

## RAPPORT 809-3\*

**PARTAGE INTERRÉGIONAL DE LA BANDE 11,7-12,75 GHz  
ENTRE LE SERVICE DE RADIODIFFUSION PAR SATELLITE  
ET LE SERVICE FIXE PAR SATELLITE**

(Question 1/10 et 11, Programme d'études 1A/10 et 11)

**1. Introduction**

(1978-1982-1986-1990)

A la suite des différentes attributions régionales au service fixe par satellite et au service de radiodiffusion par satellite dans la bande des 12 GHz, on se trouve confronté à plusieurs situations de partage interrégional entre ces services de radiocommunications spatiales.

La Conférence administrative mondiale des radiocommunications chargée d'établir un plan pour le service de radiodiffusion par satellite dans la bande de fréquences des 12 GHz, Genève, 1977 a pris les mesures suivantes:

- elle a adopté un Plan détaillé d'assignations de positions orbitales et d'assignations de fréquence pour le service de radiodiffusion par satellite dans la Région 1 (11,7 à 12,5 GHz) et dans la Région 3 (11,7 à 12,2 GHz),
- elle a adopté un ensemble de dispositions régissant le service de radiodiffusion par satellite dans la Région 2, en attendant qu'un plan détaillé soit élaboré. Il est prévu, dans ces dispositions, que l'arc orbital disponible soit divisé en portions distinctes qui seront attribuées au service de radiodiffusion par satellite et au service fixe par satellite, et qu'une Conférence administrative régionale se tiendra au plus tard en 1982 en vue d'établir un plan détaillé pour le service de radiodiffusion par satellite et le service fixe par satellite dans la Région 2 (voir la Recommandation N° Sat-8 de la CAMR-RS-77, ainsi que la Résolution N° 701 de la CAMR-79).

Par la suite, la CAMR-79 a attribué des bandes de fréquences distinctes aux deux services spatiaux de la Région 2, ce qui élimine la nécessité de segmenter l'arc orbital (voir la Résolution N° 504 de la CAMR-79). La bande attribuée au service de radiodiffusion par satellite a une limite inférieure de 12,2 GHz (cette limite a été déterminée à la Conférence administrative régionale des radiocommunications (CARR SAT-83)) et une limite supérieure de 12,7 GHz. Les diverses situations de partage entre les services spatiaux sont récapitulées au Tableau I qui contient des références aux renvois pertinents du Règlement des radiocommunications. Le Tableau I ne comprend pas les services de radiocommunications de Terre auxquels est attribuée la bande 11,7 à 12,75 GHz.

Le Rapport 207 donne les caractéristiques de systèmes fixes par satellite type. Toutefois, dans la Région 1, la bande 12,5 à 12,75 GHz est attribuée en exclusivité au service fixe par satellite, ce qui peut alors faire adopter des paramètres différents de ceux qui sont retenus lorsque ce service doit utiliser ses bandes en partage avec d'autres services.

*Note.* - Les renvois 848, 849 et 850 du Règlement des radiocommunications prévoient l'attribution de cette bande en partage avec d'autres services dans certains pays de la Région 1.

**2. Partage entre les services de radiodiffusion par satellite et fixe par satellite**

La question du partage entre le service de radiodiffusion par satellite et le service fixe par satellite, notamment sur les trajets espace vers Terre, est une question de partage entre des réseaux dissemblables (non homogènes). Les facteurs qui tendent à améliorer l'utilisation de la ressource orbite-spectre sont assez bien compris. La mesure dans laquelle on peut, en fait, tirer parti de ces facteurs dépend de contraintes nombreuses touchant à l'exploitation, à l'économie et à la conception.

Le partage entre le service de radiodiffusion par satellite des Régions 1 et 3 et le service fixe par satellite de la Région 2 et vice versa est un cas de partage entre réseaux dissemblables, présentant des caractéristiques particulières:

- les zones desservies par les deux services sont généralement séparées par de vastes étendues d'eau dont les frontières ont une orientation nord-sud, ce qui facilite le partage étant donné que la discrimination des lobes latéraux de l'antenne de la station spatiale aura tendance à réduire le brouillage.

Les Régions 1 et 3 en 1977 comme la Région 2 en 1983 ont établi des Plans détaillés pour le service de radiodiffusion par satellite.

\* Ce Rapport doit être porté à l'attention de la Commission d'études 4.

