

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R M.1851
(06/2009)

**Modèles mathématiques pour les
diagrammes d'antenne des systèmes radar
du service de radiorepérage à utiliser
dans les analyses de brouillage**

Série M

**Services mobile, de radiorepérage et d'amateur
y compris les services par satellite associés**



Avant-propos

Le rôle du Secteur des radiocommunications est d'assurer l'utilisation rationnelle, équitable, efficace et économique du spectre radioélectrique par tous les services de radiocommunication, y compris les services par satellite, et de procéder à des études pour toutes les gammes de fréquences, à partir desquelles les Recommandations seront élaborées et adoptées.

Les fonctions réglementaires et politiques du Secteur des radiocommunications sont remplies par les Conférences mondiales et régionales des radiocommunications et par les Assemblées des radiocommunications assistées par les Commissions d'études.

Politique en matière de droits de propriété intellectuelle (IPR)

La politique de l'UIT-R en matière de droits de propriété intellectuelle est décrite dans la «Politique commune de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI en matière de brevets», dont il est question dans l'Annexe 1 de la Résolution UIT-R 1. Les formulaires que les titulaires de brevets doivent utiliser pour soumettre les déclarations de brevet et d'octroi de licence sont accessibles à l'adresse <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/fr>, où l'on trouvera également les Lignes directrices pour la mise en oeuvre de la politique commune en matière de brevets de l'UIT-T, l'UIT-R, l'ISO et la CEI et la base de données en matière de brevets de l'UIT-R.

Séries des Recommandations UIT-R

(Egalement disponible en ligne: <http://www.itu.int/publ/R-REC/fr>)

Séries	Titre
BO	Diffusion par satellite
BR	Enregistrement pour la production, l'archivage et la diffusion; films pour la télévision
BS	Service de radiodiffusion sonore
BT	Service de radiodiffusion télévisuelle
F	Service fixe
M	Services mobile, de radiorepérage et d'amateur y compris les services par satellite associés
P	Propagation des ondes radioélectriques
RA	Radio astronomie
RS	Systèmes de télédétection
S	Service fixe par satellite
SA	Applications spatiales et météorologie
SF	Partage des fréquences et coordination entre les systèmes du service fixe par satellite et du service fixe
SM	Gestion du spectre
SNG	Reportage d'actualités par satellite
TF	Emissions de fréquences étalon et de signaux horaires
V	Vocabulaire et sujets associés

Note: Cette Recommandation UIT-R a été approuvée en anglais aux termes de la procédure détaillée dans la Résolution UIT-R 1.

Publication électronique
Genève, 2009

© UIT 2009

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite, par quelque procédé que ce soit, sans l'accord écrit préalable de l'UIT.

RECOMMANDATION UIT-R M.1851

Modèles mathématiques pour les diagrammes d'antenne des systèmes radar du service de radiorepérage à utiliser dans les analyses de brouillage

(2009)

Domaine d'application

La présente Recommandation décrit des diagrammes d'antenne de systèmes radar du service de radiorepérage à utiliser pour les analyses des brouillages dus à une source unique et des brouillages cumulatifs. Compte tenu des données disponibles concernant l'ouverture de faisceau d'antenne à 3 dB et le niveau de crête des premiers lobes latéraux, il est possible de sélectionner l'ensemble d'équations approprié pour les diagrammes en azimut et en élévation. On définit à la fois des diagrammes des valeurs de crête, pour le brouillage dû à une source unique, et des valeurs moyennes, pour le brouillage cumulatif.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que les Recommandations UIT-R ne contiennent pas d'équations définies pour les diagrammes d'antenne des systèmes radar du service de radiorepérage à utiliser dans les évaluations des brouillages;
- b) qu'un modèle mathématique est nécessaire afin de définir des diagrammes d'antenne génériques à utiliser dans les analyses de brouillage lorsqu'aucun diagramme spécifique n'est disponible pour les systèmes radar du service de radiorepérage,

recommande

- 1 si des diagrammes d'antenne et/ou des équations de diagramme applicables au(x) radar(s) à l'étude sont disponibles dans d'autres Recommandations UIT-R traitant des caractéristiques de systèmes radar du service de radiorepérage, d'utiliser ceux-ci;
- 2 en l'absence d'informations particulières concernant les diagrammes d'antenne des systèmes radar du service de radiorepérage considérés, d'envisager d'utiliser l'un des modèles mathématiques d'antenne de référence décrits dans l'Annexe 1 pour les analyses de brouillage.

Annexe 1**Modèles mathématiques pour les diagrammes d'antenne des systèmes radar du service de radiorepérage à utiliser dans les analyses de brouillage****1 Introduction**

Un modèle mathématique générique pour les diagrammes d'antenne des systèmes radar du service de radiorepérage est nécessaire lorsque ces diagrammes ne sont pas définis dans les Recommandations UIT-R applicables au système radar du service de radiorepérage analysé. Les modèles génériques de diagramme d'antenne pourraient être utilisés dans les analyses avec une ou plusieurs sources de brouillage, tout comme dans le cas des autres systèmes radar et des autres systèmes de communication.

Ce texte décrit des diagrammes d'antenne qu'il est proposé d'utiliser. Compte tenu des données disponibles concernant l'ouverture de faisceau et le niveau de crête des premiers lobes latéraux, il est possible de sélectionner l'ensemble d'équations approprié pour les diagrammes en azimut et en élévation.

Le Tableau 1 donne le résultat du recensement des intervalles de paramètres d'antenne dans les Recommandations UIT-R.

TABLEAU 1
Limites de paramètres d'antenne recensées

Paramètre d'antenne	Description	Valeur minimale	Valeur maximale
Fréquences d'émission et de réception (MHz)		420	33 400
Type de polarisation d'antenne	Horizontale, verticale, circulaire		
Type d'antenne	Antenne omnidirectionnelle, réseau d'éléments yagi, réflecteur parabolique, antenne à déphasage électronique		
Type de faisceau – le plus courant	En éventail, crayon, en cosécante carrée		
Gain en émission et en réception (dBi)		25,6	54
Ouverture de faisceau en élévation (degrés)	Faisceau-crayon	0,25	5,75
	Cosécante carrée (CSC ²)	3,6 CSC ² à 20	3,6 CSC ² à 44
Ouverture de faisceau en azimut (degrés)	Faisceau-crayon	0,4	5,75
Limite de l'angle de balayage en élévation (degrés)		-60	+90
Limite de l'angle de balayage en azimut (degrés)		30 secteurs	360
Niveau des premiers lobes latéraux au-dessous du niveau de crête du lobe principal (dB)		-35	-15,6

Le Tableau 1 a servi de guide pour l'élaboration des types et diagrammes d'antenne proposés.

