

Question 2/1

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

6e Période d'Études
2014-2017

NOUS CONTACTER

Site web: www.itu.int/ITU-D/study-groups
Librairie électronique: www.itu.int/pub/D-STG/
E-mail: devsg@itu.int
Téléphone: +41 22 730 5999

Question 2/1: Technologies d'accès
large bande, y compris les IMT,
pour les pays en développement

Rapport final

Préface

Les commissions d'études du Secteur du Développement des télécommunications de l'UIT (UIT-D) offrent un cadre neutre reposant sur les contributions, dans lequel des spécialistes des pouvoirs publics, du secteur privé et des milieux universitaires se réunissent afin d'élaborer des outils pratiques, des lignes directrices utiles et des ressources pour résoudre les problèmes de développement. Dans le cadre des travaux des commissions d'études de l'UIT-D, les Membres du Secteur étudient et analysent des questions de télécommunication/TIC précises axées sur les tâches, afin de progresser plus rapidement en ce qui concerne les priorités des pays en matière de développement.

Les commissions d'études offrent à tous les Membres du Secteur l'occasion d'échanger des données d'expérience, de présenter des idées, de dialoguer et de parvenir à un consensus sur les stratégies à adopter pour répondre aux priorités dans le domaine des télécommunications/TIC. Elles sont chargées d'élaborer des rapports, des lignes directrices et des recommandations sur la base des contributions et des documents soumis par les membres. Des données, qui sont recueillies grâce à des enquêtes, des contributions et des études de cas, sont mises à la disposition des membres, qui peuvent les consulter facilement en utilisant les outils de gestion de contenus et de publication sur le web. Les travaux des commissions d'études de l'UIT-D se rapportent aux différents programmes et initiatives adoptés par l'UIT-D, l'objectif étant de créer des synergies dans l'intérêt des membres pour ce qui est des ressources et des compétences techniques. La collaboration avec d'autres groupes et organisations travaillant sur des questions connexes est essentielle.

Les sujets sur lesquels les commissions d'études de l'UIT-D travaillent sont choisis tous les quatre ans par la Conférence mondiale de développement des télécommunications (CMDT), qui établit des programmes de travail et des directives, afin de définir les questions et priorités relatives au développement des télécommunications/TIC pour les quatre années suivantes.

Le domaine de compétence de la **Commission d'études 1 de l'UIT-D** est l'étude d'un "**Environnement propice au développement des télécommunications/TIC**", tandis que celui de la **Commission d'études 2 de l'UIT-D** est l'étude du thème "**Applications des TIC, cybersécurité, télécommunications d'urgence et adaptation aux effets des changements climatiques**".

Pendant la période d'études 2014-2017, la **Commission d'études 1 de l'UIT-D** était placée sous la présidence de Roxanne McElvane Webber (Etats-Unis d'Amérique), assistée des Vice-Présidents, Regina Fleur Assoumou-Bessou (Côte d'Ivoire), Peter Ngwan Mbengie (Cameroun), Claymir Carozza Rodriguez (Venezuela), Victor Martinez (Paraguay), Wesam Al-Ramadeen (Jordanie), Ahmed Abdel Aziz Gad (Egypte), Yasuhiko Kawasumi (Japon), Nguyen Quy Quyen (Viet Nam), Vadym Kaptur (Ukraine), Almaz Tilenbaev (République kirghize) et Blanca Gonzalez (Espagne), qui représentaient les six régions.

Rapport final

Le présent rapport final sur la **Question 2/1 “Technologies d’accès large bande, y compris les IMT, pour les pays en développement”** a été élaboré sous la direction du Rapporteur pour cette Question, Luc Missidimbazi (République du Congo), et de cinq Vice-Rapporteurs nommés, Philip Kelley (Alcatel-Lucent International, France), Tharalika Livera (Sri Lanka), Turhan Muluk (Intel Corporation, Etats-Unis d’Amérique), Laboni Patnaik (Etats-Unis d’Amérique) et Yuki Umezawa (Japon). Le Rapporteur et les Vice-Rapporteurs ont par ailleurs bénéficié de l’assistance des coordonnateurs de l’UIT-D et du secrétariat des commissions d’études de l’UIT-D.

ISBN

978-92-61-22592-6 (Version papier)

978-92-61-22602-2 (Version électronique)

978-92-61-22612-1 (Version EPUB)

978-92-61-22622-0 (Version Mobi)

Le présent rapport a été établi par de nombreux experts provenant de différentes administrations et entreprises. 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.



Avant d’imprimer ce rapport, pensez à l’environnement.

© ITU 2017

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l’accord écrit préalable de l’UIT.

Table des matières

Préface	ii
Rapport final	iii
Résumé	ix
Introduction	ix
1 CHAPITRE 1 – Questions d’ordre général	1
1.1 Facteurs qui influent sur le déploiement efficace des technologies d’accès large bande filaires et hertziennes et de leurs applications	2
1.2 Incidence des technologies d’accès large bande sur les populations mal desservies, y compris les personnes handicapées	4
1.3 Incidence du large bande sur les universités et le développement des centres d’innovation	6
1.4 Les TIC dans l’éducation – Technologies d’accès large bande	7
2 CHAPITRE 2 – Les technologies d’accès large bande	10
2.1 Les technologies d’accès large bande et leur évolution future	10
2.1.1 Considérations relatives au déploiement du large bande: technologie filaire ou technologie hertzienne	10
2.1.2 Comparaison des réseaux large bande mobile et d’accès fixe	14
2.1.3 Technologies filaires d’accès au large bande	15
2.1.4 Accès large bande au moyen des systèmes de services fixes satellitaires	21
2.1.5 Tendances futures	22
2.2 Modalités de la mise en oeuvre des IMT, à l’aide de liaisons de Terre et par satellite	26
2.3 Les systèmes IMT évolués	27
2.3.1 LTE évolués	28
2.3.2 « Wireless MAN Advanced »	33
2.3.3 Composante satellite des IMT évolués	34
2.3.4 Au-delà des IMT évolués: les IMT-2020	35
2.3.5 Conclusions	36
3 CHAPITRE 3 – Déploiement de l’accès large bande	38
3.1 Méthodes relatives à la planification du passage aux technologies d’accès large bande et à la mise en oeuvre de ces technologies, compte tenu des réseaux existants	38
3.2 Principes de politique	40
3.3 Evolution des diverses technologies d’accès large bande en termes de déploiement, de services offerts et de considérations touchant à la réglementation	41
3.3.1 Difficultés liées au déploiement des NGA	41
3.3.2 Evolution des réseaux large bande à travers la société en réseau	42
3.3.3 Principales considérations pour fournir le large bande dans les zones rurales	43
3.3.4 Réglementations des réseaux de prochaine génération	44
3.3.5 Petites cellules pour le déploiement du large bande dans les zones rurales	44
3.4 Principaux éléments à étudier pour faciliter un éventuel déploiement de systèmes intégrant les composants satellites et de Terre des IMT	46
3.5 Convention d’interconnexion transfrontalière en fibre optique	47
3.6 Comment les compagnies d’électricité peuvent participer à la construction des réseaux FTTH à fibres optiques	50

4	CHAPITRE 4 – Conclusions et recommandations générales	52
	Abbreviations and acronyms	54
	Annexes	60
	Annex 1: Country experiences	60
	Annex 2: Impact of broadband on universities and the development of innovation centers	108
	Annex 3: Definition of broadband	110
	Annex 4: Other ITU Sector Relevant Recommendations and Reports	113
	Annex 5: Information on satellite component of IMT-Advanced	121

Liste des tableaux, figures et encadrés

Tableaux

Tableau 1: scénarios de réseau d'accès (ANT)	17
Tableau 2: Principales technologies PON et leurs propriétés	19
Tableau 3: Avantages des principales caractéristiques des LTE évoluées	30
Table 1A: Annual growth in number of GSM users	79
Table 2A: Key to Figure 5A	84
Table 3A: Sub-location population 2G coverage	85
Table 4A: Sub-location population 3G coverage	86
Table 5A: Registered technologies in broadband rollout by operators and the Government of Rwanda	95

Figures

Figure 1: Evolution des technologies filaire et hertzienne en matière de débits théoriques de transmission en liaison descendante (1997-2010)	12
Figure 2: Evolution des technologies filaire et hertzienne en matière de débits théoriques de transmission en liaison descendante (2011-2015)	13
Figure 3: Configuration d'un réseau utilisant des femtocellules raccordées par satellite	27
Figure 4: Elévation du débit maximal offert par les LTE évoluées par rapport aux systèmes 3GPP antérieurs	29
Figure 5: Regroupement de plusieurs porteuses composantes (CC) dans les LTE évoluées	31
Figure 6: Multiplexage spatial mono-utilisateur maximal pris en charge par les LTE évoluées par comparaison à la version 8	31
Figure 7: Cellules métro et macrocellules	32
Figure 8: Améliorations de l'efficacité des amplificateurs de puissance (PA)	32
Figure 9: Mode coordonné multipoints	33
Figure 10: Nœuds relais (RN)	33
Figure 11: Evolution des appareils pour prendre en charge un plus grand débit	37
Figure 12: Prévisions concernant la croissance des abonnements mobiles par technologie	41
Figure 13: Solution technique pour la fourniture de services large bande dans les zones rurales/isolées	43
Figure 14: Volume du trafic des données mobiles par type d'application	44
Figure 15: Interconnexion entre la République Démocratique du Congo et le Gabon	48
Figure 16: Organisation fonctionnelle	50
Figure 1A: County-wide full view of planning example	70
Figure 2A: Rural broadband countryside application field	71
Figure 3A: Growth in number of users	80
Figure 4A: Growth in penetration rate	80
Figure 5A: Coverage pattern in Kenya's mobile networks services.	84
Figure 6A: 3G coverage and Fibre Routes	85
Figure 7A: ACE configuration diagram	93
Figure 8A: Rwanda trend in total internet Subscribers as of March 2015	96
Figure 9A: Internet penetration rate trend as of March 2015	96
Figure 10A: Status of the fixed/mobile telephone subscriptions and fixed/mobile broadband subscription	101
Figure 11A: Concept for integrated system	121
Figure 12A: System architecture for the satellite component of IMT-Advanced (Rep M2176-02)	123

Encadrés

Box 1: Case study	94
-------------------	----

Introduction

La Conférence Mondiale de Développement des Télécommunications (CMDT) de 2014 a maintenu les deux Commissions d'Études de l'UIT-D, dont chacune est chargée d'étudier des questions de télécommunication qui intéressent en particulier les pays en développement, notamment les questions visées au numéro 211 de la Convention de l'UIT. Les Commissions d'Études de l'UIT-D doivent observer strictement les numéros 214, 215, 215A et 215B de la Convention. Pour faciliter leurs travaux, les commissions d'études ont établi des groupes de travail, des groupes de rapporteurs et des groupes mixtes de rapporteurs chargés d'étudier des Questions ou des parties de Questions spécifiques.

La Commission d'Études 1 de l'UIT-D (CE 1) fournira aux pays en développement des éléments de compréhension sur les différentes technologies disponibles pour l'accès large bande utilisant les technologies filaires et de Terre applicables aux télécommunications de Terre et par satellite, y compris les télécommunications mobiles internationales (IMT). La CE 1 de l'UIT-D devra continuer de traiter les questions techniques que pose le déploiement des technologies d'accès large bande, y compris l'intégration de ces solutions de réseau d'accès dans les infrastructures de réseau actuelles et futures, de proposer des lignes directrices pour le développement de l'accès large bande, en tenant compte du fait que la normalisation des technologies d'accès large bande constitue une priorité du plan stratégique de l'Union Internationale des Télécommunications (UIT), et de donner suite aux initiatives de tous les pays en développement (comme l'ont proposé les six réunions préparatoires régionales (RPM) en vue de la Conférence Mondiale de Développement des Télécommunications).

Dans le cadre de la Question 2/1, qui est consacrée aux technologies d'accès large bande, y compris les télécommunications mobiles internationales (IMT), pour les pays en développement, il a été demandé que les questions suivantes soient étudiées:

- recenser les facteurs qui influent sur le déploiement efficace des technologies d'accès large bande filaires et hertziennes, y compris les techniques d'accès par satellite et leurs applications;
- étudier les technologies d'accès large bande et leur évolution future;
- déterminer des méthodes relatives à la planification du passage aux technologies d'accès large bande et à la mise en œuvre de ces technologies, compte tenu des réseaux existants, le cas échéant;
- examiner l'évolution des diverses technologies d'accès large bande en termes de déploiement, de services offerts et de considérations touchant à la réglementation;
- continuer à déterminer les modalités de la mise en œuvre des IMT, au moyen de liaisons de Terre et par satellite;
- mettre en évidence les principaux éléments à étudier pour faciliter un éventuel déploiement de systèmes intégrant les composantes satellites et de Terre des IMT;
- fournir des renseignements sur l'incidence concrète du déploiement de toutes les technologies d'accès large bande sur les populations mal desservies, y compris les personnes handicapées;
- fournir des renseignements sur les systèmes IMT évolués, sur la base des avis formulés par le Groupe de Travail 5D de la Commission d'Études 5 de l'UIT R et par les Groupes de Travail de la Commission d'Études 4 de l'UIT R.

Le rapport final de la Question 2/1 comprend les éléments ci-après: (i) une analyse des facteurs qui influent sur le déploiement efficace de toutes les technologies d'accès large bande et (ii) des directives pour le déploiement d'un accès large bande, y compris des séminaires de formation conformément au programme pertinent du Bureau de Développement des Télécommunications (BDT). Les méthodes de travail comprennent des appels à la soumission de contributions, des réunions de groupe, le

traitement des contributions, l'édition de divers rapports et la gestion des documents par le biais de la plateforme électronique mise en place par le BDT.

Origine des contributions:

- résultats des progrès techniques réalisés dans ce domaine au sein des commissions d'études concernées de l'UIT-R et de l'UIT-T, en particulier dans le cadre des Groupes de Travail 5D et 5A de la Commission d'Études 5 de l'UIT-R et des Groupes de Travail 4A, 4B et 4C de la Commission d'Études 4 de l'UIT-R, et dans le cadre de la Commission d'Études 15 (Question 1/15) et de la Commission d'Études 13 de l'UIT-T (Question 15/13);
- publications, rapports et recommandations de l'UIT sur les technologies d'accès large bande;
- rapports pertinents d'organisations nationales ou régionales de pays en développement et de pays développés;
- contributions portant sur l'expérience acquise dans la mise en oeuvre des réseaux concernés dans les pays développés et les pays en développement;
- contributions des Membres de Secteur sur le développement des technologies d'accès large bande filaires et hertziennes, y compris l'accès par le biais de systèmes à satellites;
- contributions pertinentes de fournisseurs de services et d'équipementiers;
- contributions et renseignements émanant des coordonnateurs du BDT relatifs au large bande et aux différentes technologies d'accès large bande;
- résultats et renseignements résultant de l'étude des Questions liées aux applications des TIC.

Compte tenu de tous ces facteurs, le présent rapport récapitule les résultats du travail effectué sur les éléments suivants:

- analyse des facteurs qui influent sur le déploiement efficace de toutes les technologies d'accès large bande.
- directives pour le déploiement de l'accès large bande, qui pourraient être proposées sous la forme de séminaires de formation, conformément au programme pertinent du BDT.

Cette restitution peut se résumer comme suit:

- examen de la question tenant compte des résultats de l'étude précédente;
- analyse de la situation, étayée par la prise en compte de différentes contributions des membres de l'UIT-D et abordées lors des réunions des commissions d'étude de l'UIT-D;
- examen des progrès technologiques et des modes de déploiement;
- examen des recommandations propices au développement du large bande, avec analyse des documents reçus, échanges et débats au sein du comité ou du groupe de travail.

1 CHAPITRE 1 – Questions d'ordre général

Définition du large bande

Il faut tout d'abord comprendre ce qu'est le « large bande », dans la mesure où il en existe différentes définitions formulées par l'UIT-R, l'UIT-T, la Commission sur le large bande et d'autres organismes, qui ne parviennent pas à trouver un consensus sur une seule et unique définition. L'absence de définition commune révisée commune n'a, pour l'instant, jamais entravé le travail de l'UIT. Certaines définitions font davantage référence au type de service à prendre en charge qu'à un débit de données spécifique. Voir **Annexe 3**.

La Global Connect Initiative¹

- Dans le monde d'aujourd'hui, l'accès à l'Internet et son utilisation pour les citoyens et les entreprises du monde entier sont essentiels pour le développement – à l'instar des routes, des ports, de l'électricité et d'autres infrastructures.
- Soixante pour cent de la population mondiale n'a pas accès au réseau Internet et 4,4 milliards de personnes vivent sans les avantages économiques et sociaux que l'Internet a apportés aux 3,2 milliards de personnes actuellement en ligne.
- L'Internet est l'un des principaux catalyseurs économiques du XXI^e siècle et, aujourd'hui, nous constatons que les avantages économiques de l'Internet glissent de plus en plus vers les pays en développement. Dans l'ensemble, l'économie de l'Internet représente près de 6 pour cent du PIB en moyenne dans les marchés développés, tandis que ce chiffre est inférieur dans les marchés en développement, dans la mesure où l'économie de l'Internet croît de 15 à 25 pour cent par an dans ces économies, selon certaines estimations. Les pays en développement enregistrent de surcroît 1,4 pour cent de croissance de leur PIB à chaque augmentation de 10 pour cent de la pénétration du large bande.

Dans cette optique, le Département d'Etat américain a lancé la Global Connect Initiative pour promouvoir et encourager les actions des principaux intervenants, notamment les gouvernements, l'industrie, la société civile et la communauté technique, pour permettre à 1,5 milliard de personnes supplémentaires d'être en ligne d'ici à 2020. Dans le cadre de cette initiative, chaque pays partenaire ou chaque partie prenante apporte ainsi ce qu'il est en mesure d'apporter pour nous rapprocher de ces objectifs, qu'il s'agisse des technologies d'infrastructure, des bonnes pratiques réglementaires ou de l'assistance financière ou technique.²

Il conviendrait d'observer que l'offre satellitaire est envisagée comme alternative de développement du Service Universel et d'autres services orientés développement.³

Les obligations qui incombent aux Etats pour ce qui concerne le développement des services de télécommunication universellement accessibles pour tous, dans un souci d'atteindre les objectifs de développement – y compris l'adoption du protocole Internet et d'une politique de déploiement du large bande dans le cadre de plans nationaux afin de proposer les services de voix, de vidéo et de données via la même plate-forme – les amènent vers des solutions par satellite qui permettront à un grand nombre de personnes sur le continent africain de bénéficier d'un accès, alors qu'ils ne nourrissaient jusque-là qu'un hypothétique espoir d'obtenir des services de télécommunication.

Malgré les efforts déployés par les Etats, l'Union Africaine des Télécommunications, l'Union Internationale des Télécommunications et les organisations non gouvernementales, les problèmes de l'accessibilité aux services persistent en milieu rural, en zones isolées ainsi que dans les petits pays en développement et les zones insulaires.

¹ Document 1/384, « The Global Connect Initiative », Etats-Unis d'Amérique.

² Idem.

³ Document 1/313, « Prise en compte de l'offre satellitaire comme alternative de développement du service universel et d'autres services orientés développement », République du Sénégal.

Ces dernières années, nous avons constaté une volonté manifeste et très dynamique des opérateurs satellitaires de rentrer dans la compétition sur le segment de la fourniture de services de télécommunications avec des propositions appréciables surtout dans le domaine des plateformes de télémédecine ou d'enseignement à distance (Learning Management System ou LMS).

Cette nouvelle donne répond à la préoccupation des Etats dont l'orientation stratégique en matière de télécommunications/TIC est de permettre un enseignement de qualité à distance à un nombre important de nouveaux bacheliers, la fourniture de services de télé-expertise, de télédiagnostic ou de téléconsultation à travers le réseau de télécommunications et l'offre de services financiers mobiles aux populations non bancarisées.

La solution satellitaire pourrait être une alternative, si l'on considère la nature des offres et propositions des opérateurs.

Le cadre réglementaire dans certains pays reste un obstacle pour l'exercice de ces offres qui ne laissent aucune composante du réseau de transmission et d'accès (backhauling, fronthauling et réseau d'accès). Cette situation constitue un frein pour l'exercice du service universel, qui tarde à prendre son envol dans bon nombre de pays en développement.

Les opérateurs de satellites de télécommunications gagneraient à proposer des services orientés coûts, afin de conquérir des parts de marchés dans un écosystème de haut débit ciblant les clients en zones rurales, en zones isolées et éligibles au Fonds de Développement du Service Universel de Télécommunications (FDSUT).

Les autorités gouvernementales et les régulateurs doivent se pencher sur une révision du cadre juridique permettant ainsi de renforcer davantage le principe de la neutralité technologique et d'examiner de manière approfondie l'offre de services des opérateurs satellitaires, qui peut être une solution alternative pour la desserte des territoires à accessibilité spécifique et pour la fourniture de ces services.

1.1 Facteurs qui influent sur le déploiement efficace des technologies d'accès large bande filaires et hertziennes et de leurs applications

Il existe plusieurs facteurs qui influencent le déploiement efficace des technologies d'accès large bande filaires et hertziennes et de leurs applications. On les classe généralement en deux catégories :⁴

Facteurs physiques

a) Pénétration des services mobiles

Bien que la pénétration des services mobiles soit supérieure à 100 pour cent dans de nombreux pays développés, la plupart des pays en développement n'ont pas encore atteint de tels niveaux. C'est une situation très préoccupante dans les zones rurales et isolées de ces pays. La pénétration des services mobiles permet d'établir une plate-forme initiale pour le déploiement du large bande, car elle fournit l'infrastructure de base et permet l'affectation des ressources nécessaires pour augmenter la faisabilité de ces déploiements.

b) Ecosystème des combinés

L'écosystème des combinés facilite le déploiement des technologies large bande, car les mesures incitatives mentionnées permettent aux opérateurs de déployer le large bande. Le soutien aux diverses technologies IMT dans les différentes bandes de fréquence est un facteur essentiel, car il alimente les facteurs de demande qui sont indispensables pour faciliter le déploiement.

⁴ Document 1/262, République socialiste démocratique de Sri Lanka.

c) Géographie

Les conditions géographiques, qui peuvent être difficiles, affectent le déploiement du large bande filaire, qui requiert parfois des modifications topographiques. Cela dit, le déploiement hertzien pourrait être lui aussi affecté compte tenu de la nécessité d'augmenter le nombre des stations de base nécessaires pour surmonter les obstacles d'ordre géographique.

Citons à titre d'exemple le cas du Sichuan,⁵ une province du sud-est de la Chine qui compte plus de 40 000 villages et régions minoritaires. Dans le comté de Pugh, « le dernier comté du pays à avoir eu accès au téléphone », les habitants bénéficient depuis 2015 d'un réseau large bande à fibre optique d'un débit de 100 Mbit/s. Ce changement a été rendu possible grâce à l'adoption par le Sichuan d'un mode d'innovation, « le large bande en zones rurales ». Au Sichuan, le mode d'innovation « le large bande en zones rurales » a permis de remédier aux problèmes liés aux coûts élevés et à la lenteur du développement des utilisateurs en recourant au guide de planification, à l'innovation technologique et au zonage. Le soutien du gouvernement et la coopération inter-entreprises atténuent les obstacles majeurs relatifs à l'investissement dans les réseaux optiques en zone rurale. La TVIP s'est révélée un bon exemple pour résoudre certains problèmes relatifs à l'intégration dans les zones urbaines et les zones rurales au Sichuan, dans la mesure où elle offre une passerelle intelligente pour résoudre des problèmes d'application en zone rurale.

Ces innovations ont résolu en partie la question du large bande et sont à l'origine d'« une nouvelle ère de réseau optique » en zone rurale. Il convient de signaler la bonne entente qui règne entre les entreprises, les utilisateurs et la société. Le système de « large bande en zones rurales » est un exemple réel de mise en œuvre issu des zones rurales et isolées.

d) Contraintes liées au spectre

Compte tenu du nombre élevé d'utilisateurs par rapport aux ressources limitées du spectre, particulièrement dans le réseau hertzien, le niveau de disponibilité des fréquences pour les technologies d'accès large bande hertziennes et leurs applications constitue un obstacle au déploiement du large bande. L'existence de stratégies visant à libérer des fréquences dans les bandes identifiées pour les IMT dans le Règlement des radiocommunications de l'UIT est essentielle à la réussite du développement et du déploiement du large bande.

Facteurs sociopolitiques

Les facteurs ci-après affectent le déploiement du large bande en limitant la demande, car ils contribuent à réduire la pénétration d'Internet et/ou des produits large bande:

a) Connaissance des contenus

Bon nombre des contenus disponibles sur Internet étant disponibles dans des langues comme l'anglais, l'espagnol ou le chinois mandarin, l'absence de maîtrise de ces langues conjuguée à l'absence de contenu local décourage les déploiements du large bande, dont l'Internet est le principal moteur.

b) Connaissance des TIC

La connaissance des TIC et la prédisposition culturelle au savoir numérique contribuent sous de multiples angles à la réussite de la pénétration des produits liés au large bande. Comparés aux pays développés, les pays en développement sont peu familiarisés avec les TIC, ce qui entrave la pénétration des services Internet.

c) Directives politiques

⁵ Document 1/206, « 'Rural Broadband' innovation mode, creating a new era of optical network in rural areas », République populaire de Chine.

Les feuilles de route numériques relatives au large bande fournissent un cadre favorable au succès de la pénétration des technologies d'accès ainsi qu'une approche collaborative pour la mise en œuvre de différentes technologies liées aux mécanismes d'accès filaires, hertzien et par satellite.

Par conséquent, pour réussir la mise en œuvre de technologies large bande, les facteurs énumérés ci-dessus doivent être pris en compte en vue d'adopter les mesures incitatives permettant de réduire les obstacles qu'ils soulèvent.

Comme le montre le cas du Sri Lanka,⁶ plusieurs actions actuellement en cours illustrent le rôle des facteurs sociopolitiques. L'initiative e-Sri Lanka vise à faire en sorte que Sri Lanka ait le gouvernement le plus connecté à sa population et à accroître la qualité de vie de tous les citoyens en leur donnant accès à des services publics, des possibilités d'apprentissage et des informations de meilleure qualité. Les personnes malentendantes ou malvoyantes, qui sont plus de 100 000 à Sri Lanka, peuvent bénéficier d'un « Projet d'aide aux personnes handicapées », dans le cadre duquel des « livres numériques parlants » utilisant une nouvelle suite d'applications d'accessibilité en langue locale ont été mis en place. Un autre projet mis en œuvre dans le cadre de l'initiative e-Sri Lanka concerne l'accès au centre d'information du gouvernement grâce à un numéro court depuis n'importe quel endroit à Sri Lanka, afin d'obtenir des informations. Ces deux projets ont été récompensés lors de l'édition 2009 des World Summit Awards (WSA), initiative mondiale qui sélectionne et encourage les meilleurs contenus et applications électroniques du monde. L'une des idées mises en œuvre a consisté à créer une société électronique où des communautés d'agriculteurs, d'étudiants et de petits entrepreneurs sont raccordées à des moyens d'information, d'apprentissage et de commerce. On s'est appuyé, pour ce faire, sur des télécentres/centres de connaissances appelés Nenaselas (de « nena » qui signifie connaissance et « selas » qui signifie magasins), qui sont présents sur l'ensemble du territoire et permettent à de nombreuses personnes qui n'ont même parfois jamais vu un ordinateur d'acquérir facilement des compétences dans les domaines de l'informatique, de l'Internet et des technologies de l'information.⁷

Les opérateurs fixes et mobiles ont travaillé en partenariat avec le Ministère de l'Éducation et la Telecommunications Regulatory Commission du Sri Lanka (TRCSL) pour raccorder les laboratoires TIC des principales écoles de Colombo, la capitale, et de sa banlieue au réseau LTE 4G haut débit et au réseau à fibre de l'île. Grâce à cette initiative, les élèves ont à tout moment accès à l'Internet à des fins éducatives en utilisant les autoroutes de l'information.

En outre, plusieurs portails hébergeant des contenus éducatifs sont parrainés par des opérateurs de télécommunication. Par exemple, le portail de cyberapprentissage Guru.lk propose des contenus éducatifs répartis en trois grandes catégories: School (école), Professional (formation professionnelle) et Lifestyle (mode de vie). La catégorie « Guru School » couvre environ 60 pour cent du programme scolaire, la catégorie « Professional » porte sur la formation professionnelle (par exemple, préparation aux examens du secteur bancaire) et la catégorie « Lifestyle » propose des cours portant par exemple sur la beauté, la culture, la cuisine, le yoga, etc.

1.2 Incidence des technologies d'accès large bande sur les populations mal desservies, y compris les personnes handicapées

Comme indiqué au **paragraphe 1.1**, des facteurs physiques et sociologiques entravent le déploiement des technologies large bande. Les répercussions suivantes sont visibles à cet égard.

a) Egalisation de l'accès aux connaissances et à l'éducation

Par comparaison aux pays développés, les pays en développement se caractérisent par une disparité plus forte en termes d'accès aux ressources affectées à l'éducation et au partage des connaissances. En donnant accès à des ressources virtuelles au moyen des technologies large bande, le déploiement

⁶ Document SG1RGQ/138, « Le large bande à Sri Lanka », République socialiste démocratique de Sri Lanka.

⁷ <http://www.icta.lk>.

du large bande fournit aux nations en développement une plate-forme leur permettant de réduire ces disparités.

b) Niveau de vie

L'accès à des connaissances appartenant à d'autres domaines de savoir permet aux habitants des pays en développement d'améliorer leur niveau de vie par déduction ou imitation des comportements existant dans les pays développés. Le déploiement du large bande offre à toutes les strates d'une communauté l'égalité d'accès et la possibilité de participer à cette modernisation et d'en tirer les bénéfices.

c) Démocratie numérique

Les plates formes fonctionnent grâce aux réseaux large bande, ce qui rend possible le partage des contenus et des idées et permet aux citoyens ordinaires de faire connaître leurs opinions au sujet des activités gouvernementales et non gouvernementales. Avec l'ampleur prise par les contenus des médias alimentés par les utilisateurs, la démocratie a gagné le numérique, contribuant ainsi à l'émancipation des citoyens à la faveur du développement des technologies d'accès large bande.

d) Inclusion

L'inclusion numérique et l'inclusion financière sont autant d'aspects de l'inclusion devant être améliorés dans les pays en développement, ce qui peut être réalisé grâce à un développement judicieux des technologies large bande. Comme nous l'avons expliqué précédemment, le déploiement du large bande jette les bases indispensables à la mise au point et l'exploitation d'applications qui permettent de combler l'écart entre les pays développés et les pays en développement.⁸

Le Plan « eMisr » est un plan national en faveur du large bande qui vise à rendre les services large bande accessibles au plus grand nombre en Egypte.⁹ Ce plan comporte deux étapes: la première prendra fin en 2018 et la seconde, en 2020. Les principaux objectifs stratégiques du plan pour le large bande sont de déployer des infrastructures de télécommunication de haute qualité, de créer, directement ou indirectement, des possibilités d'emploi, d'accroître la productivité des entités gouvernementales moyennant la mise en place de plates-formes TIC modernes et d'utiliser des applications TIC innovantes pour améliorer la qualité de vie des habitants en s'appuyant sur les réseaux large bande. eMisr propose ainsi différentes orientations stratégiques afin de répondre aux besoins de l'Egypte en matière de large bande. Dans cette mesure, il vise à améliorer l'accès aux services large bande dans toute l'Egypte, y compris dans les régions mal desservies.

De la même façon, au Rwanda, l'accès au large bande a permis de lever les obstacles au développement et a radicalement modifié les modalités de prestation des services.¹⁰ Il a également entraîné une hausse de la productivité et un élargissement de l'accès au savoir, offrant ainsi de meilleures perspectives aux habitants du pays.

Le pays est divisé en quatre provinces, dont chacune est subdivisée en quatre strates: districts (au nombre de 30), secteurs (au nombre de 416), cellules (au nombre de 2 148) et villages (au nombre de 14 837). Le Gouvernement du Rwanda a mis au point une stratégie visant à encourager l'accès au large bande dans les entités administratives subalternes (districts et secteurs, cellules et villages), afin que tous les habitants du pays bénéficient de l'égalité d'accès aux services large bande.

⁸ Document 1/262, République socialiste démocratique de Sri Lanka.

⁹ Document SG1RGQ/63, « Plan national pour le large bande ('eMisr'): de la planification à la mise en œuvre », République arabe d'Egypte.

¹⁰ Document 1/165, « Accès au large bande au Rwanda », République du Rwanda.

1.3 Incidence du large bande sur les universités et le développement des centres d'innovation

Le Congo connaît un développement notable des infrastructures de télécommunication visant à étendre l'accès large bande à l'ensemble des groupes professionnels ou sociaux et des citoyens.¹¹ Le programme, mené ces deux dernières années dans les universités et les centres de formation, a permis de créer des centres d'innovation et des incubateurs technologiques dans lesquels de nombreux jeunes gens ont pu élaborer leurs projets grâce à l'accès large bande à des centres universitaires ou communautaires, ce qui a grandement facilité l'utilisation de TIC et le développement de programmes de formation avancés.

Cette contribution montre l'incidence du déploiement d'infrastructures de télécommunication sur les conditions de travail des étudiants et la façon dont le développement d'initiatives technologiques permet aux jeunes d'avoir accès au large bande.

Développement du large bande au Congo

Le Congo a lancé un vaste plan de déploiement des infrastructures sur l'ensemble du territoire national. Ce déploiement a permis de lancer des projets à l'université et de créer ainsi des incubateurs. Ces programmes, soutenus par l'autorité de régulation (Agence de Régulation des Postes et des Communications Électroniques), visent à fournir aux jeunes des espaces d'expression professionnels.

Le large bande a donc permis les éléments suivants:

- création dans l'université d'un centre d'innovation en technologie et services;
- création de deux incubateurs (Yekolab et BantuHub);
- mise en œuvre du programme de Télé-éducation avec des universités.

Programme Universitaire d'Innovation en Télécommunications et Services

Le Programme Universitaire d'Innovation en Télécommunications et Services (PUITS), initié par l'Agence de Régulation des Postes et des Communications Électroniques (ARPCE) et mis en œuvre par le projet CAB (Réseau dorsal d'Afrique centrale), est cofinancé par la Banque mondiale et par le régulateur ARPCE. Le projet a pour objectif de contribuer à l'amélioration de l'environnement de travail des enseignants et des étudiants de l'Université Marien NGOUABI (UMNG), plus spécialement l'École Nationale Supérieure Polytechnique, et de favoriser les échanges entre le monde universitaire et l'entreprise.

En dehors des activités universitaires, la plate-forme a hébergé, avec le même objectif de formation et de sensibilisation, diverses autres activités, à savoir:

- Janvier 2015: Initiation des étudiants de Master 1 et 2 à la création de blogs dans le but de les préparer au concours du meilleur blogueur organisé par l'association PRATIC;
- Février 2015: Initiation à l'Internet d'une équipe de cinq (5) agents de la Scolarité de l'Université; et
- Mars 2015: Atelier d'apprentissage et de formation sur le DNSSEC (Domain Name System Security Extensions) organisé par l'ARPCE.

Par ailleurs, le programme permet aux chercheurs, aux enseignants et aux étudiants d'utiliser l'Internet dans le cadre de leur travail grâce à une connexion Internet large bande gratuite.

¹¹ Document 1/266, « Impact du large bande à l'université et au développement des centres d'innovation », République du Congo.

1.4 Les TIC dans l'éducation – Technologies d'accès large bande

Le rôle du large bande dans l'éducation s'articule autour des principaux objectifs énumérés ci-après.

a) Accès aux contenus

L'accès à des contenus pertinents est le principal obstacle à surmonter du point de vue physique, mais aussi du point de vue numérique, dans le domaine qui exploite la technologie du large bande. Les contenus concernent aussi bien les livres scolaires que les fournisseurs de contenus tels que les enseignants.

b) Accès aux ressources

L'accès aux ressources constitue une priorité qui mérite une attention suffisante. Bien que le large bande fournisse une base sur laquelle il est possible de construire des portails informatiques de partage de savoirs et de connaissances, il est nécessaire de disposer d'ordinateurs, de portables et de tablettes permettant de distribuer le contenu généré.

c) Inclusion

La génération de contenus et la distribution des ressources favorisent l'inclusion et la réduction des inégalités entre le monde développé et le monde en développement.

Une des priorités des TIC en matière d'éducation est de prendre en compte les besoins et les possibilités de diffusion des demandeurs de contenus, regroupés en trois grandes catégories:

- enseignement primaire et secondaire;
- enseignement professionnel; et
- enseignement supérieur.

Dans les pays en développement, l'accès aux contenus locaux est essentiel pour réussir à bâtir un système éducatif efficace à l'aide des technologies large bande. Toutefois, il faut analyser soigneusement les besoins spécifiques du secteur de l'éducation, car ils jouent un rôle déterminant dans la création d'un système éducatif. La planification de la largeur de bande nécessaire pour les téléchargements et du temps de réponse sont des facteurs qui requièrent une assistance afin que le déploiement d'un accès large bande permette la création d'un système éducatif efficace.

Il existe plusieurs initiatives qui visent à sensibiliser au potentiel de la société de l'information en ayant recours aux technologies disponibles. Qualcomm Wireless Reach a lancé divers programmes à cet effet, tels que le programme StoveTrace qui montre comment les téléphones mobiles peuvent contribuer à faire évoluer les objectifs économiques, de santé et environnementaux des personnes et des communautés.¹² Les appareils à faible coût et les applications gratuites permettent aux communautés isolées d'accéder aux informations et aux personnes, dans le monde entier. Le programme Wireless Heart Health (2011) est un autre exemple; il encourage la prévention et la gestion des maladies cardiovasculaires dans les communautés rurales chinoises, en collaboration avec les réseaux de soins.¹³ Wireless Heart Health est plus particulièrement destiné aux médecins et aux patients ruraux. Ce système se compose d'un smartphone doté de trois capteurs d'ECG intégrés et d'une plate-forme de Dossiers Médicaux Électroniques (DME) qui permettent d'accéder instantanément aux dossiers des patients, y compris aux informations d'ECG.

d) Technologies d'accès large bande

Différentes technologies d'accès large bande¹⁴ peuvent être utilisées au service des « TIC dans l'éducation » (techniques hertziennes de Terre, fibre optique, câble, satellite, etc.). Les technologies d'accès

¹² Document SG1RGQ/374, « India – Stove Trace Case Study », Qualcomm Inc, Etats-Unis d'Amérique.

¹³ Document SG1RGQ/376, « Wireless Heart Health: China Case Study », Qualcomm Inc, Etats-Unis d'Amérique.

¹⁴ Document 1/176, « Les TIC dans l'éducation – Technologies d'accès large bande », Intel Corporation Etats-Unis d'Amérique.

fixe au large bande ne sont pas très répandues dans les pays en développement, par comparaison avec les pays développés, ce qui explique l'importance des technologies sans fil. Les principaux facteurs qui déterminent la méthode à utiliser pour avoir accès à l'Internet sont l'existence d'un accès, son efficacité et son coût. D'autres technologies large bande hertziennes de Terre peuvent servir à connecter les écoles en l'absence de techniques fixes. Le large bande par satellite est utile pour desservir les zones isolées ou faiblement peuplées. Lorsque des lignes téléphoniques existent déjà dans une école, il est parfois possible d'utiliser un service de ligne d'abonné numérique (DSL), qui peut être offert sans investissement supplémentaire dans les infrastructures (autre qu'un modem DSL). Les autres solutions faisant appel au large bande fixe sont par exemple les connexions par câble coaxial ou par fibre optique, mais elles ne sont souvent ni réalisables ni financièrement abordables dans nombre de pays en développement.

De nombreux pays connectent au large bande les écoles et autres établissements d'enseignement pour faciliter l'utilisation des TIC dans l'éducation. Même si la situation diffère selon les pays, le plus important est d'élaborer un programme national d'utilisation des TIC dans l'éducation et un plan visant à relier toutes les écoles au large bande. Il arrive que soient fixées des cibles précises et mesurables pour les débits de données, par exemple installer dans toutes les écoles des connexions à un débit de 10 Mbps d'ici 5 ans, à un débit de 50 Mbps d'ici 10 ans, et ainsi de suite. Ainsi, aux Etats-Unis, dans le cadre du projet « ConnectED Initiative »,¹⁵ qui vise à connecter toutes les écoles à l'ère du numérique, selon la volonté du Président Obama, l'objectif est de connecter toutes les écoles à un débit minimal de 100 Mbps, en s'efforçant d'atteindre un débit de 1 Gbps. En Afrique du Sud, la Stratégie nationale pour le large bande (National Broadband Policy)¹⁶ a pour objectif de connecter 50 pour cent des écoles à un débit de 10 Mbps d'ici à 2016, 80 pour cent des écoles à un débit de 100 Mbps avant 2020 et 100 pour cent des écoles à un débit de 1 Gbps à l'horizon 2030.

Idéalement, les pays cherchent à doter toutes les écoles et les autres établissements d'enseignement d'un accès large bande par fibre optique, mais cette tâche prendra des années dans les pays en développement. C'est pourquoi il serait judicieux de mettre en place un programme de transition progressive. Par ailleurs, il faut tenir compte du fait que les zones rurales et isolées auront besoin de technologies satellitaires. Le débit de données détermine le choix de la technologie d'accès au large bande. Les écoles de grande taille situées en zone urbaine et comptant beaucoup d'élèves ont besoin de davantage de largeur de bande que les petites écoles en zone rurale. Par ailleurs, la disponibilité des différents types d'accès au large bande n'est pas la même en zone rurale et en zone urbaine. Au départ, en l'absence de fibre optique, on peut utiliser les technologies xDSL, hertziennes ou satellitaires existantes pour connecter les écoles. En outre, une largeur de bande insuffisante limitera l'utilisation de certaines applications éducatives comme l'apprentissage à distance.

L'apprentissage sur mobile est une composante importante du cyberapprentissage (Les TIC dans l'éducation). A cet égard, grâce aux technologies d'accès mobile au large bande, il est possible de dispenser en permanence un enseignement hors du cadre scolaire. On peut compter aujourd'hui sur les réseaux 3G et 4G et les réseaux IMT-2020 (5G)¹⁷ pourront jouer à l'avenir un rôle de premier plan dans l'apprentissage sur mobile. La généralisation des réseaux d'accès mobile large bande dans les pays en développement constitue en outre un avantage de taille.

Il est par ailleurs important d'établir à l'avance une carte de l'accès large bande dans le pays, pour évaluer les technologies à disposition dans les différentes régions et élaborer en conséquence un plan pour la fourniture de connexions large bande à des fins éducatives.

L'utilisation croissante de la vidéo en continu et de la formation interactive en ligne nécessitent de renforcer la capacité et les débits de données. De plus, lorsque les élèves sont nombreux et que plusieurs cours ont lieu simultanément, un grand nombre d'utilisateurs se trouvent en concurrence

¹⁵ President Obama's Plan for Connecting All Schools to the Digital Age: https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/docs/connected_fact_sheet.pdf.

¹⁶ <http://www.dtps.gov.za/documents-publications/broadband.html?download=90:broadband-policy-gg37119>.

¹⁷ Les IMT-2020 font référence aux travaux en matière de normalisation de la 5G menés à l'UIT.

pour obtenir de la largeur de bande. C'est pourquoi les écoles ont besoin de connexions large bande à très haut débit.

Les technologies d'accès large bande WLAN sont également utiles pour amener le large bande en salle de classe et donner accès à l'Internet à chaque élève et à chaque enseignant (au moyen de tablettes ou autres) dans le périmètre de l'école et sur les campus universitaires. Les technologies et les normes de réseau hertzien local (WLAN) évoluent en permanence pour fournir davantage de capacité et assurer des débits de données plus élevés (IEEE 802.11ac, IEEE 802.11ad, etc.). La norme IEEE 802.11ac fonctionne dans la bande des 5 GHz, la norme IEEE 802.ad, dans la bande des 60 GHz, toutes deux assurant des débits de données pouvant atteindre 7 Gbps. Comme on le constate dans le cadre de l'initiative « Connecter une école, connecter une communauté », ce ne sont pas seulement les élèves, mais aussi les habitants des environs qui peuvent se connecter au large bande dans les écoles, ce qui rend nécessaire de disposer d'une plus grande capacité et de meilleures possibilités de distribution avec les nouvelles technologies d'accès large bande WLAN. Par ailleurs, de nombreuses universités offrent gratuitement des services WiFi à leurs étudiants et enseignants grâce aux technologies d'accès WLAN.

2 CHAPITRE 2 – Les technologies d'accès large bande

2.1 Les technologies d'accès large bande et leur évolution future

Une connexion large bande de qualité se caractérise par les paramètres suivants :^{18,19}

- Haut débit – Le réseau doit fournir les données à un rythme élevé.
- Faible latence – Le réseau doit se caractériser par un temps d'attente minime.
- Grande capacité – Le réseau doit fournir une « quantité » de données qui satisfait les attentes des clients.
- Grande fiabilité – Le réseau doit subir peu de pannes.
- Economique et évolutif – Le réseau doit être rentable pour ce qui est de son déploiement, de sa maintenance et de sa modernisation.
- Adaptation aux évolutions de la demande.

2.1.1 Considérations relatives au déploiement du large bande: technologie filaire ou technologie hertzienne

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.^{20,21}

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. Par exemple, GSMA Intelligence prévoit entre 2014 et 2019 une multiplication par dix du trafic mondial de données mobiles, dont le principal moteur serait une croissance prévisionnelle de 66 pour cent par an des vidéos à la demande.²² Toutefois, l'utilisation ou non du réseau hertzien comme technologie d'accès est une question plus complexe.²³

Le [Rapport 2016 de GSMA Intelligence](#) indique également qu'en 2015, la croissance du mobile se concentrait de plus en plus sur les pays en développement: plus de 90 pour cent du milliard supplémentaire de nouveaux abonnés mobiles prévus d'ici 2020 seraient issus des marchés en développement. Le nombre de connexions par smartphone devrait augmenter de 2,6 milliards d'ici 2020 et, là encore, environ 90 pour cent de cette croissance proviendrait des régions en développement.

Les vitesses varient grandement de moins de 1 Mbit/s à plus de 1 Gbit/s, en fonction de l'équipement, de la configuration et de la distance. Selon beaucoup d'experts, le LTE 4G a un fonctionnement proche de la limite théorique de l'efficacité spectrale.

¹⁸ Document 1/188, Qualcomm Inc (Etats-Unis d'Amérique).