TABLEAU I – Situations de partage entre le service fixe par satellite et le service de radiodiffusion par satellite dans la bande des 12 GHz

Bande de fréquences (GHz)	Région 1	Région 2	Région 3
11,7 – 12,1	SRS (E-T)	SFS (E-T) SRS (renvoi 836) (E-T)	SRS (E-T)
12,1 – 12,2	SRS (E-T)	SFS ou SRS (E-T) (renvoi 841)	SRS (E-T)
12,2 – 12,3	SRS (E-T)	SFS ou SRS (E-T) (renvoi 841)	SFS (renvoi 845) (E-T)
12,3 – 12,5	SRS (E-T)	SRS (E-T) SFS (renvoi 846) (E-T)	SFS (renvoi 845) (E-T)
12,5 – 12,7	SFS (E-T) (T-E)	SRS (E-T) SFS (renvoi 846) (E-T)	SFS (E-T) SRS (renvoi 847) (E-T)
12,7 – 12,75	SFS (E-T) (T-E)	SFS (T-E)	SFS (E-T) SRS (renvoi 847) (E-T)

E-T: espace-vers-Terre      SFS: service fixe par satellite  
T-E: Terre-vers-espace      SRS: service de radiodiffusion par satellite

En principe, on peut déterminer les critères de partage entre ces services d'après la limite de puissance surfacique produite sur la zone devant être protégée, d'après l'espacement orbital minimal des stations spatiales dans les deux services, ou encore en combinant ces deux facteurs. L'Appendice 30 du Règlement des radiocommunications, qui traite de ce problème, a retenu la dernière solution.

En outre, si l'on considère que l'espacement nominal entre les stations spatiales du service de radiodiffusion par satellite dans la portion occidentale de l'arc desservant la Région 1 est égal à 6° d'après le Plan, on en déduit qu'une station spatiale du service fixe par satellite dont les caractéristiques sont spécifiées dans le Règlement des radiocommunications (le gain sur l'axe du faisceau principal de l'antenne réceptrice de la station terrienne est égal à 53 dB et le gain des lobes latéraux est donné par l'expression:

$$\text{Gain (dBi)} = 32 - 25 \log \varphi \quad (1)$$

où  $\varphi$  est l'angle par rapport à l'axe principal, exprimé en degrés) pourrait être placée à mi-distance entre deux satellites de radiodiffusion desservant la Région 1, à condition que les caractéristiques de cette station soient telles qu'elle puisse tolérer une puissance surfacique brouilleuse d'environ  $-161 \text{ dB(W/m}^2\text{)}$  produite par ces satellites. Il en résulte des restrictions sur la nature du service que peut fournir le système fixe par satellite; il en résulte aussi que certains systèmes vulnérables, tels que les systèmes à une seule voie par porteuse (SCPC) ou à 24 voies par porteuse, seraient dans l'impossibilité d'utiliser ces positions orbitales à certaines fréquences. Cependant, toutes les positions orbitales du Plan n'utilisent pas toutes les fréquences possibles, et l'on pourrait éventuellement loger de telles porteuses sur ces fréquences.

Des considérations analogues s'appliquent au partage entre le service fixe par satellite dans les Régions 1 et 3 et le service de radiodiffusion par satellite dans la Région 2.

Conformément à la Résolution N° 503 de la CAMR-79, le Plan de radiodiffusion par satellite dans la Région 2, adopté en 1983, devait tenir compte des services de radiodiffusion par satellite prévus dans les Régions 1 et 3 en cas de chevauchement des bandes de fréquences.

### 3. Séparation orbitale nécessaire entre les satellites du service fixe d'une région et les satellites de radiodiffusion d'une autre région [CCIR, 1978-82a et b]

Dans la bande 12,5 à 12,7 GHz, il se peut que des satellites de radiodiffusion de la Région 2 causent des brouillages à des stations terriennes du service fixe par satellite des Régions 1 et 3 et, de la même manière, dans la bande 11,7-12,2 GHz, il se peut que des satellites de radiodiffusion des Régions 1 et 3 causent des brouillages à des satellites du service fixe de la Région 2. Toutefois, ce risque est fortement réduit dans la plupart des cas du fait de la séparation entre zones de couverture et entre satellites.

