entre la terminaison de réseau optique et le central téléphonique. Dans un réseau optique passif, plusieurs terminaisons de réseau optique – en général jusqu'à 32 – partagent une seule et même connexion à fibres optiques jusqu'au réseau qui généralement se subdivise au niveau d'un noeud de réseau passif. Un exemple est donné dans la Figure 3.3-2. Une future configuration de réseau optique passif, un réseau optique passif avec multiplexage par répartition en longueur d'onde, remplace le répartiteur par un filtre de sorte que chaque abonné peut être desservi sur un canal spécialisé (longueur d'onde).

Figure 3.3-2: Architecture d'un réseau optique passif (PON)



L'UIT-T élabore des normes sur les systèmes à fibres optiques depuis les années 90. Les Recommandations UIT-T de la série G.98x décrivent les systèmes de lignes optiques pour les réseaux locaux et les réseaux d'accès. Les normes pour les configurations point à point décrivent un service bidirectionnel à 100 Mbit/s et 1 Gbit/s. Les systèmes PON disposent d'une largeur de bande allant du débit primaire offert par le RNIS jusqu'à des débits allant de quelques Mbit/s à 10 Gbit/s entre le central téléphonique et le réseau. Plusieurs Suppléments d'information ainsi que des guides de mise en oeuvre ont été publiés. Un résumé des normes de l'UIT-T sur les systèmes FTTx est donné dans le Tableau 3.3-2.

**Tableau 3.3-2: Résumé des normes de l'UIT-T sur les réseaux large bande filaires FTTx**

UIT-T G.982	Réseaux d'accès optiques pour la prise en charge des services jusqu'au débit primaire du RNIS ou à des débits équivalents
UIT-T G.983.x	Systèmes d'accès optique à large bande basés sur les réseaux optiques passifs (PON)
UIT-T G.984.x	Réseaux optiques passifs gigabitaires (GPON)
UIT-T G.985	Système d'accès optique point à point à 100 Mbit/s à base Ethernet
UIT-T G.986	Système d'accès optique Ethernet point à point à 1 Gbit/s
UIT-T G.987.x	Réseaux optiques passifs de 10 gigabits (XG-PON)
UIT-T G.988	Spécification de l'interface de gestion et de commande de l'unité ONU

### Réseaux domestiques

La qualité de fonctionnement du réseau large bande filaire jusqu'au domicile s'est améliorée tout comme celle du réseau à l'intérieur du domicile. Au domicile, les fonctionnalités des équipements se sont améliorées considérablement: télévision haute définition grand écran (TVHD), multiples ordinateurs personnels dont chacun a une puissance de calcul supérieure à celle des modèles industriels d'il y a une génération; dispositifs personnels de divertissement qui ont réduit la taille des grosses consoles de jeux à celle d'une boîte d'allumettes. Aujourd'hui il est possible de les connecter tous au réseau. Dans les visions futuristes de demain, les appareils ménagers (réfrigérateurs, thermostat) seront raccordés au réseau, tout comme les systèmes de sécurité, des applications relatives à l'utilisation de l'énergie ou bien des applications "insolites" telles que l'ouverture ou la fermeture des rideaux ou des volets le matin et le soir.

Toutefois, cette vision utopique de la maison entièrement connectée se heurte à plusieurs problèmes. A moins que les réseaux domestiques puissent utiliser les installations physiques existantes (par exemple le réseau électrique, le réseau téléphonique ou le réseau à câbles coaxiaux du domicile), la construction d'un réseau domestique filaire dans chaque foyer sera très coûteuse et le prix sera prohibitif pour certaines couches de la société. Par ailleurs, la maîtrise des équipements numériques du grand public est différente de celle des équipes d'installateurs formés d'une compagnie téléphonique. L'enthousiasme de l'installateur d'un réseau domestique complexe se heurte à la frustration du consommateur qui ne sait pas brancher deux câbles ensemble.

L'UIT-T s'est récemment attaqué à ce problème et a élaboré les Recommandations de la série G.99xx qui définissent les normes applicables aux émetteurs-récepteurs pour les usages courants, le câblage du réseau domestique et le réseau domestique large bande. Les principales Recommandations UIT-T qui servent de normes pour les réseaux domestiques sont résumées dans le Tableau 3.3-3.

**Tableau 3.3-3: Recommandations UIT-T spécifiant les normes applicables aux réseaux domestiques**

UIT-T G.9901, UIT-T G.9902, UIT-T G.9903, UIT-T G.9904	Emetteurs-récepteurs pour réseaux domestiques utilisant les courants porteurs en ligne
UIT-T G.9951, UIT-T G.9952, UIT-T G.9953	Emetteurs-récepteurs pour réseaux domestiques utilisant les lignes téléphoniques
UIT-T G.9954	Emetteurs-récepteurs pour réseaux domestiques utilisant les lignes téléphoniques et les câbles coaxiaux
UIT-T G.996x	Emetteurs-récepteurs pour réseaux domestiques utilisant les lignes téléphoniques, les câbles coaxiaux et les courants porteurs en ligne
UIT-T G.9972	Mécanisme de coexistence pour les émetteurs-récepteurs de réseaux domestiques filaires (lignes téléphoniques, câbles coaxiaux et courants porteurs en ligne)
UIT-T G.9970	Architecture de transport générique pour les réseaux domestiques
UIT-T G.9971	Spécifications des fonctions de transport dans les réseaux domestiques IP

Conscient de la nécessité d'une volonté politique forte et d'une solide coopération pour l'élaboration de normes sur les réseaux d'accès large bande filaires et les réseaux domestiques, l'UIT-T a désigné la Commission d'études 15 comme commission d'études directrice pour le transport dans le réseau d'accès. La CE 15 de l'UIT-T a ainsi élaboré et publié le présent document technique pour aider toutes les parties intéressées – administrations, opérateurs de réseaux, vendeurs et abonnés – à utiliser les Recommandations UIT-T existantes qui spécifient les normes sur les réseaux d'accès large bande filaires et les réseaux domestiques.

Voir l'**Annexe III** pour les documents de l'UIT qui peuvent fournir des références utiles sur les systèmes filaires.

### 3.4 Technologies hertziennes d'accès au large bande, y compris les IMT

"Un certain nombre de systèmes et d'applications d'accès hertzien au large bande (BWA), reposant sur des normes différentes, sont disponibles. Leur pertinence dépend de l'utilisation qui en est faite (fixe ou mobile/nomade) et des besoins en matière de qualité de fonctionnement et de couverture géographique, entre autres. Dans les pays où l'infrastructure filaire n'est pas bien établie, les systèmes BWA peuvent être plus facilement déployés et peuvent fournir des services aux populations des environnements urbains denses ainsi qu'à celles des zones plus reculées. Certains utilisateurs peuvent ne vouloir qu'un accès à l'Internet large bande sur de petites distances tandis que d'autres peuvent vouloir un accès au large bande sur des distances plus longues. En outre, ces mêmes utilisateurs peuvent exiger que leurs applications BWA soient nomades, mobiles, fixes ou une combinaison des trois. Au total, il existe un certain nombre de solutions multi-accès et le choix de celle qui est mise en oeuvre dépend des besoins précis, de l'utilisation des diverses technologies pour répondre à ces besoins, de la disponibilité du spectre (avec ou sans licence) et de l'échelle du réseau requis pour la fourniture des applications et des services BWA (réseau local ou métropolitain)<sup>60</sup>."

<sup>60</sup> LMH-BWA.

La [Recommandation UIT-R M.1801](#) contient des "Normes relatives aux interfaces radioélectriques pour les systèmes d'accès hertzien à large bande, applications mobiles et nomades comprises, du service mobile fonctionnant au-dessous de 6 GHz". Ces normes couvrent une large gamme d'applications, notamment les applications telles que la visioconférence, destinées aux zones urbaines, péri-urbaines et rurales, tant pour ce qui concerne les données génériques Internet large bande que les données en temps réel. Les normes suivantes figurent dans la Recommandation UIT-R M.1801-1:

- (à l'Annexe 1) ARIB HiSWANa
- (à l'Annexe 1) ETSI BRAN HiperLAN 2
- (à l'Annexe 1) IEEE 802.11-2012, sous-paragraphe 17 (anciennement 802.11a)
- (à l'Annexe 1) IEEE 802.11-2012, sous-paragraphe 18 (anciennement 802.11b)
- (à l'Annexe 1) IEEE 802.11-2012, sous-paragraphe 19 (anciennement 802.11g)
- (à l'Annexe 1) IEEE 802.11-2012, comme modifié par IEEE 802.11n (sous-paragraphe 20)
- (à l'Annexe 2) IMT-2000 "CDMA Direct Spread"
- (à l'Annexe 2) IMT-2000 "CDMA Multi-Carrier"
- (à l'Annexe 2) IMT-2000 CDMA TDD
- (à l'Annexe 2) IMT-2000 FDMA/TDMA
- (à l'Annexe 2) IMT-2000 OFDMA TDD WMAN
- (à l'Annexe 2) IMT-2000 "TDMA Single-Carrier"
- (à l'Annexe 3) LTE-Advanced
- (à l'Annexe 4) IEEE 802.16 WirelessMAN/ETSI HiperMAN
- (à l'Annexe 5) ATIS-0700004.2005 "high capacity-spatial division multiple access" (HC-SDMA)
- (à l'Annexe 6) "eXtended Global Platform: XGP"
- (à l'Annexe 7) IEEE 802.20
- (à l'Annexe 8) YD/T 1956-2009 "Air interface of SCDMA broadband wireless access system standard".

Les Recommandations UIT-R M.1457 et UIT-R M.2012 donnent, respectivement, les spécifications détaillées des interfaces radioélectriques de Terre des télécommunications mobiles internationales 2000 (IMT-2000) et des télécommunications mobiles internationales évoluées (IMT évoluées). Ces Recommandations donnent des informations précises sur les interfaces radioélectriques par satellite qui sont utilisées dans tous les réseaux de téléphonie commerciaux modernes et dans tous les réseaux mobiles large bande. La Recommandation UIT-R M.1457 donne la description générale et les spécifications détaillées de chacune des interfaces radioélectriques des IMT-2000.

- (Section 5.1) IMT-2000 CDMA Direct Spread
- (Section 5.2) IMT-2000 CDMA Multi-Carrier
- (Section 5.3) IMT-2000 CDMA TDD
- (Section 5.4) IMT-2000 TDMA Single-Carrier
- (Section 5.5) IMT-2000 FDMA/TDMA
- (Section 5.6) IMT-2000 OFDMA TDD WMAN

La Recommandation UIT-R M.2012 donne les "Spécifications détaillées des interfaces radioélectriques de Terre des télécommunications mobiles internationales évoluées (IMT évoluées)". Elle comprend la description générale et les spécifications détaillées des deux interfaces radioélectriques des IMT évoluées:

- (Annexe 1) – Spécification de la technologie d'interface radioélectrique LTE-Advanced
- (Annexe 2) – Spécification de la technologie d'interface radioélectrique WirelessMAN-Advanced

La Recommandation UIT-R M.1450 contient les "Caractéristiques des réseaux locaux hertziens à large bande", et les paramètres techniques ainsi que des informations sur les normes et les caractéristiques opérationnelles des réseaux RLAN. Les caractéristiques fondamentales des réseaux RLAN large bande et des orientations générales pour la conception de leurs systèmes sont aussi abordées dans ladite Recommandation. Elle contient par ailleurs chacune des normes pour les réseaux RLAN et les informations dans les annexes peuvent être utilisées en tant qu'informations générales sur les réseaux RLAN, notamment sur leurs caractéristiques. Des informations sont aussi données sur la manière dont on peut obtenir les normes complètes décrites dans la Recommandation.

