

RECOMMANDATION UIT-R RA.517-4*

Protection du service de radioastronomie contre les émetteurs fonctionnant dans les bandes adjacentes

(Question UIT-R 145/7)

(1978-1982-1992-2003-2006)

Domaine de compétence

La présente Recommandation donne des indications aux administrations et/ou aux opérateurs en vue de protéger le service de radioastronomie (SRA) contre les brouillages provenant d'émissions hors bande susceptibles d'être causés par des services actifs ayant des attributions dans les bandes adjacentes aux bandes attribuées au SRA.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) la valeur des résultats scientifiques obtenus par l'exploration de l'univers grâce au service de radioastronomie (SRA);
- 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) que les seuils de brouillages préjudiciables causés au SRA sont donnés dans l'Annexe 1 de la Recommandation UIT-R RA.769;
- d) que la Recommandation UIT-R RA.1513 indique les niveaux acceptables de perte de données pour les observations de radioastronomie et les critères de pourcentage de temps découlant des dégradations produites par les brouillages, dans le cas des bandes de fréquences attribuées à titre primaire au SRA;
- e) que les émissions dans le domaine des émissions hors bande résultent en général du processus de modulation;
- f) que, dans certains cas, aucune limite concernant les émissions hors bande n'est spécifiée dans le Règlement des radiocommunications, ou que les limites indiquées ne permettent pas d'assurer à la radioastronomie la protection qui lui est nécessaire vis-à-vis des émetteurs fonctionnant dans les bandes de fréquences adjacentes à une bande attribuée audit SRA, ce qui est susceptible de causer des brouillages préjudiciables au SRA en raison des rayonnements non désirés provenant de ces émetteurs;
- g) les difficultés 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 SRA, en assurant à celui-ci une protection suffisante contre les brouillages préjudiciables (voir l'Annexe 1);

* NOTE – Les niveaux de brouillages préjudiciables causés au SRA, dont il est question dans l'Annexe 1 de la Recommandation UIT-R RA.769, ne sont pas acceptés par les Administrations des Etats arabes car ils sont irréalistes, comme l'ont confirmé les Conférences mondiales des radiocommunications de 1995, 1997 et 2000 traitant de la Recommandation 66.

h) l'augmentation du degré d'utilisation des bandes de fréquences adjacentes aux bandes attribuées au SRA, notamment par des émetteurs aéroportés et des émetteurs de satellite;

j) que les services de radiocommunication actifs et passifs, individuellement ou en collaboration, sont tenus de trouver des moyens propres à réduire au minimum les brouillages susceptibles d'être préjudiciables aux services, 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 émetteurs pour limiter les émissions à la bande attribuée, et dans les récepteurs de radioastronomie pour éviter toute sensibilité aux signaux en dehors de la bande attribuée, afin de réduire les brouillages préjudiciables causés au SRA;

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 SRA, tous les efforts soient faits pour limiter la densité spectrale de puissance émise près du bord de la bande 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 SRA, elles tiennent compte, dans la mesure du possible, des risques particuliers de brouillage causés aux observations de radioastronomie par les liaisons espace vers 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 si nécessaire en collaboration, des solutions pratiques pour limiter le brouillage causé par les rayonnements non désirés à des niveaux inférieurs aux brouillages préjudiciables causés au SRA.

Annexe 1

Brouillages causés au SRA par des émetteurs fonctionnant dans les bandes adjacentes

1 Introduction

La limite de sensibilité de la plupart des observations de radioastronomie correspond à un niveau de puissance surfacique très inférieur à celui utilisé pour la réception des signaux de radiocommunication. L'Annexe 1 de la Recommandation UIT-R RA.769 traite des seuils de brouillage préjudiciable causé au SRA et des critères de partage des fréquences entre le SRA 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, des brouillages peuvent aussi être causés à ce service par des émetteurs qui n'utilisent pas la même bande. Ces brouillages peuvent être classés en brouillages en bordure de bande, d'une part, et en brouillages par harmoniques et signaux d'intermodulation d'autre part. Les brouillages causés au SRA par des rayonnements dans le domaine des rayonnements non essentiels sont traités dans la Recommandation UIT-R RA.611. On trouvera d'autres considérations relatives à la protection du SRA contre les rayonnements non désirés produits par des systèmes à modulation numérique à large bande dans la Recommandation UIT-R RA.1237.