¹⁹ Voir aussi [Rapport sur la Q25/2](#) de la période d'études de l'UIT-D 2010-2014.

²⁰ Le texte de la **Section 2.1.1** est largement repris du Manuel LMH, vol. 5, sur les systèmes BWA (document [RGQ25/2/2](#), « Liaison Statement to ITU-D Study Group 2 (copy to WP 5A) Revision to Supplement 1 Handbook – Deployment of IMT-2000 Systems- Migration to IMT-Systems », ITU-R Study Groups – Working Party 5D), avec des modifications de forme.

²¹ Voir aussi page 22 du [Rapport sur la Q25/2](#) de la période d'études de l'UIT-D 2010-2014.

²² Source: « [The Mobile Economy](#) » 2015; GSMA Intelligence, 2015 et « [The Mobile Economy](#) »; GSMA Intelligence, 2016

²³ Pour des informations plus détaillées, voir le [Rapport sur la Q25/2](#) de la période d'études de l'UIT-D 2010-2014.

En l'absence de bandes de fréquences supplémentaires ou de l'impossibilité pour ce spectre de fournir des débits considérablement plus élevés, les opérateurs hertziens construisent de plus en plus de tours de réseaux dorsaux à fibres optiques pour répondre aux besoins large bande de leurs clients.

Un certain nombre de facteurs limitent la qualité du service large bande d'un réseau sans fil mais n'ont, en revanche, aucun impact sur les réseaux large bande filaires. Le manque de bandes de fréquences limite notamment la vitesse et la capacité. De plus, les conditions météorologiques et les obstacles, tels que le terrain, atténuent le signal sans fil limitant ainsi la disponibilité et réduisant la fiabilité. Enfin, la vitesse du réseau est fonction du nombre d'utilisateurs et de la proximité de ces utilisateurs du pylône de transmission hertzienne. Ces facteurs empêchent de faire évoluer, de manière rentable, les technologies hertziennes vers des débits plus élevés.

Les différents réseaux mobiles utilisant les technologies 2G, 3G et 4G continueront de fournir des services mobiles en parallèle pendant encore longtemps dans le même pays,²⁴ et chaque réseau aura besoin de ses propres fréquences pour offrir le meilleur service aux utilisateurs existants, qui passeront d'un réseau à un autre pour obtenir les services dont ils ont besoin, en fonction de la couverture assurée par le réseau et du type de service requis (voix ou données). Les techniques mobiles évoluent en permanence de façon à offrir des transmissions à des débits de données encore plus élevés mais, malheureusement, le nombre de bornes cellulaires n'a pas augmenté aussi rapidement que le débit de transmission des données, entraînant ainsi une dégradation de la qualité de service perçue. Pour remédier à ce problème, il faudra peut-être mettre en place davantage de bornes cellulaires, mais il faudra avant tout accroître la quantité de fréquences et améliorer l'efficacité de leur utilisation pour gérer les données à l'aide des nouvelles technologies LTE.

Les réseaux hertziens de première génération et de deuxième génération étaient utilisés avant tout pour les services vocaux alors que les réseaux 3G et les réseaux 4G sont axés sur la transmission de données et le large bande mobile. Les réseaux IMT-2020 continueront de privilégier le large bande mobile mais devraient offrir également des scénarios d'utilisation beaucoup plus diversifiés. Les technologies IMT-2020 pourraient offrir de nouvelles applications et de nouveaux services aux pays développés comme aux pays en développement. Certaines des applications IMT-2020 pourraient revêtir beaucoup plus d'importance pour les pays en développement, par exemple les systèmes de transport intelligents, les applications de cybersanté, l'éducation, les réseaux intelligents, l'agriculture, etc.

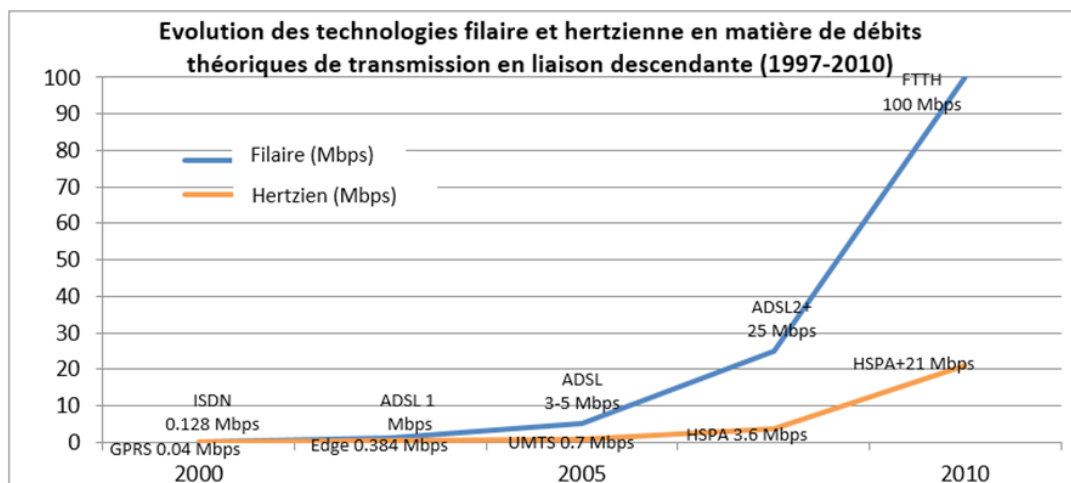
Le remplacement de l'équipement (dispositif d'accès) chez l'abonné n'est jamais chose facile, principalement pour des raisons financières et en raison du fait que l'abonné a du mal à se séparer de son dispositif d'accès pour le remplacer par un nouvel équipement qui pourra prendre en charge les technologies large bande de prochaine génération.²⁵ Le passage des réseaux existants aux réseaux NGN revient à passer de réseaux « MRT » à des réseaux « IP ». Si l'on considère les parties « domaine de réseau d'accès » et « domaine de réseau central », il convient d'appliquer la procédure de transition en premier lieu à l'un de ces domaines. Il est généralement admis qu'il est plus facile d'élaborer un plan de transition pour le « domaine de réseau central » que pour le « domaine de réseau d'accès », la transition des réseaux centraux ayant moins d'effet sur la fourniture des services que la transition des domaines de réseau d'accès. Le passage progressif aux réseaux NGN peut comporter plusieurs étapes: d'abord, la mise à niveau du réseau central qui comprend le remplacement des routeurs et des commutateurs puis, deuxième étape, l'introduction du sous-système du réseau central multimédia IP ou d'un sous-système analogue pour les services multimédias, et ensuite le passage à la couche du réseau de transport IP, et la modernisation de la boucle locale au niveau de l'utilisateur. Bon nombre de ces changements toutefois peuvent s'opérer simultanément.

²⁴ Documents 1/189, « Evolution in mobile broadband networks, for its consideration in the reports », Telefon AB – LM Ericsson (Suède), et document 1/359, « Importance of 5G for Developing Countries », Intel Corporation (Etats-Unis d'Amérique).

²⁵ Document SG1RGQ/90, « Developing regulatory framework in the context of Next Generation Networks (NGN) in Nepal », Autorité des télécommunications du Népal (NTA), République fédérale démocratique du Népal.

Il convient de tenir compte des performances et des capacités des technologies hertziennes par rapport à la solution filaire envisagée, de savoir s'il existe déjà des infrastructures filaires disponibles et de déterminer les tendances actuelles en matière de technologie filaire. Signalons notamment que les réseaux câblés se sont toujours caractérisés par des capacités et des débits de transmission plus élevés. La **Figure 1** montre, entre 2000 et 2010, l'évolution des débits moyens et la supériorité constante de la technologie filaire sur la technologie hertzienne.

Figure 1: Evolution des technologies filaire et hertzienne en matière de débits théoriques de transmission en liaison descendante (1997-2010)

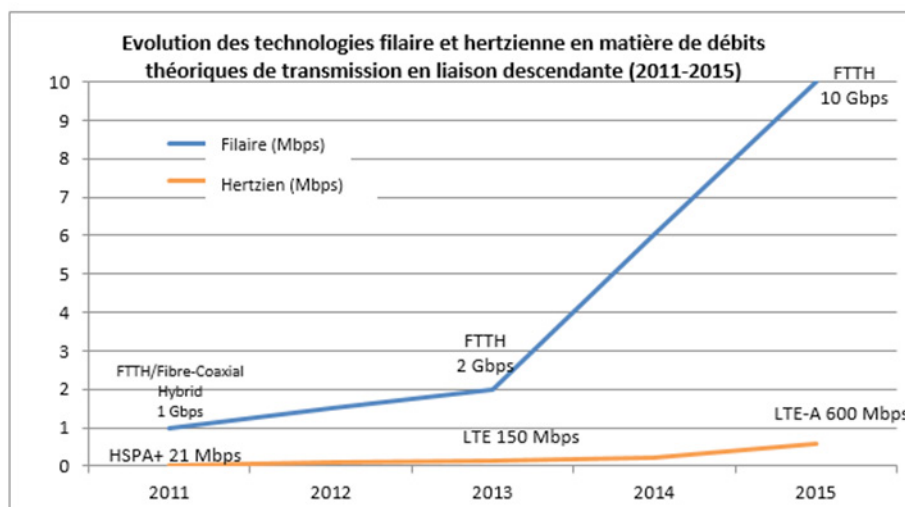


Depuis 2010, les technologies filaires ont maintenu leur avance sur les technologies hertziennes, comme le montre la **Figure 2**. Un accès gigabinaire à l'Internet par connexion filaire est en cours d'implantation par un fournisseur qui a lancé depuis décembre 2014 une bande passante de 10 Gbps.²⁶ La technologie LTE-Advanced, maintenant commercialisée dans plus de 30 pays, s'appuie sur des largeurs de bande de 600 Mbps, alors que les recherches en cours devraient permettre d'atteindre des vitesses de transmission avoisinant 1 Gbps.²⁷

²⁶ « US Internet, Fiber to the Home – Plans and Prices for Residences », sur <http://fiber.usinternet.com/plans-and-prices/plans-for-the-home/>.

²⁷ « Ericsson, Ericsson and Qualcomm Deliver LTE Category 11 Smartphone Experience in Live Demonstration with Telstra », 26 février 2015, à l'adresse: <http://www.ericsson.com/thecompany/press/releases/2015/02/1897731>; Frank Royal, « Raising the Stakes in 3.5 GHz: LTE-Advanced Achieves 1 Gbps », 22 juin 2014, à l'adresse: <http://frankroyal.com/2014/06/22/raising-the-stakes-in-3-5-ghz-lte-advanced-achieves-1-gbps/>.

Figure 2: Evolution des technologies filaire et hertzienne en matière de débits théoriques de transmission en liaison descendante (2011-2015)



Dans le monde actuel, les câbles sous-marins sont essentiels pour la vie économique et le tissu social – ils sont les voies internationales par lesquelles passent l'Internet mondial. Ils constituent une infrastructure de communication critique sur laquelle transitent 98 pour cent du trafic international de l'Internet, des données, des vidéos et téléphonique.²⁸ En comparaison, les câbles sous-marins éclipsent les satellites pour ce qui est des communications internationales et n'ont pas d'égal en termes de fiabilité, de vitesse, de volume de trafic et de faible coût.²⁹

Bien que la plupart des systèmes BWA offrent actuellement un débit allant jusqu'à 5 Mbit/s, comparable à celui que fournissent à de nombreux utilisateurs les services de base DSL ou de câblomodem, la capacité globale des systèmes hertziens est généralement inférieure à celle des systèmes filaires.³⁰ 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 fournissant d'ores et déjà aux particuliers ou aux entreprises des vitesses de transmission comprises entre 200 Mbit/s et 1 Gbit/s au moyen des services de câblomodem de prochaine génération, des techniques DSL à très haut débit (VDSL) ou des réseaux à fibres optiques (notamment pour assurer des services tels que les vidéos à ultra-haute définition 4K et 8K); la question est de savoir si la technologie hertzienne pourra offrir de tels débits?³¹ 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, tout en réduisant le nombre d'utilisateurs. 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 ultra haute définition 4K (3 840 x 2 160 pixels): ils requièrent un débit constant de 15 à 25 Mbit/s, avec lequel un abonné utiliserait à peu de chose près la totalité de la capacité du secteur d'une cellule.³² Même si

²⁸ Document SG1RGQ/314, « Submarine cables in Africa », (Orange (France)).

²⁹ Voir aussi page 22 du Rapport sur la Q25/2 de la période d'études de l'UIT-D 2010-2014.

³⁰ WiMax Forum FAQ, à l'adresse: <http://www.wimaxforum.org/FAQRetrieve.aspx?ID=62698>.

³¹ Commission sur le large bande, « La situation du large bande en 2014: le large bande pour tous », Figure 3, p. 17 (septembre 2014), à l'adresse: <http://www.broadbandcommission.org/documents/reports/bb-annualreport2014.pdf>.

³² UIT, « Télévision ultra haute définition: à l'aube d'une nouvelle ère. L'UIT va élaborer des Recommandations sur les normes pour la TVUHD », 24 mai 2012, à l'adresse http://www.itu.int/net/pressoffice/press_releases/2012/31-fr.aspx#.V8flk49OLIV; « Sony, Do Sony 4K Ultra HD TVs support 4K streaming content? », 23 février 2015, à l'adresse [https://us.en.kb.sony.com/app/answers/detail/_id/45145/c/65,66/kw/internet speed for 4k](https://us.en.kb.sony.com/app/answers/detail/_id/45145/c/65,66/kw/internet%20speed%20for%204k); Comcast, « Ultra High Definition (HD) Sample App FAQs », 6 mars 2015, à l'adresse <http://customer.xfinity.com/help-and-support/cable-tv/uhd-smart-tv>; Netflix, « Internet Connection Speed Recommendations », à l'adresse <https://help.netflix.com/en/node/306>.

les utilisateurs de téléphones mobiles ne regardent pas en ligne de longs métrages haute définition, de nombreuses applications (éducation, réseaux sociaux, visioconférence, télé-médecine) recourent fréquemment aux vidéos.³³ Toutefois, conscients des capacités plus limitées des réseaux hertziens, de nombreux opérateurs de téléphonie mobile imposent des limites de téléchargement ou se servent d'autres outils pour empêcher l'encombrement du réseau.

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. Mais cela présuppose l'existence d'une connexion filaire à Internet (par exemple, DSL).³⁴

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.

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 ».³⁵

Le passage aux IMT-2020 devrait permettre de bénéficier de débits de données plus élevés (1 à 20 Gbit/s), de moins de temps d'attente et de la capacité nécessaire pour activer l'Internet des objets (IoT), de nouveaux modèles de services et des expériences d'immersion totale pour les utilisateurs.³⁶

Les IMT-2020 permettent également une connectivité hertzienne plus rapide et plus efficace, mais cette fois-ci, la capacité de traitement informatique entre aussi en jeu. Les trois principaux scénarios d'utilisation sont les suivants: (1) le large bande mobile amélioré; (2) des communications ultra-fiables et à faible latence et (3) des communications de type machine massives.

2.1.2 Comparaison des réseaux large bande mobile et d'accès fixe

Pour une comparaison complète des technologies de réseaux large bande mobile et d'accès fixe, des points de vue technique et financier, se reporter au « Rapport sur la mise en oeuvre d'infrastructures évolutives de télécommunication/TIC pour les pays en développement: aspects techniques, économiques et politiques ».³⁷

³³ <http://4americas.org>, Beyond LTE: Enabling the Mobile Broadband Explosion, 13 août 2014, à l'adresse: http://www.4americas.org/files/7514/1021/4070/Beyond_LTE_Enabling_Mobile_Broadband_Explosion_August_2014x.pdf.

³⁴ For more information on Femtocells see pages 23-25 of the Report Q25/2 ITU-D study period 2010-2014.

³⁵ Extrait du Volume 5 du Manuel LMH sur les systèmes BWA (Document 25/2/4).

³⁶ Document SG1RGQ/359, « Importance of 5G for Developing Countries », Intel Corporation (Etats-Unis d'Amérique).

³⁷ Document SG1RGQ/229, « Updated Report on implementation of evolving telecommunication/ICT infrastructure for developing countries: technical, economic and policy aspects », BDT Focal Point for Question 1/1 modifié en janvier 2017, Full Report on implementation of evolving telecommunication/ICT infrastructure for developing countries: technical, economic and policy aspects, 2016.

2.1.3 Technologies filaires d'accès au large bande

Au sein de l'UIT-T, l'étude et l'élaboration de Recommandations relatives au transport dans les réseaux d'accès – réseaux des locaux – sont effectuées par plusieurs commissions d'études différentes (CE 5, 9, 13, 15 et 16). L'UIT-R et les autres organismes de normalisation, forums et consortiums sont aussi actifs dans ce domaine et la Commission d'Études 15 a été désignée comme commission d'études directrice et coordinatrice sur les réseaux domestiques à des fins de coordination.³⁸

Elle continue de repousser les limites de la capacité des réseaux sur le « dernier kilomètre » (c'est-à-dire la partie entre le commutateur et les locaux de l'abonné), qui est toujours essentiellement en fils de cuivre. La vectorisation VDSL2 permet d'atteindre des débits d'accès de 250 Mbit/s, et avec la prochaine version de la technologie DSL (G.fast), le débit passera la barre de 1 Gbit/s grâce à l'utilisation conjuguée des fonctionnalités les plus performantes des réseaux optiques et de la technologie DSL.

En outre, la Commission d'Études 15 de l'UIT-T élabore des normes relatives aux technologies FTTH (fibres jusqu'au domicile) en accès partagé, également connues sous le nom de « réseaux optiques passifs » (PON). Les réseaux PON constituent une avancée décisive vers les réseaux tout optique et permettent aux opérateurs, en les dispensant de l'acquisition d'éléments de réseau actifs onéreux, de réaliser des économies appréciables. La série de normes sur les réseaux optiques passifs de 10 gigabits (XG-PON) est la série de normes la plus récente de l'UIT-T consacrée aux réseaux PON et permet d'atteindre des débits d'accès pouvant aller jusqu'à 10 Gbit/s.

En s'appuyant sur les méthodologies de scénarios mises au point pour l'Infrastructure mondiale de l'information (GII), un ensemble de scénarios ont été développés pour le transport dans le réseau d'accès (ANT):

- 1) fourniture d'un service vocal/vidéo/données sur l'infrastructure existante;
- 2) fourniture de services vocaux/données/vidéo sur réseaux en câble utilisant le RNIS LB;
- 3) utilisation d'ADSL ou de VDSL pour fournir la largeur de bande vidéo sur des paires en fils de cuivre;
- 4) scénario d'accès en fibre;
- 5) accès hertzien;
- 6) accès assuré par satellite;
- 7) exemple d'accès à l'Internet;
- 8) power Line Transmission (PLT);

Les scénarios servent de références pour la corrélation avec la matrice de normes relatives à l'ANT pour l'extraction rapide d'applications spécifiques (XNI, CATV, etc.). Le **Tableau 1** présente l'analyse de ces scénarios en fonction des éléments suivants: 1) les services, 2) le réseau principal, 3) le réseau d'accès, 4) le réseau des locaux du client et 5) le flux d'informations. Les caractéristiques soulignées à l'intérieur des limites en gras indiquent les attributs qui permettent de faire la distinction entre les différents scénarios.

Ce tableau démontre clairement que les principaux attributs qui permettent de distinguer les scénarios 1 à 6 sont les technologies de transport utilisées dans le réseau d'accès, c'est-à-dire, respectivement la télévision câblée (scénarios 1 et 2), l'ADSL/HDSL, la fibre, la radio et le satellite. Dans le scénario 1a), la DSB/radiodiffusion par voie hertzienne de Terre est également incluse comme moyen de distribution vidéo.

³⁸ Extrait des publications de la CE 15 de l'UIT-T: « Réseaux d'accès hertzien à large bande et réseaux domestiques », <http://www.itu.int/pub/T-ITU-HOME-2011>.

Les scénarios 1 et 2 sont différents en ce sens que le réseau central utilise l'infrastructure existante, c'est-à-dire RTPC/RNIS-BE (RNIS à bande étroite), tandis que dans le dernier, le réseau central est le RNIS-LB.

Le scénario 7 illustre l'accès Internet qui est quelque peu différent des autres scénarios qui fournissent des services de voix/données et vidéo.

Dans son rôle de commission d'études directrice, la CE 15 de l'UIT-T publie et assure la mise à jour régulière des documents relatifs au transport dans le réseau d'accès (ANT), au réseau électrique intelligent et au transport dans le réseau domestique (HNT) (programmes de travail et aperçu), notamment un aperçu des activités de normalisation existantes et en cours qui donne une idée des évolutions futures au sein de l'UIT et dans d'autres organisations de normalisation. L'**Annexe 4** comporte plus de détails à ce sujet.

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).

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. Une version révisée de cette Recommandation a été publiée en 1991: elle décrivait les principes fondamentaux des aspects large bande d'un réseau numérique à intégration de services (RNIS-LB) et signalait des améliorations supplémentaires en matière de capacités du RNIS. 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 déploiement du RNIS n'a cessé de ralentir.³⁹ Avec une vitesse de 128 kb/s, il est remplacé par des technologies plus rapides et dont l'installation est moins coûteuse.⁴⁰ Aujourd'hui, le RNIS est principalement utilisé par les stations de radio et les studios d'enregistrement. Aux Etats-Unis, la société Verizon a annoncé en 2013 qu'elle interrompait les commandes de services RNIS dans le nord-est du pays.^{41, 42}

Le réseau large bande filaire – DSL

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 la rapidité du développement et de la commercialisation de la ligne d'abonné numérique (DSL au départ « boucle d'abonné numérique ») comme technologie filaire large bande.⁴³ 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 du [Rapport sur la Q25/2](#) (période d'études de l'UIT-D 2010-2014) avec les normes relatives aux modems téléphoniques et au RNIS, ainsi qu'avec la norme G.fast, nouvellement adoptée.

³⁹ Leslie Stimson, « *Expect Verizon ISDN Changes in May* », Radio World (avril 2013), <http://www.radioworld.com/article/expect-verizon-isdn-changes-in-may/219126>.

⁴⁰ « *The Future of ISDN Voice Over Recording* », Audio Concepts (juin 2014), <http://hearaudioconcepts.com/the-future-isdn-recording>.

⁴¹ Thomas Ray, « *Verizon No Longer Taking Orders for ISDN Service in Northeast Starting May 18* » (mars 2013), <http://www.talkers.com/2013/03/28/verizon-no-longer-taking-orders-for-isdn-service-in-northeast-starting-may-18/>.

⁴² Pour en savoir plus, voir page 27 du [Rapport sur la Q25/2](#) de la période d'études de l'UIT-D 2010-2014.

⁴³ Pour en savoir plus, voir pages 27-29 du [Rapport sur la Q25/2](#) de la période d'études de l'UIT-D 2010-2014.

Tableau 1: scénarios de réseau d'accès (ANT)

	Scénario 1	Scénario 2	Scénario 3	Scénario 4	Scénario 5	Scénario 6	Scénario 7
Services	a) Voix/Données sur réseau de télécommunication et b) Vidéo par câble, par voie hertzienne ou par DSB c) Voix/Données/Vidéo sur câble bidirectionnel	a) Voix/données sur réseau de télécommunication et vidéo par câble b) Voix/données/vidéo sur câble bidirectionnel	Voix/données & vidéo sur ADSL/VDSL	Voix/données & vidéo sur réseau fibre	a) Téléphonie sans fil/voix/données sur réseau de télécommunication et vidéo par câble b) Voix/données/vidéo par voie hertzienne c) Radiodiffusion audionumérique et vidéo numérique	RNIS-LB, Internet et téléphonie mobile par satellite	a) Données sur Internet b) Voix/vidéo et/ou données sur Internet
Réseau central	Infrastructure existante (RTPC/RNIS-BE) ou NGN (Rec. Y-2012)	RNIS-LB ou NGN (Rec. Y-2012)	RNIS-LB ou NGN (Rec. Y-2012)	RNIS-LB ou NGN (Rec. Y-2012)	RNIS-BE ou RNIS-LB ou NGN (Rec. Y-2012)	RNIS-LB ou Existant (RNIS-BE) ou NGN (Rec. Y-2012)	a) POTS/FR/ATM b) Dorsal ATM ou NGN (Rec. Y-2012)
Réseau d'accès	a) Réseau de distribution par câble unidirectionnel b) Réseau de distribution par câble bidirectionnel c) DSB/radiodiffusion par voie hertzienne de Terre dans le 1a)	Réseau de distribution par câble unidirectionnel Réseau de distribution par câble bidirectionnel DSB/radiodiffusion par voie hertzienne de Terre dans le 1a)	ADSL/VDSL	Fibre (fibre jusqu'au trottoir/domicile)	Réseau hertzien pour Voix/Données Câble pour a) vidéo	Satellite	a) ADSL/VDSL b) RTPC/RNIS, HFC, PON c) Accès hertzien fixe
Numéro de l'appelant acheminé (CPN)	Unité d'accès téléviseur, PC, téléphone	Unité d'accès téléviseur, PC, téléphone	Unité d'accès téléviseur, PC, téléphone	Unité d'accès téléviseur, PC, téléphone	Unité d'accès téléviseur, PC, téléphone, téléphone mobile	Unité d'accès téléviseur, PC, téléphone	Unité d'accès téléviseur, PC, téléphone
Flux d'informations	a) Transmission de signaux vidéo sur un réseau de distribution par câble unidirectionnel, retour via RTPC/RNIS				Hertzien bidirectionnel	Satellite bidirectionnel	

Note: Scénario 8, la transmission par courants porteurs en ligne (PLT) devra être ajoutée dès que les détails seront disponibles. Les sigles (par exemple, ADSL, VDSL) désignent généralement la famille de mises en œuvre connexes, et non une norme donnée.

G.fast est une recommandation de la commission d'Études 15 de l'UIT-T conçue pour répondre aux clients qui ne cessent de demander des services de transmission de données de débit toujours plus élevé, un accès Internet haut débit et d'autres services novateurs.

Le réseau large bande filaire – DOCSIS

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, DOCSIS3.1, regroupe jusqu'à huit canaux entre le réseau et le terminal. Elle est conçue pour permettre aux opérateurs multiservices d'offrir aux abonnés des vitesses d'accès allant jusqu'à 10 Gbit/s.^{44,45}

Le réseau large bande filaire – FTTx

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 nœud). 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 nœud, la terminaison de réseau optique est située dans un nœud de réseau actif desservant des dizaines, voire des centaines d'abonnés, via les boucles locales TWP existantes.

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. Un réseau optique passif (PON) comporte une fibre qui relie un point à plusieurs points répartis dans l'architecture en réseau des locaux et dans laquelle on trouve des répartiteurs optiques qui fonctionnent selon les principes d'angle de Brewster permettant à une seule fibre optique de desservir plusieurs locaux, généralement 32 à 128 et plusieurs terminaisons de réseau optique – en général jusqu'à 256 utilisateurs d'extrémité – se partagent une seule et même connexion à fibres optiques jusqu'au réseau qui généralement se subdivise au niveau d'un nœud de réseau passif.⁴⁶ Un réseau optique passif se compose d'une terminaison de ligne optique (OLT) au bureau central (CO) du fournisseur de services et d'un certain nombre d'unités de réseau optique (ONU) chez les utilisateurs d'extrémité. Une configuration de PON requiert moins de fibre et d'équipements CO que les architectures de point à point.⁴⁷

Les réseaux optiques passifs gigabitaires (GPON) et les réseaux optiques passifs (EPON) sont deux normes qui ouvrent la voie à de nouvelles opportunités pour les vendeurs et les opérateurs. Les grands vendeurs ont ajouté la technologie PON à leurs portefeuilles de services d'accès large bande et les opérateurs, dans le monde entier, ont fait part d'un grand intérêt dans le déploiement de

⁴⁴ CableLabs, Spécifications de l'interface du service de transmission de données par câble, DOCSIS 3.1, Caractéristiques d'interface pour les protocoles de la couche MAC et des couches supérieures, page 49, à l'adresse: <http://www.cablelabs.com/wp-content/uploads/specdocs/CM-SP-MULPlv3.1-I06-150611.pdf>.

⁴⁵ Pour en savoir plus au sujet de DOCSIS, voir page 29 du *Rapport sur la Q25/2* de la période d'études de l'UIT-D 2010-2014.

⁴⁶ UIT-T, Recommandation UIT-T G.989.1, Réseaux optiques passifs de 40 Gbit (NG-PON2): spécifications générales, page 12.

⁴⁷ UIT-T, Recommandation UIT-T G.989.1, Réseaux optiques passifs de 40 Gbit (NG-PON2): spécifications générales, page 11.

cette technologie, associée au VDSL (fibre jusqu'à l'armoire de répartition, FTTC) ou en tant qu'accès résidentiel (fibre jusqu'au domicile, FTTH). Les trois normes de PON principales sont le BPON (PON large bande), le GPON et l'EPON. Le BPON et son successeur le GPON sont des recommandations de l'UIT-T soutenues par le groupe de travail RASC (Réseau d'Accès à des Services Complets), un comité constitué de vendeurs et d'opérateurs. EPON est une option de l'Institut des ingénieurs en électricité et en électronique (IEEE), développée dans le cadre de l'initiative EFM (Ethernet sur le premier kilomètre). Sachant que les opérateurs encouragent la normalisation GPON par l'intermédiaire du groupe de travail RASC, la norme GPON reflète les besoins des opérateurs de manière plus directe que la norme EPON. Bien que ces trois systèmes fonctionnent selon le même principe, ils comportent plusieurs différences, tel qu'illustré dans le **Tableau 2**.

Tableau 2: Principales technologies PON et leurs propriétés

Caractéristique	EPON	BPON	GPON	XG-PON	NG-PON2
Norme	IEEE 802.3ah	UIT-T G.983	UIT-T G.984	UIT-T G.987	UIT-T G.989
Protocole	Ethernet	ATM	Ethernet, TDM		
Débit (Mbps)	1 250 / 1 250 ascen- dant, codage 8b10b	622 descendant/ 155 ascendant	2 488 descendant/ 1 244 ascendant	10 Gbit/s (descendant)	40 Gbit/s (descendant)
Portée (Km)	10	20	20		
Taux de révision	16	32	64		

En grande majorité, les systèmes PON déployés aujourd'hui sont des systèmes PON à multiplexage TDM (c'est-à-dire B-PON, E-PON et G-PON). Ils fonctionnent quasiment tous sur une seule fibre, le multiplexage par répartition en longueur d'onde (WDM) étant utilisé pour assurer une transmission bidirectionnelle. On a parfois recours à une troisième longueur d'onde dans le flux descendant pour les services de diffusion vidéo. D'autre part, le déploiement du WDM-PON (multiplexage par répartition en longueur d'onde – réseau optique passif) est très limité. Les coûts du WDM-PN demeurent très élevés par rapport au TDM-PON pour la diffusion à grande échelle de services de longueurs d'ondes dédiés. Le WDM et le WDM-PON hybride devraient jouer un rôle accru dans les systèmes PON de la prochaine génération, à l'avenir.

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. Un résumé des principales normes UIT-T FTTx est présenté dans le tableau sur la page 30 du [Rapport sur la Q25/2](#) (période d'études de l'UIT-D 2010-2014). Il conviendra de le compléter avec la norme ci-dessous :⁴⁸

UIT-T G.989.x:	Réseaux optiques passifs de 40 Gbit (NG-PON2)*
*UIT, systèmes et supports de transmission, systèmes et réseaux numériques, UIT-T G.989.1, UIT-T G.989.2, disponible à l'adresse suivante: https://www.itu.int/rec/T-REC-G/fr .	

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.

⁴⁸ Pour en savoir plus au sujet de FTTX, voir aussi les pages 29-30 du [Rapport sur la Q25/2](#) de la période d'études de l'UIT-D 2010 2014.

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.

L'UIT-T s'est récemment attaqué à ce problème et a élaboré les Recommandations de la série G.99xx. Les principales Recommandations UIT-T qui servent de normes pour les réseaux domestiques sont résumées dans le tableau sur la page 31 du [Rapport sur la Q25/2](#) (période d'études de l'UIT-D 2010-2014). Il conviendra de le compléter avec les normes indiquées ci-dessous.

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.9973:	Protocole d'identification de la topologie du réseau domestique
UIT-T G.9979:	Mise en œuvre du mécanisme générique de la norme IEEE 1905.1a-2014 pour inclure les Recommandations UIT-T applicables
UIT-T G.9980:	Réseaux intérieurs télégestion d'équipements des locaux client sur des réseaux large bande

Consulter dans l'**Annexe 4** les documents de l'UIT qui peuvent fournir des références utiles sur les systèmes filaires,⁴⁹ technologies hertziennes d'accès au large bande, y compris les IMT.

Les différents types de technologies d'accès au large bande

« 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 œuvre 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) ». ⁵⁰

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. Pour en savoir plus au sujet des normes de la Recommandation UIT-R M.1801, voir page 32 du [Rapport sur la Q25/2](#) (période d'études de l'UIT-D 2010-2014).

Des informations supplémentaires relatives aux IMT et aux IMT évoluées figurent dans les paragraphes 2.2 et 2.3. Pour découvrir l'expérience du Kenya dans l'utilisation des technologies IMT et IMT évoluées pour faciliter les services à large bande au Kenya,⁵¹ voir l'**Annexe 1**. La Recommandation UIT-R M.1450 contient les « Caractéristiques des réseaux locaux hertziens à large bande », et les paramètres

⁴⁹ Pour en savoir plus au sujet des réseaux domestiques, voir page 31 du [Rapport sur la Q25/2](#) de la période d'études de l'UIT-D 2010-2014.

⁵⁰ LMH-BWA.

⁵¹ Document [SG1RGQ/290](#), « Rural connectivity through subsidies and spectrum fees waiver: The Kenyan experience », République du Kenya.

techniques ainsi que des informations sur les normes et les caractéristiques opérationnelles des réseaux RLAN. Pour en savoir plus au sujet des normes de la Recommandation UIT-R M.1450 et les annexes connexes, voir page 33 du [Rapport sur la Q25/2](#) (période d'études de l'UIT-D 2010-2014).

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. Pour plus d'informations au sujet de l'utilisation des différents types de tailles de cellules ainsi que des mesures prises pour la croissance rapide du trafic hertzien, voir les pages 49 et 50 du [Rapport sur la Q25/2](#) (période d'études de l'UIT-D 2010-2014).

2.1.4 Accès large bande au moyen des systèmes de services fixes satellitaires

La technologie de télécommunication satellite accélère la disponibilité des services large bande à haut débit, y compris dans les pays en développement, les pays les moins avancés, les pays sans littoral, les pays insulaires et les pays dont l'économie est en transition.⁵² Ce rapport présente les caractéristiques techniques et opérationnelles des systèmes de services fixes satellitaires (FSS) qui facilitent la production en masse d'équipements terminaux chez les usagers à des prix abordables pour la fourniture du large bande haut débit, ainsi que des exemples de leur mise en oeuvre, notamment l'accès large bande à haut débit au moyen de petits terminaux d'utilisateur et le fait que les systèmes existants disposent de tailles de stations terriennes variées, conçues également pour d'autres applications et utilisant différentes bandes de fréquences.

L'accès large bande par FSS a été déployé sur les bandes fréquences attribuées de 4/6 GHz, 11/14 GHz et 20/30 GHz. De nouveaux systèmes sur la bande 40/50 GHz attribuée devraient également bientôt être déployés. Si cette technologie est particulièrement bien adaptée pour atteindre les zones qui ne sont pas ou qui sont mal desservies, le développement initial s'est fait dans la plupart des régions industrialisées. Afin de promouvoir des déploiements dans des régions moins développées, le présent Rapport propose un résumé de l'environnement réglementaire et des technologies propices, ainsi qu'un recueil d'études de cas à utiliser comme références.

Architectures système

Deux topologies système sont disponibles, pouvant chacune prendre en charge deux architectures. Dans la première topologie, en étoile, chaque terminal est connecté à une « station de base » par le biais de la liaison satellite. En général, dans cette topologie, le trafic est beaucoup plus important des stations de base vers chacun des terminaux (liaison aller) que depuis chacun des terminaux vers les stations de base (liaison retour). C'est la raison pour laquelle les stations de base seront équipées d'antennes plus grandes pour accepter des gains plus élevés pour les bandes plus larges transmises. La taille de l'antenne terminale repose sur la quantité de largeur de bande souhaitée pour la liaison retour et peut utiliser des antennes à très petites ou ultra petites ouvertures, tel que décrit au § 6.1. Dans la deuxième technologie, la technologie maillée, tout terminal communique avec n'importe quel autre terminal directement via le satellite. Il n'y a aucune station de base et toutes les stations terriennes fonctionnent ainsi sur des liaisons montantes et descendantes de conception similaire.

⁵² Rapport UIT-R M.2361.

Quelle que soit la topologie, une option architecturale consiste à ce que chaque utilisateur ait son propre terminal à petite ouverture (VSAT) ou sa propre nanostation (USAT) (par exemple, service de réception directe chez le particulier). Dans la deuxième option, on a recours à des antennes de stations terriennes « communautaires » et à une distribution de Terre locale. Associée à chaque « communauté » locale, chaque station terrienne locale fonctionnerait avec un système radioélectrique de Terre équipé pour desservir un certain nombre d'utilisateurs dans un rayon d'environ 3 km. Le nombre d'utilisateurs pouvant être desservis à tout moment dépendrait des débits binaires utilisés et des facteurs d'activité de leurs connexions. Ce choix architectural peut également être mis en oeuvre sans VSAT ou USAT, ni technique des faisceaux ponctuels décrite au § 5.

Considérations d'ordre réglementaire

Le déploiement avantageux des progrès technologiques est possible en encourageant un environnement réglementaire transparent et clair. Les systèmes satellites sont des projets coûteux et qui présentent des risques élevés, et qui ne sont possibles que lorsque des politiques sont mises en place pour faciliter ces charges inhérentes et apporter une certaine certitude aux opérateurs. Les administrations doivent réfléchir à la manière dont ils assurent l'entrée sur le marché et définir des règles claires sur la manière de procéder. En créant ce genre de régime, le large bande satellitaire peut être un complément important des services large bande de Terre, et permettre d'atteindre les personnes qui vivent dans des régions qui ne sont pas ou qui sont mal desservies.

Il convient, pour l'entrée sur le large bande de Terre sur le marché, de tenir compte d'un fait important, à savoir la possibilité de déployer, de manière ubiquitaire, chaque station avec le minimum de charges réglementaires. Comme nous l'avons vu dans la section précédente, une option architecturale consiste pour chaque utilisateur à être équipé de son propre VSAT ou USAT. Il convient alors de mettre en place un système d'autorisation des stations de Terre qui permet de déployer économiquement et d'autoriser l'utilisation de grandes quantités de ces types de stations de Terre et de leurs équipements connexes.

Enfin, et c'est capital, l'attribution de bandes de fréquences FSS doit faire l'objet d'un cadre de protection. Pour les applications large bande, une grande largeur de spectre doit être disponible dans un environnement dans lequel les interférences sont très limitées. Il convient d'être particulièrement vigilant lors de l'étude des systèmes de partage du spectre susceptibles d'influer sur la capacité à exploiter ces applications de manière économique et de permettre le développement de ces utilisations afin de répondre à la demande de la clientèle.

2.1.5 Tendances futures

Au cours des prochaines années, le principal moteur du déploiement du large bande devrait être la demande croissante de données. Comme l'indique le **paragraphe 2.1.1**, GSMA Intelligence prévoit une multiplication par dix du volume du trafic mondial des données mobiles entre 2014 et 2019.⁵³ Cisco annonce une croissance du même ordre de grandeur, avec un trafic mensuel de données mobiles passant de 2,5 exaoctets fin 2014 à 24,3 exaoctets fin 2019.⁵⁴ Pour ce qui est du large bande fixe, les avancées technologiques (nuage, applications interactives, vidéo ultra haute définition et partage de vidéos) et la demande croissante sont également les moteurs de l'extension des réseaux de prochaine génération.⁵⁵ Malgré le volume réduit des transmissions individuelles concernées, le nombre considérable de dispositifs utilisés pour l'Internet des objets et les communications M2M devrait aussi amplifier la demande sur les réseaux large bande. L'ensemble de ces facteurs laissent entrevoir une augmentation de la consommation de données en grandes quantités (vidéos, applications

⁵³ « The Mobile Economy » 2015; GSMA Intelligence, 2015.

⁵⁴ Cisco, « Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update 2014-2019 White Paper » (3 février 2015), à l'adresse: http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/collateral/service-provider/visual-networking-index-vni/white_paper_c11-520862.html.

⁵⁵ Fibre Systems, The rise of gigabit broadband in Europe, hiver 2015, à l'adresse: <http://www.fibre-systems.com/feature/rise-gigabit-broadband-europe>

interactives) ainsi qu'un nombre massif de transmissions relativement petites, comme c'est souvent le cas avec les communications M2M.

A Madagascar, le déploiement du large bande se heurte à des difficultés⁵⁶ liées à l'éloignement des fournisseurs de matériel, à la superficie de l'île et aux délais nécessaires à la construction des réseaux. L'existence du projet Backbone n'a pas permis de résoudre toutes ces difficultés, d'où la décision de l'autorité de régulation d'apporter son aide à cette opération. Les derniers textes adoptés vont dans cette direction. Consciente de sa situation géographique, l'île de Madagascar (1 500 km de long par 500 km de large) a fourni des efforts pour relier les principales villes, où se situent les grands secteurs d'activité (industrie, banque et tourisme). Ces villes étant séparées par des distances de dizaines, voire de centaines de kilomètres, les opérateurs ont toujours eu du mal à les connecter. La topographie de la plus grande partie de l'île ne permettant pas d'utiliser les liaisons hyperfréquences, un opérateur a déployé 8 000 km de câble à fibres optiques, dont l'Etat détient 34 pour cent. Le déploiement du large bande dans un pays dépend en partie des moyens utilisés pour « transporter » les informations d'un point à un autre. L'existence et l'utilisation d'un réseau de transport prédominant peut être la clé de son expansion. Les tendances futures à Madagascar sont présentées dans l'expérience du pays, qui figure en **Annexe 1**.

Large bande fixe

Les réseaux large bande de prochaine génération

Les réseaux large bande de prochaine génération, qui sont élaborés et déployés depuis près de dix ans, devraient être de plus en plus implantés et utilisés pour des services actuellement en plein essor. Par exemple, Singapour est en train de se doter d'une infrastructure de nuage informatique en vue de devenir une « nation intelligente ». ⁵⁷ Singapour affirme que, pour y parvenir, elle a besoin d'une connectivité large bande haute vitesse d'envergure internationale au sein du pays, ainsi que de connexions à très haut débit avec les grandes villes au-delà de ses frontières. ⁵⁸ Elle est donc en train de déployer un Réseau Large Bande de Prochaine Génération (RLBPG) qui devrait abriter un écosystème dynamique d'informatique en nuage. ⁵⁹

Le RLBPG est un réseau en fibre optique à ultra haute vitesse qui devrait fournir au pays une vitesse d'accès large bande de 1 Gbit/s ou plus. ⁶⁰ L'Infocomm Development Authority (IDA) de Singapour affirme que l'omniprésence d'un réseau large bande à ultra haute vitesse présentant un excellent rapport coût/efficacité, outre l'accélération de la vitesse de téléchargement et de mise en ligne, jettera les bases de nouveaux services qui amélioreront l'efficacité opérationnelle des entreprises, tels que le « logiciel en tant que service » et d'autres services de l'informatique en nuage, l'assistance à distance (très gourmande en largeur de bande) et la collaboration en ligne. ⁶¹ L'IDA soutient que les entreprises seront capables d'utiliser des applications telles que la visioconférence haute définition et les plates-formes collaboratives en temps réel pour communiquer avec des employés se trouvant à leur domicile ou sur des sites éloignés, mais aussi avec des partenaires et des clients potentiels aux quatre coins du monde. ⁶²

⁵⁶ Document 1/142, « La régulation au service du développement du large bande », République de Madagascar.

⁵⁷ Infocomm Development Authority (IDA), Cloud Computing in Singapore: Driving Innovation, at 2, 2015, [https://dl.dropboxusercontent.com/u/66814130/Cloud%20Computing%20in%20Singapore%20Booklet/2015%20edition/Cloud%20Computing%20in%20Singapore%20\(2015%20Edition\).pdf](https://dl.dropboxusercontent.com/u/66814130/Cloud%20Computing%20in%20Singapore%20Booklet/2015%20edition/Cloud%20Computing%20in%20Singapore%20(2015%20Edition).pdf).

⁵⁸ Id. at 6.

⁵⁹ Id.

⁶⁰ iDA, « Next Gen NBN », à l'adresse: <http://www.ida.gov.sg/Tech-Scene-News/Infrastructure/Wired/Next-Gen-NBN>.

⁶¹ iDA, « Next Gen NBN, For Enterprises », à l'adresse: <http://www.ida.gov.sg/Tech-Scene-News/Infrastructure/Wired/Next-Gen-NBN/For-Enterprises>

⁶² Id.

Outre Singapour, d'autres opérateurs déploient les réseaux de prochaine génération, notamment les suivants:

- Bell Canada a investi plus de 1 milliard de dollars canadiens (770 millions USD) pour équiper Toronto d'un service Internet de 1 Gbit/s, et prévoit depuis l'été 2015 d'étendre ce service à d'autres villes de l'Ontario, du Québec et des provinces de l'Atlantique.⁶³ La société a affirmé que le déploiement de la fibre optique ferait de Toronto « une ville intelligente de renommée internationale » et qu'il permettrait à des entreprises de toute taille « d'augmenter leurs activités et leur production » et « d'attirer des investissements et des emplois ».⁶⁴
- Swisscom, qui a lancé en 2014 un service Internet de 1 Gbit/s au moyen de son réseau FTTH (fibre jusqu'au domicile), a remarqué que la télévision haute définition, l'informatique en nuage et les visioconférences incitent les particuliers et les entreprises à adopter le large bande ultra rapide.⁶⁵ La société prévoit de mettre le large bande haute vitesse à la disposition de 2,3 millions de foyers et entreprises d'ici fin 2015 et 5 millions d'ici à 2020.
- Orange France vise un taux de couverture FTTH de 100 pour cent dans neuf villes d'ici fin 2016. Ces neuf agglomérations, dont Lyon, Montpellier, Nice et Paris, doivent devenir ce qu'Orange appelle des villes « 100 pour cent fibre ». Cette initiative s'inscrit dans le programme général de la société de déploiement de la fibre: 4 millions de foyers connectables en avril 2015, 12 millions en 2018 et plus de 20 millions en 2022.

