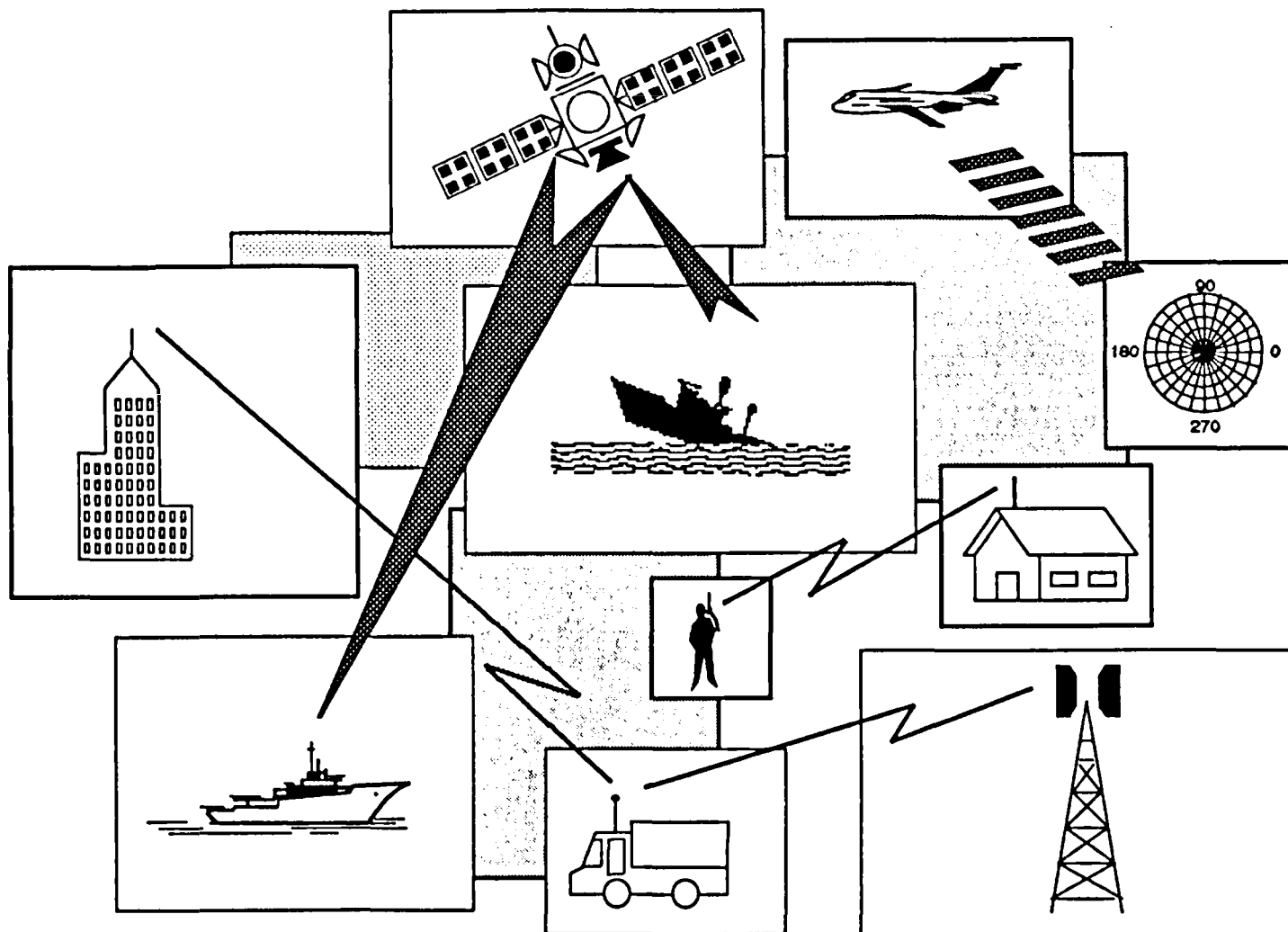




UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

1992 -RECOMMANDATIONS DU CCIR

(Nouvelles et révisées en date du 22 septembre 1992)



Série **RM**

SERVICES MOBILE, DE RADIOREPÉRAGE ET D'AMATEUR Y COMPRIS LES SERVICES PAR SATELLITE ASSOCIÉS



COMITÉ CONSULTATIF INTERNATIONAL DES RADIOCOMMUNICATIONS
ISBN 92-61-04562-6

Genève, 1992

© UIT 1992

Tous droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'UIT.



