

## RAPPORT UIT-R M.2077

**Prévisions de trafic et estimation des besoins de spectre pour la composante satellite des IMT-2000 et les systèmes postérieurs aux IMT-2000\* pour la période 2010-2020**

(2006)

**Domaine de compétence**

Le présent Rapport porte sur les prévisions de trafic et les estimations des besoins de spectre pour la composante satellite des IMT-2000 et les systèmes postérieurs aux IMT-2000 pour la période 2010-2020. Il s'inscrit dans le prolongement du Rapport UIT-R M.2023 qui présente les besoins de spectre pour les IMT-2000 jusqu'à 2010. Le présent Rapport fournit les bases techniques concernant les besoins de spectre connexes définis par la Réunion de préparation à la conférence (RPC) dans son rapport à la CMR-07, au titre du point 1.4 de l'ordre du jour de cette conférence.

**1 Introduction**

Les systèmes postérieurs aux IMT-2000 sont un concept et une norme de télécommunication qui évoluent dans le cadre des travaux de l'UIT. Ils sont prévus pour fournir à des utilisateurs très mobiles des services ubiquitaires, à haut débit de données et riches en contenus, dans le monde entier. La date de la mise en service des systèmes postérieurs aux IMT-2000 est actuellement fixée aux environs de 2010. Bien que les services fournis par ces systèmes devraient être essentiellement assurés par des fournisseurs de services de Terre, la composante satellite des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000 fera partie intégrante de la fourniture des services assurés par ces systèmes, en particulier dans les zones isolées où les fournisseurs de services de Terre disposent d'une couverture minimale, voire inexistante.

L'objet du présent Rapport est de donner des prévisions de trafic, y compris pour les services de distribution multimédias, ainsi que des estimations des besoins de spectre pour la composante satellite des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000 pour la période 2010-2020. On s'est fondé sur des prévisions de l'évolution du nombre d'abonnés, sur des modèles de trafic et sur la méthode de calcul la plus récente figurant dans la Recommandation UIT-R M.1391, pour déterminer les besoins de spectre.

**2 Prévisions de trafic**

Le présent paragraphe porte sur le calcul des prévisions de trafic pour la composante satellite des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000. Dans un premier temps, des informations sont données sur les différents services et les différentes applications utilisés dans chaque segment. Dans un second temps, les prévisions du trafic global sont élaborées à partir de la combinaison du nombre d'abonnés et des types d'utilisation du trafic pour chaque segment.

---

\* La nomenclature des systèmes postérieurs aux IMT-2000 figure dans le projet de Résolution [IMT-NAME], qui sera examiné pour adoption par l'Assemblée des radiocommunications de 2007 (AR-07). Les révisions ultérieures du présent Rapport devraient tenir compte de toute décision prise en la matière par l'AR-07.

## 2.1 Nombre d'abonnés

Aux fins du présent Rapport, on a utilisé comme base de travail les résultats d'études très complètes sur les besoins des utilisateurs, qui indiquaient le nombre global d'abonnés au service mobile par satellite (SMS) (voir le Tableau 1). Le nombre d'abonnés ayant évolué rapidement après l'achèvement de ces études, les chiffres pour 2010 et 2011 ont été légèrement ajustés de façon à refléter la situation entre 2002 et 2005, période pendant laquelle le nombre des abonnés au SMS est passé de 643 000 avant la fin de 2002 à 1 402 000 avant la fin de 2005, soit un taux de croissance annuelle de 29%. Après ajustement, les chiffres pour 2010 et 2011 sont respectivement de 2,17 et 2,43 millions d'abonnés. Deux scénarios fondés sur des valeurs limites différentes, à savoir, 9% et 14% de croissance annuelle ont été retenus pour prévoir l'évolution du nombre d'abonnés selon une hypothèse basse et selon une hypothèse haute. On a pris comme point de départ de ces scénarios le chiffre de 1,4 million d'abonnés au SMS au début de 2006. Pour calculer les prévisions du nombre de ces abonnés pour les systèmes postérieurs aux IMT-2000, il a été tenu compte de diverses variables mesurant l'essor des services en question, taux de croissance et de pénétration des systèmes cellulaires, taux de croissance et de pénétration des technologies nomades (c'est-à-dire les systèmes IEEE 802.16 et 802.20), produit intérieur brut par habitant y compris les taux de croissance et la densité de population. Pour les régions de l'Asie, de l'Amérique du Nord, de l'Amérique du Sud, de l'Europe, de l'Afrique et des Etats arabes, ces variables sont appliquées séparément, compte tenu des différentes catégories d'utilisateurs (privés, professionnels, entreprises et organismes publics) et des différents environnements dans lesquels les services sont utilisés (milieu urbain ou rural).

TABLEAU 1  
Evolution du nombre d'abonnés au SMS dans le monde pour les  
systèmes postérieurs aux IMT-2000 entre 2010 et 2020

Abonnés (milliers)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Asie	690,75	893,83	1 109,85	1 332,78	1 547,54	1 756,76	1 966,21	2 253,40	2 506,80	2 770,32	3 053,13
Amérique du Nord	335,81	405,54	475,56	536,59	585,76	626,48	663,01	718,10	755,01	790,20	825,47
Amérique du Sud	56,33	71,45	88,14	104,67	120,22	135,10	149,95	170,33	187,72	205,78	224,99
Europe	751,03	896,69	1 038,76	1 158,47	1 249,92	1 321,94	1 384,63	1 484,69	1 545,75	1 602,53	1 659,05
Afrique et Etats arabes	23,48	25,80	30,69	35,64	40,48	45,16	49,68	54,91	59,89	65,44	70,81
Services terrestres (total)	1 857,40	2 293,31	2 742,90	3 168,15	3 543,92	3 885,44	4 213,48	4 681,43	5 055,17	5 434,27	5 833,45
Services maritimes	15,45	16,47	19,44	22,20	24,72	27,21	29,67	32,10	34,57	37,31	39,74
Services aéronautiques	2,98	3,13	3,74	4,33	4,88	5,38	5,87	6,36	6,88	7,45	7,95
Nombre d'abonnés selon le scénario à faible trafic	1,976	2,154	2,348	2,559	2,790	3,041	3,314	3,613	3,938	4,292	4,678
Nombre d'abonnés après ajustement, compte tenu de l'analyse du marché	2,170	2,425	2,766	3,195	3,574	3,918	4,249	4,720	5,097	5,479	5,881
Nombre d'abonnés pour le scénario à fort trafic	2,365	2,696	3,074	3,504	3,994	4,554	5,191	5,918	6,746	7,691	8,768



Le Tableau 3 présente une prévision de la croissance du nombre d'abonnés à des services de distribution multimédias par satellite pour la période 2010-2020. Les valeurs indiquées sont calculées sur la base d'une analyse concernant les abonnés européens à ces services. Cette étude est fondée sur l'hypothèse d'une population de 252 millions d'habitants en 2020 pour l'ensemble de la France, de l'Allemagne, de l'Italie, de l'Espagne et du Royaume-Uni.

TABLEAU 3  
**Evolution du nombre d'abonnés à des services de distribution multimédias par satellite (2010-2020)**

Année	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Pourcentage d'abonnés aux services de distribution par satellite sur le nombre total d'abonnés européens mobiles (%)	4,60	6,20	8,00	10,00	11,90	13,90	25,20	16,40	17,20	17,70	18,00
Abonnés à un service de distribution par satellite (millions)	11,59	15,62	20,16	25,20	29,99	35,03	38,30	41,33	43,34	44,60	45,36

## 2.2 Typologie des utilisateurs

Pour calculer les valeurs relatives au nombre d'abonnés au SMS indiquées dans le Tableau 1, on a tenu compte de quatre groupes d'utilisateurs différents:

*Entreprises:* Grandes organisations ayant besoin des services mobiles pour des applications commerciales essentielles, comme le suivi d'actifs.

*Organismes publics:* Personnes ou organismes travaillant pour les pouvoirs publics dans des domaines comme l'intervention en cas d'urgence, l'aviation ou les services de sécurité maritime.

*Professionnels:* Particuliers qui, dans le cadre de leur activité professionnelle, ont besoin des télécommunications mobiles pour être plus efficaces dans leur métier, chefs d'entreprise et particuliers appartenant à la tranche des revenus les plus élevés.

*Consommateurs privés:* Particuliers qui utilisent à des fins privées les services mobiles grand public, ainsi que les services mobiles spécialisés.

On trouvera dans le Tableau 4 une ventilation des différents groupes d'utilisateurs par type d'environnement.

## 2.3 Services et applications de radiocommunication utilisés par chaque catégorie

La typologie des services utilisée dans le présent Rapport est la même que celle retenue dans le Rapport UIT-R M.2023 sur les besoins de spectre pour les IMT-2000. Fondamentalement, ces services sont divisés en deux catégories; services multimédias et services non multimédias. Les services multimédias désignent des services à commutation par paquets, tandis que les services non multimédias sont essentiellement des services vocaux ou de données à commutation de circuits. Les services multimédias et les services non multimédias se subdivisent comme suit:

TABLEAU 4  
Catégories d'utilisateurs par type d'environnement

	Milieu urbain	Milieu suburbain	Milieu rural
Entreprises	Médias Vente au détail Chaîne de l'alimentaire Secteur tertiaire Transports	Bâtiment Machines-outils Chaîne de l'alimentaire Aviation/aérospatial Mécanique/conditionnement	Produits chimiques Agriculture Loisirs et voyages Chaîne de l'alimentaire
Organismes publics	Universités Bibliothèques	Universités Bibliothèques Organismes de recherche Hôpitaux	Etablissements scolaires Bibliothèques Hôpitaux
Professionnels	Chefs d'entreprise Banquiers Consultants	Médecins Informaticiens	Médecins Informaticiens Loisirs et voyages
Consommateurs privés	Enfants, jeunes et adolescents Célibataires Communautés étrangères	Jeunes ménages Communautés	Parents n'ayant plus d'enfants sous leur toit Communautés

### 2.3.1 Services non multimédias

**Téléphonie:** Un débit de codage de la voix de 8/16 kbit/s est pris comme hypothèse dans le Rapport UIT-R M.2023, mais les systèmes actuels du SMS utilisent pour la plupart des débits inférieurs qui, dans le cas de certains systèmes, peuvent être aussi bas que 2,4 kbit/s.

