

RECOMMANDATION UIT-R BO.652-1^{*,**}**Diagramme de référence des antennes de stations terriennes et de satellites pour le service de radiodiffusion par satellite dans la bande des 12 GHz et les liaisons de connexion^{***} associées dans les bandes des 14 et 17 GHz**

(Question UIT-R 93/11)

(1986-1992)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) qu'aux fins de la planification du service de radiodiffusion par satellite, des diagrammes de référence simples sont nécessaires;
- b) que, pour des raisons de coût, d'esthétique et de facilité d'installation, les antennes pour réception individuelle devraient être petites et simples et se prêter à des techniques de production en grande série et que, dans le cadre de ces directives générales, différentes options de conception devraient être possibles;
- c) que la planification pour le service de radiodiffusion par satellite basée sur la réception individuelle dans des bandes de fréquences autour de 12 GHz a eu lieu et que la réception communautaire peut également être prévue;
- d) que des diagrammes de référence d'antenne d'application aisée sont souhaitables pour déterminer les niveaux de brouillage interrégional;
- e) qu'il faut s'employer à éviter un débordement inutile dans des zones de service adjacentes;
- f) que, pour évaluer le brouillage mutuel entre le service de radiodiffusion par satellite à 12 GHz et d'autres services partageant les mêmes bandes de fréquences, il peut être nécessaire d'utiliser un diagramme de rayonnement de référence à la fois pour l'antenne de réception de la station terrienne et pour l'antenne d'émission du satellite;
- g) que l'utilisation d'antennes ayant le diagramme de rayonnement le meilleur possible conduira à l'utilisation la plus efficace possible du spectre des fréquences radioélectriques et de l'orbite des satellites géostationnaires;

* *Note* – Les Rapports UIT-R BO.810 et UIT-R BO.952 ont servi de base à l'élaboration de la présente Recommandation.

** La Commission d'études 6 des radiocommunications a apporté des modifications rédactionnelles à cette Recommandation en 2001 conformément aux dispositions de la Résolution UIT-R 44.

*** La partie de la présente Recommandation qui concerne les liaisons de connexion devra être portée à l'attention de la Commission d'études 4 des radiocommunications.

- h) que des données mesurées concernant les diagrammes de rayonnement d'antennes de réception de station terrienne et d'antennes d'émission de satellite pour la radiodiffusion par satellite à 12 GHz sont disponibles;
- j) que la planification des liaisons de connexion dans les bandes de fréquences voisines de 14 et 17 GHz qui servent au service de radiodiffusion par satellite à 12 GHz a été menée à bien;
- k) qu'il faut s'employer à éviter de brouiller les satellites de radiodiffusion voisins;
- l) que, pour évaluer les brouillages mutuels entre les liaisons de connexion à 14 et 17 GHz de la radiodiffusion par satellite et les autres services qui partagent les mêmes bandes de fréquences, il peut être nécessaire d'utiliser des diagrammes de rayonnement de référence pour les antennes d'émission de station terrienne et les antennes de réception de la liaison de connexion à bord du satellite;
- m) que les diagrammes de référence des antennes d'émission des stations terriennes et de réception des satellites pour les liaisons de connexion à 14 et 17 GHz se trouvent dans l'Appendice 30A (Orb-88) du Règlement des radiocommunications (RR),

recommande

1 que, pour les antennes de réception de station terrienne et afin de garantir que les brouillages jusqu'à la limite de la zone de service ne dépasseront pas ceux envisagés dans les Plans relatifs à la bande des 12 GHz:

1.1 dans les Régions 1 et 3, les antennes de réception pour réception individuelle aient des diagrammes de rayonnement copolaire et contrapolaire qui ne dépassent pas ceux donnés par les courbes A et B de la Fig. 1, l'ouverture de faisceau à mi-puissance étant $\varphi_0 = 2^\circ$;

1.2 dans la Région 2, les antennes de réception pour réception individuelle aient des diagrammes de rayonnement copolaire et contrapolaire qui ne dépassent pas ceux donnés par les courbes A et B de la Fig. 2, l'ouverture de faisceau à mi-puissance étant $\varphi_0 = 1,7^\circ$;

1.3 dans les Régions 1 et 3, les antennes de réception pour réception communautaire aient des diagrammes de rayonnement copolaire et contrapolaire qui ne dépassent pas ceux donnés par les courbes A' et B de la Fig. 1, l'ouverture de faisceau à mi-puissance étant $\varphi_0 = 1^\circ$;

2 que, pour les faisceaux d'antenne d'émission de satellite à section circulaire ou elliptique:

2.1 dans les Régions 1 et 3, le diagramme de rayonnement soit conforme aux diagrammes de référence applicables donnés dans la Fig. 3;

2.2 dans la Région 2 et à titre de condition minimale, le diagramme de rayonnement soit conforme, pour une décroissance normale (voir la Note 1), au diagramme de référence applicable donné dans la Fig. 4 et, pour une décroissance rapide, au diagramme de référence donné dans la Fig. 5;

3 que, pour les antennes des stations terriennes de la liaison de connexion:

3.1 dans la Région 2, les antennes d'émission aient des diagrammes de rayonnement copolaire et contrapolaire qui ne dépassent pas respectivement ceux que donnent les courbes A et B de la Fig. 6;

3.2 dans les Régions 1 et 3, les diagrammes copolaire et contrapolaire ne dépassent pas les limites qu'indique la Fig. 7;

4 que, pour les antennes de réception du satellite:

4.1 dans la Région 2, les diagrammes de rayonnement copolaire et contrapolaire des antennes de réception ne dépassent pas ceux que donnent respectivement les courbes A et B de la Fig. 8;

4.2 dans la Région 2, les diagrammes de rayonnement à décroissance rapide des antennes de réception ne dépassent pas les diagrammes de référence copolaire et contrapolaire que donnent respectivement les courbes A et B de la Fig. 9;

4.3 dans les Régions 1 et 3, les diagrammes de rayonnement copolaire et contrapolaire des antennes de réception ne dépassent pas les diagrammes de référence que donnent respectivement les courbes A et B de la Fig. 10;

4.4 dans les Régions 1 et 3, les diagrammes de rayonnement à décroissance rapide des antennes de réception ne dépassent pas les diagrammes de référence que donnent respectivement les courbes A et B de la Fig. 11.

