

## RAPPORT UIT-R M.2023

**BESOINS EN SPECTRE POUR LES SYSTÈMES DES TÉLÉCOMMUNICATIONS  
MOBILES INTERNATIONALES-2000 (IMT-2000)**

(2000)

## TABLE DES MATIÈRES

	<i>Page</i>
1 Résumé .....	1
2 Considérations d'ordre général .....	2
3 Conclusions.....	3
Annexe 1.....	5
1 Introduction et champ d'application.....	5
2 Composante «de Terre» des IMT-2000 .....	5
3 Composante satellite des IMT-2000 .....	8
Appendice 1 à l'Annexe 1 – Considérations sur le choix des valeurs de paramètres pour les calculs de la composante de Terre.....	11
Complément 1 à l'Appendice 1 .....	22
Appendice 2 à l'Annexe 1 – Calcul détaillé des besoins en spectre de la composante de Terre.....	24
Appendice 3 à l'Annexe 1 – Prévisions concernant les utilisateurs et le trafic des IMT-2000 à satellite établies par les Etats-Unis d'Amérique.....	37
Appendice 4 à l'Annexe 1 – Calcul du spectre nécessaire pour la composante satellite, sur la base des prévisions établies par les Etats-Unis d'Amérique .....	44
Appendice 5 à l'Annexe 1 – Prévisions d'Inmarsat concernant les utilisateurs et le trafic du SMS et des IMT-2000 à satellite .....	48
Appendice 6 à l'Annexe 1 – Calcul du spectre nécessaire pour la composante satellite, sur la base des prévisions de l'Inmarsat.....	51
Complément 1 à l'Appendice 6 – Calcul des facteurs de concentration d'heures de pointe .....	55

## 1 Résumé

La notion de IMT-2000 couvre des systèmes mobiles de la troisième génération dont l'entrée en service est prévue autour de l'an 2000, sous réserve des impératifs du marché. Ces systèmes permettront d'accéder, au moyen d'une ou de plusieurs liaisons radioélectriques, à un vaste éventail de téléseices assurés par les réseaux fixes de télécommunication (par exemple, réseaux téléphoniques publics commutés (RTPC), réseaux numériques avec intégration des services (RNIS)) ainsi qu'à divers autres services réservés aux usagers mobiles.

Ces systèmes font intervenir différents types de terminaux mobiles, reliés à des réseaux de Terre ou à des réseaux à satellite, conçus en fonction d'une utilisation dans le service fixe ou dans le service mobile.

Les principales caractéristiques des IMT-2000 sont les suivantes:

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

Il conviendrait que le présent Rapport, qui s'adresse aux Administrations examinant les besoins en fréquences des systèmes IMT-2000, soit utilisé dans la préparation de la CMR-2000 et notamment lorsqu'il s'agira d'élaborer les projets d'éléments à inclure dans le Rapport de la RPC.

## 2 Considérations d'ordre général

2.1 Les Administrations souhaiteront peut-être prendre en compte les éléments suivants en ce qui concerne les besoins en spectre des systèmes IMT-2000:

- a) les systèmes IMT-2000 sont définis dans un ensemble de Recommandations et de Rapports interdépendants, dont le présent Rapport fait partie;
- b) aux termes du numéro S5.388 du RR, «les bandes 1 885-2 025 MHz et 2 110-2 200 MHz sont destinées à être utilisées, à l'échelle mondiale, par les Administrations qui souhaitent mettre en œuvre les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000). Cette utilisation n'exclut pas l'utilisation de ces bandes par d'autres services auxquels elles sont attribuées. Les bandes devraient être mises à la disposition des IMT-2000 conformément aux dispositions de la Résolution 212 (Rév.CMR-97)»;
- c) le RR attribue par ailleurs dans ces bandes les intervalles 1 980-2 010 MHz et 2 170-2 200 MHz au service mobile par satellite (SMS) à titre mondial, éventuellement pour utilisation par la composante satellite des IMT-2000, au titre des dispositions du numéro S5.389A du RR;
- d) le RR attribue également les intervalles 2 010-2 025 MHz et 2 160-2 170 MHz dans la Région 2 au SMS au titre des dispositions des numéros S5.389C, S5.389D et S5.389E du RR et de la Résolution 212 (Rév.CMR-97);
- e) certaines parties des bandes retenues pour la mise en œuvre des IMT-2000 (1 885-2 025 MHz et 2 110-2 200 MHz) sont utilisées par des services fixes terrestres dans le cadre des attributions actuelles;
- f) le début de la mise en œuvre des IMT-2000 doit se faire à l'horizon 2000, sous réserve des impératifs du marché;
- g) les systèmes IMT-2000 assureront différentes catégories de services dans divers environnements;
- h) les bandes identifiées au § 2.1 b) sont partagées avec d'autres systèmes des services mobile, fixe et mobile par satellite, et la bande 2 110-2 120 MHz est partagée avec le service de recherche spatiale, et un grand nombre de ces systèmes sont actuellement utilisés;
- j) ces bandes sont utilisées différemment dans divers pays, voire dans une même Région;
- k) toutes les prévisions montrent que le nombre des abonnés au service mobile est appelé à augmenter;
- l) les caractéristiques de trafic et de service des systèmes IMT-2000 peuvent varier d'un pays à l'autre, et même à l'intérieur d'un pays; dans certaines parties du monde, un complément de spectre pourrait être nécessaire alors que dans d'autres régions du monde les bandes de fréquences identifiées sous § 2.1 b), c) et d) pourraient suffire et répondre à la demande actuelle et future des services IMT-2000;
- m) le volume de trafic acheminé par les systèmes mobiles, ainsi que le nombre et la diversité des services, sont appelés à augmenter de façon continue;
- n) il est nécessaire de faire en sorte que les terminaux IMT-2000 puissent fonctionner dans différents cadres de réglementation;
- o) les divers systèmes d'accès radioélectrique pouvant convenir aux IMT-2000 peuvent différer par leurs caractéristiques de largeur de canal et leur capacité et donc avoir une incidence variable sur les principales possibilités d'utilisation des fréquences;
- p) le choix d'une bande de fréquences mondiale faciliterait la possibilité de déplacement à l'échelle mondiale;
- q) dans les futurs systèmes, la gamme de cellules utilisables peut être très large, des petites cellules caractéristiques des systèmes prévus pour fonctionner à l'intérieur de bâtiments aux grandes cellules des systèmes à satellites;
- r) les IMT-2000 offriront des débits de données supérieurs aux systèmes moins récents et permettront donc de faire face à l'augmentation de la demande de la clientèle, de sorte que la demande de spectre additionnelle pourrait dépasser les estimations initiales;
- s) pour les calculs de besoins en spectre, il faudra définir les caractéristiques hypothétiques des configurations IMT-2000 types, et la nécessité d'utiliser le spectre de façon efficace imposera la prise en compte de compromis entre les coûts des systèmes IMT-2000 et les largeurs de bandes requises.

2.2 Par ailleurs, pour ce qui est de la composante de Terre, les Administrations souhaiteront peut-être considérer ce qui suit:

- a) dans certains pays, dans la partie inférieure de la bande 1 885-2 025 MHz attribuée aux IMT-2000, les systèmes DECT (*digital enhanced cordless telecommunication*) fonctionnent dans l'intervalle 1 880-1 900 MHz, et le système PHS (*personal handy phone*) dans l'intervalle 1 893,5-1 919,6 MHz. Par ailleurs, dans certains pays, des systèmes PCS (*personal communication services*) fonctionnant à la norme nord-américaine font intervenir une séparation duplex de 80 MHz dans la bande 1 850-1 990 MHz;

- b) les Administrations pourront décider d'autoriser les opérateurs à utiliser les bandes de fréquences actuellement attribuées aux systèmes du service mobile antérieurs aux IMT-2000 pour les systèmes IMT-2000 dans le cadre de l'évolution des systèmes radioélectriques de deuxième génération aux systèmes radioélectriques de troisième génération à capacités IMT-2000;
- c) les besoins en fréquences de la composante de Terre des systèmes IMT-2000 ont été estimés dans le Rapport UIT-R M.1153 avant la CAMR-92, époque à laquelle, dans le service radioélectrique, l'accent était mis essentiellement sur les services téléphoniques, alors que les systèmes IMT-2000 assureront une grande diversité de services de communication de données et de services multimédias large bande, à côté des services téléphoniques. Le Rapport UIT-R M.1153 est désormais couvert dans la Recommandation UIT-R M.687;
- d) la méthode décrite dans la Recommandation UIT-R M.1390 – Méthodologie de calcul des exigences de spectre de Terre pour les systèmes IMT-2000 a été utilisée pour calculer les besoins en spectre de la composante de Terre des IMT-2000.

**2.3** En ce qui concerne la composante satellite, les Administrations pourront également considérer ce qui suit:

- a) le besoin en spectre additionnel pour le SMS dans la gamme 1-3 GHz a été mentionné dans les Rapports de la RPC aux deux dernières CMR. Le Rapport de la RPC à la CMR-95 indiquait qu'une attribution totale comprise entre  $2 \times 75$  MHz et  $2 \times 150$  MHz serait requise d'ici 2005 (Parties A.2, 3 du Chapitre 2);
- b) le Rapport de la RPC à la CMR-97 indiquait qu'une attribution de  $2 \times 250$  MHz serait nécessaire en 2010;
- c) pour l'heure, le RR attribue environ  $2 \times 115$  MHz au SMS dans l'intervalle 1-3 GHz, avec certaines variations en fonction des Régions;
- d) la plupart de ces bandes sont utilisées par d'autres services dans la plupart des pays, ce qui réduit considérablement leur disponibilité effective pour le SMS. Dans de nombreux pays, ces bandes ne sont pas du tout disponibles pour le SMS;
- e) l'UIT a procédé à la publication anticipée d'un grand nombre de systèmes à satellites pour les bandes de fréquences du SMS comprises entre 1 et 3 GHz (novembre 1998). Certains de ces systèmes ont été notifiés dans plusieurs bandes;
- f) les bandes 1 525-1 559/1 626,5-1 660,5 MHz et 1 610-1 626,5/2 483,5-2 500 MHz sont de plus en plus encombrées par la multiplication des systèmes SMS opérationnels et planifiés, qui se traduit par des besoins en spectre croissants, multiplication que révèlent les réunions annuelles multilatérales de coordination de toutes les régions en ce qui concerne la première paire de bandes;
- g) au fur et à mesure que d'autres bandes attribuées au SMS dans l'intervalle 1-3 GHz deviendront disponibles, il se pourrait que ces bandes deviennent également encombrées avec la mise en service des réseaux à satellite ayant fait l'objet de publications;
- h) les prévisions établies pour les systèmes à satellites reposent sur des études effectuées à l'échelle mondiale, sur les marchés primaire et secondaire. Ainsi, les prévisions établies par l'une des principales sociétés mondiales d'exploitation de systèmes mobiles à satellites (voir l'Appendice 3 à l'Annexe 1) sont fondées sur une très large analyse de marché: en ce qui concerne le marché primaire, l'échantillon comprenait plus de 200 000 personnes, et 23 300 personnes de 42 pays et 3 000 entreprises ayant des filiales à l'étranger ont été interviewées;
- j) les prévisions d'une autre grande entreprise mondiale de communications mobiles par satellite (voir l'Appendice 5 à l'Annexe 1) ont été établies sur la base d'enquêtes d'utilisation réelle et potentielle détaillées effectuées dans 15 pays et couvrant plus de 1 000 entreprises ou personnes, complétées par des prévisions et des profils d'utilisation reposant sur près de 20 années d'exploitation;
- k) la méthodologie décrite dans la Recommandation UIT-R M.1391 – Méthodologie de calcul des exigences de spectre des satellites IMT-2000 a été utilisée pour calculer les besoins en spectre de la composante satellite des IMT-2000.

### 3 Conclusions

Les conclusions du présent Rapport peuvent être formulées comme suit:

- a) il conviendrait que les Administrations utilisent, pour déterminer les besoins en fréquences des IMT-2000, les données prévisionnelles de marché et les valeurs des paramètres techniques de l'Annexe 1 et des pièces qui la complètent;

- b) on prévoit un besoin supplémentaire de *160 MHz* pour la composante de Terre des IMT-2000, s'ajoutant au spectre déjà prévu dans le numéro S5.388 du RR et aux fréquences utilisées dans les diverses Régions pour les systèmes mobiles de la première et de la deuxième génération. Cette prévision devra être prise en compte par les Administrations dans la détermination des besoins en spectre pour les IMT-2000 (Voir le Tableau 1);
- c) les besoins en spectre prévus en ce qui concerne les systèmes à satellites pour les années 2005 et 2010, spécifiés dans le Tableau 2, devront être pris en compte par les Administrations dans la détermination des besoins en spectre pour les IMT-2000.

TABLEAU 1

**Récapitulatif des besoins en spectre des systèmes mobiles terrestres,  
composante de Terre des IMT-2000 comprise**

Région	Total des besoins en spectre prévus pour les systèmes mobiles terrestres, pour l'année 2010 (MHz) <sup>(1)</sup>	Total des besoins en spectre déterminés pour les systèmes mobiles terrestres (y compris besoins spécifiés au numéro S5.388 du RR pour les IMT-2000) (MHz)	Besoins en spectre additionnels identifiés pour la composante de Terre des IMT-2000, pour l'année 2010 (MHz)
Région 1	555	395	160
Région 2	390	230	160
Région 3	480	320	160

<sup>(1)</sup> Les chiffres correspondent aux besoins calculés pour les régions géographiques où le trafic est le plus dense.

Le total des besoins en spectre déterminés pour les systèmes mobiles terrestres se compose des fréquences déjà spécifiées au numéro S5.388 du RR pour la composante IMT-2000 de Terre et du spectre utilisé pour les systèmes mobiles de la première et de la deuxième génération. Les besoins additionnels qui en découlent pour la composante de Terre des IMT-2000 sont également précisés dans le tableau qui précède. Il est évident que les fréquences requises pour la composante de Terre pourront varier, dans une même région, d'un pays à l'autre. Pour de plus amples informations, se reporter à l'Annexe 1, § 2.4.

TABLEAU 2

**Récapitulatif du total des besoins en spectre des systèmes mobiles à satellites,  
y compris composante «satellite» des IMT-2000 (MHz)**

Année	2005	2010
IMT-2000 (composante satellite)	2 × 31,5	2 × 67
Total SMS (y compris composante satellite IMT-2000)	2 × 123	2 × 145

NOTE 1 – Les chiffres indiqués dans le Tableau 2 correspondent aux besoins des régions géographiques où le trafic est le plus dense. Les besoins des systèmes à satellites ont été déterminés sur la base des prévisions exposées en détail à l'Annexe 1, § 3.

Dans les diverses Régions, il y a lieu de tenir compte du spectre déjà réservé aux services du SMS antérieurs aux IMT-2000. Du fait que les valeurs total SMS données pour la composante satellite couvrent aussi bien les services IMT-2000 que les services antérieurs, il est nécessaire de soustraire l'attribution existante aux services pré-IMT-2000 pour déterminer le spectre additionnel requis en 2005 et en 2010 pour la composante satellite des IMT-2000. Cette soustraction n'a pas été faite dans le présent Rapport, en raison de variations, d'une administration à l'autre, des intervalles de spectre attribués aux services à satellites pré-IMT-2000.

## ANNEXE 1

## 1 Introduction et champ d'application

Les besoins en spectre de la composante de Terre des systèmes IMT-2000 ont été estimés avant la CAMR-92 dans le Rapport de l'ex-CCIR à cette Conférence. Ces calculs de spectre sont maintenant traités dans la Recommandation UIT-R M.687. A l'époque, on considérait que les services de téléphonie vocale étaient la principale source de trafic. Mais avec l'évolution des techniques et l'approche du XXI<sup>e</sup> siècle, la clientèle demande des services radio-électriques offrant un nombre croissant de possibilités. Les futurs services radioélectriques devront assurer non seulement le trafic téléphonique vocal mais encore une large gamme de nouveaux services associés à un grand nombre d'applications. Des services supports pour le multimédia, l'accès Internet, la transmission d'images et les visioconférences seront absolument indispensables dans les systèmes radioélectriques de la 3<sup>ème</sup> génération. Compte tenu de ces nouvelles applications, les IMT-2000 offriront divers services à débit de données élevé.

La prestation des nouveaux services décrits dans la Recommandation UIT-R M.816 intitulée – Cadre de description des services assurés par les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000) se répercutera sur les besoins en spectre des systèmes IMT-2000. Il est donc nécessaire de revoir les estimations initiales reprises dans le Rapport UIT-R M.1153 et de se demander:

- si les estimations de spectre initiales sont toujours adéquates, et
- dans la négative, de quantifier la demande de spectre additionnelle.

### 1.1 Champ d'application

Le présent Rapport:

- a) mentionne les méthodes utilisées dans le calcul des besoins en spectre, pour les services mobiles terrestres comme pour les services mobiles par satellite;
- b) décrit la demande prévisionnelle correspondant à ces services;
- c) précise les valeurs utilisées pour les paramètres qui interviennent dans les équations de calcul des besoins en spectre;
- d) donne les résultats numériques de l'application des méthodes de calcul des besoins en spectre pour les services mobiles terrestres et les services mobiles par satellite, et
- e) détermine les besoins en spectre associés aux composantes «de Terre» et «satellite» des systèmes IMT-2000 assurant les services IMT-2000.

Les besoins définis dans le présent Rapport seront examinés dans le cadre de la préparation de la CMR-2000, mais il ne s'agit pas, dans ce document, de proposer des méthodes permettant de faire face à ces besoins, de traiter des besoins des autres services, d'analyser les disponibilités en spectre, de décrire les techniques propres à faciliter le partage entre les IMT-2000 et d'autres services ou encore de traiter d'autres facteurs liés à l'utilisation du spectre.

## 2 Composante «de Terre» des IMT-2000

Les services relevant de la composante de Terre des IMT-2000 sont décrits au § 2.1. Il s'agit de services supports, par opposition aux services d'application qui sont définis dans la Recommandation UIT-R M.816. Les § 2.2 et 2.3 décrivent respectivement le marché et les valeurs des paramètres techniques associés aux services décrits au § 2.1. L'Appendice 1 à l'Annexe 1 propose une analyse détaillée des valeurs considérées comme appropriées pour le calcul du trafic radio-électrique commercial. L'Appendice 2 à l'Annexe 1 décrit en détail les calculs de spectre pour les Régions 1, 2 et 3.

### 2.1 Définitions de services relevant de la composante «de Terre» des IMT-2000

Les définitions des services associés aux IMT-2000 sont données dans la Recommandation UIT-R M.816. Les définitions des services suivants, utilisées dans les calculs de spectre pour la composante de Terre, sont compatibles avec les définitions que l'on trouve dans la Recommandation UIT-R M.816. Le § 7 de cette Recommandation traite des

services d'application des IMT-2000, tandis que la Recommandation UIT-R M.1390 porte sur les services supports. Les services supports utilisés pour les calculs de spectre peuvent être classés comme suit:

- phonie (S);
- messagerie simple (SM);
- données commutées (SD);
- multimédia asymétrique;
- multimédia symétrique.

Pour de plus amples informations, se reporter à l'Appendice 1 à l'Annexe 1.

## 2.2 Composante «de Terre» et considérations relatives au marché

Par définition, le taux de pénétration, d'un service mobile terrestre, est le rapport du nombre des abonnés à ce service au nombre total de personnes dans une partie représentative de la région considérée (exemple: cellule de 1 km<sup>2</sup> ou équivalent). Commercialement, on parle d'estimation de la demande – pourcentage d'individus abonnés à un service donné. Une personne peut s'abonner à plusieurs services mobiles ou utiliser plusieurs services.

Les données commerciales détaillées fournies dans l'Appendice 1 à l'Annexe 1 permettent d'estimer les besoins en spectre pour l'année 2010 et les Administrations souhaiteront peut-être considérer ces chiffres dans leurs évaluations. Pour chaque service représentatif, ces données sont exprimées sous forme de taux de pénétration, et par environnement. Plusieurs Administrations ont communiqué en 1998 à l'UIT-R des analyses spécialisées consacrées aux Régions 1, 2 et 3 (prévisions de marché pour les IMT-2000). Ces analyses ont été établies à partir d'études de marché effectuées par plusieurs associations du secteur, en collaboration avec des sociétés d'études de marché connues. A l'issue de débats prolongés entre des représentants des trois Régions, il a été possible d'établir une prévision d'ensemble unifiée pour les IMT-2000. Cette prévision globale intègre raisonnablement les données des diverses régions, est véritablement révélatrice des tendances générales des IMT-2000 et rend fidèlement compte des évaluations spécifiquement régionales de l'avenir commercial des IMT-2000. On considère que cette prévision représente la meilleure information dont on dispose sur la demande future de services radioélectriques commerciaux.

## 2.3 Paramètres techniques de la composante «de Terre»

Les paramètres utilisés dans la méthode de calcul des besoins en spectre définie dans la Recommandation UIT-R M.1390 sont les suivants:

1	Densité de population	7	Qualité de service
2	Zone de cellule	8	Nombre de cellules par groupe
3	Taux de pénétration	9	Débit binaire de canal de service
4	Tentative d'appels heure de pointe	10	Capacité nette système
5	Durée d'appel	11	Facteur alpha
6	Facteur d'activité	12	Facteur beta

Toutes les autres quantités utilisées dans la méthode sont calculées à l'aide des équations spécifiées aux § 2 et 3 de la Recommandation UIT-R M.1390, et sont compatibles avec les paramètres énumérés plus haut. Pour de plus amples informations, se reporter à l'Appendice 1 à l'Annexe 1.

## 2.4 Besoin en spectre de la composante de Terre IMT-2000

On trouvera dans l'Appendice 2 à l'Annexe 1 les résultats des calculs détaillés (tableurs) représentatifs, pour les Régions 1, 2 et 3, des besoins en spectre de la composante de Terre IMT-2000 (zones de plus fort trafic). Les tableaux ont été établis sur la base de la méthode exposée dans la Recommandation UIT-R M.1390, avec les valeurs de paramètres fournies dans l'Appendice 1 à l'Annexe 1.

Le Tableau 3 résume les besoins en spectre, à l'horizon 2010, des services considérés comme services radioélectriques actuels ainsi que les besoins en spectre, pour la même année, des nouveaux services de la troisième génération que les systèmes IMT-2000 permettront d'assurer. Les services actuels sont: S, SM et SD. Les nouveaux services IMT-2000 sont: le multimédia moyen (MMM), le multimédia de débit élevé (HMM) et le multimédia interactif de débit élevé (HIMM).

TABLEAU 3

**Total des besoins en spectre de la composante de Terre  
des services mobiles, par catégorie de service**

Région	Services de 1 <sup>è</sup> et de 2 <sup>è</sup> génération (S, SM, SD) (MHz)	Services de la 3 <sup>è</sup> génération (MMM, HMM, HIMM) (MHz)	Total des besoins en spectre (MHz)
Région 1	269	286	555
Région 2	174	216	390
Région 3	232	248	480

NOTE 1 – Les services de 3<sup>ème</sup> génération englobent naturellement les services de 1<sup>ère</sup> et de 2<sup>ème</sup> génération, mais la structure de ce Tableau permet de séparer nettement les besoins en spectre des services à fort débit de données de la 3<sup>ème</sup> génération et les besoins en spectre des services vocaux et des services de données de débit moins important.