La discrimination du diagramme de rayonnement d'antenne d'émission utilisé pour établir le Plan du SRS des Régions 1 et 3 (courbe A de la Fig. 1 du Rapport 810) est  $\geq 30$  dB pour  $\varphi/\varphi_0 \geq 1,6$ , c'est-à-dire une séparation entre les zones de couverture supérieure à 1,6 fois l'ouverture de faisceau vue du satellite. Bien que l'enveloppe pour l'antenne d'émission de la Région 2 ne comporte pas un tel plateau, grâce à une conception soignée de cette antenne à l'aide de techniques de modelage des faisceaux et éventuellement en y incluant des zéros bien choisis, la discrimination réelle peut égaler ou dépasser cette valeur dans certaines directions particulières, au voisinage de la zone du faisceau principal [CCIR, 1982-86a].

Une réduction supplémentaire du risque de brouillage découle de la discrimination de l'antenne de réception de la station terrienne du SFS et par conséquent de la séparation angulaire entre satellites du SFS des Régions 1 et 3 et satellites de radiodiffusion dans la Région 2 et vice versa.

Si, par exemple, on considère le cas d'une petite station terrienne du SFS dotée d'une antenne ressemblant à une antenne de réception communautaire du SRS pour laquelle on pourrait utiliser le diagramme de référence de la courbe A' (Fig. 7 de l'Annexe 5 à l'Appendice 30 (ORB-85) du Règlement des radiocommunications), on obtient une discrimination de 35 dB pour une valeur du rapport  $\varphi/\varphi_0$  tout juste inférieure à 10. Si donc on suppose que l'ouverture de cette antenne est de  $1^\circ$ , ce qui est la dimension minimale pour une antenne de réception communautaire d'après l'Annexe 8, une séparation d'environ  $10^\circ$  entre les positions des satellites procurerait une discrimination de 35 dB dans la même zone de service.

Compte tenu de la discrimination due à la fois à la séparation des zones de couverture et à celle des satellites, et en admettant une séparation des zones de couverture égale (comme ci-dessus) à 1,6 fois l'ouverture angulaire pour une discrimination de 30 dB, on note que l'on obtiendra un supplément de discrimination de 10 dB – ce qui la porte à 40 dB – (d'après la Fig. 7 de l'Annexe 5 à l'Appendice 30 (ORB-85) du RR) pour  $\varphi/\varphi_0 = 1$ , ce qui représente une séparation entre satellites de  $1^\circ$  pour l'antenne de réception admise.

Bien que les exemples ci-dessus illustrent le principe de recourir à la fois à la séparation des zones de couverture et à la séparation angulaire entre satellites pour déterminer la nécessité de la coordination entre le SRS dans une Région et le SFS dans une autre Région, la nécessité de cette coordination dépend dans la réalité des systèmes en cause et on peut la déterminer rapidement par le simple calcul indiqué ci-dessous:

La coordination n'est pas requise si:

$$D_{B\text{ SAT}} + D_{F\text{ Rx}} > p.i.r.e._{B\text{ SAT}} - p.i.r.e._{F\text{ SAT}} + PR \quad (2)$$

où

$D_{B\text{ SAT}}$ : discrimination de l'antenne d'émission du satellite de radiodiffusion

$D_{F\text{ Rx}}$ : discrimination de l'antenne de réception de la station terrienne du service fixe par satellite

$p.i.r.e._{B\text{ SAT}}$ : p.i.r.e. du satellite de radiodiffusion

$p.i.r.e._{F\text{ SAT}}$ : p.i.r.e. du satellite du service fixe

$PR$ : rapport de protection nécessaire par le trajet descendant du service fixe par satellite.

A titre d'exemple, prenons une  $p.i.r.e._{B\text{ SAT}}$  de 60 dBW et une  $p.i.r.e._{F\text{ SAT}}$  de 40 dBW ainsi qu'une antenne de station terrienne du service fixe par satellite de 3,6 mètres de diamètre ( $\varphi_0 = 0,5^\circ$ ). Avec un espacement d'au moins 1,6 ouverture entre les zones de couverture respectives, on obtiendra une discrimination  $D_{B\text{ SAT}} \geq 30$  dB. Pour un rapport de protection de 35 dB, la discrimination requise  $D_{F\text{ Rx}}$  de 25 dB sera obtenue pour  $\varphi/\varphi_0$  d'une valeur d'environ 4 (d'après la courbe A' de la Fig. 7 mentionnée ci-dessus), ce qui correspond à un espacement angulaire de  $2^\circ$  entre le satellite du service fixe et le satellite de radiodiffusion.

Certaines situations précises de brouillage doivent faire l'objet d'un complément d'étude.