Bien que la plupart des projets actuels visant à fournir des débits en Gbit/s font appel à la fibre, il convient de souligner que les capacités renforcées de DOCSIS 3.1, par comparaison à DOCSIS 3.0, devraient fournir aux opérateurs de réseaux câblés des moyens peu onéreux d'améliorer fin 2015 leurs réseaux coaxiaux hybrides fibre-câble afin d'atteindre les mêmes débits.⁶⁶

Abandon des réseaux métalliques

Avec l'essor du déploiement des réseaux IP de prochaine génération, et en raison du déclin de la demande des consommateurs en matière de téléphonie vocale traditionnelle et de services de données (et de leur coût de maintenance comparativement élevé), une autre tendance émergente dans le filaire est l'abandon des réseaux métalliques par les fournisseurs de services de télécommunication. En janvier 2015, la société AT&T a annoncé qu'elle fermerait certaines infrastructures de réseaux à fils de cuivre dans le cadre de son passage aux réseaux IP.⁶⁷ Bien que le fournisseur n'ait pas indiqué précisément les infrastructures concernées, il envisage de passer au tout IP d'ici à 2020. En 2014, la société a commencé à effectuer dans deux lieux différents des tests de transition vers le réseau IP en vue de fournir à la FCC des informations supplémentaires essentielles à cette phase de lancement du processus.⁶⁸ Dans d'autres pays, des opérateurs (comme Telenor ou Telstra) ont également annoncé des programmes d'abandon progressif des réseaux métalliques.⁶⁹

Réseaux large bande hertziens

⁶³ Bell, « Gigabit Fibe is coming soon to Toronto », à l'adresse: <http://www.bell.ca/Gigabit-Fibe-Internet#demoToggleJs>.

⁶⁴ CBCnews, « Bell promises to bring fastest Internet possible to Toronto », 25 juin 2015, à l'adresse: <http://www.cbc.ca/news/canada/toronto/bell-promises-to-bring-fastest-internet-possible-to-toronto-1.3127407>.

⁶⁵ Swisscom, « Network Expansion: over a million homes and businesses already connected to ultra-fast broadband », 30 juillet 2014, à l'adresse: <https://www.swisscom.ch/en/about/medien/press-releases/2014/07/20140730-Netzausbau-Ultrabreitband.html>.

⁶⁶ Fibre Systems, « The rise of gigabit broadband in Europe », hiver 2015, à l'adresse: <http://www.fibre-systems.com/feature/rise-gigabit-broadband-europe>

⁶⁷ SEC, « AT&T Form 8-K », 16 janvier 2015, à l'adresse http://www.sec.gov/Archives/edgar/data/732717/000073271715000003/january16_8k.htm.

⁶⁸ AT&T Public Policy Blog, « Going All-IP in Alabama, Florida », 28 février 2014, à l'adresse: <http://www.attpublicpolicy.com/wireless/going-all-ip-in-alabama-florida/>; FCC, IP Transition, à l'adresse: <https://www.fcc.gov/guides/ip-transition>

⁶⁹ Telenor, « Telenor Group – Citi European & Emerging Telecoms Conference », page 8, 2013, à l'adresse: <http://www.telenor.com/wp-content/uploads/2013/01/Telenor-Citi-TMT-Conference-March-2013.pdf>; « NBN Co delays copper disconnections in 58 areas », 21 août 2014, à l'adresse: <http://www.itnews.com.au/News/391254,nbn-co-delays-copper-disconnections-in-58-areas.aspx>.

Réseaux hétérogènes et petites cellules

Comme indiqué au **paragraphe 2.1.4**, les opérateurs peuvent utiliser plusieurs tailles de cellule pour améliorer les capacités et fournir une couverture hertziennne optimale. Les petites cellules conviennent particulièrement aux bandes de fréquence élevées, telles que 3,5 GHz, qui font l'objet d'un intérêt de plus en plus marqué du secteur donnant lieu à la mise au point de solutions liées à ces cellules. Cependant, les petites cellules soulèvent également des difficultés relatives à la protection contre le brouillage, ce qui oblige toutes les parties prenantes à recourir aux techniques d'atténuation appropriées.

De plus, de nombreuses technologies, comme les IMT-2000, les IMT évoluées et le wifi, peuvent être utilisées ensemble pour offrir aux utilisateurs le meilleur service possible en termes de données mobiles. Les opérateurs, les fournisseurs et même les Etats consacrent des ressources à l'élaboration de réseaux hétérogènes (HetNet) afin de répondre aux besoins de couverture et de capacités. Par exemple, Singapour élabore actuellement un plan directeur Infocomm Media qui accorde une place prépondérante aux réseaux hétérogènes. D'après Singapour, les réseaux mobile et wifi, actuellement distincts, devraient davantage fusionner afin de permettre une connectivité « à tout moment, en tout lieu et depuis n'importe quel dispositif ». ⁷⁰ Singapour estime que, pour ce faire, le HetNet devrait avoir les trois caractéristiques suivantes:

- un accès intelligent et ininterrompu sur les réseaux;
- une navigation de qualité constante sur les réseaux;
- une gestion des ressources innovante et dynamique.

Bien qu'il ne n'agisse pas d'une initiative visant directement à promouvoir les HetNets, la Federal Communications Commission (FCC) des Etats-Unis a modifié, en 2014, sa réglementation relative à l'extension des réseaux mobiles, particulièrement en ce qui concerne les considérations environnementales et la préservation du patrimoine historique. ⁷¹ L'objectif était de réduire les obstacles réglementaires et de rendre l'installation des infrastructures hertziennes plus efficace. Ces actions ont été prises en compte afin d'accroître la demande de petites cellules et de systèmes d'antennes répartis de façon à améliorer et étendre la couverture mobile.

Ericsson a présenté une stratégie générale visant à offrir à l'utilisateur mobile une expérience de haute qualité qui s'articule sur le développement en trois étapes d'un HetNet. Les porteuses peuvent:

- améliorer les macrocellules existantes en utilisant des fréquences supplémentaires, des antennes évoluées, une diversité accrue sur le receveur et/ou le transmetteur et des capacités de traitement en bande de base à l'intérieur et entre les noeuds;
- densifier le macroréseau par le déploiement de macrocellules supplémentaires dans une région, par exemple en divisant une zone couverte par trois cellules en une zone couverte par six cellules ou plus;
- ajouter des petites cellules (de type mobile ou wifi) pour compléter les macrocellules. ⁷²

Utilisation accrue du spectre sans licence

Le secteur manifeste un intérêt croissant pour l'utilisation du spectre sans licence afin d'augmenter les capacités des réseaux IMT évoluées. La technologie LTE évoluée dans le spectre sans licence,

⁷⁰ Ministère des Communications et de l'Information (Singapour), « Heterogeneous Network », à l'adresse: <https://www.mci.gov.sg/portfolios/infocomm-media/initiatives/infrastructure/hetnet>

⁷¹ Federal Communications Commission, « Wireless Infrastructure Report and Order » (FCC 14 153) (21 octobre 2014), à l'adresse: <https://www.fcc.gov/document/wireless-infrastructure-report-and-order>

⁷² Ericsson, « Heterogeneous networks », à l'adresse: <http://www.ericsson.com/us/ourportfolio/telecom-operators/heterogeneous-networks>.

particulièrement avec de petites cellules, peut servir à accroître les capacités des réseaux 4G.⁷³ A l'aide d'un central LTE ordinaire, les fréquences du spectre avec et sans licence peuvent être regroupées de façon à fournir des capacités supplémentaires en termes de données pour les utilisateurs finaux, par exemple pour la diffusion de médias et d'autres contenus riches. Un réseau LTE intégré permet l'unification de la mobilité, de l'authentification, de la sécurité et de la gestion des capacités. Le regroupement des fréquences avec licence et sans licence en vue de déployer des réseaux LTE, également appelé LTE sans licence (LTE-U) et accès avec licence/facilité (LAA), et sera intégré dans la version 13 du 3GPP.⁷⁴

Les travaux relatifs à l'exploitation du spectre sans licence dans le 3GPP sont orientés conformément aux priorités définies en juin 2014:

- bande du gigahertz;
- solution globale applicable dans toutes les régions;
- accès avec licence/facilité.

Le 3GPP prévoit de finaliser la version 13 en 2016, ce qui pourrait donner un élan supplémentaire aux efforts visant à utiliser le spectre sans licence pour des services commerciaux basés sur le large bande mobile.

2.2 Modalités de la mise en oeuvre des IMT, à l'aide de liaisons de Terre et par satellite

Des études de cas portant sur les mesures de rétablissement des services mobiles après des catastrophes naturelles au moyen du service fixe satellitaire ont été réalisées.⁷⁵ Certaines des idées présentées sont toutefois considérées comme étant applicables au déploiement à partir de rien (*pour les communications dans les zones rurales*). Dans le cas d'une catastrophe naturelle, de nombreuses stations de base mobiles peuvent être endommagées sur une grande étendue. Même si les stations de base ne sont pas abîmées, les lignes terrestres peuvent l'être et provoquer ainsi des interruptions de service des stations de base mobiles. Les communications mobiles sont très répandues et très utilisées dans le monde, et jouent un rôle important dans notre vie quotidienne. Dans le cadre des opérations de secours qui suivent une catastrophe naturelle, il est urgent de rétablir les stations de base mobiles en vue d'obtenir des informations sur la sécurité des personnes disparues et de reconstruire les routes, les installations publiques, les immeubles, etc., endommagés ou détruits. Dans ce genre de situation, les stations de base mobiles raccordées par satellite semblent être le moyen le plus approprié et le seul permettant de rétablir rapidement les services mobiles, surtout juste après une catastrophe.

Cette contribution de même que la [bibliothèque des études de cas](#) fournissent quelques exemples de configuration de réseau mobile à l'aide de liaisons de Terre et par satellite. Dans certains pays, le taux de pénétration de l'Internet reste très bas pour un certain nombre de raisons qui entravent le développement de l'Internet dans ces pays, même si les opérateurs disposent du potentiel technologique pour répondre aux attentes des clients et sont en mesure de suivre les tendances mondiales, en matière d'utilisation des solutions TIC novatrices. Ce taux de pénétration s'explique notamment par le revenu limité des ménages qui ne peuvent s'offrir les coûts et les tarifs de connexion, l'éducation à la technologie et le fait que la qualité du large bande n'est pas garantie.⁷⁶

⁷³ Qualcomm, « Extending benefits of LTE Advanced to unlicensed spectrum », à l'adresse: <https://www.qualcomm.com/invention/technologies/lte/unlicensed>

⁷⁴ Consulter à titre d'exemple « Evolution of LTE in Release 13 » (18 février 2015), à l'adresse: <http://www.3gpp.org/news-events/3gpp-news/1628-rel13>.

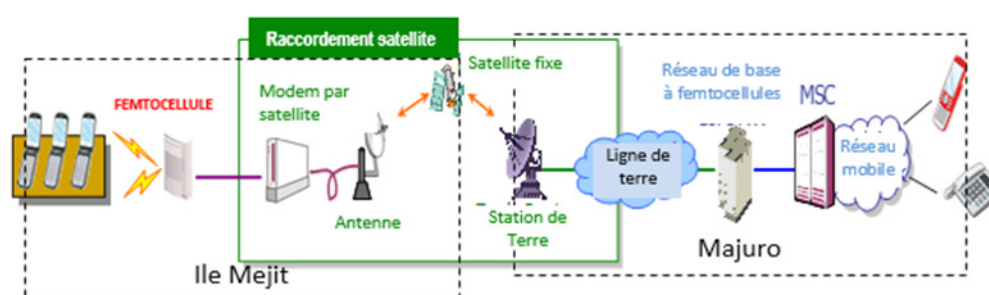
⁷⁵ Document SG1RGQ/94, « Exemple de stations de base mobile avec raccordement satellite », et le document 1/187, KDDI Corporation (Japon).

⁷⁶ Document 1/403, « Technologie d'accès large bande – Madagascar », République de Madagascar.

L'étude de cas des îles Marshall est un autre exemple illustrant la mise en oeuvre des IMT à l'aide de liaisons de Terre et par satellite. Dans cet archipel, Mejit, une île éloignée, était reliée à Majuro, la capitale des îles Marshall, grâce à une liaison satellite AMAD utilisant une antenne VSAT. Sur l'île de Mejit, des stations de base Femto ont été installées afin qu'il soit possible de réaliser des appels vocaux GSM en utilisant les dispositifs mobiles GSM ordinaires et d'accéder à l'Internet. L'utilisation de stations de base à femtocellules est particulièrement adaptée à des télécommunications de faible envergure dans des petites îles comme Mejit. Les femtocellules sont peu onéreuses et leur consommation électrique remarquablement faible. Mais le nombre d'appels simultanés est réduit, de même que la taille de la cellule.

Il a souvent été mentionné, dans les contributions des commissions d'études de l'UIT-D,⁷⁷ que la combinaison des communications par satellite via VSAT et des stations de base Femto sera d'une grande efficacité pour les communications en milieu rural.⁷⁸

Figure 3: Configuration d'un réseau utilisant des femtocellules raccordées par satellite



2.3 Les systèmes IMT évoluées

Les systèmes IMT évoluées

Après l'Assemblée des radiocommunications (RA-12),⁷⁹ qui s'est tenue à Genève du 16 au 20 janvier 2012, on était parvenu à un consensus pour développer la famille d'interfaces radioélectriques IMT en mettant en place la nouvelle norme IMT évoluées. La recommandation UIT-R M.2012⁸⁰ qui traite des IMT a été approuvée par tous les Etats membres.

Les systèmes évolués de télécommunications mobiles internationales (IMT évoluées) sont des systèmes mobiles intégrant les nouvelles capacités des IMT qui vont au-delà de celles des IMT-2000.⁸¹ Les systèmes IMT évoluées peuvent aussi prendre en charge des applications à faible mobilité ou à mobilité élevée, avec une large plage de débits en fonction de la demande des utilisateurs et des services, dans des environnements des plus divers. Les IMT évoluées peuvent aussi prendre en charge des applications multimédias de haute qualité dans une large gamme de services et de plates-formes, ce qui améliore sensiblement la performance et la qualité des services.

⁷⁷ Documents relatifs à la période d'étude 2006-2010: RGQ10-2/2/94, 2/177, 2/232.

⁷⁸ Pour de plus amples détails concernant cette étude de cas, voir la bibliothèque d'études de cas.

⁷⁹ Page web des IMT évoluées: <http://itu.int/go/QJ9R>. et « Rapport sur la mise en oeuvre d'infrastructures évolutives de télécommunication/TIC pour les pays en développement: aspects techniques, économiques et politiques ». Document SG1RGQ/229, « Updated Report on implementation of evolving telecommunication/ICT infrastructure for developing countries: technical, economic and policy aspects », mars 2016, modifié en janvier 2017

⁸⁰ UIT-R M.2012: Spécifications détaillées des interfaces radioélectriques de Terre des télécommunications mobiles internationales évoluées (IMT évoluées), 2015.

⁸¹ Document 1/203(Rév.1), Alcatel-Lucent International (France).

Les principales caractéristiques des IMT évoluées leur permettent de répondre aux nouveaux besoins des utilisateurs et de leur proposer des fonctionnalités sans cesse améliorées, conformément aux tendances d'utilisation et aux progrès technologiques:

- nombreuses fonctions communes à l'échelle mondiale et souplesse permettant de prendre en charge une large gamme de services et d'applications d'une manière rentable;
- compatibilité des services entre les systèmes IMT et entre les systèmes IMT et les réseaux fixes;
- capacité d'interfonctionnement avec d'autres systèmes d'accès radioélectrique;
- services mobiles de haute qualité;
- équipement d'utilisateur exploitable dans le monde entier;
- applications, services et équipements faciles à utiliser;
- possibilités d'itinérance à l'échelle mondiale;
- augmentation des débits de données maximaux pour la prise en charge d'applications et de services évolués (des débits ciblés de 100 Mbit/s pour une mobilité élevée et de 1 Gbit/s pour une faible mobilité).⁸²

L'architecture réseau fonctionnelle des IMT évoluées repose sur les principes généraux ci-après :⁸³

- Réseau reposant sur la technologie IP

Réseaux d'accès qui proposent un ensemble complet de mécanismes d'accès ayant recours à des technologies d'accès filaires et hertziennes, mettent fin aux caractéristiques de la couche deux et assurent la connexion IP avec les réseaux centraux. Les réseaux centraux et les serveurs d'applications qui leur sont connectés reposent sur le protocole IP.

- Une construction modulaire qui utilise des éléments de construction extensibles
 - Les sous-systèmes à proprement parler, tels que les réseaux d'accès, les réseaux centraux et les serveurs d'applications; ainsi que les systèmes élaborés qui reposent dessus sont hiérarchiques.
 - L'accessibilité à chacun de ces sous-systèmes est commandée, de manière séparée, en fonction de la politique de chaque opérateur.
- Des interfaces ouvertes entre différents systèmes

L'interopérabilité avec les réseaux homogènes et hétérogènes est facilitée avec des interfaces ouvertes dans différents niveaux de sous-systèmes.

L'architecture des IMT évoluées doit prendre en charge plusieurs réseaux d'accès, des services convergents dans un réseau convergent, des fonctionnalités de sécurité et de protection améliorées et une accessibilité totale aux services, en fonction des services et de la structure des capacités réseau des aspects réseau définis dans [UIT-T Q.1703]. L'architecture des IMT évoluées repose sur les principes généraux définis dans [UIT-T Y.2011].

2.3.1 LTE évoluées

Le terme « LTE évoluées » désigne les versions améliorées des LTE exposées dans la version 10 du 3GPP et dans les versions ultérieures. Cette technologie fournit des débits binaires plus élevés afin de satisfaire aux exigences définies par l'UIT pour les IMT évoluées, améliorant ainsi l'expérience de l'utilisateur.

⁸² Débits de données tirés de la Recommandation UIT-R M.1645: « Framework and overall objectives of the future development of IMT-2000 and systems beyond IMT-2000 ».

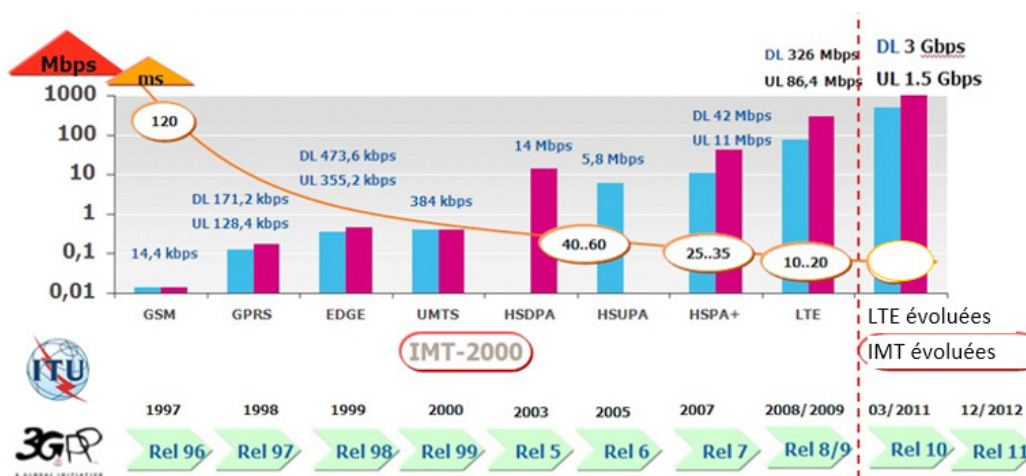
⁸³ UIT-T Q.1704: Architecture de réseau fonctionnelle pour les IMT évoluées (2008).

La version 10 permet d'obtenir les débits maximaux suivants (le débit réel dépend des caractéristiques de l'infrastructure):

- Débit de données maximal: 3 Gbps (liaison descendante), 1,5 Gbps (liaison montante).
- Efficacité spectrale maximale: 30 bps/Hz (liaison descendante), 16,8 bps/Hz (liaison montante).

Ces débits maximaux sont possibles sur la nouvelle catégorie d'équipement de l'utilisateur, la catégorie 8; les autres nouvelles catégories, la 6 et la 7, sont compatibles avec des sous-ensembles d'améliorations (pour plus de détails, consulter l'Annexe 1 du document 1/203(Rév.1)). La **Figure 4** illustre l'élévation du débit maximal offert par les LTE évoluées par rapport aux systèmes 3GPP antérieurs.

Figure 4: Elévation du débit maximal offert par les LTE évoluées par rapport aux systèmes 3GPP antérieurs



Source: Document 1/203 (Rev1), Alcatel-Lucent International (France).

Les nouvelles caractéristiques de la version 10 des LTE évoluées en matière de réseau d'accès radioélectrique sont:

- regroupement de porteuses;
- entrées multiples sorties multiples (MIMO) évoluées pour la transmission à antennes multiples;
- réseaux hétérogènes et coordination intercellulaire relative au brouillage (eICIC);
- amélioration des économies d'énergie et du relais;
- amélioration des réseaux auto-organisés (SON)

La version 11 des LTE évoluées introduit d'autres améliorations, notamment:

- fonctionnement en mode coordonné multipoints (CoMP), amélioration des canaux de commande en liaison descendante;
- améliorations des regroupements de porteuses;
- améliorations des annulations de brouillage.

La version 12 des LTE évoluées a été adoptée pour la version 2 des IMT évoluées et fournit les améliorations suivantes:

- sécurité publique (communication de groupe / dispositif à dispositif);
- machine-machine (faible coût);
- petites cellules (connectivité double/SON);

- interconnexion LTE/wifi;
- améliorations de la radiodiffusion multimédia multidestinataire (MBMS).

Les spécifications de la version 10 ont été fonctionnellement gelées en mars 2011, celles de la version 11 en décembre 2012 et celles de la version 12 en septembre 2014.

Les avantages des principales caractéristiques des LTE évoluées sont exposés dans le **Tableau 3**.

Tableau 3: Avantages des principales caractéristiques des LTE évoluées

	Technique	Avantages
Regroupement de porteuses	Regroupement du spectre visant à supporter de plus grandes largeurs de bande	Amélioration du débit de données maximal et flexibilité du spectre
Techniques mimo évoluées	Transmission étendue à huit couches en liaison descendante Introduction d'une transmission SU-MIMO à quatre couches en liaison montante	Augmentation du débit de données maximal, des capacités et du débit utilisateur en limite de cellule
CoMP	Transmission coordonnée multi-points en liaison descendante et montante	Amélioration du débit utilisateur en limite de cellule et de la couverture, flexibilité du déploiement
Réseaux hétérogènes et eICIC	Coordination relative au brouillage pour les déploiements superposés de cellules ayant des puissances d'émission différentes	Augmentation du débit de données, meilleure qualité d'expérience utilisateur, flexibilité du spectre
Améliorations des réseaux auto-organisés (son)	Automatisation, configuration et optimisation des réseaux hertziens visant à s'adapter à divers environnements radioélectriques.	Meilleure qualité de fonctionnement du réseau, réduction des coûts, flexibilité du déploiement
Relais	Création de cellules distinctes lorsque le raccordement filaire est coûteux ou indisponible	Augmentation de la couverture et de la flexibilité de zone de service, bon rapport coût/efficacité du déploiement

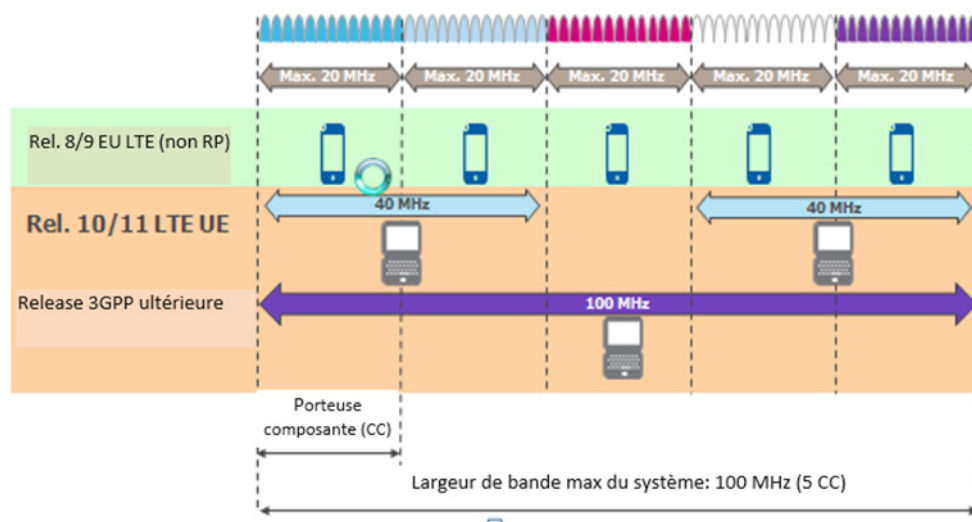
Source: Document 1/203(Rév.1), Alcatel-Lucent International (France).

Regroupement de porteuses

Les LTE évoluées visent à supporter un débit de données maximal de 1 Gbps en liaison descendante et de 500 Mbps en liaison montante afin de répondre aux exigences imposées à cette technologie. Une largeur de bande de transmission allant jusqu'à 100 MHz est nécessaire. Mais compte tenu que la taille maximale des porteuses est de 20 MHz, il faut en regrouper plusieurs pour atteindre le débit visé. Les LTE évoluées se servent de regroupements de plusieurs porteuses composantes (CC) pour obtenir une largeur de bande de transmission suffisamment grande.

Ces porteuses composantes peuvent être adjacentes ou non, comme le montre la **Figure 5**. Des regroupements de porteuses en liaison descendante et en liaison montante peuvent être configurés et déployés indépendamment.

Figure 5: Regroupement de plusieurs porteuses composantes (CC) dans les LTE évolués



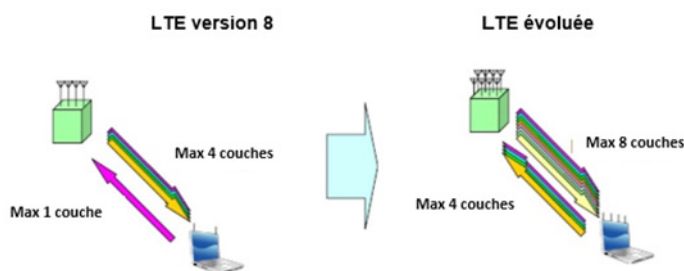
Source: Document 1/203(Rév.1), Alcatel-Lucent International (France).

Entrées multiples sorties multiples (MIMO) évoluées

Les versions 8 et 9 du 3GPP prennent en charge jusqu'à 4 couches de multiplexage spatial et une couche de synthèse de faisceau. Avec la version 9, la synthèse de faisceau à double couche, qui combine deux couches de multiplexage spatial et des fonctions de formation de faisceau, est possible. Avec la version 10 des LTE évoluées, jusqu'à huit couches de multiplexage spatial mono utilisateur basé sur la synthèse de faisceau sont possibles.

La **Figure 6** montre le multiplexage spatial mono-utilisateur maximal pris en charge par les LTE évoluées par comparaison à la version 8.

Figure 6: Multiplexage spatial mono-utilisateur maximal pris en charge par les LTE évoluées par comparaison à la version 8



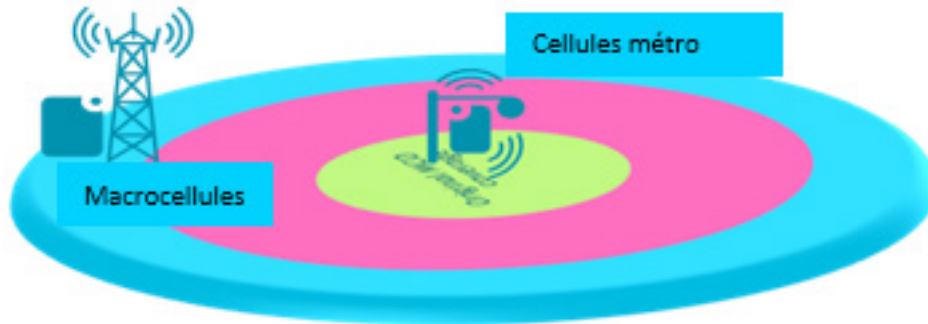
Source: Document 1/203(Rév.1), Alcatel-Lucent International (France).

Réseaux hétérogènes et amélioration de la coordination intercellulaire relative au brouillage

Dans les déploiements de réseaux hétérogènes, l'augmentation du nombre de cellules métro couvertes par une macrocellule génère un brouillage excessif. La version 10 des LTE évoluées introduit la coordination intercellulaire temporelle relative au brouillage (appelée aussi « ICIC renforcée » ou eICIC) qui permet d'atténuer le brouillage sur les canaux de commande en liaison descendante. Les cellules métro, de petite taille, constituent la seule technologie importante permettant d'accroître la capacité du réseau de façon à absorber l'explosion exponentielle du trafic de données: plus on déploie de cellules métro, plus la capacité est grande. Le renforcement des capacités se fait donc à un rythme plus rapide qu'avec les technologies à plusieurs antennes. De plus, les cellules métro

peuvent ouvrir des capacités supplémentaires là où il ne reste plus de porteuses disponibles et où le regroupement est impossible.

Figure 7: Cellules métro et macrocellules



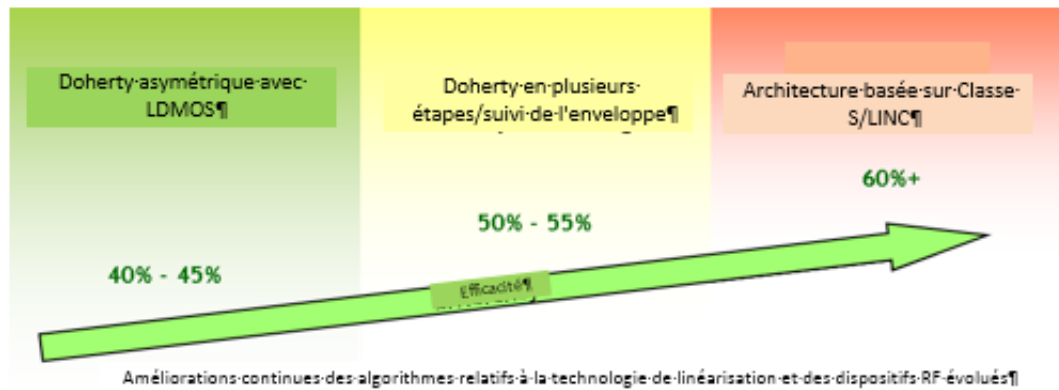
Effacité énergétique

Effacité énergétique liée au matériel

Le secteur s'efforce d'améliorer l'efficacité des amplificateurs de puissance (PA), notamment par des travaux portant sur leur architecture, sur des algorithmes relatifs à la technologie des dispositifs et de linéarisation, et sur des algorithmes de réduction du rapport puissance de crête à puissance moyenne (PAPR).

La **Figure 8** illustre les améliorations récentes apportées:

Figure 8: Améliorations de l'efficacité des amplificateurs de puissance (PA)



Source: Document 1/203(Rév.1), Alcatel-Lucent International (France).

Effacité énergétique liée aux logiciels

Des techniques liées aux logiciels sont également utilisées pour économiser de l'énergie:

L'adaptation de la tension corrective du courant électrique des PA, visant à réguler la tension de l'alimentation électrique et à contrôler la puissance d'émission du PA en fonction du volume de trafic, permet d'économiser 10 à 15 pour cent de l'énergie consommée.

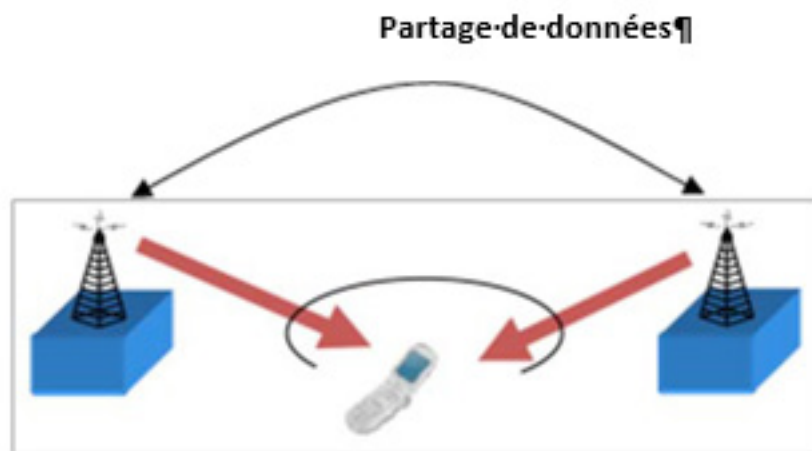
Commutation dynamique des PA: en cas d'absence de donnée/signal à envoyer, le PA s'éteint. En zone rurale, l'économie d'électricité réalisée est généralement de 7 pour cent.

Extinction des cellules: lorsque des cellules métro sont déployées en vue d'augmenter les capacités, il est possible de réduire la consommation d'énergie en programmant une extinction automatique des cellules, c'est-à-dire en les plaçant en état de veille tant que leur capacité n'est plus nécessaire.

Mode coordonné multipoints

Une des grandes nouveautés de la version 11 est le mode coordonné multipoints (CoMP), qui est applicable en liaison descendante et montante. Il s'agit d'une technique faisant appel à la coordination des transmissions de plusieurs cellules ou points de transmission (voir la **Figure 9**), ou à la réception sur des points multiples des transmissions émises par un seul équipement d'utilisateur. Cette technique vise principalement à améliorer le débit à la limite de la cellule.

Figure 9: Mode coordonné multipoints



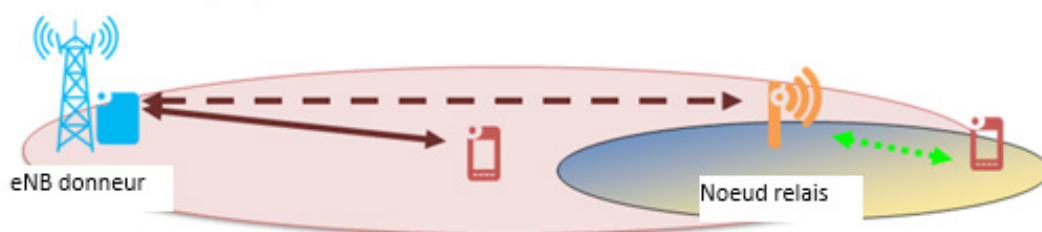
Source: Document 1/203(Rév.1), Alcatel-Lucent International (France).

Relais

Les noeuds relais (RN) sont apparus avec la version 10 afin de rendre possible le transfert du trafic/d'un signal. Les RN améliorent la couverture en cas de débits de données élevés et/ou étendent la couverture au-delà de la portée de la cellule.

La version 11 prend en charge, outre les RN fixes, les RN mobiles (par exemple, dans un train).

Figure 10: Nœuds relais (RN)



Source: Document 1/203(Rév.1), Alcatel-Lucent International (France).

2.3.2 « Wireless MAN Advanced »

L'interface radioélectrique « WirelessMAN-Advanced » est spécifiée par l'IEEE. Un système complet de bout en bout fondé sur « WirelessMAN-Advanced » est appelé WiMAX 2, tel que défini par le Forum WiMAX.

Les principales spécifications nécessaires à l'échelle mondiale figurent dans la norme 802.16-2009 de l'IEEE, telle qu'amendée ultérieurement par les normes 802.16j-2009, 802.16h-2010 et 802.16m-2011, comme l'expose en détail le Document UIT-R M.2012-1. Toutefois, la technologie WirelessMAN-Advanced n'a pas été actualisée pour pouvoir figurer dans les dernières spécifications détaillées des IMT évoluées (UIT-R M.2012-2).

2.3.3 Composante satellite des IMT évoluées

Les composantes de Terre et satellite des IMT évoluées sont complémentaires. Le [Rapport M.2176-1 de l'UIT-R](#) élabore des visions de la composante satellite des IMT évoluées pour ce qui des scénarios d'application, des services, du système, des aspects de l'interface radio et du réseau et des caractéristiques spécifiques envisagées. Dans la mesure où la composante de Terre, seule, ne peut pas être déployée dans le monde entier, la composante satellite des systèmes IMT évoluées serait complémentaire afin d'assurer un service continu proposant une couverture globale.⁸⁴ Un réseau satellite et de Terre intégré peut contribuer à l'émergence et à l'utilité des réseaux de prochaine génération (NGN) en proposant des services IP polyvalents large bande omniprésents et universels aux utilisateurs finals qui recherchent une mobilité généralisée, à l'accessibilité transparente et, qui, au final, décident de sa réalisation par le jeu des forces du marché. La couverture omniprésente des IMT ne peut donc être possible qu'en ayant recours à une combinaison d'interfaces satellite et radiocommunication de Terre.⁸⁵

Aspects relatifs aux systèmes :⁸⁶ La composante satellite des IMT évoluées est censée disposer d'une puissance et d'une sensibilité des récepteurs suffisantes pour établir les communications avec les appareils des utilisateurs finals, identiques à celles qui caractérisent la composante de Terre. Les grandes antennes de satellite qui assurent un faisceau reconfigurable de gain élevé sont l'un des attributs essentiels des systèmes intégrés. Les équipements utilisateur d'un système intégré doivent pouvoir être en mesure de choisir le système approprié, de Terre ou satellite, d'après le niveau du signal reçu et la disponibilité du réseau à maintenir un certain niveau de qualité sur une zone de service étendue.

L'**Annexe 5** fournit des renseignements détaillés à ce sujet.

⁸⁴ Pour plus d'informations au sujet de la composante satellite des IMT évoluées, voir:
– Recommandation UIT-R M.2047: Spécifications détaillées des interfaces radioélectriques de la composante satellite des télécommunications mobiles internationales évoluées (2013) ;
– Rapport UIT-R M.2279 – Résultats de l'évaluation, recherche d'un consensus et décision concernant le processus pour la composante satellite des IMT évoluées (étapes 4 à 7), y compris les caractéristiques des interfaces radioélectriques de la composante satellite des IMT évoluées (2013) ;
– [Rapport sur la mise en œuvre d'infrastructures évolutives de télécommunication/TIC pour les pays en développement: aspects techniques, économiques et politiques.](#)

⁸⁵ Pour plus d'information sur la circulation à l'échelle mondiale des terminaux de satellite IMT, voir la Recommandation UIT-R M.2014-1 (2015).

⁸⁶ Rapport UIT-R M.2176-1 – Vision et spécifications de l'interface (des interfaces) radioélectrique(s) de satellite pour les IMT évoluées (2012) et [Rapport sur la mise en œuvre d'infrastructures évolutives de télécommunication/TIC pour les pays en développement: aspects techniques, économiques et politiques](#), Document SG1RGQ/229 mars 2016, modifié en janvier 2017

2.3.4 Au-delà des IMT évoluées: les IMT-2020

Début 2012, l'UIT-R a lancé un programme visant à développer les « IMT à l'horizon 2020 et au-delà », ⁸⁷ ouvrant ainsi la voie aux travaux de recherche sur les IMT évoluées qui émergent à travers le monde.

- Sous l'égide du Groupe de travail 5D, le Secteur radiocommunication de l'UIT (UIT-R) met actuellement la dernière main à son projet de calendrier pour les « IMT à l'horizon 2020 et au-delà ». L'enquête détaillée des éléments clés des IMT évoluées est en cours.
- En 2015, l'UIT-R a finalisé sa « vision » de la société connectée large bande mobile « IMT évoluées ». La Recommandation UIT-R M.2083 décrit cette vision pour l'avenir de la technologie mobile comme aide au développement des IMT.

Produits du Groupe de travail 5D de l'UIT-R pour les « IMT à l'horizon 2020 et au-delà »

Vision et évolutions techniques:

- Rapport UIT-R M.2320: Cette activité vise à traiter les aspects technologiques et les catalyseurs des IMT de Terre si l'on tient compte du calendrier approximatif 2015-2020 et au-delà, pour le déploiement du système, y compris les aspects des systèmes IMT de Terre relatifs aux études de la CMR-15, dans le cadre de sa mission.
- Recommandation UIT-R M.2083: Cette activité aborde la vision à plus long terme pour 2020 et au-delà et fixe le cadre et les objectifs d'ordre général des développements futurs des IMT.
- Rapport UIT-R M.2376: L'objectif de ce rapport est de donner des informations au sujet de l'étude de la faisabilité technique des IMT dans les bandes supérieures à 6 GHz.
- Manuel de l'UIT intitulé « Manuel sur l'évolution des Télécommunications mobiles internationales dans le monde » (mai 2015) qui synthétise les travaux effectués et l'avancée vers les IMT-2020. Ce manuel définit les télécommunications mobiles internationales (IMT) et fournit des renseignements généraux tels que les besoins de service, les tendances en matière d'applications, les caractéristiques des systèmes et les informations majeures concernant le spectre, les questions de réglementation, les directives pour l'évolution et la migration, et l'évolution du réseau central au sujet des IMT.
- Rapport de l'UIT-R sur les principales exigences concernant le fonctionnement des technologies 5G pour les IMT-2020. Le projet de nouveau rapport de l'UIT-R [ITU-R M.\[IMT-2020.TECH PERF REQ\]](#) doit être définitivement approuvé par la Commission d'Études 5 de l'UIT-R à sa prochaine réunion, qui se tiendra en novembre 2017. <http://www.itu.int/en/mediacentre/Pages/2017-PR04.aspx>.

Vous trouverez des références complémentaires au sujet de l'avancée des études sur les IMT-2020 et toute la documentation afférente aux IMT sur le site web du Groupe de Travail 5D de l'UIT-R: <http://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/Pages/default.aspx>.

Décisions de la Commission d'Études 13 de l'UIT-T au sujet des IMT à l'horizon 2020 et au-delà

Groupe spécialisé sur les IMT-2020 (**FG IMT-2020**) (créé en mai 2015; dissout en décembre 2016). Le Groupe spécialisé sur les aspects réseau des IMT-2020 a été créé en mai 2015 afin d'analyser les interactions des nouvelles technologies 5G avec les réseaux futurs. Ses travaux devaient servir de point

⁸⁷ Page web de l'UIT-R: <http://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/imt-2020/Pages/default.aspx>; Rapport sur la mise en oeuvre d'infrastructures évolutives de télécommunication/TIC pour les pays en développement: aspects techniques, économiques et politiques et Document [SG1RGQ/229](#) + Annexe, « Rapport mis à jour sur la mise en oeuvre d'infrastructures évolutives de télécommunication/TIC pour les pays en développement: aspects techniques, économiques et politiques », Coordonnateur du BDT pour la Question 1/1, modifié en janvier 2017. Rapport complet sur la mise en oeuvre d'infrastructures évolutives de télécommunication/TIC pour les pays en développement: aspects techniques, économiques et politiques, 2016.

de départ aux innovations de réseau nécessaires à la mise en oeuvre des systèmes 5G. Ce Groupe, qui envisage la recherche-développement concernant la 5G sous l'angle de l'écosystème, a publié son analyse dans un rapport soumis à la Commission d'Études 13 de l'UIT-T, qui est commission de rattachement.⁸⁸

ASSEMBLEE MONDIALE DE NORMALISATION DES TÉLÉCOMMUNICATIONS, Hammamet, 25 Octobre – 3 Novembre 2016: Résolution 93 – Interconnexion des réseaux 4G, des réseaux IMT-2020 et des réseaux ultérieurs^{<?>}

décide

que des Recommandations UIT-T visant à traiter les architectures de réseau, les principes d'itinérance, les méthodes de numérotage, les mécanismes de tarification et de sécurité, ainsi que les tests de conformité et d'interopérabilité pour l'interconnexion des réseaux 4G, des réseaux IMT-2020 et des réseaux ultérieurs doivent être élaborées le plus rapidement possible,

charge le Directeur du Bureau de la normalisation des télécommunications

1 de continuer d'organiser les activités préliminaires nécessaires entre les opérateurs de télécommunication, pour identifier les problèmes rencontrés en vue d'assurer l'interconnexion des réseaux IP, par exemple les réseaux 4G, les réseaux IMT-2020 et les réseaux ultérieurs, et établir un ordre de priorité entre ces problèmes;

2 de soumettre les résultats de ces activités au Conseil de l'UIT pour examen et suite à donner,

charge les commissions d'études de l'UIT-T

1 d'identifier dès que possible les futures Recommandations UIT-T éventuelles qu'il faudra élaborer en ce qui concerne l'interconnexion des réseaux 4G, des réseaux IMT-2020 et des réseaux ultérieurs;

2 de coopérer, le cas échéant, avec les parties prenantes et les alliances intéressées, afin d'optimiser les études sur ce sujet particulier,

charge en outre la Commission d'Études 11 de l'UIT-T

d'élaborer des Recommandations UIT-T indiquant le cadre et les architectures de signalisation à utiliser pour assurer l'interconnexion des réseaux 4G, des réseaux IMT-2020 et des réseaux ultérieurs, en vue de parvenir à l'interopérabilité à l'échelle mondiale,

charge en outre la Commission d'Études 2 de l'UIT-T

d'élaborer des Recommandations UIT-T indiquant l'architecture ENUM à utiliser pour l'interconnexion des réseaux 4G, des réseaux IMT-2020 et des réseaux ultérieurs, notamment en ce qui concerne la gestion administrative qui pourrait concerner les ressources internationales de télécommunication (y compris le nommage, le numérotage, l'adressage et le routage).