Par exemple, à considérer les totaux pour la Région 2, on relève que les services actuels (S, SM et SD) exigeront environ 174 MHz en 2010. Dans certaines administrations de la Région 2, l'attribution actuelle à ces services est d'environ 190 MHz. En conséquence, l'industrie radioélectrique de ces administrations dans la Région 2 pourra faire face à la croissance prévue des services actuels avec l'attribution dont elle dispose si l'on suppose que les interfaces radioélectriques modifiées permettront d'intégrer la technologie IMT-2000, plus efficace et de plus forte capacité. Cette amélioration de l'efficacité des systèmes fait partie des hypothèses de travail sur la base desquelles a été déterminée la valeur utilisée pour la capacité nette du système (Appendice 1 à l'Annexe 1). Le Tableau 3 montre également que les besoins en spectre de ces mêmes administrations de la Région 2 pour les nouveaux services de données à débit élevé (MMM, HMM et HIMM) représentent au total environ 216 MHz. Il est donc évident que les besoins en spectre additionnel de la composante de Terre sont à mettre au compte des nouveaux services large bande, à savoir, HIMM, HMM et MMM.

Le Tableau 4 résume les besoins estimatifs en spectre de la composante de Terre IMT-2000 pour chacune des trois Régions de l'UIT.

TABLEAU 4

**Récapitulatif du total des besoins en spectre de la composante de Terre  
des services mobiles, IMT-2000 compris**

Région	Total prévisible des besoins en spectre de la composante de Terre des services mobiles (pour l'année 2010) (MHz)	Total calculé des besoins en spectre de la composante de Terre des services mobiles (y compris fréquences attribuées en vertu du numéro S5.388 du RR) (MHz)	Besoins en spectre additionnel prévisibles de la composante de Terre IMT-2000 (pour l'année 2010) (MHz)
Région 1	555	395	160
Région 2	390	230	160
Région 3	480	320	160

Dans les diverses Régions, il faut tenir compte des fréquences actuellement assignées pour les services antérieurs pré-IMT-2000. Du fait que le calcul des valeurs totales de la composante de Terre couvre aussi bien ces systèmes que les services IMT-2000 proprement dits, il faut soustraire le spectre attribué actuellement aux diverses composantes de Terre pour déterminer le spectre additionnel requis par la composante de Terre IMT-2000 à l'horizon 2010. Le total calculé du spectre nécessaire pour la composante de Terre de l'ensemble des services mobiles se compose du spectre déjà attribué en vertu du numéro S5.388 du RR à la composante de Terre IMT-2000 et du spectre utilisé pour les systèmes mobiles de première et de deuxième génération, comme indiqué ci-après. La composante additionnelle IMT-2000 est également spécifiée dans le Tableau 4. Il est évident que le spectre actuellement attribué à la composante de Terre peut varier, dans une même région, d'un pays à l'autre.

Pour la *Région 1*, le spectre existant, soit 395 MHz, se décompose comme suit:

- 70 MHz pour le GSM900 et les bandes d'extension (E-GSM) (880-915/925-960 MHz);
- 150 MHz pour le GSM1800 (1 710-1 785/1 805-1 880 MHz);
- 20 MHz pour le DECT (1 880-1 900 MHz); et
- 155 MHz des 230 MHz prévus au titre du numéro S5.388 du RR pour les IMT-2000.

Ce total s'applique à la plupart des pays de l'Union européenne et de la Conférence européenne des administrations des postes et télécommunications (CEPT), mais certains pays de la Région 1 disposent d'intervalles différents.

Pour la *Région 2*, les 230 MHz actuellement attribués se décomposent comme suit:

- 190 MHz pour les systèmes cellulaires et PCS et les services analogues (824-849/869-894, 1 850-1 990 MHz);
- 40 MHz des 230 MHz prévus au titre du numéro S5.388 du RR pour les IMT-2000.

Ces valeurs s'appliquent à la plupart des pays de la Commission interaméricaine des télécommunications (CITEL), mais certains pays de la Région 2 disposent d'intervalles différents.

Pour la *Région 3*, les 320 MHz existants se décomposent comme suit:

- 150 MHz pour les systèmes cellulaires (parties de l'intervalle 810-958 MHz et parties de l'intervalle 1 429-1 501 MHz);
- 26 MHz pour les PHS (1 893,5-1 919,6 MHz); et
- 144 MHz des 230 MHz destinés aux IMT-2000 en vertu du numéro S5.388 du RR.

Ces valeurs sont valables pour le Japon, mais certains pays de la Région 3 ont des intervalles différents.

### 3 Composante satellite des IMT-2000

#### 3.1 Services et débits de données

Pour l'essentiel, les SMS IMT-2000 sont destinés à prolonger les services radioélectriques terrestres de la troisième génération, compte tenu de certaines modifications en fonction des besoins spécifiques des utilisateurs du SMS. Les applications du SMS s'adressent avant tout aux utilisateurs mobiles, équipés d'appareils de poche, associés ou non à des ordinateurs portatifs. Les applications fixes du type envisagé par les nouveaux opérateurs du SFS non GSO ne répondent pas aux besoins des utilisateurs mobiles. Comme dans le cas de la composante de Terre IMT-2000, les descriptions de service correspondant à la composante satellite sont compatibles avec les notions définies dans la Recommandation UIT-R M.816. Se reporter également à la Recommandation UIT-R M.1167 – Cadre de description de l'élément satellite des télécommunications internationales-2000.

On distingue quatre grandes catégories de SMS dans l'offre IMT-2000, dont les débits de transmission sont compris entre 4 et 384 kbit/s – phonie, messagerie et données à faible débit, multimédia asymétrique, et enfin multimédia interactif.

La transmission de données multimédia à 2 Mbit/s n'est pas couverte dans l'exposé général sur les services SMS IMT-2000, car un tel service ne fait pas partie de l'offre des opérateurs SMS. Le Tableau 5 indique les débits de données correspondant aux divers types de services assurés par satellite, ainsi que les correspondances entre les services SMS et l'offre de services IMT-2000 terrestres. La comparaison montre qu'il y a synergie entre ces deux composantes des systèmes IMT-2000. Pour une description plus détaillée de ces services, se reporter aux Appendices 3 et 5 à l'Annexe 1.

TABLEAU 5

**Types de services par satellite et débits de données correspondants  
utilisés dans les études de marché**

Type de service satellite	Débit de données dans le service par satellite (kbit/s)	Type de service terrestre le plus proche
Phonie	4-16	S
Messagerie et données à faible débit	9,6-16	SM + SD
Multimédia asymétrique	Jusqu'à 144	MMM
Multimédia interactif	Jusqu'à 384	HIMM

### 3.2 Impératifs du marché pour la composante satellite

Les valeurs numériques établies pour la composante satellite sont fondées sur les études de marché réalisées par deux grandes organisations internationales de communication par satellite. Les prévisions de trafic correspondant à la composante satellite IMT-2000 pour 2005 et 2010 proviennent de deux sources:

- une source provenant des Etats-Unis d'Amérique;
- Inmarsat.

Ces prévisions sont exposées en détail dans les Appendices 3 et 5 à l'Annexe 1. Si les prévisions correspondant à la composante satellite varient sensiblement selon la région géographique considérée, les chiffres provenant des deux sources font apparaître une importante demande de services à satellite IMT-2000. Toutefois, on remarque certaines différences entre les données provenant de ces deux sources, ce qui n'a rien de surprenant lorsque l'on considère des prévisions établies à si long terme - ces différences peuvent certainement s'expliquer par la spécificité de l'orientation ou de la méthodologie adoptée.

On a cherché à savoir s'il serait possible de faire la synthèse de ces données et d'établir ainsi une prévision unique, mais, compte tenu du fait que chaque source présente une perspective spécifique de l'évolution de la demande sur le marché, il a été décidé de les maintenir séparées. Les lignes qui suivent résument ces prévisions en mettant en évidence leurs similarités et leurs différences.

Similarités:

- Les données des deux sources portaient exclusivement sur les applications mobiles (aucun des services identifiés ne concerne les terminaux fixes);
- Dans les deux cas, les services considérés ont été spécifiquement identifiés comme associés à des applications de type IMT-2000 (services vocaux et services multimédias);
- Dans les deux cas, les prévisions d'utilisation sont faites à l'horizon 2005 et à l'horizon 2010;
- Enfin, dans les deux cas, on considère des utilisations fréquentes (les utilisateurs ont besoin des services de communication par satellite dans leurs activités professionnelles journalières) et des utilisations peu fréquentes (il s'agit essentiellement d'abonnés à des services radioélectriques terrestres IMT-2000 qui ont besoin de communications par satellite lorsque leurs déplacements les amènent à l'extérieur des zones couvertes par les systèmes radioélectriques de terrestres).

Différences:

- Si, dans les deux cas, on considère aussi bien des utilisations fréquentes que des utilisations peu fréquentes, les prévisions de la source provenant des Etats-Unis d'Amérique, pour ce qui est des utilisations fréquentes, sont qualifiées de très prudentes. En revanche, Inmarsat donne davantage d'informations sur l'utilisation fréquente des services multimédias.
- Si les deux sources fondent leurs projections sur des recherches effectuées sur le marché primaire, le ciblage diffère. Inmarsat met l'accent sur l'utilisation fréquente des services multimédias, tandis que la source américaine porte avant tout sur l'utilisation globale des services par les abonnés et la répartition entre les services vocaux et les services de communication de données.

Ainsi, les prévisions finales ne sont pas fondées sur les mêmes techniques et les mêmes hypothèses, de sorte que la projection des besoins en spectre sera articulée sur les deux sources.

### 3.3 Calcul de spectre pour la composante satellite

Le calcul des besoins en spectre évalués sur la base des prévisions américaines est exposé dans l'Appendice 4 à l'Annexe 1. Le calcul effectué sur la base des prévisions d'Inmarsat fait l'objet de l'Appendice 6 à l'Annexe 1. Dans les deux cas, on a appliqué la méthode exposée dans la Recommandation UIT-R M.1391 et on a considéré le trafic acheminé par satellite dans les régions géographiques où le trafic est le plus élevé. Les Tableaux 6 et 7 résument respectivement les valeurs obtenues dans les Appendices 4 et 6 à l'Annexe 1.

TABLEAU 6

**Récapitulatif des besoins en spectre associés aux SMS IMT-2000,  
sur la base des prévisions américaines**

Région <sup>(1)</sup>	2005 Liaisons montantes (MHz)	2005 Liaisons descendantes (MHz)	Total 2005 (MHz)	2010 Liaisons montantes (MHz)	2010 Liaisons descendantes (MHz)	Total 2010 (MHz)
Région 1	33	33	66	68	68	136
Région 2	19	19	38	39	39	78
Région 3	15	15	30	32	32	64

<sup>(1)</sup> Résultats établis sur la base de prévisions relatives au marché mondial.

TABLEAU 7

**Récapitulatif des besoins estimatifs en spectre de la composante satellite IMT-2000/SMS,  
établis sur la base des prévisions d'Inmarsat (MHz par sens de transmission)**

Rangée	Type de trafic	Année	
		2005	2010
1	Non IMT-2000 <sup>(1)</sup>		
2	– Non multimédia	93	79
3	IMT-2000		
4	– Non multimédia	3	11
5	– Multimédia	27	55
6	Total IMT-2000	30	66
7	Total SMS	123	145

<sup>(1)</sup> On suppose que tout le trafic multimédia sera compatible avec IMT-2000. Le total du spectre SMS, dans la rangée 7, est la somme du trafic non IMT-2000 (rangée 2) et du total IMT-2000 (rangée 6).

### 3.4 Discussion et conclusions

Les résultats figurant dans les Tableaux 6 et 7, exposés plus détaillés dans les Appendices 4 et 6 à l'Annexe 1 ont été établis sur la base des meilleures informations disponibles et sont considérés comme représentatifs des systèmes IMT-2000. Ces résultats font apparaître que les services assurés par la composante satellite IMT-2000 nécessiteront un important complément de spectre. La nécessité de prévoir davantage de spectre pour les systèmes IMT-2000 relevant du SMS doit être considérée dans le contexte du spectre actuellement disponible dans le monde pour le SMS entre 1 et 3 GHz et utilisé par ce service. En raison du délai de mise en œuvre des systèmes SMS (conception, autorisations, fabrication, mise en place et mise en service, etc., dans le monde entier) deux dates charnières ont été considérées pour la demande: 2005 et 2010. On peut ainsi définir un indicateur de la demande de services par satellite en fonction du temps.

Les prévisions d'Inmarsat seront utilisées pour estimer la demande totale associée au SMS, puisque l'étude faite aux Etats-Unis d'Amérique ne couvre pas l'ensemble de ce service. Les deux études donnent une estimation des besoins pour la composante satellite IMT-2000. Les besoins en spectre indiqués correspondent à la demande régionale maximale. Ainsi, pour 2010, les Etats-Unis d'Amérique prévoient une demande de  $2 \times 68$  MHz, tandis qu'Inmarsat donne  $2 \times 66$  MHz. Ces deux valeurs étant très proches, on utilisera donc la moyenne ( $2 \times 67$  MHz) pour la composante satellite IMT-2000 à l'horizon 2010, et de même, on utilisera  $2 \times 31,5$  MHz pour 2005.

## APPENDICE 1

## À L'ANNEXE 1

### Considérations sur le choix des valeurs de paramètre pour les calculs de la composante de Terre

#### Paramètres de calcul de spectre définis dans la Recommandation UIT-R M.1390 pour la composante de Terre

Les paramètres utilisés dans la méthode de calcul du spectre exposée dans la Recommandation UIT-R M.1390 sont les suivants:

TABLEAU 8

## Paramètres

1	Densité de population	7	Qualité de service
2	Zone de cellule	8	Nombre de cellules par groupe
3	Taux de pénétration	9	Débit binaire de canal de service
4	Tentatives d'appels heure de pointe	10	Capacité nette système
5	Durée d'appel	11	Facteur alpha
6	Facteur d'activité	12	Facteur beta

Toutes les autres quantités utilisées dans la méthode sont des valeurs calculées avec les équations définies dans les § 2 et 3 de la Recommandation UIT-R M.1290 et sont les valeurs appropriées des paramètre ci-dessus. Le présent Rapport doit être lu avec la Recommandation UIT-R M.1390.

La numérotation des différentes sections consacrées à ces paramètres correspond au numéro du paramètre considéré dans la liste qui précède.

Les définitions des services IMT-2000 sont données dans la Recommandation UIT-R M.816. Les définitions de service utilisées pour les calculs de spectre de la composante de Terre correspondent aux définitions données dans la Recommandation UIT-R M.816. Le § 7 de cette Recommandation traite des services d'application des IMT-2000, tandis que la Recommandation UIT-R M.1390 traite des services supports, c'est-à-dire des services définis par référence au débit binaire de transmission et non par référence à l'utilisation de cette capacité. A titre de comparaison, en téléphonie terrestre, on utiliserait la désignation «circuit DS-1», «circuit E1», «circuit VC2», qui sont définis par référence au débit binaire d'utilisation associé, et non pas de liaisons téléphoniques, de données ou vidéo, puisqu'un flux de données peut servir à acheminer divers types d'informations.

Les services supports utilisés dans les calculs de spectre sont classés comme suit:

- Phonie*: aux fins du présent Rapport, la qualité de ce service est la qualité «interurbaine normale».
- Message simple*: type de service dont le débit d'utilisation ne dépasse pas 14 kbit/s.
- Données commutées*: service à commutation de circuits, avec débits binaires d'utilisation jusqu'à 64 kbit/s.
- Services multimédias asymétriques*: dans ce type de service, la quantité de trafic acheminé n'est pas la même dans les deux sens. Aux fins du présent Rapport, on considère que le trafic le plus important s'écoule vers le terminal, le trafic partant du terminal étant plus faible. Exemples: téléchargement de fichiers, recherches sur Internet, vidéo à mouvement intégral, télémedecine non interactive. Deux types de services asymétriques sont considérés dans le présent Rapport:
  - HMM: débit binaire d'utilisation de 2 000 kbit/s dans un sens et de 128 kbit/s dans l'autre;
  - MMM: débit binaire d'utilisation de 384 kbit/s dans un sens, et de 64 kbit/s dans l'autre.

Pour certaines applications, l'asymétrie entre la liaison descendante et la liaison montante peut être inversée.

e) *Services multimédias symétriques*: aux fins de la présente étude, on considère que les services multimédias marient généralement les types de services suivants: voie et/ou données à grand débit et/ou vidéo et/ou transmission d'images. Dans un service multimédia symétrique, le volume de trafic est égal dans les deux sens. Exemples: audio haute fidélité, visioconférence, télé-médecine et diverses applications de visioconférence (y compris, mais pas uniquement, les services interactifs du type télé-médecine), enfin, transfert d'images bidirectionnelles. Il s'agit de services à commutation de circuits (compte tenu de la nécessité de transmission en temps réel dans ces applications). Deux types de services multimédias symétriques sont considérés dans le présent Rapport:

- débit binaire d'utilisation de 128 kbit/s dans les deux sens;
- débit binaire d'utilisation de 384 kbit/s dans les deux sens.

Il suffit toutefois de dire que la configuration 128/128 correspond à la définition de base d'un service multimédia symétrique que l'on appellera HMM: en effet, une configuration 384/384, par exemple, correspond simplement à un multiple (3 fois) de la valeur 128/128 de base.

*Phase II*: il est prévu de mettre en œuvre les services IMT-2000 par phases. La Phase I couvre les services dans lesquels les débits binaires d'utilisation ne dépassent pas 2 000 kbit/s. La Phase II couvrira les nouveaux services qui compléteront ceux de la Phase I et nécessiteront parfois des débits binaires plus importants. On pourrait dire que les services de Phase II sont les services imposant des débits binaires d'utilisation compris entre 2 Mbit/s et moins de 10 Mbit/s (exemple: vidéo haute résolution). Du fait que les services de Phase II ne sont pas entièrement définis, et qu'il n'était pas prévu que la ou les interfaces radioélectriques IMT-2000 les prendraient en charge dès le départ, il a été difficile d'obtenir des statistiques de marché correspondant à ces services. En conséquence, même à l'horizon 2010, les services de Phase II n'ont pas été pris en compte dans le présent Rapport. Il est évident toutefois que l'adjonction des services de Phase II au cours de la période étudiée pourrait se traduire par un accroissement des besoins en spectre.

Il n'est pas nécessaire que chaque service soit disponible dans chaque environnement. Néanmoins, il convient de noter que certains environnements conviennent davantage que d'autres à des services multiples, et que la demande de trafic y évoluera en conséquence. Il suffit par exemple de comparer un environnement piéton, dans lequel tous les services seront vraisemblablement offerts et un environnement véhicule, où la demande de certaines applications – vidéo à mouvement intégral, applications à forte interactivité assurées dans le cadre des services HMM et HMM, futurs services de Phase II – sera sans doute sensiblement inférieure. Ainsi, un seul type de service (ou un petit nombre de services différents) pourra compter pour l'essentiel de la demande de spectre dans un environnement et une région donnés. Il faut aussi noter que la valeur conférée par l'utilisateur à un service ou à un ensemble de services peut être directement liée d'une part à la présence de ce service ou de ces services dans la région considérée et d'autre part à l'environnement. Dans la méthode de calcul, les paramètres comportent les notations indiciaires «e» et «s», ce qui signifie que l'on peut leur affecter des valeurs différentes en fonction de l'environnement et du service (voir la Recommandation UIT-R M.1390).

## 1 Densité de population

Au sens de la Recommandation UIT-R M.1390, la densité de population est «le nombre de personnes par unité de surface dans le cadre de l'environnement considéré». La définition couvre non seulement les habitants de la région étudiée, mais également les habitants de la périphérie et les clients des magasins, c'est-à-dire les personnes présentes dans l'environnement à une certaine heure, pour affaires ou par plaisir.

Dans un bâtiment, on utilisera un modèle tridimensionnel. Dans le choix du nombre d'étages considéré comme représentatif, on tiendra compte de la gestion des brouillages entre étages successifs. On considère que les niveaux de brouillage provenant de cellules non coordonnées situées directement au-dessus et au-dessous de l'étage examiné équivalent chacun à l'effet d'un accroissement de 50% de la densité de population de l'étage, et c'est pour cette raison que le modèle retenu pour la densité de population dans un bâtiment est un modèle à deux étages. Cet effet pourrait être pris en compte par le facteur capacité/système, mais on l'a incorporé dans le paramètre «densité de population» pour pouvoir utiliser dans les trois environnements la même valeur de capacité/système. En conséquence, une densité de 140 000 personnes/km<sup>2</sup> correspond à 70 000 personnes/étage/km<sup>2</sup>, soit en moyenne une personne pour 14 m<sup>2</sup> de superficie (superficie d'un bureau type).

En milieu urbain-piéton, les densités de population dépendent fortement de la situation démographique des villes étudiées. Cette situation est difficile à évaluer, car les données démographiques ne portent généralement que sur le nombre d'habitants. Toutefois, on peut trouver des informations dans l'Almanach mondial 1999 (basé sur les estimations des Nations Unies) et dans le Rapport du Forum UMTS (basé sur les documents de la Commission européenne (voir la Note 1)). La plupart des villes d'Europe, du Moyen-Orient (Région 1) et de l'Asie (Région 3) se caractérisent par une très forte densité de population dans les rues (riverains et personnes se rendant à leur travail), c'est-à-dire dans les zones où les besoins en spectre sont les plus importants. En Amérique (Région 2), les zones urbaines présentent toutefois des caractéristiques différentes, et la densité de population n'est jamais aussi élevée. Dans un environnement urbain-piéton, la densité est de 100 000 personnes/km<sup>2</sup> pour les Régions 1 et 3, et de 75 000 personnes/km<sup>2</sup> dans la Région 2, valeurs représentatives d'environnements piétons à forte densité de population (bureaux, centres commerciaux).

Dans un environnement ville-véhicule, la densité est de 3 000 personnes/km<sup>2</sup>.

NOTE 1 – UMTS Forum Report No. 6 Spectrum For UMTS/IMT-2000, <http://www.umts-forum.org> CEC Deliverable R2066/SESA/GA2/DS/P/030/bl. Results of traffic modelling for UMTS. CEC Deliverable R2066/SESA/GA2/DS/P/079/bl. Traffic modelling for UMTS and evaluation studies.

## 2 Zone de cellule

Alors que les techniques disponibles permettent d'obtenir de très fortes densités à l'intérieur d'une même cellule, les difficultés pratiques que pose l'obtention des sites et des autorisations d'exploitation peuvent en fait limiter la densité maximale. Il en résulte que le choix de la valeur du rayon de la cellule tient compte d'un ensemble de considérations techniques et économiques.

### 2.1 Forte densité, à l'intérieur de bâtiments (centre-ville)

Dans une configuration bâtiments, on suppose que la cellule a une superficie de 5 000 m<sup>2</sup>. Si l'on considère que la cellule est circulaire, le diamètre est alors d'environ 80 m. Si l'on considère que la cellule a la forme d'un carré, les côtés mesurent environ 70 m. En moyenne, un étage de bâtiment administratif de 200 m par 200 m comporterait donc environ 8 cellules (sites).

### 2.2 Environnement urbain-piéton

Dans un environnement urbain-piéton, une cellule a par définition une superficie de 312 000 m<sup>2</sup>, à quoi correspondent soit un carré de 560 m de côté, soit un cercle de 630 m de diamètre. On considère que les piétons se déplacent largement dans un tel espace, comportant une combinaison de circulations, de zones piétonnes, d'espaces libres et de bâtiments.