Il convient de noter que, tandis que le diamètre de l'antenne de réception du SFS diminue,  $D_{F\text{ Rx}}$  diminue dans les mêmes proportions, ce qui détériore la situation de partage. Cependant, le gain de l'antenne du SFS diminue comme le carré de ce qui précède. Si dans le cas où les autres paramètres de l'équation de la liaison sont destinés à la petite antenne du service fixe, il faut que la  $p.i.r.e._{F\text{ SAT}}$  augmente en même temps comme le carré, de manière à améliorer la situation en matière de partage. Ce qui précède revient à dire que l'emploi de petites antennes de réception du SFS (et par conséquent de plus fortes p.i.r.e. dans les satellites de ce service) réduit l'hétérogénéité entre les systèmes du SFS et ceux du SRS.

Le Rapport 873 évoque la situation générale du partage interrégional en donnant plusieurs exemples de systèmes du SFS. Il convient d'attirer l'attention sur le fait que le partage pourrait créer des difficultés pour certains espacements orbitaux entre les satellites de radiodiffusion et les satellites du SF si l'on utilisait les critères particuliers et les paramètres admis pour les systèmes du SFS dans le Rapport 873.

En particulier, le Rapport 873 traite des brouillages entre le service fixe par satellite et les assignations figurant dans le plan du service de radiodiffusion par satellite pour les trois Régions de l'UIT. Par ailleurs, la Résolution N° 42 de la CAMR ORB-88 a introduit le concept de systèmes intérimaires dans le plan de la Région 2.

Cette Résolution prévoit des systèmes intérimaires qui pourraient être exploités par des administrations pour une durée pouvant aller jusqu'à 10 ans, avec des caractéristiques qui diffèrent des assignations faites aux administrations, notamment en ce qui concerne l'utilisation de p.i.r.e. supérieures, les caractéristiques de modulation, les zones de couverture ou les combinaisons de zones de couverture, ou la direction de polarisation. Ces différences pourraient accroître les risques de brouillage inadmissibles (voir l'Annexe à la Résolution N° 42).

De même, comme indiqué dans la Résolution N° 519 de la CAMR ORB-88, il appartient à une conférence compétente future d'envisager l'introduction de systèmes intérimaires du SRS dans les Régions 1 et 3 également.

Des études [CCIR, 1986-90a] ont montré que les limites de puissance surfacique fixées dans la Résolution N° 42 ne conviennent peut-être pas pour protéger tous les réseaux du SFS qui utilisent un système de transmission numérique, comme l'indique le Rapport 873. Par conséquent, pour établir, le cas échéant, ces procédures pour les systèmes intérimaires dans les Régions 1 et 3, il convient de tenir dûment compte du partage entre systèmes du SRS et réseaux du SFS,

Des études supplémentaires ont été faites sur la base de caractéristiques et de critères spécifiques légèrement différents pour les systèmes du SFS. La Fig. 1 indique le résultat obtenu en ce qui concerne les espacements angulaires topocentriques requis entre les satellites de radiodiffusion et ceux du service fixe, pour chacun des systèmes du SFS considéré.

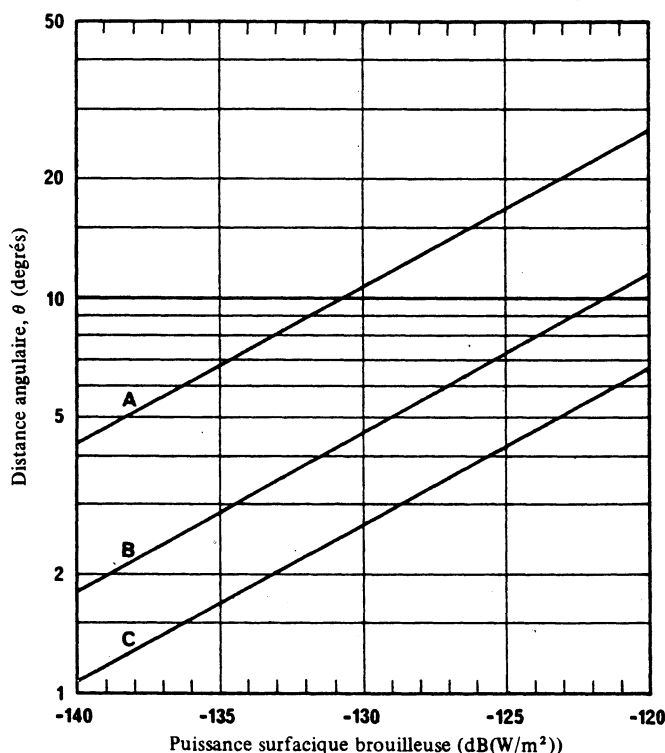


FIGURE 1 - Séparation angulaire en fonction de la puissance surfacique brouilleuse

$$25 \log \theta = C/I - C/T - 10 \log T + \text{puissance surfacique} - 11,3$$

Courbes A : SCPC/MDP ( $C/I = 18$  dB,  $C/T = -172$  dB(W/K),  $T = 200$  K)