2.3.5 Conclusions

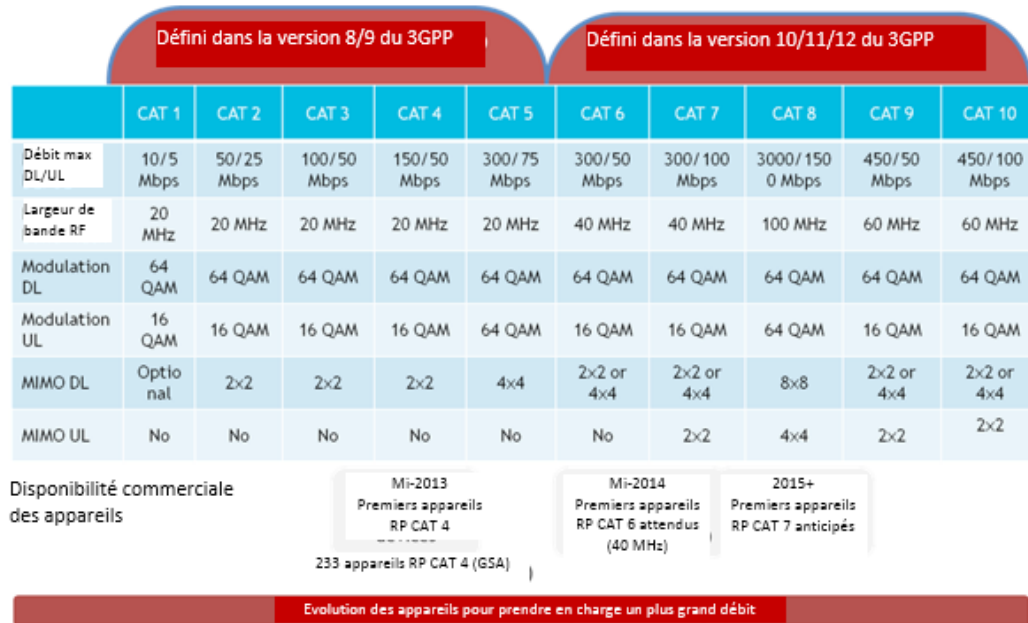
Grâce à l'essor actuel des IMT évoluées, les IMT restent la solution idéale pour la gestion des capacités de communication mobile. L'apport des IMT évoluées en matière d'efficacité du spectre, d'amélioration de la transmission à antennes multiples, de flexibilité du regroupement du spectre, de petites cellules et d'efficacité énergétique constitue la garantie que cette technologie peut, de façon durable et à moindre coût, répondre à la demande croissante de trafic de données dans les décennies à venir. Ce constat revêt un intérêt particulier pour les pays en développement, qui peuvent tirer parti des

⁸⁸ Le Groupe spécialisé sur les IMT-2020 a achevé son étude en décembre 2016. Pour de plus amples renseignements, veuillez consulter l'adresse suivante: <http://itu.int/go/B08Y>.

dernières avancées relatives à l'efficacité spectrale/énergétique et se passer des technologies plus anciennes et plus coûteuses.

De nouvelles fonctionnalités, telles que l'amélioration de l'interfonctionnement avec d'autres technologies d'accès radioélectrique et des communications entre dispositifs, notamment pour des applications relatives à la sécurité publique, viendront à l'avenir augmenter les avantages déjà fournis par le déploiement des réseaux IMT.⁸⁹

Figure 11: Evolution des appareils pour prendre en charge un plus grand débit



Source: Document 1/203(Rév.1), Alcatel-Lucent International (France).

⁸⁹ « LTE – The UMTS Long-Term Evolution: From Theory to Practice », S. Sesia, I. Toufik, M. Baker, John Wiley & Sons, Deuxième édition 2011. Appendice 1: Ecosystème des appareils LTE-Advanced.

3 CHAPITRE 3 – Déploiement de l'accès large bande

3.1 Méthodes relatives à la planification du passage aux technologies d'accès large bande et à la mise en œuvre de ces technologies, compte tenu des réseaux existants

Il existe de nombreux facteurs à prendre en compte dans le cadre d'un passage aux technologies d'accès large bande et d'une modernisation progressive au sein des technologies large bande.⁹⁰

a) Infrastructure physique

L'infrastructure physique existante crée un goulet d'étranglement non seulement au niveau de l'infrastructure d'accès associée, mais aussi au niveau des infrastructures de transmission et des infrastructures centrales. Cela dit, n'oublions pas que le niveau de difficulté diminue quand on passe des infrastructures d'accès aux infrastructures centrales. Ce constat concerne également les réseaux filaires et hertziens à divers degrés.

b) Contraintes liées au spectre

Les utilisateurs du spectre disponible dans un pays sont nombreux, mais l'aviation et l'armée occupent une position dominante qui entraîne, pour les technologies large bande, des contraintes liées à l'usage du spectre. En outre, avec l'accélération des vitesses de téléchargement/mise en ligne sous l'effet de l'évolution des technologies IMT, les besoins en bandes de fréquences augmentent. Le passage des réseaux à des versions de base ou évoluées des technologies large bande doit être réalisé après avoir consulté les feuilles de route relatives au spectre et la disponibilité des fréquences sur les bandes retenues.

c) Écosystème des dispositifs

Le déclin des dispositifs associés aux technologies IMT précédentes et l'essor de ceux liés aux nouvelles technologies IMT incitent les opérateurs à envisager la modernisation d'un réseau d'un bon œil.

Toutefois, un développement progressif de la part des opérateurs ou des mesures incitatives de la part des autorités de régulation orienteraient un marché de télécommunications vers l'adoption de technologies large bande plus récentes (et l'abandon de l'ancienne version), ou l'y obligeraient.

On distingue généralement deux méthodes de planification du passage d'un réseau à une version plus moderne, à savoir:

a) Transfert progressif

Pendant une période prolongée, l'ancien réseau continue d'être utilisé en parallèle du nouveau déploiement ou du nouveau plan dans le cadre de services autres que les besoins en large bande. Dans cette approche, les anciennes technologies créent une redondance en matière d'activités, de réseau et d'utilisation des fréquences. Mais elle permet aux opérateurs d'emprunter la voie de transition la plus aisée au regard des facteurs énumérés ci-dessus.

b) Transfert franc

L'autorité de régulation et les opérateurs fournissent une date de clôture de l'ancien équipement, après laquelle l'ancien réseau ne supportera plus d'opérations planifiées. Cette approche permet d'économiser des ressources limitées, telles que le spectre ou la force de travail, mais elle requiert un cadre structuré au niveau des politiques du fait qu'il faudra remplacer les terminaux existants pour répondre aux besoins de communication.

⁹⁰ Document 1/262, République socialiste démocratique de Sri Lanka.

A noter que les voies à emprunter dans le but d'implanter les différentes technologies large bande peuvent varier selon le niveau de changement.

a) Changements évolutifs

Une technologie connaît des changements évolutifs lorsque son utilisation s'accompagne d'une modification simultanée de l'exploitation fondamentale du réseau. Les changements évolutifs qui se sont produits entre le GSM et l'UMTS au sein des technologies IMT, ou entre les technologies 1G et GSM, en sont le meilleur exemple.

b) Changements révolutionnaires

Dans le cas d'une transition liée à des changements révolutionnaires, le réseau ne doit pas nécessairement être changé de fond en comble, même si cette transition apporte des améliorations notables en termes de comportement de l'utilisateur.

Des mesures incitatives spécifiques doivent être proposées par les autorités de régulation aux opérateurs afin de les pousser à adopter les dernières technologies en matière de large bande.

a) Spectre

Le spectre étant la plus précieuse de toutes les ressources disponibles, une orientation appropriée et l'octroi d'un choix judicieux de fréquences permettent aux opérateurs de réaliser la migration de leur réseau sans se heurter à de nombreuses contraintes.

b) Subventions pour les combinés

Comme nous l'avons souligné plus haut, les combinés jouent un rôle clé dans la migration en améliorant la faisabilité d'un passage à des technologies IMT plus récentes.

c) Subventionnement des infrastructures

Certaines mesures consistant à verser des subventions peuvent être prises afin d'inciter les opérateurs à construire des infrastructures liées au large bande dans les zones rurales et isolées.

d) Les technologies IMT et IMT évoluées en tant que coordonnatrices des services large bande dans les pays

Certains pays comme le Kenya et le Congo (Brazzaville) ont reconnu le rôle décisif joué par les technologies IMT pour mettre à la disposition de leur population les services mobiles et le secteur des TIC, comportant actuellement trois opérateurs mobiles, continue de proposer un mélange de 2G, 3G et, depuis la fin de l'année dernière, LTE-4G. Ces services sont pris en charge par une infrastructure de fibres optiques mise en place par les secteurs public et privé en tant que liaisons dorsales et solutions du dernier kilomètre. L'objectif final est de proposer des services Internet haut débit, en plus des services vocaux, à destination des citoyens et pour améliorer la prestation des services publics dans tous les domaines de la vie quotidienne dans notre pays.⁹¹

Pour faciliter les investissements et la croissance dans le secteur des TIC, une stratégie d'accès libre et d'approvisionnement concurrentiel peut constituer une partie intégrante d'une structure légale qui pilote l'accès des prestataires de TIC aux infrastructures passive et active de base et qui régit toutes les politiques et les actions gouvernementales relatives à l'autorisation des prestataires de TIC existants et futurs afin de construire, de localiser, de posséder et d'exploiter une infrastructure physique, y compris ses passerelles internationales et ses points d'échange Internet (IXP).⁹² Cette approche doit garantir un accès transparent, non discriminatoire à l'infrastructure réseau pour permettre une

⁹¹ Document 1/290, « Les télécommunications mobiles internationales (IMT) et les technologies IMT évoluées comme soutiens aux services large bande au Kenya », République du Kenya; [Rapport sur la Q25/2](#), Période d'études de l'UIT-D 2010-2014.

⁹² Document SG1RGQ/300, « Open Access Policy and Competitive Provisioning for Afghanistan's fibre optic and broadband sectors », Afghanistan.

autorisation efficace sur le marché de gros et de détail, en assurant la fourniture d'un service compétitif et abordable pour les utilisateurs finals.

Les principaux objectifs qui sous-tendent cette approche sont les suivants:

- encourager la fourniture de services large bande dans les zones mal desservies;
- garantir une concurrence libre et non faussée sur les marchés de la fibre optique et du large bande;
- garantir un accès libre aux infrastructures active et passive de base, de manière transparente et sans discrimination;
- permettre aux sociétés privées, aux entités publiques ou aux partenariats entre les deux de construire, posséder et exploiter l'infrastructure fibre optique et large bande;
- accepter les nouveaux entrants sur le marché;
- ouvrir les passerelles internationales et les points d'échange Internet (IXP) à la concurrence privée, à la négociation de prix et à l'exploitation pour les acteurs des secteurs privé et public;
- créer un secteur TIC sans monopoles ni cartels et
- fournir un accès large bande abordable et fiable à la population.

La garantie de la fourniture de services de communication à tous les citoyens dans un pays est l'un des plus grands défis auxquels sont confrontés les régulateurs et les gouvernements dans les régions rurales dans les pays en développement,⁹³ qui ont l'habitude de bénéficier de l'assistance financière d'un Fond de service universel international et d'une intervention réglementaire par le biais d'une dispense de redevances de licence pendant cinq ans. Cette stratégie vise à réduire le coût initial de déploiement des services et de permettre également aux opérateurs de bénéficier d'une période de grâce leur permettant d'engranger des retours sur leurs investissements.

3.2 Principes de politique

Certains pays, à l'instar du Sri Lanka, ont mis en place des politiques, telles que la Politique nationale du large bande, qui repose sur les principes et les hypothèses clés ci-après:

- a) Cette politique est bien plus qu'une simple politique pour le secteur de l'économie des TIC. En effet, elle vise la totalité de l'économie du Sri Lanka et porte sur la production et la fourniture de marchandises et de services et les transactions connexes dans toute l'économie;
- b) Cette politique concerne tous les citoyens du Sri Lanka, et notamment leurs interactions et leur engagement vis-à-vis des institutions sociales et entre eux – sa portée vise bien la totalité de la société;
- c) La politique concerne la totalité du gouvernement – sa portée est la fourniture de tous les services par le gouvernement, notamment ceux qui peuvent être fournis ou pris en charge en ligne;
- d) Du fait que les résultats réussis de la politique dépendront du traitement de toutes les composantes de l'écosystème large bande. Il est également admis que des plans devront être mis en place pour encourager et renforcer les aspects offre et demande de l'écosystème, ainsi que la capacité d'absorption des modifications sociales et économiques;
- e) Du fait que les résultats réussis du large bande dépendront d'un fort leadership de la part du gouvernement et du secteur des TIC, appuyés par un cadre politique clair qui encourage les investissements des secteurs public et privé;

⁹³ Document SG1RGQ290, « Rural connectivity through subsidies and spectrum fees waiver: The Kenyan experience », République du Kenya.

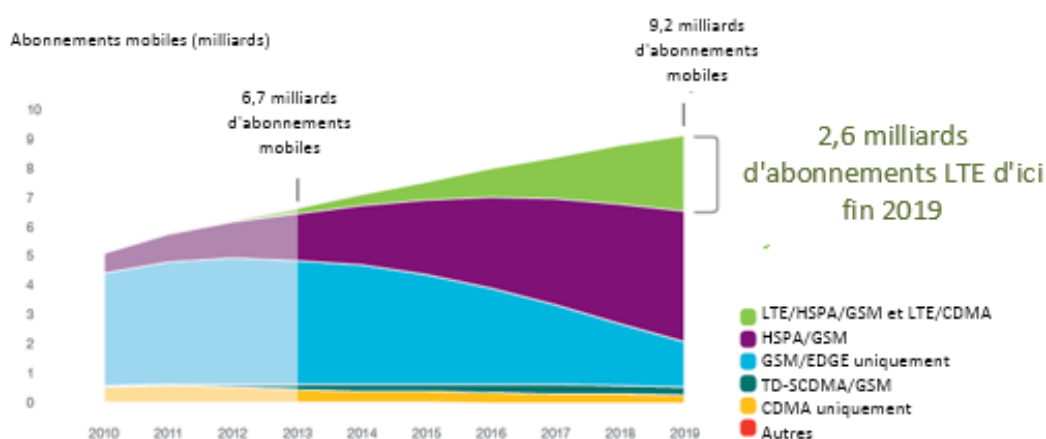
- f) Du fait que les facteurs réglementaires et politiques faciliteront la concurrence et le développement de services et d'applications, nouveaux et novateurs, sur les marchés du large bande. Il est notamment prévu que les services et les applications soient fournis sur une base commerciale durable, dans la mesure du possible, et que la fourniture subventionnée soit limitée aux environnements dans lesquels les coûts sont élevés et la demande faible et qu'il s'agira alors d'interventions ponctuelles ou temporaires sur le marché; et
- g) Toutes les personnes et toutes les communautés du Sri Lanka devront pouvoir accéder à ces services large bande et tous les aspects de l'accessibilité (disponibilité, abordabilité et capacité d'utilisation) devront être pris en compte.⁹⁴

3.3 Evolution des diverses technologies d'accès large bande en termes de déploiement, de services offerts et de considérations touchant à la réglementation

3.3.1 Difficultés liées au déploiement des NGA

Il ressort de la **Figure 12** que les services mobiles seront de plus en plus assurés par des réseaux LTE, et non plus par des réseaux GSM. Afin de répondre à la forte demande de données, les LTE réclament de plus en plus de fréquences afin d'absorber les pics de transmission de données et de plus en plus d'infrastructures pour assurer le niveau de qualité de service (QoS) exigé par les utilisateurs de smartphones, de tablettes et de nouveaux dispositifs connectés aux réseaux MBB, de façon à fournir les services machine-machine (M2M).^{95,96}

Figure 12: Prévisions concernant la croissance des abonnements mobiles par technologie



Comme il ressort de la **Figure 12**, les différents réseaux mobiles utilisant les technologies 2G, 3G et 4G continueront de fournir des services mobiles en parallèle pendant longtemps dans le même pays, et chaque réseau aura besoin de ses propres fréquences pour offrir le meilleur service aux utilisateurs existants, qui obtiendront leurs services en passant d'un réseau à un autre en fonction de sa couverture et du type de service requis (voix ou données).

Afin de déployer les NGA, la NTRA (l'Autorité nationale égyptienne de régulation des télécoms) a lancé un plan ambitieux visant à accroître l'accès aux services Internet dans le pays et s'inscrivant dans son plan national pour le large bande (« e-Misr »), programme décrit plus haut dans le **paragraphe 1.2**.⁹⁷

⁹⁴ Document SG1RGQ/288, « National Broadband Policy of Sri Lanka », République socialiste démocratique de Sri Lanka.

⁹⁵ Document SG1RGQ/161, Alcatel-Lucent International (France), Alcatel-Lucent USA (Etats-Unis d'Amérique).

⁹⁶ Document 1/189, « Evolution in mobile broadband networks, for its consideration in the reports », Ericsson (Suède).

⁹⁷ Document SG1RGQ/75, "Next generation access for broadband", République arabe d'Egypte.

3.3.2 Evolution des réseaux large bande à travers la société en réseau

La vision de la société en réseau, dans laquelle sera connecté tout ce qui tirera avantage d'une connexion, impose de nouvelles conditions en termes de connectivité. La technologie LTE joue un rôle déterminant dans la réponse à ces exigences et sa version 13 constitue la prochaine étape de son évolution. La version 13 améliorera et modernisera la technologie LTE sous plusieurs aspects, et renforcera sa capacité à servir de plate-forme pour la société en réseau. Les nouvelles fonctionnalités de cette version comprennent un accès facilité sous licence, qui utilise le cadre du regroupement de porteuses pour exploiter en complément les bandes sans obligation de licence, et un système de transmission multi-antenne qui tire parti à la fois du domaine horizontal et vertical. Ces fonctionnalités amélioreront les capacités générales ainsi que les débits de données utilisateur. En réduisant le temps d'attente, la version 13 permettra aux protocoles des couches supérieures, tels que le TCP, d'exploiter ces débits de données particulièrement élevés.

Parallèlement, la LTE s'étendra à de nouveaux scénarios d'utilisation en renforçant, au moyen d'une largeur de bande RF réduite, le soutien apporté aux communications massives de type machine à faible coût et à faible consommation d'énergie. Les améliorations apportées en matière de communication directe entre dispositifs renforceront le soutien en faveur de la sécurité publique ainsi que plusieurs cas d'utilisation commerciale. La technologie LTE est une plate-forme extrêmement flexible, en évolution constante afin de répondre aux nouvelles exigences et aux nouveaux scénarios. Cette évolution joue un rôle vital dans la réalisation de la société en réseau.

Conformément aux recommandations de la Commission interinstitutionnelle des fréquences radioélectriques (ICRF) du Kazakhstan en date du 7 décembre 2015, les opérateurs de communications cellulaires (Kcell, Kar-Tel, MTS et Altel) peuvent utiliser les fréquences qui leur sont assignées selon les normes GSM, DCS-1800 (GSM-1800), et UMTS/WCDMA(3G), aux fins de l'organisation des communications cellulaires LTE (4G) et LTE évoluée, c'est-à-dire en appliquant le principe de la neutralité technologique.⁹⁸

De plus, la Commission ICRF a adopté une décision visant à répartir une largeur de bande de 10 MHz en liaison montante/liaison descendante entre les opérateurs de communications cellulaires actuels pour un montant forfaitaire et sans concurrence, en raison du nombre limité de ces opérateurs.

Ce principe a été mis en œuvre dans un grand nombre de pays et présente aujourd'hui un intérêt particulier, en raison de la convergence des services et du fait que les différentes technologies sont de plus en plus interchangeables.

Des performances énergétiques élevées visant à réduire la consommation d'énergie constituent un impératif essentiel des réseaux IMT-2020. Cette caractéristique permet de réduire le coût total de possession, facilite l'accès au réseau dans les zones rurales ou isolées et donne accès au réseau selon un mode opératoire durable et peu énergivore.

La performance énergétique a longtemps joué un rôle important dans la communication mobile au niveau du dispositif. La très haute performance énergétique des dispositifs a permis d'accroître la durée de vie des batteries et a été un élément essentiel de la révolution mobile. Toutefois, elle est aussi devenue un facteur clé dans l'infrastructure des réseaux. Le défi consiste ici à réduire la consommation totale d'énergie tout en gérant une augmentation massive du volume de trafic et du nombre d'utilisateurs.

Pour obtenir de hautes performances énergétiques, les principes de conception et les pratiques de mise en œuvre au sein de la téléphonie mobile doivent changer radicalement. Ce secteur, qui s'est attaché à fournir un niveau élevé de capacité de trafic et de débits de données, est également en train de réaliser l'importance d'une haute performance énergétique en cas de volume réduit, voire nul, de transmission de données et de processus.

⁹⁸ Document SG1RGQ/152, République du Kazakhstan.

Les systèmes IMT-2020 à haute performance énergétique devront s'appuyer sur le principe de conception suivant: être actifs et transmettre uniquement au moment et à l'endroit où le besoin se fait sentir. Cela permettra de rendre la conception des réseaux échelonnable, gérable et flexible de manière à favoriser une consommation d'énergie proportionnelle au contenu réel et optimiser les possibilités d'économies d'énergie.

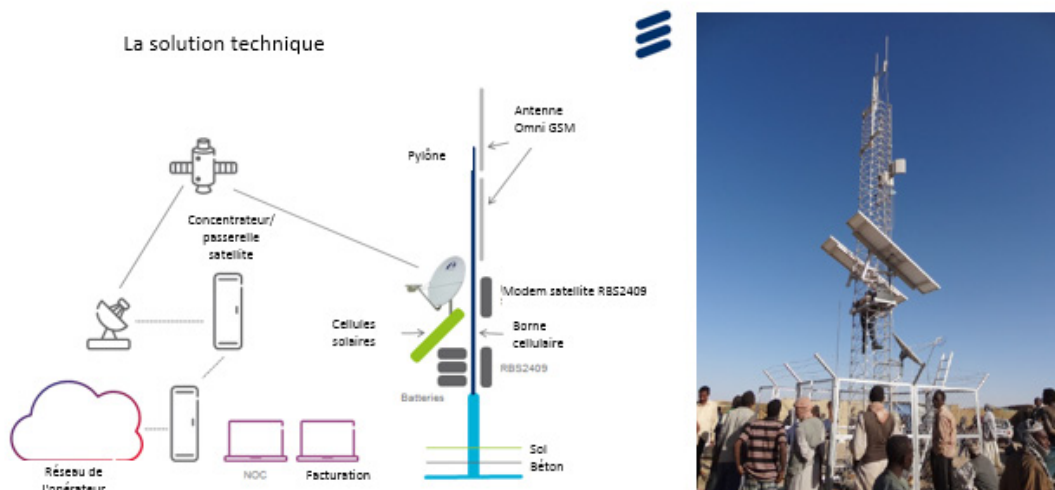
Les principales technologies qui permettront d'y parvenir sont la simplification extrême du design, les techniques évoluées de formation des faisceaux, la séparation des plans de données de contrôle et d'utilisateur sur l'interface radioélectrique ainsi que la virtualisation de réseaux et les technologies du nuage.

Pour résumer, le déploiement de nouveaux réseaux large bande mobiles tels que ceux de la technologie LTE aidera les administrations à prendre en charge la demande élevée de trafic dans un avenir proche. Il convient donc de disposer de suffisamment de nouvelles fréquences dédiées pour ces technologies, étant donné que les fréquences existantes sont utilisées dans les réseaux mobiles existants. Certaines études de l'UIT-R ont démontré que les fréquences nécessaires aux services mobiles pour gérer le trafic de données prévu d'ici 2020 se situaient aux alentours de 1 900 MHz.⁹⁹

3.3.3 Principales considérations pour fournir le large bande dans les zones rurales

Dans les pays en développement, la fourniture de services large bande est un réel défi si l'on tient compte des situations topologique et économique des régions rurales.¹⁰⁰ Les réseaux mobiles sont alors la solution appropriée du point de vue de leurs caractéristiques techniques. Il existe, en effet, aujourd'hui des options techniques pour aider les administrations à fournir un service large bande dans les endroits les plus reculés, avec des solutions techniques rapides et peu onéreuses qui consistent à installer une borne cellulaire complète dans un pylône ou une tour, ce qui permet de minimiser les coûts et le temps d'installation. La **Figure 13** présente les détails de cette solution technique pour les zones rurales et le déploiement d'une borne cellulaire. Cette solution permet d'inclure les dernières régions non couvertes d'un pays dans l'ère du numérique. Le déploiement d'une solution LTE permet notamment d'atteindre des débits maximaux de l'ordre de 36,7 Mbit/s.

Figure 13: Solution technique pour la fourniture de services large bande dans les zones rurales/isolées



⁹⁹ Pour des informations plus détaillées, suivre les liens ci-après: http://www.anatel.org.mx/docs/interes/Ericsson_Mobility_Report.pdf et <http://www.ericsson.com/res/docs/2015/ericsson-mobility-report-feb-2015-interim.pdf>.

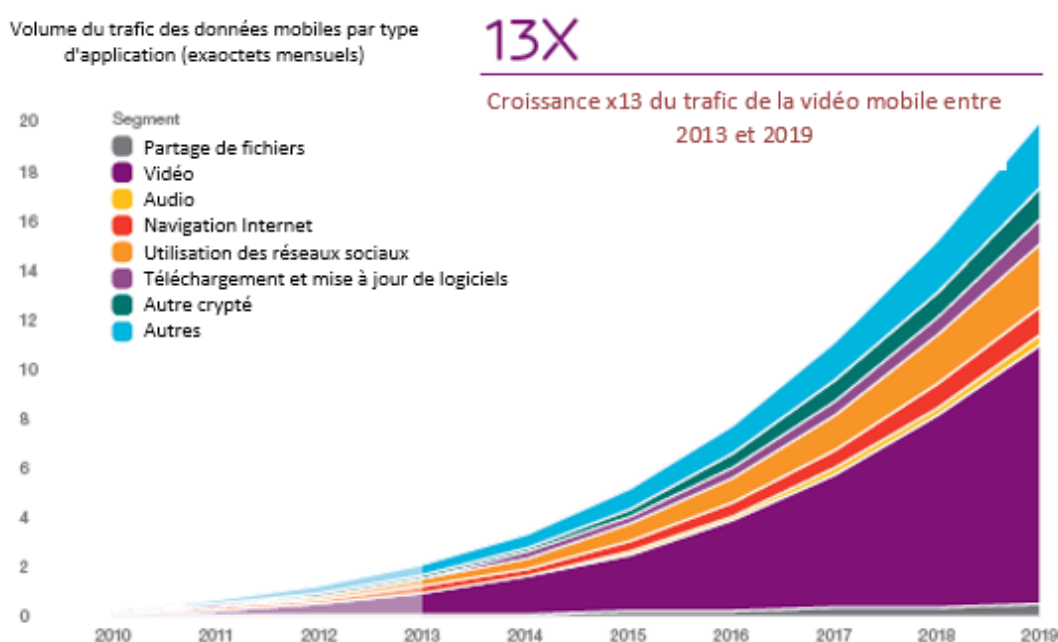
¹⁰⁰ Document 1/189, « Evolution in mobile broadband networks, for its consideration in the reports », Ericsson (Suède).

Les réseaux mobiles LTE et 3G ont la capacité de proposer des applications telles que l'Internet des objets (IoT) ou les applications ou services de machine à machine (M2M), dans la mesure où leur latence est très basse, qu'il s'agit de l'une des exigences techniques de ces applications et que ces réseaux couvrent toutes les régions requises pour les services de l'Internet des objets.

3.3.4 Réglementations des réseaux de prochaine génération

La **Figure 14** montre la croissance progressive du volume du trafic des données mobiles. La vidéo étant l'application la plus demandée, il sera nécessaire de privilégier le déploiement de réseaux 4G afin de fournir à l'utilisateur final la meilleure qualité de service en matière de mise en ligne et de téléchargement.

Figure 14: Volume du trafic des données mobiles par type d'application



3.3.5 Petites cellules pour le déploiement du large bande dans les zones rurales

Il est indéniable que pour les gouvernements des pays en développement, par exemple ceux d'Amérique Latine, l'une des principales difficultés est de fournir une connectivité de base dans les zones rurales,¹⁰¹ sachant qu'à l'heure actuelle, la connectivité de base ne se limite en aucun cas à la téléphonie, mais englobe aussi les données en tant qu'instrument permettant de favoriser plusieurs autres services qui doivent être fournis dans tout projet relatif au développement du large bande.¹⁰²

L'un des principaux obstacles auxquels se heurtent les pouvoirs publics et les fournisseurs de services pour desservir les populations qui sont dépourvues de réseaux de communication est le coût afférent au déploiement de l'infrastructure fixe et des stations de transmission de base (BTS) IMT associées. Si l'on fait appel à des solutions traditionnelles telles que les macrostations BTS, on obtient des analyses de rentabilité qui nécessitent une masse critique d'abonnés nettement supérieure à la population d'un seul village rural, sans perdre de vue qu'en vertu de la plupart des réglementations, les zones de moins de 500 habitants (ce chiffre sera peut-être plus élevé selon les politiques nationales) sont

¹⁰¹ La connectivité dans les zones rurales est un problème qui concerne tous les pays du monde. Des solutions analogues à celles qui sont décrites dans ce paragraphe ont également été proposées pour de petits villages de Champagne en France.

¹⁰² Document SG1RGQ/161, Alcatel-Lucent International (France), Alcatel-Lucent USA (Etats-Unis d'Amérique).

celles qui font l'objet de la priorité la plus faible en termes de couverture. Même si les analyses de rentabilité constituent un défi de taille, il est absolument indispensable que les pouvoirs publics, les fournisseurs de services et les équipementiers du secteur des télécommunications recherchent des solutions techniques différentes, afin de tenir compte de la très forte demande de connectivité qui existe au sein de ces communautés, pour permettre leur croissance et leur contribution au produit intérieur brut (PIB), ainsi que des perspectives que pourrait offrir l'Internet des objets (IoT) dans les zones rurales (dans le domaine de l'agriculture et des services d'utilité publique).

Plusieurs fournisseurs de services d'Amérique Latine ont testé des options spécialement adaptées à la taille des populations à desservir, afin de proposer des coûts qui sont infimes par rapport à ceux liés au déploiement de macrostations BTS. Ces options reposent sur l'utilisation de petites cellules à l'extérieur de bâtiments, car elles permettent d'assurer une bonne couverture adaptée aux communautés rurales.

Etant donné que la plupart des petites cellules envisagées pour un environnement en extérieur se caractérisent par leur faible puissance (< 5W), la portée de la couverture représente une difficulté ardue. Pour remédier à cette difficulté, on utilise, dans les scénarios de test, des petites cellules en association avec des antennes directives, afin d'obtenir une portée de couverture de près de 1 km lorsqu'on utilise des fréquences basses, par exemple une fréquence de 850 MHz, et de 700 m lorsqu'on utilise une bande de 2 100 MHz. En conséquence, en fonction du village et de la couverture nécessaire, une configuration comprenant plusieurs petites cellules et des antennes directives permet d'assurer la couverture requise de l'ensemble de la zone visée, ou, tout au moins, de répondre aux besoins des principaux centres publics, dans lesquels la plupart des habitants bénéficieront d'un accès ouvert (écoles, hôpitaux, services de police, parcs de loisirs).

Même si elle permet d'assurer la couverture requise, cette configuration soulève néanmoins deux problèmes. Le premier concerne la disponibilité des liaisons de raccordement, pour lequel il existe deux solutions:

- Liaisons hertziennes hyperfréquences par paquets dans un montage en guirlande, connectées aux macrostations de base IMT du réseau les plus proches, avec pour objectif trois ou quatre bonds au maximum entre la zone rurale et la station de base. Le principal avantage de cette méthode est le coût modique associé aux équipements hertziens actuels et le faible temps de latence nécessaire aux connexions IMT utilisant ce système de raccordement.
- Connexions par satellite. L'option 1 donne de bons résultats dans les petits pays avec une couverture de macrostations supérieure à 90 pour cent, mais dans les grands pays où les distances entre les zones rurales et la première liaison radioélectrique est supérieure aux 3 ou 4 bonds visés ci-dessus, les connexions par satellite constituent une solution satisfaisante pour assurer le raccordement de ces petites cellules. Le temps de latence reste le principal problème associé à cette approche, encore que certains fournisseurs de services d'Amérique latine aient effectué des tests avec de petites cellules IMT à l'extérieur de bâtiments dans la bande Ka, tests qui ont donné d'excellents résultats.¹⁰³

Le deuxième problème, tout aussi important, concerne la puissance nécessaire pour la mise en œuvre de l'ensemble de la solution (petites cellules et équipements hyperfréquences) dans les villages sans électricité publique. Il est de la plus haute importance de rechercher une solution à faible consommation d'énergie (certains fournisseurs de services souhaitent mettre en place des solutions de réseau nécessitant une consommation d'énergie inférieure à 100 W), afin que le site puisse utiliser des panneaux solaires équipés de batteries de secours (d'autres sources d'énergie pourront être étudiées en fonction de la zone, par exemple l'énergie éolienne). Mises à part les sources d'énergie de remplacement actuellement proposées, l'objectif est également de garantir une autonomie de

¹⁰³ Etant donné que l'interface radioélectrique LuH sur le tunnel IpSEC a été parfaitement établie grâce à la connexion par satellite, des appels téléphoniques ont aussi pu être établis et un débit en liaison descendante de 18 Mbit/s a été fourni pour plusieurs applications de données, avec un retard de ~680 ms et une gigue de ~15 ms sur la couche transport.

trois jours, sachant que ces zones sont isolées et que l'exploitation pourrait poser de réels problèmes si l'on veut maintenir et garantir la continuité du service.

Une fois que tous les scénarios techniques auront été testés avec succès, l'autre difficulté consistera à assurer la gestion et la maintenance de l'infrastructure mise en place, compte tenu du fait que les zones rurales étudiées sont des zones isolées. A l'heure actuelle, différents fournisseurs de services étudient des approches intéressantes, consistant par exemple à assurer la formation des communautés pour les activités d'appui de premier niveau, afin que chaque cas nécessitant une assistance de premier niveau sur place puisse aisément être traité par les entrepreneurs communautaires du village ou des localités avoisinantes. On pourrait également envisager de recourir au système de franchise des zones rurales, dans lequel un sous-traitant est propriétaire de l'infrastructure et responsable de son exploitation et de sa maintenance et verse une redevance au fournisseur de services en place, qui fournit un accès pour l'utilisation des fréquences 3G.

En conclusion, les éléments techniques décrits dans le présent paragraphe (petites cellules 3G dotées d'antennes directives, solutions de raccordement hertzien par paquets ou liaisons par satellite, et faible consommation d'énergie pour permettre l'utilisation de sources d'énergie de remplacement) offrent une solution technique viable qui, parallèlement, représente une infime partie du coût total du déploiement de macrostations BTS dans ces zones. Il va sans dire que les régulateurs pourront également contribuer à l'adoption accélérée de ces solutions, en garantissant un délai à court terme pour la fourniture d'une connectivité aux communautés de moins de 500 habitants, dans le cadre des obligations liées à l'attribution de fréquences.

3.4 Principaux éléments à étudier pour faciliter un éventuel déploiement de systèmes intégrant les composantes satellites et de Terre des IMT

Vous trouverez ci-après une liste du grand nombre de facteurs dont il faut tenir compte pour encourager ce genre de déploiements.¹⁰⁴

a) Contraintes réglementaires

Les éléments ci-dessus constituent une contrainte majeure dans le déploiement, dans la mesure où les cadres réglementaires qui régissent la mise en œuvre des composantes satellites et de Terre des IMT se situent sur deux domaines différents et qu'il doit y avoir convergence des éléments ci-dessus. Il conviendra de traiter de l'octroi de licences, de l'utilisation du spectre et de la qualité des normes relatives à l'exploitation.

b) Exigences du réseau HetNet

La mise en œuvre de la composante terrestre des IMT est en cours d'adoption pour gérer la mise en œuvre du large bande dans différentes technologies (ex.: UMTS, LTE, LTE-A), différentes bandes de fréquences, etc. et l'ajout du système satellite doit, de par sa définition, être compatible avec l'architecture du réseau HetNet. Il s'agit là d'une exigence essentielle dans la mesure où la convergence dépendra de la compatibilité des systèmes entre eux.

c) Adoption de dispositifs multimodes

Comme nous l'avons évoqué en b), les réseaux existants adoptent une structure HetNet pour faciliter l'introduction de dispositifs compatibles avec différentes technologies et différents modes d'exploitation. Le déploiement d'un tel système satellite et de Terre doit être induit par une pénétration considérable des dispositifs qui doivent fonctionner en mode multi-accès.

d) Besoin de partenariats

¹⁰⁴ Document 1/263, République socialiste démocratique de Sri Lanka.

A l'instar des limites imposées dans les domaines réglementaires, les principales parties prenantes dans les domaines des IMT et satellite qui ont une existence séparée se devront de davantage collaborer. Et cette collaboration devra viser un niveau auquel les organes directeurs et les opérateurs devront travailler ensemble pour atteindre l'objectif final d'un déploiement harmonieux de la couverture large bande satellite et de Terre.

e) Compatibilité avec l'écosystème pour une complémentarité parfaite

Le déploiement du large bande peut se faire à condition que les technologies IMT permettent l'accès et que les opérateurs satellites assurent le raccordement. Cette méthode de déploiement du large bande est intéressante, notamment pour les déploiements dans les zones rurales et distantes dans lesquelles le raccordement est souvent le principal goulot d'étranglement.

Les IMT comprennent les interfaces radioélectriques de la composante de Terre et de la composante satellite. Ces deux composantes sont complémentaires. La composante de Terre assure la couverture de zones terrestres dont la population est considérée comme suffisamment dense pour être desservie, à des conditions économiques, par des systèmes de Terre.¹⁰⁵ En revanche, la composante satellite dessert toutes les autres régions de sorte que l'on obtient une couverture pour ainsi dire mondiale, particulièrement intéressante pour les zones maritimes, les îles, les régions montagneuses et les zones faiblement peuplées. Ce n'est donc qu'en associant les interfaces radioélectriques de l'une et de l'autre composante que l'on peut réaliser la couverture globale des IMT.

La composante satellite des IMT comprend les IMT-2000 et les IMT évoluées. Les spécifications des interfaces radioélectriques de la composante satellite des IMT-2000 sont détaillées dans la Recommandation UIT-R M.1850-1.

Pour plus d'informations sur les interfaces radioélectriques de la composante satellite des IMT évoluées, veuillez consulter la Recommandation UIT-R M.2047 « Spécifications détaillées des interfaces radioélectriques de la composante satellite des télécommunications mobiles internationales évoluées » et le Rapport UIT-R M.2279 « Résultats de l'évaluation, recherche d'un consensus et décision concernant le processus pour la composante satellite des IMT évoluées (étapes 4 à 7), y compris les caractéristiques des interfaces radioélectriques de la composante satellite des IMT évoluées ».

La composante satellite continuera de constituer une partie intégrante au fur et à mesure que les réseaux évolueront vers les IMT-2020. Le projet de « Rapport sur l'application de la logiciellisation des réseaux IMT-2020 » (IMT-O-041) du Groupe spécialisé de l'UIT sur les IMT-2020 met l'accent, dans ses recommandations adressées au Groupe d'Études 13 de l'UIT-T, sur le fait que « l'architecture réseau des IMT-2020 doit inclure plusieurs technologies RAN et notamment le satellite » et recommande d'étudier « l'intégration des technologies satellites dans l'architecture réseau des IMT-2020 ».

Pour découvrir l'expérience du Kenya dans l'utilisation des technologies IMT et IMT évoluées pour faciliter les services à large bande au Kenya, voir l'**Annexe 1**.¹⁰⁶

3.5 Convention d'interconnexion transfrontalière en fibre optique

Afin de faciliter le développement du large bande en Afrique, un programme d'interconnexion inter-Etats a été lancé en Afrique centrale. Le programme pâtit d'un cadre réglementaire qui constitue un frein considérable au déploiement de l'infrastructure.¹⁰⁷

L'exemple de l'interconnexion entre le Congo et le Gabon à l'occasion de la mise en oeuvre du projet Central African Backbone en Afrique centrale a inspiré les pays de la sous-région qui ont adopté en 2014 une résolution pour interconnecter les pays de la sous-région et établir un protocole d'accord.

¹⁰⁵ Document 1/187, KDDI Corporation (Japon).

¹⁰⁶ Document 1/290, « Les télécommunications mobiles internationales (IMT) et les technologies IMT évoluées comme soutiens aux services large bande au Kenya », République du Kenya.

¹⁰⁷ Document 1/267, « Convention d'interconnexion en fibre optiques transfrontalières », République du Congo.

Contexte de l'établissement du protocole d'accord

La Déclaration des chefs d'Etat et de gouvernement de la CEMAC ayant pour objet de relier, à terme, par fibre optique l'ensemble des Etats Membres de la sous-région dans le cadre du troisième pilier du Programme Economique Régional (PER) de la CEMAC 2010-2015, relatif à l'interconnexion physique de ses Etats Membres.

Tenant compte, à cet égard, de l'importance des technologies de l'information et de la communication et des recommandations formulées lors du premier Atelier sur l'interconnexion entre les réseaux de fibre optique au Congo et Gabon, qui s'est tenu à Libreville les 7 et 8 octobre 2013 en présence du Représentant de l'Union Internationale des Télécommunications (UIT) pour l'Afrique Centrale.

Les deux parties ont convenu de mettre en place un accord d'interconnexion.

Objet de l'accord

Les deux pays avaient convenu de signer un protocole d'accord délimitant le cadre général de la coopération entre la République du Congo et la République gabonaise. Cet accord signé porte principalement sur les domaines suivants:

- l'interconnexion physique et logique des réseaux à fibre optique des deux pays;
- la coordination des circuits et de la largeur de bande;
- la mutualisation des ressources dans la mise en œuvre de programmes de renforcement des capacités;
- l'offre mutuelle des voies de restauration pour la sécurisation des communications des deux réseaux.

Figure 15: Interconnexion entre la République Démocratique du Congo et le Gabon



Source: Document 1/267, « Convention d'interconnexion en fibre optiques transfrontalières », République démocratique du Congo.

Structuration de l'accord

Le contenu du protocole d'accord s'articule autour des points définis par les deux parties au terme de plusieurs réunions préparatoires:

- Préambule: objet, axes stratégiques de coopération, objectifs poursuivis par les deux Etats en matière d'intégration sous-régionale, rôle assigné aux équipes par le bureau chargé de la gestion du projet.

- Mode de gouvernance de la fibre: propriété, exploitation, maintenance, commercialisation en gros: régimes encadrant l'activité de la société propriétaire et de la société d'exploitation (si différentes), obligations s'imposant aux différentes parties prenantes, respect de normes de QoS, type de service commercialisé.
- Engagement et responsabilité des parties formant une commission mixte supra-nationale, composition de cette commission, prérogatives et obligations, articulation avec les autorités nationales (autorité de régulation, ministère).
- Sécurité et intégrité physique du réseau: normes internationales, existence de redondances.
- Pérennisation des investissements: principe de tarification garantissant des revenus suffisants à l'exploitation et à la maintenance et renouvellement des investissements.

Mise en œuvre

L'accord couvre deux phases de la vie d'un réseau: sa construction et son exploitation. Un comité mixte regroupant les différents acteurs engagés dans le projet est mis en place pour chacune de ces phases.

- Construction du réseau

L'accord précise que chaque pays est responsable de la construction de l'infrastructure à l'échelle nationale et devra mettre à la disposition de l'autre pays les éléments techniques pour garantir l'opérabilité des deux réseaux.

- Exploitation du réseau

L'exploitation des réseaux s'effectue par deux opérateurs distincts, chacun menant ses activités sur son territoire national.

Gouvernance

Un comité mixte responsable du suivi de ce protocole sera constitué. Les structures publiques locales sont chargées de l'application de la réglementation en vigueur qui doit être respectée par les opérateurs privés.

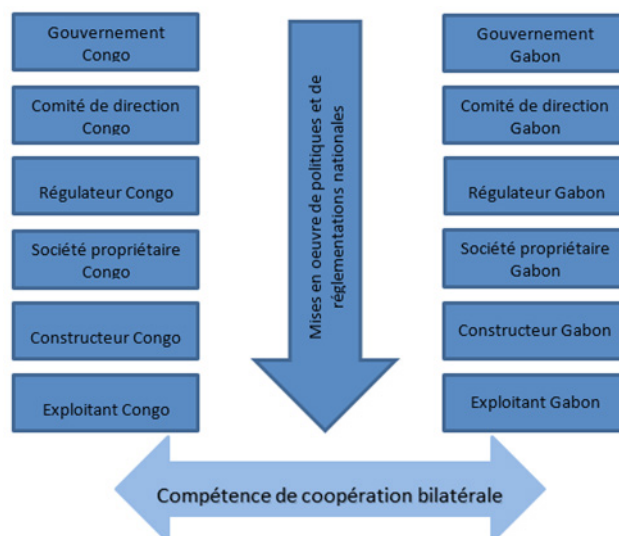
Les structures publiques ont pour interface leurs homologues dans le pays partenaire.

Organisation fonctionnelle

La gouvernance est verticale pour ce qui est de la coopération bilatérale et des compétences. Le but est d'harmoniser les choix faits dans chaque pays, de fixer le cadre de commun de gestion et de gérer les conflits éventuels.

Elle est horizontale sur le plan national afin garantir le respect des réglementations en vigueur dans chaque pays.

Figure 16: Organisation fonctionnelle



3.6 Comment les compagnies d'électricité peuvent participer à la construction des réseaux FTTH à fibres optiques

On compte deux modèles économiques principaux.¹⁰⁸ Premièrement, la compagnie d'électricité peut participer à la construction d'un réseau à fibres optiques national, en tant qu'investisseur conjoint et que fournisseur des ressources de pipelines. Deuxièmement, elle peut conclure une coentreprise avec un opérateur de télécommunication pour la construction du réseau à fibres optiques. Le premier modèle s'appuie principalement sur les stratégies de TIC nationales pour le lancement des projets large bande nationaux. Dans ce cas, afin de sauvegarder la totalité des investissements et d'encourager la concurrence entre les opérateurs existants et de promouvoir une ouverture encore plus importante des entreprises de services locaux titulaires (ESLT), notamment, le gouvernement prendra l'initiative d'inviter une compagnie nationale d'électricité à participer à la construction du réseau national à fibres optiques. Les compagnies d'électricité dans ces pays participeront alors à la construction du réseau national à fibres optiques en tant que coinvestisseurs et fournisseurs de pipelines. Au terme de sa construction, le réseau national à fibres optiques sera loué à tous les opérateurs de télécommunication sous la forme d'une offre de gros. Dans le monde, nous avons observé lors de la construction du réseau large bande national à fibres optiques en Nouvelle-Zélande que les deux compagnies d'électricité nationales North Power Fibre et Waikato Networks Ltd ont investi des fonds et mis à disposition leurs avantageuses pipelines, dans une certaine région, afin de participer au déploiement du réseau national à fibres optiques. Par la suite, les installations de fibres optiques dans la région susmentionnée ont été louées à tous les opérateurs de télécommunication de manière équitable. En Italie, la compagnie d'électricité ENEL a tiré profit de ses propres avantages dans le domaine des fibres optiques, des pylônes et des pipelines pour participer à la construction du réseau national à fibres en tant que co-investisseur et fournisseur des ressources de pipelines. Au final, les installations de fibres optiques ont été vendues en gros aux autres opérateurs.

