

RECOMMANDATION 517-2

**PROTECTION DU SERVICE DE RADIOASTRONOMIE CONTRE LES ÉMETTEURS
FONCTIONNANT DANS LES BANDES ADJACENTES**

(Question 145/7)

(1978-1982-1992)

Le CCIR,

considérant

- a) la valeur des résultats scientifiques obtenus grâce au service de radioastronomie explorant l'univers;
- b) la nécessité de conserver exemptes de brouillage des bandes espacées et situées dans tout le spectre radioélectrique, de manière à permettre les mesures de radioastronomie;
- c) les niveaux de brouillage préjudiciable causé au service de radioastronomie, donnés dans l'Annexe 1 à la Recommandation 769;
- d) le désir des usagers, actifs et passifs, du spectre radioélectrique de travailler en harmonie, sans brouillages mutuels, ainsi qu'en témoignent les dispositions de l'article 6 et des numéros 339 à 343 du Règlement des radiocommunications (RR);
- e) le fait que le numéro 344 du RR n'assure pas à la radioastronomie la protection sans équivoque qui lui est nécessaire contre les émetteurs fonctionnant dans les bandes de fréquences adjacentes à une bande attribuée audit service de radioastronomie;
- f) les difficultés actuellement rencontrées par les services de radiocommunication dans la mise au point et l'utilisation d'émetteurs capables de fonctionner dans les bandes de fréquences adjacentes à une bande attribuée au service de radioastronomie, en assurant à celui-ci une protection suffisante contre les brouillages nuisibles (voir l'Annexe 1);
- g) la possibilité d'une future augmentation du degré d'utilisation des bandes de fréquences adjacentes aux bandes attribuées au service de radioastronomie, notamment par des émetteurs aéroportés et des émetteurs de satellite;
- h) l'obligation qui incombe, individuellement ou en collaborant les uns avec les autres, aux services de radiocommunication actifs et passifs de trouver des moyens propres à réduire au minimum les brouillages préjudiciables, en veillant à l'utilisation efficace du spectre radioélectrique,

recommande

1. que l'on ait recours, autant que possible, à tous les moyens techniques utilisables en pratique, tels que l'emploi de filtres dans les récepteurs de radioastronomie et dans les émetteurs fonctionnant dans les bandes adjacentes, afin de réduire le brouillage causé au service de radioastronomie;
2. que, quand des fréquences sont assignées à une station d'un service fonctionnant dans une bande adjacente à une bande attribuée à titre primaire au service de radioastronomie, tous les efforts soient faits pour limiter le bord de la bande nécessaire adjacente à la bande de la radioastronomie, pour que la puissance rayonnée à l'intérieur de cette bande ne cause pas de brouillage préjudiciable à une station de radioastronomie;
3. que lorsque les administrations effectueront à l'avenir des assignations de fréquence dans des bandes adjacentes à celles qui sont attribuées au service de radioastronomie, elles tiennent compte, dans la mesure du possible, des risques particuliers de brouillage causés aux observations de radioastronomie par les liaisons espace-Terre et les émetteurs d'aéronefs, dans les bandes adjacentes;
4. que, en tenant compte des § 1, 2 et 3 ci-dessus, les administrations recherchent, individuellement ou en coopérant les unes avec les autres, des solutions pratiques au problème du brouillage au bord des bandes de fréquences.

Brouillages causés au service de radioastronomie par des émetteurs fonctionnant dans d'autres bandes

1. Introduction

La limite de sensibilité de la plupart des observations de radioastronomie correspond à une densité spectrale de puissance surfacique très inférieure à celle qui est utilisée pour la réception des signaux de radiocommunication. L'Annexe 1 à la Recommandation 769 traite des critères de brouillage et de protection pour le partage des fréquences entre les services de radioastronomie et les autres services. Les Tableaux 1, 2 et 3 de cette Annexe donnent les valeurs de ces limites de sensibilité pour plusieurs fréquences. Toutefois, compte tenu de la sensibilité des observations de radioastronomie, des brouillages peuvent être causés à ce service par des émetteurs qui n'utilisent pas la même bande. Ces brouillages peuvent être classés en brouillage à la limite de la bande d'une part, harmoniques et signaux d'intermodulation d'autre part. (Les brouillages causés au service de radioastronomie par les rayonnements non essentiels sont traités dans la Recommandation 611.)