B : MRF/MF ( $C/I = 28$  dB,  $C/T = -150$  dB(W/K),  $T = 100$  K)

C : Transmission de données à large bande  
( $N/I = 14$  dB,  $T = 500$  K,  $B = 2,4$  MHz)

On observe que, d'une manière générale, les systèmes à une seule voie par porteuse (SCPC) nécessitent une protection plus grande que les systèmes à large bande.

Dans les régions qui entourent le détroit de Béring et le Danemark, il sera probablement fort difficile d'obtenir une séparation notable entre les zones de service, si bien que l'unique source de discrimination résidera dans la séparation entre les positions des satellites; elle risque d'être dans tous les cas insuffisante pour assurer des marges de protection adéquates. On ne parviendra donc peut-être pas à réaliser un partage interrégional sur une même fréquence. De telles conditions de partage sont évidemment défavorables. Un des palliatifs possibles consisterait à décider d'utiliser des stations terriennes de réception du SFS ayant une sensibilité dans les lobes latéraux réduite de 10 dB là où elles occupent les positions les plus proches de la zone de service du SRS de la Région 2. S'agissant du SRS, on peut peut-être envisager d'utiliser une très forte décroissance dans les lobes latéraux de l'antenne des satellites du SRS [CCIR, 1982-86a], de manière à permettre aux stations terriennes du SFS de la Région 1 d'assouplir les tolérances strictes susmentionnées en matière de sensibilité dans les lobes latéraux afin de revenir à des valeurs plus normales à mesure qu'augmente la distance par rapport à la zone de service du SRS dans la Région 2. Dans les régions où l'Afrique occidentale et la partie orientale de l'Amérique du Sud sont le plus proches, on pourra obtenir une certaine discrimination par la zone de service du fait des diagrammes des antennes des stations spatiales, cela en fonction des zones de couverture choisies. Il conviendra de choisir les zones de couverture d'une part pour le SFS de l'Afrique occidentale et d'autre part pour le SRS de la partie orientale de l'Amérique du Sud en tenant compte de cette possibilité. De plus, on pourra améliorer la situation de partage en choisissant avec soin des antennes à faisceau modelé à bord des engins spatiaux.

La Fig. 2 indique comment la sensibilité dans les lobes latéraux peut être assouplie avec la distance pour diverses ouvertures supposées des faisceaux (ouvertures de «pinceau») des satellites du SRS.

