

INFRASTRUCTURE

Tendances de la radiodiffusion: APERÇU DES ÉVOLUTIONS

Rapport



F É V R I E R 2 0 1 3
Secteur du développement des télécommunications



Tendances de la radiodiffusion: Aperçu des évolutions

Février 2013



Le présent rapport a été élaboré par Jan Doeven sous la direction de la Division du développement des technologies et des réseaux de télécommunication du Bureau de développement des télécommunications (BDT).



Pensez à l'environnement avant d'imprimer ce rapport.

© UIT 2013

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.

Avant-propos

Notre approche des questions relatives au spectre radioélectrique a des incidences aux niveaux national et mondial et peut influencer la croissance des économies et des sociétés dans le monde développé comme dans le monde en développement.

Je suis certain que le présent rapport sur les tendances et les évolutions de la radiodiffusion aidera les régulateurs, les décideurs en matière de gestion du spectre et les radiodiffuseurs à gérer et à développer les services de radiodiffusion de manière efficace et rentable, en les éclairant sur les demandes à venir sur une ressource précieuse et limitée.

Ce rapport aborde de nombreuses questions, difficultés, interrogations et possibilités; il offre une vue d'ensemble des changements technologiques et des problèmes administratifs avec lesquels sont aux prises tous les pays Membres de l'UIT et présente les tendances qui se dessinent pour l'avenir à la lumière de nouvelles évolutions en matière, par exemple, de contenus audiovisuels et de radiodiffusion sur l'Internet.

Les tendances exposées ici, qui s'ajoutent aux travaux actuels du BDT sur l'élaboration de feuilles de route propres à chaque pays et aux Lignes directrices détaillées pour le passage de la radiodiffusion analogique à la radiodiffusion numérique, font partie des travaux intégrés menés par l'UIT en vue de favoriser le passage à la radiodiffusion numérique dans les pays en développement. Le passage à la radiodiffusion numérique se traduira par de nombreux avantages pour les consommateurs et le secteur privé, mais aussi – faut-il le souligner – par la réattribution des fréquences libérées, appelées "dividende numérique", dont il est question en détail dans le récent rapport du BDT *Le dividende numérique: mieux comprendre les décisions relatives au spectre*.

J'espère que les orientations, les étapes clés et les échéances présentées dans le présent rapport sur les tendances et les évolutions de la radiodiffusion aideront et guideront nos membres, et qu'elles seront, sur le long terme, d'un grand bénéfice pour leurs citoyens.



Brahima Sanou

Directeur du Bureau de développement des
télécommunications

Table des matières

	<i>Page</i>
1 Introduction	1
2 La radiodiffusion à l'horizon 2020	2
2.1 Généralités.....	2
2.2 Passage à la radiodiffusion numérique.....	3
2.3 Croissance de l'accès à l'Internet large bande.....	7
3 Concepts liés aux services	9
3.1 Généralités.....	9
3.2 Radiodiffusion télévisuelle améliorée	9
3.3 Radiodiffusion sonore améliorée	12
3.4 Radiodiffusion et diffusion large bande.....	13
4 Technologies de radiodiffusion télévisuelle	14
4.1 Généralités.....	14
4.2 La TVHD et au-delà	15
4.3 Amélioration de l'efficacité des systèmes de radiodiffusion télévisuelle.....	18
4.4 Augmenter le nombre, la qualité et la couverture des services.....	23
5 Technologies de radiodiffusion sonore	27
5.1 Généralités.....	27
5.2 Systèmes de radiodiffusion audionumérique.....	27
5.3 Application des systèmes de radiodiffusion audionumérique	31
6 Conclusions	32
Annexe – Glossaire des abréviations	35

1 Introduction

Les régulateurs, les responsables de la gestion du spectre et les radiodiffuseurs doivent trouver des solutions pour poursuivre et étendre la fourniture des services de radiodiffusion existants et en introduire de nouveaux, de manière efficace en termes de fréquences et de coûts, et en tenant compte des facteurs suivants:

- les besoins du marché au niveau local;
- les réseaux de transmission et les récepteurs existants;
- les autres moyens de fourniture de contenus, y compris le large bande IP, par l'intermédiaire des réseaux mobiles, fixes et par satellite;
- les prescriptions réglementaires régionales et internationales en ce qui concerne l'utilisation du spectre des fréquences radioélectriques, et en particulier les conséquences des décisions prises à la CMR-12¹;
- les normes existantes en matière de transmissions de radiodiffusion et les évolutions futures;
- les besoins de spectre des services autres que les services de radiodiffusion.

Le présent rapport vise à fournir des orientations sur la manière de traiter ces questions, en donnant un aperçu des évolutions technologiques au niveau de la fourniture des services de radiodiffusion, et en présentant les tendances pour les prochaines années. Le rapport porte principalement sur la radiodiffusion de Terre. Le Tableau 1.1 donne un résumé de la structure du rapport.

Tableau 1.1: Structure du rapport

Evolutions principales	Etapes-clés et échéances	Services et technologies		Tendances de la radiodiffusion
Croissance de l'accès à l'Internet large bande	Section 2 La radiodiffusion à l'horizon 2020	Section 3 Concepts liés aux services		Section 6 Résumé des conclusions et tendances principales
Poursuite de l'évolution des technologies de radiodiffusion		Section 4 Technologies de radiodiffusion télévisuelle	Section 5 Technologies de radiodiffusion sonore	

Deux grandes évolutions détermineront les tendances de la radiodiffusion sonore et télévisuelle:

- L'expansion rapide des réseaux de données de grande capacité, qui donnent accès à l'Internet large bande aux consommateurs. L'Internet sera de plus en plus utilisé pour fournir des contenus audiovisuels, y compris des services de radiodiffusion.
- L'évolution constante des technologies de radiodiffusion numérique, qui se traduit par une augmentation considérable des capacités de largeur de bande de transmission, et permet de fournir un plus grand nombre de services, ainsi que d'améliorer la qualité d'image et la couverture.

¹ Actes finals: www.itu.int/pub/R-ACT-WRC.9-2012

La section 2 présente les étapes-clés et les échéances du passage à la radiodiffusion numérique et de la croissance de l'accès à l'Internet large bande. La section 3 explique en quoi l'accès d'une grande partie de la population à l'Internet large bande permet de disposer d'un nouveau mode de fourniture des services de radiodiffusion, et en quoi il constitue un moyen d'améliorer ces services. Les sections 4 et 5 donnent respectivement un aperçu des tendances et des évolutions des technologies de radiodiffusion en matière de télévision numérique et de radiodiffusion audionumérique. Enfin, la section 6 fournit un résumé des conclusions et expose les principales tendances à l'horizon 2020.

2 La radiodiffusion à l'horizon 2020

2.1 Généralités

L'évolution des technologies de radiodiffusion et la croissance de l'accès à l'Internet large bande auront des incidences pour tous les acteurs de la chaîne de valeur de la radiodiffusion, des créateurs de contenus aux créateurs de dispositifs (voir Figure 2.1).

Figure 2.1: Chaîne de valeur de la radiodiffusion numérique



Source: UIT

Ces évolutions se traduiront par une amélioration de la qualité des contenus produits et permettront de fournir davantage de services d'information et de services interactifs. Les réseaux de radiodiffusion numérique subiront des changements en raison des facteurs suivants:

- demande d'une augmentation du nombre de services, accompagnée d'une amélioration de la qualité technique et de la couverture;
- nouvelles technologies offrant davantage d'efficacité dans l'utilisation du spectre;
- modifications de la réglementation en matière d'utilisation du spectre.

Pour offrir aux utilisateurs des images et un son de haute qualité, de nouveaux dispositifs de réception apparaîtront sur le marché, capables d'assurer le fonctionnement de services interactifs intégrés et de prendre en charge plusieurs modes de fourniture, dont les réseaux de radiodiffusion de Terre et l'Internet large bande. Ces dispositifs iront des grands écrans et des équipements audio à canaux multiples aux dispositifs portatifs comme les smartphones et les tablettes.

Les conditions du marché et la situation sur le plan réglementaire diffèrent d'un pays à l'autre. Par conséquent, la situation d'arrivée à l'horizon 2020 et dans un avenir plus lointain sera elle aussi différente dans chaque pays. Cependant, il se dégage un certain nombre d'étapes-clés dont l'applicabilité et les délais d'accomplissement ont une valeur générale.

Pour bénéficier des avantages offerts par les technologies numériques, il est indispensable de remplacer progressivement la radiodiffusion télévisuelle de Terre analogique par la radiodiffusion télévisuelle de Terre numérique. Une étape-clé de ce processus de transition est le passage au numérique (DSO, digital switch-over) de la radiodiffusion télévisuelle de Terre. Le premier passage au numérique au niveau national a eu lieu en 2006, et la plupart des pays devraient avoir mené à bien ce processus d'ici à 2020. Une autre étape-clé est l'attribution mondiale faite aux services mobiles internationaux (IMT) dans la gamme des 700 MHz et des 800 MHz, qui devrait entrer en vigueur en 2015. Les IMT fourniront un accès à l'Internet large bande mobile qui, associé à l'accès à l'Internet large bande fixe, facilitera la mise en place

de services de radiodiffusion et de services multimédias sur l'Internet accessibles à une grande partie de la population.

La section 2.2 présente les étapes-clés et les échéances du passage à la radiodiffusion numérique, et la section 2.3 porte sur la croissance de l'accès à l'Internet large bande.

2.2 Passage à la radiodiffusion numérique

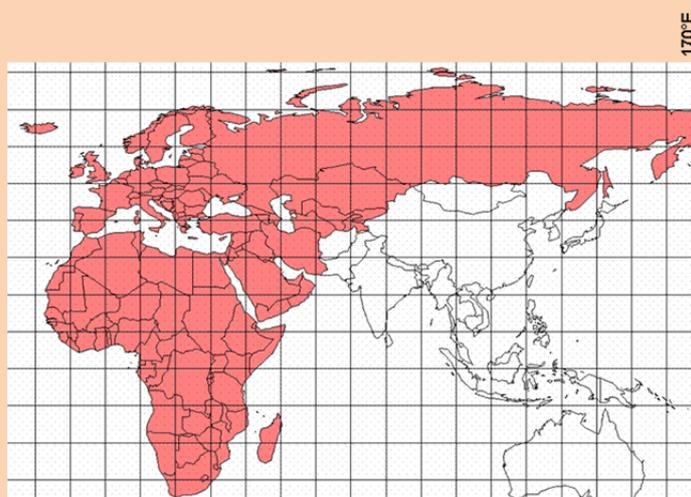
La présente section décrit les évolutions liées au passage à la radiodiffusion télévisuelle numérique de Terre (section 2.2.1) et à la radiodiffusion audionumérique de Terre (section 2.2.2).

2.2.1 Passage à la radiodiffusion télévisuelle numérique de Terre (DTTB)

Dans le monde entier, de nombreux pays sont engagés dans le processus du passage au numérique. Pour certaines parties des Régions 1 et 3 (Figure 2.2), un calendrier a été établi à ce sujet dans l'Accord de Genève de 2006 (GE06):

- 17 juin 2015: fin de la période de transition dans les Bandes IV/V et la Bande III, hormis dans 35 pays d'Afrique et du Moyen-Orient²;
- 17 juin 2020: fin de la période de transition dans la Bande III dans les 35 pays d'Afrique et du Moyen-Orient en question.

Figure 2.2: Zone de planification de l'Accord GE06



Source: UIT

² Voir la note de bas de page 7 de l'Article 12 de l'Accord de Genève de 2006.

Dans les autres régions, de nombreux pays ont planifié leur passage à la télévision numérique en se basant sur les délais précédents. L'UIT encourage le passage à la télévision numérique, notamment à travers la publication de "Lignes directrices relatives au passage de la radiodiffusion analogique à la radiodiffusion numérique"³. Ces lignes directrices visent à fournir des informations et des recommandations sur les politiques, la réglementation, les technologies, la planification des réseaux, la sensibilisation des clients et la planification opérationnelle, en vue d'assurer une introduction sans heurts de la télévision numérique de Terre et de la télévision mobile. En outre, le Rapport UIT-R BT.2140 traite du passage de la radiodiffusion analogique à la radiodiffusion numérique⁴.

Le passage à la télévision numérique se solde par un *dividende numérique*. Outre l'utilisation de la bande des 800 MHz (c'est-à-dire 790-862 MHz) dans la Région 1, la CMR-12 a approuvé l'attribution de l'extension de la bande des 800 MHz (c'est-à-dire 694-790 MHz) dans la Région 1 pour une utilisation en partage par la radiodiffusion et les services mobiles (IMT) à partir de 2015. Sous réserve de confirmation par la CMR-15, ces décisions se traduiront par une attribution à l'échelle mondiale au service mobile dans la bande 698-862 MHz, et par la désignation de cette bande pour les IMT dans les trois Régions, avec entrée en vigueur en 2015. Afin de faciliter la compréhension du *dividende numérique* et de ses incidences, l'UIT a publié le rapport "Le dividende numérique: mieux comprendre les décisions relatives au spectre"⁵.

Dans les pays où les services mobiles (IMT) utiliseront une part conséquente du dividende numérique, il sera peut-être nécessaire de mener des activités de planification des fréquences de grande ampleur et de réaménager les sites, afin de garantir le bon fonctionnement des stations de radiodiffusion télévisuelle existantes ou en projet dans une bande de fréquences réduite. Dans de nombreux pays, les objectifs du passage au numérique incluent l'augmentation du nombre de services, l'extension de la couverture et l'amélioration de la qualité d'image, notamment à travers l'utilisation de la TVHD et la mise en place de services interactifs. La section 4 aborde de manière plus détaillée les évolutions technologiques liées à la radiodiffusion télévisuelle numérique de Terre (DTTB) et les problèmes qui se posent pour assurer le fonctionnement de services plus nombreux et de meilleure qualité au moyen d'une quantité de spectre limitée.

Lors de leur introduction, les services de radiodiffusion DTTB sont en concurrence avec ceux fournis au moyen d'autres modes de diffusion, comme la télévision par satellite ou par câble, ou la TVIP et les services de diffusion en continu sur l'Internet ouvert, qui utilisent les réseaux large bande. Ces autres modes de fourniture de la télévision présentent l'avantage de disposer d'une capacité intrinsèque supérieure à celle de la DTTB. La télévision numérique par satellite et la télévision numérique par câble ont une capacité de multiplexage supérieure à celle de la télévision numérique de Terre, et permettent d'utiliser un plus grand nombre de multiplex. Avec la TVIP, le nombre de canaux n'est soumis à aucune limitation technique. En dépit d'une capacité plus faible, la DTTB est généralement considérée comme le mode de fourniture le plus important. C'est ce que souligne un groupe de treize organismes de radiodiffusion de premier plan issus des Régions 1, 2 et 3, qui a entrepris d'élaborer collectivement la prochaine génération de normes relatives à la radiodiffusion de Terre, dans le cadre de l'"initiative sur l'avenir de la radiodiffusion télévisuelle" (Future of Broadcast Television, FOBTv, voir également la section 4.3.2). Ce groupe a déclaré⁶:

³ www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/hdb/D-HDB-GUIDELINES.01-2010-R1-PDF-E.pdf

⁴ Rapport UIT-R BT.2140-4 Passage de la radiodiffusion analogique à la radiodiffusion numérique.