Le brouillage causé à un récepteur de radioastronomie par un émetteur fonctionnant dans une bande adjacente peut être dû à trois facteurs. Premièrement, il se peut que la sensibilité du récepteur de radioastronomie à des signaux extérieurs à la bande de radioastronomie ne soit pas assez basse. 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 intenses ou plus à des fréquences au voisinage de la limite de la bande passante du récepteur, ces effets donnent lieu à des produits d'intermodulation dans la bande de radioastronomie. Troisièmement, des rayonnements non désirés provenant de l'émetteur (bande latérale de modulation, bruit de phase dans les oscillateurs, 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.

2 Brouillages causés par des émissions de satellites

Le SRA peut être fortement brouillé par les émissions de satellites. Les sources de brouillage de Terre se trouvent généralement dans la région des lobes latéraux lointains de l'antenne d'un radiotélescope, et elles peuvent être encore affaiblies par la topographie du site de l'observatoire de radioastronomie, alors que les signaux brouilleurs des émetteurs de satellite seront vraisemblablement captés par le faisceau principal et les lobes latéraux proches qui présentent un gain beaucoup plus élevé. La nature du brouillage dépend du type d'émetteur et du service fourni par le système, que le satellite soit sur une orbite géostationnaire ou non géostationnaire ainsi que du nombre de satellites, dans le système considéré, qui se trouvent au-dessus de l'horizon vu depuis l'observatoire de radioastronomie. Certaines situations dans lesquelles un service à satellite fonctionne dans une bande adjacente à une bande attribuée à titre primaire à la radioastronomie, et qui présentent les plus grandes difficultés potentielles pour le SRA sont décrites dans la Recommandation UIT-R SM.1633¹.

2.1 Satellites géostationnaires

De nombreux satellites géostationnaires sont visibles depuis presque tous les radiotélescopes actuellement en service et occupent une plage plus ou moins constante d'azimuts et d'élévations. Ils peuvent donc causer des brouillages gênants aux observations de radioastronomie. Le rayon de l'orbite OSG est environ 6,6 fois le rayon de la Terre. A cette distance radiale, un seul satellite peut illuminer en visibilité directe un tiers de la surface de la Terre, et donc de nombreux radiotélescopes.

La Fig. 1 montre la position de la ceinture des satellites géostationnaires en coordonnées célestes, telle qu'on la voit depuis les latitudes de certains des grands observatoires de radioastronomie. Les plans de développement de certains services actifs prévoient l'utilisation d'un grand nombre de satellites géostationnaires. Les sources potentielles de brouillage, que pourraient capter les lobes latéraux proches de l'antenne du radiotélescope, pourraient poser un problème spécifique aux radioastronomes.

L'Annexe 1 de la Recommandation UIT-R RA.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 à l'exploitation du SRA. Cette Annexe donne aussi les niveaux de pfd équivalent ($\text{dB(W/m}^2\text{)}$)

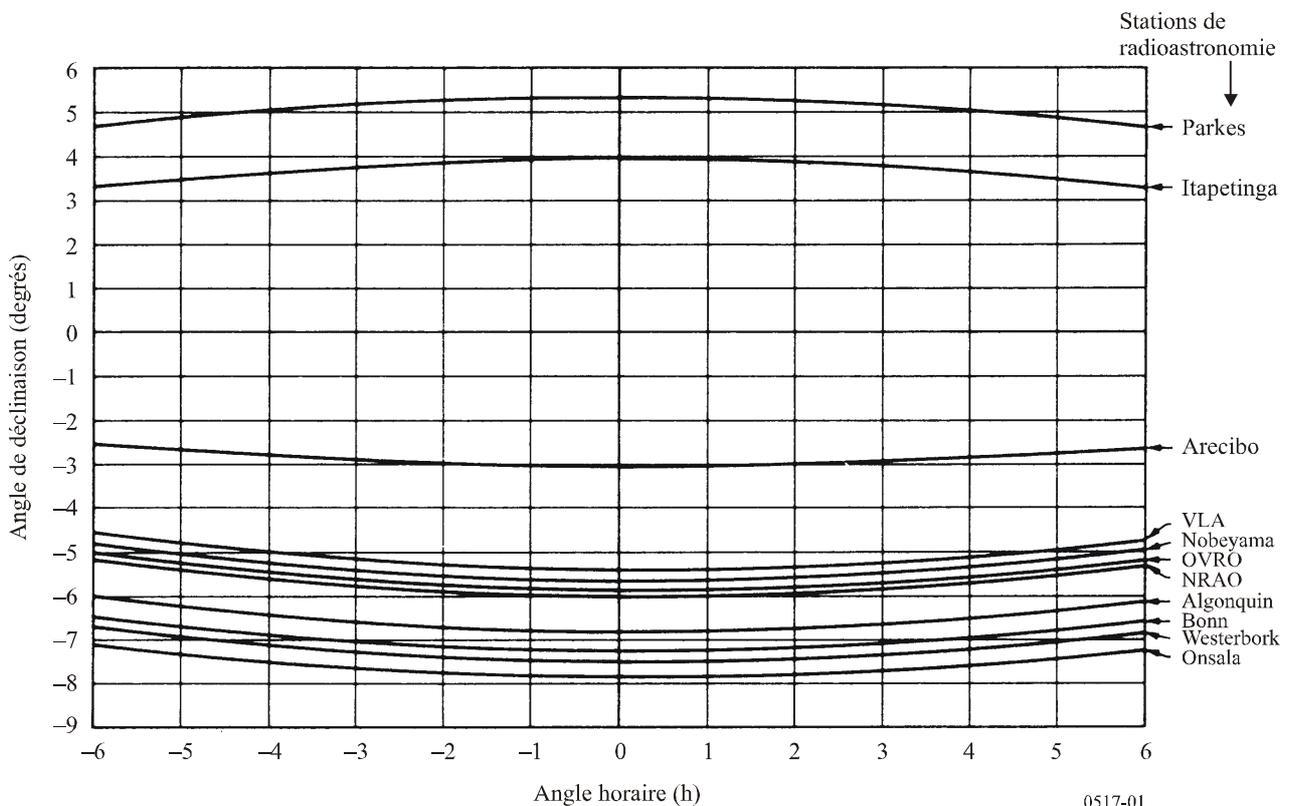
¹ Pour obtenir d'autres données techniques pertinentes, consulter le site web du Groupe de travail 7D des radiocommunications.