Recommandation 687-1 (1992)

Futurs systèmes mobiles terrestres publics de télécommunication (FSMTPT)

Extrait de la publication :

Recommandations CCIR : Série RM Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés
(Genève : UIT, 1992), pp. 1-21

This electronic version (PDF) was scanned by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an original paper document in the ITU Library & Archives collections.

La présente version électronique (PDF) a été numérisée par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'un document papier original des collections de ce service.

Esta versión electrónica (PDF) ha sido escaneada por el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un documento impreso original de las colecciones del Servicio de Biblioteca y Archivos de la UIT.

(ITU) للاتصالات الدولي الاتحاد في والمحفوظات المكتبة قسم أجراه الضوئي بالمسح تصوير نتاج (PDF) الإلكترونية النسخة هذه والمحفوظات المكتبة قسم في المتوفرة الوثائق ضمن أصلية ورقية وثيقة من نقلاً

此电子版（PDF版本）由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案室利用存于该处的纸质文件扫描提供。

Настоящий электронный вариант (PDF) был подготовлен в библиотечно-архивной службе Международного союза электросвязи путем сканирования исходного документа в бумажной форме из библиотечно-архивной службы МСЭ.

RECOMMANDATION 687-1

FUTURS SYSTÈMES MOBILES TERRESTRES PUBLICS
DE TÉLÉCOMMUNICATION (FSMTPT)

(Question 39/8)

(1990-1992)

Le CCIR,

considérant

- a) la Résolution N° 212 de la CAMR-92;
- 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 futurs systèmes mobiles terrestres publics de télécommunication (FSMTPT);
- 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 du CCITT;
- l) que les terminaux mobiles du FSMTPT 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;
- 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 le RNIS fixe pour l'accès à des services de télécommunications analogues du FSMTPT;

- 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 FSMTPT fera l'objet d'un certain nombre de Recommandations dont la présente est la Recommandation de base;
- r) que les FSMTPT devraient être utilisés par une grande partie du public,

recommande

que les futurs systèmes mobiles terrestres publics de télécommunication destinés à un usage régional et/ou mondial soient conformes aux objectifs et caractéristiques ci-après.

1. Objectifs

1.1 Objectifs généraux

Les futurs systèmes mobiles terrestres publics de télécommunication (FSMTPT) sont conçus en fonction des objectifs généraux primaires suivants:

- 1.1.1** mettre les services de télécommunications vocales ou non vocales à la disposition d'usagers itinérants (usagers mobiles);
- 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 un service de grande qualité et de grande fiabilité, comparable au réseau fixe;
- 1.1.5** accepter une variété de terminaux mobiles, pouvant aller du terminal portable (appareil de radiocommunication de poche) à ceux installés sur un véhicule;
- 1.1.6** fournir un cadre pour la poursuite de l'extension des services mobiles et pour l'accès aux services et facilités du réseau fixe (RTPC/RNIS) sous réserve des contraintes imposées par la transmission radioélectrique, les questions de spectre et l'économie du système;
- 1.1.7** admettre la connexion d'usagers mobiles à d'autres usagers mobiles ou à des usagers fixes, grâce aux réseaux fixes (RTPC/RNIS) ou à d'autres réseaux de télécommunications selon le cas;
- 1.1.8** permettre aux usagers fixes d'avoir recours aux FSMTPT 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;
- 1.1.9** admettre la prestation de services par plusieurs réseaux, quelle que soit la zone de couverture;
- 1.1.10** autoriser les usagers des réseaux mobile et fixe à utiliser les services indépendamment de leur position (c'est-à-dire localisation nationale et internationale);
- 1.1.11** prévoir une architecture ouverte qui permettra une mise en œuvre facile des nouvelles techniques, ainsi que de différentes applications;
- 1.1.12** permettre la coexistence et l'interconnexion avec les systèmes mobiles utilisant des liaisons directes par satellite, en tenant compte de la Recommandation E.171 du CCITT;
- 1.1.13** 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;
- 1.1.14** adopter une approche en plusieurs phases pour définir les FSMTPT. 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.

1.2 Objectifs techniques

Les FSMTPT 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 conformes au modèle d'interconnexion des systèmes ouverts (OSI).

Les FSMTPT 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 chiffrement 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 de terminaux qui permettent d'utiliser aussi les équipements terminaux du réseau RNIS fixe;
- 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.