Les normes suivantes figurent dans la Recommandation UIT-R M.1450:

- IEEE Std 802.11-2012, paragraphe 17, couramment désignée 802.11b
- IEEE Std 802.11-2012, paragraphe 18, couramment désignée 802.11a
- IEEE Std 802.11-2012, paragraphe 19, couramment désignée 802.11i
- IEEE Std 802.11-2012, paragraphe 20, couramment désignée 802.11n
- IEEE Std 802.11ac
- IEEE Std 802.11ad-2012
- ESTI BRAN HIPERLAN2
- ARIB HiSWANa

Les Annexes de la Recommandation UIT-R M.1450 contiennent les informations suivantes:

- Annexe 1 – Obtention d'informations supplémentaires sur les normes relatives aux RLAN
- Annexe 2 – Caractéristiques de base des réseaux RLAN à large bande et orientations générales à suivre pour le déploiement
  - Mobilité
  - Environnement d'utilisation et considérations d'interface
  - Architecture du système, applications fixes comprises
  - Techniques de limitation des brouillages dans le cadre du partage des fréquences
  - Caractéristique techniques générales

## 3.5 Technologies et solutions d'accès au large bande par satellite

### 3.5.1 Aperçu

L'accès au large bande est un indicateur important du développement économique. De plus en plus, les pouvoirs publics établissent des objectifs et élaborent des stratégies visant à permettre à tous les citoyens d'accéder au large bande, mais ils rencontrent des difficultés pour atteindre ces objectifs dans les zones rurales et isolées. Dans de nombreux pays, il pourrait être impossible de réaliser les objectifs fixés en matière de large bande sans associer plusieurs technologies large bande, y compris le câble, la fibre optique, les systèmes hertziens et le satellite. Les infrastructures de Terre, souvent concentrées dans les centres urbains, n'offrent qu'une couverture limitée aux zones rurales et isolées, si bien que certaines

parties de la population sont tenues à l'écart de la société de l'information. Les progrès actuels en matière de réseaux par satellite et d'équipements et applications au sol ont fait des technologies par satellite une solution de plus en plus rentable, et un élément essentiel des stratégies d'accès aux télécommunications et au large bande et des programmes nationaux en matière de large bande, en particulier pour assurer la couverture des zones rurales et isolées.

Les services Internet et large bande par satellite permettent d'étendre la connectivité aux zones les plus reculées, dans lesquelles les services de Terre (filaire ou hertziens) ne sont pas disponibles ou sont trop chers à mettre en place. L'accroissement de la demande et la mise au point de stratégies visant à fournir un accès universel au large bande, ou à le rendre accessible dans les zones rurales, ont entraîné une augmentation de la demande de solutions par satellite pour les zones rurales et isolées, y compris dans le cadre de projets menés par les pouvoirs publics ou de partenariats public-privé pour accroître l'accès au large bande. La présente section donne un aperçu de certaines des solutions d'accès au large bande par satellite, disponibles et nouvelles, dont bon nombre sont actuellement déployées sur les marchés des pays en développement.

Certaines technologies d'accès satellitaires ont pour objectif essentiel de fournir le large bande dans un emplacement fixe, d'autres technologies permettent de fournir le large bande à des terminaux mobiles qui peuvent être utilisés lors de déplacements ou depuis un emplacement fixe.

### **3.5.2 Capacités et caractéristiques du large bande par satellite**

Les services par satellite sont de plus en plus choisis comme solution d'accès à l'Internet et au large bande, tant sur les marchés des pays développés que sur ceux des pays en développement. Les nombreux avantages que présentent ces services, en particulier pour les zones rurales ou isolées où les infrastructures de Terre sont limitées, sont notamment les suivants:

- couverture ubiquitaire, quel que soit l'endroit de la planète;
- solutions d'un bon rapport coût/efficacité et faciles à installer, même dans les zones rurales et isolées;
- peu d'investissement nécessaire dans les infrastructures au sol;
- possibilité de desservir d'importantes populations utilisatrices finales;
- possibilité de déploiement d'un vaste réseau;
- applications fixes et mobiles;
- services fiables et redondants en cas de catastrophe ou de situation d'urgence.

#### **Vers un déploiement à l'échelle mondiale**

Compte tenu de leur capacité de couverture exceptionnelle aux niveaux régional et mondial, les satellites peuvent assurer une connectivité Internet et large bande immédiate, même dans les zones isolées, en utilisant les ressources satellitaires existantes. Cela donne la souplesse et les moyens nécessaires pour élargir l'empreinte du service en fonction de la demande du marché, en couvrant instantanément et facilement les zones rurales. Il est important de noter, en particulier pour les pays en développement, que la connectivité, pour les utilisateurs finals et la communauté, est possible sans qu'il soit nécessaire de faire de gros investissements en capitaux ou de se lancer dans de vastes programmes de construction. Dès qu'un système à satellites est opérationnel, la connectivité peut être étendue aux différents lieux où se trouvent les utilisateurs en installant des terminaux au sol faciles à déployer. Au fur et à mesure que le nombre d'utilisateurs augmente, les économies d'échelle réalisées font baisser le coût des équipements, ce qui rend la solution par satellite encore plus compétitive, étant donné que la construction ne dépend ni de la distance ni de l'emplacement, comme dans le cas de la fibre optique.

En outre, les services à forte densité qui fonctionnent avec de petites antennes et peuvent utiliser des niveaux plus élevés de puissance surfacique, permettent d'offrir une connectivité avec un rapport coût/efficacité encore meilleur. Avec le lancement des réseaux à satellite de prochaine génération, la capacité augmente et les possibilités d'accroître le débit et de faire diminuer les temps de latence font des satellites une solution encore plus intéressante.

### **3.5.3 Caractéristiques des constellations de satellites**

Un système à satellites peut être soit un système à satellites géostationnaires (OSG) soit un système à satellites non géostationnaires (non OSG), chacun d'entre eux possédant des caractéristiques différentes.

#### **3.5.3.1 OSG**

Un système de communication à satellites géostationnaires (OSG) peut fournir des services large bande aux terminaux d'utilisateurs fixes ou mobiles. L'utilisation de grandes antennes de satellite permet d'offrir des services large bande aux petits terminaux d'utilisateurs en tirant parti de l'important gain d'antenne du satellite. La capacité d'un système à satellites OSG doté d'antennes multifaisceaux est supérieure à celle d'un système à un seul faisceau mondial couvrant la même zone de service<sup>61</sup>.

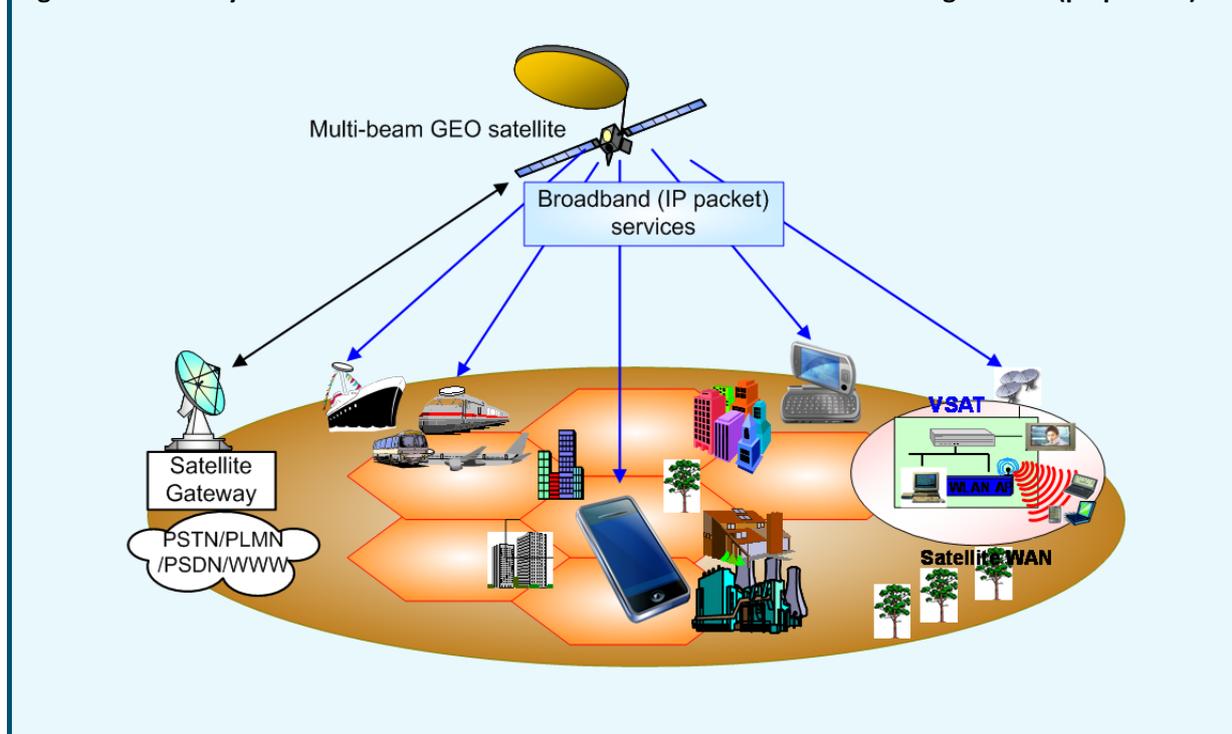
Le schéma ci-après illustre un système à satellites multifaisceaux assurant des services large bande (paquets IP). Les services des utilisateurs mobiles sont reliés à un réseau central de Terre via une station terrienne fixe et un satellite. La station sert de passerelle pour relier les services d'utilisateur au réseau de Terre. Lorsque le satellite est doté de fonctions de traitement embarquées, il peut effectuer une attribution adaptative des ressources<sup>62</sup>.

---

<sup>61</sup> S. Egami, "A Power-Sharing Multiple-beam Mobile Satellite in Ka Band", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 17, No. 2, p. 145-152, février 1999.

<sup>62</sup> K. Lim, S. Kim et H.-J. Lee, "Adaptive Radio Resource Allocation for a Mobile Packet Service in Multibeam Satellite Systems", ETRI Journal, Vol. 27, No. 1, p. 43-52, février 2005.

Figure 3.5.3.1-1: Système à satellites multifaisceaux fournissant des services large bande (paquets IP)



### Situation actuelle

Le large bande par satellite pourrait être un moyen viable d'assurer l'accès au large bande dans les communautés mal desservies où la construction d'infrastructures de Terre aurait un coût prohibitif<sup>63</sup>. Actuellement, la plupart des services Internet par satellite sont fournis à des débits inférieurs aux débits minimaux indiqués dans *various national regulations*<sup>64</sup>. Toutefois, de nombreuses technologies avancées, que l'on peut qualifier de technologies large bande, pourraient être utilisées pour fournir des services Internet par satellite. Afin d'obtenir des subventions publiques pour la fourniture de services Internet large bande, les sociétés de communication par satellite devront assurer le débit minimal de données indiqué dans chaque stratégie nationale.

<sup>63</sup> Sastri L. Kota, Kaveh Pahlavan, Pentti Leppanen, *Broadband satellite communications for internet access*, Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, octobre 2003.

<sup>64</sup> UIT, "La naissance du large bande – questions fréquemment posées", juin 2007. Disponible à l'adresse: <http://www.itu.int/osg/spu/publications/birthofbroadband/faq.html>; FCC, "Wireline Competition Bureau presentation of the section 706 report and broadband data gathering order", mars 2008.; Industry Canada, "Broadband Canada: Connecting Rural Canadians - FAQ", octobre 2009. [http://www.ic.gc.ca/eic/site/719.nsf/eng/h\\_00004.html#BPQ5](http://www.ic.gc.ca/eic/site/719.nsf/eng/h_00004.html#BPQ5).

Plusieurs sociétés dans le monde mettent actuellement au point des satellites à haut débit qui pourraient permettre de répondre aux exigences minimales en matière de débit de données pour le large bande. Par exemple, aux Etats-Unis, on s'attend à ce que des concepteurs de satellite à haut débit fournissent des débits de téléchargement de données de 2 à 10 Mbit/s et de 5 à 25 Mbit/s<sup>65</sup>. Toutefois, ces satellites à haut débit seront géostationnaires et, en conséquence, seront plus sensibles à la latence que les satellites en orbite terrestre basse (LEO) et en orbite moyenne (MEO). Trop de latence pourrait freiner l'utilisation d'applications interactives en temps réel. Cependant, la question de la latence est moins pertinente pour les applications qui nécessitent une qualité de fonctionnement minimale du réseau, comme le courrier électronique et la navigation sur Internet. Afin de tenter de remédier au problème de la latence, une société développe actuellement un service Internet large bande par satellite, qui sera assuré par des satellites MEO<sup>66</sup>. A cette fin, il est prévu de déployer plusieurs satellites de ce type – à 1/5 de la distance des satellites OSG –, dotés de faisceaux ponctuels modulables, afin de fournir des services Internet large bande aux pays en développement. La réduction de la distance entre les satellites et la Terre permettra ainsi de réduire le temps de transmission aller-retour.

