

## RECOMMANDATION UIT-R M.687-2

## TÉLÉCOMMUNICATIONS MOBILES INTERNATIONALES-2000 (IMT-2000)\*

(Question UIT-R 39/8)

(1990-1992-1997)

**Résumé**

La présente Recommandation décrit les objectifs auxquels doivent satisfaire les systèmes IMT-2000 et définit les concepts globaux des IMT-2000 en veillant tout particulièrement à ce que le suivi des déplacements et la compatibilité soient assurés dans le monde entier.

La présente Recommandation fait autorité sur les sujets suivants: services, architecture, aspects relatifs au réseau, mise en œuvre, partage et caractéristiques d'exploitation. Elle fournit des directives, applicables dans un nombre limité de scénarios possibles, en ce qui concerne la largeur de bande du spectre et la bande d'exploitation; ces directives sont fondées sur des paramètres techniques critiques et sur des estimations du trafic.

La présente Recommandation constitue le texte de base pour tout ce qui touche aux systèmes IMT-2000 et pour toute activité entreprise ou pour toute Recommandation élaborée ultérieurement.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

*considérant*

- a) la Résolution 212 (Rév.CMR-95);
- b) que les bandes de fréquences 1 885-2 025 MHz et 2 110-2 200 MHz sont destinées à être utilisées à l'échelle mondiale par les administrations qui désirent mettre en œuvre les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000);
- c) que le coût des techniques de radiocommunication et des techniques d'intégration à très grande échelle continue de décroître, faisant ainsi, dans un certain nombre de cas, des radiocommunications une option d'accès compétitive aux services de télécommunications vocales et non vocales;
- d) que différents futurs systèmes sont en cours d'étude;
- e) que la compatibilité des systèmes est nécessaire pour un fonctionnement international et que des équipements communs sont souhaitables dans tous les cas pour garantir que le coût global du système par usager mobile soit nettement inférieur au coût des systèmes actuels;
- f) la nécessité d'une structure souple du système capable d'adapter l'investissement du réseau à la croissance des recettes, de s'adapter facilement aux facteurs relevant de l'environnement et de réagir aux nouveaux développements sans limiter les innovations;
- g) l'éventuelle nécessité de voies ou de bandes de fréquences communes permettant une exploitation régionale et/ou mondiale, en particulier si l'on tient compte de l'utilisation de plus en plus grande de terminaux personnels (portatifs ou portables);
- h) que l'utilisation de bandes de fréquences approuvées à l'échelon international facilite également la planification des réseaux nationaux et réduit les risques de brouillages préjudiciables avec d'autres services de radiocommunications;
- j) l'importance de plus en plus grande des divers types de services de télécommunications non vocales;
- k) les Recommandations pertinentes et les études en cours de l'UIT-T;
- l) que les terminaux mobiles des IMT-2000 peuvent être utilisés pour l'accès aux systèmes à satellites mobiles afin d'être utilisés à terre, sur des navires et sur des aéronefs;
- m) qu'il est nécessaire que les terminaux mobiles se déplacent entre réseaux de télécommunications mobiles terrestres publics de différents pays;

---

\* IMT-2000 était précédemment connu comme FSMPT (futurs systèmes mobiles terrestres publics de télécommunication).

- n) qu'une interface radioélectrique normalisée faciliterait le déplacement des unités mobiles entre les réseaux;
- o) que les utilisateurs pourraient souhaiter utiliser les mêmes terminaux et les mêmes procédures que les réseaux fixes (réseau téléphonique public avec commutation (RTPC), réseau public de données (RPD) et réseau numérique à intégration des services (RNIS)) pour l'accès à des services de télécommunications analogues des IMT-2000;
- p) que l'utilisation des systèmes de radiocommunication mobiles de type cellulaire en tant que systèmes fixes et que leur adaptation aux besoins des pays en développement sont à l'étude;
- q) que la description des IMT-2000 fera l'objet d'un certain nombre de Recommandations dont la présente est la Recommandation de base;
- r) que les IMT-2000 devraient être utilisées par une grande partie du public,

*recommande*

que les IMT-2000 destinées à un usage régional et/ou mondial soient conformes aux objectifs et caractéristiques ci-après.

## **1 Objectifs**

### **1.1 Objectifs généraux**

Les télécommunications mobiles internationales-2000 (IMT-2000) sont conçues en fonction des objectifs généraux primaires suivants:

- 1.1.1** mettre à la disposition d'usagers itinérants (usagers mobiles), quel que soit le lieu où ils se trouvent (déplacements sur le territoire national ou à l'étranger), une large gamme de services de télécommunication (vocaux et non vocaux) rendant les communications possibles entre usagers mobiles et autres usagers mobiles, usagers d'un réseau public fixe (RTPC, RPD et RNIS) ou d'un autre type de réseau de télécommunication, selon les besoins;
- 1.1.2** assurer ces services pour une large gamme de densités d'usagers et de zones de couverture géographique;
- 1.1.3** concilier l'utilisation efficace et économique du spectre des fréquences radioélectriques avec la prestation du service à un coût acceptable;
- 1.1.4** assurer dans la mesure du possible une qualité de service comparable à celle offerte par les réseaux du service fixe;
- 1.1.5** prévoir l'élargissement constant et souple de l'offre de services, compte tenu des contraintes imposées par la transmission radioélectrique, de diverses considérations relatives à l'efficacité d'utilisation du spectre et des aspects économiques applicables;
- 1.1.6** adopter une approche en plusieurs phases pour définir les IMT-2000. La première phase (Phase 1) couvre les services assurés par des débits binaires d'utilisateur allant jusqu'à environ 2 Mbit/s. On prévoit que la Phase 2 ajoutera à la Phase 1 de nouveaux services, dont certains peuvent exiger des débits binaires supérieurs;
- 1.1.7** permettre aux usagers fixes d'avoir recours aux IMT-2000 en vue de bénéficier de leurs services, dans les conditions approuvées par l'autorité nationale ou régionale appropriée, soit de façon permanente, soit de façon temporaire, en zone rurale ou en zone urbaine;
- 1.1.8** accepter une variété de terminaux mobiles, pouvant aller du terminal portable (appareil de radiocommunication de poche) à ceux installés sur un véhicule;
- 1.1.9** admettre la prestation de services par plusieurs réseaux, quelle que soit la zone de couverture;
- 1.1.10** prévoir une architecture ouverte qui permettra une mise en œuvre facile des nouvelles techniques, ainsi que de différentes applications;
- 1.1.11** permettre la coexistence et l'interconnexion avec les systèmes mobiles utilisant des liaisons directes par satellite, en tenant compte de la Recommandation UIT-T E.171;
- 1.1.12** offrir une structure modulaire permettant d'amorcer le système sur une configuration aussi petite et simple que possible et de le développer selon les besoins, en dimension et en complexité, dans la limite des possibilités pratiques.

## 1.2 Objectifs techniques

Les IMT-2000 visent à atteindre les objectifs techniques primaires suivants:

- 1.2.1 permettre la communication et la signalisation intégrées;
- 1.2.2 établir des normes d'interface de signalisation, en tenant compte des principes établis par la Recommandation UIT-T X.200, et sur la base des Recommandations UIT-T applicables relatives à la signalisation.

Les IMT-2000 visent à atteindre les objectifs techniques secondaires suivants:

- 1.2.3 offrir des niveaux supplémentaires de sécurité (pour les services vocaux et de données) comparables à ceux évoqués au § 1.1.4. Permettre en outre la possibilité de chiffrage de bout en bout pour les services vocaux et de données;
- 1.2.4 offrir une souplesse de service qui permette l'intégration facultative de services tels que le téléphone mobile, la gestion de flotte, l'appel unilatéral et la transmission de données, ou toute autre combinaison de ces services;
- 1.2.5 admettre les interfaces (et procédures) de terminaux définies pour les réseaux publics fixes, qui permettent d'utiliser aussi les équipements terminaux des réseaux publics fixes;
- 1.2.6 reposer sur des équipements et des composants conçus pour résister aux conditions rurales types (mauvaises routes, atmosphère poussiéreuse, variations extrêmes de température et d'humidité, etc.);
- 1.2.7 permettre l'utilisation de répéteurs assurant la couverture sur de longues distances entre terminaux et stations de base, dans la limite où il n'en découle aucune contrainte de spécification des interfaces radioélectriques;
- 1.2.8 permettre le raccordement des autocommutateurs privés ou des petits centres ruraux aux stations mobiles;
- 1.2.9 les procédures utilisées avec les IMT-2000 devraient reposer sur le principe d'identification unique des entités (fournisseurs de services, opérateurs de réseau, etc.).