⁵ www.itu.int/ITU-D/tech/digital_broadcasting/Reports/DigitalDividend.pdf

⁶ Future of Broadcast Terrestrial Television Initiative Memorandum of Understanding; voir également www.fobtv.org

"La radiodiffusion de Terre revêt une importance sans égale, car il s'agit d'un mode de diffusion hertzien (elle prend en charge les récepteurs mobiles), modulable à l'infini (architecture de type "point à multipoint" et "un à plusieurs"), local (elle permet de fournir des contenus locaux), pratique au point de vue du temps (elle permet de fournir des contenus en temps réel et en différé) et souple (elle prend en charge les services gratuits et les services par abonnement). En vertu de la possibilité qu'elle offre de fournir par voie hertzienne des contenus médias à un nombre potentiellement illimité de récepteurs, la radiodiffusion de Terre constitue une technologie essentielle dans le monde entier. Concrètement, la radiodiffusion est le mode de diffusion hertzien le plus efficace en termes d'utilisation du spectre pour la fourniture en temps réel de contenus médias populaires basés sur fichiers."

2.2.2 Passage à la radiodiffusion audionumérique de Terre (DTAB)

Contrairement à ce qui se passe pour la radiodiffusion DTTB, aucune réglementation internationale ne prévoit de calendrier pour le passage de la radiodiffusion sonore analogique de Terre à la radiodiffusion audionumérique de Terre (DTAB). En outre, il existe un large éventail de bandes de fréquences pour la radiodiffusion analogique, et un éventail encore plus large pour la radiodiffusion DTAB. A chaque bande de fréquences correspondent des spécifications de largeur de bande de canal et des caractéristiques de propagation particulières. De plus, pour chaque bande de fréquences, plusieurs normes de radiodiffusion DTAB sont applicables (section 5.2, Tableau 5.1).

Les principaux arguments en faveur de l'introduction de la radiodiffusion DTBA sont les suivants:

- Dans les bandes d'ondes kilométriques, hectométriques et décamétriques, où l'on utilise la radiodiffusion analogique en modulation d'amplitude (AM), la radiodiffusion audionumérique apporte une nette amélioration de la qualité.
- Dans la partie inférieure de la bande de radiodiffusion d'ondes métriques (Band II)⁷, où l'on utilise la radiodiffusion analogique en modulation de fréquence (FM), l'amélioration de la qualité apportée par la radiodiffusion audionumérique est moins évidente pour la plupart des auditeurs. Mais dans de nombreux pays, cette bande est utilisée de manière intensive pour les transmissions FM, la plupart du temps sur des marchés hautement concurrentiels. Dans certaines zones, les limites de capacité de cette bande ont presque été atteintes, et il est impossible d'introduire de nouveaux services sans détériorer les zones de couverture existantes en raison de l'augmentation des niveaux de brouillage. L'augmentation du nombre de services passe par l'utilisation de la radiodiffusion audionumérique.

Aux termes de l'Accord GE06, de nombreux pays bénéficient d'assignations ou d'allotissements DTAB dans la partie supérieure de la bande de radiodiffusion d'ondes métriques (Bande III) pour la norme T-DAB, et se serviront probablement de ces assignations ou de ces allotissements pour les émissions utilisant la norme T-DAB, ou les normes similaires T-DAB+ et T-DMB, une fois que cette bande ne sera plus utilisée pour la télévision analogique. Des pays situés en dehors de la zone de planification de l'Accord GE06 ont eux aussi planifié ou déjà mis en oeuvre des services de radiodiffusion DTAB dans la Bande III.

⁷ Dans certains pays d'Europe, la bande de 66 MHz à 72 MHz ou 74 MHz est également utilisée pour les services FM. Toutefois, la plupart de ces pays ont cessé d'utiliser la Bande I pour les services de radiodiffusion FM.

Un grand nombre de pays ont mis en place des services de radiodiffusion DTAB ou effectuent des tests de transmission. Toutefois, l'adoption de ces services est beaucoup plus lente que celle de la télévision numérique. La lenteur relative de la mise en oeuvre de la radiodiffusion DTAB est due notamment aux raisons suivantes:

- la qualité de réception relativement bonne des stations en modulation de fréquence (FM) perçue par les auditeurs, en raison de laquelle ces derniers ne ressentent pas le besoin immédiat de passer au numérique pour écouter les services FM existants;
- le manque de nouveaux services attrayants;
- la très grande quantité de récepteurs en modulation d'amplitude (AM) et en modulation de fréquence (FM) à faible coût disponibles;
- le manque de clarté et la fragmentation du marché en raison de la multiplicité des normes;
- le manque de récepteurs multinormes à faible coût.

Seul un très petit nombre de pays ont annoncé qu'ils abandonnaient complètement la radiodiffusion sonore analogique. Toutefois, de nombreux pays ont mis fin au fonctionnement des émetteurs AM dans les bandes d'ondes kilométriques, hectométriques et décamétriques pour des raisons économiques, dans les cas de double emploi avec la modulation de fréquence ou la radiodiffusion DTAB des services assurés par ces stations, ou lorsque ces services étaient fournis sur l'Internet.

Le Rapport final de la Commission d'études 2 de l'UIT-D sur la Question 11-2/2⁸ présente des approches et des phases de transition possibles pour la mise en oeuvre de la radiodiffusion audionumérique de Terre.

Outre l'utilisation des réseaux de Terre dans les bandes d'ondes kilométriques, hectométriques, décamétriques et métriques, les services de radiodiffusion sonore sont également fournis en association avec la télévision numérique dans le cadre d'offres groupées, par câble et par satellite, ainsi que sur l'Internet. La radiodiffusion numérique par satellite offre des perspectives limitées. Un projet ambitieux, nommé Worldspace, visant à fournir une offre de services de radiodiffusion audionumérique par satellite dans la bande des 1,5 GHz à l'Afrique, l'Asie et l'Amérique, a été abandonné il y a quelques années parce qu'il ne suscitait pas un intérêt suffisant. En Amérique du Nord, un service de radiodiffusion par satellite sur abonnement fonctionne principalement à l'intention de sociétés privées, comme les hôtels ou les chaînes de magasins.

A l'instar de la radiodiffusion télévisuelle numérique de Terre, la radiodiffusion audionumérique de Terre est généralement considérée comme le mode de fourniture de services de radiodiffusion sonore le plus important. C'est ce que souligne la Commission des communications électroniques (ECC) de la CEPT, qui représente les administrations de télécommunication européennes. Dans le Rapport 177 de l'ECC⁹, il est dit que:

"Dans la plupart des pays, la radiodiffusion de Terre est de loin le mode de réception des services de radio le plus répandu. La majeure partie des auditeurs s'en servent comme mode de réception principal. Bien que ces services soient accessibles sur d'autres plates-formes, celles-ci sont relativement peu utilisées.

⁸ Voir la Section 9 du Rapport de l'UIT-D sur la Question 11-2/2: Etude des techniques et des systèmes de radiodiffusion sonore et télévisuelle numérique de Terre, y compris sous l'angle d'analyses coût/avantage, de l'interopérabilité des systèmes numériques de Terre avec les réseaux analogiques existants et des méthodes de transition des techniques analogiques de Terre aux techniques numériques (2006-2010).
http://web.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/stg/D-STG-SG02.11.2-2010-PDF-F.pdf

⁹ Rapport 177 de l'ECC "Possibilities for Future Terrestrial Delivery of Audio Broadcasting Services" (avril 2012).
www.erodocdb.dk/docs/doc98/official/pdf/ECCRep177.pdf

La fourniture des services de radio par voie de Terre présente toute une série d'avantages pour les auditeurs et les radiodiffuseurs:

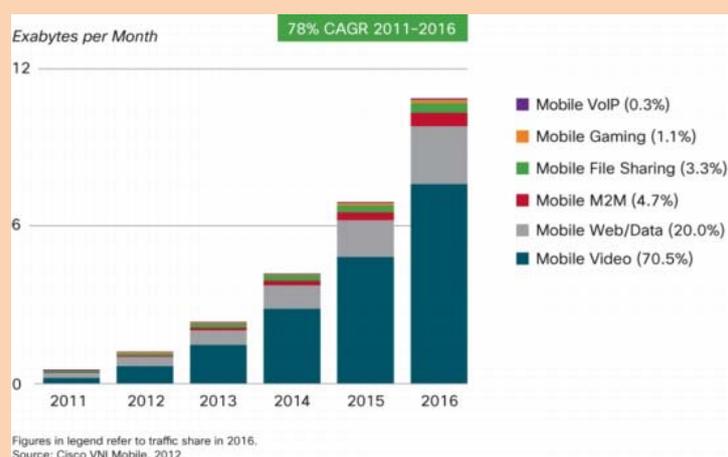
- possibilité de fournir une couverture universelle;
- couverture modulable (locale, régionale ou nationale);
- gratuité des services;
- réception fixe, portable (à l'intérieur des bâtiments) et mobile;
- récepteurs faciles à utiliser et performants pour la recherche de fréquences;
- support d'information fiable, en particulier en cas de crise ou de catastrophe;
- média important pour les informations routières, la navigation, les secours en montagne, etc.;
- son et informations multimédias de qualité uniforme quel que soit le nombre d'utilisateurs simultanés."

2.3 Croissance de l'accès à l'Internet large bande

L'accès à l'Internet large bande permet de fournir des services de radiodiffusion IP. Ce type de service connaît un développement rapide. En particulier, la TV sur Internet via l'Internet ouvert, qui inclut la télévision de rattrapage et les sites de réseau social comme YouTube, affiche des chiffres de croissance élevés. La plupart des radiodiffuseurs fournissent gratuitement des services de télévision et de radio de qualité professionnelle sur l'Internet, sur leur propre site web ou encore par l'intermédiaire de sites de réseau social populaires.

L'attribution dont bénéficient les IMT dans la gamme des 700 MHz et des 800 MHz, ainsi que dans d'autres bandes de fréquences, va faciliter le déploiement d'un accès à l'Internet mobile efficace en termes de coûts dans de nombreuses parties du monde. Selon une prévision, le taux de croissance annuel de la vidéo mobile sera de 90% entre 2011 et 2016, tandis que la croissance annuelle du trafic mobile total devrait s'élever à 78%¹⁰. Il est prévu que d'ici à 2016, la vidéo mobile représente plus de 70% du trafic de données mobiles (Figure 2.3).

¹⁰ Cisco Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2011–2016.

Figure 2.3: Prévisions du trafic de données mobiles

Source: Cisco Visual Networking Index.

Légende:

Exabytes per month	Exaocets par mois
78% CAGR 2011-2016	78% du TCAC (2011-2016)
Mobile VoIP	Voix sur IP mobile
Mobile Gaming	Jeux mobiles
Mobile File Sharing	Partage de fichiers mobile
Mobile M2M	M2M mobile
Mobile Web/Data	Web/données mobiles
Mobile Video	Vidéo mobile
Figures in legend refer to traffic share in 2016.	Les chiffres de la légende portent sur les parts de trafic en 2016.
Source: Cisco VNI mobile, 2012	Source: Cisco VNI mobile (2012)

Cette augmentation est favorisée par celle de la vitesse de connexion des réseaux mobiles. Cisco prévoit que le débit moyen des données augmentera à un taux annuel de 56% et dépassera 2,9 Mbit/s en 2016. On s'attend à ce que le taux de croissance soit supérieur à la moyenne dans de nombreux pays en développement (Tableau 2.1).

Tableau 2.1: Croissance de la vitesse de connexion des réseaux mobiles

Région	Débit moyen (kbit/s) en 2011	Débit moyen (kbit/s) en 2016	Croissance annuelle (2011-2016)
Monde	315	2 873	56%
Asie-Pacifique	337	2 608	51%
Amérique latine	125	1 627	67%
Amérique du Nord	1 138	6 785	43%
Europe occidentale	667	5 549	53%
Europe centrale et orientale	205	3 476	76%
Moyen-Orient et Afrique	89	2 618	97%

Source: Cisco Visual Networking Index.

L'augmentation des débits de données s'explique par l'utilisation croissante des connexions mobiles 4G, y compris le LTE (Long Term Evolution), et par la mise en oeuvre des IMT. D'après les prévisions de CISCO, les réseaux 4G représenteront 6% des connexions et 36% du trafic total en 2016.

Les débits de données du LTE sont suffisants pour fournir des services de radio et de télévision IP sur de petits écrans. Le LTE prend en charge trois types de mode de diffusion:

1. l'unidiffusion, pour fournir des contenus médias à des utilisateurs isolés;
2. la multidiffusion, pour fournir des contenus médias à des groupes d'utilisateurs;
3. la radiodiffusion, pour fournir des contenus médias à tout type d'utilisateur se trouvant à portée des émetteurs.

Les débits de données des connexions fixes à large bande, utilisant soit l'ADSL soit les fibres optiques, sont suffisants pour fournir des services de télévision de haute qualité, y compris la TVHD, sur de grands écrans.

La généralisation de l'accès à l'Internet large bande (mobile ou fixe, y compris les extensions des réseaux WLAN) aura de profondes conséquences sur les services de radiodiffusion.

- D'une part, il s'agit d'un mode de diffusion compétitif vis-à-vis des réseaux de Terre, des réseaux câblés et des réseaux à satellite pour fournir des services de radio et de télévision.
- D'autre part, il s'agit d'un mode de diffusion approprié en vue d'offrir des services de radio et de télévision de qualité améliorée.

La section 3 est consacrée à la description des concepts liés aux services de radiodiffusion, y compris l'accès à l'Internet large bande.

3 Concepts liés aux services

3.1 Généralités

Les services de radiodiffusion sont, par nature, des liaisons descendantes servant à émettre des programmes dans un ordre déterminé par le radiodiffuseur. C'est ce qu'on appelle la radiodiffusion linéaire. Les services de radiodiffusion améliorée complètent les services de radiodiffusion traditionnelle, en donnant accès à une radiodiffusion non linéaire (dans un ordre et à un moment déterminés par le téléspectateur), basée sur l'interactivité, le visionnage en décalage temporel et la réception continue à partir de n'importe quel emplacement.

Les services de radiodiffusion améliorée pourraient être fournis au moyen des réseaux de radiodiffusion de Terre, des réseaux câblés, de la TVIP et des réseaux par satellite, conjointement avec les réseaux large bande: c'est ce qu'on appelle les services hybrides de radiodiffusion et large bande (Hybrid Broadcast Broadband, HBB). Par ailleurs, certains modes de diffusion permettent déjà, dans une certaine mesure, de fournir des services de radiodiffusion améliorée. Par exemple, la radiodiffusion DTTB permet de fournir une réception mobile et portable, la TVM une réception sur dispositif portatif, tandis que la télévision par câble et la TVIP donnent accès à des services de vidéo à la demande.

Les Sections 3.2 et 3.3 présentent respectivement les concepts liés à la radiodiffusion télévisuelle améliorée et à la radiodiffusion sonore améliorée. La section 3.4 vise à résumer les rôles respectifs de la radiodiffusion et de la diffusion large bande au niveau des services offerts aux téléspectateurs et aux auditeurs.

3.2 Radiodiffusion télévisuelle améliorée

Le développement des services de radiodiffusion améliorée s'articule autour de trois concepts:

1. La télévision à tout moment (TV anytime), qui vise à permettre au téléspectateur de regarder un programme précis au moment de son choix. Le décalage temporel se prête avant tout au visionnage de spectacles, de documentaires, de films, etc., mais son utilisation avec un décalage court pour les programmes de sport et les actualités rencontre également un certain succès.

2. La télévision en tout lieu (TV anywhere), dont le principe est de pouvoir regarder la télévision non seulement dans la salle de séjour, mais aussi dans d'autres pièces, en se déplaçant, etc. Le fonctionnement de cette application repose sur l'utilisation de dispositifs mobiles comme les smartphones et les tablettes.
3. L'interactivité, qui vise à donner au téléspectateur la possibilité de contribuer ou de réagir à un programme spécifique, de demander des informations supplémentaires sur le programme, ou de recevoir des programmes ou des informations présentant un intérêt particulier.

Ces trois concepts sont décrits ci-après.