*Transmission de données à bas débit:* Services de données en mode circuit, pour lesquels le Rapport UIT-R M.2023 prévoit des débits de 9,6/16 kbit/s, mais il est supposé que tous les services de données en mode circuit actuels sont pris en considération jusqu'à 64 kbit/s.

*Messagerie:* Messagerie de données à bas débit, à savoir 2,4/4,8 kbit/s. Ces services, qui ne faisaient pas l'objet d'une catégorie distincte dans le Rapport UIT-R M.2023, ont été examinés séparément dans le présent Rapport, compte tenu du nombre important d'abonnés au SMS qui les utilisent.

### 2.3.2 Services multimédias

**Téléphonie:** Un débit de codage de la voix de 8/16 kbit/s est pris comme hypothèse dans le Rapport UIT-R M.2023, mais les nouveaux services se caractériseront probablement par des débits de codage de la voix nettement inférieurs, qui pourront être aussi bas que 2,4 kbit/s.

*Transmission de données à bas débit:* Services de messagerie et de courrier électronique (sans pièces jointes) à 9,6/16 kbit/s.

*Services asymétriques:* Services unidirectionnels, tels que notamment le transfert de fichiers, l'accès à des bases de données, l'intranet/l'Internet, le courrier électronique (avec pièces jointes), le transfert d'images, etc. à 144 kbit/s.

*Multimédias interactifs:* Visioconférence et visiotéléphonie à des débits binaires de l'ordre de 144 kbit/s.

**Service de distribution multimédias:** Liaison aller multiplexée, le débit binaire de la porteuse s'établissant à 2,3 Mbit/s. La liaison retour sera à bas débit et pourrait utiliser une connexion de Terre, quand cela est possible. Cette catégorie de services n'était pas traitée dans le Rapport UIT-R M.2023.

Ces services et des exemples d'application sont indiqués dans le Tableau 5:

TABLEAU 5  
Services et applications de radiocommunication

Services de radio-communication	Services	Exemple d'applications
Terrestres	Non multimédias Téléphonie, messagerie, données à bas débit Multimédias Téléphonie, données à bas débit, services asymétriques, distribution	Gestion d'actifs, publiphones, services téléphoniques sécurisés, courrier électronique, télécopie, reportages d'actualités par satellite, accès Internet, visioconférence, télévision
Maritimes	Non multimédias Téléphonie, messagerie, données à bas débit Multimédias Téléphonie, données à bas débit, services asymétriques, distribution	Appel de membres de l'équipage, appel de passagers, gestion d'actifs, courrier électronique, télécopie, services de sécurité, visioconférence, accès Internet, télévision, reportages d'actualités par satellite
Aéronautiques	Non multimédias Téléphonie, messagerie, données à bas débit Multimédias Téléphonie, données à bas débit, services asymétriques, distribution	Appel de passagers, courrier électronique, accès Internet, reportages d'actualités par satellite, visioconférence, radiocommunications, services relatifs au trafic aérien, distribution multimédia

## 2.4 Typologie des utilisations

Les différents types d'utilisation indiqués dans le Tableau 6 sont repris du Rapport UIT-R M.2023 et ventilés par service.

En ce qui concerne la distribution multimédia (par exemple télévision mobile par satellite), le nombre d'abonnés et le type d'utilisation mensuelle par abonné n'ont pas d'incidence directe sur la prévision du trafic. Cela tient à la nature de ces services; le même volume de trafic sera acheminé, qu'il soit reçu par un seul ou de nombreux utilisateurs/abonnés. En ce qui concerne les services de distribution multimédias, on détermine le volume du trafic sur la base d'estimations commerciales du débit du canal et du nombre de canaux nécessaires pour assurer ces services. Il est pris comme hypothèse que la demande de ce type de service, par exemple la télévision mobile par satellite ou les contenus riches en médias, va augmenter et accaparer une certaine partie du trafic mobile de Terre, étant donné que, par définition, les services à satellite sont mieux adaptés que les services de Terre à la diffusion de programmes à grande échelle destinés à un large public.

TABLEAU 6

## Niveaux d'utilisation par mois (données extraites du Rapport UIT-R M.2023)

Type	Unité	2005	2010	Commentaires
Non multimédias				
Téléphonie	Minimum à 16 kbit/s	73	71	
Données à bas débit	koctects	8 365	8 175	Environ 70 min/mois à 16 kbit/s
Multimédias				
Téléphonie	Minimum à 8 kbit/s	20	26	
Données à bas débit	koctects	2 584	3 380	Environ 25 min/mois à 16 kbit/s
Asymétrique	koctects	26 154	34 247	Environ 35 min/mois à 104/144 kbit/s
Interactif	Minimum à 144 kbit/s	2	2	Faible débit, car il est prévu que seule une petite proportion (10 à 20%) des utilisateurs utiliseront ce service

Les prévisions du trafic pour les services de distribution multimédias considérés sont données dans le Tableau 7. D'après des études relatives aux besoins des utilisateurs, le nombre prévu de canaux se situe entre 30 et 40, comme indiqué à la seconde ligne du tableau, chiffres qui appellent certains ajustements pour tenir compte du partage du trafic avec d'autres fournisseurs de services via des réseaux cellulaires de Terre et des réseaux à satellite. Selon un scénario prévoyant un faible trafic, 17 canaux ont été pris comme hypothèse contre 35 canaux dans le cadre d'un scénario prévoyant un fort trafic. Les volumes de trafic correspondants sont indiqués aux lignes 6 et 8 du Tableau 7.

TABLEAU 7

## Prévision du trafic de distribution multimédia par satellite (Moctets/mois)

Prévision du trafic multimédia/an	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Débit du canal (kbit/s)	256	256	256	512	512	512	1 024	1 024	1 024	1 536	1 536
Nombre de canaux requis compte tenu d'une étude sur les besoins des utilisateurs	30	30	30	30	35	35	35	35	40	40	40
Millions de Moctets/mois	2,5	2,5	2,5	5	5,8	5,8	11,6	11,6	13,2	19,9	19,9
Nombre supposé de canaux pour un scénario à faible trafic	17	17	17	17	17	26	26	26	26	26	26
Millions de Moctets/mois pour un scénario à faible trafic	1,4	1,4	1,4	2,8	2,8	4,3	8,6	8,6	8,6	12,9	12,9
Nombre supposé de canaux pour un scénario à fort trafic	26	26	26	26	26	35	35	35	35	35	35
Millions de Moctets/mois pour un scénario à fort trafic	2,2	2,2	2,2	4,3	4,3	5,8	11,6	11,6	11,6	17,4	17,4

## 2.5 Trafic utilisateur par application de service

Le présent paragraphe porte sur le calcul du trafic utilisateur par application de service pour chaque type de service défini. Il a été supposé que la différence observée entre les applications de service tient aux services eux-mêmes et non aux types d'utilisation de chaque service. On trouvera dans le Tableau 8 le niveau d'utilisation mensuelle pour chaque service, ainsi que des facteurs d'ajustement annuel pour les différentes applications de service.

TABLEAU 8  
Niveaux d'utilisation de diverses applications de service

Scénario à faible trafic	Applications multimédias					Applications non multimédias		
	Vocales	Interactives	Asymétriques sur le canal aller	Asymétriques sur le canal retour	Bas débit	Bas débit	Messagerie	Vocales
Niveau d'utilisation par mois et par utilisateur (min ou Moctets)	26,00	2,16	17,13	8,56	3,38	8,18	0,004	71,00
Facteur d'ajustement annuel appliqué aux niveaux d'utilisation	1,053	1,000	1,000	1,000	1,058	0,996	1,000	0,994

Scénario à fort trafic	Applications multimédias					Applications non multimédias		
	Vocales	Interactives	Asymétriques sur le canal aller	Asymétriques sur le canal retour	Bas débit	Bas débit	Messagerie	Vocales
Niveau d'utilisation par mois et par utilisateur (min ou Moctets)	26,00	2,16	25,69	18,24	3,38	8,18	0,004	71,00
Facteur d'ajustement annuel appliqué aux niveaux d'utilisation	1,053	1,000	1,050	1,050	1,058	0,996	1,000	0,994

Le Tableau 9 indique la répartition du trafic entre les services multimédias et les services non multimédias dans le cadre de la composante satellite des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000. Il est pris comme hypothèse que la demande de services multimédias continuera d'augmenter, tandis que celle de services non multimédias continuera de décliner. Pour calculer les chiffres correspondant au trafic vocal multimédia, on a utilisé les chiffres donnés dans le Rapport UIT-R M.2023 pour 2010, en majorant le niveau d'utilisation de 5% par an environ. Les chiffres correspondant aux services interactifs multimédias sont supposés rester constants dans un scénario prévoyant un bas trafic et augmenter de 5% par an dans le cadre d'un scénario prévoyant un fort trafic.

Les chiffres correspondant au trafic asymétrique multimédia reprennent ceux donnés pour 2010 dans le Rapport UIT-R M.2023. En ce qui concerne l'utilisation mensuelle, la valeur de 34 Moctets par mois et par abonné équivaut approximativement à 1 Moctet par jour et par abonné, estimation raisonnable pour des applications comme l'accès à l'Internet, le courrier électronique et le transfert de fichiers. Les chiffres correspondant au trafic de données multimédias à bas débit ont été calculés à partir des chiffres indiqués pour 2010 dans le Rapport UIT-R M.2023, le niveau d'utilisation ayant été majoré de 5,8% par an.

On trouvera les chiffres correspondant à la distribution multimédia dans le Tableau 7. Aucun service de distribution multimédia par satellite n'est proposé à l'heure actuelle, mais il est supposé que l'essor de ce type de service commencera à compter de 2010.

TABLEAU 9

**Répartition du trafic (%) entre les services multimédias  
et les services non multimédias par satellite**

<b>Part de marché des services multimédias et des services non multimédias par satellite (%)</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Pourcentage d'utilisation des services non multimédias	40	38	36	34	33	31	29	28	27	25	24
Pourcentage d'utilisation des services multimédias	60	62	64	66	67	69	71	72	73	75	76

Les chiffres correspondant au trafic de données à bas débit ont été calculés à partir des chiffres indiqués pour 2010 dans le Rapport UIT-R M.2023, le niveau d'utilisation ayant été minoré de 0,4% par an.