2 Formules proposées

Afin de simplifier l'analyse, la distribution du courant le long de l'antenne est considérée comme étant fonction de l'azimut ou de l'élévation. Le diagramme de rayonnement, $F(\mu)$, pour une distribution donnée est donné par la transformée de Fourier finie comme suit:

$$F(\mu) = \frac{1}{2} \int_{-1}^{+1} f(x) \cdot e^{j\mu x} dx$$

où:

$f(x)$: forme relative de la distribution du champ, voir le Tableau 2 et la Fig. 1

μ : fourni dans le tableau ci-dessous = $\pi \left(\frac{l}{\lambda} \right) \sin(\alpha)$

l : longueur totale de l'ouverture

λ : longueur d'onde

ω : angle de pointage (balayage) du faisceau en élévation ou en azimut

α : angle par rapport à la normale à l'ouverture

θ : $(\alpha - \omega)$ angle par rapport à la normale à l'ouverture et angle de pointage

x : distance normalisée le long de l'ouverture $-1 \leq x \leq 1$

j : notation des nombres complexes.

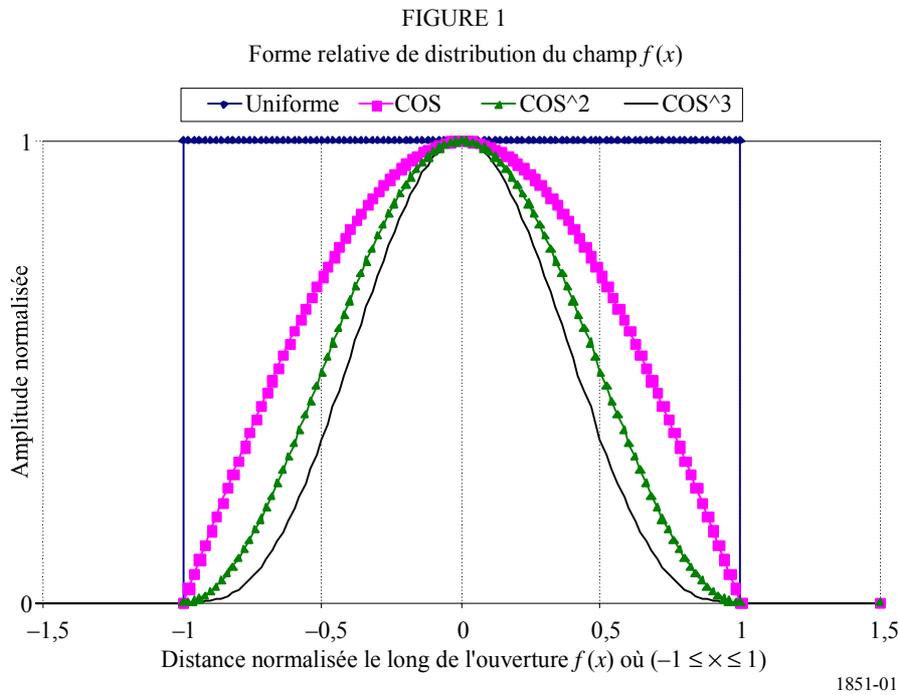
Les diagrammes d'antenne théoriques proposés sont présentés dans le Tableau 2. Ils sont valables pour un angle de balayage de faisceau par rapport à l'axe de visée de l'antenne inférieur à $\pm 90^\circ$. Les valeurs de cet angle supérieures à $\pm 90^\circ$ sont supposées correspondre au lobe arrière, auquel cas c'est le niveau plancher de gabarit d'antenne qui s'applique. Les paramètres et formules pour déterminer les diagrammes de rayonnement d'antenne qui sont présentés dans le Tableau 2 (ainsi que dans le Tableau 3 et les figures associés) ne sont corrects que dans le cas où l'amplitude du champ au bord de l'ouverture d'antenne est égale à zéro et que pour le lobe principal et les deux premiers lobes latéraux du diagramme d'antenne. Avec d'autres valeurs de l'amplitude du champ au bord de l'ouverture de l'antenne, la forme du diagramme d'antenne et ses paramètres peuvent être très différents de la définition théorique contenue dans la présente Recommandation. Si des diagrammes d'antenne radar réels sont disponibles, il faudrait les numériser et les utiliser.

TABLEAU 2

Paramètres de rayonnement d'antenne

Forme relative de la distribution du champ $f(x)$ où $-1 \leq x \leq 1$	Diagramme de rayonnement $F(\mu)$	Ouverture de faisceau à mi-puissance θ_3 (degrés)	μ en fonction de θ_3	Niveau des premiers lobes latéraux au-dessous du niveau de crête du lobe principal (dB)	Niveau plancher proposé pour le gabarit (dB)	Equation n°
Valeur uniforme de 1	$\frac{\sin(\mu)}{\mu}$	$50,8 \left(\frac{\lambda}{l}\right)$	$\frac{\pi \cdot 50,8 \cdot \sin(\theta)}{\theta_3}$	-13,2	-30	(1)
$\text{COS}(\pi \cdot x/2)$	$\frac{\pi}{2} \left[\frac{\cos(\mu)}{\left(\frac{\pi}{2}\right)^2 - \mu^2} \right]$	$68,8 \left(\frac{\lambda}{l}\right)$	$\frac{\pi \cdot 68,8 \cdot \sin(\theta)}{\theta_3}$	-23	-50	(2)
$\text{COS}(\pi \cdot x/2)^2$	$\frac{\pi^2}{2 \cdot \mu} \left[\frac{\sin(\mu)}{\pi^2 - \mu^2} \right]$	$83,2 \left(\frac{\lambda}{l}\right)$	$\frac{\pi \cdot 83,2 \cdot \sin(\theta)}{\theta_3}$	-32	-60	(3)
$\text{COS}(\pi \cdot x/2)^3$	$\frac{3 \cdot \pi \cdot \cos(\mu)}{8} \left[\frac{1}{\left(\frac{\pi}{2}\right)^2 - \mu^2} - \frac{1}{\left(\frac{3 \cdot \pi}{2}\right)^2 - \mu^2} \right]$	$95 \left(\frac{\lambda}{l}\right)$	$\frac{\pi \cdot 95 \cdot \sin(\theta)}{\theta_3}$	-40	-70	(4)

où θ_3 est l'ouverture de faisceau d'antenne à 3 dB à mi-puissance (degrés). Les formes relatives des fonctions de distribution du champ $f(x)$, définies dans le Tableau 2, sont représentées graphiquement sur la Fig. 1.