La télévision à tout moment

Les services de radiodiffusion sont programmés de manière linéaire, mais les consommateurs peuvent souhaiter visionner les programmes au moment de leur choix, qui peut être en décalage avec celui où sont diffusés les programmes. Il existe essentiellement trois moyens de visionner des programmes en décalage temporel.

1. Les enregistreurs vidéo personnels (PVR), qui permettent d'enregistrer les programmes sur un disque dur et de les visionner ultérieurement. La fourniture d'un guide électronique de programme (EPG) permet de faciliter grandement l'utilisation des fonctions d'enregistrement.
2. Les services de télévision de rattrapage via l'Internet ouvert, qui peuvent être visionnés sur des ordinateurs, des smartphones et des tablettes, mais aussi sur des écrans de télévision, si le dispositif de réception peut se connecter à l'Internet. Les téléviseurs connectés ou les dispositifs hybrides radiodiffusion et large bande (HBB) assurent à la fois la réception de la radiodiffusion et du large bande au niveau du récepteur de télévision, et donnent notamment accès à des services de rattrapage (voir également la section suivante sur l'interactivité). L'association des réseaux publics fixes et mobiles et des réseaux WLAN domestiques sera nécessaire au fonctionnement des liaisons montantes et descendantes des services de rattrapage.
3. Les services de télévision de rattrapage dans le cadre d'une offre de vidéo à la demande. Les fournisseurs de services de télévision numérique par câble et de services de TVIP incluent parfois à leur offre de vidéo à la demande des services de télévision de rattrapage.

La télévision en tout lieu

Les consommateurs peuvent avoir envie de regarder leurs programmes favoris n'importe où: dans la salle de séjour, dans d'autres pièces, ou lors de leurs déplacements. Au téléviseur principal s'ajoutent des téléviseurs secondaires et d'autres types de récepteurs, tels que les PC, les smartphones et les tablettes. Dans le cas de ces deux derniers dispositifs, la réception des programmes a lieu au moyen de la TVIP et de la télévision à large bande, dont la fourniture repose sur l'association des réseaux publics fixes et mobiles et des réseaux WLAN domestiques. L'utilisation de la radiodiffusion DTTB ou de réseaux de télévision mobile (TVM) dédiés sont d'autres solutions possibles, à condition que les dispositifs soient munis des systèmes appropriés.

L'interactivité

Les consommateurs peuvent avoir envie de participer activement aux programmes en votant, en formulant des commentaires ou en recevant des informations supplémentaires, et peuvent également souhaiter recevoir des programmes de vidéo à la demande. Par ailleurs, ils pourraient se voir offrir des services indépendants des programmes, par exemple des services d'actualités, de cybergouvernement ou de cyberapprentissage, ainsi que des applications commerciales permettant de commander des biens ou des services. Ce type de service interactif requiert une voie de retour (liaison montante), et souvent aussi une deuxième liaison descendante pour transmettre les informations demandées.

Les solutions hybrides de radiodiffusion et large bande (HBB) se prêtent bien à la fourniture de services interactifs. Le réseau de radiodiffusion numérique pourrait assurer la fourniture d'un bouquet de 20 à 30 services de télévision populaires intéressant la majeure partie des téléspectateurs. La liaison montante du

réseau large bande pourrait être utilisée afin de permettre au public de réagir aux programmes et de choisir des services supplémentaires, tandis que la liaison descendante servirait à fournir des services personnalisés, comme les services de vidéo à la demande. Les services du second type sont connus sous le nom de services "longue traîne" (Figure 3.1), en référence à la loi statistique qui décrit la stratégie commerciale consistant à vendre, d'une part, un grand nombre de produits différents en petite quantité (en l'occurrence, des services de télévision personnalisés), et, d'autre part, un petit nombre de produits populaires en grande quantité (en l'occurrence, des services de télévision fournis au grand public sur des réseaux de radiodiffusion).

Figure 3.1: Courbe à longue traîne



Source: Wikipédia

La connexion large bande peut également être utilisée afin de choisir et de télécharger d'autres services, par exemple des services de télévision de rattrapage, des informations relatives aux programmes, des services d'actualités et des services commerciaux, accessibles à partir de pages web conçues spécialement à cet effet et sur lesquelles il est possible de naviguer à l'aide d'une télécommande¹¹.

L'interactivité est réalisée au moyen d'"intergiciels" situés dans le récepteur de télévision ou le boîtier-décodeur. Il existe plusieurs normes exclusives ou ouvertes. Comme exemples de la seconde catégorie, citons les normes MHEG5 (p. ex. au Royaume-Uni) et MHP (p. ex. en Italie), relatives à la radiodiffusion DVB, et les normes Ginga (p. ex. au Brésil et en Angola) et BML (p. ex. au Japon), qui concernent la radiodiffusion ISDB-T. Parmi les nouvelles normes relatives à la radiodiffusion DVB, citons la norme HbbTV, utilisée en France, en Allemagne et dans d'autres pays européens, et la norme YouView, utilisée au Royaume-Uni.

Les récepteurs de radiodiffusion modernes sont souvent munis d'une connectivité Internet. On rencontre deux types de téléviseurs reliés à l'Internet:

1. Les téléviseurs utilisant les "intergiciels", dont il est question ci-avant;
2. Les téléviseurs portant un nom de marque propre à un fabricant, qui donnent accès à des applications basées sur les contenus.

Dans le cadre des applications HBB et d'autres systèmes interactifs, la recherche et la réception des services interactifs ont lieu au moyen d'applications qui s'affichent sur l'écran du téléviseur principal et que l'on fait fonctionner à l'aide de la télécommande du téléviseur ou du boîtier-décodeur. Ce mode de diffusion est parfois appelé télévision "over the top" (OTT).

¹¹ Pour visualiser des exemples de services HBB de ce type, rendez-vous à l'adresse www.hbbtv.org

Une autre approche de l'interactivité consiste à utiliser un "écran secondaire", également appelé "écran compagnon". La recherche et l'affichage des services interactifs s'effectuent à l'aide d'un dispositif séparé connecté à l'Internet, un smartphone ou une tablette, par exemple. Cette forme d'interactivité peut s'avérer attrayante si le nombre de smartphones et de tablettes sur le marché est élevé. Pour assurer le fonctionnement des services interactifs, le radiodiffuseur doit fournir des logiciels spéciaux à télécharger et à installer sur le dispositif dont l'écran joue le rôle d'écran secondaire.

L'approche consistant à utiliser un écran secondaire présente un certain nombre d'avantages, dont les suivants:

- il est possible d'utiliser un récepteur de télévision numérique ou un boîtier-décodeur ordinaires sans "intergiciels";
- le visionnage de l'écran principal n'est pas perturbé, puisqu'aucune fenêtre comportant des informations supplémentaires n'apparaît à l'écran;
- les dispositifs dont l'écran joue le rôle d'écran secondaire (PC, smartphone ou tablette) sont conçus de manière à optimiser la saisie de données et sont munis d'un clavier.

Résumé des concepts liés à la radiodiffusion télévisuelle améliorée

Un résumé des concepts liés à la radiodiffusion télévisuelle améliorée est donné dans le Tableau 3.1.

Tableau 3.1: Résumé des concepts liés à la radiodiffusion télévisuelle améliorée

Radiodiffusion améliorée	Mode de diffusion	Dispositifs terminaux (doivent être équipés pour recevoir la norme d'émission correspondante)
Télévision à tout moment	<ul style="list-style-type: none"> • Radiodiffusion (DTTB) • Hybride radiodiffusion-large bande • Large bande 	<ul style="list-style-type: none"> • Poste TV; enregistreur PVR • Poste TV *); tablette; smartphone • PC; tablette; smartphone
Télévision en tout lieu	<ul style="list-style-type: none"> • Radiodiffusion (DTTB) • Radiodiffusion (TVM) • Large bande 	<ul style="list-style-type: none"> • Poste TV; poste TV à bord d'un véhicule; tablette; smart phone • Poste TV à bord d'un véhicule; tablette; smartphone • PC; tablette; smartphone
Interactivité	<ul style="list-style-type: none"> • Radiodiffusion (DTTB) • Radiodiffusion (TVM) • Hybride radiodiffusion-large bande • Large bande 	<ul style="list-style-type: none"> • Poste TV (interactivité locale) • Tablette; smartphone • Poste TV *); tablette; smartphone • PC; tablette; smartphone
		* Muni d'une connexion Internet

3.3 Radiodiffusion sonore améliorée

Les concepts liés aux services de radiodiffusion sonore suivent un schéma similaire à celui observé dans le cas de la radiodiffusion télévisuelle. Toutefois, le concept "en tout lieu" est beaucoup plus développé du côté de la radiodiffusion sonore. La réception de services de radiodiffusion sonore analogique en modulation d'amplitude (AM) ou de fréquence (FM) et en radiodiffusion DTAB a lieu pratiquement partout: dans toutes les pièces du foyer avec des récepteurs portatifs ou des ensembles audio haut de gamme, à bord des véhicules avec des autoradios, à l'extérieur et dans les lieux publics avec des radios de poche et des téléphones mobiles, et dans les salles d'attente et les centres commerciaux avec des installations audio centrales.

La diffusion en continu sur l'Internet est un mode de diffusion de plus en plus important. Il est possible d'écouter des milliers de stations de radio du monde entier avec une bonne qualité de réception, au moyen de récepteurs radio munis d'une connexion Internet, ou avec des téléphones mobiles et des ordinateurs.

L'interactivité et la diffusion hybride radiodiffusion et large bande (HBB) se développent également dans la radiodiffusion sonore. Des récepteurs radio HBB munis d'un écran servant à afficher des informations supplémentaires personnalisées font leur apparition sur le marché.

L'initiative RadioDNS (service de nom de domaine) vise à aider les radiodiffuseurs à fournir des services HBB de sorte que l'association des services de radiodiffusion linéaire et des services à large bande personnalisés ne soit pas perçue par l'auditeur. La méthode consiste à utiliser les identifiants existants de la station de radio utilisés, par exemple, avec une des normes FM-RDS, DAB, DRM ou IBOC, et de localiser les services IP correspondant à cette station¹².

Un résumé des concepts liés à la radiodiffusion sonore améliorée est donné dans le Tableau 3.2.

Tableau 3.2: Résumé des concepts liés à la radiodiffusion sonore améliorée

Radiodiffusion améliorée	Mode de diffusion	Dispositifs terminaux (doivent être équipés pour recevoir la norme d'émission correspondante)
Radio à tout moment	<ul style="list-style-type: none"> • Radiodiffusion (DTAB) • Hybride radiodiffusion-large bande • Large bande (site web du radiodiffuseur) 	<ul style="list-style-type: none"> • Enregistreur PVR; ensemble audio • Poste de radio *); tablette; smartphone • PC; tablette; smartphone
Radio en tout lieu	<ul style="list-style-type: none"> • Radiodiffusion (AM/FM) • Radiodiffusion (DTAB) • Radiodiffusion (TVM) • Large bande 	<ul style="list-style-type: none"> • Tout poste de radio: chaîne Hi-Fi, radio portative, autoradio, tablette, smartphone, téléphone mobile simple • Tout poste de radio • Autoradio; tablette; smartphone • PC; tablette; smartphone
Interactivité	<ul style="list-style-type: none"> • Radiodiffusion (FM) • Radiodiffusion (DTAB) • Radiodiffusion (TVM) • Hybride radiodiffusion-large bande • Large bande 	<ul style="list-style-type: none"> • Radiodiffusion FM avec RDS (interactivité locale) • Poste de radio (interactivité locale) • Autoradio; tablette; smartphone • Poste de radio *); tablette; smartphone • PC; tablette; smartphone
		* Muni d'une connexion Internet

3.4 Radiodiffusion et diffusion large bande

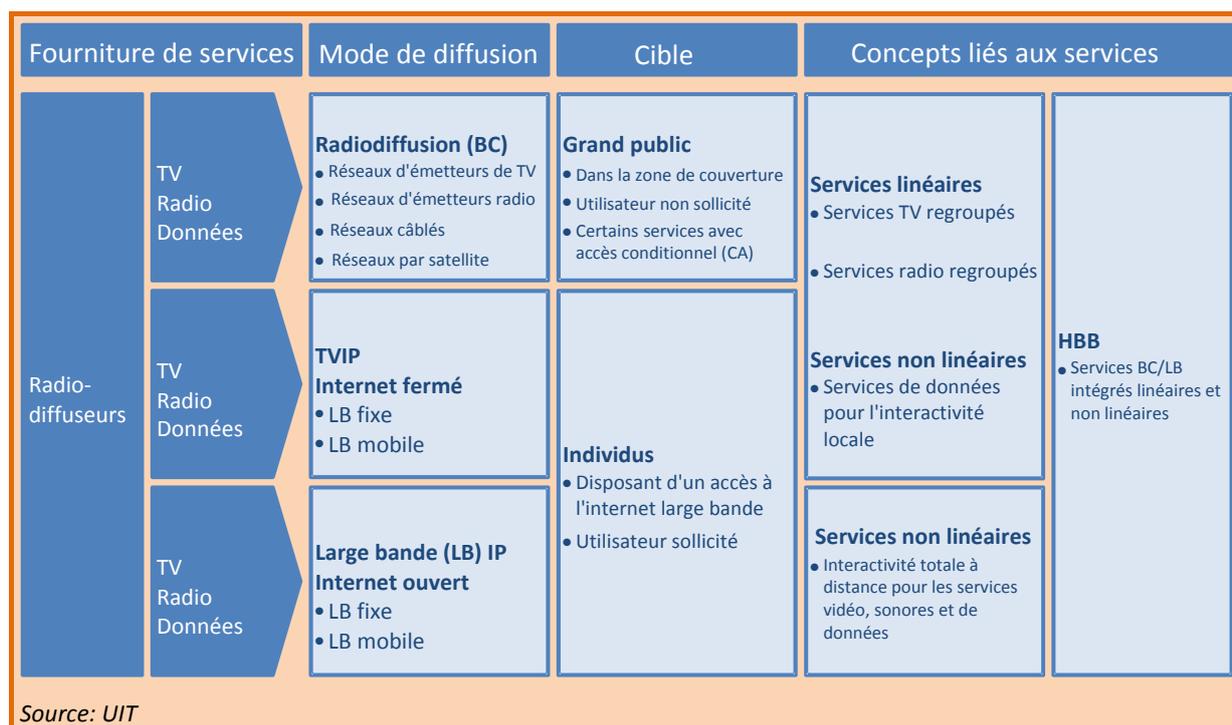
Dans l'avenir, les services de radiodiffusion linéaire destinés à la réception par le grand public dans un pays ou une région devraient être améliorés par des services personnalisés fournis au moyen de réseaux fixes (y compris la diffusion domestique par réseaux WLAN) et mobiles. Lorsqu'une grande partie de la population disposera d'une connexion large bande, ce mode de diffusion sera non seulement le plus important pour fournir des services individuels de radiodiffusion non linéaire, mais pourrait en outre servir à fournir des services de radiodiffusion linéaire au grand public.

L'importance relative de la radiodiffusion et de la diffusion large bande sera différente d'un pays à l'autre selon les conditions du marché et la situation réglementaire. Elle pourrait également ne pas être la même pour la radiodiffusion sonore et les services de télévision.

La Figure 3.2 représente, sous forme de tableau, les positions relatives de la radiodiffusion (BC) et de la diffusion large bande (LB) en ce qui concerne les services de radiodiffusion linéaire et non linéaire.