1.3 Objectifs d'exploitation

Les FSMTPT 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 une identification univoque des usagers ainsi que des numéros RTPC/RNIS, conformément aux Recommandations pertinentes du CCITT;
- 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 FSMTPT visent à atteindre les objectifs d'exploitation secondaires suivants:

- 1.3.5** offrir à l'abonné taxé une indication de la surtaxe due au déplacement;
- 1.3.6** 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;
- 1.3.7** tenir compte des besoins de communication des systèmes de contrôle et de gestion du trafic routier;
- 1.3.8** 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 FSMTPT doivent offrir les services disponibles dans les réseaux RTPC/RNIS et les autres réseaux publics 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 FSMTPT peuvent également offrir des services supplémentaires en tenant compte de la nature particulière des communications mobiles.

2.1.3 Les FSMTPT doivent être conçus 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 FSMTPT 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 FSMTPT doivent pouvoir être utilisés 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 FSMTPT 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, n'a pas encore été décidée).

2.1.7 Les FSMTPT doivent être conçus de manière à offrir la possibilité, dans des circonstances favorables, de proposer des services impliquant des débits d'informations élevés.

2.1.8 Les FSMTPT doivent pouvoir desservir divers terminaux mobiles, des stations suffisamment petites pour être portées aisément par une personne aux équipements montés à bord des véhicules.

2.1.9 La Recommandation 816 contient les bases permettant de définir les services à assurer dans le cadre des FSMTPT.

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 FSMTPT, 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 FSMTPT, 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 (SP) car c'est là que les avantages seraient les plus grands. Pour la station mobile (SM), 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 FSMPT 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 FSMPT font intervenir un élément mobile à satellites. La Recommandation 818 décrit cet élément. La Fig. 2 montre certains exemples de configuration.

Grâce à l'utilisation du spectre conformément à la Résolution N° 212 de la CAMR-92, 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 FSMPT, 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, ce qui facilite la réutilisation des fréquences dans les toutes petites cellules des bâtiments.

3.3.5 Technologie radioélectrique

Les caractéristiques de coût et d'efficacité en puissance des technologies radioélectriques disponibles pour les systèmes FSMPT sont de moins en moins favorables lorsqu'on accroît la fréquence d'exploitation. A 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 *Etat 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. A 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 FSMTPT, 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 FSMTPT 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 FSMTPT 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 FSMTPT 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 FSMTPT, 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 FSMTPT 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) du FSMTPT et les services de recherche spatiale, d'exploration spatiale et d'exploration de la Terre par satellite dans les bandes 2025-2110 MHz et 2200-2290 MHz.

Le FSMTPT devrait être un système perfectionné dans lequel 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*

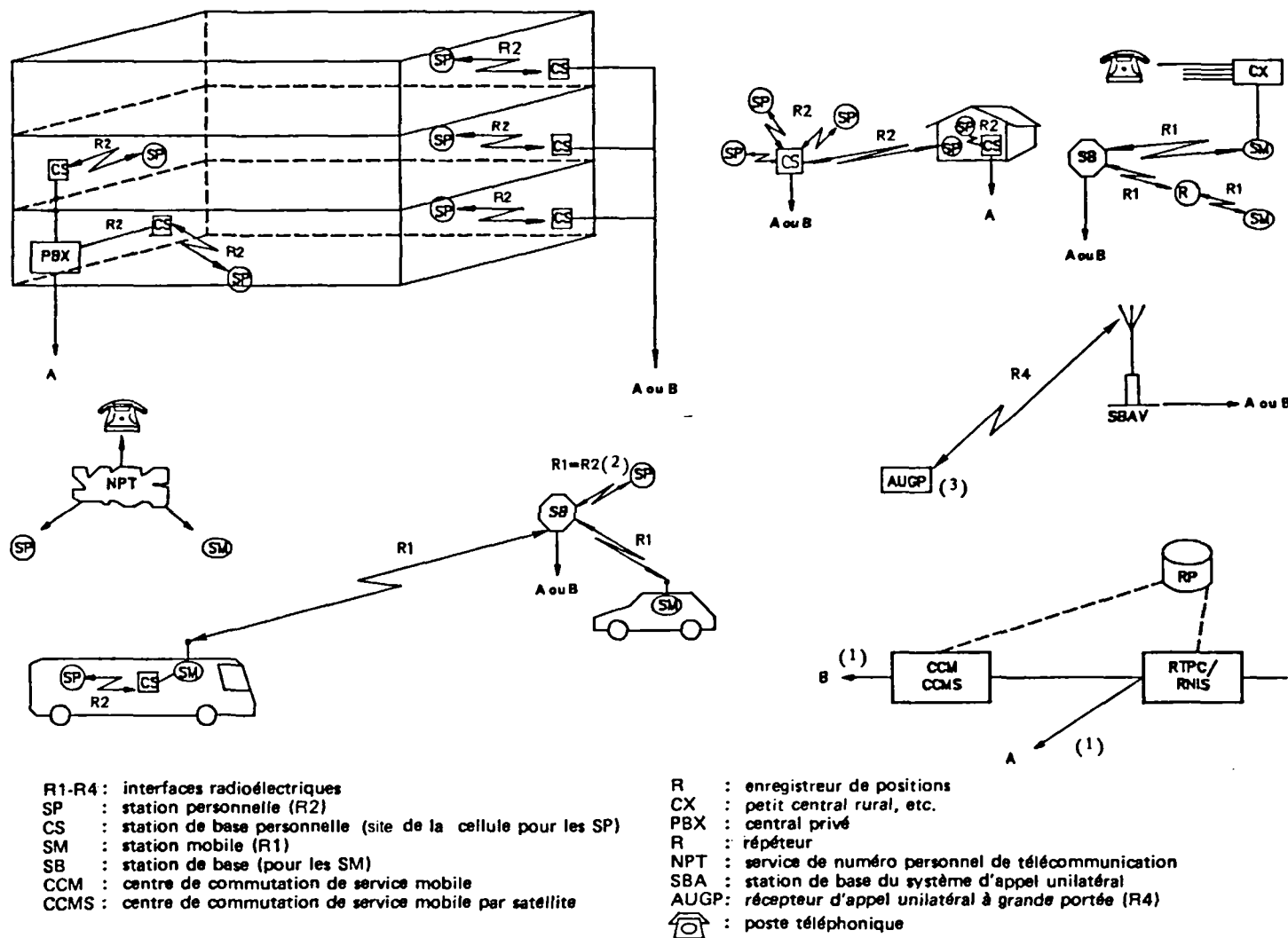
Afin de garantir la compatibilité régionale et/ou mondiale des stations, il faut veiller à préserver l'uniformité des principales caractéristiques y compris l'architecture, la structure des voies, les procédures de commande, les techniques d'accès, les méthodes de modulation et les débits binaires.

