



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

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.

Conférence administrative mondiale
des radiocommunications sur l'utilisation
de l'orbite des satellites géostationnaires
et la planification des services spatiaux
utilisant cette orbite

Première session, Genève, 1985

**RAPPORT ÉTABLI A L'INTENTION
DE LA SECONDE SESSION DE LA CONFÉRENCE**

(Voir Résolution 1)



Secrétariat général
de
l'Union internationale des télécommunications
Genève, 1986

PREMIERE SESSION DE
LA CONFERENCE ADMINISTRATIVE MONDIALE DES
RADIOCOMMUNICATIONS SUR L'UTILISATION DE
L'ORBITE DES SATELLITES GEOSTATIONNAIRES
ET LA PLANIFICATION DES SERVICES SPATIAUX
UTILISANT CETTE ORBITE
Genève, 1985

Genève, 15 septembre 1985

Monsieur le Président
de la seconde session de la Conférence
administrative mondiale des radio-
communications sur l'utilisation de
l'orbite des satellites géostationnaires
et la planification des services spatiaux
utilisant cette orbite

Monsieur le Président,

Conformément aux numéros 226 et 228 de la Convention internationale des télécommunications, Nairobi, 1982 et aux dispositions de la Résolution 1 adoptée par la première session de la Conférence administrative mondiale des radiocommunications sur l'utilisation de l'orbite des satellites géostationnaires et la planification des services spatiaux utilisant cette orbite, Genève, 1985, j'ai l'honneur de vous transmettre ci-joint le rapport établi par la première session à l'intention de la seconde session de la Conférence.

Veillez agréer, Monsieur le Président, l'assurance de ma très haute considération.



Dr I. STOJANOVIĆ
Président

Annexe

TABLE DES MATIERES

| | | <u>Pages</u> |
|-------------------|--|--------------|
| <u>CHAPITRE 1</u> | Introduction | 1 |
| <u>CHAPITRE 2</u> | Caractéristiques des réseaux à satellites typiques actuellement en service dans le service fixe par satellite | 3 |
| 2.1 | Introduction | 3 |
| 2.2 | Réseaux du service fixe par satellite en exploitation | 5 |
| 2.3 | Systèmes communs | 11 |
| 2.4 | Techniques actuelles et caractéristiques de fonctionnement du service fixe par satellite | 13 |
| <u>Annexe</u> | Extension de l'utilisation de l'OSG par le service fixe par satellite | 23 |
| <u>CHAPITRE 3</u> | Planification | 29 |
| 3.1 | Bandes de fréquences et services spatiaux devant être planifiés | 29 |
| 3.2 | Principes de planification | 29 |
| 3.3 | Méthode de planification | 31 |
| 3.4 | Paramètres et critères techniques | 35 |
| <u>Annexe 1</u> | Directives relatives aux procédures réglementaires associées à la méthode de planification | 72 |
| <u>Annexe 2</u> | Méthode éventuelle pour les procédures améliorées | 75 |
| <u>CHAPITRE 4</u> | Directives relatives aux procédures réglementaires applicables aux services spatiaux et aux bandes de fréquences non retenus pour la planification | 80 |
| 4.1 | Section I - Principes directeurs concernant les sections I et II de l'article 11 | 81 |
| 4.2 | Section II - Principes directeurs concernant l'article 13 | 83 |
| 4.3 | Section III - Principes directeurs concernant l'article 14 | 84 |

| | <u>Pages</u> |
|-------------------|---|
| 4.4 | Section IV - Principes directeurs concernant la Résolution 4 de la CAMR-79 et d'autres résolutions relatives aux services spatiaux 86 |
| 4.5 | Section V - Manuels simplifiés 86 |
| 4.6 | Section VI - Normes techniques et règles de procédure de l'IFRB 86 |
| 4.7 | Section VII - Critères et paramètres techniques 86 |
| <u>CHAPITRE 5</u> | Considérations relatives au partage entre services ... 88 |
| 5.1 | Introduction 88 |
| 5.2 | Principes et conclusions 88 |
| <u>CHAPITRE 6</u> | Liaisons de connexion pour le service de radiodiffusion par satellite dans la bande des 12 GHz dans les Régions 1 et 3 93 |
| 6.1 | Bandes de fréquences dans lesquelles devrait être établi le Plan de fréquences pour les liaisons de connexion . 93 |
| 6.2 | Méthode de planification, paramètres et critères techniques 95 |
| 6.3 | Critères de partage entre les liaisons de connexion et d'autres services (spatiaux ou de Terre) qui doivent être établis au cours de la période inter-sessions 120 |
| <u>CHAPITRE 7</u> | Systèmes de radiodiffusion sonore par satellite pour la réception individuelle sur récepteurs portatifs et récepteurs pour véhicules automobiles 124 |
| 7.1 | Introduction 124 |
| 7.2 | Résultats des études et de l'analyse 125 |
| 7.3 | Recommandations 129 |
| <u>Annexe</u> | Renseignements techniques et relatifs à l'exploitation concernant les systèmes de radiodiffusion sonore par satellite pour la réception individuelle avec des récepteurs portatifs et des récepteurs dans des véhicules automobiles 131 |
| 1. | Introduction 131 |
| 2. | Description de systèmes 131 |
| 3. | Besoins de largeur de bande 137 |
| 4. | Considérations relatives au partage des fréquences ... 138 |

| | <u>Pages</u> |
|---|--|
| <u>CHAPITRE 8</u> | Travaux préparatoires en vue de la seconde session ... 140 |
| 8.1 | Activités inter-sessions concernant la planification des liaisons de connexion du service de radiodiffusion par satellite (SRS) pour les Régions 1 et 3 140 |
| 8.2 | Autres activités inter-sessions 148 |
| <u>Annexe</u> | Méthodes de calcul des marges de protection 150 |
| 1. | Marge de protection équivalente de la liaison de connexion 150 |
| 2. | Marge de protection globale équivalente 150 |
| <u>RESOLUTIONS</u> | |
| Résolution N° 1 | : Rapport de la première session 151 |
| Résolution N° 2 | : Amélioration de la précision du Fichier de référence de la Liste internationale des fréquences, de la Liste VIII A et des renseignements fournis aux administrations 152 |
| <u>RECOMMANDATIONS</u> | |
| Recommandation N° 1 | : Projet d'ordre du jour de la seconde session de la Conférence 153 |
| Recommandation N° 2 | : Systèmes de radiodiffusion sonore par satellite pour réception individuelle par des récepteurs portatifs et des récepteurs dans des véhicules automobiles 156 |
| Recommandation N° 3 | : Télévision à haute définition (TVHD) dans le service de radiodiffusion par satellite 158 |
| LISTE DES PAYS MEMBRES DE L'UIT AYANT PARTICIPE A LA PREMIERE SESSION | 160 |

CHAPITRE 1

Introduction

1.1 Dans sa Résolution 3, la Conférence administrative mondiale des radiocommunications (Genève, 1979), invite le Conseil d'administration à prendre les mesures nécessaires en vue de la convocation d'une Conférence administrative mondiale des radiocommunications spatiales dont le principal objectif sera de garantir concrètement à tous les pays un accès équitable à l'orbite des satellites géostationnaires et aux bandes de fréquences attribuées aux services spatiaux utilisant cette orbite. Elle y décide aussi que la Conférence se tiendra en deux sessions.

1.2 Dans sa Résolution 1, la Conférence de plénipotentiaires (Nairobi, 1982) décide que l'ordre du jour de cette première session comportera aussi l'adoption formelle, pour inclusion dans le Règlement des radiocommunications, des décisions pertinentes de la Conférence administrative régionale de 1983 pour la planification du service de radiodiffusion par satellite dans la Région 2.

1.3 Dans sa Résolution 8, la Conférence de plénipotentiaires (Nairobi, 1982) charge le Conseil d'administration d'examiner la question des liaisons de connexion en vue de l'inscription à l'ordre du jour de la première session de la Conférence administrative mondiale des radiocommunications spatiales prévue en 1985, de la planification des bandes attribuées au service fixe par satellite et réservées exclusivement aux liaisons de connexion pour le service de radiodiffusion par satellite et de donner à l'IFRB les instructions nécessaires.

1.4 Conformément à la Résolution 1 de la Conférence de plénipotentiaires (Nairobi, 1982), le Conseil d'administration, à sa 38e session (1983), a adopté la Résolution 895 après avoir consulté les Membres de l'Union. Cette Résolution approuvée par la majorité des Membres, décide que la première session de la Conférence se réunira à Genève à partir du 8 août 1985 et pour une durée de cinq semaines et demie; elle établit également un ordre du jour pour la première session.

1.5 En conséquence, la première session de la Conférence administrative mondiale des radiocommunications sur l'utilisation de l'orbite des satellites géostationnaires et la planification des services spatiaux utilisant cette orbite s'est tenue à Genève du 8 août 1985 au 15 septembre 1985.

1.6 Cette première session a décidé, conformément au mandat contenu dans son ordre du jour:

- a) d'adopter le présent rapport en vue de le soumettre à la seconde session de la Conférence;
- b) de fixer les lignes directrices pour les travaux que devront exécuter l'IFRB et les études que devra entreprendre le CCIR en préparation de la seconde session de la Conférence telles qu'elles figurent dans les chapitres 3, 5, 6 et 8 du présent rapport;

- c) d'inviter le Conseil d'administration à étudier les ressources et les moyens nécessaires à ces travaux inter-sessions, en tenant compte du projet d'ordre du jour recommandé pour la seconde session de la Conférence, contenu dans la Recommandation 1 annexée au présent rapport;
- d) d'adopter également les Résolutions 1 et 2 et les Recommandations 1, 2 et 3 annexées au présent rapport; et
- e) de prier le Secrétaire général de transmettre le présent rapport aux administrations de tous les pays Membres de l'Union.

Par ailleurs, ayant examiné les décisions pertinentes de la Conférence administrative régionale pour la planification du service de radiodiffusion par satellite dans la Région 2, la première session a décidé de les incorporer comme il convient dans le Règlement des radiocommunications.

CHAPITRE 2

Caractéristiques des réseaux à satellites typiques actuellement en service dans le service fixe par satellite

2.1 Introduction

Le service fixe par satellite a beaucoup évolué durant les vingt dernières années et il existe une grande diversité entre les trafics qu'il achemine. C'est le service le plus largement utilisé de tous les services spatiaux et celui qui connaît probablement le plus grand développement. L'examen des caractéristiques des réseaux typiques en service du service fixe par satellite est fondé sur l'annexe 3 du Rapport de la RPC avec de nouveaux éléments introduits à la CAMR ORB-85.

Les réseaux du service fixe par satellite actuellement opérationnels présentent les caractéristiques les plus variées en ce qui concerne les caractéristiques techniques, les techniques d'exploitation et les services assurés. Par exemple, la capacité des porteuses radioélectriques peut aller d'une seule voie téléphonique (SCPC) à plusieurs milliers de voies; les largeurs de bande correspondantes sont comprises entre environ 20 kHz et 70 MHz et la modulation peut être analogique ou numérique. Ces systèmes permettent d'offrir les services suivants: téléphonie, télévision, téléconférence, transmission de données, services intra-entreprise, communications entre ordinateurs, services de télécommunication destinés aux régions isolées et services de prévisions météorologiques. Les services et les caractéristiques continueront à évoluer à l'avenir avec les progrès techniques.

De nos jours, les services par satellite sont mis en oeuvre de plusieurs façons, à savoir: par des réseaux spatiaux indépendants, par des consortium ou par location du secteur spatial par des organisations exploitantes. La solution choisie dépend des besoins ou de la rentabilité économique, alors que les caractéristiques techniques peuvent être semblables. Les systèmes existants utilisent essentiellement les bandes de fréquences suivantes: 3 700 - 4 200 MHz; 5 925 - 6 425 MHz; 10,95 - 11,20 GHz; 11,45 - 11,70 GHz; 11,7 - 12,2 GHz et 14,0 - 14,5 GHz; et parfois les bandes 3 400 - 3 700 MHz; 5 725 - 5 925 MHz; 7 250 - 7 750 MHz et 7 900 - 8 400 MHz et certaines bandes comprises entre 12,2 et 12,75 GHz. Certaines attributions de fréquences au service fixe par satellite situées au-dessus de 15 GHz ont commencé à être utilisées. Les bandes de fréquences nouvellement attribuées au service fixe par satellite par la CAMR-79 sont très peu utilisées, il s'agit des bandes appelées bandes d'extension: 4 500 - 4 800 MHz; 10,70 - 10,95 GHz et 11,20 - 11,45 GHz (liaisons descendantes) et 6 425 - 7 075 MHz et 12,75 - 13,25 GHz (liaisons montantes).

Certains réseaux du service fixe par satellite utilisent des engins spatiaux avec des charges utiles de télécommunication multiservices et/ou multifréquences. Ceci apparaîtrait être une tendance croissante dans l'utilisation de tels satellites due à l'existence d'engins spatiaux plus gros. Cette situation peut être à l'origine de contraintes supplémentaires dans le processus d'harmonisation, en particulier si la position orbitale du satellite est déterminée par un plan déjà existant (par exemple pour le service de radiodiffusion par satellite).

Une autre caractéristique fondamentale du service fixe par satellite est la grande variété des zones de service. On distingue généralement trois types de couverture: globale, régionale et nationale.

Dans un premier temps, le service fixe par satellite a été essentiellement utilisé pour les communications transocéaniques et il s'agit là d'une utilisation très importante, et en voie d'expansion, de l'OSG.

Des systèmes internationaux assurent un large éventail de services de télécommunication: INTELSAT et INTERSPOUTNIK sont des exemples d'utilisation des bandes de fréquences 6/4 GHz et 14/11 GHz.

Les systèmes régionaux du service fixe par satellite sont exploités par des groupes de pays déterminés en vue d'assurer des services communs de télécommunication. Les systèmes actuels utilisent les bandes de fréquences 6/4 GHz et 14/11 GHz. Le réseau régional EUTELSAT commencera prochainement à être exploité dans les bandes 14/11-12 GHz pour le trafic international européen et il a déjà commencé à fonctionner pour répondre à certains besoins nationaux et internationaux, avec location de sa capacité de réserve. Le réseau régional ARABSAT est déjà exploité dans les bandes 6/4 GHz.

Plusieurs pays exploitent des réseaux nationaux à satellites pour satisfaire leurs propres besoins de télécommunications. La demande de ce type de réseaux augmente dans toutes les régions. Ces systèmes fonctionnent généralement dans les bandes de fréquences 6/4 GHz et 14/11-12 GHz. Cependant, il existe au moins un système opérationnel qui utilise les bandes 30/20 GHz attribuées au service fixe par satellite.

A part les différences techniques, une différence importante entre réseaux internationaux et nationaux tient au fait que les positions orbitales les plus appropriées ne sont pas les mêmes, ce qui réduit ainsi le risque de conflits possibles. En revanche, les différences techniques conduisent souvent à des difficultés de coordination, en dépit des séparations orbitales qu'il est possible de réaliser.

Une différence importante entre réseaux internationaux et nationaux concerne les zones de couverture. Les premiers nécessiteront peut-être une couverture étendue, tandis que pour les seconds, la couverture pourra être limitée aux pays proprement dits. Il en résulte une certaine disparité technique entre les deux types de réseaux; cependant, dans le cas des systèmes nationaux, les satellites pourront fonctionner très près les uns des autres lorsque les zones de couverture seront suffisamment espacées.

Des fréquences situées dans des bandes de fréquences attribuées au service fixe par satellite peuvent éventuellement être attribuées aux liaisons de connexion de divers services par satellite tels le service mobile par satellite et le service de radiodiffusion par satellite.

Le nombre toujours plus grand de satellites en service crée des difficultés croissantes pour les administrations qui tentent d'utiliser des positions orbitales sur des segments de l'orbite et dans des bandes de fréquences préférées et qui sont largement utilisées par d'autres pays. En fait, certaines portions de l'orbite et certaines bandes de fréquences sont déjà très encombrées, et cela pourrait nécessiter l'application de processus de coordination complexes et coûteux. Une analyse des renseignements fournis à la RPC par l'IFRB sur le nombre des satellites en orbite et à différentes étapes de coordination se trouve dans l'annexe 1 au présent chapitre.

2.2 Réseaux du service fixe par satellite en exploitation

2.2.1 Réseaux du service fixe par satellite fonctionnant à 6/4 GHz

Des bandes de fréquences 5 925 - 6 425 MHz et 3 700 - 4 200 MHz, qui sont de loin les plus développées, tant du point de vue technique que de son utilisation, sont employées par presque tous les réseaux commerciaux du service fixe par satellite en service ainsi que par les réseaux en projet.

Cela a conduit les exploitants des systèmes existants à employer des techniques et des conceptions complexes (antennes à lobes latéraux plus petits, isolation de polarisation et faisceaux modelés, etc.) afin de permettre à un plus grand nombre de satellites d'avoir accès à l'orbite dans ces bandes.

L'utilisation de plusieurs des autres bandes de fréquences attribuées au service fixe par satellite dans la gamme de fréquences est limitée par des considérations importantes de partage entre services. Toutefois, il existe, dans les bandes d'extension à 6 et 4 GHz, d'importantes largeurs de bande, qui ne posent pas d'importants problèmes de partage dans de nombreuses parties du monde. Etant donné qu'actuellement ces bandes sont pratiquement inutilisées par le service fixe par satellite et en outre, en raison de la proximité des bandes traditionnelles 6/4 GHz, la technologie applicable à l'utilisation de cette dernière pourrait être transférée aux bandes d'extension à 6 et 4 GHz sans que cela entraîne des dépenses significatives pour les systèmes fonctionnant uniquement dans ces bandes.

2.2.1.1 Stations spatiales fonctionnant à 6/4 GHz

Les premières stations spatiales du service fixe par satellite appartenaient au service international et étaient capables d'assurer une couverture globale. En l'espace de 10 ans, on a mis en service des satellites à couverture nationale, tandis que les systèmes à couverture régionale sont plus récents; leur apparition remonte à l'époque où de plus en plus de pays ont commencé à appliquer les techniques spatiales pour leurs services nationaux ou pour compléter les services régionaux de Terre.

Avec l'augmentation du nombre de satellites, la capacité d'un seul satellite s'est accrue par le recours à la réutilisation des fréquences. Ce procédé a été mis en oeuvre grâce aux techniques suivantes: polarisation orthogonale dans la même zone de couverture et/ou découplage spatial entre faisceaux étroits sur un même satellite desservant plusieurs zones de couverture. Il s'agit là en général d'une caractéristique des réseaux internationaux; dans certains de ces réseaux, on a pu obtenir une sextuple réutilisation de fréquences de cette manière. En revanche, dans les systèmes nationaux du service fixe par satellite, on a utilisé la polarisation orthogonale pour réaliser une double utilisation des fréquences.

Dans la grande majorité des cas, la largeur de bande des répéteurs, dans les satellites du service fixe par satellite à 6/4 GHz, est de 36 MHz, avec un espacement de 40 MHz entre les fréquences centrales des répéteurs pour un total de 12 répéteurs (une seule polarisation, un faisceau d'antenne unique). Le recours à la polarisation orthogonale permettrait d'obtenir par conséquent un total de 24 répéteurs. Il faut signaler qu'on utilise des largeurs de bande allant jusqu'à 80 MHz, dans les mêmes réseaux du service fixe par satellite fonctionnant dans les bandes 6/4 GHz, pour les transmissions numériques à débit binaire élevé.

En règle générale, les répéteurs qui fonctionnent présentement à 6/4 GHz sont équipés d'amplificateurs à TOP de 5 à 8 W. Certains satellites actuellement en projet auront des répéteurs à TOP pouvant fournir des puissances atteignant 30 W et des amplificateurs avec composants à l'état solide de 8,5 W. Le Tableau 2-1 donne quelques caractéristiques typiques des stations spatiales du service fixe par satellite.

TABLEAU 2-1

Caractéristiques typiques des stations spatiales
du service fixe par satellite à 6/4 GHz

| Caractéristiques | Type de couverture | | |
|---------------------------------------|--------------------|-------------|-------------|
| | Globale | Régionale | Nationale |
| Gain de l'antenne du satellite (dBi) | | | |
| Emission | 17 - 19 | 21 - 25 | 28 - 32 |
| Réception | 17 - 19 | 21 - 24 | 30 - 34 |
| p.i.r.e. (dBW) | 22 - 24 | 26 - 31 | 30 - 39 |
| Température de bruit du récepteur (K) | 800 - 2 000 | 800 - 2 000 | 800 - 2 000 |
| G/T (dB(K ⁻¹)) | -17 à -14 | -12 à -5 | -3 à +5 |

Nombre de stations spatiales du service fixe par satellite actuellement en service peuvent fonctionner avec un maintien en position dans des tolérances de $\pm 0,1^\circ$, en latitude comme en longitude. Dans certains cas, les déplacements Nord-Sud ont pu dépasser quelque peu cette valeur sans conséquence fâcheuse sur l'utilisation de l'orbite. Ces tolérances sont souvent respectées en fonctionnement effectif, notamment dans les réseaux nationaux comportant de nombreuses stations terriennes pour lesquelles les antennes orientables présentent peu d'intérêt du point de vue économique.

Les durées de vie prévues pour les satellites ont beaucoup augmenté au cours des 20 dernières années; des durées de vie nominales de 10 ans seront les plus courantes pour les satellites qui seront lancés au milieu des années 1980. Il convient de noter cependant que la durée de vie nominale d'une station spatiale peut être différente de sa durée de vie en exploitation sur une position orbitale donnée. Cela peut être le cas pour un réseau à satellites dans lequel le trafic augmente rapidement, et donc on chercherait à augmenter la capacité avant l'expiration de la durée de vie nominale du premier engin spatial. En pareil cas, on peut être amené à repositionner le premier satellite lancé, pour faire face à d'autres exigences de trafic.

2.2.1.2 Stations terriennes fonctionnant à 6/4 GHz

A mesure que la p.i.r.e. des stations spatiales du service fixe par satellite a augmenté avec le temps, on a pu mettre en exploitation des antennes de stations terriennes de diamètre plus petit, et moins coûteuses. Le Tableau 2-2 donne les valeurs typiques des caractéristiques de stations terriennes fonctionnant actuellement dans des réseaux du service fixe par satellite à 6/4 GHz.

TABLEAU 2-2

Caractéristiques typiques des stations terriennes
du service fixe par satellite à 6/4 GHz

| Caractéristiques | Type de couverture | | |
|---------------------------------------|--------------------|-----------|-----------|
| | Globale | Régionale | Nationale |
| Diamètre d'antenne (m) | 4,5 - 32 | 4,5 - 25 | 3 - 30 |
| Gain (dBi) | | | |
| Emission | 47 - 64 | 47 - 62 | 43 - 63 |
| Réception | 43 - 61 | 43 - 59 | 40 - 59 |
| Température de bruit du récepteur (K) | 50 - 150 | 50 - 150 | 50 - 200 |
| G/T (dB(K ⁻¹)) | 23 - 41 | 23 - 38 | 17 - 41 |
| Puissance de sortie typique (kW) | 1 - 12 | 0,3 - 3 | 0,005 - 1 |
| p.i.r.e. (dBW) | 46 - 95 | 46 - 74 | 45 - 84 |

Les stations terriennes côtières qui assurent les liaisons de connexion avec des satellites du service mobile maritime par satellite présentent des caractéristiques qui se situent à l'intérieur des gammes prescrites pour les réseaux régionaux et qui figurent dans le Tableau 2-2.

Les antennes les plus grandes sont utilisées essentiellement dans les systèmes à couverture globale, mais on peut leur trouver également des applications dans les réseaux nationaux, pour les liaisons de grande capacité. Les antennes dont le diamètre est compris entre 10 et 15 m sont couramment utilisées sur les liaisons à capacité moyenne ou pour les services spéciaux, dans les systèmes à couverture globale. Les antennes plus petites, de diamètre compris entre 3 et 7 m, conviennent particulièrement aux services assurés par les systèmes à couverture régionale et nationale; elles se prêtent également aux applications seulement de réception.

2.2.2 Réseaux du service fixe par satellite fonctionnant à 8/7 GHz

Plusieurs réseaux du service fixe par satellite fonctionnent actuellement dans les bandes 8/7 GHz et un certain nombre de nouveaux réseaux devraient devenir opérationnels dans un proche avenir. Il convient de noter qu'un bon nombre de ces systèmes fonctionnent également dans le service mobile par satellite et sont utilisés avant tout pour la correspondance officielle au sein des administrations et entre un certain nombre d'administrations.

Un certain nombre de systèmes à satellites ont quelques caractéristiques fondamentales qui leur sont communes:

- grandes zones de service, presque aussi étendues que les zones de visibilité optique;
- couverture mondiale, couverture hémisphérique et antennes de satellite à faisceau étroit et réorientable;
- possibilité de modifier les configurations antenne/répéteur des satellites;
- polarisation circulaire; pas de réutilisation des fréquences à l'intérieur d'un réseau;
- grandes différences dans les dimensions des antennes des stations terriennes, les plus petites ayant un diamètre de l'ordre de 1 à 3 mètres;
- gains d'émission maxima relativement élevés (voir Appendice 29 du RR) qui, associés à de grandes valeurs du gain d'antenne de satellite sur la liaison montante donnent une assez grande sensibilité sur cette liaison.

Ces caractéristiques sont compatibles avec les réseaux à satellite qui pourraient fonctionner dans le service mobile par satellite ou le service fixe par satellite, ou dans les deux.

En revanche, il n'y a pas d'uniformité dans la disposition des répéteurs, la transposition de fréquences, la configuration des antennes de satellite, ni dans les types de modulation, les ondes porteuses et l'accès aux satellites.

Il convient aussi de noter que les services de météorologie par satellite et d'exploration de la Terre par satellite ont également des attributions de fréquences à titre primaire dans ces bandes de fréquences; ces services pourraient avoir des caractéristiques très différentes de celles du service fixe par satellite et du service mobile par satellite.

2.2.3 Réseaux du service fixe par satellite fonctionnant à 14/11-12 GHz

Les systèmes du service fixe par satellite dans les bandes 14/11-12 GHz ne sont entrés en service qu'au cours des 6 à 7 dernières années. Pendant ce temps, des améliorations considérables en matière d'efficacité et de capacité orbite/spectre ont été réalisées grâce aux progrès des techniques associées à ces systèmes.

Un avantage particulier de ces bandes comparées aux bandes 6/4 GHz est la possibilité de produire une p.i.r.e. de satellite élevée, ce qui permet l'utilisation de plus petites antennes de station terrienne pour de nombreux services de télécommunication. Cela découle en partie de la facilité avec laquelle on peut assurer un gain plus élevé pour les antennes d'émission des satellites et en partie du fait que certaines des attributions de fréquences espace vers Terre au voisinage de 12 GHz ne sont généralement pas partagées avec des services de Terre ayant un statut primaire. Une analyse d'un échantillon d'informations sur les satellites actuels utilisant ces bandes, qui est contenue dans l'annexe 1 au présent chapitre, montre que la valeur moyenne des gains des faisceaux de satellite se situe aux environs de 38 dB, avec des valeurs de déciles supérieur et inférieur de 49 dB et 29 dB respectivement. L'existence de systèmes de lancement améliorés et le recours à des techniques plus perfectionnées en matière d'alimentation en énergie des satellites ont facilité ce développement. Ainsi, on met actuellement en service de nombreux nouveaux services de communication par satellite qui utilisent des antennes de station terrienne à faible ouverture de faisceau.

Etant donné que la dimension physique de l'antenne qui est nécessaire pour un rapport D/λ donné est nettement inférieure à celle utilisée à 6/4 GHz, la possibilité de réutilisation des fréquences grâce à des antennes de satellite ayant des faisceaux ponctuels ou modelés est considérablement renforcée et certains systèmes en construction font appel à cette technique pour parvenir à réutiliser les fréquences huit fois sur un seul satellite.

Les principaux inconvénients de l'utilisation de fréquences au-dessus de 10 GHz sont les effets plus prononcés de l'affaiblissement et de la dépolarisation du signal radiofréquence dans des zones caractérisées par de fortes précipitations. Diverses techniques sont utilisées pour atténuer ces problèmes: parmi celles-ci, on peut citer la commande de puissance sur la liaison montante et les annuleurs de dépolarisation adaptatifs.

A 14/11 GHz et aux fréquences plus élevées, les limites imposées par l'arc de service sont contraignantes pour des réseaux avec des zones de service très étendues et ceux avec des zones de service situées à des latitudes élevées car les stations terriennes travaillant dans ces bandes doivent normalement être exploitées à des angles de site supérieurs à ceux correspondant à 6/4 GHz afin de ramener l'affaiblissement dû aux précipitations et aux effets de la dépolarisation à des niveaux acceptables.

Dans les bandes de fréquences espace vers Terre à 12 GHz, les attributions varient selon les Régions de l'UIT:

Région 1: 12,5 à 12,75 GHz

Région 2: 11,7 à 12,2 GHz

Région 3: 12,2 à 12,5 GHz et 12,5 à 12,75 GHz. (A noter que l'emploi de la bande 12,2 à 12,5 GHz pour le service fixe par satellite est régi par le numéro 845 du RR.)

Pour chaque Région, on trouve, dans le Tableau d'attribution des bandes de fréquences ou dans ses renvois, des attributions à titre primaire aux services de Terre, mais les limites de densité surfacique imposées sur la liaison descendante par le numéro 2574 du RR ne s'appliquent pas dans un grand nombre de pays et la disponibilité d'antennes de satellite à gain élevé permet d'éviter que les niveaux de puissance surfacique ne dépassent pas les spécifications du numéro 2574 du RR dans les pays où il est applicable. Ces bandes sont utilisées à la fois par des systèmes nationaux et des systèmes internationaux.

La bande de fréquences espace vers Terre à 11 GHz (10,7 - 11,7 GHz) est attribuée mondialement et les portions 10,95 - 11,2 GHz et 11,45 - 11,7 GHz sont utilisées par des systèmes nationaux et internationaux. Les portions restantes 10,7 - 10,95 GHz et 11,2 - 11,45 GHz représentent des bandes d'extension qui ne sont pas utilisées actuellement.

Celles des bandes ci-dessus qui sont actuellement en service utilisent les bandes Terre vers espace 14 à 14,5 GHz pour les émissions destinées au satellite. Une bande supplémentaire de 500 MHz (12,75 - 13,25 GHz) est disponible mais n'a pas été utilisée jusqu'ici.

En ce qui concerne les paramètres typiques des systèmes dans les bandes 14/11-12 GHz, les facteurs de qualité du système de réception de la station terrienne sont compris entre environ -3 dB/K et 9 dB/K alors que la p.i.r.e. du répéteur du satellite varie entre 35 et 50 dBW à la limite de couverture lorsqu'on utilise des faisceaux ponctuels ou modelés. Les diamètres des antennes de station terrienne sont compris entre 1 mètre environ et 32 mètres.

2.2.4 Fréquences supérieures à 15 GHz

Des études sont en cours pour définir les caractéristiques des stations spatiales devant fonctionner dans les bandes 30/20 GHz et deux administrations ont lancé des stations spatiales expérimentales qui fonctionnent dans ces bandes. D'une manière générale, l'utilisation des bandes de fréquences voisines de 20 et 30 GHz (où l'on dispose d'une largeur de bande de 3,5 GHz) permettrait la mise en oeuvre de systèmes à très grande capacité avec faisceaux d'antenne étroits et de transmissions numériques à grande vitesse.

Les activités de recherche et de développement concernant les systèmes du service fixe par satellite fonctionnant dans les bandes 30/20 GHz ont été encouragées dans de nombreux pays; par exemple, système expérimental japonais CS-1, système perfectionné de la NASA fonctionnant à 30/20 GHz, projet OLYMPUS (anciennement L-SAT) de l'Agence spatiale européenne (ASE), système ITALSAT, projet de satellite expérimental ATHOS, projet DFS de la République fédérale d'Allemagne et autres projets de satellites expérimentaux.

Au Japon, le premier système national opérationnel du service fixe par satellite utilisant des satellites CS-2a et 2b a été mis en service à partir de la fin mai 1983. La bande 30/20 GHz sert à transmettre des signaux téléphoniques en utilisant la technique AMRT et des signaux MF-TV entre centres régionaux au moyen d'antennes Cassegrain avec alimentation excentrée de 11,5 m de diamètre. De petites stations terriennes transportables fonctionnant dans les bandes 30/20 GHz et équipées d'antennes de 3 m de diamètre sont utilisées pour les communications d'urgence et pour des signaux téléphoniques et télévisuels.

Il pourra être nécessaire de recourir à des stations terriennes utilisant la diversité pour garantir une grande disponibilité de service (dans les zones très pluvieuses). D'autre part, on prévoit dans ces bandes de fréquences l'utilisation de répéteurs à bande passante très large.

2.3 Systemes communs

Les différents réseaux du service fixe par satellite sont utilisés sur une base commune par plusieurs administrations afin d'assurer leurs services de communication nationaux et/ou internationaux.

Le système INTELSAT constitue un exemple particulier de ce type de système. D'autres exemples de systèmes de cette nature sont INTERSPOUTNIK, ARABSAT, PALAPA et EUTELSAT.

INTELSAT fournit des services de télécommunications par satellite à tous les pays sur une base non discriminatoire. A la fin de l'année 1984, le secteur spatial comprenait 15 satellites et le secteur de Terre comprenait au total 850 antennes de stations terriennes, dont environ 300 internationales et environ 550 nationales, dans plus de 160 pays, territoires et territoires dépendants. Le service international a fourni plus de 36 000 circuits pour la téléphonie et la transmission de données à plein temps et plus de 49 000 heures de programmes de télévision sur des demi-canaux. Des allotissements d'environ 40 répéteurs ont été loués à 27 nations pour des communications nationales.

Les derniers satellites INTELSAT utilisent approximativement 500 MHz de largeur de spectre pour les liaisons montante et descendante dans chacune des bandes 6/4 GHz et 14/11 GHz du service fixe par satellite. Grâce à des antennes perfectionnées dotées de faisceaux isolés spatialement et en polarisation, on peut obtenir une quadruple réutilisation du spectre à 6/4 GHz pour INTELSAT-V et une réutilisation sextuple pour les services d'INTELSAT-VI (voir Tableau 2-3). Au niveau du secteur de Terre, certains usagers d'INTELSAT ont commencé à utiliser l'AMRT-MIC-CNP qui permet d'obtenir une efficacité d'utilisation de largeur de bande de 35 voies/MHz contre 15 voies/MHz avec le mode d'émission MRF-MF.

TABLEAU 2-3

Caractéristiques des satellites Intelsat

| Satellite | Nombre de répéteurs | Spectre de fréquence (MHz) | Largeur de bande totale (MHz) | Réutilisation des fréquences | Capacité potentielle |
|----------------------------|---------------------|---|-------------------------------|------------------------------|--|
| Intelsat-IV-A | 20 | 5 925-6 425 3 700-4 200 | 800 | 2 x 6/4 | 6 000 voies téléphoniques bidirectionnelles + 2 canaux TV |
| Intelsat-V ⁽¹⁾ | 27 | 5 925- 6 425 14 000-14 500 3 700- 4 200 10 950-11 200 11 450-11 700 | 2 137 | 4 x 6/4 2 x 14/11 | 12 000 voies téléphoniques bidirectionnelles + 2 canaux TV |
| Intelsat-VA ⁽²⁾ | 32 | 5 925- 6 425 14 000-14 500 3 700- 4 200 10 950-11 200 11 450-11 700 | 2 252 | 4 x 6/4 2 x 14/11 | 15 000 voies téléphoniques bidirectionnelles + 2 canaux TV |
| Intelsat-VI | 50 | 5 850- 6 425 3 625- 4 200 14 000-14 500 10 950-11 200 11 450-11 700 | 3 200 | 6 x 6/4 2 x 14/11 | 35 000 voies téléphoniques bidirectionnelles (3) + 2 canaux TV |

(1) Les Intelsat-V F5 à F9 peuvent fournir des télécommunications maritimes dans les bandes de fréquences suivantes:

1 636,5 - 1 644,5 MHz; 1 535,0 - 1 542,5 MHz
6 417,5 - 6 425,0 MHz; 4 192,5 - 4 200,5 MHz

(2) Les Intelsat-VA F13 à F15 peuvent fournir des télécommunications d'entreprise dans les bandes de fréquences suivantes:

14 000 - 14 500 MHz; 12 500 - 12 750 MHz (Europe); 11 700 - 11 950 MHz (Amérique du Nord)

(3) Cela suppose un plus grand nombre de liaisons numériques en AMRT-CS.

En outre, les satellites modifiés INTELSAT-VA en construction utiliseront les bandes 14/12 GHz pour la fourniture de services de communications d'entreprises directement à des centres urbains dans maints pays, tandis que les satellites de la série INTELSAT-VI utiliseront 75 MHz de spectre nouveau dans les bandes 6/4 GHz attribués par la CAMR-79.

2.3.1 Questions particulières intéressant les systèmes communs

2.3.1.1 Considérations relatives à l'arc de service

Le choix de positions orbitales, pour un système commun, peut être plus limité par la situation géographique des différents usagers du système que dans le cas de certains systèmes nationaux. Le choix de positions orbitales pour un système à satellites qui doit pouvoir relier tous les usagers dans une région donnée est limité par les exigences de visibilité, à des angles de site satisfaisants, pour des stations terriennes situées en bordure de la zone de couverture.

Par exemple, dans la région de l'océan Atlantique, pour INTELSAT, la position du satellite de trajet principal ne peut pas varier de plus de $1,5^{\circ}$, sans quoi l'angle de site des stations terriennes situées en limite de visibilité tombe à moins de 5° , c'est-à-dire l'angle minimal requis pour une exploitation satisfaisante à 6/4 GHz. Dans les régions des océans Indien et Pacifique, l'arc de service du satellite de trajet principal n'est que de 3° .

2.3.1.2 Considérations relatives à la couverture des stations spatiales

La taille de la couverture du faisceau de l'antenne de satellite peut aussi être affectée par l'étendue de la zone géographique des administrations dont relèvent les usagers. C'est dans les systèmes qui assurent un service mondial que l'on trouve les plus grands faisceaux de cette nature. Dans ce cas, un faisceau qui couvre toutes les administrations desservies par le système commun, qu'il soit global ou régional, est particulièrement utile pour les services de distribution de télévision, dans lesquels plusieurs stations terriennes distantes et qui ne sont pas situées dans d'autres zones de couverture des faisceaux doivent recevoir simultanément tel ou tel programme de télévision. Ces faisceaux permettent également d'assurer une connectivité pour les stations terriennes à faible trafic et très éloignées les unes des autres dans toute la zone de service. De plus, on tend à limiter au minimum la largeur de bande à utiliser dans ces faisceaux.

2.4 Techniques actuelles et caractéristiques de fonctionnement du service fixe par satellite

2.4.1 Techniques applicables aux stations terriennes

Les techniques les plus importantes dans ce domaine sont celles qui se rapportent aux caractéristiques des antennes, ainsi qu'aux émetteurs et récepteurs. Ce sont là des facteurs dont dépendent les caractéristiques d'un réseau à satellites; certains d'entre eux comptent pour beaucoup dans l'utilisation efficace du spectre et de l'OSG.

2.4.1.1 Caractéristiques des antennes

L'élément le plus important d'une station terrienne est, parmi ceux qui sont mentionnés ci-dessus, le sous-système d'antenne. Deux caractéristiques de fonctionnement importantes d'une antenne de station terrienne ont un effet direct sur l'utilisation de l'orbite: les caractéristiques des lobes latéraux et de la polarisation.

La plupart des stations terriennes utilisent des antennes du type Cassegrain à axe de symétrie. On sait que, pour ce type d'antenne, l'effet de blocage et de diffraction dû au réflecteur secondaire et à ses supports se traduit par un accroissement des niveaux des lobes latéraux. Néanmoins, de nombreuses antennes actuellement en service ont des caractéristiques de lobes latéraux améliorées, notamment celles de D/λ supérieures à 150. On installe aussi actuellement de nouvelles antennes de petites dimensions du type asymétrique avec de meilleures caractéristiques de lobes latéraux.

2.4.1.2 Caractéristiques de polarisation

La discrimination de polarisation dépend des caractéristiques du polariseur, de la précision de la surface du réflecteur principal et des réflecteurs secondaires, etc., les caractéristiques du polariseur jouant le rôle essentiel. Il est possible, pour la discrimination de polarisation requise des antennes actuelles, d'obtenir une valeur typique de 30 dB (rapport axial d'environ 0,5 dB pour une polarisation circulaire) et des antennes de station terrienne dont le rapport de découplage dépasse 30 dB sont actuellement réalisables. Tout en étant possible, une meilleure discrimination au-delà d'un certain seuil (environ 30 dB) ne permet pas une augmentation importante de la capacité. C'est le cas, par exemple, des stations terriennes de petites dimensions répondant à de faibles besoins de trafic qui ont généralement des caractéristiques réduites de découplage de polarisation.

2.4.1.3 Amplificateurs de puissance

On utilise actuellement dans les stations terriennes, comme amplificateurs de puissance, des klystrons et des tubes à ondes progressives. Quoique la largeur de bande instantanée des klystrons soit d'environ 40 à 80 MHz, on peut couvrir une bande de 500 MHz en réglant la cavité pour les bandes des 6, 14 ou 30 GHz. En ce qui concerne la valeur maximale de la puissance de sortie de saturation, on a construit des klystrons de 14 kW dans les bandes des 6 GHz, de 3 kW dans la bande des 14 GHz et de 500 W dans la bande des 30 GHz. Les tubes à ondes progressives ont des largeurs de bande instantanées de 500 MHz dans les bandes des 6, 14 et 30 GHz, et ne nécessitent aucun réglage. S'agissant de la valeur maximale de la puissance de sortie de saturation, on a construit des tubes à ondes progressives de 14 kW dans la bande des 6 GHz, de 3 kW dans la bande des 14 GHz et de 700 W dans la bande des 30 GHz.

Pour réduire le niveau des produits d'intermodulation engendrés dans l'amplificateur à grande puissance en cas d'exploitation à plusieurs porteuses, on a mis au point un linéariseur du type "prédistorsion"; ce dispositif est utilisé dans quelques stations terriennes et son emploi permet de réduire de plus de 10 dB le niveau des produits d'intermodulation dans la plage où il y a entre la puissance de saturation et la puissance de sortie une réduction égale ou supérieure à 6 dB environ.

2.4.1.4 Techniques de réception

Dans un système de télécommunication par satellite, il est indispensable d'utiliser une chaîne de réception avec un système de réception à faible température de bruit à la station terrienne. La température du bruit du système de réception dépend principalement de la contribution de bruit de l'antenne du premier étage d'amplification. On utilise aujourd'hui des amplificateurs paramétriques soit refroidis par hélium gazeux ou par des dispositifs thermoélectriques soit fonctionnant à la température ambiante. On a mis au point des amplificateurs à faible niveau de bruit en utilisant un transistor à effet de champ AsGa. Les températures de bruit obtenues dans la bande des 4 GHz avec ces quatre types d'amplificateurs sont respectivement inférieures à 20 K, 45 K, 80 K et 80 K. La largeur de bande des amplificateurs à faible niveau de bruit aujourd'hui utilisés dans la bande des 4 GHz est de 500 MHz. Pour la bande des 11 GHz, il existe des amplificateurs paramétriques dont la largeur de bande est de 750 MHz et la température de bruit d'environ 90 K, ainsi qu'un amplificateur à TEC avec une température de bruit d'environ 120 K. Pour la bande des 20 GHz, on peut réaliser des amplificateurs paramétriques d'une largeur de bande de 2,5 GHz, avec température de bruit d'environ 80 K (refroidissement par hélium gazeux) ou d'environ 200 K (refroidissement par dispositif thermoélectrique), ainsi que des amplificateurs à transistor à effet de champ avec une température de bruit d'environ 220 K (refroidissement par un dispositif thermoélectrique) ou 300 K (température ambiante).

2.4.2 Techniques relatives aux stations spatiales

Les techniques les plus importantes relatives aux stations spatiales sont celles qui sont associées aux caractéristiques des antennes et aux éléments des répéteurs. Ces facteurs jouent un grand rôle dans les caractéristiques des réseaux à satellite et contribuent à mieux utiliser la ressource spectre/OSG. En particulier, la technique des antennes de satellites est la principale méthode qui permet une réutilisation accrue des fréquences à partir d'une seule position orbitale, sur le même satellite ou sur des satellites différents.

2.4.2.1 Technique des antennes

Bien que les antennes à faisceau ponctuel permettent une plus grande réutilisation des fréquences d'une largeur de bande donnée, cette réutilisation est limitée par la nécessité d'assurer une couverture et par l'espacement des zones couvertes. La technique des faisceaux modelés offre quelques possibilités d'améliorer l'application de la technique des faisceaux ponctuels à une gamme étendue de besoins.

Les antennes à faisceaux modelés offrent la possibilité d'une meilleure régulation des lobes latéraux, en particulier lorsque la zone de couverture proprement dite est assez grande, ce qui améliore ainsi la possibilité d'une réutilisation des fréquences entre des zones de couverture plus proches les unes des autres. Toutefois, il convient de noter que la discrimination au-delà de la limite de la couverture est fonction des dimensions de l'antenne du satellite; les contraintes imposées par l'engin de lancement peuvent alors entrer en ligne de compte. Certains engins de lancement actuels peuvent accepter des antennes rigides dont les dimensions atteignent 3,8 mètres environ.

On pourra être amené à changer les positions orbitales de satellites existants, pour permettre l'introduction de nouveaux systèmes à satellites. En conséquence, les antennes de station spatiale devraient être conçues de manière à tenir compte de ce fait. L'orientation des diagrammes de rayonnement devrait probablement être modifiée par télécommande à partir du sol. Dans certains cas, il peut être souhaitable de remodeler les faisceaux en service afin de permettre une importante modification de la position. Toutefois, le coût et les conséquences qu'entraîne, du point de vue de l'exploitation, l'introduction de ces possibilités n'ont pas été suffisamment étudiés.

2.4.2.2 Éléments du répéteur

Depuis l'introduction des satellites de télécommunication, on a observé une amélioration continue de la p.i.r.e.. Les niveaux plus élevés de p.i.r.e. se traduisent par un rapport porteuse/bruit (C/N) plus élevé sur la liaison descendante et, par conséquent, par une plus grande capacité en voies pour une station terrienne d'une dimension donnée. Un satellite national concentre sa puissance rayonnée sur un seul pays et sa p.i.r.e. est généralement plus élevée que celle d'un système international ayant une couverture globale ou une grande zone de couverture pour un amplificateur à TOP de même taille. En outre, ces niveaux plus élevés de p.i.r.e. résultent de l'utilisation d'amplificateurs de plus grande puissance dans ces satellites.

Les dispositifs transistorisés tels que les transistors à effet de champ sont généralement moins efficaces que les TOP comme amplificateurs de puissance mais offrent une meilleure linéarité. On peut ainsi obtenir une plus grande capacité dans le cas des systèmes à accès multiple parce que les rapports porteuse/intermodulation sont meilleurs.

2.4.3 Techniques d'accès multiple et de modulation

Les techniques d'accès multiple et les techniques de modulation sont liées entre elles. Elles ont une influence sur l'efficacité de largeur de bande des systèmes.

2.4.3.1 Accès multiple

La technique de l'accès multiple permet l'interconnexion, par le même satellite, de liaisons de transmission en provenance de nombreuses stations terriennes. Elle est indispensable pour exploiter les propriétés géométriques propres aux systèmes de télécommunication par satellite, à savoir: visibilité de zones étendues et connexions multiples.

Du point de vue de l'utilisation des circuits, la technique de l'accès multiple peut s'appliquer sous deux formes:

- a) accès multiple avec préassignation,
- b) accès multiple avec assignation en fonction de la demande.

Dans le cas a), les voies dont ont besoin les stations terriennes leur sont assignées en permanence. Dans le cas b), les voies sont assignées aux stations uniquement quand celles-ci en font la demande. Les voies par satellite sont donc utilisées en partage du temps par plusieurs usagers.

En outre, la technique de l'accès multiple peut s'appliquer sous trois formes:

- AMRF: accès multiple par répartition en fréquence,
- AMRT: accès multiple par répartition dans le temps,
- AMDC: accès multiple par différence de code.

Dans l'AMRF, la pratique courante est l'accès multiple avec préassignation. Les fréquences porteuses sont donc assignées en exclusivité à chaque station terrienne et plusieurs porteuses, de fréquences différentes, utilisent en commun un répéteur de satellite. Ce mode d'exploitation avec porteuses multiples entraîne toujours une réduction de la capacité par rapport au mode d'exploitation à porteuse unique, étant donné la réduction de puissance nécessaire à l'abaissement du niveau des produits d'intermodulation. Les techniques de modulation associées à l'AMRF peuvent être la modulation d'amplitude à bande latérale unique (MA-BLU), la modulation de fréquence ou plusieurs modulations numériques telles que la MDP-2 ou la MDP-4.

Dans l'AMRT, plusieurs stations utilisent en partage de temps une porteuse (c'est-à-dire une fréquence), sous réserve que, dans un répéteur de satellite, il n'y ait pas de chevauchement (dans le temps) de transmission des salves. Du point de vue du trafic, le système AMRT est plus souple que le système AMRF.

Dans le système AMDC, les signaux occupent le même emplacement dans le domaine fréquentiel et dans le domaine temporel, mais ils peuvent être distingués les uns des autres au moyen d'un traitement approprié des signaux. Un exemple de l'AMDC est l'accès multiple par étalement du spectre (AMES). L'AMES fait usage de la structure déterministe d'un signal à caractère de bruit pour étaler l'information à bande étroite sur une bande de fréquences relativement large. L'étalement du spectre s'effectue en modulant chaque signal selon un code unique; le signal utile peut donc être démodulé au moyen de la détection de la corrélation, dans laquelle des signaux ayant des codes différents ne seront pas corrélés.

2.4.3.2 Techniques de modulation

Pour bien utiliser le spectre et l'OSG, il est souhaitable d'adopter des méthodes de modulation efficaces en largeur de bande. Les méthodes actuellement les plus répandues dans les systèmes de télécommunication par satellite sont la modulation de fréquence (MF) et la modulation par déplacement de phase (MDP). Parmi les réalisations nouvelles, il convient de citer l'utilisation de la MA-BLU conjointement avec des compresseurs-extenseurs. La MA-BLU constitue une méthode de modulation analogique de densité élevée qui peut servir d'alternative pour les systèmes numériques. La mise au point d'amplificateurs linéaires transistorisés à haute stabilité pour les répéteurs de satellite a redonné vie à cette technique.

La modulation de fréquence est actuellement le procédé le plus couramment utilisé dans les réseaux du service fixe par satellite. Les largeurs de bande typiques des différentes porteuses radioélectriques en usage vont de 25 kHz environ à 36 MHz (voir Tableau 2-4).