### Systèmes à large bande par satellite utilisant les bandes Ku et Ka

Il est possible de répondre efficacement à l'accroissement de la demande en services large bande en utilisant un système à satellites fonctionnant dans des bandes d'ondes décimétriques, comme les bandes Ku et Ka. En particulier, il semblerait que l'utilisation d'un système à satellites soit la seule solution possible pour fournir des services Internet à haut débit et de télévision à des véhicules maritimes et aériens. Dans ce cas, un réseau actif d'antennes est installé sur le véhicule en mouvement pour suivre un satellite et assurer des connexions continues.

Pour les systèmes large bande à satellites fonctionnant dans la bande Ka, le volume de trafic sur la liaison aller, qui assure la connexion de la passerelle satellitaire aux terminaux d'utilisateurs, est bien plus important que le volume de trafic sur la liaison retour, qui assure la liaison des terminaux d'utilisateurs à la passerelle satellitaire. La Recommandation S.1709 de l'UIT-R énonce trois normes relatives aux interfaces radioélectriques, qui peuvent servir à mettre en oeuvre des réseaux à satellite large bande<sup>67</sup>.

### Systèmes à large bande par satellite utilisant la bande L (1,5-1,6 GHz)

Les bandes de fréquences attribuées au SMS au voisinage de 1,5/1,6 GHz sont utilisées par les réseaux du SMS OSG et non OSG. Les débits des services existants disponibles pour les utilisateurs vont des faibles débits (téléphonie et SCADA<sup>68</sup>) à des débits large bande d'environ 500 kbit/s pour les systèmes du SMS OSG. Les débits de données vont augmenter dans le futur. Il existe toute une série de terminaux, dont des terminaux avec antennes de poursuite, destinés à être utilisés à bord de navires ou d'aéronefs, ainsi que de terminaux portatifs ou portables.

Certains des services actuellement offerts utilisent des interfaces radioélectriques qui font partie de la famille de la composante satellite des IMT-2000 (voir la Recommandation UIT-R M.1850).

---

<sup>65</sup> FCC, "Connecter les Amériques: plan national sur le large bande", mars 2010, disponible à l'adresse: <http://www.broadband.gov/download-plan/>.

<sup>66</sup> O3b Networks, 2010, disponible à l'adresse: <http://www.o3bnetworks.com/>.

<sup>67</sup> Recommandation UIT-R S.1709-1, 2007, "Caractéristiques techniques des interfaces radioélectriques pour les systèmes à satellites large bande mondiaux".

<sup>68</sup> SCADA: supervisory control and data acquisition (contrôle de surveillance et acquisition de données).

### 3.5.3.2 Systèmes non OSG

Les systèmes à satellites non géostationnaires (non OSG) se situent en général à une altitude orbitale inférieure à celle des systèmes à satellites géostationnaires (OSG), lesquels fonctionnent à une altitude d'environ 36 000 km. Un type de systèmes à satellites non OSG utilise des satellites sur orbite moyenne (MEO), qui suivent une orbite circulaire autour de l'Equateur. Un autre système à satellites non OSG utilise des satellites sur orbite terrestre basse (LEO), qui suivent parfois une orbite circulaire, mais inclinée, et fournissent une meilleure couverture à des latitudes plus élevées, comme dans les pays scandinaves. Par ailleurs, d'autres systèmes continuent d'employer des satellites MEO, qui suivent une orbite elliptique, plus proche de la Terre en un point et plus éloignée au point opposé.

#### Les satellites MEO présentent plusieurs avantages importants:

Grande disponibilité: Il n'est pas toujours possible d'utiliser la fibre optique, surtout dans les pays enclavés et dans les régions rurales et isolées d'un pays. En outre, les satellites OSG peuvent ne pas couvrir la totalité de certains pays ou de certaines régions (comme les pays insulaires de l'océan Pacifique).

- Prix abordable: L'utilisation de satellites MEO peut représenter des économies considérables, que ce soit par rapport aux coûts de l'exploitation d'un satellite OSG ou ceux de la construction et de l'entretien de milliers de kilomètres d'infrastructures à fibre, ou de centaines de pylônes radio pour interconnecter des villes et des agglomérations. Les zones rurales qui comptent plusieurs villes petites ou moyennes pourront bénéficier d'un faible taux de latence inférieur et d'un débit élevé de connexion Internet, sans qu'il soit nécessaire d'effectuer des dépenses d'investissement trop importantes avant la mise en place du service.
- Haut débit: La mesure du débit correspond au flux continu de mégabits par secondes (Mbit/s). Il est nécessaire de disposer d'un débit élevé pour télécharger des fichiers de grande taille, pour regarder des vidéos ou pour toute autre utilisation intensive de la largeur de bande. Les systèmes à satellites non OSG envisagés fournissent une largeur de bande modulable et des faisceaux ponctuels pouvant être orientés vers toute localité avant qu'elle ne soit desservie par la fibre, déplacés en fonction de l'évolution démographique ou du marché, offrant une grande souplesse dans le déploiement de services téléphoniques large bande et mobiles à l'échelle nationale.
- Faible latence: La latence est le temps de transmission aller-retour de chaque paquet entre un ordinateur et son serveur. La latence détermine la vitesse de chargement des pages Web et le bon fonctionnement des applications collaboratives en ligne. Comparée aux satellites OSG, qui ont une latence d'entre 500 et 600 ms, l'altitude des satellites MEO, par exemple 8 000 km, permet d'obtenir une latence aller-retour entre l'utilisateur et la passerelle inférieure à 150 ms, ce qui correspond à peu de chose près à la latence des réseaux de Terre utilisant uniquement la fibre optique et est essentiel pour l'utilisation d'applications interactives en temps réel. En outre, les liaisons de raccordement cellulaire étant actuellement utilisées principalement par le trafic téléphonique vocal, la faible latence d'un système comme le système à satellites MEO assure des services téléphoniques de haute qualité et représente une très bonne solution de raccordement. Si l'infrastructure numérique doit devenir un véritable moteur de l'économie à l'avenir, les opérateurs de réseaux doivent considérer la faible latence et le plus haut débit comme des éléments déterminants du succès de la mise en oeuvre des réseaux large bande.

- Avantages importants pour le public: Les opérateurs de télécommunication et les opérateurs mobiles étudient les moyens d'établir leurs réseaux d'une manière qui leur permette de remplir leurs obligations de service dans les régions rurales et isolées de leur pays; les pouvoirs publics quant à eux se penchent sur les mesures à prendre pour accélérer le déploiement des technologies large bande et pour les rendre accessibles aux populations les plus défavorisées. Le faisceau modulable des satellites MEO est un outil important pour les pouvoirs publics, qui leur permettra de respecter le calendrier ambitieux que beaucoup de pays se sont fixés pour mettre en oeuvre leurs plans nationaux en matière de large bande. En outre, la capacité des satellites MEO peut facilement servir d'infrastructure de base pour les communications à haut débit utilisées pour les activités de rétablissement en cas de catastrophe, et offrir une redondance utile par rapport aux câbles longue distance en fibre (qu'il s'agisse de câbles utilisés à l'intérieur d'un pays ou de câbles sous-marins utilisés par un pays).

Un monde connecté offre des niveaux de compréhension et de partage des idées nouveaux et a une forte incidence sur la croissance économique, le développement des connaissances et l'efficacité de l'administration publique. Toutefois, ce monde connecté doit être doté d'infrastructures de télécommunication modernes et résistantes.

### Supports de transmission à moyenne portée

Les systèmes par satellite en orbite terrestre moyenne (MEO) sont particulièrement bien adaptés pour offrir aux opérateurs de télécommunication nationaux, aux opérateurs mobiles, aux fournisseurs de services Internet, aux grandes entreprises et aux organismes gouvernementaux, une capacité sur le kilomètre intermédiaire pour le partage de ressources et le raccordement. Un système à satellites MEO est bien plus proche de la Terre qu'un système à satellites géostationnaires, avec pour effet que le temps de latence des transmissions est bien plus faible, ce qui est fondamental pour de nombreux types de services IP et large bande utilisés à l'heure actuelle.

Les systèmes à satellites en orbite moyenne, qui associent une faible latence à une grande largeur de bande et à un haut débit, peuvent offrir la capacité sur le kilomètre intermédiaire dont ont grandement besoin les zones isolées et rurales, dans lesquelles les technologies de Terre et par satellite géostationnaire habituels n'offrent pas ou ne peuvent offrir la capacité large bande nécessaire.

#### 3.5.4 Solutions et considérations relatives aux systèmes et au déploiement

Ces dernières années, les satellites ont joué un rôle essentiel dans la mise à disposition de services large bande aux utilisateurs situés dans des zones que les infrastructures de Terre, comme le xDSL ou le câble, ne pouvaient desservir, et dans la production d'une couche de redondance pour les liens de Terre en cas de catastrophe ou d'autre interruption du service.

##### 3.5.4.1 Microstations VSAT

Partout dans le monde en développement, on assiste à une très forte expansion du déploiement des microstations VSAT, tandis que les initiatives de cybergouvernance, les réseaux d'entreprises et la demande rurale en services large bande, de télévision, de téléphonie mobile et de large bande mobile sont également en augmentation. Les réseaux VSAT d'entreprises ou d'organisations sont devenus de plus en plus indispensables, étant donné que les sociétés et leur main d'oeuvre urbaine ou rurale ont besoin d'une connectivité fiable et modulable pour l'utilisation du courrier électronique, de l'Internet et de l'intranet. Ces réseaux sont également indispensables pour fournir une redondance et une connexion de secours aux réseaux essentiels, en cas de catastrophe ou d'une autre interruption de service.

En outre, la réception directe à large bande par satellite pour les particuliers est une option de service de plus en plus demandée dans les pays en développement. Pour les prestataires de service qui cherchent d'autres moyens d'offrir un accès Internet dans les régions rurales et isolées, le large bande par satellite est une solution idéale, qui a fait ses preuves et est facile à déployer.

### 3.5.4.2 Points d'accès communautaires

La combinaison des microstations VSAT et des équipements sans fil est une bonne solution pour de nombreuses applications rurales. Les populations rurales sont souvent regroupées dans des villages ou à proximité, la plupart des habitants résidant dans un rayon de 1 à 5 kilomètres. Une seule microstation VSAT permet de desservir un village entier en utilisant une solution sans fil à boucle locale pour la connexion du dernier kilomètre. La solution hertzienne a par ailleurs pour avantage de permettre la traversée des rivières ou l'évitement d'autres obstacles, et de fournir une connexion plus fiable lorsque le vol de câbles est un problème.

Une solution possible consiste à mettre en place un système intégré comprenant une microstation, une station de base sans fil à boucle locale et un système de production d'énergie solaire, le tout monté sur un mât de 10 mètres. Cette solution est facile à installer, elle permet d'éviter les obstructions des différents immeubles existants, résout les questions liées à l'alimentation électrique et est très sûre.

La combinaison d'une connexion à l'Internet par satellite avec une microstation avec la technologie WiFi pour l'accès local de multiples utilisateurs permet d'offrir les faibles coûts par abonné que demande le marché, en particulier dans les zones rurales et éloignées. Les connexions par satellite mettent Internet à la disposition des villageois, et le point d'accès WiFi étend cette connectivité aux domiciles, aux écoles et aux bâtiments publics. Les utilisateurs partagent les coûts d'équipement et de connexion au moyen d'un abonnement, ou participent à d'autres systèmes de paiement communs.

Les principaux facteurs de réduction des coûts sont les suivants:

- Utilisation d'équipements peu coûteux – un équipement standard, libre et grand public (DSL/WiFi/câblo-modem), permet de tirer parti d'une production de masse. L'intégration d'un équipement satellitaire basé sur des normes mondiales largement acceptées réduit considérablement le coût de l'équipement.
- Optimisation du nombre d'abonnés par passerelle – l'existence d'un grand nombre d'abonnés permet de réduire le coût des équipements par abonné. Elle permet aussi une meilleure rentabilité dans le partage d'une seule et même connexion. La question clé est l'extension de la portée de l'équipement WiFi standard, qui permet à une seule microstation de desservir un village entier.

