

RECOMMANDATION UIT-R RA.1031-1*

PROTECTION DU SERVICE DE RADIOASTRONOMIE DANS LES BANDES DE FRÉQUENCES UTILISÉES EN PARTAGE AVEC D'AUTRES SERVICES

(Question UIT-R 145/7)

(1994-1995)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que le service de radioastronomie repose sur la réception d'émissions naturelles avec des niveaux de puissance bien inférieurs à ceux que l'on utilise d'ordinaire dans les autres services radioélectriques et qu'il est donc particulièrement vulnérable aux brouillages préjudiciables émanant d'émetteurs fonctionnant dans des bandes de fréquences utilisées en partage;
- b) que les nombreuses bandes de fréquences attribuées au service de radioastronomie sont aussi attribuées à d'autres services émettant dans ces bandes;
- c) que la protection contre les brouillages préjudiciables est essentielle pour le développement du service de radioastronomie et que les bandes de fréquences préférées pour la radioastronomie sont indiquées dans la Recommandation UIT-R RA.314;
- d) que les critères de protection pour les mesures de radioastronomie sont spécifiés dans la Recommandation UIT-R RA.769;
- e) qu'il peut être nécessaire de tenir compte des caractéristiques détaillées du brouillage et du type particulier de mesure radioastronomique lors de l'établissement des critères de partage;
- f) que les emplacements servant à la radioastronomie sont soigneusement choisis et que leurs caractéristiques peuvent fortement influencer les calculs en matière de partage;
- g) que le partage des fréquences n'est généralement pas possible pour les émetteurs se trouvant en visibilité directe d'un observatoire de radioastronomie,

recommande

- 1** aux administrations, qui procèdent à des assignations aux services partageant des bandes de fréquences avec le service de radioastronomie, de prendre toutes les mesures possibles pour éviter de causer des brouillages préjudiciables au service de radioastronomie;
- 2** de veiller à protéger les emplacements servant à la radioastronomie contre les brouillages préjudiciables dans les bandes utilisées en partage, par l'établissement de zones de coordination pour les émetteurs des stations de Terre et des stations terriennes, telles qu'elles sont définies dans l'Annexe 1;
- 3** de calculer la taille d'une zone de coordination en tenant compte des paramètres suivants:
 - les critères de protection indiqués dans la Recommandation UIT-R RA.769;
 - les caractéristiques spécifiques du service partageant la bande;
 - les modèles de propagation disponibles les plus récents comme ceux qui sont spécifiés dans les Recommandations UIT-R P.452, UIT-R P.526 et UIT-R P.617; et
 - les brouillages susceptibles de résulter d'une propagation variable doivent être tels que leur probabilité de dépasser les seuils de brouillage préjudiciables au service de radioastronomie doit être inférieure à 10% du temps.

* Cette Recommandation doit être portée à l'attention des Commissions d'études 2, 3, 4, 8, 9, 10 et 11 des radiocommunications.

Considérations relatives à la coordination

1 Généralités

Les emplacements servant à la radioastronomie sont spécialement choisis de telle manière que les brouillages causés par les émetteurs à la surface de la Terre soient réduits au minimum. Ces emplacements sont en général situés à une très grande distance des principales sources fixes de brouillage de Terre et peuvent être protégés par des hauteurs de terrain avoisinantes.

Afin d'évaluer les brouillages causés à la radioastronomie par des émetteurs des stations de Terre et des stations terriennes, on adopte la valeur de 0 dBi pour le gain de l'antenne de radioastronomie dans la direction de l'horizon. Dans ces conditions, les signaux susceptibles de causer des brouillages aux seuils définis dans la Recommandation UIT-R RA.769 ne causeront pas de brouillages préjudiciables aux observations effectuées sous des angles d'élévation supérieurs à 19°.

De nombreuses mesures de radioastronomie peuvent tolérer, de la part d'un service utilisé en partage, des niveaux de brouillage qui dépassent les seuils de brouillage préjudiciable pendant 10% du temps. Toutefois, certaines mesures comme celles qui font intervenir des phénomènes transitoires et celles qui sont liées à des observations simultanées effectuées dans de nombreux emplacements sur la Terre peuvent être fortement perturbées par des brouillages intervenant à des moments inopportuns.

2 Distances de séparation nécessaires pour le partage

Pour que le partage géographique soit efficace, il faut que l'émetteur brouilleur et le récepteur brouillé soient séparés par une distance suffisante pour que le brouillage tombe à un niveau qui n'est pas considéré comme étant préjudiciable. Il faut que l'affaiblissement sur cette distance suffise à réduire le niveau du signal reçu au-dessous du niveau approprié indiqué dans les Tableaux 1, 2 ou 3 de la Recommandation UIT-R RA.769 pendant la totalité moins 10% du temps. L'Appendice 28 du Règlement des radiocommunications définit un affaiblissement de transmission de référence $L_b(p)$ par la relation:

$$L_b(p) = P_t + G_t + G_r - P_r(p) \quad (1)$$

où:

- $L_b(p)$: affaiblissement de transmission de référence minimal admissible (dB) pendant $p\%$ du temps; l'affaiblissement de transmission effectif doit dépasser cette valeur pendant $(100 - p)\%$ du temps
- P_t : puissance transmise (dBW) dans la largeur de bande de référence, la mesure se faisant à l'entrée de l'antenne
- G_t : gain (dBi) de l'antenne d'émission dans la direction de l'antenne de radioastronomie
- G_r : gain (dBi) de l'antenne de radioastronomie dans la direction de l'émetteur
- $P_r(p)$: puissance de brouillage maximale (dBW) admissible dans la largeur de bande de référence, qui ne doit pas être dépassée pendant plus de $p\%$ du temps au maximum à l'entrée du récepteur.

Pour $G_r = 0$ dBi, l'équation (1) se simplifie de la façon suivante:

$$L_b(p) = P_t + G_t - P_r(p) \quad (2)$$

où P_r a la valeur indiquée dans la colonne 7 du Tableau 1 ou du Tableau 2 de la Recommandation UIT-R RA.769.

Pour calculer $L_b(p)$, il faut s'appuyer sur un modèle approprié, comme ceux contenus dans les Recommandations UIT-R P.452, UIT-R P.526 et UIT-R P.617, avec $p = 10\%$ pour un affaiblissement de propagation variant en fonction du temps.

Il convient de noter que l'affaiblissement de propagation en espace libre ne varie pas et que le critère de pourcentage de temps n'est pas approprié dans ce cas. S'agissant de la transmission en visibilité directe, L_b a une forme analytique simple et l'équation (2) peut s'écrire comme suit:

$$20 \log(4\pi d) - 20 \log \lambda = P_t + G_t - P_r \quad (3)$$

où:

d : distance entre l'émetteur et le récepteur (m)

λ : longueur d'onde(m).

Dans l'analyse précitée, P_t est la puissance émise dans la largeur de bande B_r du récepteur de radioastronomie. Si la puissance de l'émetteur P_T est répartie sur une largeur de bande $B_t > B_r$, on obtient alors la formule suivante:

$$P_t \text{ (dBW)} = P_T \text{ (dBW)} - 10 \log(B_t/B_r) \quad \text{pour } B_t > B_r \quad (4)$$

en supposant que la puissance de l'émetteur a une densité spectrale uniforme.

3 Partage dans le cas de la visibilité directe

Il est rarement possible en radioastronomie de parvenir à un partage satisfaisant avec un autre service dont les émetteurs sont en visibilité directe de l'observatoire. La Fig. 1 illustre cet aspect. A partir des équations (3) et (4), on a calculé, pour deux distances de séparation, la valeur maximale possible pour la p.i.r.e. sans que le service de radioastronomie subisse de brouillage préjudiciable. La première distance correspond à peu près à celle d'un émetteur de Terre éloigné en visibilité directe, à savoir un émetteur aéroporté situé à l'horizon à une hauteur de 20 km. La seconde distance est celle de l'orbite géostationnaire et représente donc la distance maximale de la plupart des émetteurs installés à bord d'un engin spatial qui n'effectue pas de missions dans l'espace lointain. Les niveaux de brouillage préjudiciable indiqués dans le Tableau 1 de la Recommandation UIT-R RA.769 ont été utilisés dans le cas de l'émetteur de Terre. Une protection supplémentaire de 15 dB est nécessaire dans le cas de l'émetteur situé sur l'orbite géostationnaire, afin de permettre des observations à 5° des satellites géostationnaires. Les courbes sont valables dans le cas d'une atmosphère sèche, par temps clair.

Il ressort clairement de la Fig. 1 que le partage avec un émetteur de Terre en visibilité directe n'est probablement pas possible aux fréquences inférieures à 10 GHz par suite des fortes limitations que le partage imposerait à la p.i.r.e. de l'émetteur. Même pour les fréquences allant jusqu'à 40 GHz, il faut que la puissance de l'émetteur soit de l'ordre de quelques milliwatts, ou faire en sorte que l'antenne de l'émetteur assure une discrimination élevée dans le sens de l'observatoire, afin que le partage soit possible.