TABLEAU 2-4

Largeur de bande de porteuses radioélectriques MF typiques

| Largeur de bande | Application |
|------------------|--|
| 25 - 45 kHz | SCPC |
| 100 - 250 kHz | Distribution de programmes sonores de qualité radiodiffusion |
| 1,25 - 36 MHz | Téléphonie MRF-MF, 12 à 1 800 voies |
| 17 - 36 MHz | Télévision, éventuellement avec plusieurs sous-porteuses son |

La MDP utilise des signaux numériques qui, pour les communications téléphoniques, nécessitent une conversion analogique-numérique. Le signal numérique obtenu subit un traitement et est généralement codé avant d'être transmis à 64 kbit/s par voie. La MDP peut être mise en oeuvre avec un nombre quelconque de couples de phases (états significatifs) pour caractériser l'état binaire. En théorie, pour une qualité de liaison donnée, la MDP-4 demande, par bit, la même puissance que la MDP-2, mais ne demande que la moitié de la largeur de bande. Les systèmes MDP à plus de 4 états significatifs sont plus vulnérables au bruit et, pour parvenir à la même qualité de fonctionnement, demandent donc plus de puissance que les systèmes MDP-2 ou MDP-4. Diminuer le nombre des états significatifs permet de rapprocher les satellites. On va toutefois vers une utilisation optimale de l'OSG quand le nombre des états significatifs est compris entre 4 et 8, alors qu'on s'en éloigne quand le nombre des états significatifs est supérieur à 8 ou inférieur à 4.

Des largeurs de bande et des applications typiques de la modulation numérique (MDP-4 et MDP-2) sont indiquées au Tableau 2-5.

TABLEAU 2-5

Largeur de bande de porteuses radioélectriques à modulation numérique typique

| Largeur de bande | Application |
|------------------|---|
| 30 - 60 kHz | SCPC, pour la transmission téléphonique sur liaison à faible trafic, et transmission de données à 48 - 64 kbit/s, avec ou sans correction d'erreurs |
| 100 - 8 000 kHz | Transmission de données MRT et/ou voies téléphoniques numérisées (voies numériques à grande vitesse); AMRT sur liaison à faible trafic |
| 30 - 72 MHz | Systèmes à porteuse unique à grande capacité, ou système AMRT avec ou sans concentration numérique des conversations (CNC) |

On a étudié d'autres techniques de modulation numérique, la modulation par déplacement d'amplitude (MDA), la modulation par déplacement de fréquence (MDF) et des techniques de modulation composite fondées à la fois sur la MDA et la MDP. Parmi ces techniques, la MDA et les techniques hybrides avec MDA ne conviennent pas à l'AMRT, du fait que les non-linéarités du répéteur et les effets puissance/efficacité imposent généralement au format de modulation une enveloppe constante. Dans le cas de l'AMRF, l'emploi de la technique MDA et des techniques hybrides avec MDA est également restreint en raison de la plus grande vulnérabilité de ces techniques au brouillage dans le même canal.

On a récemment étudié de nouvelles techniques de modulation telles que la modulation par déplacement minimal (MDM) et la modulation de fréquence adoucie, dans lesquelles les enveloppes des porteuses modulées sont constantes. Ces techniques de modulation paraissant des solutions souhaitables pour les futurs systèmes, les études doivent se poursuivre.

Les techniques de modulation décrites ci-dessus sont utilisées dans le domaine radioélectrique. Les techniques de modulation pour la bande de base et pour les voies de transmission sont, elles aussi, importantes. Dans les systèmes numériques, on peut avoir recours à la modulation à 32 kbit/s; des études faites avec un débit de 16 kbit/s semblent prometteuses. Une Recommandation de la Commission d'études XVIII du CCITT pour une voie 32 kbit/s MICDA a récemment été approuvée. Ces techniques sont capables de multiplier la capacité par un facteur allant jusqu'à 4, par rapport à la MIC à 64 kbit/s.

On peut doubler ou tripler encore la capacité en utilisant la concentration numérique des conversations (CNC), en association avec l'une quelconque des techniques de modulation décrites ci-dessus.

Une autre technique courante dans les systèmes de télécommunication par satellite est l'emploi d'une seule voie par porteuse sur des répéteurs donnés en vue de leur utilisation avec des stations terriennes de faible capacité. Généralement, on utilise des équipements MIC (numériques) ou à compression-extension MF (analogiques) pour moduler une seule transmission téléphonique; toutefois, il existe également des équipements MDP-2 ou MDP-4 à modulation delta. On utilise aussi des équipements SCPC pour la transmission de données à vitesse moyenne (56 kbit/s) et pour la distribution de programmes sonores.

Pour les émissions de télévision par satellite, on utilise en général la MF avec dispersion d'énergie à la fréquence de trame. La bande de base peut contenir plusieurs sous-porteuses son/données. Des techniques sont à l'étude pour la transmission de signaux de télévision jumelés par entrelacement de trames de signaux vidéo indépendants. De telles techniques permettront à un seul répéteur de satellite de transmettre deux programmes de télévision indépendants ayant une qualité comparable à celle assurée par les techniques actuelles à un seul programme par répéteur.

2.4.4 Quelques tendances en matière de caractéristiques des systèmes

Plusieurs autres facteurs auront une influence importante sur l'évolution probable des caractéristiques du service fixe par satellite et leurs répercussions sur l'utilisation de l'orbite.

2.4.4.1 Croissance du trafic

Ce sont probablement les facteurs suivants qui influent le plus sur les caractéristiques des systèmes du service fixe par satellite: accroissement du volume de trafic écoulé par les systèmes, variation des courants de trafic et introduction progressive de nouveaux services. La charge initiale peut être constituée par un nombre relativement restreint de liaisons à grande densité de trafic entre des centres importants. Par la suite, des liaisons supplémentaires peuvent être établies vers des centres à densité de trafic plus faible et des services sur liaisons à faible trafic peuvent être fournis à des sites éloignés. De plus, la demande de services peut être grandement stimulée par la présence d'installations de grande qualité en un point donné. Dès lors que des stations terriennes sont installées pour fournir des services de base à une communauté, il est relativement facile et économique d'étendre la gamme des services offerts. Ces services supplémentaires peuvent comprendre la distribution de programmes de télévision et de radiodiffusion et des services de transmission de données. Aussi, est-il souvent plus économique pour un pays de commencer par louer une partie de la capacité de transmission d'un satellite existant. Le trafic peut finalement augmenter jusqu'au point où il est justifié, du point de vue économique, de mettre en oeuvre un satellite spécialisé. Dans le cas de plusieurs pays voisins ayant loué une capacité de transmission dans un système à satellites global, ce système spécialisé pourrait, dans un premier temps, être un système régional et non la juxtaposition de plusieurs systèmes nationaux, cela afin de réduire les coûts afférents au secteur spatial. On prévoit que chaque système se développera avec le temps selon ses particularités propres.

2.4.4.2 Réseaux numériques avec intégration des services

En raison de la croissance rapide des services numériques nationaux et internationaux, les systèmes à satellites sont appelés à jouer un rôle de plus en plus important. Le CCIR met actuellement au point une Recommandation qui étudie les caractéristiques de qualité des satellites nécessaires pour répondre aux objectifs du CCITT en matière de RNIS. Les systèmes à satellites qui devraient fournir des voies pour un RNIS devraient tenir compte de ces objectifs de qualité.

2.4.4.3 Types de modulation et caractéristiques de transmission

On peut prévoir que les types de modulation et les caractéristiques de transmission des systèmes du service fixe par satellite seront influencés par les variations de volume et de structure du trafic, ainsi que par l'introduction de nouveaux services et de nouveaux types de stations terriennes. Cette évolution peut conduire à des transmissions plus ou moins sensibles aux brouillages et plus ou moins susceptibles de causer des brouillages. Par exemple, à mesure que le trafic augmente sur les liaisons à forte densité de trafic, il est généralement plus économique d'accroître la capacité des porteuses radioélectriques - en appliquant des techniques de modulation plus efficaces en largeur de bande - que d'utiliser des répéteurs supplémentaires. De plus, des répéteurs AMRF-SCPC sont utilisés plus souvent à mesure qu'on ajoute dans les réseaux du service fixe par satellite des stations desservant des sites à plus faible densité de trafic. Toutefois, des systèmes AMRT à faible capacité sont aussi en cours de mise au point, pour les cas où plusieurs pourraient avoir accès à un répéteur en mode AMRF.

2.4.4.4 Tendances à limiter la couverture et à modeler les faisceaux

L'utilisation de faisceaux ponctuels dans des stations spatiales du service fixe par satellite permet d'augmenter le rapport G/T et la p.i.r.e. des satellites et de réutiliser les fréquences. L'emploi à faisceaux d'antenne étroits, qui concentrent le gain dans la zone de couverture permet de réduire le coût du secteur terrien et d'augmenter la capacité des satellites.

Les faisceaux ponctuels deviennent presque universels pour les systèmes du service fixe par satellite à couverture nationale. Si, en même temps, on applique une technique permettant une décroissance rapide des lobes latéraux, on peut obtenir une utilisation beaucoup plus intensive de l'orbite. La raison en est la suivante: grâce à la discrimination des antennes de satellite, on peut réduire l'espacement orbital entre satellites à faisceaux étroits desservant des zones de couverture sans chevauchement. Si les zones de couverture étaient suffisamment éloignées les unes des autres et/ou si la décroissance des lobes latéraux était suffisamment rapide, ces satellites pourraient être placés dans les mêmes positions orbitales nominales; le risque de collision est faible.

L'utilisation de l'orbite peut aussi être améliorée si l'on utilise des faisceaux ponctuels couvrant des parties différentes de la zone de service d'un satellite. Le découplage spatial entre faisceaux étroits permet la réutilisation des fréquences dans la position orbitale.

Par ailleurs, les progrès accomplis dans la conception technique des antennes de satellite permettent le modelage des faisceaux d'antenne. Grâce à ce procédé, on peut adapter les contours du faisceau d'antenne de manière qu'il coïncide mieux aux zones de couverture requises.

2.4.4.5 Augmentation de la p.i.r.e. et de la sensibilité

On note une tendance très nette à augmenter la p.i.r.e. des satellites et à abaisser les températures de bruit des récepteurs des stations spatiales et des stations terriennes. Cette tendance conduit à une augmentation de la capacité du répondeur et à une diminution du coût des stations terriennes.

La tendance à utiliser des satellites à p.i.r.e. plus élevée peut aussi être mise à profit pour améliorer l'utilisation de l'orbite en augmentant pour tous les systèmes du service fixe par satellite la partie du bilan de bruit qui correspond au brouillage causé par d'autres systèmes à satellites.

2.4.4.6 Tendance à une exploitation avec largeur de bande limitée et brouillage limité

Dans de nombreux systèmes, un satellite donné peut être appelé à desservir un nombre croissant de stations terriennes. L'aptitude d'un satellite unique à répondre à cet accroissement des besoins peut être limitée par la largeur de bande disponible dans le satellite. Dans le cas de satellites utilisant plusieurs faisceaux ponctuels avec réutilisation des fréquences, la capacité disponible peut aussi être limitée par les niveaux de brouillage entre ces différents faisceaux.

2.4.4.7 Bandes d'extension

Les nouvelles bandes attribuées par la CAMR-79 dans les gammes de fréquences 6/4 et 14/11 GHz ont été peu utilisées, mais il est probable qu'elles auront une importance grandissante dans l'avenir en raison de la croissance continue des besoins.

Les conditions de propagation qui seront rencontrées dans ces nouvelles bandes dans les gammes 6 et 4 GHz donneront le même environnement de transmission que celui des bandes traditionnelles de 6 et 4 GHz. Les nouveaux systèmes utilisant ces bandes pourront ainsi faire appel à des équipements essentiellement analogues aux systèmes actuels tant pour les stations spatiales que pour les stations terriennes.

Les systèmes utilisant les nouvelles bandes de fréquences voisines de 14/11 GHz seront pratiquement identiques à ceux actuellement en exploitation dans les bandes traditionnelles 14/11 GHz. Les 500 MHz supplémentaires qui sont disponibles pour les liaisons montantes et pour les liaisons descendantes peuvent offrir la même capacité que celle des systèmes actuels étant donné que l'environnement de transmission est le même. Ici encore, on ne s'attend à aucune augmentation significative des coûts des nouveaux systèmes.

2.4.4.8 Bandes de fréquences plus élevées

Les systèmes du service fixe par satellite à utiliser ont de plus en plus les bandes de fréquences plus élevées pour un certain nombre de raisons. Tout d'abord, l'adjonction de bandes de fréquences plus élevées dans un système du service fixe par satellite peut être plus économique et plus intéressante du point de vue technique que le recours plus intensif à la réutilisation des fréquences. Ensuite, compte tenu de l'encombrement orbital de plus en plus grand dans les bandes de fréquences inférieures, il en résultera également une utilisation des bandes de fréquences plus élevées. En particulier, il est possible d'avoir une meilleure directivité des antennes aux fréquences élevées; cela permettra de réduire l'espacement orbital des satellites et, par conséquent, de placer un plus grand nombre de satellites sur l'orbite. Les brouillages d'origine terrestre peuvent aussi contribuer à une utilisation accrue de bandes de fréquences plus élevées, en particulier, si les systèmes de Terre ne sont pas très développés dans ces bandes. Enfin, les largeurs de bande disponibles ont tendance à être d'autant plus grandes que la bande de fréquences est plus élevée. Par exemple, on dispose d'une largeur de bande de 3 500 MHz entre 17 et 31 GHz.

ANNEXE AU CHAPITRE 2

Extension de l'utilisation de l'OSG par le service fixe par satellite

L'utilisation de réseaux du service fixe par satellite fonctionnant à 6/4 GHz est illustrée à la figure 2-1, établie à partir d'informations (décembre, 1983) que les administrations ont fournies à l'IFRB au sujet de l'utilisation des positions orbitales. Certains de ces satellites ne sont pas actuellement en orbite et tous les satellites n'utilisent pas la totalité de la bande: par exemple, certains d'entre eux servent exclusivement aux liaisons de connexion du service mobile maritime par satellite. Les statistiques qui accompagnent la figure fournissent une illustration de ces facteurs. De plus, la figure 2-2 fait apparaître l'utilisation des bandes 6/4 GHz par rapport à d'autres bandes actuellement attribuées au service fixe par satellite. De plus, il y a des inscriptions multiples pour certaines positions orbitales. Cela permet de parer aux imprévus ou de remplacer une série de satellites par une autre et cela réduit le nombre des satellites véritablement opérationnels qui acheminent du trafic. La capacité totale de transmission de ces satellites dépend d'un grand nombre de facteurs, dont les dimensions des antennes des stations terriennes et les caractéristiques de la charge utile des satellites.

La figure 2-3 montre des réseaux fonctionnant à 7 et 8 GHz et qui ont fait l'objet d'une publication dans des circulaires de l'IFRB. Il est évident que la densité en satellites est beaucoup plus faible que dans les bandes 6 et 4 GHz.

De la même façon, les figures 2-4 et 2-5 concernent la situation dans les bandes 14/11-12 GHz et au-dessus de 15 GHz.

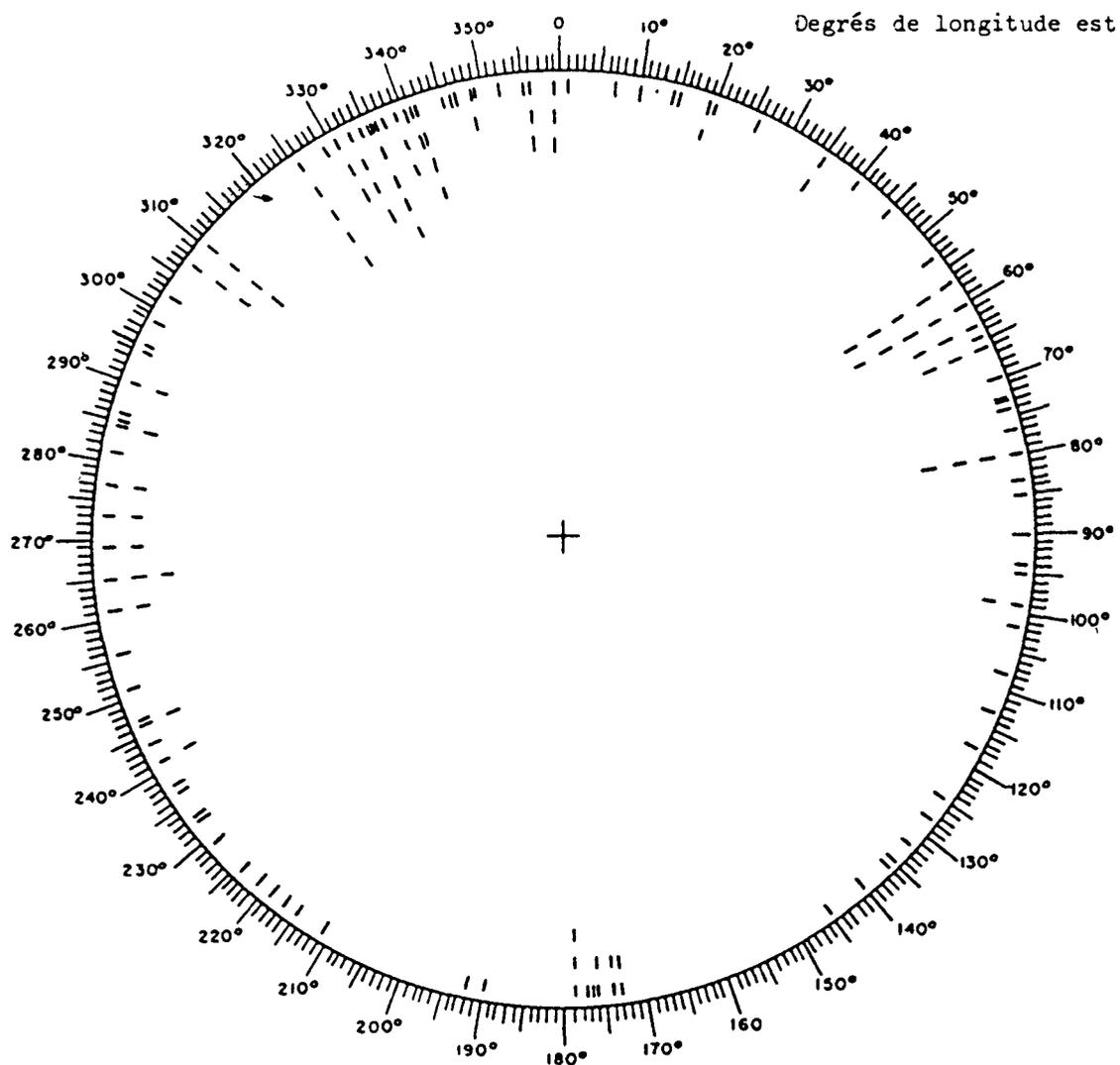


FIGURE 2-1

Positions orbitales correspondant aux inscriptions du service fixe par satellite à 6/4 GHz

(Données de l'IFRB, décembre 1983)

Chaque tiret radial correspond à une station spatiale sur une position orbitale donnée.

Ventilation approximative des réseaux

| <u>Service fixe par satellite seulement une bande</u> | <u>Service fixe par satellite seulement ≥ 2 bandes</u> | <u>Total service fixe par satellite seulement</u> | <u>Service fixe par satellite plus autres services</u> |
|---|--|---|--|
| 55% | 30% | 85% | 15% |

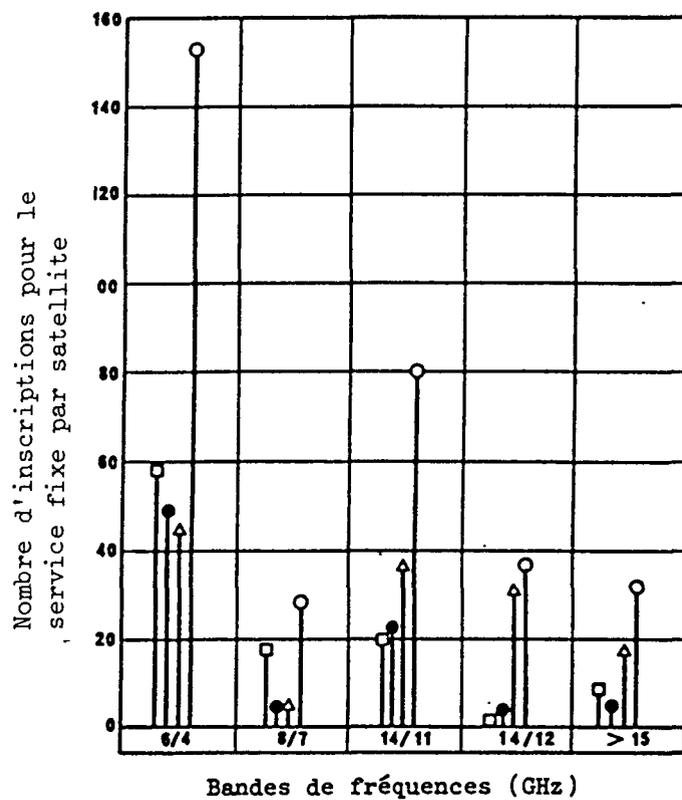


FIGURE 2-2

Tableau des inscriptions pour le service fixe par satellite
par bande de fréquences

(Données de l'IFRB, décembre 1983)

- Inscription
- En cours de coordination
- △ Publication anticipée seulement
- Total

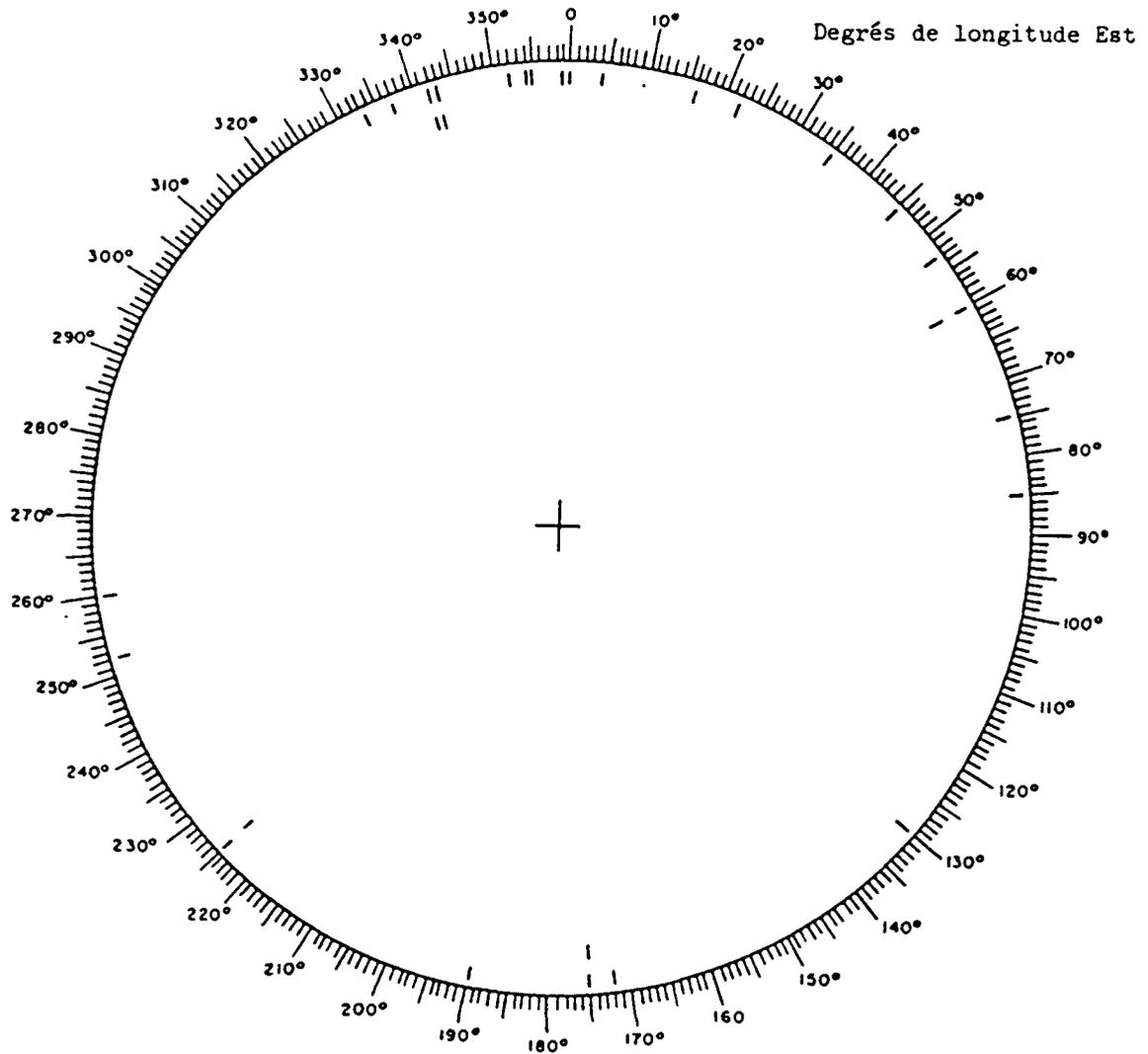


FIGURE 2-3

Positions orbitales correspondant aux inscriptions du service fixe par satellite à 8/7 GHz

Chaque tiret radial correspond à une station spatiale sur une position orbitale donnée.

Ventilation approximative des réseaux

| | | | |
|---|---|---|--|
| <u>Service fixe par satellite seulement une bande</u> | <u>Service fixe par satellite seulement > 2 bandes</u> | <u>Total service fixe par satellite seulement</u> | <u>Service fixe par satellite plus autres services</u> |
| 40% | | 40% | 60% |

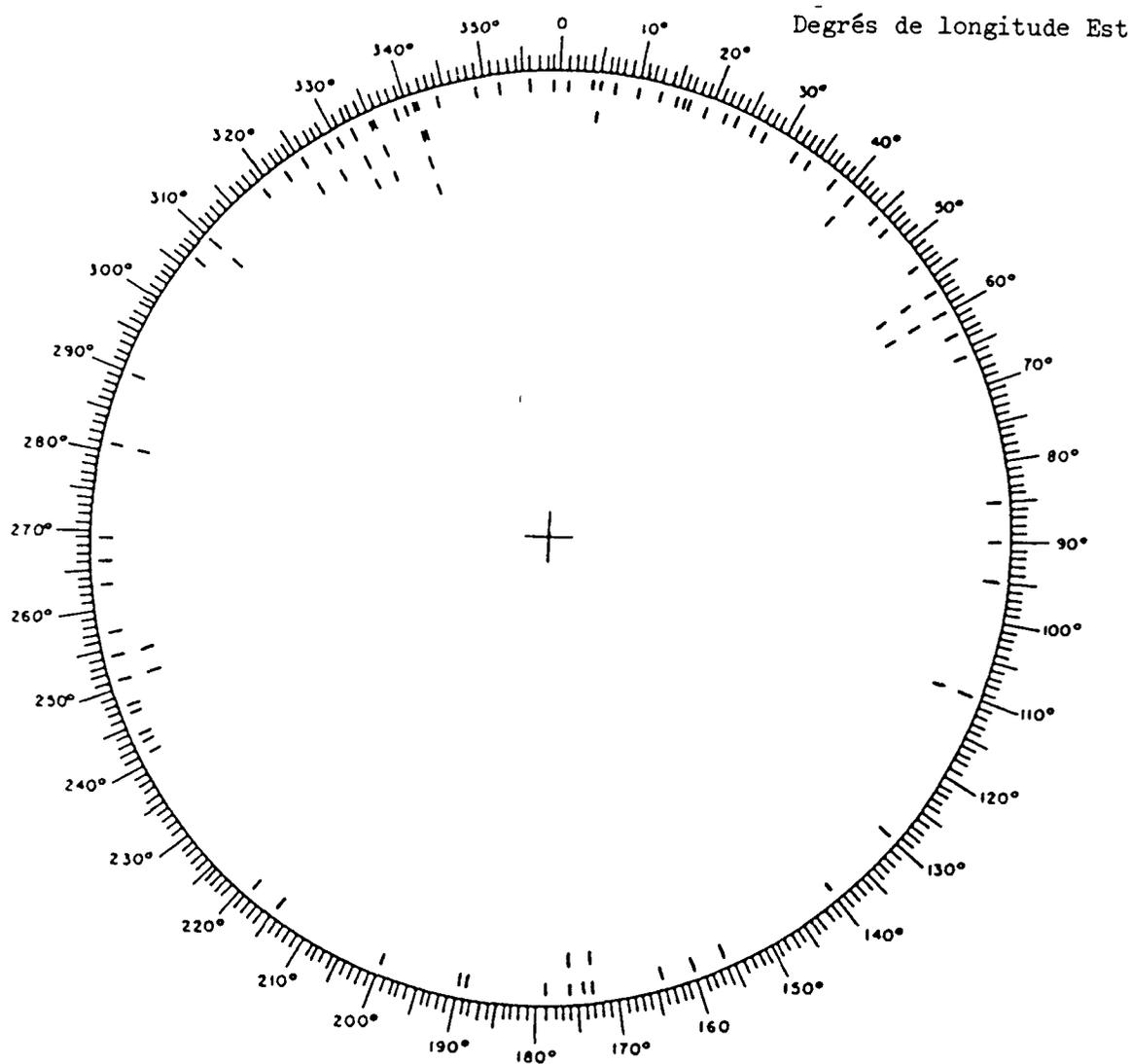


FIGURE 2-4

Positions orbitales correspondant aux inscriptions du service fixe par satellite à 14/11-12 GHz

Chaque tiret radial correspond à une station spatiale sur une position orbitale donnée.

Ventilation approximative des réseaux

Service fixe par satellite seulement une bande

35%

Service fixe par satellite seulement ≥ 2 bandes

50%

Total service fixe par satellite seulement

85%

Service fixe par satellite plus autres services

15%

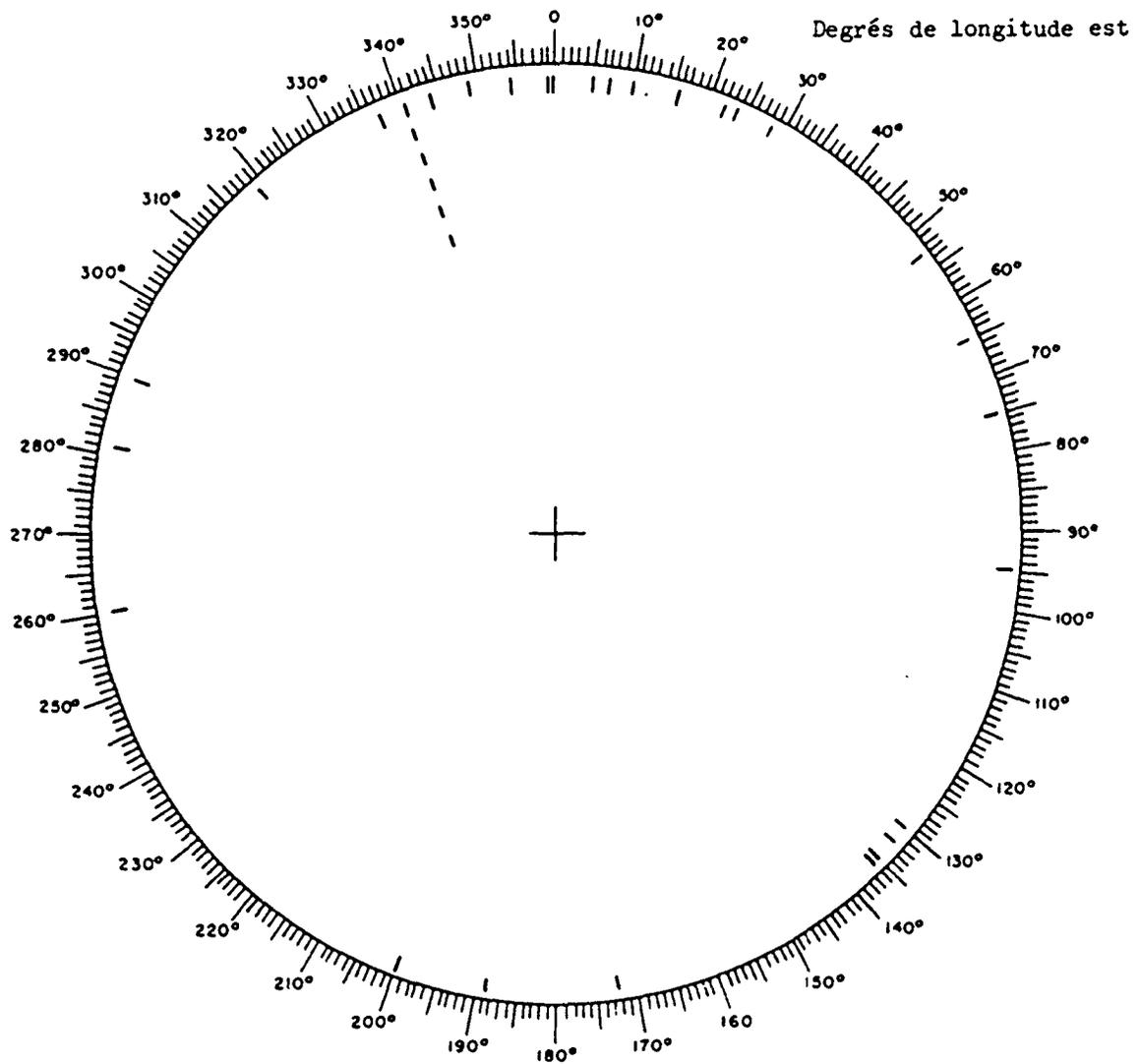


FIGURE 2-5

Positions orbitales correspondant aux inscriptions
du service fixe par satellite > 15 GHz

Chaque tiret radial correspond à une station spatiale sur une position orbitale donnée.

Remarque - A 341°, ce sont les liaisons de connexion dans la bande 17,3 - 18,1 GHz pour le service de radiodiffusion par satellite.

CHAPITRE 3

Planification

3.1 Bandes de fréquences et services spatiaux devant être planifiés

La planification ne concernera que le SFS dans les bandes 6/4 GHz, 14/11-12 GHz et 20/30 GHz*.

3.2 Principes de planification

3.2.1 Garantie d'accès et exploitation équitable

Les méthodes de planification doivent garantir concrètement à tous les pays un accès équitable à l'orbite des satellites géostationnaires et aux bandes de fréquences attribuées aux services spatiaux utilisant cette orbite, compte tenu des besoins particuliers des pays en développement et de la situation géographique de certains pays.

3.2.2 Partage avec d'autres services

Lorsque des bandes de fréquences attribuées à un service spatial utilisant l'orbite des satellites géostationnaires sont aussi attribuées à d'autres services spatiaux et/ou à des services de Terre à titre primaire sur un pied d'égalité, les méthodes de planification doivent respecter entièrement l'égalité des droits à exploiter ces bandes. En conséquence, la méthode de planification et les règlements associés ne doivent pas imposer de restrictions supplémentaires aux services de Terre et/ou spatiaux utilisant les mêmes bandes en partage avec égalité des droits.

3.2.3 Réservation des ressources

a) La méthode de planification doit porter sur l'ensemble de la ressource orbite/spectre. Une fois tous les besoins satisfaits, il faut envisager la possibilité de réserver certaines parties des ressources en vue de répondre à des besoins imprévus et aux besoins de futurs Membres de l'Union.

b) La méthode de planification doit être compatible avec le principe universellement approuvé, selon lequel les administrations ou groupes d'administrations ne peuvent bénéficier d'une priorité permanente pour utiliser des fréquences et des positions sur l'orbite des satellites géostationnaires de telle sorte que cela interdise à d'autres administrations l'accès à l'orbite des satellites géostationnaires et aux bandes de fréquences attribuées aux services spatiaux.

*

Note du Secrétariat général: voir 3.3.1 b) et la note de bas de page ** associée.

3.2.4 Les aspects techniques des situations géographiques particulières

La méthode de planification doit tenir compte des aspects techniques pertinents de la situation géographique particulière de certains pays.

3.2.5 Prise en compte des systèmes existants

La méthode de planification doit tenir compte des systèmes existants. Si nécessaire, ces systèmes pourront faire l'objet d'ajustements pour permettre de faire place aux nouveaux systèmes. Les ajustements apportés à un système dépendront du stade de développement de ce système.

3.2.6 Dispositions relatives aux besoins de groupes d'administrations

a) La méthode de planification doit tenir compte des besoins des administrations utilisant des systèmes de télécommunications par satellites communs à plusieurs administrations créés par accord entre gouvernements et utilisés collectivement, sans porter atteinte aux droits des administrations en ce qui concerne les systèmes nationaux.

b) La méthode doit tenir compte des caractéristiques spécifiques de ces systèmes communs à plusieurs administrations afin de leur permettre de continuer à faire face à l'évolution des besoins des administrations en matière de services internationaux ainsi que, dans de nombreux cas, en matière de services nationaux.

c) Il est entendu que ces systèmes communs à plusieurs administrations comprennent ceux qui touchent à la sécurité de la vie humaine* et qui ont des liaisons de connexion dans le SFS.

3.2.7 Souplesse

La méthode de planification doit permettre de répondre à des besoins imprévus et de modifier les besoins des administrations. Elle doit aussi pouvoir s'adapter aux progrès de la technologie et ne pas empêcher l'utilisation de technologies qui ont fait leurs preuves et sont largement utilisées.

3.2.8 Conditions différentes: solutions de planification différentes

Une planification mondiale serait la solution la plus indiquée, mais celle qui consiste à adopter différentes méthodes de planification pour des régions, des bandes de fréquences ou des arcs orbitaux différents ne doit pas être écartée. Dans ce cas, la planification se ferait lors d'une même Conférence mondiale.

3.2.9 Efficacité

La méthode de planification doit permettre une utilisation efficace et économique de l'orbite des satellites géostationnaires et des bandes de fréquences attribuées aux services spatiaux.

* Certains systèmes nationaux sont utilisés à la même fin.

3.2.10 Dispositions applicables aux réseaux multiservice et multibande

La méthode de planification doit pouvoir faire une place aux réseaux à satellite multiservice et/ou multibande, sans que cela n'impose de contraintes excessives à la planification.

3.2.11 Divers

Le coût administratif de l'établissement et de l'application de la méthode de planification doit être aussi bas que possible.

3.3 Méthode de planification

3.3.1 La méthode de planification comprendra deux parties:

a) Un plan d'allotissement qui permettra à chaque administration de satisfaire des besoins en matière de services nationaux depuis au moins une position orbitale sur un arc et dans une ou plusieurs bandes prédéterminés. Le plan d'allotissement sera établi dans les bandes:

- 4 500 - 4 800 MHz et 300 MHz à choisir dans la bande 6 425 - 7 075 MHz; et
- 10,70 - 10,95 GHz, 11,20 - 11,45 GHz et 12,75 - 13,25 GHz.

b) Des procédures améliorées qui permettront de satisfaire des besoins autres que ceux figurant dans le plan d'allotissement. Ces procédures seront appliquées dans les bandes:

- 3 700 - 4 200 MHz
5 850 - 6 425 MHz et
- 10,95 - 11,20 GHz,
11,45 - 11,70 GHz,
11,70 - 12,20 GHz dans la Région 2 *,
12,50 - 12,75 GHz dans les Régions 1 et 3 *,
14,00 - 14,50 GHz,
18,10 - 18,30 GHz * **,
18,30 - 20,20 **,
27,00 - 30,00 GHz **.

3.3.2 Les deux parties de la méthode de planification devront se conformer aux principes de planification contenus dans la section 3.2.

* Dans ces bandes, les procédures améliorées ne s'appliqueront qu'entre réseaux du SFS.

** Il est demandé au CCIR d'étudier les caractéristiques techniques du SFS dans ces bandes de fréquences et de faire rapport à la seconde session de la Conférence afin qu'une conférence compétente puisse prendre une décision sur la planification future de ces bandes.

3.3.3 La méthode de planification doit préserver les droits d'autres services ayant également le statut primaire dans les bandes pertinentes. C'est pourquoi, il faudra adopter et appliquer des critères de partage appropriés.

3.3.4 Le Plan d'allotissement

3.3.4.1 Zone de service

Le Plan d'allotissement est limité aux systèmes nationaux fournissant des services nationaux. Les procédures associées devraient contenir des dispositions permettant aux administrations ayant des territoires adjacents de grouper tout ou partie de leurs allotissements en vue d'assurer un service sous-régional.

3.3.4.2 Paramètres généralisés

Le Plan sera établi sur la base des paramètres généralisés applicables à tous les allotissements.

*3.3.4.3 Garantie d'accès

Tous les pays Membres de l'UIT auront au moins un allotissement dans le Plan. Chaque allotissement se compose:

- d'une position orbitale sur un arc prédéterminé;
- d'une largeur de bande minimale dans la ou les bande(s) définie(s) dans la section 3.3.1 a);
- d'une zone de service (voir 3.3.4.1).

Les procédures associées au Plan devraient permettre de modifier une position orbitale dans les limites de l'arc prédéterminé et de définir les conditions de cette modification de façon à donner plus de flexibilité au Plan.

3.3.4.4 Largeur de bande

La largeur de bande associée à chaque allotissement est 800 MHz.

3.3.4.5 Arc prédéterminé

Ce Plan d'allotissement se réfère à un "arc prédéterminé" conçu comme un moyen permettant de donner au Plan plus de souplesse. La longueur et la position de cet arc doivent faire l'objet d'études pendant la période intersessions.

3.3.4.6 Durée du Plan

Le Plan d'allotissement est établi pour une période d'au moins dix ans. La deuxième session de la Conférence fixera la durée exacte du Plan. Il fera partie intégrante du Règlement des radiocommunications et, à ce titre, pourra être révisé, si nécessaire, conformément aux dispositions pertinentes de la Convention.

* Note - Aux lectures finales de ce paragraphe, à la dix-septième séance plénière, le nombre de participants était insuffisant pour qu'un vote soit valablement pris (numéro 500 de la Convention de Nairobi). Une proposition de remplacement a été maintenue par deux administrations.

La CAMR-ORB(2) doit adopter des dispositions pertinentes pour garantir qu'aucun allotissement destiné à satisfaire des besoins nationaux ne soit supprimé sans l'accord de la ou des administrations concernées.

3.3.4.7 Procédures associées au Plan (voir l'annexe 1 au présent chapitre)

Les procédures associées au Plan inclueront:

- les procédures à appliquer par les administrations pour modifier leurs allotissements figurant dans le Plan;
- les procédures à appliquer pour transformer un allotissement en une assignation, et
- les procédures à appliquer pour garantir que les nouveaux Membres de l'UIT obtiendront un allotissement dans le Plan.

3.3.4.8 Besoins supplémentaires

Dans les bandes de fréquences couvertes par le Plan d'allotissement, un besoin supplémentaire pourra être satisfait dans la mesure où il ne limitera en aucune façon la mise en service d'un allotissement du Plan à moins que les administrations concernées ne donnent leur accord. Ce besoin ne devra pas causer de brouillage inacceptable aux assignations en service qui sont conformes au Plan.

*3.3.4.9 Systèmes existants

En considérant l'établissement du Plan d'allotissement, les systèmes existants sont:

- a) les systèmes qui sont inscrits dans le Fichier de référence international des fréquences;
- b) ceux pour lesquels la procédure de coordination a été engagée; ou
- c) ceux pour lesquels les renseignements relatifs à la publication anticipée ont été reçus par le Comité avant le 8 août 1985.

Les systèmes existants dans les bandes mentionnées au paragraphe 3.3.1 a) seront inclus dans le Plan sur une base d'égalité avec les allotissements en projet et pourront faire l'objet d'ajustements. Le degré de l'ajustement auquel un système sera soumis dépendra de son degré de développement. Les critères d'ajustements seront déterminés lors de la deuxième session de la Conférence.

* Note - Aux lectures finales de ce paragraphe, à la dix-septième séance plénière, le nombre de participants était insuffisant pour qu'un vote soit valablement pris (numéro 500 de la Convention de Nairobi). Une proposition de remplacement a été maintenue par deux administrations.

3.3.5 Planification par procédures améliorées

3.3.5.1 Considérations générales

La principale caractéristique de cette méthode est la convocation de réunions multilatérales de planification périodiques.

La réunion multilatérale de planification sera le processus normal permettant d'accéder aux ressources OSG/spectre.

De plus, lorsque des administrations le demandent expressément entre les réunions multilatérales de planification, de simples questions d'accès ou des modifications peuvent être traitées entre administrations. Ces cas seront officialisés à la réunion multilatérale de planification suivante.

La méthode de convocation de réunions multilatérales de planification doit être une procédure nouvelle et distincte qu'il convient d'ajouter au Règlement des radiocommunications.

La nature de ces réunions et le statut de leurs décisions ou de leurs conclusions devront être examinés par la seconde session de la Conférence. Les réunions pourront être convoquées à intervalles fixes ou en cas de besoin, et pourront faire ou non l'objet de nouvelles dispositions dans le cadre de la Convention.

3.3.5.2 Accès garanti

L'objectif général de ces procédures est de garantir concrètement à tous les pays un accès équitable aux ressources orbite/spectre dans les bandes concernées tout en protégeant les systèmes existants.

3.3.5.3 Principes directeurs

Ces principes directeurs regroupent les meilleures caractéristiques des propositions formulées par les administrations ainsi que les vues exprimées par les administrations. Certaines des caractéristiques possibles de ces procédures sont:

- a) la simplification de la procédure de publication anticipée de l'article 11;
- b) la prise en considération de réunions multilatérales de planification périodiques;
- c) le recours éventuel au "partage des inconvénients", y compris, le cas échéant, au partage proportionnel des inconvénients pour aider à garantir l'accès aux ressources orbite/spectre si besoin est;
- d) le recours à d'autres mesures techniques pour résoudre les problèmes de coordination des stations spatiales;
- e) la prise en considération des systèmes existants dans ces bandes;
- f) l'organisation de consultations bilatérales entre administrations et la possibilité d'obtenir l'assistance de l'IFRB.

3.3.5.4 Etudes requises

Il convient d'exhorter les administrations à examiner les effets et les possibilités de cette méthode pendant la période intersessions, et à soumettre des propositions à la seconde session. Les facteurs ayant trait à ces réunions et qu'il conviendra d'examiner sont:

- leur fréquence;
- le statut des décisions prises;
- les répercussions financières;
- la portée et la forme des besoins et le stade auquel il convient de les présenter;
- les participants aux réunions;
- la sauvegarde des intérêts des non-participants;
- l'organisme chargé de convoquer ces réunions;
- les accords bilatéraux conclus entre des réunions doivent-ils faire l'objet d'une notification lors de la réunion suivante ?

3.3.5.5 Méthode éventuelle

Une description d'ensemble reflétant la synthèse des propositions soumises par les administrations est jointe dans l'annexe 2 au présent chapitre.

3.4 Paramètres et critères techniques

3.4.1 Introduction

Le présent paragraphe décrit un certain nombre de considérations techniques liées à la planification du service fixe par satellite. Ces éléments viennent à l'appui des méthodes de planification définies au paragraphe 3.3. Un certain nombre de points ont été retenus pour étude entre les deux sessions. Les résultats de ces études devraient établir le niveau de détails techniques nécessaire.

Le présent paragraphe décrit encore les principes techniques particuliers à appliquer pour l'utilisation efficace de l'orbite/spectre, l'optimisation de la disposition des satellites et les considérations relatives au partage entre services dans le cadre de la planification.

3.4.2 Principes permettant une utilisation efficace de l'orbite et du spectre par le service fixe par satellite

3.4.2.1 Efficacité et coût d'utilisation de l'orbite et du spectre

3.4.2.1.1 La demande mondiale de services fixes par satellites augmente rapidement et il faut s'attendre à ce qu'elle continue d'augmenter dans les années à venir. La capacité totale de l'orbite des satellites géostationnaires et des bandes de fréquences attribuées au service fixe par satellite peut être considérablement accrue, par des moyens techniques et administratifs, pour satisfaire cette demande future. De nombreux facteurs peuvent contribuer à cette croissance de la capacité disponible, dont les plus importants sont peut-être les suivants:

- emploi de procédures de planification efficaces pour réglementer l'accès au spectre radioélectrique pour les services spatiaux;
- parmi les premières étapes de toute méthode de planification à adopter, harmonisation réelle des caractéristiques des réseaux qui utilisent des emplacements adjacents;
- adoption de directives applicables à l'utilisation des différentes bandes de fréquences, ce qui réduira la non-homogénéité des réseaux qui se brouillent mutuellement;
- limitation de la couverture de l'antenne du satellite à la zone de service requise, assortie d'une réduction rapide du gain d'antenne en dehors de la zone de couverture;
- amélioration de la suppression des lobes latéraux de l'antenne de la station terrienne;
- limitation de la densité de rayonnement spectrale en dehors du faisceau principal des antennes des stations terriennes;
- bon maintien en position des satellites et bon pointage du lobe d'antenne des satellites;
- emploi de techniques de transmission qui permettent d'acheminer un grand nombre d'informations par unité de largeur de bande, qui soient relativement insensibles au brouillage et qui produisent un spectre de puissance dont la dispersion soit bonne;
- niveaux relativement élevés, dans des limites acceptables, de bruit de circuit et de brouillage en provenance d'autres réseaux du service, dans le cadre du bilan de bruit global;
- recours à la discrimination de polarisation au sein de chaque réseau ou entre réseaux;

3.4.2.1.2 En général, ces facteurs ne peuvent être profitables que si la totalité ou la plupart des réseaux à satellite fonctionnant dans une bande de fréquences en admettent l'emploi; les contraintes doivent être partagées. Il est toutefois de la plus haute importance que les procédures réglementaires nécessaires à ce partage des contraintes ne soient pas rigides au point d'empêcher un développement du service fixe par satellite propre à assurer économiquement la très grande diversité d'utilisations pour lesquelles ce service constitue un bon support.

3.4.2.1.3 Les progrès techniques pris en considération pour l'établissement des systèmes de télécommunications à satellites doivent viser non seulement une utilisation plus efficace de l'orbite et du spectre, mais aussi une économie acceptable, en particulier dans le secteur terrien. L'application stricte de ces facteurs tendra à accroître les coûts du système, ce qui risque de rendre les avantages des services de radiocommunication spatiale plus difficiles à appliquer. Cela peut être vrai en particulier pour des pays présentant certaines particularités géographiques. Ces situations géographiques particulières sont examinées en détail dans le Rapport de la RPC (paragraphe 4.5 de l'annexe 4). Elles comprennent notamment les cas suivants:

- latitudes spéciales;
- territoires dispersés;
- effets d'écran du terrain;
- précipitations et tempêtes de sable;
- pays peu étendus;
- pays couvrant des zones géographiques importantes;
- pays de forme allongée;
- centres de population dispersés.