Dans le deuxième modèle, les compagnies d'électricité d'un certain nombre de pays ont pris l'initiative d'instaurer une coentreprise avec les opérateurs de télécommunication pour construire les réseaux à fibres optiques. En procédant ainsi, les avantages des compagnies d'électricité (pipelines, fibres optiques, pylônes, personnel d'exploitation et de maintenance, etc.) et ceux des opérateurs de télécommunication (expérience de l'exploitation et de la maintenance, maîtrise des technologies de télécommunication) peuvent être mis en commun pour mieux résoudre les soucis techniques qui

¹⁰⁸ Document 1/278, « Discussions on the mode of involvement for power companies to take part in the construction of fibre-optic networks based on their own strengths », République populaire de Chine.

surviennent lors du déploiement des réseaux à fibres optiques. Le problème crucial reste toutefois le modèle de partage des revenus et le portefeuille d'investissement initial dans la coentreprise. Sans quoi, quand la coentreprise évolue jusqu'à une certaine taille, les tensions entre les partenaires seraient de plus en plus importantes notamment au sujet des montants des apports de liquidités à réaliser au cours du projet et du partage des revenus, ce qui pourrait entraîner de nombreux conflits mettant en danger la survie même de la coentreprise. En Irlande, la compagnie d'électricité ESB a créé une coentreprise, SIRO, avec l'opérateur local VDF dans le cadre d'une candidature pour exploiter une activité de vente en gros de fibres optiques dans 50 villes réparties dans tout le pays, au cours des trois prochaines années. D'autres opérateurs tels que VDF, UPC et Eircom peuvent louer ces fibres auprès de SIRO pour proposer des services large bande 1 Gbit/s. En s'appuyant sur la compagnie d'électricité (avantages: droit de passage facile à obtenir, pipelines et stock abondant de pylônes) et l'opérateur VDF (avantages: longue expérience de l'exploitation des services de télécommunication et forte technicité fiable), la coentreprise a identifié sa région cible au terme d'une étude de marché approfondie. Parallèlement, SIRO a élaboré un plan d'activité viable pour proposer des tarifs compétitifs. Du point de vue du modèle d'entreprise, cette approche présente beaucoup plus d'intérêt pour nous. Au Kenya, la compagnie d'électricité loue gratuitement ses pylônes supplémentaires et ses pipelines existants. L'opérateur local VDF est responsable de la pose des fibres optiques et de la construction du réseau FTTH. Cinquante pour cent des fibres sont mises gratuitement à la disposition de la compagnie d'électricité pour qu'elle les loue en gros à d'autres fournisseurs de services Internet (ISP). En Chine, dans certains quartiers résidentiels, la compagnie d'électricité locale a choisi de poser les installations de fibres optiques en même temps que les lignes électriques, dès la construction des maisons. Dans ce cas, l'opérateur de télécommunication doit conclure un partenariat d'exploitation conjointe avec la compagnie d'électricité.

Si l'on s'appuie sur les avantages existants des compagnies d'électricité dans les ressources en fibres optiques et en pipelines, le coût de construction d'un réseau à fibres optiques correct est bien moins élevé qu'un réseau autonome créé par l'opérateur de télécommunication à partir de rien. Le rude défi du FTTH est également assez facile à relever. Le prix de gros des fibres optiques a ainsi pu être considérablement réduit dans les pays susmentionnés et la location en gros à d'autres opérateurs a été chaleureusement accueillie sur les marchés locaux.

Certains obstacles demeurent toutefois, notamment pour ce qui est du déploiement d'un réseau à fibres optiques reposant sur les fibres, les pipelines, les pylônes et les autres ressources existantes de la compagnie d'électricité et il convient de leur accorder une attention particulière, notamment pour ce qui concerne la protection des équipements actifs contre les courants forts. En vertu des exigences, les dispositifs passifs ne doivent comporter aucune pièce métallique si bien qu'il ne doit y avoir aucun problème de mise à la terre.

4 CHAPITRE 4 – Conclusions et recommandations générales

Avec les technologies large bande, les antennes communautaires, les communications par fibres optiques, les systèmes à satellites et les systèmes hertziens fixes et mobiles, les différentes formes de télécommunications, aussi bien traditionnelles que nouvelles, sont désormais présentes dans le monde entier, et plus précisément là où la situation sociale, économique et technologique évolue rapidement.

Du fait que les infrastructures physiques et le contexte géographique diffèrent fortement d'un pays à l'autre, une technique adaptée à une région peut cependant très bien ne pas convenir dans une autre région. Le coût élevé de l'installation et de l'exploitation des infrastructures de télécommunication peut, de surcroît, avoir un impact sur le déploiement de nouvelles technologies visant à proposer un débit de données plus élevé pour les applications plus exigeantes.

Les défis à relever pour déployer un réseau d'accès large bande sont donc multiples: politique, caractère hérité du réseau, infrastructures existantes, impact économique et social, problèmes d'éducation, sensibilisation et connaissance, zones éloignées et rurales, contraintes liées au spectre, niveaux de vie, démocratie numérique, inclusions numérique et financière.

Selon l'expérience de nombreux pays, les technologies et les stratégies de mise en œuvre de réseaux de télécommunication d'accès large bande sont diverses et variées. Les nouvelles frontières de l'Internet des objets (IoT) et des réseaux domestiques nécessitent d'optimiser les supports physiques et l'utilisation du spectre pour les câbles optiques/cuivre, ainsi que les technologies IMT, pour pouvoir attribuer des services gourmands en bande passante, tout en tenant compte du caractère hérité du réseau et des coûts.

Les politiques publiques et les mesures réglementaires contribuent grandement à l'accélération de la croissance des services en permettant l'accès au réseau central et, par conséquent, aux TIC/ services de télécommunication, notamment dans les zones rurales et distantes. L'**Annexe 1** propose des exemples de réussites des expériences de différents pays.

Le déploiement avantageux des progrès technologiques est possible en encourageant un environnement réglementaire transparent et clair. Les systèmes satellites sont des projets coûteux qui présentent des risques élevés et qui ne sont possibles que lorsque des politiques sont mises en place pour faciliter ces charges inhérentes et apporter une certaine certitude aux opérateurs.

La performance énergétique a longtemps joué un rôle important dans la communication mobile au niveau du dispositif. La très haute performance énergétique des dispositifs a permis d'accroître la durée de vie des batteries et a été un élément essentiel de la révolution mobile. Toutefois, elle est aussi devenue un facteur clé dans l'infrastructure des réseaux. Le défi consiste ici à réduire la consommation totale d'énergie tout en gérant une augmentation massive du volume de trafic et du nombre d'utilisateurs.

On pourra opter pour des bonds multiples, des petites cellules, des antennes et des liaisons hertziennes (courtes distances) ou des connexions satellites (zones étendues) afin d'atteindre les zones distantes à partir d'une macrostation de base IMT.

Figurent ci-après, en guise de conclusion, quelques recommandations générales à l'intention des pays en développement pour les aider à déployer efficacement les technologies d'accès large bande, y compris les IMT:

- Un plan national général doit être développé et revu régulièrement par les décideurs afin de créer un cadre réglementaire visant à encourager le déploiement des technologies d'accès large bande.
- Les pays en développement sont invités à mettre en œuvre des politiques qui stimulent et renforcent le développement des réseaux de télécommunication et de points d'accès publics

tels que les télécentres, etc. Le partage des infrastructures pourrait être assuré, afin d'éviter tout double emploi dans les investissements dans les zones rurales et isolées des pays en développement.

- Un plan d'éducation primaire, secondaire et tertiaire doit être développé et mis en œuvre. Son objectif est d'aider les personnes vivant dans les zones rurales et d'interrompre ainsi la mobilité de la population des zones rurales vers les zones urbaines. Il faudra peut-être envisager une assistance pour la mise en œuvre appropriée de formations aux TIC dans le cadre du déploiement de l'accès large bande. Les communautés rurales distantes bénéficieront de connexions satellitaires là où la fibre optique ne peut être déployée.
- De plus, il est nécessaire, sur la base de ce Plan, que les gouvernements, les régulateurs, les opérateurs et les autres parties prenantes travaillent en collaboration dans le cadre de partenariats, en vue de mettre les télécommunications/TIC à la portée de toutes les couches de population de leur pays
- Les considérations d'ordre technique, économique et géographique sont essentielles. A cet égard, la neutralité technologique devrait toujours être prise en compte. Pour ce qui est de la technologie d'accès, les technologies hertziennes telles que les 2G, 3G, LTE, WiFi et WiMax sont les plus fréquemment utilisées, mais quand un débit de données très élevé est nécessaire, il conviendra d'adopter des solutions filaires.
- Des performances énergétiques élevées visant à réduire la consommation d'énergie constituent un impératif essentiel des réseaux IMT-2020. Cette caractéristique permet de réduire le coût total de possession, facilite l'accessibilité du réseau dans les zones rurales ou isolées et donne accès au réseau selon un mode opératoire durable et peu énergivore. Les systèmes IMT-2020 à haute performance énergétique devront s'appuyer sur le principe de conception suivant: être actifs et transmettre uniquement au moment et à l'endroit où le besoin se fait sentir.
- Etant donné la faible consommation énergétique (5 W) des petites cellules en extérieur, il conviendra d'étudier la possibilité de combiner plusieurs petites cellules couplées à des antennes directives afin de bénéficier d'une portée de près d'1 km, adaptée dans les zones rurales et les petits villages et à laquelle la population accédera librement (écoles, hôpitaux, services de police, parcs de loisirs).
- Le cas échéant, on encouragera la conclusion de mémorandums d'accord avec un cadre général pour la coopération au sujet des interconnexions interfrontalières entre les Etats. Les mémorandums d'accord internationaux sont essentiels pour un développement harmonieux et intégré des économies dans les sous-régions, dans la mesure où ils mettent les différentes parties prenantes d'accord au sujet de la conception, de la mise en oeuvre, de l'exploitation et de la maintenance.

Abbreviations and acronyms

Various abbreviations and acronyms are used through the document, they are provided here.

Abbreviation/acronym	Description
ACM	Adaptive Coding and Modulation
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line
ANT	Access Network Transport
ARPCÉ	Regulatory Agency of Post and Electronic Communications (Republic of the Congo)
ARPT	Posts and Telecommunications Regulatory Authority (Autorité de Régulation des Postes et Télécommunications) (Republic of Guinea)
ARPU	Average Revenue Per User
ATM	Asynchronous Transfer Mode
ATRA	Afghanistan Telecom Regulatory Authority (Afghanistan)
BDT	Telecommunication Development Bureau
B-ISDN	Broadband ISDN
BSMF	Broadband Speed Measuring Facility
BTS	Base Transmission Stations
BWA	Broadband Wireless Access
CA	Communications Authority
CAB	Central African Backbone
CATV	Cable Television
CC	Component Carrier
CCV	Coordination Committee for Vocabulary
CEMAC	Central African Economic and Monetary Community (Communauté Économique et Monétaire de l'Afrique Centrale)
CGC	Circuit-Group-Congestion signal
CHIPS	Clearing House Interbank Payment System
CLS	Continuous Linked Settlement
CO	Central Office
CoMP	Coordinated Multi-Point
CRS	Cognitive Radio System
CVD	Cardio Vascular Disease
DAB	Digital Audio Broadcasting

Abbreviation/acronym	Description
DCC	Data Communication Centre
DDoS	Distributed Denial of Service
DNSSEC	Domain Name System Security Extensions
DOCSIS	Data Over Cable Service Interface Specification
DPSNTIC	Development of Information and Communication Technologies
DSA	Dynamic Spectrum Access
DSB	Digital Sound Broadcasting
DSL	Digital Subscriber Line
DVB	Digital Video Broadcasting
DWDM	Dense Wavelength Division Multiplexing
ECG	Electrocardiogram
ECOWAS	Economic Community Of West African States
EFM	Ethernet in the First Mile
EHR	Electronic Health Record
eICIC	Enhanced Inter-Cell Interference Coordination
EPON	Ethernet Passive Optical Network
FCC	Federal Communications Commission (United States of America)
FDSUT	Fund for Development of the Universal Telecommunication Service
FOC	Fibre Optic Cable
FR	Frequency Radio
FSAN	Full Service Access Network
FSS	Fixed-Satellite Service
FTTB	Fibre-to-the-Building
FTTC	Fibre-to-the-Curb
FTTC	Fiber-to-the-Cabinet
FTTD	Fiber-to-the Desktop
FTTH	Fibre-to-the-Home
FTTN	Fibre-to-the-Node
GDP	Gross Domestic Product
GHz	Gigahertz
GoR	Government of Rwanda

Abbreviation/acronym	Description
GPON	Gigabit-capable Passive Optical Networks
GSM	Global System for Mobile Communications
GUILAB	Guinéenne de la Large Band
HARQ	Hybrid Automatic Repeat reQuest
HD	High-Definition
HDSL	High-bit-rate Digital Subscriber Line
HNT	Home Network Transport
HSDPA	High-Speed Down-link Packet Access
ICPC	International Cable Protection Committee
ICRF	Interagency Commission on Radio Frequencies (Republic of Kazakhstan)
ICT	Information and Communication Technology
IDA	Infocomm Development Authority (Singapore)
IDI	ICT Development Index
IEEE	Institute of Electrical and Electronic Engineers
IMS	IP Multimedia core network Subsystem
IMT	International Mobile Telecommunications
IMT-2020	Those systems that conform to the corresponding series of ITU Recommendations and Radio Regulations.
IoT	Internet of Things
IP	Internet Protocol
IpSEC	IP Security Protocol
ISDN	Integrated Services Digital Network
ISP	Internet Service Provider
ITU	International Telecommunication Union
ITU-D	ITU Telecommunication Development Sector
ITU-R	ITU Radiocommunication Sector
ITU-T	ITU Telecommunication Standardization Sector
IXP	Internet eXchange Point
KETRACO	Kenya Electricity Transmission Company
KPIs	Key Performance Indicators
LAN	Local Area Network

Abbreviation/acronym	Description
LMH	Land Mobile Handbook
LMS	Learning Management System
LTE	Long Term Evolution
M2M	Machine to Machine
MBMS	Multimedia Broadcast/Multicast
MCIT	Ministry of Communication and Information Technology (Afghanistan)
MHz	Megahertz
MIMO	Multiple-Input and Multiple-Output
MNO	Mobile Network Operator
MoU	Memorandum of Understanding
MPLS	Multi-Protocol Label Switching
MSAN	MultiService Access Node
MSO	Multiple Systems Operator
MUD	Multi-User Detection
NBP	National Broadband Policy (Democratic Socialist Republic of Sri Lanka)
Next Gen NBN	Next Generation Broadband Network
NGA	Next Generation Access
NGN	Next-Generation Networks
NICI	National Information and Communication Infrastructure (Republic of Rwanda)
N-ISDN	Narrowband-ISDN
NIT	Network Integration Test
NOC	Network Operations Centre
NOFBI	National Optical Fibre Infrastructure (Republic of Kenya)
NRA	National Regulatory Authority
NTRA	National Telecom Regulatory (Arab Republic of Egypt)
OFDM	Orthogonal Frequency-Division Multiplexing
OFDMA	Orthogonal Frequency-Division Multiple Access
OLT	Optical Line Terminal
ONU	Optical Network Unit
OPG	Office de la Poste Guinéene (Republic of Guinea)
OTN	Optical Transport Network

Abbreviation/acronym	Description
PA	Power Amplifier
PAPR	Peak-to-Average Power Ratio
PLT	Power Line Transmission
PON	Passive Optical Network
PoP	Point of Presence
POTS	Plain Old Telephony Service
PPP	Point-to-Point Protocol
PSTN	Public Switched Telephone Network
PtP	Public-Private Partnerships
PUITS	University Innovation in Telecommunications Services Program
QoE	Quality of Experience
QoS	Quality of Service
RAN	Radio Access Network
REP	Regional Economic Programme
RN	Relay Nodes
RPM	Regional Preparatory Meeting
RURA	Rwanda Utilities Regulatory Authority (Republic of Rwanda)
SaaS	Software as a Service
SCV	Standardization Committee for Vocabulary
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SDOs	Standards Developing Organizations
SDP	Service Discovery Protocol
SDR	Software Defined Radio
SL	Subscriber Line
SLE	Service Level Agreement
SMEs	Small and Medium Enterprises
SOGEB	Société de Gestion du Backbone National
SON	Self-Organizing Networks
SOTELGUI	Société des Télécommunications de Guinée
SWIFT	Society for World Interbank Financial Telecommunications
TDF	Telecom Development Fund

Abbreviation/acronym	Description
TDM	Time-Division Multiplexing
TMB	Telekom Malaysia Berhad
TRCSL	Telecommunications Regulatory Commission of Sri Lanka (Democratic Socialist Republic of Sri Lanka)
UE	User Equipment
UHF	Ultra-High Frequency
UMNG	University Marien NGOUABI
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
UN	United Nations
USAT	Ultra-Small Aperture Terminal
USB	Universal Serial Bus
USF	Universal Services Fund
VDSL	Very high-speed DSL
VoIP	Voice Over Internet Protocol
VPN	Virtual Private Network
VPS	Virtual Private Server
VSAT	Very Small Aperture Terminal
WARCIP	West African Regional Connectivity Programme
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access
WDM	Wavelength Division Multiplexing
WiMax	Worldwide interoperability for Microwave Access
WLAN	Wireless Local Area Network
WLL	Wireless Local Loop
WRC	World Radiocommunication Conference
WSA	World Summit Awards
WTDC	World Telecommunication Development Conference
xDSL	x-type Digital Subscriber Line
XNI	Any Network Interface

Annexes

Annex 1: Country experiences

Country/ Entity	Source Document	Title	Summary
Afghanistan	SG1RGQ/300	Open Access Policy and Competitive Provisioning for Afghanistan's fibre optic and broadband sectors	This document provides information regarding importance, necessity and economic consequences of the Open Access Policy in the country's telecommunication sector, with reference to existing operating companies.
People's Republic of China	1/206	Rural broadband	<p>A huge change happened due to the innovation of Sichuan "Rural Broadband" mode.</p> <p>This mode uses the government guide, private capital cooperation, planning guide, technical and management innovation, IPTV as the "Internet +" entry and other innovative approaches. Sichuan is now gradually eliminating the digital gap between urban and rural areas and creating a "new era of rural optical network".</p>
Côte d'Ivoire	1/163	Guidelines on passive infrastructure sharing	To ensure effective follow-up of infrastructure sharing by the regulatory authorities, common guidelines need to be elaborated in order to define the key principles that can be adapted in all countries.
Egypt (Arab Republic of) (1/2)	SG1RGQ/63	The national broadband plan "eMisr": Transition from planning to execution	"eMisr" is a plan that proposes different strategic directives to meet Egypt's broadband service needs. "eMisr" aims to extend broadband services in all over Egypt including underserved areas.
Egypt (Arab Republic of) (2/2)	SG1RGQ/75	Next generation access for broadband	The National Telecom Regulatory in Egypt – NTRA- sets out an ambitious plan for increasing the availability of Internet provision in Egypt under its National broadband plan ("eMisr"), a program with ambitious roll-out targets that include improving download speeds is in process so that 80% of Egyptian citizens will have Internet access at (4 Mbps-25 Mbps) by the year 2018, Moreover it is targeted to reach 85% population mobile coverage through 4G, and connecting 50% of Egyptian communities.

Country/ Entity	Source Document	Title	Summary
Guinea (Republic of)	SG1RGQ/62	National policy and development of ICT infrastructure in Guinea	<p>Major projects under the policy document's Action Plan have been launched, and implementing them has been a top priority for the department, given their future impact on the life of the Guinean public.</p> <p>Over the period 2011-2014, the posts, telecommunications and NITs sector saw some major developments.</p>
Kazakhstan (Republic of)	SG1RGQ/152	Broadband access technologies, including IMT, for developing countries	<p>At present, the communication sector is undergoing considerable changes: standards and technologies are changing, new services are emerging ever more frequently, and the need to meet growing demand for new services is stimulating more rapid development by operators.</p> <p>The technologies most in demand include passive optical network technologies (FTTx, GPON), xDSL-technologies (VDSL2, ADSL+) and Ethernet technologies (local cable networks).</p>
Kenya (Republic of)	SG1RGQ/290	IMT and IMT Advanced technologies as facilitators of broadband services in Kenya	<p>Kenya has recognized the role played by IMT technologies to provide mobile services to its populace, and the ICT sector currently made up of three mobile operators continue to roll-out a mix of 2G, 3G and late last year 4G-LTE services. These services are supported by fibre optic infrastructure that have been built the public and private sector as backbone links, and last mile solutions. The ultimate aim is to provide high-speed Internet services in addition to voice services for use by the citizens and to enhance public services delivery in all spheres of life in our country.</p>

Country/ Entity	Source Document	Title	Summary
Madagascar (Republic of) (1/2)	1/142	Regulation for the development of broadband	Deployment of broadband is running into difficulties in Madagascar, given the island's remoteness from equipment suppliers, the size of the territory and the time needed to build networks. These towns are separated by distances of tens or hundreds of kilometers and connecting them has always caused problems for operators. The topography of the main island is not conducive to using microwave links, hence the deployment by an operator of 8 000 km of fibre-optic cable in which the State holds a 34 per cent share. The existence and use of a major transport network might be one of the keys to its expansion.
Madagascar (Republic of) (2/2)	SG1RGQ/29	Trends in Broadband in Madagascar	This contribution briefly reviews the various uses of broadband in Madagascar, the different technologies used by the operators, and the difficulties encountered in deployment, as well as measures taken by the Government to promote broadband development.
Madagascar (Republic of)	1/403	Broadband access technology in Madagascar	Madagascar is ranked among the top 20 African countries in terms of broadband access. The Internet penetration rate (around five per cent) remains very low in Madagascar, for a number of reasons which hamper the country's Internet development.
Orange (France)	SG1RGQ/314	Submarine cables in Africa	Details on ACE, Africa Coast to Europe, submarine cable, in Annex 1-L related to 'country experiences'.
Rwanda (Republic of)	SG1RGQ/165	Access to Broadband in Rwanda	This paper describes broadband access technologies currently deployed in Rwanda to provide broadband Internet access and deliver other content and applications at much faster speeds. To boost this accessibility and ensure affordable broadband for all citizens in Rwanda, a national broadband policy was developed.

Country/ Entity	Source Document	Title	Summary
Sri Lanka (Democratic Socialist Republic of)	SG1RGQ/138	Broadband in Sri Lanka	Developing Sri Lanka as a knowledge hub in Asia, is a key development strategy of the Government. In Sri Lanka broadband is defined as "Technology neutral high speed data communication service with a broader bandwidth capacity not less than 1Mbps down link, which enables the operation of wide array of applications and services online.
Sri Lanka (Democratic Socialist Republic of)	SG1RGQ/288	National Broadband Policy of Sri Lanka	A National Broadband Policy is intended to provide an overarching framework to harmonize and align the Government's efforts to drive the introduction of broadband infrastructure and to identify new initiatives that will help improve the availability, affordability and relevance of broadband services. The Policy reflects the Government's ambition to build sound policy foundations for the long-term development of the broadband sector as a key part of the infrastructural support for Sri Lanka's economy and society.
Viet Nam (Socialist Republic of)	SG1RGQ/257	Broadband strategy of Viet Nam	The creation of information society on the basis of broadband infrastructure is a key to success and helps developing countries (including Vietnam) access to the knowledge economy soon. From the above objectives, the Government of Vietnam has carried out the national broadband strategy with specific targets and action plans.
Zimbabwe	SG1RGQ/230	Infrastructure sharing	An inclusive consultative process has resulted in cooperation which has seen the country come up with a well-accepted regulatory framework for sharing infrastructure to reduce costly duplication of facilities, thereby reducing the cost of services and increasing access to Telecommunication/ICT services.
Orange (France)	SG1RGQ/314	Submarine cables in Africa	Details on ACE, Africa Coast to Europe, submarine cable, in Annex 1-L related to 'country experiences'.

Afghanistan – Open Access Policy and Competitive Provisioning for Afghanistan's fibre optic and broadband sectors

1. Overview

Modern telecommunications have connected Afghans to a degree never before seen in the country's history, creating unity and economic prosperity. Since their respective formations, the Ministry of Communication and Information Technology (MCIT) and Afghanistan Telecom Regulatory Authority (ATRA) have faithfully administered the telecommunications sector through well-crafted free market policies, laws, regulations and procedures to the great benefit of the Afghan population. Support from the Government of Afghanistan for robust private sector competition in the telecommunications industry serves as a key driver for nearly universal access to mobile communications. However, a new threshold has been reached.¹⁰⁹

To ensure future growth in the Information and Communications Technology (ICT) sector a new policy is needed to facilitate sustainable development through a private-sector-led fibre optic and broadband market. In accordance with Articles 10, 11, and 37 of the Constitution of Afghanistan and with the direction of the High Economic Council, MCIT formulated this policy of Open Access and Competitive Provisioning for Afghanistan's Fibre Optic and Broadband Sectors, to attract private investment and, in turn, promote a robust communications marketplace, free of monopolies, which provides affordability, ubiquity, and growth in other economic sectors. Through this policy, MCIT and ATRA seek to formulate further policies, statutes, regulations and procedures promoting these goals and build upon the impressive achievements in this sector of the last decade.

This policy of Open Access and Competitive Provisioning is the guiding principal for the legal framework governing ICT Providers' access to basic passive and basic active infrastructure and governs all government policies and actions relating to authorizing existing and future ICT Providers to build, locate, own, and operate physical infrastructure, including international gateways and Internet Exchange Points (IXPs). This policy ensures transparent, non-discriminatory access to network infrastructure to allow effective competition at the wholesale and retail level, ensuring the provision of competitive and affordable service to end users. This policy is to be animated by government actions that treat all parties under consistent and equal terms, that are executed according to established timeframes and that afford due process.

The policy of Open Access and Competitive Provisioning is the legal framework for operators/service providers to access fiber optic and broadband infrastructure for a fair price, as well as providing the right for private businesses to build, own, and operate active and passive infrastructure. This policy further authorizes the Afghan government, in particular MCIT, or its successor as the ministry responsible for telecommunications, and ATRA, or its successor as the telecommunications regulator, to establish and implement necessary regulations for attainment of goals of this policy.

2. The need for Open Access and competitive provisioning

Despite robust growth for more than a decade, the information and communication technology sector has plateaued, in terms of revenues, connectivity, and technological advancement. Current infrastructure is not able to handle the increased data traffic requirements of wireless 3G, 4G, and fixed broadband technology users, which has grown to nearly 10 per cent penetration and make up approximately 15 per cent of industry revenue. As a result, the international trend of transition from voice to data has been slow in Afghanistan and broadband access is still not widespread. To meet the growing needs of the population, facilitate the Government of Afghanistan's commitment to connect 15 million Afghans to the internet by 2020, and to facilitate Afghanistan's long-term goal of serving as a major data transit route from South to Central Asia and beyond, significant private investment is needed to develop a world class fiber optic backbone.

¹⁰⁹ Document SG1RGQ/300, "Open Access Policy and Competitive Provisioning for Afghanistan's fibre optic and broadband sectors", Afghanistan.

In addition to investment, the sector needs capable and accountable services providers. International experience has shown that, when properly regulated, private sector owned and operated networks provide better secure service, to larger segments of the population, at a better price than state enterprises. Further, with appropriate oversight, private operators provide industry leading Cybersecurity and protection of national network security. The Open Access and Competitive Provisioning Policy provides clear guidance and government approval for private sector investment and participation in the fibre optic and broadband internet sectors.

3. Objectives of the Open Access and competitive provisioning policy

It is an obligation of the ministry responsible for telecommunications and the telecommunications regulator to create and maintain a level playing field for all investors, providers of ICT services, and other operators and a market free of cartels and monopolies. The objectives of this policy are:

- Facilitate investment and growth in the ICT sector;
- Encourage provision of broadband services to underserved areas;
- Provide for free and fair competition in the fibre optic and broadband markets;
- Provide Open Access to basic active and basic passive infrastructures in a transparent manner and without discrimination;
- Enable private companies, public entities, or partnerships between the two to build, own, and operate fibre optic and broadband infrastructure;
- Enable new entrants into the market;
- Open international gateways and Internet Exchange Points (IXPs) to private competition, price negotiation, and operation by private and public sector actors;
- Create an ICT sector free of monopolies and cartels; and
- Provide affordable and reliable broadband access to the entire Afghan population.

4. Principles of Open Access and competitive provisioning

This policy establishes the guiding principles for the legal framework relating to authorizing existing and future ICT Providers to build, locate and operate physical infrastructure. For purposes of this policy, ICT Providers are defined as private, public, or partnered entities that are primarily engaged in producing information and communications goods or services, or supplying technologies used to process, transmit or receive information and communications services and that require access to passive and active infrastructure. For further purposes of this policy, retail markets are defined as markets where sales are being made to end users, and wholesale markets are defined as markets where customers are businesses who source inputs that will be used to sell to other businesses or, ultimately, to end users.

This policy shall govern all government actions related to passive and active communications infrastructure. This policy is animated by government actions that (i) treat all parties under consistent and equal terms, (ii) are executed according to established time frames, and (iii) afford due process to all ICT Providers, users, and stakeholders.

In view of established best practices internationally, the following constitute the fundamental principles of this policy document:

- Treat all ICT Providers and would be ICT Providers of retail communications (telephone and Internet) services on an equal and fair basis through access to basic passive and active infrastructure;
- Encourage sharing of basic infrastructure, but not obligate telecommunication companies to share their own basic infrastructures unless their existing capacities exceed their requirements as reported by the providers;

- Expedite decisions pertaining to licensing, authorizing, reviews and redress by establishing open, clearly defined processes and decision making mechanisms and affording due process at every stage, including redress;
- Afford non-discriminatory access to basic infrastructure to all ICT Providers regardless of ownership status;
- Ensure all carriers must be offered the same effective rate and same effective date (non-discrimination);
- Encourage market-based, commercial arrangements between Afghan and foreign carriers for the exchange of traffic;
- Create regulations and processes only through procedures that provide preliminary and adequate notice of adoption timeframe, actual draft language and an opportunity for public comment prior to adoption in an open hearing forum;
- Implement cost-oriented pricing for access to passive infrastructure and facilitate market-based pricing for access to active infrastructure;
- Permit current and future licensed ICT Providers, including the Mobile Network Operators (MNOs) – whether individually or as part of a consortium – to build their own fibre optic infrastructure which, for the avoidance of doubt, shall be subject to the same Open Access and Competitive Provisioning terms set forth herein;
- Facilitate the construction or installation of ICT infrastructure, such as fibre optic networks, by ICT Providers; such ICT Providers shall be eligible to enter into contracts and obtain any and all authorizations from any other private sector entities such as, but not limited to, landowners, builders, engineers and consultants and to obtain such government permits relating to land use or environmental impact without obtaining additional authorization from the ministry responsible for telecommunications, the telecommunications regulator, or any other government authorities; provided however, such ICT providers shall be obligated to report to the telecom regulator their initial plans (and thereafter upon material alternation) regarding location, capacity and basic operation information;
- Consideration will be given to appropriate separation of wholesale and retail offerings and offering of dark fibre capacity whether through accounting, operational or management arrangements in order to facilitate policing of potential cross-subsidization and other anti-competitive practices.
- The Afghan government, including the ministry responsible for telecommunications and the telecommunications regulator, shall assist ICT Providers seeking to construct communications infrastructure with obtaining Rights of Way to facilitate deployment of such infrastructure (including fibre optic) build-out in the same manner that it facilitates such Rights of Way for Afghan Telecom. The telecommunications regulator will issue details of Service License Agreements and cost information to departments engaged in Right of Way approval with due consideration of information obtained during the course of public consultations;
- To improve network redundancies by facilitating aforementioned Open Access rights to dark fibre provided in the communications networks that support electricity transmission and distribution infrastructure, including but not limited to, that owned by Da Afghanistan Breshna Shurkot;
- The Telecom Development Fund (TDF), or a similar universal services fund, shall be utilized in order to encourage infrastructure development across the country, including, but not limited to, rural and underserved areas.
- Given the increasing need for radio frequency spectrum for advanced services to support broadband access, the telecommunications regulator will ensure proper spectrum availability for operators to meet capacity requirements, with due consideration of information obtained during the course of public negotiations.

5. Implementation rules and method

This Policy on Open Access and Competitive Provisioning took effect on August 28th, 2016 when it was approved by the High Economic Council and the President of Afghanistan. This approved Policy encourages the owners of communications infrastructures to share their resources in order to ensure large and small communications operators/service providers have an equal access to these infrastructures, operate in a free and fair competitive market, and provide better and affordable services to the users with minimum capital.

This Policy enables private companies, public companies, and public private partnerships to be certified or licensed by the telecommunications regulator to build, own, and operate fibre optic and broadband internet infrastructure, as well as international gateways and IXPs. As well, this Policy encourages due consideration for liberalization of “next generation technologies” as they become available to the market. Finally, this policy necessitates that the fibre optic and broadband sectors be free of any monopolies, either private or public. To ensure that the aforementioned objectives and principles of this policy are followed, the following rules and methods further govern Open Access and Competitive Provisioning:

– **Non-discrimination**

Owners of communications infrastructures, whether government or privately owned and whether occupying a dominant market position or otherwise, shall not prefer one operator to another in distributing or providing access to these resources in the market.

Specifically, provision of access to infrastructure and services shall not be denied on the basis of factors such as ownership of the applicant of the infrastructure or services, volume or quantity of the services in question, technology used by the services applicant and/or actual or potential market power of the applicant. Variation that would result in increased cost for the service provider shall be addressed consistent with pricing policy determined by the telecommunications regulator. Such variations shall not be the cause for the rejection of a fair request for access services.

MNOs, as fibre-optic operators, shall be required to provide access to any requesting communications operator and shall be subject to relevant interconnection obligations (e.g. on a fair, cost-oriented and non-discriminatory basis, making access charges and terms and conditions publicly available). Finally, no capable and properly vetted service provider will be prevented from investing in, owning, or operating fibre optic infrastructure in Afghanistan, provided that each company can demonstrate their ability to provide the services proposed and has obtained appropriate authorization or license as may be required by the telecommunications regulator.

– **Transparency**

This refers to the principle that the owners of communications infrastructure (government-owned or private) shall operate by providing full, consistent and open disclosure to the services applicants and strive to employ usable and easily understood information. If not publicly available, sufficient information about the terms of any open access arrangement must be made available to any interested parties, so that any access seeker may be aware of access terms and conditions. Transparency may be implemented by means of a reference offer or by another mechanism that provides enough information to requesting parties as determined by the telecommunications regulator.

– **Pricing**

Prices for the provision of the communications infrastructures shall be fixed by the owners of such infrastructures as may be prescribed or directed by the telecommunications regulator, consistent with internationally accepted principles, with due consideration of information obtained during the course of public consultations. Pricing for access to passive infrastructure should be cost-oriented and pricing for access to active infrastructure should be market-based.

In view of the ICT market in Afghanistan, application of the principle of market-based pricing shall be consistent with international best practices to the largest extent possible given the operating environment in Afghanistan.

Pursuant to the Policy on Open Access and Competitive Provisioning, the price charged for services offered by the government organizations, owners of communications infrastructures, and/or the operator or operators determined to have significant or dominant power in the market shall be determined on the basis of costs the services provider incurred in rendering such access services, not in proportion to the prevailing market prices. To this end, the telecommunications regulator shall specify how to price services, but not prescribe prices, and shall prevent uneconomic, anti-competitive pricing of the services by communications providers in the market as determined appropriate through introducing relevant procedures and regulations.

– **Exchange traffic and international gateways**

The exchange of traffic between different networks is fundamental for ensuring communication between users of different networks. Where such traffic is classified as being provided over Internet Protocol (IP), Internet Exchange Points (IXPs) (where ISPs exchange Internet traffic among their networks) can play a critical role in providing more efficient and cost-effective exchange of traffic within a national market as opposed to transiting such traffic through third-party facilities located in foreign jurisdictions where such traffic is to be delivered back to the national market. This policy allows private companies, government entities, and non-profit entities to operate IXPs in order to minimize local IP traffic being exchanged outside Afghanistan and returned, thereby reducing costs to consumers and improving network performance.

ICT Providers shall be eligible to enter into contracts with international private or government entities to interconnect facilities, exchange traffic, or any other commercial agreement relating to terrestrial fibre, microwave, or satellite facilities. Such exchange and transit agreements will allow Afghanistan to leverage its geographic location to serve as a transit point to connect backhaul and backbone networks to undersea and wholesale networks located in other national jurisdictions. Such exchanges and transit facilities shall be permitted and appropriately certified or licensed, with access subject to reasonable tariff structures to be determined by the telecommunications regulator, with due consideration given to information obtained during the course of public consultations

– **Reasonableness and right of refusal**

As the provision of infrastructures under private sector or government control cannot be unlimited, this policy shall not require ICT Providers to develop communications infrastructures but will permit such operators to obtain use of communications infrastructure through access services. However, access must be fair and reasonable in that fair and reasonable requests for access should be granted without discrimination and in due course. Available infrastructure shall be shared with the market subscribers/applicants on a first-come-first-serve basis. Rejection of an application for access shall only be possible under the following circumstances:

- The applicant requests services with technical specifications beyond the technical capability of the service provider and negotiations to resolve this problem do not produce the desired results; or
- If the requested communication infrastructures have already been distributed and the service provider does not have additional capacity.

Access that would result in increased cost for the underlying infrastructure provider shall be addressed in the pricing terms and conditions approved by the telecommunications regulator.

If ICT infrastructure operators reject an application for access under terms and conditions established by regulation, the applicant may appeal to the telecommunications regulator for review and shall be entitled to an open hearing by the telecommunications regulator; resolution of the dispute shall be communicated via a written and publicly available decision. Further, redress of disputes over Open Access, including status of available capacity, shall be resolved through public hearings and written, publicly available decisions.

People's Republic of China – Rural broadband

1) Overview

Sichuan is a remote south-western Chinese province with more than 40,000 villages and minority regions. In Pugh county, “the last nationwide telephone county” in history, the residents have since 2015 enjoyed 100Mb fiber-optic broadband. This change has been enabled through Sichuan’s “Rural Broadband” mode.¹¹⁰

This mode uses the government guide, private capital cooperation, planning guide, technical and management innovation, IPTV as the “Internet +” entry and other innovative approaches. It has realized the revolutionary changes in rural broadband network. Sichuan is now gradually eliminating the digital gap between urban and rural areas and creating a “new era of rural optical network”:

“20M started, 100Mb popularized, 1000M led” becomes the fact. More than 3,100 townships and 25,000 villages are realized all-optical access, and optical users are over 7 million. Sichuan is expected to become the first Chinese “all-optical province”.

What are the typical significance of the mode and the promotion value?

2) Rural broadband faces many challenges

- Rural all-optical access is a great construction

From a global look, the optical network strategy of Sichuan is in the right trend of technological innovation. But both in Sichuan and the country, all-optical access is a large social progress, involving wide range and difficulty.

- Rural broadband faces larger investment and lower income, a company is weak

Rural telecommunication is generally poor, and the investment cost is much higher than in the city. According to the statistics, rural user’s cost is four times of the city, but the user’s ARPU value is far below the city. The costs can be recovered in 2 years in urban areas, but more than 10 years in villages. Totally, the rural broadband in Sichuan will cost about 30 billion yuan. Such a large investment is an impossible task for a company.

- Rural broadband is lack of sustainable business applications

Rural broadband network can’t only be built. The business applications become a major problem, otherwise it will result in irrecoverable investment and social waste of resources.

3) “Rural Broadband” mode’s exploration and practice

- Planning guide, zoning, in batches for construction

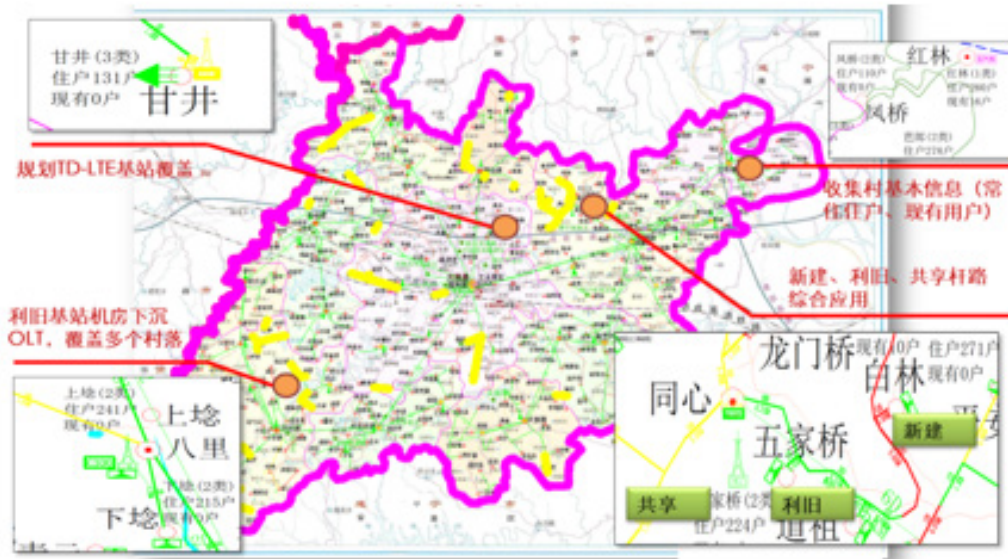
Sichuan bold decided to build the all-optical rural broadband and break through the bandwidth bottleneck fundamentally. In order to avoid blind construction and reduce investment pressure, Sichuan Telecom and Sichuan Design have the idea of planning guide, zoning and in batches for construction. They found the “rural broadband county-wide full view of planning” method.

The method uses a full view of the plan. First, a comprehensive graph is made to show the network resources and market information of the whole county in rural areas. The graph includes pole resources, shared resources, base station resources, existed broadband access, households, market demand etc. Second, it combines FTTH and LTE technology, wired and wireless resources, uses the whole network thinking, and takes the initiative to cross regional network. Third, it innovatively divides the whole county villages into class 1, class 2 and class 3, according to the market demand and

¹¹⁰ Document 1/206, “‘Rural Broadband’ innovation mode, creating a new era of optical network in rural areas”, People’s Republic of China.

investment returns. Each class is individually identified in the graph, and is taken a different strategy of investment and construction. Thus, the plan has a good targeted.

Figure 1A: County-wide full view of planning example



By planning guide, the “Rural Broadband” is more purposeful, targeted and controllable. Through meticulous management, they partially avoid the risk of rural development and improve the scale and sustainability of construction.

- Improve the accuracy of construction, reduce investment risk, and achieve investment returns
- Communication is a typical scale industry. Enlarging the network coverage and user scale, increasing revenue and reducing the marginal costs are the core of the rural broadband.

Sichuan Telecom set up a rural broadband investment and income calculation method. They establish the model of the optical port, port cost, port usage and revenue; calculate the balance between different scenarios and business revenue. The model is publicized to the frontline staff, so that the needs of rural construction can be accurately analyzed. Meanwhile, based on the principle of first marketing, locking prospective users can achieve relevance and accuracy of construction, improve investment returns and reduce investment risk.

- Government guide & private capital cooperation achieve a win-win situation

Faced 40,000 villages, capital is the biggest problem. Sichuan Telecom seizes the opportunity to become the Chinese pilot provinces, and get hundreds of million yuan of funds. They also get the local governments support. At the same time, with the national private capital opening policy, Sichuan Telecom actively attracts social capital investment. One year, they have gotten hundreds of million yuan on public funding, and thousands of villages on the investment. Through cooperation with Sichuan Changhong and Jinzhou Company, they had promoted the development of local industry chain.

- Technological innovation and management innovation

First, “Rural Broadband” has adopted a series of building strategy, technology materials and design innovation.

Second, they optimized engineering organization and management innovation. Joint work and a whole undertake service, achieved the efficiency of the project. Sichuan Telecom, Sichuan Comservice,

Sichuan Design and Sichuan Supervision set up the “Rural Broadband Promotion Office” to form a unified work of the Quartet. The special office can instantly find and solve various problems in engineering, and enhance the overall management efficiency.

- Take the IPTV as the Internet+ entrance

Sichuan Telecom, broadcasting, Internet companies and intelligent industries build development alliance. Based on fiber-optic network and IPTV, they integrate a variety of information technology applications and create a multi-party cooperation and benefit mode. The 4K television has covered the remote areas to enrich the cultural life of farmers and herdsmen.

Figure 2A: Rural broadband countryside application field



Meanwhile, IPTV has achieved Internet + livelihood, + education, + tourism, + industry (special agricultural products), etc. IPTV is now using some most familiar and acceptable methods, combining application, quietly promoting development of information technology in rural areas. IPTV has been an efficient entry close to the user for "Internet +".

4) “Rural Broadband” mode as reference

- Urban-Rural, all-optical networks can bridge the digital gap

Face historic choice, building all-optical networks in Sichuan rural areas, will break the bandwidth bottleneck fundamentally. Sichuan, located in the southwest of China, is a representative province. For the Chinese broadband strategy, experiences and achievements in Sichuan have considerable reference value.

Broadband is a social progress. Both in the east and west, in the urban and rural areas, there is a huge difference in the broadband market and development, but technical direction should be consistent. The sample of Sichuan is very prospective and meaningful.

- With planning guide and technical innovation, scale benefit can be achieved

Rural construction could ensure max investment returns in correct ways. In Sichuan “Rural Broadband”, the pre-marketing experience, earnings estimates, the county-wide view of planning, technical and management innovation, are all good ways.

- Governments and enterprises are both essential.
- Combine government’s support and private capital cooperation, we can develop and promote rural areas in common.
- Promoting “Rural Broadband” universal service needs the fund.

In fact, it is true that eliminating digital gap eventually need to establish a standard, state-supported universal service fund. For many countries, the popularity of broadband development needs the country's fund.

- Rural "Internet +", IPTV is the entry

IPTV in Sichuan has been provided a good example of the urban and rural integration "Internet +". IPTV is the intelligent entrance to "Internet +". It can both give people benefits and promote sustainable innovation and development of information industry chain.

5) Issue summaries

"Rural Broadband" innovative mode, using the planning guide, technological innovation and zoning development, deal with the high costs and slow-developed user problems; using government support and business cooperation, ease the major problem in rural optical network investment; using IPTV as a wise gateways solve rural application problems. These innovations partly solve the problem of the broadband and create "a new era of optical network" in rural areas. They get a good harmony of enterprises, users and society. "Rural Broadband" mode is a real example in rural and remote areas worthy of promotion.