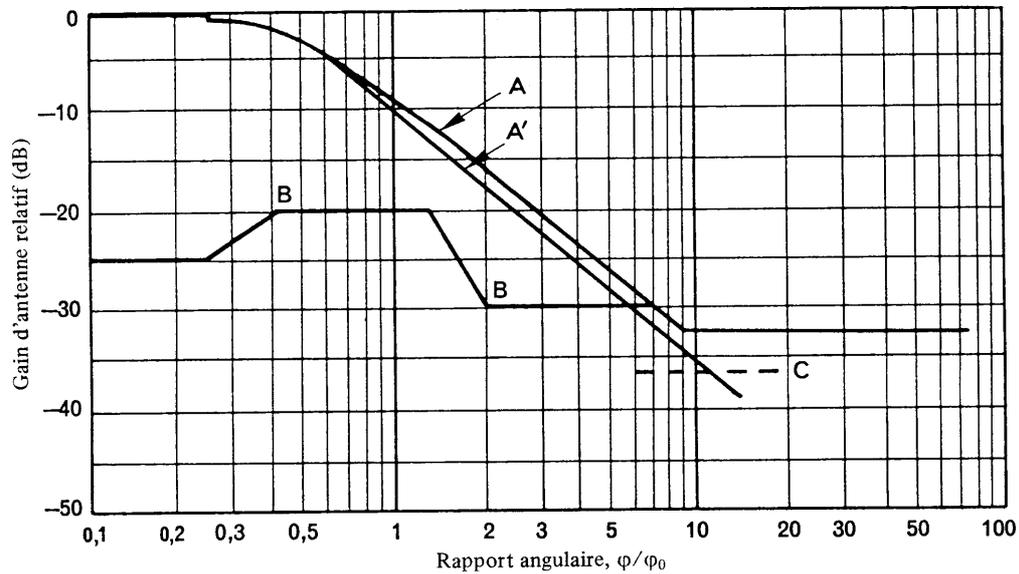
NOTE 1 – Dans la Région 2, dans les cas où il était nécessaire de réduire les brouillages, il a fallu utiliser le diagramme de la Fig. 5; ceci est indiqué dans le Plan par un symbole approprié. Ce diagramme correspond à une antenne produisant un faisceau elliptique avec décroissance rapide dans le lobe principal. Trois courbes pour différentes valeurs de φ_0 sont présentées à titre d'exemples.

NOTE 2 – Les diagrammes des Fig. 1-5 et 8-11 sont présentés en fonction du rapport angulaire φ/φ_0 , où φ est l'angle mesuré à partir de l'axe du faisceau et φ_0 est l'ouverture angulaire du faisceau à -3 dB. Les niveaux sont exprimés en dB par rapport au gain maximal (sur l'axe) de l'antenne.

NOTE 3 – L'Annexe 1 donne les développements mathématiques correspondant aux diagrammes d'antenne de référence du SRS (c'est-à-dire des stations spatiales d'émission et des stations terriennes de réception).

FIGURE 1

**Diagrammes de référence copolaire et contrapolaire des antennes de réception
des stations terriennes dans les Régions 1 et 3**



D01-sc

Courbe A: Composante copolaire pour la réception individuelle sans suppression des lobes latéraux (dB par rapport au gain du faisceau principal):

0	pour	$0 \leq \varphi \leq 0,25 \varphi_0$
$-12 (\varphi/\varphi_0)^2$	pour	$0,25 \varphi_0 < \varphi \leq 0,707 \varphi_0$
$- [9,0 + 20 \log (\varphi/\varphi_0)]$	pour	$0,707 \varphi_0 < \varphi \leq 1,26 \varphi_0$
$- [8,5 + 25 \log (\varphi/\varphi_0)]$	pour	$1,26 \varphi_0 < \varphi \leq 9,55 \varphi_0$
-33	pour	$\varphi > 9,55 \varphi_0$

Courbe A': Composante copolaire pour la réception communautaire sans suppression des lobes latéraux (dB par rapport au gain du faisceau principal):

0	pour	$0 \leq \varphi \leq 0,25 \varphi_0$
$-12 (\varphi/\varphi_0)^2$	pour	$0,25 \varphi_0 < \varphi \leq 0,86 \varphi_0$
$- [10,5 + 25 \log (\varphi/\varphi_0)]$	pour	$\varphi > 0,86 \varphi_0$, jusqu'à l'intersection avec la courbe C, (ensuite prendre la courbe C)

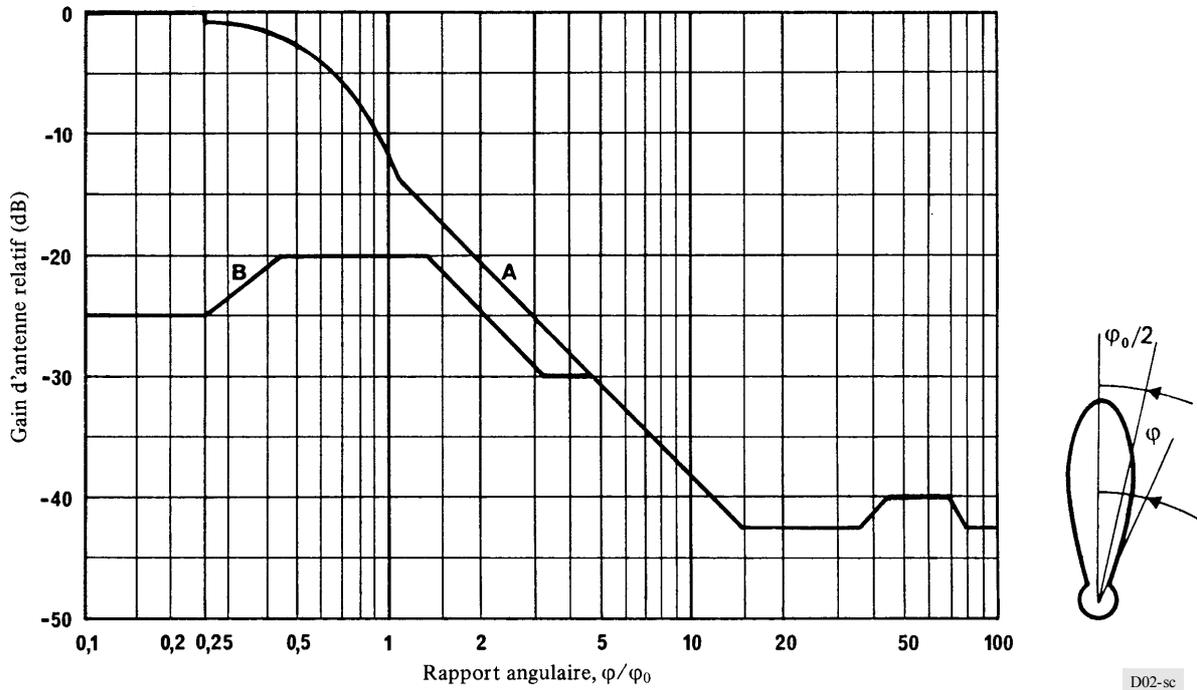
Courbe B: Composante contrapolaire pour les deux types de réception (dB par rapport au gain du faisceau principal):

-25	pour	$0 \leq \varphi \leq 0,25 \varphi_0$
$-(30 + 40 \log \varphi/\varphi_0 - 1)$	pour	$0,25 \varphi_0 < \varphi \leq 0,44 \varphi_0$
-20	pour	$0,44 \varphi_0 < \varphi \leq 1,4 \varphi_0$
$-(30 + 25 \log \varphi/\varphi_0 - 1)$	pour	$1,4 \varphi_0 < \varphi \leq 2 \varphi_0$
-30	jusqu'à l'intersection avec la courbe de la composante copolaire, (ensuite prendre la courbe de la composante copolaire)	

Courbe C: Opposé algébrique du gain sur l'axe du faisceau principal (la courbe C représentée sur cette Figure correspond au cas particulier d'une antenne avec un gain dans l'axe de 37 dBi)