Il est pris comme hypothèse que les utilisateurs de services de messagerie non multimédias produisent globalement un volume de 0,004 Moctet de messages par mois. Pour parvenir à cette hypothèse, on est parti d'un volume de 1 kbit de messages par utilisateur et par jour. On estime que ce volume ne va pas évoluer ultérieurement. Par conséquent, le niveau d'utilisation de ce service est maintenu constant. Les chiffres correspondant au trafic vocal non multimédia ont été calculés sur la base des chiffres indiqués pour 2010 dans le Rapport UIT-R M.2023, le niveau d'utilisation ayant été minoré de 0,6% par an. Cet ajustement vise à refléter l'évolution générale des services non multimédias par rapport aux services multimédias.

## 2.6 Prévision du volume de trafic

Les volumes totaux du trafic mensuel multimédias ou non multimédias sont indiqués dans les Tableaux 10 et 11, pour les services vocaux et de données, respectivement. Pour obtenir ces chiffres, on a multiplié les valeurs des niveaux d'utilisation (Tableau 8) par le nombre d'abonnés en appliquant un ajustement pour tenir compte de la répartition du trafic (Tableau 9) et des facteurs de croissance annuelle (Tableau 8).

TABLEAU 10

**Total du trafic mensuel pour des services vocaux multimédias ou non multimédias**

<b>Trafic vocal (millions de min/mois) pour un scénario à faible trafic</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Trafic vocal multimédia	30,8	36,6	43,3	51,3	59,7	70,6	83,4	97,1	113,0	133,2	154,9
Trafic vocal non multimédia	56,1	57,8	59,3	60,7	63,8	64,9	65,8	68,9	71,9	72,2	75,1

<b>Trafic vocal (millions de min/mois) pour un scénario à fort trafic</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Trafic vocal multimédia	36,9	45,8	56,7	70,2	85,5	105,8	130,6	159,0	193,5	238,7	290,4
Trafic vocal non multimédia	67,2	72,3	77,6	83,1	91,4	97,3	103,1	112,8	123,2	129,3	140,7

TABLEAU 11

**Total du trafic mensuel pour des services de données multimédias ou non multimédias**

Trafic de données (millions de Moctets/mois) pour un scénario à faible trafic	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Trafic interactif multimédia	2,6	2,9	3,2	3,6	4,0	4,5	5,1	5,6	6,2	7,0	7,7
Trafic asymétrique multimédia sur le canal aller	20,3	22,9	25,7	28,9	32,0	35,9	40,3	44,5	49,2	55,1	60,9
Trafic asymétrique multimédia sur le canal retour	10,2	11,4	12,9	14,5	16,0	18,0	20,1	22,3	24,6	27,6	30,4
Trafic de données multimédias à bas débit	4,0	4,8	5,7	6,8	7,9	9,4	11,2	13,0	15,3	18,1	21,1
Trafic de données non multimédias à bas débit	6,5	6,7	6,9	7,0	7,4	7,6	7,7	8,0	8,4	8,5	8,8
Trafic de messages non multimédias	0,003	0,003	0,003	0,003	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004

Trafic de données (millions de Moctets/mois) pour un scénario à fort trafic	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Trafic interactif multimédia	3,1	3,6	4,2	5,0	5,8	6,8	8,0	9,2	10,6	12,5	14,4
Trafic asymétrique multimédia sur le canal aller	36,5	45,1	55,7	68,8	83,6	103,0	126,9	154,0	186,9	229,9	278,8
Trafic asymétrique multimédia sur le canal retour	25,9	32,0	39,6	48,8	59,3	73,1	90,1	109,3	132,7	163,2	198,0
Trafic de données multimédias à bas débit	4,8	6,0	7,4	9,3	11,3	14,1	17,5	21,4	26,1	32,4	39,6
Trafic de données non multimédias à bas débit	7,7	8,3	9,0	9,6	10,6	11,3	12,0	13,2	14,4	15,2	16,5
Trafic de messages non multimédias	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005	0,006	0,006	0,007	0,007	0,008	0,008

**3 Evaluation des besoins de fréquences****3.1 Méthode**

Les équations ci-après à appliquer pour le calcul des besoins de spectre pour les systèmes IMT-2000 multimédias ou non multimédias sont définies dans la Recommandation UIT-R M.1391.

**3.1.1 Trafic multimédia**

$$S = N_{beams} \cdot B \cdot \left[ \frac{T_{BH} \cdot 8000}{3600 \cdot eff \cdot R} \right] \quad (1)$$

L'équation de base requise pour calculer les besoins de spectre,  $S$  (MHz), pour des services multimédias est la suivante:

où:

$N_{beams}$ : nombre de faisceaux d'un groupe avec réutilisation de fréquences

$T_{BH}$ : trafic en heure de pointe sur un faisceau (Moctets)

$B$ : largeur de bande de la porteuse (MHz)

*eff*: facteur d'efficacité destiné à tenir compte de la charge moyenne de chaque porteuse

*R*: débit de données moyen effectif d'une porteuse (kbit/s).

Les symboles  $\lceil \ ]$  signifient que la valeur est arrondie au nombre entier immédiatement supérieur. Cela est nécessaire pour garantir un nombre entier de porteuses. En principe, les prévisions de trafic sont faites pour un certain nombre de catégories de trafic en fonction des différents environnements, par exemple aéronautique, terrestre ou maritime, et des différents services, par exemple, mobiles, systèmes transportables ou systèmes à bord de véhicule. On calcule le trafic en heure de pointe,  $T_{BH}$ , en faisant la somme des volumes de trafic correspondant à chacune de ces catégories (voir l'équation (2a)). La prévision du trafic étant exprimée soit en Moctets/mois (pour le trafic de données) soit en min/mois (par exemple, pour le trafic de téléphonie), il est nécessaire de convertir ces valeurs estimées en Moctets en heure de pointe. A cet effet, on applique les équations suivantes:

$$T_{BH} = \sum_i T_i \quad (2a)$$

$$T_i = \frac{T_{Mi} \cdot P_{BHi} \cdot P_{HSi} \cdot H_i}{MD_i \cdot N_{beams}} \quad (2b)$$

$$T_i = \frac{T_{Mi} \cdot 60 \cdot R_{VC} \cdot P_{BHi} \cdot P_{HSi} \cdot H_i}{8000 \cdot MD_i \cdot N_{beams}} \quad (2c)$$

où:

$T_{Mi}$ : prévision du volume global du trafic par mois pour la catégorie de trafic  $i$ ; si cette valeur est exprimée en Moctets, l'équation (2b) est utilisée; si elle est exprimée en minutes, l'équation (2c) s'applique

$R_{VC}$ : vitesse de codage (kbit/s)

$P_{BHi}$ : partie du trafic diurne qui se produit en heure pointe pour la catégorie de trafic  $i$

$P_{HSi}$ : partie du trafic global observée au niveau d'un groupe à fort trafic pour la catégorie de trafic  $i$

$H_i$ : facteur de décalage d'heure de pointe (entre 0 et 1) pour la catégorie de trafic  $i$  (voir le § 5.2.3)

$MD_i$ : rapport de conversion de mois en jours pour la catégorie de trafic  $i$

$N_{beams}$ : nombre de faisceaux d'un groupe avec réutilisation de fréquences.

Il est à noter que ces équations reposent sur l'hypothèse que le trafic se répartit uniformément entre les faisceaux au niveau du groupe à fort trafic. Il s'agit là d'une simplification qui peut parfois conduire à une sous-estimation des besoins de spectre.

### 3.1.1.1 Cas du trafic radiodiffusé/multidiffusé

Le trafic radiodiffusé/multidiffusé est un cas particulier du trafic multimédia. Certaines hypothèses sont donc nécessaires:

Dans l'équation (1):

*eff*: égal à 1 dans ce cas, car le trafic radiodiffusé/multidiffusé est un trafic à pleine charge

$T_{BH}$ :  $T$  est le trafic multidiffusé prévu (Mocets) pour assurer un service sur une zone couverte par un faisceau, étant donné que la notion d'heure de pointe ne s'applique pas au cas du trafic radiodiffusé/multidiffusé.

Par conséquent, on peut procéder au calcul suivant:

$$S = N_{beams} \cdot B \cdot \left[ \frac{T \cdot 8000}{3600 \cdot R} \right] \quad (3)$$

Dans l'équation (2b):

$T_M$ : trafic global prévu par mois exprimé en Mocets

$p_{BH}$ : partie du trafic diurne observé en heure de pointe (généralement,  $p_{BH} = 1/24$ )

$p_{HS}$ : égal à 1 en l'occurrence, car le trafic ne dépend pas de l'emplacement géographique de l'utilisateur

$H$ : égal à 1, car le trafic sera distribué uniformément dans le temps et la notion d'heure de pointe ne s'applique pas au trafic radiodiffusé

$MD$ : rapport de conversion de mois en jours (généralement,  $MD = 30$  pour le trafic multidiffusé)

$N_{beams}$ : nombre de faisceaux d'un groupe avec réutilisation de fréquences.

Enfin, on peut procéder au calcul suivant:

$$T = \frac{T_M \cdot p_{BH}}{MD \cdot N_{beams}} \quad (4)$$

### 3.1.2 Trafic non multimédia

Comme indiqué au § 3.1, trois types de trafic non multimédia sont pris en considération: trafic de données à faible débit, messagerie et téléphonie vocale, en supposant que chacun d'eux est acheminé sur des types de porteuse distincts. Ces trois types de trafic sont désignés par la lettre  $i$  en indice dans les équations qui suivent.