Il a été possible de tenir compte de la majorité de ces facteurs dans les considérations techniques de ce Rapport.

3.4.2.1.4 Il faut donc tenir dûment compte d'un certain nombre de facteurs économiques qui améliorent la capacité de la ressource orbite/spectre pour déterminer de quelle manière, et jusqu'à quel point, ils devraient être appliqués par l'UIT. Pour ce qui est des méthodes d'optimisation de l'équilibre entre les coûts de chaque réseau et la capacité totale de l'orbite/spectre, on a identifié les différentes possibilités suivantes:

- a) Etant donné le temps nécessaire, le coût d'une harmonisation efficace des réseaux à satellite dans le cadre de la planification examinée dans le Rapport de la RPC, est susceptible d'être faible par rapport au coût de construction et d'exploitation des réseaux eux-mêmes, aussi une telle harmonisation présentera-t-elle de grands avantages.
- b) Il ne serait pas nécessaire d'être rigoureux en matière de qualité de fonctionnement de l'équipement si la réglementation de l'accès au spectre radioélectrique sur l'orbite des satellites géostationnaires était fondée sur des prévisions de besoins raisonnablement précises.

- c) La demande de réseaux à satellite varie d'une paire de bandes de fréquences à une autre et, à l'intérieur d'une même paire de bandes de fréquences, elle varie d'un arc de l'orbite des satellites géostationnaires à un autre. Par conséquent, dans le cas où des contraintes sont appliquées aux caractéristiques des réseaux à satellite, on pourrait envisager de fixer, pour un certain nombre de bandes de fréquences et d'arcs orbitaux, des contraintes souples lorsque la demande est faible, et des contraintes plus rigoureuses quand la demande est élevée. Des études seront nécessaires entre les sessions afin de déterminer les moyens d'y parvenir, pour en décharger en particulier les réseaux peu complexes et d'une faible capacité.
- d) L'article 29 du Règlement des radiocommunications impose des contraintes à certaines caractéristiques du réseau (précision de maintien en position des satellites, par exemple) et le CCIR établit des Recommandations sur les principales caractéristiques de réseau (qualité de fonctionnement de l'antenne et dispersion d'énergie de la porteuse, par exemple). Ces mesures ont considérablement contribué à accroître l'efficacité d'utilisation de l'orbite des satellites géostationnaires. Il est certain que de tels moyens permettront de réaliser à l'avenir des progrès beaucoup plus importants. Toutefois, s'il devient nécessaire d'imposer de nouvelles contraintes obligatoires aux réseaux à satellite, il faut envisager de faire porter ces contraintes non sur des caractéristiques isolées mais sur le comportement conjugué de combinaisons de caractéristiques. On pourrait alors limiter le brouillage causé par un réseau à un autre réseau, tout en permettant au concepteur d'un réseau de se conformer à la contrainte imposée en choisissant, parmi toutes ces combinaisons de caractéristiques, celle qui s'est révélée la plus économique dans le cas particulier du réseau considéré.
- e) Lorsque les prévisions montrent qu'il faudra recommander une qualité de fonctionnement plus stricte pour une caractéristique importante des réseaux ou des contraintes obligatoires plus astreignantes, il convient de le faire savoir suffisamment à l'avance, compte tenu des délais exigés pour la conception et la fabrication de l'équipement nécessaire. Lorsqu'on prévoit qu'une amélioration importante de la qualité de fonctionnement sera nécessaire à long terme, il peut être souhaitable de l'introduire en deux étapes ou plus. Il serait bon que de tels changements soient décidés à intervalles réguliers, peut-être aux assemblées plénières du CCIR ou aux conférences administratives des radiocommunications qui ont lieu périodiquement et qui pourraient être programmées de manière à faire suite aux assemblées plénières du CCIR.
- f) Il est indispensable, lors de l'introduction de contraintes obligatoires plus strictes en ce qui concerne les réseaux, de prévoir de continuer à utiliser les équipements déjà en service qui ne sont pas encore parvenus à la fin de leur durée utile, quand bien même ceux-ci ne satisferaient pas aux nouvelles normes. Des dispositions analogues pourraient être nécessaires pour les équipements se trouvant à un stade de fabrication avancé au moment où il a été décidé d'imposer les nouvelles contraintes.

3.4.2.2. Facteurs multibande et multiservice

3.4.2.2.1 Dans certains réseaux à satellite, deux paires de bandes de fréquences doivent parfois être utilisées par le satellite pour des raisons techniques. L'utilisation par des satellites du service mobile maritime de bandes de fréquences du service fixe par satellite pour des liaisons de connexion illustre bien cette nécessité. Dans le cas analogue des satellites de radiodiffusion, il est nécessaire d'utiliser également une bande de fréquences du service fixe par satellite pour les liaisons de connexion.

3.4.2.2.2 Dans d'autres situations, il peut être économique ou souhaitable du point de vue de l'exploitation d'utiliser deux paires de bandes de fréquences ou plus pour un ou plusieurs services par satellite. Par exemple:

- on peut de cette façon augmenter la largeur de bande de travail d'un réseau à satellite. La capacité de connexion des circuits et des canaux radiofréquence augmenterait aussi si le couplage entre les bandes de fréquences en service était possible;
- le croisement entre les bandes de fréquences donne à la configuration du réseau une plus grande souplesse;
- la technique et la pratique consistant à associer plusieurs services spatiaux sur un seul satellite présente des avantages dans certains cas et devient de plus en plus courante. Cette pratique est particulièrement intéressante pour les pays qui ont besoin de plusieurs services spatiaux, mais qui ont besoin d'une capacité moyenne dans chaque service. Il se peut que les stations spatiales ayant deux usages ou plus n'utilisent séparément qu'une partie de la masse minimale de charge utile et de l'alimentation en énergie économiquement viable pour un satellite. En réunissant les équipements de deux services spatiaux sur un seul engin spatial, on peut réduire sensiblement le coût total du secteur spatial étant donné que des satellites lourds reviennent généralement moins cher à construire, à mettre en orbite et à commander, par unité de masse de charge utile, ainsi que du point de vue de l'alimentation en énergie.

3.4.2.2.3 Une telle utilisation de plusieurs bandes de fréquences pour un seul satellite devra évidemment être prise en compte lors de la coordination ou de la planification. Il se peut que son effet sur l'efficacité de l'utilisation de l'orbite des satellites géostationnaires soit limité. Ceci risque d'être le cas si une seule des paires de bandes de fréquences d'un satellite multibandes est fortement utilisée et si

- a) les autres bandes de ce satellite ne sont pas lourdement chargées au voisinage de cet emplacement;
- b) le satellite n'est pas confiné à cette position orbitale par des impératifs d'exploitation ou par un plan de fréquences et de positions orbitales.

3.4.2.2.4 Cependant, cette pratique peut nuire à l'efficacité de l'utilisation de l'orbite dans d'autres cas. Les espacements angulaires minimaux à respecter dans les différentes bandes de fréquences pour éviter que le brouillage entre réseaux dépasse la valeur admissible, seront probablement différents, d'où le risque que l'orbite ne soit pleinement utilisée que dans l'une des bandes de fréquences ou des paires de bandes. Si des satellites différents étaient utilisés pour chaque paire de bandes ou pour chaque différent service, on pourrait, après coordination ou planification, placer chacun d'eux sur la position orbitale optimale. Si un seul satellite était utilisé pour toutes les paires de bandes et tous les services, on devrait assigner au satellite une position orbitale de compromis, ce qui n'est probablement pas de nature à favoriser la coordination ou la planification optimale avec tous les autres réseaux.

3.4.2.2.5 On a suggéré deux stratégies propres à minimiser les conséquences de ce qui précède dans les cas où cela risquerait de donner lieu à une utilisation inefficace de l'orbite, à savoir:

- dans certaines configurations avec bandes multiples, on peut ajuster les paramètres du système de manière à réduire au minimum les pertes de la capacité globale de l'orbite et du spectre; cela consiste en général à égaliser les espacements angulaires à respecter dans les différentes bandes;
- il se peut que l'on puisse placer, entre deux satellites multibande, un satellite supplémentaire n'utilisant que l'une des deux paires de bandes dont sont dotés les satellites précités; cela peut en revanche obliger à procéder à un ajustement des caractéristiques et paramètres des réseaux à satellite.

Il est recommandé de tenir compte de ces deux stratégies possibles lorsque l'on détermine les caractéristiques et les paramètres de réseaux à satellite utilisant plus d'une paire de bandes de fréquences. En outre, il convient de noter qu'on peut recourir aux techniques de la méthode d'harmonisation M3 pour optimiser l'utilisation de l'orbite au voisinage d'un satellite complexe.

3.4.2.2.6 Néanmoins, il se peut que ces stratégies ne soient pas applicables d'une manière générale. Les administrations devraient en examiner avec soin les avantages et les inconvénients, pour les applications dans lesquelles elles peuvent être évitées d'un point de vue technique.

3.4.2.3 Emploi systématique des bandes de fréquences

3.4.2.3.1 Appariement des bandes de fréquences

3.4.2.3.1.1 La liaison de communication la plus courante du service fixe par satellite comprend l'émission d'une station terrienne vers une station spatiale, et la retransmission de cette dernière vers une autre station terrienne. En conséquence, le Tableau d'attribution des bandes de fréquences attribue plusieurs bandes de fréquences au service fixe par satellite soit pour le sens Terre vers espace soit pour le sens espace vers Terre. Bien que ces bandes de fréquences soient utilisées par paires, le Règlement des radiocommunications n'oblige pas un satellite à utiliser une bande particulière dans le sens Terre vers espace associée à une bande particulière dans le sens espace vers Terre. Toutefois, on admet que l'utilisation de l'OSG et du spectre des fréquences serait plus efficace et que la coordination des réseaux serait facilitée si des bandes particulières pour les sens Terre vers espace et espace vers Terre étaient attribuées par paires. On peut prévoir que la mise en oeuvre du principe de l'appariement des bandes n'ira pas sans difficultés. Cela étant, on est en droit de se demander s'il faut vraiment que les systèmes futurs fonctionnent d'une manière rigide conformément à une liste précise d'appariement de bandes.

3.4.2.3.1.2 Dans les systèmes actuels du service fixe par satellite on constate une normalisation très poussée en ce qui concerne l'appariement des bandes de fréquences, qui repose essentiellement sur les attributions de fréquences telles qu'elles existaient avant la CAMR-79, sur les difficultés de coordination avec les services de Terre et sur les besoins propres du service fixe par satellite. Il est évidemment nécessaire de respecter cette situation dans la mesure du possible et de tenir compte des besoins des réseaux à satellite au fonctionnement desquels d'autres appariements sont essentiels.

3.4.2.3.1.3 On envisage l'utilisation de bandes de fréquences supplémentaires attribuées par la CAMR-79 au service fixe par satellite pour la mise en oeuvre de futurs systèmes à satellites. Tout accord d'appariement dans ces bandes de fréquences supplémentaires devra tenir compte des besoins d'exploitation des futurs systèmes fixes à satellites, des différentes attributions de fréquences dans les différentes régions, et des contraintes de partage existant, dans les bandes concernées. En conséquence, toute liste précise d'appariement de fréquences qui pourrait être mise au point devrait servir de guide à suivre dans la mesure du possible, sans avoir un caractère réglementaire.

3.4.2.3.1.4 Le paragraphe 3.4 contient un certain nombre de considérations d'ordre technique relatives au choix de bandes pour l'appariement.

3.4.2.3.2 Fréquence de transposition pour les satellites à bande étroite

Il existe des satellites par exemple les satellites des services mobiles par satellite ayant des liaisons de connexion dans les bandes du service fixe par satellite, qui n'ont besoin que d'une fraction de la largeur de bande attribuée au service fixe par satellite. La coordination de plusieurs de ces satellites à bande étroite occupant la même partie de l'OSG serait facilitée si la fréquence effective de transposition entre la liaison montante et la liaison descendante était la même pour tous. De plus, il serait souhaitable de limiter au maximum le nombre des fréquences de transposition.

3.4.2.3.3 Utilisation de plusieurs paires de bandes de fréquences par un satellite

Dans certains réseaux à satellite, on peut avoir intérêt, tant du point de vue économique qu'opérationnel, à utiliser plus d'une paire de bandes de fréquences; cela peut, par exemple, permettre d'étendre la largeur de bande de travail du réseau, de faire accomplir plusieurs fonctions différentes par un même satellite ou d'augmenter les possibilités de connexion du réseau en permettant d'établir des communications entre des utilisateurs ayant différents secteurs terriens. Le couplage des répéteurs est essentiel pour certaines applications et ne doit pas être empêché par un système formel d'appariement de bandes.

3.4.2.3.4 Conclusions et recommandations

3.4.2.3.4.1 Des études supplémentaires, dont les résultats seront soumis à la CAMR-ORB(2), devraient être entreprises pendant la période inter-sessions, afin:

- 1) de déterminer l'intérêt potentiel des appariements de bandes de fréquences pour les travaux de la Conférence, et
- 2) d'établir, si nécessaire et si possible, une liste des appariements de bandes de fréquences du service fixe par satellite qui peuvent être utilisées pour guider les administrations, dans la mesure du possible, dans la conception et dans la mise en oeuvre des futurs systèmes à satellites.

3.4.2.3.4.2 Pour la mise au point de la liste d'appariements de bandes de fréquences dans le cadre des travaux sur les bandes de fréquences à planifier, les points techniques énumérés ci-après devraient être pris en considération:

- le rapport des fréquences médianes des bandes attribuées aux liaisons montantes et descendantes devrait de préférence être ni trop grand pour ne pas compliquer la conception des antennes, ni trop petit pour ne pas compliquer celle des duplexeurs;

- les bandes appariées, qui ne comprendront pas nécessairement la largeur de bande totale des attributions de fréquences, doivent dans la plupart des cas avoir la même largeur et le nombre des fréquences de transposition pour les bandes appariées doit être limité au maximum;
- il faudrait, si possible, éviter qu'une fréquence d'une bande soit un multiple simple d'une autre fréquence dans la bande à laquelle elle est appariée;
- les appariements déjà bien établis dans la pratique devraient être maintenus;
- dans la mesure du possible et si nécessaire, il faudrait envisager l'utilisation d'attributions du service fixe par satellite pour les liaisons de connexion en tenant dûment compte de l'utilisation actuelle du spectre par le service fixe par satellite;
- la pratique bien établie qui consiste à faire un croisement entre une paire de bandes et une autre paire dans un satellite multibande doit être poursuivie;
- les attributions du service fixe par satellite dans les sens Terre vers espace et espace vers Terre varient suivant les Régions de l'UIT.

3.4.2.4. Homogénéité d'utilisation de l'orbite

3.4.2.4.1 On obtiendrait l'utilisation la plus efficace de l'orbite si tous les satellites placés sur l'OSG, et en particulier ceux couvrant la même zone géographique et utilisant les mêmes bandes de fréquences, avaient les mêmes caractéristiques, autrement dit s'ils formaient un ensemble homogène. Toutefois, dans la pratique, les systèmes à satellites présenteront des différences.

3.4.2.4.2 La mesure dans laquelle la non-homogénéité peut nuire à l'utilisation efficace de l'OSG dépend de nombreux facteurs entrant dans la conception des systèmes à satellites. On peut obtenir une utilisation plus efficace de l'OSG si l'on tient compte des facteurs de non-homogénéité au stade de la conception des systèmes à satellites. Les paramètres du système qui devraient particulièrement retenir l'attention sont la p.i.r.e. du satellite et de la station terrienne, la zone de service, le gain du répéteur, le facteur de qualité (G/T) de la station terrienne et l'immunité relative de la méthode de modulation à l'égard des brouillages, etc. Même si ces paramètres fondamentaux ne sont pas rendus homogènes, on peut atténuer leurs effets sur les besoins de séparation orbitale des satellites par un compromis judicieux entre la p.i.r.e. et la sensibilité des récepteurs des réseaux utilisant des satellites adjacents. Aussi faut-il réduire la non-homogénéité chaque fois que c'est possible. Toutefois, la suppression complète de la non-homogénéité n'est pas compatible avec un emploi économique du service fixe par satellite pour les nombreuses applications auxquelles il est destiné.

3.4.2.4.3 Des études ont montré qu'en principe, on peut atténuer l'effet de la non-homogénéité en séparant par subdivision de l'orbite ou segmentation du spectre les émissions très incompatibles.

3.4.2.4.4 La subdivision de l'orbite permettrait sans doute une réduction de la non-homogénéité sans imposer de limites aux caractéristiques des systèmes. Cependant, elle imposerait probablement des contraintes au choix des emplacements orbitaux des satellites. De telles contraintes pourraient ne pas avoir de conséquences notables dans les arcs de l'OSG où la demande d'accès est faible, mais des problèmes sérieux pourraient surgir dans le cas des réseaux desservant une zone très grande ou de latitude élevée étant donné qu'ils ont de petits arcs de service. La subdivision de l'orbite risque de diminuer considérablement les avantages qui, sans elle, pourraient découler de l'emploi d'une géométrie à faisceaux croisés pour augmenter la capacité de l'orbite en satellites à faisceau ponctuel. De plus, pour éviter une non-homogénéité grave à la jonction entre les secteurs, il faudrait sans doute prévoir des arcs de garde, mais ceux-ci diminueraient sensiblement les avantages pouvant être tirés de la réduction de la non-homogénéité à l'intérieur des secteurs.

3.4.2.4.5 La subdivision de l'orbite pourrait présenter d'autres avantages, en particulier lorsque les services nécessaires à l'intérieur d'une zone géographique déterminée sont harmonisés ou lorsqu'il y a des différences régionales dans les attributions de fréquences. Un complément d'étude des avantages et des inconvénients de la subdivision de l'orbite est nécessaire; cette étude devrait être faite au cours de la période intersession, afin que les résultats puissent être communiqués à la seconde session de la Conférence.

3.4.2.4.6 Il est probable que la segmentation du spectre permettra également de réduire sensiblement la non-homogénéité. Ce sujet est examiné plus en détail au paragraphe 3.4.3.4.4.

3.4.2.4.7 Une autre méthode consiste à imposer des limites à certaines caractéristiques des systèmes dans certaines des bandes de fréquences attribuées au service fixe par satellite en utilisant autant que possible des paramètres et des critères techniques unifiés. L'impact économique de cette méthode sur les systèmes pourrait être limité si cette méthode était associée à la subdivision de l'orbite et/ou à la segmentation du spectre.

3.4.2.5 Couverture globale et petits arcs de service

3.4.2.5.1 Introduction

Certains systèmes de télécommunication par satellite doivent assurer la couverture d'une grande partie ou de l'ensemble de la partie visible de la Terre. Parmi ces systèmes figurent des systèmes régionaux et internationaux importants et peut-être aussi des systèmes nationaux couvrant des territoires dispersés ou étendus ou des zones habitées dispersées.

3.4.2.5.2 Faisceaux couvrant des zones très étendues

3.4.2.5.2.1 L'utilisation, par des satellites, de faisceaux à couverture globale est actuellement un moyen courant d'assurer une telle couverture. Toutefois, ces faisceaux ne constituent généralement pas la méthode la plus satisfaisante pour utiliser efficacement la ressource orbite/spectre car ils limitent la possibilité d'utiliser la séparation de zone de service pour réduire l'espacement entre satellites et introduire une non-homogénéité par rapport aux systèmes utilisant des faisceaux ponctuels.

3.4.2.5.2.2 De plus, l'"arc de visibilité mutuelle" qui, dans un système du service fixe par satellite, est limité à l'"arc de service" par d'autres contraintes, est une limite absolue pour le choix d'une position orbitale si le service doit être assuré entre deux stations terriennes quelconques aux extrémités de la (des) zone(s) de service et à un angle de site minimal nominal de 3° à la surface de la Terre (voir numéro 2550 du RR).

3.4.2.5.3 Utilisation des liaisons intersatellites (LIS)

3.4.2.5.3.1 En raison de contraintes de partage, certaines parties de l'OSG peuvent ne pas être disponibles pour l'utilisation de satellites en vue de fournir des réseaux du service fixe par satellite dans des systèmes ayant une zone de couverture globale ou très étendue. Une solution possible est l'utilisation de relais directs satellite-satellite. De cette façon, un satellite desservant des stations terriennes très dispersées en longitude, et ayant donc un arc de service inévitablement petit, peut être remplacé par deux satellites avec interconnexions directes, chacun avec un grand arc de service, ce qui donne une plus grande souplesse pour le choix d'une position orbitale. L'utilisation des liaisons inter-satellites (LIS), parmi d'autres techniques, peut faciliter la coordination entre les systèmes à zone de couverture globale ou étendue et les systèmes à zone de couverture nationale ou à petite zone de couverture dans la mesure où ces liaisons réduisent la non homogénéité grâce à des zones de couverture réduites et à des valeurs de p.i.r.e. plus élevées.

3.4.2.5.3.2 L'introduction de LIS dépend toutefois de considérations techniques et économiques ainsi que de la possibilité d'utiliser des technologies suffisamment perfectionnées.

3.4.2.5.3.3 La faisabilité technique de l'utilisation de LIS a déjà été démontrée par des expériences. Toutefois, à court et à moyen termes, l'utilisation de LIS pour assurer la couverture de zones étendues risque d'être pénalisée de façon importante au niveau de la mise en oeuvre et du point de vue économique. En conséquence, l'utilisation de LIS pour réduire le besoin de faisceaux à couverture globale n'est pas envisagée actuellement comme une solution pratique et ne justifie donc pas une étude spécifique pendant la période intercession. A long terme, les LIS peuvent devenir intéressantes du point de vue économique pour certaines applications. C'est pourquoi il serait bon que le CCIR poursuive l'étude de leurs caractéristiques, de leurs avantages et de leurs inconvénients.

3.4.2.5.4 Conclusions

3.4.2.5.4.1 Il est très souhaitable de n'utiliser les faisceaux à couverture globale qu'en cas de nécessité absolue, et de limiter leur utilisation, dans la mesure du possible, à une partie spécifiée d'une bande attribuée, ce qui facilite l'harmonisation du spectre. Des études et des expériences doivent être entreprises en vue de mettre au point un système plus efficace qui remplacera, à moyen ou à long terme, ce type de faisceaux.

3.4.2.5.4.2 Les besoins de systèmes à satellites à couverture globale et autres qui couvrent une zone étendue, qui sont différents de ceux des systèmes à satellites qui n'ont qu'une couverture limitée, doivent être dûment pris en compte.

3.4.2.5.4.3 En conclusion, l'utilisation de liaisons intersatellites n'offrira pas une solution de remplacement viable à l'utilisation des faisceaux à couverture globale au moins pendant les 10 à 15 prochaines années et ce, pour la plupart des applications. En conséquence, l'utilisation de faisceaux à couverture globale se justifie. On peut prévoir qu'ils continueront à être utilisés pendant très longtemps, mais leur utilisation doit être limitée au minimum nécessaire.

3.4.2.6 Exploitation avec inversion des bandes

3.4.2.6.1 Il est possible d'utiliser la même bande de fréquences pour les liaisons montantes vers un satellite et pour les liaisons descendantes en provenance d'un autre satellite, si les caractéristiques de l'antenne en dehors de l'axe sont appropriées dans les deux satellites, s'il existe une certaine séparation orbitale minimale entre les satellites et une séparation suffisante entre les stations terriennes des deux réseaux. En combinaison avec l'exploitation de type classique, l'exploitation avec inversion des bandes (IB) pourrait offrir des possibilités importantes de développer les ressources pour le service fixe par satellite. Il est confirmé dans une étude que ces possibilités pourraient effectivement être obtenues si l'on pouvait résoudre le problème des brouillages causés aux services de Terre et par ces services.

3.4.2.6.2 L'application de cette méthode n'offre pas de difficultés dans le contexte technologique actuel, encore qu'elle impose certaines contraintes supplémentaires à la coordination avec les systèmes qui partagent actuellement les mêmes bandes de fréquences.

3.4.2.6.3 L'exploitation d'une bande de fréquences dans les deux sens donne lieu à des trajets de brouillage supplémentaires qui ne se produisent pas lorsque les bandes sont utilisées dans un seul sens. Après des études récentes dans lesquelles elle a examiné ces nouveaux cas de brouillage, une administration a conclu:

- a) qu'il ne se posera aucun problème insurmontable de brouillage avec les services de Terre pour un angle de site minimum d'environ 40° pour les stations terriennes en bordure de la zone de couverture du satellite, étant donné le bon réglage des caractéristiques de lobes latéraux des antennes des stations terriennes et spatiales;
- b) que la distance requise entre des stations terriennes utilisant une paire de bandes de fréquences dans des directions opposées ne sera pas supérieure à la distance type nécessaire entre des stations terriennes et des stations de faisceaux hertziens;
- c) que les difficultés associées au trajet de brouillage antipodal peuvent être considérablement réduites grâce à une disposition des zones de faisceau et/ou des positions des satellites fonctionnant en mode IB telle que les faisceaux pointés vers l'équateur soient décalés d'au moins la moitié de l'ouverture à 3 dB par rapport au limbe équatorial de la Terre (pour un faisceau de 2° utilisant les caractéristiques d'antenne de satellite indiquées dans le Rapport 558-2 du CCIR).

3.4.2.6.4 Ces restrictions s'appliqueront tout naturellement dans le cas d'utilisation régionale ou nationale, notamment dans des pays à basse latitude où les taux relativement élevés de précipitation et la géométrie des systèmes imposent de grands angles de site. En fait, dans les situations examinées dans les études mentionnées ci-dessus, les angles de site relativement élevés admis pour la station terrienne permettraient de surmonter les difficultés liées au brouillage par des satellites situés aux antipodes.

3.4.2.6.5 Il ressort des considérations qui précèdent que la technique d'exploitation avec inversion des bandes, si elle est soigneusement mise en oeuvre, permettrait d'augmenter considérablement la ressource spectre/orbite pour le service fixe par satellite. Les problèmes de mise en oeuvre doivent faire l'objet d'études inter-session. Ces études doivent être centrées principalement sur les systèmes nationaux ou régionaux. Il convient d'examiner:

- les problèmes pouvant résulter de différences d'attribution des bandes de fréquences entre Régions;
- la nécessité éventuelle d'adopter des méthodes de coordination non visées à l'appendice 28 et à l'appendice 29;
- la mesure dans laquelle l'introduction de l'IB permettrait d'augmenter les possibilités de la ressource orbite/spectre dont dispose le service fixe par satellite;
- l'incidence de l'introduction de l'IB sur la liberté de placer les stations terriennes à l'intérieur d'une zone de service et la possibilité de repositionner les satellites;
- la subdivision des bilans de brouillage admissible entre les brouillages dus à des réseaux du service fixe par satellite fonctionnant dans le même mode d'exploitation (avec ou sans inversion des bandes de fréquences) et les brouillages dus à des réseaux du service fixe par satellite utilisant l'autre mode d'exploitation (en sens inverse);
- le meilleur moyen de faciliter l'exploitation en partage des réseaux à satellite utilisant l'IB et des services de Terre;
- la solution la plus avantageuse sur le plan économique pour utiliser l'IB;
- les moyens à élaborer pour éliminer les brouillages causés aux services de Terre et par ces services.

3.4.2.6.6 Il serait intéressant de procéder à des expériences pour confirmer le résultat de ces études. L'incidence de l'exploitation avec inversion des bandes sur le partage entre le service fixe par satellite et les services de Terre est examinée dans le paragraphe 5.2.6.

3.4.2.7 Discrimination de polarisation

3.4.2.7.1 L'utilisation de polarisation rectilignes orthogonales ou de polarisations circulaires permet d'obtenir une discrimination entre deux émissions réalisées dans la même bande de fréquences en provenance et à destination du même satellite ou de satellites différents occupant la même position orbitale nominale.

3.4.2.7.2 La meilleure façon de tirer parti de la discrimination de polarisation est la réutilisation de fréquence à bord d'un même satellite où l'on peut le mieux contrôler l'orthogonalité des polarisations près de l'axe du faisceau. On peut ainsi presque doubler la capacité de chaque largeur de bande unitaire. La polarisation orthogonale entre satellites différents occupant le même emplacement orbital peut aussi être bénéfique.

3.4.2.7.3 Si les polarisations de deux satellites adjacents sont orthogonales, on doit pouvoir tirer parti de la discrimination de polarisation dans les lobes latéraux des antennes des stations terriennes pour réduire les brouillages entre réseaux à satellite et pour diminuer l'espacement nécessaire entre satellites. La discrimination précitée que l'on peut ainsi obtenir sera faible, mais, ne fût-elle que de quelques décibels, elle autorisera une réduction notable de l'espacement des satellites. Il sera toutefois impossible de tirer pratiquement parti de cet avantage de façon systématique tant que l'on n'aura pas défini les caractéristiques de polarisation auxquelles donner la préférence. Il faudrait à cet égard faire un choix entre la polarisation rectiligne et la polarisation circulaire, et, dans le premier cas, définir les plans de polarisation préférés. Pour le moment, on ne possède pas suffisamment de données pour pouvoir faire de tels choix.

3.4.2.7.4 Il n'est en général pas possible de tirer parti de la discrimination de polarisation qu'il s'agisse de satellites occupant la même position ou des positions adjacentes dès lors que l'un ou les deux utilisent une double polarisation du même type dans leur propre réseau. Toutefois, dans certaines conditions, cette discrimination, associée à l'entrelacement des porteuses, peut apporter quelques avantages.

3.4.2.7.5 Il convient d'effectuer des études au cours de la période inter-session afin de déterminer le parti que l'on peut tirer:

- a) de la discrimination de polarisation entre satellites occupant la même position nominale, utilisant une seule polarisation et desservant différentes zones de couverture; et
- b) entre satellites adjacents, desservant éventuellement la même zone de couverture, utilisant tous deux une seule polarisation.

3.4.2.8 Climat et propagation radioélectrique

3.4.2.8.1 Les effets de la propagation sont d'une grande importance dans la planification de l'utilisation des satellites géostationnaires pour divers services radioélectriques. Il est reconnu que l'affaiblissement de propagation dans les zones à très forte pluviométrie impose des contraintes supplémentaires dans la conception des systèmes à satellites dans les bandes de fréquences supérieures à 10 GHz. Par ailleurs, la pluie affecte également les caractéristiques de polarisation du système.

3.4.2.8.2 En général, l'affaiblissement dû à la pluie est négligeable pour les fréquences inférieures à environ 5 GHz, mais il constitue un facteur très important pour les systèmes fonctionnant à plus de 10 GHz. Les zones P et N de précipitations correspondent principalement à des pays situés à des latitudes basses ou moyennes et particulièrement à ceux des régions tropicales et équatoriales. Les stations situées dans de telles régions devraient être conçues de manière à tenir compte des effets de l'affaiblissement dû à la pluie dans les bandes de fréquences élevées. De plus, les stations fonctionnant à ces fréquences, situées dans des territoires à hautes latitudes, pourraient être défavorablement affectées par les précipitations, en particulier lorsque le satellite est vu sous un faible angle de site. Les tempêtes de sable peuvent aussi être un facteur important dans certaines régions, telles que les déserts, et pour les bandes de fréquences supérieures à 10 GHz.

3.4.2.8.3 La neige, et surtout la neige sèche, a beaucoup moins d'effet que de fortes pluies, mais la neige mouillée peut causer un affaiblissement appréciable. De même, un dépôt de neige sur l'antenne et le système d'alimentation peut avoir de plus graves conséquences que de fortes pluies.

3.4.2.9 Mise en place de satellites de réserve en orbite

La mise en place de satellites de réserve en orbite diminue fortement les dangers de grave perte de disponibilité des systèmes à satellites à la suite de défaillances d'engins spatiaux en service. Trois situations se présentent couramment à cet égard:

- a) Grâce à des dispositions de télécommande et de télémétrie appropriées, un satellite de réserve peut être installé au même emplacement que le satellite opérationnel. Dans ce cas, le satellite de réserve n'augmente en rien les besoins du système en ce qui concerne l'orbite ou le spectre.
- b) Si un satellite de réserve commun est utilisé pour protéger les services assurés par deux (ou davantage) satellites opérationnels situés à proximité les uns des autres sur l'orbite, l'installation du satellite de réserve au même point que l'un des satellites opérationnels ne serait pas satisfaisante. Dans ce cas en effet, il ne serait pas possible de transférer sur le satellite de réserve les services assurés par l'un des satellites opérationnels qui ne serait pas installé sur la même position sans commencer par déplacer le satellite de réserve pour l'amener de sa position nominale jusqu'à la position du satellite défaillant. De ce fait, la durée d'interruption du service risquerait d'être longue, le volume du carburant consommé serait important, sans parler des possibilités de brouillage avec d'autres satellites au cours du changement de position orbitale. Un satellite de réserve commun devrait occuper sur l'orbite un emplacement planifié ou coordonné qui lui soit propre ce qui permettrait un rapide transfert du service entre le satellite défaillant et le satellite de réserve. Cette méthode augmente manifestement l'occupation totale de l'orbite/spectre du système sans entraîner d'augmentation correspondante du volume de trafic écoulé.
- c) Cependant, il est de pratique courante qu'un satellite de réserve achemine du trafic non prioritaire lorsqu'il n'écoule pas le trafic transféré d'un satellite défaillant. Utilisé ainsi, un satellite de réserve doit occuper sur l'orbite un emplacement propre, ce qui augmente l'occupation totale de l'orbite/spectre du système mais augmente en même temps le volume total du trafic écoulé.

3.4.2.10 Fonctions du service d'exploitation spatiale pour le service fixe par satellite

3.4.2.10.1 Avec ses fonctions de poursuite, de télémétrie et de télécommande, le service d'exploitation spatiale permet d'exécuter pour les missions spatiales, des opérations à la fois cruciales et de routine. Dans de nombreux cas, les services accomplis dans les bandes du service d'exploitation spatiale sont de courte durée (par exemple, les opérations de lancement et de positionnement); ils sont ensuite généralement effectués dans des bandes différentes de celles qui sont attribuées au service d'exploitation spatiale (par exemple, les bandes de mission du satellite).

3.4.2.10.2 Les phases de mise à poste et de changement de poste des satellites géostationnaires vont se multiplier et leur durée individuelle pourrait augmenter au cours des prochaines années. Etant donné l'importance du service d'exploitation spatiale dans ces phases, il est nécessaire d'examiner les besoins de fréquence avec autant de soin qu'on le fait pour les phases d'utilisation normale.

3.4.2.10.3 Pour diminuer les risques de brouillage réciproque entre les satellites déjà en poste et les satellites en cours de manoeuvre, deux solutions sont possibles. L'une des solutions est l'emploi de fréquences choisies dans les bandes attribuées au service d'exploitation spatiale pour le satellite en cours de manoeuvre.

3.4.2.10.4 Une autre solution, qui pourrait être plus avantageuse sur le plan économique et pour l'utilisation optimale du spectre, est l'emploi de fréquences choisies dans chacune des bandes attribuées au service fixe par satellite. Les administrations concernées détermineraient pour chaque système les bandes qui doivent être utilisées pour les fonctions d'exploitation spatiale.

3.4.2.10.5 La possibilité de réserver une sous-bande pour les fonctions d'exploitation au cours du lancement et des manoeuvres devra faire l'objet d'études ultérieures au CCIR, en même temps que les autres solutions possibles. Ces études devraient tenir compte des procédures habituelles et des besoins des réseaux de poursuite mondiaux.

3.4.2.11 Sources de brouillage physique

3.4.2.11.1 Sur l'orbite des satellites géostationnaires, il existe un danger de collision avec des satellites en activité et un risque de blocage des faisceaux des satellites opérationnels dus à la présence d'objets artificiels non contrôlés. Dans les conditions actuelles, la probabilité de telles interférences est très faible malgré l'augmentation prévue du nombre des satellites. Il conviendrait donc de prier instamment le CCIR de faire en sorte que, pendant la période inter-session, l'on parvienne à une meilleure connaissance de ce processus de collision, ce qui permettra:

- de préciser les aspects pertinents de ce qui à l'heure actuelle est considéré comme un problème théorique;
- d'évaluer les risques futurs que pourrait présenter ce phénomène, et
- d'élaborer une recommandation visant à résoudre ce problème si les résultats des études entreprises justifient la poursuite de l'action dans ce domaine.

3.4.2.11.2 La seconde session de la CAMR-ORB est invitée à étudier les progrès réalisés dans ces études par le CCIR.

3.4.3 Optimisation de la disposition des satellites et des émissions du service fixe par satellite

3.4.3.1 Arc visible et arc de service

3.4.3.1.1 L'arc de l'orbite des satellites géostationnaires le long duquel un satellite doit être situé pour mener à bien sa mission est déterminé par l'"arc visible" et l'"arc de service" du réseau. Le concept de ces termes est expliqué dans les appendices 3 et 4 du Règlement des radiocommunications.

3.4.3.1.2 Un satellite situé en n'importe quel point de l'arc visible doit être visible sous un angle de site d'au moins 10° à partir des stations terriennes du réseau. (Il convient de noter que le Rapport 204 du CCIR contient une définition de l'"arc visible" qui n'est pas exactement conforme à l'emploi qui est fait de ce terme dans le Règlement des radiocommunications). Cet arc visible sera court dans certaines situations géographiques, notamment si la zone de service est très allongée dans le sens est-ouest ou si elle comprend des territoires situés sous des latitudes élevées. Pour de petites zones de service, non situées sous des latitudes élevées, l'arc visible sera très long.

3.4.3.1.3 L'arc de service est l'arc de l'orbite le long duquel la station spatiale pourrait assurer le service requis. Idéalement, cet arc peut être aussi long que l'arc visible aux premiers stades de la conception d'un réseau à satellite; il peut même être plus long si un angle de site de moins de 10° est acceptable pour les stations terriennes. Si le climat de la zone de service comporte de fortes précipitations, telles que les performances seraient gravement détériorées sous de petits angles de site, l'administration responsable du réseau peut déterminer l'arc de service initial de manière que l'angle de site minimal des stations terriennes soit supérieur à 10° , notamment si l'on doit utiliser des bandes de fréquences au-dessus de 10 GHz. Une limitation de ce type peut aussi être appropriée si la zone de service est exposée à des tempêtes de sable ou de poussière; toutefois, on connaît encore mal l'effet sur la propagation par trajets obliques de la présence du sable ou de la poussière dans l'atmosphère.

3.4.3.1.4 En présence d'effets d'écran du terrain, c'est-à-dire lorsque les trajets de propagation entre les stations terriennes et le satellite sous de petits angles de site risquent d'être arrêtés par des reliefs montagneux, il est possible de déterminer l'arc visible en tenant compte de l'angle de site de l'horizon réel vu à partir de toutes les stations terriennes du réseau. Toutefois, il se peut que cela ne soit pas toujours possible, étant donné que l'on ne connaît pas forcément l'emplacement de certaines des stations terriennes au moment où les caractéristiques du réseau sont déterminées pour la première fois. En pareil cas, il peut être souhaitable de ne pas tenir compte des effets d'écran du terrain lorsque l'on détermine l'arc visible, et de déterminer l'arc de service initial de telle sorte que l'angle de site à toutes les stations terriennes ne restreigne pas indûment l'emplacement éventuel des stations terriennes. Dans un pays très montagneux, on pourrait prendre 30° comme valeur appropriée pour l'angle de site minimal, sauf si le pays a une latitude trop élevée pour permettre de prendre une telle valeur.

3.4.3.2 Brouillage admissible

3.4.3.2.1 On procède comme suit pour réglementer les brouillages résultant du partage entre des réseaux du service fixe par satellite, sans abaisser la qualité de fonctionnement des circuits en dessous des objectifs recommandés:

- on définit un circuit fictif de référence (CFR) ou son équivalent;
- on détermine pour ce circuit un niveau maximal de dégradation totale due à toutes les sources;
- une certaine fraction de ce niveau de dégradation est attribuée au brouillage causé par tous les autres réseaux du service fixe par satellite: on obtient ainsi "le brouillage admissible total";
- on recommande qu'une certaine fraction de ce brouillage admissible total soit considérée comme le brouillage qu'un réseau donné peut accepter de l'un quelconque des autres réseaux. Cela donne la valeur du brouillage causé par "une seule source" (ou brouillage individuel);
- on procède à une coordination des fréquences, afin de faire en sorte que la limite due à une seule source ne soit pas dépassée; la relation entre cette valeur et le brouillage admissible total est choisie de telle sorte que la somme des valeurs dues à une seule source ne dépasse pas le brouillage admissible total.

3.4.3.2.2 Les circuits fictifs de référence (CFR) sont définis pour différents types de circuits (analogiques, numériques, téléphoniques, télévision) dans les Recommandations pertinentes du CCIR. Pour ces CFR, on a établi des tolérances spécifiques pour les niveaux de brouillage admissible. Pour ne citer qu'un seul exemple, la Recommandation 353-4 (MOD I) recommande que la puissance de bruit dans une voie téléphonique quelconque d'un système MRF-MF conforme au CFR défini dans la Recommandation 352-4 ne dépasse pas 10 000 pWOp pendant plus de 20% d'un mois quelconque. La Recommandation 466-3 (MOD I) recommande que le niveau de bruit dans un tel circuit, sous l'effet du brouillage causé par les autres réseaux du service fixe par satellite, ne dépasse pas 2 000 pWOp dans les mêmes conditions et que le niveau maximal de brouillage en provenance d'un seul réseau (la valeur pour une seule source de brouillage) ne dépasse pas 600 pWOp. A titre exceptionnel, le niveau maximal du brouillage admissible devrait être maintenu à 1 000 pWOp pour les réseaux ayant fait l'objet d'une publication anticipée en 1978 et la limite correspondante pour le brouillage d'une seule source serait de 400 pWOp.

3.4.3.2.3 Des études de très grande ampleur se poursuivent afin de déterminer ce qu'est un niveau de brouillage acceptable. Le gain des antennes de station terrienne et de station spatiale diminue quand l'angle par rapport à la direction du gain maximum augmente. Ces caractéristiques des antennes peuvent être le seul facteur d'isolement entre les réseaux, auquel cas il existe une relation de variation inverse entre le niveau de brouillage et l'angle de séparation. Ainsi, plus le niveau de brouillage admissible est élevé entre deux réseaux qui desservent la même zone ou des zones adjacentes de la surface terrestre, plus petit peut être l'arc de séparation orbitale entre les stations spatiales des deux réseaux. De la même façon, plus le brouillage admissible est élevé entre deux réseaux dont les stations spatiales occupent à peu près la même position orbitale et desservent des zones différentes de la surface terrestre au moyen d'une antenne à faisceau étroit, plus ces zones de service peuvent être proches les unes des autres; on peut alors réutiliser la bande de fréquences un plus grand nombre de fois dans différentes parties du monde.

3.4.3.2.4 Le brouillage total causé à un réseau du service fixe par satellite ou d'autres services qui font appel à un grand nombre de satellites est la résultante des contributions apportées par de nombreux autres réseaux. Il s'agit de déterminer la valeur de chacun de ces brouillages individuels de telle manière que leur total ne dépasse pas sensiblement le niveau que le réseau est capable d'absorber de par sa conception. La solution dépend de la méthode appliquée pour coordonner ou planifier l'utilisation de l'orbite et du spectre.

3.4.3.2.5 L'article 13 du Règlement des radiocommunications prescrit une coordination bilatérale des caractéristiques de tous les réseaux à satellite nouveaux ou modifiés et celles des autres réseaux, si l'essai décrit dans l'appendice 29, quant à la nécessité d'une coordination, donne un résultat positif. Ce processus de coordination bilatérale permet de limiter à une valeur prédéterminée le niveau de brouillage dû à une seule source dans le cas le plus défavorable, entre le réseau considéré et chacun des autres réseaux. Le rapport entre le niveau du brouillage admissible total et la valeur maximale due à une seule source doit être choisie de telle manière que cette valeur maximale soit aussi grande que possible sans que le total de tous les brouillages individuels dépasse le brouillage admissible total dans le cas le plus défavorable.

3.4.3.2.6 Etant donné que les valeurs recommandées par le CCIR ont une influence sur le nombre de satellites qui peuvent être mis sur orbite, le CCIR entreprend des études dans ce domaine. On estime par exemple, que l'augmentation du niveau de brouillage admissible dans les réseaux MRF-MF de 2 000 à 2 500 pWOp, permet de réduire utilement la séparation entre satellites exploités uniquement dans ce mode.

3.4.3.2.7 Mais il y a aussi des inconvénients:

- l'exploitant du système maîtrise beaucoup moins bien la qualité de fonctionnement de son système;
- le brouillage prend des formes diverses et peut conduire à des types de dégradations qu'il n'est pas possible de limiter facilement en imposant une restriction à la puissance de bruit dans les voies; par exemple, des brouillages impulsifs pourraient apparaître;
- la capacité de transmission des satellites se trouve réduite si leurs caractéristiques restent inchangées;
- la présence d'un fort brouillage externe réduit les possibilités de réutilisation des fréquences à l'intérieur d'un réseau à satellite, procédé qui constitue en lui-même un moyen extrêmement puissant d'accroître l'efficacité d'utilisation de l'orbite-spectre.

3.4.3.2.8 Afin d'augmenter le nombre de satellites pouvant partager l'OSG, il convient de faire passer de 2 000 à 2 500 pWOp¹ la puissance totale admissible de bruit dû au brouillage dans n'importe quel canal d'un circuit fictif de référence (CFR) d'un satellite MRF/MF. On pourrait aussi augmenter le niveau de bruit admissible dû à une seule source de brouillage, qui est actuellement de 600 pWOp. Des études sont toutefois nécessaires pour définir avec plus de précision quel rôle jouera à l'avenir la limite de brouillage dû à une seule source quand les réseaux à satellite auront tendance à être limités du point de vue du brouillage. Les études devront aussi déterminer la valeur optimale de la limite de brouillage dû à une seule source qui correspondrait à un niveau total de brouillage de 2 500 pWOp. Il convient également d'examiner la nécessité éventuelle d'une révision de la valeur de seuil $\Delta T/T$ donnée dans l'appendice 29 du Règlement des radiocommunications, par suite de toute proposition d'augmenter la limite de brouillage dû à une seule source. Il faudra prendre des dispositions pour libérer les réseaux existants des répercussions qu'entraîneront des niveaux de brouillage plus élevés. Enfin, il convient de déterminer l'opportunité éventuelle d'une révision des niveaux de brouillage admissibles pour les systèmes numériques et d'étudier la question de la compatibilité des niveaux admissibles de brouillage nouvellement fixés pour la téléphonie MRF/MF, avec les niveaux correspondants pour la télévision MF analogique recommandés dans la Recommandation 483 du CCIR. Ces travaux devraient être effectués pendant la période inter-sessions.

3.4.3.3 Estimation du brouillage potentiel dans la phase de publication anticipée

3.4.3.3.1 Les calculs de brouillage dans la "phase de publication anticipée" s'effectuent conformément à l'appendice 29 et sont fondés sur les données concernant les réseaux à satellite ayant fait l'objet d'une publication conformément à l'appendice 4. En raison du caractère général de ces données, les résultats des calculs ne sont pas très précis; néanmoins, s'ils doivent être effectués pour de nombreux réseaux, ils risquent de représenter un travail considérable.

¹ Cette valeur pourra être précisée en fonction des résultats des études inter-sessions.

3.4.3.3.2 Le calcul permet d'obtenir l'accroissement relatif de la température de bruit équivalente $\Delta T/T$ du réseau à satellite brouillé. Si le rapport $\Delta T/T$ est supérieur à la valeur seuil de 4%, on estime alors, conformément aux dispositions de l'actuel Règlement des radiocommunications, que le brouillage est susceptible d'être dépassé, ce qui détermine la nécessité d'une coordination.

3.4.3.3.3 A ce stade, et dans certains cas, les administrations peuvent évaluer la situation réelle de brouillage en échangeant des données supplémentaires. Normalement, cette évaluation sera effectuée dans la "phase de coordination" lorsque les données plus détaillées précisées à l'appendice 3 seront disponibles. En plus des valeurs des rapports $\Delta T/T$, les niveaux du brouillage réel provoqué par les porteuses des deux réseaux peuvent alors être calculés.

3.4.3.3.4 Il est clair que les valeurs appropriées du seuil du rapport $\Delta T/T$ et les valeurs du brouillage admissible dû à une seule source par rapport à la valeur totale de brouillage, ainsi que les méthodes de calcul, revêtent une importance déterminante dans l'actuel processus de coordination. L'expérience a montré que dans de nombreux cas la valeur seuil actuelle de 4% pour le critère $\Delta T/T$ était trop basse. Cela a conduit à des demandes de coordination inutiles imposant une charge de travail supplémentaire aux administrations et à l'IFRB. Il est vrai aussi que les calculs demandent beaucoup de temps. En outre, il est probable que les données de l'appendice 4 ne sont pas d'un grand intérêt pour déterminer si une demande de coordination est nécessaire. De plus, comme il a déjà été mentionné ailleurs, des niveaux de brouillage supérieurs doivent pouvoir être acceptés.

3.4.3.3.5 Des études portant sur les aspects techniques des procédures de coordination sont nécessaires.

- a) Si les principes de base des procédures actuelles devaient être maintenus, il serait souhaitable, d'un point de vue technique, d'entreprendre les études suivantes:
 - possibilité d'une valeur seuil plus élevée de $\Delta T/T$, en tenant aussi compte du fait qu'à l'avenir des valeurs de brouillage plus élevées pourront devoir être acceptées,
 - élaboration de méthodes de calcul de brouillage plus simples mais cependant précises.
- b) Etant donné que le niveau potentiel de brouillage dépend du type des différentes porteuses brouilleuses, on pourrait envisager d'établir, pour les calculs de coordination, une classification normalisée des types de porteuse. Suivant la combinaison de ces porteuses normalisées, on pourrait fixer plusieurs valeurs de seuil pour le rapport $\Delta T/T$. Cela permettrait d'identifier avec plus de précision les réseaux affectés.

Il apparait toutefois que cette méthode nécessiterait davantage de données que celles spécifiées dans l'appendice 4. L'observation stricte d'une méthode à valeur $\Delta T/T$ variable pourrait poser des difficultés dans le cas de modifications tardives du plan des répéteurs.

Dans ce type de méthode, il serait souhaitable, du point de vue technique, d'étudier quels avantages on aurait à prendre plusieurs valeurs de seuil pour le rapport $\Delta T/T$ et quelles devraient être ces valeurs.