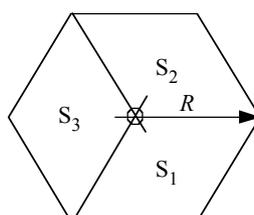
### 2.3 Environnement urbain-véhicule

La superficie unitaire des cellules d'un environnement urbain-véhicule est l'un des éléments déterminants de l'économie de l'expansion du réseau. Dans certaines régions, les opérateurs n'ont pas les moyens d'envisager des configurations à petites cellules et doivent donc couvrir les sites considérés avec des cellules plus importantes. Dans les Régions 1 et 2, la valeur considérée comme appropriée pour les cellules d'un environnement urbain-véhicule est de 866 000 m<sup>2</sup>. Dans la Région 3, on peut utiliser des cellules plus petites, et la valeur retenue est 312 000 m<sup>2</sup>.

A des fins d'illustration, on peut représenter une cellule de 866 000 m<sup>2</sup> par l'un des trois secteurs d'un hexagone découpé en trois losanges dont les côtés mesurent en moyenne 1 000 m (voir la Fig. 1).

FIGURE 1

En milieu urbain, les cellules constituent une structure hexagonale



S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub>: secteurs  
R: rayon

2023-01

De même, on peut dire qu'une cellule de 312 000 m<sup>2</sup> est l'un des trois secteurs d'un hexagone découpé en trois losanges, dont les côtés mesurent en moyenne environ 600 m.

Etant donné que, dans une structure hexagonale, le rayon moyen est d'environ 1 000 m, la distance la plus proche entre sites voisins (centre à centre) est d'environ 1 700 m. Lorsque les côtés des losanges mesurent environ 600 m, la distance la plus proche entre sites voisins (centre à centre) est d'environ 1 000 m. Il convient de noter que s'il est possible de couvrir la totalité de la zone, en général la proportion occupée par des routes ne représentera qu'un faible pourcentage du total, de sorte qu'en général on ne trouvera des véhicules que dans une petite partie de la zone couverte.

### 3 Taux de pénétration

Par définition, le taux de pénétration est le rapport entre le nombre d'abonnés au service mobile terrestre considéré et le nombre total de personnes présentes dans la zone représentative étudiée (par exemple, une partie de cellule de 1 km<sup>2</sup> ou une superficie équivalente). En marketing, on parle alors d'estimation de la demande, définie en pourcentage du total de la population abonnée au service. Une personne peut être abonnée à plusieurs services mobiles ou utiliser plusieurs services.

Le taux de pénétration est le rapport du nombre de personnes abonnées au service «s» au total de la population dans l'environnement «e». Il convient de noter que l'utilisation des services n'est pas exclusive. Un taux de pénétration révèle la pénétration du service considéré dans le total de la population des utilisateurs potentiels. Du fait qu'une personne peut utiliser plusieurs services, il se peut que la pénétration *totale* dans un environnement donné (tous services confondus) soit supérieure à l'unité (100%) lorsqu'une importante partie des abonnés utilisent plusieurs services.

Pour chaque type de service représentatif, les données de marché sont présentées par environnement et exprimées sous forme de taux de pénétration. Plusieurs administrations ont communiqué en 1998 à l'UIT-R les résultats d'études prévisionnelles de marché effectuées sur les IMT-2000 pour les Régions 1, 2 et 3. Les analyses ont été faites sur la base des études de marché réalisées par plusieurs associations de l'industrie en collaboration avec des bureaux d'analyse connus. A l'issue de débats prolongés entre représentants des trois Régions, il a été possible d'établir une prévision générale unifiée pour les IMT-2000. Il s'agit en quelque sorte d'une synthèse raisonnable des données correspondant à différentes régions, qui fait véritablement apparaître le caractère universel des IMT-2000 tout en rendant compte fidèlement des évaluations régionales du futur marché de ces systèmes. On considère que cette prévision est le reflet des meilleures informations disponibles sur la demande future de services hertziens commerciaux.

Il convient de noter que, dans cet exercice de synthèse, l'UIT-R a établi certaines relations d'équivalence entre débits de canal support et taux de pénétration. Par exemple, on peut dire que 128 kbit/s à un taux de pénétration de 13% équivaut, aux fins du calcul des besoins en spectre, à 64 kbit/s à 26% de pénétration. Par ailleurs, il est possible d'établir des relations d'équivalence analogues entre types de services similaires. Par exemple, les services multimédias symétriques présentent à la fois un canal support à 128 kbit/s et un canal support à 384 kbit/s. Aux fins de l'évaluation des besoins en spectre, on peut utiliser l'équivalent d'une demande à 128 kbit/s composite en appliquant un facteur 3 pour la conversion (il faut trois canaux à 128 kbit/s pour assurer un flux d'information unique à 384 kbit/s). Lorsque l'on compare les types de service et les types de canal support utilisés par les divers organismes de prévision, il faut tenir compte de ces facteurs d'équivalence. La prévision d'ensemble unifié établie pour les IMT-2000 repose précisément sur ce type d'analyse d'équivalence.

Pour estimer l'utilisation des divers services dans les divers environnements, on utilise par hypothèse les valeurs de pénétration du Tableau 9, qui donne en quelque sorte une vue synthétique des résultats des études de marché faites dans les trois Régions. On suppose que, dans de nombreux cas, les utilisateurs s'abonneront à plusieurs services et utiliseront donc plusieurs services dans le même environnement.

TABLEAU 9

Taux de pénétration des services terrestres, par type de service et par environnement

Services	Environnements		
	Intérieur de bâtiments, densité élevée (centre-ville)	Urbain-piéton	Urbain-véhicule
S: 16 kbit/s dans chaque sens	73%	73%	73%
SM: 14 kbit/s dans chaque sens	40%	40%	40%
SD: 64 kbit/s dans chaque sens	13%	13%	13%
MMM: liaison descendante/liaison montante: 384/64 kbit/s	15%	15%	15%
HMM: liaison descendante/liaison montante: 2 000/128 kbit/s	15%	15%	15%
HIMM: 128 kbit/s dans chaque sens	25%	25%	25%

Il importe de prendre note de la différence qui existe entre le taux de pénétration, qui révèle seulement le nombre d'abonnés dans une population donnée, et les paramètres de trafic, qui décrivent le comportement de ces abonnés. Les taux de pénétration peuvent être les mêmes dans deux ou trois environnements, lorsque les terminaux utilisés par les abonnés sont les mêmes dans ces environnements, mais les différences tiennent aux modalités d'utilisation. Par exemple, l'utilisation du service HMM dans un environnement urbain-véhicule ne sera généralement pas très élevée, mais la valeur donnée dans le Tableau 9 tient compte du fait que certains abonnements sont souscrits dans ce type d'environnement, même si ces abonnements ne sont pas utilisés, ce qui apparaît d'ailleurs dans les paramètres de trafic (tentative d'appels heure de pointe, durée d'appel, activité).

La méthode s'applique à tous les systèmes de télécommunication terrestres, et les chiffres indiqués ci-dessus s'entendent de la pénétration totale de tous les systèmes IMT-2000 et pré-IMT-2000, systèmes de la première et de la deuxième génération compris. Toutefois, ces prévisions ne couvrent ni les services de type radiorecherche ni les réseaux radio-électriques mobiles terrestres spécialisés (services de police, municipalités, etc.).

#### 4 Tentative d'appels heure de pointe

Le paramètre «tentative d'appels heure de pointe» du Tableau 10 définit une importante composante des caractéristiques de trafic du modèle d'estimation des besoins en spectre. Il s'agit d'une caractéristique de trafic difficile à prévoir, en particulier en ce qui concerne les services multimédias. Les nouveaux services se caractérisent par des profils temporels différents, de sorte que l'utilisation relative du spectre, entre les services vocaux et les autres services, varie constamment pendant la journée. Par ailleurs, les différents tarifs appliqués selon l'heure de la journée ont normalement une incidence sur les caractéristiques du trafic. Les estimations du trafic multimédia sont fondées sur des études effectuées pendant la période 1996-1998, et sur les tendances actuelles de l'évolution du trafic multimédia et de l'utilisation des services mobiles en général.

TABLEAU 10

Tentative d'appels heure de pointe

Services	Environnements					
	Intérieur de bâtiment, densité élevée (centre-ville)		Urbain-piéton		Urbain-véhicule	
	Liaison montante	Liaison descendante	Liaison montante	Liaison descendante	Liaison montante	Liaison descendante
S: 16 kbit/s dans chaque sens	3	3	0,8	0,8	0,4	0,4
SM: 14 kbit/s dans chaque sens	0,6	0,6	0,3	0,3	0,2	0,2
SD: 64 kbit/s dans chaque sens	0,2	0,2	0,2	0,2	0,02	0,02
MMM: liaison descendante/liaison montante: 384/64 kbit/s	0,5	0,5	0,4	0,4	0,008	0,008
HMM: liaison descendante/liaison montante: 2 000/128 kbit/s	0,15	0,15	0,06	0,06	0,008	0,008
HIMM: 128 kbit/s dans chaque sens	0,14	0,14	0,070	0,070	0,011	0,011

#### 5 Durée d'appel

Le Tableau 11 donne les valeurs du paramètre «durée d'appel», extraites de documents publiés [Anderlind et Zander, 1997; Jain et Routhier, 1986; UMTS].

Dans le cas des services multimédias, une durée d'appel de 3 000 s peut sembler, à première vue, excessive. Toutefois, il faut considérer également le facteur d'activité, qui rend compte de l'utilisation réelle du canal pour ce type de service à commutation par paquets. Pour davantage d'informations sur cette question, voir le Complément 1 à l'Appendice 1.

TABLEAU 11  
Durée d'appel (s)

Service	Environnements		
	Centre-ville	Piéton	Véhicule
S: 16 kbit/s dans chaque sens	180	120	120
SM: 14 kbit/s dans chaque sens	3	3	3
SD: 64 kbit/s dans chaque sens	156	156	156
MMM: liaison descendante/liaison montante: 384/64 kbit/s	3 000	3 000	3 000
HMM: liaison descendante/liaison montante: 2 000/128 kbit/s	3 000	3 000	3 000
HIMM: 128 kbit/s dans chaque sens	120	120	120

## 6 Facteur d'activité

Les valeurs indiquées au Tableau 12 pour ce qui est du facteur d'activité des services à commutation par paquets sont fondées sur le modèle du Complément 1 à l'Appendice 1.

TABLEAU 12  
Facteur d'activité

Services	Environnements					
	Intérieur de bâtiment, forte densité (centre-ville)		Urbain-piéton		Urbain-véhicule	
	Liaison montante	Liaison descendante	Liaison montante	Liaison descendante	Liaison montante	Liaison descendante
S: 16 kbit/s dans chaque sens	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
SM: 14 kbit/s dans chaque sens	1	1	1	1	1	1
SD: 64 kbit/s dans chaque sens	1	1	1	1	1	1
MMM: Liaison descendante/liaison montante: 384/64 kbit/s	0,00285	0,015	0,00285	0,015	0,00285	0,015
HMM: Liaison descendante/liaison montante: 2 000/128 kbit/s	0,00285	0,015	0,00285	0,015	0,00285	0,015
HIMM: 128 kbit/s dans chaque sens	1	1	1	1	1	1

En général, un service à commutation de circuits présente un facteur d'activité de 1, du fait que le circuit est utilisé dans les deux sens pendant la totalité du temps. Toutefois, dans le cas du trafic vocal, la valeur retenue est de 0,5, le trafic n'étant acheminé dans un seul sens que pendant la moitié du temps.

## 7 Qualité de service

### 7.1 Qualité de service dans le cas d'un trafic à commutations de circuits, modèle Erlang B

Pour déterminer le nombre de canaux de service par groupe dans le cas des services imposant un trafic à commutation de circuits à transmission rapide et disponibilité intégrale des faisceaux, on utilise la formule Erlang B (trafic vocal, données commutées, trafic HIMM). La formule Erlang B est depuis longtemps le modèle préféré pour ce type de trafic.

Les utilisateurs finals voudront normalement une qualité de service comparable à celle des systèmes à courants porteurs. On a donc procédé à une analyse de sensibilité de l'effet du remplacement de la valeur 2% par la valeur 1%. Si l'on fait varier seulement ce paramètre, le besoin net en largeur de bande n'est modifié que de 1,6% lorsque tous les autres paramètres qui interviennent dans l'exemple de calcul donné dans la Recommandation UIT-R M.1390 ne sont pas modifiés. Dans les services de communication hertziens, les tendances actuelles s'inscrivent dans le sens d'une amélioration de la qualité de service, qui devrait dépasser les niveaux actuellement envisageables. En conséquence, dans les études techniques, l'accent est mis sur un paramètre de qualité de service proche des valeurs obtenues dans les réseaux fixes à courants porteurs, et le choix d'une valeur équivalent à 1% rend bien compte de cette tendance.

## 7.2 Qualité de service dans le cas d'un trafic à commutation par paquets, modèle Erlang C

Pour déterminer le nombre de canaux de service par groupe dans le cas de services de communication fonctionnant en mode paquet, qui se caractérisent par des transmissions en salves et des temps de transmission qui peuvent dépasser les durées normales de mise en attente en cas d'occupation du canal, on utilise la formule Erlang C (SM, MMM, HMM).

Dans ce modèle, les demandes d'établissement de session sont considérées comme des demandes d'appel au niveau du commutateur dont la longueur est égale à la durée de communication correspondant au service. On considère qu'une qualité de service satisfaisante est offerte à l'utilisateur lorsque le volume effectif de trafic acheminé pendant la session est au moins égal à 50% du débit binaire nominal, le calcul étant effectué sur une période de temps égale à la durée de la communication.

Selon la théorie des files d'attente, avec une configuration  $M/M/S/\infty/\infty$ , la probabilité,  $P$ , de constater que le temps de mise en attente d'un appel entrant est supérieur à  $x$  est donnée par l'équation suivante:

$$P\{W > x\} = E_C(S,A) \times \exp [(-\mu(S - A) x)]$$

avec:

- $W$ : durée de mise en attente
- $S$ : nombre de canaux
- $A$ : trafic
- $E_C(S,A)$ : probabilité de mise en attente d'un appel entrant (fonction Erlang C)
- $1/\mu$ : durée moyenne de la communication.

Selon le critère retenu, pour que l'utilisateur soit satisfait, il faut que le temps de mise en attente soit inférieur à 50% de la durée de la communication (ce qui revient à dire que la durée d'acheminement de la totalité du trafic ne peut dépasser 50% de la longueur de la session). On écrit:  $\mu x = 0,5$ .

Ici encore, on suppose que les utilisateurs finals s'attendent à bénéficier d'une qualité de service hertzien comparable à celle des systèmes à courants porteurs: la probabilité de non-satisfaction de l'utilisateur doit donc être inférieure à 1%.

## 8 Nombre de cellules par groupe

Le nombre de cellules par groupe est le nombre de cellules considéré comme regroupées pour l'application de trafic et la qualité de service en question. On a retenu pour ce paramètre la valeur 7, qui correspond à la cellule en question et aux six premières cellules adjacentes dans la représentation hexagonale d'un système cellulaire.

## 9 Débit binaire de canal de service

Le débit binaire de canal de service est le débit de données du trafic acheminé, auquel on ajoute les bits de préfixe éventuellement nécessaires (signalisation, synchronisation). On parle également de débit binaire net d'utilisation lorsque l'on ne fait référence qu'au débit de données du trafic. Toutefois, pour des raisons de simplicité, et compte tenu du fait que la taille des préfixes n'est pas déterminée, nous supposons ici que le débit binaire de canal de service est égal au débit binaire d'utilisation net.

Pour les calculs de besoin en spectre, on suppose que les services support considérés présentent respectivement les débits binaires suivants:

TABLEAU 13  
Services support

Service	Débit binaire d'utilisation
S	16 kbit/s
SM	14 kbit/s
SD	64 kbit/s
Services multimédias asymétriques	HMM: 2 000 kbit/s dans un sens et 128 kbit/s dans l'autre sens MMM: 384 kbit/s dans un sens et 64 kbit/s dans l'autre sens
Services multimédias symétriques	Deux types de services multimédias symétriques sont considérés dans le présent Rapport: – 128 kbit/s dans chaque sens – 384 kbit/s dans chaque sens. Toutefois, il suffit de considérer le service 128 kbit/s comme module de base du service multi-média symétrique, qui sera désigné HMM. En effet, des valeurs de débit telles que 384 kbit/s peuvent être obtenues par multiplication du module de base (384 kbit/s = trois fois 128 kbit/s).

## 10 Capacité nette système

Les valeurs de capacité nette système correspondent aux valeurs moyennes de capacité des cellules acheminant un trafic mixte dans un réseau chargé en heure de pointe. Ces valeurs permettent d'estimer les besoins totaux en spectre des systèmes de communication mobiles publics à l'horizon 2010, systèmes de deuxième et de troisième génération compris. La capacité système des seuls IMT-2000 sera sans doute plus élevée.

Il y a lieu d'appliquer des valeurs différentes selon que l'on considère les services vocaux ou d'autres services. On prévoit qu'en 2010 une partie du trafic téléphonique sera encore assurée par des systèmes de la deuxième génération, mais que (par exemple) le trafic de données à débit binaire élevé sera assuré seulement par les système de la troisième génération.

Les besoins totaux en spectre des systèmes de terre sont inversement proportionnels à la valeur retenue pour le paramètre capacité nette système: lorsque l'on double la valeur de ce paramètre, on divise par 2 le total des besoins en spectre.

Bien que le paramètre de capacité nette soit lié à la notion d'efficacité d'utilisation du spectre, ces deux quantités ne sont pas analogues. Les rendements spectraux des interfaces radioélectriques IMT-2000 sont des estimations théoriques. L'évaluation des valeurs de capacité est extrêmement complexe, et les résultats obtenus dépendent pour beaucoup des scénarios et des hypothèses de travail retenus, ainsi que des hypothèses de modélisation du système d'accès radio-électrique.

Traditionnellement, les capacités systèmes sont calculées par simulation puis validées en condition réelles. En ce qui concerne la phonie, la capacité d'une combinaison de systèmes de deuxième et de troisième génération variera probablement entre 40 kbit/s/MHz/cellule et 100 kbit/s/MHz/cellule, et, dans le cas des autres services, les valeurs de capacité varieront vraisemblablement entre 50 kbit/s/MHz/cellule et 200 kbit/s/MHz/cellule, les scénarios et les hypothèses utilisés ayant en l'occurrence une incidence majeure. La capacité nette système doit refléter la réalité des systèmes radio-électriques effectivement mis en œuvre et exploités. C'est pour cette raison que les rendements spectraux cités dans les propositions ou évaluations relatives à l'interface/aux interfaces radioélectrique(s) IMT-2000 ne peuvent pas être directement utilisés dans l'évaluation de ce paramètre.

A considérer l'interface/les interfaces radioélectrique(s) envisagée(s) pour la normalisation des systèmes IMT-2000, il apparaît que les techniques utilisées feront intervenir un certain nombre de moyens d'accroissement de la capacité au niveau de la conception et des applications. Ainsi, selon toute vraisemblance, aucune nouvelle technique ne sera disponible suffisamment tôt pour qu'il soit possible de porter la capacité nette système sensiblement supérieure au-delà de la valeur proposée.

A l'horizon 2010, les techniques utilisées combineront les systèmes de deuxième génération et les systèmes de troisième génération, de sorte que le paramètre de capacité système sera, pour chaque type de service IMT-2000, un paramètre «composite». Par exemple, la quasi-totalité des services de transmission de données et certainement tous les services données large bande seront assurés, à l'horizon 2010, par des systèmes de la troisième génération, tandis que la

téléphonie vocale et certains services de communication de données à faible débit continueront de reposer sur les techniques existantes. On peut également supposer que toute partie du spectre supplémentaire attribuée pour les IMT-2000 (au-dessus de l'attribution correspondant déjà aux systèmes de première et de deuxième génération) sera exploitée par des systèmes de la troisième génération.

La part relative des systèmes de deuxième et de troisième génération mis en œuvre à l'horizon 2010 variera sans doute quelque peu d'une région à l'autre: en effet, la part relative du spectre attribuée et utilisée aujourd'hui par les systèmes de deuxième génération varie également, par rapport au spectre additionnel qui devrait être attribué pour les systèmes de la troisième génération (Tableau 14).

TABLEAU 14

**Total des besoins en spectre des services mobiles terrestres dans le monde,  
par catégorie de service**

	Services de première et de deuxième génération (S, SM, SD) (MHz)	Nouveaux services de troisième génération (MMM, HMM, HIMM) (MHz)	Rapport nouveaux services de troisième génération/ services de première et de deuxième génération
Région 1	269	286	1,06
Région 2	174	216	1,24
Région 3	232	248	1,07

NOTE 1 – Les services de troisième génération couvrent les services de première et de deuxième génération, mais la structure du tableau permet de séparer les besoins en spectre des services de troisième génération, qui se caractérisent par des valeurs de débit de données très élevées, et les besoins des services de téléphonie et de communication de données, à débit plus faible.

En conséquence, on utilise une capacité nette système de 150 kbit/s/MHz/cellule pour les services de communication de données et de 100 kbit/s/MHz/cellule pour les services de téléphonie vocale dans les calculs correspondant à la Région 2, alors que, pour les Régions 1 et 3, les valeurs retenues sont respectivement 125 kbit/s/MHz/cellule et 70 kbit/s/MHz/cellule. Toutefois, il ne faut en déduire aucune différence de rendement spectral, d'une région à l'autre, entre systèmes IMT-2000 analogues.

## 11 Facteur alpha

Le facteur de pondération,  $\alpha$ , permet de tenir compte, dans le calcul des besoins en spectre, de certains facteurs pouvant être spécifiques d'un environnement ou d'un service:

- compensation des décalages géographiques dans des environnements à chevauchement partiel;
- compensation de la non-simultanéité des heures de pointe.

Par défaut, comme indiqué dans la Recommandation UIT-R M.1390, la valeur du facteur de pondération  $\alpha$  est la valeur 1. Compte tenu des prévisions de trafic, des environnements géographiques et des autres facteurs utilisés dans ces calculs pour rendre compte de la non-simultanéité des heures de pointe et des décalages géographiques, cette valeur semble être la plus appropriée.

## 12 Facteur beta

Le facteur beta, indépendant de tout environnement ou service spécifique, permet de tenir compte:

- des bandes de garde;
- dans le cas de réseaux et d'opérateurs multiples:
  - de la baisse d'efficacité due au partage du trafic,
  - de la modularité du spectre.

Plus précisément, le facteur beta permet de tenir compte du fait que des fréquences additionnelles seront requises si les administrations décident d'accorder des licences à de multiples opérateurs.

## 12.1 Bandes de garde

Il faut ménager des bandes de garde entre les opérateurs, ou encore tenir compte de l'incidence que des bandes adjacentes ont au niveau de la réduction de la capacité. Il faut également prévoir des bandes de garde aux lignes de démarcation entre services mobiles et autres services, et cet effet est d'autant plus accentué que le spectre est fragmenté et que le nombre de lignes de démarcation augmente. On estime en moyenne qu'on peut tenir compte de cette perte de spectre en affectant à Beta la valeur 1,04.

## 12.2 Incidence de la multiplicité des réseaux ou des opérateurs

Les analyses effectuées sur les diverses Régions font apparaître que le nombre de réseaux ou d'opérateurs varie beaucoup. Quand il s'agit de choisir une valeur appropriée pour le paramètre nombre de réseaux/opérateurs, on constate que les décisions prises en la matière relèvent des politiques nationales et régionales, qui peuvent donc se répercuter sur le spectre requis dans tel ou tel pays ou telle ou telle Région.