¹² Pour en savoir plus, voir EBU Tech Review 2010 RadioDNS - the hybridisation of Radio (17 mars 2010)

Figure 3.2: Positions relatives de la radiodiffusion (BC) et de la diffusion large bande (LB)



La diffusion large bande devrait prendre davantage d'importance et permettre de fournir des services intégrés hybrides radiodiffusion-large bande (HBB). S'il n'est pas prévu que le large bande prenne la place de la radiodiffusion comme mode de diffusion principal pour la fourniture de services de radiodiffusion linéaire au grand public, ce scénario ne peut pas être exclu sur le long terme¹³. Tout dépendra des conditions du marché et de la situation réglementaire au niveau national.

4 Technologies de radiodiffusion télévisuelle

4.1 Généralités

Comme on l'a vu dans la section 2, l'une des principales tendances de la radiodiffusion de Terre est l'évolution permanente des technologies de radiodiffusion numérique, qui se traduit par une augmentation considérable de la largeur de bande de transmission disponible, et permet la fourniture d'un plus grand nombre de services ainsi qu'une amélioration de la qualité d'image et de la couverture.

Ces évolutions suivent deux orientations principales:

1. amélioration de la qualité d'image au moyen de la TVHD, de la TV3D et de la télévision à ultra haute définition (TVUHD) (section 4.2);
2. augmentation de l'efficacité des systèmes de compression et de transmission (section 4.3).

¹³ Dans le Rapport technique 013 de l'UER "The future of Terrestrial Broadcasting" (Genève, novembre 2011), trois scénarios sont envisagés en ce qui concerne l'avenir de la radiodiffusion de Terre: l'expansion, la réduction et l'arrêt progressif.

D'ici à 2020, la plupart des pays devraient avoir achevé le passage à la télévision numérique. Dans de nombreux pays, les objectifs du passage au numérique incluent l'augmentation du nombre de services, l'extension de la couverture et l'amélioration de la qualité d'image, notamment à travers l'utilisation de la TVHD. Le défi qui consiste à fournir des services plus nombreux et de meilleure qualité au moyen d'une quantité de spectre limitée fait l'objet de la section 4.4.

4.2 La TVHD et au-delà

Dans de nombreux pays, les radiodiffuseurs fournissent des services de TVHD. D'autres s'y préparent, ou ont inclus la production et la transmission de TVHD dans leurs projets futurs. Dans le même temps, des évolutions techniques ont lieu afin d'obtenir une qualité d'image supérieure à celle atteinte actuellement au moyen de la TVHD.

La demande de services HD provient dans une large mesure de l'augmentation du nombre de foyers équipés d'écrans plats, qui permettent un affichage de qualité HD. Dans l'avenir, on s'attend à ce que tous les services de télévision soient fournis en qualité HD.

Des évolutions au niveau des formats de présentation télévisuelle ont lieu dans trois domaines:

1. la TVHD améliorée (1080p/50 ou 60);
2. la TV3D stéréoscopique;
3. la télévision à ultra haute définition.

Les efforts se concentrent actuellement sur l'élaboration de normes relatives à la production et à l'échange de programmes. La fourniture de services de radiodiffusion basés sur ces systèmes devrait intervenir prochainement. Les évolutions en question sont décrites ci-après.

TVHD améliorée

En principe, la production de TVHD doit être assurée avec le niveau de qualité le plus élevé, afin d'éviter les artefacts et de laisser suffisamment de marge pour que le traitement du signal n'entraîne pas de dégradation de la qualité à la fourniture. Jusqu'à récemment, le niveau de qualité le plus élevé pour la production de TVHD consistait en une résolution horizontale de 1 920 bits et une résolution verticale de 1 080 lignes, avec utilisation d'un balayage progressif (p) et de la moitié de la fréquence image, 25 Hz ou 30 Hz. On parle de 1080p/25 ou de 1080p/30. Après compression, codage et modulation, les services de TVHD sont radiodiffusés respectivement en 1080i/25 (le i signale l'utilisation d'un balayage entrelacé) ou 720p/50, et 1080i/30 ou 720p/60¹⁴. Il convient de signaler que la radiodiffusion en 720p est de 10% à 20% (selon le type de contenus) plus efficace en termes de capacité de transmission que la radiodiffusion en 1080i, tout en offrant une qualité d'image comparable¹⁵. Ces formats sont considérés suffisants pour des tailles d'écran allant jusqu'à 1,3 mètre environ.

Un format de balayage amélioré est à présent disponible: 1080p/50¹⁶ ou 1080p/60. On trouve déjà sur le marché du matériel professionnel et grand public destiné à la production de TVHD dans ce format. De nombreux radiodiffuseurs devraient utiliser le format 1080p/50-60 pour la production et la contribution.

¹⁴ Des informations supplémentaires sont disponibles dans le Rapport technique 005 de l'UER "Information Paper on HDTV Formats" (Genève, février 2010).

¹⁵ Voir la Recommandation R124 de l'UER "Choice of HDTV Compression Algorithm and Bitrate for Acquisition, Production & Distribution" (Genève, décembre 2008).

¹⁶ Des informations supplémentaires sont disponibles dans le Rapport technique 014 de l'UER "What follows HDTV, a status report on 1080p/50 and '4k'" (Genève, juin 2012).

La diffusion au format 1080p/50-60 se situe dans un avenir plus lointain, mais elle est en principe possible dans le cadre des réseaux DTTB existants. Le format de TVHD 1080p/50 ne requiert pas un débit de données plus élevé que le format 1080i/25, et permet d'obtenir une qualité d'image bien meilleure sur grand écran¹⁷. Comparativement au format 720p/50, il nécessiterait un débit de données de 15% à 20% supérieur.

Les grands écrans modernes permettent normalement d'afficher des images au format 1080p/50 ou 1080p/60, mais un nouveau boîtier-décodeur serait nécessaire au décodage du signal. Pour assurer la compatibilité avec les récepteurs existants, une solution possible consiste à utiliser un signal associant les formats 1080p/50-60 et 720p/50-60 ou utilisant le format 1980i/50-60, mais sa mise en oeuvre exigerait 20% à 30% de capacité supplémentaire¹⁸.

Dans la mesure où la fourniture de TVHD au format 1080p/50-60 serait destinée avant tout aux écrans de plus de 1,3 mètre, il semble s'agir, pour le moment, d'un marché de niche. La place qui convient à ce service se situe plutôt dans la "longue traîne" en tant que service à la demande pour les téléspectateurs disposant du boîtier-décodeur ou du téléviseur intégré approprié.

TV3D

La TV3D consiste à afficher des images en les filtrant de sorte qu'elles soient perçues uniquement par l'oeil gauche ou par l'oeil droit. L'effet stéréoscopique peut s'obtenir au moyen de deux méthodes:

1. Près des yeux du téléspectateur, au moyen de dispositifs optiques binoculaires (lunettes 3D).
2. A l'écran, les images étant dirigées vers l'oeil gauche ou l'oeil droit du téléspectateur par la source lumineuse. Cette méthode ne requiert pas le port de lunettes.

Dans la plupart des cas, le port de lunettes 3D est nécessaire pour regarder la TV3D (première méthode). Cependant, il existe également des postes de TV3D fonctionnant au moyen de la seconde méthode. Il n'est pas prévu que la TV3D finisse par remplacer la télévision traditionnelle à deux dimensions; la TV3D sera utilisée pour des programmes spécifiques. Actuellement, seul un nombre limité de radiodiffuseurs fournissent des services de TV3D et, d'ici à 2020, celle-ci ne devrait pas constituer une part essentielle de l'offre de services de la plupart des radiodiffuseurs.

Il convient de noter que la TV3D peut causer une gêne oculaire et des maux de tête chez certains téléspectateurs.

L'UIT-R a récemment approuvé un certain nombre de projets de nouvelle Recommandation relatifs à la TV3D, portant sur les questions suivantes:

- Les spécifications et les critères de qualité de fonctionnement applicables à l'échelle mondiale à la production, l'échange international et la radiodiffusion de la TV3D stéréoscopique, y compris certaines des spécifications qu'il convient d'observer au niveau de la production pour offrir aux téléspectateurs de la TV3D une expérience visuelle confortable et de haute qualité¹⁹.

¹⁷ Voir la Section 3.1.2 du Rapport technique 014 de l'UER "What follows HDTV, a status report on 1080p/50 and '4k'" (Genève; Juin 2012).

¹⁸ Voir la Section 3.1.2 du Rapport technique 014 de l'UER "What follows HDTV, a status report on 1080p/50 and '4k'" (Genève, Juin 2012).

¹⁹ Projet de nouvelle Recommandation UIT-R BT.[3DTV-REQS] "Critères de qualité de fonctionnement pour la production, l'échange international et la radiodiffusion de programmes de TV3D".

- Les systèmes d'images numériques qu'il convient d'utiliser à l'échelle mondiale pour la production et l'échange international de programmes de TV3D stéréoscopique au format 1280 × 720 dans le cadre de la radiodiffusion²⁰.
- Les méthodes d'évaluation des systèmes de TV3D stéréoscopique, y compris des méthodes de test générales, les échelles de notation et les conditions de visionnage²¹.

Les systèmes de TV3D possèdent un certain niveau d'interopérabilité en amont avec les services HD existants, de sorte qu'il est possible de visionner les programmes de TV3D en deux dimensions sur un écran de TVHD.

Comme cela est le cas avec la TVHD au format 1080p/50-60, la fourniture de TV3D semble pour l'instant être un marché de niche. La place qui convient à ce service se situe dans la "longue traîne" en tant que service à la demande pour les téléspectateurs disposant du boîtier-décodeur ou du téléviseur intégré approprié.

TVUHD

La télévision à ultra haute définition (TVUHD) vise à fournir aux téléspectateurs, chez eux ou dans les lieux publics, une expérience de visionnage améliorée au moyen d'un angle de vision allant jusqu'à 100 degrés, alors que dans le cas de la TVHD, cet angle n'excède pas 30 degrés. La TVUHD offre également une meilleure qualité de son et de couleur.

Deux formats d'image ont été spécifiés pour la TVUHD:

- UHDTV1, avec 3840 x 2160 pixels (également appelé système 4k);
- UHDTV2, avec 7689 x 4320 pixels (également appelé système 8k).

La très haute résolution (environ 8 mégapixels au format UHDTV1 et 32 mégapixels au format UHDTV2) offre au téléspectateur une qualité de visionnage impressionnante. En comparaison, la résolution des programmes de TVHD actuels est de 1 à 2 mégapixels. La TVUHD est considérée comme la prochaine grande étape en matière de qualité, et représente une évolution comparable au passage de la TVDN à la TVHD.

Un projet de nouvelle Recommandation a récemment été proposé dans le cadre de l'UIT-R²². Cette Recommandation définit les paramètres des systèmes d'images de TVUHD pour la production et l'échange international de programmes.

Les premières mises en oeuvre de la TVUHD devraient avoir lieu en Chine et au Japon au cours des prochaines années. Durant l'été 2012, la BBC a mené des essais de TVUHD dans le cadre des Jeux Olympiques de Londres, en retransmettant l'événement sur écran géant à Londres, Glasgow et Bradford, ainsi qu'en des lieux publics à Tokyo, Fukushima et Washington, D.C.

La radiodiffusion de TVUHD via les réseaux de télévision numérique de Terre ne devrait pas avoir lieu dans un avenir proche. Les capacités requises (8 mégapixels pour le format UHDTV1) sont telles qu'au moyen de la technologie actuelle (DVB-T2 avec compression MPEG4), un seul service de TVUHD peut être transmis dans le flux de transport. Des systèmes de compression et de transmission plus efficaces sont nécessaires avant que la radiodiffusion de TVUHD à grande échelle ne devienne une réalité.

²⁰ Projet de nouvelle Recommandation UIT-R BT.[3D-VID_2] "Systèmes d'images numériques 1280 × 720 pour la production et l'échange international de programmes de TV3D pour la radiodiffusion".

²¹ Projet de nouvelle Recommandation UIT-R BT.[3DTV SUBMETH] "Méthode d'évaluation subjective des systèmes de TV3D stéréoscopique".

²² Projet de nouvelle Recommandation UIT-R BT.[IMAGE-UHDTV] "Valeurs des paramètres des systèmes de TVUHD pour la production et l'échange international de programmes".

Résumé des évolutions HD

Les évolutions en matière de haute définition sont résumées dans le Tableau 4.1.

Tableau 4.1: Résumé des évolutions HD

Système	Format de production	Résolution de l'image (mégapixels)	Distance de visionnage (relativement à la hauteur de l'image) ²³	Modes de diffusion
TVHD	1920 x 1080	≈ 2	3 fois	Radiodiffusion, y compris DTTB, large bande
UHDTV1	3840 x 160	≈ 8	1,5 fois	Aucun à ce jour, systèmes de compression améliorés nécessaires
UHDTV2	7689 x 4320	≈ 32	0,75 fois	Aucun à ce jour, systèmes de compression améliorés nécessaires

4.3 Amélioration de l'efficacité des systèmes de radiodiffusion télévisuelle

Depuis les premiers pas de la télévision numérique au début des années 90, un certain nombre de normes relatives à la transmission DTTB ont été adoptées. Les systèmes de transmission DTTB se répartissent entre les systèmes de première génération et ceux de deuxième génération, qui sont plus efficaces. La section 4.3.2 décrit l'évolution de ces systèmes.

Les systèmes DTTB permettent d'assurer la réception au moyen d'installations fixes, portables ou mobiles. Certains de ces systèmes sont dotés de caractéristiques spéciales servant à optimiser la réception à l'aide de dispositifs portatifs, comme les smartphones. Il existe aussi des systèmes dédiés à la réception au moyen de dispositifs portatifs. La radiodiffusion à destination de ces dispositifs reçoit parfois le nom de télévision mobile (TVM). La section 4.3.3 décrit les évolutions de la télévision mobile.

Toutes les normes utilisent le système de compression MPEG2 ou son successeur, le système MPEG4, qui est plus efficace. Un système de compression encore plus efficace est en cours d'élaboration. Il s'agit du codage vidéo à haute efficacité (HEVC). La section 4.3.1 décrit les évolutions des systèmes de compression vidéo.