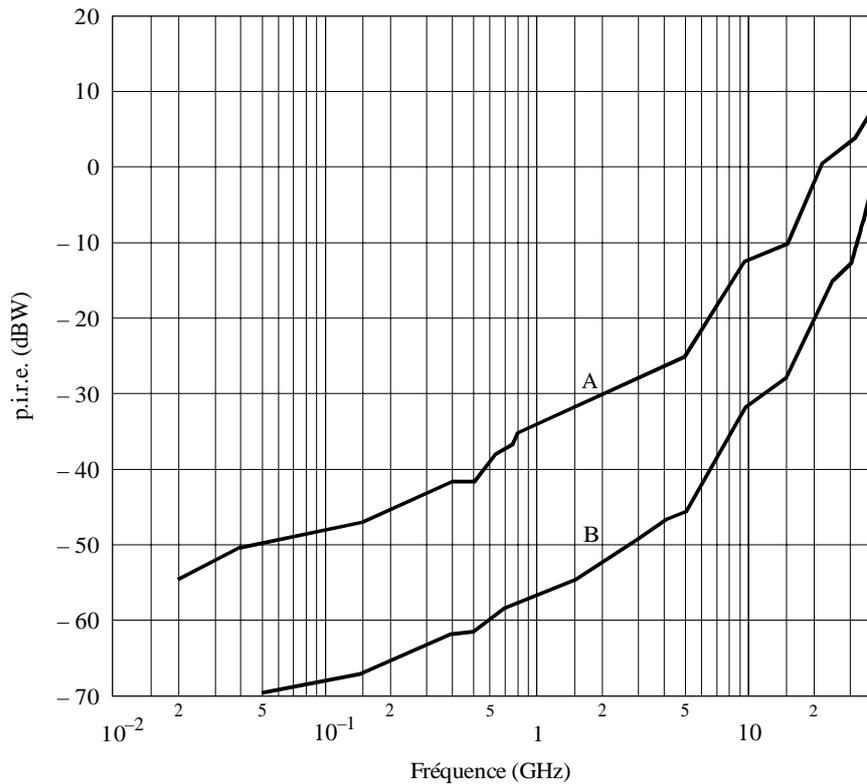
4 Partage au-delà de la visibilité directe moyennant l'utilisation des zones de coordination

La création de zones de coordination autour des emplacements servant à la radioastronomie est une méthode qui permet d'éviter les brouillages causés par les émetteurs des stations de Terre et des stations terriennes partageant la même bande au-delà de la visibilité directe.

La zone de coordination associée à une station de radioastronomie est, par définition, l'aire dans laquelle la totalité des émissions des émetteurs situés en dehors du périmètre de ladite zone ne dépasse pas les seuils de brouillage préjudiciable mesurés à l'antenne de radioastronomie.

La taille de la zone de coordination est fonction d'un certain nombre de facteurs. Les types de mesures effectuées à l'emplacement servant à la radioastronomie déterminent les seuils de brouillage correspondants qu'indique la Recommandation UIT-R RA.769. Le nombre et la répartition des émetteurs à l'extérieur de la zone, la p.i.r.e. des émissions dans la direction de l'emplacement de radioastronomie, la portion de temps pendant laquelle ces émissions sont actives et enfin, les caractéristiques de propagation sont autant d'éléments qui influent sur la densité de puissance brouilleuse dans l'emplacement de radioastronomie. Les caractéristiques de propagation sont liées à des facteurs tels que le profil du terrain, la présence d'arbres et les conditions atmosphériques. Des modèles de propagation appropriés ont été indiqués au § 2.

FIGURE 1
p.i.r.e. fonction de la fréquence



NOTE 1 – La p.i.r.e. au-dessus de laquelle le partage entre le service de radioastronomie et les services actifs dont les émetteurs sont situés dans un observatoire de radioastronomie en visibilité directe est impossible. Les largeurs de bandes pour la p.i.r.e. de l'émetteur et pour le récepteur de radioastronomie sont celles qui sont attribuées au service de radioastronomie. La courbe A donne les résultats obtenus pour un émetteur sur l'orbite géostationnaire et la courbe B les résultats obtenus pour un émetteur de Terre en visibilité directe situé à 600 km.

D01

Compte tenu des divers facteurs en cause, les limites des zones de coordination devraient être fixées pour chaque emplacement de radioastronomie qui nécessite une telle zone. Il faut savoir que la distance de coordination peut atteindre 100 km, voire plus. Pour bon nombre de petits pays, la zone de coordination nécessaire peut s'étendre au-delà des frontières nationales dans des pays où les attributions de bandes de fréquences peuvent être différentes. Par conséquent, il faudra peut-être prévoir d'appliquer des conditions particulières lorsqu'on déterminera les zones de coordination visant à protéger la radioastronomie dans ces pays.

La zone de coordination décrit, autour d'un observatoire, un périmètre en dehors duquel les utilisateurs du service actif peuvent émettre librement sans causer de brouillages préjudiciables aux observations de radioastronomie. Pour les utilisateurs situés à l'intérieur de la zone de coordination, il faut trouver les moyens techniques pour éviter de causer des brouillages de ce type.

En principe, on peut aussi créer des zones de coordination pour protéger les emplacements servant à la radioastronomie des émetteurs mobiles. Dans ce cas, l'utilisateur mobile doit pouvoir, d'une façon ou d'une autre, déterminer à quel moment il pénètre dans la zone de coordination et aussi, d'une façon ou d'une autre ramener la puissance reçue à l'emplacement de radioastronomie à un niveau inférieur au seuil de brouillage préjudiciable.

Pour les émetteurs mobiles aéroportés, la taille des zones doit être sensiblement plus importante que pour les émetteurs basés au sol puisque les conditions de propagation en visibilité directe couvrent des distances encore plus grandes et augmentent avec l'altitude de l'aéronef.