4.1 *Architecture des systèmes*

La Recommandation 817 contient les architectures de réseaux fonctionnelles et certaines configurations de réseaux qui en découlent et qui sont possibles pour les FSMTPT.

FIGURE 1

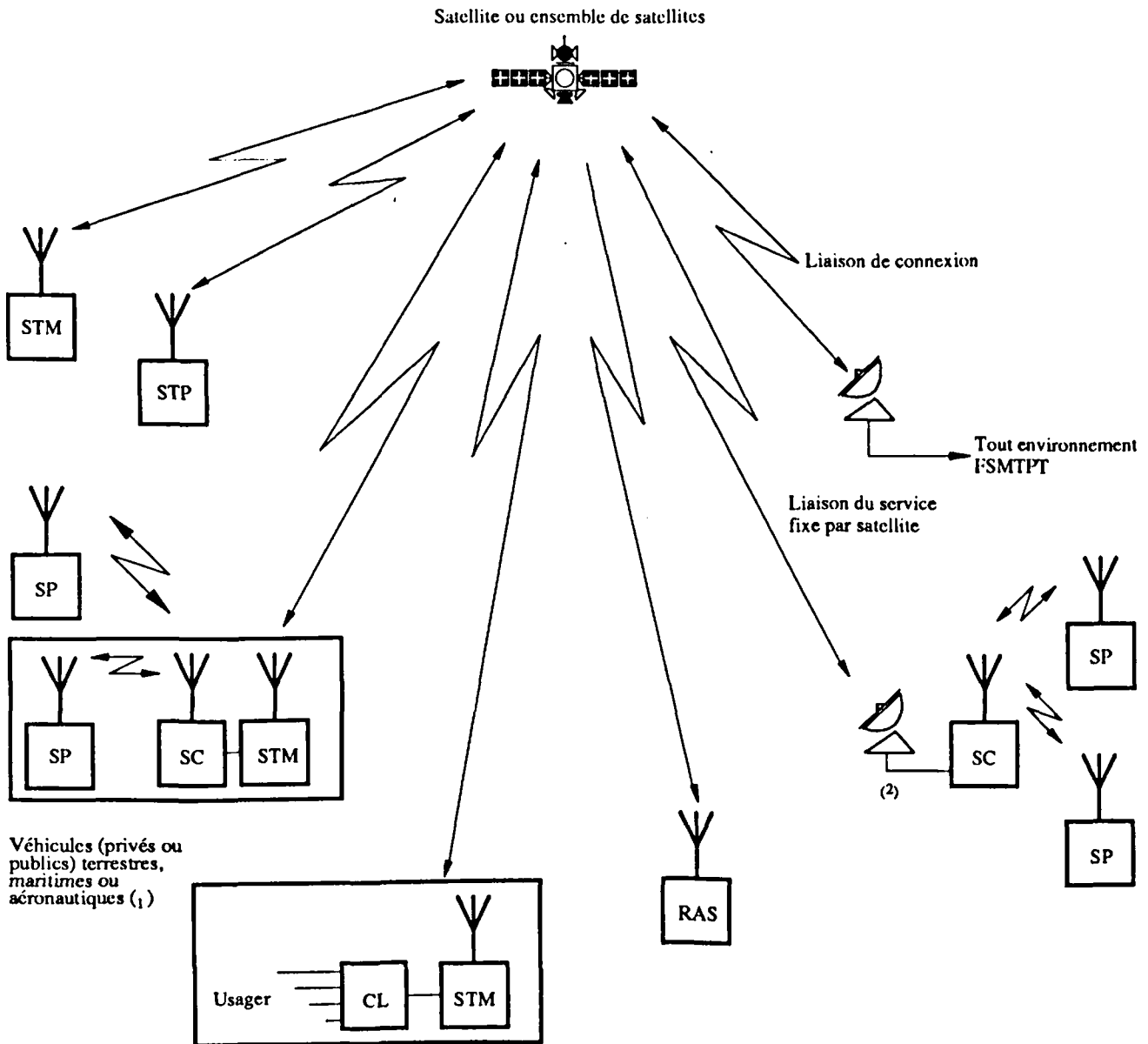
Scénario pour les communications personnelles dans le FSMTPT (Elément terrestre)