FIGURE 2

Diagrammes de référence pour les composantes copolaire et contrapolaire des antennes de réception de station terrienne dans la Région 2



Courbe A: Composante copolaire sans suppression des lobes latéraux (dB par rapport au gain du faisceau principal):

0	pour	$0 \leq \varphi \leq 0,25 \varphi_0$
$-12 (\varphi/\varphi_0)^2$	pour	$0,25 \varphi_0 < \varphi \leq 1,13 \varphi_0$
$-\{14 + 25 \log (\varphi/\varphi_0)\}$	pour	$1,13 \varphi_0 < \varphi \leq 14,7 \varphi_0$
-43,2	pour	$14,7 \varphi_0 < \varphi \leq 35 \varphi_0$
$-\{85,2 - 27,2 \log (\varphi/\varphi_0)\}$	pour	$35 \varphi_0 < \varphi \leq 45,1 \varphi_0$
-40,2	pour	$45,1 \varphi_0 < \varphi \leq 70 \varphi_0$
$-\{-55,2 + 51,7 \log (\varphi/\varphi_0)\}$	pour	$70 \varphi_0 < \varphi \leq 80 \varphi_0$
-43,2	pour	$80 \varphi_0 < \varphi \leq 180^\circ$

Courbe B: Composante contrapolaire (dB par rapport au gain du faisceau principal):

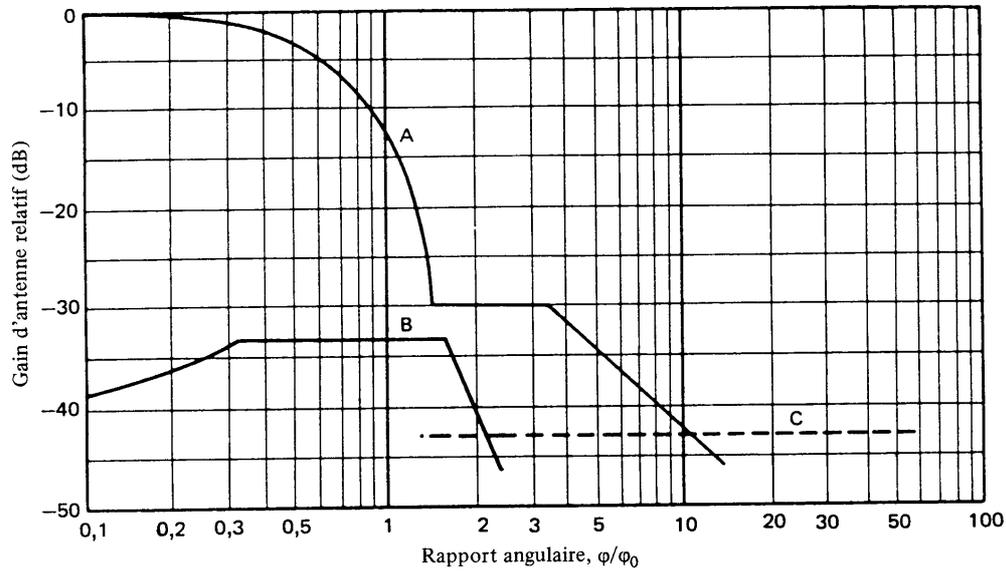
-25	pour	$0 \leq \varphi \leq 0,25 \varphi_0$
$-(30 + 40 \log \varphi/\varphi_0 - 1)$	pour	$0,25 \varphi_0 < \varphi \leq 0,44 \varphi_0$
-20	pour	$0,44 \varphi_0 < \varphi \leq 1,28 \varphi_0$
$-(17,3 + 25 \log \varphi/\varphi_0)$	pour	$1,28 \varphi_0 < \varphi \leq 3,22 \varphi_0$
-30	jusqu'à l'intersection avec la courbe de la composante copolaire, (ensuite prendre la courbe de la composante copolaire)	

NOTE 1 – Dans la plage comprise entre $0,1 \varphi_0$ et $1,13 \varphi_0$, les gains copolaire et contrapolaire ne doivent pas dépasser les diagrammes de référence.

NOTE 2 – Pour des angles par rapport à l'axe du faisceau supérieurs à $1,13 \varphi_0$ et pour 90% de toutes les crêtes des lobes latéraux dans chacun des créneaux angulaires de référence, le gain ne doit pas dépasser le diagramme de référence. Les créneaux angulaires de référence sont $1,13 \varphi_0$ à $3 \varphi_0$, $3 \varphi_0$ à $6 \varphi_0$, $6 \varphi_0$ à $10 \varphi_0$, $10 \varphi_0$ à $20 \varphi_0$, $20 \varphi_0$ à $40 \varphi_0$, $40 \varphi_0$ à $75 \varphi_0$ et $75 \varphi_0$ à 180° .

FIGURE 3

**Diagrammes de référence copolaire et contrapolaire des antennes d'émission
des satellites dans les Régions 1 et 3**



D03-sc

Courbe A: Composante copolaire (dB par rapport au gain du faisceau principal):

$$- 12 (\varphi/\varphi_0)^2 \quad \text{pour} \quad 0 \leq \varphi \leq 1,58 \varphi_0$$

$$- 30 \quad \text{pour} \quad 1,58 \varphi_0 < \varphi \leq 3,16 \varphi_0$$

$$- [17,5 + 25 \log (\varphi/\varphi_0)] \quad \text{pour} \quad \varphi > 3,16 \varphi_0$$

après l'intersection avec la courbe C: comme la courbe C

Courbe B: Composante contrapolaire (dB par rapport au gain du faisceau principal):

$$- (40 + 40 \log |\varphi/\varphi_0 - 1|) \quad \text{pour} \quad 0 \leq \varphi \leq 0,33 \varphi_0$$