3.4.3.4 Mesures techniques pour l'harmonisation du positionnement de certains satellites voisins

3.4.3.4.1 Introduction

3.4.3.4.1.1 L'objet de la phase d'harmonisation est d'identifier et de résoudre les problèmes posés par les interactions du système selon les critères techniques et opérationnels agréés. Cette phase est particulièrement importante lorsque des conflits apparents sont notés durant la phase d'identification. Pendant la phase d'harmonisation le seuil admis pour l'identification du brouillage potentiel entre les systèmes est appliqué, après quoi vient un processus d'harmonisation de toutes les incompatibilités.

3.4.3.4.1.2 Ce qui suit est une description des mesures techniques qui permettent d'obtenir une harmonisation efficace des réseaux qui causent des brouillages et qui utilisent des positions orbitales adjacentes ou voisines. Les moyens de combiner ces diverses mesures sont examinés au paragraphe 3.4.3.5. Ces mesures, sous une forme appropriée, pourraient aussi être utilement incorporées dans les procédures de planification.

3.4.3.4.1.3 Quatre mesures techniques sont décrites aux paragraphes 3.4.3.4.2 à 3.4.3.4.5 ci-après. Cette liste n'est pas exhaustive. La méthode préférée dans chaque cas dépendra fortement des circonstances.

3.4.3.4.2 Souplesse de positionnement des satellites

3.4.3.4.2.1 Les modifications des positions des satellites existants et des positions proposées pour les nouveaux satellites peuvent être d'importants moyens d'harmonisation des différents réseaux à satellite, car une petite modification de l'espacement angulaire entre le satellite utile et le satellite brouilleur peut entraîner une modification relativement importante du gain hors-faisceau d'une antenne de station terrienne dans la direction d'un satellite brouilleur.

3.4.3.4.2.2 Pour une zone de service qui n'est pas très étendue, l'arc de service peut, dans un premier temps, être long. Toutefois, à mesure qu'avancent la conception et la fabrication du matériel destiné au réseau, et que la détermination de la position nominale du satellite s'affine, l'arc de service se raccourcit. Enfin, lorsque l'engin spatial a été lancé et que le réseau est en service, l'arc de service peut devenir très court, pour n'être éventuellement que de quelques degrés.

3.4.3.4.2.3 Il y aura inévitablement quelques cas où les conditions en matière de couverture d'un satellite seront si critiques qu'un changement même léger de la position d'un satellite dégraderait le service assuré à certaines stations terriennes. Il y aura d'autre part de nombreux cas dans lesquels la conception du satellite et des stations terriennes associées sera telle que la nécessité de modifier légèrement la position du satellite ne causerait ni difficulté ni préjudice, à condition toutefois que cette nécessité ne se présente qu'une ou deux fois pendant la durée de vie d'un satellite. La souplesse inhérente à une telle opération pourrait se révéler très utile pour réduire les brouillages entre systèmes sur les parties encombrées de l'orbite et pour mettre en oeuvre les changements jugés souhaitables après la coordination d'un nouveau satellite en projet.

3.4.3.4.2.4 On a également montré que la longueur de l'arc d'orbite dont on a besoin pour un certain nombre de satellites qui desservent des zones de service différentes dépend des positions relatives des divers satellites. On a constaté que la longueur minimale d'arc d'orbite qui serait acceptable dans des conditions de brouillage données varie énormément en fonction de la disposition des satellites sur l'orbite. On pourrait ainsi réduire considérablement le degré d'occupation de l'arc d'orbite. On observera en outre qu'il est impossible de dire avec certitude quelles sont les zones géographiques dont il faudra assurer la desserte à un certain moment dans l'avenir à partir d'une portion donnée de l'orbite, aussi ne pourrait-on tirer pleinement parti de ce moyen d'optimiser l'utilisation de l'orbite que si les réseaux étaient conçus de telle manière que leurs satellites puissent être, si nécessaire, repositionnés dans les limites d'un certain arc de service après leur mise en service.

3.4.3.4.2.5 Toutefois, prévoir plus de souplesse dans les positions orbitales peut également soulever des problèmes importants qui n'ont pas encore été pleinement évalués. Par exemple:

- a) la conception d'antennes de satellite propres à assurer une certaine souplesse des positions de satellite sans perte de couverture de certaines parties de la zone de service risque d'augmenter le coût des antennes. Cette conception risque aussi de réduire légèrement le gain d'antenne, ce qui peut avoir certaines conséquences sur la capacité de communications du réseau et éventuellement aussi sur la séparation requise entre satellites; cela peut conduire également à une expansion des zones de couverture;
- b) le transfert de satellites d'un emplacement à un autre entraînerait la consommation d'une quantité importante de propergol, si ce transfert était rapide et fréquent;
- c) des problèmes d'exploitation importants peuvent se poser lorsqu'un satellite en exploitation est déplacé, notamment si, pendant cette opération, il doit passer à proximité d'un autre satellite en exploitation. Le service sera souvent interrompu pendant des périodes considérables. Les antennes de station terrienne qui ne sont pas des antennes de poursuite devront être repointées, éventuellement plusieurs fois si l'arc de repositionnement est long ou si la vitesse de repositionnement est lente, et ces opérations risquent d'être onéreuses;

- d) il arrive que certains facteurs limitent ou même interdisent toute souplesse dans le choix des positions nominales de certains satellites. L'arc visible peut être très petit, par exemple, parce que la zone de service est très étendue ou située à une latitude élevée ou parce qu'elle comprend du terrain montagneux. La souplesse peut aussi être limitée par les besoins d'un autre service sur un satellite multiservice ou par l'utilisation par le service fixe par satellite de plus d'une paire de bandes de fréquences.

3.4.3.4.2.6 Dans ce contexte, on pourrait avoir avantage à encourager les administrations à occuper, pour de nouvelles stations spatiales, des positions orbitales pour lesquelles la probabilité d'un éventuel repositionnement serait réduite. Cela peut exiger un examen attentif de l'occupation future probable d'un arc d'orbite lors du choix de la position initiale.

3.4.3.4.2.7 Le CCIR étudie actuellement ces questions. Des études inter-session sont nécessaires pour que les problèmes techniques, opérationnels et économiques soient pleinement évalués et que la CAMR-ORB(2) puisse décider des mesures réglementaires qui seraient appropriées. Il faudrait considérer deux cas de figure: dans le premier, l'ordre relatif des satellites en orbite demeure inchangé mais leur séparation angulaire relative change, dans le second, l'ordre des satellites est modifié.

3.4.3.4.3 Ajustement des paramètres de porteuses

Si, dans un réseau donné, les porteuses subissant un brouillage excessif sont en nombre relativement petit, il peut être possible de ramener ce brouillage au niveau recommandé, sans diminution inacceptable de la capacité des satellites, en augmentant la puissance des porteuses ou, dans les systèmes numériques, en ayant recours à la correction des erreurs. Si le brouillage causé par des stations de Terre ou par d'autres réseaux à satellite a des chances d'être minime, on pourra admettre un brouillage individuel supérieur à la valeur recommandée, sans dépasser les limites fixées pour le brouillage total. Par ailleurs, il existe un autre moyen pour réduire le bruit de circuit ou les erreurs sur les bits qui apparaissent dans le réseau "utile" sous l'effet d'autres causes: la correction des erreurs ou l'augmentation de l'excursion MF et de la puissance des porteuses, la conséquence étant qu'une augmentation du brouillage dû à une seule source n'empêchera pas d'atteindre l'objectif fixé pour la qualité de fonctionnement du circuit. Un annuleur de brouillage peut permettre de réduire sensiblement le brouillage introduit dans un réseau par le récepteur d'une station terrienne. Cette dernière technique doit cependant faire l'objet d'un complément d'étude, surtout du point de vue de son application à des porteuses brouilleuses multiples ou à large bande.

3.4.3.4.4 Segmentation du spectre des fréquences pour réduire la non-homogénéité et le chevauchement

3.4.3.4.4.1 On constate parfois, au cours des opérations de coordination de deux réseaux, que l'on ne peut pas satisfaire aux critères de brouillage dans la totalité de la bande de fréquences. On peut être alors amené à envisager de segmenter cette bande, ce qui faciliterait la coordination dans des segments de largeurs de bande plus homogènes. Il faudrait avant tout prêter une attention particulière aux brouillages provenant d'émissions à forte densité spectrale de puissance, comme celles de télévision à modulation de fréquence.

3.4.3.4.4.2 L'entrelacement des fréquences porteuses pourrait être un moyen de faciliter la coordination. La mesure dans laquelle l'entrelacement des fréquences porteuses d'un satellite avec celles d'un satellite voisin permet de diminuer l'espacement entre les satellites et d'améliorer l'utilisation de l'orbite et du spectre, dépend d'une façon critique du type de modulation (par exemple MF ou MDP) et de la technique d'accès multiple (par exemple porteuse unique ou AMRF) appliqués à la porteuse utile et à la porteuse brouilleuse. Pour la téléphonie MRF-MF, l'entrelacement des fréquences porteuses procure une amélioration du rapport porteuse/brouillage requis. On a constaté que cette amélioration peut aller jusqu'à 12 dB environ, selon les indices de modulation. L'espacement entre satellites ne peut guère être amélioré par un entrelacement des signaux numériques. Le partage peut souvent être facilité par l'utilisation de la technique de dispersion de l'énergie de la porteuse. Cependant, dans le cas du brouillage causé par les porteuses TV-MF aux porteuses SCPC, il peut s'avérer nécessaire de faire un compromis entre la largeur de bande de la dispersion et la perte possible de capacité de répéteur de manière à optimiser la séparation des satellites. La dispersion de l'énergie de la porteuse risque parfois d'augmenter le brouillage entre porteuses MRF-MF entrelacées.

3.4.3.4.4.3 Une autre méthode très prometteuse a été appelée "segmentation du spectre". La segmentation du spectre est fondée sur le fait que les porteuses à haute densité spectrale comme les porteuses TV-MF et MRF-MF à grande capacité causent un brouillage plus important à des porteuses telles que SCPC et MRF-MF à faible capacité, qu'à d'autres types similaires de porteuses. L'utilisation de la même fréquence par des porteuses à haute densité et à faible capacité dans deux réseaux avec risque de brouillage mutuel, produit une non-homogénéité et nécessite un espacement relativement grand entre satellites. L'efficacité d'utilisation de l'OSG pourrait être améliorée si les fréquences des porteuses à haute densité et à faible capacité pouvaient être séparées, en particulier dans le cas des porteuses TV-MF et SCPC. Il convient de rechercher des méthodes permettant d'appliquer cette technique sans une trop grande perte de souplesse dans l'utilisation des répéteurs.

3.4.3.4.4.4 Il y a divers moyens d'assurer la segmentation des bandes de fréquences. Une solution, que l'on pourrait appeler macrosegmentation, consiste à segmenter les bandes de fréquences en de gros blocs correspondant généralement à la largeur d'un grand nombre de répéteurs. A l'opposé, la microsegmentation serait fondée sur de petits blocs d'une largeur généralement égale ou inférieure à celle d'un répéteur. Une autre manière encore d'assurer la segmentation (souple) serait de commencer par définir les deux bords d'une bande de fréquences, puis de placer des porteuses TV immédiatement au-delà d'un bord de la bande et des porteuses SCPC immédiatement au-delà de l'autre bord.

3.4.3.4.4.5 Actuellement, on ne peut pas encore prévoir quelle sera la mise en oeuvre optimale de la segmentation du spectre.

3.4.3.4.4.6 Il faut entre autres étudier les besoins des systèmes internationaux et les schémas d'écoulement de trafic qui leur sont propres. Il pourrait aussi être nécessaire de faire des hypothèses sur l'importance des populations des réseaux futurs avant de tirer des conclusions. Il convient donc, dans les études qui seront effectuées à ce sujet, d'examiner attentivement la situation de chaque bande afin de déterminer si les dispositions doivent avoir force obligatoire ou s'il faut leur donner plutôt le statut de recommandations, de directives ou de préférences.

3.4.3.4.4.7 En principe, la segmentation du spectre est nettement souhaitable, à condition qu'elle soit appliquée avec souplesse. Toutefois, il est recommandé de faire des études inter-session pour identifier les avantages potentiels de la segmentation du spectre et déterminer la meilleure façon de les obtenir.

3.4.3.4.5 Améliorations apportées au diagramme de rayonnement d'antenne du satellite et de la station terrienne

Une possibilité importante d'améliorer l'efficacité d'utilisation de l'OSG consiste à améliorer les diagrammes de rayonnement des antennes. C'est pourquoi les recommandations relatives à leurs caractéristiques de qualité de fonctionnement devraient en principe être aussi strictes que cela est possible et nécessaire.

3.4.3.5 Combinaison de mesures techniques pour l'harmonisation

3.4.3.5.1 Programmes d'ordinateur

3.4.3.5.1.1 L'optimisation par ordinateur a théoriquement comme fonction principale de trouver les meilleures positions orbitales, formes de faisceaux de satellite et assignations de fréquence. Plusieurs programmes d'ordinateur (Orbit II, CAP-N, G-SOAP et SOUP) existent déjà mais, pris séparément, ils ne répondent pas aux besoins globaux. En outre, il convient de définir les paramètres de base à utiliser dans le processus d'optimisation.

3.4.3.5.1.2 Les hypothèses faites pour ces moyens informatiques dépendent dans une certaine mesure des études à effectuer sur les mesures techniques décrites dans les paragraphes précédents, telles que les formes de faisceaux, les plans de fréquences et la segmentation du spectre.

3.4.3.5.1.3 S'il est reconnu que l'hypothèse de faisceaux elliptiques peut simplifier les calculs par ordinateur, il ne faut cependant pas oublier que les caractéristiques des faisceaux d'antenne à décroissance rapide permettent une meilleure utilisation de l'orbite.

3.4.3.5.2 Harmonisation M3

L'harmonisation M3 est une des façons de combiner certaines des mesures techniques mentionnées au paragraphe 4 du Rapport de la RPC. Cette méthode est fondée sur la "segmentation du spectre", le "repositionnement des satellites" et la notion de "brouillage équitable". (Voir le paragraphe 4.4.9.4 du Rapport de la RPC).

3.4.3.5.3 Partage équitable des inconvénients pour assurer l'harmonisation

3.4.3.5.3.1 Comme on l'a déjà vu, les divers éléments relatifs à l'harmonisation peuvent poser différents problèmes techniques et opérationnels en ce qui concerne la mise en oeuvre réelle. Ces divers éléments peuvent être considérés comme un "inconvénient" à partager entre les réseaux existants et les nouveaux réseaux. La notion de partage des inconvénients recouvre les aspects "brouillage équitable" et "repositionnement" de la méthode d'harmonisation M3 ainsi que d'autres facteurs techniques et opérationnels.

3.4.3.5.3.2 La pénalisation que constitue le partage des inconvénients dépend en grande partie du stade de développement des satellites de télécommunication. Les étapes suivantes peuvent être considérées davantage comme constituant le point de départ de discussions que comme préjugant de décisions ultérieures.

- a) Conception initiale. Un système à satellites se trouvant dans cette phase a été suffisamment défini de telle sorte qu'on dispose de renseignements techniques pour satisfaire aux valeurs requises pour les données de l'appendice 4 du Règlement des radiocommunications. Cela englobe les spécifications de position orbitale et de fréquence; si la conception sur le papier peut être achevée, la réalisation n'a pas commencé.
- b) Réalisation. Normalement, la réalisation d'un système à satellites peut prendre plusieurs années. Cette phase comprend la construction du satellite et va jusqu'au lancement sans comprendre ce dernier. C'est également pendant cette phase que sont conçues et construites les stations terriennes et que le système aura dû obtenir une reconnaissance réglementaire. Selon l'état d'avancement du programme de réalisation, on peut avoir la possibilité de procéder à des modifications de conception pour permettre le partage des inconvénients. Les données de l'appendice 3 concernant le système devraient être disponibles.
- c) Exploitation. A ce stade, le système à satellites est déjà construit, lancé et fonctionne à partir d'une position orbitale donnée, avec son secteur terrien associé. De nombreuses caractéristiques du système sont fixées, bien que l'on puisse disposer d'une certaine souplesse (repointage du faisceau, réglages du gain des répéteurs, planification des fréquences porteuses, etc.).
- d) Système à satellites de la deuxième génération. A la fin de sa durée de vie utile, qui est généralement de 10 ans, un satellite de télécommunication sera vraisemblablement à remplacer. Il se sera constitué alors un vaste réseau d'utilisateurs de stations terriennes. Il y a donc un certain nombre de paramètres de transmission à conserver pour maintenir la continuité du service. Par ailleurs, l'occasion s'offre aussi d'incorporer des modifications de conception qui peuvent faciliter le partage des inconvénients. Un satellite de la deuxième génération possède donc certaines des caractéristiques de chacune des trois phases précédentes.

3.4.3.5.3.3 On peut définir certains inconvénients techniques et opérationnels, tels que le repositionnement des satellites, l'augmentation du brouillage, les caractéristiques des lobes latéraux des antennes de station terrienne et de satellite et la planification du trafic.

3.4.3.5.3.4 On peut conclure que l'on pourrait mieux évaluer la valeur potentielle du processus d'harmonisation si l'on étudiait le concept de partage des inconvénients de façon plus approfondie, pour déterminer l'ampleur des ajustements des paramètres (inconvénients) possibles sur une certaine période. Il est donc recommandé d'inclure la notion de partage équitable des inconvénients dans les études inter-sessions.

3.4.4 Critères et paramètres pour la planification du service fixe par satellite

3.4.4.1 Paramètres généralisés

3.4.4.1.1 Introduction

Diverses propositions ont été faites d'utiliser des paramètres généralisés pour gérer la ressource orbite/spectre. Cela assurerait un maximum de souplesse aux utilisateurs en ce qui concerne la satisfaction de leurs besoins tout en contrôlant l'interaction entre réseaux. On a également proposé pour atteindre cet objectif, des ensembles particuliers de ces paramètres.

Les paramètres généralisés peuvent être employés à plusieurs fins:

- a) fournir des directives de conception des réseaux qui contiennent les éléments nécessaires pour produire un certain niveau d'efficacité de l'utilisation de l'orbite tout en laissant une certaine souplesse au concepteur de réseau;
- b) établir des conditions de seuil permettant d'identifier le besoin de coordination;
- c) accélérer la solution de certains problèmes sans qu'il soit besoin de procéder à un examen détaillé pendant le processus de coordination.

Des paramètres généralisés particuliers ont été utilisés dans le passé pour des applications très précises, par exemple $\Delta T/T$ pour le seuil de coordination. D'autres ont été étudiés en vue d'améliorer l'efficacité d'utilisation de l'orbite par le biais de contraintes, par exemple les paramètres ABCD. D'autres encore ont été établis, ou peuvent l'être, pour des applications particulières; il s'agit entre autres de l'espacement orbital caractéristique (COS), de l'isolation et des variantes des paramètres ABCD.

Bien qu'un certain nombre de possibilités se présentent, il convient de noter que toutes proviennent des mêmes relations de brouillage fondamentales entre les caractéristiques des systèmes. Dans sa forme la plus simple, chaque terme de brouillage est composé du rapport de la p.i.r.e. de la porteuse brouilleuse à la p.i.r.e. de la porteuse utile, diminué de la discrimination des antennes de station terrienne et de station spatiale; les niveaux de p.i.r.e. absolus sont sans rapport avec le niveau de brouillage. Pour que le brouillage soit minimal, il faudrait que la discrimination totale soit maximale.

Il existe des exemples de l'application de paramètres généralisés, bien que cette application n'ait pas nécessairement l'objectif recherché ici. Ces exemples se trouvent généralement dans des Recommandations du CCIR et dans des articles du Règlement des radiocommunications. Les paramètres définissent généralement un ou plusieurs aspects de l'environnement brouilleur qui résulte de l'utilisation simultanée des mêmes fréquences par des systèmes du même service ou de services différents. Les caractéristiques comprennent la puissance surfacique, la densité de p.i.r.e. et des grandeurs établissant la vulnérabilité des systèmes au brouillage.

Lorsque l'on envisage l'utilisation de ces paramètres, l'un des aspects importants est celui qui est associé aux objectifs du point a) ci-dessus. Un ensemble donné de paramètres peut être amélioré avec le temps et permettre une meilleure utilisation de l'orbite pour répondre à l'augmentation de la demande. Ces améliorations peuvent reposer sur une technique précise concernant un seul paramètre ou peuvent, plus généralement, s'inspirer de la nécessité de mieux utiliser l'orbite globalement, ce qui peut être indispensable pour permettre ultérieurement la mise en place de nouveaux réseaux. Ces améliorations s'accompagneraient probablement de contraintes supplémentaires.

3.4.4.1.2 Caractéristiques des paramètres généralisés

3.4.4.1.2.1 Paramètres A, B, C et D

L'étude de cet ensemble particulier de paramètres a été entamée en 1977 par le GTI 4/1 du CCIR.

Ces paramètres, tels que définis dans le Rapport 453 du CCIR, sont les suivants:

- A: p.i.r.e. maximale de la liaison montante par unité de largeur de bande dans la direction de l'orbite des satellites géostationnaires, rayonnée par la station terrienne dans une direction faisant un angle θ avec l'axe du faisceau principal.
- B: Sensibilité de la liaison montante définie comme minimum de la densité spectrale surfacique de la puissance brouilleuse qui correspond, sur l'orbite des satellites géostationnaires, à la valeur de brouillage unique maximale recommandée dans une voie.
- C: Maximum de la densité spectrale de puissance surfacique produite à la surface de la Terre par les émissions de satellite.
- D: Sensibilité de la liaison descendante définie comme minimum de la densité spectrale surfacique de la puissance brouilleuse à la surface de la Terre qui arrive dans une direction faisant un angle θ avec la direction du signal utile et qui correspond à la valeur de brouillage unique maximale recommandée dans une voie.

Les efforts accomplis pour définir les valeurs prescrites ont été vains surtout en raison des contraintes que cela imposerait aux systèmes et une étude détaillée a été quasiment abandonnée ces dernières années.

Une observation générale que l'on peut faire au sujet des paramètres ABCD tels qu'ils sont définis dans le Rapport 453, est qu'ils ne caractérisent pas avec précision les brouillages effectifs, nécessitant certaines hypothèses concernant les différentes caractéristiques de transmission effectives. En particulier, A et C caractérisent le potentiel de brouillage des émissions uniquement par la densité spectrale la plus élevée dans une largeur de bande relativement étroite, tandis que B et D ne reflètent que les caractéristiques du système de réception et non les caractéristiques propres aux différentes porteuses.

Actuellement, le paramètre A est limité dans la bande 6 GHz par la Recommandation 524 du CCIR, alors que le paramètre C est limité dans plusieurs bandes de fréquences par l'article 28 du Règlement des radiocommunications. Avec ces limites, les paramètres A et B combinés donneront une valeur pour l'espacement des satellites et les paramètres C et D combinés en donneront une autre, sauf s'ils sont expressément choisis de manière à donner le même résultat. Les deux paires dépendent de l'hypothèse d'une valeur particulière de $\Delta T/T$ pour la liaison montante pour A et B et pour la liaison descendante pour C et D. Cela donne un degré de perfectionnement qui n'est pas possible avec la notion actuelle de $\Delta T/T$ mais exige que l'on connaisse les contributions au brouillage de la liaison descendante et de la liaison montante.

3.4.4.1.2.2 Variantes de la méthode ABCD

Une variante particulière de la méthode ABCD fait intervenir la modification des paramètres B et C pour traduire leur impact sur l'environnement en dehors de la couverture voulue, tout en laissant les paramètres A et D inchangés. Les paramètres sont définis comme suit:

- A (θ) puissance maximale admissible rayonnée par la station terrienne dans la bande de fréquences donnée, calculée en fonction de l'angle θ , à partir de la direction du rayonnement maximal;
- B (β) puissance surfacique admissible qui peut être créée à l'emplacement du satellite utile par des signaux brouilleurs d'autres systèmes de communication par satellite arrivant sous l'angle β par rapport à l'axe de l'antenne de réception du satellite utile. Ce paramètre caractérise la sensibilité du récepteur de bord au brouillage;
- C (β) puissance surfacique maximale admissible créée à la surface de la Terre par le rayonnement du satellite et calculée, en fonction de l'angle β , à partir de la direction du rayonnement maximal;
- D (θ) puissance surfacique admissible qui peut être créée à la surface de la Terre par les signaux brouilleurs d'autres systèmes à satellites arrivant sous l'angle θ par rapport à la direction du signal utile. Ce paramètre caractérise la sensibilité au brouillage du dispositif terrien de réception.

Cette variante semble certes constituer une amélioration par rapport à certains des défauts perçus de la série ABCD initiale, mais un complément d'étude est nécessaire. La possibilité de fixer des valeurs réalistes pour B et C dans cette variante dépend aussi d'une définition appropriée des caractéristiques des antennes de satellite.

La deuxième variante présentée est presque identique à la première, à ceci près que B* et D* ne sont pas liés au critère de brouillage unique mais au niveau de brouillage global, cela dans l'optique de la situation d'encombrement de l'orbite dans laquelle tous les systèmes se trouvent déjà à la limite globale ou presque à cette limite et où, pour le moment, le brouillage unique n'a guère de signification. Cette série de paramètres nécessiterait également la définition d'une unité de largeur de bande appropriée, qui serait probablement différente de celle utilisée avec les paramètres initiaux. Les paramètres de cette série sont définis comme suit:

*
 $A_i(\theta)$ - la p.i.r.e. maximale hors-axe du trajet montant (pour une certaine largeur de bande) en direction de l'orbite des satellites géostationnaires rayonnée à l'angle θ par rapport à l'axe du faisceau principal. Les formules peuvent être exprimées de la façon suivante:

$$A_i^*(\theta) = P_{ei} G_{ti}(\theta)$$
$$\theta \geq 1^\circ$$

Il sera nécessaire d'ajouter un autre facteur à cette formule pour tenir compte de l'étendue de la zone de service. Un complément d'étude est donc nécessaire;

*
 B_i - puissance maximale admissible du brouillage total (mesurée dans la largeur de bande définie) à la sortie de l'antenne de réception i du satellite en utilisant le diagramme de référence des lobes latéraux;

*
 $C_i(\phi)$ - p.i.r.e. hors-axe maximale du trajet descendant (pour une certaine largeur de bande) en direction de la surface de la Terre rayonnée à un angle ϕ par rapport à l'axe du faisceau principal. La formule peut être exprimée de la façon suivante:

$$C_i^*(\phi) = P_{si} \mathcal{E}_{ti}(\phi)$$

où ϕ est mesuré de manière radiale vers l'extérieur à partir de la limite de la zone de service;

*
 D_i - puissance maximale admissible du brouillage total (mesurée dans la largeur de bande définie) à la sortie de l'antenne i de la station terrienne en utilisant le diagramme de référence des lobes latéraux.

Dans ce cas particulier, la mise en oeuvre repose sur un calcul simplifié du rapport global C/I qui serait employé dans un exercice de planification, en spécifiant des limites qui tiennent compte de la couverture et de divers paramètres de référence. Il est également proposé que, dans un environnement évolutif, les valeurs de A*, B*, C* et D* soient celles effectivement utilisées dans les systèmes existants et servent à optimiser les emplacements des satellites.

Comme dans le cas général des paramètres ABCD, il existe un certain nombre de limitations et des possibilités de contrainte particulières pour chaque variante. Pour les besoins de la planification, on pourrait préparer d'autres ensembles de paramètres généralisés qui seraient plus satisfaisants selon la méthode de planification retenue.

3.4.4.1.2.3 Isolation

L'isolation entre deux réseaux peut être définie comme étant le rapport C/I requis pour la protection, normalisé par rapport aux densités porteuse/bruit (C/N_0) nécessaires de deux transmissions. On l'obtient à partir des paramètres de réseau pour une condition de référence assurant la même couverture, utilisée pour établir un niveau élevé d'efficacité d'utilisation de l'orbite. Il en résulte une notion d'espacement équivalent des satellites, qui assure pour l'espacement réel d'un réseau la même protection contre le brouillage que s'il était conforme à la condition de référence assurant la même couverture. Le niveau qui peut être escompté ou nécessaire, peut être identifié avec tous les paramètres de réseau qui produisent cette limite. Dans la présentation, les éléments qui peuvent être normalisés aisément sont séparés de ceux qui ne peuvent pas l'être.

A cet égard, la notion d'isolation est considérée comme donnant une mesure précise du brouillage réel entre paires de porteuses et peut être utilisée, lorsqu'on ne connaît que les principales caractéristiques de conception des réseaux. Il s'ensuit que son utilisation générale comme critère donnerait des systèmes suffisamment compatibles pour que la coordination se fasse avec succès. Dans ce sens, l'isolation donne également un seuil réaliste permettant de déterminer la nécessité d'une coordination.

Il conviendrait d'établir la relation entre l'isolation et le rapport C/I pour les besoins de la coordination proprement dite.

3.4.4.1.2.4 Espacement orbital caractéristique

L'"espacement orbital caractéristique (COS)" d'un réseau est défini comme l'espacement minimal requis entre une série fictive de satellites identiques desservant une zone de service donnée, les satellites étant censés être espacés par des intervalles égaux sur l'arc visible.

Il s'agirait de choisir une valeur de COS qui elle-même traduirait les caractéristiques pour tous les paramètres de brouillage considérés ensemble. Une autre solution consisterait à choisir différents paramètres, tels que C/I ou les diagrammes d'antenne, et le COS utilisable ainsi défini.

En service, l'espacement effectif serait le COS diminué de la discrimination d'antenne du satellite qui pourrait être obtenue. Le facteur de réduction est particulièrement simple à calculer lorsque les densités de p.i.r.e. hors axe de la station terrienne et de la station spatiale (paramètres A et C de ABCD) sont normalisées ou limitées à une fourchette restreinte.

Un autre point est la possibilité de vérifier le brouillage global en ajoutant uniquement les angles de séparation effectifs pour des cas nominaux.

Le COS est essentiellement propre à un réseau donné. Il s'applique qu'il y ait ou non en pratique plus d'un satellite desservant une zone de service donnée et il est facilement quantifiable, sans nécessiter un examen détaillé des paramètres techniques, des types de trafic utilisés, des normes de brouillage, etc. Etant donné qu'il est quantifiable, il peut être facilement normalisé et il sert de base à une définition équitable de tout système de partage de la ressource orbite/spectre.

3.4.4.1.3 Observations

Un certain nombre de possibilités intéressantes ont été étudiées et les observations ci-après sont formulées:

- a) les paramètres généralisés peuvent être utiles dans la gestion technique de l'OSG, quelles que soient les méthodes de planification choisies, tout en assurant une certaine souplesse;
- b) ils peuvent également être utiles pour l'établissement de seuils de coordination et pour la solution de certains problèmes de coordination. Si on envisage de les utiliser à cet effet, il faut accorder une attention particulière à l'évaluation du bruit de la liaison par satellite dans son ensemble;
- c) toutes les méthodes examinées semblent introduire certaines contraintes, bien que ces contraintes s'appliquent aux paramètres généraux qui sont constitués de paramètres spécifiques. Un certain degré de variation est donc possible pour chacun des paramètres qui constituent les paramètres généraux;
- d) un point particulièrement préoccupant a été relevé en ce qui concerne les paramètres qui peuvent dépendre de la pratique courante suivie dans les systèmes en exploitation, car on s'attend à devoir ainsi tenir compte d'une gamme étendue de valeurs;
- e) il n'est pas possible à l'heure actuelle d'établir comment l'une de ces méthodes permettrait d'atteindre les objectifs fixés; aussi, faudra-t-il étudier plus avant chaque méthode entre les deux sessions.

3.4.4.2 Antennes de station terrienne

Le diagramme de rayonnement dans les lobes latéraux de l'antenne de station terrienne, plus particulièrement dans les dix premiers degrés à partir de l'axe principal et dans la direction de l'OSG, est l'un des facteurs les plus importants qui permet de déterminer les brouillages entre les systèmes utilisant des satellites géostationnaires. Une réduction du niveau du gain dans les lobes latéraux réduirait l'espacement orbital minimal nécessaire entre satellites et se traduirait par une efficacité accrue de l'utilisation de l'orbite.

On améliore actuellement, du point de vue technique, la conception de ces antennes en réduisant le niveau du gain dans les lobes latéraux. La définition par le CCIR des objectifs de performance recommandés pour de nouvelles antennes doit permettre d'apporter d'autres améliorations. Avec le temps, le prix des antennes à haute performance diminuera et leur utilisation se généralisera. Toutefois, le prix des antennes de station terrienne est un élément important dans l'économie des réseaux qui utilisent de nombreuses antennes de petit diamètre avec une faible densité de trafic, surtout dans le cas des territoires dispersés ou bien lorsque les centres de population sont dispersés. Ces situations sont caractéristiques des réseaux des pays en développement et il importe de garder la possibilité d'utiliser dans ces réseaux des antennes de faible prix unitaire bénéficiant de techniques sanctionnées par l'expérience.

Tout critère généralisé de performance nécessaire pendant la première période de planification devrait être fondé sur les diagrammes de rayonnement des antennes de stations terriennes suivants:

- a) pour les bandes de fréquences et les arcs orbitaux où les besoins particuliers des pays en développement sont reconnus, le gain au niveau des crêtes des lobes latéraux à un angle φ par rapport à l'axe de visée ne devra pas dépasser pour les antennes dont le diamètre du réflecteur principal est supérieur à 100 fois la longueur d'onde:

$$32 - 25 \log \varphi \text{ (dBi)} \quad \text{où} \quad 1^\circ < \varphi \leq 48^\circ$$

et

$$-10 \text{ (dBi)} \quad \text{où} \quad \varphi > 48^\circ$$

Pour les antennes de plus faible diamètre, les critères de performance devraient être liés au rapport diamètre/longueur d'onde (D/λ), de manière que le gain au niveau des crêtes des lobes latéraux ne dépasse pas:

$$52 - 10 \log D/\lambda - 25 \log \varphi \text{ (dBi)} \quad \text{où} \quad \frac{100\lambda^0}{D} < \varphi \leq \text{et } 48^\circ$$

et

$$10 - 10 \log D/\lambda \text{ (dBi)} \quad \text{où} \quad \varphi > 48^\circ$$

- b) pour les autres bandes de fréquences et les autres arcs orbitaux, une norme plus stricte devrait s'appliquer à l'intérieur de l'angle solide quand des rayonnements non désirés entraînent les plus graves répercussions sur d'autres réseaux. Pour les antennes ayant un rapport D/λ supérieur à 150, il convient de supposer que le gain de 90% des crêtes des lobes latéraux dans un angle de 3° par rapport à l'orbite des satellites géostationnaires et pour lequel $1^\circ < \varphi < 20^\circ$ ne dépassera pas:

$$29 - 25 \log \varphi \text{ dBi}$$

Les notes relatives à l'interprétation de l'expression "90% des crêtes des lobes latéraux", données dans la Recommandation 580 du CCIR, devraient s'appliquer. Dans les autres directions, les hypothèses formulées au point a) ci-dessus devraient être adoptées également dans le présent cas. La performance qu'il convient de supposer pour les antennes inférieures à 150λ devra être déterminée au cours des travaux inter-sessions.

Il faut s'attendre à ce qu'un grand nombre des antennes de stations terriennes en service ne puissent satisfaire à la norme formulée au point b) ci-dessus. Cependant, on prévoit que les critères de performance généralisés qui seront établis pour la planification autoriseront une très grande souplesse dans la manière qui permettra de satisfaire les critères, ce qui permettra de conserver ces antennes en service. Ceci devrait se vérifier quand les critères seront à l'étude.

De temps à autre, en des occasions qui pourront être liées aux assemblées plénières du CCIR, les hypothèses en matière de gain dans le lobe latéral utilisées pour établir les critères de planification devraient être revues à la lumière des Recommandations du CCIR alors en vigueur, ainsi que du coût des équipements. Les procédures relatives à l'application des hypothèses ainsi modifiées devraient faire partie de toute méthode de planification approuvée.

3.4.4.3 Caractéristiques de rayonnement des antennes de satellites et précision de pointage des faisceaux de satellite

Une antenne de satellite idéale devrait avoir les caractéristiques de rayonnement suivantes:

- le gain est uniforme (ou évolue de façon déterminée en fonction d'une autre caractéristique choisie) dans toutes les parties de la zone de service, et peut s'étendre au-delà des limites de la zone de service pour tenir compte des erreurs de pointage du faisceau dans les limites des contraintes imposées par l'article 29 du Règlement des radiocommunications;
- ce gain dans le lobe est maintenu au-delà de la zone de service et de la marge requise pour les erreurs de pointage du faisceau dans la mesure où cela est nécessaire pour offrir un arc de service suffisamment étendu dans les services où la notion d'arc de service est applicable;
- au-delà de ces limites, le gain décroît rapidement à mesure que l'on s'éloigne de l'axe principal en dehors du faisceau pour atteindre une faible valeur hors faisceau, valeur restant faible dans toutes les autres directions interceptant la Terre.

Les antennes de satellite avec des faisceaux spécialement modelés facilitent la suppression du débordement (émission) vers l'extérieur de la zone que le faisceau est destiné à desservir ou de la sensibilité (réception) aux émissions en provenance de l'extérieur de la zone que le faisceau est destiné à desservir tout en maintenant une couverture efficace de la zone voulue.

Les techniques de modelage de faisceaux permettent aussi de commander la distribution du gain à l'intérieur du faisceau. Cette caractéristique sera utile dans les territoires dispersés, où il peut être souhaitable de desservir avec un gain plus élevé des parties peuplées de la zone de service, et avec un gain moins élevé, d'autres parties de la zone de service où l'utilisation de ce service sera faible.

On peut engendrer des faisceaux modelés dans des antennes du type réflecteur en commandant la distribution de phase et d'amplitude sur l'ouverture, d'après la forme de la zone à desservir. Pour ce faire, on dispose maintenant de deux méthodes:

- modelage de la surface des réflecteurs d'après les contours de la zone de couverture du faisceau;
- commande de l'amplitude et de la phase des diagrammes d'éclairement de l'ouverture, avec alimentation par de multiples cornets, afin d'adapter ces diagrammes aux contours de la zone de couverture du faisceau.

La première méthode simplifie la composition de l'assemblage d'alimentation. Toutefois, la forme du diagramme ne peut être modifiée sur un satellite en orbite. La deuxième méthode, qui est une application de la technique de l'antenne à faisceaux multiples, donne de plus grandes possibilités de modelage des faisceaux; elle pourrait permettre de modifier, par télécommande à partir du sol, la forme du faisceau.

Les antennes à faisceaux modelés offrent la possibilité d'une meilleure régulation des lobes latéraux, en particulier lorsque la zone de couverture proprement dite est relativement étendue, ce qui améliore la possibilité d'une réutilisation des fréquences entre des zones de couverture proches les unes des autres.

Toutefois, il convient de noter que la discrimination au-delà de la limite de la couverture est fonction des dimensions de l'antenne du satellite, les contraintes imposées par l'engin de lancement peuvent également entrer en ligne de compte. Les mesures faites sur des antennes à faisceaux modelés disponibles montrent qu'une discrimination raisonnable est obtenue dans les directions spécifiquement prises en considération lors de la conception. Le CCIR étudie actuellement les diagrammes de rayonnement des antennes à faisceaux modelés et des antennes à faisceaux elliptiques, en vue de recommander des diagrammes de rayonnement de référence.

Il peut se faire que l'on ne puisse pleinement tirer parti des avantages de la réutilisation des fréquences si la position du faisceau du satellite n'est pas commandée de façon adéquate. L'article 29 du Règlement des radiocommunications prévoit que l'on doit pouvoir maintenir la direction de pointage à moins de 10% de l'ouverture du faisceau à demi-puissance par rapport à la direction de pointage nominale ou encore à 0,3° de cette direction nominale, la plus élevée de ces deux valeurs étant retenue.

Il faudra peut-être limiter le gain des antennes de satellites géostationnaires dans la direction d'autres satellites géostationnaires en particulier lorsque ces antennes sont utilisées dans des bandes de fréquences qui sont attribuées pour utilisation sur la liaison montante et sur la liaison descendante.

Pour les réseaux dont les faisceaux elliptiques sont étroitement adaptés à la zone de service, sous réserve d'une dimension de faisceau minimale en relation avec l'aptitude des lanceurs à lancer des réflecteurs d'antenne solides, on peut avec de telles antennes assurer une efficacité d'utilisation orbite/spectre acceptable à un coût inférieur à celui des faisceaux modelés. Il est vraisemblable que des faisceaux elliptiques seront utilisés en pareil cas dans un avenir prévisible. Toutefois, les faisceaux modelés assurant une bonne suppression des lobes latéraux en dehors de la zone de couverture seront utiles dans certaines circonstances, en particulier lorsque la zone de service est étendue; leur utilisation doit donc être encouragée.

Il convient d'entreprendre des études inter-session pour déterminer les critères nécessaires applicables aux faisceaux à satellites, y compris:

- a) les diagrammes de rayonnement de référence pour les faisceaux elliptiques et modelés;
- b) une dimension de faisceau nécessaire minimale appropriée, en fonction de la fréquence;

et étudier

- c) si des contraintes de pointage de faisceau plus strictes que celles prévues à l'article 29 du Règlement des radiocommunications sont souhaitables;
- d) s'il convient d'appliquer des limites au gain des lobes latéraux d'antenne de satellite dans la direction des satellites voisins, dans les bandes de fréquences utilisées, dans les deux sens de transmission.

3.4.4.4 Maintien en position des satellites

Les forces naturelles sont à l'origine de trois perturbations principales des orbites des satellites géostationnaires. Par rapport à une station terrienne, les effets apparents de ces perturbations sont:

- a) un mouvement est-ouest de longue période résultant des erreurs de la période orbitale;
- b) un mouvement nord-sud quotidien, ayant en outre une petite composante est-ouest, résultant de l'inclinaison de l'orbite;
- c) des mouvements quotidiens ayant une composante est-ouest et une composante qui engendre un mouvement de rapprochement et d'éloignement de la Terre résultant de la forme elliptique de l'orbite.

Dans son article 29, le Règlement des radiocommunications impose des limites aux mouvements est-ouest afin de préserver l'efficacité de l'utilisation de l'orbite. La plupart des satellites du service fixe par satellite devront, à l'avenir, pouvoir être maintenus en position à moins de $\pm 0,1^\circ$ de leur position nominale dans le plan est-ouest. Certains satellites en service sont déjà maintenus en position à moins de $\pm 0,05^\circ$. La précision du maintien en position peut présenter des avantages pour le système.

A l'heure actuelle, il n'y a pas de restriction réglementaire en ce qui concerne les mouvements des satellites dans le sens nord-sud, mais de nombreux satellites actuellement en service sont en fait maintenus en position dans ce sens et dans des limites similaires à celles des mouvements est-ouest. Cependant, le coût d'une contrainte réglementaire au niveau des systèmes en termes de carburant nécessaire au maintien en position peut être considérable et dans certaines conditions, il peut obliger à mettre le satellite hors service avant qu'il n'ait atteint la fin de sa durée de vie prévue. Actuellement, il n'est pas prouvé que cette question nécessite une disposition réglementaire, mais il convient de la maintenir à l'étude.

Par ailleurs, en ce qui concerne la limite d'ellipticité des orbites, il n'y a pas de disposition réglementaire autre que les limites imposées à la composante est-ouest des mouvements des satellites par l'article 29 du Règlement des radiocommunications. En raison de cette forme elliptique de l'orbite, il est cependant possible que le mouvement relatif entre satellites adjacents sur l'orbite soit un obstacle au fonctionnement avec inversion des bandes. Cette question n'a pas encore été examinée par le CCIR. Des études inter-sessions seront peut être nécessaires pour déterminer la nécessité d'imposer des limites à l'ellipticité des orbites dans les bandes de fréquences où l'inversion des bandes sera utilisée.

3.4.5 Critères de partage entre services pour les bandes du service fixe par satellite à planifier.

Suite à la décision de la présente session de ne retenir pour la planification lors de la seconde session que le service fixe par satellite et les bandes indiquées au paragraphe 3.1 de ce Rapport les renseignements suivants sont communiqués afin d'orienter les travaux à effectuer pendant la période inter-session, et de faciliter les travaux de la seconde session.

3.4.5.1 Principes applicables au partage entre services

Conformément à la description contenue au paragraphe 5.2 du présent Rapport, les principes suivants applicables au partage entre services ont été établis:

- a) Les services (spatiaux ou de Terre) ayant des attributions à titre primaire dans une bande donnée, ont les mêmes droits en ce qui concerne l'utilisation du spectre. Lors de la planification d'un service spatial, il faut tenir compte des besoins de ces deux services, sans changer le statut de partage existant en tenant compte, dans les bandes spécifiques, de l'article 8 du Règlement des radiocommunications, et indépendamment de la méthode de planification utilisée.
- b) Pour que les services de Terre continuent à se développer dans les bandes partagées, comme un corollaire ou une conséquence du principe établi ci-dessus, les emplacements de stations terriennes ne devraient pas être inclus dans la planification des bandes partagées à titre primaire avec les services de Terre.

3.4.5.2 Partage dans les bandes des 4 et 6 GHz

Les critères de partage existants pour le service fixe par satellite dans les bandes des 4 et 6 GHz incluent les limites de puissance surfacique des numéros 2565-2568 du RR, les restrictions relatives au pointage des antennes dans le service fixe vers ou à proximité de l'orbite, contenues dans les numéros 2502-2547 du RR, et certaines autres dispositions du Règlement.

On considère que ces critères, qui ont permis de nombreux partages entre les services fixe, mobile sauf mobile aéronautique et fixe par satellite pendant de nombreuses années, se prêtent au maintien du partage dans les bandes des 4 et 6 GHz telles qu'indiquées dans les dispositions du Règlement des radiocommunications mentionnées ci-dessus. Ces conclusions sont valables quelle que soit celle des méthodes de planification qui sera utilisée, à moins que cette méthode ne respecte pas le principe décrit dans le paragraphe 3.4.5.1 en spécifiant des emplacements nominaux de stations terriennes.

3.4.5.3 Partage dans les bandes 14/11-12 GHz

Les critères de partage existants pour les bandes des 11 - 12 et 14 GHz comprennent les limites de puissance surfacique des numéros 2572-2576 du RR et les restrictions en matière de pointage des antennes dans le service fixe vers ou à proximité de l'orbite, contenues dans les numéros 2502-2547 du RR, et certaines autres dispositions du Règlement.

On considère que ces critères, qui ont permis au partage entre les services fixe, mobile sauf mobile aéronautique, et fixe par satellite de se développer au cours des dernières années, se prêtent au maintien du partage dans ces bandes. La présente conclusion est valable quelle que soit celle des méthodes de planification qui sera utilisée, à moins que cette méthode ne respecte pas le principe énoncé au paragraphe 3.4.5.1 en spécifiant des emplacements nominaux de stations terriennes.

3.4.5.4 Partage avec les systèmes numériques de Terre

Il convient de noter que les critères de partage pour les bandes au-dessous de 15 GHz sont établis à partir de systèmes de Terre à modulation analogique, et qu'il faut établir des paramètres pour les systèmes numériques.

3.4.5.5 Considérations de partage relatives à la planification avec exploitation avec inversion des bandes

La planification des bandes partagées par les services spatiaux fonctionnant dans des directions de transmission différentes (c'est-à-dire fonctionnement avec inversion de bandes) risquerait d'imposer des contraintes supplémentaires aux deux services, en particulier lorsqu'un service fixe, de Terre, est aussi un service primaire dans ces bandes.

Il peut être possible, dans certaines conditions d'exploitation, d'accroître l'utilisation globale de certaines bandes partagées service fixe par satellite/service fixe grâce à une exploitation avec inversion de bandes (IB), sans que cela n'affecte de manière notable les services de Terre et sans réduire sensiblement la capacité de fonctionnement sans inversion de bandes, si les indications initiales selon lesquelles la géométrie favorable associée aux angles de site élevés (au-dessus de 40° sur proposition d'une administration) réduit sensiblement les contraintes exposées ci-dessus peuvent être confirmées. Il est recommandé que ces études soient entreprises pendant la période inter-session. Il serait toutefois nécessaire, en particulier au moment d'envisager l'exploitation avec inversion des bandes à 4 et 6 GHz, de limiter la puissance surfacique du satellite et d'exiger une discrimination adéquate de l'antenne du satellite vers le limbe de la Terre compte tenu des stations de Terre existantes (qu'elles emploient des techniques analogiques ou numériques). Les limites à retenir pour la puissance surfacique et la discrimination requise pour l'antenne du satellite devront aussi être déterminées pendant la période inter-sessions.

ANNEXE 1 AU CHAPITRE 3

**Directives relatives aux procédures réglementaires
associées à la méthode de planification**

1. La présente section décrit les procédures qui doivent être associées à la méthode de planification.

2. Il convient de tenir compte, pendant la période inter-sessions et pendant la seconde session de la Conférence, de la possibilité de réduire le nombre des procédures et de les simplifier afin d'alléger la charge de travail des administrations et de l'IFRB.

3. Les procédures doivent donner aux administrations, la possibilité de rechercher l'assistance de l'IFRB aux différentes étapes des procédures ci-dessus.