4.3.1 Systèmes de compression

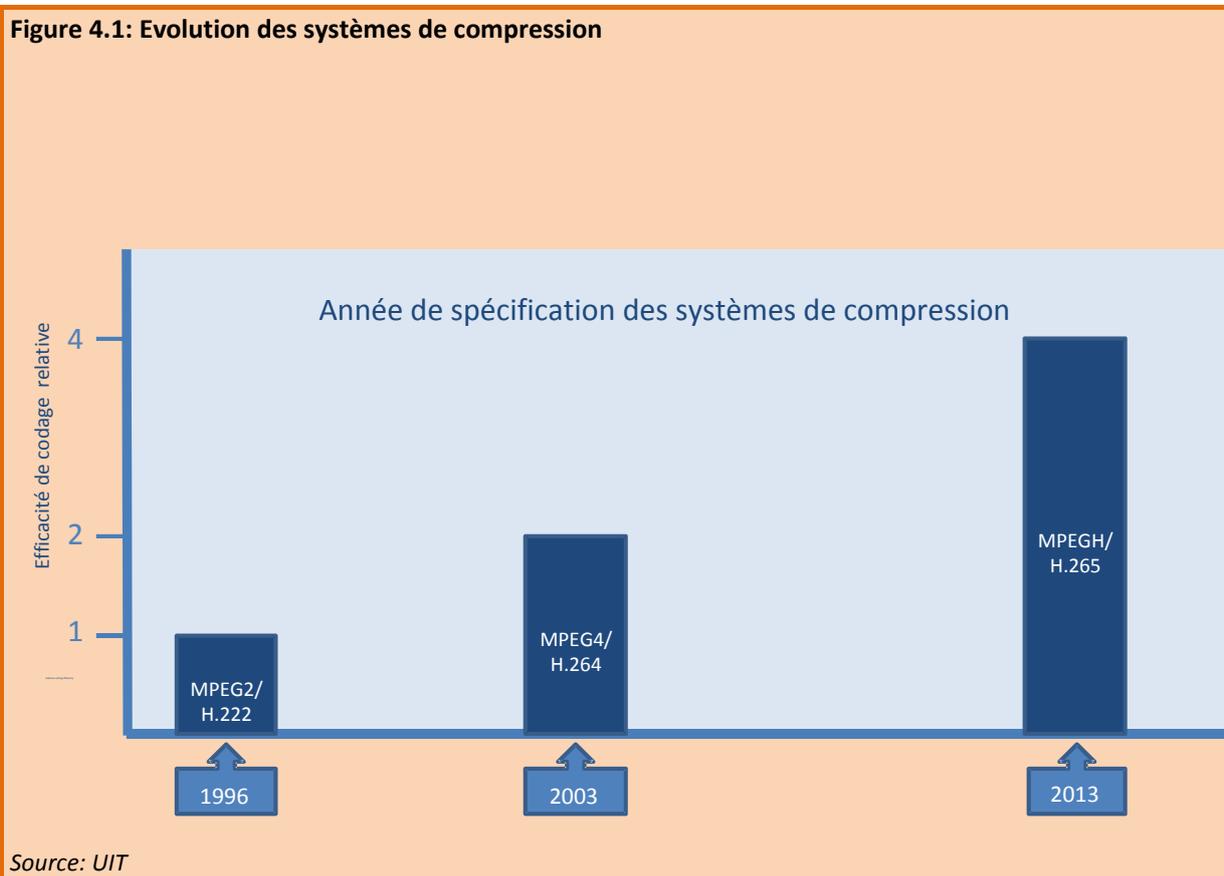
Le système de compression vidéo utilisé lors des premières mises en oeuvre de la DTTB était le système MPEG2, aussi appelé UIT-T H.222. Au MPEG2 a succédé le MPEG4, également connu sous le nom de MPEG-4 AVC, MPEG-4 Partie 10 et UIT-T H.264. Le système MPEG4 a été mis en oeuvre dans de nombreux pays, et l'on considère que cette technologie a atteint le stade final de son développement. Le MPEG4 est environ deux fois plus efficace que le MPEG2.

La normalisation d'une troisième génération de systèmes de compression vidéo est presque terminée. Cette nouvelle norme de compression vidéo, appelée codage vidéo à haute efficacité (HEVC), est élaborée conjointement par le Groupe d'experts de l'ISO/CEI pour les images animées (MPEG) et le Groupe d'experts de l'UIT-T pour le codage vidéo (VCEG). Les deux organismes de normalisation ont également élaboré les normes MPEG2/H.222 et MPEG4/H.264. Cette nouvelle norme de compression vise à améliorer l'efficacité d'un facteur deux par rapport au système MPEG4/H.264.

²³ Recommandation UIT-R BT. 1769 - Valeurs de paramètre pour une hiérarchie étendue de formats d'image LSDI pour la production et l'échange international de programmes. http://web.itu.int/dms_pub/itu-r/rec/bt/R-REC-BT.1769-0-200607-1!!PDF-F.pdf (Appendice 2).

Il est prévu que la nouvelle norme HEVC soit prête en janvier 2013. Elle devrait alors être publiée par l'ISO/CEI sous le nom de MPEG-H et par l'UIT-T sous le nom de H.265. Le lancement des premiers services utilisant le système HEVC/MPEG-H/H.265 pourrait avoir lieu en 2015. La norme HEVC pourrait permettre la radiodiffusion de TVUHD.

Les évolutions des systèmes de compression sont résumées à l'aide de la Figure 4.1, sur laquelle figurent l'année de spécification de ces systèmes et leur efficacité de codage relative par rapport au MPEG2.



Il convient de noter que les systèmes de compression de nouvelle génération ne sont pas rétro-compatibles avec les systèmes de génération précédente. Par conséquent, il est nécessaire de remplacer les boîtiers-décodeurs existants lorsqu'un système de nouvelle génération est introduit. Les récepteurs de télévision intégrés existants devront être munis d'un boîtier-décodeur adapté au nouveau système. En principe, les récepteurs compatibles avec le système amélioré peuvent aussi recevoir les signaux comprimés au moyen de l'ancien système. Une période de transition sera probablement nécessaire afin d'éviter les interruptions de service.

4.3.2 Systèmes DTTB de première et de deuxième génération et au-delà

Les systèmes de radiodiffusion télévisuelle se répartissent entre les systèmes de première et de deuxième génération. Les systèmes de première génération sont décrits dans la Recommandation UIT-R BT.1306²⁴. Ces systèmes se divisent en deux catégories: les systèmes monoporteuse et les systèmes multiporteuse. Tous peuvent être utilisés avec des dispositions de canaux radioélectriques de 6 MHz, 7 MHz et 8 MHz.

Leurs caractéristiques distinctives principales sont les suivantes:

- Les normes monoporteuse fournissent un débit binaire plus élevé pour un rapport C/N donné dans un canal gaussien²⁵.
- Les normes multiporteuse fournissent une robustesse maximale contre les brouillages liés à la propagation par trajets multiples, ce qui est important lorsque la réception a lieu au moyen d'antennes simples, comme c'est le cas dans de nombreux pays. Les normes multiporteuse permettent en outre d'utiliser des réseaux à fréquence unique.

Les systèmes de radiodiffusion télévisuelle de deuxième génération sont décrits dans la Recommandation UIT-R BT.1877²⁶. Ils offrent une plus grande capacité de débit de données par hertz et un meilleur rendement de puissance que les systèmes de première génération. Un système de deuxième génération est actuellement recommandé: le DVB-T2. D'autres systèmes de deuxième génération sont en cours d'élaboration, par exemple l'ATSC 2.0, qui devrait être terminé d'ici à la fin de 2012.

Le Tableau 4.2 fournit un aperçu des normes de première et de deuxième génération recommandées actuellement par l'UIT.

Table 4.2: Systèmes DTTB de première et de deuxième génération

Norme	Recommandation UIT-R	Technologie	Charge utile dans un canal de 8 MHz
ATSC	Rec. BT.1306-6 Système A	Monoporteuse	6,0-27,5 Mbit/s
DVB-T	Rec. BT.1306-6 Système B	Multiporteuse (OFDM)	5,0-31,7 Mbit/s
RNIS-T	Rec. BT.1306-6 Système C	Multiporteuse (OFDM segmentée)	4,9-31,0 Mbit/s
DTMB	Rec. BT.1306-6 Système D	Monoporteuse ou multiporteuse (OFDM)	4,8-32,5 Mbit/s
DVB-T2*	Rec. BT.1877	Multiporteuse (OFDM)	5,4-50,4 Mbit/s

* Norme de deuxième génération.

Des informations sur les rapports de protection relatifs à toutes les normes, y compris les rapports de protection en cas de brouillages causés par une norme à une autre norme, figurent dans la Recommandation UIT-R BT.1368²⁷. Des travaux portant sur l'élaboration d'une nouvelle Recommandation relative aux critères de planification pour les normes DTTB de deuxième génération sont en cours à l'UIT.

²⁴ Recommandation UIT-R BT.1306-6 "Méthodes de correction d'erreur, de mise en trame des données, de modulation et d'émission pour la radiodiffusion télévisuelle numérique de Terre".

²⁵ Un canal gaussien est un mode de propagation dans lequel seul le signal utile, sans signaux retardés, est présent à l'entrée du récepteur, mais où il est tenu compte uniquement du bruit gaussien.

²⁶ Recommandation UIT-R BT.1877 "Méthodes de correction d'erreurs, de mise en trame des données, de modulation et d'émission pour la deuxième génération de systèmes de radiodiffusion télévisuelle numérique de Terre".

²⁷ Recommandation UIT-R BT.1368-9 "Critères de planification, y compris rapports de protection, pour les services de télévision numérique de Terre dans les bandes d'ondes métriques et décimétriques".

Cependant, une description détaillée des caractéristiques techniques des normes et des informations relatives à la planification des fréquences et des réseaux figurent dans un projet de nouveau Rapport²⁸.

Tous les systèmes de première et de deuxième génération sont souples quant à leur application. Le fait de choisir la variante appropriée du système permet de jouer sur la charge utile (débit net de données du multiplex) et la valeur du rapport C/N (qui détermine la puissance de l'émetteur pour une zone de couverture donnée). Comme on le verra dans la section 4.4, il est nécessaire de trouver un compromis entre la puissance d'émission, la capacité du multiplex et la taille de la zone de couverture. Cela vaut à la fois pour les systèmes de première et de deuxième génération. Cependant, les systèmes de deuxième génération offrent des gammes de valeurs beaucoup plus larges.

Pour une puissance d'émission et une zone de couverture données, la charge utile d'une transmission DTTB assurée au moyen d'un système de deuxième génération sera supérieure à celle obtenue en utilisant un système de première génération. Au Royaume-Uni, par exemple, à la suite du remplacement de la norme DVB-T par la norme DVB-T2, la charge utile est passée de 24 Mbit/s à 40 Mbit/s, alors que la puissance d'émission et la zone de couverture sont restées les mêmes.

D'un autre point de vue, pour une puissance d'émission et une charge utile données, la transmission DTTB de deuxième génération permet d'étendre la zone de couverture. L'amélioration de l'efficacité peut également servir à réduire la puissance d'émission tout en conservant la même zone de couverture.

La mise en oeuvre des systèmes de deuxième génération est particulièrement intéressante dans les situations où il est nécessaire de:

- fournir des services de radiodiffusion à un débit de données élevé, par exemple des services de TVHD, mais aussi un grand nombre de services de TVDN en cas de limitation de la quantité de spectre disponible;
- réduire au maximum les puissances d'émission.

En novembre 2011 a eu lieu le lancement de l'initiative sur l'avenir de la télédiffusion (FOBTV)²⁹, qui vise à élaborer, dans le cadre d'une collaboration, une norme mondiale unique pour la radiodiffusion DTTB. Les objectifs de l'initiative FOBTV sont les suivants:

- a. élaborer des modèles d'écosystème futurs pour la radiodiffusion de Terre, en tenant compte des environnements commercial, réglementaire et technique;
- b. définir des spécifications pour les systèmes de radiodiffusion de Terre de prochaine génération;
- c. encourager la collaboration entre les laboratoires s'occupant du développement de la TNT;
- d. recommander les principales technologies qui devront servir de base aux nouvelles normes;
- e. faire appel à des organisations de normalisation compétentes (ATSC, DVB, ARIB, TTA, etc.) pour normaliser les technologies choisies (couches).

Selon les responsables de l'initiative FOBTV, une nouvelle norme pourrait voir le jour d'ici cinq ans.

²⁸ Projet de nouveau Rapport UIT-R BT. [DVBT2PLAN] "Aspects relatifs à la planification des fréquences et des réseaux pour la radiodiffusion DVB-T2" (Voir le Document 6/43 de la Commission d'études 6 de l'UIT-R). Ce rapport fournit des directives sur la planification des fréquences et des réseaux pour la radiodiffusion DVB-T2. Il a été élaboré par les membres de l'UER participant à la planification des réseaux DVB-T2, et vise à faciliter la tâche des opérateurs de réseaux de diffusion en matière de planification et à aider les administrations à déterminer l'ensemble de paramètres le plus approprié parmi les nombreuses possibilités offertes par le système DVB-T2.

²⁹ Future of Broadcast Terrestrial Television Initiative Memorandum of Understanding; voir également: www.fobtv.org

4.3.3 Systèmes de TVM

Les réseaux de télévision mobile (TVM) assurent la fourniture de services de radiodiffusion multimédias à des dispositifs de réception portatifs, au moyen d'une norme dédiée à la TVM, ou d'une norme DTTB dans laquelle une partie de la transmission est réservée à la TVM. Parmi les normes dédiées à la TVM figurent notamment les normes suivantes: DVB-H, DVB-NGH (une version améliorée de DVB-H), DVB-SH, T-DMB, MediaFlo et ATSC-M/H. Les normes DTTB prévoyant la possibilité d'inclure un service mobile dans le multiplex DTTB sont les suivantes:

- ISDB-T, qui permet d'utiliser un segment radioélectrique (sur les 13 que compte le multiplex) avec une modulation et un débit de code renforcés pour les services de TVM;
- DVB-T2, qui permet d'utiliser l'une des PLP avec une modulation et un débit de code renforcés pour les services de TVM. La norme DVB-T2-Lite, qui contient un sous-ensemble des spécifications de la norme DVBT-2 ainsi qu'un certain nombre d'extensions, est destinée à la mise en oeuvre dans les dispositifs de réception portatifs.

La Recommandation UIT-R BT.1833³⁰ décrit les besoins des utilisateurs de systèmes de TVM, ainsi que les caractéristiques de huit de ces systèmes en rapport avec les besoins des utilisateurs. Dans le projet de révision de cette Recommandation est décrit un neuvième système. Dans la Recommandation UIT-R BT.2016³¹, un certain nombre de systèmes sont recommandés pour mettre en oeuvre la radiodiffusion multimédia destinée à la réception mobile au moyen de récepteurs portatifs. La Tableau 4.3 présente un aperçu de ces systèmes.

³⁰ Recommandation UIT-R BT.1833-1 "Diffusion d'applications multimédias et d'applications de données destinées à la réception mobile au moyen de récepteurs portatifs".

³¹ Recommandation UIT-R BT.2016 "Méthodes de correction d'erreur, de mise en trame des données, de modulation et d'émission pour la radiodiffusion multimédia de Terre, pour la réception mobile au moyen de récepteurs portatifs dans les bandes d'ondes métriques/décimétriques".

Tableau 4.3: Systèmes de TVM

Norme	Recommandation UIT-R	Caractéristiques
T-DMB	Rec. BT.1833 Système A Rec. BT.2016 Système A	Services multimédias de Terre basés sur le système T-DAB
AT-DMB	Rec. BT.2016 Système A	Version améliorée du système T-DMB; deux fois plus efficace, rétrocompatible
ATSC-M/H	Rec. BT.1833 Système B	Services multimédias de Terre; version améliorée du système ATCS
RNIS-T 1seg	Rec. BT.1833 Système C	Services multimédias de Terre; partie du multiplex ISDB-T
-	Rec. BT.1833 Système E	Composante de Terre des services multimédias par satellite dans la bande des 2,6 GHz. Système à satellites désigné sous le nom de système E dans la Recommandation UIT-R BO.1130 ³²
RNIS-T	Rec. BT.1833 Système F Rec. BT.2016 Système F	Services multimédias de Terre
DVB-H	Rec. BT.1833 Système H	Services multimédias de Terre; version améliorée du système DVB-T
DVB-SH	Rec. BT.1833 Système I Rec. BT.2016 Système I	Composante de Terre des services multimédias par satellite dans la bande des 2,2 GHz.
MediaFlo	Rec. BT.1833 Système M	Services multimédias de Terre
DVB-T2-lite	Projet de révision de la Rec. BT.1833-1 Système T2	Services multimédias de Terre basés sur le système DVB-T2

Un autre système, non décrit actuellement dans les recommandations de l'UIT, est connu sous le nom de RAVIS (Real Time AudioVisual Information System)³³. Il s'agit d'un système de radiodiffusion numérique de Terre à utiliser dans les bandes de radiodiffusion en ondes métriques I et II avec une largeur de bande de canal de 100 kHz, 200 kHz ou 250 kHz. Ce système, qui a testé en Russie, est destiné à fournir des services audio, vidéo et multimédias pour la réception fixe, mobile et portable.