Deux composantes du facteur beta dépendent du nombre de réseaux et d'opérateurs, à savoir l'efficacité de partage et la modularité. Aux fins de la détermination des besoins futurs en spectre de la composante de Terre des IMT-2000, les valeurs données dans les Tableaux 15 et 16 ont été considérées comme représentatives des Régions. Les définitions de l'efficacité de partage et de la modularité, illustrées par des exemples spécifiques, font l'objet des § 12.2.1 et 12.2.2.

TABLEAU 15

### Incidences sur l'efficacité de partage

Région	Composante d'efficacité de partage
1	1,19
2	1,38
3	1,07

TABLEAU 16

### Incidences de la modularité du spectre

Région	Composante modularité
1	1,042
2	1,019
3	1,017

On peut considérer que les valeurs données dans les Tableaux 15 et 16 correspondent aux trois réseaux/opérateurs de la Région 1, aux six réseaux/opérateurs de la Région 2 et aux deux réseaux/opérateurs de la Région 3.

### 12.2.1 Composante «efficacité de partage» du facteur beta

Dans un environnement caractérisé par de multiples opérateurs et de multiples réseaux, chaque réseau achemine bien évidemment moins de trafic que dans le cas d'un environnement à opérateur unique, en raison de ce que le nombre des abonnés est moins élevé. Il en découle une diminution de l'efficacité de partage des ressources et donc une augmentation des besoins en spectre, directement en fonction du nombre d'opérateurs.

Les configurations à opérateurs et réseaux multiples imposent l'intégration, dans le facteur beta, une composante permettant de tenir compte des inefficacités de partage. Par exemple, lorsqu'il y a 3 réseaux, la valeur 1,19 est appropriée pour le facteur beta. Avec six réseaux, c'est un facteur beta de 1,38 qui conviendra. L'exemple qui suit permettra de mieux comprendre cette notion de composante «efficacité de partage» du facteur beta.

Le calcul du facteur retenu pour tenir compte de l'inefficacité du partage lorsque le spectre est fragmenté en raison d'un grand nombre d'opérateurs ou d'interfaces radioélectriques est un calcul classique qui repose sur la formule Erlang B. Considérons par exemple une demande de trafic totale de 80 E à satisfaire avec une probabilité de blocage de 1%: il faudra disposer de 96 circuits (canaux supports) en un seul faisceau (attributions contiguës). Toutefois, si ces mêmes 80 E de trafic sont également répartis entre six faisceaux de circuits différents (correspondants à six réseaux radioélectriques disposant de parts de marché égales et fournissant des services équivalents), la part de trafic devant être acheminée par chaque faisceau ou chaque réseau sera 80/6 du total, soit 13,33 E. Selon la formule Erlang B, pour 13,33 E, chaque réseau devra disposer de 22 circuits, soit au total 132 circuits pour l'ensemble des réseaux, ce qui représente une augmentation de 38% par rapport au nombre de circuits requis dans le cas d'un réseau unique pour le même trafic. On voit qu'il faut affecter au facteur beta la valeur 1,38 dans ce type de configuration à six réseaux disposant de parts de marché égales.

## 12.2.2 Composante de modularité du facteur beta

### 12.2.2.1 Modularité 5 MHz

La composante de modularité permet de tenir compte de la structuration des canaux de l'interface/des interfaces radioélectrique(s) IMT-2000 proposée dans le cas d'une utilisation intégrale du spectre. Par exemple, il est commode de structurer le spectre en blocs comportant une composante liaisons montantes et une composante liaisons descendantes, pour répondre aux impératifs des systèmes duplex faisant intervenir une répartition en fréquence. Par ailleurs, dans le cas des interfaces radioélectriques, une modularité articulée sur un «pas» de 5 MHz, permettant de subdiviser le spectre disponible en multiple de 5 MHz, présente des avantages pratiques dans une configuration à réseaux multiples: l'arrondissement à 5 MHz favorise l'efficacité d'attribution du spectre, puisque aucun système nécessitant au moins 5 MHz par canal ne pourrait pas être admis dans une structure ne faisant pas intervenir des multiples de cette valeur. Cette observation vaut d'ailleurs aussi pour des interfaces radioélectriques des systèmes dont le «pas» est inférieur à 5 MHz, puisque l'on suppose, dans toute évaluation des besoins en spectre, une utilisation intégrale de la ressource et elle s'applique enfin aux actuelles techniques de la deuxième génération. Pour simplifier, on peut dire qu'un système articulé sur un seul canal de 5 MHz utilisé à sa capacité maximale équivaut à un système de plusieurs canaux étroits, chacun chargé à pleine capacité, utilisant au total les mêmes 5 MHz.

En conséquence, si l'on veut disposer d'un dénominateur commun garantissant la neutralité technologique des évaluations des besoins en spectre, le mieux est d'adopter une modularité autorisant un «arrondissement par excès» aux 5 MHz les plus proches, aussi bien pour les liaisons montantes que pour les liaisons descendantes, dans une configuration à réseaux multiples. Cette modularité par pas de 5 MHz peut être exprimée en pourcentage des besoins en spectre calculés avant l'application du facteur beta, et appliquée de façon récursive, de telle sorte que l'intervalle obligatoire de 5 MHz soit respecté dans les liaisons montantes et dans les liaisons descendantes.

#### 12.2.2.2 Détermination de l'incidence de la modularité

Un exemple permettra de mieux illustrer l'application et l'incidence de la modularité au niveau des besoins en spectre.

Considérons par exemple une configuration à six réseaux, c'est-à-dire douze blocs de spectre, six pour les liaisons montantes et six pour les liaisons descendantes. En divisant le total «liaisons montantes» et le total «liaisons descendantes» par six tout en appliquant la modularité par arrondissement aux 5 MHz les plus proches, on obtient la valeur absolue du spectre additionnel requis pour la modularité, que l'on peut exprimer en pourcentage du spectre nécessaire.

Poursuivons notre exemple: si la valeur calculée pour les liaisons descendantes avant l'application de la composante modularité du facteur beta était de 269,0 MHz, il suffit de diviser 269,0 par 6 pour obtenir, par réseau, 44,83, soit, en valeur arrondie, **45**. La différence totale est donc 6 fois (45 – 44,83) soit 1,0 MHz.

De même, pour les liaisons montantes, supposons que la valeur calculée avant l'application du facteur beta soit 113,6 MHz. Divisons 113,6 par 6: nous obtenons 18,93, soit, après arrondissement **20**. Ici, la différence totale est de 6 fois (20 – 18,93), soit 6,4 MHz.

Ainsi, le total du spectre additionnel requis pour la modularité serait dans cet exemple 1,0 plus 6,4, soit 7,4 MHz. Le total du spectre requis (liaisons descendantes plus liaisons montantes) avant l'application de la composante modularité du facteur beta est de 269,0 + 113,6 soit **382,6** MHz.

Après détermination de la composante modularité du facteur beta et application de cette composante à la suite des autres, on obtient un besoin total qui est un multiple de la valeur unitaire de 5 MHz, soit, dans notre exemple, 382,6 + 7,4 ou **390** MHz.

Pour déterminer la part relative, en pourcentage, de cette composante dans le facteur beta, il faut diviser la valeur finale (390 MHz) par la valeur «non modulaire» (382,6 MHz); le résultat de l'opération, soit 1,0194 est donc la composante de modularité du facteur beta, et la différence (1,0194 – 1,0), soit 0,0194, représente le pourcentage de cette composante dans le facteur lui-même (1,94%).

Dans notre configuration à 6 réseaux/opérateurs, la modularité de liaison descendante par réseau/opérateur est de 45 MHz, et la modularité de liaison montante par réseau/opérateur est de 20 MHz, comme nous l'avons déjà vu: cette attribution est bien un multiple de 5 MHz. Nous constatons donc que pour 6 réseaux/opérateurs, il faut 270 MHz pour les liaisons descendantes (6 fois 45 MHz) et 120 MHz (6 fois 20 MHz) pour les liaisons montantes. *Dans cet exemple, le besoin total (liaisons montantes plus liaisons descendantes, compte tenu de la modularité) est de 390 MHz.*

Avec cette méthode, on détermine pour les IMT-2000 des besoins en spectre qui sont compatibles avec les impératifs de structuration des canaux de l'interface/des interfaces radioélectrique(s) des IMT-2000 d'une part, et des systèmes actuels de la deuxième génération d'autre part. Cette méthode s'inscrit dans le droit fil de la tradition, puisqu'il est d'usage de déterminer des attributions qui soient des multiples de 5 MHz, et elle présente par ailleurs le double avantage de fournir un certain nombre d'indications sur la répartition par réseau et par opérateur et de mettre l'accent sur le caractère tout à fait spécifique des IMT-2000, replacés dans le contexte des futures attributions asymétriques de spectre.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ANDERLIND, E. et ZANDER, J. [mars 1997] A traffic model for non-real-time data users in a wireless radio network. *IEEE Comm. Lett.*, Vol. 1, 2, p. 37-39.
- JAIN, R. et ROUTHIER, S. [septembre 1986] Packet trains – Measurements and a new model for computer network traffic. *IEEE J. Selected Areas in Communications*, Vol. SAC-4, 6, p. 986-995.
- UMTS. Universal Mobile Telecommunications System. Selection Proc. for the Choice of Radio Transmission Technologies of the UMTS (UMTS 30.03, Version 3.1.0).

#### COMPLÉMENT 1

#### À L'APPENDICE 1

### Modèle de communications de type paquet et calcul des valeurs numériques

La Fig. 2 illustre le modèle de communications de type paquet le plus classique (se reporter à la liste de références bibliographiques, Appendice 2 à l'Annexe 1). Ce modèle est articulé sur des informations empiriques rassemblées à l'occasion d'un grand nombre de programmes de mesure du trafic de communication en mode paquet. Plusieurs chercheurs ont établi que les modèles d'arrivée du trafic de type Poisson ne conviennent pas dans le cas de communications en mode paquet, car l'arrivée du trafic se fait par salves ou trains de données, comme le montre la Figure, où l'on trouvera précisément les paramètres associés à ce type de trafic en salves.

Le modèle de trafic peut servir à déterminer le facteur d'activité des services de communication en mode paquet définis dans le présent Rapport (Tableau 17). Les paramètres utilisés dans le modèle proviennent des sources citées dans le Tableau 17:

- nombre de communications de type paquet par session (NPCPS, *number of packet-calls per session*);
- nombre de paquets par communication de type paquet (NPPPC, *number of packets per packet-call*);
- nombre d'octets par paquet (NBPP, *number of bytes per packet*)
- intervalle d'arrivées des communications de type paquet (PCIT, *packet-call interarrival time*) (s);
- intervalle d'arrivée des paquets (PIT, *packet interarrival time*) (s);
- débit de transmission (kbit/s).

La durée de transmission d'un paquet se calcule comme suit:

$$\text{Durée de transmission (s)} = NPCPS \times NPPPC \times NBPP \times (8 \text{ bits/octet}) / 1024 \text{ bits/ko/débit de transmission}$$

L'équation de calcul de la durée totale d'une session s'écrit:

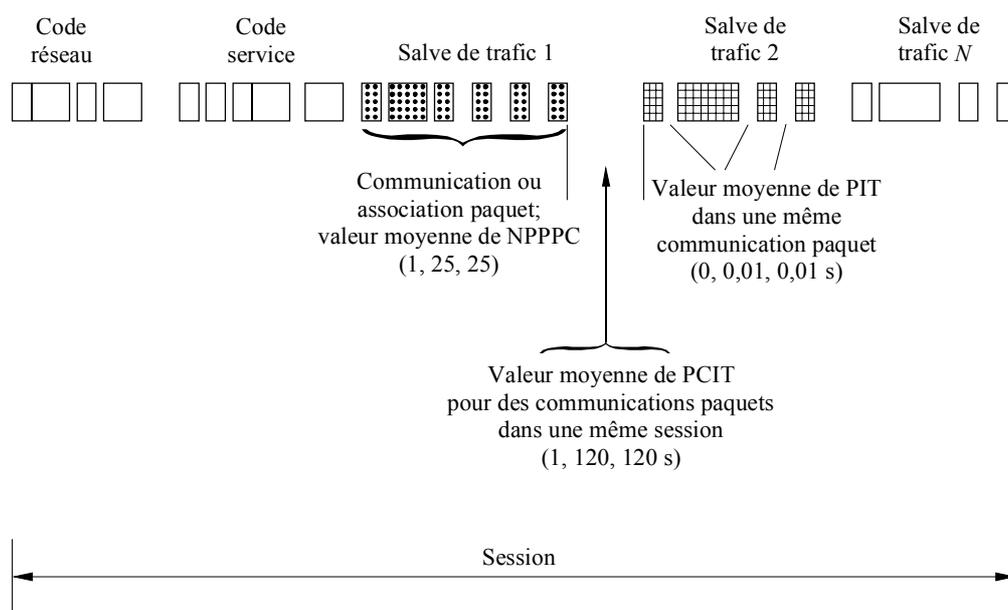
$$\text{Durée totale d'une session (s)} = \text{durée de transmission d'un paquet} + \{[PCIT \times (NPCPS - 1)] + [PIT \times (NPPPC - 1)]\}$$

L'équation de calcul du facteur d'activité est:

$$\text{Facteur d'activité} = (\text{durée de transmission d'un paquet}) / (\text{durée totale d'une session})$$

FIGURE 2

## Modèle de communication en mode paquet



Note 1 - Valeur moyenne de NPCPS: 114, 5, 5 et valeur moyenne de NBPP: 90, 480, 90.

2023-02

TABLEAU 17

	Liaison descendante, HMM et MMM	Liaison montante, HMM et MMM
NPCPS	5	5
NPPPC	25	25
NBPP	480	90
PCIT (s)	120,00	120,00
PIT (s)	0,01	0,01
Débit de transmission (kbit/s)	64	64
Durée de transmission d'un paquet (s)	7,32	1,37
Durée total de la session (s)	$4,88 \times 10^2$	$4,82 \times 10^2$
Facteur d'activité	$1,50 \times 10^{-2}$	$2,85 \times 10^{-3}$

NOTE 1 – Dans les textes, les communications en mode paquet sont souvent dénommées associations.

NOTE 2 – Les valeurs indiquées en gras sont calculées sur la base des paramètres de travail (caractères normaux) à l'aide du modèle de communication illustré par la Fig. 2.

NOTE 3 – Les paramètres utilisés correspondent au système amrc2000 proposé par l'UIT-R (2 juin 1998); on trouvera le même modèle de trafic et les mêmes paramètres (à l'exception de l'intervalle entre arrivées de communications paquets successives) dans le document ETSI TR 101 112 de l'Institut européen des normes de télécommunications (ETSI), UMTS Selection Procedures for the Choice of Radio Transmission Technologies of the UMTS.

## APPENDICE 2

## À L'ANNEXE 1

**Calcul détaillé des besoins en spectre de la composante de Terre**

Le présent Appendice expose les résultats d'un calcul effectué selon la méthode définie dans la Recommandation UIT-R M.1390. Les services et environnements utilisés dans le Tableau 18 sont également définis dans cette Recommandation. Les valeurs utilisées pour l'environnement et les services ainsi que les paramètres de pénétration du marché sont validés dans le § 2.2 du présent Rapport. Les valeurs utilisées pour les paramètres techniques sont celles dont traite le § 2.3 du présent Rapport.

Dans les Tableaux 18, 19 et 20, le calcul de spectre fait intervenir l'équation (1) de la Recommandation UIT-R M.1390.

Le besoin en spectre de la composante de Terre,  $F_{Terrestrial}$  (MHz) s'écrit:

$$F_{Terrestrial} = \beta \sum \alpha_{es} F_{es} = \beta \sum \alpha_{es} T_{es}/S_{es} \quad (1)$$

opération dans laquelle les indices  $e$  et  $s$  correspondent respectivement à l'effet des environnements et à celui des services.

En conséquence,  $F_{Terrestrial}$  correspond au besoin total en spectre, soit à la somme pondérée de deux  $F_{es}$  distincts dans une même zone géographique pour l'ensemble des environnements  $e$  et des services  $s$  applicables, ajustée pour tenir compte de divers effets (partage, opérateurs multiples, etc.)

où:

$F_{Terrestrial}$ :	besoin en spectre de la composante de Terre	Unité: MHz
$T_{es}$ :	trafic/cellule <sub>es</sub>	Unité: Mbit/s/cellule
$S_{es}$ :	capacité système	Unité: Mbit/s/MHz/cellule
$\alpha_{es}$ :	facteur de pondération	Unité: sans dimension
$\beta$ :	facteur d'ajustement	Unité: sans dimension

L'équation (1) couvre aussi bien les services en mode circuit que les services à commutation de paquets, ainsi que les divers effets d'asymétrie de trafic entre liaisons montantes et liaisons descendantes.

Les paramètres du Tableau 18 sont:

- densité d'utilisateurs,
- diamètre équivalent d'une cellule,
- nombre de secteurs par cellule,
- pénétration,
- BHCA,
- durée de communication,
- facteur d'activité,
- qualité de service,
- nombre de cellules par groupe,
- débit binaire net de canal,
- capacité nette système,
- facteur beta, permettant de tenir compte des effets de multiples opérateurs (baisse d'efficacité de partage ou de rendement spectral, modularité), du partage avec d'autres services/systèmes IMT-2000, du partage avec des services/systèmes non IMT-2000, enfin des bandes de garde.

Toutes les autres quantités des Tableaux 18, 19 et 20 sont des valeurs calculées à l'aide des équations de la Recommandation UIT-R M.1390.

Des tableaux de calcul sont fournis pour chaque Région. Le Tableau 18 fournit l'information concernant la Région 1. Le Tableau 19 fournit l'information concernant la Région 2. Le Tableau 20 fournit l'information concernant la Région 3.

TABLEAU 18

## Tableau de calcul des besoins en spectre de la composante de Terre des IMT-2000, Région 1

Tableau de calcul des besoins en spectre de la composante de Terre des IMT-2000

Type	Centre-ville pico	Piéton micro	Véhicule macro
Densité d'utilisateurs	140000	100000	3000
Diamètre équivalent d'une cellule	0,08	0,60	1,00
Nombre de secteurs	1	3	3
Zone de cellule	5,03E-03	3,12E-01	8,66E-01
<b>Pénétration 2010</b>	<b>Centre-ville</b>	<b>Piéton</b>	<b>Véhicule</b>
HIMM	25%	25%	25%
HMM	15%	15%	15%
MMM	15%	15%	15%
SD	13%	13%	13%
SM	40%	40%	40%
S	73%	73%	73%
<b>Utilisateurs/cellule</b>	<b>Centre-ville</b>	<b>Piéton</b>	<b>Véhicule</b>
HIMM	176	7794	650
HMM	106	4677	390
MMM	106	4677	390
SD	91	4053	338
SM	281	12471	1039
S	514	22759	1897
<b>Tentative d'appels heure de pointe</b>	<b>Centre-ville</b>	<b>Piéton</b>	<b>Véhicule</b>
HIMM	0,14	0,07	0,011
HMM	0,15	0,06	0,008
MMM	0,5	0,4	0,008
SD	0,2	0,2	0,02
SM	0,6	0,3	0,2
S	3	0,8	0,4
<b>Durée d'appel</b>	<b>Centre-ville</b>	<b>Piéton</b>	<b>Véhicule</b>
HIMM	120	120	120
HMM	3000	3000	3000
MMM	3000	3000	3000
SD	156	156	156
SM	3	3	3
S	180	120	120
<b>Facteur d'activité Liaisons montantes</b>	<b>Centre-ville</b>	<b>Piéton</b>	<b>Véhicule</b>
HIMM	1	1	1
HMM	0,00285	0,00285	0,00285
MMM	0,00285	0,00285	0,00285
SD	1	1	1
SM	1	1	1
S	0,5	0,5	0,5
<b>Facteur d'activité Liaisons descendantes</b>	<b>Centre-ville</b>	<b>Piéton</b>	<b>Véhicule</b>
HIMM	1	1	1
HMM	0,015	0,015	0,015
MMM	0,015	0,015	0,015
SD	1	1	1
SM	1	1	1
S	0,5	0,5	0,5

	Débit binaire net Liaisons montantes	Débit binaire net Liaisons descendantes	Débit binaire canal Liaisons montantes	Débit binaire canal Liaisons descendantes	Capacité Liaisons montantes	Capacité Liaisons descendantes
HIMM	128	128	128	128	125	125
HMM	128	2000	128	2000	125	125
MMM	64	384	64	384	125	125
SD	64	64	64	64	125	125
SM	14	14	14	14	125	125
S	16	16	16	16	70	70

Trafic/utilisateur Liaisons montantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	16,80	8,40	1,32
HMM	1,28	0,51	0,07
MMM	4,28	3,42	0,07
SD	31,20	31,20	3,12
SM	1,80	0,90	0,60
S	270,00	48,00	24,00

Trafic/utilisateur Liaisons descendantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	16,80	8,40	1,32
HMM	6,75	2,70	0,36
MMM	22,50	18,00	0,36
SD	31,20	31,20	3,12
SM	1,80	0,90	0,60
S	270,00	48,00	24,00

Trafic proposé/cellule Liaisons montantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	2,96E+03	6,55E+04	8,57E+02
HMM	1,35E+02	2,40E+03	2,67E+01
MMM	4,51E+02	1,60E+04	2,67E+01
SD	2,85E+03	1,26E+05	1,05E+03
SM	5,07E+02	1,12E+04	6,24E+02
S	1,39E+05	1,09E+06	4,55E+04

Trafic proposé/cellule Liaisons descendantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	2,96E+03	6,55E+04	8,57E+02
HMM	7,13E+02	1,26E+04	1,40E+02
MMM	2,38E+03	8,42E+04	1,40E+02
SD	2,85E+03	1,26E+05	1,05E+03
SM	5,07E+02	1,12E+04	6,24E+02
S	1,39E+05	1,09E+06	4,55E+04

Trafic/groupe Liaisons montantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	5,75	127,31	1,67
HMM	0,26	4,66	0,05
MMM	0,88	31,10	0,05
SD	5,55	245,88	2,05
SM	0,99	21,82	1,21
S	269,70	2124,19	88,51

Trafic/groupe Liaisons descendantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	5,75	127,31	1,67
HMM	1,39	24,55	0,27
MMM	4,62	163,68	0,27
SD	5,55	245,88	2,05
SM	0,99	21,82	1,21
S	269,70	2124,19	88,51

Canaux de service/groupe Liaisons montantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule	Formule de blocage	de	Blocage	Mise en attente Activité
HIMM	12	146	6	B		0,01	
HMM	3	9	2	C		0,01	0,5
MMM	4	38	2	C		0,01	0,5
SD	12	269	7	B		0,01	
SM	4	28	4	C		0,01	0,5
S	293	2 152	105	B		0,01	

Canaux de service/groupe Liaisons descendantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule	Formule de blocage	de	Blocage	Mise en attente Activité
HIMM	12	146	6	B		0,01	
HMM	5	31	3	C		0,01	0,5
MMM	9	172	3	C		0,01	0,5
SD	12	269	7	B		0,01	
SM	4	28	4	C		0,01	0,5
S	293	2 152	105	B		0,01	

Canaux de service/cellule Liaisons montantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule	Cellules/ groupe:
HIMM	1,71	20,86	0,86	7
HMM	0,43	1,29	0,29	
MMM	0,57	5,43	0,29	
SD	1,71	38,43	1,00	
SM	0,57	4,00	0,57	
S	41,86	307,43	15,00	