Pour le trafic non multimédia (par commutation de circuits), on utilise la formule Erlang-B pour convertir le trafic en heure de pointe exprimé en Erlang au nombre de circuits requis, c'est-à-dire:

$$S_i = N_{beams} \cdot ErlangB(T_{Erl,i}, GoS_i) \cdot B_i \quad (5)$$

où:

$N_{beams}$ : nombre de faisceaux d'un groupe avec réutilisation de fréquences

$T_{Erl,i}$ : trafic en heure de pointe sur un faisceau (Erlang) pour le type de trafic  $i$

$GoS_i$ : qualité d'écoulement du trafic (probabilité de blocage) pour le type de trafic  $i$

$B_i$ : largeur de bande de la porteuse (MHz) pour le type de trafic  $i$ .

$$T_{Erl,i} = \frac{T_{M,i} \cdot H_i \cdot p_{HS,i} \cdot p_{BH,i} \cdot 8000}{N_{beams} \cdot MD_i \cdot R_i \cdot 60 \cdot 60} \quad (6a)$$

$$T_{Erl,i} = \frac{T_{M,i} \cdot H_i \cdot P_{HS,i} \cdot P_{BH,i}}{N_{beams} \cdot MD_i \cdot 60} \quad (6b)$$

où:

- $T_{M,i}$ : prévision du volume global du trafic par mois pour le type de trafic  $i$ ; si cette valeur est exprimée en Moctets, l'équation (6a) est utilisée; si elle est exprimée en minutes, l'équation (6b) s'applique
- $H_i$ : facteur de décalage d'heure de pointe (entre 0 et 1) pour le type de trafic  $i$  (voir le § 5.2.3)
- $P_{BH,i}$ : partie du trafic diurne qui se produit en heure de pointe pour le type de trafic  $i$
- $P_{HS,i}$ : partie du trafic global observée au niveau d'un groupe à fort trafic pour le type de trafic  $i$
- $MD_i$ : rapport de conversion de mois en jours pour le type de trafic  $i$
- $N_{beams}$ : nombre de faisceaux d'un groupe avec réutilisation de fréquences
- $R_i$ : débit de données de la porteuse pour le type de trafic  $i$ .

On obtient alors le total des besoins de spectre pour le trafic non multimédia en faisant la somme des besoins des trois types de trafic différents, c'est-à-dire:

$$S = \sum S_i \quad (7)$$

### 3.1.3 Observations supplémentaires concernant le calcul du trafic en heure de pointe

Dans le cadre de cette méthode, on part du principe que les besoins de trafic sont exprimés soit en Moctets soit en min/mois. On utilise des facteurs de conversion des mois en jours, et des jours en heures de pointe, pour calculer le trafic en heure de pointe. Ces facteurs sont calculés sur la base de statistiques relatives au trafic ou sur l'évolution du trafic prévue et compte tenu de paramètres propres à la qualité de service, par exemple la tolérance de gigue des différents services.

Dans le cas du trafic non multimédia, étant donné qu'il existe trois types de trafic différents, les heures de pointe pour chacun de ces types de trafic peuvent ne pas coïncider. Les besoins de spectre devraient être calculés en termes d'heure de pointe globale. Le facteur de décalage d'heure de pointe,  $H$ , permet de convertir le trafic en heure de pointe, pour chaque type de trafic, en trafic en heure de pointe globale.

## 3.2 Paramètres d'entrée

Les paramètres et les hypothèses d'ensemble utilisés pour le calcul des besoins de spectre sont indiqués dans le Tableau 12. Compte tenu des progrès effectifs qui ont eu lieu au cours de la dernière décennie ainsi que de l'évolution des activités de recherche-développement en cours, on est parti du principe que le pourcentage de trafic observé au niveau d'un «point à fort trafic» va progressivement diminuer de 2010 à 2020, compte tenu de la mise en service continue de systèmes à satellites multifaisceaux à grand rendement.

TABLEAU 12

## Paramètres et hypothèses d'ensemble utilisés pour le calcul des besoins de spectre

	Applications multimédias						Applications non multimédias		
	Vocales	Interactives	Asymétriques sur le canal aller	Asymétriques sur le canal retour	Bas débit	Distribution	Bas débit	Messagerie	Vocales
Nombre de systèmes du SMS entre lesquels le trafic est partagé	2						3		
Partie du trafic diurne en heure de pointe, $P_{BHi}$	0,1					0,042	0,1		
Rapport de conversion de mois en jours, $M_{di}$	25					30	25		
Facteur de décalage d'heure de pointe, $H_i$	0,9					1	0,9		
Nombre de faisceaux d'un groupe avec réutilisation de fréquences, $N_{beams}$	7					3	7		
Vitesse de codage, $R_{vc}$ (kbit/s)	4								
Débit de données d'une porteuse, $R$ (kbit/s)							6	1	
Qualité d'écoulement du trafic (1-probabilité de blocage), $GS$							0,01		
Largeur de bande de la porteuse, $B$ (MHz)	0,2					5	0,01	0,005	0,01
Facteur d'efficacité ( $eff$ )	0,9					1			
Débit de données moyen effectif, $R$ (kbit/s)	200					2 300	74		
Quantité de spectre supplémentaire pour la signalisation (%)	5,0					0,0		10,0	
<b>Scénario à faible trafic</b>									
	Applications multimédias						Applications non multimédias		
Partie du trafic global observée au niveau d'un groupe à fort trafic, $P_{HSi}$ (%)	15,0 à 12,0					100	15,0 à 12,0		
Perte de trafic asymétrique multimédia au niveau des points à fort trafic (%)			50						
Trafic asymétrique multimédia sur le canal retour par rapport au canal aller (%)				50					
<b>Scénario à fort trafic</b>									
	Applications multimédias						Applications non multimédias		
Partie du trafic global observée au niveau d'un groupe à fort trafic, $P_{HSi}$ (%)	13,0 à 6,0					100	13,0 à 6,0		
Perte de trafic asymétrique multimédia au niveau des points à fort trafic (%)			25						
Trafic asymétrique multimédia sur le canal retour par rapport au canal aller (%)				71					

Les valeurs de la largeur de bande de la porteuse, à savoir 10 kHz pour des services vocaux non multimédias et 5 kHz pour des applications non multimédias, sont conformes aux valeurs des systèmes existants du SMS. Les valeurs de 200 kHz pour la largeur de bande de la porteuse et de 200 kbit/s pour le débit utilisateur effectif prises comme hypothèses pour des systèmes multimédias sont compatibles avec les types de terminaux hybrides actuellement élaborés pour ces systèmes. Les valeurs de 6 kbit/s pour le débit de la porteuse et de 1 kbit/s pour la transmission à bas débit de données et de messages non multimédias sont conformes aux valeurs des systèmes en service à l'heure actuelle. Un débit de codage de la voix de 4 kbit/s est pris comme hypothèse pour des systèmes multimédias, ce qui est inférieur au débit communément utilisé aujourd'hui.

Bien qu'aucun système de distribution multimédia par satellite ne soit actuellement en service, il est à prévoir qu'un système de ce type fonctionnera conformément à la norme IMT-2000 (MROF MDP-4) avec une largeur de bande de la porteuse de 5 MHz, ce qui permettra un débit de transmission de 2,3 Mbit/s par porteuse. Le facteur de conversion de mois en jours de 30 pour les services de distribution multimédias, et de 25 pour les services multimédias ou non multimédias restants, est tiré de la Recommandation UIT-R M.1391.

En ce qui concerne la taille du groupe avec réutilisation de fréquences, le facteur supposé est de trois pour les systèmes de distribution multimédias et de sept pour les autres systèmes multimédias ou non multimédias. Ce facteur de trois est cohérent, compte tenu des faisceaux plus larges qu'il est prévu d'utiliser pour les services de distribution multimédias. Le facteur de sept correspond à la taille type d'un groupe avec réutilisation des fréquences utilisé par des systèmes du SMS. Plusieurs opérateurs de systèmes à satellites desserviront le marché, ce qui se traduira par une certaine inefficacité d'utilisation du spectre. Aux fins des calculs exposés dans le présent rapport, on est parti du principe que deux systèmes à satellites multimédias et trois systèmes à satellites non multimédias seront en service à compter de 2010. On a également supposé une réduction de 25 à 50% du trafic au niveau des points à fort trafic pour les services asymétriques multimédias, afin de tenir compte des réseaux de Terre susceptibles de fournir le service souhaité à moindre coût.

Un trafic moins important sur le canal retour a été pris comme hypothèse pour des services asymétriques multimédias qui seraient caractéristiques de certaines applications comme l'accès à l'Internet, le transfert de fichiers (téléchargements amont et aval), l'accès à des banques de données ou le courrier électronique (réception et émission). On a supposé que l'efficacité de la porteuse en mode de commutation par paquets était de 90% (c'est-à-dire que la charge de ces porteuses est de 90% en moyenne), ce qui représente un système extrêmement efficace. En ce qui concerne le pourcentage de trafic diurne (par jour) en heure de pointe, on a pris comme hypothèse 10% pour tous les systèmes, à l'exclusion de la distribution multimédia, et 4,2% (c'est-à-dire en dehors des heures de pointe) pour la distribution multimédia. Une qualité d'écoulement du trafic 1% est supposée pour les services à commutation de circuits, valeur conforme à celle utilisée aujourd'hui par de nombreux opérateurs. On suppose que la quantité supplémentaire de spectre requise est de 10% pour le trafic de commande et de signalisation nécessaire pour prendre en charge le trafic non multimédia. Ce pourcentage cadre avec les valeurs des systèmes du SMS actuels. Il est prévu que les systèmes multimédias seront plus efficaces et auront donc besoin d'une quantité supplémentaire de spectre moins importante pour la signalisation. Par conséquent, on a supposé une quantité supplémentaire de spectre de 5% pour la signalisation dans le cas de systèmes satellitaires multimédias. Aucune quantité de spectre supplémentaire n'est nécessaire pour la distribution.

### 3.3 Résultats

La Fig. 2 indique le total des besoins de spectre pour la composante satellite des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000 entre 2010 et 2020 calculés selon le scénario prévoyant un faible trafic. On trouvera dans le Tableau 13 les résultats détaillés pour les différents types de trafic. Le total des besoins de spectre calculés selon le scénario prévoyant un fort trafic est indiqué sur la Fig. 3 et les résultats détaillés correspondants sont ventilés par type de trafic dans le Tableau 14.

Comme on le voit, les besoins de spectre pour des services non multimédias demeurent approximativement constants, alors que la demande croissante de services multimédias entraîne une augmentation des besoins de fréquences pour ces services. La majeure partie de ces besoins est imputable aux services asymétriques multimédias (c'est-à-dire les applications types de messagerie électronique, d'accès à l'Internet ou à l'intranet et de téléchargement de fichiers) et à la distribution multimédia (services riches en contenus nécessitant une grande largeur de bande). La partie des besoins de spectre imputable aux services multimédias et non multimédias restants demeure assez constante et relativement peu importante.