## 1.3 Objectifs d'exploitation

Les IMT-2000 visent à atteindre les objectifs d'exploitation primaires suivants:

- 1.3.1 offrir les fonctions nécessaires d'authentification et de facturation des usagers;
- 1.3.2 offrir des identifications et numéros d'usagers uniques, conformément aux Recommandations UIT-T pertinentes;
- 1.3.3 offrir un plan unique d'identification des équipements;
- 1.3.4 permettre à chaque usager mobile de demander des services particuliers et d'établir et de recevoir des communications selon ses besoins. Les communications associées à un usager mobile (entrantes/sortantes) au niveau d'une terminaison mobile donnée du système considéré, peuvent être simultanément multiples et relever simultanément de services différents (exemple: services voix et données perfectionnés, multimédias compris);
- 1.3.5 faire en sorte que les possibilités de fraude soient minimales dans les IMT-2000 (par exemple, en limitant les services «à risques» du type «retransmission d'appels multiples»);
- 1.3.6 faire en sorte que les vols de stations mobiles IMT-2000 soient extrêmement rares, par exemple, en tenant à jour une liste des identités de stations mobiles volées et en surveillant le trafic pour détecter d'éventuelles utilisations de ces identités;
- 1.3.7 minimiser les vols, les fraudes et les utilisations abusives des services d'urgence (appels malveillants), en tenant à la disposition des autorités toutes informations utiles;
- 1.3.8 faciliter la tâche des services d'urgence en fournissant autant d'informations relatives aux appels d'urgence que possible – identité de l'usager, informations de position et autres données pouvant être requises par les autorités nationales ou locales.

Les IMT-2000 visent à atteindre les objectifs d'exploitation secondaires suivants:

- 1.3.9 offrir à l'abonné taxé une indication de la surtaxe due au déplacement;
- 1.3.10 permettre de configurer le système en fonction de conditions spéciales lorsque la mobilité entre cellules ou à l'intérieur d'une cellule n'est pas indispensable ou lorsqu'il est nécessaire de prévoir un trafic important par usager;
- 1.3.11 tenir compte des besoins de communication des systèmes de contrôle et de gestion du trafic routier;
- 1.3.12 permettre d'utiliser des cellules de plus grandes dimensions en zone rurale ou dans les régions isolées, dans la mesure où il n'en découle aucune contrainte de spécification des interfaces radioélectriques.

## 2 Services

### 2.1 Généralités

**2.1.1** Les IMT-2000 doivent offrir les services disponibles dans les réseaux publics fixes (RTPC, RNIS et RPD), dans la mesure du possible, en tenant compte des différences de caractéristiques entre le réseau fixe et l'environnement des radiocommunications mobiles.

**2.1.2** Les IMT-2000 peuvent également offrir des services supplémentaires en tenant compte de la nature particulière des communications mobiles.

**2.1.3** Les IMT-2000 doivent être conçues de manière que l'utilisateur demandeur ne soit pas dans l'obligation de connaître la position de l'unité mobile qu'il appelle.

**2.1.4** Les stations des IMT-2000 doivent pouvoir être utilisées dans un environnement maritime et aéronautique, dans la mesure où cela est permis par les autorités réglementaires nationales ou internationales.

**2.1.5** Les IMT-2000 doivent pouvoir être utilisées temporairement ou à titre permanent en remplacement des réseaux fixes lorsque les installations des réseaux fixes sont limitées ou ne sont pas disponibles ou, plus généralement, lorsque cela est souhaitable pour des raisons de commodité ou d'économie. Le système doit alors pouvoir s'adapter à ces conditions (trafic plus élevé par abonné, pas de mobilité entre cellules ou même à l'intérieur d'une cellule).

**2.1.6** Les IMT-2000 doivent offrir une fonction de «mobilité de terminal» (possibilité, pour l'utilisateur, de s'inscrire auprès de différents terminaux, par exemple, grâce à un module d'identité d'utilisateur – UIM).

**2.1.7** Les IMT-2000 doivent se prêter à la constitution d'un marché ouvert, sur lequel l'achat des abonnements et des stations mobiles puisse se faire en toute indépendance (grâce à l'UIM, par exemple).

**2.1.8** Les IMT-2000 doivent permettre l'exploitation internationale et la localisation automatique des usagers et stations mobiles (la mesure dans laquelle la possibilité de déplacement d'un réseau à l'autre ou d'un pays à l'autre doit être automatique, devra faire l'objet d'un complément d'étude).

**2.1.9** Les IMT-2000 doivent être conçues de manière à offrir la possibilité, dans des circonstances favorables, de proposer des services impliquant des débits d'informations élevés.

**2.1.10** Les IMT-2000 doivent pouvoir desservir divers terminaux mobiles, des stations suffisamment petites pour être portées aisément par une personne aux équipements montés à bord des véhicules.

**2.1.11** La Recommandation UIT-R M.816 contient les bases permettant de définir les services à assurer dans le cadre des IMT-2000.

## 3 Considérations relatives aux bandes de fréquences

### 3.1 Considérations générales

Les considérations relatives au spectre radioélectrique doivent tenir compte du trafic estimé, des techniques disponibles et prévisibles, des caractéristiques de propagation et des détails disponibles pour répondre aux besoins des usagers et cela dans la mesure du possible.

Les considérations de fréquence doivent tenir compte du fait que le trafic généré par les systèmes mobiles, tout comme le nombre et la diversité des services, continueront de s'accroître.

### 3.2 Considérations de trafic

Toute estimation du trafic doit tenir compte du fait qu'à l'avenir, le trafic non téléphonique constituera une proportion croissante du trafic total et que le trafic sera généré à l'extérieur par les stations mobiles et les stations personnelles.

L'Annexe 1 contient une évaluation du trafic dans les IMT-2000, qui est fondée sur la perception actuelle de la nature des télécommunications personnelles.

### 3.3 Besoins en spectre radioélectrique

Afin de tenir compte des besoins des services IMT-2000, à savoir de la notion de déplacement régional ou international, la première méthode à considérer pour assurer l'accès universel, notamment des stations personnelles, devrait consister à réserver, tout au moins en partie, des attributions de fréquence communes d'utilisation universelle.

#### 3.3.1 Compatibilité mondiale

Cette question de la compatibilité mondiale, avec une bande de fréquences commune, intéresse au premier chef la station personnelle car c'est là que les avantages seraient les plus grands. Pour la station mobile, ce critère est certes souhaitable mais une compatibilité régionale/internationale peut suffire à bien des égards.

S'il est préférable d'envisager une utilisation totalement commune et universelle d'une seule bande de fréquences, cela n'est peut-être pas réalisable dans l'immédiat. On peut parvenir à un certain degré d'utilisation commune par une compatibilité régionale/internationale en utilisant une bande de signalisation commune et en prévoyant un chevauchement suffisant des bandes affectées au trafic qui assurent la compatibilité pour les abonnés itinérants.

Il est aussi indispensable de disposer de normes relatives à la signalisation commune et au numérotage.

L'existence de normes multiples freine la mise en œuvre dans les marchés plus restreints et dans les pays en développement, ce qui entraîne une mauvaise utilisation du spectre et des coûts plus élevés.

##### 3.3.1.1 Déplacements

Il faudra que certains usagers des IMT-2000 aient la possibilité de se déplacer au niveau régional et/ou international, avec leurs propres terminaux.

Afin d'offrir une possibilité de déplacement à l'échelle mondiale, notamment pour les stations personnelles à l'extérieur et à l'intérieur des bâtiments, il est jugé préférable de maintenir une compatibilité mondiale totale. Il est important que la bande de fréquences utilisée dans le monde entier tienne compte de l'agilité de fréquence des stations personnelles.

#### 3.3.2 Communications par satellite

Les IMT-2000 font intervenir un élément mobile à satellites. La Recommandation UIT-R M.818 décrit cet élément. La Fig. 2 montre certains exemples de configuration.

Grâce à l'utilisation du spectre conformément à la Résolution 212 (Rév.CMR-95), un seul équipement pourrait utiliser à la fois les communications mobiles de Terre et les communications mobiles par satellite.

Les éléments satellite peuvent également offrir les possibilités suivantes:

- une fonction de radiomessagerie par satellite, permettant de réduire le volume des données d'enregistrement de position devant être transférées;
- une fonction de messagerie pour les usagers d'un service mobile de Terre lorsque la portée de ce système est dépassée. Les équipements qui interviennent dans une telle fonction unidirectionnelle sont plus simples que dans le cas d'une fonction bidirectionnelle assurée par le système mobile à satellites;
- la liaison des stations de base éloignées ou, à titre temporaire (par exemple, en cas d'urgence), une extension du système.

#### 3.3.3 Techniques duplex

Les techniques des systèmes duplex à répartition en fréquence et à répartition dans le temps sont disponibles. Le choix de la technique duplex n'influe pas sur la quantité totale de spectre requise pour le trafic des IMT-2000, mais peut affecter la planification des fréquences.

#### 3.3.4 Propagation

La propagation dans la bande 1-3 GHz a été étudiée aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur des bâtiments. L'affaiblissement du trajet à l'extérieur augmente en fonction de la fréquence. Les effets de la propagation par trajets multiples augmentent avec la fréquence. Quant au temps de propagation à l'extérieur, il ne varie pas de façon sensible dans la gamme 1-3 GHz.