Canaux de service/cellule Liaisons descendantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	1,71	20,86	0,86
HMM	0,71	4,43	0,43
MMM	1,29	24,57	0,43
SD	1,71	38,43	1,00
SM	0,57	4,00	0,57
S	41,86	307,43	15,00

Trafic Liaisons montantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	0,22	2,67	0,11
HMM	0,05	0,16	0,04
MMM	0,04	0,35	0,02
SD	0,11	2,46	0,06
SM	0,01	0,06	0,00800
S	0,67	4,92	0,24

Trafic Liaisons descendantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	0,22	2,67	0,11
HMM	1,43	8,86	0,86
MMM	0,49	9,44	0,16
SD	0,11	2,46	0,06
SM	0,01	0,06	0,00800
S	0,67	4,92	0,24

Bande requise Liaisons montantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule	
HIMM	1,76	21,36	0,88	23,99
HMM	0,44	1,32	0,29	2,05
MMM	0,29	2,78	0,15	3,22
SD	0,88	19,68	0,51	21,07
SM	0,06	0,45	0,06	0,58
S	9,57	70,27	3,43	83,27
Somme	13,00	115,85	5,32	134,16

Bande requise Liaisons descendantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule	Cellules/ groupe:
HIMM	1,76	21,36	0,88	23,99
HMM	11,43	70,86	6,86	89,14
MMM	3,95	75,48	1,32	80,75
SD	0,88	19,68	0,51	21,07
SM	0,06	0,45	0,06	0,58
S	9,57	70,27	3,43	83,27
Somme	27,64	258,09	13,06	<b>298,79</b>

Liaisons montantes + liaisons descendantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule	Total
HIMM	3,51	42,72	1,76	47,98
HMM	11,87	72,17	7,15	91,19
MMM	4,24	78,26	1,46	83,97
SD	1,76	39,35	1,02	42,13
SM	0,13	0,90	0,13	1,15
S	19,13	140,54	6,86	166,53
Somme	40,64	373,94	18,38	<b>432,95</b>

**Calcul du facteur beta pour bandes de garde,  
modularité et inefficacités spectrales dues  
à la présence de multiples réseaux**

Nombre de réseaux/d'opérateurs considérés	3
Facteur de partage de réseaux multiples	19,00%
Bandes de garde	4,00%
<b>Facteur beta avant modularité</b>	<b>1,230</b>

**Application des composantes bande de garde et  
réseaux multiples du facteur beta:**

BESOIN EN SPECTRE, LIAISONS MONTANTES, AVANT MODULARITE	165
BESOIN EN SPECTRE, LIAISONS DESCENDANTES, AVANT MODULARITE	368
Besoin total en spectre (liaisons montantes + liaisons descendantes) avant modularité	<b>533</b>

**Application de la composante modularité de beta pour une subdivision spectrale  
minimale de 5 MHz donnant des valeurs de séparation entre réseaux/opérateurs  
multiples de 5 MHz:**

Nombre de réseaux considérés =	3	diff liaisons montantes MHz=	15,0
Composante modularité du facteur beta (appliquée à l'ensemble du spectre considéré)	4,22%	diff liaisons descendantes MHz=	7,5
		diff totale MHz=	22,5

**TOTAL BESOIN EN SPECTRE  
(liaisons montantes + liaisons  
descendantes)** **555**

**Ventilation en fonction du sens de transmission, et  
modularité par réseau:**

Besoin en spectre, liaisons montantes, après modularité de subdivision 5 MHz	180	mod par réseau =	60,00 MHz
Besoin en spectre, liaisons descendantes, après modularité de subdivision 5 MHz	375	mod par réseau =	125,00 MHz

Note: Cette ventilation du besoin total fait apparaître l'asymétrie des besoins en spectre, qui tient elle-même à l'asymétrie des flux de trafic multimédias dans les IMT-2000.

La valeur de modularité par réseau donne le besoin en spectre pour le nombre de réseaux choisis, par réseau, pour les liaisons montantes et les liaisons descendantes.

TABLEAU 19

## Tableau de calcul des besoins en spectre de la composante de Terre des IMT-2000, Région 2

Tableau de calcul des besoins en spectre de la composante de Terre des IMT-2000

Type	Centre-ville pico	Piéton micro	Véhicule macro
Densité d'utilisateurs	140000	75000	3000
Diamètre équivalent d'une cellule	0,08	0,60	1,00
Nombre de secteurs	1	3	3
Zone de cellule	5,03E-03	3,12E-01	8,66E-01
<b>Pénétration 2010</b>	<b>Centre-ville</b>	<b>Piéton</b>	<b>Véhicule</b>
HIMM	25%	25%	25%
HMM	15%	15%	15%
MMM	15%	15%	15%
SD	13%	13%	13%
SM	40%	40%	40%
S	73%	73%	73%
<b>Utilisateurs/cellule</b>	<b>Centre-ville</b>	<b>Piéton</b>	<b>Véhicule</b>
HIMM	176	5846	650
HMM	106	3507	390
MMM	106	3507	390
SD	91	3040	338
SM	281	9353	1039
S	514	17069	1897
<b>Tentative d'appels heure de pointe</b>	<b>Centre-ville</b>	<b>Piéton</b>	<b>Véhicule</b>
HIMM	0,14	0,07	0,011
HMM	0,15	0,06	0,008
MMM	0,5	0,4	0,008
SD	0,2	0,2	0,02
SM	0,6	0,3	0,2
S	3	0,8	0,4
<b>Durée d'appel</b>	<b>Centre-ville</b>	<b>Piéton</b>	<b>Véhicule</b>
HIMM	120	120	120
HMM	3000	3000	3000
MMM	3000	3000	3000
SD	156	156	156
SM	3	3	3
S	180	120	120
<b>Facteur d'activité Liaisons montantes</b>	<b>Centre-ville</b>	<b>Piéton</b>	<b>Véhicule</b>
HIMM	1	1	1
HMM	0,00285	0,00285	0,00285
MMM	0,00285	0,00285	0,00285
SD	1	1	1
SM	1	1	1
S	0,5	0,5	0,5
<b>Facteur d'activité Liaisons descendantes</b>	<b>Centre-ville</b>	<b>Piéton</b>	<b>Véhicule</b>
HIMM	1	1	1
HMM	0,015	0,015	0,015
MMM	0,015	0,015	0,015
SD	1	1	1
SM	1	1	1
S	0,5	0,5	0,5

	Débit binaire net Liaisons montantes	Débit binaire net Liaisons descendantes	Débit binaire canal Liaisons montantes	Débit binaire canal Liaisons descendantes	Capacité Liaisons montantes	Capacité Liaisons descendantes
HIMM	128	128	128	128	150	150
HMM	128	2000	128	2000	150	150
MMM	64	384	64	384	150	150
SD	64	64	64	64	150	150
SM	14	14	14	14	150	150
S	16	16	16	16	100	100

Trafic/utilisateur Liaisons montantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	16,80	8,40	1,32
HMM	1,28	0,51	0,07
MMM	4,28	3,42	0,07
SD	31,20	31,20	3,12
SM	1,80	0,90	0,60
S	270,00	48,00	24,00

Trafic/utilisateur Liaisons descendantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	16,80	8,40	1,32
HMM	6,75	2,70	0,36
MMM	22,50	18,00	0,36
SD	31,20	31,20	3,12
SM	1,80	0,90	0,60
S	270,00	48,00	24,00

Trafic proposé/cellule Liaisons montantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	2,96E+03	4,91E+04	8,57E+02
HMM	1,35E+02	1,80E+03	2,67E+01
MMM	4,51E+02	1,20E+04	2,67E+01
SD	2,85E+03	9,48E+04	1,05E+03
SM	5,07E+02	8,42E+03	6,24E+02
S	1,39E+05	8,19E+05	4,55E+04

Trafic proposé/cellule Liaisons descendantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	2,96E+03	4,91E+04	8,57E+02
HMM	7,13E+02	9,47E+03	1,40E+02
MMM	2,38E+03	6,31E+04	1,40E+02
SD	2,85E+03	9,48E+04	1,05E+03
SM	5,07E+02	8,42E+03	6,24E+02
S	1,39E+05	8,19E+05	4,55E+04

Trafic/groupe Liaisons montantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	5,75	95,48	1,67
HMM	0,26	3,50	0,05
MMM	0,88	23,32	0,05
SD	5,55	184,41	2,05
SM	0,99	16,37	1,21
S	269,70	1593,14	88,51

Trafic/groupe Liaisons descendantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	5,75	95,48	1,67
HMM	1,39	18,41	0,27
MMM	4,62	122,76	0,27
SD	5,55	184,41	2,05
SM	0,99	16,37	1,21
S	269,70	1593,14	88,51

Canaux de service/groupe Liaisons montantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule	Formule de blocage	de	Blocage	Mise en attente Activité
HIMM	12	113	6	B		0,01	
HMM	3	8	2	C		0,01	0,5
MMM	4	30	2	C		0,01	0,5
SD	12	205	7	B		0,01	
SM	4	22	4	C		0,01	0,5
S	293	1 622	105	B		0,01	

Canaux de service/groupe Liaisons descendantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule	Formule de blocage	de	Blocage	Mise en attente Activité
HIMM	12	113	6	B		0,01	
HMM	5	24	3	C		0,01	0,5
MMM	9	131	3	C		0,01	0,5
SD	12	205	7	B		0,01	
SM	4	22	4	C		0,01	0,5
S	293	1 622	105	B		0,01	

Canaux de service/cellule Liaisons montantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule	Cellules/ groupe:
HIMM	1,71	16,14	0,86	7
HMM	0,43	1,14	0,29	
MMM	0,57	4,29	0,29	
SD	1,71	29,29	1,00	
SM	0,57	3,14	0,57	
S	41,86	231,71	15,00	

Canaux de service/cellule Liaisons descendantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	1,71	16,14	0,86
HMM	0,71	3,43	0,43
MMM	1,29	18,71	0,43
SD	1,71	29,29	1,00
SM	0,57	3,14	0,57
S	41,86	231,71	15,00

Trafic Liaisons montantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	0,22	2,07	0,11
HMM	0,05	0,15	0,04
MMM	0,04	0,27	0,02
SD	0,11	1,87	0,06
SM	0,01	0,04	0,00800
S	0,67	3,71	0,24

Trafic Liaisons descendantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	0,22	2,07	0,11
HMM	1,43	6,86	0,86
MMM	0,49	7,19	0,16
SD	0,11	1,87	0,06
SM	0,01	0,04	0,00800
S	0,67	3,71	0,24

Bande requise Liaisons montantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule	
HIMM	1,46	13,78	0,73	15,97
HMM	0,37	0,98	0,24	1,58
MMM	0,24	1,83	0,12	2,19
SD	0,73	12,50	0,43	13,65
SM	0,05	0,29	0,05	0,40
S	6,70	37,07	2,40	46,17
Somme	9,55	66,44	3,98	79,97

Bande requise Liaisons descendantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule	Cellules/ groupe:
HIMM	1,46	13,78	0,73	15,97
HMM	9,52	45,71	5,71	60,95
MMM	3,29	47,91	1,10	52,30
SD	0,73	12,50	0,43	13,65
SM	0,05	0,29	0,05	0,40
S	6,70	37,07	2,40	46,17
Somme	21,76	157,26	10,42	<b>189,44</b>

Liaisons montantes + liaisons descendantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule	Total
HIMM	2,93	27,55	1,46	31,94
HMM	9,89	46,69	5,96	62,54
MMM	3,54	49,74	1,22	54,49
SD	1,46	24,99	0,85	27,31
SM	0,11	0,59	0,11	0,80
S	13,39	74,15	4,80	92,34
Somme	31,31	223,70	14,40	<b>269,42</b>

**Calcul du facteur beta pour bandes de garde,  
modularité et inefficacités spectrales dues  
à la présence de multiples réseaux**

Nombre de réseaux/d'opérateurs considérés	6
Facteur de partage de réseaux multiples	38,00%
Bandes de garde	4,00%
<b>Facteur beta avant modularité</b>	<b>1,420</b>

**Application des composantes bande de garde et  
réseaux multiples du facteur beta:**

BESOIN EN SPECTRE, LIAISONS MONTANTES, AVANT MODULARITE	114
BESOIN EN SPECTRE, LIAISONS DESCENDANTES, AVANT MODULARITE	
Besoin total en spectre (liaisons montantes + liaisons descendantes) avant modularité	<b>383</b>

**Application de la composante modularité de beta pour une subdivision spectrale  
minimale de 5 MHz donnant des valeurs de séparation entre réseaux/opérateurs  
multiples de 5 MHz:**

Nombre de réseaux considérés =	6	diff liaisons montantes MHz=	6,4
Composante modularité du facteur beta (appliquée à l'ensemble du spectre considéré)	1,94%	diff liaisons descendantes MHz=	1,0
		diff totale MHz=	7,4

**TOTAL BESOIN EN SPECTRE  
(liaisons montantes + liaisons  
descendantes)** **390**

**Ventilation en fonction du sens de transmission, et  
modularité par réseau:**

Besoin en spectre, liaisons montantes, après modularité de subdivision 5 MHz	120	mod par réseau =	20,00 MHz
Besoin en spectre, liaisons descendantes, après modularité de subdivision 5 MHz	270	mod par réseau =	45,00 MHz

Note: Cette ventilation du besoin total fait apparaître l'asymétrie des besoins en spectre, qui tient elle-même à l'asymétrie des flux de trafic multimédias dans les IMT-2000.

La valeur de modularité par réseau donne le besoin en spectre pour le nombre de réseaux choisis, par réseau, pour les liaisons montantes et les liaisons descendantes.

TABLEAU 20

## Tableau de calcul des besoins en spectre de la composante de Terre des IMT-2000, Région 3

Tableau de calcul des besoins en spectre de la composante de Terre des IMT-2000

Type	Centre-ville pico	Piéton micro	Véhicule macro
Densité d'utilisateurs	140 000	10 0000	3 000
Diamètre équivalent d'une cellule	0,08	0,60	0,60
Nombre de secteurs	1	3	3
Zone de cellule	5,03E-03	3,12E-01	3,12E-01

Pénétration 2010	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	25%	25%	25%
HMM	15%	15%	15%
MMM	15%	15%	15%
SD	13%	13%	13%
SM	40%	40%	40%
S	73%	73%	73%

Utilisateurs/cellule	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	176	7794	234
HMM	106	4677	140
MMM	106	4677	140
SD	91	4053	122
SM	281	12471	374
S	514	22759	683

BHCA à heure de pointe	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	0,14	0,07	0,011
HMM	0,15	0,06	0,008
MMM	0,5	0,4	0,008
SD	0,2	0,2	0,02
SM	0,6	0,3	0,2
S	3	0,8	0,4

Durée d'appel	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	120	120	120
HMM	3000	3000	3000
MMM	3000	3000	3000
SD	156	156	156
SM	3	3	3
S	180	120	120

Facteur d'activité Liaisons montantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	1	1	1
HMM	0,00285	0,00285	0,00285
MMM	0,00285	0,00285	0,00285
SD	1	1	1
SM	1	1	1
S	0,5	0,5	0,5

Facteur d'activité Liaisons descendantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	1	1	1
HMM	0,015	0,015	0,015
MMM	0,015	0,015	0,015
SD	1	1	1
SM	1	1	1
S	0,5	0,5	0,5

	Débit binaire net Liaisons montantes	Débit binaire net Liaisons descendantes	Débit binaire canal Liaisons montantes	Débit binaire canal Liaisons descendantes	Capacité Liaisons montantes	Capacité Liaisons descendantes
HIMM	128	128	128	128	125	125
HMM	128	2000	128	2000	125	125
MMM	64	384	64	384	125	125
SD	64	64	64	64	125	125
SM	14	14	14	14	125	125
S	16	16	16	16	70	70

Trafic/utilisateur Liaisons montantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	16,80	8,40	1,32
HMM	1,28	0,51	0,07
MMM	4,28	3,42	0,07
SD	31,20	31,20	3,12
SM	1,80	0,90	0,60
S	270,00	48,00	24,00

Trafic/utilisateur Liaisons descendantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	16,80	8,40	1,32
HMM	6,75	2,70	0,36
MMM	22,50	18,00	0,36
SD	31,20	31,20	3,12
SM	1,80	0,90	0,60
S	270,00	48,00	24,00

Trafic proposé/cellule Liaisons montantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	2,96E+03	6,55E+04	3,09E+02
HMM	1,35E+02	2,40E+03	9,60E+00
MMM	4,51E+02	1,60E+04	9,60E+00
SD	2,85E+03	1,26E+05	3,79E+02
SM	5,07E+02	1,12E+04	2,24E+02
S	1,39E+05	1,09E+06	1,64E+04

Trafic proposé/cellule Liaisons descendantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	2,96E+03	6,55E+04	3,09E+02
HMM	7,13E+02	1,26E+04	5,05E+01
MMM	2,38E+03	8,42E+04	5,05E+01
SD	2,85E+03	1,26E+05	3,79E+02
SM	5,07E+02	1,12E+04	2,24E+02
S	1,39E+05	1,09E+06	1,64E+04

Trafic/groupe Liaisons montantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	5,75	127,31	0,60
HMM	0,26	4,66	0,02
MMM	0,88	31,10	0,02
SD	5,55	245,88	0,74
SM	0,99	21,82	0,44
S	269,70	2124,19	31,86

Trafic/groupe Liaisons descendantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	5,75	127,31	0,60
HMM	1,39	24,55	0,10
MMM	4,62	163,68	0,10
SD	5,55	245,88	0,74
SM	0,99	21,82	0,44
S	269,70	2124,19	31,86

Canaux de service/groupe Liaisons montantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule	Formule de blocage	de	Blocage	Mise en attente Activité
HIMM	12	146	4	B		0,01	
HMM	3	9	2	C		0,01	0,5
MMM	4	38	2	C		0,01	0,5
SD	12	269	4	B		0,01	
SM	4	28	3	C		0,01	0,5
S	293	2152	44	B		0,01	

Canaux de service/groupe Liaisons descendantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule	Formule de blocage	de	Blocage	Mise en attente Activité
HIMM	12	146	4	B		0,01	
HMM	5	31	2	C		0,01	0,5
MMM	9	172	2	C		0,01	0,5
SD	12	269	4	B		0,01	
SM	4	28	3	C		0,01	0,5
S	293	2152	44	B		0,01	

Canaux de service/cellule Liaisons montantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule	Cellules/ groupe:
HIMM	1,71	20,86	0,57	7
HMM	0,43	1,29	0,29	
MMM	0,57	5,43	0,29	
SD	1,71	38,43	0,57	
SM	0,57	4,00	0,43	
S	41,86	307,43	6,29	

Canaux de service/cellule Liaisons descendantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	1,71	20,86	0,57
HMM	0,71	4,43	0,29
MMM	1,29	24,57	0,29
SD	1,71	38,43	0,57
SM	0,57	4,00	0,43
S	41,86	307,43	6,29

Trafic Liaisons montantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	0,22	2,67	0,07
HMM	0,05	0,16	0,04
MMM	0,04	0,35	0,02
SD	0,11	2,46	0,04
SM	0,01	0,06	0,00600
S	0,67	4,92	0,10

Trafic Liaisons descendantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule
HIMM	0,22	2,67	0,07
HMM	1,43	8,86	0,57
MMM	0,49	9,44	0,11
SD	0,11	2,46	0,04
SM	0,01	0,06	0,00600
S	0,67	4,92	0,10

Bande requise Liaisons montantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule	
HIMM	1,76	21,36	0,59	23,70
HMM	0,44	1,32	0,29	2,05
MMM	0,29	2,78	0,15	3,22
SD	0,88	19,68	0,29	20,85
SM	0,06	0,45	0,05	0,56
S	9,57	70,27	1,44	81,27
Somme	13,00	115,85	2,80	131,64

Bande requise Liaisons descendantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule	Cellules/ groupe:
HIMM	1,76	21,36	0,59	23,70
HMM	11,43	70,86	4,57	86,86
MMM	3,95	75,48	0,88	80,31
SD	0,88	19,68	0,29	20,85
SM	0,06	0,45	0,05	0,56
S	9,57	70,27	1,44	81,27
Somme	27,64	258,09	7,81	<b>293,55</b>

Liaisons montantes + liaisons descendantes	Centre-ville	Piéton	Véhicule	Total
HIMM	3,51	42,72	1,17	47,40
HMM	11,87	72,17	4,86	88,91
MMM	4,24	78,26	1,02	83,53
SD	1,76	39,35	0,59	41,69
SM	0,13	0,90	0,10	1,12
S	19,13	140,54	2,87	162,55
Somme	40,64	373,94	10,61	<b>425,19</b>

**Calcul du facteur beta pour bandes de garde,  
modularité et inefficacités spectrales dues  
à la présence de multiples réseaux**

Nombre de réseaux/d'opérateurs considérés 2

Facteur de partage de réseaux multiples 7,00%

Bandes de garde 4,00%

Facteur beta avant modularité 1,110

**Application des composantes bande de garde et  
réseaux multiples du facteur beta:**

BESOIN EN SPECTRE, LIAISONS MONTANTES,  
AVANT MODULARITE 146

BESOIN EN SPECTRE, LIAISONS DESCENDANTES,  
AVANT MODULARITE

Besoin total en spectre (liaisons montantes + liaisons  
descendantes) avant modularité **472**

**Application de la composante modularité de beta pour une subdivision spectrale  
minimale de 5 MHz donnant des valeurs de séparation entre réseaux/opérateurs  
multiples de 5 MHz:**

Nombre de réseaux considérés =	2	diff liaisons montantes MHz=	3,9
Composante modularité du facteur beta (appliquée à l'ensemble du spectre considéré)	1,70%	diff liaisons descendantes MHz=	4,2
		diff totale MHz=	8,0

**TOTAL BESOIN EN SPECTRE  
(liaisons montantes + liaisons  
descendantes) **480****

**Ventilation en fonction du sens de transmission, et  
modularité par réseau:**

Besoin en spectre, liaisons montantes, après modularité de subdivision 5 MHz	150	mod par réseau =	75,00 MHz
Besoin en spectre, liaisons descendantes, après modularité de subdivision 5 MHz	330	mod par réseau =	165,00 MHz

Note: Cette ventilation du besoin total fait apparaître l'asymétrie des besoins en spectre, qui tient elle-même à l'asymétrie des flux de trafic multimédias dans les IMT-2000.

La valeur de modularité par réseau donne le besoin en spectre pour le nombre de réseaux choisis, par réseau, pour les liaisons montantes et les liaisons descendantes.

## APPENDICE 3

## À L'ANNEXE 1

**Prévisions concernant les utilisateurs et le trafic des IMT-2000 à satellite établies par les Etats-Unis d'Amérique****1 Introduction**

Le présent Appendice répond à la demande formulée par le Groupe d'action (GA) 8/1 des radiocommunications, qui souhaitait disposer de prévisions de marché détaillées sur la demande mondiale de services IMT-2000 par satellite. Comme le GA l'a noté, de telles prévisions sont essentielles lorsqu'il s'agit d'évaluer les besoins en spectre des services IMT-2000 relevant du SMS à l'horizon 2005-2010. L'attribution actuelle correspondant à ces services est composée comme suit: 1 980-2 010 (liaisons montantes); 2 170-2 200 (liaisons descendantes), 2 010-2 025 (liaisons montantes – Région 2 seulement) et 2 160-2 170 (liaisons descendantes – Région 2 seulement). Le présent Appendice comporte cinq parties principales:

- *Description générale*: résumé de la méthode de prévision, des sources, des sensibilités.
- *Dimension du marché*: abonnés aux services SMS IMT-2000.
- *Définitions de service*: services IMT-2000 proposés dans le SMS.
- *Niveaux d'utilisation*: prévisions d'utilisation des IMT-2000 en ce qui concerne le SMS.
- *Paramètres de trafic*: heures de pointe, concentration d'heure de pointe, facteur de répartition géographique du trafic.