4. Directives relatives aux procédures réglementaires applicables au Plan d'allotissement

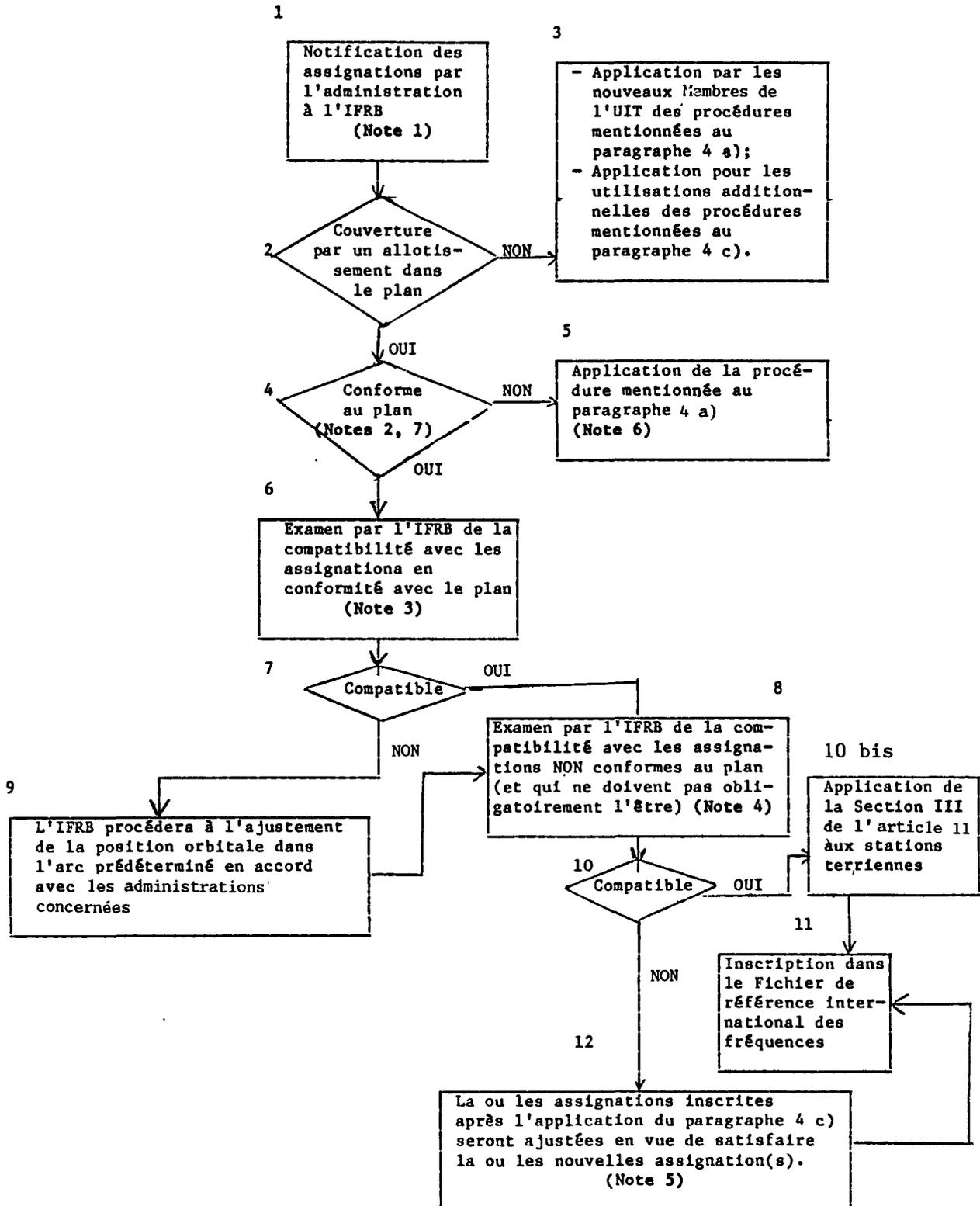
- a) procédure pour les modifications du Plan d'allotissement devant être appliquée par les administrations qui se proposent de modifier leurs allotissements dans le plan ou par les nouveaux Membres de l'UIT candidats à un allotissement du Plan;
- b) procédure pour la mise en oeuvre du plan devant être appliquée par les administrations qui se proposent de mettre en service des assignations conformes à un allotissement du Plan, c'est-à-dire de convertir un allotissement en assignations. Cette procédure, qui a été examinée au cours de la première session, est décrite dans l'organigramme qui figure à l'appendice ci-joint;
- c) procédure applicable aux usagers supplémentaires du service fixe par satellite dans les bandes couvertes par le Plan d'allotissement.

5. Directives relatives aux procédures améliorées applicables aux parties des bandes planifiées qui ne sont pas couvertes par le Plan d'allotissement

Une approche et certaines procédures réglementaires associées sont décrites au paragraphe 3.3.5 et dans l'appendice à la présente annexe.

APPENDICE A L'ANNEXE 1 AU CHAPITRE 3

Procédure éventuelle pour convertir un allotissement en assignation



Notes relatives à l'organigramme

Note 1 - Ces renseignements doivent être soumis (période de temps à déterminer par la seconde session) avant la date de mise en service de l'assignation afin que la procédure de coordination puisse avoir lieu.

Note 2 - Il est à noter que le plan sera probablement conforme aux limites de puissance surfacique spécifiées dans le Règlement des radiocommunications et qu'il assurera donc une protection appropriée aux services de Terre contre les émissions de stations spatiales. Quand un allotissement doit être mis en oeuvre, la question de la relation entre stations de Terre et stations terriennes peut être traitée au moyen des procédures de coordination actuellement en vigueur énoncées dans les sections III et IV de l'article 11.

Note 3 - Cet examen est fait en ce qui concerne toute assignation dont les caractéristiques sont conformes au plan et qui ont été notifiées à l'IFRB.

Note 4 - Cet examen a lieu du point de vue des assignations désignées comme étant des "utilisations additionnelles".

Note 5 - Cela implique que les assignations notifiées conformément au plan auront une protection préférentielle par rapport aux "assignations additionnelles". La protection des "assignations additionnelles" par rapport à d'autres sera déterminée par les dates de réception respectives ou, le cas échéant, par les dates de leur inscription dans le Fichier de référence international des fréquences.

Note 6 - Si un groupe d'administrations décide de combiner l'ensemble ou une partie de ses allotissements afin d'assurer un service sous-régional, il doit le faire en appliquant la procédure de modification du plan mentionnée au paragraphe 4 a) de façon que l'utilisation sous-régionale fasse partie du plan et soit protégée en tant que telle.

Note 7 - La seconde session doit étudier la façon dont les cas suivants seront traités:

- assignations dépassant la largeur de bande inscrite dans l'allotissement;
- assignations avec une zone de service plus grande que celle figurant dans le plan.

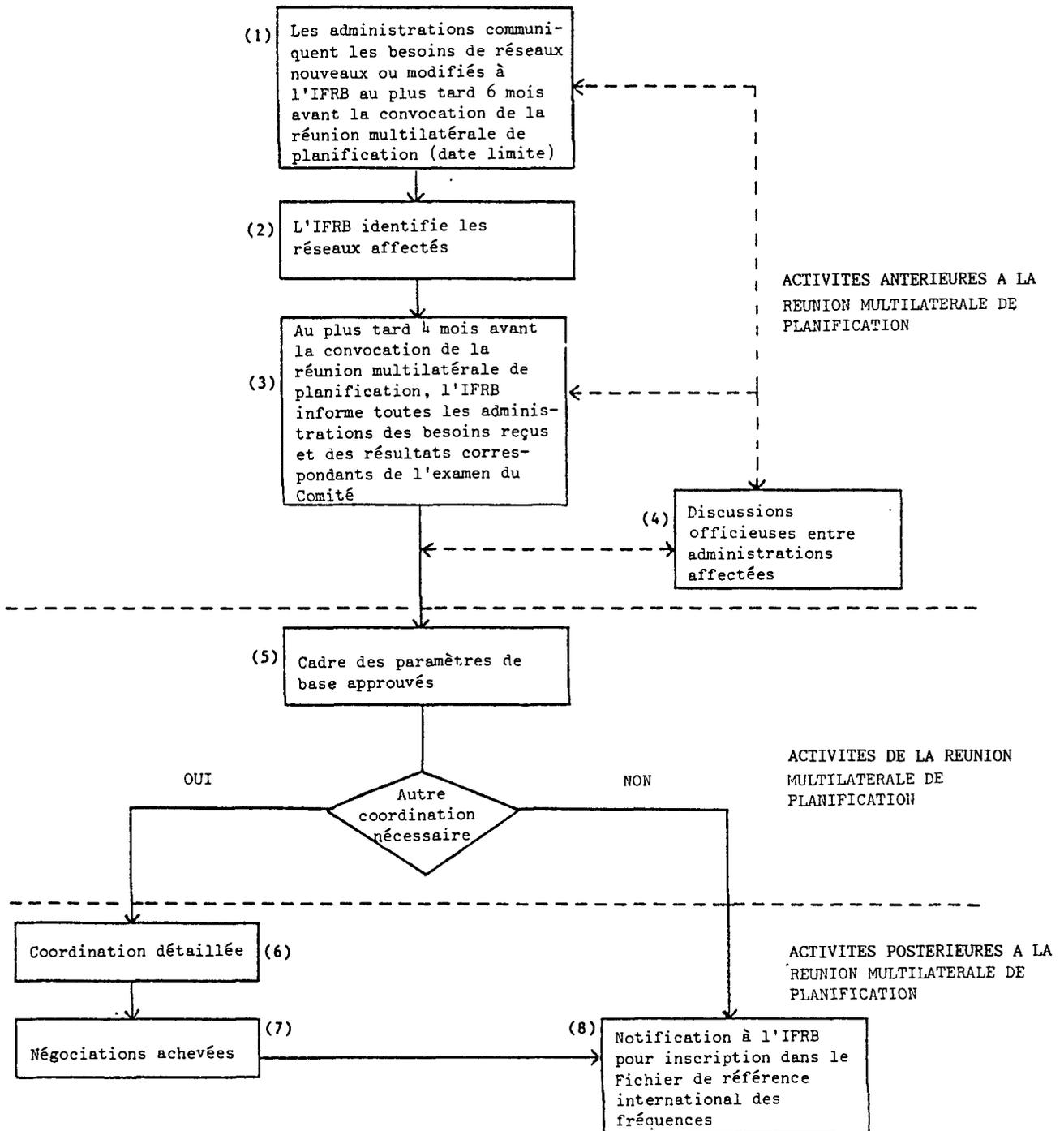
ANNEXE 2 AU CHAPITRE 3

Méthode éventuelle pour les procédures améliorées

La présente annexe décrit sous forme de schéma de principe une méthode applicable aux bandes planifiées du SFS qui ne font pas l'objet d'un plan d'allotissement. Cette méthode est dite celle des Réunions de planification multilatérales (RPM).

SCHEMA DE PRINCIPE

(voir notes explicatives aux pages suivantes)



Notes explicatives

Case 1

1. Les données à envoyer à l'IFRB doivent permettre d'identifier les réseaux affectés. De plus, elles doivent au moins être suffisantes pour permettre à la réunion multilatérale de planification d'établir une liste des éléments fondamentaux garantissant l'accès. Il appartient à la seconde session de décider de ces éléments fondamentaux. Dans tous les cas, la liste doit comprendre la position orbitale, les bandes de fréquences et les zones de couverture et de service.

2. Les besoins de réseaux nouveaux ou modifiés présentés six mois avant la réunion multilatérale de planification pourront être choisis en vue d'être examinés à la réunion en question, qui décidera de la façon de traiter les besoins reçus à une date ultérieure.

3. Seuls les besoins relatifs aux réseaux planifiés à mettre en service dans les cinq années à compter de la date de la première mise en service seront examinés à la réunion multilatérale de planification. Toutefois, les administrations peuvent présenter leurs besoins à une date antérieure.

Case 2

Le Comité doit identifier les réseaux affectés en utilisant l'appendice 29 éventuellement amélioré.

Case 3

Pour la préparation de la réunion multilatérale de planification, les administrations doivent étudier les données publiées par le Comité en vue de déterminer les solutions possibles pour faire place aux nouveaux réseaux.

Case 4

1. Les administrations peuvent, à ce stade, engager des discussions officieuses en vue d'accélérer les travaux à la réunion multilatérale de planification.

2. Une administration peut rendre compte des résultats de ses discussions à la réunion multilatérale de planification.

3. L'IFRB doit envisager la possibilité de fournir une assistance aux administrations.

Activités de la réunion multilatérale de planification

1. Les activités de la réunion multilatérale de planification s'effectuent sur la base des dispositions adoptées lors de la seconde session. Certains principes directeurs de ces dispositions sont donnés ci-après.

2. La réunion multilatérale de planification devrait être convoquée à des intervalles réguliers d'une durée d'au moins deux années et d'au plus quatre années.

3. Une autre possibilité consisterait à convoquer normalement la réunion multilatérale de planification tous les 2 ans; une extension de cette période peut être envisagée dans certaines circonstances, mais la période séparant deux réunions multilatérales de planification ne doit pas dépasser 4 années.

4. Chaque administration doit pouvoir participer à la réunion multilatérale de planification. L'UIT doit fournir l'assistance requise en matière de secrétariat.
5. Les administrations ayant soumis des besoins doivent être présentes. Si tel n'est pas le cas, leurs besoins ne seront pas pris en compte.
6. Toutes les administrations ayant des systèmes en service doivent être présentes, en particulier celles que l'IFRB a identifiées comme étant défavorablement influencées.
7. Les administrations notificatrices de réseaux exploités par plusieurs administrations doivent s'assurer que des décisions peuvent être prises en ce qui concerne ces réseaux.
8. Un mécanisme doit être mis en place afin de permettre à la réunion multilatérale de planification de prendre des décisions pour le cas où une administration notificatrice possédant un système susceptible d'être défavorablement influencé n'est pas présente à la réunion multilatérale de planification.
9. Les bases techniques pour les activités de la réunion multilatérale de planification doivent être conformes aux principes de planification acceptés et permettre l'utilisation des plus récents critères de qualité de fonctionnement et de brouillage adoptés.
10. Les réunions multilatérales de planification doivent être financées par le budget des conférences, selon les procédures habituelles.
11. Afin de couvrir le cas dans lequel la prise en charge d'un nouveau système n'est pas possible sans influencer défavorablement des réseaux bénéficiant déjà d'une protection, la réunion multilatérale de planification doit être dotée d'un mécanisme permettant d'établir des critères de partage des inconvénients; par conséquent, ce mécanisme doit être adopté lors de la seconde session.

Case 5

Les résultats obtenus par la réunion multilatérale de planification seront publiés par l'IFRB dans les plus brefs délais suivant la réunion multilatérale de planification. Le rapport doit contenir une liste des nouveaux réseaux ou des réseaux modifiés ayant fait l'objet d'un accord au cours de la réunion multilatérale de planification. Pour chaque réseau, cette liste doit indiquer au moins les éléments suivants:

- un cadre d'éléments essentiels tels que la position orbitale, les bandes de fréquences et la zone de couverture;
- des renseignements de caractère général sur les conditions de brouillage; et
- tout accord spécial réalisé.

Le cadre ainsi obtenu d'éléments essentiels sera protégé.

Case 6

Dans certains cas, des négociations portant sur la coordination détaillée peuvent être menées à bien au cours d'une réunion multilatérale de planification.

Case 7

A ce stade de la procédure, deux possibilités se présentent. Dans la situation normale, les négociations sont menées à bien sans que les éléments essentiels ayant fait l'objet d'un accord soient modifiés. Dans ce cas, une administration peut poursuivre la notification auprès de l'IFRB. Dans certains cas particuliers, les négociations peuvent entraîner la modification des éléments essentiels ayant fait l'objet d'un accord. Quand ces changements n'affectent pas d'autres réseaux au-delà des limites adoptées pendant la réunion multilatérale de planification, l'administration peut poursuivre la notification. Le cadre d'éléments essentiels ayant fait l'objet d'un accord est alors mis à jour. Si d'autres réseaux sont défavorablement influencés au-delà des limites adoptées pendant la réunion multilatérale de planification, les besoins modifiés doivent être soumis à la réunion multilatérale de planification suivante.

Case 8

Au cas où un réseau modifié n'est pas mis en service dans les six mois suivant la date prévue pour sa mise en service, l'IFRB annule l'inscription dans le Fichier de référence international des fréquences et ne la prend plus en considération en cas d'identification des réseaux défavorablement influencés (voir la case 2). Cette période ne peut être prorogée que dans des cas de force majeure. La réunion multilatérale de planification suivante décide alors quelle prolongation doit être accordée.

CHAPITRE 4

**Directives relatives aux procédures réglementaires applicables
aux services spatiaux et aux bandes de fréquences
non retenus pour la planification**

Introduction

Les principes directeurs concernant les procédures réglementaires applicables aux services spatiaux et aux bandes de fréquences que la présente Conférence ne considère pas comme devant être planifiés sont exposés dans les sept sections suivantes:

Section I : Principes directeurs concernant les sections I et II de l'article 11

Section II : Principes directeurs concernant l'article 13

Section III : Principes directeurs concernant l'article 14

Section IV : Principes directeurs concernant la Résolution 4 de la CAMR-79 et d'autres Résolutions relatives aux services spatiaux

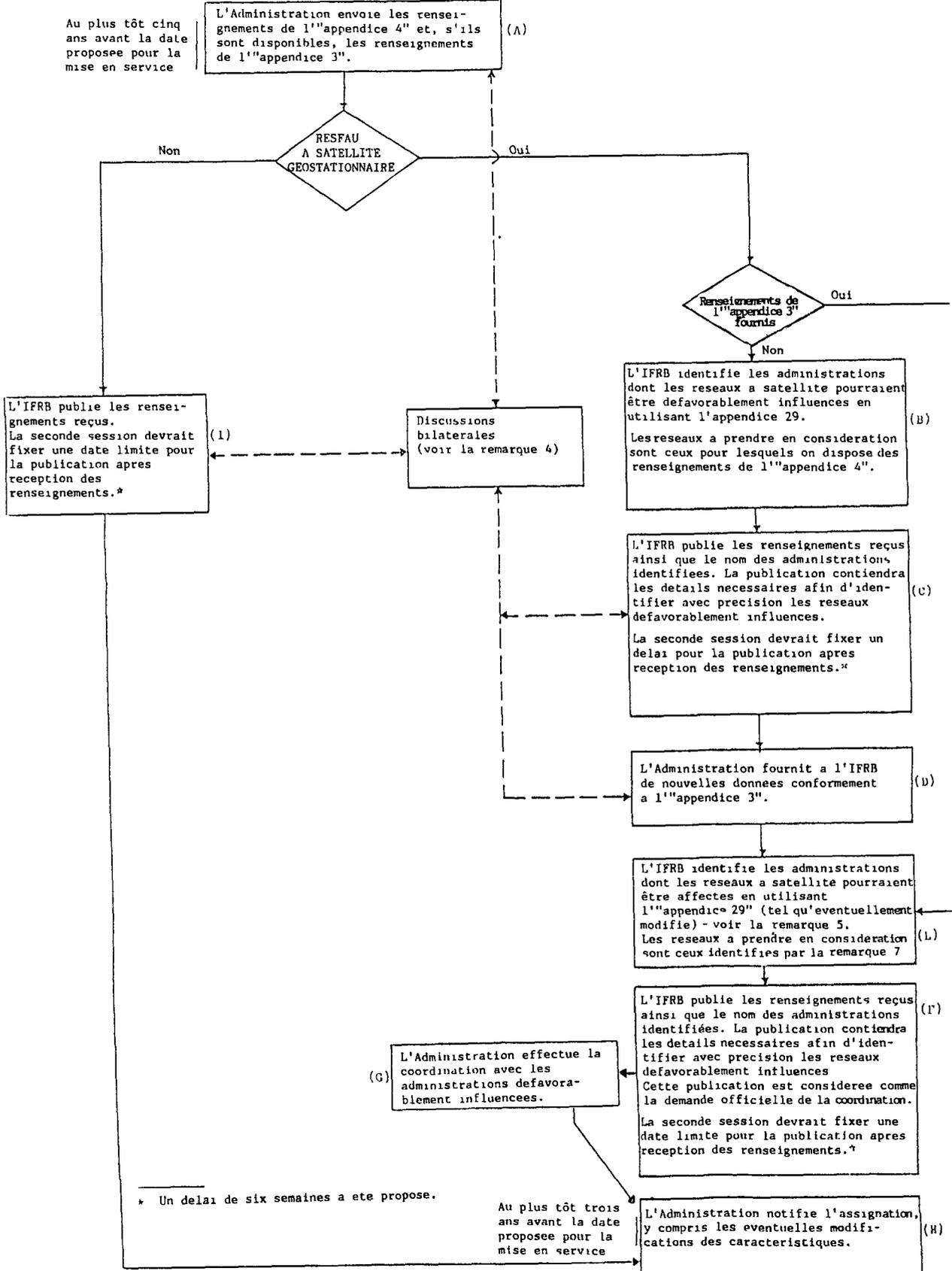
Section V : Manuels simplifiés

Section VI : Normes techniques et Règles de procédure de l'IFRB

Section VII : Critères et paramètres techniques.

4 1 Section I Principes directeurs concernant les sections I et II de l'article 11

4 1 1 La premiere session de la Conference recommande que la seconde session revise les sections I et II de l'article 11 du Reglement des radiocommunications conformement a l'organigramme ci-apres et aux remarques qui lui sont associees



Remarques relatives à l'organigramme

1. Les appendices 3 et 4 sont regroupés de manière à éviter tout chevauchement des renseignements. La première section de cet appendice refondu contient les renseignements nécessaires à la publication anticipée (appelés renseignements de l'"appendice 4"). La deuxième section contient les renseignements nécessaires à l'exécution de calculs détaillés et précis (appelés renseignements de l'"appendice 3"). Il convient également d'envisager l'utilisation de l'appendice refondu en application de l'article 14.

2. La procédure de coordination entre réseaux à satellite devrait être effectuée au niveau des réseaux à satellite, et non au niveau de chaque assignation.

La coordination d'une station terrienne avec une station spatiale ne sera nécessaire que si les valeurs de leurs caractéristiques dépassent celles qui sont prises en compte pour la procédure de coordination (c'est-à-dire, quand l'application de l'"appendice 29" révèle la nécessité d'une coordination).

3. On publie une seule section spéciale par réseau à satellite. Elle est mise à jour, le cas échéant, à mesure que les définitions des caractéristiques se précisent.

4. Au stade de la publication anticipée, les discussions bilatérales sont actuellement régies par les dispositions des numéros 1047 à 1053 du Règlement des radiocommunications. Ces dispositions ne précisent pas quelles assignations existantes ou en projet doivent être prises en compte; la seconde session devra examiner ces dispositions et les modifier s'il en est ainsi décidé. La seconde session est également invitée à prévoir l'assistance que l'IFRB pourra apporter dans le cadre de la publication anticipée (numéro 1054 du Règlement des radiocommunications).

5. Un "appendice 29 amélioré" (à utiliser dans la case E) pourrait permettre d'identifier avec plus de précision les réseaux défavorablement influencés et, en conséquence, de réduire le nombre de cas où la coordination est nécessaire.

6. Quand une administration communique les renseignements de l'"appendice 4" et de l'"appendice 3" simultanément, leur publication peut également se faire simultanément: les renseignements de l'"appendice 4" sont considérés comme la publication anticipée, ceux de l'"appendice 3" comme la demande de coordination.

7. Les réseaux à satellite dont il faut tenir compte dans la case E sont les suivants:

- tout réseau à satellite pour lequel une assignation au moins est inscrite dans le Fichier de référence;
- tout réseau à satellite dont les caractéristiques détaillées (Renseignements de l'"appendice 3") ont été reçues par l'IFRB. Cependant, lorsque le Comité reçoit ces renseignements en même temps que ceux de l'"appendice 4", ou moins de 6 mois après la date de la publication anticipée, le réseau à satellite ne sera pris en considération qu'à l'expiration de cette période de 6 mois.

8. La seconde session de la Conférence devra envisager de retenir le principe énoncé dans le numéro 1080 du Règlement des radiocommunications lorsqu'elle étudiera l'article 11.

Note - La seconde session de la Conférence devra examiner de quelle manière il conviendra de traiter toute modification apportée aux caractéristiques communiquées au titre de la publication anticipée ou des procédures de coordination.

4.1.2 La première session de la Conférence a observé que par suite d'un changement d'emplacement sur l'orbite, un satellite donné peut être protégé dans plusieurs emplacements sur l'orbite, ce qui pose des problèmes aux autres administrations lors de la planification, de la coordination et de la notification de leurs systèmes spatiaux. La première session recommande donc que la seconde session de la Conférence étudie ce problème et prenne la décision qui s'impose concernant cette question qui peut également intéresser l'article 13.

4.1.3 La première session de la Conférence a noté que dans certains cas, des réseaux différents dont les périodes de fonctionnement se chevauchent peuvent être notifiés à une position orbitale unique par une même administration. Une telle situation pourrait entraîner des problèmes de coordination excessifs et une utilisation inefficace de la ressource orbite-spectre. Aussi la seconde session devrait examiner ce problème et prendre les décisions qui s'imposent.

4.2 Section II - Principes directeurs concernant l'article 13

4.2.1 Au cours des travaux de la première session de la Conférence, une certaine inquiétude s'est manifestée à propos du fait que le Comité considère qu'il est difficile de notifier et d'enregistrer les renseignements au niveau des réseaux, comme l'a proposé une administration, au lieu de le faire au niveau des assignations, comme c'est le cas actuellement.

La première session a décidé de demander au Comité de préparer un rapport complétant celui que le Comité lui a fourni concernant la notification des assignations de fréquence aux stations des services de radiocommunication spatiale et de distribuer ce nouveau rapport au plus tard six mois avant la seconde session à toutes les administrations. La seconde session devra étudier la question plus avant.

4.2.2 Il est recommandé de préciser dans le numéro 1503 du Règlement des radiocommunications que, lors de l'examen d'une fiche de notification, il faut vérifier si la date notifiée de mise en service de l'assignation est située dans la période permise, calculée à partir de la date de réception par l'IFRB des renseignements pour la publication anticipée.

4.2.3 La Résolution 2 ayant trait à l'application de la section VI de l'article 13 a été adoptée; il s'agit d'une Résolution relative à l'amélioration de la précision des fichiers et listes de l'IFRB et des renseignements fournis aux administrations.

4.2.4 La première session de la Conférence, ayant noté les problèmes que pose l'application du numéro 1550 du Règlement des radiocommunications, pour certaines administrations, recommande que cette disposition soit modifiée pour permettre d'accorder une prolongation du délai pouvant atteindre 18 mois (au lieu des 4 mois actuels) et, dans certains cas exceptionnels, pour permettre à l'IFRB d'accorder une nouvelle prolongation, en tenant compte de la Résolution 2 de la CAMR-79, des motifs de l'administration et de toute limite que pourra imposer la seconde session de la Conférence à la prolongation du délai.

4.3 Section III - Principes directeurs concernant l'Article 14*

4.3.1 Facteurs dont il faut tenir compte

4.3.1.1 La procédure de l'article 14 doit être appliquée aux assignations des services de radiocommunications lorsqu'un renvoi du Tableau d'attribution des bandes de fréquences prescrit l'application de cet article.

4.3.1.2 Il a été noté que l'interprétation précise de certains renvois qui font état de l'article 14 était ambiguë ou peu claire. Le Rapport de l'IFRB en annexe à la Lettre-circulaire N° 600 du 10 décembre 1984 a été examiné et, conformément à l'explication donnée par le Comité, il a été noté que, lorsque la procédure de l'article 14 est appliquée avec succès à des renvois dans lesquels la seule condition est l'application de cet article, les assignations concernées dans ce service ont un statut primaire. A cet égard, les assignations aux stations d'un service spatial conformément aux numéros 747 et 750 du Règlement des radiocommunications seront considérées comme étant à titre primaire si la procédure est appliquée avec succès, excepté toutefois que les assignations des liaisons espace vers espace fonctionneront sous réserve de ne pas provoquer de brouillages (numéro 435 du Règlement des radiocommunications) uniquement par rapport à d'autres services spatiaux.

4.3.1.3 Il a été noté que, comme dans le cas des autres assignations, le Comité accepte des notifications conformément au numéro 342 du Règlement des radiocommunications d'assignations soumises à l'application de la procédure de l'article 14 à tout stade de l'application de cette procédure.

4.3.1.4 Il a été noté que des administrations peuvent, dans le cadre de leurs relations bilatérales, accorder un statut autre que celui prescrit dans un renvoi aux termes duquel l'application de l'article 14 est requise, dans la mesure où les services d'autres administrations ne s'en trouvent pas défavorablement influencés.

4.3.1.5 Lors de l'établissement des principes directeurs exposés au paragraphe 4.3.2 ci-après, la question de l'application de la procédure de l'article 14 au service de radiodiffusion par satellite n'a pas été abordée.

4.3.2 Principes directeurs

Les principes directeurs suivants sont recommandés pour examen par la seconde session et pour tous les travaux inter-sessions qui pourraient être prévus.

* Il a été noté que des questions concernant les articles 11 et 13 pourraient découler des décisions que prendra la seconde session au sujet de l'article 14.

4.3.2.1 Il convient de revoir et de modifier les dispositions de l'article 14, en ce qui concerne les assignations à des stations des services spatiaux, afin qu'elles s'appliquent non plus à des assignations individuelles mais à un réseau à satellite; les renseignements nécessaires devraient donc être réexaminés et précisés en conséquence.

4.3.2.2 L'applicabilité de l'article 14 aux assignations utilisées pour la réception devra être examinée et clarifiée.

4.3.2.3 La procédure devra comporter un moyen d'identifier les "administrations défavorablement influencées". Pendant la période inter-sessions, les administrations devront examiner les Normes techniques adoptées par l'IFRB et, le cas échéant, proposer d'autres normes à examiner.

4.3.2.4 La procédure à appliquer dans les cas de désaccord non résolus devra être incluse dans le Règlement des radiocommunications. Les objections à un accord aux termes de l'article 14 doivent être fondées sur des raisons techniques valables qui démontrent l'incompatibilité. Il est à noter que, dans l'application de la procédure de l'article 14, le Comité a appliqué ce principe (voir le paragraphe 4.3.2.4 du Rapport du Comité mentionné dans le paragraphe 4.3.1.2 ci-dessus). La seconde session devra examiner la question des renseignements techniques à fournir en pareils cas.

4.3.2.5 Il convient d'examiner la signification du terme "assignation en projet" (numéros 1617 et 1618 du Règlement des radiocommunications). Il est proposé que les assignations qui ont donné lieu à une objection soient normalement mises en service dans un délai raisonnable (peut-être 5 ans). Il a été conclu que ces assignations devraient être notifiées au Comité conformément au numéro 1214 ou 1488 du Règlement des radiocommunications, selon le cas, pour s'assurer que l'objection à laquelle ces assignations ont donné lieu est toujours valable. S'il est décidé d'adopter un certain délai pour la mise en service des "assignations en projet" visées dans le numéro 1617 du Règlement des radiocommunications, il faudra charger la seconde session de la Conférence de fixer, le cas échéant, un délai correspondant pour entamer la procédure de coordination de l'article 14 pour les services spatiaux, aux fins d'incorporation dans le numéro 1610 du Règlement des radiocommunications.

4.3.2.6 Il convient d'examiner la question des modifications apportées à un réseau pour lequel la procédure de l'article 14 a été appliquée avec succès. La seconde session pourrait décider que si la modification entraîne, pour une station d'émission, une réduction du brouillage potentiel, et si l'administration accepte la probabilité d'un brouillage accru pour son assignation à une station de réception, l'article 14 n'aurait pas à être appliqué de nouveau pour le réseau modifié.

4.3.2.7 La seconde session devra examiner la question de la priorité des dates (voir le paragraphe 4.3.2.3.1 du Rapport du Comité mentionné dans le paragraphe 4.3.1.2 ci-dessus). Le Règlement des radiocommunications devra spécifier qu'une assignation pour laquelle la procédure de l'article 14 a été appliquée avec succès doit être prise en compte par une administration appliquant la procédure à une date ultérieure pour une assignation qui, une fois la procédure appliquée avec succès, obtiendrait le même statut.

4.4 Section IV - Principes directeurs concernant la Résolution 4 de la CAMR-79 et d'autres Résolutions relatives aux services spatiaux

4.4.1 Etant donné qu'au paragraphe 3.9 du Rapport du Comité mentionné au paragraphe 4.3.1.2 ci-dessus, il est indiqué que l'expérience acquise jusqu'ici n'est pas suffisante pour permettre l'évaluation complète de la Résolution 4 et étant donné que la notification d'assignations pour une longue période de validité peut porter préjudice aux assignations notifiées pour une période plus courte, il a été conclu que cette question mérite un complément d'examen par la seconde session, qui devra prendre les dispositions nécessaires à ce sujet.

4.4.2 Le paragraphe 3.2 du Rapport du Comité mentionné ci-dessus attire l'attention de la présente session de la Conférence sur d'autres Résolutions relatives aux services spatiaux. Il est suggéré que la seconde session de la Conférence examine ces Résolutions comme il convient.

4.5 Section V - Manuels simplifiés

La première session de la Conférence a conclu qu'il serait préférable de reporter l'examen de la question des Manuels simplifiés à la CAMR-ORB(2) afin de laisser aux administrations le temps d'étudier l'utilité du Manuel de l'IFRB sur les procédures réglementant les radiocommunications. Il serait également nécessaire de mettre à jour ce Manuel en tenant compte des modifications apportées au Règlement des radiocommunications en raison des Actes finals de la CAMR-ORB(2). Dans l'intervalle, les documents préparés par le Comité pour ses cycles d'études pourront être distribués aux administrations à titre de description simplifiée de ces procédures réglementaires.

4.6 Section VI: Normes techniques et Règles de procédure de l'IFRB

Il a été noté que les Normes techniques et Règles de procédure du Comité élaborées conformément au numéro 1001 du Règlement des radiocommunications et communiquées conformément au numéro 1001.1 de ce même Règlement sont importantes pour les administrations. La première session de la Conférence a conclu qu'il convenait de compléter lesdites Normes techniques et Règles de procédure et d'en distribuer des exemplaires actualisés le plus tôt possible, en particulier pour celles d'entre elles qui peuvent concerner les administrations engagées dans des discussions bilatérales ou multilatérales. On pourrait envisager de distribuer entre temps à toutes les administrations les "Notes aux Chefs de département" du Comité.

4.7 Section VII: Critères et paramètres techniques

4.7.1 Considérations techniques d'ordre général

Le paragraphe 3.4 examine plusieurs critères et paramètres techniques ayant trait à l'utilisation efficace de l'orbite des satellites géostationnaires. Une bonne partie de ces considérations s'appliquent également aux bandes de fréquences et aux services qui n'ont pas été considérés comme devant être planifiés dans le paragraphe 3.1 du présent Rapport. Le présent chapitre ne reproduit pas ces renseignements.

En outre, le paragraphe 3.4.3.3 par exemple, traite des modifications possibles des procédures et des critères de l'appendice 29. Ces considérations peuvent également avoir des répercussions positives sur les bandes non planifiées. De même, les travaux relatifs aux appendices 3, 4 et 28, examinés dans le chapitre 3, peuvent contribuer à l'amélioration de la coordination entre les services et à l'amélioration des procédures de partage pour les bandes de fréquences non planifiées.

4.7.2 Considérations concernant le partage dans les bandes non planifiées

La présente session n'a pas estimé nécessaire de traiter des problèmes de partage entre les services dans les bandes de fréquences non planifiées, exception faite des considérations relatives aux critères techniques à utiliser pour l'application des procédures de l'article 14. Ce dernier point est examiné dans le chapitre 5 du présent Rapport.

CHAPITRE 5

Considérations relatives au partage entre services

5.1 Introduction

Les chapitres 8 et 10 du Rapport de la RPC, toute l'annexe 5 et le paragraphe 6.1.3.4 de l'annexe 6 portent sur les principes de partage, les besoins de qualité, les critères de brouillage et les critères disponibles pour le partage entre services.

Ces éléments et les conclusions pertinentes du Rapport de la RPC sont confirmés en raison des informations et des directives qu'ils proposent, notamment pour les bandes et les services à planifier ainsi que pour les principes et les critères de planification. La situation qui caractérise le partage des liaisons de connexion et des liaisons descendantes a été examinée.

5.2 Principes et conclusions

5.2.1 Parmi les principes et les conclusions du Rapport de la RPC présentant une importance particulière figurent les aspects évoqués dans la suite du texte. En outre, il est fait état des avis supplémentaires relatifs au partage entre services qui ont été émis dans le Rapport de l'IFRB à la présente session et dans des contributions émanant d'administrations.

5.2.2. Les critères de brouillage et de partage sont nécessaires pour permettre le partage équitable d'une bande par des services ayant des attributions à titre primaire dans cette bande. Ces critères, établis pour de nombreuses bandes et de nombreux services, sont à la base de l'utilisation actuelle intensive et réussie des bandes partagées.

5.2.3 Les services (spatiaux ou de Terre) ayant des attributions à titre primaire dans une bande donnée, ont les mêmes droits en ce qui concerne l'utilisation du spectre. Lors de la planification d'un service spatial, il faut tenir compte des besoins de ces deux services, sans changer le statut de partage existant en tenant compte, dans les bandes spécifiques, de l'article 8 du Règlement des radiocommunications, et indépendamment de la méthode de planification utilisée.

5.2.4 Pour que les services de Terre continuent à se développer dans les bandes partagées, comme un corollaire ou une conséquence du principe établi ci-dessus, les emplacements de stations terriennes ne devraient pas être inclus dans la planification des bandes partagées à titre primaire avec les services de Terre.

5.2.5 Des techniques qui peuvent être nécessaires ou souhaitables pour faciliter le partage, peuvent aussi assurer une utilisation plus efficace du spectre par tous les services.

5.2.6 La planification des bandes partagées par les services spatiaux fonctionnant dans des directions de transmission différentes (c'est-à-dire fonctionnement avec inversion de bandes) risquerait d'imposer des contraintes supplémentaires aux deux services, en particulier lorsqu'un service fixe de Terre, est aussi un service primaire dans ces bandes.

Il peut être possible, dans certaines conditions d'exploitation, d'accroître l'utilisation globale de certaines bandes partagées service fixe par satellite/service fixe grâce à une exploitation avec inversion de bandes (IB), sans que cela n'affecte de manière notable les services de Terre et sans réduire sensiblement la capacité de fonctionnement sans inversion de bandes, si les indications initiales selon lesquelles la géométrie favorable associée aux angles de site élevés (au-dessus de 40° sur proposition d'une administration) réduit sensiblement les contraintes exposées ci-dessus peuvent être confirmées. Il est recommandé que ces études soient entreprises pendant la période inter-sessions. Il serait toutefois nécessaire, en particulier au moment d'envisager l'exploitation avec inversion des bandes à 4 et 6 GHz, de limiter la puissance surfacique du satellite et d'exiger une discrimination adéquate de l'antenne du satellite vers le limbe de la Terre compte tenu des stations de Terre existantes (qu'elles emploient des techniques analogiques ou numériques). Les limites à retenir pour la puissance surfacique et la discrimination requise pour l'antenne du satellite devront aussi être déterminées pendant la période inter-sessions.

5.2.7 Un complément d'étude sera peut-être nécessaire pour une série de combinaisons de services apparaissant dans la liste ci-après et pouvant partager une ou plusieurs bandes. Certains de ces cas de partage seront vraisemblablement plus fréquents et plus problématiques que d'autres. Etant donné que le temps et les moyens disponibles entre les deux sessions sont limités, il faut mettre l'accent sur les cas relevés au chapitre 8 pour les besoins de la seconde session:

- a) service de radiodiffusion par satellite/service fixe par satellite à 2,5 GHz;
- b) service de radiodiffusion par satellite/service fixe par satellite à 12 GHz - interrégional;
- c) service fixe par satellite/service d'exploration de la Terre par satellite (passif) à 18,6 - 18,8 GHz;
- d) service fixe par satellite/service de météorologie par satellite, environ à 7/8 GHz et à 18 GHz;
- e) service inter-satellites/service de radiodiffusion par satellite à 22,5 - 23 GHz;
- f) service fixe par satellite/service fixe dans des bandes bidirectionnelles;
- g) service mobile par satellite/service fixe à 1,6/1,5 GHz;
- h) service de radiodiffusion par satellite/service fixe à 22,5 - 23 GHz;
- i) service fixe par satellite/service d'exploration de la Terre par satellite à 8 GHz.

5.2.8 Les limites de brouillage et les critères de partage doivent permettre de garder au moins le même niveau de partage entre services dans une bande donnée. Toutefois, certaines méthodes de planification pourraient avoir une influence défavorable sur ces critères de partage, les empêchant de maintenir le même niveau de partage.

5.2.9 Par sa Recommandation 66, la CAMR-79 a recommandé que le CCIR étudie (d'urgence) la question des rayonnements non essentiels provenant de stations spatiales. Il importe que les études de la période inter-sessions fournissent à la seconde session de la Conférence les renseignements nécessaires pour qu'elle puisse prendre les décisions qui s'imposent.

5.2.10 Le CCIR peut constituer l'organe compétent et efficace pour l'établissement des nouveaux critères et pour l'examen des critères existants; cependant, il sera éventuellement nécessaire de prendre des dispositions spéciales pour permettre au CCIR de fournir les renseignements requis dans un délai aussi bref.

5.2.11. Dans les cas où aucun critère de brouillage et de partage n'a été incorporé dans le Règlement des radiocommunications, l'IFRB, agissant conformément au Règlement, a établi et appliqué, à titre provisoire, de tels critères pour l'application de l'article 14 aux services spatiaux. Il faudrait que ces critères de partage soient examinés pendant la période inter-sessions et que des recommandations appropriées soient formulées à l'intention de la seconde session de la CAMR-ORB.

Plusieurs services et bandes qui pourraient faire l'objet d'un partage conformément aux attributions actuelles figurant dans les renvois, en appliquant les dispositions de l'article 14, ne sont pas inclus dans le Tableau I de l'appendice 28. Ces exemples sont résumés dans le Tableau 5-1 ci-après, qui indique également le nombre de cas semblables que l'IFRB a reçu du 1er janvier 1982 au 31 juillet 1985.

En outre, les trois premières colonnes du Tableau II de l'appendice 28 ne contiennent pas les valeurs de certains paramètres et critères de brouillage (P_0 , n , $J(\text{dB})$, $M_0(P_0)$, W , B ou $P_r(p)$). Il convient d'ajouter d'autres colonnes au Tableau II de l'appendice 28 pour les bandes et services marqués dans le Tableau 5-2 d'un signe plus (+).

5.2.12 En ce qui concerne l'appendice 29, on notera que la valeur de 4% du seuil de l'accroissement de la température de bruit équivalente de liaison par satellite qui impose la recherche d'une coordination entre systèmes spatiaux a été adoptée il y a quelques années pour le service fixe par satellite, compte tenu des situations de partage qui pouvaient survenir à l'époque, et dans l'hypothèse des caractéristiques techniques alors envisagées pour le service fixe par satellite.

Ce seuil de 4% peut ne pas convenir pour les services spatiaux autres que le service fixe par satellite, et peut même devoir être révisé pour s'appliquer au service fixe par satellite (de nombreux systèmes du service fixe par satellite - voire la plupart - en cas d'accroissement de leur température de 4% de bruit équivalente de liaison par satellite, peuvent encore être exempts d'un brouillage inacceptable). Le CCIR devrait entreprendre l'étude de cette question pendant la période inter-sessions et en communiquer les résultats à la seconde session.

5.2.13 Il semble que, pour les situations de partage qui concernent de nombreuses communications de ce genre faites à l'IFRB, comme le montrent les Tableaux 5-1 et 5-2 ci-après, l'étude de critères de partage par le CCIR soit très nécessaire pendant la période inter-sessions, pour examen par la seconde session; toutefois, d'autres bandes peuvent avoir des besoins égaux ou plus grands, en raison de la plus grande étroitesse de la largeur de bande disponible, ou des caractéristiques techniques des systèmes susceptibles d'être employés.

L'IFRB est invité à identifier sans délai pendant la période inter-sessions les services pour lesquels il lui paraît le plus nécessaire d'adopter officiellement des critères de partage ou de revoir et réviser les critères existants.

5.2.14 Il conviendra de se rappeler pendant la période inter-sessions, lors de l'examen des modifications à apporter aux dispositions techniques de la coordination (telles que celles qui sont exposées dans l'appendice 28), que la Résolution 703 permet aux administrations qui le désirent de modifier ces dispositions à l'intérieur de leurs zones géographiques particulières, sans imposer ces modifications à d'autres administrations et sans causer de brouillage inacceptable à aucune administration.

TABLEAU 5-1

Services et bandes de fréquences soumis à la procédure de l'article 14 et ne figurant pas dans le Tableau I de l'appendice 28 (entre 1 et 40 GHz)

| Bandes de fréquences | N° du renvoi du RR | Services concernés | Statut des services (contenu dans le renvoi) | Sens de liaisons | Nombre de cas reçus par l'IFRB pendant la période du 1.1.82 au 31.7.85 |
|----------------------|--------------------|---------------------------------------|--|-----------------------|--|
| 1 610 - 1 626,5 MHz | 732 | Radionavigation par satellite | Non mentionné | Non mentionné | |
| 1 610 - 1 626,5 MHz | 733 | Mobile aéronautique par satellite (R) | Primaire | Non mentionné | 3 |
| 1 750 - 1 850 MHz | 745 | Exploitation spatiale | Non mentionné | Montante | 5 |
| 1 750 - 1 850 MHz | 745 | Recherche spatiale | Non mentionné | Montante | |
| 1 770 - 1 790 MHz | 746 | Météorologie par satellite | Primaire | Non mentionné | |
| 2 025 - 2 110 MHz*** | 747 | Recherche spatiale | Non mentionné | Montante | 54 |
| 2 025 - 2 110 MHz*** | 747 | Exploitation spatiale | Non mentionné | Montante | |
| 2 025 - 2 110 MHz*** | 747 | Exploration de la Terre par satellite | Non mentionné | Montante | |
| 2 110 - 2 120 MHz | 748/749 | Recherche spatiale | Non mentionné | Montante | 5 |
| 2 110 - 2 120 MHz | 749 | Exploitation spatiale | Non mentionné | Montante | |
| 2 655 - 2 690 MHz** | 761 | Fixe par satellite | Primaire | Montante, descendante | 2 |
| 5 000 - 5 250 MHz | 797 | Fixe par satellite | Non mentionné | Non mentionné | |
| 5 000 - 5 250 MHz | 797 | Inter-satellites | Non mentionné | Inter-satellites | |
| 7 125 - 7 155 MHz | 810 | Exploitation spatiale | Non mentionné | Montante | |
| 7 145 - 7 235 MHz** | 811 | Recherche spatiale | Non mentionné | Montante | |
| 7 900 - 8 025 MHz** | 812 | Mobile par satellite | Non mentionné | Montante | 8 |
| 13,25 - 13,4 GHz | 852 | Recherche spatiale | Secondaire* | Montante | |
| 15,4 - 15,7 GHz | 797 | Fixe par satellite | Non mentionné | Non mentionné | |
| 15,4 - 15,7 GHz | 797 | Inter-satellites | Non mentionné | Inter-satellites | |
| 37 - 39 GHz | 899 | Fixe par satellite | Non mentionné | Montante | |

* En raison du statut secondaire du service de recherche spatiale, la présente session ne propose pas d'inclure ce service dans cette bande dans le Tableau I de l'appendice 28.

** Ces bandes de fréquences sont contenues dans le Tableau I de l'appendice 28 mais sont soumises à l'article 14.

*** Ces 3 bandes de fréquences pour les liaisons inter-satellites sont contenues dans le Tableau 5-2.

TABLEAU 5-2

Services et bandes de fréquences soumis à la procédure de l'article 14 et ne figurant pas dans la section IV de l'article 28 (entre 1 et 40 GHz)

| Bandes de fréquences | N° du renvoi du RR | Services concernés | Statut des services (contenu dans le renvoi) | Sens de liaisons | Nombre de cas reçus par l'IFRB pendant la période du 1.1.82 au 31.7.85 |
|---------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--|---------------------------------|--|
| 1 610 - 1 626,5 MHz+ | 732 | Radionavigation par satellite | Non mentionné | Non mentionné | 3 |
| 1 610 - 1 626,5 MHz+ | 733 | Mobile aéronautique par satellite (R) | Non mentionné | Non mentionné | |
| 1 770 - 1 790 MHz | 746 | Météorologie par satellite | Primaire | Non mentionné | 62 |
| 2 025 - 2 110 MHz* ³ | 747 | Recherche spatiale | Non mentionné | inter-satellites | |
| 2 025 - 2 110 MHz* ³ | 747 | Exploitation spatiale | Non mentionné | inter-satellites | |
| 2 025 - 2 110 MHz* ³ | 747 | Exploration de la Terre par satellite | Non mentionné | inter-satellites | |
| 2 200 - 2 290 MHz** | 750 | Recherche spatiale | Non mentionné | Descendante et inter-satellites | |
| 2 200 - 2 290 MHz** | 750 | Exploitation spatiale | Non mentionné | Descendante et inter-satellites | |
| 2 200 - 2 290 MHz** | 750 | Exploration de la Terre par satellite | Non mentionné | Descendante et inter-satellites | |
| 2 500 - 2 535 MHz+ | 754 | Mobile par satellite | Non mentionné | Descendante | |
| 5 000 - 5 250 MHz+ | 797 | Fixe par satellite | Non mentionné | Non mentionné | |
| 5 000 - 5 250 MHz+ | 797 | Intersatellite | Non mentionné | Inter-satellites | |
| 8 025 - 8 400 MHz* | 815 | Exploration de la Terre par satellite | Primaire | Descendante | 4 |
| 11,7 - 12,7 GHz+ | 839 | Radiodiffusion par satellite | Primaire | Descendante | 34 |
| 11,7 - 12,7 GHz | 839 | Fixe par satellite | Primaire | Descendante | |
| 22,5 - 23 GHz+ | 877 | Radiodiffusion par satellite | Primaire | Descendante | |
| 31,8 - 33,8 GHz | 892 | Fixe par satellite | Non mentionné | Descendante | |

Note 1 - Dans les bandes marquées d'un astérisque (*) des renvois au Tableau précisent que le service concerné est soumis aux limites de puissance surfacique de l'article 28, section IV.

Note 2 - Les bandes et les services marqués d'un signe (+) manquent également dans le Tableau II de l'appendice 28.

Note 3 - Ces 3 bandes de fréquences pour les liaisons montantes sont contenues dans le Tableau 5-1.

CHAPITRE 6

Liaisons de connexion pour le service de radiodiffusion par satellite dans la bande des 12 GHz dans les Régions 1 et 3

6.1 Bandes de fréquences dans lesquelles devrait être établi le Plan de fréquences pour les liaisons de connexion

6.1.1 Introduction

Le point 3.1 de l'ordre du jour de la CAMR ORB-85 demande la présente session de la Conférence de choisir parmi les bandes de fréquences dont la liste est donnée au point 1 du dispositif de la Résolution 101 de la CAMR-79, les bandes pour lesquelles il faut établir des Plans de fréquences relatifs aux liaisons de connexion.

6.1.2 Rappel des bandes de fréquences disponibles pour la planification

Les bandes de fréquences ci-après sont disponibles pour la planification des liaisons de connexion des satellites de radiodiffusion (voir la Résolution 101):

| <u>Région 1</u> | | <u>Région 3</u> |
|-----------------|---|-----------------|
| 10,7 - 11,7 GHz | | |
| 14,5 - 14,8 GHz | utilisation réservée aux pays situés hors d'Europe et à Malte | 14,5 - 14,8 GHz |
| 17,3 - 18,1 GHz | | 17,3 - 18,1 GHz |

6.1.3 Conclusions

6.1.3.1 En référence au point 3.1 de l'ordre du jour, il est décidé de choisir les bandes de fréquences 17,3 - 18,1 GHz et 14,5 - 14,8 GHz (pour les pays situés hors de l'Europe et pour Malte) pour le Plan d'assignation des liaisons de connexion.

6.1.3.2 Il est décidé de ne pas utiliser la bande 10,7 - 11,7 GHz pour le Plan d'assignation des liaisons de connexion.

6.1.3.3 Il est également décidé d'inclure des recommandations dans le Rapport de la première session, avec les objectifs suivants:

- conseiller les administrations lorsqu'elles préparent leurs besoins;
- donner des lignes directrices à la seconde session de la Conférence pour l'élaboration du Plan.