Les mesures effectuées ont montré que l'affaiblissement entre les étages d'un bâtiment augmentait avec la fréquence; la réutilisation des fréquences dans les toutes petites cellules des bâtiments est ainsi facilitée.

### 3.3.5 Technologie radioélectrique

Les caractéristiques de coût et d'efficacité en puissance des technologies radioélectriques disponibles pour les systèmes IMT-2000 sont de moins en moins favorables lorsqu'on accroît la fréquence d'exploitation. À l'heure actuelle, il est difficile de déterminer avec précision la limite de fréquence envisageable avec les circuits intégrés qui permettrait d'assurer un fonctionnement adéquat et de produire les équipements en quantité et à bas prix pour la fin des années 1990.

### 3.4 État des techniques

L'estimation des besoins en spectre radioélectrique doit tenir compte de la conception du système prévu pour acheminer le trafic dans d'excellentes conditions d'efficacité d'utilisation du spectre. À cet effet, la transmission de la parole et des données doit reposer sur des codecs de bonne qualité associés à des techniques de codage, de modulation et d'égalisation, d'accès multiple et d'adaptation.

Il convient également d'envisager certaines techniques de gestion du trafic, telles que la gestion par file d'attente, qui peuvent s'avérer très efficaces pour assurer l'harmonieux acheminement de la charge de trafic proposée et par là même accroître considérablement l'efficacité d'utilisation du spectre, notamment lorsque des services de caractéristiques différentes acheminant notamment une importante fraction de trafic non téléphonique sont intégrés dans le système radioélectrique commun.

### 3.5 Estimation des besoins en matière de spectre radioélectrique

L'Annexe 1 contient une estimation des besoins en matière de spectre radioélectrique pour certains services de la Phase 1 des IMT-2000, fondée sur les estimations du trafic en zones urbaines. Les résultats obtenus montrent que la largeur de bande nécessaire pour les services téléphoniques s'élève au total à 162 MHz et que, pour quelques services limités de transmission de données, la largeur de bande nécessaire pour les services non téléphoniques s'élève au total à 65 MHz; ces chiffres doivent être considérés comme valeurs minimales.

Comme indiqué dans l'Annexe 1, cette estimation ne prévoit pas l'octroi d'une partie du spectre pour le trafic acheminé par les satellites.

### 3.6 Examen des possibilités de partage

Des études ont été faites sur les possibilités de partage entre les IMT-2000 et d'autres services; les résultats de ces études sont indiqués dans l'Annexe 2.

Il ressort de ces études que le partage des bandes entre les IMT-2000 et le service fixe et, éventuellement, d'autres services, ne sera possible que si l'on prévoit une séparation géographique appropriée entre ces services ou si aucun d'entre eux n'a besoin de toute la largeur de bande attribuée. Les coûts afférents au partage n'ont pas été examinés ici. L'assignation adaptative de canaux aux IMT-2000 facilitera considérablement le partage et simplifiera leur intégration dans les bandes actuellement utilisées par d'autres services. La séparation géographique relative nécessaire aux différentes variantes des techniques d'accès aux IMT-2000, à savoir l'accès multiple par répartition en fréquence (AMRF), l'accès multiple par répartition dans le temps (AMRT) et l'accès multiple par répartition en code (AMRC) dépend des paramètres précis du système. Cependant, il est à noter que le partage du même canal par le service fixe et les IMT-2000 nécessite une séparation géographique suffisante.

Il est également conclu que le partage n'est pas possible entre les interfaces R1 et R2 (voir la Fig. 1) des IMT-2000 et les services de recherche spatiale, d'exploration spatiale et d'exploration de la Terre par satellite dans les bandes 2 025-2 110 MHz et 2 200-2 290 MHz.

Les IMT-2000 devraient être des systèmes perfectionnés dans lesquels les commandes de l'équipement permettront de s'adapter à diverses situations. En particulier, la régulation de puissance dynamique et l'agilité de fréquence devraient aider à observer les critères de planification et devraient être étudiées de façon plus approfondie. Le partage des fréquences ou la coexistence avec d'autres services radioélectriques peut être examiné plus en détail si l'on met au point des modèles et des algorithmes appropriés.

## 4 Caractéristiques techniques

Afin de garantir la compatibilité régionale et/ou mondiale des stations, il faut veiller à préserver l'uniformité des principales caractéristiques y compris l'architecture, la structure des voies, les procédures de commande, les techniques d'accès, les méthodes de modulation et les débits binaires.

## 4.1 Architecture des systèmes

La Recommandation UIT-R M.817 contient les architectures de réseaux fonctionnelles et certaines configurations de réseaux qui en découlent et qui sont possibles pour les IMT-2000.

## 4.2 Interfaces radioélectriques

La famille des interfaces radioélectriques est la suivante:

- R1: l'interface radioélectrique entre une station mobile (SM) et la station de base (SB);
- R2: l'interface radioélectrique entre une station personnelle (SP) et la station de base personnelle (BS);
- R3: l'interface radioélectrique entre le satellite et la station terrienne mobile (STM). Les IMT-2000 peuvent également permettre l'acheminement automatique du trafic entre les systèmes terrestres et les systèmes mobiles par satellite;
- R4: une interface radioélectrique supplémentaire utilisée pour l'alerte (système d'appel unilatéral) dans le cas d'une communication aboutissant à un terminal IMT-2000.

Il convient de noter que la liste d'interfaces n'est pas nécessairement exhaustive.

Un scénario possible pour l'évolution et la mise en œuvre des communications personnelles dans les IMT-2000 est illustré dans les Fig. 1 et 2.

Compte tenu des caractéristiques des zones dans lesquelles les IMT-2000 sont mises en œuvre, il convient d'optimiser la structure du système en fonction des zones de couverture géographique et des conditions de trafic. En conséquence, la conception devra prévoir des interfaces radioélectriques multiples.

L'interface radioélectrique doit être conçue de telle sorte que différentes applications puissent exploiter la même interface lorsque cela apparaît techniquement et économiquement réalisable. Lorsque la même interface radioélectrique ne peut pas être utilisée pour toutes les applications, les interfaces individuelles devront présenter un maximum d'éléments communs afin d'assurer l'interfonctionnement au prix d'une complexité supplémentaire minimale.

### 4.2.1 Couverture de la zone de service

Les IMT-2000 doivent être conçues en fonction des objectifs suivants:

- 4.2.1.1 assurer la possibilité d'utiliser plus d'une station de base par zone de service;
- 4.2.1.2 permettre le transfert d'un canal à un autre entre les cellules et au besoin dans la même cellule;
- 4.2.1.3 permettre d'utiliser des cellules de petite dimension, compte tenu du fait qu'il est nécessaire, dans le cas des usagers en déplacement, d'assurer un transfert rapide;
- 4.2.1.4 permettre la réutilisation de la même assignation de canal simultanément par plusieurs cellules et pour plusieurs communications;
- 4.2.1.5 permettre d'établir initialement le système avec le moins de cellules nécessaires pour répondre aux demandes des abonnés et adapter la croissance en fonction des besoins, et offrir la possibilité d'accroître les disponibilités en équipements d'interconnexion aux différentes interfaces du système;
- 4.2.1.6 assurer une couverture adéquate de manière à inclure des unités portatives itinérantes et des unités situées dans des bâtiments (à un seul ou à plusieurs étages);
- 4.2.1.7 minimiser la complexité des opérations de planification du réseau radioélectrique, compte tenu des variations des conditions de propagation en fonction de l'environnement et du lieu.