FIGURE 2

Total des besoins de spectre (scénario faible trafic)

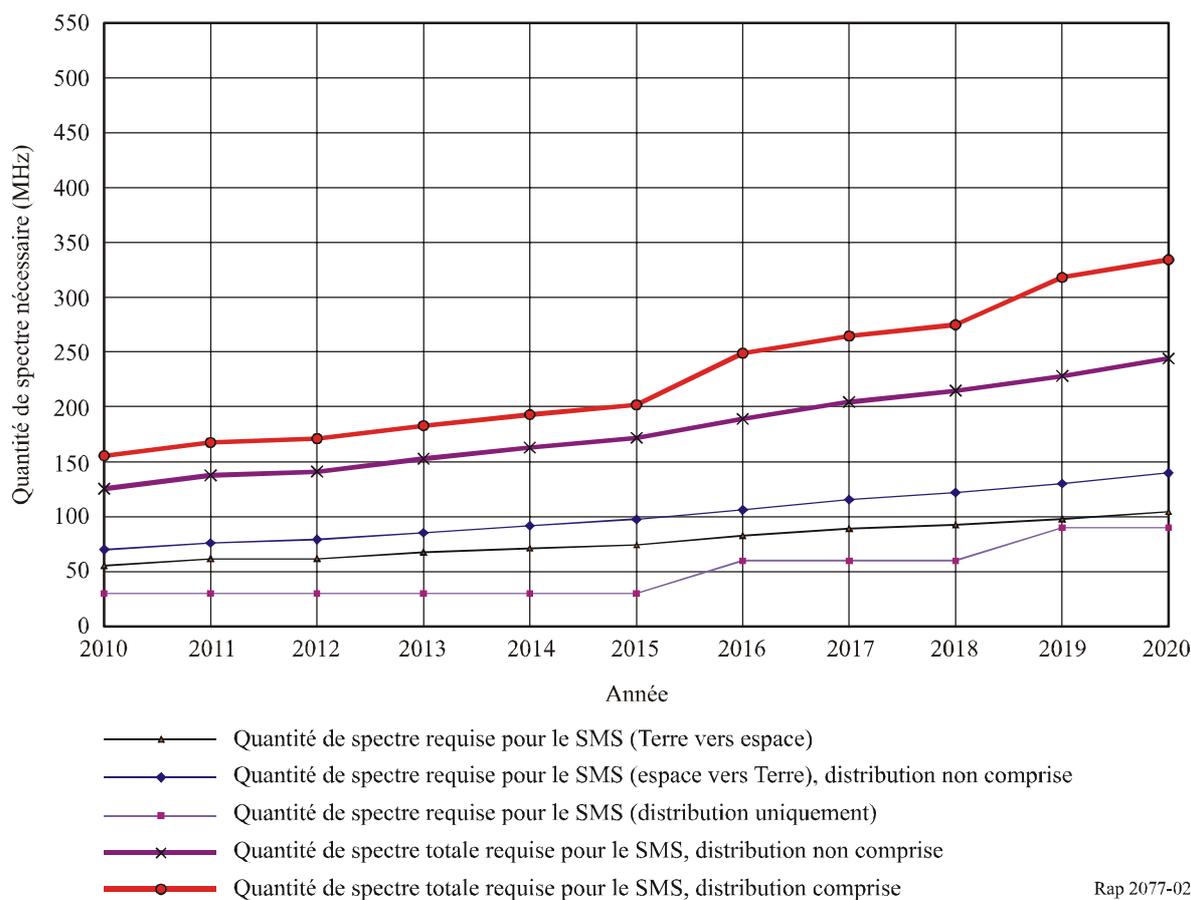


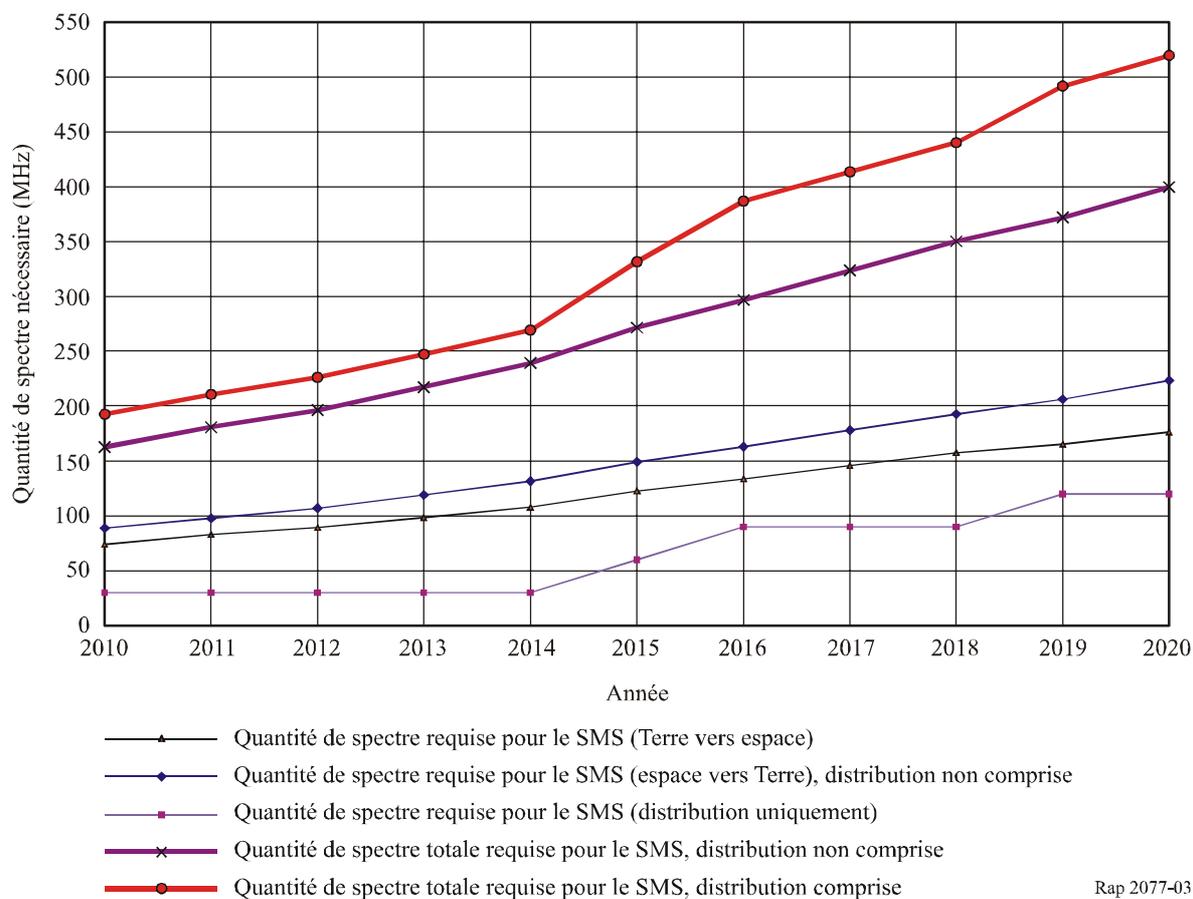
TABLEAU 13

**Besoins de spectre détaillés (scénario prévoyant un faible trafic)**

<b>Quantité totale de spectre requise (MHz)</b>	<b>2010</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>	<b>2020</b>
Trafic vocal multimédia	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9
Trafic interactif multimédia	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8
Trafic multimédia asymétrique sur le canal aller	29,4	32,3	35,3	38,2	44,1	47,0	50,0	55,9	58,8	64,7	70,6
Trafic multimédia asymétrique sur le canal retour	14,7	17,6	17,6	20,6	23,5	23,5	26,5	29,4	29,4	32,3	35,3
Trafic de données multimédias à bas débit	5,9	8,8	8,8	11,8	11,8	14,7	14,7	17,6	20,6	23,5	26,5
Trafic pour la distribution multimédia	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	60,0	60,0	60,0	90,0	90,0
Trafic de données non multimédias à bas débit	17,6	17,8	18,0	18,0	18,5	18,5	18,2	18,7	19,2	18,7	19,2
Trafic pour des services de messagerie non multimédias	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Trafic vocal non multimédia	8,1	8,1	8,1	8,1	8,3	8,3	8,3	8,3	8,5	8,3	8,5
Quantité totale de spectre requise pour des services multimédias (espace vers Terre, distribution non comprise)	44,1	50,0	52,9	58,8	64,7	70,6	79,4	88,2	94,1	102,9	111,7
Quantité totale de spectre requise pour des services multimédias (Terre vers espace)	29,4	35,3	35,3	41,2	44,1	47,0	55,9	61,7	64,7	70,6	76,4
Quantité totale de spectre requise pour des services non multimédias (espace vers Terre et Terre vers espace)	26,0	26,2	26,4	26,4	27,1	27,1	26,9	27,4	28,1	27,4	28,1
Quantité totale de spectre requise sur le canal aller (espace vers Terre, distribution non comprise)	70,1	76,2	79,4	85,2	91,8	97,7	106,3	115,6	122,1	130,3	139,8
Quantité totale de spectre requise sur le canal retour (Terre vers espace)	55,4	61,5	61,7	67,6	71,2	74,2	82,8	89,1	92,7	97,9	104,5
Total général des besoins de spectre, distribution non comprise	125,5	137,7	141,1	152,9	163,1	171,9	189,1	204,7	214,9	228,2	244,3
Total général des besoins de spectre, distribution comprise	155,5	167,7	171,1	182,9	193,1	201,9	249,1	264,7	274,9	318,2	334,3