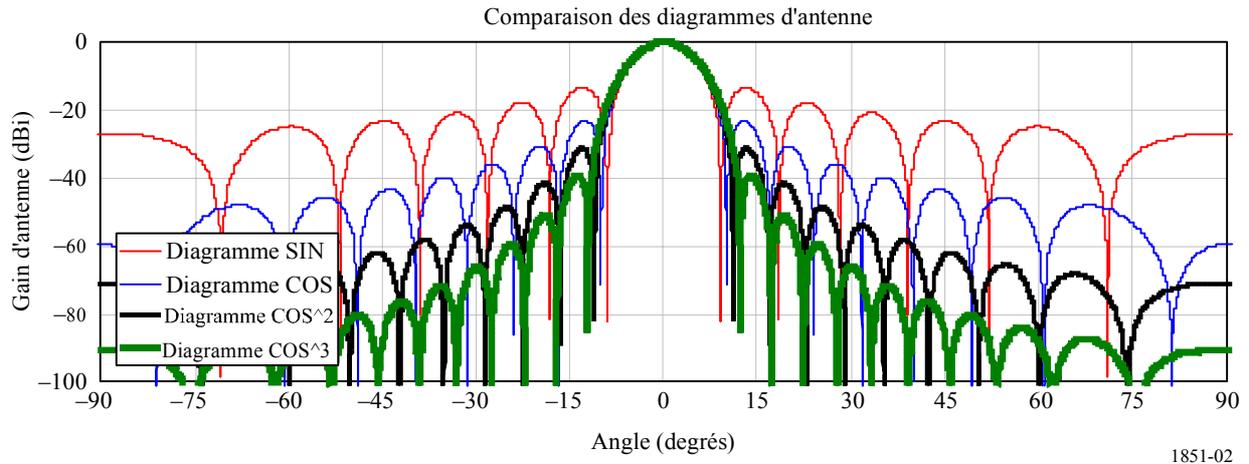


Compte tenu de l'ouverture de faisceau à mi-puissance, θ_3 , la valeur de μ peut être redéfinie en fonction de cette ouverture. Pour cela, on remplace la grandeur $\left(\frac{l}{\lambda}\right)$ dans $\mu = \pi \left(\frac{l}{\lambda}\right) \sin(\alpha)$ par une constante qui dépend de la forme relative de la distribution du champ, divisée par l'ouverture de faisceau à mi-puissance, θ_3 , comme indiqué dans le Tableau 2. Pour obtenir les valeurs de cette constante, à savoir 50,8, 68,8, 83,2 et 95, indiquées dans le Tableau 2, on pose $F(\mu) = -3$ dB et on détermine l'angle θ .

La Fig. 2 illustre les diagrammes d'antenne pour les fonctions de distribution en cosinus (COS), cosinus carré (COS²) et cosinus cube (COS³).

FIGURE 2

Comparaison des diagrammes d'antenne, avec une ouverture de faisceau à 3 dB de $8,0^\circ$



A partir de la Fig. 2 ci-dessus, on détermine les équations de gabarit en utilisant une courbe passant par les niveaux de crête des lobes latéraux d'antenne. Une comparaison de l'intégrale des diagrammes théoriques et des gabarits proposés montre alors que la différence entre la puissance de crête et la puissance moyenne dans un plan de coupe principal est d'environ 4 dB. Les définitions suivantes s'appliquent:

- convertir les équations (1) à (4) en dB en utilisant $20 \cdot \log(\text{abs}(\text{diagramme de rayonnement}))$;
- normaliser les gains de diagramme d'antenne. Le diagramme uniforme ne nécessite pas de normalisation, appliquer $-3,92$ dB pour le diagramme en cosinus, $-6,02$ dB pour le diagramme en cosinus carré et $-7,44$ dB pour le diagramme en cosinus cube;
- représenter graphiquement le gabarit, utiliser le diagramme de rayonnement théorique donné dans le Tableau 2, comme indiqué aux deux étapes précédentes, jusqu'au point de rupture du diagramme des valeurs de crête ou des valeurs moyennes, selon le cas. Après le point de rupture, appliquer le gabarit indiqué dans le Tableau 3;
- le gabarit des valeurs de crête passe par les crêtes des lobes latéraux. Il est utilisé pour le brouillage dû à une seule source;
- le gabarit des valeurs moyennes donne une approximation de l'intégrale du diagramme théorique. Il est utilisé pour le brouillage cumulatif;
- le point de rupture du diagramme des valeurs de crête est le point d'amplitude (dB) au-dessous du gain maximal auquel le gabarit des valeurs de crête s'éloigne du diagramme théorique, comme indiqué dans le Tableau 3;
- le point de rupture du diagramme des valeurs moyennes est le point d'amplitude (dB) au-dessous du gain maximal auquel le gabarit des valeurs moyennes s'éloigne du diagramme théorique, comme indiqué dans le Tableau 3;
- θ_3 est l'ouverture de faisceau d'antenne à 3 dB (degrés);
- θ est l'angle dans le plan de coupe principal en élévation (vertical) ou en azimut (horizontal) (degrés);
- le gabarit des valeurs moyennes est le gabarit des valeurs de crête moins environ 4 dB. Il est à noter que les points de rupture du diagramme des valeurs de crête et du diagramme des valeurs moyennes sont différents.

Le Tableau 3 donne les équations à utiliser dans les calculs.