6.1.3.4 Ces recommandations sont:

6.1.3.4.1 Pour l'établissement de leurs besoins, les administrations sont invitées à utiliser la bande 17,3 - 18,1 GHz autant que possible après avoir considéré les facteurs suivants:

6.1.3.4.1.1 La bande 14,5 - 14,8 GHz qui est d'une largeur de 300 MHz serait probablement insuffisante pour fournir des liaisons de connexion à tous les canaux de l'Appendice 30 (ORB-85).

6.1.3.4.1.2 D'un point de vue économique, il serait désavantageux pour un pays donné d'avoir ses liaisons de connexion en partie dans une bande et en partie dans une autre bande. Ceci peut ne pas s'appliquer si une administration ne désire établir qu'une partie de ses liaisons de connexion.

6.1.3.4.1.3 L'utilisation exclusive de la bande 17,3 - 18,1 GHz pour les liaisons de connexion offre plus de possibilités aux services fixe et mobile partageant la bande 14,5 - 14,8 GHz sur une base primaire avec le SFS. Il serait avantageux de concentrer toutes (ou autant que possible) les liaisons de connexion dans une bande. Ceci est seulement possible dans la bande 17,3 - 18,1 GHz qui a également été choisie par la Région 2 dans le Plan de la CARR-SAT-R2.

6.1.3.4.1.4 Des estimations récentes fournies par une administration, montrent qu'en moyenne le rapport porteuse/bruit de la liaison de connexion pour la bande 14,5 - 14,8 GHz est supérieur de 1,5 dB par rapport aux systèmes de la bande 17,3 - 18,1 GHz, en raison des conditions de propagation dans l'atmosphère.

6.1.3.4.2 Pour la planification, la seconde session de la Conférence devrait suivre les lignes directrices suivantes:

6.1.3.4.2.1 Pour les pays qui ont demandé l'utilisation de la bande 17,3 - 18,1 GHz, et les pays qui n'ont exprimé aucun choix de fréquences, la planification doit commencer par utiliser uniquement les bandes 17,3 - 18,1 GHz en Région 1 et 17,3 - 17,8 GHz en Région 3.

La bande 17,8 - 18,1 GHz peut être utilisée dans la Région 3 si la bande 17,3 - 17,8 GHz s'avère insuffisante et pour fournir une souplesse de planification supplémentaire.

6.1.3.4.2.2 Planifier la bande 14,5 - 14,8 GHz pour les pays de la Région 3 et ceux de la Région 1 (pour les pays situés hors de l'Europe et pour Malte) qui ont demandé spécifiquement l'utilisation de cette bande.

6.1.3.4.2.3 Dans la bande 14,5 - 14,8 GHz, limiter le nombre de canaux par faisceau à un nombre inférieur à celui du Plan descendant, chaque fois que cela est nécessaire en raison de la largeur limitée de la bande.

6.1.3.4.2.4 Tenir compte de la protection des services fixe et mobile partageant les bandes, particulièrement dans les régions où la bande 14,5 - 14,8 GHz est utilisée plus intensivement.

6.2 Méthode de planification, paramètres et critères techniques

6.2.1. Choix de fréquences centrales pour la planification des canaux de liaison de connexion aux satellites de radiodiffusion dans les Régions 1 et 3 dans les bandes de fréquences 14,5 - 14,8 et 17,3 - 18,1 GHz

La planification des deux bandes de liaison de connexion utilisera les caractéristiques générales du Plan SRS R1,3* et, dans la mesure du possible, la translation linéaire et une fréquence de translation pour un ensemble de répéteurs desservant les canaux assignés à un même faisceau et à une même administration.

6.2.1.1 Caractéristiques générales du Plan SRS R1,3

| | <u>Région 1</u> | <u>Région 3</u> |
|---|-----------------|-----------------|
| Bande de fréquences attribuée | 11,7 - 12,5 | 11,7 - 12,2 GHz |
| Largeur de bande disponible | 800 | 500 MHz |
| Largeur de bande nécessaire d'un canal | 27 | 27 MHz |
| Espacement des canaux | 19,18 | 19,18 MHz |
| Nombre de canaux | 40 | 24 |
| Fréquence centrale du canal le plus bas | 11 727,48 | 11 727,48 MHz |
| Fréquence centrale du canal le plus élevé | 12 475,50 | 12 168,62 MHz |
| Bande de garde inférieure | 13,98 | 13,98 MHz |
| Bande de garde supérieure | 11,00 | 17,88 MHz |

6.2.1.2 Fréquences centrales à utiliser pour la planification des liaisons de connexion aux satellites de radiodiffusion dans la bande 17,3 - 18,1 GHz

6.2.1.2.1 La largeur de bande maximale disponible (800 MHz) étant la même pour le Plan du service de radiodiffusion par satellite de la Région 1 et pour la bande de liaison de connexion 17,3 - 18,1 GHz, une fréquence de translation de 5 600 MHz peut être utilisée pour un mélange soustractif à une seule fréquence. Dans la Région 3, la même fréquence de translation de 5 600 MHz semble être la fréquence optimale pour le mélange soustractif à une seule fréquence également dans le cas de la bande de liaison de connexion 17,3 - 17,8 GHz. Cela produira une translation linéaire de tous les canaux et préservera les mêmes bandes de garde. Ce type de conversion permettra de libérer les canaux de liaison descendante de tout mélange de produits parasites susceptibles de provenir d'une combinaison de fréquences harmoniques au moins jusqu'au 10^{ème} ordre d'une raie spectrale à l'intérieur des canaux de liaison de connexion et jusqu'aux harmoniques de 10^{ème} ordre de la fréquence de translation.

* Partout où l'on rencontre l'expression SRS R1, 3, il faut entendre "service de radiodiffusion par satellite en Régions 1 et 3".

6.2.1.2.2 Dans le cas où une fréquence de translation autre que 5 600 MHz est souhaitable pour un mélange de conversion simple, le rapport de la fréquence de translation à n'importe quelle fréquence comprise dans la largeur de bande nécessaire d'un canal de liaison de connexion ne doit être égal ni à 3/10 ni à 1/3.

6.2.1.2.3 Le Tableau 6-1 indique les correspondances entre les numéros des canaux, les fréquences centrales assignées au Plan SRS R1,3 et celles assignées aux liaisons de connexion, pour la fréquence de translation de 5 600 MHz.

6.2.1.3 Fréquences centrales à utiliser pour la planification des liaisons de connexion aux satellites de radiodiffusion dans la bande 14,5 - 14,8 GHz

6.2.1.3.1 La largeur de bande maximale disponible pour la bande de liaison de connexion 14,5 - 14,8 GHz n'étant que de 300 MHz contre 800 et 500 MHz dans le Plan des liaisons descendantes pour les Régions 1 et 3 respectivement, il faut prévoir plusieurs fréquences de translation pour que tout canal du Plan puisse être utilisé. Un canal de liaison de connexion donné doit donc être assigné à plusieurs canaux du Plan SRS simultanément.

6.2.1.3.2 Pour la bande de liaison de connexion 14,5 - 14,8 GHz, il convient d'admettre 14 canaux et 2 bandes de garde appropriées.

6.2.1.3.3 Le choix de fréquences de translation à cette fin et pour cette bande est une tâche complexe en raison de deux domaines dans la gamme des fréquences de translation possibles qui créeront un mélange de produits parasites dans certains canaux. Il est donc nécessaire d'optimiser les fréquences de translation. On évitera les rapports de 1/6 et 2/11 entre la fréquence de translation et n'importe quelle fréquence de la largeur de bande nécessaire d'un canal de liaison de connexion.

6.2.1.3.4 Les paramètres suivants seront utilisés pour la planification des liaisons de connexion dans la bande de fréquences 14,5 - 14,8 GHz:

| | |
|--|---------------|
| Largeur de bande nécessaire d'un canal | 27 MHz |
| Espacement des canaux | 19,18 MHz |
| Nombre de canaux | 14 |
| Fréquence centrale du canal le plus bas (1) | 14 525,30 MHz |
| Fréquence centrale du canal le plus élevé (14) | 14 774,64 MHz |
| Bande de garde inférieure | 11,80 MHz |
| Bande de garde supérieure | 11,86 MHz |

Fréquences de translation:

| | | |
|----|-----------------------------|--------------|
| a) | pour les canaux SRS 1 à 14 | 2 797,82 MHz |
| b) | pour les canaux SRS 15 à 28 | 2 529,30 MHz |
| c) | pour les canaux SRS 29 à 40 | 2 260,78 MHz |

6.2.1.3.5 Le Tableau 6-2 indique les correspondances entre les numéros des canaux, les fréquences assignées aux liaisons de connexion et celles assignées au Plan SRS R1,3 pour les trois fréquences de translation.

6.2.1.4 Recommandations

i) Compte tenu du fait que la capacité en canaux de la bande 14,5 - 14,8 GHz est réduite, les administrations doivent savoir que si elles demandent plus de 3 canaux, il risquera d'être difficile de satisfaire tous les besoins. L'assignation de plus de trois canaux dans cette bande à un seul faisceau d'une administration peut augmenter la complexité du satellite.

ii) Si certaines familles de canaux qui appartiennent à un faisceau et à une administration donnés sont subdivisées en deux fréquences de translation, la fréquence de translation qui couvre le plus grand nombre de canaux serait préférable.

iii) La complexité du choix des canaux peut devenir encore plus grande s'il faut combiner des liaisons de connexion à 14 GHz et à 17 GHz vers un seul satellite.

De tels cas devront être traités individuellement au cours de la mise au point du Plan par la seconde session de la Conférence.

6.2.2 Caractéristiques techniques utilisées pour la planification des liaisons de connexion

6.2.2.1 Facteur de qualité global

En admettant qu'il n'y ait pas de réduction de puissance à la sortie du répéteur, une contribution de bruit de 0,5 dB pour la liaison de connexion à l'ensemble de la liaison exige que:

$$(C/N)_u = (C/N)_{\text{global}} + 10 \text{ dB}$$

Pour les liaisons descendantes, la CAMR-RS-77 a adopté une valeur de C/N égale à 14,5 dB pour 99% du mois le plus défavorable en bordure de la zone de service. La valeur C/N requise pour les liaisons montantes est donc de 24 dB pour 99% du mois le plus défavorable pour donner un facteur de qualité global de C/N de 14 dB.

En cas de difficultés dans la planification des liaisons de connexion, il faudra tenir compte de la marge de rapport de protection prévue dans le Plan de la CAMR-RS-77 pour la liaison espace vers Terre, afin de conserver des valeurs de 30 dB pour le rapport de protection dans le même canal et de 14 dB pour le rapport de protection dans le canal adjacent à l'entrée du récepteur de la station terrienne.

6.2.2.2 Rapport porteuse/bruit

La valeur $(C/N)_u$ minimale nécessaire pour la planification des liaisons de connexion dans les Régions 1 et 3 est de 24 dB. Pour certaines administrations, il peut être souhaitable d'atteindre une valeur C/N nettement plus élevée, mais l'emploi de toute valeur supérieure à 24 dB ne doit pas empêcher de satisfaire aux conditions de brouillage prévues dans le Plan.

TABLEAU 6-1

Table de correspondance entre les numéros des canaux et les fréquences assignées dans le Plan SRS R1,3 d'une part, et entre les numéros des canaux et les fréquences assignées aux liaisons de connexion correspondantes utilisant la fréquence de translation 5 600 MHz, d'autre part

| Canal N° | Fréquences assignées dans le Plan (MHz) | Fréquences assignées aux liaisons de connexion (MHz) | Canal N° | Fréquences assignées dans le Plan (MHz) | Fréquences assignées aux liaisons de connexion (MHz) |
|----------|---|--|----------|---|--|
| 1 | 11 727,48 | 17 327,48 | 21 | 12 111,08 | 17 711,08 |
| 2 | 11 746,66 | 17 346,66 | 22 | 12 130,26 | 17 730,26 |
| 3 | 11 765,84 | 17 365,84 | 23 | 12 149,44 | 17 749,44 |
| 4 | 11 785,02 | 17 385,02 | 24 | 12 168,62 | 17 768,62 |
| 5 | 11 804,20 | 17 404,20 | 25 | 12 187,80 | 17 787,80 |
| 6 | 11 823,38 | 17 423,38 | 26 | 12 206,98 | 17 806,98 |
| 7 | 11 842,56 | 17 442,56 | 27 | 12 226,16 | 17 826,16 |
| 8 | 11 861,74 | 17 461,74 | 28 | 12 245,34 | 17 845,34 |
| 9 | 11 880,92 | 17 480,92 | 29 | 12 264,52 | 17 864,52 |
| 10 | 11 900,10 | 17 500,10 | 30 | 12 283,70 | 17 883,70 |
| 11 | 11 919,28 | 17 519,28 | 31 | 12 302,88 | 17 902,88 |
| 12 | 11 938,46 | 17 538,46 | 32 | 12 322,06 | 17 922,06 |
| 13 | 11 957,64 | 17 557,64 | 33 | 12 341,24 | 17 941,24 |
| 14 | 11 976,82 | 17 576,82 | 34 | 12 360,42 | 17 960,42 |
| 15 | 11 996,00 | 17 596,00 | 35 | 12 379,60 | 17 979,60 |
| 16 | 12 015,18 | 17 615,18 | 36 | 12 398,78 | 17 998,78 |
| 17 | 12 034,36 | 17 634,36 | 37 | 12 417,96 | 18 017,96 |
| 18 | 12 053,54 | 17 653,54 | 38 | 12 437,14 | 18 037,14 |
| 19 | 12 072,72 | 17 672,72 | 39 | 12 456,32 | 18 056,32 |
| 20 | 12 091,90 | 17 691,90 | 40 | 12 475,50 | 18 075,50 |

TABLEAU 6-2

Table de correspondance entre les numéros des canaux et les fréquences assignées aux liaisons de connexion dans la bande de fréquences 14,5 - 14,8 GHz d'une part, et entre les numéros des canaux et les fréquences assignées dans le Plan SRS R1,3, d'autre part

| FREQUENCES ASSIGNEES AUX LIAISONS DE CONNEXION | | FREQUENCES DE TRANSLATION (MHz) | | | | | |
|---|--------------------|--|--------------------|-------------|--------------------|-------------|--------------------|
| | | 2 797,82 | | 2 529,30 | | 2 260,78 | |
| CANAL N° | FREQUENCE (MHz) | FREQUENCES ASSIGNEES DANS LE PLAN SRS R1,3 | | | | | |
| | | CANAL N° | FREQUENCE (MHz) | CANAL N° | FREQUENCE (MHz) | CANAL N° | FREQUENCE (MHz) |
| 1 | 14 525,30 | 1 | 11 727,48 | 15 | 11 996,00 | 29 | 12 264,52 |
| 2 | 14 544,48 | 2 | 11 746,66 | 16 | 12 015,18 | 30 | 12 283,70 |
| 3 | 14 563,66 | 3 | 11 765,84 | 17 | 12 034,36 | 31 | 12 302,88 |
| 4 | 14 582,84 | 4 | 11 785,02 | 18 | 12 053,54 | 32 | 12 322,06 |
| 5 | 14 602,02 | 5 | 11 804,20 | 19 | 12 072,72 | 33 | 12 341,24 |
| 6 | 14 621,20 | 6 | 11 823,38 | 20 | 12 091,90 | 34 | 12 360,42 |
| 7 | 14 640,38 | 7 | 11 842,56 | 21 | 12 111,08 | 35 | 12 379,60 |
| 8 | 14 659,56 | 8 | 11 861,74 | 22 | 12 130,26 | 36 | 12 398,78 |
| 9 | 14 678,74 | 9 | 11 880,92 | 23 | 12 149,44 | 37 | 12 417,96 |
| 10 | 14 697,92 | 10 | 11 900,10 | 24 | 12 168,62 | 38 | 12 437,14 |
| 11 | 14 717,10 | 11 | 11 919,28 | 25 | 12 187,80 | 39 | 12 456,32 |
| 12 | 14 736,28 | 12 | 11 938,46 | 26 | 12 206,98 | 40 | 12 475,50 |
| 13 | 14 755,46 | 13 | 11 957,64 | 27 | 12 226,16 | -- | ----- |
| 14 | 14 774,64 | 14 | 11 976,82 | 28 | 12 245,34 | -- | ----- |

6.2.2.3 Rapport de protection porteuse/brouillage dans le même canal

Pour la planification, le rapport de protection dans le cas d'un brouillage dans le même canal est fixé à 40 dB.

6.2.2.4 Rapport de protection porteuse/brouillage dans le canal adjacent

Des expériences menées récemment par une administration révèlent que le rapport de protection dans le canal adjacent pour les liaisons de connexion en cas de brouillages à peine perceptibles peut être ramené à 19 dB, lorsque les signaux passent à travers un amplificateur à TOP à 12 GHz fonctionnant à saturation avec un facteur de conversion MA-MP de 2 degrés/dB, puis sont reçus à travers un filtre à ondes acoustiques de surface d'une largeur de bande de 27 MHz avant d'atteindre le démodulateur.

Ces essais ont été effectués en utilisant un amplificateur à TOP ayant une faible valeur de conversion MA-MP. On estime que les effets des brouillages dans le canal adjacent seront intensifiés par le facteur de conversion MA-MP à cause du même mécanisme que celui indiqué pour l'intensification du bruit. Il est donc recommandé d'adopter une marge supplémentaire de 2 dB par rapport au niveau de 19 dB mesuré au cours d'essais en laboratoire et, partant, d'utiliser pour la planification des liaisons de connexion un rapport de protection de 21 dB pour les brouillages dans le canal adjacent.

Certaines administrations ont proposé d'utiliser pour la planification la valeur de 24 dB et, dans le cas où cette valeur n'est pas applicable, d'utiliser la valeur de 21 dB.

6.2.2.5 P.i.r.e. de la liaison de connexion

Il convient d'utiliser, pour chaque bande, une valeur uniforme de la p.i.r.e. lors de la planification initiale. Cette valeur doit être égale à 84 dBW pour la bande 17,3 - 18,1 GHz et à 82 dBW pour la bande 14,5 - 14,8 GHz.

Il s'agit de valeurs initiales à utiliser pour l'élaboration du Plan. Si nécessaire, elles seront ajustées cas par cas au cours du développement du Plan afin de satisfaire aux critères minima des rapports porteuse/bruit et porteuse/brouillage spécifiés dans le Plan pour les systèmes de liaisons de connexion de toutes les administrations. D'autres ajustements seront faits le cas échéant pour tenir compte des besoins de certaines administrations.

Certaines administrations considèrent que ces valeurs adoptées au titre de la planification initiale pourraient ne pas répondre à leurs besoins.

6.2.2.6 Antenne d'émission

6.2.2.6.1 Diamètre de l'antenne

Pour une valeur donnée de la p.i.r.e. dans l'axe et un diagramme d'antenne relatif donné, la p.i.r.e. hors axe dépend du diamètre de l'antenne. Plus ce diamètre est grand, plus la p.i.r.e. hors axe, qui est une source potentielle de brouillage entre des positions orbitales adjacentes, est faible.

Il est donc nécessaire, pour la planification des liaisons de connexion, de définir un diamètre d'antenne de référence. La valeur adoptée est de 5 m pour la bande 17,3 - 18,1 GHz et de 6 m pour la bande 14,5 - 14,8 GHz.

Des antennes plus petites, de 2,5 m de diamètre par exemple, peuvent également être utilisées, sous réserve qu'il n'y ait pas de dégradation de la situation de brouillage. Dans la pratique, cela veut dire qu'il pourrait être nécessaire de réduire la p.i.r.e. ou d'améliorer le diagramme d'antenne afin qu'il n'y ait pas d'augmentation de la puissance de rayonnement hors axe, et donc pas de brouillage inacceptable causé à la position orbitale adjacente et à d'autres services.

6.2.2.6.2 Gain dans l'axe

Le gain dans l'axe pour l'antenne de 5 m de diamètre à 17,3 - 18,1 GHz et pour l'antenne de 6 m à 14,5 - 14,8 GHz a été fixé à 57 dBi.

6.2.2.7 P.i.r.e hors axe

Les considérations qui suivent sont fondées sur un diagramme de référence du lobe latéral d'une antenne d'émission qui suit les caractéristiques de $32 - 25 \log \varphi$.

6.2.2.7.1 P.i.r.e. copolaire hors axe

La p.i.r.e. copolaire de la station terrienne pour des angles de faisceau hors axe de $\varphi \geq 1^\circ$ * ne doit pas être supérieure à:

$$E - 25 - 25 \log \varphi \text{ (dBW) pour } 1^\circ \leq \varphi \leq 48^\circ$$

$$E - 67 \text{ (dBW) pour } \varphi > 48^\circ$$

où

E (dBW) est la p.i.r.e. dans l'axe de la station terrienne.

* Le paragraphe 6.2.2.21.9 traite d'une p.i.r.e. copolaire de la station terrienne pour des angles de faisceau hors axe de $0^\circ < \varphi < 1^\circ$, ce qui peut être utile pour résoudre des incompatibilités lors de la planification des liaisons de connexion.

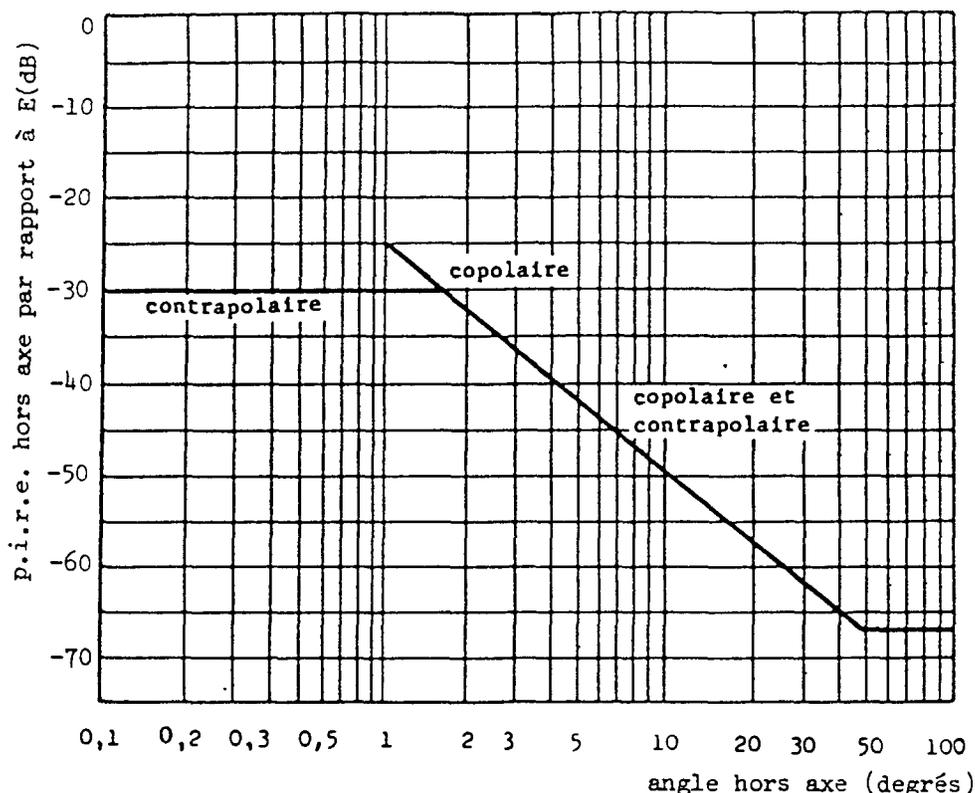


FIGURE 6-1

P.i.r.e. hors axe de la station terrienne

Remarque - Pour $0^\circ < \varphi < 1^\circ$, voir le paragraphe 6.2.2.21.9.

Lorsque la planification indépendante des positions orbitales est défavorablement influencée, la p.i.r.e. copolaire hors axe de la station terrienne doit être basée sur un diagramme d'antenne de $29 - 25 \log \varphi$ (dBi), pour des valeurs de φ (angle hors axe) dans les régions des positions orbitales adjacentes ou deuxièmes adjacentes dans le plan de l'orbite des satellites géostationnaires.

6.2.2.7.2 P.i.r.e. contrapolaire hors axe

La p.i.r.e. contrapolaire de la station terrienne ne doit pas être supérieure à:

- E - 30 (dBW) pour $0^\circ \leq \varphi \leq 1,6^\circ$,
- E - $25 - 25 \log \varphi$ (dBW) pour $1,6^\circ < \varphi \leq 48^\circ$,
- E - 67 (dBW) pour $\varphi > 48^\circ$,

où

E (dBW) est la p.i.r.e. dans l'axe de la station terrienne.

Lorsque l'isolation contrapolaire obtenue est insuffisante, la p.i.r.e contrapolaire hors axe de la station terrienne doit être basée sur un diagramme d'antenne de $24 - 25 \log \varphi$ (dBi) pour $0,76^\circ \leq \varphi \leq 22,9^\circ$ et de -10 (dBi) pour $\varphi > 22,9^\circ$.

6.2.2.8 Affaiblissement dû à un mauvais pointage de l'antenne de la station terrienne

Une tolérance de 1 dB doit être prévue pour tenir compte de la perte de gain due à un mauvais pointage de l'antenne de la station terrienne.

6.2.2.9 Antenne de réception du satellite

Si l'on utilise une antenne d'émission et de réception commune, le gain contrapolaire, l'ouverture de faisceau, la précision de pointage et le diagramme de rayonnement dépendent des caractéristiques de l'antenne de la liaison descendante.

Si l'on utilise des antennes séparées pour l'émission et pour la réception, les paramètres de l'antenne de réception doivent être ceux donnés aux paragraphes suivants. L'utilisation d'antennes de réception séparées offre une plus grande souplesse en termes d'indépendance à l'égard de la fréquence de la liaison de connexion, de la polarisation et de la zone de service.

6.2.2.9.1 Section transversale du faisceau de l'antenne de réception

La planification initiale doit être fondée sur l'hypothèse de faisceaux à section transversale elliptique ou circulaire. Lorsque la section transversale du faisceau de l'antenne de réception est elliptique, l'ouverture de faisceau équivalente φ_0 est une fonction de l'angle de rotation entre, d'une part, le plan contenant le satellite et l'axe principal de la section transversale du faisceau et, d'autre part, le plan dans lequel l'ouverture de faisceau est requise.

La relation entre le gain maximal d'une antenne et l'ouverture de faisceau à demi-puissance peut être déduite de l'expression:

$$G_m = 27\,843/ab$$

ou

$$G_m(\text{dB}) = 44,44 - 10 \log a - 10 \log b$$

où

a et b désignent les angles (en degrés) sous-tendus au satellite par le petit et le grand axes de la section transversale elliptique du faisceau.

Une valeur minimale de $0,6^\circ$ pour l'ouverture du faisceau à demi-puissance est adoptée pour la planification, sauf lorsqu'une administration demande une valeur inférieure pour ses propres faisceaux.

6.2.2.9.2 Diagramme de référence copolaire

Le diagramme de référence copolaire de l'antenne est obtenu grâce à la formule suivante:

Gain relatif copolaire (dB) (voir Figure 6-2, courbe A)

$$G = -12 (\varphi/\varphi_0)^2 \text{ pour } 0 \leq \varphi/\varphi_0 \leq 1,30$$

$$G = -17,5 - 25 \log (\varphi/\varphi_0) \text{ pour } \varphi/\varphi_0 > 1,30$$

Après intersection avec la courbe C: comme la courbe C

(la courbe C correspond à l'opposé du gain dans l'axe).

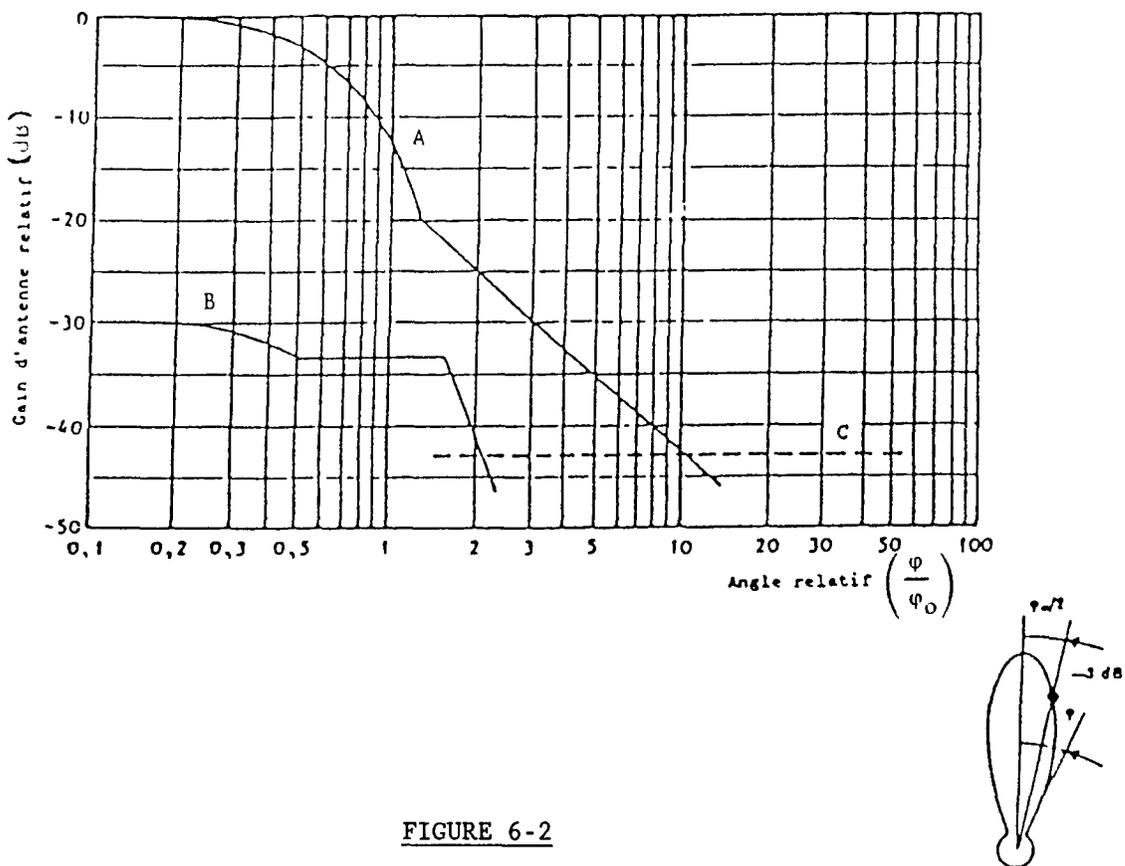


FIGURE 6-2

Diagramme de référence de l'antenne de réception de satellite

Courbe A - composante copolaire (6.2.2.9.2)

Courbe B - composante contrapolaire (6.2.2.9.3)

Courbe C - opposé du gain dans l'axe (la courbe C représentée dans cette Figure correspond au cas particulier d'une antenne avec un gain dans l'axe de 43 dBi).

6.2.2.9.3 Diagramme de référence contrapolaire

Le diagramme de référence contrapolaire est obtenu grâce à la formule suivante:

Gain contrapolaire relatif (dB) (voir Figure 6-2, courbe B)

$$G = -30 - 12 \left(\frac{\varphi}{\varphi_0} \right)^2 \quad \text{pour } 0 \leq \frac{\varphi}{\varphi_0} \leq 0,5$$

$$G = -33 \quad \text{pour } 0,5 < \frac{\varphi}{\varphi_0} \leq 1,67$$

$$G = \left\{ -40 + 40 \log \left(\frac{\varphi}{\varphi_0} - 1 \right) \right\} \quad \text{pour } \frac{\varphi}{\varphi_0} > 1,67$$

Après intersection avec la courbe C: comme la courbe C

(courbe C = opposé du gain dans l'axe).

6.2.2.10 Précision de pointage de l'antenne de réception du satellite

L'écart de pointage du faisceau de l'antenne de réception du satellite par rapport à sa direction de pointage nominale ne doit pas dépasser $0,2^\circ$ dans toute direction. Par ailleurs, la rotation angulaire du faisceau de réception autour de cet arc ne doit pas dépasser $\pm 1^\circ$; cette dernière limite n'est pas nécessaire pour les faisceaux à section transversale circulaire utilisant une polarisation circulaire.

Dans le cas où une seule antenne est utilisée pour l'émission et la réception, la précision de pointage pour l'antenne de réception est imposée, par celle de l'antenne d'émission, mais sans lui être nécessairement égale. Quand deux réflecteurs séparés sont utilisés pour l'émission et la réception, il est possible d'orienter l'antenne d'émission à l'aide d'un mécanisme de pointage automatique par détection d'une balise radiofréquence terrestre. Ce système de pointage précis de l'antenne permet de stabiliser le faisceau de réception asservi par l'antenne d'émission, à $0,2^\circ$ près.

6.2.2.11 Température de bruit du système de réception du satellite

La planification doit être fondée sur une température de bruit du système de réception du satellite de 1 800 K.

6.2.2.12 Type de polarisation

Dans la planification, on suppose que la polarisation est circulaire. Il est possible d'utiliser la polarisation rectiligne sur une position orbitale donnée sous réserve d'un accord avec toutes les administrations concernées.

6.2.2.13 Sens de polarisation

Dans le cas d'une transposition uniforme de fréquence, le sens de polarisation de toutes les liaisons de connexion doit être:

soit:

opposé à celui de liaisons descendantes correspondantes;

soit:

le même que celui des liaisons descendantes correspondantes

pour chaque position orbitale.

Dans le cas d'une transposition de fréquence non uniforme, il est nécessaire de maintenir une disposition uniforme polarisation/fréquence pour chaque position orbitale.

Le choix du sens de la polarisation circulaire en cas d'utilisation d'antennes communes émission/réception est influencé par la technologie.

Pour des faisceaux elliptiques simples, les sens opposés de polarisation sur les liaisons Terre vers espace et espace vers Terre permettent d'utiliser un transducteur orthomode simple et économique pour assurer l'isolement entre les signaux d'émission et de réception.

Pour des faisceaux modelés utilisant des cornets d'alimentation multiples, le même sens de polarisation permet d'utiliser des configurations d'antenne de satellite simples et économiques évitant la complexité d'un transducteur orthomode séparé pour chaque cornet d'alimentation si le sens est opposé. L'isolement entre les signaux d'émission et de réception est assuré à l'aide de filtres.

Il faut pouvoir choisir la polarisation pour chaque position orbitale. Cependant, à condition qu'il n'y ait pas d'interaction entre liaisons de connexion vers deux positions orbitales adjacentes, il ne semble pas indispensable de faire le même choix pour toutes les positions orbitales.

6.2.2.14 Commande automatique de gain

Le Plan ne doit pas prendre en considération la commande automatique de gain à bord des satellites. Une commande automatique de gain allant jusqu'à 15 dB est autorisée sous réserve de ne pas aggraver le brouillage causé aux autres systèmes à satellites.

6.2.2.15 Régulation de puissance

Le Plan ne doit pas tenir compte de la régulation de puissance qui n'est autorisée que dans la mesure où le brouillage causé à d'autres satellites n'augmente pas de plus de 0,5 dB¹ par rapport à la valeur calculée dans le Plan des liaisons de connexion.

¹ Note - Cette marge doit être partagée entre les effets de la régulation de puissance et les effets de la compensation de dépolarisation quand les deux sont utilisées (voir le paragraphe 6.2.2.19).

Il convient d'élaborer des directives concernant l'utilisation de la régulation de puissance, compte tenu des informations suivantes:

On obtient l'augmentation admissible de la puissance de l'émetteur d'une station terrienne, sans qu'il y ait détérioration des rapports de brouillage par temps clair, en tenant compte des emplacements géographiques des stations terriennes et des zones de couverture des liaisons de connexion.

En conséquence, la Figure 6-3 et le Tableau 6-3 donnent des exemples de combinaisons possibles de l'augmentation de la puissance d'émission et de l'affaiblissement dû à la pluie pour différentes valeurs de découplage de polarisations croisées et d'angle de site.

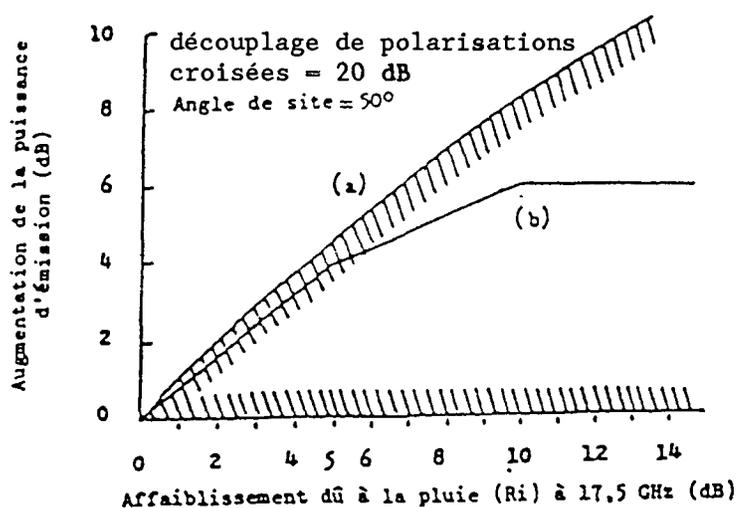


FIGURE 6-3

Augmentation possible de la puissance d'émission
pour la régulation de puissance

Courbe (a): limite supérieure pour la régulation de puissance
Courbe (b): exemple de régulation de puissance indiqué dans le
Tableau 6-3

TABLEAU 6-3

Augmentation possible de la puissance d'émission d'une station terrienne permettant une régulation de puissance pour différentes valeurs de découplage de polarisations croisées et de l'angle de site du satellite

| Découplage de polarisations croisées (dB) | Angle de site du satellite (degrés) | Augmentation de la puissance d'émission de la station terrienne (dB) | |
|--|--|--|---|
| | | Pour un affaiblissement dû à la pluie de 0 dB à 5 dB | Pour un affaiblissement dû à la pluie de 5 dB et plus |
| 10 à 15 | 0 à 10 | 0 | 0 |
| | 10 à 30 | 0 à 4 | 4 à 7 |
| | 30 à 50 | 0 à 4 | 4 à 8 |
| | 50 à 60 | 0 à 5 | 5 à 9 |
| | 60 à 90 | 0 à 5 | 5 à 10 |
| 15 à 20 | 0 à 10 | 0 | 0 |
| | 10 à 30 | 0 à 2 | 2 à 4 |
| | 30 à 40 | 0 à 3 | 3 à 4 |
| | 40 à 50 | 0 à 3 | 3 à 6 |
| | 50 à 60 | 0 à 4 | 4 à 8 |
| 20 à 25* | 0 à 30 | 0 | 0 |
| | 30 à 40 | 0 à 2 | 2 |
| | 40 à 50 | 0 à 3 | 3 à 4 |
| | 50 à 60* | 0 à 4* | 4 à 6* |
| | 60 à 90 | 0 à 5 | 5 à 8 |
| 25 à 30** | 0 à 40 | 0 | 0 |
| | 40 à 50 | 0 à 2 | 2 |
| | 50 à 60 | 0 à 3 | 3 |
| | 60 à 90 | 0 à 5 | 5 |

* Ce cas est illustré par la courbe (b) de la Figure 6-3.

** Ces cas sont identiques à ceux spécifiés dans le Tableau 1, Partie II des Actes finals de la CARR SAT-83.

6.2.2.16 Emplacement des stations terriennes

La planification doit répondre aux besoins des administrations, mais pour les stations terriennes de liaison de connexion situées en dehors de la zone de service de la liaison descendante, il peut être nécessaire d'utiliser les méthodes permettant de résoudre les incompatibilités en planification, décrites au paragraphe 6.2.2.21.

6.2.2.17 Propagation

Dans le cas des liaisons de connexion, le modèle de propagation est basé sur la valeur de l'affaiblissement dû aux précipitations dépassé pendant 1 pour cent du mois le plus défavorable.

6.2.2.17.1 Affaiblissement

Les données suivantes sont nécessaires pour calculer l'affaiblissement dû à la pluie:

$R_{0,01}$: intensité de précipitation ponctuelle pour l'emplacement, dépassée pendant 0,01% d'une année moyenne (mm/h)

h_0 : altitude de la station terrienne par rapport au niveau moyen de la mer (km)

θ : angle de site (degrés)

f : fréquence (GHz)

ζ : latitude de la station terrienne (degrés)

On utilisera des fréquences moyennes pour les calculs relatifs aux deux bandes, à savoir 17,7 GHz et 14,65 GHz.

Phase 1: L'altitude moyenne h_F de l'isotherme zéro degré est:

$$h_F = 5,1 - 2,15 \log \left(1 + 10^{\frac{(|\zeta| - 27)}{25}} \right) \text{ (km)}$$

Phase 2: La hauteur de précipitation h_R est:

$$h_R = C \cdot h_F$$

où: $C = 0,6$ pour $0^\circ \leq \zeta < 20^\circ$

$C = 0,6 + 0,02 (\zeta / -20)$ pour $20^\circ \leq \zeta < 40^\circ$

$C = 1$ pour $\zeta \geq 40^\circ$

Phase 3: La longueur du trajet oblique L_s , en-dessous de la hauteur de précipitation, est:

$$L_s = \frac{2 (h_R - h_0)}{\left(\sin^2 \theta + 2 \left(\frac{h_R - h_0}{R_e} \right)^{1/2} + \sin \theta \right)} \quad (\text{km})$$

R_e étant le rayon équivalent de la Terre (8 500 km)

Phase 4: La projection horizontale, L_G , du trajet oblique est:

$$L_G = L_s \cos \theta \quad (\text{km})$$

Phase 5: Le facteur de réduction $r_{0,01}$, pour un pourcentage du temps égal à 0,01%, est:

$$r_{0,01} = \frac{90}{90 + 4 L_G}$$

Phase 6: L'affaiblissement linéique γ_R est déterminé par:

$$\gamma_R = k (R_{0,01})^\alpha \quad (\text{dB/km})$$

où:

$R_{0,01}$ est donné dans le Tableau 6-4, les coefficients k et α dépendant de la fréquence dans le Tableau 6-5 et les zones hydrométéorologiques dans les Figures 6-4 et 6-5.

TABLEAU 6-4

Indice de précipitation (R) pour les zones hydrométéorologiques dépassé pendant 0,01% d'une année moyenne

| Zone hydrométéorologique | A | B | C | D | E | F | G | H | J | K | L | M | N | P |
|------------------------------|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| Taux de précipitation (mm/h) | 8 | 12 | 15 | 19 | 22 | 28 | 30 | 32 | 35 | 42 | 60 | 63 | 95 | 145 |

TABLEAU 6-5

Coefficients dépendant de la fréquence

| Fréquence (GHz) | k | α |
|-----------------|--------|----------|
| 14,65 | 0,0327 | 1,149 |
| 17,7 | 0,0531 | 1,110 |

Les coefficients dépendant de la fréquence doivent être calculés à l'aide des formules suivantes et des données du Tableau 6-6.

$$k = [k_H + k_V + (k_H - k_V) \cos^2 \theta \cos 2\tau] / 2$$

$$\alpha = [k_H \alpha_H + k_V \alpha_V + (k_H \alpha_H - k_V \alpha_V) \cos^2 \theta \cos 2\tau] / 2k$$

où θ est l'angle de site du trajet et τ l'angle d'inclinaison du plan de polarisation par rapport à l'horizontale ($\tau = 45^\circ$ pour la polarisation circulaire).

Les formules pour k et α sont de type général. Dans le cas de la polarisation circulaire, le troisième terme des deux formules est égal à zéro. Dès lors, dans le cas de la polarisation circulaire, les formules pour k et α deviennent:

$$k = (k_H + k_V) / 2$$

$$\alpha = (k_H \alpha_H + k_V \alpha_V) / 2k$$

TABLEAU 6-6

Coefficients de régression pour l'évaluation de l'affaiblissement linéique

| Fréquence (GHz) | k_H | k_V | α_H | α_V |
|-----------------|--------|--------|------------|------------|
| 12 | 0,0188 | 0,0168 | 1,217 | 1,200 |
| 15 | 0,0367 | 0,0335 | 1,154 | 1,128 |
| 20 | 0,0751 | 0,0691 | 1,099 | 1,065 |

Phase 7: L'affaiblissement dépassé pendant 1% du mois le plus défavorable est:

$$A_{1\%} = 0,223 \gamma_R L_s r_{0,01} \quad (\text{dB})$$

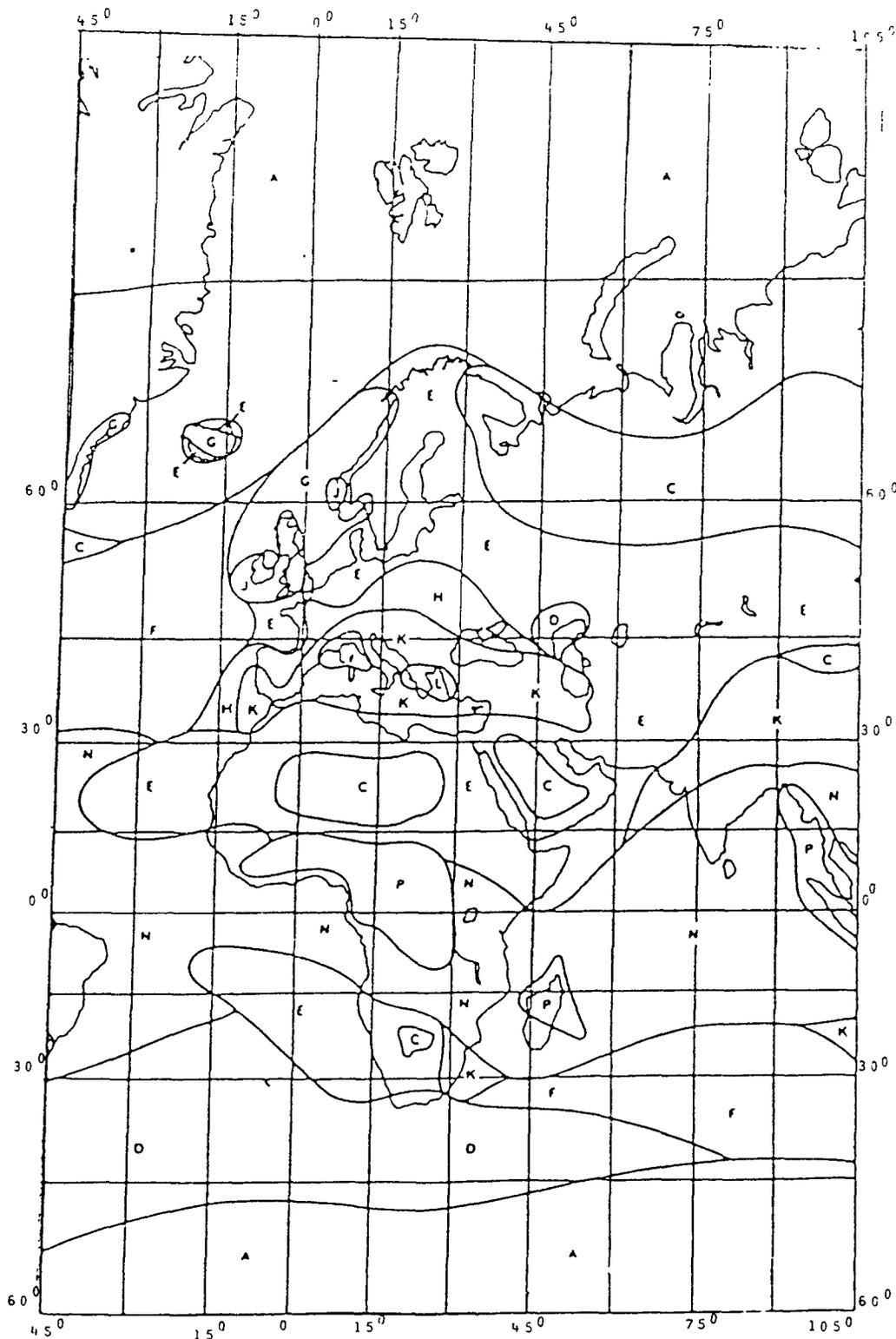


FIGURE 6-4

Zones hydrométéorologiques (45°W - 105°E)

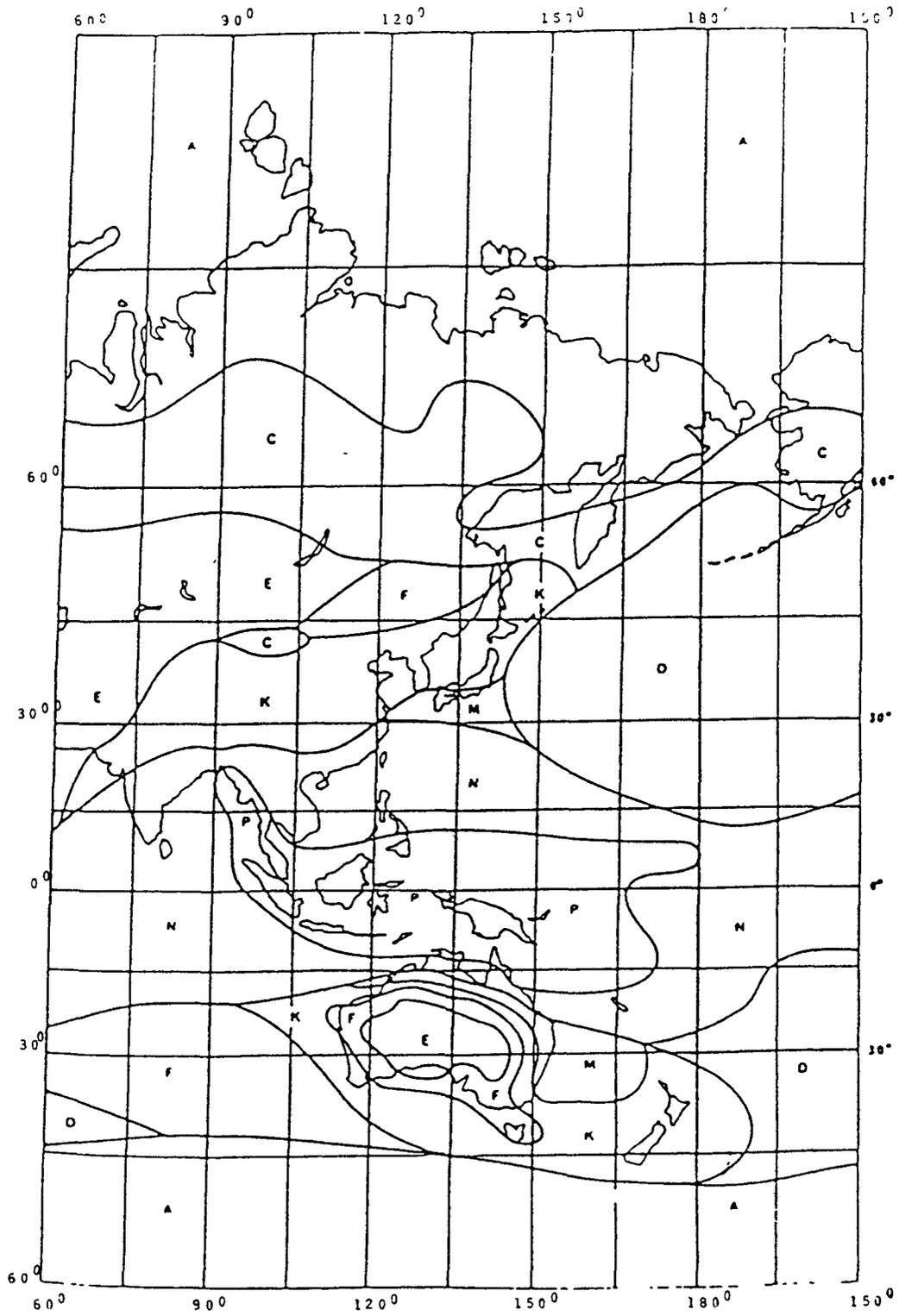


FIGURE 6-5

Zones hydrométéorologiques (60°E - 150°W)

6.2.2.17.2 Dépolarisation

La pluie et la glace peuvent provoquer la dépolarisation des signaux radioélectriques. Le niveau de la composante copolaire par rapport à la composante dépolarisée est donné par le rapport de discrimination par polarisations croisées (XPD). Pour les liaisons de connexion, le rapport XPD, en dB, qui n'est pas dépassé pendant 1% du mois le plus défavorable, est donné par la formule suivante:

$$\text{XPD} = 30 \log f - 40 \log (\cos \theta) - V \log A_p \text{ (dB) pour } 5^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$$

où $V = 20$ pour 14,5 - 14,8 GHz

et $V = 23$ pour 17,3 - 18,1 GHz

où: A_p : Affaiblissement copolaire dû aux précipitations qui est dépassé pendant 1% du mois le plus défavorable

f : Fréquence (GHz)

θ : Angle de site (degrés)

Pour les valeurs de θ supérieures à 60° , utiliser $\theta = 60^\circ$ dans la formule ci-dessus.

