

RECOMMANDATION UIT-R SA.1811

**Diagrammes d'antenne de référence des stations terriennes à grande ouverture
du service de recherche spatiale à utiliser pour les analyses de compatibilité
en présence d'un grand nombre de sources de brouillage réparties
dans les bandes 31,8-32,3 GHz et 37,0-38,0 GHz**

(2007)

Domaine de compétence

La présente Recommandation définit deux diagrammes d'antenne de référence, Ja et Jp, pour les stations terriennes à grande ouverture du service de recherche spatiale dans les bandes 31,8-32,3 GHz et 37,0-38,0 GHz. Ja est destiné à être utilisé pour les analyses de compatibilité en présence d'un grand nombre de sources de brouillage réparties et Jp pour les analyses de compatibilité en présence d'un petit nombre de sources de brouillage isolées.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que pour l'analyse de la compatibilité ou du partage entre le service fixe à haute densité (HDFS, *high density fixed service*) et le service de recherche spatiale, espace lointain, il faut déterminer les niveaux de brouillage que risquent de subir les stations terriennes du service de recherche spatiale du fait de la présence d'un grand nombre de sources de brouillage réparties suivant diverses directions azimutales;
- b) que, pour déterminer ces niveaux de brouillage, un diagramme d'antenne de référence doit être défini;
- c) que, bien que l'on pense que leurs formes générales sont similaires, les diagrammes de rayonnement des lobes latéraux d'antenne de station terrienne à grande ouverture du service de recherche spatiale diffèrent d'une antenne à l'autre du point de vue de valeurs de gain spécifiques, de leur distribution angulaire et de l'emplacement des valeurs crêtes et des valeurs minimales;
- d) que, si l'on souhaite représenter les diagrammes de rayonnement d'une classe d'antennes par un seul modèle, il faut disposer pour chaque angle de la valeur moyenne et de la valeur tolérance pour décrire le fonctionnement des antennes avec précision et confiance;
- e) qu'un modèle d'enveloppe, tel que celui donné dans la Recommandation UIT-R SA.509, fournit une limite supérieure des niveaux de gain des lobes latéraux, associés à la plupart des angles hors axe pour la majorité des antennes à grande ouverture ($D > 100 \lambda$) utilisées dans le service considéré;
- f) qu'un tel modèle d'enveloppe est tout particulièrement requis lorsque plusieurs antennes de station terrienne du service de recherche spatiale sont situées en un même lieu et que chaque antenne doit être protégée contre les brouillages préjudiciables;

- g) que, par ailleurs, si le diagramme de gain crête est utilisé pour évaluer le brouillage cumulatif causé par un grand nombre de sources de brouillage, les valeurs prévues seront supérieures à celles qui seraient observées en pratique;
- h) que la simulation statistique (également appelée simulation de Monte-Carlo) est souvent utilisée dans les études de compatibilité ou de partage faisant intervenir de nombreuses sources de brouillage réparties;
- j) que, compte tenu du degré d'incertitude des diagrammes de rayonnement et de leurs variations, il est souhaitable d'avoir une estimation des valeurs moyennes et de tolérance pour obtenir des résultats précis et non biaisés dans une analyse statistique;
- k) que les modèles mathématiques des diagrammes de gain d'antenne de station terrienne à grande ouverture du service de recherche spatiale devraient refléter fidèlement le comportement physique de cette classe d'antennes et respecter autant que possible les principes physiques;
- l) que, en intégrant des facteurs physiques affectant le diagramme d'antenne, le Rapport UIT-R SA.2098 présente un modèle d'enveloppe proche de l'enveloppe minimale pour les antennes à large ouverture du service de recherche spatiale, J_p , à utiliser pour une analyse de compatibilité déterministe, et un modèle de gain moyen, J_a , avec tolérance à utiliser pour une analyse statistique;
- m) que, parmi les modèles comparés dans le Rapport UIT-R SA.2098, seuls les modèles J_p et J_a tiennent explicitement compte de la tolérance aux erreurs de surface (tolérance de surface) et tiennent compte du rendement d'ouverture pour le gain crête et pour le gain des lobes latéraux;
- n) que, comme le montre ce Rapport, les modèles J_p et J_a donnent une meilleure approximation du comportement physique des antennes à grande ouverture du service de recherche spatiale et un meilleur rapport de gain moyen que les autres modèles comparés,

recommande

1 d'utiliser, en l'absence de données spécifiques sur le diagramme de rayonnement de la station terrienne du service de recherche spatiale affectée, les modèles mathématiques de gain donnés ci-après pour l'analyse de compatibilité ou de partage avec les systèmes HDFS dans les bandes 31,8-32,3 GHz et 37-38 GHz:

1.1 d'utiliser, pour l'analyse de compatibilité lorsqu'un seul diagramme d'antenne déterministe doit être appliqué, le modèle d'enveloppe J_p (*peak*, crête) donné ci-dessous (dBi):

$$G(\theta) = G_0 - 3 \left(\frac{\theta}{\theta_{hp}} \right)^2 \quad \text{pour } \theta \leq \theta \leq \theta_1$$

$$G(\theta) = G_0 - G_1 \quad \text{pour } \theta_1 < \theta \leq \theta_2$$

$$G(\theta) = G_0 - G_1 - G_2 \log_{10} \left(\frac{\theta}{\theta_2} \right) \quad \text{pour } \theta_2 < \theta \leq \theta_3$$

$$G(\theta) = G_3 \quad \text{pour } \theta_3 < \theta \leq 80^\circ$$

$$G(\theta) = G_3 + 5 \quad \text{pour } 80^\circ < \theta \leq 120^\circ$$

$$G(\theta) = G_3 \quad \text{pour } 120^\circ < \theta \leq 180^\circ$$

où θ est l'angle polaire par rapport à l'axe de visée de l'antenne; et

$$G_0 = 10 \times \log_{10} \left[\eta_a \left(\frac{\pi D}{\lambda} \right)^2 \right] - 4,343 \left(\frac{4\pi h_{rms}}{\lambda} \right)^2$$

$$G_1 = 17$$

$$G_2 = 27 + 10 \left[\log_{10}(\eta_a) - \log_{10} \left(60 \frac{h_{rms}}{\lambda} \right) \right]$$

$$G_3 = -10$$

$$\theta_{hp} = \frac{34,5}{(D/\lambda)}$$

$$\theta_1 = \theta_{hp} \sqrt{\frac{G_1}{3}}$$

$$\theta_2 = \theta_{hp} 10^{\frac{G_1}{G_2}} \sqrt{\frac{G_2}{36}}$$

$$\theta_3 = \theta_2 10^{\frac{G_0 - G_1 - G_3}{G_2}}$$

La valeur η_a désigne le rendement d'antenne (éclairage de l'ouverture, diffraction, masquage, etc.) pour le diagramme à l'exclusion de celui associé à la tolérance de surface. L'affaiblissement de gain dû à la tolérance de surface est pris en compte séparément par une fonction de h_{rms} , valeur efficace de la tolérance de surface. L'intervalle valide de tolérance de surface à utiliser dans les formules ci-dessus est le suivant:

$$\frac{1}{60} \leq \frac{h_{rms}}{\lambda} \leq \frac{1}{15}$$

Toute valeur de h_{rms}/λ supérieure à 1/15 doit être remplacée par 1/15; toute valeur inférieure à 1/60 doit être remplacée par 1/60.

Dans de rares cas, pour de grandes erreurs de surface, θ_3 peut être supérieur à 80° et il y a chevauchement de la région de lobe latéral inclinée avec la région plate irrégulière dans l'intervalle 80-120°. Dans de tels cas, il faut sélectionner la valeur la plus grande des deux pour chaque angle.

La valeur réelle de tolérance de surface devrait être fournie par l'organisme exploitant l'antenne. En l'absence de données réelles, la valeur $h_{rms} = 0,35$ mm devrait être choisie pour les antennes de 34 m utilisées pour la recherche spatiale dans l'espace lointain.

1.2 d'utiliser, pour une analyse de compatibilité statistique faisant intervenir un grand nombre de sources de brouillage réparties, le modèle de gain moyen Ja (*average*, moyenne) pour les valeurs moyennes et la tolérance statistique indiquées ci-dessous:

1.2.1 Valeurs moyennes de distribution de gain pour chaque angle (dBi):

$$\begin{aligned}
 G(\theta) &= G_0 - 3 \left(\frac{\theta}{\theta_{hp}} \right)^2 && \text{pour } \theta \leq \theta \leq \theta_1 \\
 G(\theta) &= G_0 - G_1 && \text{pour } \theta_1 < \theta \leq \theta_2 \\
 G(\theta) &= G_0 - G_1 - G_2 \log_{10} \left(\frac{\theta}{\theta_2} \right) && \text{pour } \theta_2 < \theta \leq \theta_3 \\
 G(\theta) &= G_3 && \text{pour } \theta_3 < \theta \leq 80^\circ \\
 G(\theta) &= G_3 + 5 && \text{pour } 80^\circ < \theta \leq 120^\circ \\
 G(\theta) &= G_3 && \text{pour } 120^\circ < \theta \leq 180^\circ
 \end{aligned}$$

où:

$$G_0 = 10 \times \log_{10} \left[\eta_a \left(\frac{\pi D}{\lambda} \right)^2 \right] - 4,343 \left(\frac{4\pi h_{rms}}{\lambda} \right)^2$$

$$G_1 = 20$$

$$G_2 = 27 + 10 \left[\log_{10}(\eta_a) - \log_{10} \left(60 \frac{h_{rms}}{\lambda} \right) \right]$$

$$G_3 = -13$$

$$\theta_{hp} = \frac{34,5}{(D/\lambda)}$$

$$\theta_1 = \theta_{hp} \sqrt{\frac{G_1}{3}}$$

$$\theta_2 = \theta_{hp} 10^{\frac{G_1 - 3}{G_2}} \sqrt{\frac{G_2}{36}}$$

$$\theta_3 = \theta_2 10^{\frac{G_0 - G_1 - G_3}{G_2}}$$

Les précisions qui suivent les formules du modèle Jp et qui décrivent l'intervalle valide de tolérance de surface et la marche à suivre en cas de chevauchement occasionnel dans l'intervalle 80-120° s'appliquent également au modèle Ja.

1.2.2 Tolérance de distribution de gain pour chaque angle

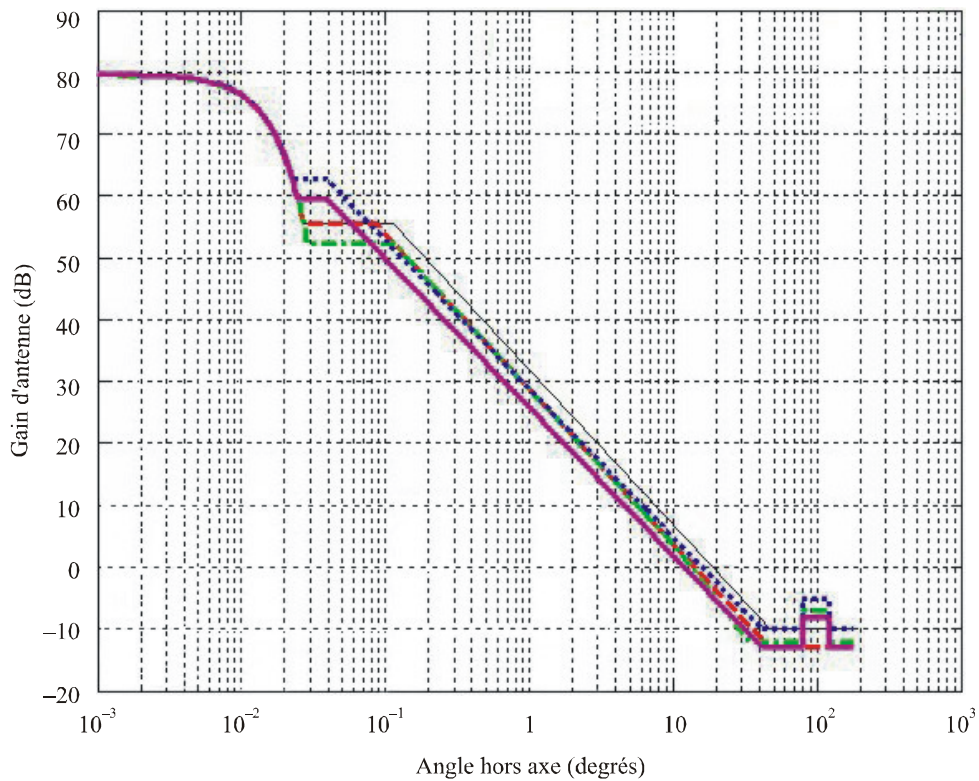
On suppose une distribution normale avec une tolérance $3\text{-}\sigma$ égale à 3 dB pour des angles θ_1 de moins de 180° .

Ces modèles et d'autres sont décrits sur la Fig. 1 pour une antenne de 34 m du service de recherche spatiale fonctionnant à 32 GHz.

FIGURE 1

Modèles de gain d'antenne pour une antenne de 34 m fonctionnant à 32 GHz

Diagramme de gain d'antenne pour différents modèles



—	Recommandation UIT-R F.699	(pk), ga: 2,67
- - -	Recommandation UIT-R F.1245	(av), ga: 1,92
- . - .	Recommandation UIT-R RA.1631	(av), ga: 1,84
. . . .	Jp	(pk), ga: 2,26
—	Ja	(av), ga: 1,59

$D = 34 \text{ m}, f = 32 \text{ GHz}, D/\lambda = 3\,626,7$
 $h_{rms} = 0,25 \text{ mm} = \lambda/37,5$