De telles solutions associent des services large bande interactifs par satellite avec les infrastructures du dernier kilomètre existantes, telles que les câbles en cuivre, la télévision par câble ou les réseaux hertziens. Une seule et même antenne de satellite est installée en un point d'agrégation, par exemple, une armoire extérieure, une tête de réseau pour la télévision par câble ou un pylône WiFi. La connexion large bande jusqu'aux utilisateurs finaux est ainsi fournie via l'infrastructure du dernier kilomètre existante ou un accès WiFi, permettant de mettre à la disposition de tous les foyers une connexion à Internet à un débit allant jusqu'à 8 Mbit/s. Les utilisateurs finaux n'ont pas à installer une antenne de satellite chez eux, ils doivent uniquement payer pour la connexion DSL et pour un équipement large bande ordinaire.

### 3.5.4.3 Considérations relatives au spectre

Les différentes bandes de fréquence utilisées peuvent avoir une incidence sur la taille de la parabole nécessaire et sur ses capacités:

- La bande L (1,5/1,6 GHz) est utilisée par les systèmes du SMS OSG et non OSG. Pour les systèmes du SMS OSG, on utilise de grandes antennes (10 à 20 m de diamètre) sur la plate-forme satellite pour fournir un grand nombre de petits faisceaux ponctuels à la surface de la Terre. On peut ainsi utiliser de petits terminaux (de la taille d'un ordinateur portable) pour assurer la connectivité large bande. En raison de la quantité de spectre limitée disponible dans cette gamme de fréquences, les débits de données sont limités (actuellement environ 500 kbit/s). Les fréquences dans la bande L ne sont pour ainsi dire pas affectées par les phénomènes de propagation. Les applications comprennent l'accès à l'Internet pour les travailleurs distants comme ceux travaillant dans les exploitations minières, les équipes de secouristes ou les journalistes.

- Les transmissions dans la bande C (4/6 GHz) nécessitent de grandes paraboles car la longueur d'onde est plus importante dans cette gamme de fréquences. Les transmissions dans cette bande sont moins sensibles aux affaiblissements dus à la pluie et autres conditions météorologiques en raison des caractéristiques de propagation très favorables de ces fréquences. Les applications exploitées dans cette bande comprennent la liaison de raccordement GSM, les réseaux publics commutés, les réseaux d'entreprise et le partage de ressources Internet.
- La bande Ku (11-12/14 GHz) a une longueur d'onde plus courte qui permet l'utilisation de paraboles plus petites que celles qui sont utilisées pour la bande C. Toutefois, les fréquences supérieures qui constituent la bande Ku l'exposent davantage aux conditions atmosphériques, comme dans le cas des affaiblissements dus à la pluie. Les applications exploitées dans cette bande comprennent les microstations VSAT, la téléphonie et le large bande dans les zones rurales, le reportage d'actualités par satellite, les liaisons de raccordement, la vidéoconférence et les applications multimédias.
- La bande Ka (20/30 GHz) a une longueur d'onde encore plus courte que la bande Ku, permettant l'utilisation de paraboles encore plus petites; toutefois, les transmissions sont encore plus sensibles aux mauvaises conditions météorologiques. Cette bande peut être utilisée pour la fourniture de services interactifs utilisant une grande largeur de bande, y compris l'Internet à haut débit, la vidéoconférence et les applications multimédias.

Les services exploités dans la bande C sont un élément clé des infrastructures de télécommunications mondiales. Les services fixes par satellite exploités dans la bande C sont plus fiables et disponibles que ceux qui passent par les réseaux des bandes Ku et Ka dans les cas d'affaiblissements dus à la pluie, et permettent de desservir de vastes régions au moyen de faisceaux à couverture mondiale. La bande C est pour cette raison généralement choisie pour connecter les régions isolées des pays en développement très étendus et/ou les régions fréquemment exposées à de mauvaises conditions météorologiques.

#### 3.5.4.4 Réduction des brouillages

Les pays qui envisagent de mettre en oeuvre des services de communication par satellite dans le cadre d'une stratégie plus vaste de déploiement du large bande devraient prendre des mesures afin de garantir que les réseaux de Terre et à satellite fonctionnent dans un environnement sans brouillage. L'UIT-R a étudié l'incidence du partage entre les réseaux de Terre et à satellite en ce qui concerne le déploiement des IMT et propose quelques indications concernant les méthodes de déploiement.

Par exemple, afin de fournir une liaison satellite sûre pour les réseaux IMT dans les pays les plus concernés par l'affaiblissement dû à la pluie (zones tropicales proches de l'Equateur) ou favoriser le déploiement du large bande par satellite, les fréquences inférieures à 4 200 MHz attribuées au service fixe par satellite (SFS) doivent être protégées contre les brouillages préjudiciables causés par les autres services. L'UIT a publié les rapports suivants sur cette question:

- Rapport UIT-R S.2199 sur les "études relatives à la compatibilité entre les systèmes d'accès hertzien large bande et les réseaux du service fixe par satellite (SFS) dans la bande 3 400-4 200 MHz".
- Rapport UIT-R M.2109 sur les études de partage entre les systèmes des IMT évoluées et les réseaux à satellite géostationnaires du service fixe par satellite dans les bandes 3 400-4 200 MHz et 4 500-4 800 MHz.

Ces considérations sont particulièrement importantes pour les réseaux à satellite large bande qui prennent en charge des services essentiels comme la cybergouvernance ou les applications de télécommunications d'urgence.

On trouvera dans l'**Annexe III** une liste des Recommandations UIT-R qui peuvent fournir des références utiles sur les systèmes à satellites.

### 3.6 Liaisons de raccordement pour l'accès au large bande<sup>69</sup>

L'un des éléments clés de tout service de données est la liaison de raccordement, qui achemine le trafic des stations de base vers le réseau central.

Le raccordement peut être assuré par des techniques filaires ou hertziennes. Les paragraphes suivants présentent un aperçu des solutions de raccordement via des systèmes hertziens de Terre, des liaisons par satellite et la fibre optique, y compris les câbles sous-marins.

#### 3.6.1 Liaisons de raccordement hertziennes de Terre

Un certain nombre de technologies peuvent être utilisées pour connecter les stations de base au réseau central, en particulier:

- La connexion point à point (PtP): il s'agit de la connexion qui a été employée traditionnellement, les faisceaux étant d'étroits pinceaux qui relient deux points, dont l'un est la station de base.
- La connexion point à multipoint (PtMP): dans cette approche, on emploie en l'une des extrémités un faisceau plus large de manière qu'il couvre une zone relativement étendue dans laquelle pourraient être situées plusieurs stations de base.
- La connexion multipoint à multipoint ou en maille: ici, les stations de base communiquent avec, éventuellement, plusieurs stations de base, le trafic étant acheminé entre elles.

Les liaisons de raccordement hertziennes peuvent fonctionner en mode duplex à répartition en fréquence (FDD) avec un couple de fréquences, une pour chaque direction, ou en mode duplex à répartition dans le temps (TDD), la capacité étant partagée entre la liaison ascendante et la liaison descendante.

La solution la plus efficace sur le plan technologique dépendra des spécifications de la liaison de raccordement, notamment:

- du nombre de stations à connecter;
- de leur emplacement et de leur accessibilité;
- des installations de communication existantes sur chaque site;
- du profil du trafic (trafic moyen, trafic de pointe, rafales, etc.);
- de la modularité en fonction de la durée de vie du déploiement;
- de la fiabilité et de la résilience.

En outre, il y aura bien sûr des restrictions budgétaires et des coûts comparatifs d'équipement.

La solution est susceptible d'évoluer en fonction du changement des spécifications et de la technologie et pourrait combiner les technologies PtP, PtMP ou en maille.

Un certain nombre de tâches doivent être effectuées:

- La sélection des architectures et des topologies adaptées
- La sélection des bandes de fréquences
- L'accès à un spectre adapté
- La planification des fréquences et l'analyse des brouillages.

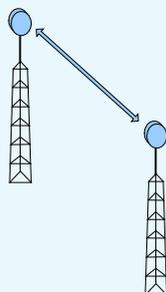
---

<sup>69</sup> Le paragraphe 4.5 est un extrait du document "Mobile Backhaul – The Wireless Solution", livre blanc établi par Transfinite Systems Ltd. (<http://www.transfinite.com/papers/backhaul.pdf>), assorti de modifications rédactionnelles mineures.

### 3.6.1.1 Sélection de l'architecture

Chaque type de liaison de raccordement hertzienne a ses avantages et ses inconvénients.

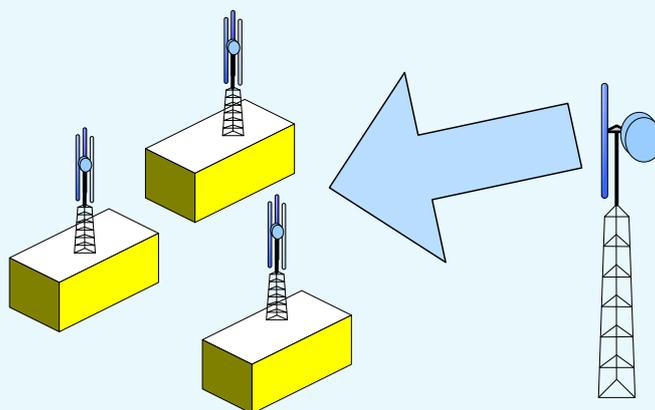
**Figure 3.6.1.1-1: Liaisons point à point**



Ces liaisons emploient des antennes très directives pour fournir la capacité entre deux emplacements fixes. Elles sont très efficaces sur le plan spectral et peuvent avoir des débits de données très élevés (jusqu'au Gbit/s) et une très bonne qualité de service (avec une disponibilité de l'ordre de 99,999%).

L'équipement est normalement disponible chez de nombreux fabricants, qui complètent leur gamme de manière à améliorer la stabilité de la liaison et sa qualité de fonctionnement (avec, par exemple, un faible bruit, des modulations plus fortes, une modulation adaptative et une commande de puissance adaptative). Le spectre est aussi facilement disponible sous la forme d'un certain nombre de bandes de fréquences et les liaisons peuvent être établies rapidement, les coûts d'installation étant faibles. Parmi les désavantages, il y a le fait que chacune des stations de base exigera au moins une antenne et qu'il peut y avoir des difficultés à installer l'équipement PtP sur des picocellules ainsi que sur l'équipement urbain tel que les réverbères. Afin d'atteindre le réseau central, il pourrait être nécessaire de connecter les liaisons en guirlande, en particulier parce que dans les zones urbaines les stations de base disposent difficilement d'une visibilité directe.

**Figure 3.6.1.1-2: Liaisons point à multipoint**



L'un des problèmes avec les liaisons point à point est qu'à chaque fois qu'une station de base est installée, elle nécessite, pour être connectée à un autre site, une antenne sur ledit site, qui lui est réservée. En outre, puisque la capacité de la liaison doit pouvoir assurer le débit de données de pointe de la cellule, cette capacité sera pour partie inutilisée pendant la plupart du temps.