FIGURE 3

## Total des besoins de spectre (scénario prévoyant un fort trafic)



Rap 2077-03

TABLEAU 14

## Besoins de spectre détaillés (scénario prévoyant un fort trafic)

Quantité totale de spectre requise (MHz)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Trafic vocal multimédia	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	2,9	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9
Trafic interactif multimédia	5,9	5,9	5,9	5,9	5,9	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8	8,8
Trafic multimédia asymétrique sur le canal aller	47,0	52,9	61,7	70,6	82,3	94,1	105,8	117,6	129,4	144,1	158,8
Trafic multimédia asymétrique sur le canal retour	32,3	38,2	44,1	50,0	58,8	67,6	76,4	85,3	94,1	102,9	111,7
Trafic de données multimédias à bas débit	5,9	8,8	8,8	11,8	11,8	14,7	14,7	17,6	20,6	20,6	23,5
Trafic pour la distribution multimédia	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	60,0	90,0	90,0	90,0	120,0	120,0
Trafic de données non multimédias à bas débit	18,2	18,5	18,7	18,9	19,4	19,4	18,9	19,2	19,2	18,5	18,0
Trafic pour des services de messagerie non multimédias	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Trafic vocal non multimédia	8,3	8,3	8,5	8,5	8,8	8,8	8,5	8,5	8,5	8,3	8,1

TABLEAU 14 (*fin*)

Quantité totale de spectre requise (MHz)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Quantité totale de spectre requise pour des services multimédias (espace vers Terre, distribution non comprise)	61,7	70,6	79,4	91,1	102,9	120,5	135,2	149,9	164,6	179,3	197,0
Quantité totale de spectre requise pour des services multimédias (Terre vers espace)	47,0	55,9	61,7	70,6	79,4	94,1	105,8	117,6	129,4	138,2	149,9
Quantité totale de spectre requise pour des services non multimédias (espace vers Terre et Terre vers espace)	26,9	27,1	27,6	27,8	28,5	28,5	27,8	28,1	28,1	27,1	26,4
Quantité totale de spectre requise sur le canal aller (espace vers Terre, distribution non comprise)	88,7	97,7	107,0	119,0	131,4	149,1	163,1	178,0	192,7	206,5	223,4
Quantité totale de spectre requise sur le canal retour (Terre vers espace)	74,0	83,0	89,3	98,4	107,9	122,6	133,7	145,7	157,4	165,3	176,4
Total général des besoins de spectre, distribution non comprise	162,6	180,7	196,3	217,4	239,3	271,7	296,8	323,7	350,1	371,8	399,8
Total général des besoins de spectre, distribution comprise	192,6	210,7	226,3	247,4	269,3	331,7	386,8	413,7	440,1	491,8	519,8

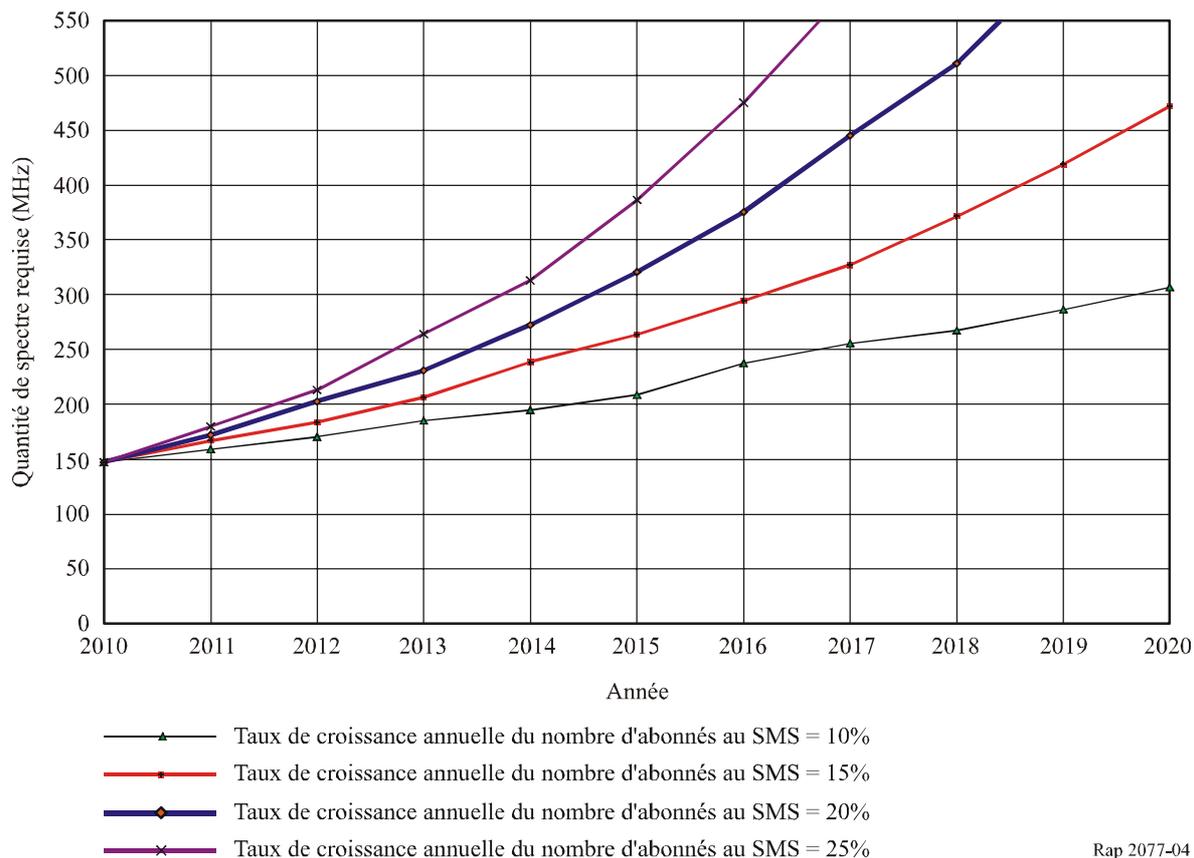
#### 4 Analyse de sensibilité

Pour étudier la sensibilité des besoins de spectre, plusieurs paramètres ont été modifiés par rapport à un scénario nominal modéré qui est plus ou moins intermédiaire entre les scénarios prévoyant respectivement un faible trafic et un fort trafic.

L'incidence du nombre d'abonnés est représentée sur la Fig. 4. Comme on peut le voir, le taux de croissance annuel des abonnés au SMS est un facteur déterminant dans le calcul des besoins de fréquences.

FIGURE 4

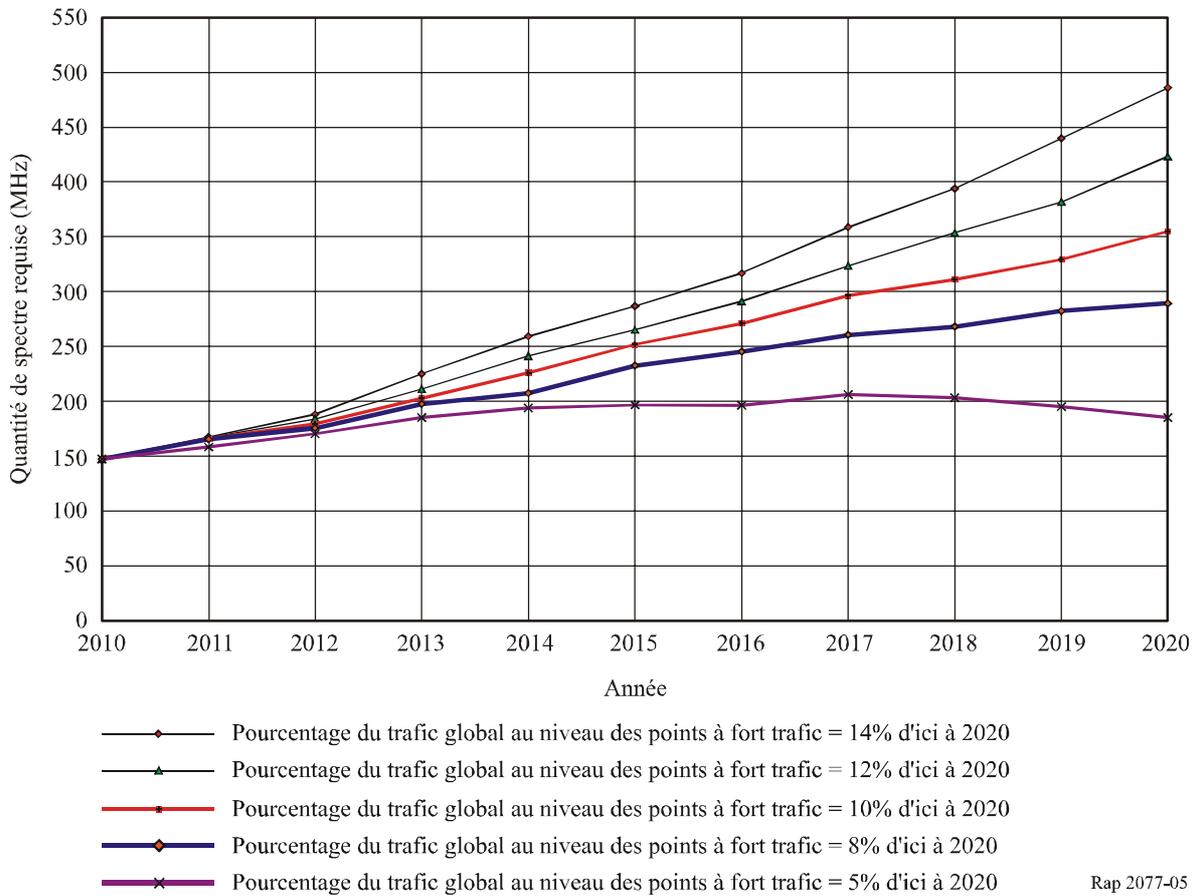
## Analyse de sensibilité concernant le nombre d'abonnés au SMS



L'incidence du pourcentage du trafic global observé au niveau du groupe le plus défavorable est représentée sur la Fig. 5. Ce paramètre a, lui aussi, un impact important sur les besoins de fréquences du SMS. Dans une certaine mesure, il existe un facteur de compensation entre le nombre croissant d'abonnés et le pourcentage de trafic observé au niveau des points à fort trafic, étant donné qu'une croissance soutenue du marché du SMS stimulera fortement la création de nouveaux satellites du SMS à faisceaux ponctuels et à grand rendement.