Le brouillage à la limite de la bande, causé par les signaux d'un émetteur fonctionnant dans une bande adjacente, peut provenir de trois mécanismes d'interaction. Premièrement, la réponse de fréquence du récepteur de radioastronomie à des signaux extérieurs à la bande de radioastronomie peut ne pas être assez faible. Cela peut résulter de restrictions pratiques de la diminution du gain du récepteur aux limites de la bande. Deuxièmement, le brouillage peut être dû à des effets de non-linéarité dans le récepteur. En présence de deux signaux ou plus au voisinage de la limite de la bande passante, ces effets donnent lieu à des produits d'intermodulation dans la bande passante du récepteur. Troisièmement, des signaux de faible niveau provenant d'émetteurs (bande latérale de modulation, etc.) peuvent apparaître dans la bande de radioastronomie. Lorsqu'on veut remédier au brouillage à la limite de la bande, le problème commun aux services d'émission et aux services de réception consiste à fabriquer des filtres capables d'éliminer l'énergie brouilleuse sans introduire de modifications inacceptables, telles qu'affaiblissement ou distorsion de phase, dans les signaux utiles. Les différents cas de brouillage éventuel à la limite de la bande sont énumérés dans le Tableau 1.

2. Rôle de l'émetteur dans la production de brouillage

Certains des mécanismes d'interaction dépendent dans une large mesure des caractéristiques de l'émetteur et doivent, en conséquence, être étudiés séparément pour chaque service. La télévision en ondes décimétriques et les services de communications par satellite sont des exemples de situations particulièrement gênantes pour la radioastronomie. En particulier, les émetteurs placés à bord de satellites ou d'avions causent un problème car on ne peut pas toujours éviter le brouillage quand les signaux suivent des trajets en visibilité directe des observatoires. De surcroît, étant donné les conditions requises des instruments de radioastronomie (grands réseaux d'antennes, télescopes à ondes millimétriques, etc.), il n'est pas toujours possible de choisir l'emplacement d'un observatoire en partant du critère essentiel d'absence de tout brouillage artificiel.

2.1 Brouillages causés par des émissions de satellites

La radioastronomie peut être fortement brouillée par les émissions de satellites, notamment les émissions de radiodiffusion sonore et de télévision. De par la nature d'un système de radiodiffusion par satellite, de vastes portions de la surface terrestre seront illuminées et la propagation se fera en visibilité directe. Le plus souvent, les sources de brouillage «de Terre» se trouvent dans les lobes latéraux extrêmes d'un radiotélescope, alors qu'une émission de satellite risque de se trouver également dans le lobe principal et dans les premiers lobes latéraux, ce qui donne un gain beaucoup plus grand. Par exemple, jusqu'à 5° par rapport à l'axe du lobe principal, le gain peut être supérieur de 25 dB au gain dans les lobes latéraux extrêmes (voir la Recommandation 509).

Les satellites géostationnaires se trouvant au-dessus de l'horizon d'un observatoire pourraient être particulièrement gênants. Le rayon de l'orbite de ces satellites est approximativement 6,6 fois le rayon de la Terre. La position de cette orbite en coordonnées célestes est présentée à la Fig. 1 telle qu'on la voit de la latitude de plusieurs grands observatoires de radioastronomie. Les plans de développement de certains services actifs prévoient l'utilisation d'un grand nombre de ces satellites, placés à proximité les uns des autres. Une telle série de sources potentielles de brouillage, qui peut se trouver dans les lobes latéraux proches d'un télescope, pose un problème de brouillage qui n'a pas encore été rencontré par les radioastronomes. Ce problème est traité géométriquement au § 2.2 pour deux niveaux de brouillage, mais sans tenir compte de la source ni de la nature du brouillage.