6.2.2.18 Conversion modulation d'amplitude/modulation de phase

Il faut tenir compte de la dégradation causée par la conversion modulation d'amplitude/modulation de phase pour calculer le rapport porteuse/bruit de la liaison de connexion. Une valeur de 2,0 dB doit être admise.

6.2.2.19 Compensation de dépolarisation

La compensation de dépolarisation n'est pas prise en compte dans la planification. Elle n'est autorisée que dans la mesure où le brouillage causé à d'autres systèmes à satellites n'augmente pas de plus de 0,5 dB¹ par rapport à la valeur calculée dans le Plan des liaisons de connexion.

6.2.2.20 Diversité d'emplacement

L'utilisation de la diversité d'emplacement n'est pas prise en compte dans la planification. Elle est autorisée et considérée comme une technique efficace pour maintenir un rapport porteuse/bruit et un rapport porteuse/brouillage élevés pendant des périodes d'affaiblissement dû à la pluie modéré à fort.

¹ Note - Cette marge doit être partagée entre les effets de la régulation de puissance et les effets de la compensation de dépolarisation quand les deux sont utilisées (voir paragraphe 6.2.2.15).

6.2.2.21 Méthodes de résolution des incompatibilités dans la planification des liaisons de connexion à utiliser pendant la seconde session de la Conférence

Dans la planification, l'emploi d'un ensemble commun de paramètres techniques pour toutes les liaisons de connexion est souhaitable, mais des études préliminaires effectuées par plusieurs administrations ont montré que l'on aura peut-être des difficultés à obtenir les valeurs requises de rapport porteuse/brouillage sur un petit nombre de liaisons de connexion, en particulier lorsque certaines administrations ont des besoins spéciaux qu'il faut satisfaire.

Afin de surmonter ces difficultés, il est proposé d'exercer une certaine souplesse dans les valeurs des paramètres de planification utilisés. On peut utiliser une ou plusieurs des techniques suivantes, chaque fois que nécessaire en cours de planification, pour atteindre les valeurs fixées en matière de protection contre les brouillages.

6.2.2.21.1 Réglage du niveau maximal de p.i.r.e. des liaisons de connexion brouilleuses potentielles ou des liaisons de connexion sujettes à un brouillage excessif, sous réserve que les valeurs du rapport porteuse/bruit et du rapport porteuse/brouillage, sur les liaisons de connexion ayant fait l'objet du réglage, restent acceptables.

6.2.2.21.2 Lorsque la planification indépendante des positions orbitales est défavorablement influencée, le diagramme de référence hors axe des lobes latéraux copolaires et contrapolaires de l'antenne d'émission de station terrienne peut être limité à $29 - 25 \log \varphi$ (dBi), pour des valeurs de φ (angle hors axe) dans les régions des positions orbitales adjacentes ou deuxièmes adjacentes dans le plan de l'orbite des satellites géostationnaires.

6.2.2.21.3 Lorsque l'isolation contrapolaire obtenue est insuffisante, le diagramme de référence hors axe des lobes latéraux contrapolaires de l'antenne d'émission de la station terrienne peut être limité à $24 - 25 \log \varphi$ (dBi) pour $0,76^\circ < \varphi < 22,9^\circ$ et -10 (dBi) pour $\varphi > 22,9^\circ$.

6.2.2.21.4 Ajustement des assignations de voies des liaisons de connexion, en conservant la même fréquence de conversion pour toutes les assignations associées à un faisceau de trajet descendant donné.

6.2.2.21.5 Modification du diagramme, de la forme ou de la taille du faisceau de l'antenne de réception du satellite et/ou de la réponse dans les lobes latéraux (par exemple antenne à faisceaux multiples ou à faisceau modelé).

6.2.2.21.6 Décalage de la direction de pointage du faisceau de l'antenne de réception du satellite, sous réserve que la valeur fixée pour le rapport porteuse/bruit demeure inchangée.

6.2.2.21.7 Amélioration jusqu'à $0,1^\circ$ de la précision de pointage du faisceau de l'antenne de réception du satellite.

6.2.2.21.8 Fixation d'une limite supérieure de 10 dB à la marge d'affaiblissement dû à la pluie incluse dans le bilan de puissance des liaisons de connexion.

6.2.2.21.9 Espacement des positions des satellites sur l'orbite de $\pm 0,2^\circ$ par rapport à la position nominale et spécification de la p.i.r.e. hors axe de la station terrienne pertinente dans la gamme de 0° à 1° pour les angles hors axe du faisceau.

En pareils cas, E (dBW) étant la p.i.r.e. dans l'axe de la station terrienne, la p.i.r.e. hors axe de l'antenne d'émission de la station terrienne pour des angles $0^\circ < \varphi < 1^\circ$ ne doit pas être supérieure à :

$$E \text{ (dBW) pour } 0^\circ < \varphi \leq 0,1^\circ$$

$$E - 21 - 20 \log \varphi \text{ (dBW) pour } 0,1^\circ < \varphi \leq 0,32^\circ$$

$$E - 5,7 - 53,2 \varphi^2 \text{ (dBW) pour } 0,32^\circ < \varphi \leq 0,44^\circ$$

$$E - 25 - 25 \log \varphi \text{ (dBW) pour } 0,44^\circ < \varphi < 1^\circ$$

6.2.2.22 Tableau récapitulatif des paramètres techniques initiaux pour la planification des liaisons de connexion dans les Régions 1 et 3 (Bandes de fréquences 17,3 - 18,1 GHz et 14,5 - 14,8 GHz)

TABLEAU 6-7

| | Paramètre | Valeur | Paragraphe |
|----|---|---|-------------------------------|
| 1. | Rapport porteuse/bruit | 24 dB | 6.2.2.2 |
| 2. | Rapport de protection porteuse/brouillage dans le même canal | 40 dB | 6.2.2.3 |
| 3. | Rapport de protection porteuse/brouillage dans le canal adjacent | 21 dB 24 dB | 6.2.2.4 |
| 4. | Valeur de planification initiale de la p.i.r.e. des liaisons de connexion | 17,3/18,1 GHz: 84 dBW 14,5 - 14,8 GHz : 82 dBW | 6.2.2.5 |
| 5. | Antenne d'émission | — | 6.2.2.6 |
| a) | Diamètre | 17,3/18,1 GHz: 5 m 14,5/14,8 GHz: 6 m | 6.2.2.6.1 |
| b) | Gain dans l'axe | 57 dBi | 6.2.2.6.2 |
| 6. | P.i.r.e. hors axe | — | 6.2.2.7 |
| a) | P.i.r.e. copolaire hors axe | E - 25 - 25 log φ (dBW) pour $1^\circ \leq \varphi \leq 48^\circ$ E - 67 (dBW) pour $\varphi > 48^\circ$ | 6.2.2.7.1 et figure 6-1 |
| b) | P.i.r.e. contrapolaire hors axe | E - 30 (dBW) pour $0^\circ \leq \varphi \leq 1,6^\circ$, E - 25 - 25 log φ (dBW) pour $1,6^\circ < \varphi \leq 48^\circ$ E - 67 (dBW) pour $\varphi > 48^\circ$ | 6.2.2.7.2 et figure 6-1 |
| 7. | Perte due à une erreur de pointage de l'antenne de la station terrienne | 1 dB | 6.2.2.8 |

| | Paramètre | Valeur | Paragraphe |
|-----|--|---|--|
| 8. | Antenne de réception du satellite | | 6.2.2.9 |
| a) | Section transversale du faisceau | elliptique ou circulaire | 6.2.2.9.1 |
| b) | Diagramme de référence copolaire | <p>Gain relatif (dB)</p> $-12 \left(\frac{\varphi}{\varphi_0} \right)^2 \text{ pour } 0 \leq \frac{\varphi}{\varphi_0} \leq 1,30$ $-17,5 - 25 \log \left(\frac{\varphi}{\varphi_0} \right) \text{ pour } \frac{\varphi}{\varphi_0} > 1,30$ <p>Après intersection avec la courbe C: comme la courbe C. Courbe C = opposé du gain dans l'axe</p> | 6.2.2.9.2 et figure 6-2 courbes A et C |
| c) | Diagramme de référence contrapolaire | <p>Gain relatif (dB)</p> $-30 - 12 \left(\frac{\varphi}{\varphi_0} \right)^2 \text{ pour } 0 \leq \frac{\varphi}{\varphi_0} \leq 0,5$ $-33 \text{ pour } 0,5 \leq \frac{\varphi}{\varphi_0} \leq 1,67$ $-\left(40 + 40 \log \left \frac{\varphi}{\varphi_0} - 1 \right \right) \text{ pour } \frac{\varphi}{\varphi_0} > 1,67$ <p>Après intersection avec la courbe C: comme la courbe C. Courbe C = opposé du gain dans l'axe</p> | 6.2.2.9.3 et figure 6-2 courbes B et C |
| 9. | Précision de pointage de l'antenne de réception du satellite | 0,2° | 6.2.2.10 |
| 10. | Température de bruit du système de réception du satellite | 1 800 K | 6.2.2.11 |

| | Paramètre | Valeur | Paragraphe |
|-----|--|---------------------|------------|
| 11. | Type de polarisation | circulaire | 6.2.2.12 |
| 12. | Sens de polarisation | -- | 6.2.2.13 |
| 13. | Commande automatique de gain | pas prise en compte | 6.2.2.14 |
| 14. | Régulation de puissance | pas prise en compte | 6.2.2.15 |
| 15. | Emplacement de la station terrienne | -- | 6.2.2.16 |
| 16. | Propagation | -- | 6.2.2.17 |
| 17. | Dégradation du rapport porteuse/bruit due à la conversion modulation d'amplitude/modulation de phase | 2,0 dB | 6.2.2.18 |
| 18. | Compensation de dépolarisation | pas prise en compte | 6.2.2.19 |
| 19. | Diversité d'emplacement | pas prise en compte | 6.2.2.20 |

6.3 Critères de partage entre les liaisons de connexion et d'autres services (spatiaux ou de Terre) qui doivent être établis au cours de la période inter-sessions

6.3.1 Introduction

Le chapitre 10 du Rapport de la Réunion préparatoire de la Conférence (RPC) du CCIR porte sur les critères nécessaires pour le partage entre les liaisons de connexion et d'autres services qui ont des attributions à titre primaire avec égalité des droits. Des renseignements pertinents sont également donnés au chapitre 8 du Rapport de la RPC, et des précisions supplémentaires figurent à l'annexe 5, paragraphe 5.4, à l'annexe 6 et à l'annexe 8.

Les sections en question du Rapport de la RPC montrent la nécessité de faire des études supplémentaires sur de nombreux aspects du partage. Les pages qui suivent concernent les aspects directement liés aux études inter-sessions pour les bandes de fréquences pour lesquelles il est nécessaire de mettre au point des plans de fréquences pour les liaisons de connexion. Les critères à établir sont ceux qui devront être incorporés dans le Règlement des radiocommunications.

6.3.2 Bandes de fréquences

En vue de la planification dans les Régions 1 et 3, des critères de partage sont nécessaires pour les liaisons de connexion dans les bandes de fréquences suivantes partagées avec les services ci-après. (A cet égard, il faut se souvenir que des liaisons de connexion doivent être mises en oeuvre dans le service fixe par satellite.)

6.3.2.1 Bande de fréquences 14,5 - 14,8 GHz

FIXE
MOBILE

6.3.2.2 Bande de fréquences 17,7 - 18,1 GHz

FIXE
FIXE PAR SATELLITE (espace vers Terre)
MOBILE

6.3.3 Modes de brouillage

Les modes de brouillage pouvant se produire sont les suivants:

- Mode a) La station terrienne d'émission de la liaison de connexion brouille la station de Terre de réception (fixe ou mobile);
- Mode b) La station de Terre d'émission (fixe ou mobile) brouille la station spatiale de réception de la liaison de connexion;
- Mode c) La station spatiale d'émission du service fixe par satellite brouille la station spatiale de réception de la liaison de connexion (pour la bande 17,7 - 18,1 GHz);
- Mode d) La station terrienne d'émission de la liaison de connexion brouille la station terrienne de réception (pour la bande 17,7 - 18,1 GHz).

6.3.4 Critères de partage définis par diverses dispositions du Règlement des radiocommunications

6.3.4.1 Le mode a) fait l'objet de l'appendice 28 (Tableau 1) pour les deux bandes de fréquences concernées. La note 5) du Tableau 1 indique que:

"Les caractéristiques indiquées pour ces colonnes sont valables pour les liaisons de connexion vers les satellites de radiodiffusion; leur valeur est donnée à titre provisoire, en attendant les résultats des futures études du CCIR: voir la Résolution 101".

Les seuls paramètres dont nous disposons actuellement sont ceux du Tableau 1. Il convient de noter en outre que les critères de partage pour les bandes au-dessous de 15 GHz sont généralement limités aux systèmes de Terre à modulation analogique, en sorte qu'il faut établir des paramètres pour les systèmes numériques. Au cours des études inter-sessions, il faudra examiner les valeurs associées à ces paramètres.

Il a été noté que l'appendice 28 ne couvre pas le cas des stations de réception du service mobile aéronautique. Etant donné que ces stations ont des assignations au titre du Règlement des radiocommunications, des études inter-sessions pourraient être nécessaires pour fixer les critères de partage et la méthode à appliquer.

Par ailleurs, il convient, dans les études inter-sessions, de tenir compte du caractère occasionnellement simultané de brouillages d'assez longue durée et relativement constants causés à des stations terriennes de réception par des stations spatiales d'émission du service fixe par satellite et des brouillages de courte durée, dus à une propagation anormale, causés par des stations terriennes des liaisons de connexion se trouvant aux limites de la zone de coordination déterminée par l'appendice 28. On peut s'attendre à ce qu'il y ait relativement peu de stations terriennes de liaison de connexion sur une fréquence donnée.

6.3.4.2 Le mode b) fait l'objet des numéros 2503, 2505, 2508 et 2510 de l'article 27 du RR pour la bande de fréquences 14,5 - 14,8 GHz; le renvoi 2510.2 indique que:

"L'application des limites dans cette bande est provisoire (voir la Résolution 101)";

le mode b) fait également l'objet des numéros 2505, 2508 et 2511 du RR pour la bande de fréquences 17,7 - 18,1 GHz; les dispositions du renvoi 2511.2 sont identiques à celles du renvoi 2510.1 qui indique que:

"L'égalité des droits en matière d'exploitation des services, lorsqu'une bande de fréquences est attribuée à des services différents de même catégorie dans des Régions différentes, est stipulée au numéro 346. En ce qui concerne les brouillages entre Régions, il convient donc que les administrations respectent, dans la mesure pratiquement possible, toutes les limites qui peuvent être spécifiées dans les Recommandations du CCIR."

Il convient toutefois de rappeler ce que dit le Rapport de la RPC au sujet de la nécessité d'imposer des restrictions au pointage et/ou à la p.i.r.e. En effet, on peut lire, au paragraphe 12.6 du chapitre 12, en réponse à la Recommandation 4 (COM6/4) de la CARR SAT-R2:

"La Recommandation 4 (COM6/4) demande au CCIR d'étudier la nécessité d'imposer aux émetteurs du service fixe dans la bande 17,3 - 17,8 GHz des limites de p.i.r.e. en direction de l'OSG pour protéger les liaisons de connexion du SRS. Le Rapport 952 (MOD I) étudie cette question pour la bande 17,7 - 18,1 GHz et conclut qu'avec la limite de p.i.r.e. actuelle, fixée à 55 dBW conformément à l'article 27, les situations de brouillage seront rares. De plus, le projet de nouveau Rapport AB/4-9 indique que, dans le cas le plus défavorable où une émission de faisceau hertzien numérique du service fixe au voisinage des 18 GHz brouille le récepteur d'une liaison de connexion, il en résulte une dégradation maximale de 0,12 dB du rapport porteuse/bruit (C/N) nominal reçu par le satellite de radiodiffusion dans le Plan de la Région 2. Cela suppose que la liaison de connexion ait une p.i.r.e. de 86 dBW mais ne tient pas compte d'autres facteurs qui peuvent encore réduire l'effet du brouillage de Terre tels que la discrimination de l'antenne réceptrice de la liaison de connexion et les réductions de densité spectrale de puissance dues aux différences de largeur de bande des canaux. Etant donné que l'effet du brouillage de Terre est considéré comme négligeable et que d'autres facteurs peuvent encore diminuer le brouillage, on conclut qu'il n'est pas nécessaire de prévoir des restrictions quant à la direction du rayonnement maximal des stations de Terre."

Il est évident que les facteurs additionnels, dont l'ensemble peut représenter une augmentation de 10 dB ou plus de la discrimination, pourraient par ailleurs autoriser l'emploi de valeurs de p.i.r.e. des liaisons de connexion inférieures à 86 dBW sans que l'effet du brouillage de Terre n'entraîne une dégradation supérieure à 0,12 dB, ce qui est considéré comme négligeable.

Cependant, les études inter-sessions pourront confirmer que ces conclusions relatives aux services fixes s'appliquent également au service mobile aéronautique.

6.3.4.3 Mode c)

Dans ce mode, les brouillages pourraient se produire dans deux cas:

- lorsque les satellites sont séparés par un petit arc orbital;
- lorsque les satellites sont situés quasiment aux antipodes l'un de l'autre.

L'appendice 29 contient une procédure, applicable aux deux situations, qui permet de déterminer si une coordination est nécessaire.

Des études inter-sessions sont nécessaires pour déterminer la valeur de seuil appropriée pour déclencher la coordination et s'il serait préférable de l'exprimer en rapport $\Delta T/T$ (comme dans l'appendice 29) ou en rapport porteuse/bruit, et pour déterminer s'il est souhaitable d'établir des critères communs interrégionaux pour les trois Régions.

On peut prévoir que, pour les liaisons de connexion du service de radiodiffusion par satellite qui font partie du service fixe par satellite, le seuil de brouillage intrarégional et interrégional se rapprochera des 4% indiqués dans l'appendice 29. Cependant, une valeur plus contraignante pourrait sans doute mieux refléter le rapport C/I nécessaire pour les liaisons de connexion du service de radiodiffusion par satellite.

Par ailleurs, la valeur seuil du rapport $\Delta T/T$ adoptée dans les dispositions de la CARR SAT-R2 était en fait de 10% pour des séparations angulaires géocentriques entre satellites inférieures à 10° ou supérieures à 150° . La coordination n'est cependant pas nécessaire dans ce dernier cas si la puissance surfacique en espace libre produite par la station spatiale d'émission du service fixe par satellite ne dépasse pas $-123 \text{ dB(W/m}^2/24 \text{ MHz)}$ à la surface de la Terre, au limbe de la Terre à l'équateur.

6.3.4.4 Le mode d) concerne la bande de fréquences 17,7 - 18,1 GHz qui est attribuée en vue d'une utilisation bidirectionnelle, c'est-à-dire par les liaisons de connexion du service de radiodiffusion par satellite dans le sens Terre vers espace et par les liaisons descendantes du service fixe par satellite dans le sens espace vers Terre; ce mode ne fait l'objet d'aucune disposition du Règlement des radiocommunications. Cependant, la CARR SAT-R2 a mis au point une méthode fondée sur l'utilisation de l'appendice 28 et applicable à ce mode. Cette méthode a été perfectionnée à la RPC, qui en donne la description dans l'annexe 8 de son rapport. Des études inter-sessions permettraient d'en confirmer l'efficacité.

Il faudrait aussi noter la possibilité de brouillages occasionnels simultanés de courte durée, dus à une propagation anormale, causés par des stations terriennes de liaison de connexion à la limite de leur zone de coordination et par des émetteurs de Terre du service fixe à la limite de leur zone de coordination ainsi que la possibilité de brouillages relativement constants causés par les stations spatiales du service fixe par satellite. Des études inter-sessions sur l'effet cumulatif des trois catégories de brouillages potentiels, tenant compte de la distribution dans le temps des brouillages à propagation terrestre, semblent nécessaires.

On peut prévoir qu'il y aura relativement peu de stations terriennes de liaisons de connexion émettant simultanément sur une quelconque fréquence.

6.3.5 Commentaires relatifs aux incidences sur les distances de coordination de la spécification d'emplacements nominaux de stations terriennes de liaison de connexion

6.3.5.1 Dans le contexte de l'établissement de plans de liaison de connexion pour le service de radiodiffusion par satellite dans les Régions 1 et 3, afin de faciliter la coordination avec d'autres services partageant une attribution de fréquence dans laquelle des plans de liaison de connexion du service de radiodiffusion par satellite sont en cours d'élaboration, il a été suggéré que l'on pourrait spécifier des emplacements nominaux de stations terriennes de liaison de connexion du service de radiodiffusion par satellite .

6.3.5.2 Avec la spécification de tels emplacements nominaux on se priverait, semble-t-il, d'un moyen efficace de réduire les distances de coordination par des techniques comme le recours à un effet d'écran naturel (topographique) ou artificiel. Le degré d'isolation supplémentaire pouvant être atteint dans une station terrienne (peut-être 30 dB) dépend de la connaissance détaillée de l'emplacement de la station terrienne et de ses environs; or, ces renseignements ne peuvent être obtenus de manière fiable que par une étude effective lors du choix de l'emplacement.

6.3.5.3 En supposant que l'on décide d'employer l'effet d'écran pour réduire autant que possible les zones de coordination de l'Appendice 28, il faudra entreprendre des études inter-sessions pour revoir la nature provisoire des valeurs d'effet d'écran du terrain pour les valeurs d'angle de l'horizon supérieures à 5° , utilisées dans la note de bas de page relative à l'expression 7(a) (paragraphe 3.2.2) et sur la figure 1 de l'appendice 28.

CHAPITRE 7

Systèmes de radiodiffusion sonore par satellite pour la réception individuelle sur récepteurs portatifs et récepteurs pour véhicules automobiles

7.1 Introduction

L'utilisation des satellites est l'une des solutions possibles à l'extension de la radiodiffusion sonore à un pays tout entier. Cependant, les attributions de fréquences actuelles ne répondent pas aux besoins particuliers de la radiodiffusion sonore par satellite pour récepteurs portatifs et récepteurs pour véhicules automobiles. Le choix de la bande de fréquences appropriée a fait l'objet de diverses études et expériences dont les résultats sont décrits dans le Rapport 955 (MOD I) du CCIR.

L'intérêt porté par les administrations à la radiodiffusion sonore par satellite lors de la CAMR-79 a abouti à l'élaboration de la Résolution 505, par laquelle il est décidé:

- "1. que les administrations devront être encouragées à faire des expériences sur le service de radiodiffusion par satellite (radiodiffusion sonore) à l'intérieur de la gamme de fréquences 0,5 - 2 GHz, dans de petites sous-bandes convenablement situées, sous réserve d'accord entre les administrations concernées. Une de ces sous-bandes peut se situer dans la bande 1 429 - 1 525 MHz;
2. que le CCIR devra poursuivre et accélérer les études relatives aux caractéristiques techniques d'un système de radiodiffusion sonore par satellite pour la réception individuelle sur des récepteurs portatifs et sur des récepteurs pour véhicules automobiles, à la faisabilité du partage avec les services de Terre et aux critères de partage appropriés;
3. que la prochaine conférence administrative mondiale des radiocommunications devant traiter des services de radiocommunication spatiale en général, ou d'un de ces services en particulier, devra être habilitée à examiner les résultats des diverses études effectuées et à prendre les décisions voulues concernant l'attribution d'une bande de fréquences appropriées;
4. que la conférence susmentionnée devra en outre mettre au point des procédures appropriées visant à protéger et, le cas échéant, à transférer dans d'autres bandes, les assignations aux stations des services de Terre qui pourraient être affectés."

En conséquence, le Conseil d'administration, dans sa Résolution 895, a décidé que, pour répondre aux objectifs de la Résolution 505 de la CAMR-79, la CAMR ORB-85 devrait examiner la question en se fondant sur l'expérience acquise par les administrations et sur les résultats des études du CCIR et faire des Recommandations appropriées à l'intention de la CAMR ORB(2).

Le présent chapitre examine l'état d'avancement des travaux demandés par la Résolution 505 (points 1 et 2 du dispositif, sous "décide"). Les caractéristiques techniques des systèmes pris en exemple sont indiquées. Conformément au point 4 de l'ordre du jour et compte tenu des renseignements disponibles au moment de la CAMR ORB-85, des conclusions ont été tirées, des domaines nécessitant un complément d'étude identifiés et des Recommandations établies à l'intention de la CAMR ORB(2).

7.2 Résultats des études et de l'analyse

En réponse à la Résolution 505 de la CAMR-79, le CCIR a établi le Rapport 955 concernant la radiodiffusion sonore par satellite pour récepteurs portatifs et récepteurs dans des véhicules automobiles. Plusieurs administrations et exploitations privées reconnues ont mené à bien des expériences et entrepris des études pour évaluer la faisabilité du système dans la bande 0,5 - 2 GHz.

L'annexe au présent chapitre donne des renseignements techniques sur les systèmes de radiodiffusion sonore par satellite analysés et étudiés. Les paragraphes suivants donnent les caractéristiques générales des systèmes étudiés et examinent les principales considérations relatives à une décision d'attribution.

7.2.1 Description des systèmes

Un service de radiodiffusion sonore par satellite pourrait être assuré pour trois types de réception: récepteurs portatifs, récepteurs mobiles tels que les récepteurs pour véhicules automobiles et récepteurs fixes. Ce type de service suppose un bilan de liaison dépendant de l'angle de site et de la fréquence. Ces deux aspects sont étudiés dans l'annexe au présent chapitre.

Deux modèles ont été étudiés. Le premier modèle utilise la modulation de fréquence (MF) avec des caractéristiques compatibles avec la radiodiffusion MF de Terre et assure une réception monophonique pour les récepteurs portatifs et mobiles ou une réception stéréophonique pour des installations fixes pour lesquelles on peut minimiser les obstructions et utiliser des antennes plus grandes. Le second modèle utilise la modulation numérique et peut fournir une gamme plus grande de services indépendamment du type de réception.

Les objectifs de qualité et de disponibilité de service sont exposés en détail à l'annexe au présent chapitre (paragraphe 2.2). On part de l'hypothèse que la disponibilité de service s'applique à 90% des emplacements. Cette disponibilité de service dépendra des évanouissements dus à des obstructions et à des effets de propagation par trajets multiples. Les régions de basse latitude peuvent être desservies avec des niveaux d'émission relativement réduits alors que les régions de haute latitude nécessiteraient des niveaux élevés. Dans les deux modèles de système, on estime que les cas A et B étudiés à l'annexe au présent chapitre (paragraphe 2.3), permettraient d'obtenir une réception satisfaisante dans toutes les conditions, à l'exception des conditions très défavorables.

Le modèle MF et le modèle numérique ont été considérés comme représentatifs des méthodes possibles à utiliser pour assurer des services. Le choix de la modulation de fréquence pour un service de qualité inférieure ne signifie pas nécessairement qu'un système MF ne peut offrir une qualité de service équivalente à celle qu'offre un système numérique, car de nombreux autres facteurs techniques doivent être pris en considération.

Une comparaison des bilans de liaison révèle que le modèle numérique demanderait une puissance d'émission du satellite environ deux fois plus élevée que celle du modèle MF. Les techniques qui sont déjà disponibles, qui le seront dans un avenir proche en matière de satellite permettent de satisfaire, dans le cas de quelques exemples donnés à l'annexe au présent chapitre, aux conditions techniques qui en découlent.

7.2.2 Considérations relatives au coût

L'attention des administrations est appelée sur les facteurs techniques ayant une incidence sur le coût de la mise en oeuvre d'un système de radiodiffusion sonore par satellite. On trouvera dans l'annexe au présent chapitre des exemples d'estimation du coût d'un secteur spatial. Un pays a fait état depuis la RPC 1984 de recherches à caractère technique et économique qui ont révélé que le coût d'un système à satellites peut être plusieurs fois supérieur à celui d'un système de Terre équivalent. Dans d'autres cas, en particulier pour les régions montagneuses, le système à satellites pourrait être moins onéreux, comme il apparaît dans une étude faite par une autre administration sur la base du coût des systèmes de télévision de Terre. Le coût relatif dépend de l'emplacement géographique de la zone de service, de la forme et de la taille du territoire, du nombre de programmes, des solutions techniques retenues et de certains autres facteurs. Un complément d'étude est demandé au CCIR concernant ces facteurs techniques qui ont une incidence sur les coûts.

7.2.3 Considérations relatives à la fréquence, à la largeur de bande et au partage des fréquences

Les trois éléments importants pour prendre une décision d'attribution sont: la fréquence d'exploitation appropriée, la largeur de bande nécessaire et les possibilités de partage de fréquences.

7.2.3.1 Fréquences d'exploitation

Les fréquences utilisées dans les études examinées par la CAMR ORB-85 étaient comprises entre 0,5 et 2 GHz. L'utilisation de fréquences d'exploitation supérieures exigerait un accroissement correspondant des niveaux de la puissance d'émission du satellite qui à leur tour augmenteraient avec la latitude. L'utilisation de fréquences d'exploitation inférieures exigerait une augmentation du diamètre de l'antenne du satellite et placerait les récepteurs au sol dans un milieu où le bruit artificiel est plus élevé.

7.2.3.2 Largeur de bande

La largeur de bande nécessaire pour un service de radiodiffusion sonore par satellite à ondes décimétriques dépend de la méthode de modulation utilisée et de l'importance du chevauchement des zones de couverture. Comme il est indiqué dans le Rapport de la RPC, des études réalisées pour la quasi-totalité de l'Afrique et de l'Europe et pour la Région 2 aboutissent aux résultats suivants: il est nécessaire de disposer d'une largeur de bande de 9 à 11 MHz pour assurer un programme de radiodiffusion sonore national par pays lorsque celui-ci est émis en modulation de fréquence. La modulation numérique demande en général une largeur de bande légèrement plus importante. L'étude pour des pays de la Région 2 conclut que 13 MHz environ sont nécessaires pour assurer un programme monophonique par pays. Ces résultats sont jugés représentatifs pour les services nationaux.

7.2.3.3 Considérations relatives au partage des fréquences

Parmi les services primaires qui utilisent la bande 0,5 - 2 GHz, on peut citer le service de radiodiffusion, le service mobile et le service fixe. De plus, d'importantes attributions sont faites aux services de radionavigation aéronautique et de radiolocalisation.

Des études relatives au partage ont été menées à bien en ce qui concerne les techniques de modulation de fréquence et de modulation numérique. La modulation de fréquence ne permet qu'une dispersion d'énergie très limitée alors que les techniques de modulation numérique offrent un avantage important en matière de dispersion d'énergie. Toutefois, même les études les plus favorables à la modulation numérique démontrent que les niveaux de puissance surfacique que l'on peut obtenir sont encore trop élevés pour que l'on puisse procéder à un partage des fréquences avec le service de radiodiffusion, les services fixe ou mobile à l'intérieur de la zone de service et dans des zones étendues autour de la zone de service.

On peut conclure que le partage des fréquences ne pourra être effectué de façon systématique. Il semble donc que, compte tenu des critères existants, le développement de services nationaux de radiodiffusion sonore par satellite dans la gamme des fréquences comprises entre 0,5 et 2 GHz ne sera possible que par l'attribution à titre exclusif d'une bande de fréquences appropriée.

7.2.4 Conclusions

Les études faites par le CCIR au sujet du service de radiodiffusion sonore par satellite dans la gamme 0,5 - 2 GHz indiquent que ce service est techniquement possible mais qu'en raison de difficultés au niveau du partage, sa mise en oeuvre n'est possible que si on lui attribue à titre exclusif une bande de fréquences appropriée. Ces études effectuées par le CCIR ainsi que les expériences et études entreprises par des administrations ont révélé que l'utilisation de la gamme de fréquences 0,5 - 2 GHz par le service de radiodiffusion sonore par satellite entraînerait des difficultés considérables.

Il faut poursuivre les recherches concernant les possibilités de partage entre le service de radiodiffusion sonore par satellite et d'autres services. En outre, un complément d'étude est nécessaire pour définir entièrement les paramètres pratiques de système qui faciliteraient la mise en oeuvre d'un tel service. Les thèmes d'étude ci-après ont été identifiés:

7.2.4.1 Qualité de service

La qualité de service influe sur les caractéristiques générales du système et sur le partage avec d'autres services. Il se peut que différentes administrations souhaitent des niveaux de qualité différents. Il est proposé d'étudier au moins les systèmes offrant une qualité moyenne ou élevée, avec la possibilité d'obtenir une qualité élevée grâce à l'utilisation de récepteurs installés en permanence.

7.2.4.2 Fréquence d'exploitation

Un certain nombre d'administrations ont indiqué qu'elles ne seraient pas en mesure d'utiliser pour le service de radiodiffusion sonore par satellite la bande 0,5 - 2 GHz sur la base d'attributions à titre exclusif. Toutefois, deux administrations ont indiqué qu'elles peuvent éventuellement exploiter ce service au plan national dans la bande considérée et à titre exclusif. Un complément d'étude est souhaitable afin d'identifier les fréquences dans lesquelles on pourrait mettre en oeuvre le service de radiodiffusion sonore par satellite dans la bande 0,5 - 2 GHz en se servant des paramètres techniques qui doivent faire l'objet d'un complément d'étude. En outre, il convient d'étudier les fréquences extérieures à la gamme 0,5 - 2 GHz mais proches d'elle, qui offrent peut-être de plus grandes possibilités en ce qui concerne le partage ou d'autres aménagements.

7.2.4.3 Type de modulation

Si on modifie le format de la modulation, il se peut que les émetteurs du service de radiodiffusion sonore par satellite nécessitent moins de puissance, et que les possibilités de partage avec d'autres services soient plus nombreuses. A cet égard, les travaux sur les caractéristiques techniques concernant des systèmes numériques utilisables doivent être poursuivis.

7.2.4.4 Largeur de bande nécessaire

Le changement du type de modulation ou l'utilisation d'autres systèmes numériques peut modifier la largeur de bande nécessaire par rapport aux valeurs données pour les systèmes pris en exemple et examinés dans le présent Rapport.

7.2.4.5 Récepteurs

On a déterminé que les techniques de traitement des signaux, la possibilité d'utiliser des récepteurs existants et la possibilité d'uniformiser la conception des récepteurs constituaient des sujets d'étude.

7.2.4.6 Conception des antennes

Pour améliorer les possibilités de partage, il est nécessaire d'étudier les antennes de stations spatiales ayant des lobes latéraux améliorés et plusieurs faisceaux ponctuels, ainsi que les caractéristiques de gain et de directivité des antennes de réception au sol.

7.2.4.7 Liaisons de connexion

Il convient de déterminer les caractéristiques techniques des liaisons de connexion nécessaires.

7.2.4.8 Critères de partage appropriés (y compris pour la séparation géographique)

Des critères de partage sont nécessaires pour déterminer les possibilités de partage avec tous les services utilisant des bandes de fréquences dans lesquelles le service de radiodiffusion sonore par satellite peut fonctionner. En particulier, il est nécessaire d'orienter les études vers le partage établi sur une base géographique, c'est-à-dire entre et à l'intérieur des régions ou entre des groupes d'administrations.

7.2.4.9 Considérations relatives au coût

On dispose de plusieurs études pour déterminer le coût du secteur spatial, le coût total du système de radiodiffusion sonore par satellite et en comparaison le coût d'une couverture assurée par des systèmes de radiodiffusion sonore de Terre. Il est nécessaire d'entreprendre un complément d'étude pour déterminer ces coûts de façon plus précise pour les systèmes pouvant être mis en oeuvre.

7.2.4.10 Capacité des techniques actuelles et futures à assurer la conformité avec le numéro 2674 du Règlement des radiocommunications

Cette question doit également être étudiée.

7.2.4.11 Satellites exploités par plusieurs usagers

Il est nécessaire d'étudier les répercussions techniques de l'emploi d'un même satellite par plusieurs administrations pour répondre à leurs besoins propres.

7.3 Recommandations¹

Ayant examiné les systèmes de radiodiffusion sonore par satellite, en se fondant sur l'expérience acquise par les administrations et sur les résultats des études du CCIR, la CAMR ORB-85 recommande:

- a) que les administrations poursuivent les études sur les sujets suivants: qualité de service, fréquence d'exploitation (dans la gamme, ainsi qu'au dehors mais au voisinage 0,5 - 2 GHz), type de modulation, largeur de bande nécessaire, récepteurs, conception des antennes, liaisons de connexion, critères de partage appropriés (y compris pour la séparation géographique), coût, capacité des techniques actuelles et futures à assurer la conformité avec le numéro 2674 du Règlement des radiocommunications et satellites exploités par plusieurs usagers. A cette fin, les administrations devraient tenir compte des renseignements donnés dans le paragraphe 7.2.4 et dans l'annexe au présent chapitre et de la nécessité d'assurer la conformité avec le numéro 2674 du Règlement des radiocommunications;

1

Voir aussi la Recommandation 2.

- b) que la seconde session de la présente Conférence devrait examiner les résultats des études les plus récentes et, compte tenu de la situation qui existera à ce moment là, prendre des décisions pertinentes en ce qui concerne les divers aspects du système considéré conformément à la Résolution 505 de la CAMR-79.

En outre, la CAMR ORB-85 prie le Conseil d'administration de prendre en considération la Recommandation 2 dans la préparation de l'ordre du jour de la seconde session de la Conférence.

Par ailleurs, la CAMR ORB-85 invite le CCIR à engager sans dépenses supplémentaires des études comme indiqué au point a) ci-dessus de manière à définir les paramètres pratiques à prévoir pour le système de radiodiffusion sonore par satellite.

ANNEXE AU CHAPITRE 7

**Renseignements techniques et relatifs à l'exploitation concernant
les systèmes de radiodiffusion sonore par satellite pour la
réception individuelle avec des récepteurs portatifs et
des récepteurs dans des véhicules automobiles**

1. Introduction

Les satellites peuvent offrir au niveau national un service de radiodiffusion sonore, bien qu'actuellement il n'y ait pas d'attribution de fréquences pour un tel service. Il est techniquement possible d'assurer un service pour récepteurs portatifs, récepteurs installés à bord des véhicules automobiles et récepteurs fixes. La qualité minimale en bordure de la zone de service pourrait correspondre à la note 3 ou à la note 4 de l'échelle de qualité à 5 notes du CCIR, selon le type de modulation adopté.

En réponse à la Résolution 505 de la CAMR-79, le CCIR a établi le Rapport 955 concernant la radiodiffusion sonore par satellite pour récepteurs portatifs et récepteurs installés à bord de véhicules automobiles utilisant la bande des ondes décimétriques tandis que les administrations et organisations ont entrepris d'autres études. La présente annexe est fondée sur le Rapport 955 et ces études supplémentaires.

2. Description de systèmes

2.1 Modèles de système

Deux modèles de système ont été étudiés. Le premier fait appel à la modulation de fréquence et applique des caractéristiques compatibles avec la radiodiffusion MF de Terre. Pour le second modèle, on prend la modulation numérique. Les modèles offrent trois types de réception; récepteurs portatifs, récepteurs mobiles tels que les récepteurs installés à bord de véhicules automobiles et récepteurs fixes.

Le modèle MF permettrait une réception monophonique dans le cas des récepteurs portatifs et mobiles si des petites antennes à directivité limitée sont utilisées et une réception stéréophonique dans le cas d'installations fixes où l'on peut réduire au minimum les obstructions et utiliser des antennes plus grandes.

Dans le cas de la modulation numérique, le modèle est fondé sur la monophonie. La stéréophonie nécessiterait une seconde voie ou le doublement du débit binaire, mais la réception stéréophonique serait alors possible dans toutes les conditions de réception offertes par le service. Un système numérique offre également une grande souplesse pour mettre en oeuvre différents types de possibilités.

On a admis pour ces modèles une fréquence d'exploitation située aux environs de 1 000 MHz et des satellites géostationnaires munis de grandes antennes (par exemple 8-20 m de diamètre).

2.2 Objectif de qualité et disponibilité du service

Dans le cas d'une réception avec des appareils portatifs et mobiles, la disponibilité du service est supposée être de 90% des emplacements.

Dans le cas du modèle MF, l'objectif de qualité à la limite de la zone de couverture est considéré comme une qualité subjective correspondant à la Note 3 de l'échelle de qualité à 5 notes du CCIR. Cela correspond à un rapport S/N pondéré de 40 dB. La seconde condition à remplir est que le rapport C/N soit supérieur au seuil MF (10 dB). Les rapports de protection contre les brouillages doivent être assez élevés pour que le bruit du système soit le facteur déterminant de la disponibilité du système.

Dans le cas du modèle numérique, l'objectif de qualité à la limite de la zone de couverture est équivalent à une qualité subjective correspondant à la Note 4 de l'échelle de qualité à 5 notes du CCIR. Cela se traduit par un taux d'erreur binaire autorisé qui dépend du niveau de protection contre les erreurs, et par un rapport porteuse/bruit nécessaire qui dépend du codage utilisé pour les voies. Dans ce cas, le brouillage est considéré comme un bruit supplémentaire et les rapports de protection sont établis de façon à ce que la contribution au bruit provenant du brouillage dans le même canal soit de 1 dB, les canaux adjacents contribuant chacun pour 0,5 dB.

2.3 Marge de liaison

Dans le Tableau 7-1, on a admis quatre valeurs de marge de liaison. Il s'agit d'estimations qui sont nécessaires dans les différents cas énumérés ci-dessous.

Cas A: On utilise une marge de 6 dB qui devrait donner un C/N d'au moins 10 dB en 90% des points de réception (zones rurales) pour un angle de site du satellite dépassant 70°, ce qui correspond à un service exploité dans des zones de basse latitude. Dans ces conditions, la réception mobile sur les routes devrait être satisfaisante, sauf à proximité d'obstacles élevés que l'auditeur remarquera.

Cas B: La marge de 15 dB s'applique aux cas de la réception dans une zone urbaine, pour un angle de site du satellite de 20° (pays de haute latitude), et pour une qualité de service correspondant à la qualité minimale indiquée pour 90% des emplacements.

Cas C: La marge de 25 dB s'applique au cas de la réception dans les zones urbaines, où 90% des zones sont desservies de telle manière que la qualité de 90% des points de réception d'une zone corresponde à la qualité minimale indiquée.

Cas D: Mêmes remarques que pour le cas C, si ce n'est que la proportion des zones dont 90% des points répondent à l'objectif de qualité indiquée est de 95%.

Il serait possible de mettre au point un système satisfaisant sans marge élevée et qui permettrait une bonne couverture dans des conditions très défavorables. De toute manière, la réception sera impossible dans des cas extrêmes, par exemple lorsqu'un véhicule à moteur se déplace dans un tunnel ou dans certaines parties des centres de ville. En conséquence, sur la base des essais de simulation, on estime que, à 1 000 MHz, une marge de 15 dB (cas B) est suffisante pour permettre une réception satisfaisante dans le cas d'un véhicule à moteur se déplaçant dans une ville (90% de la couverture). Cela s'applique à des zones de réception de haute latitude. Dans le Tableau 7-2, on prend comme hypothèse le cas B. A 1 000 MHz, une marge de 6 dB (cas A) est suffisante pour une réception mobile sur route, aux basses latitudes et dans les zones rurales. Le Rapport 565-2 examine d'autres facteurs relatifs à la propagation des signaux tels que le choix de la polarisation et l'affaiblissement des signaux dans les bâtiments.

2.4 Modulation

Pour ce service, on envisage deux techniques de modulation. La première utilise la modulation de fréquence et des caractéristiques compatibles avec la radiodiffusion MF de Terre pour permettre une réception sur récepteurs MF classiques, moyennant une conversion supplémentaire de fréquences. On admet la même excursion de la porteuse et la même préaccentuation ainsi que le même multiplexage stéréophonique. Des analyses préliminaires montrent que pour les objectifs de qualité de système indiqués au paragraphe 2.2 de la présente annexe, ces caractéristiques de modulation sont presque idéales dans ce sens qu'elles permettent de réduire au minimum la puissance du satellite requise et d'optimiser l'utilisation du spectre.

La seconde technique de modulation se fonde sur un codage numérique de source semblable à la norme proposée dans le Rapport 953 pour une voie son monophonique de haute qualité à 15 kHz avec compression-extension quasi instantanée. La correction des erreurs est fournie par le code de distance et l'occultation des erreurs sur des échantillons, ce qui donne un débit binaire total de 338 kbit/s. On a pris un codage de voie du type MDP-4 avec démodulation différentielle (par exemple: MDM différentielle, MDP-2 ou MDP-4, TFM ...) en tenant compte des caractéristiques suivantes: codage efficace du spectre, protection efficace contre la non-linéarité des voies et simplicité du démodulateur pour une mise en oeuvre peu coûteuse avec une marge minimale par rapport à la qualité théorique. On constate que l'on peut obtenir un niveau minimum de qualité du signal ($Q = 4$) pour un taux d'erreur binaire de 10^{-3} , avec une largeur de bande des voies équivalente au débit binaire et un rapport C/N de 9 dB, y compris la marge de mise en oeuvre (voir l'annexe I au Rapport 632-2 (MOD I)).

2.5 Bilans des liaisons

Le Tableau 7-1 donne un bilan de référence pour le système MF présenté dans le Rapport 955 dans lequel on a introduit la gamme de marges des liaisons décrites antérieurement pour tenir compte de diverses sources de dégradation, tandis que d'autres caractéristiques ont été fixées.

TABLEAU 7-1

Bilan des liaisons pour des systèmes de radiodiffusion sonore par satellite dans la bande des ondes décimétriques

| Caractéristiques des systèmes | Qualité de service | | | |
|--|--------------------|-------|-------|--------|
| | A | B | C | D |
| Type de modulation | MF | | | |
| Type de polarisation | circulaire | | | |
| Excursion de la porteuse (kHz) | ± 75 | | | |
| Largeur de bande de bruit (kHz) | 250 | | | |
| Rapport porteuse/bruit (dB) | 10 | | | |
| Pertes par couplage (dB) | 1 | | | |
| Gain de l'antenne de réception (dBi) | 3 | | | |
| Température de bruit du récepteur (K) | 2 000 | | | |
| Fréquence porteuse (MHz) | 1 000 | | | |
| Marge de la liaison (dB) | 6 | 15 | 25 | 33 |
| Puissance surfacique en visibilité directe en limite de faisceau (contour à -3 dB) (dB(W/m ²)) | -106,4 | -97,4 | -87,4 | -79,4 |
| Champ équivalent (dB(uV/m)) | 39,4 | 48,4 | 58,4 | 66,4 |
| Affaiblissement d'étalement maximal (dB/m ²) | 163 | 163 | 163 | 163 |
| P.i.r.e sur axe (dBW) | 59,6 | 68,6 | 78,6 | 86,6 |
| Gain d'antenne du satellite (D = 20 m) pour un faisceau de 1° (dBi) | 43,9 | 43,9 | 43,9 | 43,9 |
| Puissance d'entrée de l'antenne (dBW) | 15,7 | 24,7 | 34,7 | 42,7 |
| Puissance d'entrée de l'antenne (W) | 37 | 295 | 2 951 | 18 621 |

Le Tableau 7-2 présente deux bilans de liaison, un pour chaque type de modulation, les valeurs utilisées dans ces bilans étant fondées sur les résultats des études plus récentes. Les deux exemples utilisent la marge de liaison indiquée dans le cas B et décrite au paragraphe 2.3 de la présente annexe. Les deux bilans de liaison sont fondés sur les mêmes caractéristiques à l'exception des caractéristiques de modulation et de celles qui en dépendent, de sorte qu'il est possible d'utiliser ce tableau pour une comparaison directe entre des systèmes MF et des systèmes numériques.

La plupart des données disponibles sur la marge de liaison ont été déterminées pour des fréquences proches de 1 000 MHz. Pour un gain d'antenne du récepteur constant, la puissance surfacique requise et par conséquent la p.i.r.e. varieront proportionnellement au carré de la fréquence afin de conserver le même niveau de signal dans le récepteur dans des conditions de visibilité directe; par exemple, à 1,5 GHz, la puissance requise serait supérieure de 3,5 dB.

En outre, la fréquence a également une certaine incidence sur la marge de liaison nécessaire pour une qualité de service donnée. Lorsqu'on fait passer la fréquence de 1 000 MHz à 1,5 GHz, la marge de liaison pour la couverture des zones urbaines peut passer de 15 à 18 dB pour un angle de site de 20°. Une diminution de la fréquence aura un effet inverse.