- (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.

FIGURE 2

Quelques exemples de la configuration de l'élément à satellite d'un FSMTPT



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

(1) L'utilisation de stations de FSMTPT 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 terrestre fixe.

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 FSMTPT 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 FSMTPT.

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 FSMTPT est illustré dans les Fig. 1 et 2.

Compte tenu des caractéristiques des zones dans lesquelles les FSMTPT sont mis 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 FSMTPT doivent être conçus 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 (station mobile/station personnelle/station terrienne mobile/station terrienne personnelle)

Parmi les fonctions de signalisation logiques, soit intégrées soit distinctes, les FSMTPT doivent assurer les fonctions suivantes:

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

4.3 *Qualité de service*

Les FSMPTPT 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 FSMPTPT devraient être planifiés 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 MICDA à 32 kbit/s utilisée dans le réseau fixe.

Il convient de fonder la planification du système FSMPTPT sur l'utilisation de codeurs de signaux de parole répondant à cette condition et sur une couverture radioélectrique suffisante.

Les FSMPTPT doivent être conçus 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 FSMPTPT doivent garantir un niveau de sécurité comparable à celui du RTPC/RNIS.

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 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 FSMPTPT et il serait souhaitable de disposer d'un schéma multi-accès 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 FSMPTPT 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 pertinentes du CCITT.

4.6.2 Le plan de numérotage

Conforme aux Recommandations pertinentes du CCITT.

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 du CCITT à titre de système de signalisation d'interconnexion dans les FSMTPT.

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 FSMTPT:

- 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 FSMTPT 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 à la Recommandation 624 du CCIR et aux Recommandations Q.1003 et Q.1004 du CCITT.

5.4 Interfonctionnement des réseaux

Les FSMTPT doivent pouvoir travailler en interfonctionnement avec le RNIS et le RTPC conformément aux Recommandations Q.1031 et Q.1032 du CCITT.

Les FSMTPT doivent offrir à l'utilisateur la transparence de service RNIS (dans les limites des FSMTPT). Pour les détails concernant la compatibilité des FSMTPT avec le RNIS, voir les Tableaux 1 et 2.

TABLEAU 1
Compatibilité RNIS-FSMTPT (générale)