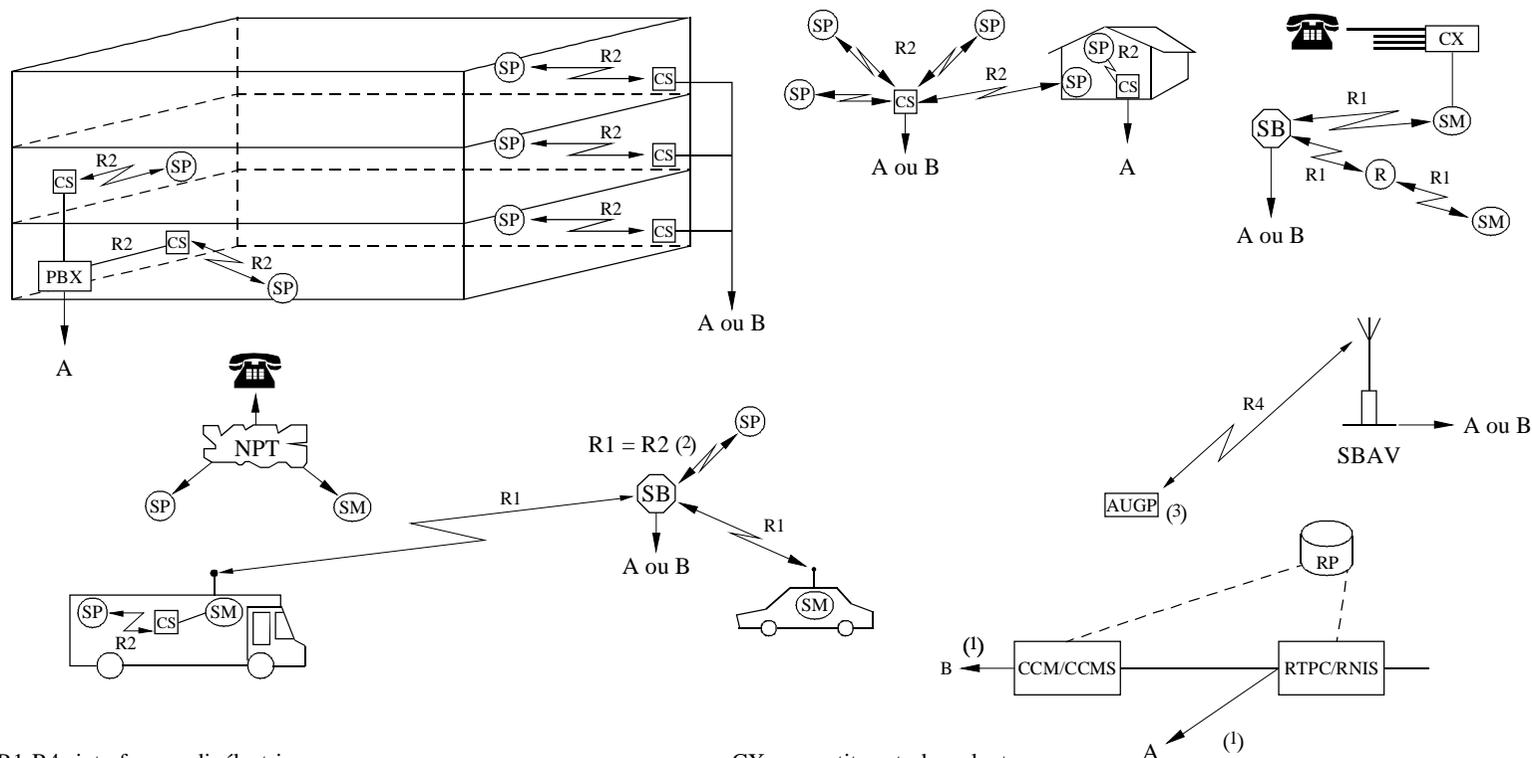
### 4.2.2 Structure fonctionnelle de signalisation des terminaux mobiles (SM/SP/STM/STP)

Parmi les fonctions de signalisation logiques, soit intégrées soit distinctes, les IMT-2000 doivent assurer les fonctions suivantes:

- gestion des appels,
- adaptation de la gestion des appels aux IMT-2000,
- gestion des déplacements,
- gestion des canaux et de la transmission RF.

FIGURE 1

## Scénario pour les communications personnelles dans les IMT-2000 (élément terrestre)



R1-R4: interfaces radioélectriques  
 SP: station personnelle (R2)  
 CS: station de base personnelle (site de la cellule pour les SP)  
 SM: station mobile (R1)  
 SB: station de base (pour les SM)  
 CCM: centre de commutation de service mobile  
 CCMS: centre de commutation de service mobile par satellite  
 RP: enregistreur de positions

CX: petit central rural, etc.  
 PBX: central privé  
 R: répéteur  
 NPT: service de numéro personnel de télécommunication  
 SBA: station de base du système d'appel unilatéral  
 AUGP: récepteur d'appel unilatéral à grande portée (R4)  
 poste téléphonique

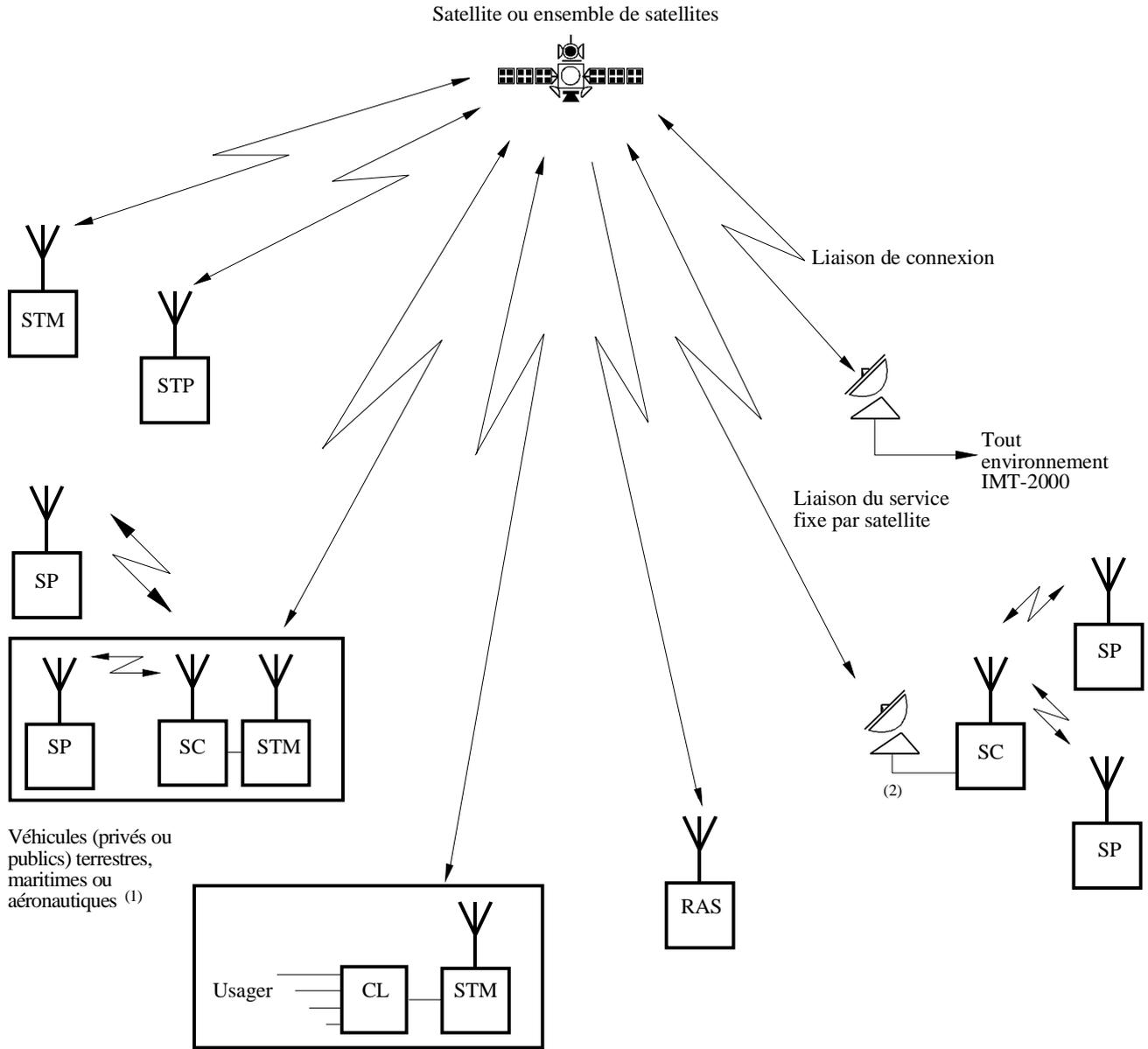
(1) L'accès aux fonctions d'enregistrement des positions et l'étendue de ces fonctions varient avec l'évolution des systèmes et les besoins de l'opérateur de réseau. Cela est reflété dans les interfaces A et B du réseau.

(2) Dans certains scénarios de mise en œuvre, R1 peut correspondre à R2.

(3) Peut être situé au même emplacement/intégré à la SP.

0687-01

FIGURE 2  
 Quelques exemples de la configuration de l'élément à satellite des IMT-2000



STP: station terrienne personnelle (portative)  
 STM: station terrienne mobile  
 RAS: récepteur d'appel unilatéral par satellite  
 SC: station cellulaire  
 SP: station personnelle  
 CL: central local

(1) L'utilisation de stations IMT-2000 à bord d'un aéronef peut ne pas être autorisée en raison des brouillages préjudiciables potentiels que ces stations risquent de causer à l'avionique.

(2) Station terrienne fixe.

### 4.3 Qualité de service

Les IMT-2000 doivent offrir un niveau de qualité de service comparable à celui d'un RTPC/RNIS, dans les limites autorisées par la voie radioélectrique. La détermination de la qualité du service de télécommunication se fait compte tenu des éléments suivants:

- qualité de la transmission:
  - rapports  $S/N$  et  $S/I$ ,
  - fiabilité de la zone de service,
- probabilité de blocage,
- probabilité d'interruption, en raison notamment d'un blocage de transfert,
- stratégies d'attribution des canaux et seuils de commande des communications,
- transfert,
- temps initial de connexion,
- fiabilité du système.