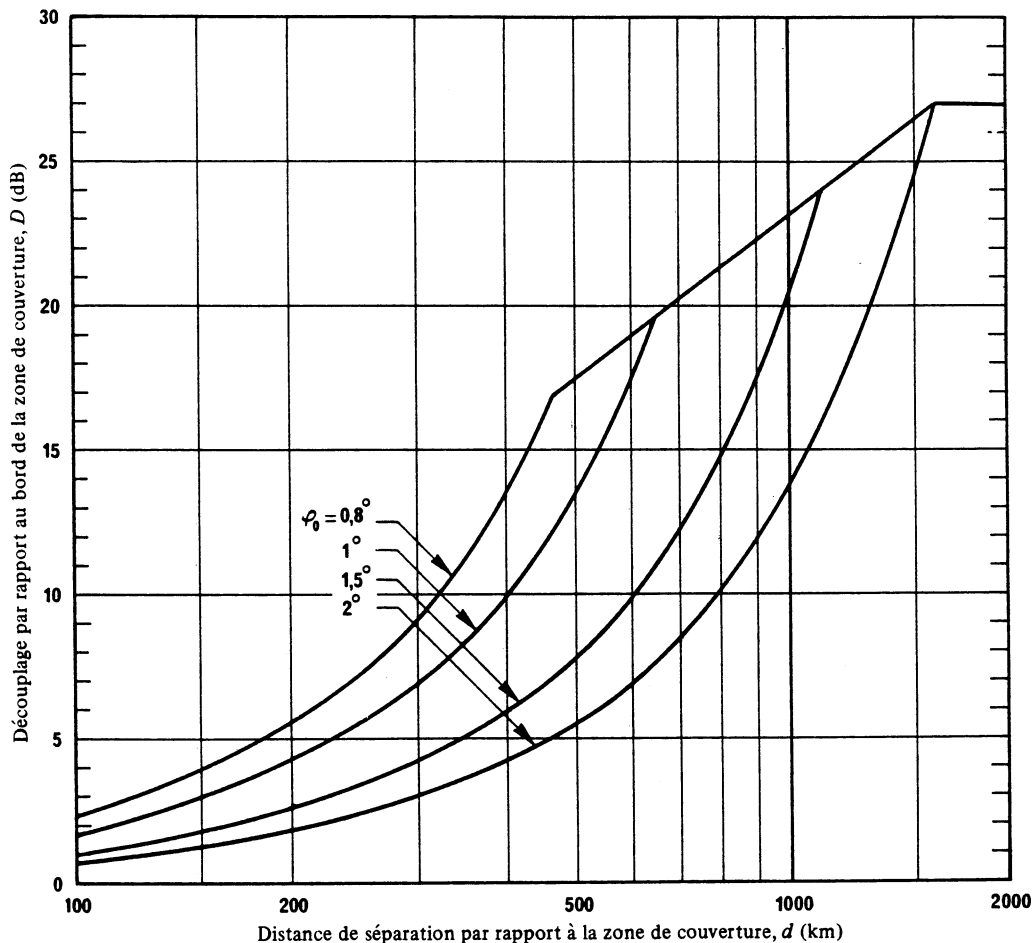


FIGURE 2 – Découplage par rapport au bord de la zone de couverture, en fonction de la distance de séparation au sol est-ouest

$\varphi_0$  : ouverture de faisceau du satellite de radiodiffusion

L'Annexe 6 à l'Appendice 30 (ORB-85) du RR renferme des directives en matière de protection. Cependant, les conditions relatives à la puissance de brouillage (pW0p) ne sont pas immédiatement utilisables dans cette équation. Il est indispensable d'étudier plus à fond la conversion de la puissance de brouillage (en pW0p) en une condition de protection utilisable sous forme d'un rapport porteur/brouillage.

#### 4. Utilisation de l'absorption atmosphérique dans les calculs interrégionaux

L'Appendice 30 (ORB-85) du Règlement des radiocommunications et les Actes finals de la CARR SAT-83, Partie I, dans leurs Annexes 1 respectives (concernant les modifications à apporter aux Plans respectifs), donnent les valeurs de la puissance surfacique induite par le SRS d'une région dans une autre région, pour lesquelles il faudrait entreprendre la coordination, vis-à-vis du service fixe par satellite. D'autre part, dans leurs Annexes 4 respectives, ces textes donnent les valeurs de la puissance surfacique induite par le SFS d'une région dans une autre région, pour lesquelles il faudrait entreprendre la coordination, vis-à-vis du SRS. Les calculs dans le sens des Régions 1 et 3 vers la Région 2 sont fondés sur l'utilisation de l'absorption atmosphérique (Annexe 6, § 2, Partie I des Actes finals de la CARR SAT-83). La Résolution N° 9 de la CARR SAT-83 traite, entre autres, de l'utilisation de l'absorption atmosphérique en sens opposé également.

Une étude de l'absorption atmosphérique figure au § 5.3 du Rapport 631.

#### 5. Conclusions

Le partage entre les services dans les différentes régions obéit aux critères de partage adoptés par la CAMR-RS-77 et par la CAMR-79 (en particulier l'Appendice 30 et les Résolutions N°s 31, 34, 700, 701, 703 et la Recommandation N° 708). Les caractéristiques des systèmes, adoptées dans les Plans pour le service de radiodiffusion par satellite dans les Régions 1 et 3 par la CAMR-RS-77 et dans la Région 2 par la CARR SAT-83, imposent des restrictions à l'utilisation de certaines positions orbitales à proximité et entre les stations spatiales des Plans pour certains services fixes par satellite vulnérables. Ces restrictions peuvent être assouplies dans une certaine mesure grâce à une conception spéciale de l'antenne du satellite de radiodiffusion.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

##### *Documents du CCIR*

[1978-82]: a. 10-11S/27 (Etats-Unis d'Amérique); b. 10-11S/131 (Etats-Unis d'Amérique).

[1982-86]: a. 4/230(10-11S/141) (Canada).

[1986-1990]: a. 10-11S/168 (INTELSAT).

---