$$- 33 \quad \text{pour} \quad 0,33 \varphi_0 < \varphi \leq 1,67 \varphi_0$$

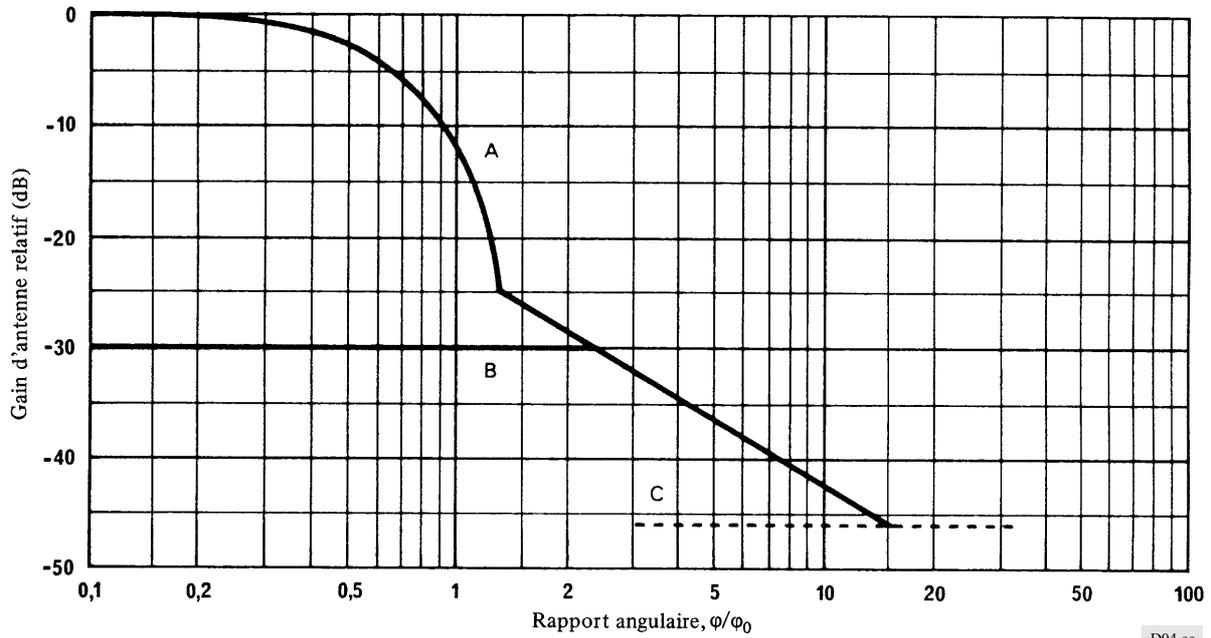
$$- (40 + 40 \log |\varphi/\varphi_0 - 1|) \quad \text{pour} \quad \varphi > 1,67 \varphi_0$$

après l'intersection avec la courbe C: comme la courbe C

Courbe C: Opposé algébrique du gain sur l'axe du faisceau principal (la courbe C représentée sur cette figure correspond au cas particulier d'une antenne avec un gain dans l'axe de 43 dBi)

FIGURE 4

Diagrammes de référence pour les composantes copolaire et contrapolaire des antennes d'émission des satellites dans la Région 2



Courbe A: Composante copolaire (dB par rapport au gain du faisceau principal):

$$- 12 (\phi/\phi_0)^2 \quad \text{pour } 0 \leq \phi/\phi_0 \leq 1,45$$

$$- [22 + 20 \log (\phi/\phi_0)] \quad \text{pour } \phi/\phi_0 > 1,45$$

après l'intersection avec la courbe C: comme la courbe C

Courbe B: Composante contrapolaire (dB par rapport au gain du faisceau principal):

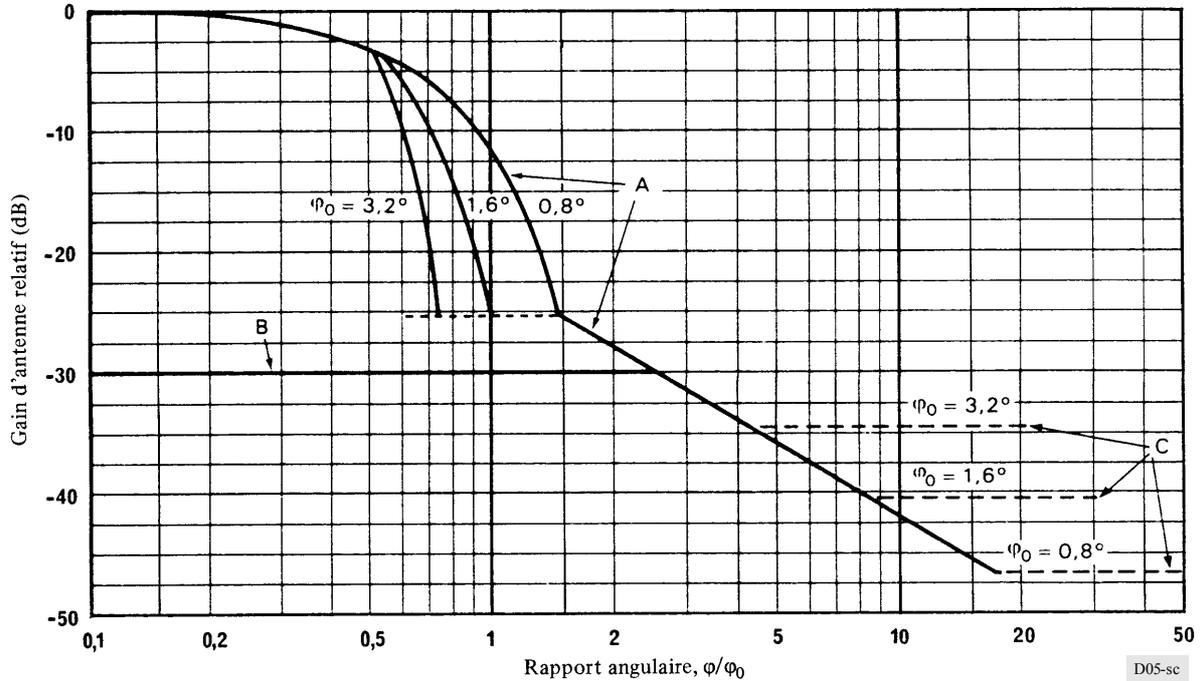
$$- 30 \quad \text{pour } 0 \leq \phi/\phi_0 \leq 2,51$$

après l'intersection avec le diagramme copolaire: comme le diagramme copolaire

Courbe C: Opposé du gain dans l'axe (la courbe C représentée sur cette figure correspond au cas particulier d'une antenne avec un gain dans l'axe de 46 dBi)

FIGURE 5

Diagrammes de référence pour les composantes copolaire et contrapolaire des antennes d'émission des satellites avec décroissance rapide dans le faisceau principal pour la Région 2



Courbe A: Composante copolaire (dB par rapport au gain du faisceau principal):

$$\begin{aligned}
 & -12 (\varphi/\varphi_0)^2 && \text{pour} && 0 \leq \varphi/\varphi_0 \leq 0,5 \\
 & -18,75 \varphi_0^2 (\varphi/\varphi_0 - x)^2 && \text{pour} && 0,5 < \varphi/\varphi_0 \leq 1,16/\varphi_0 + x \\
 & -25,23 && \text{pour} && 1,16/\varphi_0 + x < \varphi/\varphi_0 \leq 1,45 \\
 & -[22 + 20 \log (\varphi/\varphi_0)] && \text{pour} && \varphi/\varphi_0 > 1,45
 \end{aligned}$$

après l'intersection avec la courbe C: comme la courbe C

Courbe B: Composante contrapolaire (dB par rapport au gain du faisceau principal):

$$-30 \quad \text{pour } 0 \leq \varphi/\varphi_0 < 2,51$$

après l'intersection avec le diagramme copolaire: comme le diagramme copolaire

Courbe C: Opposé algébrique du gain sur l'axe du faisceau principal (les courbes A et C représentent des exemples pour trois antennes ayant des valeurs de φ_0 différentes de celles indiquées sur la Fig. 5. Les gains dans l'axe de ces antennes sont respectivement d'environ 34, 40 et 46 dBi),

où:

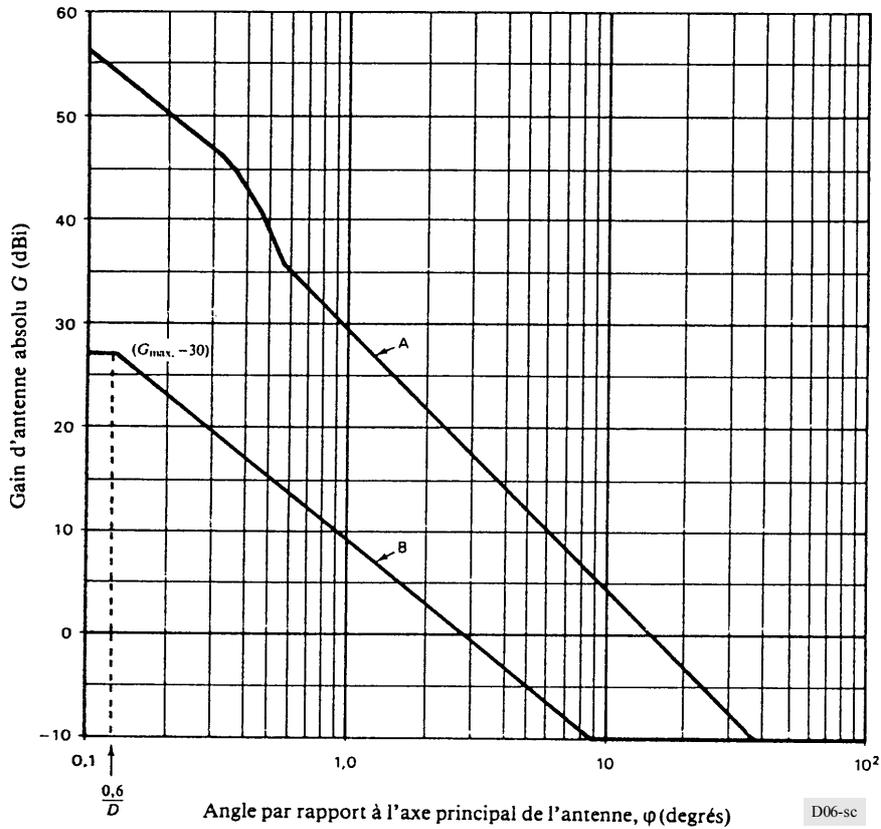
φ : angle par rapport à l'axe du faisceau principal (degrés)

φ_0 : dimension de l'ellipse minimale couvrant la zone de service de la liaison descendante dans la direction considérée (degrés)

$$x = 0,5 (1 - 0,8/\varphi_0)$$

FIGURE 6

Diagrammes de référence des composantes copolaire et contrapolaire des antennes des stations terriennes de la liaison de connexion pour la Région 2



Courbe A: Composante copolaire (dBi):

$$\begin{aligned}
 &36 - 20 \log \varphi && \text{pour } 0,1^\circ \leq \varphi < 0,32^\circ \\
 &51,3 - 53,2 \varphi^2 && \text{pour } 0,32^\circ \leq \varphi < 0,54^\circ \\
 &29 - 25 \log \varphi && \text{pour } 0,54^\circ \leq \varphi < 36^\circ \\
 &- 10 && \text{pour } \varphi \geq 36^\circ
 \end{aligned}$$

où:

φ : angle par rapport à l'axe du faisceau principal (degrés)

G_{max} : gain copolaire dans l'axe de l'antenne (dBi)

D : diamètre de l'antenne (m) ($D \geq 2,5$)

Courbe B: Composante contrapolaire (dBi):

$$\begin{aligned}
 &G_{max} - 30 && \text{pour } \varphi < (0,6/D)^\circ \\
 &9 - 20 \log \varphi && \text{pour } (0,6/D)^\circ \leq \varphi < 8,7^\circ \\
 &- 10 && \text{pour } \varphi \geq 8,7^\circ
 \end{aligned}$$

NOTE 1 – Dans la gamme angulaire comprise entre $0,1^\circ$ et $0,54^\circ$, le gain copolaire ne doit pas dépasser le diagramme de référence.

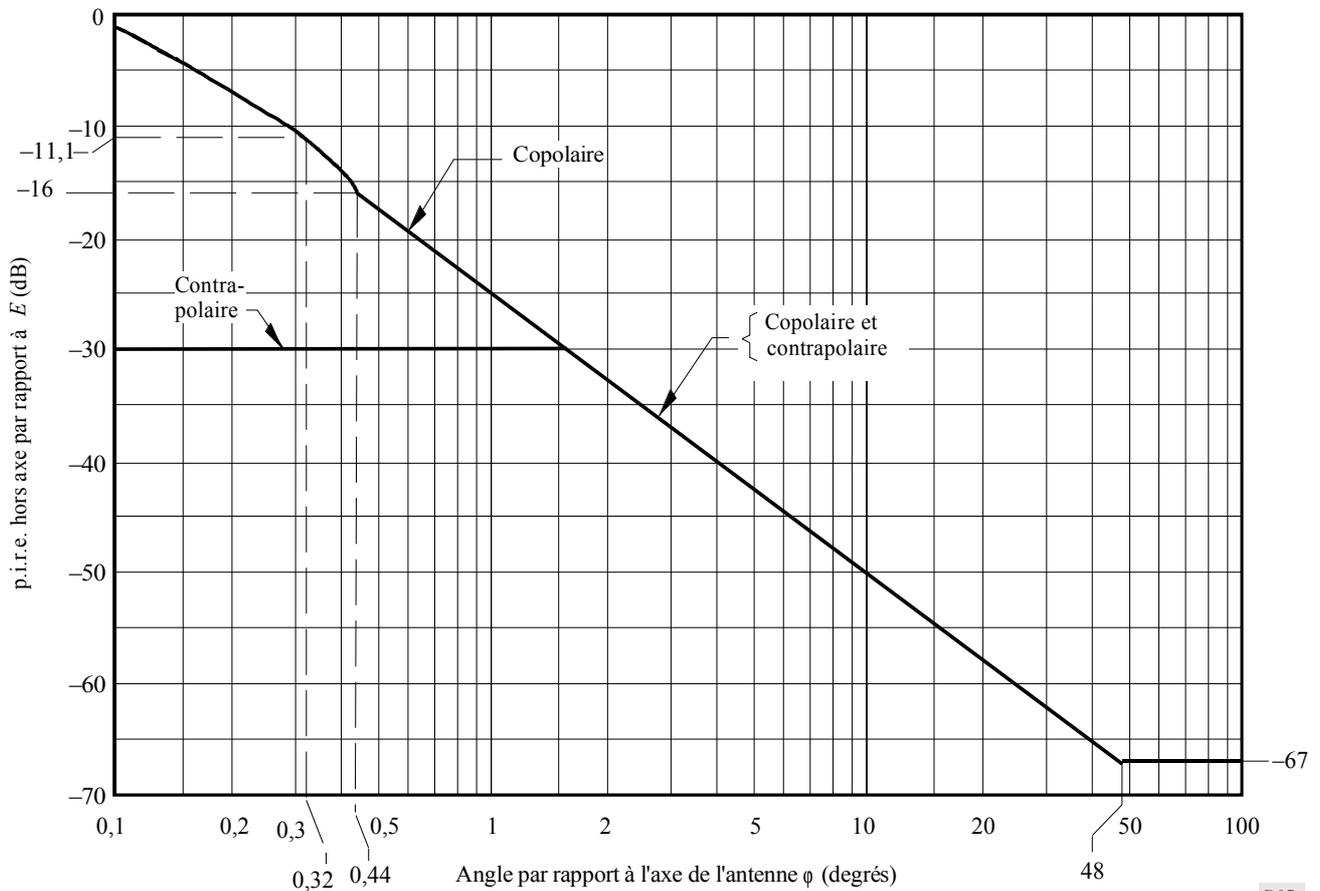
NOTE 2 – Dans la gamme angulaire comprise entre 0° et $(0,6/D)^\circ$, le gain contrapolaire ne doit pas dépasser le diagramme de référence.