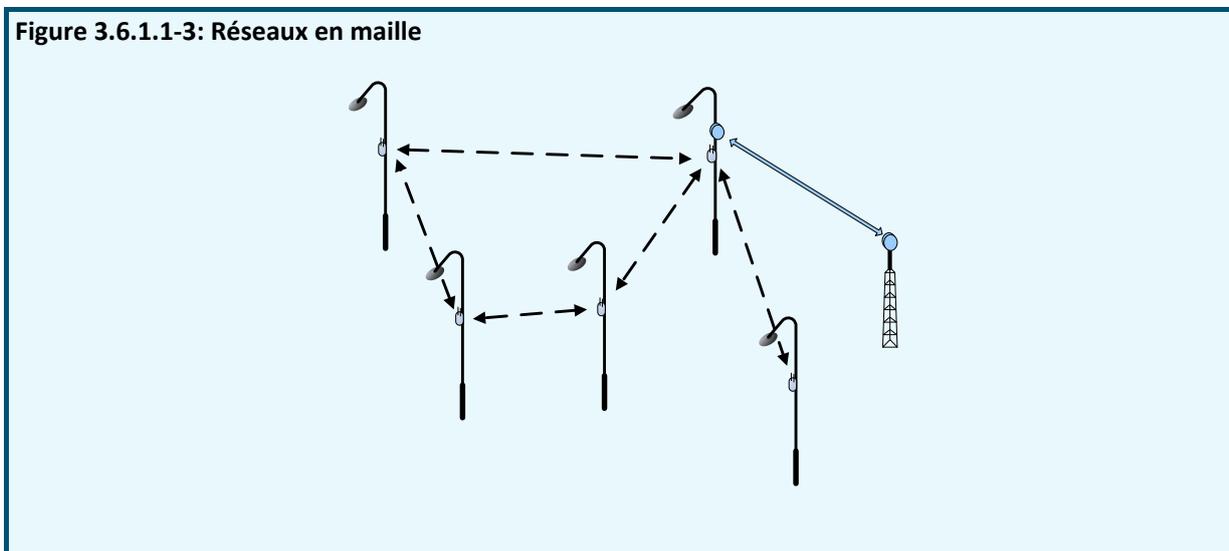
Dans le système point à multipoint, on contourne cette difficulté en plaçant une antenne sectorielle en un point central, qui peut couvrir une large zone dans laquelle peuvent être situées de nombreuses stations de base. Lorsque l'on introduit des cellules, il n'est pas nécessaire de modifier la station pivot puisque l'antenne existante peut être réutilisée. En outre, la capacité est partagée entre l'ensemble des sites de sorte que la largeur de bande requise puisse être adaptée à la demande de pointe dans l'ensemble des cellules qui, pour un trafic en rafales tel que la navigation sur le web, est bien moindre que la somme des demandes de pointe de chaque cellule.

Un problème avec les systèmes point à multipoint est que le large faisceau de l'antenne de la station centrale est moins efficace, s'agissant du spectre, qu'utiliser de multiples antennes très directives. Certains outils de planification radioélectrique pourraient rencontrer des problèmes dus à la gestion des deux systèmes point à point et point à multipoint lorsque ceux-ci fonctionnent sur la même fréquence. Pour cette raison, les régulateurs ne mettent pas tous des licences d'utilisation du spectre à disposition, qui permettent la licence site par site. Il faut donc acheter un bloc de spectre aux enchères.

Lorsque les cellules deviennent très petites, il devient important de disposer de boîtiers d'équipement compacts, par exemple, quand ils sont fixés sur l'équipement urbain tel que les réverbères. Ces boîtiers pourraient n'avoir que peu de place pour une antenne directive et il pourrait être difficile de conserver la précision rigoureuse du pointage, requise pour les antennes paraboliques, et souvent dans des zones urbaines avec vue directe de la station centrale.

Pour ces scénarios, certains organismes ont envisagé de se tourner vers les liaisons de raccordement en maille.

Figure 3.6.1.1-3: Réseaux en maille



Lorsque de nombreuses petites cellules sont situées en dessous des sommets des toits, par exemple sur les réverbères, il peut être difficile de disposer de la visibilité directe nécessaire aux liaisons de raccordement.

Par ailleurs, lorsqu'autant de sites doivent être équipés, il devient important de garder les coûts d'installation aussi bas que possible. Une solution consiste à ce que chaque site communique avec un autre comme un noeud avec un autre dans une maille, de préférence en configurant automatiquement la composante radioélectrique. Le trafic est regroupé par l'intermédiaire de la maille jusqu'à ce qu'il atteigne un noeud d'accès qui peut être une fibre ou une liaison point à point. Chaque site fonctionne comme un noeud dans un réseau, acheminant le trafic d'autres sites d'une manière qui conduit à la résilience et qui permet aussi d'introduire automatiquement de nouveaux sites.

Un problème avec les réseaux en maille est que le trafic s'accumule et que les liaisons les plus proches du noeud d'accès peuvent devenir encombrées. En outre, il peut y avoir des difficultés pour certains outils de planification à introduire des réseaux en maille à faible gain dans la planification du spectre. Pour cette raison, certains régulateurs restreignent l'emploi de ce type de technologie aux bandes où sont attribuées peu de licences. Ces bandes peuvent devenir encombrées, conduisant à une qualité de service réduite.

### 3.6.1.2 Modèles de licence

Une large gamme de bandes de fréquences est destinée à être employée par les liaisons de raccordement, souvent en tenant compte de l'architecture utilisée.

Un certain nombre de modèles réglementaires peuvent être employés, notamment:

**L'exemption de licence:** à titre d'exemple, on peut citer la bande WiFi à 2,4 GHz et les bandes pour les réseaux RLAN à 5,1 GHz, pour lesquelles l'équipement peut être acheté et activé sans exiger de licence.

**Les bandes où sont attribuées peu de licences:** dans certains pays, il existe une simple procédure d'enregistrement pour les bandes telles que celles au-dessus des 5 GHz, 60 GHz et 70/80 GHz. Le régulateur ne s'occupe pas de la compatibilité ou de la planification. Les utilisateurs consultent la liste des systèmes enregistrés pour gérer eux-mêmes la bande. Par exemple, on suppose souvent que, dans le cas de brouillage, la priorité est accordée à l'organisme qui s'est enregistré le premier.

**Licence par site:** il s'agit de la manière traditionnelle d'assurer la liaison de raccordement point à point, où ce sont le régulateur ou une tierce partie approuvée qui effectuent les tâches de gestion du spectre, y compris la planification et l'analyse des brouillages. Il existe une large gamme de bandes disponibles dont les bandes (la liste n'est pas exhaustive) des 1, 4, 6, 7, 12, 14, 18, 23, 25, 28, 32, 36 et 42 GHz.

**Licence par bloc:** Dans ce cas, le régulateur met à disposition, habituellement en mettant aux enchères, des blocs entiers de spectre que l'utilisateur (ou l'opérateur) peut gérer lui-même.

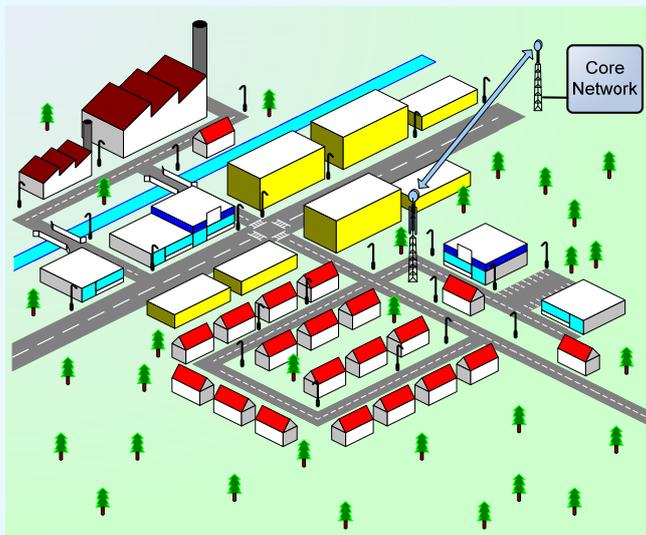
Il existe des contraintes génériques (en matière de fréquence, de situation géographique, de p.i.r.e. maximale, de gabarit entre les bords des blocs, etc.) qui doivent être satisfaites, même si une certaine souplesse d'utilisation est de mise. Les bandes de fréquences disponibles dépendront du régulateur national mais, au Royaume-Uni, ce sont les bandes des 10, 28, 32 et 40 GHz.

### 3.6.1.3 Exemple de scénario

Il peut s'avérer nécessaire de combiner toutes ces technologies et tous ces modèles de licence en vue d'arriver à une solution pour la liaison de raccordement qui soit intégrée et peu onéreuse.

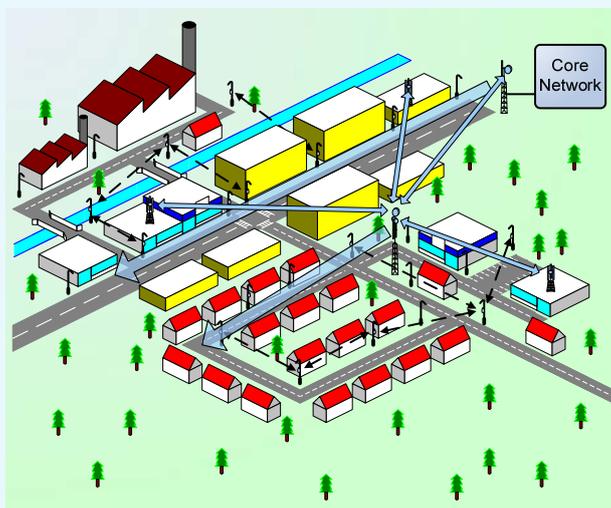
Examinons le scénario ci-dessous. Initialement, lorsque le réseau achemine le trafic vocal ou la messagerie à faible débit de données, il pourrait être suffisant d'avoir une station de base unique qui emploie une liaison de raccordement du type point à point:

Figure 3.6.1.3-1: Exemple scénario 1



Si le trafic devient plus intense, une solution plus complète est nécessaire:

Figure 3.6.1.3-2: Exemple scénario 2

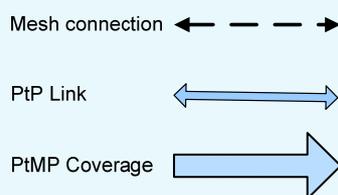


La couverture est maintenant assurée par:

- 3 stations de base installées au sommet des toits
- 15 stations à picocellules fixées aux réverbères.

Cet exemple montre comment une combinaison de liaisons point à point, point à multipoint et en maille peut être employée pour assurer la liaison de raccordement, comme illustré dans la figure ci-dessous au moyen des flèches:

Figure 3.6.1.3-3: Scénarios pris pour exemple



On trouvera dans l'**Annexe III** une liste des Recommandations UIT-R qui peuvent fournir des références utiles au sujet des liaisons de raccordement hertziennes.

### 3.6.2 Solutions de liaisons de raccordement par satellite

Le raccordement GSM par satellite a joué un rôle de plus en plus important dans l'extension de la portée et de la couverture des réseaux de téléphonie mobile et des réseaux mobiles à large bande dans le monde entier, en particulier sur les marchés en développement. Les progrès technologiques ont permis de mettre en oeuvre des solutions satellite plus robustes et d'un meilleur rapport coût/efficacité, lesquelles sont de ce fait devenues partie intégrante du déploiement des réseaux mobiles, en particulier dans les zones rurales et isolées. Vu que les pouvoirs publics cherchent à garantir l'accès à un réseau mobile à tous les citoyens, le raccordement par satellite continuera d'être essentiel pour assurer la connectivité des régions dans lesquelles les technologies de Terre ne peuvent constituer à elles seules une solution économiquement viable.

Les communications par satellite constituent un élément central de la conception des infrastructures cellulaires car elles assurent des liaisons de raccordement large bande fiables et à un prix abordable au réseau central. Les centres de commutation du service mobile et les contrôleurs de stations de base peuvent être connectés par satellite, ce qui permet de surmonter tous les obstacles liés à la distance, au terrain ou aux infrastructures de Terre et d'étendre la couverture du réseau.

Les services fixes par satellite peuvent:

- assurer le raccordement nécessaire pour prendre en charge la couverture des zones inaccessibles au moyen des liaisons terrestres;
- étendre rapidement la portée du réseau au moyen d'un raccordement mobile à un prix abordable;
- adapter les réseaux en fonction de la croissance du secteur ou fournir des points d'accès publics temporaires à l'occasion, par exemple, de concerts, d'expositions ou d'événements sportifs;
- diversifier les réseaux, y compris en assurant la redondance en cas de catastrophe;
- desservir des véhicules en déplacement ou des environnements isolés ne pouvant être connectés autrement (navires et avions ou plates-formes pétrolières et plates-formes de production gazière).