RNIS	FSMTPT (générale)
Numérique	Numérique à l'interface entre les FSMTPT et le RNIS (condition minimale)
Accès de base (parole et données intégrées) constitué de $2B + D$ où $B = 64$ kbit/s (canal support) et $D = 16$ kbit/s (canal de signalisation)	Fonctionnalité de canal (débit binaire variable). Pour la parole (à la bande de base $2B + D$) 32 kbit/s, plus vraisemblablement 16 kbit/s ou moins; fondé sur un compromis entre l'efficacité d'utilisation du spectre et l'efficacité de codage
Considérer les canaux B et D comme des blocs d'information	Compatible avec les normes du canal D RNIS, la fonctionnalité du canal D peut être étendue à un certain nombre de voies radioélectriques, mais cela dépend des techniques d'accès multiple utilisées Pour les FSMTPT, I (information) et C (commande) seront utilisées au lieu de B (support) et D (données) respectivement, pour signaler les différences ci-dessus dans des structures par ailleurs analogues
La caractéristique d'erreur (64 kbit/s) est spécifiée dans la Recommandation G.821 du CCITT. Cette caractéristique est acceptable pour la transmission de données (et par conséquent pour la parole)	La qualité vocale dépendra du codage et du taux d'erreur de la voie de transmission Le codage source et le codage de voie peuvent être optimisés pour la parole. Des caractéristiques d'erreur acceptables pour le trafic de données sur les voies de radiocommunication mobile doivent faire l'objet d'un complément d'étude
Les services supports à 64 kbit/s peuvent être utilisés pour assurer des services téléphoniques et de données	L'extension de cette possibilité à la station mobile nécessiterait un débit pouvant aller jusqu'à 64 kbit/s sur les FSMTPT L'information relative aux débits binaires vrais de l'utilisateur à destination et en provenance du RNIS permettrait d'assurer la compatibilité entre les FSMTPT et le RNIS de manière plus efficace, pour ce qui est de l'utilisation du spectre

TABLEAU 2
Compatibilité RNIS-FSMTPT (spécifique)

RNIS	FSMTPT (spécifique)	
	Station mobile/ station personnelle	Autocommutateur privé mobile/concentrateur mobile
Accès de base ($2B + D$) 144 kbit/s	$2I + C, I + C, C$ à $2B + D$ (Note 1)	
Accès primaire 1 536 kbit/s ($23B + D$) ou 1 920 kbit/s ($30B + D$)		$mI + nC$ (Note 2)

Note 1 – L'accès de base RNIS à 144 kbit/s ($2B + D$) peut être entièrement assuré par les FSMTPT aux dépens d'une disponibilité réduite des FSMTPT en raison de la ressource RF accrue nécessaire à une telle utilisation mobile.

Note 2 – Les valeurs exactes de m et n doivent faire l'objet d'un complément d'étude.

ANNEXE 1

**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'utilisateurs 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 FSMTPT 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/km² pour une densité type de rue d'une ville. Si l'on ajoute à cela le volume de trafic produit par les stations mobiles portatives utilisées par les piétons, le trafic global généré par les stations mobiles (SM) peut être estimé à environ 500 E/km² dans les zones urbaines les plus denses.

On estime que la densité maximale de trafic due aux stations personnelles à l'extérieur est de 1 500 E/km², 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 stations personnelles 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 m² de surface d'étage utile, le trafic unitaire étant de 0,2 E par station. On obtient donc un trafic total de 20 000 E/km²/étage.

1.2 Trafic non téléphonique

A 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 stations mobiles montées à bord de véhicules. Le service de télécopie en est un bon exemple. En adoptant une moyenne de 3 000 terminaux/km², 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/km².

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 km² (3 000 à bord de véhicules et 2 000 portatifs), le trafic estimé se chiffre à 37 E/km².

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 2 400 stations/km de rue (37 500 stations/km²) comme dans le cas du trafic téléphonique, le trafic s'établirait à 50 E/km². 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/km². 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/km².

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/km². Compte tenu des caractéristiques de transmission par paquets, on applique un coefficient de 2, ce qui donne 2 000 E/km².

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/km² 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 3 et 4. 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 3 et 4, 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 stations personnelles 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 3 et 4 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 3 et 4:

- le trafic de signalisation supplémentaire dû au fonctionnement du système devrait être important dans les FSMPT 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 FSMTPT doit être considérée comme un minimum.

TABLEAU 3

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

Spécifications	SM R1	SP R2 à l'extérieur	SP R2 à l'intérieur
Couverture radioélectrique (%)	90	> 90	99
Hauteur de l'antenne de la station de base (m)	50	< 10	< 3 (1)
Station de base installée à l'intérieur/ extérieur	Non/Oui	Oui/Oui (2)	Oui/Oui (2)
Densité de trafic (E/km ²)	500	1 500	20 000 (1)
Superficie de cellule (km ²)	0,94	0,016	0,0006
Probabilité de blocage (%)	2	1	0,5
Dimensions du groupe (emplacement des cellules x 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 (3):	Pour véhicule ou station portative		
Volume (cm ³)		< 200	< 220
Poids (g)		< 200	< 200
Puissance la plus élevée	5 W	50 mW	10 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 4

Estimation de la demande de spectre des services non téléphoniques

	SM à l'extérieur (Interface R1)		SP à l'extérieur (Interface R2)		SP 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 ²)	45	37	(1)	150	2 000 (2)	2 500 (2)
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 le CCIR.