#### 4.3.1 Qualité téléphonique

Les IMT-2000 devraient être planifiées sur la base de codeurs numériques de signaux de parole, de systèmes de protection contre les erreurs de haute qualité et de court délai de réponse avec une performance équivalant à la modulation par impulsions et codage différentiel adaptatif (MICDA) à 32 kbit/s utilisée dans le réseau fixe.

Il convient de fonder la planification des IMT-2000 sur l'utilisation de codeurs de signaux de parole répondant à cette condition et sur une couverture radioélectrique suffisante.

Les IMT-2000 doivent être conçues de façon suffisamment souple pour utiliser des codeurs de signaux de parole de cette qualité à plus faible débit binaire, lorsqu'ils sont disponibles.

### 4.4 Sécurité

Les IMT-2000 doivent garantir un niveau de sécurité comparable à celui des réseaux fixes (RTPC, RNIS et RPD).

Au besoin, des niveaux additionnels de codage de l'information d'utilisateur peuvent être proposés. Un tel service ne doit pas se répercuter sensiblement sur le coût des parties du système utilisées par les usagers mobiles qui n'en ont pas besoin.

Les usagers eux-mêmes doivent pouvoir procéder à un codage d'extrémité à extrémité, sous réserve des contraintes techniques du réseau.

Un mécanisme de protection doit être prévu pour éviter l'accès non autorisé au système (authentification).

Les renseignements sur la position des unités mobiles doivent faire l'objet de mesures de sauvegarde particulières. Voir également le § 5.3 et la Recommandation UIT-R M.816.

### 4.5 Considérations relatives à la transmission radioélectrique

Afin d'améliorer la qualité de transmission, les systèmes pourraient avoir la possibilité d'adapter des paramètres (tels que le débit binaire de voie, la largeur de bande, les dispositions de fréquence/temps/codage, les techniques de diversité et l'égalisation multitrajet) aux conditions effectives de propagation, de brouillage et de trafic, compte tenu des facteurs coût et consommation d'énergie.

#### 4.5.1 Techniques d'accès multiple

Les services vocaux et de transmission de données feront partie intégrante des IMT-2000 et il serait souhaitable de disposer d'un schéma accès multiple souple capable de traiter une large gamme de densités de trafic et de services offerts.

#### 4.5.2 Techniques de modulation

Compte tenu du facteur de réutilisation des fréquences, ces techniques doivent assurer une utilisation efficace du spectre. Il convient d'utiliser pour les IMT-2000 des techniques offrant un rendement de transmission supérieur à 1 bit/s/Hz.

### **4.5.3 Codage des voies et des sources**

Il y a lieu de recourir au codage des voies afin de maximiser l'efficacité d'utilisation du spectre et la qualité de transmission.

Le codage des signaux vocaux et les caractéristiques des voies radioélectriques déterminent la protection nécessaire.

Le système devrait être conçu de façon qu'un utilisateur ordinaire ne subisse pas un retard inacceptable au niveau de la voie.

## **4.6 Aspects relatifs au réseau**

### **4.6.1 Le plan d'identification**

Conforme aux Recommandations UIT-T pertinentes.

### **4.6.2 Le plan de numérotage**

Conforme aux Recommandations UIT-T pertinentes.

### **4.6.3 Acheminement et facturation**

La conception du système doit permettre l'application de différents barèmes de taxation et de facturation dans différents réseaux.

### **4.6.4 Systèmes de signalisation d'interconnexion**

Il convient d'utiliser le Système de signalisation N° 7 de l'UIT-T à titre de système de signalisation d'interconnexion dans les IMT-2000.

## **5 Caractéristiques relatives à l'exploitation**

### **5.1 Traitement des communications**

Les fonctions de système suivantes qui doivent prendre en compte une utilisation efficace des canaux radioélectriques doivent s'appliquer aux IMT-2000:

- assignation des voies et procédures de commande d'établissement des communications;
- libération de la voie à l'achèvement et/ou l'interruption de la communication.

### **5.2 Supervision**

Les IMT-2000 doivent assurer les fonctions nécessaires à la supervision de l'état des voies et au maintien de la qualité nécessaire.

### **5.3 Enregistrement des positions**

Conforme aux principes énoncés dans la Recommandation UIT-R M.624 et aux Recommandations UIT-T Q.1003 et UIT-T Q.1004.

### **5.4 Interfonctionnement des réseaux**

Les IMT-2000 doivent pouvoir travailler en interfonctionnement avec le RNIS et le RTPC conformément aux principes énoncés dans les Recommandations UIT-T G.1031 et UIT-T G.1032 et avec les RPD conformément aux principes énoncés dans la Recommandation UIT-T X.300.

## Considérations relatives au trafic et estimation des besoins en matière de spectre

### 1 Estimation du trafic

C'est dans les grandes villes que la demande de services de télécommunications «personnelles» est la plus forte et c'est là également que les catégories de trafic sont les plus diverses: stations mobiles (SM), installées à bord de véhicules ou portatives, stations personnelles (SP), communications extérieures et communications à l'intérieur des bâtiments. Il est possible d'estimer le nombre d'usagers de ces diverses catégories, compte tenu de l'importance des villes considérées.

Le trafic associé au service d'appel unilatéral sans transmission de parole offert par les IMT-2000 n'a pas encore été estimé dans la présente Annexe, mais on considère qu'il aura un effet négligeable sur les besoins en matière de spectre.

Le trafic imputable aux services mobiles par satellite n'a pas été étudié dans la présente Annexe.

#### 1.1 Trafic téléphonique

On estime que dans un embouteillage, le nombre de véhicules par kilomètre de rue est d'environ 600 dans le cas de véhicules stationnaires et de 350 dans le cas de véhicules se déplaçant lentement. En adoptant une valeur moyenne de 400 véhicules par kilomètre de rue, et en supposant que 50% de ces véhicules sont équipés d'une station mobile générant chacune un trafic égal à 0,1 E, la densité de trafic s'établit à 20 E/km de rue, ce qui donne 300 E/km<sup>2</sup> pour une densité type de rue d'une ville. Si l'on ajoute à cela le volume de trafic produit par les SM portatives utilisées par les piétons, le trafic global généré par les SM peut être estimé à environ 500 E/km<sup>2</sup> dans les zones urbaines les plus denses.

On estime que la densité maximale de trafic due aux SP à l'extérieur est de 1 500 E/km<sup>2</sup>, sur la base de 3 000 piétons par kilomètre de rue, d'un taux de pénétration des stations personnelles de 80% et d'un trafic unitaire de 0,04 E/station.

On estime que le rapport du trafic maximal au trafic moyen, dans le cas des stations utilisées par les piétons dans les rues encombrées des grandes villes, se chiffre à environ 3.

Pour les SP utilisées à l'intérieur des bâtiments, le trafic peut être 10 fois supérieur ou davantage dans un bâtiment administratif à plusieurs étages. On estime qu'il y a une station par 10 m<sup>2</sup> de surface d'étage utile, le trafic unitaire étant de 0,2 E/station. On obtient donc un trafic total de 20 000 E/km<sup>2</sup>/étage.

#### 1.2 Trafic non téléphonique

À l'avenir, les services non téléphoniques sont appelés à représenter une proportion croissante du trafic total. Certains services de transmission de données nécessitent une capacité de transmission supérieure à celle d'un canal téléphonique duplex et il en découle une utilisation accrue des ressources du spectre. Par ailleurs, certains services non téléphoniques peuvent être gérés selon le système des files d'attente, ce qui permet d'accroître l'efficacité d'utilisation du spectre.

##### 1.2.1 Stations mobiles

On considère que les services à commutation de circuits conviennent principalement aux SM montées à bord de véhicules. Le service de télécopie en est un bon exemple. En adoptant une moyenne de 3 000 terminaux/km<sup>2</sup>, dont 15% sont équipés de télécopieurs, et une durée d'occupation de 6 min/h et par terminal, le trafic estimé se chiffre à 45 E/km<sup>2</sup>.

Les services interactifs de transmission de données seront vraisemblablement assurés en mode paquet. On suppose que la durée cumulative d'occupation du canal est de 15 s/h pour un équipement portatif (10 page/h, 8 kbit/page, débit de transmission de 4,8 kbit/s) et de 30 s/h dans le cas d'un système monté à bord d'un véhicule (respectivement, 4,5 et 9 mE). Si l'on compte 5 000 terminaux par km<sup>2</sup> (3 000 à bord de véhicules et 2 000 portatifs), le trafic estimé se chiffre à 37 E/km<sup>2</sup>.

### 1.2.2 Stations personnelles utilisées à l'extérieur

Le trafic produit par les services de transmission de données à commutation de circuits (exemple: télécopie) est considéré comme négligeable. En conséquence, seuls les services interactifs de communication de données avec messages courts sont pris en considération ici.

On suppose que la durée d'occupation cumulative du canal est de 5 s/h (10 page/h, 8 kbit/page, débit de transmission de 16 kbit/s), ce qui correspond à 1,4 mE/station.