FIGURE 5

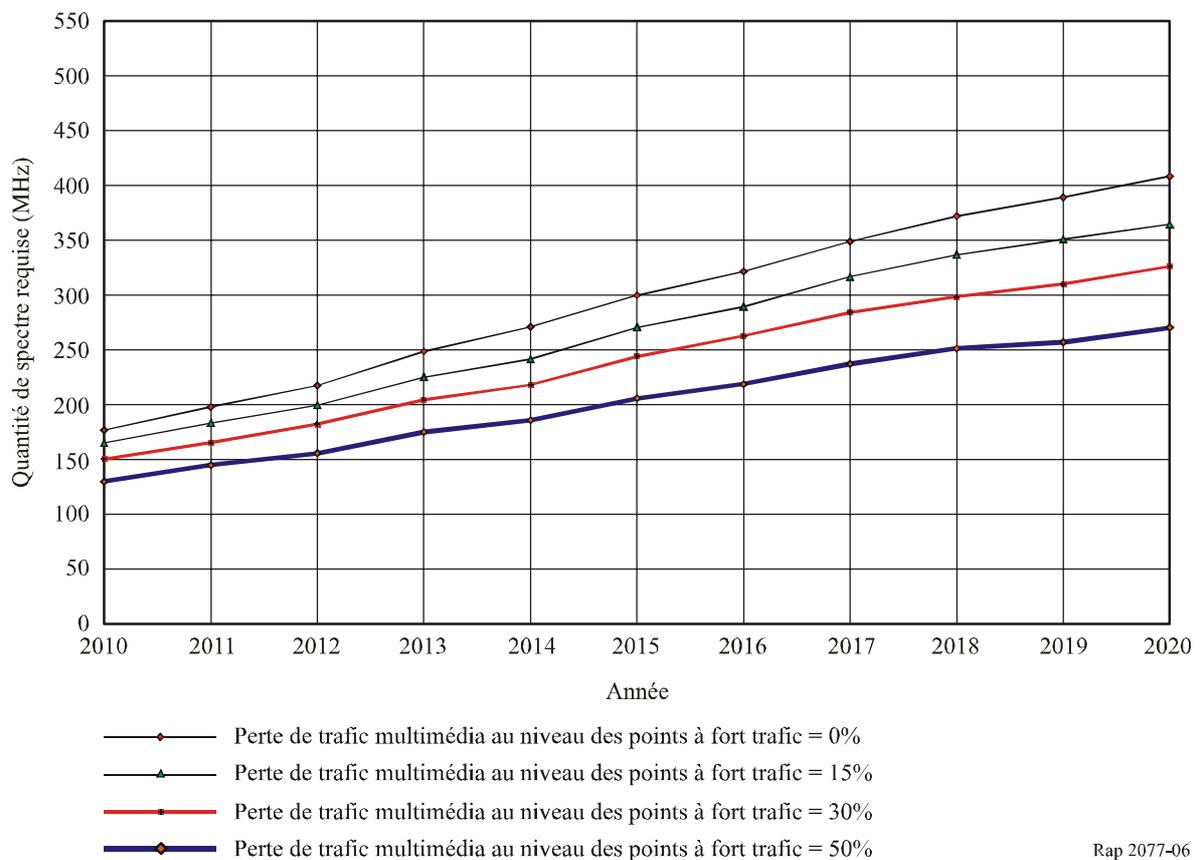
**Analyse de sensibilité concernant le pourcentage de trafic global au niveau d'un groupe à fort trafic**



L'incidence de la perte de trafic au niveau des points à fort trafic due au partage avec les services de Terre est représentée sur la Fig. 6. Sans être particulièrement importante, cette incidence pourrait bénéficier aux fournisseurs de services assurés par des systèmes du SMS. En effet, le trafic étant réparti de façon plus équilibrée sur les autres faisceaux, un système peut avec la même capacité desservir un plus grand nombre d'abonnés au SMS pour une largeur de bande donnée. Ce facteur ne devrait pas véritablement se répercuter sur le nombre d'abonnés, puisqu'il peut se traduire tout au plus par une moindre utilisation du terminal du SMS dans des points à fort trafic.

FIGURE 6

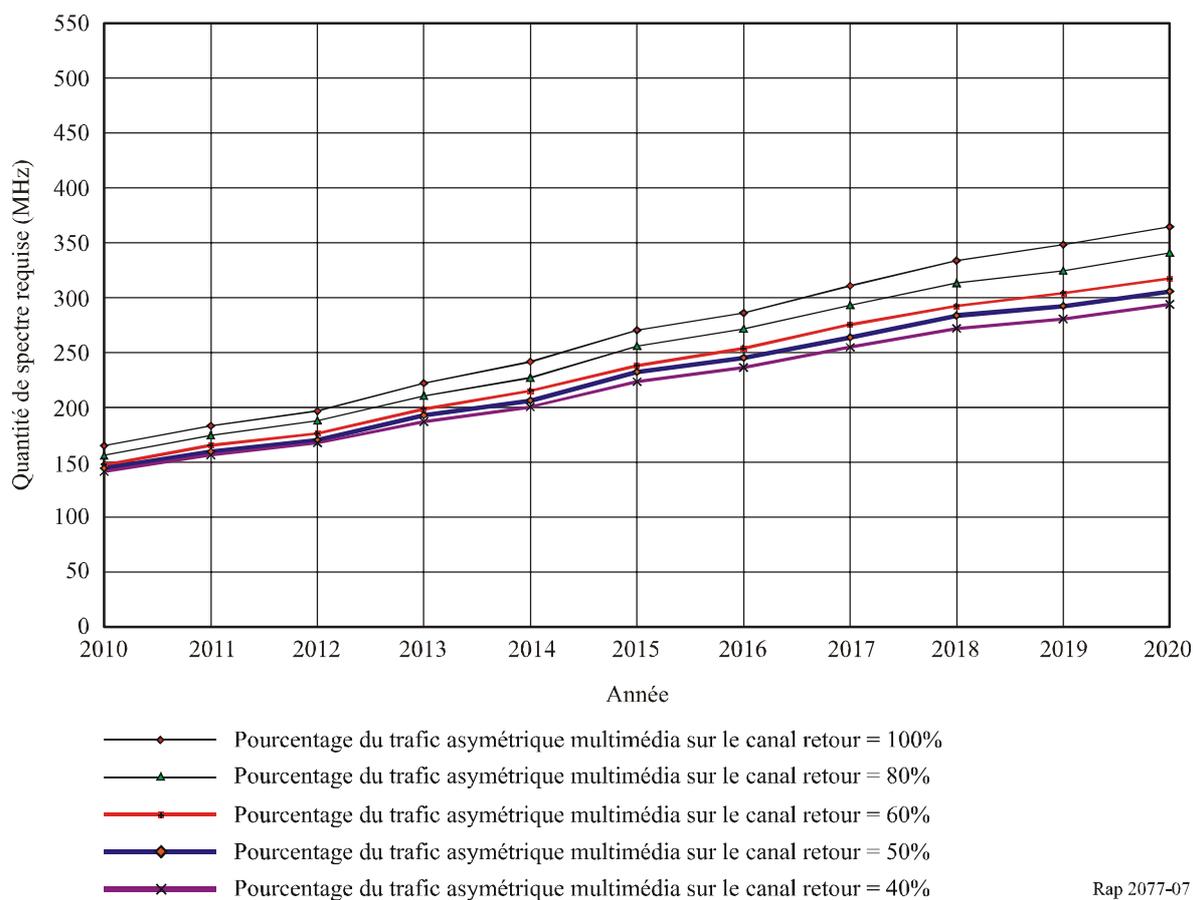
## Analyse de sensibilité concernant la perte de trafic au niveau des groupes à fort trafic



Comme on peut le voir sur la Fig. 7, l'incidence de l'asymétrie du trafic multimédias sur le canal retour par rapport au canal aller est relativement mineure.

FIGURE 7

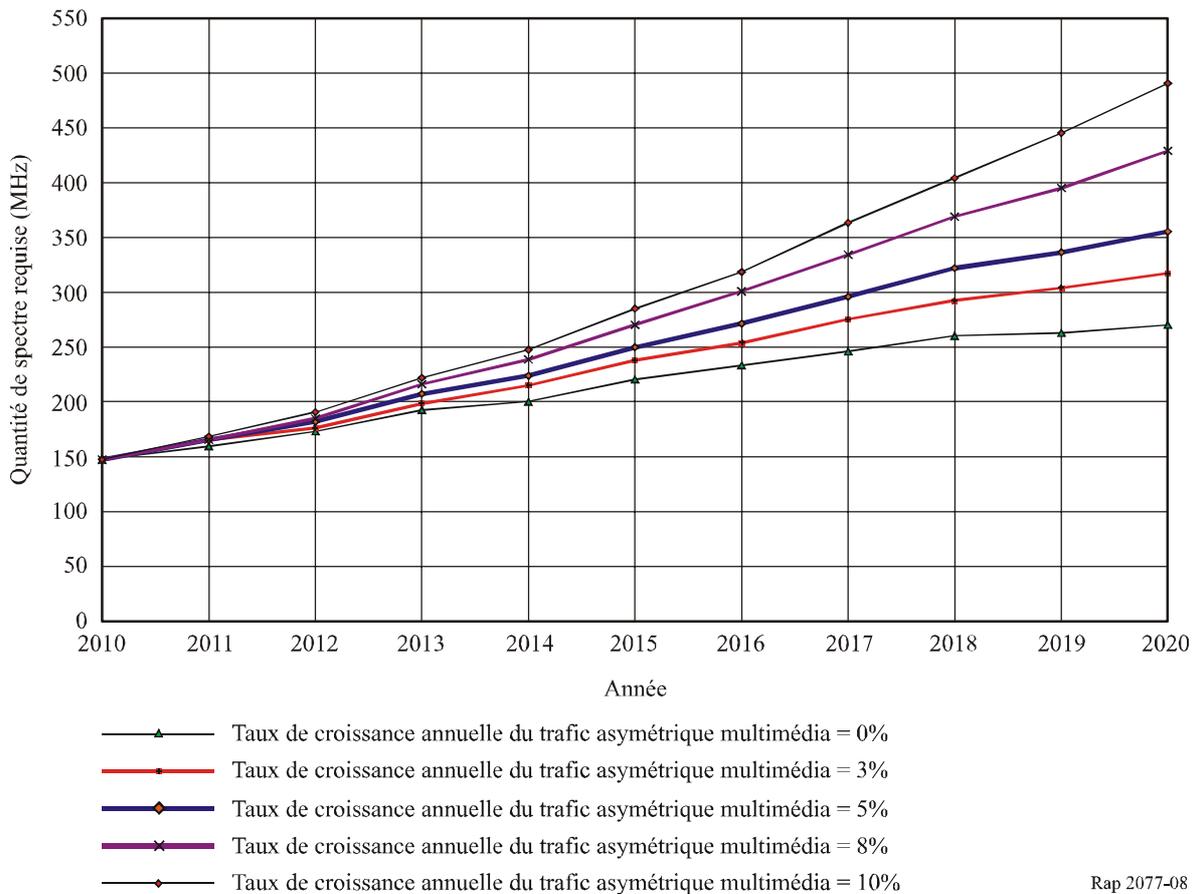
**Analyse de sensibilité concernant le pourcentage de trafic asymétrique multimédia**



L'incidence du taux de croissance annuelle des services asymétriques multimédias est représentée sur la Fig. 8. En fait, à terme, ce facteur pourrait être déterminant, si les services multimédias du SMS devenaient financièrement plus abordables grâce aux nouveaux systèmes évolués à forte puissance ou à multifaisceaux à grand rendement.