Côte d'Ivoire – Guidelines on passive infrastructure sharing

In order to promote the deployment of telecommunication networks, regulatory authorities are generally required to encourage sharing of passive and active infrastructure among operators of public telecommunication/ICT networks. To ensure effective follow-up of infrastructure sharing by the regulatory authorities, common guidelines need to be elaborated in order to define the key principles that can be adapted in all countries.¹¹¹

The guidelines in question should focus on the following key areas:

- Regulation of passive and active infrastructure sharing;
- Infrastructure sharing regimes to be applied in the case of operators with significant market power and those without significant market power;
- Criteria for identifying the passive and active infrastructure subject to sharing, depending on the market;
- Definition of a tariff framework methodology for each type of passive and active infrastructure;
- Introduction of a requirement to declare passive and active infrastructure assets of each type;
- Definition of Quality of Service requirements for the different types of infrastructure;
- Definition of the general principles that need to be included in infrastructure sharing agreements.

Egypt (1/2) – The national broadband plan "eMisr": Transition from planning to execution

1) Introduction

"eMisr" is a national Broadband plan that aims at the diffusion of Broadband services in Egypt. "eMisr" is a two staged plan, the first stage ending by 2018, and the second stage ending by 2020, The key strategic objectives of the Broadband plan aim to develop ubiquitous top notch telecom infrastructure, creating direct/indirect job opportunities, increasing productivity of governmental entities through up to date ICT platforms, using innovative ICT applications to augment the citizen's life by leveraging the broadband networks.¹¹²

¹¹¹ Document 1/163, "Elaboration of guidelines on passive infrastructure sharing", Republic of Côte d'Ivoire.

¹¹² Document SG1RGQ/63, "The national broadband plan "eMisr": Transition from planning to execution", Arab Republic of Egypt.

"eMisr" is a plan that proposes different strategic directives to meet Egypt's broadband service needs. "eMisr" aims to extend broadband services in all over Egypt including underserved areas.

By 2018 it is envisaged to increase households fixed broadband coverage to 80 per cent and increase fixed broadband penetration to ~40 per cent of the households. Moreover it is targeted to reach 85% population mobile coverage through 4G and a population penetration of 25 per cent for mobile broadband services, last but not least connecting 50 per cent of Egyptian communities (Governmental entities like schools, hospitals, youth clubs, etc.) to high speed (50 Mbps) broadband connections. Broadband diffusion will be accomplished through fostering supply (Networks) and demand sides (Services) through a mixture of regulatory and investment packages.

2) Adoption of an appropriate regulatory framework

To achieve these objectives, the national broadband initiative will focus on fostering both supply and demand sides. Supply side shall be encouraged through the focus on the rollout of up-to-date broadband networks; Regulatory intervention will be the catalyst for speeding up the networks rollout. This regulatory intervention will be in the form of implementing a unified license regime allowing the four incumbent operators to provide all telecommunications services to users (Fixed/mobile/data), the issuance of a second infrastructure operator license allowing the licensee to build and operate infrastructure in Egypt, and awarding 4G spectrum and licenses.

Another catalyst for both supply and demand is direct governmental contribution by implementing a series of government funded projects to connect governmental sectors like education, health, justice, etc. with high speed broadband access and taking the necessary measures to ensure service usage and sustainability.

The final pillar is a demand stimulation through promoting e-content, e-commerce and the use of ICT to develop a digital economy and society, transparent government and efficient public administration

3) Programs and projects

a) Developing the required infrastructure

- Introducing the unified licensing regime which entails allowing the four incumbent operators to provide all telecommunications services to users (fixed/mobile/data).
- The issuance of a second license allowing the licensee to build and operate infrastructure in Egypt including optical fiber cables and the right to lease it to other licensees.
- Planning to allow 4G spectrum and awarding the relevant licenses by end of 2016.

b) Governmental

- Implementing a series of government funded projects to connect communities like (Schools, hospitals, universities, other governmental entities) with high speed broadband access and taking the necessary measures to ensure service usage and sustainability.
- The first project was launched in February 2014. The project addresses the social targets and aim to enhance the development of infrastructure in Egypt. Project aims also to provide broadband connections to governmental entities across Egypt in order to achieve high quality of services provided to the Egyptian citizen.
- The project leverages infrastructure for 1604 institutions affiliated to nine ministries and government bodies with download speed 20 Mbps, including ministries of education, health, youth, scientific research, etc.

c) Demand stimulation

- Opening channels with beneficiary sectors to explore their ICT plans for digital inclusion, relevant applications like (e-Gov, e-Education, e-Health, etc.) will run over the broadband

and hence stimulating demand on the government side and improving efficiency of public services.

Egypt (2/2) – Next generation access for broadband

1. Introduction

Today, the use of the Internet has become global trend, and access to the Internet at increasingly higher connection speeds which is widely known as Next Generation Access (NGA) which will be a key for smart, sustainable and inclusive development.¹¹³

Therefore, the National Telecom Regulatory in Egypt (NTRA) sets out an ambitious plan for increasing the availability of Internet provision in Egypt under its National broadband plan (“eMisr”), a program with ambitious roll-out targets that include improving download speeds is in process so that 80 per cent of Egyptian citizens will have Internet access at (4 Mbps-25 Mbps) by the year 2018, Moreover it is targeted to reach 85 per cent of the population mobile coverage through 4G , and connecting 50 per cent of Egyptian communities (Governmental entities like Schools, hospitals, youth clubs, etc.) to high speed Broadband connections (50 Mbps) or more.

2. Challenges with the deployment of NGA

Meeting the NGA targets will be very challenging. The availability of fiber based connections for the Internet have been significantly lower in developing countries in general compared to the developed countries. Most of developing countries remains dependent on current DSL (“digital subscriber line”) broadband connections based on the existing copper network infrastructure. In order to achieve the very high access speeds that are envisaged under national broadband plan, it will be necessary to develop high-speed networks and achieving this requires overcoming the following challenges:

- **The need for next generation regulations**

The NGA objectives inserted in the national broadband plan are ambitious ones. In the past, attempts to stimulate greater provision through changes in regulation, for example local loop unbundling in conjunction with introduction of mobile data services, have been only partly successful in extending broadband access nationwide.

Despite a number of wide ranging successful initiatives, Egypt is experiencing increasing disparities of access to the Internet and has consistently lagged behind leaders in connectivity compared with different countries in term of speed.

On the other hand, whenever public sector funds such as universal service funds are used to subsidize private firms to invest in underdeveloped areas, there is the possibility that this infringes on existing regulations. Governmental aid is generally undesirable since it creates market distortions.

However, there are may be particular situations where subsidies may be considered acceptable. In particular, providing public grants can be considered acceptable if it will enable rapid development in underserved regions.

- **Competition between different access technologies**

Changes in the underlying telecommunication technologies present both opportunities as well as further challenges. The explosion in mobile data over the past decade years is opening up a range of new options using 4G technologies such LTE (“Long Term Evolution”). These have the potential to deliver speeds up to 100 mbits/s and sometimes even more. They could in principle be used in combination to deliver the most cost effective solution, avoiding the prohibitive costs associated with universal FTTH/FTTP fixed access technology. This also compares favorably with xDSL technology which is limited to line speeds. Nevertheless, these advanced technologies also require substantial investments simply to make them available in the densely populated urban areas.

¹¹³ Document SG1RGQ/75, “Next generation access for broadband”, Arab Republic of Egypt.

This creates the risk that the resources that will be required may not be distributed fairly between different citizens.

- **Investment model**

Meeting the NGA objective will require private investment combined with public support, appropriate investment models should be used to ensure that public funds are distributed as fairly as possible and only used where the private sector is unable to provide a solution, In addition, to delivering effective governance to ensure that national objectives are met.

There are a range of investment models for NGA networks, all of which are available to the public sector for funding network deployment to meet the objectives (DPO, PPP, etc.). These models represent a range of options for combining public and private investment, and offer differing levels of involvement, commitment and retained risk by the public sector. Each model is applicable in different circumstances, depending on the scope of the required infrastructure, the specific aims of the public sector, and the investment/risk desire of potential private sector partners.

3. Main considerations

For choosing the right invest model to build a NGA network, it is recommended to take the following issues into consideration:

- **Scalability**

It is becoming more and more apparent that it is not financially viable to implement fiber to the premises (“FTTP”) solutions across all areas. It is unrealistic to implement FTTP across the whole target area as its costs are economically excessive. Instead there is a focus on providing a significantly faster service than is currently available. While this is not ideal, it will still provide benefit within the constraints of the economic situation.

New technological alternatives offered by 4G may overcome some of the current financial obstacles. As the demand for access to data services continues to increase exponentially, any step increase in download speeds in rural and remote regions could be accommodated, even where it still compares poorly with what is available in urban areas.

- **Sustainability**

From a sustainability perspective, it is positive to see that some licensed national operators are participating in the implementation. This is particularly the case if they are involved in providing wholesale services that are an extension of the services they offer in other areas of the country. This helps to ensure that customers have access to a wide range of products and services fairly, and gives them access to the best deals in the national level.

- **Open access**

The NGA network must be open and flexible to enable innovation by service providers at price levels that are competitive and fair, and that will encourage potential competing providers to become wholesale customers of the NGA network rather than setting up a separate network. NGA provider can be a pure wholesale access provider to ensure that conflicts of interest are avoided.

The threat from the copper network can be mitigated by incorporating the existing copper infrastructure as part of the scope. There are complications, the need to ensure that regulatory conditions supporting existing services are met, and it requires the participation of the incumbent network operator.

- **A long term view**

NGA network can be particularly attractive to those investors looking for a cautious but relatively secure annual return over a long period from a business with a steady cash flow.

In order to attract the level of investment required to meet objectives, it will be necessary to supplement public investment with significant private sector investment.

In order to attract investment from organizations looking for such return profiles, it is vital to minimize the risk by carefully designing the terms of the partnership agreement.

4. Conclusions

- Less populated and remoter areas of the country, where the investment is unviable, should not have to face a digital divide.
- Partnership between the public and private sectors is necessary, given the costs involved in implementing future prove NGA network for broadband.
- Innovative regulatory models will be a necessity if the ambitious NGA targets are to be realized.
- It is positive to see that some licensed national operators are participating in the implementation plan.

Guinea – National policy and development of ICT infrastructure in Guinea

After a period of transition which ended in December 2010, the new authorities in Guinea inherited a telecommunication/ICT sector which presented special challenges.¹¹⁴

The prevailing situation at that time was characterized by:

- A juridical and regulatory framework favourable to competition but not sufficiently geared to the actual conditions in the sector.
- A Posts and Telecommunications Regulatory Authority (ARPT) in the process of being developed.
- A Pan-African Online Services Network (eHealth, e-Education, e-Diplomacy) under development.
- A telecommunication company, the Société des Télécommunications de Guinée (SOTELGUI), in difficulties.
- A postal authority, the Office de la Poste Guinéene (OPG), with largely run-down facilities unable to provide an effective postal service.
- A National Policy and Strategy Document for the Development of Information and Communication Technologies (DPSNTIC), including a plan of action which envisages major structural projects requiring funding of almost USD 500 million.
- Poor national telephone and Internet coverage: 4.26 million GSM users for a total population of 11 million, a penetration rate of 40.44 per cent, which was markedly lower than the regional average.
- Optical fibre, and therefore broadband, still at the theoretical stage.

Thanks to the new authorities, and with the assistance of bilateral and multilateral partners, major projects under the policy document's Action Plan have been launched, and implementing them has been a top priority for the department, given their future impact on the life of the Guinean public.

Over the period 2011-2014, the posts, telecommunications and NITs sector saw some major developments, described below.

¹¹⁴ Document SG1RGQ/62, "National policy and development of ICT infrastructure in Guinea", Republic of Guinea.

Formalization and adoption of the WARCIP-Guinea/World Bank Programme

WARCIP (West African Regional Connectivity Programme) is a programme funded by the World Bank for the purpose of implementing the following projects:

- ACE submarine cable landing and construction of the terminal station;
- Capacity building for ministry and ARPT staff;
- Participation in restructuring of SOTELGUI.

The construction of the landing station was completed on schedule. Other WARCIP projects concern: (i) capacity building for ministry staff; (ii) capacity building for ARPT staff; and (iii) support for restructuring SOTELGUI.

Submarine cable landing project in Guinea

Some background information

The first submarine cable to cross the Guinean coast was laid in 1975. After Dakar, the cable laying survey had envisaged a landing at Conakry, then at Abidjan. Given the conflictual relations between Guinea and its neighbours (Senegal and Côte d'Ivoire), the cable landing at Conakry was seen more as a means of destabilizing Guinea's revolutionary regime than as a much needed means of communication and of tackling the isolation country.

The second submarine cable on the Guinean coast was the one laid in 1987. Before then, in 1986, Guinea was supposed to confirm its commitment to this investment. During the same year, the country's new authorities launched a broad programme of economic and social reforms which have affected every area of national life. With other priorities to consider, and because of a failure to perceive the importance of such a submarine cable project, Guinea missed this second opportunity.

The third submarine cable, SAT-3/WASC/SAFE, with a length of 28 000 km, connects Portugal, Spain (Canary Islands), Senegal, Côte d'Ivoire, Benin, Nigeria, Cameroon, Gabon, Angola, South Africa, France (Réunion Island), Mauritius, India and Malaysia.

As with the previous submarine cables, Guinea was included in SAT-3 which had registered its terminal landing in Malaysia. As Telekom Malaysia Berhad (TMB) was the strategic partner, expectations were high. At the launch of the project in 1997, a down payment of USD 500 000 had been paid as an advance on the subscription required by the project initiators.

Unfortunately, at the end of 1998, as a result of financial difficulties in SOTELGUI, which had paid the subscription, the latter was withdrawn and Guinea's commitment to SAT-3 was cancelled. The SAT-3/WASC/SAFE submarine cable was inaugurated in 2002, without a landing in Guinea.

ACE submarine cable landing at Conakry (Guinea)

The ACE submarine cable landing was established at Kipé (Conakry) in January 2011. Once the construction of the submarine cable landing station at Kipé (Conakry) had been completed, the cable was commissioned during the first quarter of 2013 and subsequently brought into operational use under licenses issued by the telecommunication/ICT ministry.

Since that date, the operators and IAPs have reaped clear benefits as a result of significant quality of service improvements and, for consumers, significant reductions in connection and communication costs.

The terminal station GUILAB was officially opened on 2 June 2014, by the President of the Republic, Professor Alpha Condé.

On 11 September 2014 at 07h.38, all Guinean circuits through Banjul suffered an outage. Initial investigations revealed an electrical fault in the ACE submarine cable in the Banjul segment. Traffic was restored at 01h50 on 12 September. This was the second recorded outage.

These repeated circuit outages cause prejudice and major losses to the local operators and IAPs, and to Guinean users too. This highlights the need to consider a second (redundant) submarine cable project to provide back-up in the event of an ACE cable circuit outage.

Creation and deployment of the Guinéenne de la Large Band (GUILAB)

Within the framework of the public/private partnership recommended by the World Bank, which is funding the project, the **Guinéenne de la Large Band (GUILAB)** was established to manage ACE submarine cable capacity.

GUILAB was set up under a presidential decree with the mandate to ensure operation and maintenance of the submarine cable landing station at Kipé (Conakry).

To date, the major concern has been efficiency of tariffs applied in billing submarine cable capacity to users, both current operators and new arrivals. The Ministry takes an interest in this key issue because it determines the revenue generated by monthly and annual license fees paid into the public treasury by operators.

In order to enhance government representation in GUILAB, two administrators (one from the Ministry of Finance and one from the Ministry of Posts, Telecommunications and NITs) have been appointed to its board.

Implementation of the Pan-African Online Services Network project

This comprises three tiers: **e-Education, eHealth and e-Diplomacy**, in training centres, universities, community health centres and hospitals in the capital and in the country's interior:

- **EHealth:** the eHealth site was inaugurated on 30 December 2012. Although routine on-line training is followed on the site by some doctors, it is still not used for consultations, which could lead to gradual deterioration of medical facilities. To solve this problem, partnership with other public, private and foreign medical centres is envisaged.
- **E-Education:** the launch of the e-education component on 21 June 2013 has resulted in very encouraging results for this site, which after only 17 months is now on its third distance training promotion for 120 students. Gamal University in Conakry, which has been a beneficiary of this pilot project, is in partnership with seven Indian universities which offer 27 distance learning programmes (certificate, bachelor's degree, master's degree). To date some 49 students are enrolled in ten programmes offered in Indian universities: AMITY, BIRLA PILANI, DELHI, MDRAS and IGNOU.
- **E-Diplomacy:** this component, which was initially established within the Department of Telecommunications with conclusive results, has been transferred to the Ministry of Foreign Affairs in Conakry.

Transposition of ECOWAS Acts into national legislation and preparation of a draft new law on telecommunications/ICTs

With this objective in view, a national technical transposition committee was set up at the beginning of 2011. It has operated in accordance with the ECOWAS Acts/Directives and has prepared a draft "New law on general telecommunication regulation in the Republic of Guinea".

This law takes account of current conditions in the sector, technological changes and sub-regional integration needs. The draft law clarifies the roles and responsibilities of each stakeholder (ministry, regulator, operators and consumers) in an environment subject to constant technological changes.

Following validation by ECOWAS of this procedure, the draft law was referred to the National Assembly in April 2014 for ratification.

The delay in applying this Law will obviously have a negative impact on the promotion of certain market segments and certain new products.

Modernizing equipment of mobile operators and ISPs

This involves switching from second to third generation by the end of the first decade of the 21st century and from third to fourth generation at the start of the second decade.

Outage in the SOTELGUI GSM network

This occurred on 12 September 2012, the network serving inter alia as interconnection and transmission support for local operators.

Changing the national numbering plan

In the light of the growing demand for numbering resources by mobile phone operators, the numbering plan based on eight digits had reached its capacity limits and was no longer keeping up with the rapid development of networks and services. In 2013, the ARPT launched a new nine-digit plan, which will easily meet the growing needs of operators and ISPs.

National coverage in a state of constant change

Between 2011 and 2015, the 333 main sub-prefecture centres and the Conakry special zone achieved full GSM telephony coverage. Coverage in the administrative regions and in the Conakry special zone has greatly improved over the past three years. For the prefecture and sub-prefecture centres, coverage is 100 per cent, which means that the entire population in these main towns in Guinea now enjoys the same benefits of mobile telephony.

Mobile telephony

The number of telephone users grew from 4 261 000 in 2010 to 9 201 000 in December 2014, equivalent to an average annual increase of 1 235 000 users. The penetration rate was 88.45 per cent in 2014, compared to 40.44 per cent in 2010.

Table 1A: Annual growth in number of GSM users

Annual growth in number of GSM users		
Year	Number of users	Penetration rate
2010	4 261 000	40.44%
2011	5 364 000	49.38%
2012	5 587 000	49.88%
2013	7 536 000	65.33%
2014	9 401 000	88.45%

Source: ARPT

Figure 3A: Growth in number of users

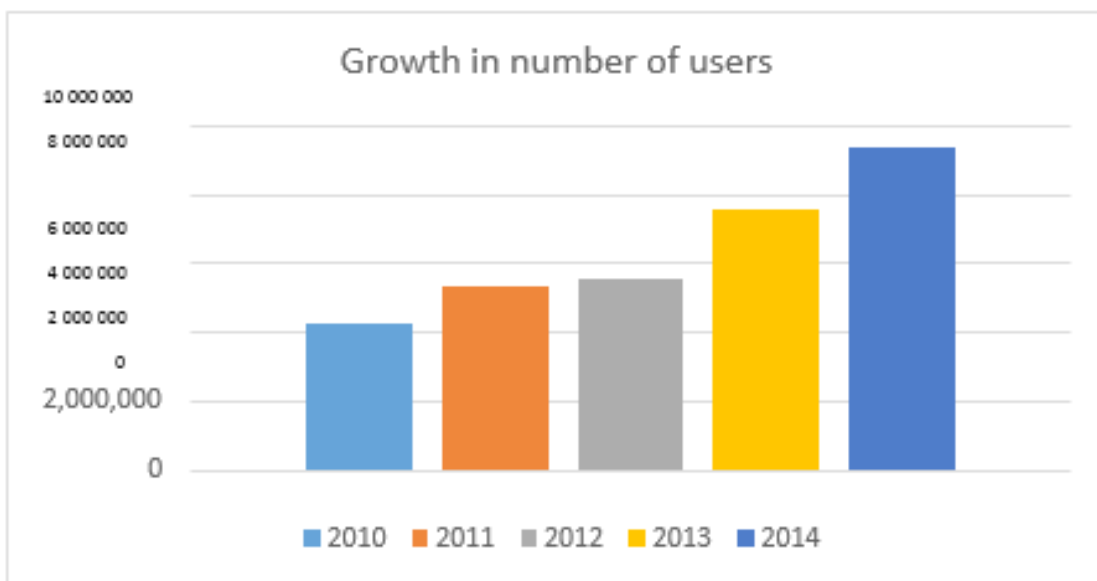
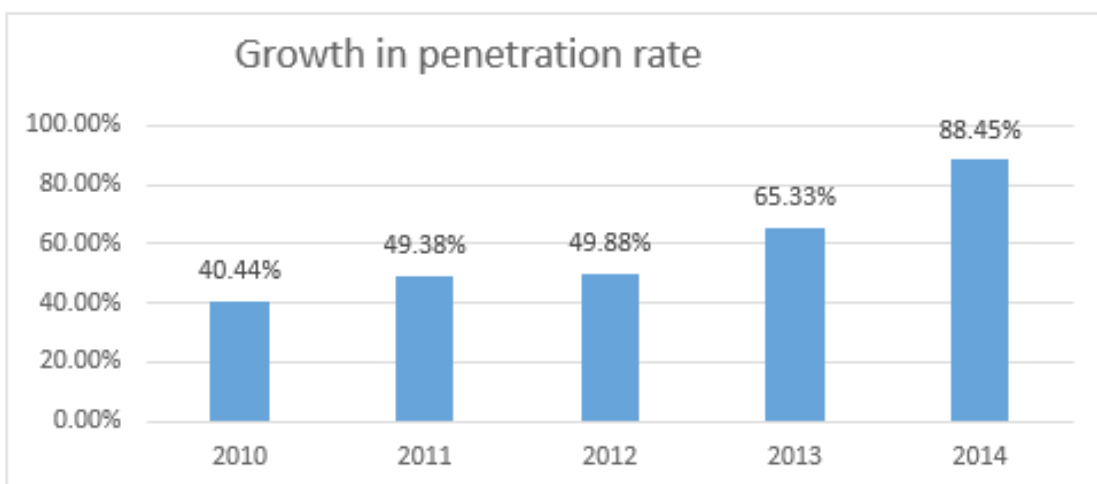


Figure 4A: Growth in penetration rate



Prepaid: 99.77 per cent; post-paid: 0.23 per cent.

Annual average growth between 2010 and 2014: 21.88 per cent.

Inauguration of work on the national fibre-optic backbone project

Funding for the 4 000 km national fibre optic backbone is to be underwritten by a loan provided by China's EXIMBANK. Following an international bidding process, a contract to construct the national backbone was concluded by Huawei Technology and the Government of Guinea for **USD 238 million**.

As the various preliminary administrative, institutional and legal arrangements were such that it was possible to implement the loan agreement and release the necessary funds, the Government on December 2014 announced its decision to go ahead with the backbone project.

Establishment of the Société de Gestion du Backbone National (SOGEB)

Decree D/2014/199/PRG/SGG of 15 September 2014 established the management company Société de Gestion du Backbone National (SOGEB), a public company owned by the State and all the other eligible shareholders.

SOGEB has financial and managerial autonomy and is placed under the overall authority of the telecommunications/ICT ministry.

Kazakhstan – Broadband access technologies, including IMT, for developing countries

At present, the communication sector is undergoing considerable changes: standards and technologies are changing, new services are emerging ever more frequently, and the need to meet growing demand for new services is stimulating more rapid development by operators.¹¹⁵

The technologies most in demand include passive optical network technologies (FTTx, GPON), xDSL-technologies (VDSL2, ADSL+) and Ethernet technologies (local cable networks).

Passive optical networks

At the present time, there is little difference, in terms of capital expenditure and labour, between the construction of copper wire and fibre-optic infrastructure. That is why it is now economically attractive for alternative operators to build new optical networks “to the subscriber”, competing successfully with operators that use copper wire distribution networks.

In the light of the experience of network architecture planning, it makes sense to deploy PON networks in areas that are moderately built-up. The main advantage of a passive optical network by comparison with other access technologies is its broad coverage area combined with the highest possible transmission speeds.

GPON passive optical networks make use of potentially faster transmission protocols compared to EPON, BPON, xDSL, and the latest technologies. This enables us to build access networks with speeds of up to 2.5 Gb/s downstream and 1.25 Gb/s upstream, with guaranteed quality of service. The economic efficiency of GPON technology has been confirmed in practice through estimates based on a GPON branch allowing connectivity of one or more subscribers (depending on their requirements and the type of services required).

xDSL technologies

The main criterion for operators in modernizing networks is that there should be sufficient resources available to provide services requiring broadband subscriber access networks. For that reason, some operators are already using FTTN (Fibre-to-the-Node) technologies, reducing the length of the copper Subscriber Line (SL) by installing street cabinets or outlets within the customer's building, with subsequent use of xDSL technology. For subscribers in such cases, it makes sense to use VDSL (VDSL2) technology, cutting the SL length down to 400 or 500 meters. This makes it possible to boost the speed of the stream for the subscriber to 30-50 Mb/s.

Ethernet technology

Ethernet technology is used as an alternative to passive optical networks. However, compared to PON networks, it is not possible using this technology to transmit an analogue TV signal on a separate wavelength, and there is no centralized management of subscriber ports and devices. A fundamental drawback of this technology is the need to attribute a separate fibre to each subscriber.

Wireless broadband access technologies (LTE)

LTE technology is mobile data transmission technology which facilitates broadband access services for mobile subscribers. LTE is standardized by the 3GPP organization and is the general standard for the development of CDMA and UMTS technologies to satisfy future demand as regards data transmission speeds. The LTE-Advanced standard, comprising Release 10 and subsequent LTE releases, has been approved by ITU as the wireless network standard that meets all requirements for 4G wireless

¹¹⁵ Document SG1RGQ/152, Republic of Kazakhstan.

communications and is included in the IMT-Advanced list. All current deployments of LTE networks are based on Releases 8 and 9.

LTE technology, according to 3GPP Release 8, allows:

- Up to 200 active users per cell using 5 MHz of bandwidth;
- A base station range of up to 5 km (30-100 km with sufficient antenna elevation);
- Handover support with GSM, UMTS and CDMA access subsystems.

The LTE standard uses OFDMA technology in terms of physical hardware for data transmission, and at the network level uses the IP Protocol. Introducing LTE makes it possible to develop high-speed cellular communication networks optimized for data packet switching at speeds of up to 326 Mb/s in the downstream channel (base station to user) and up to 72 Mb/s in the upstream channel. The LTE base station range can vary. In the best cases, it will be about 5 km, although it can if necessary be 30-100 km (given sufficient antenna elevation). LTE can be used with a range of bandwidths, from 1.4 to 20 MHz, and different channel division technologies for the downstream and upstream: FDD (frequency division duplex) and TDD (time division duplex).

According to the recommendations of Kazakhstan's Interagency Commission on Radio Frequencies (ICRF) of 7 December 2015, cellular communication operators (Kcell, Kar-Tel, MTS and Altel) are able to use frequencies allotted to them under the GSM, DCS-1800 (GSM-1800), and UMTS/WCDMA (3G) standards, for the purpose of organizing LTE (4G) and LTE Advanced cellular communications, that is, applying the principle of technological neutrality.

In addition, the ICRF adopted a decision to distribute 10 MHz of uplink/downlink bandwidth among the current cellular communication operators for a one-off payment and without competition, as a result of the limited number of cellular communication operators.

This principle has been introduced in many countries and is now of particular relevance, given the convergence of services and the increasing interchangeability of various technologies.

People in all regions will gain access to modern communication services, and the technological backwardness of rural population centres will be considerably reduced.

Access to cloud computing: challenges and opportunities for developing countries

The cloud computing model is intended to ensure convenient network access on demand to a shared set of configurable ICT resources (networks, servers, storage, applications and services) that can be made available rapidly, with minimal administrative effort and minimal interaction with the service provider.

Every year cloud computing is more widely used in developing countries but this sometimes leads to problems:

- 1) The inadequate extent of trunk lines and broadband access networks, which are supposed to facilitate the spread of cloud services. Access to cloud computing requires a constant and stable network connection.
- 2) The failure to use, or limited use of, cloud computing in the small and medium-sized business sector. Small and medium-sized businesses play a major role in the economic development of rapidly developing countries, but small businesses often lack the financial resources required to take advantage of cloud computing or IT services in general.
- 3) Software: limitations as regards the software that can be deployed in the cloud and offered to users. Software users are restricted in the software used and do not always have the possibility of adapting it to their own particular purposes.
- 4) At the present time the issue of resolving disputes within a legal framework is being discussed.

For all the complications and problems that have arisen, use of the cloud in our market has every prospect of success.

This is largely linked to the advantages of cloud computing, which include:

- 1) Low cost:
 - Reduced expenditure on servicing virtual infrastructure resulting from the development of virtualization technologies, which means using fewer staff to service a company's entire IT infrastructure;
 - Using the cloud on a leasing basis enables users to reduce the costs of purchasing expensive hardware and to focus more on financial investment in improving the company's business processes, which in turn makes start-up easier.
- 2) Flexibility: the unlimited nature of the computing resources (memory, processors, disks, etc.): thanks to the use of virtualization systems, the process of scaling and administering the cloud is made easier, as the "cloud" can autonomously provide users with resources which they need, and user pays only for actual use.
- 3) Reliability of cloud systems especially those sited in specially equipped Data Communication Centres (DCCs), is very high, as such centres have reserve sources of power and storage, trained staff, regular data backups, high Internet channel capacity, and resilience to DDoS attacks.

Drivers of growth in the cloud computing market include the following:

- 1) SaaS (Software as a Service) model – the highest-level variant of "cloud" products.
- 2) The State: e-Government and government services, and inter-agency document exchange, are all centres of growth for cloud service providers.

Basic services provided by communication operators in the field of cloud computing are:

- Basic DCC services: co-location, rent-a-rack, DCC / IP VPN transport;
- Cloud services: VDC, SAN, dynamic cloud server, VPS, Hyper V, cloud video-conferencing, Webinar, Microsoft Exchange, SharePoint, Lync, Happy Drive virtual hosting;
- IN services: freephone, premium rate calls, televoting, reduced rate services, contact centre services;
- IT outsourcing: IN technical support and assistance (software and hardware), structured cable systems, infrastructure leasing for government events, adjustment and installation of IN components);
- SDP: video online, video call, virtual contact centre;
- M2M: emergency calls in the event of major accidents and disasters, cash registry systems;
- Software leasing: antivirus programs, utilities, text processing, audio, video and photographic processing, finance and book keeping.

Kenya – IMT and IMT Advanced technologies as facilitators of broadband services in Kenya

1. Overview of broadband services in Kenya

The mobile service sub-sector in Kenya has shown positive growth with 38.3 million subscriptions recorded from 1st January to 31st March 2016 up from 37.7 million subscriptions registered during the previous period. This marked an increase of 3.5 million subscriptions compared to the same quarter

of the previous financial year. Subsequently, mobile penetration grew by 1.5 percentage points during the period under review to stand at 89.2 per cent up from 87.7 per cent recorded last quarter.¹¹⁶

2. Coverage of various IMT technologies in Kenya

Figure 5A shows a Geo-Portal incorporated latest coverage maps of all three mobile operators in Kenya, namely Safaricom Ltd, Airtel and Orange Network, creating a combined signal coverage map for -90dBm service quality as shown in the figure. The spatial analysis including the LandScan population distribution shows that only 5.6 per cent of the Kenyan population has no access to voice communications services. Whereas geographical coverage is only 45 per cent of Kenya's land area, 94.4 per cent of the population is already covered by 2G mobile services.

Figure 5A: Coverage pattern in Kenya's mobile networks services.

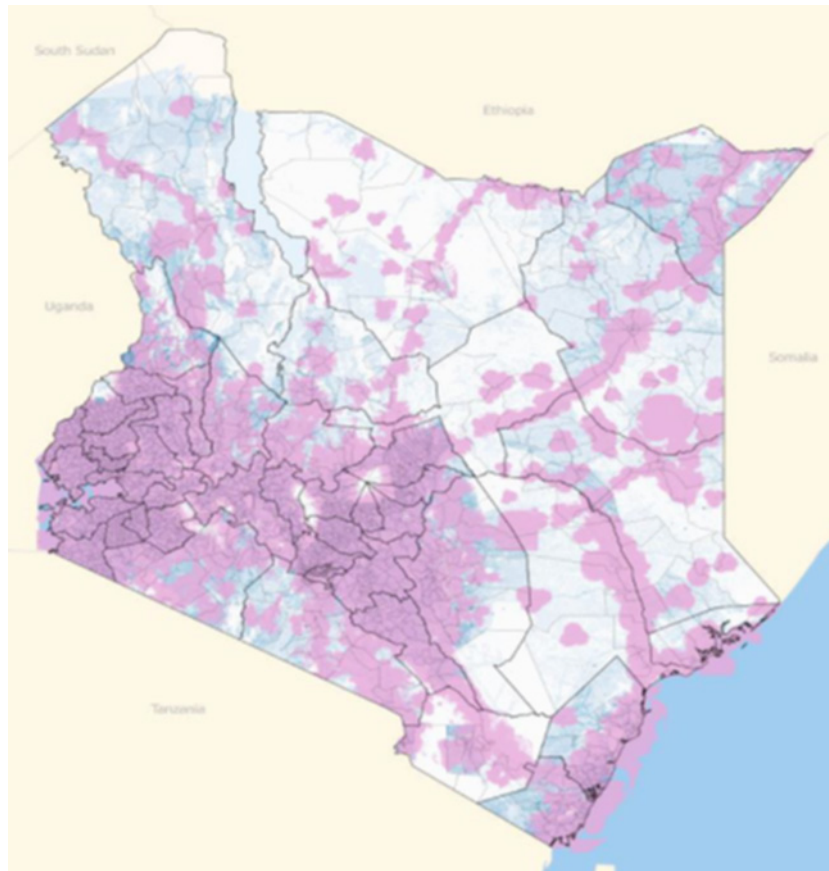


Table 2A: Key to Figure 5A

Type of coverage	Key
Combined 2G coverage	National reach at -90 dBm signal strength
3G Operator coverage	3 Safaricom, Airtel and Orange Networks

The uncovered sub-locations

Only 164 out of a total of 7,149 sub-locations remain totally uncovered, while a further 418 have less than 50 per cent of their populations covered. **Table 3A** below summarizes the GIS coverage analysis.

¹¹⁶ Document 1/290, "IMT and IMT Advanced technologies as facilitators of Broadband services in Kenya", Republic of Kenya.

Table 3A: Sub-location population 2G coverage

Table 6: Sub-location population 2G coverage					
Coverage	100%	>90%	50% – 90%	< 50%	0%
Sub-location	5,657	485	425	418	164

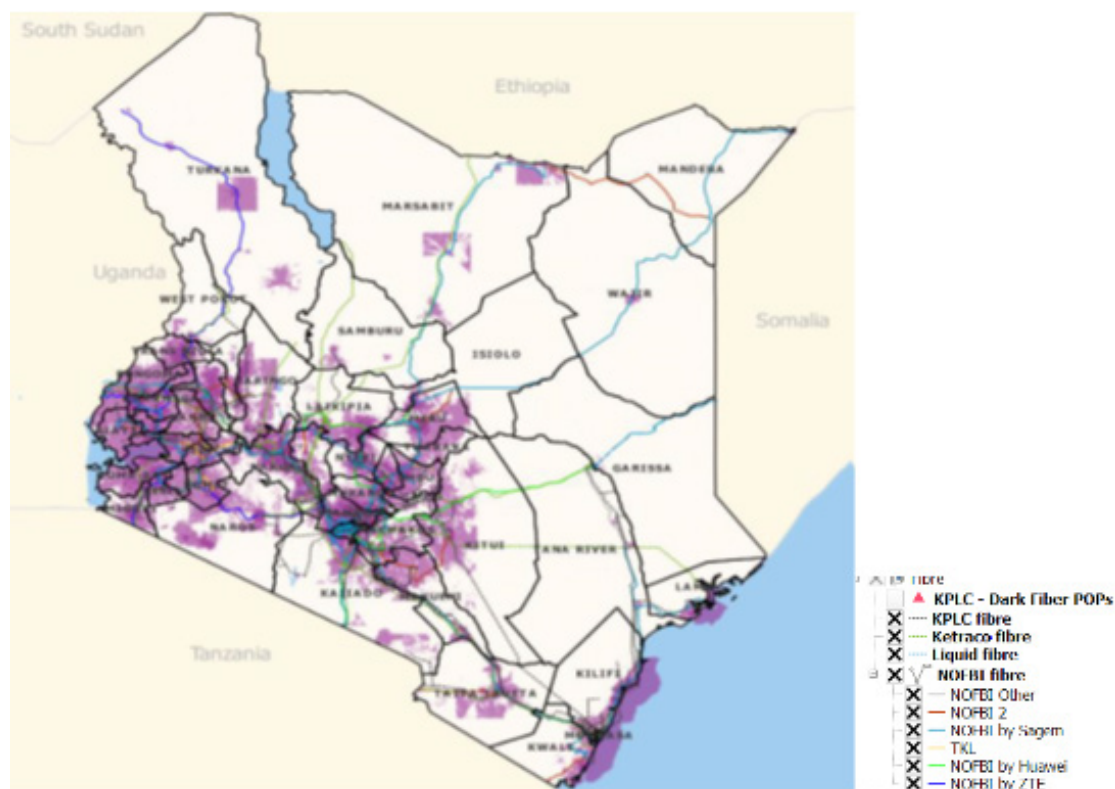
As indicated in **Figure 5A**, virtually all of the major unserved areas are in the North and East regions of the country, as well as in the Southwest border counties of Kajiado and Narok.

3. Third Generation (3G) Mobile – Broadband coverage

Coverage of 3G coverage and Fibre Optic Cable (FOC) Services in Kenya

Figure 6A illustrates the broadband coverage but includes also the National Optical Fibre Infrastructure (NOFBI) owned and operated by the Kenya government and private fibre routes as well as Kenya Electricity Transmission Company (KETRACO) and Kenya Power and Lighting Company (KPLC) line routes which either have or could be equipped with optical fibre.

Figure 6A: 3G coverage and Fibre Routes



Whilst 3G service geographical coverage is only 17 per cent of the geographical land area, 78 per cent of the population is covered; thus the access gap for 3G broadband service is 22 per cent of the population. The regional disparity for 3G is more pronounced than for 2G, even though the population coverage has improved significantly in recent years and will continue to expand through market forces, especially as 3G devices become more affordable and popular.

Every County in Kenya has at least one population centre with 3G coverage, except Isiolo County which today has zero percent 3G coverage. Analysis by sub-location indicates that 1,244 sub-locations country-wide have zero 3G coverage and a further 977 have less than 50 per cent coverage as shown in **Table 4A**.

Table 4A: Sub-location population 3G coverage

Sub-location population 3G coverage					
Coverage	100%	>90%	50% – 90%	< 50%	0%
Sub-location	2,454	1,324	1,146	977	1,244

As indicated, while every county headquarter has been reached by NOFBI at least, the extension of broadband transmission into the large geographical gap areas would still be a costly undertaking. However, many thousands of potential broadband users who are not yet connected, such as primary and secondary schools, health centres and Government offices, are located within less than 1 Km of a fibre route. Thus, there is very good potential for an early USF broadband outreach program to reach key sectors with demand, especially considering the needs of schools and tertiary educational institutions below university level. These could greatly benefit from connectivity in the short term. General users of 3G will continue to adopt the services and grow in accordance with the increase in general demand for data communications and the commercial expansion of the networks.

Management of the Digital Dividend

Digital dividend is the UHF spectrum available after the global analogue TV broadcasting switch off in June 2015. The first dividend in the 790-862 MHz band for wireless mobile broadband services was identified during the World Radiocommunication Conference (WRC) in 2007. The ITU then embarked on a study to determine the actual channelization plan. Subsequently, WRC-2012 resolved to expand the band to include 694-790 MHz also known as Digital Dividend II. In view of the WRC-12 decision, the NRA completed the process of migrating digital TV broadcasting channels earlier assigned within the 694-862 MHz band to channels in 470-694 MHz band, which provides upper limit of terrestrial television broadcasting to channel 48.

The two Broadcast Signal Distributors (BSD) in Kenya have rolled out DTT signals countrywide and the analogue switch off was completed. In this regard, a portion of the 790-862 MHz band has been assigned for the roll out of LTE Mobile broadband network on trial basis. Currently the National Regulatory Authority (NRA) is in the process of carrying out the necessary planning for the assignment of Digital Dividend II (within the 694-790 MHz band) after the recent World Radiocommunication Conference held in 2015 (WRC-15).

The World Bank's investment arm the International Finance Corporation has proposed a Public Private Partnership (PPP) approach towards the allocation of spectrum in the telecom industry.

Through the report, unlocking growth potential in Kenya, the IFC states that the country's lack of a market-oriented process for assignment could become a challenge in the distribution of available free spectrum. Safaricom, for instance, signed a Sh15 billion security deal with the government in exchange for the fourth generation radio spectrum in the 800MHz band as part of the agreement. It pointed out that Public-Private Partnerships (PPP) have the potential to affect competition by strengthening the private partner's position in the market and this should be considered when designing an agreement.

Sharing 800MHz band

Late last year the National Regulatory Authority (NRA), Communications Authority of Kenya (CA) proposed the sharing of the 800MHz band spectrum among the three operators saying that the alternative spectrum which comprised the third dividend as already stated above was not ready for distribution as it awaited the decision of WRC-15. The NRA stated that it would issue Safaricom with a license allowing it to operate in the 800MHz frequency band and begin earning from the high speed Internet. However as part of the arrangement Safaricom Ltd. would enter into individual sharing agreement with interested mobile operators.

4. 4G Mobile Broadband coverage

In December, 2014, the NRA allocated part of the 800MHz band to one of the mobile operators in Kenya, Safaricom to launch 4G LTE network beginning with the urban areas. The rollout of 4G-LTE high-speed data offering and is the first high-speed Internet service of its kind in the Kenya. This service is available at the moment in two of the largest cities in Kenya, namely Nairobi, and the coastal city of Mombasa.

5. Conclusion

The mobile network services sector continues to demonstrate tangible increase despite the fact that we have penetrations at more than 80 per cent after sixteen years of services in our country. The coverage of the population by 2G services is over 90 per cent, but it is important to note that whilst the geographical coverage of 3G service is currently 17 per cent of the physical landscape, 78 per cent of the population is covered reflecting an access gap of 22 per cent of the population for 3G broadband service; a figure that is impressive and demonstrates the use of this IMT technology. The recently launched 4G services in Kenya has covered the two major cities, and as more spectrum is made available after the World Radio Conference 2015, we expect more uptake of this high-speed service by the population. It is also important to note that progress on the provision of back-haul infrastructure is being carried out on a public-private partnership to augment the footprint of high-speed Internet services to the national and devolved government system in Kenya.

Madagascar (1/2) – Regulation for the development of broadband

1. Introduction

Deployment of broadband is running into difficulties in Madagascar, given the island's remoteness from equipment suppliers, the size of the territory and the time needed to build networks.¹¹⁷ The existence of the Backbone has not resolved every issue, hence the regulator's decision to facilitate its operation. The most recent texts adopted have been to that effect. Aware of its geographical situation, Madagascar, an island State 1 500 km long and 500 km wide, has made efforts to link up the major towns where the major business sectors (industry, banks and tourism) are located. These towns are separated by distances of tens or hundreds of kilometres and connecting them has always caused problems for operators. The topography of the main island is not conducive to using microwave links, hence the deployment by an operator of 8 000 km of fibre-optic cable in which the State holds a 34 per cent share. Development of broadband in a country depends in part on the means used to "transport" information from one point to another. The existence and use of a major transport network might be one of the keys to its expansion.

The overview that follows provides an outline of current and future networks in Madagascar.

2. Overview

We have two international interfaces: EASSY 25.73Gbis, operated at 25 per cent, and Lion (1 and 2) 2.015Gbists, operated at 40 per cent.

- National: 8 000 km of optical fibre with 4 lambda and 10 Gbit/s.
- Operators: three mobile operators and two data transmission operators.
- Customers:
 - Mobile: 47 per cent of the population
 - Fixed: 1 per cent
 - Overall ARPU: USD 2 per month.

¹¹⁷ Document 1/142, "Regulation for the development of broadband", Republic of Madagascar.

Despite the efforts of the operators, broadband is not yet an everyday thing for the people of Madagascar. Other major difficulties that still have to be overcome to achieve this are:

- The financial resources available to users;
- Setting up distribution networks;
- Electricity production;
- Regulation of markets.

The first point concerns the purchase of equipment: smartphones, tablets or other devices, in order to benefit from all possible means of broadband access. The minimum price of a portable phone to connect to the Internet is USD 50, which is not affordable for all citizens, whose average daily wage is USD 2. Duty on imported goods plays a part. The question now is whether the experience of other countries, and especially under-developed countries, can help us to rectify this situation.

Operators in developing countries are almost without exception faced with the other two points indicated above. At the same time the regulator in Madagascar considers that market regulation is a priority area for developing broadband.

The following paragraphs detail recent decisions adopted by the regulators to promote the broadband market.

3. Most recent decisions by the regulator

- Liberalization

This means allowing all operators to deploy the technologies they deem to be necessary to their development. The fixed operator can deploy mobile networks, mobile operators can deploy fixed networks. All operators are allowed to offer all services when licenses are renewed. A list of cities to be covered over the next few years has been proposed to all the operators. The list includes the target cities that will benefit from 3G or 4G technology.

- Sharing arrangements

These apply above all to passive infrastructure such as masts, premises and optical fibre pairs. The aim is to enable all operators to exchange capacity by volume or by direct sale. The aim of such arrangements is to ensure that the operator does not have to worry about onerous investments in transport media but can instead focus on sales to end customers.

- Setting a maximum price for capacity

Given that a single operator deployed the national backbone, the regulator is aware that the operator in question has a dominant position in relation to the others, which has prompted the imposition of a limit on the maximum price for capacity. Any other operator wishing to conclude a contract for a certain capacity is protected by an order which "imposes" a maximum monthly charge for an STM segment by km and the cost of the annual SLA.