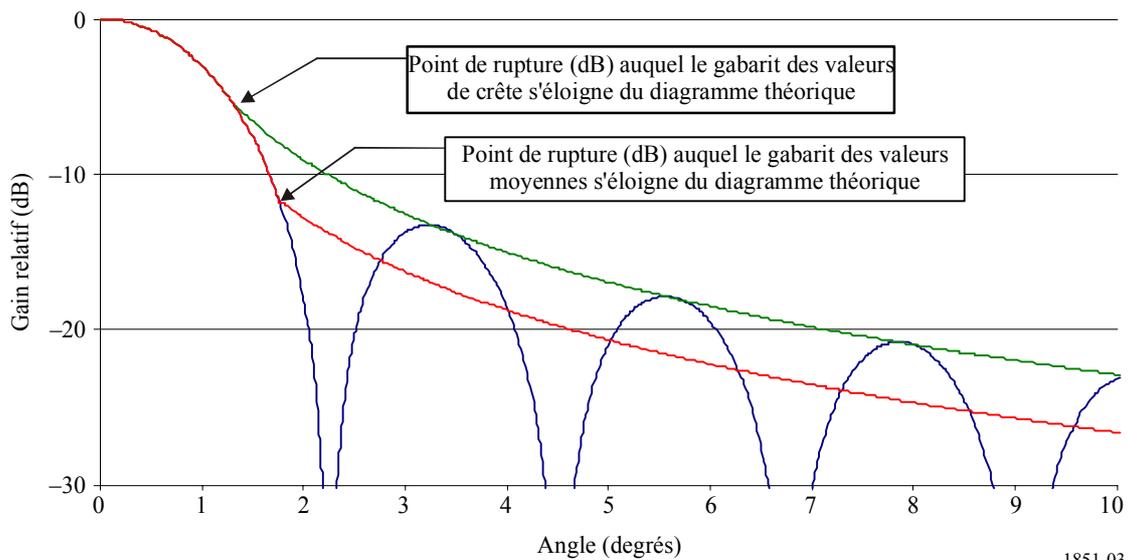
TABLEAU 3

Equations des gabarits des valeurs de crête et des valeurs moyennes

Type de diagramme	Equation du gabarit au-delà du point de rupture du diagramme auquel le gabarit s'éloigne du diagramme théorique (dB)	Point de rupture du diagramme des valeurs de crête auquel le gabarit s'éloigne du diagramme théorique (dB)	Point de rupture du diagramme des valeurs moyennes auquel le gabarit s'éloigne du diagramme théorique (dB)	Constante ajoutée au diagramme des valeurs de crête pour le convertir en gabarit des valeurs moyennes (dB)	Equation n°
SIN	$-8,584 \cdot \ln \left(2,876 \cdot \frac{ \theta }{\theta_3} \right)$	-5,75	-12,16	-3,72	(5)
COS	$-17,51 \cdot \ln \left(2,33 \cdot \frac{ \theta }{\theta_3} \right)$	-14,4	-20,6	-4,32	(6)
COS ²	$-26,882 \cdot \ln \left(1,962 \cdot \frac{ \theta }{\theta_3} \right)$	-22,3	-29,0	-4,6	(7)
COS ³	$-35,84 \cdot \ln \left(1,756 \cdot \frac{ \theta }{\theta_3} \right)$	-31,5	-37,6	-4,2	(8)

La fonction ln() est la fonction logarithme naturel. La Fig. 3 montre un exemple de points de rupture.

FIGURE 3
Exemple de points de rupture



Le diagramme en cosécante carrée est un cas particulier. Il est donné par:

$$G(\theta) = G(\theta_1) \cdot \left(\frac{\text{CSC}(\theta)}{\text{CSC}(\theta_1)} \right)^2 \quad (9)$$

où:

- $G(\theta)$: diagramme en cosécante carrée entre les angles θ_1 et θ_{Max}
- $G(\theta_1)$: gain du diagramme à θ_1
- θ_1 : ouverture du faisceau d'antenne à mi-puissance à laquelle le diagramme en cosécante carrée commence = θ_3
- θ_{Max} : angle maximal auquel le diagramme en cosécante carrée s'arrête
- θ : angle d'élévation
- θ_3 : ouverture du faisceau d'antenne à mi-puissance.

Le gain d'antenne du diagramme des valeurs moyennes n'est pas pris en considération pour le diagramme en cosécante carrée. Il devrait être utilisé pour un brouillage dû à une source unique ou pour un brouillage cumulatif. Le diagramme en cosécante est appliqué comme suit:

TABLEAU 4

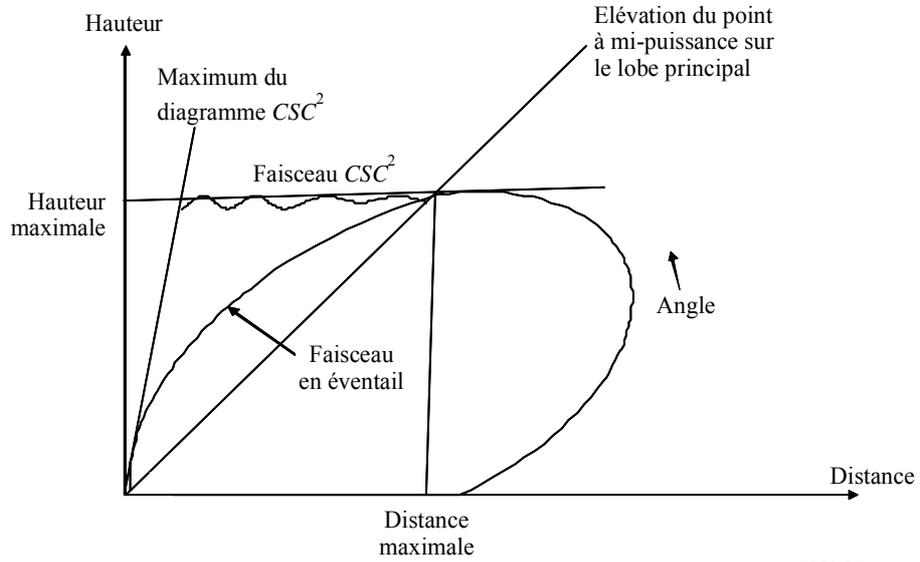
Equations du diagramme d'antenne en cosécante carrée

Equation pour la cosécante carrée	Condition	Equation n°
$\frac{\sin(\mu)}{\mu}$; $\mu = (\pi \cdot 50,8 \cdot \sin(\theta))/\theta_3$	$\frac{-\theta_3}{0,88} \leq \theta \leq +\theta_3$	(10)
$G(\theta_1) \cdot \left(\frac{\text{CSC}(\theta)}{\text{CSC}(\theta_1)} \right)^2$	$+\theta_3 \leq \theta \leq \theta_{Max}$	(11)
Niveau plancher pour la cosécante (exemple = -55 dB)	$\theta_{Max} \leq \theta \leq \theta_{90}$	(12)
$G(\theta_1) = \frac{\sin\left(\frac{\pi \cdot 50,8 \cdot \sin(\theta_1)}{\theta_3}\right)}{\frac{\pi \cdot 50,8 \cdot \sin(\theta_1)}{\theta_3}}$	$\theta_1 = \theta_3$	(12a)

Les figures ci-dessous représentent graphiquement les diagrammes.