TABLEAU 1

**Services dans les bandes adjacentes qui pourraient causer un brouillage
préjudiciable au service de radioastronomie***

Bande attribuée à la radioastronomie à titre primaire dans le monde entier	Bande(s) adjacente(s)	Services dans les bandes adjacentes (1)
13,36-13,41 MHz	13,26-13,36 MHz	MOBILE AÉRONAUTIQUE (R)
25,55-25,67 MHz	25,67-26,10 MHz	RADIODIFFUSION
322-328,6 MHz	273-322 MHz	MOBILE, y compris par satellite
	315-335,4 MHz (2)	RADIONAVIGATION AÉRONAUTIQUE
1 400-1 427 MHz	1 350-1 400 MHz	RADIOLOCALISATION MOBILE (Région 1)
1 610,6-1 613,8 MHz(2)	1 610,0-1 610,6 MHz(2)	RADIONAVIGATION AÉRONAUTIQUE (2)
	1 613,8-1 626,5 MHz(2)	MOBILE PAR SATELLITE (Terre-espace) (2) RADIOREPÉRAGE PAR SATELLITE (Primaire, Région 2; Secondaire, Région 3) (2)
		Mobile par satellite (espace-Terre)(2)
1 660-1 670 MHz	1 656,5-1 660,5 MHz	MOBILE TERRESTRE PAR SATELLITE (Terre-espace) (3)
	1 670-1 675 MHz (2)	AUXILIAIRES DE LA MÉTÉOROLOGIE MÉTÉOROLOGIE PAR SATELLITE (espace-Terre)
2 690-2 700 MHz	2 670(2)-2 690 MHz	MOBILE PAR SATELLITE (2) FIXE PAR SATELLITE (Régions 2 et 3)
	2 700-2 900 MHz	RADIONAVIGATION AÉRONAUTIQUE Radiolocalisation
4 990-5 000 MHz	4 800-4 990 MHz	MOBILE
	5 000-5 250 MHz	RADIONAVIGATION AÉRONAUTIQUE
10,6-10,7 GHz	10,55-10,6 GHz	Radiolocalisation
	10,7-11,7 GHz	FIXE PAR SATELLITE (espace-Terre)
15,35-15,4 GHz	14,8-15,35 GHz	MOBILE Recherche spatiale
	15,4-15,7 GHz	RADIONAVIGATION AÉRONAUTIQUE
22,21-22,5 GHz	22,5-22,55 GHz	MOBILE
23,6-24 GHz	23,55-23,6 GHz	MOBILE
	24-24,05 GHz	AMATEUR AMATEUR PAR SATELLITE ISM

TABLEAU 1 (suite)

Bande attribuée à la radioastronomie à titre primaire dans le monde entier	Bande(s) adjacente(s)	Services dans les bandes adjacentes (1)
31,3-31,8 GHz	31-31,3 GHz	MOBILE Fréquences étalon et signaux horaires par satellite (espace-Terre) Recherche spatiale
	31,8-32 GHz	RADIONAVIGATION RECHERCHE SPATIALE (2)
42,5-43,5 GHz	40,5-42,5 GHz	RADIODIFFUSION PAR SATELLITE RADIODIFFUSION Mobile
	43,5-47 GHz	MOBILE MOBILE PAR SATELLITE RADIONAVIGATION RADIONAVIGATION PAR SATELLITE
86-92 GHz	84-86 GHz	MOBILE RADIODIFFUSION RADIODIFFUSION PAR SATELLITE
	92-95 GHz	MOBILE RADIOLOCALISATION
105-116 GHz	102-105 GHz	FIXE PAR SATELLITE (espace-Terre) MOBILE
	116-126 GHz	INTER-SATELLITES MOBILE
164-168 GHz	158-164 GHz (2)	FIXE PAR SATELLITE (espace-Terre) MOBILE
	168-170 GHz	MOBILE
182-185 GHz	176,5-182 GHz	INTER-SATELLITES MOBILE
	185-190 GHz	INTER-SATELLITES MOBILE
217-231 GHz	202-217 GHz	MOBILE
	231-235 GHz	FIXE PAR SATELLITE (espace-Terre) MOBILE Radiolocalisation
265-275 GHz	252-265 GHz	MOBILE MOBILE PAR SATELLITE RADIONAVIGATION RADIONAVIGATION PAR SATELLITE