### **Avantages du raccordement par satellite**

L'utilisation du raccordement par satellite pour étendre les services large bande présente des avantages en termes de couverture, de coût, de sécurité et de redondance. Les satellites géostationnaires en orbite terrestre (OSG) peuvent fournir des services de raccordement pour une vaste région, moyennant des dépenses d'infrastructure minimales. Les solutions de raccordement par satellite permettent aux opérateurs de placer des stations de base aux endroits les plus avantageux pour les habitants, en ne tenant que très peu compte des emplacements des infrastructures de Terre. Le coût de la construction d'infrastructures en fibre optique étant étroitement lié à la distance entre le réseau central et le lieu de la construction, il est possible que le satellite soit la solution de raccordement la moins coûteuse pour prendre en charge des stations de base situées dans des zones rurales ou isolées.

L'utilisation du raccordement par satellite permet également d'assurer la redondance de la connectivité. L'endommagement d'un réseau dorsal en fibre risquerait de couper les stations de base terrestres de leurs réseaux principaux, alors que la diversité offerte par le raccordement satellite garantit que la connectivité reste ininterrompue, même si l'infrastructure terrestre subit de graves dommages.

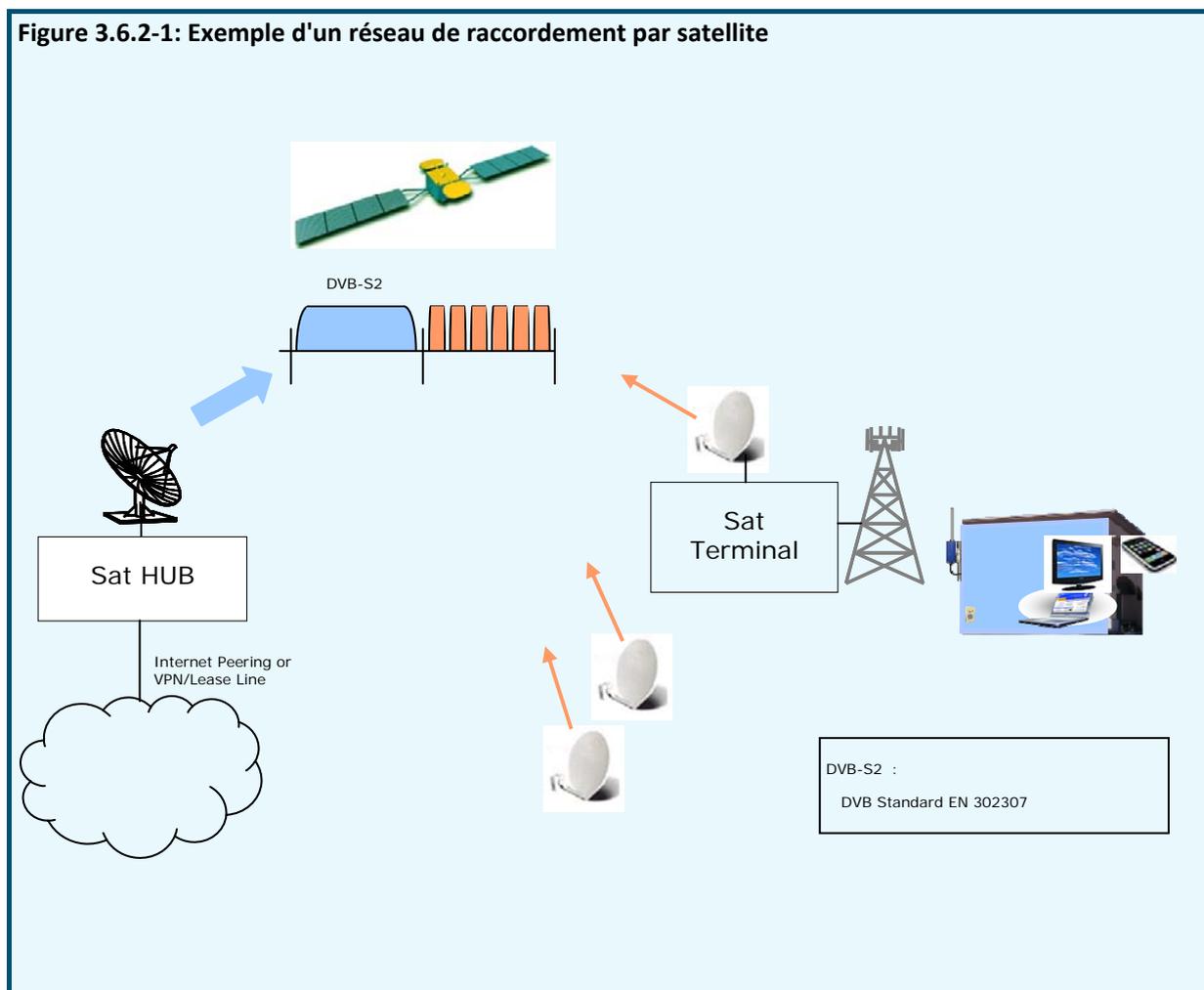
Les pays cherchent de plus en plus à déployer des réseaux 4G-LTE et les systèmes à satellites ont déjà montré, avec le raccordement par satellite à haut débit, qu'ils peuvent prendre en charge les transmissions nécessitant une plus grande largeur de bande.

### **Raccordement par satellite sur orbite moyenne (MEO)**

Etant donné qu'un système à satellites MEO est bien plus proche de la Terre qu'un système à satellites géostationnaires (quatre fois plus proche), la latence de ses transmissions est bien inférieure, ce qui est souhaitable pour le raccordement cellulaire ainsi que pour de nombreux services IP et large bande utilisés à l'heure actuelle. Les satellites MEO sont plus petits que les satellites géostationnaires et, par conséquent, leur construction et leur lancement sont moins coûteux. Ces satellites sont dotés de faisceaux ponctuels dynamiques et dirigeables, qui peuvent facilement viser des zones enclavées ou isolées pour en assurer le raccordement, et ensuite s'orienter vers d'autres zones, selon les besoins.

### Exemple de réseau de raccordement par satellite

Figure 3.6.2-1: Exemple d'un réseau de raccordement par satellite



Les taux de pénétration du mobile dans les zones peuplées étant en augmentation, les opérateurs mobiles des marchés en développement utilisent de plus en plus le raccordement GSM par satellite pour étendre la portée de leurs réseaux et atteindre les marchés ruraux. Le satellite est le seul moyen économiquement viable d'obtenir une capacité permettant de connecter les populations non desservies ou peu desservies. Depuis peu, des licences 3G ont été mises aux enchères et des services de données à haut débit ont été mis en oeuvre sur les réseaux, ce qui pourrait entraîner une croissance exponentielle de la demande de raccordement.

### 3.6.3 Raccordement par la fibre

Voir la Section 3.3 ci-dessus ainsi que les références dans l'Annexe III.

### **3.6.4 Raccordement par câbles sous-marins**

Les câbles sous-marins assurent des liaisons de télécommunication internationales essentielles entre tous les pays du monde. Les câbles sous-marins aboutissent dans un pays à une station d'atterrissage.

#### **Réglementations concernant l'accès non discriminatoire aux stations d'atterrissage de câbles**

Chaque administration a inclus les points principaux ci-après dans la réglementation afin de garantir un accès équitable:

1. Le propriétaire de stations d'atterrissage de câbles fournit, à toute entité de télécommunication internationale remplissant les conditions requises, à des conditions justes et non discriminatoires, un accès à ses stations d'atterrissage de câbles.
2. Le propriétaire de stations d'atterrissage de câbles soumet pour approbation au régulateur, dans le format spécifié, une offre d'interconnexion de référence (OIR) pour les stations d'atterrissage de câbles, exposant les modalités et conditions relatives aux installations d'accès et aux installations communes, y compris les installations de la station d'atterrissage de câbles sous-marins.
3. Après avoir reçu l'approbation du régulateur, le propriétaire de stations d'atterrissage de câbles publie l'offre d'interconnexion pour les stations d'atterrissage de câbles sur son site web.
4. Les droits d'accès sont les droits que paient les opérateurs internationaux longue distance/prestataires de services Internet au propriétaire de la station d'atterrissage des câbles pour avoir accès à la largeur de bande internationale acquise pour un câble sous-marin. Afin de mieux garantir la stabilité des relations entre le propriétaire d'une station et les opérateurs internationaux longue distance/prestataires de services Internet, les régulateurs peuvent fournir une estimation des droits d'accès et, en particulier, des droits d'accès aux stations d'atterrissage de câbles sous-marins.



## **I        Annexes**

**Annex I: Country Experiences**

**Annex II: Definition of Question 25/2**

**Annex III: Other ITU Sector Relevant Recommendations and Reports**

## **II        Acronymes/Glossaire**

## **III       Références**



## Annex I: Country Experiences

Country/Entity	Source Document	Technology	Hyperlink to documents on Case Study website
BDT	<a href="#">25/2/5</a>	WiMAX/Microwave Backhaul	Case study on project in Burundi is not available in case study library
Democratic Republic of Congo/ARPTC	<a href="#">25/2/6</a>	WiMAX/WiFi/VSat/GSM/CDMA/Fiber Optic Cable	Case study from D.R. Congo is not available in case study library
Rwanda/Rwanda Utilities Regulatory Agency	<a href="#">25/2/7</a>	WiMAX/WCDMA	Case study from Rwanda is not available in case study library
Egypt/NTRA	<a href="#">25/2/40</a> and <a href="#">2/312</a>	A variety of access technologies	<a href="#">Evaluating different access technology options</a>
Japan/KDDI	<a href="#">25/2/43</a>	WiMAX	<a href="#">Mobile WiMAX in Japan</a>
Qualcomm Inc. (United States) (Project in South Africa)	<a href="#">25/2/50</a>	IMT	<a href="#">Mobile Health Information System: Providing Access to Information for Health Care Workers</a>
Qualcomm Inc. (United States) (Project in Indonesia)	<a href="#">25/2/51</a>	IMT	<a href="#">Mobile Microfranchising &amp; AppLab Initiatives</a>
Argentine Republic	<a href="#">25/2/52</a>	Satellite, Terrestrial Broadcast, Fiber	<a href="#">Argentina Conectada (Argentina Connected)</a>
Qualcomm Inc. (United States) (Project in Brazil)	<a href="#">2/339</a>	IMT	<a href="#">Fishing the 3G Nets</a>
Qualcomm Inc. (United States) (Project in P.R. China)	<a href="#">2/340</a>	IMT	<a href="#">Let's Get Ready! Mobile Safety Project</a>
China Telecommunications Corporation (P.R. China)	<a href="#">2/321</a>		<a href="#">Introduction of China Telecom's fiber Cities Broadband Development Experience</a>
Intel Corporation (United States)	<a href="#">2/333</a>		<a href="#">Reference Broadband Implementation Plan</a>
Microsoft Corporation (United States)	<a href="#">2/338</a>		<a href="#">Mawingu: Providing broadband access using TV White Spaces in Kenya</a>

## **Annex II: Definition of Question 25/2**

### **Question 25/2: Access technology for broadband telecommunications including IMT, for developing countries**

#### **1 Statement of the situation**

ITU-D Study Group 2 will provide developing countries with an understanding of the different technologies available for broadband access using both wired and wireless technologies for terrestrial and satellite telecommunications, including International Mobile Telecommunications (IMT). Study Group 2 will continue to cover the technical issues involved in deploying broadband access technologies, including the integration of such access network solutions in existing and future network infrastructures, provide guidelines for broadband access development, taking into account the fact that the standardization of broadband access technologies is a priority in the strategic plan of ITU, and respond to the initiatives of all developing countries (as proposed by the six WTDC regional preparatory meetings (RPMs)).

#### **2 Question for study**

Identify the factors influencing the effective deployment of broadband wireline, wireless and satellite access technologies and their applications, with a focus on technologies and/or standards recognized or under study by the other two ITU Sectors.

- a. Examine wired and wireless broadband access technologies and their future trends;
- b. Identify methodologies for migration planning and implementation of broadband wired and wireless technologies, taking into account existing networks, as appropriate;
- c. Consider trends of broadband access technologies; deployments, services offered and regulatory considerations;
- d. Continue to identify ways and means of implementing IMT, using terrestrial links and satellites;
- e. Identify key elements to be studied in order to facilitate the possible deployment of systems integrating satellite and the terrestrial component of IMT (see Recommendation 206 (WRC-07));
- f. Provide information on the specific impact of the implementation of broadband wired and wireless means, including IMT, on underserved populations, including persons with disabilities;
- g. Provide information on IMT-Advanced systems based on the advice of Working Party 5D of ITU-R Study Group 5.