En comptant 2400 stations/km de rue (37 500 stations/km<sup>2</sup>) comme dans le cas du trafic téléphonique, le trafic s'établirait à 50 E/km<sup>2</sup>. Pour tenir compte des autres services de transmission de données, cette estimation est multipliée par un coefficient égal à 3, ce qui donne 150 E/km<sup>2</sup>. Le trafic non téléphonique représente donc 10% du trafic téléphonique.

### 1.2.3 Stations personnelles utilisées à l'intérieur

Applications de télécopie: on suppose que 25% des stations disposent d'un télécopieur et que le temps d'occupation est de 6 min/h et par télécopieur; le trafic estimé se chiffre à 25 mE/station, soit un huitième du trafic téléphonique, ou 2 500 E/km<sup>2</sup>.

Applications interactives: on considère que toutes les stations exploitent cette application et on compte 20 sessions interactives par heure, avec une durée cumulative d'occupation d'environ 2 s par session: le trafic s'établit à 0,01 E/station, soit 1 000 E/km<sup>2</sup>. Compte tenu des caractéristiques de transmission par paquets, on applique un coefficient de 2, ce qui donne 2 000 E/km<sup>2</sup>.

Au total, compte tenu des transmissions de données par lots, des consultations de bases de données (10% supplémentaires), on peut chiffrer à 5 000 E/km<sup>2</sup> le trafic total correspondant aux services non téléphoniques à l'intérieur des bâtiments.

## 2 Estimation des besoins en matière de spectre

En se fondant sur l'estimation du trafic indiquée au § 1, la largeur de bande minimale requise pour les services téléphoniques et non téléphoniques s'élève à environ 230 MHz. Les paramètres fondamentaux qui ont servi à ces estimations sont récapitulés dans les Tableaux 1 et 2. La largeur de bande totale requise par interface radioélectrique est de 167 MHz pour R1 (station mobile) et de 60 MHz pour R2 (station personnelle).

Dans les Tableaux 1 et 2, on a adopté un débit de codage de la parole de 8 kbit/s pour les stations mobiles, étant donné que dans un avenir proche, on ne disposera peut-être pas encore de codecs de parole à débits binaires inférieurs, avec une qualité et un temps de transmission comparables à ceux du RTPC. On a supposé que des codecs à débit plus élevé étaient utilisés dans les SP peu coûteuses. Il convient de noter que les réseaux fixes actuels utilisent des codecs ayant des débits binaires de 64 kbit/s et que les débits pour les applications mobiles sont compris entre 32 et environ 10 kbit/s.

On estime que le choix du système d'accès (AMRF, AMRT, AMRC) n'influe pas sensiblement sur l'évaluation globale.

Les estimations indiquées dans les Tableaux 1 et 2 s'appliquent à des zones métropolitaines denses.

On a recensé les aspects ci-après qui n'ont cependant pas été pris en considération dans les estimations des Tableaux 1 et 2:

- le trafic de signalisation supplémentaire dû au fonctionnement du système devrait être important dans les IMT-2000 en raison de la complexité du système et des objectifs de qualité;
- les applications de régulation et de gestion du trafic routier peuvent engendrer un trafic non téléphonique supplémentaire;
- le partage du spectre entre plusieurs exploitants peut se traduire par une utilisation moins efficace du spectre;
- il existe d'autres considérations relatives à la qualité du service qui peuvent avoir pour effet d'augmenter la quantité de spectre nécessaire.

Compte tenu de ce qui précède, l'estimation d'environ 230 MHz pour les IMT-2000 doit être considérée comme un minimum.

TABLEAU 1

**Caractéristiques générales des communications personnelles (zone de forte densité) –  
Demandes portant sur les services téléphoniques et besoins en matière de spectre**

Spécifications	Station mobile à l'extérieur Interface R1	Station personnelle à l'extérieur Interface R2	Station personnelle à l'intérieur Interface R2
Couverture radioélectrique (%)	90	> 90	99
Hauteur de l'antenne de la station de base (m)	50	< 10	< 3 <sup>(1)</sup>
Station de base installée à l'intérieur/extérieur	Non/Oui	Oui/Oui <sup>(2)</sup>	Oui/Oui <sup>(2)</sup>
Densité de trafic (E/km <sup>2</sup> )	500	1 500	20 000 <sup>(1)</sup>
Superficie de cellule (km <sup>2</sup> )	0,94	0,016	0,0006
Probabilité de blocage (%)	2	1	0,5
Dimensions du groupe (emplacement des cellules × secteurs/emplacement)	9	16	21 (3 étages)
Largeur de bande duplex par canal (kHz)	25	50	50
Trafic par cellule (E)	470	24	12
Nombre de canaux par cellule	493	34	23
Largeur de bande (MHz)	111	27	24
Station <sup>(3)</sup> :	Pour véhicule ou station portative		
Volume (cm <sup>3</sup> )		< 200	< 220
Poids (g)		< 200	< 200
Puissance la plus élevée		5 W	50 mW

(1) Par étage.

(2) Cas habituel.

(3) Une gamme de types de terminaux seront disponibles pour s'adapter aux conditions d'exploitation et de l'utilisateur.

TABLEAU 2

**Estimation de la demande de spectre des services non téléphoniques**

	Station mobile à l'extérieur Interface R1		Station personnelle à l'extérieur Interface R2		Station personnelle à l'intérieur Interface R2	
	Commutation de circuits	Commutation par paquets	Commutation de circuits	Commutation par paquets	Commutation de circuits	Commutation par paquets
Densité de trafic (E/km <sup>2</sup> )	45	37	(1)	150	2 000 <sup>(2)</sup>	2 500 <sup>(2)</sup>
Largeur de bande duplex par canal (kHz)	100	50	50	50	50	50
Largeur de bande (MHz)	56		3		6	

(1) Négligeable.

(2) Par étage.

## ANNEXE 2

**Considérations relatives au partage****1 Généralités**

Il conviendrait que les conditions de partage soient telles que les brouillages qu'un service peut causer à un autre service ne doivent pas dépasser les limites recommandées par l'UIT-R.

**2 Paramètres fondamentaux**

Les paramètres fondamentaux du partage avec les IMT-2000 sont la puissance surfacique et le rapport minimal nécessaire porteuse/bruit total plus brouillage.

La puissance surfacique se calcule à partir du nombre de terminaux par km<sup>2</sup> et de la puissance de chaque catégorie de stations.

On a établi les estimations suivantes (voir le Tableau 3):

TABLEAU 3

**Puissances surfaciques pour les IMT-2000 dans une zone urbaine**

Stations	Base et mobile	Personnelle
p.i.r.e.	10 W (base) 1 W (mobile)	3 mW (à l'intérieur) 20 mW (à l'extérieur)
Densité de trafic (E/km <sup>2</sup> )	582	25 000 (à l'intérieur) <sup>(1)</sup> 1 650 (à l'extérieur)
Largeur de bande supposée (MHz)	167	60
Puissance surfacique estimée	38 µW/km <sup>2</sup> /Hz -68 dB(W/m <sup>2</sup> /4 kHz)	1,5 µW/km <sup>2</sup> /Hz -82 dB(W/m <sup>2</sup> /4 kHz)

<sup>(1)</sup> Tient compte de la réutilisation verticale des fréquences des IMT-2000 dans les bâtiments.

**3 Estimation du niveau admissible de brouillage causé aux IMT-2000**

En vue d'établir une estimation du niveau admissible de brouillage pouvant être causé aux IMT-2000, on a utilisé un bilan des liaisons qui montre que les systèmes mobiles personnels devraient plutôt être limités par le brouillage que par le bruit. Pour faciliter le partage, on suppose que 10% du bilan total de brouillage correspondent à des brouillages d'origine externe. Dans un exemple étudié, on obtient un niveau de -117 dBm pour les SP à l'intérieur des bâtiments et un niveau de -119 dBm pour les SP à l'extérieur. Il s'agit des niveaux de puissance du brouillage total maximal admissible qui peuvent être reçus par les SP sans dégrader sensiblement la qualité de service offerte.

**4 Partage avec des services spécifiques****4.1 Partage entre les IMT-2000 et le service fixe**

L'analyse du partage entre le service fixe et le secteur de Terre des IMT-2000 montre qu'un tel partage est possible, moyennant un espacement géographique suffisant ou pour des attributions de bandes qui se chevauchent.

Si un espacement géographique est prévu, le service fixe et les IMT-2000 peuvent partager les bandes de fréquences tant qu'ils restent situés en dehors d'un contour de sécurité.

Le calcul de ce contour de sécurité devra tenir compte de la nature statistique des brouillages mutuels entre stations du service fixe et stations mobiles des IMT-2000. La détermination des paramètres à utiliser pour le partage doit répondre aux objectifs de qualité de transmission assignés respectivement aux systèmes du service fixe et aux IMT-2000.

La mise en place des IMT-2000 utilisant sans restrictions les mêmes fréquences que le service fixe dans des zones proches du faisceau du service fixe entraînera une dégradation inacceptable de la qualité de fonctionnement du service fixe. Il en résultera également une dégradation de la qualité de fonctionnement des IMT-2000 exploités dans ces zones.