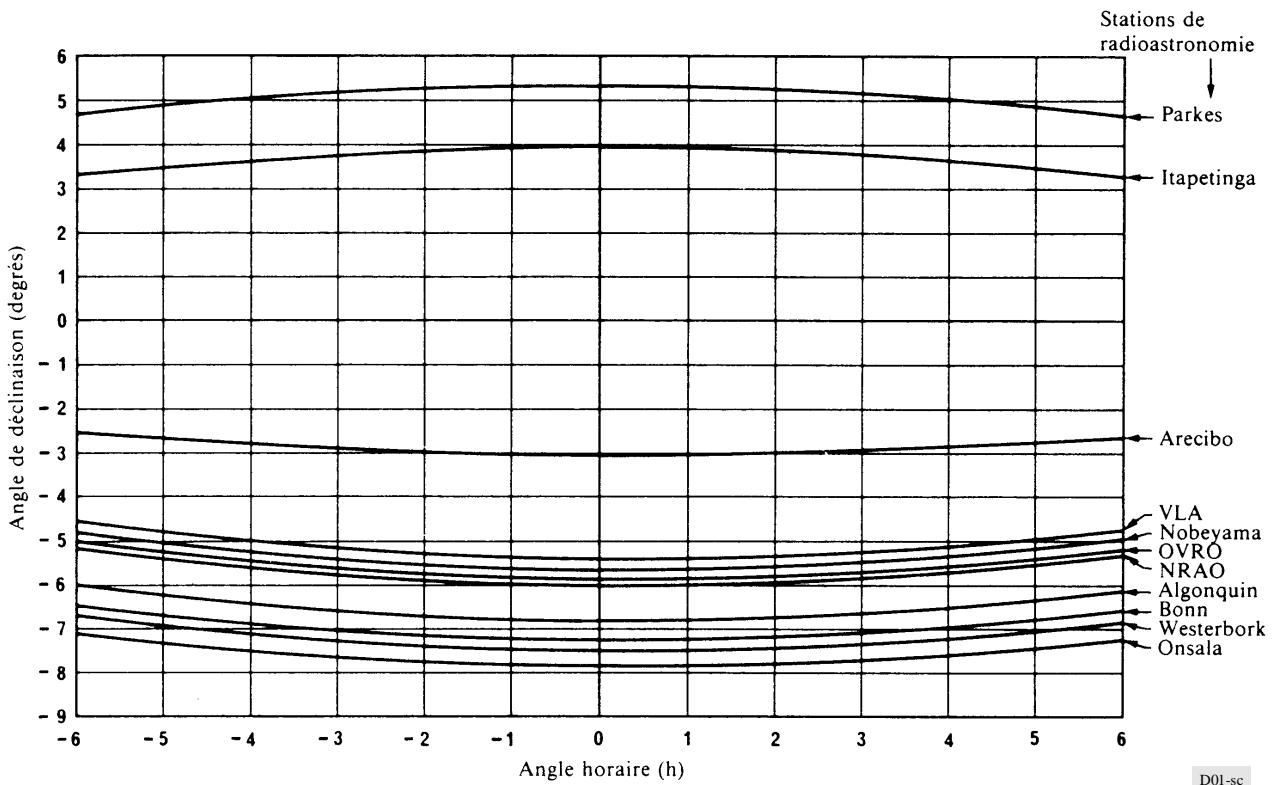
* Non compris les services fixe et mobile, à l'exception du service mobile aéronautique (voir le § 2.3).

- (1) Dans ces attributions, la catégorie des services est conforme aux dispositions des numéros 413 à 418 du Règlement des radiocommunications (RR).
- (2) Ces modifications sont le résultat de décisions prises à la CAMR-92.
- (3) Voir aussi le renvoi 730A (Mob-87) du RR.

2.2 Régions du ciel interdites à la radioastronomie par les émissions des satellites géostationnaires

L'Annexe 1 à la Recommandation 769 indique les seuils de brouillage préjudiciable causé à la radioastronomie. On trouve dans cette Annexe, pour chaque bande de radioastronomie, le niveau de puissance captée par le récepteur, juste suffisant pour causer un brouillage préjudiciable. Cette Annexe donne aussi les densités surfaciques de puissance (dB(W/m²)) qui causent un brouillage préjudiciable, calculées dans l'hypothèse où le gain du radiotélescope est de 0 dBi dans la direction de la source brouilleuse. Un tel gain est à prendre en considération pour les sources brouilleuses de Terre voisines de l'horizon. Avec les sources géostationnaires, on obtient un résultat très différent, comme le montre le § 2.3.

FIGURE 1
Projection de l'orbite des satellites géostationnaires sur la sphère céleste



D01-sc

2.3 Brouillage aux niveaux de seuil, indiqués dans l'Annexe 1 à la Recommandation 769

En supposant que l'antenne utilisée par le service de radioastronomie ait des lobes latéraux de caractéristiques identiques à celles admises dans la Recommandation 509, le gain des lobes latéraux tombera à 0 dBi à 19° à partir de l'axe du faisceau principal. Pour une telle antenne, le niveau de brouillage préjudiciable sera dépassé si le faisceau principal est orienté selon un angle de 19° par rapport au satellite qui, dans la bande réservée à l'astronomie, produit à l'observatoire de radioastronomie une puissance surfacique égale au seuil de brouillage préjudiciable mentionné dans l'Annexe 1 à la Recommandation 769. Avec une série de satellites espacés à intervalles de 30° sur l'orbite des satellites géostationnaires et produisant des brouillages de ce niveau, il serait impossible de procéder à des observations radioastronomiques exemptes de brouillages dans une zone de 38° centrée sur l'orbite des satellites géostationnaires. La largeur de cette zone augmentera avec le nombre de satellites brouilleurs sur l'orbite et pourrait en principe s'étendre à l'ensemble du ciel. Le nombre effectif de satellites brouilleurs dépendra de la question de savoir si les signaux brouilleurs sont émis par l'antenne d'émission des satellites ou rayonnés d'une manière plus diffuse. Les rayonnements hors bande qui ne sont pas nettement séparés de la fréquence d'émission du satellite seront sans doute émis par une antenne de satellite.