FIGURE 4

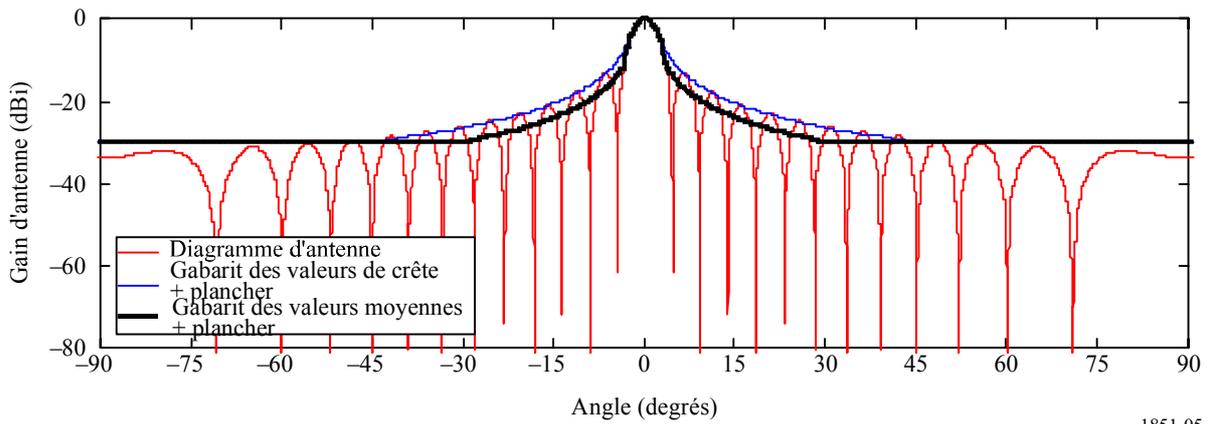
Couverture du faisceau en cosécante carrée d'un radar de recherche



1851-04

FIGURE 5

Diagramme d'antenne SIN, enveloppe des valeurs de crête et des valeurs moyennes



1851-05

FIGURE 6
 Diagramme d'antenne SIN polaire, enveloppe des valeurs de crête
 et des valeurs moyennes

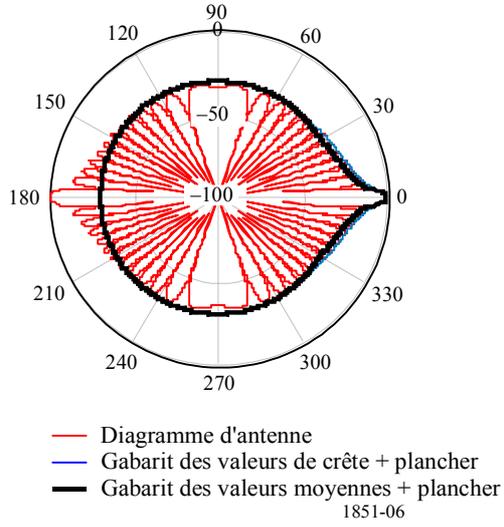


FIGURE 7
 Diagramme d'antenne COS, enveloppe des valeurs de crête
 et des valeurs moyennes

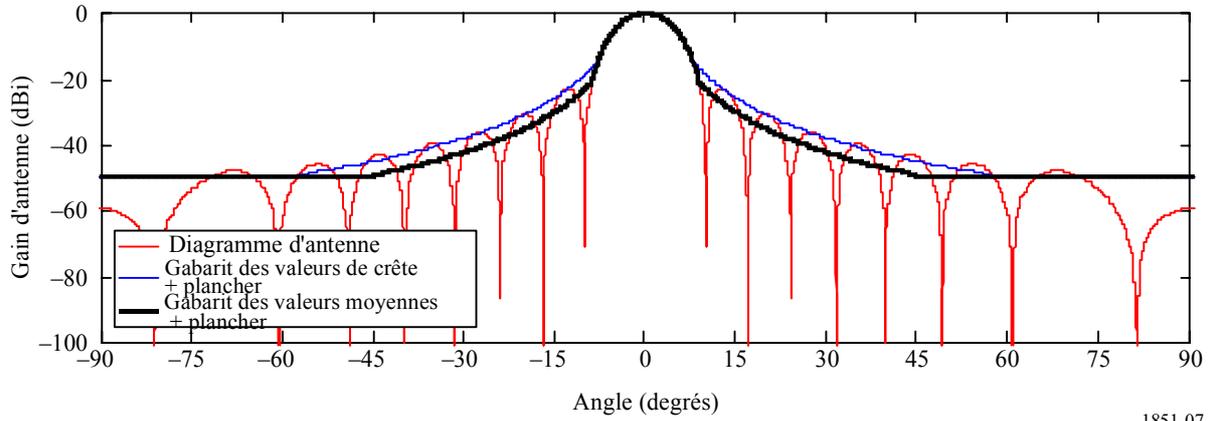


FIGURE 8

Diagramme d'antenne COS polaire, enveloppe des valeurs de crête et des valeurs moyennes

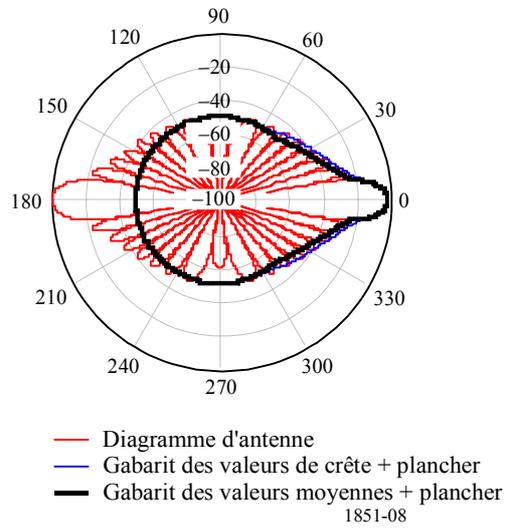


FIGURE 9

Diagramme d'antenne COS², enveloppe des valeurs de crête et des valeurs moyennes

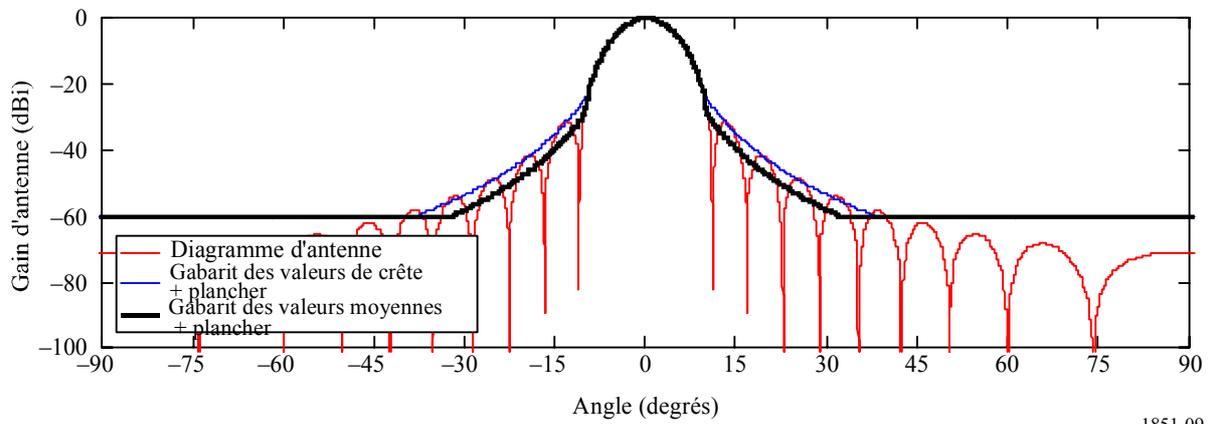


FIGURE 10
 Diagramme d'antenne COS^2 polaire, enveloppe des valeurs de crête
 et des valeurs moyennes