NOTE 3 – Pour des valeurs plus élevées de l'angle par rapport à l'axe principal et pour 90% de toutes les crêtes des lobes latéraux dans chaque créneau angulaire de référence, le gain ne doit pas dépasser les diagrammes de référence. Les créneaux angulaires de référence sont les suivants: $0,54^\circ$ à 1° , 1° à 2° , 2° à 4° , 4° à 7° , 7° à 10° , 10° à 20° , 20° à 40° , 40° à 70° , 70° à 100° et 100° à 180° . Le premier créneau angulaire de référence pour l'évaluation de la composante contrapolaire doit être de $(0,6/D)^\circ$ à 1° .

NOTE 4 – Sur l'axe des X, valeur absolue de l'angle. Le Plan des liaisons de connexion suppose l'emploi d'une antenne de station terrienne d'émission ayant un diamètre de 5 m dans la bande 17,3-18,1 GHz.

FIGURE 7

p.i.r.e. hors axe de l'antenne de la station terrienne pour les antennes
des stations terriennes de la liaison de connexion dans les Régions 1 et 3



D07

Composante copolaire (dBW):

E	(dBW)	pour $0^\circ < \varphi \leq 0,1^\circ$
$E - 21 - 20 \log \varphi$	(dBW)	pour $0,1^\circ < \varphi \leq 0,32^\circ$
$E - 5,7 - 53,2 \varphi^2$	(dBW)	pour $0,32^\circ < \varphi \leq 0,44^\circ$
$E - 25 - 25 \log \varphi$	(dBW)	pour $0,44^\circ < \varphi \leq 48^\circ$
$E - 67$	(dBW)	pour $\varphi > 48^\circ$

Composante contrapolaire (dBW):

$E - 30$	(dBW)	pour $0^\circ \leq \varphi \leq 1,6^\circ$
$E - 25 - 25 \log \varphi$	(dBW)	pour $1,6^\circ < \varphi \leq 48^\circ$
$E - 67$	(dBW)	pour $\varphi > 48^\circ$

où:

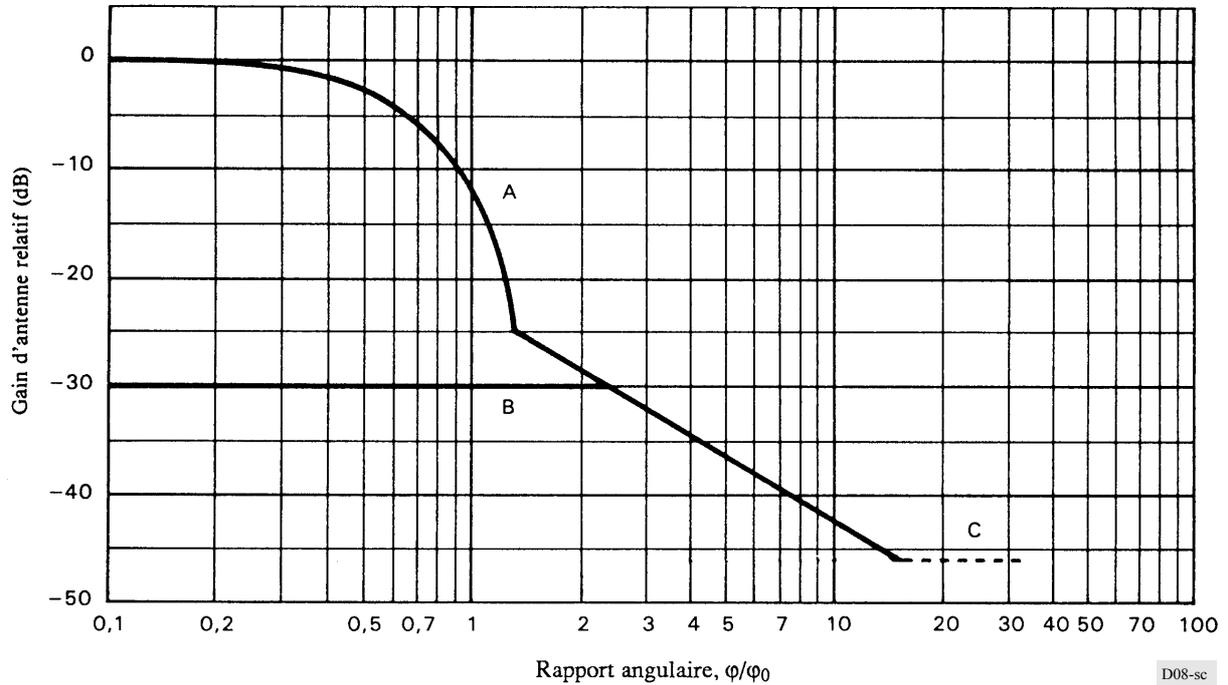
E : p.i.r.e. dans l'axe de l'antenne de la station terrienne (dBW)

φ : angle par rapport à l'axe du faisceau principal (degrés)

NOTE 1 – Sur l'axe des X , valeur absolue de l'angle. Le Plan des liaisons de connexion suppose l'emploi d'une antenne de station terrienne d'émission ayant un diamètre de 5 m dans la bande 17,3-18,1 GHz et de 6 m dans la bande 14,5-14,8 GHz.