Les perspectives du marché international de la TVM sont variables. Des services de TVM sont mis en oeuvre avec succès en République de Corée et au Japon, respectivement au moyen des normes T-DMB et ISDB-T 1seg. Cependant, en Europe, des services de TVM utilisant la norme DVB-H, qu'un certain nombre de pays avaient commencé à mettre en oeuvre, ont été arrêtés ou le seront bientôt, en raison d'un faible taux d'adoption. De même, aux Etats-Unis, des transmissions de TVM utilisant la norme Mediaflo ont été arrêtées. Néanmoins, les services multimédias fournis sur les réseaux de communication mobiles (3G et 4G) affichent des chiffres de croissance très élevés (Figure 2.2).

4.4 Augmenter le nombre, la qualité et la couverture des services

Dans de nombreux pays, les objectifs du passage au numérique incluent l'augmentation du nombre de services, l'extension de la couverture et l'amélioration de la qualité d'image, notamment à travers

³² Recommandation UIT-R BO.1130-4 "Systèmes de radiodiffusion numérique par satellite pour récepteurs portatifs, fixes ou placés à bord de véhicules fonctionnant dans les bandes attribuées au service de radiodiffusion (sonore) par satellite dans la gamme de fréquences 1 400-2 700 MHz".

³³ Section 2.8 et Annexe 5 du Rapport UIT-R 2049-5 "Diffusion d'applications multimédias et d'applications de données destinées à la réception mobile".

l'utilisation de la TVHD. Fournir des services plus nombreux et de meilleure qualité au moyen d'une quantité de spectre limitée pose souvent des difficultés.

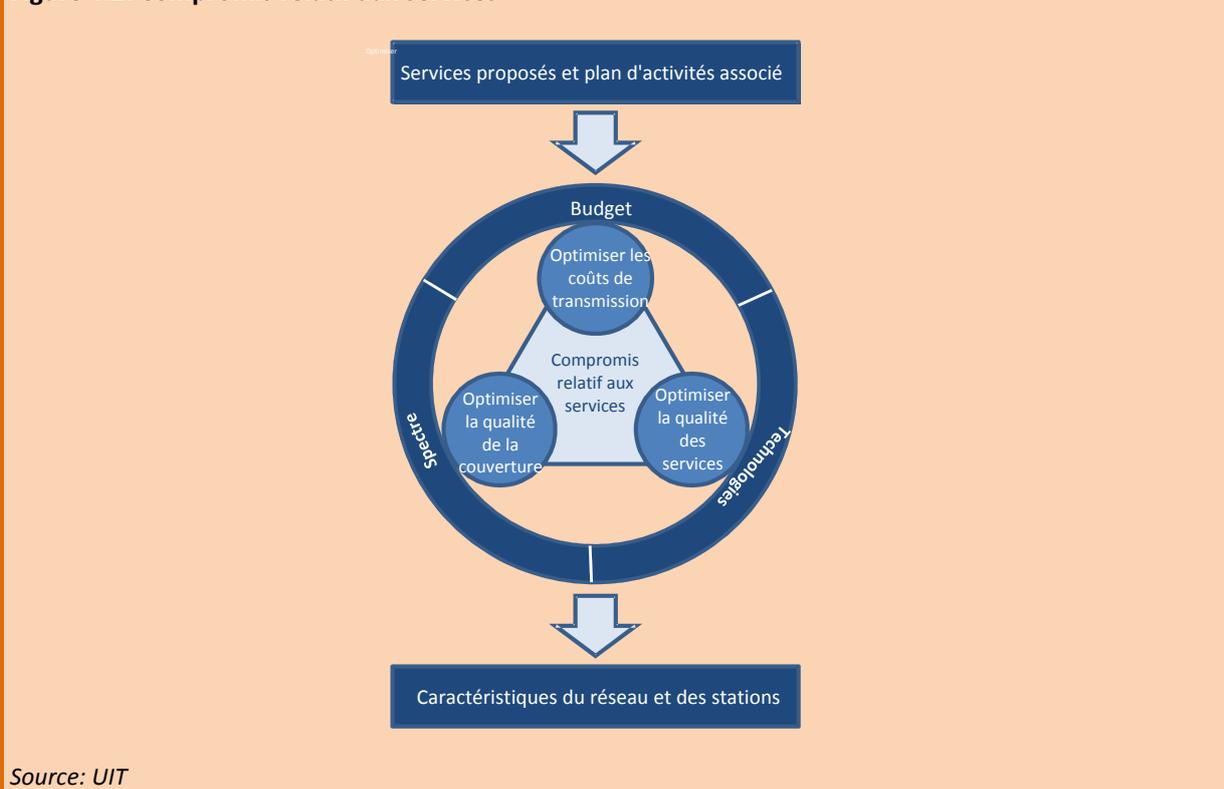
Lors de la planification de réseau, il convient de choisir les caractéristiques du réseau et des stations en se basant sur les services proposés (y compris leur nombre et leur type) et le plan d'activités associé, et en tenant compte des contraintes liées au budget disponible, à la réglementation du spectre et aux technologies utilisées.

Ce choix doit se fonder sur la recherche d'un compromis entre³⁴:

- les coûts de transmission, qui dépendent largement du nombre de stations d'émission et des caractéristiques de rayonnement;
- la qualité de service, le débit net de données du multiplex et le nombre de services dans le multiplex, qui déterminent le débit de données par service et, par conséquent, la qualité d'image et de son;
- la qualité de la couverture, suivant le type de dispositif de réception (fixe, portable, mobile ou portatif) pour lequel est prévu le service et la probabilité de réception requise pour le service.

Ce compromis est illustré dans la Figure 4.2.

Figure 4.2: Compromis relatif aux services



Source: UIT

³⁴ Des informations et des directives concernant la planification de réseau pour la radiodiffusion télévisuelle de Terre figurent dans le Chapitre 4.3 des Lignes directrices de l'UIT pour le passage de la radiodiffusion analogique à la radiodiffusion numérique. www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/hdb/D-HDB-GUIDELINES.01-2010-R1-PDF-E.pdf

Le choix des caractéristiques du réseau et des stations lié au compromis relatif aux services (triangle intérieur dans la Figure 4.2) devra être réexaminé en cas de modification des services proposés ou du plan d'activités associé, ou si les conditions figurant sur l'anneau extérieur de la Figure 4.2 évoluent. Par exemple, si la réglementation du spectre évolue ou si de nouvelles normes technologiques deviennent disponibles, il sera nécessaire d'effectuer un nouveau compromis concernant les services, qui pourra entraîner des modifications du réseau.

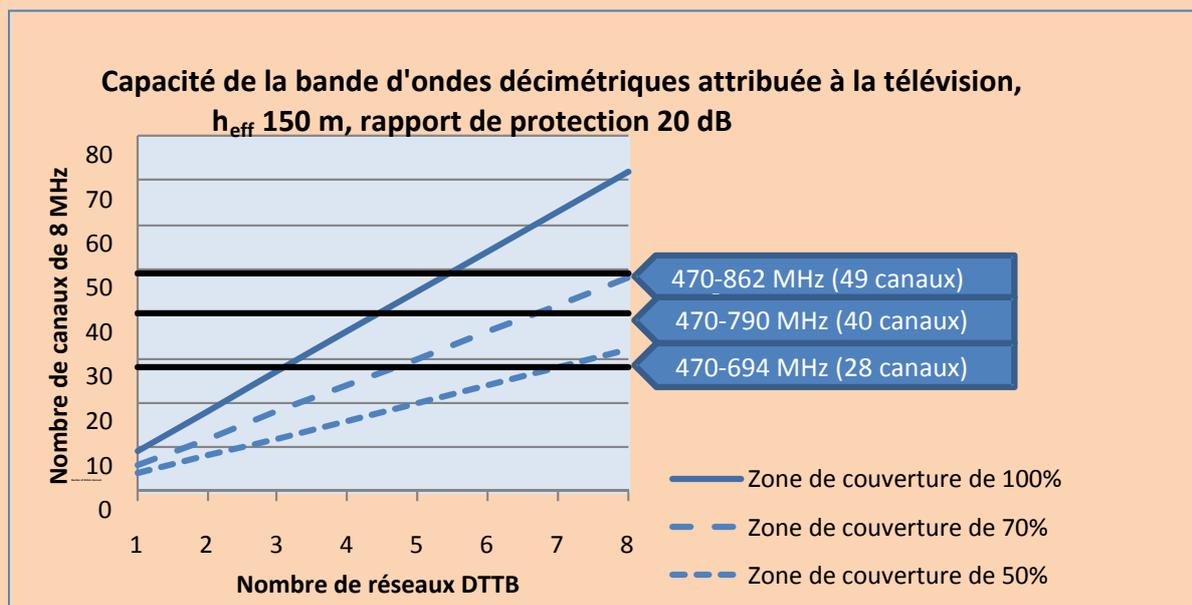
Comme on l'a vu dans la section 2, il a été décidé à la CMR-12 de faire des attributions aux services mobiles (IMT) dans la gamme de fréquences 698-862 MHz, en supplément de la radiodiffusion, dans les trois Régions. Par conséquent, il pourrait se révéler nécessaire, en particulier dans les Régions 1 et 3, de mener des activités de planification des fréquences et de réexaminer les choix liés aux technologies, afin d'assurer le fonctionnement des stations de radiodiffusion télévisuelle existantes et en projet dans une bande de fréquences réduite.

La Figure 4.3 fournit un exemple du nombre de réseaux multifréquences (MFN) à couverture nationale pouvant théoriquement fonctionner dans la bande d'ondes décimétriques attribuée à la télévision avec une largeur de canal de 8 MHz. Dans cet exemple, la hauteur équivalente des antennes d'émission est de 150 mètres. La figure comporte trois courbes: la première correspond à un objectif de couverture géographique complète (100 pour cent), les deux autres à des objectifs de couverture géographique de 70% et 50% respectivement. Ces courbes sont basées sur les résultats d'études théoriques menées dans le cadre de l'UER³⁵.

Si la bande de fréquences passe de 862 MHz à 694 MHz et que le nombre de réseaux et d'émetteurs reste inchangé, la couverture diminue considérablement (de 100% à moins de 70% dans l'exemple de la Figure 4.3). Il est possible de compenser la réduction de la bande de fréquences en diminuant le nombre de réseaux et en utilisant des systèmes de compression et de transmission plus efficaces. Dans l'exemple de la Figure 4.3, le niveau de couverture est maintenu si le nombre de réseaux passe de 5 à 3 dans le cas d'un objectif de couverture de 100%, et de 8 à 5 dans le cas d'un objectif de couverture de 70%, soit une diminution du nombre de réseaux d'environ 40%. Dans l'exemple précédent, l'utilisation d'un système de transmission DTTB de deuxième génération permettrait de faire passer la charge utile d'un multiplex de 24 Mbit/s à 40 Mbit/s, soit une augmentation de plus de 40%. La baisse de la capacité de largeur de bande aurait ainsi été compensée sans modification du niveau de couverture.

³⁵ UER - Rapport BPN 038 du groupe ad hoc B/CAI-FM24 aux groupes B/MDT et FM PT24 sur les besoins de spectre pour la mise en œuvre de la radiodiffusion DVB-T (mars 2001).

Figure 4.3: Nombre de réseaux MFN pouvant assurer une couverture nationale pour des hauteurs équivalentes d'antenne de 150 m (d'après le Rapport BPN 038 de l'UER)



Source: UIT

Les estimations de la Figure 4.3 donnent une indication de la capacité de la bande d'ondes décimétriques attribuée à la télévision sous différentes hypothèses, sur la base de calculs théoriques portant sur les réseaux MFN associés à des hauteurs équivalentes d'antenne de 150 m. En pratique, cette capacité peut être différente. En outre, si l'on se fie aux résultats des études de l'UER, l'utilisation du spectre est en général plus efficace (capacité de largeur de bande plus élevée) si l'on se sert :

1. de zones de couverture étendues (grandes hauteurs d'antenne pour les réseaux MFN, grande superficie pour les réseaux SFN) plutôt que restreintes;
2. d'une réception fixe (antennes directives en haut des toits) plutôt que portable;
3. de réseaux SFN plutôt que de réseaux MFN.

Une augmentation supplémentaire de la capacité de spectre est nécessaire lors de l'introduction de la TVHD. Il est souvent indiqué qu'un bouquet de 20 à 30 services est nécessaire pour rendre une offre de radiodiffusion DTTB attractive. Dans certains pays, le nombre de services requis est plus important, en particulier dans les grandes villes. Par exemple, la transmission de 30 services de TVHD en utilisant la compression MPEG-4 et la transmission DVB-T2 pourrait nécessiter six émetteurs par site. Au vu des exemples précédents, il est clair que pour préparer au mieux l'avenir de la haute définition, il convient de choisir la norme de transmission et les principes d'architecture de réseau les plus efficaces en termes de spectre.

La mise en place d'une architecture de réseau et d'un système de transmission (de deuxième génération) différents aura des incidences pour le téléspectateur, car il sera peut-être nécessaire d'adapter l'installation de l'antenne et d'acheter et d'installer un nouveau boîtier-décodeur. Il est possible que l'on doive observer une deuxième période de transition (après la première période de transition au moment du passage de la télévision analogique à la télévision numérique), au cours de laquelle il conviendra de prendre les mêmes mesures que lors de la première, notamment :

- radiodiffusion simultanée dans le nouveau et dans l'ancien système;
- réaménagement des sites d'émission;
- campagnes de communication auprès du public.

5 Technologies de radiodiffusion sonore

5.1 Généralités

Un certain nombre de systèmes de radiodiffusion DTAB ont été définis pour différentes bandes de fréquences et différentes capacités de transmission. Certains systèmes sont utilisables conjointement avec un système analogique sur le même canal, d'autres fonctionnent uniquement en mode numérique. Le choix d'un système dépend dans une très large mesure des spécifications de service et des bandes de fréquences disponibles. Il est envisageable que plus d'un système soit exploité dans le même pays. Par conséquent, il est essentiel de disposer de récepteurs multinormes pour assurer le développement de la radiodiffusion audionumérique.

La section 5.2 fournit un aperçu des systèmes de radiodiffusion audionumérique, tandis que la section 5.3 traite de l'application de ces systèmes.

5.2 Systèmes de radiodiffusion audionumérique

Les systèmes de radiodiffusion DTAB sont classés par gamme de fréquences. Les systèmes recommandés pour une utilisation entre 30 MHz et 3 000 MHz sont décrits dans la Recommandation UIT-R BS.1114³⁶, ceux recommandés pour une utilisation en dessous de 30 MHz dans la Recommandation UIT-R BS.1514-2³⁷.

Le Tableau 5.1 fournit un aperçu des normes recommandées actuellement par l'UIT.

Tableau 5.1: Systèmes de radiodiffusion audionumérique dans les bandes d'ondes métriques et décimétriques

Norme	Recommandation UIT-R	Compression audio	Technologie de transmission	Largeur de bande RF	Gamme de fréquences	Note
DAB	Rec. BS.1114-7; Système A	MPEG Couche II	Multiporteuse (OFDM)	1,5 MHz	Bande III 1,5 GHz	
DAB+	Rec. BS.1114-7; Système A	HE-AAC	Multiporteuse (OFDM)	1,5 MHz	Bande III 1,5 GHz	
RNIS-TSB	Rec. BS.1114-7; Système F	MPEG Couche II Dolby AC-3 et HE-AAC	Multiporteuse (OFDM segmentée)	0,5 MHz ou 1,5 MHz	Bande III 2,6 GHz	1
IBOC	Rec. BS.1114-7; Système C	HD-codec	Multiporteuse (OFDM)	400 kHz	Bande II	2
IBOC	Rec. BS.1514-2	HE-AAC	Multiporteuse (OFDM)	20 kHz ou 30 kHz	MF	2
DRM30	Rec. BS.1514-2	HE-AAC	Multiporteuse (OFDM)	9 kHz ou 10 kHz et multiples	Bandes LF/MF/HF	3
DRM+	Rec. BS.1114-7 Système G	HE-AAC	Multiporteuse (OFDM)	100 kHz	Bande I Bande II Bande III	3

³⁶ Recommandation UIT-R BS.1114-7 "Systèmes de radiodiffusion audionumérique de Terre à destination de récepteurs fixes, portatifs ou placés à bord de véhicules fonctionnant dans la gamme de fréquences 30-3 000 MHz".