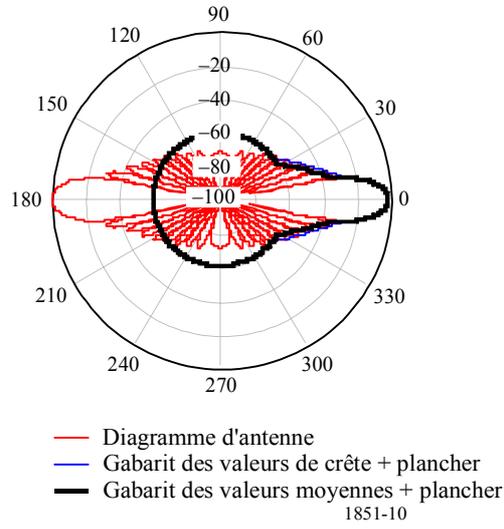


FIGURE 11
 Diagramme d'antenne COS^3 , enveloppe des valeurs de crête et des valeurs moyennes

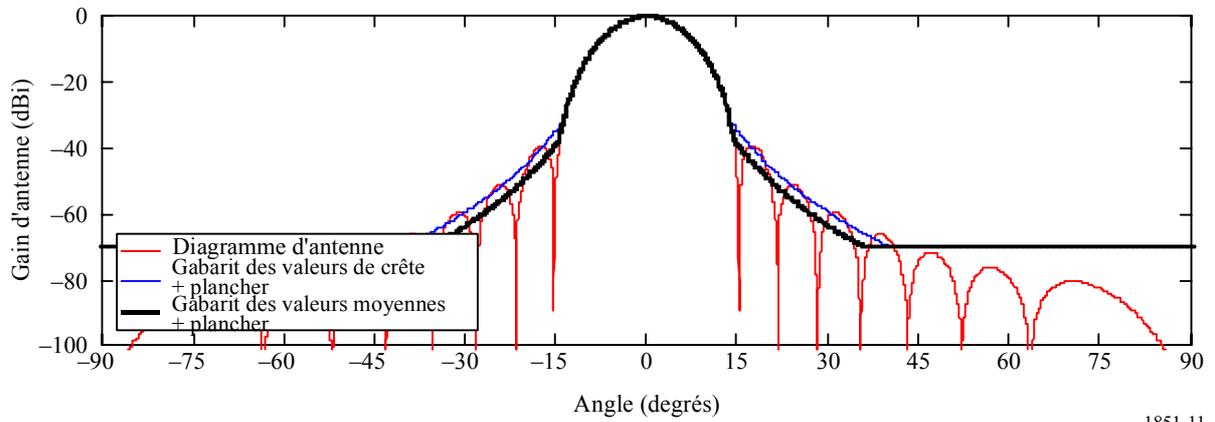


FIGURE 12
Diagramme d'antenne COS^3 polaire, enveloppe des valeurs de crête et des valeurs moyennes

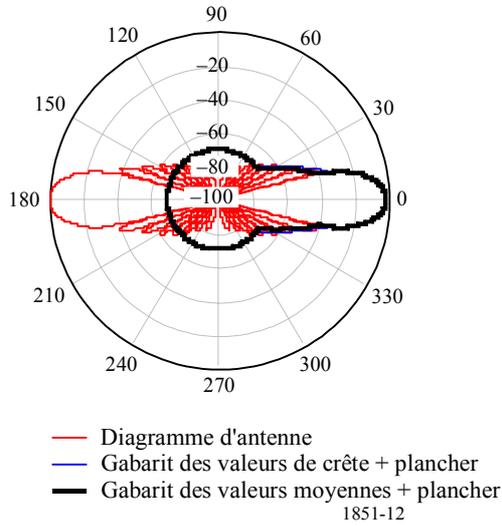
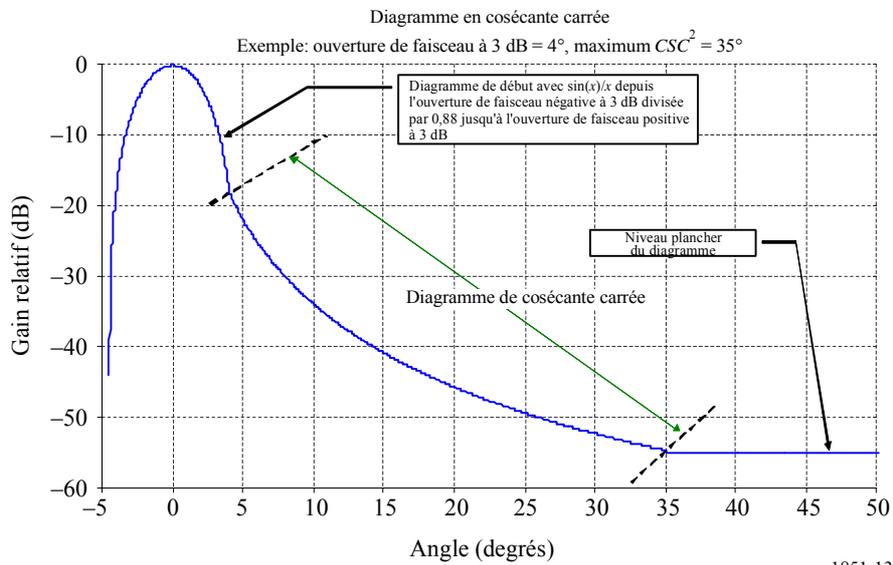