4. Conclusion

Broadband has a place in Madagascar's economic and human development. Although the penetration rate is still relatively low, the authorities hope, with the recent measures, to see a real increase in the next few years. At any event, the current commercial launch of 4G is bound to contribute to a further increase.

Madagascar (2/2) – Trends in Broadband in Madagascar

1. Introduction

Broadband technology, one of the most recent innovations in the field of telecommunications, began to be used in Madagascar some years ago.¹¹⁸ Despite an interpretation of the precise definition of broadband that is somewhat confusing for users (service technology, speed or volume), the country's three mobile operators and fixed service operator manage with some difficulty to provide broadband for their customers. This technology is increasingly becoming an integral part of the country's social and economic life, and the relevant ministry has therefore decided to monitor broadband trends and market penetration very closely.

This contribution briefly reviews the various uses of broadband in Madagascar, the different technologies used by the operators, and the difficulties encountered in deployment, as well as measures taken by the Government to promote broadband development.

2. Madagascar in brief

- Surface area and population: 587,041 km²/22,000,000 inhabitants
- Internet coverage (mobile): 65 per cent
- Internet penetration rate: 11 per cent
- High-speed Internet access cost (from 512 kbit/s): USD 125, or 250 per cent of average monthly income
- Average cost of a portable device allowing access to Internet: from USD 15

3. Broadband in Madagascar

Since the introduction of broadband among professional groups, the services on offer have constantly grown. Broadband is becoming a powerful and positive tool for the country, and one which cuts times and distances. Important uses include the following:

- **Remote working:** ten years ago the first data processing centre was opened in Madagascar's capital. Since then, various teleworking centres have been established and offer telemarketing and sales, IT teledevelopment (IT services companies), and so on.
- **Telemedicine:** Since 2010, telemedicine has become a reality in Madagascar with the establishment of a medical imaging centre with broadband links to India, providing real-time assistance during difficult surgical procedures.
- **E-Governance:** The Government of Madagascar uses a private intra-ministerial broadband communications network.
- **E-Learning:** Universities in particular are able to provide remote teaching and access to virtual libraries thanks to broadband. About 20 universities have benefited from this technology over the last 20 years.
- **Cyber centre:** the general public, especially in urban areas, can enjoy universal services based on broadband through access centres.

In addition, the smart phone and tablet invasion of the market has also given groups of various customer groups access to broadband. A range of services are offered by operators through terminal devices of this kind.

4. The different broadband access networks

The fixed operator offers two types of broadband access:

- xDSL or ISDN, available to businesses and private individuals: speeds on offer can be up to 8 Mbit/s.
- FTTH: services offered since 2010.

¹¹⁸ Document SG1RGQ/29, "Trends in broadband in Madagascar and proactive measures by the regulatory agency", Republic of Madagascar.

The mobile operators, on the other hand, offer their customers access using USB keys with 3G connectivity. In the light of demand from certain customers, however, especially from businesses, they also provide local radio loop access networks.

“Backhauling” makes use of optical fibre (8 000 km) and microwave links. Given the size of the territory concerned, deployment in remote areas presents the problems described below.

5. Difficulties of deployment

- Difficulties of deploying broadband access networks

As regards wired networks, deployment of broadband access networks is very costly, starting with the hardware (IPDSLAM, MSAN, GPON), but there are also problems of access in some areas as well as inadequate coverage by the electrical power grid. Only the large and medium-sized cities are better served, with around 30 sites installed in 2014. As regards copper or fibre-optic distribution networks, these require major capital expenditure for civil engineering work, and this rarely encourages the operator to become involved.

With regard to the mobile operators, development of 3G networks is less difficult given that appropriate infrastructure for older generation stations is already operational. The operators are upgrading 2G stations to 3G and will soon upgrade to 4G. The 1 000 base stations on the island include 511 3G stations (30 per cent of the total), half of which are in or around the capital.

- Difficulties of “backhaul” deployment

Aware that the growth in the number of users requires a transport (backhaul) network with sufficient capacity for data communications, the operators encounter many problems with the deployment of a suitable transport network. In the case of optical fibre, the cost of the work required makes coverage of certain locations impossible, especially areas remote from main roads. Most of these sites are covered by microwave links from an optical fibre Point of Presence (PoP). Some operators are thus obliged to negotiate for capacity with other operators in order to be able to bring their traffic to their Network Operations Centres (NOCs). In order to facilitate implementation of these principles, the regulatory authority has put forward the measures set out in paragraph 6 below.

6. Proactive measures

Cognizant of the difficulties referred to in paragraph 5 above, the regulatory authority has adopted a number of incentive measures, as follows:

- Liberalization

This means allowing all operators to deploy the technologies they deem to be necessary to their development. The fixed operator can deploy mobile networks, mobile operators can deploy fixed networks. All operators are allowed to offer additional services when licences are renewed subject to transparent regulatory conditions.

- Sharing arrangements

These apply above all to passive infrastructure such as masts, premises and optical fibre pairs (“dark fibre”). The aim is to enable all operators to exchange capacity by volume or by direct sale.

7. Conclusion

Broadband has a place in Madagascar’s economic and human development. Although the penetration rate is still low, the authorities hope, with the recent regulatory measures, to see a real increase in the next few years. At any event, the current commercial launch of 4G is bound to contribute to a further increase in the penetration rate.

Madagascar (Republic of) – Broadband access technology in Madagascar

1. Introduction

- Global statistics show that the Internet market is booming and evolving very rapidly, particularly in developed and emerging countries. This phenomenon is due to the deployment of broadband, above all mobile, using a variety of access technologies.¹¹⁹

Despite its low Internet penetration rate, Madagascar is ranked among the top 20 African countries having high-speed Internet, based in particular on the use of 4G/LTE technology. This contribution presents in the first place the technological potential of the operators providing Internet services in Madagascar, taking the case of Gulfsat Madagascar as an example. Then we will look at the main obstacles to Internet development in Madagascar.

2. Presentation of the operator Gulfsat Madagascar¹²⁰

- A provider: Internet, private network, international links for companies and individuals;
- Over 20 years of experience in the Malagasy and international markets;
- Three international interfaces – optical fibre (cables EASSY and LION) and satellite O3b;
- Over 20 towns and cities covered by its national network, and 100 per cent satellite coverage;
- Over 2000 professional customers;
- Over 40 000 private customers.

3. Technological potential of Gulfsat Madagascar

To meet its customers' requirements, Gulfsat has, over the years, developed a whole range of services. In addition to Wireless Local Loop (WLL), Very Small Aperture Terminal (VSAT), Wireless Local Area Network (WLAN) and WiFi technologies, several generations of mobile networks have already been deployed by the company, the most recent was 4G/LTE.

It is the second operator using 4G/LTE in Madagascar, the other being the incumbent operator TELMA. Thanks to these innovative technologies, Gulfsat is able to provide high-speed voice and data communications to its private and professional customers. With such a technological potential, Gulfsat is in a position to develop the Internet market and compete with the other major operators present in the country's telecommunication sector.

4. Main obstacles to Internet development in Madagascar

It can be seen that Madagascar is following the global environment in terms of its use of the new broadband network technologies. However, its Internet penetration rate (less than five per cent) remains very low by comparison with the global trend (over 40 per cent), progressing enormously from year to year at a rate that is well below satisfactory and thus calling for considerable improvement in the coming years.

The reasons for this low penetration rate are numerous, and include the following:

- Limited household budgets: very few households can afford an Internet connection in Madagascar (not only because of its very high cost, but also on account of low income levels);
- Unaffordable access to the Internet tariffs;
- Lack of familiarity with the tools in question;
- Non-guaranteed nature of the broadband provided by operators;
- Insufficient 3G/4G signal in the national territory.

¹¹⁹ Document 1/403, "Broadband access technology – Madagascar", Republic of Madagascar.

¹²⁰ <http://www.blueline.mg/corporate/presentation-de-blueline>.

Orange (France) – Submarine cables in Africa

Submarine cables – At the heart of the global internet

In today's world, submarine cables are essential to economic life and the social fabric – they are the international paths that connect the Internet.¹²¹ They are critical communications infrastructure carrying more than 98 per cent of international internet, data, video and telephonic traffic. By comparison, undersea cables dwarf satellites for international communications and are unmatched for their reliability, speed, volume of traffic, and low cost. For example, The Society for World Interbank Financial Telecommunications (SWIFT), The Continuous Linked Settlement (CLS) Bank, and the United States' Clearing House Interbank Payment System (CHIPS) all depend exclusively on submarine cables for daily transactions values at several trillion US\$.¹²² The "cloud" of computer servers distributed in data centres worldwide is based on seamless connection via international submarine fiber-optic cables. With the laying of submarine cables along the west coast of Africa in 2009-2012, in particular the Orange-led ACE project, only about 20 of the world's nations and territories remain isolated from fiber-optic cables.

West Africa – Submarine cables

In 2008, France Telecom (now Orange) first conceived the creation of a major submarine cable system between Penmarch, in Brittany on France's Atlantic coast, and South Africa, a distance of 17,000 kilometers, using state-of-the-art fiber optic transmission technology.

To implement this exceptional project – representing a cost of \$700 million – the Orange Group teamed up with selected partners. It formed a consortium – the prevalent business model for construction of submarine cables – initially comprising 15 major players, all with a direct stake in the arrival of broadband in their respective countries:

- Orange subsidiaries: Côte d'Ivoire, Cameroon, Mali, Niger and Senegal.
- Governments: Republic of Gabon and the Republic of Equatorial Guinea.
- Operators: Dolphin Telecom, MTN and others.
- In-country consortia grouping other partners: Cable Consortium of Liberia, Guilab (Guinea).
- International Mauritania Telecom and others.

The 19 current ACE consortium members

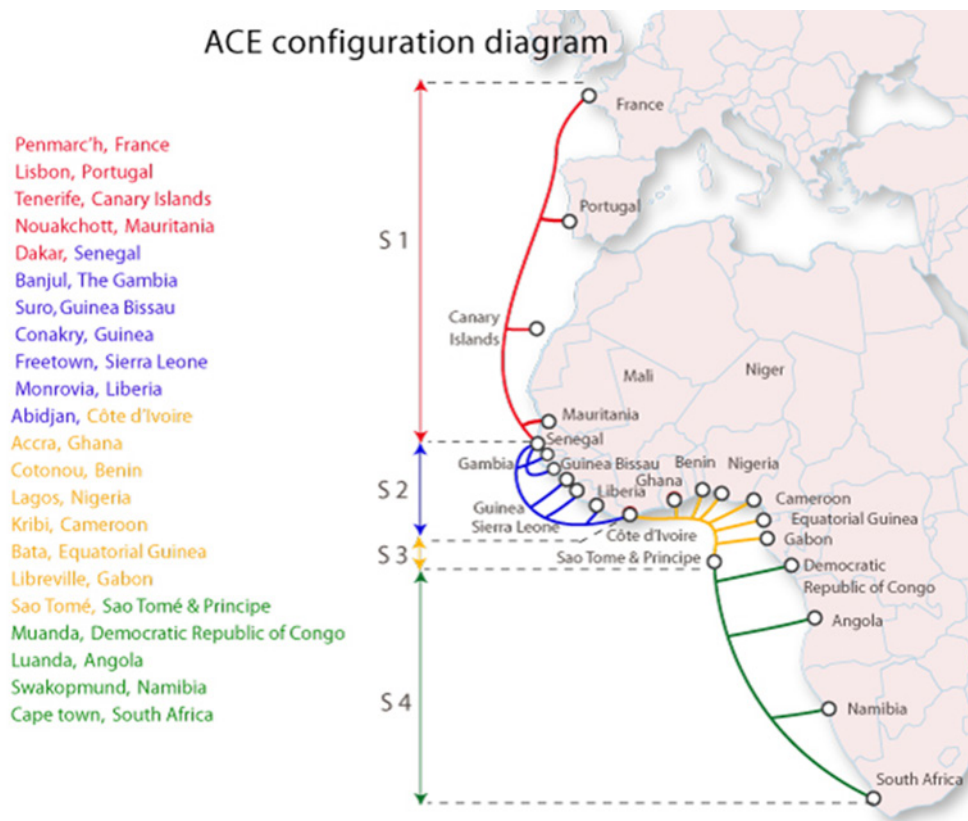
- ACE Gabon
- Benin ACE GIE
- Cable Consortium of Liberia Inc.
- Canalink
- Dolphin Telecom
- Gambia Submarine Cable Co. Ltd.
- Guinéenne de la Large Bande S.A.
- International Mauritania Telecom Ltd.
- MEO
- MTN

¹²¹ Document SG1RGQ/314, "Submarine cables in Africa", Orange (France).

¹²² White Paper commissioned by the International Cable Protection Committee (ICPC) and submitted to the UN General Assembly, "Submarine Cables and Biological Diversity beyond Areas of National Jurisdiction", September, 2016, available at <https://iscpc.org/news>.

- Orange S.A.
- Orange Cameroon
- Orange Côte d'Ivoire
- Orange Mali
- Orange Niger
- République de Guinée Équatoriale
- Sierra Leone Cable Ltd.
- Sonatel
- STP Cabo

Figure 7A: ACE configuration diagram



Since the system opened for service in 2012, it has been contributing to the development of a high-quality, secure, global network. ACE is the first ever cable designed from the outset for seamless upgrade to 100 Gbps technology per one wavelength. The total rate of the ACE cable reaches up to 12.8 Tbps by using Dense Wavelength Multiplexing (DWDM) technology. This technology supports tomorrow's ultra-high-speed broadband networks. Boosting cable capacity is simply a matter of plugging in new transmission equipment housed in the "dry" landing stations.

This vital international project and others like it are democratizing broadband internet in Africa, empowering inhabitants to improve their farming and fishing by applying new techniques and accessing regional markets, to extend access to classrooms and teachers, and to improve medical care through telemedicine.

By 2018 the ACE cable will serve 19 countries, including France, Portugal, Spain (Canary Islands), Mauritania, Senegal, Gambia, Guinea, Sierra Leone, Liberia, Ivory Coast, Ghana, Benin, Nigeria,

Equatorial Guinea, Gabon and São Tomé and Príncipe, and South Africa, all coastal countries. Two landlocked countries, Mali and Niger, are joined to it via a terrestrial connection. By the end of the second phase, the cable will cover 17,000 km under the Atlantic Ocean.

Submarine cables offer new possibilities for growth in the countries they serve. The World Bank estimates that a 10 per cent increase in broadband internet access contributes to an increase of 1.38 per cent in Gross Domestic Product. Submarine cables enable this sustainable growth, with each successive cable connection to a country boosting economic prosperity for its people.

Box 1: Case study

Case study

Africa remains the world's most digitally isolated continent. The fixed broadband penetration rate is less than 1 per cent due to the low number of copper lines – limiting access to ADSL – and to the high cost of satellite connections. However, the deployment of fiber-optic submarine cables since the early 2000s has significantly improved this situation.

Even in Senegal, one of Africa's most economically advanced countries; in 2012 fixed internet penetration remained very low: 1.5 per cent. The arrival of submarine cable ACE is changing the digital experience of broadband customers in the country.

Since the cable came on line, citizens have expanded their digital horizons: more reliable Internet connections, fast downloads of large files, voice over IP and – for businesses – cheaper access to sophisticated services such as videoconferencing, e-learning and eHealth. By cutting the cost of international bandwidth, the ACE cable system is making broadband affordable to far more people.

In seven of the ACE countries, this new international information highway has brought the first ever direct connection to the global optical fiber broadband system, dramatically improving communication with the rest of the world: Gambia, Guinea, Equatorial Guinea, Liberia, Mauritania, Sao Tomé & Príncipe and Sierra Leone. These countries' participation in the project was made possible by substantial financing from the World Bank, which is also at present supporting the Republic of Guinea-Bissau in its plans to connect to the ACE system. ACE remains open to including additional countries and contributing in this way to the continent's social and economic development by spreading digital services to the wider population.

Submarine cables are also important for marine and climate research: dozens of cable-enabled projects are now active in the oceans with many more planned, for ocean climate monitoring, tsunami warning, and fundamental research.

Rwanda – Access to broadband in Rwanda

1. Background

Under the National Information and Communication Infrastructure (NICI) framework, the Government of Rwanda deployed a national high-speed fibre-optic backbone that spans all thirty districts and connects eleven border posts. This allows the telecom operators to connect to the international submarine fibre-optic cables that landed on the African east coast. These cables have given the entire region fibre-based international bandwidth.¹²³

¹²³ Document 1/165, "Access to Broadband in Rwanda", Republic of Rwanda.

In addition to progress registered in broadband rollout by operators in Rwanda, in November 2014, a new infrastructure-sharing regime by way of a wholesale-only, open-access 4G LTE network was launched, which will allow access to retail providers, including current ISP players, as well as Mobile Virtual Network Operators, on fair, transparent and non-discriminatory basis.

2. Broadband access technologies currently deployed in Rwanda

Broadband access network enable delivery of information, goods and services that stimulate economic growth and help domestic businesses compete. Without such access, remote communities risk becoming increasingly marginalized and lacking in essential educational, medical, government, e-commerce and social services. On this basis, the Government of Rwanda has invested in developing broadband infrastructure all over the country.

Table 5A describes the registered technologies in broadband rollout by operators and the Government of Rwanda.

Table 5A: Registered technologies in broadband rollout by operators and the Government of Rwanda

Fixed Access Technologies	Mobile Access Technologies	
	3 rd Generation	4 th Generation
<ul style="list-style-type: none"> – Kigali Metropolitan Network (KMN): It is a high-speed fiber-optic network that spans across Kigali. KMN interconnects all government institutions including schools, health-care centres and local government administrative entities in the Kigali metropolitan area to broadband Internet access. – National Fiber Optic Backbone: The country's national backbone project covers all districts of Rwanda with a total length of about 3,000 km. – Gigabit Passive Optical Network (GPON): This is known as Fiber-to-the Home (FTTH). It is the installation and use of optical fiber from a central point directly to individual buildings such as residences, apartment buildings and businesses to provide unprecedented high-speed Internet access. Currently, MTN Rwanda Ltd and Liquid Telecom Ltd are deploying this technology in different villages of Rwanda. By connecting a small village like apartment, the end point after splitting is via ADSL. – Point-to-Point through WiMAX: MTN Rwanda Ltd deployed this technology in all of its towers to connect the citizens living in remote areas on broadband Internet access via radio antennas. 	<ul style="list-style-type: none"> – As of March 2015, 3G and 3.5G mobile technologies were deployed geographically in Rwanda by: <ul style="list-style-type: none"> • MTN Rwanda Ltd at the level of 64.49% with 85.07% of population, • Tigo Rwanda Ltd at the level of 12.03% with 47.89 of population, • Airtel Rwanda Ltd at the level of 15.36% with 22.19% of Population. – High-Speed Down-link Packet Access (HSDPA): This access technology was deployed geographically in all major cities of the country with 7.05 Mbps practically at the highest ever measured. – Evolved High Speed Packet Access (HSPA+): Airtel Rwanda Ltd has deployed the Release 9 of this technology in all major cities of Rwanda. 	<ul style="list-style-type: none"> – Long Term Evolution (LTE): In November 2014, Rwanda launched a high-speed broadband network 4G LTE. The network was established through an agreement between the Government of Rwanda and KT Corporation, South Korea's largest telecommunications provider. The Network is expected to cover the entire country and 95 per cent of the population by 2017. By now 5 cities among 30 of the country are connected to 4G LTE Internet since the launch of this technology. There has been a big increase in subscribers from day to day as the three telecommunication firms (MTN Rwanda Ltd, TIGO Rwanda Ltd and AIRTEL Rwanda Ltd) signed contracts with 4G service provider

The infrastructure laid for access to broadband in Rwanda has become a driver of economic growth, social cohesion, productivity and innovation across all sectors, notably governance, health, education and agriculture.

3. Internet penetration in Rwanda

The country targets to become a regional centre for training of high quality ICT professionals and researchers. With a population of 11.7 million people, Rwanda's mobile penetration stands at 71.8 per cent with internet penetration at 28.1 per cent as of March 2015.

Figure 8A: Rwanda trend in total internet Subscribers as of March 2015

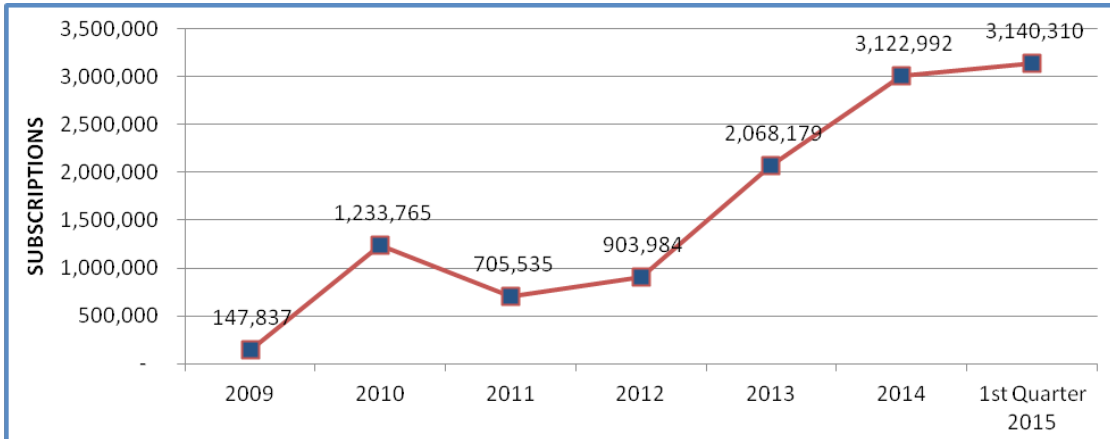
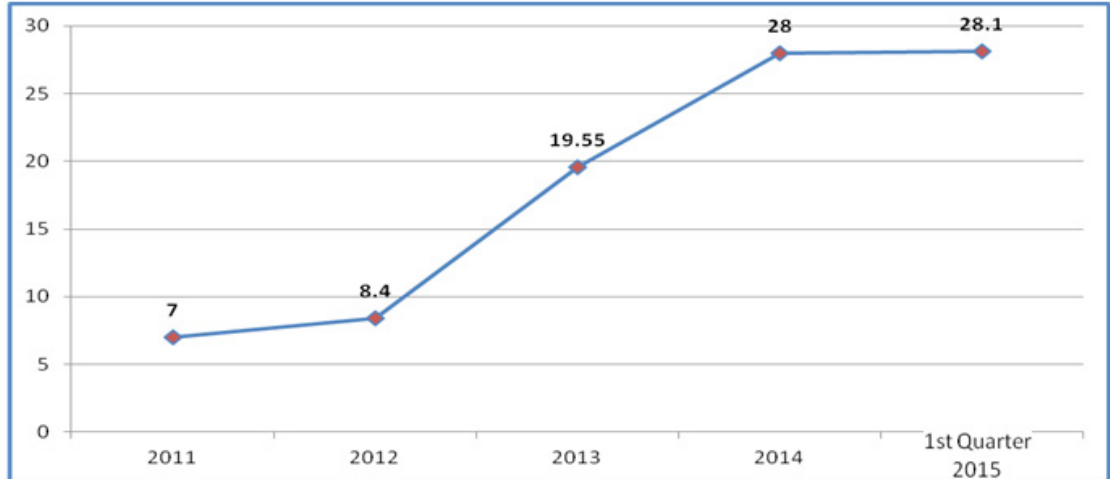


Figure 9A: Internet penetration rate trend as of March 2015



Source: RURA operators' returns

4. Approach to accelerate broadband in Rwanda

In 2013, Government of Rwanda (GoR) developed its national broadband policy with the vision of ensuring the transformation of Rwanda into an Information society driven by universal access to high speed, reliable, affordable and secure Broadband infrastructure and services by 2020. This policy has major benefits that will come as result of improved connectivity:

- Improved quality and access of healthcare services will reinforce the use of advanced medical applications like telemedicine, the management and exchange of patients' electronic records information, across Rwanda.

- Improved government service delivery will greatly enhance the government's capability to communicate within government institutions, and with its citizens. Provide online service for informational and transactional purposes, which will drive down the cost to government, of service delivery.
- Improved quality of education by enabling delivery of digital contents for instruction, irrespective their location; it will also facilitate the relationship between institutions.
- Arts, culture and entertainment: citizens will experience an evolution in the entertainment scene: this will play a role in improving and expanding channels of knowledge dissemination.
- Reduced cost of communications and improved marketability for investment creates an environment that stimulates economic growth due to the lower cost of communications that attracts businesses to all parts of the country, and the streamlined distribution of products and services to all corners of the nation. With the improved access to the rest of the country and the world through Broadband, all areas of the country will be able to increase their marketability, and therefore attract more investment.
- Increased employment and growth of SMEs (Small and Medium Enterprises). Broadband connectivity unlocks creativity and creates economic activities that create jobs, more especially to the youth.

This policy positioned broadband as a driver of economic growth, social cohesion, productivity and innovation across all sectors of the economy and promote guide initiatives to drive down the cost of end-user equipment; stimulate the development and uptake of relevant content; and driving aggressive digital awareness campaigns.

5. Conclusion

Access to broadband in Rwanda has been an enabler breaking development barriers and profoundly changing how services are delivered. It also leads to the increase of productivity, access to knowledge, and better prospects for the Rwandan citizens.

As the country is divided into four provinces which are structured in four tiers: 30 districts, 416 sectors, 2,148 cells and 14,837 villages, the government of Rwanda developed the policy aimed to promote the broadband access to reach the low level administrative entities, from districts to sectors, cells and villages, in the spirit of providing equal opportunity to broadband services for all citizens of the entire country.

Sri Lanka – Broadband in Sri Lanka

1. Overview

Developing Sri Lanka as a knowledge hub in Asia, is a key development strategy of the Government. Broadband plays a critical role in the workings of this strategy. The term "broadband" has come to be synonymous with high speed internet use in general.¹²⁴ In Sri Lanka broadband is defined as "Technology neutral high speed data communication service with a broader bandwidth capacity not less than 1Mbps down link, which enables the operation of wide array of applications and services online".

2. Broadband policy

National Broadband Policy is widely acknowledged as the key enabler to facilitate uptake of broadband for socio-economic transformation of a country. Having identified the necessity of a policy towards the rapid development of broadband services in Sri Lanka, a five year policy has been drafted by Telecommunications Regulatory Commission of Sri Lanka (TRCSL) and the said policy will be

¹²⁴ Document SG1RGQ/138, "Broadband in Sri Lanka", Democratic Socialist Republic of Sri Lanka.

implemented after obtaining the views of all stakeholders and with the approval of the relevant authorities of the Government in the near future.

The main objectives of the national broadband policy are to identify the impediments that hamper the rapid development of high speed broadband in Sri Lanka, propose a pragmatic strategy to overcome such and to provide guidance to stakeholders to build country wide network with state of the art technology that flourishes the living standards of the public whilst taking the country towards a sustainable economic growth by the year 2019 with the aid of data communication technology.

One of the key targets of the policy is to encourage the utilization of High Speed Broadband Internet Services in Sri Lanka through a strategic process, transforming broadband to a status of leading technology, enabling it to drive the socio-economic development in the country. Furthermore, to make broadband affordable with an access speed equal or greater than 25Mbps, where all citizens could equally access the internet irrespective of their locality by the year 2019 is another target of this policy.

After consultation with all stakeholders, a national broadband standard was developed by TRCSL in 2013 as an important initial step towards improving broadband services. In this standard, Fixed Broadband is defined as a technology neutral broadband service with speeds equal or greater than 1Mbps which limits its operations to a fixed location whereas mobile Broadband is defined as the technology neutral broadband service with speeds equal or greater than 1Mbps which provides the mobility functions to the user (broadband subscriber). The broadband subscriber is defined as an internet customer who consumes greater than 100MB within a period of 30 consecutive days and using an access service with the speed equal or greater than 1Mbps to access the internet. The said standard will be revised in 2016 after implementing the national Broadband Policy.

3. Broadband technologies/infrastructure

Access network

– Fixed broadband

ADSL, ADSL2 and ADSL2+ are the common form of DSL used in Sri Lanka. ADSL2+ is now replacing with VDSL2, delivering high speed internet up to 100Mbps to subscribers. It can deliver amazing broadband performance while delivering triple-play services of Telephone, Broadband and Peo TV. Existing broadband users will get immense freedom to get connect to any “carrier grade” public Wi-Fi Hotspots by using the same broadband username and password which they use at home or office to connect to the internet. With the development of fibre network in the country, most of the copper lines have been replaced with fibre up to the Multi-Service Access Nodes, which connects subscribers to the Core Network to provide multiple services from a single platform. FTTC and FTTB technologies are now available to all users in a neighborhood or building, which supports download speeds of up to 100Mbps. Fixed 4G LTE was introduced in 2014 with download speed up to 50Mbps for the provision of broadband services across the country. Metro Ethernet delivers high-bandwidth connectivity for high-rises, large corporate officers and important commercial locations in metropolitan areas, including cities outside the Capital of Sri Lanka. This is based on the Metro Ethernet Forum Standard and offers capacity and reliability in the demanding arena of data communications for enterprises. Access to world class broadband technologies such as VDSL2, 4G LTE, Carrier-Grade Wi-Fi & Fibre technologies will support the enterprises, growing SME segment and also the public sector to become more resilient in achieving a SMART Sri Lanka.

– Mobile broadband

Sri Lanka's Mobile operators have deployed several industry leading technologies for the provision of Mobile Broadband services. Being a regional pioneer in launching the 3G technology, Sri Lanka also witnessed the first 4G deployment in South Asia by launching 4G LTE network in April 2013. All five mobile operators have deployed 3G networks and two operators have deployed commercial mobile 4G LTE networks. 3G and 4G technologies cover in excess of 75 per cent of the country's population which is expected to grow further with the healthy competition prevalent among operators. Wider

availability of faster Mobile Broadband services has propelled Sri Lanka's internet penetration providing equal access to information and e-services resulting in inclusive development. Particularly, the recent introduction of low cost smart devices is observed as breaking the affordability barrier which acted as a hindrance for expedited adoption of mobile broadband services.

Transport network

– National connectivity

Sri Lanka launched the country's first ultra-speed national fibre optic backbone transmission network in 2014 with a new generation OTN based 100G Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) solution, which transmits eight terabits per second. Within less than half a century, the optical transport industry has migrated from PDH, through Synchronous Digital Hierarchy (SDH), Wave-length Division Multiplexing (WDM), to Optical Transport Network (OTN) based 100G DWDM boosting network speeds from mega bit level to terabit level performance and progressing from pure manual network configuration and management to modest levels of automation.

Some of the mobile operators are transforming their transport network to a more flexible, future proof and agile network architecture to cater ever increasing bandwidth demand due to the rapid growth of the broadband and enterprise services. This has developed number of fiber routes connecting the cell sites directly into the fiber and restricting the remaining sites just one microwave hop away from the fiber. Instead of maintaining separate backhaul networks for IP, TDM and business traffic it also converged into a single IP transport network based on OTN, IP/Multi-Protocol Label Switching (MPLS) and packet based synchronization distribution technologies improving efficiency significantly. This system will eliminate the mobile backhaul nightmare most of the operators face around the world.

– International connectivity

Sri Lanka's global connectivity strengthened via multiple submarine cable systems: SEA-ME-WE-3 (39,000km), SEA-ME-WE-4 (20,000km), Bharath-Lanka (Tuticorin-Colombo 320km), Dhiraagu-SLT(Male-Colombo 850km), FLAG (Japan-India-SL-UK-USA 28,000 km), BBG (Singapore-Oman/UAE 8,000 km). Sri Lanka's geographical location makes it a natural nexus for communications in the Indian Ocean and helps ensure that the country plays a key role in the process of unfolding new technologies across the region. Sri Lanka has partnered with 17 other countries to build SEA-ME-WE-5, spanning approximately 20,000km from Asia Pacific to Europe via Sri Lanka.

4. Regulatory initiatives

Web browsing, Over-the-top Video Streaming, File transfer and VoIP are the most popular services used by internet users of many countries around the world. The users expect high quality videos when streaming YouTube and other online TV shows and movies. On the other hand, advertised or promised broadband speed figures offered by service providers have a mismatch with user experiences. Setting up a regulatory frame work for QOS monitoring of real time and non-real time applications is a challenge for the regulator. QOS measurement methodology has to be carefully designed considering two aspects; how measurements are made and who makes the measurements.

TRCSL introduced Broadband Speed Measuring Facility (BSMF) in 2011 as an industry bench-marking tool. Internet users in Sri Lanka can check their internet speed by downloading different sizes of files from three dedicated servers (Tier 1-IP backbone with 1Gbps dedicated uplink port) hosted in the United States of America, the Netherlands and Singapore data centers via TRCSL web metering facility.¹²⁵

¹²⁵ Speed measuring facility can be found in the following link: <http://www.trc.gov.lk/2014-05-12-13-25-54/internet-speed-test.html>.

In addition, TRCSL has installed a fully-automated system for speed monitoring of broadband service providers in a common platform. These test results are published on the TRCSL website on a monthly basis.¹²⁶

However, implementation of an appropriate regulatory framework for QoS for mobile and fixed broadband services is a key task identified for 2016 by the Regulator. Identification of a minimum number of Key Performance Indicators (KPIs), development of a mechanism to monitor the identified KPIs and establishment of a set of obligations by internet services providers will be implemented through a public consultation process in the first six months of 2016.

5. Applications

E-Sri Lanka aspires to the ideal of making Sri Lanka the most connected government to its people, and raising the quality of life of all its citizens with access to better public services, learning opportunities, and information. Sri Lanka's over 100,000 hearing and vision impaired, stand to benefit from an "Impaired Aid Project" that has introduced "Digital Talking Books" using a new suite of local language accessibility applications. Accessing Government Information Center via a telephone short code from anywhere in Sri Lanka to obtain information is another project implemented under e-Sri Lanka. Both these projects won awards at the 2009 World Summit Awards (WSA), a global initiative for selecting and promoting the world's best e-contents and applications. One of the ideas actioned was to create an e-society where communities of farmers, students and small entrepreneurs are linked to information, learning and trading facilities. This action was via tele/knowledge centres called Nenaselas (Nena=knowledge+ selas=shops), that spawned across the country bringing within easy reach computer technology, the Internet, and IT skills training to many people who had never even seen a computer.¹²⁷

Fixed and Mobile Operators joined hands with Ministry of Education and TRCSL to connect ICT labs of leading schools in the Capital, Colombo and the suburbs with high-speed 4G LTE and the island-wide fiber network. This initiative will provide students with seamless access to the Internet for education purposes using the information superhighway. Several educational content portals are also operated under the patronage of telecom operators. One such e-learning portal, Guru.lk provides educational content under 3 main categories as School, Professional and Lifestyle. "Guru School" covers about 60 per cent of the school curriculum, "Professional" covers professional education (e.g.: curriculum of banking exams) and "Life Style" includes courses such as beauty culture, cookery, yoga etc.

6. Challenges

Despite licensed Operators expanding their broadband network footprint, several challenges exist in faster adoption of broadband services. Lower IT literacy curtails the relevance of ICT services for a large population. However the improvement of IT literacy will help change this situation significantly in the near future. On the other hand, the cost of smart devices acts as a deterrent for data service adoption among lower income population. However, the introduction of low cost devices breaking the affordability barrier is a welcome change which has taken place as a result of deliberate efforts of Operators and the evolution of the eco system in general, is seen to help alleviate this challenge.

Sri Lanka (Democratic Socialist Republic of) – National Broadband Policy of Sri Lanka

1. Introduction

Developing Sri Lanka as a knowledge hub in Asia is a key development strategy of the Government. Broadband plays a critical role in the workings of this strategy.¹²⁸ The term "broadband" has come to be synonymous with high-speed internet use in general. Broadband provides enhanced communication, improved access to markets and services, improved access to education and health services, and

¹²⁶ Comparison of Speed Test Results of service providers can be found in the following link: <http://www.trc.gov.lk/2014-05-12-13-25-54/speed-test-results.html>.

¹²⁷ <http://www.icta.lk>.

¹²⁸ Document SG1RGQ/288, "National Broadband Policy of Sri Lanka", Democratic Socialist Republic of Sri Lanka.

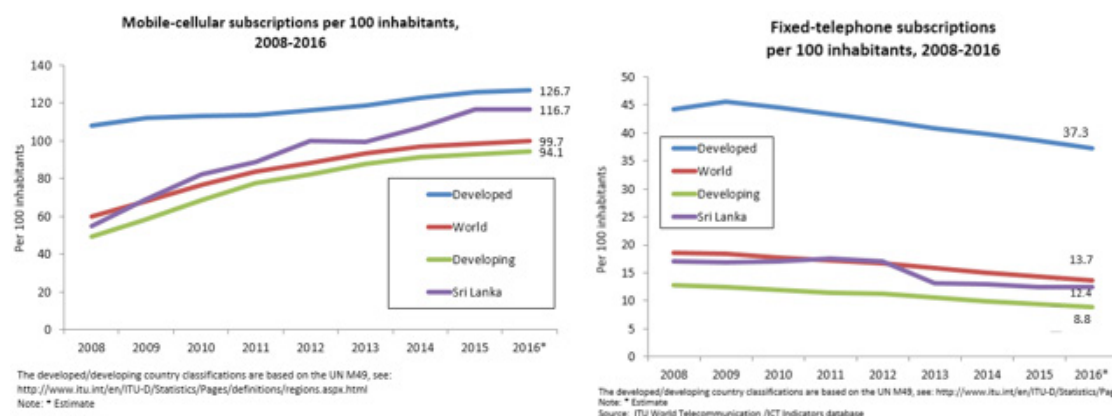
better access to information, news and entertainment. Broadband enables new solutions to national development challenges and will enable new ways of showcasing and advancing national culture and of engagement with and between all people in Sri Lanka. As experience to date shows, both in Sri Lanka and overseas, broadband has the potential to transform completely the way government, business and consumers communicate and interact with one another, and the possibilities have only now begun to be explored.

Sri Lanka has five mobile operators, three fixed operators and many ISP's. With the introduction of 3G/HSPA in 2006/7 the internet growth accelerated. Out of five mobile operators, two are with 4G LTE capability while other three are equipped with latest 3G technologies in their portfolios. All three fixed operators are equipped with CDMA 2000 1x, WiMax and 4G LTE technology while incumbent use the ADSL, ADSL2 and ADSL2+ (ADSL2+ is now replacing with VDSL2) in addition to wireless technologies. Further, two operators have been licensed to provide FTTx.

As per the Measuring the Information Society Report 2016, Sri Lanka ranked as 116th in the IDI Ranking List with the IDI Value of 3.57 with a slight increase compared to 2015.

The present status of the fixed/mobile telephone subscriptions and fixed/mobile broadband subscription can be seen in **Figure 10A**.

Figure 10A: Status of the fixed/mobile telephone subscriptions and fixed/mobile broadband subscription



2. Objectives of NBP

National Broadband Policy (NBP) is widely acknowledged as the key enabler to facilitate uptake of broadband for socio-economic transformation of a country. The overall objectives of the National Broadband Policy are to facilitate the earliest and widest level of adoption of broadband within Sri Lanka, the development of services and applications and ensuring widespread and affordable access by all sectors of the economy and society.

3. Broadband policy initiatives

A policy for broadband reflects the Government's ambition to build up a foundation for the long-term development of the broadband sector as a key part of the infrastructural support for Sri Lanka's economy and society. Having identified the necessity of a policy towards the rapid development of broadband services in Sri Lanka, TRCSL has obtained assistance from ITU to formulate a NBP for Sri Lanka.

4. Draft NBP

Draft NBP was formulated after completing the following activities:

- Analyze current broadband infrastructure developments (including a gap analysis to identify the parts of the broadband supply chain where infrastructure development needs to be prioritized), the market situation (market players, subscribers, revenue, growth etc.), policies and regulatory initiatives undertaken to promote broadband;
- Compare international best practices including Broadband Commission reports, identify the current barriers and opportunities to stimulate broadband in Sri Lanka;
- Assess the current ICT status of Sri Lanka using ICT Development Index (IDI), which includes, among others, indicators on fixed telephone lines, mobile subscriptions, Internet users, broadband penetration, international Internet bandwidth, and percentage of households with a PC;
- Examine the opportunity for Sri Lanka to leapfrog into the broadband era by leveraging modern technological options and infrastructure, government support, investment incentives, competition etc., and highlight the potential for policy makers, regulators and other stakeholders to foster the development and adoption of broadband in Sri Lanka;
- Obtained inputs from stakeholders in Sri Lanka (through a questionnaire) on the requisites for a national broadband policy, especially regarding the current and future regulatory framework and the policy initiatives related to broadband;
- A national workshop was conducted to inform, educate, and gather information from the stakeholders and sharing proposals of NBP.

5. Policy principles

This National Broadband Policy is based on the following key principles and assumptions:

- The Policy is more than a policy for the ICT sector of the economy – its reach is the whole economy of Sri Lanka and concerns the production and delivery of goods and services and associated transactions across the whole of the economy;
- The Policy is concerned with all people in Sri Lanka in terms of their interactions and social engagement with social institutions and each other – its reach is the whole of society;
- The Policy affects the whole of Government – its reach is the delivery of all services by Government, especially those that can be delivered or supported online;
- That successful policy outcomes will depend on addressing all components of the broadband eco-system and recognize that plans need to support and strengthen both supply and demand aspects of the eco-system, as well as the absorptive capacity for social and economic change;
- That successful broadband outcomes will depend on strong leadership from the Government and the ICT sector underpinned by clear policy settings that encourage public and private sector investment;
- That regulatory and policy settings will facilitate competition and the development of new and innovative services and applications in broadband markets. In particular, it is expected that services and applications will be provided on a sustainable commercial basis to the maximum extent, and that subsidised provision will be limited to high cost, low demand environments and will be once-only or transient interventions in the market; and
- Those broadband services shall be accessible to all people and communities within Sri Lanka and that all aspects of accessibility (availability, affordability, and capacity to use) need to be addressed.

6. Short to Medium Term Policy Goals

The short to medium term horizon for the purposes of this Policy is five years. Within that five-year horizon, and through the achievement of the Strategic Implementation Plan, the following goals will be achieved during the period to 2021:

- Effective organizational arrangements will be in place to coordinate the planning of broadband infrastructure investment and rollout, and the provision of additional capacity in anticipation of demand;
- Subject to (a), clear competition policy settings will be in place for the provision of broadband services at wholesale and retail levels;
- Fixed and mobile services will be available to 100 per cent of the population of Sri Lanka – which means that all people will be within the service coverage areas of at least one fixed broadband network and of at least one mobile broadband network;
- 95 per cent of active mobile services will be connected to broadband-enabled devices designed for data operation at 3G or later generations of mobile capability;
- 2G mobile networks will have been decommissioned;
- 75 per cent of Sri Lankans will have access to fixed broadband services in their homes, at school, in community facilities, or at work;
- 95 per cent of Sri Lankan households will be have broadband access, whether mobile or fixed or both;
- Fixed broadband services will be routinely provided with planned download data rates of 100 Mbps, and mobile broadband download rates will be routinely provided with planned download data rates of 40 Mbps, by the end of the first five year period;
- Substantial local content in Sinhala and Tamil will be available online, particularly on Government portals providing for access to Government, education content, health content and agriculture services;
- 100 per cent of all primary, secondary, and tertiary education facilities will have broadband services so that teachers and students may access online educational resources; and
- 100 per cent of hospitals and health centres will be connected to broadband for remote diagnostic and supervisory support and for other e-Health applications.

7. Implementation of NBP

This initial version of the Plan covers the five calendar years from 2017 to 2021, along with a Strategic Action Plan. The Draft NBP will be published as a consultation document to obtain views from the public including the stakeholders and thereafter final NBP will be prepared. The final version of the NBP will be implemented after obtaining necessary approval from the government in 1Q17.

Viet Nam (Socialist Republic of) – Broadband strategy of Viet Nam

1. Principles of strategy implementation¹²⁹

- Building up and developing modern, safe, high-capacity, high-speed and national wide service coverage broadband telecommunication infrastructure.
- Providing diversified broadband telecommunications services with good quality and reasonable rates according to the market mechanism.
- Modern technology: Applying the telecommunications technology which is modern, energy saving, environmentally friendly, appropriate with the general development trend in the world;

¹²⁹ Document SG1RGQ/257, “Broadband strategy of Viet Nam”, Socialist Republic of Vietnam.

ensures the efficiency of network investment; meets the market demand, the interests of society; and the level of perfection of such technology is appropriate with the conditions in Vietnam.

- Efficiency of using telecommunication resources: Using effectively the telecommunication resources, frequency resources, domain names, IP internet addresses, satellite orbit resources to serve modern broadband telecommunications infrastructure and providing diversified broadband-based services with high quality and reasonable cost.
- Synchronous technology and networks: Carrying out the synchronization of technology and network (between broadband telecommunications network infrastructure and existing telecommunications networks) to increase the data download speed from 15 per cent to 50 per cent of the downstream data download speeds.

2. Specific objectives toward 2020

Broadband for community

– **Broadband for family**

At least 40 per cent of households (or individual subscribers) across the country can access to and use the fixed broadband services, in which at least 60 per cent of the subscribers are connected to the minimum downlink speed at 25Mb/s.

– **Broadband for the public telecommunications access points**

100 per cent of public telecommunications access points across the country can use the fixed broadband services in which at least 50 per cent of the points applying fixed broadband access with minimum speed downlink at 50Mb/s.

– **Broadband for public library location**

Over 99 per cent of public library points across the country can use the fixed broadband services in which at least 50 per cent of the points apply the fixed broadband access with minimum speed downlink at 50Mb/s.

– **Mobile Broadband**

Ensuring at least 95 per cent of residential areas are covered with 3G / 4G with average downlink speed at greater than 4Mb/s in urban and 2Mb/s in rural areas.

Broadband for office

– **Broadband for educational institutions**

More than 99 per cent of educational institutions have broadband connections in which at least 60 per cent of higher education institutions such as colleges, universities and institutes use broadband services with minimum downlink speeds at 1Gb/s; at least 60 per cent of general educational establishments, vocational schools, vocational training centers can access to broadband with minimum speed downlink at 50Mb/s.

– **Broadband for clinics and treatment**

More than 99 per cent of health care facilities across the country have broadband connections in which at least 20 per cent of facilities with broadband access applying minimum speed downlink at 100Mb/s; from 40 per cent to 60 per cent of connections to minimum downlink speed at 25MB/s.

– **Broadband for administrative authorities and enterprises**

- 100 per cent of agencies and units of the Party, the Government, political organizations – social and enterprises have broadband connections in which at least 30 per cent minimum downlink speed connection at 100Mb/s; from 40 per cent to 60 per cent minimum downlink speed connection at 25MB/s.