FIGURE 8

**Analyse de sensibilité concernant le taux de croissance annuelle  
des services asymétriques multimédias**



Rap 2077-08

## 5 Cadre réglementaire des radiocommunications

On trouvera dans le Tableau 15 les attributions au SMS figurant dans le Règlement des radiocommunications (RR) de l'UIT, lesquelles se chiffrent à  $2 \times 121,5$  MHz. Toutefois, dans certaines régions, les bandes 2 500-2 535 MHz et 2 655-2 690 MHz, ou des parties de ces bandes, ne sont pas disponibles, ce qui laisse une portion de spectre utilisable d'environ  $2 \times 86,5$  MHz seulement. La disponibilité à l'échelle mondiale des bandes de fréquences attribuées au SMS est une condition quasiment indispensable pour les applications de la composante satellite des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000.

TABLEAU 15

## Attributions de fréquences actuelles au SMS dans la gamme 1-5 GHz

Bandes pour la liaison montante (MHz)	Bandes pour la liaison descendante (MHz)	Largeur de bande (MHz)
1 626,5-1 645,5; 1 646,5-1 660,5	1 525-1 544; 1 545-1 559	2 × 33
1 610-1 626,5	2 483,5-2 500	2 × 16,5
1 668-1 675	1 518-1 525	2 × 7
1 980-2 010	2 170-2 200	2 × 30
2 670-2 690	2 500-2 520	2 × 20
2 655-2 670	2 520-2 535	2 × 15
<b>Quantité totale de spectre attribué</b>		<b>2 × 121,5</b>

## 6 Résumé et conclusions

Les prévisions de trafic et les besoins de spectre estimés pour la composante satellite des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000 sont présentés pour la période 2010-2020. Calculés sur la base d'une prévision prudente du nombre d'abonnés aux services de la composante satellite des IMT-2000 et des systèmes postérieurs aux IMT-2000 pour ladite période, et conformément à la méthode de calcul des besoins de spectre pour les IMT-2000 décrite dans la Recommandation UIT-R M.1391, le total des besoins de spectre déterminés selon un scénario fondé sur une hypothèse basse et selon un scénario fondé sur une hypothèse haute est indiqué dans le Tableau 16. Le déséquilibre qui existe entre le sens de transmission Terre vers espace et le sens de transmission espace vers Terre est principalement dû aux applications de distribution et aux services asymétriques multimédias qui ont des besoins de spectre plus importants sur les liaisons espace vers Terre.

Pour le scénario prévoyant un faible trafic, on a posé comme hypothèse une augmentation de 9% du nombre d'abonnés au SMS par an, en prenant comme point de départ le nombre connu des abonnés au SMS au début de 2006, à savoir 1,4 million. Dans ces conditions, il n'y aura pas de forte incitation à réaliser de nouveaux investissements en vue de mettre régulièrement en place des systèmes multifaisceaux à rendement élevé, dotés de plus de 200 faisceaux, ce qui n'entraînera donc pas de baisse sensible du pourcentage du trafic observé au niveau des points à fort trafic. Les autres hypothèses sont notamment la perte d'environ 50% du trafic asymétrique multimédia au niveau des points à fort trafic, l'absence de croissance des services asymétriques multimédias, et un 50% environ de trafic asymétrique multimédia sur le canal retour par rapport au canal aller. De même qu'un service de distribution au moyen de 17 canaux de données pour optimiser l'utilisation de la largeur de bande disponible supposée de 30 MHz d'ici à 2010 puis à l'aide de 26 canaux après 2015.

Pour le scénario prévoyant un fort trafic, on a posé comme hypothèse une augmentation de 14% du nombre d'abonnés au SMS par an. Dans ces conditions, il y aura une forte incitation à investir dans de nouvelles technologies du SMS, ce qui se traduira par la mise en service progressive de systèmes multifaisceaux à rendement élevé, dotés de grands réflecteurs et d'environ 600 faisceaux, jusqu'en 2020. Les autres hypothèses sont notamment la perte d'environ 25% du trafic asymétrique multimédia au niveau des points à fort trafic, la croissance annuelle de 5% pour les services asymétriques multimédias et de 71% pour le trafic asymétrique multimédia sur le canal retour. Un service de distribution au moyen de 26 canaux de données jusqu'en 2015, puis à l'aide de 35 canaux de données après cette date.

Dans le cas des applications de distribution, il convient d'envisager d'optimiser le nombre des canaux mis à la disposition de l'abonné en fonction de la largeur de bande totale disponible, de la largeur de bande et de la qualité du canal, du nombre de faisceaux ponctuels et des systèmes à satellites.

Contrairement aux applications non multimédias, le trafic provenant des applications de distribution multimédias par satellite va continuer d'augmenter rapidement.

Dans leur majeure partie, les besoins de spectre sont imputables aux services de distribution multimédias et aux services asymétriques.

La prise en charge d'un certain niveau de mobilité pour une largeur de bande donnée est possible uniquement jusqu'à une certaine fréquence d'exploitation, en raison des phénomènes d'évanouissement rapide et, par conséquent, les fréquences d'exploitation appropriées pour une grande mobilité ne devraient pas dépasser 6 GHz.

TABLEAU 16

**Besoins de spectre calculés selon les deux scénarios (faible trafic et fort trafic)**

Besoins de spectre (MHz)	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
<b>Scénario prévoyant un faible trafic</b>											
Quantité de spectre dans le sens Terre vers espace	55	61	62	68	71	74	83	89	93	98	105
Quantité de spectre dans le sens Espace vers Terre, distribution non comprise	70	76	79	85	92	98	106	116	122	130	140
Total de la quantité de spectre requise, distribution non comprise	125	137	141	153	163	172	189	205	215	228	245
Quantité de spectre pour les services de distribution multimédias	30	30	30	30	30	30	60	60	60	90	90
Total général des besoins de spectre, distribution comprise	155	167	171	183	193	202	249	265	275	318	335
<b>Scénario prévoyant un fort trafic</b>											
Quantité de spectre dans le sens Terre vers espace	74	83	89	98	108	123	134	146	157	165	176
Quantité de spectre dans le sens Espace vers Terre, distribution non comprise	89	98	107	119	131	149	163	178	193	206	223
Total de la quantité de spectre requise, distribution non comprise	163	181	196	217	239	272	297	324	350	371	399
Quantité de spectre pour les services de distribution multimédias	30	30	30	30	30	60	90	90	90	120	120
Total général des besoins de spectre, distribution comprise	193	211	226	247	269	332	387	414	440	491	519

Pour étudier la sensibilité de ces besoins de spectre, plusieurs paramètres ont été modifiés par rapport à ceux retenus dans le scénario nominal. Cette analyse a montré que le taux de croissance annuelle du nombre d'abonnés au SMS et le pourcentage du trafic global dans le groupe le plus défavorable sont des facteurs déterminants pour évaluer la quantité de spectre requise. Dans une certaine mesure, il existe un facteur de compensation entre le nombre croissant d'abonnés et le pourcentage de trafic observé au niveau des points à fort trafic, étant donné qu'une croissance soutenue du marché du SMS stimulera fortement l'élaboration de nouveaux satellites du SMS à

faisceaux ponctuels et à rendement élevé. Le taux de croissance annuelle des services asymétriques multimédias a lui aussi un impact important. En revanche, les variations de la perte de trafic au niveau des points à fort trafic due au partage avec les services de Terre sont moins déterminantes et l'incidence de l'asymétrie du trafic des services multimédias sur le canal retour par rapport au canal aller est relativement peu importante.

Les besoins de fréquences, compte tenu des attributions existantes, sont indiqués dans le Tableau 17. Etant donné que sur les  $2 \times 121,5$  MHz actuellement attribués au SMS dans la gamme 1-5 GHz, seulement  $2 \times 86$  MHz environ sont globalement disponibles, il est nécessaire de prévoir des attributions additionnelles au SMS à l'échelle mondiale. Ces attributions devraient tout d'abord être de 14 MHz environ d'ici à 2010, et atteindre au maximum 114 MHz en 2020 selon un scénario prévoyant un faible trafic, y compris 30 MHz et 90 MHz d'ici à 2010 et 2020 pour les applications de distribution, respectivement. Selon un scénario prévoyant un fort trafic, ces attributions additionnelles devraient représenter 33 MHz environ d'ici à 2010 et atteindre 257 MHz en 2020. Ces estimations comprennent 30 MHz et 120 MHz d'ici à 2010 et 2020 pour la distribution multimédia, respectivement.

TABLEAU 17

**Nouvelles attributions au SMS requises à l'échelle mondiale dans la gamme 1-6 GHz**

Quantité de spectre requise (MHz)	Scénario à faible trafic		Scénario à fort trafic	
	2010	2020	2010	2020
Quantité de spectre dans le sens Terre vers espace	55	105	74	176
Quantité de spectre dans le sens espace vers Terre, distribution non comprise	70	140	89	223
Quantité de spectre requise pour la distribution multimédia dans le sens espace vers Terre	30	90	30	120
Total de la quantité de spectre requise	155	335	193	519
Nouvelles attributions requises dans le sens Terre vers espace		19		90
Nouvelles attributions requises dans le sens espace vers Terre, distribution non comprise		54	3	137
Nouvelles attributions requises dans le sens espace vers Terre, distribution comprise	14	144	33	257