³⁷ Recommandation UIT-R BS.1514-2 "Système pour la radiodiffusion audionumérique dans les bandes attribuées à la radiodiffusion au-dessous de 30 MHz".

Notes du Tableau:

1. La norme ISDB-TSB s'utilise soit comme transmission unique avec une largeur de bande de 0,5 MHz ou 1,5 MHz environ, soit comme partie d'une transmission ISDB-T par canaux complète dans un canal de 6 MHz, 7 MHz ou 8 MHz.
2. La norme IBOC s'utilise conjointement avec un signal analogique dans le même canal ou uniquement en mode OFDM; dans les bandes d'ondes kilométriques et hectométriques, la largeur de bande est de 30 kHz en mode hybride AM-OFDM et de 20 kHz en mode OFDM seul.
3. Les normes DRM30 et DRM+ s'utilisent conjointement avec un signal analogique dans le même canal, ou uniquement en mode OFDM.

Le système de compression audio MPEG4 HE-AAC (version 2) (High Efficiency - Advanced Audio Coding), normalisé en 2006, ainsi que d'autres techniques de codage, telle que la répétition de la bande spectrale (SBR), ont permis d'accomplir des progrès considérables en matière de codage audio. Selon les indications du consortium WorldDMB, la norme DAB+ (qui utilise le codage HE-AAC et la répétition SBR) permet d'assurer une bonne qualité sonore avec un débit de 40 kbit/s, alors que la norme DAB (qui utilise la compression audio MPEG couche II) nécessite un débit de 128 kbit/s³⁸. Par exemple, là où un multiplex DAB ne pourrait contenir que neuf services à 128 kbit/s, un multiplex DAB+ pourrait en accueillir 28 à 40 kbit/s et un à 32 kbit/s. A l'avenir, les pays introduisant la radiodiffusion audionumérique devraient mettre en oeuvre la norme DAB+ avec le codage HE-AACv2 qui, à terme, sera utilisé pour toutes les transmissions DAB. Toutefois, il n'est pas compatible avec la compression MPEG couche II, et de nouveaux récepteurs seront nécessaires en cas de passage au codage HE-AACv2. Par conséquent, il faudra peut-être observer une période de transition (coûteuse, notamment en termes de fréquences) au cours de laquelle seront assurées à la fois la radiodiffusion DAB et la radiodiffusion DAB+.

Il convient de noter qu'en pratique, la mise en oeuvre de systèmes de radiodiffusion audionumérique n'a pas lieu dans toutes les gammes de fréquences figurant dans le Tableau 5.1, et que l'UIT ne recommande pas de paramètres de planification pour toutes les combinaisons possibles d'un système et d'une bande de fréquences. Des informations relatives aux paramètres de planification, y compris les rapports de protection et les valeurs de champ minimales, figurent dans la Recommandation UIT-R BS.1615³⁹ pour les fréquences inférieures à 30 MHz et dans la Recommandation UIT-R BS.1660⁴⁰ pour la bande d'ondes métriques.

Le Tableau 5.2 indique pour quelles combinaisons d'un système et d'une bande de fréquences des paramètres de planification sont donnés dans ces recommandations. Les cases blanches signalent que, d'après les Recommandations UIT-R BS.1114-7 et BS.1514-2, l'utilisation du système concerné dans la bande de fréquences correspondante n'est pas recommandée (voir le Tableau 5.1). La présence du signe "-" dans une case signifie que, même s'il est recommandé d'utiliser le système concerné dans la bande de fréquences correspondante, il n'est pas décrit de paramètres de planification relatifs à cette utilisation dans les Recommandations UIT-R BS.1615 ou BS.1660.

³⁸ WorldDMB report DAB+ "The additional audio coding in DAB" (mars 2008).

³⁹ Recommandation UIT-R BS.1615-1 "Paramètres de planification pour la radiodiffusion sonore numérique aux fréquences inférieures à 30 MHz".

⁴⁰ Recommandation UIT-R BS.1660-5 "Bases techniques de la planification de la radiodiffusion sonore numérique de Terre dans la bande des ondes métriques".

Tableau 5.2: Systèmes et bandes de fréquences pour lesquels sont recommandés des paramètres de planification

Système	LF	MF	HF	VHF (Bande I)	VHF (Bande II)	VHF (Bande III)	UHF Gamme des 1,5 GHz	UHF Gamme des 2,6 GHz
DAB (+)						BS.1660-5	-	
RNIS-TSB					BS.1660-5	BS.1660-5		-
IBOC		BS.1615-1			-			
DRM30	BS.1615-1	BS.1615-1	BT.1615-1					
DRM+				BS.1660-5	BS.1660-5	BS.1660-5		

Le Tableau 5.3 donne un aperçu des accords de l'UIT dans les bandes de fréquences des Tableaux 5.1 et 5.2, et indique si les systèmes associés à ces bandes sont autorisés aux termes des accords concernés.

Tableau 5.3: Applicabilité des systèmes de radiodiffusion numérique dans le cadre des accords de l'UIT

Bande de fréquences	Accord	Zone	Applicabilité des systèmes numériques dans le cadre des accords actuels	Note
LF/MF	GE75	Régions 1 et 3	<ul style="list-style-type: none"> Le système DRM30 est autorisé avec une largeur de bande nominale de 9 kHz, à condition que le rayonnement soit réduit d'au moins 7 dB dans toutes les directions par rapport au rayonnement de l'assignation de fréquence modulée en amplitude figurant dans le Plan; Le système IBOC n'est pas autorisé sans révision de l'Accord. 	1
MF	RJ81	Région 2	<ul style="list-style-type: none"> Le système DRM30 n'est pas autorisé sans révision de l'Accord; Le système IBOC n'est pas autorisé sans révision de l'Accord. 	1
MF (1605 – 1705 kHz)	RJ88	Région 2	<ul style="list-style-type: none"> Le système DRM30 est autorisé avec une largeur de bande nominale de 10 kHz si les conditions du numéro 3.2 de l'Annexe 2 de l'Accord RJ88 sont satisfaites; Le système IBOC n'est pas autorisé sans révision de l'Accord. 	1
HF	Article 12 du RR	Toutes les Régions	<ul style="list-style-type: none"> Autorisé dans les conditions de la Résolution 517 du RR (Rév.CMR-07). 	2
Bande I	CRR-06-Rév ST61	Zone européenne de radiodiffusion	<ul style="list-style-type: none"> Le système DRM+ n'est pas autorisé sans révision de l'Accord, aux termes duquel seule la télévision analogique est autorisée. 	
Bande I	CRR-06-Rév GE89	Zone africaine de radiodiffusion	<ul style="list-style-type: none"> Le système DRM+ n'est pas autorisé sans révision de l'Accord, aux termes duquel seule la télévision analogique est autorisée. 	

Bande de fréquences	Accord	Zone	Applicabilité des systèmes numériques dans le cadre des accords actuels	Note
Bande II	GE84	Région 1 et partie de la Région 3	<ul style="list-style-type: none"> Le système DRM+ est autorisé à condition qu'il ne cause pas davantage de brouillages et ne nécessite pas de protection plus importante (section 3.1 du Chapitre 3 de l'Annexe 2 de l'Accord GE84); Le système ISDB-TSB n'est pas autorisé; la disposition des canaux n'en permet pas la mise en oeuvre; Le système IBOC n'est pas autorisé; la disposition des canaux n'en permet pas la mise en oeuvre. 	3
Bande III	GE06	Parties des Régions 1 et 3	<ul style="list-style-type: none"> Les systèmes DAB et DAB+ sont autorisés dans le cadre des assignations ou des allotissements de radiodiffusion T-DAB; Le système ISDB-TSB (en mode plein canal) est autorisé sous réserve que les conditions de l'Article 5.1.3 de l'Accord GE06 soient satisfaites. Le système DRM+ est autorisé sous réserve que les conditions de l'Article 5.1.3 de l'Accord GE06 soient satisfaites. 	
Gamme des 1,5 GHz	Pas de plan de l'UIT	-	-	4
Gamme des 2,6 GHz	Pas de plan de l'UIT	-	-	

Notes du Tableau:

1. Voir la Lettre circulaire CCRR/20 du 6 septembre 2002 et la section 5.1 du Rapport UIT-R BS.2144⁴¹.
2. Dans le numéro 5.134 du Règlement des radiocommunications, les administrations sont encouragées à utiliser un certain nombre de bandes de radiodiffusion pour faciliter la mise en oeuvre d'émissions à modulation numérique conformément aux dispositions de la Résolution 517 (Rév. CMR-07).
3. Le Comité des communications électroniques (ECC) de la CEPT note qu'il convient peut-être d'élaborer des Règles de procédure relatives à l'Accord GE-84, afin de prendre en considération les paramètres des systèmes numériques⁴².
4. Le Maastricht Special Agreement de 2002 révisé à Constanța en 2007 (MA02revCO07), fixe les dispositions spéciales régionales au sein de la CEPT pour l'introduction de la radiodiffusion audionumérique et de la radiodiffusion multimédia mobile dans la gamme de fréquences 1452-1479,5 MHz.

⁴¹ Rapport UIT-R BS.2144 "Paramètres de planification et couverture pour la radiodiffusion DRM (Digital Radio Mondiale) aux fréquences inférieures à 30 MHz".

⁴² Section 7.2.4 du Rapport 177 de l'ECC "Possibilities for Future Terrestrial Delivery of Audio Broadcasting Services" (avril 2012).

5.3 Application des systèmes de radiodiffusion audionumérique

Le choix d'un système de radiodiffusion audionumérique dépendra des paramètres suivants:

- les besoins du marché;
- les bandes de fréquences disponibles (comprises approximativement entre 150 kHz et 2,6 GHz);
- la capacité du système;
- les caractéristiques de propagation de la bande de fréquences;
- le prix et la disponibilité des récepteurs.

Par exemple, dans certains pays, la radiodiffusion audionumérique à l'aide de la norme DRM30 dans les bandes d'ondes kilométriques et hectométriques est la seule solution viable pour desservir de vastes régions à faible densité de population. D'autres pays privilégient l'utilisation d'une partie de la bande 174-230 MHz (Bande III), une fois effectué l'arrêt de la télévision analogique dans cette bande, pour assurer la couverture de grandes ou de petites zones au moyen de la norme DAB ou DAB+, en offrant un bouquet de services très nombreux et de haute qualité technique. En principe, la gamme de fréquences 47-68 MHz (Bande I) pourrait également être utilisée afin d'assurer la radiodiffusion audionumérique, au moyen de la norme DRM+⁴³, mais cette solution ne fait l'objet d'aucun cadre réglementaire et n'est pas mise en oeuvre dans la pratique.

Les bandes d'ondes décimétriques servent principalement à la radiodiffusion internationale au moyen de la propagation ionosphérique. La bande des 26 MHz est peu utilisée pour la radiodiffusion internationale, et pourrait l'être avec la norme DRM30 pour assurer la radiodiffusion locale au moyen de la propagation troposphérique⁴⁴, mais cette solution n'est pas mise en oeuvre dans la pratique.

Dans de nombreux pays, la partie inférieure de la bande d'ondes métriques (Bande II) est utilisée de manière intensive pour les transmissions en modulation de fréquence (FM). Dans certaines zones, les limites de capacité de cette bande sont presque atteintes. En pareil cas, il est impossible d'introduire la radiodiffusion numérique dans cette bande (avec les normes DRM+ ou IBOC, par exemple) sans nuire au bon fonctionnement des services existants, et l'on préfère souvent utiliser la partie supérieure de la bande d'ondes métriques (Bande III) pour la radiodiffusion audionumérique.

Les systèmes DRM+ et IBOC offrent tous deux la possibilité de transmettre un signal analogique et un signal numérique dans le même canal. Il convient de veiller à préserver la qualité et la couverture du signal FM⁴⁵ existant. Il est à noter que la disposition des canaux dans une bande de fréquences n'est pas toujours la même dans toutes les régions. Par conséquent, il est possible que les systèmes conçus pour une largeur de bande et une disposition des canaux spécifiques ne puissent être utilisés avec succès dans les pays où la disposition des canaux est différente, pour cause de brouillages inacceptables dans les canaux adjacents.

En Europe, il était prévu au départ d'utiliser la Bande II pour la radiodiffusion audionumérique après l'arrêt des transmissions FM. Rien n'indique cependant que les transmissions FM cesseront dans cette bande à court ou moyen terme. Toutefois, l'utilisation de la norme DAB dans la Bande II est une solution possible sur le long terme.

⁴³ Rapport UIT-R BS.2208 "Possibilité d'utilisation de la bande d'ondes métriques pour les services de radiodiffusion audionumérique".

⁴⁴ Projet de nouveau Rapport UIT-R BS.[DRM26local] "Système Digital Radio Mondiale (DRM) dans la bande des 26 MHz (25 670-26 100 kHz)".

⁴⁵ Voir également la Section 4.8 du Rapport UIT-R BS.2144 "Paramètres de planification et couverture pour la radiodiffusion DRM (Digital Radio Mondiale) aux fréquences inférieures à 30 MHz".

La radiodiffusion audionumérique dans les bandes d'ondes décimétriques supérieures (1,5 GHz avec le système DAB et 2,6 GHz avec le système ISDB-TSB) est également envisageable. En Europe, un plan de fréquences a été approuvé en vue d'utiliser la norme DAB dans la gamme des 1,5 GHz⁴⁶, mais la mise en oeuvre de ce système dans cette bande reste très limitée. C'est pourquoi la CEPT examine actuellement l'utilisation de la gamme des 1,5 GHz en Europe.

Les systèmes destinés à une utilisation dans les bandes de fréquences inférieures (le système DRM, par exemple) ont une capacité plus faible que ceux prévus pour fonctionner dans les bandes de fréquences supérieures (le système DAB, par exemple). Les systèmes de faible capacité sont parfois les plus attractifs pour certains radiodiffuseurs, notamment ceux qui assurent la fourniture d'un nombre limité de services au niveau local, ou ceux qui ne souhaitent pas utiliser un multiplex en partage avec un grand nombre d'autres radiodiffuseurs, en raison de besoins (ou d'obligations) de couverture différents.

6 Conclusions

Deux grandes évolutions détermineront les tendances de la radiodiffusion sonore et télévisuelle au cours des prochaines années:

1. L'expansion rapide des réseaux de données de grande capacité, qui permet aux consommateurs d'avoir accès à l'Internet large bande. L'Internet sera de plus en plus utilisé pour fournir des contenus audiovisuels, y compris dans le cadre de la radiodiffusion.
2. L'évolution constante des technologies de radiodiffusion numérique, qui se traduit par une augmentation considérable des capacités de largeur de bande de transmission, et permet la fourniture d'un plus grand nombre de services ainsi qu'une amélioration de la qualité d'image et de la couverture.

Un résumé des conclusions et des principales tendances à l'horizon 2020 est donné ci-après.