#### **3 Expected output**

- a. Yearly progress report on the above study items including a matrix of different broadband access technologies, both wired and wireless, terrestrial and satellite, with yearly updates;
- b. Analysis of the factors influencing the effective deployment of broadband access core technologies;
- c. A set of guidelines for broadband access deployment that could be delivered inter alia through training seminars in accordance with the BDT Programme 4;
- d. A handbook on IMT deployment in developing countries to replace the Handbook on Deployment of IMT-2000 systems (2003). This handbook will be the result of study group collaboration between ITU-R Study Groups 4 and 5, ITU-T Study Group 13 and the Rapporteur's Group dealing with this Question as part of ITU-D Study Group 2;
- e. Draft Recommendation(s), as appropriate and if justified.

## 4 Timing

The interim report on this Question is expected by 2012. The final report is expected in 2013 at the end of the ITU-D study period.

## 5 Proposers

Arab States, United States.

## 6 Sources of input

- 1) Results of related technical progress in relevant ITU-R and ITU-T Study Groups, in particular Working Parties 5D (Question 77) and 5A of Study Group 5 and Working Parties 4A, 4B and 4C of Study Group 4, and in ITU-T in particular Study Group 15 (Question 1) and Study Group 13 (Question 15).
- 2) ITU publications on both broadband and IMT.
- 3) Relevant reports of national and/or regional organizations in developing and developed countries.
- 4) Contributions on experiences with the implementation of relevant networks in developed and developing countries.
- 4bis) Contributions of Sector Members on the development of broadband access technologies for wired, wireless and satellite.
  - 1) Relevant inputs from service providers and manufacturers.

## 7 Target audience

- a. Target audience

Target audience	Developed countries	Developing countries <sup>(1)</sup>
Telecom policy-makers	Yes	Yes
Telecom regulators	Yes	Yes
Service providers/operators	Yes	Yes
Manufacturers	Yes	Yes

[<sup>1</sup>] This includes least developed countries (LDCs), small island developing states (SIDSs), landlocked developing countries (LLDCs), and countries with economies in transition.

- b. Proposed methods for implementation of the results

The work of the Rapporteur's Group will be conducted and publicized through the ITU-D website as well as through the publication of documents and appropriate liaison statements.

## 8 Proposed methods for handling the Question

The Question will be handled by a Rapporteur's Group of ITU-D Study Group 2.

## **9 Coordination**

In order to coordinate effectively and avoid duplication of activities, the study should take into consideration:

- outputs from the relevant ITU-T and ITU-R Study Groups;
- the relevant outputs from ITU-D Questions;
- inputs from the relevant BDT programme(s);
- inputs from those involved in the implementation of the study of IMT systems.

## **10 Relevant programme**

Programme 1 will be the relevant programme.

## **11 Other relevant information**

Resolution 43 as revised by WTDC-10 should be taken into consideration.

## Annex III: Other ITU Sector Relevant Recommendations and Reports

### Wireline Broadband Access Technologies

- [“Access Network Transport Standards Overview”](#), is produced by ITU-T WP1/15, under Question 1/15, as the Lead Study Group on Access Network Transport (ANT) activities. The Standards Overview contains ANT scenarios, and Annex 2 of the Overview contains a detailed list of Standards and Recommendations from ITU and various Standardization Bodies.
- [“Wireline broadband access networks and home networking”](#) is produced by ITU-T SG15. It is an ITU-T Technical Paper in Series G: Transmission Systems and Media Digital Systems and Networks. It was published in December 2011.

### Wireless Broadband Access Technologies[, including IMT]

- [Recommendation ITU-R M.687](#), “International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000)”
- [Recommendation ITU-R M.819](#), “International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000) for developing countries”
- [Recommendation ITU-R M.1036](#), “Frequency arrangements for implementation of the terrestrial component of International Mobile Telecommunications (IMT) in the bands identified for IMT in the Radio Regulations (RR)(03/2012)”
- [Recommendation ITU-R M.1224](#), “Vocabulary of terms for International Mobile Telecommunications (IMT)”
- [Recommendation ITU-R M.1450](#), “Characteristics of broadband radio local area networks”
- [Recommendation ITU-R M.1457](#), “Detailed specifications of the terrestrial radio interfaces of International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000)”
- [Recommendation ITU-R M.1579](#), “Global circulation of IMT-2000 terrestrial terminals”
- [Recommendation ITU-R M.1580](#), “Generic unwanted emission characteristics of base stations using the terrestrial radio interfaces of IMT 2000”
- [Recommendation ITU-R M.1581](#), “Generic unwanted emission characteristics of mobile stations using the terrestrial radio interfaces of IMT 2000”
- [Recommendation ITU-R M.1645](#), “Framework and overall objectives of the future development of IMT-2000 and systems beyond IMT-2000”
- [Recommendation ITU-R M.1768](#), “Methodology for calculation of spectrum requirements for the future development of IMT-2000 and systems beyond IMT-2000”
- [Recommendation ITU-R M.1801](#), “Radio interface standards for broadband wireless access systems, including mobile and nomadic applications, in the mobile service operating below 6 GHz”
- [Recommendation ITU-R M.1822](#), “Framework for services supported by IMT”
- [Recommendation ITU-R M.1850](#), “Detailed specifications of the radio interfaces for the satellite component of International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000)”
- [Recommendation ITU-R M.2012](#), “Detailed specifications of the terrestrial radio interfaces of International Mobile Telecommunications Advanced (IMT-Advanced)”
- [Report ITU-R M.2038](#): Technology trends (as they relate to IMT-2000 and systems beyond IMT-2000)”
- [Report ITU-R M.2039](#), “Characteristics of terrestrial IMT-2000 systems for frequency sharing/interference analyses”[Report ITU-R M.2072](#), “World mobile telecommunication market forecast”

- [Report ITU-R M.2078](#), “Estimated spectrum bandwidth requirements for the future development of IMT-2000 and IMT-Advanced”
- [Report ITU-R M.2079](#), “Technical and operational information for identifying spectrum for the terrestrial component of future development of IMT-2000 and IMT-Advanced”
- [Report ITU-R M.2242](#), “Cognitive radio systems specific for IMT systems”
- [Report ITU-R M.2243](#), “Assessment of the global mobile broadband deployments and forecasts for International Mobile Telecommunications”

### Satellite Broadband Access Technologies and Solutions

Tables S.2 and S.3 below list the ITU-R Recommendations and Reports related to broadband satellite systems and technologies.

**Table S.2: List of ITU-R Recommendations and Reports related to satellite broadband systems and technologies**

ITU-R No.	Title
Rec. S.1709-1	Technical characteristics of air interfaces for global broadband satellite systems
Rec. S.1782	Possibilities for global broadband Internet access by fixed-satellite service systems
Rec. S.1783	Technical and operational features characterizing high-density applications in the fixed-satellite service
Rec. S.1806	Availability objectives for hypothetical reference digital paths in the fixed-satellite service operating below 15 GHz
Rec. BO.1724-1	Interactive satellite broadcasting systems (television, sound and data)
Rec. S.1001-2	Use of systems in the fixed-satellite service in the event of natural disasters and similar emergencies for warning and relief operations.
Rep. S.2151	Use and examples of systems in the fixed-satellite service in the event of natural disasters and similar emergencies for warning and relief operations
Rec. M.1854-1	Use of mobile-satellite service in disaster response and relief
Rep. M.2149	Use and examples of mobile-satellite service systems for relief operation in the event of natural disasters and similar emergencies
Rec. SNG.1710	Satellite news gathering carriers universal access procedures

**Table S.3: List of ITU-R Recommendations and Reports related to performance enhancement techniques to provide satellite broadband access services**

ITU-R No.	Title
Rec. S.1061-1	Utilization of fade countermeasure strategies and techniques in the fixed-satellite service
Rec. S.1711-1	Performance enhancements of transmission control protocol over satellite networks
Rep. S.2148	Transmission control protocol (TCP) over satellite networks
Rec. S.1878	Multi-carrier based transmission techniques for satellite systems
Rep. S.2173	Multi-carrier based transmission techniques for satellite systems
Rec. S.1897	Cross-layer QoS provisioning in IP-based hybrid satellite-terrestrial networks
Rep. S. 2222	Cross-layer QoS for IP-based hybrid satellite-terrestrial networks

## Terrestrial Wireless Backhaul

General technical information:

- Rec. ITU-R F.1101, Characteristics of digital fixed wireless systems below about 17 GHz
- Rec. ITU-R F.1102, *Characteristics of fixed wireless systems operating in frequency bands above about 17 GHz*

More detailed information relevant to fixed backhaul systems:

- Rec. ITU-R F.746, Radio-frequency arrangements for fixed service systems
- Rec. ITU-R F.752, Diversity techniques for point-to-point fixed wireless systems
- Rec. ITU-R F.755, Point-to-multipoint systems in the fixed service
- Rec. ITU-R F.1093, Effects of multipath propagation on the design and operation of line-of-sight digital fixed wireless systems
- Rec. ITU-R F.1668, Error performance objectives for real digital fixed wireless links used in 27 500 km hypothetical reference paths and connections
- Rec. ITU-R F.1703, Availability objectives for real digital fixed wireless links used in 27 500 km *hypothetical reference paths and connections*.

## II Acronyms/Glossary

<b>ADSL</b>	Asymmetric Digital Subscriber Line
<b>ADSL2</b>	Advanced version of ADSL
<b>ADSL2+</b>	Advanced version of ADSL
<b>ANT</b>	Access Network Transport
<b>ARPU</b>	Average Revenue Per User
<b>ATM</b>	Asynchronous Transfer Mode
<b>BWA</b>	Broadband Wireless Access
<b>CAPEX</b>	Capital Expenditure
<b>CATV</b>	Community Antenna Television
<b>CDMA</b>	Code Division Multiple Access
<b>DOCSIS</b>	Data Over Cable Service Interface Specification
<b>DSL</b>	Digital Subscriber Line
<b>DVB</b>	Digital Video Broadcasting
<b>EIRP</b>	Equivalent Isotropic Radiated Power
<b>EPON</b>	Ethernet Passive Optical Network
<b>ETSI</b>	European Telecommunications Standards Institute
<b>FDD</b>	Frequency Division Duplex
<b>FTTC</b>	Fibre to the Curb
<b>FTTB</b>	Fibre to the Building
<b>FTTC</b>	Fibre to the Curb
<b>FTTH</b>	Fibre to the Home
<b>FTTN</b>	Fibre to the Node
<b>FTTx</b>	Fiber to the X, i.e. any of the above
<b>FWA</b>	Fixed Wireless Access
<b>GDP</b>	Gross Domestic Product
<b>GEO</b>	Geostationary Earth Orbit
<b>GPON</b>	Gigabit-capable passive optical networks
<b>GSO</b>	Geostationary Orbit Satellite
<b>HDSL</b>	High-bit Rate Digital Subscriber Line
<b>HDTV</b>	High Definition Television
<b>IEEE</b>	Institute of Electrical and Electronics Engineers
<b>ICT</b>	Information and Communication Technologies
<b>IMT</b>	IMT-2000 and IMT-Advanced
<b>IMT-2000</b>	International Mobile Telecommunications (Recommendation ITU-R M.1457)
<b>IMT-Advanced</b>	International Mobile Telecommunications-Advanced (Recommendation ITU-R M.2012)