associés à ce brouillage, calculés 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 limitées au voisinage de l'horizon. Avec les sources géostationnaires, la situation est différente.

En supposant que l'antenne utilisée par le SRA ait des lobes latéraux de caractéristiques identiques à celles admises dans la Recommandation UIT-R SA.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 au service de radioastronomie 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 mentionné dans l'Annexe 1 de la Recommandation UIT-R RA.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 gênants dans une zone de 38° centrée sur l'OSG. 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 les antennes d'émission à faisceaux ponctuels des satellites ou s'ils sont rayonnés d'une manière plus diffuse. Les émissions hors bande qui ne sont pas nettement distinctes de la fréquence d'émission du satellite seront sans doute émises par les antennes de la même façon que les signaux désirés.

FIGURE 1

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



2.2 Satellites non géostationnaires

Etant donné qu'ils sont exploités en grand nombre et que plusieurs d'entre eux peuvent donc se trouver simultanément au-dessus de l'horizon vu depuis un observatoire de radioastronomie, et en

visibilité directe avec l'antenne d'un radiotélescope, les satellites non géostationnaires sur orbite terrestre basse peuvent causer des brouillages préjudiciables au SRA. Ainsi, les nombreux lobes latéraux proches ou lointains et le lobe principal de l'antenne du radiotélescope peuvent capter les rayonnements non désirés provenant de ces satellites non géostationnaires sur orbite terrestre basse visibles. Le problème de brouillage est aggravé par le changement continu de direction des signaux brouilleurs incidents et par la nécessité, pour l'antenne du radiotélescope, de suivre la source céleste en cours d'observation. La réception de signaux intenses peut déplacer le point de fonctionnement du récepteur dans une région non linéaire et générer ainsi des produits d'intermodulation.

L'incidence des rayonnements non désirés produits au niveau des sites de radioastronomie par une constellation de satellites non géostationnaires (sur orbite basse) peut être déterminée à l'aide de la méthode fondée sur le concept de l'epfd, décrite dans la Recommandation UIT-R S.1586 – Calcul des niveaux de rayonnements non désirés produits par un système à satellites non géostationnaires du service fixe par satellite au niveau des sites de radioastronomie, ou de la Recommandation UIT-R M.1583 – Calcul des brouillages produits par un système à satellites non géostationnaire du service mobile par satellite ou du service de radionavigation par satellite au niveau des sites de radioastronomie, ainsi que des gains d'antenne indiqués dans la Recommandation UIT-R RA.1631.

Ces Recommandations peuvent être utilisées pour déterminer le pourcentage de perte de données pendant les observations faites sur un site particulier de radioastronomie, perte due aux brouillages provenant d'un système à satellites donné. Le pourcentage acceptable de perte de données est défini dans la Recommandation UIT-R RA.1513.