- 100 per cent of websites of the agencies and units of the Party, the Government, political organizations – social; the public administrative services portal, public professional services supports IPv4 and IPv6 Internet protocols at the same time.

3. Implementation resolution

- **Solutions on policy mechanisms and telecommunications legislation:** Keep improving the system of mechanisms, policies and regulations on licensing, tariffs, service quality, interconnections, resources, infrastructure telecommunications technology, network security, and information security in line with the development trend of broadband, technology convergence, services, intelligent applications and matching the development of Vietnam.
- **Solutions on market and services:** Creating favorable conditions for all economic sectors to participate in the telecommunications market; carrying out management under market mechanism, fair competition, transparency of policy mechanism, non-discrimination among enterprises; granting the licenses for implementing 4G mobile networks and other generations.
- **Solutions on infrastructure:** encouraging and enhancing maximum interconnection and sharing telecommunications infrastructure between telecommunication operators, using shared public infrastructure interdisciplinary; supporting telecommunication enterprises having investment capacity to build up optical fiber transmission system of international sea, land with modern technology, ensuring high capacity to meet the international connection capacity and reserve capacity towards international connection.
- **Solutions on telecommunication resources:** researching and building up mechanisms and policies to allow the re-use part or the entire band (850MHz / 900MHz/1800MHz) available to deploy mobile communication system IMT satisfying user needs of quality of mobile broadband services; Implementing digital transmission, terrestrial television broadcasting to release band 694-806 MHz; accelerating deployment of radio access technology effectively and use high frequency spectrum; Enhancing the implementation of the National Action Plan on IPv6, development and application of advanced technology, modern, efficient use of telecommunication resources on the platform next generation core networks, broadband access networks, IPv6 Internet.
- **Solutions on science and technology:** Developing investment priorities to transmission technology of wireline broadband networks, radio; organizing research and development applications serving the broadband program; promoting the development and application of technical regulations and standards, deploying high-tech applications in establishing networks and service supply; Strengthening the application of information technology in the management and exploitation of telecommunications infrastructure of broadband networks, providing a variety of services to reduce costs, improve cost and investment efficiency of the telecommunications business.
- **Solutions of organizational machine and training on human resources:** To implement the programs and projects of communication, training human resources of high quality telecommunications and ICT skills for people in rural areas lying, remote, border, and island areas.
- **Solutions on safety telecommunications infrastructure:** Construction and promulgate safety regulations on telecommunications infrastructure, particularly infrastructure next generation core network, mobile core network, backbone transmission networks, fiber-optic network the sea and the exclusive-use information systems to serve the Party and the State; Ensure national network DNS server, system traffic transit country safe operation and reliability with IPv6 addresses;
- **Resources solution:** Apply the incentives for business research and manufacture of terminal wireless broadband and wireline; use of public telecommunications services Vietnam to build broadband telecommunications infrastructure and support universal broadband telecommunications services; mobilizing development assistance funds to foreign investment

in the development of broadband telecommunications infrastructure priority in rural areas, remote areas, remote areas and islands.

- **Solutions on international cooperation:** Promoting international integration in the field of telecommunications; coordinate the exchange of experience on policy development, legislation, research and development and application of broadband communications technology, management training professionals, telecommunications engineering; Facilitate the mechanisms and policies for corporations and enterprises of Vietnam telecommunications investment abroad.

4. Conclusion

Program of development of broadband telecommunications infrastructure by 2020 plays an important role in narrowing the gap in comparison with developed countries and in meeting the requirements of economic and social development in period of international economic integration and bringing many benefits of tariff and service quality to users.

Zimbabwe – Infrastructure sharing

1. Introduction

Zimbabwe has recognized the role played by infrastructure in the deployment of Telecommunication/ICT technologies and how sharing infrastructure can be a major factor in effective deployment of these technologies.¹³⁰ An inclusive consultative process has resulted in cooperation which has seen the country come up with a well-accepted regulatory framework for sharing infrastructure to reduce costly duplication of facilities, thereby reducing the cost of services and increasing access to Telecommunication/ICT services.

In carrying out their operations, these network operators have been laying or constructing their own infrastructure in a manner which has resulted in duplication if not triplication along the country's high ways linking major cities and towns. Telecommunication towers on the country's hills and other sites are often seen in threes as each of the country's mobile telecommunication operators built its own towers, while all three dug trenches alongside the country's major highways to lay their fibre optic networks.

This has meant that some of the infrastructure is underutilized while a significant part of the country does not have relevant infrastructure especially fibre optic infrastructure. In order to coordinate joint use of Infrastructure and avoid unnecessary duplication across all utility sectors, the Government through the Regulator has come up with a policy position that encourages Infrastructure Sharing. The policy is also designed to reduce the cost of service to consumers.

In pursuance of the policy, widespread consultations were embarked on, which involved telecommunication/ICT companies, electricity power companies, municipal authorities and other stakeholders as well as consumer watch groups to map the way forward.

Challenges faced during the consultations were many but resistance from some of the telecommunication operators was one of them. Resistance was based mainly on the following grounds:

- That the operators who had sunk millions of dollars into their infrastructure did not want to participate because they feared that they would not be able to recoup their sunk costs;
- That some operators were failing to pay interconnection fees timely and were always in arrears and would not be able to pay their counterparts the rentals for sharing infrastructure; and,
- That some operators had more infrastructure than others and sharing would benefit more those who had not spent any money on infrastructure and disadvantaged.

¹³⁰ Document SG1RGQ/230, "Infrastructure sharing as a factor influencing the effective development of wireline and wireless services, including broadband access technologies and their applications", Republic of Zimbabwe.

The consultations helped in ironing out most of these challenges resulting in a legislative drafting team made up of Legal and Technical staff from both the Regulator and the Private Sector being set up to draft relevant Regulations. The regulations were seen as a way of entrenching the agreement reached by all those who participated during the consultations so that no party would renege from the agreed position.

The regulations which cover the powers of the Telecommunications Regulatory Authority of Zimbabwe, in relation to infrastructure sharing, the procedures for requesting sharing, negotiations, agreements, infrastructure sharing charges, the rights of the parties sharing infrastructure and resolution of infrastructure sharing disputes were drafted.

The Regulations are now undergoing scrutiny by the Ministry of ICT, Postal and Courier Services for onward transmission to the Attorney General will scrutinize them further before they can be examined by Parliament and gazetted.

The process has shown that where members of a nation decide to work together for common good, even insurmountable challenges can be resolved.

Although the regulations are not operational yet Operators are already sharing some infrastructure on a willing lessor and lessee basis.

2. Conclusion

Zimbabwe's experience has shown that where there is objection to infrastructure sharing or other measures to aid effective deployment of telecommunication/ICT technologies, widespread consultation and the involvement can provide a solution which may turn out to be acceptable to all stakeholders.

It is recommended that infrastructure sharing be treated as a major strategy to achieve efficient provision of infrastructure leading to effective deployment of both wire line and wireless broadband technologies.

It is also recommended that the recommendation section of the final report takes into account the role played by infrastructure sharing in the effective deployment of broadband technologies.

Annex 2: Impact of broadband on universities and the development of innovation centers

1. Incubators

– YEKOLAB

YEKOLAB is a nonprofit organization that was established in January 2014 under the leadership of the Regulatory Agency of Post and Electronic Communication (ARPCE) and JCertif International, anxious to boost the ICT sector and promote the growth of most innovative companies.

More than an incubator Startup, YEKOLAB is a center of excellence and training in new technologies and emerging business on:

- The free certified training and Congolese experts in new technologies and emerging business;
- Incubation of the young project leaders to encourage entrepreneurship and accelerate the establishment of enterprises;
- The Laboratory dedicated to research and development through the implementation of innovative projects and open source.

Achievements – Incubation (2015-2016)

The aim is to encourage entrepreneurship through incubation and accelerating five to ten companies innovative companies, from design to marketing by way of investment research on a period of 6 to 8 months. Among other topics covered: business creation techniques, marketing, leadership, partnership and funding, coaching and growing competence of the teams.

- 200 young people trained on entrepreneurship;
- 18 events and training sessions;
- companies admitted to Yekolab Acceleration Program (example BEVOLUS Consulting, Rbtech and Elednot);
- 2 Innovative Startup during growth;
- 1 project award in the United States of America by Oracle: A Drone that obeys voice Lingala to help farmers: <https://www.youtube.com/watch?v=U5WG6EyBO9Y>.

Achievements – Training (2015-2016)

- 400 people trained for free in Web and Mobile applications creation techniques;
- 58 people admitted for certified training;
- 52 events and presentations organized to support application developers and young entrepreneurs;
- 7,000 people freely accessed the co-working space equipped with high-speed Internet connection via Wi-Fi for Internet searches.

YEKOLAB free offers users a modern working environment with over 875m² of space and all the equipment necessary for the development of major projects that includes:

- Equipped training rooms;
- A broadband Internet connection via fiber optics (4 Mbit/s);
- A power generator in case of power failure.

The slogan sums up the vision YEKOLAB “Train each participant as a potential employee or an entrepreneur”.

– **BANTUHUB**

The BantuHub is a Technology Hub in Brazzaville (Republic of the Congo) that integrates the concept of co-working; it is also a Startups incubator where all the conditions are met to turn ideas into companies.

It is an initiative of the Association Bantutech to meet the problems of the self-employed in the information technology sector and communication (ICT) in Congo. Indeed, the BantuHub wants that the contractor or project owner can have access to resources to carry out its projects as a work room, a broadband Internet connection, or a library. It is also a meeting place with other freelancers and bloggers.

You should know that at present, some companies favor this form of work for the economy and flexibility but also to boost the creativity of their employees. In this case, the BantuHub conducts regular activities training/brainstorming and conferences on the theme of ICT.

Achievements – Training (2015-2016)

The following topics were discussed:

- Fight against digital illiteracy

Mainly dedicated to women. This event, held in the form of training sessions, formed opportunities for exchange between initiators and participants on Web professions, including that of Community Manager and also of web designer.

- Startup talks

The objective of this event named “Startup Talks” was to help youth create their startups by showing them the different methods to move from passion to business.

Note that their book space named “Bantuthèque” has 2,000 digital books on ICT, entrepreneurship, available to students, teachers and other self-employed.

Space African co-working BantuHub proposes an innovative ecosystem for startups to transform ideas into businesses and visionary entrepreneurs.

2. Conclusions

The impact of broadband is to look beyond the standard use of digital services by citizens, businesses and public structures.

Entrepreneurial initiatives are born in a juvenile and student community, through access to broadband, the underdeveloped countries are interested in digital innovation and entrepreneurship in the sector, which is very important in the creation of wealth by the digital and especially job creation in standard areas of development.

Annex 3: Definition of broadband

Liaison Statement from ITU-R WP4A to ITU-D SG1 Question 2/1 on definition of Broadband¹³¹

"Working Party 4A (WP 4A) thanks ITU-D Study Group 1, Question 2/1 for its liaison statement (Document 4A/194) on broadband access technologies, including IMT, for developing countries, and the question on the definition of the term "Broadband".

WP 4A would like to inform ITU-D Study Group 1, Question 2/1, that Report ITU-R S.2361 "Broadband access by fixed-satellite service systems" contains relevant information on the above issue, including a reference to the understanding of the term "Broadband" in the context of the Report (see the footnote on the bottom of page 1)."

Liaison Statement from ITU-R WP5D to ITU-D SG1 Question 2/1 on the definition of Broadband¹³²

"WP 5D considered Doc. 5D/364, which asks to share any updates on the definition of the term 'Broadband'. Since 1985 WP 5D and its predecessor WPs have been developing IMT, which from the beginning have supported mobile broadband. In addition to the definitions¹³³ from Recs. ITU-T I.113, ITU-R F.1399, and ITU-R M.1801 quoted in the liaison statement, there is also Recommendation ITU-R M.1224-1 "Vocabulary of terms for International Mobile Telecommunications (IMT)", first published in 1997 and revised in 2012, which recommends these definitions for use in Recommendations and Reports related to IMT:

- **"Broadband wireless access (BWA):** Wireless access in which the connection(s) capabilities are broadband.
- **Broadband:** Having instantaneous bandwidths greater than around 1 MHz and supporting data rates greater than about 1.5 Mb/s."

WP 5D also recognizes the Report developed by ITU-D Question 25/2, which is Access technology for broadband telecommunications including IMT, for developing countries; particularly the paragraph in its summary as follows:

"It should be noted that there are many different definitions of the term, 'broadband'. Different countries, technologies, and international agencies use different definitions of the term. In 1990, the ITU defined Broadband Wireless Access (BWA) as "Wireless access in which the connection(s) capabilities are higher than the primary rate."² Within ITU-D Study Group 2 Question 25/2, there were several alternative proposals for a definition of broadband. However, there was no consensus on a single proposed definition, nor was it considered within the purview of the group to undertake a new definition on the part of the ITU."

It appears that some degree of acceptance of a variety of definitions of broadband has not impeded the work of the ITU up to this point.

WP 5D appreciates ITU-D SG 1 keeping us informed on this matter and looks forward to cooperating further with ITU-D Study Group 1 Question 2/1. The next meeting of WP 5D (Meeting No. 26) will be held from 14-22 February 2017."

¹³¹ Document SG1RGQ/259, "Liaison Statement from ITU-R WP4A to ITU-D SG1 Question 2/1 on definition of Broadband", ITU-R Study Groups – Working Party 4A.

¹³² Document SG1RGQ/268, "Liaison Statement from ITU-R WP5D to ITU-D SG1 Question 2/1 on the definition of Broadband", ITU-R Study Groups – Working Party 5D.

¹³³ These definitions make reference to the "primary rate", which is defined in Rec. ITU-R F.1399 as "The transmission bit rate of 1 544 kbit/s (T1) or 2 048 kbit/s (E1)".

Liaison Statement from ITU-R WP5A and ITU-R WP5C to ITU-D SG1 Question 2/1 on definition of Broadband¹³⁴

“WP 5A and WP 5C thank ITU-D Study Group 1, Question 2/1, for the question posed in [Doc. 5A/175=Doc. 5C/105](#). Question 2/1 specifically requested that WP 5A and WP 5C provide any updates on the definition of the term ‘broadband’. WP 5A and WP 5C note that [Doc. 5A/175=Doc. 5C/105](#) already cites Recommendation [ITU-R M.1801](#), which was developed by WP 5A. Recommendation ITU-R M.1801 was last updated in 2013 and refers to the definitions in Recommendation [ITU-R F.1399](#), which is also the responsibility of WP 5A. It includes the following text in footnote 2:

“2 *Broadband wireless access* is defined as wireless access in which the connection(s) capabilities are higher than the *primary rate*, which is defined as the transmission bit rate of 1.544 Mbit/s (T1) or 2.048 Mbit/s (E1). *Wireless access* is defined as end-user radio connection(s) to core networks.”

WP 5A and WP 5C were also copied on the reply liaison statement from WP 5D in [Doc. 5A/182=Doc. 5C/109](#), which usefully points out that the [Report](#) developed in the previous study cycle by ITU-D Question 25/2 (Access technology for broadband telecommunications including IMT, for developing countries), included the following paragraph on this topic in its summary:

“It should be noted that there are many different definitions of the term, ‘broadband’. Different countries, technologies, and international agencies use different definitions of the term.

In 1990, the ITU defined Broadband Wireless Access (BWA) as “Wireless access in which the connection(s) capabilities are higher than the primary rate.”¹³⁵ Within ITU-D Study Group 2 Question 25/2, there were several alternative proposals for a definition of broadband. However, there was no consensus on a single proposed definition, nor was it considered within the purview of the group to undertake a new definition on the part of the ITU.

As WP 5D noted, it appears that there has been some degree of acceptance of a variety of definitions of the term ‘broadband’; and, this lack of a revised common definition has not impeded the work of the ITU up to this point.

WP 5A and WP 5C appreciate ITU-D SG 1 keeping us informed on this matter and look forward to cooperating further with ITU-D Study Group 1 Question 2/1. The next meetings of WP 5A and WP 5C will be held from 22 May–1 June 2017.”

Liaison Statement from ITU-R Coordination Committee for Vocabulary (CCV) and Standardization Committee for Vocabulary (SCV)¹³⁶

“At the joint CCV/SCV November 2016 and January 2017 meetings, the CCV and SCV considered Documents [CCV/12](#), [13](#), [15](#) and [18](#) on the definition of the term “broadband”.

It was mentioned that further work is required on this issue in order to provide a more general/broad definition that encompasses not only the views of ITU-R but also those of ITU-T in order to have a single ITU definition. It was also mentioned that the term “broadband” is too general and therefore it would not be appropriate to provide a specific definition that could create some limitations on the use of the term. In that regard, it was suggested as a way forward to consider the term “broadband access” which is more specific and thus more appropriate for a definition.

The meeting further noted that it appears that there has been some degree of acceptance of a variety of definitions of the term ‘broadband’; and, this lack of a revised common definition has not impeded the work of the ITU up to this point.

¹³⁴ Document [SG1RGQ/283](#), “Liaison Statement from ITU-R WP5A and ITU-R WP5C to ITU-D SG1 Question 2/1 on definition of Broadband”, ITU-R Study Groups – Working Party 5A.

¹³⁵ Recommendation [ITU-R F.1399](#), “Vocabulary of terms for wireless access” (2001).

¹³⁶ Document [1/405](#), “Liaison Statement from ITU-R CCV and SCV to ITU-D SG1 Question 2/1 on the definition of broadband”, ITU-R Study Groups – Coordination Committee for Vocabulary (CCV) and Standardization Committee for Vocabulary (SCV)

Given the existing similarities between the various provided definitions and/or understandings in Documents CCV/13, 15 and 18, it was finally suggested to try to combine them in a single definition for the term "broadband access".

Considering the above, one possible definition for the term "broadband access" would be:

Access in which the connection(s) capabilities support data rates greater than 2 Mbit/s.

Therefore, by this liaison statement, the CCV and SCV would like to provide the above comments and suggestions for consideration by ITU-D Study Group 1 Question 2/1 (as well as for information to ITU-R Working Parties 4A, 4B, 4C, 5A, 5B, 5C, 5D and 6A)."

Liaison Statement from ITU-R WP5D (IMT Systems) to ITU-D SG1 Question 2/1 on broadband definition¹³⁷

"At the 26th meeting of Working Party 5D (WP 5D), Documents 5D/386, 5D/395, 5D/426 were received on the definition of the term "broadband".

WP 5D would like to thank the CCV and SCV for its information on the definition of "broadband access". As it was noted before, there has been some degree of acceptance of a variety of definitions of the term "broadband", which has not impeded the work of the ITU.

WP 5D notes that 2 Mbps is relatively low data rate relative to the speeds which can be provided with current technologies. However, as the proposed definition is a minimum value, WP 5D is in accordance with the merged single definition for the term "broadband access".

WP 5D appreciates CCV/SCV keeping us informed on this matter".

– **Broadband Commission – The State of Broadband: Broadband for all. A report by the Broadband Commission. Report 2010 and Report 2014.**

Definition of Broadband – **Broadband Commission**: "The Commission did not explicitly define the term "broadband" in terms of specific minimum transmission speeds because countries differ in their definitions. Recognizing that broadband is sometimes also defined in terms of a specific set of technologies, many members of the Commission found it appropriate to refer to broadband "as a network infrastructure capable of reliably delivering diverse convergent services through high-capacity access over a mix of technologies". The Commission's report therefore focuses on broadband as a cluster of concepts, such as an always-on service (not needing the user to make a new connection to a server each time), and high-capacity: able to carry lots of data per second, rather than at a particular speed".)

¹³⁷ Document 1/435, "Liaison Statement from ITU-R WP 5D to ITU-D SG1 Question 2/1 on broadband definition", ITU-R Study Groups – Working Party 5D.

Annex 4: Other ITU Sector Relevant Recommendations and Reports

Based on the request from the Question 2/1 Rapporteur Group meeting which was held on 14 April 2016, this Annex provides an overview of other ITU Sector Relevant Recommendations and Reports.¹³⁸ The references included in this Annex are taken from the *Report on Implementation of Evolving Telecommunication/ICT Infrastructure for Developing Countries: Technical, Economic and Policy Aspects*¹³⁹ presented by the BDT Focal Point for Q1/1.¹⁴⁰

1. Mobile broadband access networks

1.1. International Mobile Telecommunication (IMT)

ITU-R Recommendation	M.1034	Requirements for the radio interface(s) for International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000)	1997
ITU-R Recommendation	M.1035	Framework for the radio interface(s) and radio sub-system functionality for International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000)	1994
ITU-R Recommendation	M.1036	Frequency arrangements for implementation of the terrestrial component of International Mobile Telecommunications-2000 (IMT 2000) in the bands 806-960 MHz, 1 710-2 025 MHz, 2 110-2 200 MHz and 2 500-2 690 MHz	2012
ITU-R Recommendation	M.1078	Security principles for International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000)	1994
ITU-R Recommendation	M.1079	Performance and quality of service requirements for International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000) access networks	2003
ITU-R Recommendation	M.1168	Framework of International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000)	1995
ITU-R Recommendation	M.1225	Guidelines for evaluation of radio transmission technologies for IMT-2000	1997
ITU-R Recommendation	M.1457	Detailed specifications of the terrestrial radio interfaces of International Mobile Telecommunications-2000	2013
ITU-R Recommendation	M.1579	Global circulation of IMT-2000 terrestrial terminals	2015
ITU-R Recommendation	M.1580	Generic unwanted emission characteristics of base stations using the terrestrial radio interfaces of IMT-2000	2014
ITU-R Recommendation	M.1581	Generic unwanted emission characteristics of mobile stations using the terrestrial radio interfaces of IMT-2000	2014

¹³⁸ Document 1/365, "Contribution to Annex II on 'Other ITU Sector Relevant Recommendations and Reports'", BDT Focal Point for Q1/1.

¹³⁹ Document SG1RGQ/229 + Annex "Updated Report on Implementation of Evolving Telecommunication/ICT Infrastructure for Developing Countries: Technical, Economic and Policy Aspects", BDT Focal Point for Q1/1. Document submitted in March 2016 and amended in January 2017.

¹⁴⁰ The complete list of ITU publications, including Recommendations and Resolutions, can be accessed through this link: http://www.itu.int/en/ITU-D/Technology/Documents/NGN/List_Chapters_ITU_Recommendations_Reports.pdf.

ITU-R Recommendation	M.1645	Framework and overall objectives of the future development of IMT-2000 and systems beyond IMT-2000	2013
ITU-R Recommendation	M.2012	Detailed specifications of the terrestrial radio interfaces of International Mobile Telecommunications Advanced (IMT-Advanced)	2014
ITU-R Report	M.2134	Requirements related to technical performance for IMT-Advanced radio interface(s)	2008
ITU-R Recommendation	M.687	International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000)	1997
ITU-R Recommendation	M.816	Framework for services supported on International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000)	1997
ITU-R Recommendation	M.817	International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000). Network architectures	1992
ITU-R Recommendation	M.819	International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000) for developing countries	1997
ITU-T Supplement	Q.1740-Supplement	Supplement on scenarios and requirements in terms of services and deployments for IMT and IMS in developing countries	2014
ITU-T Recommendation	Q.3909	The framework and overview of NGN conformance and interoperability testing	2011
ITU-T Recommendation	Y.2011	General principles and general reference model for Next Generation Networks	2004
ITU-T Recommendation	Y.2012	Functional requirements and architecture of next generation networks	2006

1.2. Satellite component of IMT

ITU-R Recommendation	M.1850	Detailed specifications of the radio interfaces for the satellite component of International Mobile Telecommunications-2000 (IMT-2000)	2014
ITU-R Recommendation	M.2014	Global circulation of IMT-2000 satellite terminals	2012
ITU-T Recommendation	M.2014-1	Global circulation of IMT satellite terminals	2015
ITU-R Recommendation	M.2047	Detailed specifications of the satellite radio interfaces of International Mobile Telecommunications-Advanced (IMT-Advanced)	2013
ITU-R Report	M.2176	Vision and requirements for the satellite radio interface(s) of IMT-Advanced	2012
ITU-R Report	M.2279	Outcome of the evaluation, consensus building and decision of the IMT-Advanced satellite process (Steps 4 to 7), including characteristics of IMT-Advanced satellite radio interfaces	2013

1.3. IMT for 2020 and beyond

ITU-R Recommendation	M.2083	IMT Vision – “Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond”	2015
----------------------	--------	--	------

ITU-R Report	M.2376	https://www.itu.int/pub/R-REP-M.2376	2015
--------------	--------	---	------

1.4. Consideration for developing countries

ITU-R Handbook	ITU Handbook	Migration to IMT-2000 Systems- Supplement 1 (Revision 1) of the Handbook on Deployment of IMT-2000 Systems	2011
ITU-R Recommendation	M.1645	Framework and overall objectives of the future development of IMT-2000 and systems beyond IMT-2000	2013
ITU-R Recommendation	M.1822	Framework for services supported by IMT	2007
ITU-D SG Final Report	Q 26/2	Migration from existing networks to next-generation networks for developing countries: technical, regulatory and policy aspect	2014
ITU-T Supplement	Q.1740-Supplement	Supplement on scenarios and requirements in terms of services and deployments for IMT and IMS in developing countries	2014

1.5. Transition to IMT

ITU-T Technical Paper	Increase- QoE / QoS	How to increase QoS/QoE of IP-based platform(s) to regionally agreed standards	2013
ITU-D SG Final Report	ITU-D Question 18/2	ITU-D Question 18/2- Strategy for migration of mobile networks to IMT-2000 and beyond Mid-Term Guidelines (MTG) on the smooth transition of existing mobile networks to IMT 2000 for developing countries	2002
ITU-T Handbook	ITU-T – Handbook – Converging networks	Converging networks	2010
ITU-T Handbook	ITU-T Handbook – Future Networks	Future Networks	2012
ITU-T Technical Paper	ITU-T Technical Paper M2M	Impacts of M2M communications and non-M2M mobile data applications on mobile networks	2012
ITU-D SG Final Report	Q 18-1/2	Implementation aspects of IMT 2000 and information-sharing on systems beyond IMT 2000 for developing countries: Supplement to GST	2010
ITU-D SG Final Report	Q 26/2	Migration from existing networks to next-generation networks for developing countries: technical, regulatory and policy aspect	2014
ITU-T Technical Paper	Tech paper- Multiple Radio Access	Multiple radio access technologies	2012
ITU-T Technical Paper	Tech paper Sensors	Applications of Wireless Sensor Networks in Next Generation Networks	2014

ITU-D Guidelines	Transition IMT (GST)	Guidelines on the smooth transition of existing mobile networks to IMT-2000 for developing countries (GST)	2006
ITU-D Guidelines	Transition IMT (MTG)	ITU-D Question 18/2- Strategy for migration of mobile networks to IMT-2000 and beyond Mid-Term Guidelines (MTG) on the smooth transition of existing mobile networks to IMT 2000 for developing countries	2002

2. Fixed broadband access networks

2.1. Overview

ITU-T Supplement	G Suppl. 50	Overview of digital subscriber line Recommendations	2011
------------------	-------------	---	------

2.3 Hybrid fiber/copper networks

ITU-T Recommendation	J.295	Functional requirements for a hybrid cable set top box	2012
ITU-T Recommendation	L.47	Access Facilities using hybrid fibre/copper networks	2000

2.4 Fixed-Mobile convergence general requirements

ITU-T Recommendation	H.323 v7	Packet-based multimedia communications systems	2009
ITU-T Recommendation	Q.1741.1	IMT-2000 references to release 1999 of GSM evolved UMTS core network with UTRAN access network	2002
ITU-T Recommendation	Q.1741.2	IMT-2000 references to release 4 of GSM evolved UMTS core network with UTRAN access network	2002
ITU-T Recommendation	Q.1741.3	IMT-2000 references to release 5 of GSM evolved UMTS core network	2003
ITU-T Recommendation	Q.1741.4	IMT-2000 references to release 6 of GSM evolved UMTS core network	2005
ITU-T Recommendation	Q.1741.5	IMT-2000 references to Release 7 of GSM-evolved UMTS core network	2008
ITU-T Recommendation	Q.1741.6	IMT-2000 references to Release 8 of GSM-evolved UMTS core network	2009
ITU-T Recommendation	Q.1741.7	IMT-2000 references to Release 9 of GSM-evolved UMTS core network	2011
ITU-T Recommendation	Q.1741.8	IMT-2000 references to Release 10 of GSM-evolved UMTS core network	2013
ITU-T Recommendation	Q.1742.1	IMT-2000 references to ANSI-41 evolved core network with cdma2000 access network	2002
ITU-T Recommendation	Q.1742.10	IMT-2000 references (approved as of 31 December 2011) to ANSI-41 evolved core network with cdma2000 access network	2013
ITU-T Recommendation	Q.1742.11	IMT 2000 references (approved as of 31 December 2012) to ANSI-41 evolved core network with cdma2000 access network	2014

ITU-T Recommendation	Q.1742.2	IMT-2000 references (approved as of 11 July 2002) to ANSI-41 evolved core network with cdma2000 access network	2003
ITU-T Recommendation	Q.1742.3	IMT-2000 references (approved as of 30 June 2003) to ANSI-41 evolved core network with cdma2000 access network	2004
ITU-T Recommendation	Q.1742.4	IMT-2000 references (approved as of 30 June 2004) to ANSI-41 evolved core network with cdma2000 access network	2005
ITU-T Recommendation	Q.1742.5	IMT-2000 references (approved as of 31 December 2005) to ANSI-41 evolved core network with cdma2000 access network	2006
ITU-T Recommendation	Q.1742.6	IMT-2000 references (approved as of 31 December 2006) to ANSI-41 evolved core network with cdma2000 access network	2007
ITU-T Recommendation	Q.1742.7	IMT 2000 References (approved as of 30 June 2008) to ANSI-41 evolved Core Network with cdma2000 Access Network	2007
ITU-T Recommendation	Q.1742.8	IMT-2000 references (approved as of 31 January 2010) to ANSI-41 evolved core network with cdma2000 access network	2008
ITU-T Recommendation	Q.1742.9	IMT-2000 references (approved as of 31 December 2010) to ANSI-41 evolved core network with cdma2000 access network	2011
ITU-T Recommendation	Q.1762/Y.2802	Fixed-mobile convergence general requirements	2007
ITU-T Recommendation	Y.2001	General Overview of NGN	2004

2.5 Required capabilities for broadband access for Fixed Mobile Convergence

ITU-T Recommendation	Q.1762/Y.2802	Fixed-mobile convergence general requirements	2007
ITU-T Recommendation	Q.1763/Y.2803	FMC service using legacy PSTN or ISDN as the fixed access network for mobile network users	2007
ITU-T Recommendation	Y.2808	Fixed mobile convergence with a common IMS session control domain	2009

2.6 Considerations for using legacy PSTN and ISDN

ITU-T Recommendation	Q.1763/Y.2803	FMC service using legacy PSTN or ISDN as the fixed access network for mobile network users	2007
ITU-T Recommendation - Series	Y.2600-Series	ITU-T Recommendation Series Y. 2600 Packet-based Networks	2006

3. Broadband access for rural applications

3.1. Challenges for telecommunications/ICT/broadband development in rural and remote areas

ITU-D Recommendation	D.20	Policy and regulatory initiatives for developing telecommunications/ICTs/broadband in rural and remote areas https://www.itu.int/rec/D-REC-D.20/	2014
ITU-D Recommendation	D.19	Telecommunication for rural and remote areas https://www.itu.int/rec/D-REC-D.19/	2010
ITU-D SG Final Report	Focus Group 7	New Technologies for Rural Applications, Final Report of ITU-D Focus Group 7	2000
ITU-D SG Final Report	Q10-2/2	Telecommunications for rural and remote areas Final Report http://www.itu.int/pub/D-STG-SG02.10.2-2010	2010
ITU-D SG Final Report	Q10-3/2	Telecommunications/ICTs for rural and remote areas http://www.itu.int/pub/D-STG-SG02.10.3-2014	2014
ITU-D SG Terms of Reference	Q5/1	Terms of Reference http://www.itu.int/net4/ITU-D/CDS/sg/rgqlist.asp?lg=1&sp=2014&rgq=D14-SG01-RGQ05.1&stg=1	2014

3.2. ITU-D Study Group Case Study Library

ITU-D Study Group Case Library	Study Group Case Study Library	ITU-D Study Group Case Study Library http://www.itu.int/en/ITU-D/Study-Groups/Pages/case-study-library.aspx	2015 – on-going
--------------------------------	--------------------------------	--	-----------------

4. Core networks

4.1. Overview

ITU-D SG Final Report	Q 26/2	Migration from existing networks to next-generation networks for developing countries: technical, regulatory and policy aspect	2014
ITU-T Recommendation	Q.1740 Series	IMT-2000 references of core and access networks	2002-
ITU-T Recommendation	Y.2012	Functional requirements and architecture of next generation networks	2006

4.2. Required capabilities for core networks

ITU-D SG Final Report	Q 26/2	Migration from existing networks to next-generation networks for developing countries: technical, regulatory and policy aspect	2014
ITU-T Recommendation	Y.2001	General Overview of NGN	2004
ITU-T Recommendation	Y.2007	NGN capability set 2	2010

4.3. Technology and deployment of core networks

ITU-R Recommendation	M.1645	Framework and overall objectives of the future development of IMT-2000 and systems beyond IMT-2000	2013
----------------------	--------	--	------

ITU-R Report	M.2114	Key technical and operational characteristics for access technologies to support IP applications over land mobile systems	2007
ITU-D SG Final Report	Q.26/2	Migration from existing networks to next-generation networks for developing countries: technical, regulatory and policy aspect	2014
ITU-T Recommendation	Q.1703	Service and network capabilities framework of network aspects for systems beyond IMT-2000	2004
ITU-T Recommendation	Q.1706/Y.2801	Mobility management requirements for NGN	2006
ITU-T Recommendation	Y.1001	IP framework- A framework for convergence of telecommunication networks and IP network technologies	2000
ITU-T Recommendation	Y.2001	General Overview of NGN	2004
ITU-T Recommendation	Y.2012	Functional requirements and architecture of next generation networks	2006
ITU-T Recommendation	Y.2021	IMS for Next Generation Networks	2010
ITU-T Series	Y.2050	Series on IPv6-Based Next-generation Networks	2008-
ITU-T Recommendation	Y.2051	General overview of IPv6-based NGN.	2008

4.4. NGN interoperability testing

ITU-D SG Final Report	Q.26/2	Migration from existing networks to next-generation networks for developing countries: technical, regulatory and policy aspect	2014
-----------------------	--------	--	------

5. Home networks

5.1. Overview

ITU-T Recommendation	G.9971	Requirements of transport functions in IP home networks	2010
----------------------	--------	---	------

5.2. Required capabilities for core networks (Y.2001)

ITU-T Recommendation	Y.2064	Energy saving using smart objects in home networks	2014
ITU-T Recommendation	Y.2070	Requirements and architecture of the home energy management system and home network services	2015
ITU-T Recommendation	Y.2291	Architectural overview of next generation home networks	2011

5.3. Architectural overview of next generation home networks

ITU-T Recommendation	Y.2291	Architectural overview of next generation home networks	2011
----------------------	--------	---	------

6. Network operation and management

6.1. Overview

ITU-T Recommendation	M.3400	TMN management functions	2000
----------------------	--------	--------------------------	------

6.2. Required capabilities for next generation home networks

ITU-T Recommendation	M.3060/Y. 2401	Principles for the Management of Next Generation Networks	2006
----------------------	----------------	---	------

6.3. Management, architectures and technology

ITU-T Recommendation	M.3060/Y. 2401	Principles for the Management of Next Generation Networks	2006
----------------------	----------------	---	------

6.4. Accounting, charging and billing

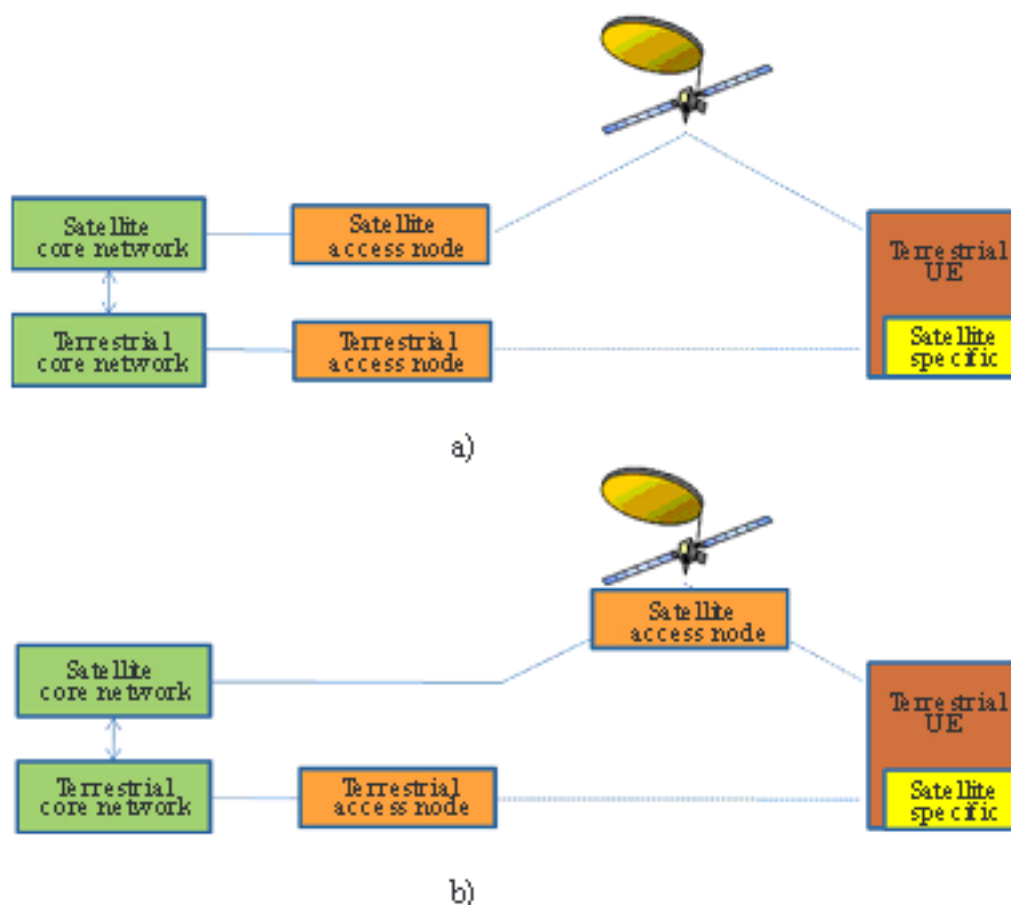
ITU-T Recommendation	Y.2012	Functional requirements and architecture of next generation networks	2006
----------------------	--------	--	------

7. Additional documentation from ITU-T Study Group 15

Additional documentation on activities and Recommendations of ITU-T Study Group 15 as Lead Study Group on Access Networks concerning the latest version of the Access Network Transport (ANT), Smart Grid and Home Network Transport (HNT) Standards Overviews and Work Plans can be found in the Liaison Statement [SG1RGQ/260](#).

Annex 5: Information on satellite component of IMT-Advanced

Figure 11A: Concept for integrated system



Radio interface aspects

The objective of the integrated IMT-Advanced system is to use, as far as possible, the same equipment and protocols, i.e. the same hardware, software and facilities for both satellite and terrestrial components of IMT-Advanced to minimize costs.

In particular, the satellite radio interface of IMT-Advanced should be compatible, and may have a high degree of commonality with, a terrestrial radio interface.

As the candidate terrestrial radio interfaces of IMT-Advanced, 3GPP LTE-Advanced and IEEE WirelessMAN-Advanced (IEEE Std 802.16m) radio interfaces have been chosen. The technology of both radio interfaces is the Orthogonal Frequency-Division Multiplexing (OFDM) and Multiple-Input and Multiple-Output (MIMO). In general, the combined use of OFDM and MIMO will improve the spectral efficiency and capacity of the wireless network.

In addition, some advanced technologies considered in the terrestrial component can be applied to the satellite component as follows:

- Multi-hop relay which is introduced to enable traffic/signaling forwarding between a satellite and user equipment;
- Spectrum aggregation where two or more component carriers are aggregated in order to support higher data rates via wider bandwidth;

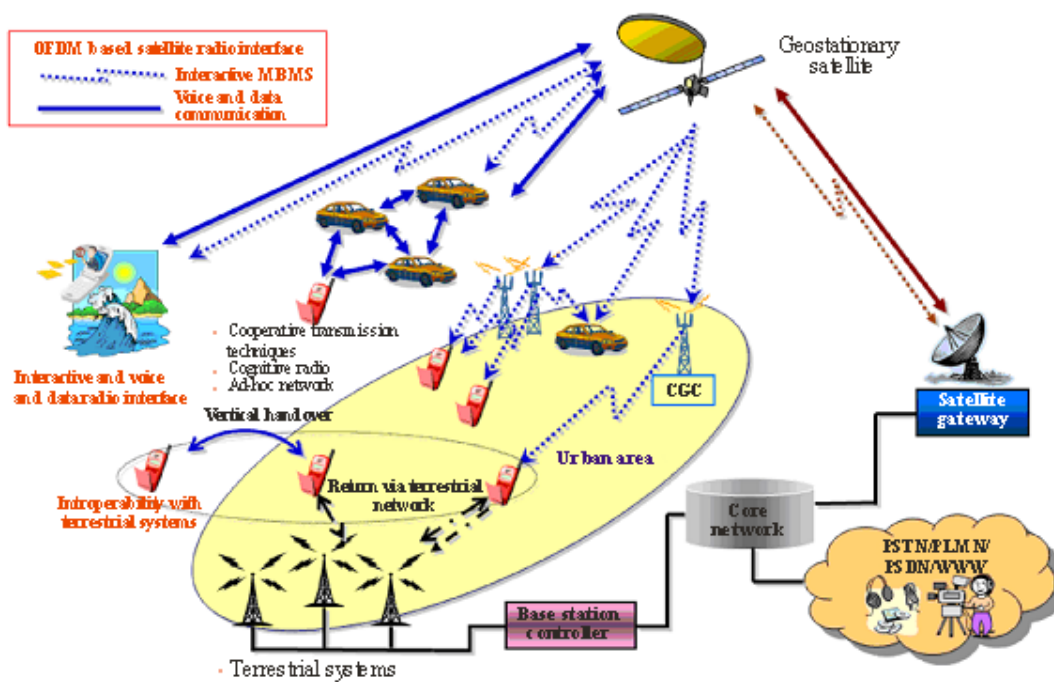
- Support of scalable bandwidth wherein a satellite can support a plurality of maximum bandwidths and flexibly allocate bandwidths to user equipment from the maximum bandwidths;
- MIMO techniques in forward and return links from multi-satellites, and use of dual polarization;
- Network MIMO in which antennas from neighbouring beams can be combined to transmit multiple streams to beam-edge users in order to minimize inter-beam interference;
- Inter-beam interference management including inter-beam interference cancellation, interference avoidance and interference coordination techniques in order to increase beam-edge throughput;
- Self-organizing/optimizing network which can automatically extend, change, configure and optimize the network coverage, capacity, beam size, topology, and frequency allocation and bandwidth.

Possible system architectures for the satellite component of IMT-Advanced

Figure 5 describes an overall system architecture for the system concept under consideration. The following factors can be considered:

- Satellite component: It will provide services and applications similar to those of the terrestrial component beyond terrestrial and CGC coverage.
- CGCs: In order to provide mobile satellite broadcasting/multicasting services, they can be deployed in areas where satellite reception is difficult, especially in urban areas.
- Terrestrial component: The satellite component can cover regions beyond terrestrial coverage. The areas not adequately covered by the terrestrial component include physically isolated regions, gaps in the terrestrial network coverage and areas where the terrestrial infrastructure is permanently, or temporarily, destroyed in the event of a disaster. In order to provide the terrestrial fill-in service, vertical handover of the satellite component with terrestrial component is considered one of the most important techniques.
- Advanced technologies: the following “IMT-Advanced enabling technologies” can be considered in enhancing the cost-effectiveness and competitiveness of the satellite component.
 - Horizontal integration of services and networks on personal mobile devices via Software Defined Radio (SDR) technology.
 - Optimized communication techniques (MIMO, MUD, turbo detection, HARQ, ACM, pre-equalization, IPv6).
 - Introduction of new concepts and techniques for increased coverage, data speeds and spectral efficiencies, such as ad-hoc networking, cooperative MIMO and relaying, cognitive radio techniques for dynamic spectral sharing.

Figure 12A: System architecture for the satellite component of IMT-Advanced (Rep M2176-02)



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
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
Tél.: +41 22 730 5784
Fax: +41 22 730 5484

**Département de l'environnement
propice aux infrastructures et
aux cyberapplications (IEE)**
Courriel: bdtiee@itu.int
Tél.: +41 22 730 5421
Fax: +41 22 730 5484

**Département de l'innovation et des
partenariats (IP)**
Courriel: bdtip@itu.int
Tél.: +41 22 730 5900
Fax: +41 22 730 5484

**Département de projets et de la gestion
des connaissances (PKM)**
Courriel: bdtipkm@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: ituaddis@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^e étage
Boulevard du 20 mai
Boîte postale 11017
Yaoundé – Cameroun

Courriel: 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
8, Route du Méridien Immeuble
Rokhaya B.P. 29471 Dakar-Yoff/Dakar
– Sénégal

Courriel: itu-dakar@itu.int
Tél.: +221 33 859 7010
Tél.: +221 33 859 7021
Fax: +221 33 868 6386

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
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"
10^o andar, Ala Sul
Ed. Luis Eduardo Magalhães (Anatel)
70070-940 Brasília, DF – Brazil

Courriel: 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
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
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
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: itu-ro-arabstates@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
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 10110 – Indonésie

Adresse postale:
c/o UNDP – P.O. Box 2338
Jakarta 10110 – Indonésie

Courriel: itujakarta@itu.int
Tél.: +62 21 381 3572
Tél.: +62 21 380 2322/2324
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 47 – Moscow 105120
Fédération de Russie

Courriel: itumoskow@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)**
Bureau de zone
Place des Nations
CH-1211 Genève 20 – Suisse
Courriel: eurregion@itu.int
Tél.: +41 22 730 6065

Union Internationale des Télécommunications
Bureau de Développement des Télécommunications
Place des Nations
CH-1211 Genève 20
Suisse
www.itu.int

ISBN 978-92-61-22602-2



9 789261 226022

Imprimé en Suisse
Genève, 2017