FIGURE 13
Enveloppe de diagramme d'antenne CSC^2



3 Sélection du diagramme d'antenne

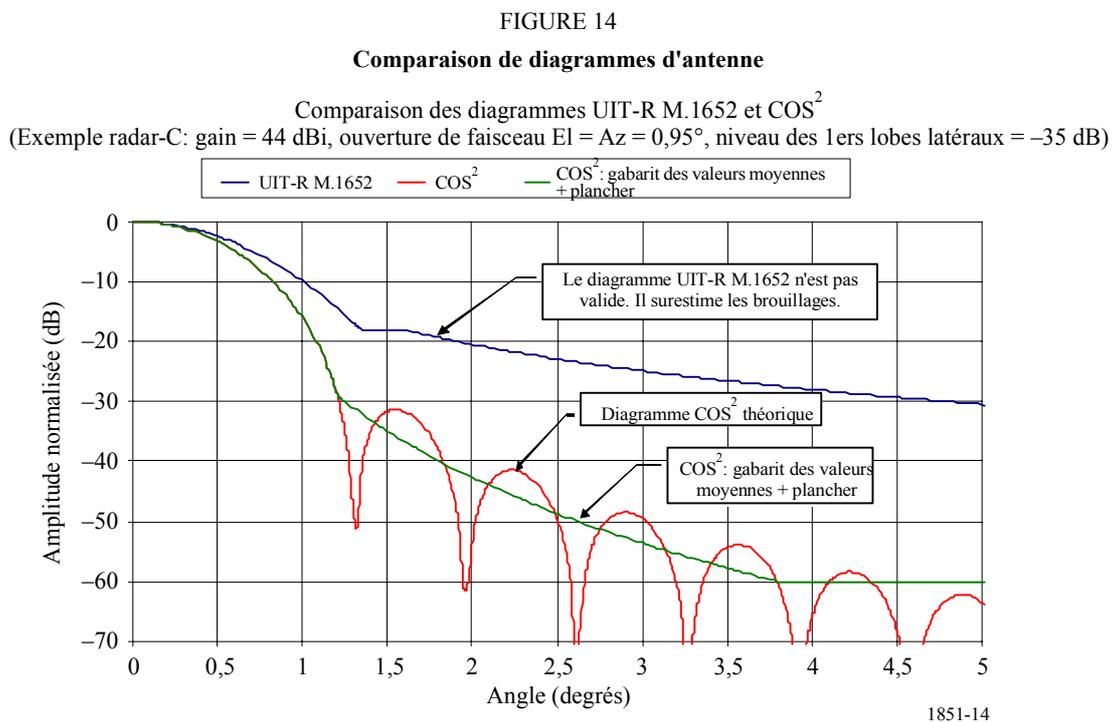
La sélection du diagramme d'antenne peut se faire en fonction des informations concernant l'ouverture de faisceau à mi-puissance et le niveau de crête des lobes latéraux (voir le Tableau 5).

TABLEAU 5
Diagrammes possibles

Intervalle de niveaux des premiers lobes latéraux au-dessous du niveau de crête normalisé du lobe principal (dB)	Type possible de distribution d'antenne	Diagramme de rayonnement $F(\mu)$	Equation du gabarit au-delà du point de rupture du diagramme à partir duquel le gabarit diffère du diagramme théorique (dB)	Point de rupture du diagramme des valeurs de crête à partir duquel le gabarit diffère du diagramme théorique (dB)	Point de rupture du diagramme des valeurs moyennes à partir duquel le gabarit diffère du diagramme théorique (dB)	Constante ajoutée au diagramme des valeurs de crête pour le convertir en gabarit des valeurs moyennes (dB)	Niveau plancher proposé pour le gabarit (dB)	Equation n°
-13,2 à -20 dB	Uniforme	$\frac{\sin(\mu)}{\mu}; \mu = (\pi \cdot 50,8 \cdot \sin(\theta)) / \theta_3$	$-8,584 \cdot \ln \left(2,876 \cdot \frac{ \theta }{\theta_3} \right)$	-5,75	-12,16	-3,72	-30	(13)
-20 à -30 dB	COS	$\frac{\pi}{2} \left[\frac{\cos(\mu)}{\left(\frac{\pi}{2}\right)^2 - \mu^2} \right]; \mu = (\pi \cdot 68,8 \cdot \sin(\theta)) / \theta_3$	$-17,51 \cdot \ln \left(2,33 \cdot \frac{ \theta }{\theta_3} \right)$	-14,4	-20,6	-4,32	-50	(14)
-30 à -39 dB	COS ²	$\frac{\pi^2}{2 \cdot \mu} \left[\frac{\sin(\mu)}{\left(\pi^2 - \mu^2\right)} \right]; \mu = (\pi \cdot 83,2 \cdot \sin(\theta)) / \theta_3$	$-26,882 \cdot \ln \left(1,962 \cdot \frac{ \theta }{\theta_3} \right)$	-22,3	-29,0	-4,6	-60	(15)
-39 dB ou moins	COS ³	$\frac{3 \cdot \pi \cdot \cos(\mu)}{8} \left[\frac{1}{\left(\frac{\pi}{2}\right)^2 - \mu^2} - \frac{1}{\left(\frac{3 \cdot \pi}{2}\right)^2 - \mu^2} \right]; \mu = (\pi \cdot 95 \cdot \sin(\theta)) / \theta_3$	$-35,84 \cdot \ln \left(1,756 \cdot \frac{ \theta }{\theta_3} \right)$	-31,5	-37,6	-4,2	-70	(16)

4 Comparaison de diagrammes d'antenne

La Recommandation UIT-R M.1652 contient un modèle mathématique pour des diagrammes d'antenne radar du service de radiorepérage qui ont été utilisés dans des analyses de brouillage. Elle donne les équations de plusieurs diagrammes en fonction du gain d'antenne. Une comparaison entre les modèles élaborés dans cette Recommandation et le radar C de la Recommandation UIT-R M.1638 montre que le diagramme de la Recommandation UIT-R M.1652 n'est pas optimal. Comme le montre la Fig. 14, le diagramme de la Recommandation UIT-R M.1652 surestime considérablement le gain d'antenne en dehors de l'axe de visée de l'antenne (0°).



5 Approximation de diagrammes tridimensionnels (3-D)

Les données des représentations graphiques des contours peuvent être utilisées en tant qu'outils d'analyse de simulation. On peut facilement faire une approximation du diagramme d'antenne tridimensionnel (3-D), en multipliant les plans de coupe de tension principaux horizontal et vertical. Pour cela, on place le diagramme correspondant au plan principal vertical dans la colonne centrale d'une matrice carrée et on met à zéro tous les autres éléments. On place aussi le diagramme correspondant au plan principal horizontal dans la ligne centrale d'une matrice carrée et on met à zéro tous les autres éléments. On multiplie les deux matrices et on en fait la représentation graphique. Il est à noter que tous les diagrammes doivent être normalisés.