**2 Description générale**

L'élaboration de prévisions globales détaillées, à l'horizon 2005-2010 en ce qui concerne le nombre d'abonnés et l'utilisation des IMT-2000 est un exercice comportant tous les obstacles classiques de la prévision, auquel s'ajoute la difficulté qu'il y a à prévoir le comportement des abonnés face à des services radicalement nouveaux. Cela dit, il convient de noter que la prévision est fondée sur une analyse extrêmement fouillée des données actuelles et projetées disponibles concernant le marché, et que les sources consultées sont très diverses, des recherches primaires aux études approfondies de données secondaires.

En ce qui concerne les *abonnés*, les prévisions sont établies sur la base d'études du marché primaire concernant le nombre d'utilisateurs de systèmes cellulaires ayant exprimé un certain intérêt pour des services SMS très haut de gamme. En général, il s'agit d'utilisateurs prompts à adopter les nouvelles techniques, et très exigeants quant à la qualité du service. Les *descriptions de service* concernant les IMT-2000 sont quant à elles fondées sur des études de marché secondaire et des analyses des types de services qui conviennent le mieux à ce segment précis du marché. Enfin, les *prévisions de niveau d'utilisation* sont établies sur la base d'une combinaison de recherche primaire et d'analyse secondaire. Les paragraphes qui suivent comportent par ailleurs des informations détaillées sur la méthode adoptée (se reporter aux Fig. 3 à 5).

Les prévisions d'ensemble relatives au trafic annuel sont extrêmement sensibles aux variations des tendances prévisibles d'utilisation des services vocaux et de communication de données, et très peu sensibles aux variations marginales du nombre d'abonnés. Du fait que l'utilisation - notamment en ce qui concerne les services de communication de données - est difficile à prévoir, il faut ménager dans la méthode une certaine marge de manœuvre. En conséquence, nous avons utilisé généralement des hypothèses prudentes, de sorte que les résultats obtenus en ce qui concerne le trafic à l'horizon 2005 et 2010 se présentent sous forme de fourchettes. Pour les calculs définitifs, le scénario le plus vraisemblable s'articule sur les limites supérieures des fourchettes - valeurs encore considérées comme prudentes.

**3 Dimension et profil du marché**

Les services SMS de deuxième génération compléteront et élargiront l'offre radioélectrique de Terre IMT-2000. Ici, en ce qui concerne le nombre d'abonnés, la base à retenir est un sous-ensemble du nombre d'abonnés aux services cellulaires (moins de 2%) pour l'horizon considéré. Dans ce micromarché, le profil est constitué essentiellement par les hommes d'affaires qui se rendent dans des régions non couvertes par les systèmes radioélectriques de Terre classiques (voir la Note 1), ou qui y résident. Ces consommateurs haut de gamme attendent un service de haute qualité, ont d'importants besoins de communication et font un usage extrêmement intensif des services. Ainsi, ils sont intéressés par la large gamme de services qui composent l'offre IMT-2000, que nous traiterons dans la section suivante.

Comme nous l'avons déjà noté, la prévision du nombre d'abonnés est fondée sur l'étude du marché primaire. En l'occurrence, la recherche s'articule sur un grand nombre d'études de marché indépendantes, ce qui assure la validité et la cohérence des réponses fournies. Il apparaît que le marché des services SMS de très haut de gamme se chiffrera à 12 millions d'abonnés en 2005 (voir la Note 2). Sur la base d'un taux de croissance annuel composé prudent de 15%, (voir la Note 3) le marché pèsera plus de 23 millions d'utilisateurs en 2010.

NOTE 1 – Cette prévision porte essentiellement sur le nombre attendu d'abonnés SMS qui, en 2005, auront choisi de passer aux services IMT-2000. Il n'est pas tenu compte du marché potentiel additionnel constitué par les abonnés cellulaires résidant en dehors des zones couvertes par les systèmes de troisième génération qui pourraient s'abonner aux services SMS pour bénéficier de l'offre améliorée des IMT-2000.

NOTE 2 – Ce chiffre s'entend exclusivement des abonnés SMS intéressés par les services IMT-2000 haut de gamme. Selon Bear, Stearns and Co. Inc., le marché total des abonnés SMS se chiffrera à environ 26 millions d'utilisateurs en 2005. Ce chiffre donne à penser que 46% du total des abonnés SMS s'intéresseront aux services améliorés, contre 15% du total des abonnés cellulaires (selon le Rapport «Spectrum for IMT-2000» du Forum UMTS et l'analyse «UMTS Market Forecast Study»). Comme on peut s'y attendre, le pourcentage SMS est supérieur, du fait que le marché des services assurés par satellite se compose déjà d'utilisateurs haut de gamme.

NOTE 3 – Ce taux de croissance est établi par référence aux tendances projetées de croissance des systèmes cellulaires.

FIGURE 3

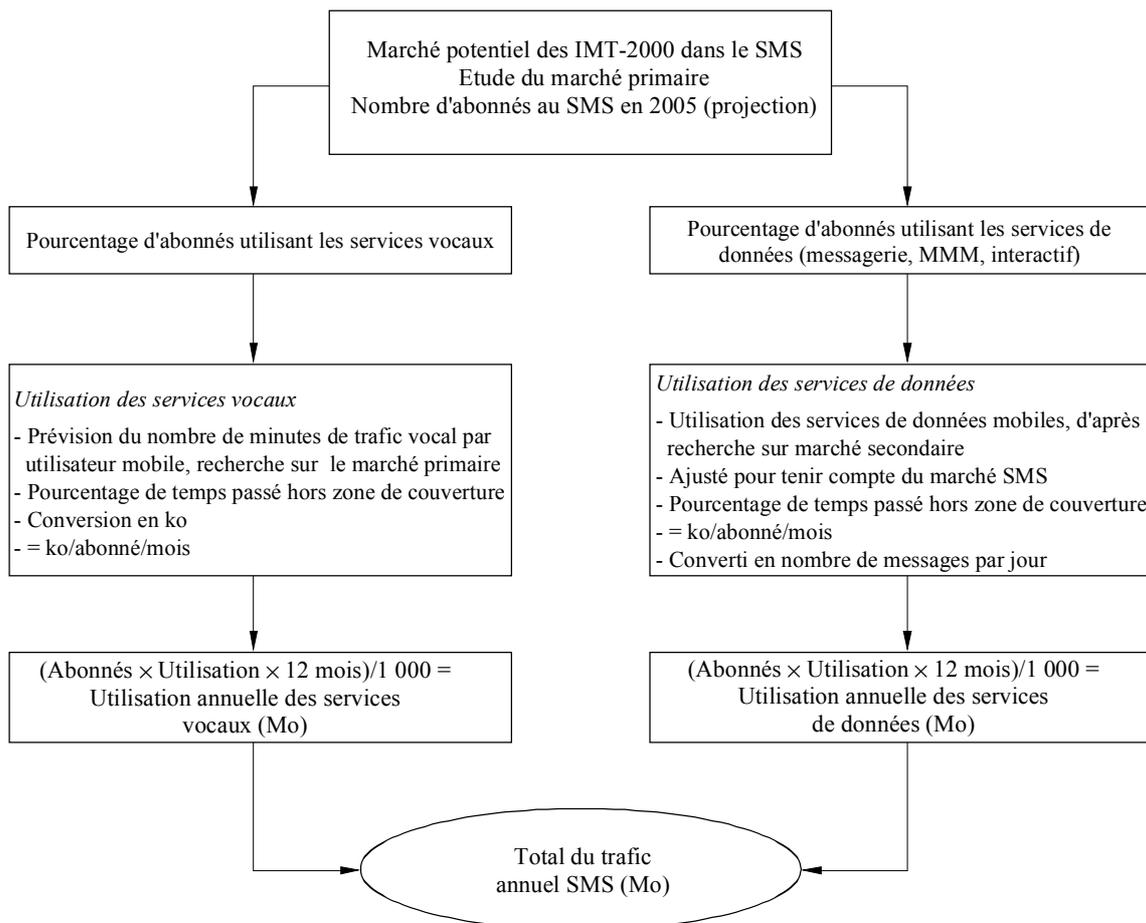
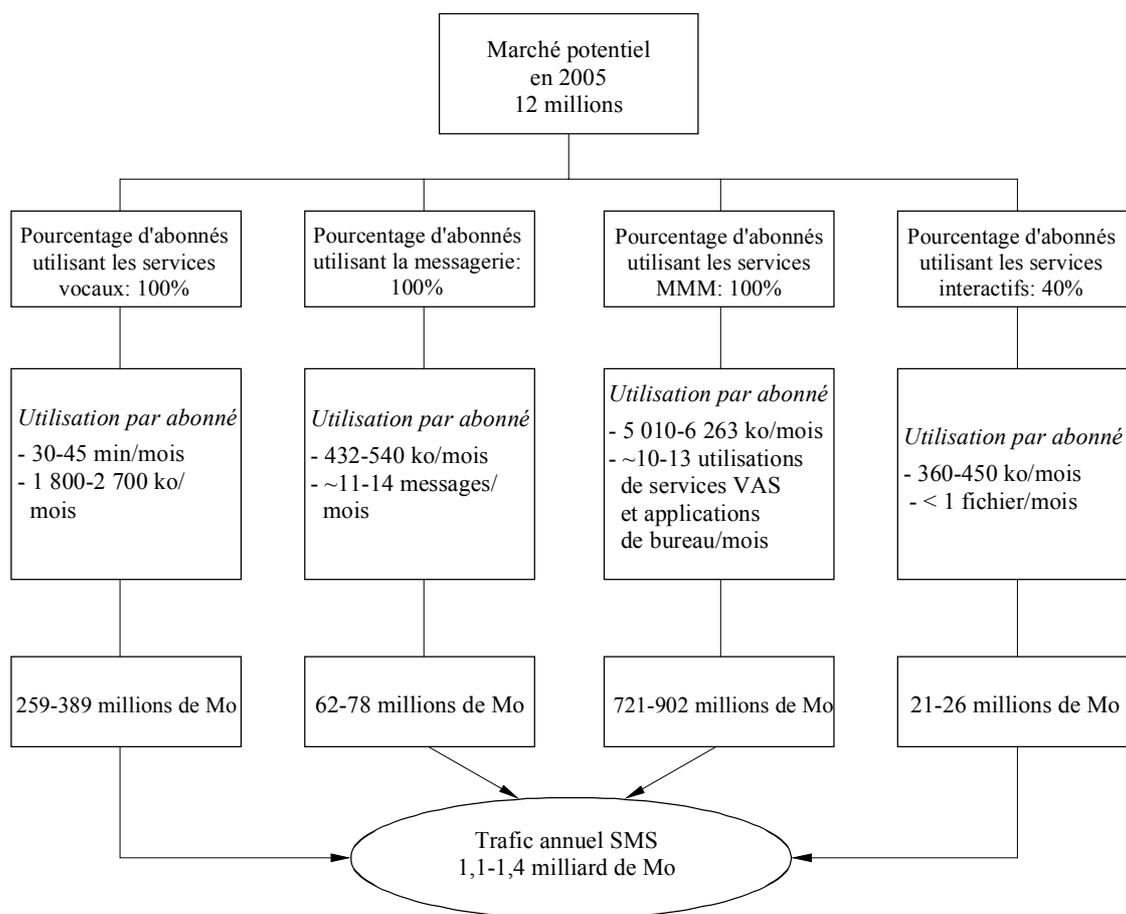
**Méthode de prévision du trafic SMS IMT-2000**

FIGURE 4  
Prévision de trafic SMS IMT-2000, 2005



2023-04

#### 4 Définition des services

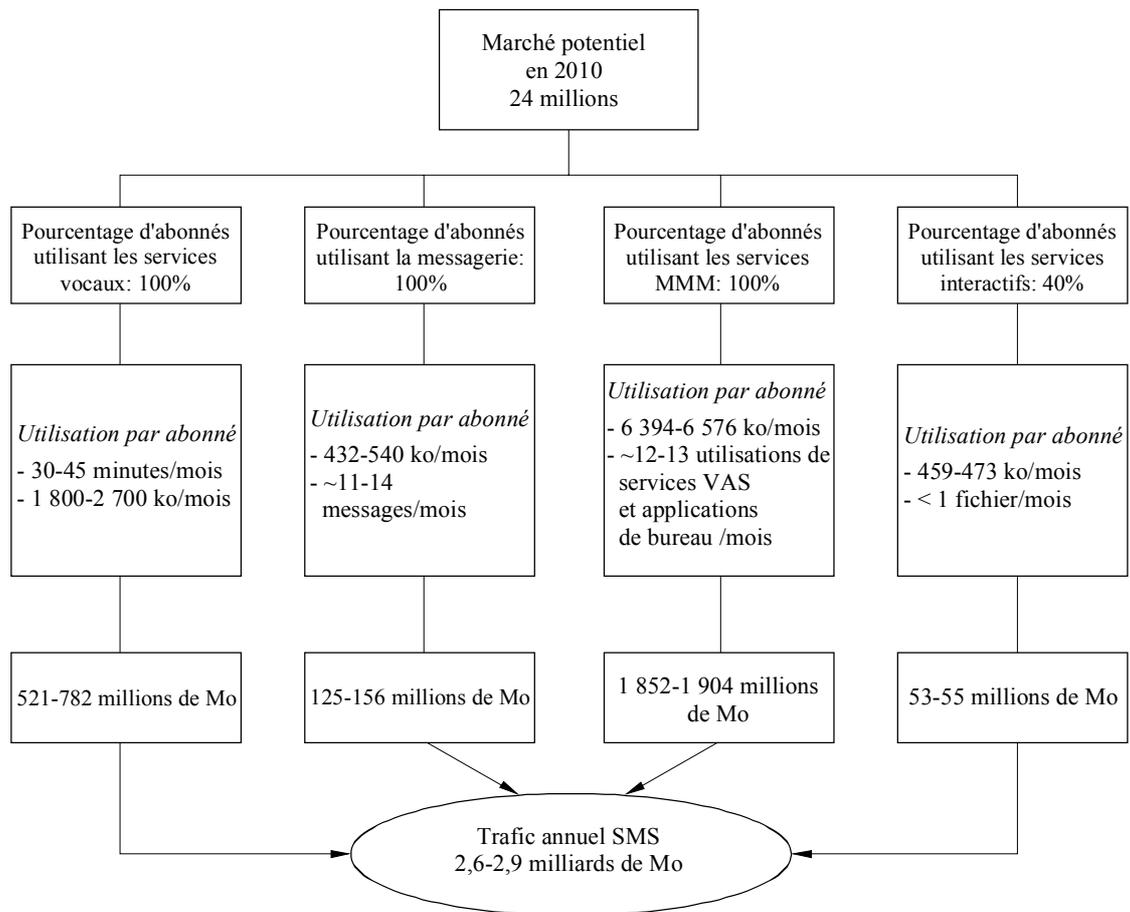
Comme nous l'avons déjà relevé, les services SMS IMT-2000 prolongeront pour l'essentiel les services et capacités radioélectriques de Terre de troisième génération, compte tenu de certaines modifications nécessaires pour répondre aux besoins spécifiques des utilisateurs du SMS dont nous avons parlé tout à l'heure. Tous les services décrits ici s'adressent à l'utilisateur mobile, et sont accessibles à partir d'un combiné portatif ou d'une combinaison combiné-ordinateur portatif. Les variantes fixes, du type prévu par exemple pour le SFS, ne répondent pas aux besoins de l'utilisateur mobile définis tout à l'heure. Les descriptions de service qui suivent correspondent aux concepts définis dans la Recommandation UIT-R M.816.

On distingue quatre grandes catégories de services dans l'offre IMT-2000, dont les débits de transmission vont de 4 à 384 kbit/s: services vocaux, messagerie, MMM, HIMM. Le service données multimédia à 2 Mbit/s n'est pas retenu dans la présente discussion, du fait que les opérateurs du SMS ne prévoient pas de l'offrir sous forme de service mobile. Les services proposés sont définis ci-après, avec des exemples des principales applications qui, sur le marché SMS, feront augmenter le niveau d'utilisation.

**Services vocaux:** Les services vocaux ne différeront pas sensiblement des services proposés aujourd'hui dans certains systèmes cellulaires. Les opérateurs SMS offriront sans doute des services vocaux de débit compris entre 8 et 16 kbit/s, répondant à la qualité de transmission téléphonique attendue. (Dans le présent texte, les calculs sont effectués sur l'hypothèse d'un débit vocal de 8 kbit/s.)

**Services de messagerie:** Ces services couvrent par définition le service de messages courts, la radiorecherche et le courrier électronique. Théoriquement, ils ne différeront pas sensiblement des services déjà disponibles sur les réseaux radioélectriques de Terre. Toutefois, la qualité, dans le SMS, sera améliorée à divers niveaux: messages plus longs, amélioration du débit de transmission, possibilité de radiorecherche bidirectionnelle. La longueur des fichiers sera comprise entre 10 et 40 kbit/s. (Selon Analysys, UMTS Market Forecast et Spectrum for IMT-2000 du Forum UMTS, p. 21.)

FIGURE 5  
Prévision de trafic SMS IMT-2000, 2010



2023-05

**Services MMM:** Les services qui différeront le plus des services disponibles actuellement sont les services de communication de données et les services multimédias. Les services MMM, qui se caractérisent par leur asymétrie et leur mode de transmission en salves, requerront des débits de transmission relativement élevés (jusqu'à 144 kbit/s), et la taille des fichiers types sera en moyenne de 500 kbit/s. Une grande diversité de services et d'applications apparaîtront dans ces limites, mais pour simplifier, on peut distinguer 2 grandes catégories d'outils de productivité pour le marché SMS, à savoir d'une part les services mobiles à valeur ajoutée et d'autre part les services dits de «télébureau». Les exemples qui suivent ont essentiellement pour objet d'illustrer les niveaux d'utilisation.

**Services mobiles à valeur ajoutée (VAS):** Les services mobiles VAS sont des services d'information spécifiquement conçus pour le marché mobile. En d'autres termes, la véritable valeur ne réside pas dans la réception d'une information que l'on pourrait obtenir à son bureau, mais plutôt dans l'accès à une information qui représente une composante essentielle et indissociable de la mobilité: possibilité de consulter les horaires des compagnies aériennes ou des compagnies de chemins de fer, de demander et d'obtenir des cartes ou un itinéraire, de réserver une chambre d'hôtel, d'obtenir des informations sur une entreprise que l'on va visiter, etc. Il s'agit en général de services asymétriques, et l'accès peut être l'aboutissement d'une demande ou, à l'inverse, d'une offre. En général, la demande d'information (liaison montante) est relativement limitée en volume, tandis que les informations fournies (liaison descendante) doivent être beaucoup plus volumineuses, surtout dans le cas d'une carte ou d'autres données d'imagerie. Dans la mesure où le fournisseur du service offrira un débit de transmission relativement élevé, les utilisateurs apprécieront l'efficacité de la prestation, et les combinés portatifs deviendront rapidement des compagnons de voyage inséparables.

**Services de télébureautique:** La deuxième catégorie principale concerne les télébureaux. Ici, le réseau fournit avant tout le moyen de transmission, la valeur ajoutée n'étant qu'occasionnelle. Le conduit à 144 kbit/s permet à l'utilisateur de raccorder son combiné portatif à un ordinateur portable pour échanger des fichiers avec son bureau, accéder au réseau interne ou aux bases de données de son entreprise, et télécharger des présentations. En d'autres termes, les professionnels mobiles vont finir par utiliser autant d'informations en déplacement qu'ils le font actuellement au bureau, et l'essentiel des fichiers et des bases de données seront mis en mémoire sur support électronique. Les serveurs étant dotés d'une énorme capacité mémoire, les fichiers pourront être accessibles en tout point. Par ailleurs, les services IMT-2000 permettront

également de gérer des opérations financières cryptées et plus généralement, toute opération de commerce électronique. Le combiné portatif permettra également de procéder à des achats par carte de crédit, et les frais de voyage seront facturés électroniquement.

**Services HMM:** Comme leur nom l'indique, les services HMM sont des applications symétriques nécessitant des liaisons à grand débit continues. Dans le SMS, les principales applications de ce type de transmission sont les fameux services de communication améliorés: transmission d'images, visioconférence, téléprésentation, diverses applications vidéos (télédiagnostic, télé réparation, etc.). Ces types de services nécessiteront les débits les plus élevés envisageables (jusqu'à 384 kbit/s) (voir la Note 1) et interviendront lorsqu'il n'est pas possible, ou peu pratique, d'assurer la présence de personnes physiques. On prévoit que seulement 40% du total des abonnés au SMS utiliseront ces services.

Outre les services ci-dessus mentionnés, un grand nombre d'autres services dits «de loisirs» seront certainement mis au point et proposés dans le SMS: reportages sportifs, téléchargement de programmes vidéos, jeux, etc. S'agissant toutefois des abonnés SMS haut de gamme, les éléments moteurs seront sans doute les outils de productivité évoqués tout à l'heure. Au reste, les applications associées aux services mentionnés seront à terme tout aussi indispensables que l'accessibilité vocale, ce qui donne à penser que la part relative (bits) du trafic données est appelée à s'accroître régulièrement.

NOTE 1 – Les spécifications IMT-2000 recommandent des valeurs allant jusqu'à 144 kbit/s pour l'utilisateur mobile et jusqu'à 2 Mbit/s lorsque l'utilisateur ne se déplace pas. Toutefois, tout comme les opérateurs de systèmes radioélectriques de Terre, les fournisseurs de services par satellite pourront décider d'offrir aux utilisateurs mobiles des valeurs de débit supérieures (jusqu'à 384 kbit/s).

## 5 Calculs d'utilisation

Les niveaux d'utilisation calculés pour les services décrits précédemment sont fondés à la fois sur des études du marché primaire et sur des analyses du marché secondaire. Les niveaux d'utilisation dans le SMS sont exprimés en Mbit/s par mois et par année pour chacune des 4 catégories de services: services vocaux, messagerie, MMM et services interactifs de débit élevé. La méthode adoptée diffère en l'occurrence de la méthodologie appliquée dans le cas des systèmes de radiocommunication de Terre, en ce sens qu'il n'a pas été nécessaire de différencier les niveaux d'utilisation par environnement et en fonction de la mobilité (voir la Note 1).

Tous les niveaux d'utilisation définis ci-après pour ce qui est du SMS sont fondés sur certaines hypothèses quant au pourcentage de temps pendant lequel les abonnés se trouvent à l'extérieur des zones couvertes par les services de radiocommunication de Terre. Dans le cas des services *vocaux* et des services de *messagerie*, l'utilisation se fait toujours dans des zones que ne couvre aucun service cellulaire numérique. L'utilisation des *services de données* intervient dans des zones non desservies par des services cellulaires de deuxième génération améliorés ou de troisième génération (voir la Note 2). Il convient de rappeler que, par définition, les abonnés SMS passent un temps considérable *dans* des zones dépourvues de couverture radioélectrique traditionnelle, ou consacrent une partie considérable de leur temps à *traverser* de telles zones. Le pourcentage de temps passé en dehors des zones de couverture varie en fonction du type d'abonné: il est moins important dans le cas des hommes d'affaires en déplacement que dans le cas des journalistes ou des télétravailleurs de l'industrie.