2. Paramètres fondamentaux

Les paramètres fondamentaux du partage avec les FSMTPT sont la puissance surfacique (puissance/km²/Hz) et le rapport minimal nécessaire porteuse/bruit total plus brouillage.

La puissance surfacique se calcule à partir du nombre de terminaux par km² et de la puissance de chaque catégorie de stations.

On a établi les estimations suivantes (voir le Tableau 5):

TABLEAU 5

Puissances surfaciques pour les FSMTPT 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	582 E/km ²	25 000 E/km ² (à l'intérieur) (1) 1 650 E/km ² (à l'extérieur)
Largeur de bande supposée	167 MHz	60 MHz
Puissance surfacique estimée	38 µW/km ² /Hz -68 dB(W/m ² /4 kHz)	1,5 µW/km ² /Hz -82 dB(W/m ² /4 kHz)

(1) Tient compte de la réutilisation verticale des fréquences des FSMTPT dans les bâtiments.

3. Estimation du niveau admissible de brouillage causé aux FSMTPT

En vue d'établir une estimation du niveau admissible de brouillage pouvant être causé aux FSMTPT, 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 stations personnelles à l'intérieur des bâtiments et un niveau de -119 dBm pour les stations personnelles à l'extérieur. Il s'agit des niveaux de puissance du brouillage total maximal admissible qui peuvent être reçus par les stations personnelles sans dégrader sensiblement la qualité de service offerte.

4. Partage avec des services spécifiques

4.1 *Partage entre les FSMTPT et le service fixe*

L'analyse du partage entre le service fixe et le secteur de Terre des FSMTPT 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 FSMTPT 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 FSMTPT. 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 FSMTPT.

La mise en place de FSMTPT 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 FSMTPT exploités dans ces zones.

En ce qui concerne le partage entre les services, les avantages relatifs des différentes techniques d'accès aux FSMTPT, 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 FSMTPT 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 FSMTPT 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 FSMTPT 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 FSMTPT 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 FSMTPT, 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 FSMTPT ne pourront pas être utilisés dans cette zone, et vice versa.

4.2 *Partage entre les stations des FSMTPT 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 FSMTPT 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 FSMTPT 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 FSMTPT à un récepteur de station terrienne mobile d'aéronef risquent aussi d'être inacceptables. Les brouillages occasionnés par les FSMTPT 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 FSMTPT et par un récepteur de station terrienne situé en un emplacement fixe pourrait être envisagé, notamment à l'interface R2 des FSMTPT, si la séparation géographique entre les stations des FSMTPT 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 FSMTPT 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 de site 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 FSMTPT puissent fonctionner. Les brouillages causés par les télécommunications spatiales aux FSMTPT 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 des FSMTPT. En revanche, il se pourrait que les brouillages préjudiciables causés aux FSMTPT 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 FSMTPT.