La radiodiffusion à l'horizon 2020

- a) Dans toutes les régions, de nombreux pays auront achevé le passage au numérique pour les services de télévision, ou se trouveront à un stade avancé du processus.
- b) Le nombre de services de radiodiffusion audionumérique, en particulier ceux fournis sur l'Internet, augmentera.
- c) Pour des raisons financières, la fermeture de stations analogiques fonctionnant dans les ondes kilométriques, hectométriques et décamétriques se poursuivra dans les cas où la radiodiffusion en modulation de fréquence (FM), la radiodiffusion audionumérique ou l'Internet permettent d'assurer la même couverture.
- d) La radiodiffusion FM restera un mode de diffusion important pour la radiodiffusion sonore. En général, la fermeture des stations FM se situe dans un avenir lointain, mais quelques pays auront abandonné la radio analogique.
- e) Les réseaux mobiles fourniront en moyenne un débit de données de plus de 3 Mbit/s (suffisant pour assurer une bonne qualité d'image sur des écrans moyennement grands) et la vidéo mobile représentera plus de 70% du trafic total de données mobiles. Les réseaux mobiles, ainsi que l'accès à l'Internet large bande fixe, faciliteront la fourniture de services multimédias et de radiodiffusion sur l'Internet à une grande partie de la population.

⁴⁶ Maastricht Special Arrangement (2002) révisé à Constanța en 2007 (MA02revCO07).

Concepts liés aux services

- a) La généralisation de l'accès à l'Internet large bande (mobile et fixe, y compris les extensions des réseaux WLAN) aura de profondes conséquences sur les services de radiodiffusion:
 - d'une part, il s'agit d'un mode de distribution compétitif vis-à-vis des réseaux de Terre, des réseaux câblés et des réseaux à satellite pour fournir des services de radio et de télévision;
 - d'autre part, il s'agit d'un mode de distribution approprié en vue d'offrir des services de radio et de télévision de qualité améliorée.
- b) Des services de télévision interactifs seront assurés à l'aide de solutions hybrides radiodiffusion-large bande (HBB), soit par l'affichage des informations utiles sur l'écran de télévision principal et l'utilisation de la télécommande du poste de télévision pour faire fonctionner le service, soit par le recours à un écran secondaire (p. ex. tablette ou smartphone).
- c) L'importance relative de la radiodiffusion et de la diffusion large bande sera différente d'un pays à l'autre selon les conditions du marché et la situation réglementaire. Elle pourrait également ne pas être la même pour la radiodiffusion sonore et les services de télévision. Dans tous les cas, la demande de services HBB, qui assurent à la fois la fourniture de programmes linéaires à l'intention du grand public et de services personnalisés, sera très élevée.
- d) S'il n'est pas prévu que le large bande prenne la place de la radiodiffusion comme mode de diffusion principal pour la fourniture de services de radiodiffusion linéaire au grand public, ce scénario ne peut pas être exclu sur certains marchés sur le très long terme.

Evolution de la radiodiffusion sonore

- a) De nombreux pays introduiront la radiodiffusion audionumérique pour la couverture nationale et régionale dans certaines parties de la bande de fréquences 174-230 MHz (Bande III), lorsque celle-ci ne sera plus utilisée pour la télévision analogique. Les pays bénéficiant d'assignations ou d'allotissements DAB en vertu de l'Accord de Genève de 2006 s'en serviront comme base.
- b) En outre, dans de nombreux pays, des stations de radiodiffusion audionumérique seront mises en service dans les bandes d'ondes kilométriques, hectométriques et décamétriques, afin de satisfaire les besoins spécifiques du marché, tels que la couverture des zones faiblement peuplées, la radiodiffusion internationale et la radiodiffusion locale.
- c) Afin de répondre aux différents besoins du marché, il est possible que plus d'un système de radiodiffusion audionumérique soit exploité au sein d'un même pays, dans des bandes de fréquences différentes ou dans la même bande de fréquences. Il est donc important de disposer de récepteurs multinormes et multibandes afin d'assurer le développement de la radiodiffusion audionumérique.
- d) L'utilisation de méthodes de codage à la source à haute efficacité (p. ex. le système DAB+) deviendra de plus en plus courante dans la mise en oeuvre des services de radiodiffusion audionumérique. A terme, toutes les transmissions utilisant un codage à la source de moindre efficacité seront remplacées.

Evolution de la radiodiffusion télévisuelle

- a) Tous les services de télévision seront fournis en qualité HD dans un nombre croissant de pays.
- b) La taille des écrans augmentera, et pour ceux de grande taille (> 1,3 mètre), le format de présentation 1080p/50 ou 60 sera mis en oeuvre sur certains réseaux DTTB;
- c) La TVUHD sera mise en oeuvre dans certains pays avec des systèmes de compression évolués. Sa mise en oeuvre sur les réseaux DTTB n'est pas prévue.

- d) Un nouveau système de compression deux fois plus efficace, appelé HEVC/MPEG-H/H.265, sera disponible. L'efficacité de codage de ce système sera deux fois plus grande que celle du MPEG4. Dans un premier temps, il pourra être utilisé avec les services de TVUHD, et sera probablement aussi inclus dans les spécifications des normes DTTB.
- e) Les systèmes de transmission de deuxième génération seront mis en oeuvre dans un nombre croissant de pays, ce qui permettra de doter les réseaux DTTB d'une capacité suffisante pour:
 - proposer une offre de services de TVHD attractive;
 - compenser la diminution de la largeur de bande attribuée à la télévision en ondes métriques à la suite de l'introduction des services IMT.
- f) Une norme mondiale unique de nouvelle génération visant à assurer la compatibilité des normes DTTB à l'échelle mondiale, connue sous le nom de FOBTV, est en cours d'élaboration.
- g) Les perspectives du marché de la TVM sont variables. Il existe de nombreux systèmes, qui sont soit dédiés à la TVM, soit inclus dans un système de transmission DTTB. En outre, la fourniture de services multimédias au moyen des réseaux de communication mobile (3G et 4G) affiche des chiffres de croissance très élevés.
- h) Un plus grand nombre de services, offrant une meilleure qualité d'image (y compris la TVHD) et de réception seront mis en oeuvre sur la plate-forme de Terre. Dans les pays où la bande d'ondes décimétriques attribuée à la télévision sera limitée à 694 MHz, les mesures suivantes pourraient être mises en place:
 - révision en profondeur de la planification des fréquences afin d'assurer la transmission des services dans une bande de fréquences réduite;
 - application de normes de transmission de deuxième génération;
 - réaménagement des stations d'émission;
 - mise en place d'une période de transition afin de permettre aux téléspectateurs de se doter de nouveaux récepteurs;
 - campagnes de communication visant à informer le public des changements à effectuer au niveau des installations de réception.

Annexe

Glossaire des abréviations

1080i/25 ou 30	TVHD avec 1080 lignes verticales, balayage entrelacé et 25 ou 30 trames par seconde
1080p/25 ou 30	TVHD avec 1080 lignes verticales, balayage progressif et 25 ou 30 trames par seconde
1080p/50 ou 60	TVHD avec 1080 lignes verticales, balayage progressif et 25 ou 30 trames par seconde
2D	Bidimensionnel
3G	Réseaux de communication mobile de troisième génération
4G	Réseaux de communication mobile de quatrième génération
720p/50 ou 60	TVHD avec 720 lignes verticales, balayage progressif et 50 ou 60 trames par seconde
AC-3	Codec audio dolby digital
ADSL	Ligne d'abonné numérique asymétrique
AM	Modulation d'amplitude
ARIB	Association des entreprises et industries radioélectriques (Japon)
AT-DMB	Radiodiffusion multimédia numérique de Terre évoluée (norme de TVM)
ATSC	Comité de systèmes de télévision évolués (norme de radiodiffusion DTTB)
ATSC-M/H	Comité de systèmes de télévision évolués - Mobile/Portatif (norme de TVM)
AVC	Codage vidéo évolué
BBC	British Broadcasting Corporation
BC	Radiodiffusion
BML	Langage de balisage pour la radiodiffusion (norme intergicielle)
C/N	Rapport porteuse/bruit
CA	Accès conditionnel
CEPT	Conférence européenne des administrations des postes et des télécommunications
CMR-07	Conférence mondiale des radiocommunications de 2007
CMR-12	Conférence mondiale des radiocommunications de 2012
CMR-15	Conférence mondiale des radiocommunications de 2015
CRR-06-Rév GE89	Conférence régionale des radiocommunications de 2006 pour la révision de l'Accord de Genève de 1989 (Plan pour la télévision analogique dans la Bande I dans la Zone africaine de radiodiffusion)
CRR-06-Rév ST61	Conférence régionale des radiocommunications de 2006 pour la révision de l'Accord de Stockholm de 1961 (Plan pour la télévision analogique dans la Bande I dans la Zone européenne de radiodiffusion)
DAB	Radiodiffusion audionumérique (norme de radiodiffusion audionumérique)
DAB+	Radiodiffusion audionumérique, système amélioré (norme de radiodiffusion audionumérique)
dB	Décibel

DNS	Service de nom de domaine
DRM	Digital Radio Mondial
DRM+	Digital Radio Mondiale pour utilisation dans la bande d'ondes métriques (norme de radiodiffusion audionumérique)
DRM30	Digital Radio Mondiale pour utilisation à des fréquences inférieures à 30 MHz (norme de radiodiffusion audionumérique)
DSO	Passage au numérique
DTMB	Radiodiffusion multimédia numérique de Terre (norme de radiodiffusion DTTB)
DTTB	Radiodiffusion télévisuelle numérique de Terre (synonyme de TNT)
DVB	Radiodiffusion vidéonumérique
DVB-H	Radiodiffusion vidéonumérique portative (norme de TVM)
DVB-NGH	Radiodiffusion vidéonumérique portative de prochaine génération (norme de TVM)
DVB-SH	Radiodiffusion vidéonumérique par satellite à destination de récepteurs portatifs (norme de TVM)
DVB-T	Radiodiffusion vidéonumérique de Terre (norme de radiodiffusion DTTB)
DVB-T2	Radiodiffusion vidéonumérique de Terre de deuxième génération (norme de DTTB)
ECC	Comité des communications électroniques (Europe)
EPG	Guide de programme électronique
FM	Modulation de fréquence
FOBTV	Future of Broadcast Television
GE06	Accord de Genève de 2006 (Plan pour la radiodiffusion numérique dans les bandes d'ondes métriques et décimétriques dans certaines parties des Régions 1 et 3)
GE75	Accord de Genève de 1975 (Plan pour la radiodiffusion en ondes hectométriques dans les Régions 1 et 3)
GHz	Gigahertz
HBB	Hybride radiodiffusion-large bande
HbbTV	Système de télévision hybride radiodiffusion-large bande
HD	Haute définition
HDTV	Télévision à haute définition
HE-AAC	Codage audio évolué à grande efficacité
H _{eff}	Hauteur équivalente d'antenne
HF	Bandes d'ondes décamétriques (3-30 MHz)
IBOC	Dans la même voie, dans la même bande (norme de radiodiffusion audionumérique)
IMT	Télécommunications mobiles internationales
IP	Protocole Internet
ISDB-T	Radiodiffusion numérique à intégration de services pour la radiodiffusion de Terre (norme de radiodiffusion DTTB)
ISDB-T 1seg	Radiodiffusion numérique à intégration de services pour la radiodiffusion de Terre à segment unique (norme de TVM)

ISDB -TSB	Radiodiffusion numérique à intégration de services pour la radiodiffusion sonore de Terre (norme de radiodiffusion audionumérique)
ISO/IEC	Organisation internationale de normalisation/Commission électrotechnique internationale
kbit/s	Kilobits par seconde
LB	Large bande
LF	Bande d'ondes kilométriques (30-300 kHz)
LTE	Evolution à long terme, souvent commercialisée sous le nom de 4G (norme de communication mobile)
MA02revCO07	Maastricht Special Arrangement (2002) révisé à Constanța en 2007 (Plan européen pour la radiodiffusion DAB dans la gamme des 1,5 GHz)
Mbit/s	Mégabits par seconde
MediaFlo	Media Forward Link Only (norme de TVM)
MF	Bandes d'ondes hectométriques (300–3000 kHz)
MFN	Réseau multifréquence
MHEG	Groupe d'experts pour le codage des informations multimédias et hypermédias (norme intergicielle)
MHP	Plate-forme multimédia domestique (norme intergicielle)
MHz	Mégahertz
MPEG	Groupe d'experts pour les images animées
OFDM	Multiplexage par répartition de la fréquence orthogonale (MROF)
OTT	Télévision "over-the-top" (fourniture de services de radiodiffusion sur l'Internet)
PC	Ordinateur individuel
PVR	Enregistreur vidéo personnel
RAVIS	Système d'information audiovisuelle en temps réel (norme numérique audio et multimédia)
RDS	Système de radiodiffusion de données
RJ81	Accord de Rio de Janeiro de 1981 (Plan pour la radiodiffusion en ondes hectométriques dans la Région 2)
RJ88	Accord de Rio de Janeiro de 1988 (Plan pour la radiodiffusion dans la bande 1605-1705 kHz dans la Région 2)
SBR	Système de répétition de la bande spectrale
SFN	Réseau à fréquence unique
T-DAB	Radiodiffusion audionumérique de Terre (norme de radiodiffusion audionumérique)
T-DAB+	Radiodiffusion audionumérique de Terre, système amélioré (norme de radiodiffusion audionumérique)
T-DMB	Radiodiffusion multimédia numérique de Terre (norme de TVM)
TNT	Télévision numérique de Terre (synonyme de DTTB)
TTA	Association des technologies de télécommunication (République de Corée)

TV3D	Télévision en trois dimensions
TVDN	Télévision à définition normalisée
TVIP	Télévision à protocole Internet
TVM	Télévision mobile
TVUHD	Télévision à ultra haute définition
UER	Union européenne de radiodiffusion
UHF	Bande d'ondes décimétriques (300–3000 GHz)
UIT	Union internationale des télécommunications
UIT-D	Secteur du développement des télécommunications de l'UIT
UIT-R	Secteur des radiocommunications de l'UIT
UIT-T	Secteur de la normalisation des télécommunications de l'UIT
VCEG	Groupe d'experts pour le codage vidéo
VHF	Bande d'ondes métriques (30-300 MHz)
WLAN	Réseau radioélectrique local d'entreprise

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: bdtee@itu.int
Tél.: +41 22 730 5421
Fax: +41 22 730 5484

Département de l'innovation et des
partenariats (IP)
Courriel: bdtip@itu.int
Tél.: +41 22 730 5900
Fax: +41 22 730 5484

Département de l'appui aux projets et
de la gestion des connaissances (PKM)
Courriel: bdtpkm@itu.int
Tél.: +41 22 730 5447
Fax: +41 22 730 5484

Afrique

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

Courriel: itu-addis@itu.int
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
19, Rue Parchappe x Amadou
Assane Ndoye
Immeuble Fayçal, 4^e étage
B.P. 50202 Dakar RP
Dakar – Sénégal

Courriel: itu-dakar@itu.int
Tél.: +221 33 849 7720
Fax: +221 33 822 8013

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

Courriel: itu-harare@itu.int
Tél.: +263 4 77 5939
Tél.: +263 4 77 5941
Fax: +263 4 77 1257

Amériques

Brésil
União Internacional de
Telecomunicações (UIT)
Bureau régional
SAUS Quadra 06, Bloco "E"
11^o andar, Ala Sul
Ed. Luis Eduardo Magalhães (Anatel)
70070-940 Brasilia, 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: itucairo@itu.int
Tél.: +202 3537 1777
Fax: +202 3537 1888

Asie-Pacifique

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

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

Courriel: itubangkok@itu.int
Tél.: +66 2 575 0055
Fax: +66 2 575 3507

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

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

Courriel: itujakarta@itu.int
Tél.: +62 21 381 3572
Tél.: +62 21 380 2322
Tél.: +62 21 380 2324
Fax: +62 21 389 05521

Pays de la CEI

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

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

Courriel: itomoskow@itu.int
Tél.: +7 495 926 6070
Fax: +7 495 926 6073

Europe

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



Union internationale des télécommunications
Bureau de Développement des Télécommunications
Place des Nations
CH-1211 Genève 20
Suisse
www.itu.int