Le niveau d'utilisation par abonné ne varie pas dans le temps en ce qui concerne les services vocaux et les services de messagerie, compte tenu de l'évolution historique de ces applications sur le marché et de la stabilité des besoins des utilisateurs à cet égard jusqu'en 2005. En revanche, l'utilisation par abonné des services MMM (services VAS, applications de télébureautique) et des services de communication de données à grande vitesse interactifs (services de communication améliorés) augmentera vraisemblablement un taux annuel de 5% de 2005 à 2010, les abonnés dépendant de plus en plus de la valeur fournie par ces services.

**Services vocaux:** On prévoit que les niveaux de communication vocale associée aux abonnés SMS «haut de gamme» s'établiront approximativement dans la fourchette 1,8-2,7 Mbit/s par mois, valeurs calculées sur la base d'études du marché primaire (habitudes d'utilisation signalées et confirmées) dont les données ont été ensuite intégrées avec les données relatives au profil de déplacement des abonnés et au temps passé en dehors des zones de couverture des systèmes de radiocommunication de Terre (voir la Note 3). Dans le modèle dont il est question ici, l'utilisation des services vocaux par abonné ne varie pas dans le temps. On suppose que les utilisateurs haut de gamme connaissent bien les avantages des communications radioélectriques, et le profil d'utilisation des services vocaux ne sera pas modifié par l'introduction des services vocaux haute qualité IMT-2000.

**Messagerie simple:** L'utilisation des services de messagerie simple et de radiorecherche devrait être importante, pour plusieurs raisons. Tout d'abord, la messagerie est sans doute appelée à devenir le courrier électronique de demain, avec une croissance exponentielle au cours des toutes prochaines années, à l'image de celle du courrier électronique sur ligne. En 1997, aux Etats-Unis d'Amérique seulement, près de 3 trillions de messages électroniques ont été envoyés, et ce nombre devrait doubler avant la fin du siècle (Willkofsky Gruen Associates, selon MMTA). Non seulement les abonnés mobiles prendront l'habitude de retransmettre leur courrier électronique classique vers leur téléphone et leurs équipements de radiorecherche pendant leurs déplacements, mais encore la production de messages mobiles augmentera

elle aussi. On estime que les abonnés au SMS enverront et recevront au total entre 9 et 14 messages par jour lors de déplacement à l'extérieur des zones de couverture des systèmes de Terre. Compte tenu de la longueur moyenne des messages de 40 kbit/s, on obtient 360 à 540 kbit/s par mois et par abonné (voir la Note 4). Comme dans le cas du trafic vocal, le nombre de messages par abonné ne devrait pas augmenter sensiblement entre 2005 et 2010. De fait, l'essentiel de la croissance en la matière se produira entre la période actuelle et 2003, l'utilisateur mobile recherchant la solution la plus efficace pour gérer sa boîte aux lettres unifiée.

**Services MMM:** Les recherches effectuées sur le marché secondaire (voir Analysis UMTS Market Report, les chiffres concernant les services multimédias de débit moyen et données commutées), ajustées en fonction du marché SMS et du temps passé à l'extérieur des zones de couverture des systèmes de radiocommunication de Terre, donnent à penser que les abonnés au SMS utiliseront, selon estimation, entre 4 200 et 6 300 kbit/s de services MMM par mois (voir la Note 5). Avec une taille de fichier moyenne de 500 kbit/s, ces chiffres correspondent à 8-13 fichiers par mois transitant par les systèmes à satellites pour ce qui est des services VAS et des applications de télébureautique combinées. Ce chiffre devrait augmenter progressivement (5% par an), les abonnés dépendant de plus en plus des outils offerts. Ce type d'utilisation peut se décomposer comme suit:

**Services VAS:** A de nombreux égards, la croissance de l'utilisation des services VAS sera parallèle à la croissance des demandes d'information et de données au bureau, et l'on peut donc s'attendre à ce que ces services comptent pour une proportion croissante du total du trafic mobile. L'utilisation mensuelle portera aussi bien sur des informations proposées (actualités du matin, notamment sous forme d'images) que sur les informations demandées (cartes, statistiques d'entreprise, etc.). En moyenne, tous types de fichiers confondus, chaque transfert devrait porter sur 500 kbit/s de données (voir la Note 6). Les abonnés devraient exploiter au moins 6 possibilités de service VAS par mois.

**Applications de télébureautique:** Ces applications qui, pour l'abonné, ne le cèdent en importance qu'aux communications vocales, constitueront vraisemblablement l'essentiel du trafic des professionnels mobiles (voir la Note 7). La taille des fichiers devrait se chiffrer en moyenne à 1/2 Mo, toutes applications confondues, les abonnés envoyant ou recevant en moyenne entre 2 à 7 fichiers par mois, ou procédant à un nombre équivalent de téléchargements.

**Données interactives, débit élevé:** Il est particulièrement difficile de prévoir les tendances d'utilisation dans cette catégorie, relevant des services IMT-2000 les plus sophistiqués qui seront disponibles dans le SMS. Sur la base, une fois encore, d'une étude du marché secondaire, et compte tenu des spécificités du marché ainsi que du pourcentage de temps passé en dehors des zones couvertes, on peut proposer une moyenne mensuelle, par abonné, comprise entre 300 et 450 kbit/s en 2005, utilisation qui devrait augmenter au même taux (5%) que les autres services de données proposés dans l'offre IMT-2000.

NOTE 1 – Pour ce qui est des services de radiocommunication de Terre, il faut tenir compte de la variation de la taille des cellules en fonction de la densité caractéristique de la zone considérée (par exemple, environnement centre ville/suburbain) et selon la prestation (fixe ou mobile) (exemple: 2 Mbit/s à l'intérieur de bâtiments). Il n'est pas nécessaire de procéder ainsi dans le cas du SMS, du fait que les caractéristiques dimensionnelles des faisceaux ne varient pas et que tous les services sont considérés comme mobiles.

NOTE 2 – Les services IMT-2000 devraient être rétrocompatibles avec la plupart des services cellulaires de deuxième génération, mais pas nécessairement avec ceux de la première génération. En conséquence, on s'attend que l'utilisation des services vocaux et messagerie dans le SMS n'interviendra que dans les zones desservies par aucun système cellulaire ou desservies seulement par des systèmes cellulaires analogiques. De même, l'utilisation des services de communication de données, dans le SMS, ne concernera que les régions qui ne sont ni couvertes par des systèmes cellulaires de deuxième génération, ni couvertes par des systèmes cellulaires de troisième génération.

NOTE 3 – Un grand nombre d'études ont été consacrées à l'analyse des profils de déplacement professionnels en fonction de la couverture des systèmes de radiocommunication de Terre et des plans d'extension de ces systèmes. Toutefois, étant donné que la prévision concerne ici la totalité des fournisseurs du SMS, notamment ceux qui desservent le marché industriel et le marché rural, le pourcentage de temps passé à l'extérieur de zones couvertes par des systèmes cellulaires a été légèrement relevé.

NOTE 4 – Valeurs établies d'après Spectrum for IMT-2000, p. 21, du Forum UMTS. Il n'est pas tenu compte ici des messages des abonnés utilisant exclusivement un pageur.

NOTE 5 – En l'absence de données d'étude sur la couverture prévisible des systèmes de deuxième génération améliorés et de troisième génération, on utilise pour les services MMM et HMM les mêmes pourcentages d'utilisation hors couverture que pour les services vocaux et la messagerie – soit des chiffres très prudents à l'horizon 2005 (les pourcentages seront vraisemblablement beaucoup plus élevés).

NOTE 6 – Il convient de noter ici que certaines de ces informations pourraient être transmises dans des fichiers de plus petit format, par exemple en fournissant simplement des instructions écrites sans carte, ou seulement les statistiques de l'entreprise considérée, sans le profil de son P.D.G. Toutefois, l'avantage obtenu sur le plan de la concurrence par les IMT-2000 réside précisément dans la capacité de fournir le plus qu'exige cette clientèle spécifique.

NOTE 7 – Les études effectuées dans le cadre du programme Mobile Data Initiative révèlent que les utilisateurs professionnels mobiles comptent pour actuellement 19% à 23% du total de la population active, et ce pourcentage devrait augmenter.

## 6 Caractéristiques de trafic

A de nombreux égards, le trafic, dans le SMS, présente le même profil que le trafic observé dans les systèmes cellulaires de Terre, les caractéristiques spécifiques concernant l'heure de pointe, la concentration des heures de pointe, la répartition géographique et les pics, éléments que nous allons considérer ci-après:

- *Heure de pointe:* Dans les services de radiocommunication de Terre, les périodes de pointe sont déterminées par l'utilisation d'abonnés communiquant à partir de leur domicile. En revanche, dans le SMS, les abonnés sont avant tout des voyageurs qui se déplacent d'une zone de couverture traditionnelle à l'autre, voire au-delà. En conséquence, les *tendances du trafic vocal* qui leur est imputable ne sont pas déterminées par les horaires d'activité professionnelle du point de départ, ni par ceux du point de destination, mais plutôt par les périodes de chevauchement des horaires officiels des deux régions. Pour donner un exemple, un Américain en déplacement dans une région isolée du Japon aura tendance à établir ses communications dans le SMS pendant les périodes diurnes communes aux Etats-Unis d'Amérique et au Japon. Ce phénomène de recouvrement a pour effet d'aplanir légèrement la courbe générale d'utilisation en fonction de l'heure de la journée. Dans cette analyse, on peut considérer que le pourcentage du total du trafic téléphonique diurne concernant des périodes de pointe sera de l'ordre de 10%. En revanche, *l'utilisation des services de communication de données* (messagerie comprise) n'est aucunement limitée par le chevauchement des courbes d'utilisation lieu d'origine – lieu visité, du fait que les recherches sur un réseau interne d'entreprise ou l'utilisation d'un service à valeur ajoutée n'impose pas la présence d'un être humain en bout de ligne. Ainsi, on peut considérer que les périodes de pointe de ce type de trafic coïncident généralement avec les horaires de travail du lieu visité (environ 15% du total en heure de pointe).
- *Facteur de concentration des heures de pointe:* Du fait que les services SMS sont ciblés avant tout sur des utilisations professionnelles/industrielles, le facteur de concentration des heures de pointe est faible. Il n'y a pas lieu d'établir une distinction entre le trafic d'heure de point non professionnel et le trafic d'heure de point professionnel.
- *Répartition géographique:* Dans le SMS, à l'échelle mondiale, le niveau du trafic varie d'un système à l'autre. Les tableaux joints au présent document précisent à la fois la demande mondiale et les anticipations régionales.
- *Facteur de crête:* Par opposition aux calculs concernant les systèmes de radiocommunication de Terre, qui sont articulés sur des références locales, les services SMS présentent un caractère universel. Même lorsque l'analyse ne porte que sur une seule région (par exemple les Etats-Unis d'Amérique), on constate que le trafic n'est pas également réparti. En conséquence, tout comme il y a lieu de tenir compte du trafic caractéristique des heures de pointe, il faut prendre en considération le trafic régional de pointe. Le facteur de crête dépend de la densité de la population, et il est généralement compris dans la fourchette 3:1 à 5:1.

Trafic annuel SMS IMT-2000 – Ensemble du monde (Millions de Mo)		
	2005	2010
Services vocaux	259-389	521-782
Messagerie	62-78	125-156
MMM	721-902	1 852-1 904
HIMM	21-26	53-55
<b>Total</b>	<b>1 063-1 395</b>	<b>2 551-2 897</b>

Trafic annuel SMS IMT-2000 – Par région (Millions de Mo)		
	2005	2010
Amérique du Nord et Amérique du Sud	298-390	714-811
Japon/Bassin du Pacifique	245-321	587-666
Europe de l'Ouest	43-56	102-116
Europe de l'Est et Eurasie	181-237	434-493
Moyen-Orient/Afrique	298-391	714-811
<b>Total</b>	<b>1 063-1 395</b>	<b>2 551-2 897</b>

## Calcul du spectre nécessaire pour la composante satellite, sur la base des prévisions établies par les Etats-Unis d'Amérique

### 1 Introduction

Le présent Appendice expose les résultats des calculs des besoins en spectre associés à la composante satellite des IMT-2000, calculs effectués sur la base des prévisions de marché qui font l'objet de l'Appendice 2 à l'Annexe 1, auquel l'on pourra se référer par ailleurs pour la description des types de service.

### 2 Calculs effectués sur la base des prévisions des Etats-Unis d'Amérique

#### 2.1 Hypothèses concernant les éléments constitutifs du trafic

Les données de trafic indiquées dans l'Appendice 2 à l'Annexe 1 sont subdivisées par région géographique. Aux fins des calculs de spectre, ces composantes ont été combinées comme suit: le trafic relevé dans les trois régions Europe de l'Ouest, Europe de l'Est et Eurasie et Moyen-Orient/Afrique est considéré comme trafic Région 1, le trafic observé en Amérique du Nord et en Afrique du Sud correspond à la Région 2, tandis que le trafic associé au Japon et au bassin du Pacifique est le trafic de la Région 3.

La superficie correspondant à un groupe de faisceaux est par hypothèse de 1,5 million km<sup>2</sup>. On suppose que, dans une Région donnée, 10% du trafic sont concentrés dans un groupe de faisceaux. Cette hypothèse appelle peut-être des précisions complémentaires, compte tenu de la superficie (masses terrestres) de chaque Région et des variations de trafic d'une Région à l'autre.

#### 2.2 Résultats

Les résultats des calculs des besoins en spectre nécessaires dans le SMS pour la composante satellite des IMT-2000 sont exposés ci-après (Tableaux 21 à 26). Les paramètres utilisés sont les suivants:

$T$ : total du trafic (millions de Mo/an)

$p$ : proportion du trafic diurne dans la période de pointe de la journée

$R$ : trafic associé à l'ensemble de la période de pointe (Mbit/s)

$h$ : facteur de concentration d'heures de pointe

$R'$ : trafic correspondant à l'ensemble de la période de pointe

$b$ : nombre de groupes de faisceaux

$d$ : facteur de temps de propagation

$C$ : capacité unitaire d'une porteuse (kbit/s)

$n$ : nombre de porteuses

$W$ : largeur de bande d'une porteuse (kHz)

$F$ : largeur de bande requise (MHz).

Un complément de précisions sur ces paramètres est donné dans la Recommandation UIT-R M.1391.

Il convient de noter que les Tableaux 21 à 26 donnent les besoins en spectre dans chaque direction.

TABLEAU 21

## Spectre nécessaire pour répondre aux besoins IMT-2000 dans le SMS de la Région 1, 2005

	Services vocaux	Messagerie	MMM	HIMM	
$T$ (millions de Mo)	19,1	1,9	22,1	1,3	
$p$	0,1	0,15	0,15	0,15	
$R$ (Mbit/s)	11,61	1,75	20,20	1,16	
$h$	1	1	1	0,9	
$R'$ (Mbit/s)	11,61	1,75	20,20	1,05	
$b$	1	1	1	1	
$d$	1	2	2	1	
$C$ (kbit/s)	144	144	144	144	
$n$	80,64	6,06	70,12	7,28	
$W$ (kHz)	200	200	200	200	
$F$ (MHz)	16,13	1,21	14,02	1,46	32,82

TABLEAU 22

## Spectre nécessaire pour répondre aux besoins IMT-2000 dans le SMS, Région 2, 2005

	Services vocaux	Messagerie	MMM	HIMM	
$T$ (millions de Mo)	10,9	1,1	12,6	0,7	
$p$	0,1	0,15	0,15	0,15	
$R$ (Mbit/s)	6,62	1,00	11,51	0,66	
$h$	1	1	1	0,9	
$R'$ (Mbit/s)	6,62	1,00	11,51	0,60	
$b$	1	1	1	1	
$d$	1	2	2	1	
$C$ (kbit/s)	144	144	144	144	
$n$	45,98	3,46	39,98	4,15	
$W$ (kHz)	200	200	200	200	
$F$ (MHz)	9,20	0,69	8,00	0,83	18,71

TABLEAU 23

## Spectre nécessaire pour répondre aux besoins IMT-2000 dans le SMS, Région 3, 2005

	Services vocaux	Messagerie	MMM	HIMM	
$T$ (millions de Mo)	9,0	0,9	10,4	0,6	
$p$	0,1	0,15	0,15	0,15	
$R$ (Mbit/s)	5,45	0,82	9,48	0,55	
$h$	1	1	1	0,9	
$R'$ (Mbit/s)	5,45	0,82	9,48	0,49	
$b$	1	1	1	1	
$d$	1	2	2	1	
$C$ (kbit/s)	144	144	144	144	
$n$	37,85	2,85	32,91	3,41	
$W$ (kHz)	200	200	200	200	
$F$ (MHz)	7,57	0,57	6,58	0,68	15,40

TABLE 24

## Spectre nécessaire pour répondre aux besoins IMT-2000 dans le SMS, Région 1, 2010

	Services vocaux	Messagerie	MMM	HIMM	
$T$ (millions de Mo)	38,3	3,8	46,7	2,7	
$p$	0,1	0,15	0,15	0,15	
$R$ (Mbit/s)	23,34	3,49	42,62	2,46	
$h$	1	1	1	0,9	
$R'$ (Mbit/s)	23,34	3,49	42,62	2,22	
$b$	1	1	1	1	
$d$	1	2	2	1	
$C$ (kbit/s)	144	144	144	144	
$n$	162,06	12,12	147,97	15,39	
$W$ (kHz)	200	200	200	200	
$F$ (MHz)	32,41	2,42	29,59	3,08	67,51

TABLE 25

## Spectre nécessaire pour répondre aux besoins IMT-2000 dans le SMS, Région 2, 2010

	Services vocaux	Messagerie	MMM	HIMM	
$T$ (millions de Mo)	21,9	2,2	26,7	1,5	
$p$	0,1	0,15	0,15	0,15	
$R$ (Mbit/s)	13,33	1,99	24,34	1,41	
$h$	1	1	1	0,9	
$R'$ (Mbit/s)	13,33	1,99	24,34	1,27	
$b$	1	1	1	1	
$d$	1	2	2	1	
$C$ (kbit/s)	144	144	144	144	
$n$	92,56	6,92	84,51	8,79	
$W$ (kHz)	200	200	200	200	
$F$ (MHz)	18,51	1,38	16,90	1,76	38,56

TABLE 26

## Spectre nécessaire pour répondre aux besoins IMT-2000 dans le SMS, Région 3, 2010

	Services vocaux	Messagerie	MMM	HIMM	
$T$ (millions de Mo)	18,0	1,8	21,9	1,30	
$p$	0,1	0,15	0,15	0,15	
$R$ (Mbit/s)	10,95	1,64	19,99	1,15	
$h$	1	1	1	0,9	
$R'$ (Mbit/s)	10,95	1,64	19,99	1,04	
$b$	1	1	1	1	
$d$	1	2	2	1	
$C$ (kbit/s)	144	144	144	144	
$n$	76,01	5,69	69,40	7,22	
$W$ (kHz)	200	200	200	200	
$F$ (MHz)	15,20	1,14	13,88	1,44	31,66

## **Prévisions d'Inmarsat concernant les utilisateurs et le trafic du SMS et des IMT-2000 à satellite**

### **1 Introduction**

Le Forum UMTS (initiative européenne pour les services de type IMT-2000), par l'intermédiaire des activités du Market Aspects Group, a établi des prévisions de la demande de services SMS (plus précisément en ce qui concerne les IMT-2000) pour 2005 et 2010. Ces prévisions, adoptées par le Forum, s'articulent en grande partie sur les projections établies par Inmarsat en ce qui concerne le marché IMT-2000/UMTS et le marché SMS. Les prévisions ont été prises pour base de calcul des besoins en spectre UMTS de la composante satellite UMTS et SMS.

Le présent Appendice expose de façon détaillée la méthode et l'approche adoptées par Inmarsat pour prévoir la demande de services par satellite SMS/IMT-2000, ainsi que les prévisions proprement dites. Le Forum UMTS a adopté des prévisions globales SMS/UMTS établies sur la base de cette méthode en 1997. Les travaux complémentaires effectués dans l'intervalle ont permis d'élaborer une méthode plus fiable qui permet de procéder à des distinctions au niveau des utilisations et des composantes de trafic, mais qui n'entraîne aucune variation significative des prévisions générales de trafic par rapport aux valeurs adoptées par le Forum UMTS. Cette méthode prévisionnelle actualisée fait l'objet du présent Appendice.

### **2 Présentation générale**

Le concept IMT-2000 a notamment pour objet d'étendre les services IMT-2000 à toutes les régions du monde dans lesquelles les utilisateurs sont susceptibles d'être individuellement mobiles. Les études effectuées font apparaître que les utilisateurs veulent obtenir les services auxquels ils sont habitués en tout lieu et dans tout environnement dans lequel ils se déplacent. Une infrastructure IMT-2000 de Terre ne saurait permettre d'assurer une offre totale dans tous les environnements ou dans toutes les régions du monde, pour des raisons de rapidité de mise en œuvre et d'économie, de sorte que, en pareils cas, l'offre de services IMT-2000 dépendra des services par satellite. Les services IMT-2000 assurés par satellite seront proposés en tout point du globe dès le premier jour de la concrétisation du concept IMT-2000.

La demande de services de satellite IMT-2000 dépendra en grande partie des anticipations suscitées par la composante de Terre (les utilisateurs des services IMT-2000 entendront être desservis dans toutes les régions dans lesquelles ils seront appelés à se déplacer). On ne s'attend pas que les utilisateurs des systèmes IMT-2000 assurés par satellite constitueront eux-mêmes un marché de grande consommation.

Les environnements dans lesquels les services IMT-2000 devront être assurés par la composante satellite sont divers.

- milieu rural, véhicule (trains, automobiles), piéton (systèmes mobiles ou portatifs), fixe (semi-fixe non permanent);
- régions isolées, véhicule, piéton et fixe;
- domaines maritime (bateaux, navires) et aéronautique (aéronefs);
- stations de base localisées (par exemple, à bord de trains ou d'autocars);
- tout autre endroit où le service IMT-2000 de Terre n'est pas encore disponible.

### **3 Dimension du marché**

Dans le domaine des communications personnelles, la tendance s'inscrit dans le sens d'une constante miniaturisation des terminaux, et de la portabilité. Toutefois, les inévitables contradictions entre les dimensions physiques et les capacités techniques amènent les utilisateurs à accepter certains compromis entre, d'une part les dimensions ou la portabilité et, d'autre part, les fonctions et les capacités. Vraisemblablement, les services IMT-2000 assurés par satellite s'articuleront sur deux types de terminaux différents, les uns assurant des services limités aux communications vocales et à la communication de données à faible débit et offrant deux modes de fonctionnement (systèmes de Terre/systèmes à satellites) avec le même terminal portatif, les autres capables d'assurer la totalité de l'offre des services multimédias IMT-2000 avec les valeurs minimales de débit de données correspondant aux zones larges, mais avec des terminaux légèrement moins faciles à transporter que les terminaux de poche (également utilisables comme stations de base assurant des services portables dans une zone limitée). Dans le cas de terminaux bimodes, le réseau IMT-2000 recherche d'abord un signal de Terre et passe automatiquement au vecteur satellite en l'absence d'un tel signal.