Des systèmes de ce type peuvent être mis en oeuvre dans une bande de fréquences voisine de 1 000 MHz. Les fréquences limites inférieure et supérieure résultent des considérations suivantes:

pour la limite inférieure (au voisinage de 500 MHz):

- le bruit artificiel croît proportionnellement à la décroissance de la fréquence;
- le diamètre de l'antenne d'émission du satellite est inversement proportionnel à la fréquence;

pour la limite supérieure (au voisinage de 2 GHz):

- la surface équivalente de l'antenne de réception pour la radiodiffusion sonore par satellite diminue lorsque la fréquence augmente, ce qui entraîne une augmentation de la puissance d'émission du satellite.

Les techniques qui sont ou qui seront dans un avenir proche utilisées pour les satellites et les récepteurs permettent de satisfaire aux caractéristiques techniques établies à l'aide des calculs des bilans des liaisons présentés dans les Tableaux 7-1 et 7-2 pour les cas A et B.

TABLEAU 7-2

Exemples de bilans de liaison pour la radiodiffusion
sonore par satellite

| Caractéristiques des systèmes | Système analogique | Système numérique |
|---|----------------------------|----------------------------|
| Type de modulation | MF | type MDP-4 |
| Mode de réception primaire | monophonique ¹⁾ | monophonique ²⁾ |
| Excursion de la porteuse (kHz) (ou débit binaire (kbit/s)) | ± 75 | (338) |
| Largeur de bande de bruit (kHz) | 250 | 338 |
| Rapport porteuse/bruit (C/N) (dB) ³⁾ | 10 | 11 |
| Rapport signal/bruit (S/N _w) (dB) ⁴⁾ | 40 | (Q = 4) |
| Pertes par couplage (dB) | 1 | 1 |
| Gain de l'antenne réceptrice (dBi) ⁵⁾ | 3 | 3 |
| Température de bruit du récepteur (K) ⁶⁾ | 600 | 600 |
| Fréquence de la porteuse (MHz) | 1 000 | 1 000 |
| Marge de liaison (dB) ⁷⁾ | 15 | 15 |
| Puissance surfacique en visibilité directe, au bord du faisceau (dB(W/m ²)) | -102,4 | -100,1 |
| Champ équivalent (bord du faisceau) (dB(uV/m)) | 43,4 | 45,7 |
| Puissance surfacique maximale au centre du faisceau par 4 kHz, (pas de dispersion d'énergie (dB(W/m ² /4 kHz)) | -99,4 | -117,1 |
| Affaiblissement maximal par dispersion ($\epsilon = 17^\circ$) (dB/m ²) | 163 | 163 |
| Différence de gain d'antenne entre le centre et le bord de la zone de couverture (dB) | 3 | 3 |
| P.i.r.e. dans l'axe (dBW) | 63,6 | 65,9 |
| Gain de l'antenne du satellite (D = 20 m) pour un faisceau de 1° (dBi) | 43,9 | 43,9 |
| Puissance d'entrée de l'antenne (dBW) | 19,7 | 22,0 |
| Puissance d'entrée de l'antenne (W) | 93 | 158 |

- 1) Les caractéristiques de modulation et de largeur de bande du système sont basées sur la transmission stéréophonique, bien que le mode de réception primaire dans les automobiles et les récepteurs portatifs soit monophonique.
- 2) En supposant l'émission et la réception monophoniques dans le cas du système numérique. La réception stéréophonique serait seulement possible en utilisant deux voies, ou en émettant à un débit binaire double.
- 3) L'objectif du C/N pour un système MF correspond au seuil MF. L'objectif du C/N pour le système numérique comporte un bruit supplémentaire équivalent de 1 dB provenant du brouillage dans la même voie et de 0,5 dB provenant de chacune des voies adjacentes.
- 4) Valeur à dépasser pour 90% des emplacements au bord de la zone de couverture. Dans le cas du système numérique, le bruit est indiqué en terme de qualité subjective (4 = bon).
- 5) Si l'on suppose un doublet à fente à couverture de 120°.
- 6) En tenant compte du bruit artificiel dans les zones urbaines (Rapport 258-4, paragraphe 7) et d'un meilleur facteur de bruit du récepteur (NF = 3 dB).
- 7) La marge correspond à 90% des emplacements le long du trajet mixte en milieu urbain dans des pays de haute latitude (cas B, Rapport 955).

2.6 Estimation du coût du secteur spatial

Les coûts des stations spatiales peuvent être estimés d'après des données historiques qui mettent en évidence une corrélation étroite entre le coût et la masse de la station spatiale en orbite. Pour une masse de l'ordre de 1 000 kg, les coûts totaux en orbite sont d'environ 60.000 à 80.000 dollars par kg, c'est-à-dire 60 millions à 80 millions de dollars par station spatiale (dollars des Etats-Unis, 1978). Ces chiffres englobent les coûts de conception, mise au point, construction, lancement, assurance du lancement, et une quote-part du risque du lancement (tous les lancements ne réussissent pas).

Avec la navette spatiale, les coûts de lancement à eux seuls devraient être de l'ordre de 15.000 à 19.000 dollars par kg, selon la masse de la station spatiale.

Pour les stations spatiales de la catégorie 2 400 kg, on estime à 360 millions de dollars environ le coût total pour deux stations spatiales en orbite (une station opérationnelle et une en réserve) et d'une demi-station en réserve au sol.

D'après les résultats de l'étude effectuée par une administration de la Région 2, résultats qui sont donnés dans l'annexe III du Rapport 955, il faudrait utiliser une station spatiale de 2 400 kg pour obtenir 5 voies de radiodiffusion sonore assurant la desserte d'une zone rurale éclairée par une antenne d'une ouverture de faisceau de 1,5° à une fréquence d'exploitation de 1 GHz. La p.i.r.e. dans l'axe du faisceau serait de 67,2 dBW par canal.

Pour les stations spatiales de la catégorie 600 kg, le montant des investissements dans le secteur spatial serait d'environ 90 millions de dollars. Pour cette catégorie de stations spatiales, on peut obtenir une seule voie de radiodiffusion sonore assurant la desserte d'une zone rurale éclairée par une antenne d'une ouverture de faisceau de 1,2°, à une fréquence d'exploitation de 1 GHz.

3. Besoins de largeur de bande

La largeur de bande requise pour un service de radiodiffusion sonore par satellite en ondes décimétriques dépend de la méthode de modulation et de l'étendue du chevauchement de la couverture.

Compte tenu des caractéristiques convenablement modifiées, utilisées pour la planification des services de radiodiffusion par satellite de la Région 1 dans la bande des 12 GHz, on peut conclure, au terme d'une étude effectuée par des organisations régionales couvrant presque tout l'ensemble de l'Afrique et de l'Europe, qu'il sera nécessaire d'avoir environ 60 canaux espacés de 150 kHz - c'est-à-dire une largeur de bande totale d'environ 9 MHz - pour assurer un programme national de radiodiffusion sonore par pays. Cette étude est fondée sur la modulation de fréquence et s'applique aussi bien à la réception monophonique qu'à la réception stéréophonique; toutefois, cette dernière n'est possible qu'avec des récepteurs fixes. On obtient le rapport de protection plus élevé nécessaire pour une réception MF stéréophonique de meilleure qualité grâce:

- à la réception en visibilité directe sur récepteurs d'installations permanentes ne nécessitant qu'une petite marge d'évanouissement, et

- aux caractéristiques de rayonnement d'une antenne de réception à gain élevé qui permet la distinction entre satellites utiles et satellites brouilleurs si ces derniers sont sur des positions orbitales différentes.

L'étude menée par une administration de la Région 2 pour cette Région, fondée sur les zones de service de la CARR SAT-R2, permet de conclure que la réutilisation des fréquences ne sera pas possible et qu'en conséquence 10,8 MHz sont nécessaires pour des couvertures nationales. Une couverture différente avec chevauchement plus important entraîne une augmentation de la largeur de bande.

Les méthodes de modulation numériques nécessitent en général des largeurs de bande de transmission par voie plus importantes, ce qui, toutefois, est en partie compensé par une sensibilité plus faible au brouillage. Une étude effectuée pour les pays de la Région 2 fait ressortir un besoin de largeur de bande de quelque 13 MHz pour un programme monophonique par pays de cette région. Les transmissions stéréophoniques nécessiteront donc 26 MHz.

La fréquence de la porteuse dans la bande 500 - 2 000 MHz a une incidence sur le niveau de réutilisation des fréquences et par conséquent sur la largeur du spectre pour un seul programme par zone de service. Une diminution de la fréquence d'exploitation augmente l'ouverture minimale du faisceau pour une grandeur maximale d'antenne donnée. La distance angulaire, avant que la fréquence puisse être réutilisée augmente en conséquence, ce qui élargit le spectre requis jusqu'à un point où la réutilisation des fréquences devient impossible. Dès lors, les besoins en largeur de spectre restent constants. Dans une étude concernant la Région 2, on a constaté que les besoins en largeur de spectre diminuent de 25%, de 1 GHz à 2 GHz, tandis que l'on a constaté une augmentation plus faible (0 à 12%) de 1 000 MHz à 500 MHz.

4. Considérations relatives au partage des fréquences

Les possibilités de partage entre services dépendent du niveau admissible de brouillage causé aux services existants. Le Tableau des fréquences dans la gamme des 500 - 2 000 MHz prévoit des attributions à de nombreux services de radiocommunication, dont la radiodiffusion et les services fixe et mobile ainsi que des attributions importantes (en termes de largeur de bande) aux services aéronautique, de radionavigation et de radiolocalisation. Les critères de partage applicables ne sont disponibles que pour les services de radiodiffusion et les services fixe et mobile.

Des études relatives au partage ont été effectuées à propos des techniques de modulation de fréquence et de modulation numérique. La modulation de fréquence permet une dispersion d'énergie très limitée tandis que la modulation numérique présente l'avantage d'une dispersion d'énergie importante.

Le partage avec le service de radiodiffusion oblige à ne pas dépasser un certain niveau de puissance surfacique. De ce fait, la dispersion d'énergie est sans importance et la modulation de fréquence produirait le plus faible niveau de puissance surfacique reçue. L'application des données aux Tableaux 7-1 et 7-2 aboutit à une suppression minimale requise de la composante copolaire de l'antenne d'émission du satellite de l'ordre de 30 dB.

Le partage avec les services fixe et mobile oblige à ne pas dépasser un certain niveau de puissance surfacique spectrale. La dispersion d'énergie devient alors indispensable et le partage ne peut être envisagé que si la modulation numérique est utilisée pour le service de radiodiffusion sonore par satellite. Malgré cela, la suppression minimale requise de la composante copolaire de l'antenne d'émission du satellite est à nouveau de l'ordre de 30 dB ou plus; la valeur précise dépend de la fréquence et du fait que ces services desservent, ou non, des pays de basse ou de haute latitude.

Une étude de partage avec les services fixes dans la bande 1 429 -1 525 MHz a été effectuée par la Commission d'études 9 du CCIR dans le Rapport 941. Ce Rapport, fondé sur l'hypothèse d'émissions en modulation de fréquence, est plutôt pessimiste en ce qui concerne le caractère acceptable de la radiodiffusion sonore par satellite dans la bande des 1 500 MHz.

On ne dispose d'aucune donnée précise en ce qui concerne les caractéristiques de rayonnement de grandes antennes d'émission de satellites dans la bande des ondes décimétriques. On peut toutefois utiliser les caractéristiques d'antenne présentées sur la figure 6 de l'annexe 8 de l'appendice 30 (ORB-85) du Règlement des radiocommunications qui sont assez contraignantes mais possibles. Pour obtenir la suppression du lobe latéral requise de 30 dB, l'espacement angulaire (exprimé en coordonnées du satellite) des zones de service pour lesquelles le partage des fréquences est envisagé doit dépasser $\varphi/\varphi_0 = 1,6$ où φ_0 est la largeur du faisceau de 3 dB de l'antenne d'émission du satellite. La séparation géographique qui en résulte est d'environ 2 000 km pour un faisceau d'émission de 2° . Pour une suppression supérieure à 30 dB, l'espacement angulaire dépasse $\varphi/\varphi_0 = 4$. La séparation géographique correspondante est de 5 000 km ou plus pour une largeur de faisceau de 2° .

Des calculs détaillés ont montré que le partage ne serait pas possible sauf entre des zones très espacées en tirant parti des caractéristiques de rayonnement hors axe des antennes d'émission de satellite à faisceau étroit.

La fréquence de la porteuse a une incidence sur le partage entre services étant donné que, comme l'indique le paragraphe 2.5 de la présente annexe, le niveau requis de puissance surfacique pour une qualité de réception acceptable augmente avec la fréquence et, inversement, diminue avec la fréquence.

CHAPITRE 8

Travaux préparatoires en vue de la seconde session

8.1 Activités inter-sessions concernant la planification des liaisons de connexion du service de radiodiffusion par satellite (SRS) pour les Régions 1 et 3

8.1.1 Introduction

Il convient d'arrêter un programme d'activités inter-sessions afin de faciliter la planification des liaisons de connexion du service de radiodiffusion par satellite à 12 GHz lors de la seconde session de la CAMR ORB.

Il a été noté que le logiciel existant, mis au point par l'IFRB pour assurer la planification du service de radiodiffusion par satellite pour la Région 2, peut être utile pour la planification des liaisons de connexion du service de radiodiffusion par satellite pour les Régions 1 et 3.

8.1.2 Présentation des besoins

Un besoin est défini comme la nécessité de fournir une assignation de liaison de connexion entre un emplacement/région(s) donné(es) de la Terre et une position orbitale spécifiée.

8.1.2.1 En demandant une assignation de liaison de connexion, l'administration fournit les renseignements suivants:

- a) symbole désignant le pays et numéro de référence de l'IFRB (identification de faisceau) de l'assignation correspondante de liaison descendante du service de radiodiffusion par satellite donnés dans la colonne 1 de l'article 11 de l'appendice 30 (ORB-85);
- b) bande de fréquences préférée pour chaque besoin;

L'administration indique la bande de fréquences qu'elle préfère (14,5 - 14,8 GHz ou 17,3 - 18,1 GHz) ou précise qu'elle n'a pas de préférence;

- c) zone de service pour les liaisons de connexion;

la zone de service peut être définie comme la ou les zones géographiques de la surface de la Terre situées à l'intérieur de la ou des zones de faisceaux de liaison de connexion où l'administration responsable du service souhaite placer des stations terriennes d'émission pour assurer des liaisons de connexion aux stations spatiales de radiodiffusion.

Pour les besoins de la planification des liaisons de connexion, chaque zone géographique de la zone de service est définie:

- i) par au minimum six points et au maximum 10 définis par des coordonnées géographiques;
 - ii) ou par les coordonnées géographiques du point de visée, le grand et le petit axe de la section transversale elliptique du faisceau d'antenne de réception du satellite et l'orientation de l'ellipse;
- d) points de mesure;

l'administration fournit les points de mesure préférés (20 au maximum) à utiliser pour les calculs à l'intérieur de la zone de service. Ces renseignements se présentent comme suit:

- i) coordonnées géographiques;
 - ii) hauteur moyenne au-dessus du niveau moyen de la mer;
 - iii) zone hydrométéorologique;
- e) sens de la polarisation (pour la polarisation circulaire);

soit le même que celui de la liaison descendante, soit le sens contraire (voir le paragraphe 6.2.2.13);

- f) numéro du canal de la liaison de connexion;

numéro du canal de la liaison de connexion, si l'administration tient à spécifier un numéro différent de celui obtenu par translation de fréquence linéaire (voir les paragraphes 6.2.1.2 et 6.2.1.3);

- g) besoins spéciaux;

polarisation rectiligne;

Note 1 - S'il y a plus d'un besoin (de liaisons de connexion) pour une seule assignation de liaison descendante, on considérera qu'il s'agit d'un besoin spécial.

8.1.2.2 Le Comité élabore le formulaire approprié que devront utiliser les administrations pour présenter leurs besoins.

8.1.2.3 Pour les administrations qui ne présentent pas de besoins, l'IFRB inclut dans son rapport des inscriptions de liaisons de connexion appropriées en se fondant sur les caractéristiques des assignations de liaison descendante telles qu'elles figurent dans l'appendice 30 (ORB-85) et les utilise dans les exercices de planification.

8.1.3 Logiciel

La première session a noté que le Comité avait mis au point un logiciel destiné à analyser les liaisons de connexion et les liaisons descendantes du Plan du service de radiodiffusion par satellite pour la Région 2 et que ce logiciel pouvait être modifié. Le Comité doit préparer un logiciel approprié qui permettra à la seconde session d'analyser le Plan des liaisons de connexion et de présenter une analyse globale des liaisons de connexion et des liaisons descendantes. Il faut adapter ce logiciel pour effectuer les exercices de planification inter-sessions et la planification au cours de la seconde session.

Les renseignements fournis conformément au paragraphe 8.1.2.1, complétés par ceux fournis conformément au paragraphe 8.1.2.3, constituent la base de l'établissement du "Fichier des besoins" et les paramètres techniques pour la planification des liaisons de connexion (voir le paragraphe 6.2) constituent la base du "Fichier des paramètres" pour le programme informatique.

Le programme devrait fournir les assignations de fréquence et les rapports totaux porteuse/brouillage dans le même canal et dans le canal adjacent, ainsi que la marge de protection globale équivalente pour une liaison de connexion donnée, à partir de tous les points de mesure, ainsi que la marge de protection équivalente totale du système aux points de mesure de la liaison descendante.

Il devrait aussi fournir le rapport porteuse/bruit (C/N) de la liaison montante à partir de tous les points de mesure pour permettre aux administrations de déterminer si la valeur de la p.i.r.e. répond à leurs besoins ou si elle est trop basse ou trop élevée (voir le paragraphe 6.2.2.5).

Pour obtenir les rapports porteuse/bruit, il faut faire deux calculs afin de les évaluer dans le cas le plus défavorable et dans des conditions normales. Dans des conditions normales, la puissance de la porteuse utile est calculée avec une propagation en espace libre. Dans le cas le plus défavorable, la puissance de la porteuse utile est calculée avec une propagation pendant 99% du mois le plus défavorable. Dans les deux cas, la puissance de la porteuse brouilleuse est calculée avec une propagation en espace libre. Les marges de protection du système et la façon de les calculer sont décrites dans l'annexe au présent chapitre.

8.1.4. Proposition de logiciel pour l'analyse d'une position orbitale unique pour la planification des liaisons de connexion dans les Régions 1 et 3

8.1.4.1 Les paramètres techniques pour la planification des liaisons de connexion CAMR RS-77 ont été conçus de manière à assurer autant que possible une planification de position orbitale individuelle.

Au cours de la seconde session, certaines anomalies relevées dans la planification initiale devront être éliminées, surtout par voie d'accord entre les administrations partageant des positions orbitales. Le logiciel dont dispose l'IFRB pour la planification du service de radiodiffusion par satellite doit être modifié; il constitue un outil de planification complet qui peut demander

plusieurs heures-machine pour chaque analyse et risque donc, en conséquence, de ne pas se prêter à une utilisation, au cours de la seconde session, par des administrations et de petits groupes d'administrations, pour éliminer leurs anomalies orbitales. Le logiciel détaillé sera toutefois nécessaire pour l'analyse orbitale globale.

8.1.4.2 Il est proposé de mettre au point entre les deux sessions un logiciel pour l'analyse d'une position orbitale unique. Les administrations devraient être invitées à aider l'IFRB en fournissant des logiciels appropriés et/ou en collaborant à la programmation.

8.1.4.3 Il convient de concevoir le logiciel en tenant compte des suggestions qui suivent.

Le logiciel devrait:

8.1.4.3.1 si possible, être l'adaptation d'un logiciel existant. Une administration a indiqué qu'elle possède un logiciel qui pourrait convenir, sous réserve de certaines modifications;

8.1.4.3.2 être écrit dans un des langages de niveau supérieur, pour pouvoir passer sur des matériels différents;

8.1.4.3.3 pouvoir être utilisé sur de petites installations informatiques et, si possible, être adaptable aux microprocesseurs dont se sert actuellement l'IFRB;

8.1.4.3.4 fournir une analyse de la position orbitale unique pour:

- C/N et C/I (brouillage unique et brouillage total) pour chaque position orbitale et pour chacune des liaisons de connexion vers cette position;
- C/N et C/I (brouillage unique et brouillage total) pour chaque système d'assignation de la CAMR RS-77, pour la qualité globale;

8.1.4.3.5 pouvoir utiliser des données provenant de la banque de données de l'ordinateur central de l'IFRB au moyen de disques souples ou d'autres supports magnétiques;

8.1.4.3.6 être conçu de manière à pouvoir traiter les données et les variables déterminées par la première session de la Conférence en vue de la planification.

8.1.5. Exercices de planification

8.1.5.1 Description des exercices

En utilisant les renseignements donnés aux paragraphes 8.1.2 et 8.1.3 et dans le Tableau 8-1, l'IFRB procédera à des exercices de planification conformément au calendrier donné au paragraphe 8.1.5.2.

8.1.5.1.1 Exercices initiaux de planification

Le premier exercice se fera pour la bande 17,3 - 18,1 GHz sur la base d'une translation de fréquence linéaire, pour tous les besoins. Il sera effectué séparément pour des rapports de protection dans le canal adjacent de 21 dB et 24 dB (voir le paragraphe 6.2.2.4).

Le deuxième exercice de planification doit se fonder sur l'utilisation de la bande 14,5 - 14,8 GHz dans le cas des besoins pour lesquels les administrations ont indiqué une préférence pour cette bande, en tenant compte des canaux demandés par les administrations pour leurs assignations.

Le troisième exercice de planification doit se fonder sur l'utilisation de la bande 17,3 - 18,1 GHz pour satisfaire les besoins des administrations qui ont indiqué une préférence pour cette bande et les besoins des administrations qui n'ont indiqué aucune préférence particulière, en tenant compte des canaux demandés par les administrations pour leurs assignations.

8.1.5.1.2 Exercices ultérieurs de planification

Les exercices de planification sont identiques à ceux indiqués au paragraphe 8.1.5.1.1, mais ils sont fondés sur les besoins ajustés.

8.1.5.2 Calendrier

Le Comité demande, 20 mois avant la seconde session, que les administrations lui présentent leurs besoins au plus tard 14 mois avant la seconde session. Le Comité établit une liste consolidée des besoins et procède aux exercices de planification décrits au paragraphe 8.1.5.1.1.

La liste consolidée et les résultats des exercices initiaux de planification sont soumis aux administrations au moins 9 mois avant la seconde session.

Au moins 4 mois avant la seconde session, les administrations qui le souhaitent peuvent présenter à l'IFRB leurs besoins ajustés.

Le Comité procède alors aux exercices de planification décrits au paragraphe 8.1.5.1.2 et en présente les résultats à la seconde session de la Conférence.

Le calendrier est indiqué ci-après:

20 mois 14 mois 9 mois 4 mois seconde session

| | | | |
|--------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|
| Présentation des besoins | Exercices initiaux de planification | Présentation des besoins ajustés | Exercices ultérieurs de planification |
|--------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|---------------------------------------|

TABLEAU 8-1

Tableau des paramètres techniques pour les exercices de planification des liaisons de connexion pour les Régions 1 et 3
(Bandes de fréquences 17,3 - 18,1 GHz et 14,5 - 14,8 GHz)

| Point | Paramètre | Valeur |
|-------|---|--|
| 1.* | Rapport porteuse/bruit | 24 dB |
| 2. | Rapport de protection porteuse/brouillage dans le même canal | 40 dB |
| 3. | Rapport de protection porteuse/brouillage dans le canal adjacent | 21 dB, 24 dB (voir paragraphe 8.1.5) |
| 4. | Valeur de planification initiale de la p.i.r.e. de liaison de connexion | 17,3 - 18,1 GHz: 84 dBW 14,5 - 14,8 GHz: 82 dBW |
| 5. | Antenne d'émission | |
| a) | Diamètre | 17,3 - 18,1 GHz: 5 m 14,5 - 14,8 GHz: 6 m |
| b) | Gain dans l'axe | 57 dBi |
| 6. | P.i.r.e. hors axe | |
| a) | P.i.r.e. copolaire hors axe | $E - 25 - 25 \log \varphi$ (dBW) pour $1^\circ \leq \varphi \leq 48^\circ$ $E - 67$ (dBW) pour $\varphi > 48^\circ$ |
| b) | P.i.r.e. contrapolaire hors axe | $E - 30$ (dBW) pour $0^\circ \leq \varphi \leq 1,6^\circ$, $E - 25 - 25 \log \varphi$ (dBW) pour $1,6^\circ < \varphi \leq 48^\circ$ $E - 67$ (dBW) pour $\varphi > 48^\circ$ |
| 7. | Perte due à une erreur de pointage de l'antenne de la station terrienne | 1 dB |

* Il s'agit d'une valeur indicative et non d'une valeur fixe pour les calculs.

TABLEAU 8-1 (suite)

| Point | Paramètre | Valeur |
|-------|---|---|
| 8. | Antenne de réception du satellite | |
| a) | Section transversale du faisceau | Elliptique ou circulaire |
| b) | Diagramme de référence copolaire | Gain relatif (dB) $-12 \left(\frac{\theta}{\theta_0}\right)^2$ pour $0 \leq \frac{\theta}{\theta_0} \leq 1,30$ $-17,5 - 25 \log\left(\frac{\theta}{\theta_0}\right)$ pour $\frac{\theta}{\theta_0} > 1,30$ Après intersection avec la courbe C: comme la courbe C (Courbe C: opposé du gain dans l'axe) |
| c) | Diagramme de référence contrapolaire | Gain relatif (dB) $-30 - 12 \left(\frac{\theta}{\theta_0}\right)^2$ pour $0 \leq \frac{\theta}{\theta_0} \leq 0,5$ -33 pour $0,5 \leq \frac{\theta}{\theta_0} \leq 1,67$ $-(40 + 40 \log \frac{\theta}{\theta_0} - 1)$ pour $\frac{\theta}{\theta_0} > 1,67$ Après intersection avec la courbe C: comme la courbe C (Courbe C: opposé du gain dans l'axe) |
| 9. | Précision de pointage d'antenne de réception du satellite | 0,2° |
| 10. | Température de bruit du système de réception du satellite | 1 800 K |

TABLEAU 8-1 (fin)

| Point | Paramètre | Valeur |
|-------|--|--|
| 11. | Type de polarisation | Circulaire |
| 12. | Sens de polarisation | (Opposé à celui de la liaison descendante)** |
| 13. | Propagation | Voir le paragraphe 6.2.2.17 |
| 14. | Dégradation du rapport porteuse/bruit due à la conversion modulation d'amplitude/modulation de phase | 2,0 dB |

** Pour la planification pendant la seconde session, le même sens ou le sens opposé pourra être adopté pour chaque position orbitale.

8.2 Autres activités inter-sessions

8.2.1 Préparation du logiciel nécessaire pour la méthode de planification

Il est nécessaire que l'IFRB mette au point, dans la mesure des moyens mis à sa disposition, un progiciel pour la préparation du Plan d'allotissement et procède aux exercices de planification appropriés.

8.2.2 Critères à utiliser pour la préparation d'un exercice de planification en vue d'un Plan d'allotissement

8.2.2.1 Zone de service (3.3.4.1)

L'exercice de planification en vue d'un plan d'allotissement fournira à chaque pays ou zone géographique une couverture par un ou plusieurs faisceaux, comme indiqué par les administrations dans les besoins qu'elles auront présentés à l'IFRB.

8.2.2.2 Paramètres normalisés (3.3.4.2)

L'IFRB établira les paramètres techniques après avoir procédé à des consultations complètes auprès des administrations, comme indiqué au paragraphe 8.2.4 ci-après, compte tenu des considérations techniques figurant dans le paragraphe 3.4 ainsi que des Recommandations du CCIR qui seront disponibles en temps voulu.

8.2.2.3 Garantie d'accès (3.3.4.3)

L'exercice de planification en vue d'un plan d'allotissement contiendra un allotissement par pays ou zone géographique, ou bien le nombre minimal d'allotissements qui permettra d'assurer une couverture quels que soient les réseaux existants qui seraient pris en compte pendant l'exercice de planification.

L'exercice de planification doit porter sur les bandes de fréquences 6/4 GHz et 14/11-12 GHz, comme indiqué dans les besoins présentés par les administrations.

8.2.2.4 Largeur de bande (3.3.4.4)

Pendant l'exercice de planification, il faudrait essayer de fournir la largeur de bande maximale pour chaque allotissement. Si cela n'est pas possible, il faudrait fournir une largeur de bande identique pour chaque allotissement.

8.2.2.5 Arc prédéterminé (3.3.4.5)

L'exercice de planification doit examiner la possibilité d'établir des arcs orbitaux associés à la position orbitale en vue d'assurer la compatibilité entre les allotissements du Plan et de permettre la mise en service de systèmes sous-régionaux.

8.2.3 Portée du ou des exercices de planification

Il est souhaitable de faire deux exercices de planification afin de permettre aux administrations d'ajuster leurs besoins en fonction des résultats obtenus.

8.2.4 Interactions entre les administrations et l'IFRB pendant la période inter-sessions

8.2.4.1 Tout en effectuant les travaux inter-sessions, l'IFRB devrait régulièrement établir des rapports sur les activités entreprises au titre du programme inter-sessions et, dans la mesure où cela serait possible et approprié, prendre en compte les commentaires envoyés par les administrations.

8.2.4.2 En particulier, les mesures ci-après devraient figurer dans le programme de travaux inter-sessions de l'IFRB:

- a) établir des rapports périodiques sur l'avancement des travaux inter-sessions et sur les activités qui seront effectués; envoyer ces rapports à toutes les administrations, conformément au paragraphe 8.2.4.3 ci-après;
- b) inviter les administrations à lui envoyer leurs commentaires au sujet des rapports
- c) convoquer des réunions périodiques auxquelles seront invitées toutes les administrations pour leur expliquer ses travaux et entendre leurs commentaires.

8.2.4.3 L'IFRB devrait convoquer les réunions en temps opportun pour exécuter les travaux suivants:

Réunion de l'IFRB pour décrire les programmes d'ordinateur à mettre au point et établir un calendrier des travaux à faire avant la seconde session.

Examen de l'avancement des travaux; examen détaillé des programmes d'ordinateur à mettre au point.

Examen de l'avancement des travaux; examen des premiers essais des programmes d'ordinateur pour déterminer s'ils sont appropriés pour la Conférence.

Examen final du programme inter-sessions.

Ce faisant, il faudrait tenir compte des compétences techniques et des logiciels qui pourront être mis à disposition par des administrations.

Les dates de chacune de ces réunions seront communiquées aux administrations à l'avance.

ANNEXE AU CHAPITRE 8

Méthodes de calcul des marges de protection

1. Marge de protection équivalente de la liaison de connexion

La marge de protection équivalente de la liaison de connexion M_{montante} est donnée, en dB, par la formule:

$$M_{\text{montante}} = -10 \log (10^{-M_1'/10} + 10^{-M_2'/10} + 10^{-M_3'/10}) \text{ (dB)}$$

où M_1' est la valeur, en dB, de la marge de protection pour le même canal. Elle est définie par l'expression suivante, où les puissances sont évaluées à l'entrée du récepteur du satellite:

$$\frac{\text{puissance utile}}{\text{somme des puissances de brouillage dans le même canal}} \text{ (dB)} - \text{rapport de protection dans le même canal (dB)}$$

M_2' et M_3' sont les valeurs, en dB, des marges de protection pour le canal adjacent supérieur et pour le canal adjacent inférieur respectivement.

La définition de la marge de protection pour le canal adjacent est la même que celle pour le même canal, bien que l'on fasse intervenir d'une part le rapport de protection pour le canal adjacent et d'autre part la somme des brouillages dus aux émissions dans le canal adjacent.

2. Marge de protection globale équivalente

La marge de protection globale équivalente pour l'ensemble liaison de connexion et liaison descendante (M) du service de radiodiffusion par satellite est donnée par la formule:

$$M = -10 \log (10^{-M_1/10} + 10^{-M_2/10} + 10^{-M_3/10}) \text{ (dB)}$$

où M_1 est la marge de protection globale pour le même canal et M_2 et M_3 respectivement les marges de protection globales pour le canal adjacent supérieur et pour le canal adjacent inférieur.

Ces marges sont obtenues à l'aide des formules suivantes:

$$\begin{aligned} M_1 &= (C/I)_1 \text{ total} - 30 \text{ (dB)} \\ M_2 &= (C/I)_2 \text{ total} - 14 \text{ (dB)} \\ M_3 &= (C/I)_3 \text{ total} - 14 \text{ (dB)} \end{aligned}$$

où le rapport porteuse/brouillage total $(C/I)_i \text{ total}$, pour la catégorie brouillage i ème, est obtenu à l'aide de la formule suivante:

$$\text{où: } (C/I) \text{ total} = -10 \log \left\{ 10^{-\left(\frac{C}{I}\right)_u/10} + 10^{-\left(\frac{C}{I}\right)_d/10} \right\} \text{ (dB)}$$

$\left(\frac{C}{I}\right)$ est le rapport (en dB) porteuse/brouillage de la liaison de connexion à l'entrée du récepteur du satellite

et: $\left(\frac{C}{I}\right)$ est le rapport (en dB) porteuse/brouillage de la liaison descendante à l'entrée du récepteur de la station terrienne.

RESOLUTION N° 1

Rapport de la première session

La Conférence administrative mondiale des radiocommunications sur l'utilisation de l'orbite des satellites géostationnaires et la planification des services spatiaux utilisant cette orbite (Première session, Genève, 1985),

considérant

le mandat qui lui est confié par la Résolution 895 du Conseil d'administration,

décide

d'approuver le Rapport de la présente session de la Conférence,

charge

1. le Président de la présente session de la Conférence de transmettre, sous sa signature, le Rapport de la première session à la seconde session de la Conférence;
2. le Secrétaire général de transmettre ce Rapport à tous les Membres de l'Union et aux organisations qui ont participé à la première session de la Conférence.

RESOLUTION N° 2

Amélioration de la précision du Fichier de référence,
de la Liste internationale des fréquences,
de la Liste VIIIA et des renseignements
fournis aux administrations

La Conférence administrative mondiale des radiocommunications sur l'utilisation de l'orbite des satellites géostationnaires et la planification des services spatiaux utilisant cette orbite, (Première session, Genève, 1985),

considérant

- a) que des renseignements précis et à jour sont nécessaires pour permettre à la seconde session de la Conférence d'exécuter efficacement ses travaux;
- b) l'importance que revêtent pour les administrations la précision et la tenue à jour du Fichier de référence, de la Liste internationale des fréquences et de la Liste VIIIA;
- c) que l'IFRB a rencontré certaines difficultés dans l'application des dispositions du numéro 1569 du Règlement des radiocommunications,

décide

- 1. que l'IFRB doit appliquer intégralement les dispositions pertinentes de la section VI de l'article 13;
- 2. que les administrations doivent être instamment invitées à appliquer les dispositions du numéro 1573 du Règlement des radiocommunications dans les délais qui y sont prescrits;
- 3. que les administrations doivent être instamment priées de collaborer pleinement à l'application des dispositions des numéros 1570 et 1574 du Règlement des radiocommunications,

prie l'IFRB

de préparer un rapport sur l'application de la présente Résolution, et de le soumettre, avec toutes suggestions qu'il pourra juger utiles, à la seconde session de la Conférence.

RECOMMANDATION N° 1

Projet d'ordre du jour de la seconde session de la Conférence

La Conférence administrative mondiale des radiocommunications sur l'utilisation de l'orbite des satellites géostationnaires et la planification des services spatiaux utilisant cette orbite (Première session, Genève, 1985),

considérant

- a) la Résolution 1 de la Conférence de plénipotentiaires (Nairobi, 1982) relative aux futures conférences de l'Union;
- b) que la Résolution 3 de la CAMR-79 a invité le Conseil d'administration à prendre les mesures nécessaires en vue de la convocation d'une CAMR, à tenir en deux sessions, sur l'utilisation de l'orbite des satellites géostationnaires et la planification des services spatiaux utilisant cette orbite;
- c) que la Résolution 895 du Conseil d'administration (1983) inscrit à l'ordre du jour de la première session la recommandation d'un projet d'ordre du jour pour la seconde session de la Conférence, qui sera soumis au Conseil d'administration pour examen;
- d) les Actes finals de la première session de la Conférence et les Actes finals de la Conférence administrative régionale pour la planification du service de radiodiffusion par satellite dans la Région 2 (Genève, 1983);
- e) que la seconde session devra examiner:
 - 1. des propositions émanant d'administrations;
 - 2. le Rapport de la première session;
 - 3. les travaux préparatoires effectués au cours de la période inter-sessions;
 - 4. les Rapports pertinents de l'IFRB et du CCIR;
 - 5. les besoins soumis par les administrations en ce qui concerne le Plan d'allotissement,

reconnaissant

que certaines bandes sont attribuées à plusieurs services spatiaux sur la base du partage avec égalité des droits, que la plupart d'entre elles sont également attribuées à des services de Terre avec égalité des droits, et que ces droits doivent être pris en compte,

recommande au Conseil d'administration

1. d'examiner pour la seconde session de la Conférence le projet d'ordre du jour suivant qui doit tenir dûment compte des services de radiocommunication qui ne sont pas spécifiquement mentionnés dans cet ordre du jour:

1.1 d'établir, en se basant sur le considérant e), le Plan d'allotissement et les procédures réglementaires associées applicables au service fixe par satellite dans les bandes:

- 4 500 - 4 800 MHz et 300 MHz à choisir dans la bande 6 425 - 7 075 MHz; et
- 10,70 - 10,95 GHz, 11,20 - 11,45 GHz et 12,75 - 13,25 GHz,

conformément aux principes et aux méthodes définis à la première session;

1.2 d'établir sur la base des points 1 à 4 du considérant e) les procédures réglementaires améliorées applicables au service fixe par satellite dans les bandes:

- 3 700 - 4 200 MHz
5 850 - 6 425 MHz
- 10,95 - 11,20 GHz
11,45 - 11,70 GHz
11,70 - 12,20 GHz dans la Région 2¹
12,50 - 12,75 GHz dans les Régions 1 et 3¹
14,00 - 14,50 GHz
- 18,10 - 18,30 GHz^{1, 2}
18,30 - 20,20 GHz²
27,00 - 30,00 GHz²

conformément aux principes et aux méthodes définis à la première session;

1.3 d'adopter les normes techniques, paramètres et critères appropriés concernant le service fixe par satellite dans les bandes de fréquences spécifiées aux points 1.1 et 1.2;

2. d'examiner et de réviser, le cas échéant, les procédures réglementaires et les normes techniques, paramètres et critères appropriés concernant les services spatiaux et les bandes de fréquences qui ne font pas l'objet d'une planification;

3. d'examiner et de réviser, le cas échéant, les définitions relatives aux services spatiaux;

¹ Dans ces bandes les procédures améliorées ne s'appliqueront qu'entre réseaux du SFS.

² Le CCIR est prié d'étudier les caractéristiques techniques du service fixe par satellite dans ces bandes et de faire rapport à la seconde session de la Conférence afin qu'une conférence compétente prenne une décision sur la planification future de ces bandes.

4. d'élaborer dans les bandes 14,5 - 14,8 GHz (pour les pays situés hors de l'Europe et pour Malte) et 17,3 - 18,1 GHz les dispositions et le Plan associé pour les liaisons de connexion aux stations du service de radiodiffusion par satellite dans les Régions 1 et 3, fonctionnant en conformité avec l'Appendice 30 (ORB-85) au Règlement des radiocommunications, sur la base des documents pertinents identifiés dans le considérant e), et d'incorporer ces décisions dans le Règlement des radiocommunications, en révisant celui-ci ainsi que les Résolutions et les Recommandations qui s'y rapportent, uniquement à cette fin, si nécessaire;
5. d'examiner, sous réserve de l'adoption d'un Plan d'assignation approprié pour les liaisons de connexion dans la Région 1, la modification des articles pertinents du Règlement des radiocommunications et des Résolutions et Recommandations qui s'y rapportent, si nécessaire, pour permettre l'utilisation de la bande 10,7 - 11,7 GHz (Terre vers espace), dans la Région 1, pour tous les modes d'exploitation du service fixe par satellite, compte tenu des bandes de fréquences considérées comme devant être planifiées aux points 1.1 et 1.2 ci-dessus;
6. conformément à la Recommandation 2 de la première session, d'examiner les résultats des diverses études les plus récentes et, compte tenu de la situation qui existera à ce moment-là, de prendre des décisions pertinentes en ce qui concerne les divers aspects des systèmes de radiodiffusion sonore par satellite, tels qu'ils figurent dans la Résolution 505 de la CAMR-79;
7. de réexaminer l'applicabilité éventuelle à long terme de la Résolution 2 (SAT-R2), et de prendre une décision définitive à ce sujet;
8. conformément à la Recommandation 3 de la première session de la Conférence, et sans porter préjudice à l'attribution actuelle du service de radiodiffusion par satellite à l'intérieur de la bande 22,5 - 23 GHz dans les Régions 2 et 3, d'étudier la question du choix d'une bande de fréquences appropriée pour le service de radiodiffusion par satellite, de préférence à l'échelle mondiale, pour satisfaire les besoins de la TVHD, ainsi que les mesures à prendre au sujet des modifications à apporter à l'article 8 lors d'une conférence compétente ultérieure;
9. d'apporter au Règlement des radiocommunications les modifications éventuellement rendues nécessaires par les décisions de la seconde session de la Conférence;
10. d'examiner, de réviser le cas échéant les Résolutions et Recommandations pertinentes et de prendre d'autres mesures appropriées à ce sujet;
11. d'évaluer les répercussions financières de ces décisions sur le budget de l'Union, conformément au numéro 627 et aux autres dispositions pertinentes de la Convention de Nairobi.

RECOMMANDATION N° 2

**Systèmes de radiodiffusion sonore par satellite pour
réception individuelle par des récepteurs portatifs
et des récepteurs dans des véhicules automobiles**

La Conférence administrative mondiale des radiocommunications sur l'utilisation de l'orbite des satellites géostationnaires et la planification des services spatiaux utilisant cette orbite (Première session, Genève, 1985),

considérant

- a) que la Conférence administrative mondiale des radiocommunications (Genève, 1979) (CAMR-79) a adopté la Résolution 505;
- b) que la radiodiffusion sonore par satellite est techniquement réalisable;
- c) que plusieurs administrations ont fait des propositions à la CAMR-79 concernant l'attribution de bandes de fréquences au service de radiodiffusion (sonore) par satellite dans la gamme des fréquences comprises entre 0,5 et 2 GHz;
- d) que, au cours de sa RPC, 1984, le CCIR a indiqué que de nouveaux travaux seraient nécessaires pour définir les paramètres du système;
- e) que les études du CCIR et les expériences et études menées par des administrations ont montré que l'attribution de fréquences dans la gamme 0,5 - 2 GHz au service de radiodiffusion sonore par satellite posera des problèmes de partage considérables et que la mise en oeuvre d'un tel service ne sera pas possible dans la gamme 0,5 - 2 GHz à moins qu'une bande de fréquences appropriée ne lui soit attribuée à titre exclusif;
- f) que, à la première session de la présente Conférence, les travaux n'étaient pas suffisamment avancés pour formuler une recommandation relative à une solution à long terme;
- g) qu'un certain nombre d'administrations ont fait savoir, à la présente session, qu'elles estiment que la création d'un service de radiodiffusion (sonore) par satellite deviendra une nécessité,

estimant

- a) que, dans la situation actuelle, il n'est pas possible d'attribuer en exclusivité une bande dans la gamme 0,5 - 2 GHz au service de radiodiffusion (sonore) par satellite dans le monde entier;
- b) qu'il ne sera peut-être possible de trouver une attribution pour le service de radiodiffusion (sonore) par satellite qu'à plus long terme,

reconnaissant

qu'elle n'est compétente que pour la bande des fréquences comprise entre 0,5 et 2 GHz,

recommande

1. que les administrations soient invitées à poursuivre l'étude des sujets suivants: qualité de service, fréquence d'exploitation (dans la gamme, ainsi qu'au dehors mais au voisinage de la gamme 0,5 - 2 GHz), type de modulation, largeur de bande requise, récepteurs, conception des antennes, liaisons de connexion, critères de partage appropriés (y compris pour la séparation géographique), coûts, capacité des techniques actuelles et futures à satisfaire aux dispositions du numéro 2674 du Règlement des radiocommunications et satellites à usagers multiples; pour cela, les administrations devront tenir compte des renseignements donnés au chapitre 7.3 et à son annexe dans le Rapport de la première session et de la nécessité de satisfaire aux dispositions du numéro 2674 du Règlement des radiocommunications;

2. que la seconde session de la présente Conférence examine les résultats des diverses études les plus récentes et, compte tenu de la situation qui existera à ce moment-là, prenne des décisions pertinentes en ce qui concerne les divers aspects du système considéré tels qu'ils figurent dans la Résolution 505,

invite le Conseil d'administration

à prendre en considération cette Recommandation dans la préparation de l'ordre du jour de la seconde session de la Conférence, prévue pour 1988,

invite le CCIR

à engager sans dépenses supplémentaires des études comme indiqué au point 1 de la partie recommande de manière à définir les paramètres pratiques à prévoir pour le système de radiodiffusion sonore par satellite.

RECOMMANDATION N° 3

**Télévision à haute définition (TVHD) dans le
service de radiodiffusion par satellite**

La Conférence administrative mondiale des radiocommunications sur l'utilisation de l'orbite des satellites géostationnaires et la planification des services spatiaux utilisant cette orbite (Première session, Genève, 1985),

reconnaissant

que cette question n'est pas explicitement inscrite à son ordre du jour,

ayant noté

les propositions relatives à cette question présentées par plusieurs administrations,

considérant

- a) que la mise au point des techniques de radiodiffusion à haute définition progresse rapidement;
- b) que les bandes de fréquences actuellement attribuées au service de radiodiffusion par satellite ne prévoient, telles qu'elles sont actuellement planifiées, aucune attribution mondiale appropriée pour la mise en oeuvre d'une norme mondiale unique pour les émissions de télévision à haute définition par satellite;
- c) que la bande 22,5 - 23 GHz a déjà été attribuée au service de radiodiffusion par satellite seulement dans les Régions 2 et 3, et autorisée sous réserve d'un accord obtenu conformément à la procédure décrite à l'article 14 du Règlement des radiocommunications;
- d) qu'il faut dûment tenir compte d'autres services de radiocommunications figurant dans l'article 8 du Règlement des radiocommunications;
- e) qu'il serait souhaitable de disposer pour les émissions de TVHD d'une attribution de fréquence mondiale appropriée au service de radiodiffusion par satellite;
- f) que le CCIR a déjà effectué plusieurs études concernant la radiodiffusion de signaux de TVHD (voir le chapitre 3.2.3 ainsi que les annexes 3.2.3.2 et 4.6.2.5.3 du Rapport de la RPC, 1984), et les difficultés de partage avec les services de Terre (chapitre 8.4 du Rapport de la RPC),

recommande que le Conseil d'administration

sans préjuger de l'actuelle attribution du SRS dans la bande 22,5 - 23 GHz dans les Régions 2 et 3, inscrive à l'ordre du jour de la seconde session de la Conférence l'examen de la question d'une bande de fréquences appropriée pour le service de radiodiffusion par satellite, de préférence à l'échelle mondiale, pour satisfaire les besoins de la TVHD, ainsi que les mesures à prendre au sujet des modifications à apporter à l'article 8 lors d'une conférence ultérieure compétente,

invite le CCIR

à inclure dans son Rapport à la seconde session de la Conférence les résultats de ses études sur les sujets suivants:

- la mise au point de paramètres techniques pour les transmissions de TVHD par satellite,
- les bandes de fréquences possibles et appropriées du point de vue de la propagation et
- les aspects du partage interservices et intraservice.

LISTE DES PAYS MEMBRES DE L'UIT AYANT PARTICIPE A LA PREMIERE SESSION

Algérie (République algérienne démocratique et populaire)
Allemagne (République fédérale d')
Angola (République populaire d')
Arabie saoudite (Royaume d')
Argentine (République)
Australie
Autriche
Bahreïn (Etat de)
Belgique
Biélorussie (République socialiste soviétique de)
Bolivie (République de)
Brésil (République fédérative du)
Brunéi Darussalam
Bulgarie (République populaire de)
Burkina Faso
Cameroun (République du)
Canada
Chili
Chine (République populaire de)
Cité du Vatican (Etat de la)
Colombie (République de)
Congo (République populaire du)
Corée (République de)
Costa Rica
Côte d'Ivoire (République de)
Cuba
Danemark
Djibouti (République de)
Egypte (République arabe d')
Emirats arabes unis
Equateur
Espagne
Etats-Unis d'Amérique
Ethiopie
Finlande
France
Gabonaise (République)
Ghana
Grèce
Guatemala (République du)
Guinée (République de)
Honduras (République du)
Hongroise (République populaire)
Inde (République de l')
Indonésie (République d')
Iran (République islamique d')
Iraq (République d')
Irlande
Israël (Etat d')
Italie
Jamaïque
Japon
Jordanie (Royaume hachémite de)
Kenya (République du)
Koweït (Etat du)

Liban
Libye (Jamahiriya arabe libyenne populaire et socialiste)
Libéria (République du)
Luxembourg
Madagascar (République démocratique de)
Malaisie
Malawi
Mali (République du)
Malte (République de)
Maroc (Royaume du)
Mexique
Monaco
Mongolie (République populaire de)
Nicaragua
Nigéria (République fédérale du)
Norvège
Nouvelle-Zélande
Oman (Sultanat d´)
Pakistan (République islamique du)
Panama (République du)
Papouasie-Nouvelle-Guinée
Paraguay (République du)
Pays-Bas (Royaume des)
Pérou
Philippines (République des)
Pologne (République populaire de)
Portugal
Qatar (Etat du)
République arabe syrienne
République démocratique allemande
République populaire démocratique de Corée
République socialiste soviétique d´Ukraine
Roumanie (République socialiste de)
Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d´Irlande du Nord
Rwandaise (République)
Saint-Marin (République de)
Sénégal (République du)
Singapour (République de)
Somalie (République démocratique)
Sri Lanka (République socialiste démocratique de)
Suède
Suisse (Confédération)
Suriname (République du)
Tanzanie (République-Unie de)
Tchad (République du)
Tchécoslovaque (République socialiste)
Thaïlande
Togolaise (République)
Tonga (Royaume des)
Trinité-et-Tobago
Tunisie
Turquie
Union des Républiques socialistes soviétiques
Uruguay (République orientale de l´)
Venezuela (République du)
Yémen (République démocratique populaire du)
Yougoslavie (République socialiste fédérative de)