<b>ISP</b>	Internet Service Provider
<b>IP</b>	Internet Protocol
<b>ISDN</b>	Integrated Services Digital Network
<b>iTV</b>	Interactive Television
<b>LAN</b>	Local Area Network
<b>LEO</b>	Low Earth Orbit
<b>LMH-BWA</b>	Land Mobile (including Wireless Access) – Volume 5: Deployment of Broadband Wireless Access Systems
<b>LTE</b>	Long Term Evolution
<b>MEOs</b>	Medium Earth Orbit Satellites
<b>NGSO</b>	Non-Geostationary Orbit
<b>OFDMA</b>	Orthogonal Frequency Division Multiplexing Access
<b>OMCI</b>	ONU management and control interface specification
<b>ONU</b>	Optical Network Unit
<b>OPEX</b>	Operating Expenditures
<b>PtMP</b>	Point-to-Multipoint
<b>PtP</b>	Point-to-Point
<b>PC</b>	Personal Computer
<b>PDA</b> s	Personal Digital Assistants
<b>PON</b>	Passive Optical Network
<b>PPPs</b>	Public-Private Partnerships
<b>PSTN</b>	Public Switched Telephone Network
<b>QoS</b>	Quality of Service
<b>RF</b>	Radio Frequency
<b>RLAN</b>	Radio Local Area Network
<b>RT</b>	Remote Terminal
<b>SHDSL</b>	Symmetric High Speed DSL
<b>TDD</b>	Time Division Duplex
<b>TD-SCDMA</b>	Time Division Synchronous Code Division Multiple Access
<b>USF</b>	Universal Service Fund
<b>VoIP</b>	Voice-over-Internet Protocol
<b>VDSL</b>	Very High-Speed DSL
<b>VDSL2</b>	Advanced version of VDSL
<b>VSAT</b>	Very Small Aperture Terminal
<b>WAN</b>	Wide Area Network
<b>WCDMA</b>	Wideband Code Division Multiple Access

<b>WCS</b>	Wireless Communication Services
<b>WDM</b>	Wavelength Division Multiplex
<b>WiFi</b>	Wireless Fidelity
<b>WiMAX</b>	Worldwide Interoperability for Microwave Access
<b>WMAN</b>	Wireless Metropolitan Access Network
<b>XG-PON</b>	10-Gigabit-capable passive optical networks

### III References

1. References used in the text of the World Bank publication that is included in Section 1.1 and excerpted from [LMH-BWA](#) (Document [25/2/4](#))
  - Johnson, B., J. M. Manyika, and L. A. Yee. 2005. “The Next Revolution in Interactions.” McKinsey Quarterly 4: 20–33.
  - Momentum Research Group. 2005. “[Net Impact Latin America: From Connectivity to Productivity](#).” Momentum Research Group, Austin, TX..
  - Clarke, George, and Scott Wallsten. 2006. “Has the Internet Increased Trade? Evidence from Industrial and Developing Countries.” *Economic Inquiry* 44 (3): 465–84.
  - Sprint. 2006. “[Sprint Mobile Broadband: Enhancing Productivity in the Insurance Industry and Beyond](#).” Sprint.
  - Ford, George S., and Thomas M. Koutsky. 2005. “[Broadband and Economic Development: A Municipal Case Study from Florida](#).” *Applied Economic Studies* (April): 1–17.
  - Kelly, D. J. 2004. “[A Study of Economic and Community Benefits of Cedar Falls, Iowa’s Municipal Telecommunications Network](#).” Iowa Association of Municipal Utilities, Ankeny, Iowa.
  - Strategic Networks Group. 2003. “[Economic Impact Study of the South Dundas Township Fiber Network](#).” Prepared for the U.K. Department of Trade and Industry, Ontario. .
  - Zilber, Julie, David Schneier, and Philip Djwa. 2005. “You Snooze, You Lose: The Economic Impact of Broadband in the Peace River and South Similkameen Regions.” Prepared for Industry Canada, Ottawa.
  - Qiang, Christine Zhen-Wei. 2009. “Telecommunications and Economic Growth.” Unpublished paper, World Bank, Washington, DC.
2. “[Broadband: A Platform for Progress](#)”, Full Report. Broadband Commission, 2011
3. “[Broadband: A Platform for Progress](#)”, Summary Broadband Commission, 2011
4. “[A 2010 Leadership Imperative: The Future Built on Broadband](#)”, Broadband Commission, 2010
5. “National Broadband/ICT Plans: Policy Objectives for Success” – Document [2/24](#) (Intel Corporation, United States)
6. “Affordable Broadband for Everyone” – Document [2/23](#) (Intel Corporation, United States)
7. Rev.1 of Supplement 1 to Handbook on Migration to IMT-2000 Systems (Document [25/2/2](#))
8. “[Land Mobile \(including Wireless Access\) – Volume 5: Deployment of Broadband Wireless Access Systems](#)”(LMH-BWA) – Document [25/2/4](#)
9. Statistics and Strategic Action Plan of Telecommunication/ICT Development in Bangladesh: Rural and Remote Areas – Document [2/INF/36](#)
10. Analysis of Factors that Influence both the Demand of Broadband Services and the Deployment of Broadband Networks – Document [2/INF/44](#) (Egypt)
11. “[Ten Facts About Mobile Broadband](#)” by Darrell West, Center for Technology Innovation at Brookings, 8 December 2011
12. “[Mobile Backhaul – The Wireless Solution](#)”, a White Paper by Transfinite Systems Ltd.



Union internationale des télécommunications (UIT)  
Bureau de développement des télécommunications (BDT)  
Bureau du Directeur  
Place des Nations  
CH-1211 Genève 20 – Suisse  
Courriel: [bdtdirector@itu.int](mailto:bdtdirector@itu.int)  
Tél.: +41 22 730 5035/5435  
Fax: +41 22 730 5484

Adjoint au directeur et  
Chef du Département de  
l'administration et de la  
coordination des opérations (DDR)  
Courriel: [bdtdeputydir@itu.int](mailto:bdtdeputydir@itu.int)  
Tél.: +41 22 730 5784  
Fax: +41 22 730 5484

Département de l'environnement  
propice aux infrastructures et  
aux cyberapplications (IEE)

Courriel: [bdtee@itu.int](mailto:bdtee@itu.int)  
Tél.: +41 22 730 5421  
Fax: +41 22 730 5484

Département de l'innovation et des  
partenariats (IP)

Courriel: [bdtip@itu.int](mailto:bdtip@itu.int)  
Tél.: +41 22 730 5900  
Fax: +41 22 730 5484

Département de l'appui aux projets et  
de la gestion des connaissances (PKM)

Courriel: [bdtpkm@itu.int](mailto:bdtpkm@itu.int)  
Tél.: +41 22 730 5447  
Fax: +41 22 730 5484

## Afrique

Ethiopie  
International Telecommunication  
Union (ITU)  
Bureau régional  
P.O. Box 60 005  
Gambia Rd., Leghar ETC Building  
3rd floor  
Addis Ababa – Ethiopie

Courriel: [itu-addis@itu.int](mailto:itu-addis@itu.int)  
Tél.: +251 11 551 4977  
Tél.: +251 11 551 4855  
Tél.: +251 11 551 8328  
Fax: +251 11 551 7299

Cameroun  
Union internationale des  
télécommunications (UIT)  
Bureau de zone de l'UIT  
Immeuble CAMPOST, 3<sup>e</sup> étage  
Boulevard du 20 mai  
Boîte postale 11017  
Yaoundé – Cameroun

Courriel: [itu-yaounde@itu.int](mailto:itu-yaounde@itu.int)  
Tél.: +237 22 22 9292  
Tél.: +237 22 22 9291  
Fax: +237 22 22 9297

Sénégal  
Union internationale des  
télécommunications (UIT)  
Bureau de zone de l'UIT  
19, Rue Parchappe x Amadou  
Assane Ndoye  
Immeuble Fayçal, 4<sup>e</sup> étage  
B.P. 50202 Dakar RP  
Dakar – Sénégal

Courriel: [itu-dakar@itu.int](mailto:itu-dakar@itu.int)  
Tél.: +221 33 849 7720  
Fax: +221 33 822 8013

Zimbabwe  
International Telecommunication  
Union (ITU)  
Bureau de zone  
TelOne Centre for Learning  
Corner Samora Machel and  
Hampton Road  
P.O. Box BE 792 Belvedere  
Harare – Zimbabwe

Courriel: [itu-harare@itu.int](mailto:itu-harare@itu.int)  
Tél.: +263 4 77 5939  
Tél.: +263 4 77 5941  
Fax: +263 4 77 1257

## Amériques

Brésil  
União Internacional de  
Telecomunicações (UIT)  
Bureau régional  
SAUS Quadra 06, Bloco "E"  
11<sup>o</sup> andar, Ala Sul  
Ed. Luis Eduardo Magalhães (Anatel)  
70070-940 Brasilia, DF – Brazil

Courriel: [itubrasilia@itu.int](mailto:itubrasilia@itu.int)  
Tél.: +55 61 2312 2730-1  
Tél.: +55 61 2312 2733-5  
Fax: +55 61 2312 2738

La Barbade  
International Telecommunication  
Union (ITU)  
Bureau de zone  
United Nations House  
Marine Gardens  
Hastings, Christ Church  
P.O. Box 1047  
Bridgetown – Barbados

Courriel: [itubridgetown@itu.int](mailto:itubridgetown@itu.int)  
Tél.: +1 246 431 0343/4  
Fax: +1 246 437 7403

Chili  
Unión Internacional de  
Telecomunicaciones (UIT)  
Oficina de Representación de Área  
Merced 753, Piso 4  
Casilla 50484 – Plaza de Armas  
Santiago de Chile – Chili

Courriel: [itusantiago@itu.int](mailto:itusantiago@itu.int)  
Tél.: +56 2 632 6134/6147  
Fax: +56 2 632 6154

Honduras  
Unión Internacional de  
Telecomunicaciones (UIT)  
Oficina de Representación de Área  
Colonia Palmira, Avenida Brasil  
Ed. COMTELCA/UIT, 4.º piso  
P.O. Box 976  
Tegucigalpa – Honduras

Courriel: [itutegucigalpa@itu.int](mailto:itutegucigalpa@itu.int)  
Tél.: +504 22 201 074  
Fax: +504 22 201 075

## Etats arabes

Egypte  
International Telecommunication  
Union (ITU)  
Bureau régional  
Smart Village, Building B 147, 3rd floor  
Km 28 Cairo – Alexandria Desert Road  
Giza Governorate  
Cairo – Egypte

Courriel: [itucairo@itu.int](mailto:itucairo@itu.int)  
Tél.: +202 3537 1777  
Fax: +202 3537 1888

## Asie-Pacifique

Thaïlande  
International Telecommunication  
Union (ITU)  
Bureau régional  
Thailand Post Training  
Center, 5th floor,  
111 Chaengwattana Road, Laksi  
Bangkok 10210 – Thaïlande

Adresse postale:  
P.O. Box 178, Laksi Post Office  
Laksi, Bangkok 10210 – Thaïlande

Courriel: [itubangkok@itu.int](mailto:itubangkok@itu.int)  
Tél.: +66 2 575 0055  
Fax: +66 2 575 3507

Indonésie  
International Telecommunication  
Union (ITU)  
Bureau de zone  
Sapta Pesona Building, 13th floor  
Jl. Merdan Merdeka Barat No. 17  
Jakarta 10001 – Indonésie

Adresse postale:  
c/o UNDP – P.O. Box 2338  
Jakarta 10001 – Indonésie

Courriel: [itujakarta@itu.int](mailto:itujakarta@itu.int)  
Tél.: +62 21 381 3572  
Tél.: +62 21 380 2322  
Tél.: +62 21 380 2324  
Fax: +62 21 389 05521

## Pays de la CEI

Fédération de Russie  
International Telecommunication  
Union (ITU)  
Bureau de zone  
4, Building 1  
Sergiy Radonezhsky Str.  
Moscow 105120  
Fédération de Russie

Adresse postale:  
P.O. Box 25 – Moscow 105120  
Fédération de Russie

Courriel: [itomoskow@itu.int](mailto:itomoskow@itu.int)  
Tél.: +7 495 926 6070  
Fax: +7 495 926 6073

## Europe

Suisse  
Union internationale des  
télécommunications (UIT)  
Bureau de développement des  
télécommunications (BDT)  
Unité Europe (EUR)  
Place des Nations  
CH-1211 Genève 20 – Suisse  
Courriel: [eurregion@itu.int](mailto:eurregion@itu.int)  
Tél.: +41 22 730 5111



Union internationale des télécommunications  
Bureau de Développement des Télécommunications

Place des Nations  
CH-1211 Genève 20

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