Les prévisions relatives au nombre d'abonnés SMS/IMT-2000 sont subdivisées en deux catégories, à savoir, d'une part les abonnés non multimédias (c'est-à-dire les abonnés qui ne demandent que des services non multimédias) et, d'autre part, les abonnés multimédias (catégorie ensuite subdivisée en deux sous-groupes, utilisations fréquentes et utilisations occasionnelles). Vraisemblablement, tous les abonnés de la catégorie multimédia seront compatibles IMT-2000 alors que seulement une fraction des abonnés non multimédias le seront.

Les prévisions concernant les abonnés non multimédias ont été, pour une grande part, établies à partir d'études précédemment effectuées sur le marché primaire et sur le marché secondaire et d'un certain nombre de prévisions connues quant aux services à satellite non multimédias. En ce qui concerne les services multimédias, on a utilisé un grand nombre de données récentes concernant le marché primaire et le marché secondaire (dimension du marché et profil d'utilisation).

Les chiffres obtenus sont les suivants:

TABLEAU 27

<i>Abonnés (milliers)</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>
Non multimédia	4 875	7 500
Multimédia	6 585	10 975

En ce qui concerne les services multimédias, les utilisations fréquentes comptent pour 10% à 20% du total de l'utilisation prévue, le reste étant donc représenté par les utilisations occasionnelles. On peut dire que les utilisateurs qui utilisent le plus fréquemment le service passent la majorité de leur temps à l'extérieur des zones couvertes par les systèmes mobiles de Terre, ayant recours aux services assurés par satellite pour l'essentiel de leurs besoins de communication quotidiens. A l'opposé, les utilisations occasionnelles sont à mettre au compte d'abonnés dépendant avant tout des systèmes mobiles de Terre, les services par satellite correspondants n'étant utilisés que temporairement lorsque l'on se trouve en dehors des zones couvertes par les systèmes mobiles de Terre.

#### 4 Services et utilisation

Pour les utilisateurs non multimédias, le service ne concerne que les services vocaux de base (mais de haute qualité – 8/16 kbit/s) et les services de communication de données à faible débit (9,6/16 kbit/s). Les utilisateurs multimédias ont besoin de différents services et applications, décrits ci-après:

- *Service vocal*: de base de qualité téléphonique à 8/16 kbit/s.
- *Communication de données à faible débit*: essentiellement messagerie et courrier électronique (sans pièces jointes) à 9,6/16 kbit/s.
- *Services asymétriques*: le mode asymétrique couvre les services essentiellement assurés dans un seul sens - transfert de fichiers, accès aux bases de données ou aux réseaux locaux, Intranet/Internet, WWW, courrier électronique (avec pièces jointes), transfert d'images, etc. Les débits peuvent atteindre 144 kbit/s, valeur qui correspond aux services multimédias de débit moyen (et multimédias de débit élevé) définis par le Forum UMTS ainsi qu'au débit large zone défini par l'UMTS et dans le cadre des IMT-2000.
- *Multimédias interactifs*: il s'agit essentiellement de la visioconférence et de la visiotéléphonie, les débits étant de l'ordre de 144 kbit/s. Ces services correspondent aux services HMM définis par le Forum UMTS ainsi qu'au débit large zone défini par l'UMTS et dans le cadre des IMT-2000.

Les études de marché concernant le marché primaire montrent que les plus gros utilisateurs des services asymétriques sont les abonnés ayant besoin de services de type IMT-2000 par satellite. Par rapport à la composante de Terre, la demande n'est guère différente, sauf dans le cas des services HMM, où la demande est supérieure à la demande du service correspondant assuré par satellite.

Les prévisions d'utilisation de ces services sont établies sur la base de l'expérience (données communiquées par un opérateur SMS), d'études primaires (profil d'utilisation), d'études secondaires et des données fournies par certaines entreprises TI pour ce qui est des applications multimédias.

Les niveaux d'utilisation indiqués au Tableau 28 sont donnés, selon le type de service, en min. ou en Mbit (MB) par mois. Le plus généralement, les services bidirectionnels (services vocaux, multimédias interactifs, etc.) sont tarifés à la minute (compte tenu de la qualité définie par le débit de données) alors que les services - essentiellement - unidirectionnels (données à faible débit, services asymétriques, etc.) sont tarifés en fonction du volume de données acheminées (mais il est également tenu compte des débits de données).

TABLEAU 28

## Prévisions d'utilisation des services mobiles par satellite

<i>Utilisation mensuelle moyenne</i>			
	<i>Bases</i>	<i>2005</i>	<i>2010</i>
Non-multimédia			
Vocaux	Min à kbit/s	73	71
Données de faible débit	ko	8 365	8 175 soit ~ 70 min/mois à 16 kbit/s
Multimédia			
Vocaux	Min à 8 kbit/s	20	26
Données de faible débit	ko	2 584	3 380 soit ~ 25 min/mois à 16 kbit/s
Asymétrique	ko	26 154	34 247 soit ~ 35 min/mois à 104/144 kbit/s
Interactif	Min à 144 kbit/s	2	2 cette faible valeur moyenne tient à ce que seule une petite fraction (10% à 20%) des utilisateurs utiliseront les services interactifs

L'utilisation moyenne est une synthèse d'utilisations fréquentes et d'utilisations non fréquentes. Par exemple, dans le cas des services asymétriques, les utilisations fréquentes dépasseront 100 min./mois, tandis que les utilisations non fréquentes se chiffreront à environ 10 à 20 min./mois. Par ailleurs, la prévision d'utilisation ne porte que sur un sens de transmission, de sorte qu'il faut compter avec les besoins en sens inverse.

Les prévisions de trafic total (pour le SMS) indiquées dans le Tableau 29 ci-après sont établies sur la bases des profils d'utilisation.

TABLEAU 29

## Trafic mobile par satellite total (prévisions)

<i>Trafic (millions de Mo)</i>		
Non multimédia		
Vocal	509	764
Communication de données de faible débit	491	736
	1 000	1 500
Multimédia		
Vocal	94	206
Communications de données de faible débit	204	445
Asymétrique	2 067	4 510
Interactif	141	307
	2 506	5 468
Total	3 506	6 968

Les prévisions de trafic s'entendent à l'exclusion du trafic non conforme IMT-2000, représenté avant tout par les services vocaux de base et les services de communication de données de faible débit assurés par les systèmes de première et de deuxième génération. Ainsi, les prévisions de trafic IMT-2000 s'établissent comme indiqué ci-après au Tableau 30.

TABLEAU 30

## Prévisions de trafic IMT-2000 par satellite

<i>Trafic (millions de Mo)</i>		
Non multimédia		
Vocal	34	123
Communication de données de faible débit	33	119
	67	242
Multimédia		
Vocal	94	206
Communications de données de faible débit	204	445
Asymétrique	2 067	4 510
Interactif	141	307
	2 506	5 468
Total	2 573	5 710

## APPENDICE 6

## À L'ANNEXE 1

## Calcul du spectre nécessaire pour la composante satellite, sur la base des prévisions de l'Inmarsat

### 1 Introduction

Le présent Appendice décrit brièvement la méthode de calcul des besoins en spectre correspondant à la composante satellite des IMT-2000 dans le SMS, sur la base des prévisions de marché exposées dans l'Appendice 4 à l'Annexe 1, auquel on pourra se reporter pour la description des types de service.

### 2 Calculs effectués sur la base des prévisions d'Inmarsat

#### 2.1 Résultats

Les résultats des calculs de spectre sont indiqués ci-après (Tableaux 31 à 36), les divers paramètres étant commentés par la suite. Les paramètres utilisés dans les Tableaux sont les suivants:

$T$ : trafic total (millions de Mo/an)

$p$ : proportion du trafic diurne dans la période de pointe de la journée

$R$ : trafic associé à l'ensemble de la période de pointe (Mbit/s)

$h$ : facteur de concentration d'heure de pointe

$R'$ : trafic correspondant à l'ensemble de la période de pointe

$b$ : nombre de groupes de faisceaux

$d$ : facteur de temps de propagation

$C$ : capacité unitaire d'une porteuse (kbit/s)

$n$ : nombre de porteuses;

$W$ : largeur de bande d'une porteuse (kHz)

$F$ : largeur de bande requise (MHz).

Noter que les chiffres des Tableaux 31 à 36 correspondent aux besoins en spectre dans chaque sens.

TABLEAU 31

#### Trafic non multimédia, non IMT-2000, 2005

Type de service	Vocal	Données de faible débit	
Trafic total (millions de Mbit/s)	475	458	
Pourcentage dans zone de grande activité	12	12	
$T$ (millions de Mo)	57	54,96	
$p$	0,15	0,15	
$R$ (Mbit/s)	52,05	50,19	
$h$	87%	86%	
$R'$ (Mbit/s)	45,21	43,24	
$b$	1	1	
$d$	1	2	
$C$ (kbit/s)	144	144	
$n$	313,99	150,14	
$W$ (kHz)	200	200	
$F$ (MHz)	62,80	30,03	92,83

TABLEAU 32

## Trafic IMT-2000, non multimédia, 2005

Type de service	Vocal	Données de faible débit	
Trafic total (millions de Mbit/s)	34	33	
Pourcentage dans zone de grande activité	12	12	
$T$ (millions de Mo)	4,08	3,96	
$p$	0,15	0,15	
$R$ (Mbit/s)	3,73	3,62	
$h$	87%	86%	
$R'$ (Mbit/s)	3,24	3,12	
$b$	2	2	
$d$	1	2	
$C$ (kbit/s)	144	144	
$n$	11,24	5,41	
$W$ (kHz)	200	200	
$F$ (MHz)	2,25	1,08	3,33

TABLEAU 33

## Trafic IMT-2000, multimédia, 2005

Type de service	Vocal	Données de faible débit	Asymétrique	Interactif	
Trafic total (millions de Mbit/s)	94	204	2 067	141	
Pourcentage dans zone de grande activité	10	10	10	10	
$T$ (millions de Mo)	9,4	20,4	206,7	14,1	
$p$	0,1	0,1	0,1	0,1	
$R$ (Mbit/s)	5,72	12,42	125,84	8,58	
$h$	84%	86%	84%	84%	
$R'$ (Mbit/s)	4,80	10,74	105,60	7,20	
$b$	2	2	2	2	
$d$	1	2	5	1	
$C$ (kbit/s)	144	144	144	144	
$n$	16,68	18,64	73,34	25,01	
$W$ (kHz)	200	200	200	200	
$F$ (MHz)	3,34	3,73	14,67	5,00	26,73

TABLEAU 34

## Trafic non IMT-2000, non multimédia, 2010

Type de service	Vocal	Données de faible débit	
Trafic total (millions de Mbit/s)	641	617	
Pourcentage dans zone de grande activité	12	12	
$T$ (millions de Mo)	76,92	74,04	
$p$	0,15	0,15	
$R$ (Mbit/s)	70,25	67,62	
$h$	82%	81%	
$R'$ (Mbit/s)	57,56	54,93	
$b$	1,5	1,5	
$d$	1	2	
$C$ (kbit/s)	144	144	
$n$	266,47	127,14	
$W$ (kHz)	200	200	
$F$ (MHz)	53,29	25,43	78,72

TABLEAU 35

## Trafic IMT-2000, non multimédia, 2010

Type de service	Vocal	Données de faible débit	
Trafic total (millions de Mbit/s)	123	119	
Pourcentage dans zone de grande activité	12	12	
$T$ (millions de Mo)	14,76	14,28	
$p$	0,15	0,15	
$R$ (Mbit/s)	13,48	13,04	
$h$	82%	81%	
$R'$ (Mbit/s)	11,04	10,59	
$b$	2	2	
$d$	1	2	
$C$ (kbit/s)	144	144	
$n$	38,35	18,39	
$W$ (kHz)	200	200	
$F$ (MHz)	7,67	3,68	11,35

TABLEAU 36

## Trafic IMT-2000, multimédia, 2010

Type de service	Vocal	Données de faible débit	Asymétrique	Interactif	
Trafic total (millions de Mbit/s)	206	445	4 510	307	
Pourcentage dans zone de grande activité	10	10	10	10	
$T$ (millions de Mo)	20,6	44,5	451	30,7	
$p$	0,1	0,1	0,1	0,1	
$R$ (Mbit/s)	12,54	27,09	274,58	18,69	
$h$	79%	81%	79%	79%	
$R'$ (Mbit/s)	9,92	22,08	217,23	14,79	
$b$	2	2	2	2	
$d$	1	2	5	1	
$C$ (kbit/s)	144	144	144	144	
$n$	34,45	38,33	150,85	51,34	
$W$ (kHz)	200	200	200	200	
$F$ (MHz)	6,89	7,67	30,17	10,27	55,00

## 2.2 A propos des paramètres de trafic

*Pourcentage dans zone de grande activité:* On définit sur le globe terrestre une zone de grande activité correspondant approximativement à 3 million de km<sup>2</sup>; le pourcentage de trafic dans cette zone correspond au pourcentage du trafic mondial total au départ de cette zone, selon les prévisions du marché.

*Proportion du trafic diurne dans la période de pointe de la journée,  $p$ :* Sur la base des prévisions de marché, on retient  $p = 0,1$  pour le trafic multimédia et  $p = 0,15$  pour le trafic non multimédia.

*Facteur de concentration d'heures de pointe,  $h$ :* Pour calculer ce coefficient, on considère 12 environnements de trafic différents et on calcule la moyenne pondérée du paramètre pour ces environnements.

*Nombre de groupes de faisceaux,  $b$ :* Pour quantifier ce paramètre, on considère que les systèmes SMS non IMT-2000 déjà planifiés couvriraient généralement la zone considérée avec au maximum un groupe de faisceaux. Dans les futurs systèmes SMS, on devrait observer une amélioration de la réutilisation des fréquences, mais il est peut probable qu'un système SMS puisse fournir plus de deux groupes de faisceaux dans la région considérée avant 2010. Pour les calculs, on suppose que les satellites des systèmes IMT-2000 auront deux groupes de faisceaux dans la Région ( $b = 2$ ), ce qui correspond, par exemple, à une empreinte moyenne d'environ 200 000 km<sup>2</sup> avec un facteur de réutilisation de fréquence de 7, résultat non encore atteint, mais qui devrait être possible dans les délais prévus pour la mise en place des IMT-2000.

En ce qui concerne ce facteur  $b$ , il faut tenir compte parallèlement du rendement de modulation,  $C/W$ , puisqu'il n'est pas possible d'envisager une amélioration de l'un ou l'autre de ces deux éléments sans tenir compte des conséquences de l'intervention sur l'autre. Par exemple, pour améliorer le rendement de modulation, il faut accroître le rapport porteuse/bruit, au prix d'une diminution de la réutilisation. Par ailleurs, on a considéré que dans la pratique la réutilisation des fréquences ne peut jamais être parfaite, en raison de variations géographiques dans le volume de trafic.

*Facteur de temps de propagation, d*: On donne à ce facteur la valeur 1 pour les services vocaux et les services interactifs à commutation de circuits. D'après les études de marché, il convient de lui affecter respectivement les valeurs 2 et 5 pour les services de communication de données de faible débit à commutation par paquets d'une part et les services asymétriques d'autre part.

Capacité unitaire d'une porteuse,  $C$ , on suppose que ce paramètre est de 144 kbit/s.

Largeur de bande de porteuse,  $W$ , valeur adoptée, 200 kHz.

En conséquence, on considère que le débit binaire d'information de 144 kbit/s, avec une marge d'environ 30 kbit/s, peut être assuré avec une largeur de bande de porteuse de 200 kHz, par exemple avec une modulation MDP-4 et un taux CED d'environ 0,6% dans la zone de grande activité (zone d'environ 3 million km<sup>2</sup> à l'origine d'une certaine proportion du total du trafic mondial).

### 2.3 Résumé

Le Tableau 37 récapitule les besoins en spectre.

TABLEAU 37

**Etat récapitulatif des besoins en spectre estimatifs de la composante satellite des systèmes IMT-2000/SMS (MHz par sens de transmission)**

	2005	2010
Non IMT-2000 <sup>(1)</sup>		
– Non multimédia	93	79
IMT-2000		
– Non multimédia	3	11
– Multimédia	27	55
Total IMT-2000	30	66
Total SMS	123	145

<sup>(1)</sup> On suppose que tout le trafic multimédia sera compatible IMT-2000.

#### COMPLÉMENT 1

#### À L'APPENDICE 6

### Calcul des facteurs de concentration d'heures de pointe

Les Tableaux 38 et 39 indiquent respectivement la répartition du trafic et les valeurs de concentration d'heures de pointe par environnement et par service à l'horizon 2005 et à l'horizon 2010. Ils précisent également la moyenne pondérée des facteurs de concentration.

TABLEAU 38

**Répartition du trafic par environnement et par service, et calcul des valeurs pondérées  
du facteur de concentration d'heures de pointe, 2005**

Trafic multimédia en 2005	Pourcentage de trafic par environnement				Pourcentage du trafic en heure de pointe <sup>(1)</sup>	Répartition par environnement				
	Vocal	Données de faible débit	Asymétrique	Interactif		Voie	Données de faible débit	Asymétrique	Interactif	
Rural, piéton (portatif, portable, transportable)	24%	24%	24%	24%	100%	24%	24%	24%	24%	
Rural, véhicule (automobile, camion, train, autocar)	6%	6%	6%	6%	100%	6%	6%	6%	6%	
Rural, semi-fixe	5%	5%	5%	5%	85%	4%	4%	4%	4%	
Zone isolée, piéton	34%	35%	34%	34%	100%	34%	35%	34%	34%	
Zone isolée, véhicule	6%	6%	6%	6%	100%	6%	6%	6%	6%	
Zone isolée, semi-fixe	8%	9%	8%	8%	85%	7%	7%	7%	7%	
Maritime, côtier (yacht, remorqueur) <sup>(2)</sup>	2%	1%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Haute mer (cargo, pétrolier, paquebot) <sup>(2)</sup>	2%	1%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	
Aéronautique/Privé/Professionnel <sup>(3)</sup>	5%	5%	5%	5%	60%	1%	2%	1%	1%	
Aéronautique, passager <sup>(3)</sup>	8%	8%	8%	8%	40%	2%	2%	2%	2%	
Station de base localisée <sup>(4)</sup>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Complément de Terre <sup>(4)</sup>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
	100%	100%	100%	100%						
	Facteur de concentration d'heures de pointe – Moyenne pondérée						84%	86%	84%	84%

Trafic non multimédia en 2005	Pourcentage de trafic par environnement		Pourcentage du trafic en heure de pointe <sup>(1)</sup>	Répartition par environnement	
	Vocal	Données de faible débit		Voie	Données de faible débit
Rural, piéton (portatif, portable, transportable)	57%	58%	100%	57%	58%
Rural, véhicule (automobile, camion, train, autocar)	2%	2%	100%	2%	2%
Rural, semi-fixe	11%	11%	85%	9%	9%
Zone isolée, piéton	7%	5%	100%	7%	5%
Zone isolée, véhicule	4%	4%	100%	4%	4%
Zone isolée, semi-fixe	3%	4%	85%	3%	3%
Maritime, côtier (yacht, remorqueur) <sup>(2)</sup>	1%	1%	0%	0%	0%
Haute mer (cargo, pétrolier, paquebot) <sup>(2)</sup>	3%	3%	0%	0%	0%
Aéronautique/Privé/Professionnel <sup>(3)</sup>	2%	2%	60%	1%	1%
Aéronautique, passager <sup>(3)</sup>	3%	3%	40%	1%	1%
Station de base localisée	7%	8%	50%	4%	4%
Complément de Terre <sup>(4)</sup>	0%	0%	0%	0%	0%
	100%	100%			
	Facteur de concentration d'heures de pointe – Moyenne pondérée			87%	86%

(1) Professionnel et non professionnel.

(2) Trafic maritime exclu de la période de pointe, du fait que ce type de trafic n'aura jamais son origine dans la zone de forte activité.

(3) Trafic aéro divisé par deux en heure de pointe.

(4) Pas de répartition pour ces environnements, qui sont toutefois pris en compte dans les valeurs prévues pour le trafic total.

TABLEAU 39

**Répartition du trafic par environnement et par service, et calcul des valeurs pondérées  
du facteur de concentration d'heures de pointe, 2010**

Trafic multimédia en 2010	Pourcentage de trafic par environnement				Pourcentage du trafic en heure de pointe <sup>(1)</sup>	Répartition par environnement				
	Vocal	Données de faible débit	Asymétrique	Interactif		Voie	Données de faible débit	Asymétrique	Interactif	
Rural, piéton (portatif, portable, transportable)	24%	24%	24%	24%	95%	22%	23%	22%	22%	
Rural, véhicule (automobile, camion, train, autocar)	6%	6%	6%	6%	95%	6%	6%	6%	6%	
Rural, semi-fixe	5%	5%	5%	5%	75%	4%	4%	4%	4%	
Zone isolée, piéton	34%	35%	34%	34%	95%	32%	33%	32%	32%	
Zone isolée, véhicule	6%	6%	6%	6%	95%	6%	6%	6%	6%	
Zone isolée, semi-fixe	8%	9%	8%	8%	75%	6%	7%	6%	6%	
Maritime, côtier (yacht, remorqueur) <sup>(2)</sup>	2%	1%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	
Haute mer (cargo, pétrolier, paquebot) <sup>(2)</sup>	2%	1%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	
Aéronautique/Privé/Professionnel <sup>(3)</sup>	5%	5%	5%	5%	60%	1%	2%	1%	1%	
Aéronautique, passager <sup>(3)</sup>	8%	8%	8%	8%	40%	2%	2%	2%	2%	
Station de base localisée <sup>(4)</sup>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
Complément de Terre <sup>(4)</sup>	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	
	100%	100%	100%	100%						
	Facteur de concentration d'heures de pointe – Moyenne pondérée						79%	81%	79%	79%

Trafic non multimédia en 2010	Pourcentage de trafic par environnement		Pourcentage du trafic en heure de pointe <sup>(1)</sup>	Répartition par environnement	
	Vocal	Données de faible débit		Voie	Données de faible débit
Rural, piéton (portatif, portable, transportable)	57%	58%	95%	54%	55%
Rural, véhicule (automobile, camion, train, autocar)	2%	2%	95%	2%	2%
Rural, semi-fixe	11%	11%	75%	8%	8%
Zone isolée, piéton	7%	5%	95%	7%	5%
Zone isolée, véhicule	4%	4%	95%	4%	3%
Zone isolée, semi-fixe	3%	4%	75%	3%	3%
Maritime, côtier (yacht, remorqueur) <sup>(2)</sup>	1%	1%	0%	0%	0%
Haute mer (cargo, pétrolier, paquebot) <sup>(2)</sup>	3%	3%	0%	0%	0%
Aéronautique/Privé/Professionnel <sup>(3)</sup>	2%	2%	60%	1%	1%
Aéronautique, passager <sup>(3)</sup>	3%	3%	40%	1%	1%
Station de base localisée	7%	8%	50%	4%	4%
Complément de Terre <sup>(4)</sup>	0%	0%	0%	0%	0%
	100%	100%			
	Facteur de concentration d'heures de pointe – Moyenne pondérée			82%	81%

(1) Professionnel et non professionnel.

(2) Trafic maritime exclu de la période de pointe, du fait que ce type de trafic n'aura jamais son origine dans la zone de forte activité.

(3) Trafic aéro divisé par deux en heure de pointe.

(4) Pas de répartition pour ces environnements, qui sont toutefois pris en compte dans les valeurs prévues pour le trafic total.