L'équation utilisée pour calculer le diagramme tridimensionnel est donnée par:

$$P_{i,h} = 20 \log \left[\sum_{k=0}^N |H_{k,i} V_{h,k}| \right] \quad (17)$$

où les matrices en élévation et en azimut, en volts, sont définies dans les équations (18) et (19).

Le diagramme vertical est donné par:

$$\text{matrice verticale } (V_{h,k}) = \begin{pmatrix} 0 & \dots & 0 & El_1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & El_2 & 0 & \dots & 0 \\ \dots & \dots & 0 & El_3 & 0 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & \dots & 0 & El_{N-1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \dots & 0 & El_N & 0 & \dots & 0 \end{pmatrix} \quad (18)$$

Le diagramme horizontal est donné par:

$$\text{matrice horizontale } (H_{k,i}) = \begin{pmatrix} 0 & \dots & \dots & \dots & \dots & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \dots & 0 & 0 \\ Az_1 & Az_2 & & & Az_{N-1} & Az_N \\ 0 & 0 & \dots & \dots & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \dots & \dots & 0 \end{pmatrix} \quad (19)$$

La Fig. 17 montre un exemple de diagramme tridimensionnel.

FIGURE 15
Diagramme de contour d'antenne pour BW_H = 1,2° et BW_V = 6°

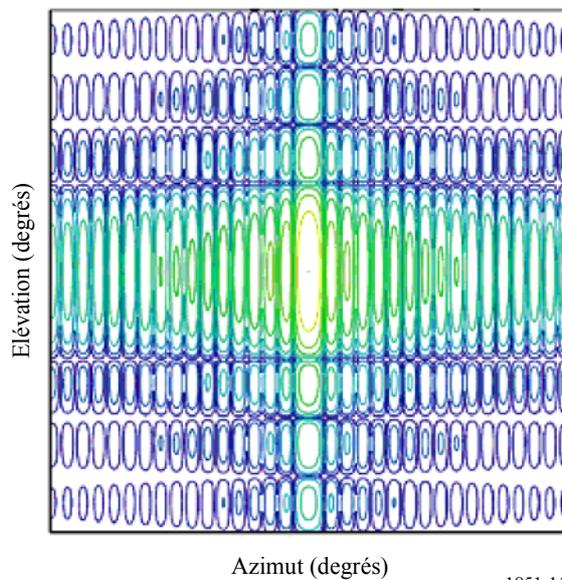
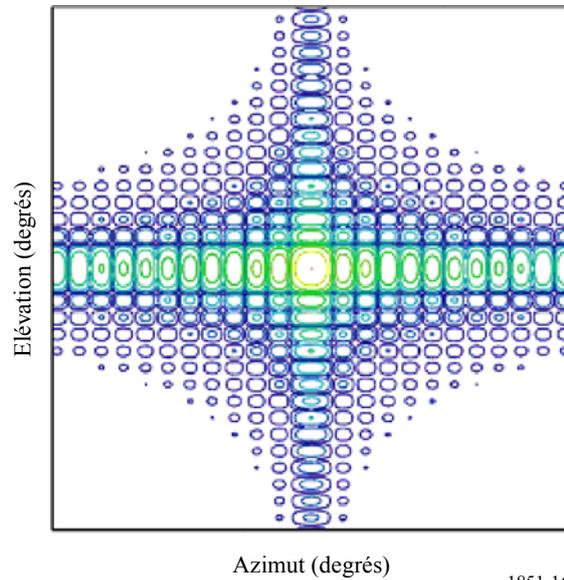


FIGURE 16

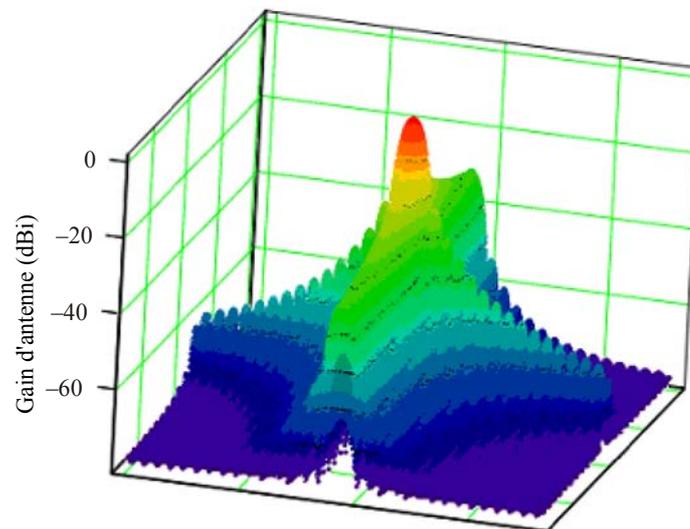
Diagramme de contour d'antenne pour $BW_H = BW_V = 1,7^\circ$



1851-16

FIGURE 17

Exemple de représentation graphique de diagramme d'antenne tridimensionnel



1851-17

6 Exemple de diagrammes mesurés

On trouvera ci-après des exemples de données de mesure de diagramme d'antenne radar, dans la bande à 9 GHz, qui montrent le niveau de crête approximatif des lobes latéraux et le niveau plancher du diagramme.

FIGURE 18
Exemple de diagramme d'antenne mesuré

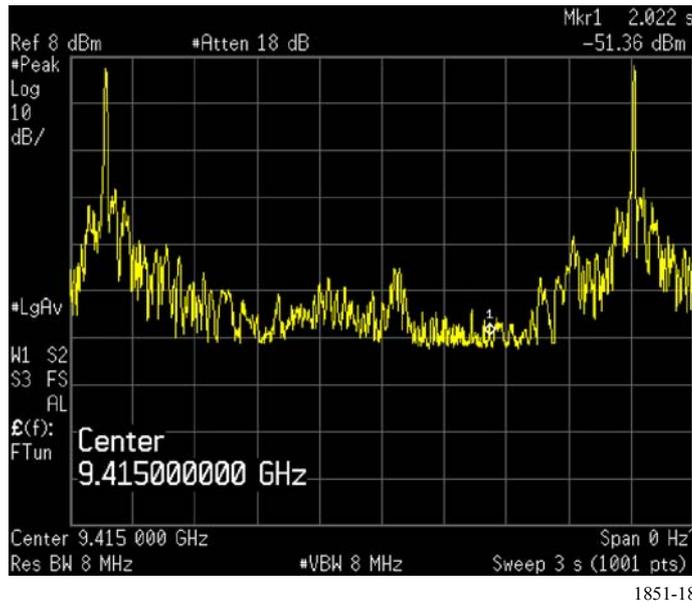


FIGURE 19
Exemple de diagramme d'antenne mesuré