En ce qui concerne le partage entre les services, les avantages relatifs des différentes techniques d'accès aux IMT-2000, comme l'AMRF, l'AMRT et l'AMRC, dépendront des paramètres précis de chaque système.

Le partage du même canal par le service fixe et les IMT-2000 en utilisant l'une de ces trois techniques d'accès sera difficile à réaliser si l'on ne prévoit pas des espacements géographiques suffisants. Cet espacement variera en fonction des caractéristiques de système des IMT-2000 et du service fixe mais il doit être suffisant pour limiter à 1 dB la dégradation du seuil de sensibilité du récepteur du service fixe.

Le partage opérationnel d'une attribution commune de fréquences au service fixe et aux IMT-2000 peut être effectué par le biais de plusieurs techniques qui sont exposées au § 4.5. Le partage d'une bande attribuée a pour conséquence que les IMT-2000 ne peuvent utiliser, sans dégrader le service fixe, qu'une partie du spectre à l'intérieur du contour de sécurité. Dans une zone à faible densité de trafic ou pendant la phase d'introduction des IMT-2000, le spectre disponible peut être suffisant pour permettre un partage de fréquences sur la base d'un espacement géographique. Si le service fixe utilise la totalité de la largeur de bande dans une zone géographique donnée, les IMT-2000 ne pourront pas être utilisées dans cette zone, et vice versa.

#### **4.2 Partage entre les stations IMT-2000 et les services mobiles par satellite**

Les études menées dans ce domaine n'en sont qu'à leurs débuts, mais font apparaître que le rapport porteuse/bruit risque d'être affecté dans le récepteur du satellite si des émissions ont lieu simultanément sur les fréquences de la liaison montante utilisées par les IMT-2000 et par un système à satellites. Au niveau du récepteur du satellite, il faut prendre en compte, même si leur puissance est faible, l'effet cumulatif des stations IMT-2000 à l'interface R2 (communications personnelles à l'extérieur et à l'intérieur des bâtiments), sur la zone géographique étendue qui est desservie par l'antenne de l'engin spatial mobile. S'agissant de l'interface R1, il se peut aussi que ce brouillage soit inacceptable.

Sur les fréquences des liaisons descendantes, les brouillages causés par les IMT-2000 à un récepteur de station terrienne mobile d'aéronef risquent aussi d'être inacceptables. Les brouillages occasionnés par les IMT-2000 aux stations terriennes mobiles au sol seront ramenés à des valeurs acceptables si l'on assure une séparation géographique de l'ordre de 3 km pour l'interface R2 ou une plus grande séparation pour l'interface R1. Le partage des fréquences, s'il est envisagé, pourrait être assuré pour les stations bénéficiant d'assignations de fréquence dynamiques («partitioning»), de telle sorte que les services de Terre aient accès à une plus grande partie du spectre dans les zones où ils sont fortement sollicités et que les services mobiles par satellite disposeraient d'un nombre plus important de bandes dans les zones où la demande ou l'utilisation des services de Terre est plus limitée.

L'emploi simultané de fréquences par les IMT-2000 et par un récepteur de station terrienne situé en un emplacement fixe pourrait être envisagé, notamment à l'interface R2 des IMT-2000, si la séparation géographique entre les stations IMT-2000 et les stations de Terre du service fixe est suffisante pour que l'affaiblissement sur le trajet dû à la diffraction sur une surface terrestre sphérique et aux caractéristiques du terrain assure la protection voulue. Les IMT-2000 pourraient limiter leurs émissions dans des zones préétablies.

Toutefois, étant donné que le niveau de puissance fourni aux stations terriennes est faible, que leur gain d'antenne est élevé (au moins 10 dB) et que leur angle d'élévation sera peut-être petit, il faut poursuivre les études pour déterminer si l'affaiblissement sur le trajet assurera la protection voulue et s'il existe suffisamment de ressources en fréquences pour que les IMT-2000 puissent fonctionner. Les brouillages causés par les télécommunications spatiales aux IMT-2000 ne devraient pas gêner outre mesure les émissions de ces systèmes.

La puissance brouilleuse des télécommunications mobiles par satellite pourrait être inférieure à la limite admise pour les stations IMT-2000. En revanche, il se pourrait que les brouillages préjudiciables causés aux IMT-2000 par les stations terriennes mobiles au sol et d'aéronef soient limités aux canaux utilisés. Il semble donc nécessaire d'étudier plus avant les brouillages que causent les télécommunications spatiales aux IMT-2000.

#### **4.3 Partage entre les IMT-2000 et les services de recherche spatiale, d'exploitation spatiale et d'exploration de la Terre par satellite dans les bandes 2025-2 110 MHz et 2 200-2 290 MHz**

L'utilisation des bandes 2025-2 110 MHz et 2 200-2 290 MHz par les services de recherche spatiale, d'exploitation spatiale et d'exploration de la Terre par satellite fournit les principales liaisons de poursuite, télémesure et télécommande (PTT) au service de l'exploitation et de l'exploration spatiales, avec et sans homme à bord. Deux types de réseaux

distincts sont utilisés comme indiqué à la Fig. 3. Le réseau au sol, comme indiqué sur la gauche, consiste en une station terrienne communiquant avec un satellite d'application qui peut être sur tout type d'orbite (basse, elliptique, géostationnaire (OSG), etc.). Le réseau spatial, comme indiqué sur la droite, consiste en un satellite relais de données (SRD) géostationnaire, communiquant avec les satellites d'application. Le réseau relais de données émet et reçoit des signaux échangés avec des véhicules spatiaux (véhicules utilisateurs), habités ou inhabités, dans des orbites basses, moyennes ou hautes, d'inclinaisons variées. Ces réseaux de SRD géostationnaires sont capables de communiquer avec les véhicules utilisateurs à peu près en tout point de leur orbite. Il s'ensuit que les éléments du réseau SRD sont susceptibles d'être brouillés par des émissions de tout point de la portion visible de la Terre.

Une caractéristique importante du réseau au sol et SRD est l'utilisation efficace du spectre obtenue par l'utilisation de bandes de fréquences communes. La bande 2 025-2 110 MHz est utilisée pour émettre vers le satellite d'application soit depuis la station terrienne (liaison 1 de la Fig. 3) soit depuis le SRD (liaison 9 de la Fig. 3). De même, les émissions dans la bande 2 200-2 290 MHz à partir du satellite d'application peuvent être dirigées vers la station terrienne (liaison 3 de la Fig. 3) ou vers le SRD (liaison 7 de la Fig. 3).

On a fait des études pour évaluer les possibilités de partage des interfaces R1 et R2 des IMT-2000 avec les services de recherche spatiale, d'exploitation spatiale et d'exploration de la Terre par satellite. Les paramètres des IMT-2000 retenus pour cette étude concordaient avec ceux du Tableau 3 qui expose les caractéristiques associées aux interfaces R1 et R2. Les auteurs de ces études ont évalué les brouillages causés par les émissions de stations R1 et R2 des IMT-2000 à des satellites sur orbite basse et à des satellites géostationnaires fonctionnant dans les bandes 2 025-2 110 MHz et 2 200-2 290 MHz. Ils ont également évalué les brouillages causés par les émissions de stations terriennes des services de recherche spatiale, d'exploitation spatiale et d'exploration de la Terre par satellite à des interfaces R1 et R2.

Les résultats de toutes les études peuvent être résumés comme suit:

– *Bande 2 025-2 110 MHz*

L'excédent de brouillage pour les récepteurs d'engin spatial varie largement, essentiellement selon le type de service spatial, la hauteur d'orbite, les diagrammes d'antenne et les caractéristiques des IMT-2000. Les valeurs types sont comprises entre 13 et 65 dB. Les distances de coordination avec les stations terriennes fonctionnant dans le réseau au sol s'élèvent à plusieurs centaines de kilomètres et les distances de séparation tenant compte de l'affaiblissement par diffraction et de la protection par effet d'écran oscillent entre 75 et 110 km. Il convient de souligner que si les interfaces R1 et R2 peuvent subir des brouillages causés par les stations terriennes (c'est-à-dire liaison 6 de la Fig. 3), elles peuvent elles-mêmes causer simultanément des brouillages inacceptables au réseau spatial (c'est-à-dire liaison 2 de la Fig. 3).