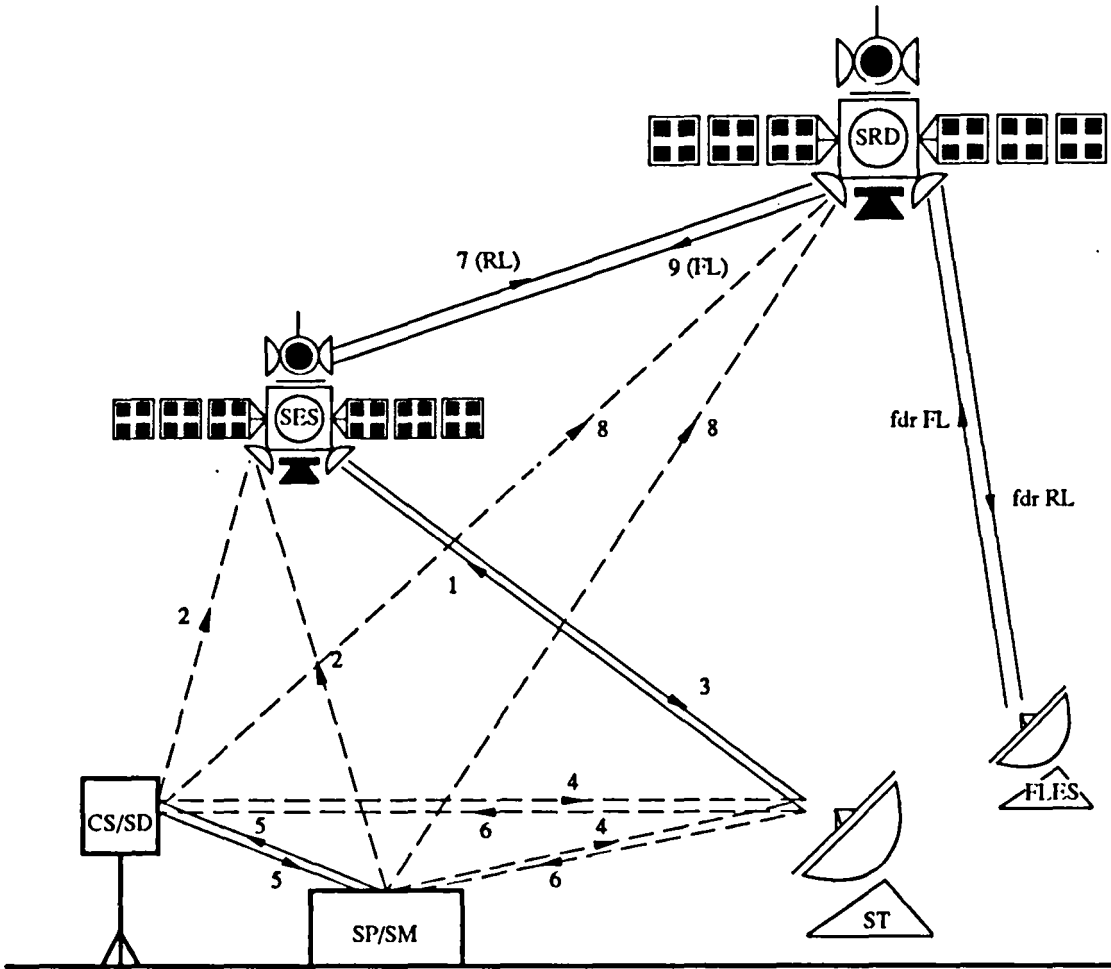
4.3 *Partage entre les FSMTPT et les services de recherche spatiale, d'exploitation spatiale et d'exploration de la Terre par satellite dans les bandes 2 025-2 110 MHz et 2 200-2 290 MHz*

L'utilisation des bandes 2025-2110 MHz et 2200-2290 MHz par les services de recherche spatiale, d'exploitation spatiale et d'exploration de la Terre par satellite fournit les principales liaisons de télécommunications pour la poursuite, la télémessure et la 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, 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 2025-2110 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 2200-2290 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 FSMTPT avec les services de recherche spatiale, d'exploitation spatiale et d'exploration de la Terre par satellite. Les paramètres des FSMTPT retenus pour cette étude concordaient avec ceux du Tableau 5 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 FSMTPT à des satellites sur orbite basse et à des satellites géostationnaires fonctionnant dans les bandes 2025-2110 MHz et 2200-2290 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.

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



Utilisation de la bande de fréquences 2 GHz

Fréquence (MHz)	Signal utile (traits pleins)	Brouilleur (traits discontinus)
2 025-2 110	1	2
	5	6
	9	2
2 200-2 290	3	4
	5	aucun ⁽¹⁾
	7	8

(1) Les FSMPT 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.

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 FSMTPT. 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 FSMTPT. 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 FSMTPT 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 de futurs systèmes mobiles terrestres publics de télécommunication (FSMTPT) 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 stations personnelles du FSMTPT, on envisage des puissances surfaciques de l'ordre de -120 dB(W/m²/Hz) dans les zones urbaines (ce chiffre est inférieur d'environ 30 dB dans les zones rurales). A ces deux valeurs, il faut ajouter 15 dB pour les stations mobiles et les stations de base. Ces estimations de puissance surfacique sont établies à partir d'hypothèses raisonnables pour la p.i.r.e. des stations de base et des stations mobiles (10 W et 1 W, respectivement) et des stations personnelles (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/m²/Hz) pour les observations des raies spectrales et d'environ -250 dB(W/m²/Hz) pour les observations du continuum. Compte tenu de la mobilité inhérente des stations personnelles des FSMTPT, le partage géographique est impossible.

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 FSMTPT 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 FSMTPT pourraient s'adapter de manière à utiliser les canaux appropriés.

En conséquence, pour faciliter le partage, il est indispensable que les stations personnelles et mobiles des FSMTPT aient connaissance des conditions locales, de manière à pouvoir satisfaire les critères de partage. La station de base 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 FSMPTPT 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 FSMPTPT 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 FSMPTPT, 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 FSMPTPT nécessite une séparation géographique suffisante.

Il est également conclu que le partage n'est pas possible entre les interfaces R1 et R2 du FSMPTPT 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.