– *Bande 2 200-2 290 MHz*

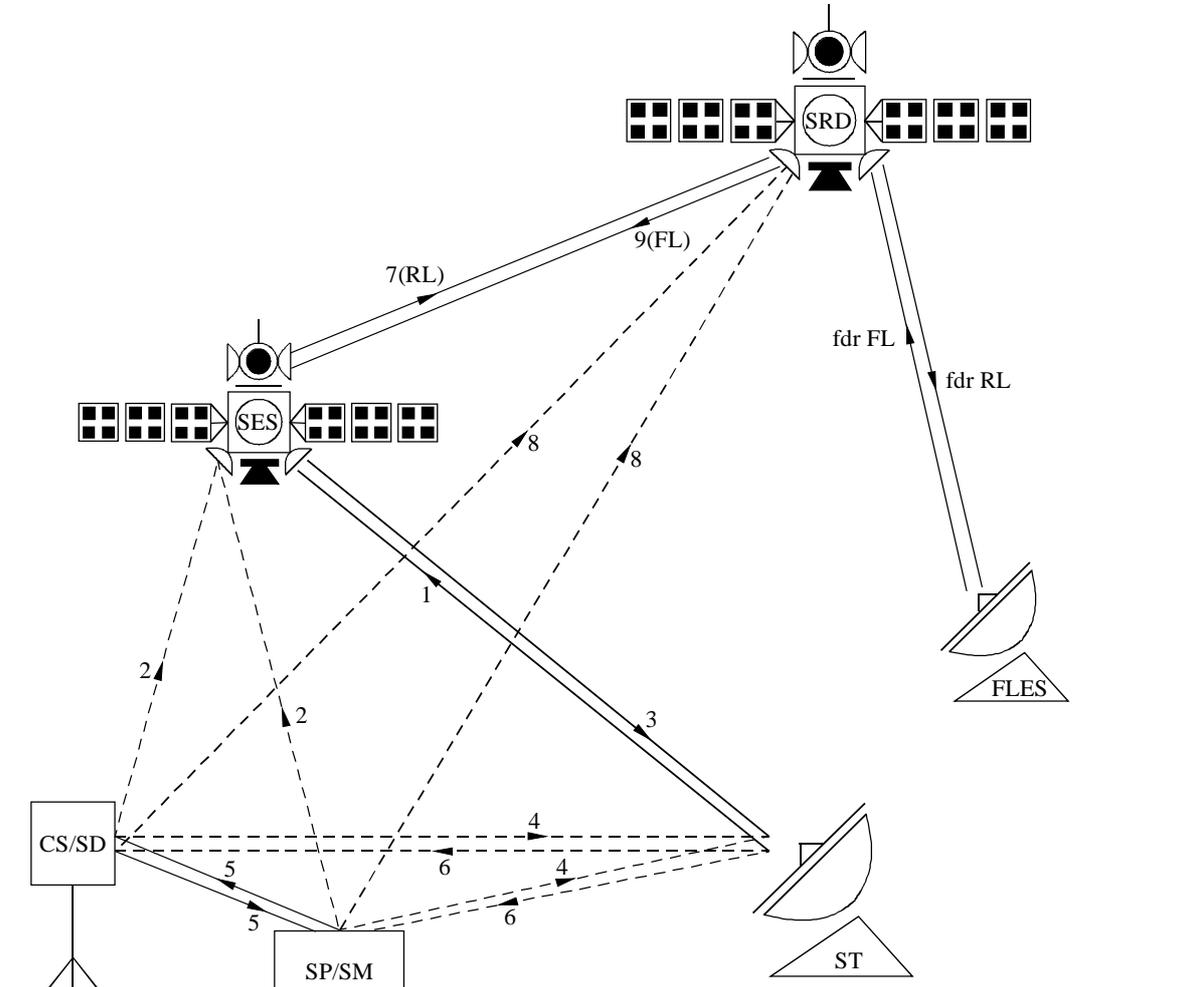
L'excédent de brouillage pour les récepteurs d'engin spatial varie entre 27 et 59 dB. Les distances de coordination s'élèvent à plusieurs centaines de kilomètres et les distances de séparation tenant compte de l'affaiblissement par diffraction et de la protection par effet d'écran oscillent entre 35 et 80 km pour un seul système IMT-2000. Il convient de signaler que les émissions R1 et R2 qui brouillent le réseau au sol (c'est-à-dire liaison 4 de la Fig. 3) causent simultanément des brouillages inacceptables au réseau spatial (c'est-à-dire liaison 8 de la Fig. 3).

Il ressort des études que le partage n'est pas possible entre les interfaces R1 et R2 des IMT-2000 et les services de recherche spatiale, d'exploitation spatiale et d'exploration de la Terre par satellite dans les bandes 2 025-2 110 MHz et 2 200-2 290 MHz.

#### 4.4 Partage avec le service de radioastronomie

On envisage de mettre au point des IMT-2000 pour assurer des services de télécommunications personnelles à l'échelle mondiale (utilisation de terminaux portatifs ou portables et accès aux systèmes à satellites). Pour les SP des IMT-2000, on envisage des puissances surfaciques de l'ordre de  $-120$  dB(W/m<sup>2</sup>/Hz) dans les zones urbaines (ce chiffre est inférieur d'environ 30 dB dans les zones rurales). À ces deux valeurs, il faut ajouter 15 dB pour les SM et les SB. Ces estimations de puissance surfacique sont établies à partir d'hypothèses raisonnables pour la p.i.r.e. des SB et des SM (10 W et 1 W, respectivement) et des SP (20 mW à l'extérieur). Il est évident que ces puissances surfaciques sont de plusieurs ordres de grandeur supérieures aux niveaux de brouillage préjudiciable pour le service de radioastronomie qui, dans la gamme de fréquences 500-3 000 MHz, sont d'environ  $-240$  dB(W/m<sup>2</sup>/Hz) pour les observations des raies spectrales et d'environ  $-250$  dB(W/m<sup>2</sup>/Hz) pour les observations du continuum. Compte tenu de la mobilité inhérente des SP des IMT-2000, le partage géographique est impossible.

FIGURE 3  
Cas de partage pour le réseau au sol et le réseau relais de données



- SD: station mobile de base (R1)
- SM: station mobile (R1)
- SP: station personnelle (R2)
- CS: station de base personnelle emplacement de la cellule (R2)
- SRD: satellite relais de données
- ST: station terrienne
- SES: station d'engin spatial
- FLES: station terrienne de connexion
- FL: liaison aller
- RL: liaison retour
- fdr: liaison de connexion SRD

Utilisation de la bande de fréquences 2 GHz

Fréquence (MHz)	Signal utile (traits pleins)	Brouillage (traits discontinus)
2 025-2 110	1 5 9	2 6 2
2 200-2 290	3 5 7	4 Aucun <sup>(1)</sup> 8

<sup>(1)</sup> Les IMT-2000 ne peuvent subir de brouillages dans cette bande qui n'est pas attribuée aux liaisons montantes.

Note 1 – Les liaisons de connexion utilisent des fréquences supérieures à 10 GHz.

Note 2 – Les services de Terre sont protégés des émetteurs des stations spatiales par des limites de puissance surfacique spécifiées dans l'Article 28 du Règlement des radiocommunications.

## 4.5 Conclusions

Il arrive que certains services n'utilisent pas pleinement ou de façon homogène les bandes qui leur sont attribuées au-dessus d'une zone géographique donnée. Les IMT-2000 auront besoin d'une grande largeur de bande d'exploitation, avant tout dans les zones urbaines et d'une bande moins large dans les zones périphériques et les zones rurales. Pour faciliter l'emploi optimal des bandes qui leur sont attribuées, les IMT-2000 pourraient s'adapter de manière à utiliser les canaux appropriés.

En conséquence, pour faciliter le partage, il est indispensable que les SP et les SM des IMT-2000 aient connaissance des conditions locales, de manière à pouvoir satisfaire les critères de partage. La SB peut être conçue de façon à être informée des conditions locales nécessaires au partage et d'empêcher l'exploitation sur les autres fréquences assignées aux canaux de service.

Toutefois, dans certaines zones, la densité des liaisons radioélectriques est parfois si forte qu'il est extrêmement difficile de procéder au partage sur la base de la séparation géographique, du fait des conditions géographiques et des caractéristiques du terrain.

Il y a lieu de noter que si le partage concerne plusieurs services, il faut pouvoir disposer d'une bande assez large pour que l'on puisse répondre à l'ensemble des besoins de trafic des services partageant la même bande.

Il ressort de cet examen technique que le partage des bandes entre les IMT-2000 et le service fixe et, éventuellement, d'autres services, ne sera possible que si l'on prévoit une séparation géographique appropriée entre ces services ou si aucun d'entre eux n'a besoin de toute la largeur de bande attribuée. Les coûts afférents au partage n'ont pas été examinés ici. L'assignation adaptative de canaux aux IMT-2000 facilitera considérablement le partage et simplifiera leur intégration dans les bandes actuellement utilisées par d'autres services. La séparation géographique relative nécessaire aux différentes variantes des techniques d'accès aux IMT-2000, à savoir l'AMRF, l'AMRT et l'AMRC dépend des paramètres précis du système. Cependant, il est à noter que le partage du même canal par le service fixe et les IMT-2000 nécessite une séparation géographique suffisante.

Il est également conclu que le partage n'est pas possible entre les interfaces R1 et R2 des IMT-2000 et les services de recherche spatiale, d'exploitation spatiale et d'exploration de la Terre par satellite dans les bandes 2 025-2 110 MHz et 2 200-2 290 MHz.

---