FIGURE 8

Diagrammes de référence des composantes copolaire et contrapolaire de l'antenne de réception du satellite dans la Région 2



Courbe A: Composante copolaire (dB par rapport au gain du faisceau principal):

$$- 12 (\phi/\phi_0)^2 \quad \text{pour } 0 \leq \phi/\phi_0 \leq 1,45$$

$$- [22 + 20 \log (\phi/\phi_0)] \quad \text{pour } \phi/\phi_0 > 1,45$$

après l'intersection avec la courbe C: comme la courbe C

Courbe B: Composante contrapolaire (dB par rapport au gain du faisceau principal):

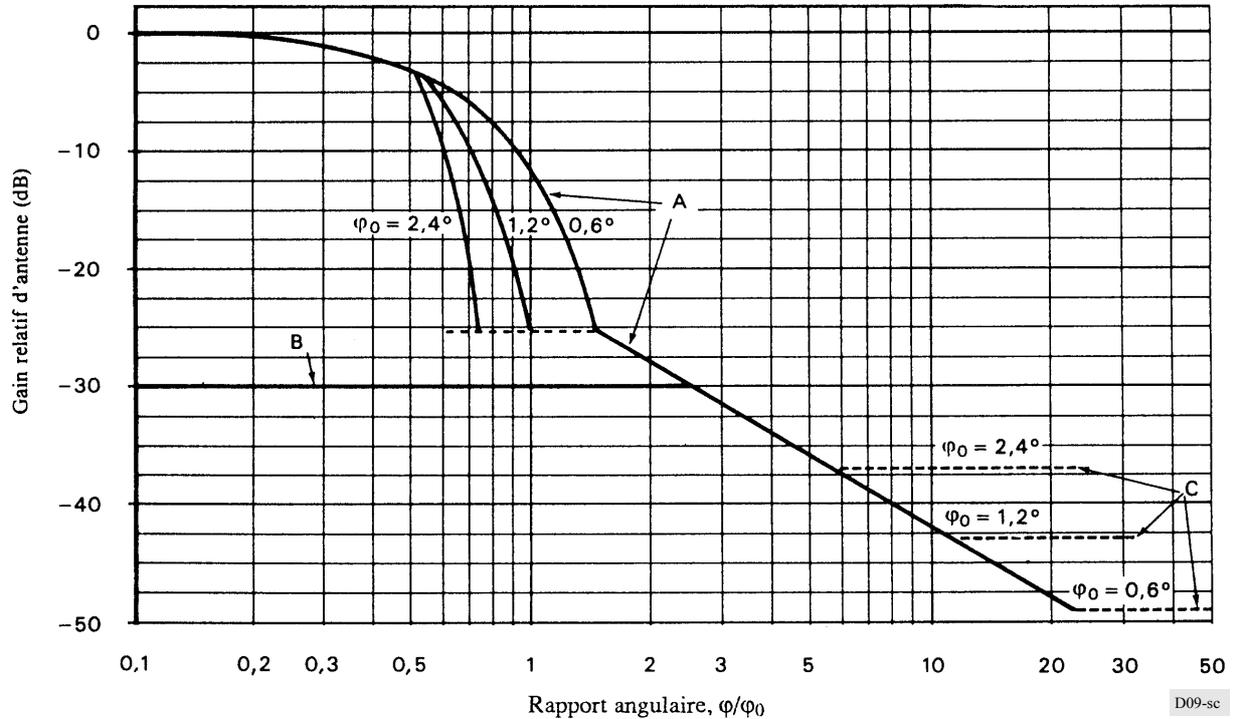
$$- 30 \quad \text{pour } 0 \leq \phi/\phi_0 \leq 2,51$$

après l'intersection avec la courbe A: comme la courbe A

Courbe C: Opposé du gain dans l'axe (la courbe C représentée sur cette Figure correspond au cas particulier d'une antenne ayant un gain dans l'axe de 46 dBi)

FIGURE 9

Diagrammes de référence pour les composantes copolaire et contrapolaire des antennes de réception de satellites avec décroissance rapide dans le faisceau principal pour la Région 2



Courbe A: Composante copolaire (dB par rapport au gain du faisceau principal):

$$\begin{aligned}
 & -12 (\varphi/\varphi_0)^2 && \text{pour } 0 \leq \varphi/\varphi_0 \leq 0,5 \\
 & -33,33 \varphi_0^2 (\varphi/\varphi_0 - x)^2 && \text{pour } 0,5 < \varphi/\varphi_0 \leq 0,87/\varphi_0 + x \\
 & -25,23 && \text{pour } 0,87/\varphi_0 + x < \varphi/\varphi_0 \leq 1,413 \\
 & -[22 + 20 \log (\varphi/\varphi_0)] && \text{pour } \varphi/\varphi_0 > 1,413
 \end{aligned}$$

après l'intersection avec la courbe C: comme la courbe C

Courbe B: Composante contrapolaire (dB par rapport au gain du faisceau principal):

$$-30 \quad \text{pour } 0 \leq \varphi/\varphi_0 < 2,51$$

après l'intersection avec la courbe A: comme la courbe A

Courbe C: Opposé du gain dans l'axe du faisceau principal (les courbes A et C représentent des exemples pour trois antennes ayant des valeurs de φ_0 différentes de celles indiquées sur la Fig. 9. Les gains dans l'axe de ces antennes sont respectivement de 37, 43 et 49 dBi),

où:

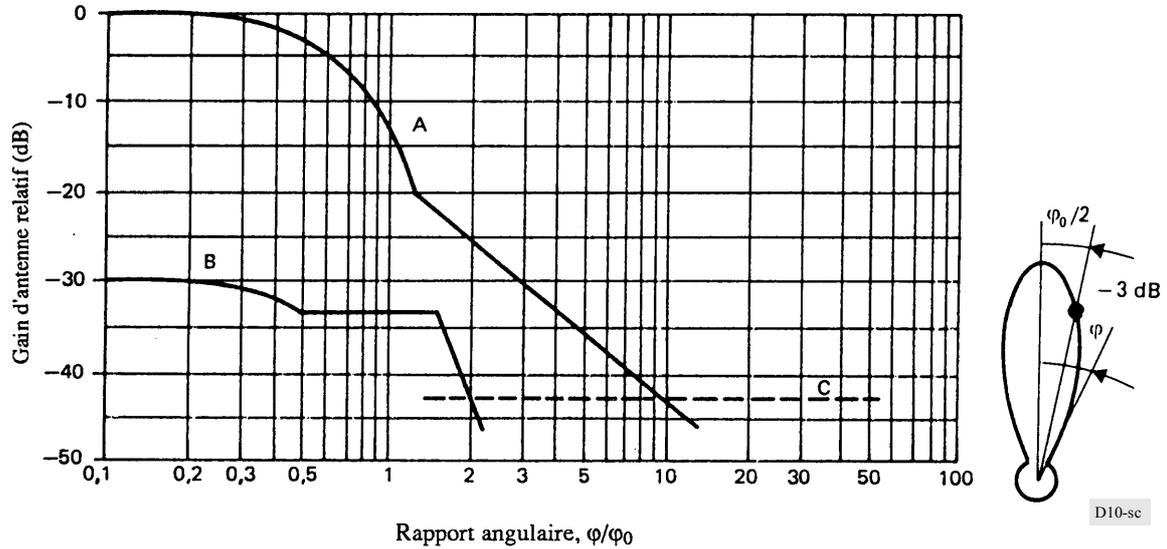
φ : angle par rapport à l'axe du faisceau principal (degrés)

φ_0 : dimension de l'ellipse minimale couvrant la zone de service de la liaison de connexion dans la direction considérée (degrés)

$$x = 0,5 (1 - 0,6/\varphi_0)$$

FIGURE 10

Diagramme de référence de l'antenne de réception du satellite, généralement utilisé dans les Régions 1 et 3



Courbe A: Composante copolaire

Le diagramme de référence copolaire est donné par la formule:

Gain relatif copolaire (dB)

$$G = -12 (\varphi/\varphi_0)^2 \quad \text{pour } 0 \leq \varphi/\varphi_0 \leq 1,30$$

$$G = -17,5 - 25 \log (\varphi/\varphi_0) \quad \text{pour } \varphi/\varphi_0 > 1,30$$

après l'intersection avec la courbe C: comme la courbe C (la courbe C est l'opposé algébrique du gain dans l'axe)

Courbe B: Composante contrapolaire

Le diagramme de référence contrapolaire est donné par la formule:

Gain relatif contrapolaire (dB)

$$G = -30 - 12 (\varphi/\varphi_0)^2 \quad \text{pour } 0 \leq \varphi/\varphi_0 \leq 0,5$$

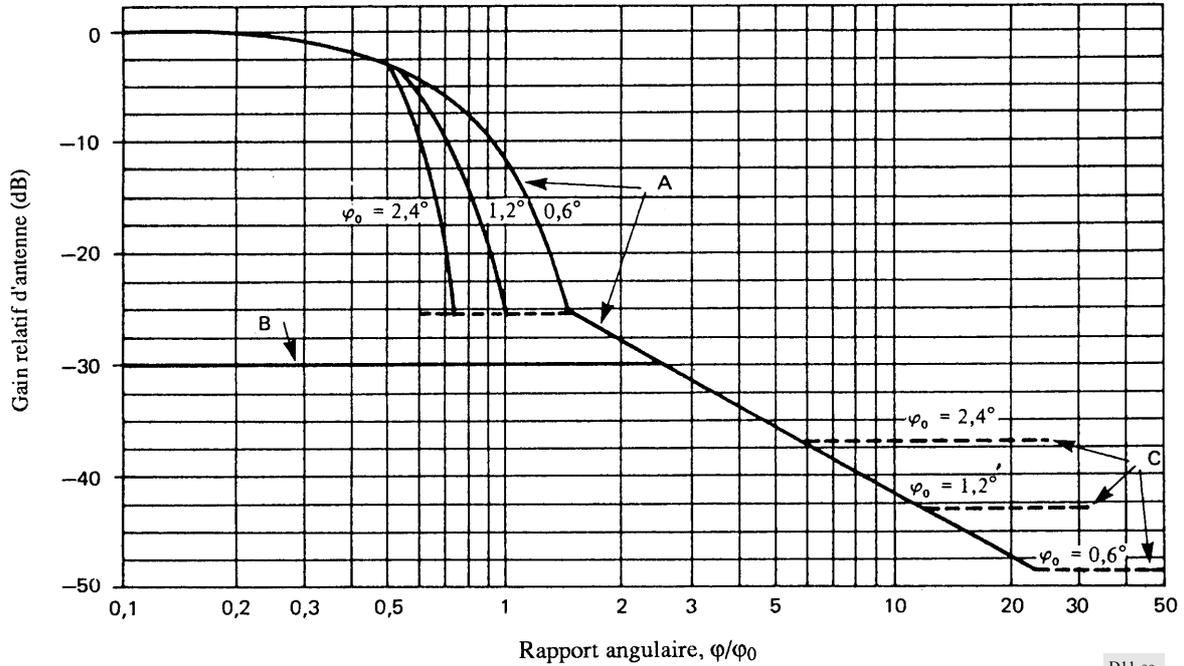
$$G = -33 \quad \text{pour } 0,5 < \varphi/\varphi_0 \leq 1,67$$

$$G = -40 - 40 \log (\varphi/\varphi_0 - 1) \quad \text{pour } \varphi/\varphi_0 > 1,67$$

après l'intersection avec la courbe C: comme la courbe C (la courbe C est l'opposé algébrique du gain dans l'axe)

FIGURE 11

Diagrammes de référence pour les composantes copolaire et contrapolaire des antennes de réception de satellite avec décroissance rapide dans le faisceau principal pour les Régions 1 et 3



D11-sc

Courbe A: Composante copolaire (dB par rapport au gain du faisceau principal):

$$\begin{aligned}
 & -12 (\varphi/\varphi_0)^2 && \text{pour } 0 \leq \varphi/\varphi_0 \leq 0,5 \\
 & -33,33 \varphi_0^2 (\varphi/\varphi_0 - x)^2 && \text{pour } 0,5 < \varphi/\varphi_0 \leq 0,87/\varphi_0 + x \\
 & -25,23 && \text{pour } 0,87/\varphi_0 + x < \varphi/\varphi_0 \leq 1,413 \\
 & -[22 + 20 \log (\varphi/\varphi_0)] && \text{pour } \varphi/\varphi_0 > 1,413
 \end{aligned}$$

après l'intersection avec la courbe C: comme la courbe C

Courbe B: Composante contrapolaire (dB par rapport au gain du faisceau principal):

$$-30 \quad \text{pour } 0 \leq \varphi/\varphi_0 < 2,51$$

après l'intersection avec la courbe A: comme la courbe A

Courbe C: Opposé algébrique du gain dans l'axe du faisceau principal (les courbes A et C représentent des exemples pour trois antennes ayant des valeurs de φ_0 différentes de celles indiquées sur la Fig. 11. Les gains dans l'axe de ces antennes sont respectivement de 37, 43 et 49 dBi),

où:

φ : angle hors axe (degrés)

φ_0 : dimension de l'ellipse minimale couvrant la zone de service de la liaison de connexion dans la direction considérée (degrés)

$$x = 0,5 (1 - 0,6/\varphi_0)$$

ANNEXE 1

1 Introduction

Pour planifier le service de radiodiffusion par satellite, il convient de formuler certaines hypothèses au sujet du gain maximal de l'antenne (à la fois pour l'émission et la réception) et sur la façon dont le gain décroît en fonction de l'angle mesuré à partir de l'axe du faisceau. Ces renseignements sont indispensables pour le calcul du brouillage entre plusieurs émissions destinées à des zones de service différentes. Les diagrammes sont présentés en fonction du rapport angulaire φ/φ_0 , où φ est l'angle mesuré à partir de l'axe du faisceau et φ_0 est l'ouverture angulaire du faisceau à -3 dB. Les niveaux sont exprimés en dB par rapport au gain maximal (sur l'axe) de l'antenne.

On a établi des diagrammes séparés pour la composante de même polarisation (composante copolaire) et la composante de polarisation orthogonale (composante contrapolaire). Ces diagrammes, qui s'appliquent à la fois à la polarisation rectiligne et à la polarisation circulaire, devraient être applicables à l'ensemble de la bande de radiodiffusion considérée et à tous les azimuts.

2 Antenne de réception de la station terrienne**2.1 Composante copolaire**

Puisque les systèmes de radiodiffusion impliquent l'emploi de nombreuses antennes de réception (tant pour la réception individuelle que pour la réception communautaire), les normes de qualité de fonctionnement qu'il est raisonnable d'appliquer en tenant compte des facteurs économiques, tendront à être inférieures à celles des antennes d'émission. De plus, lorsqu'on spécifie le diagramme de référence, il faut tenir compte des erreurs probables de pointage de l'antenne vers le satellite utile.

On propose que, pour tenir compte de l'erreur de pointage, le diagramme de référence corresponde à un gain relatif de 0 dB pour des rapports angulaires allant jusqu'à $\varphi/\varphi_0 = 0,25$. Ensuite, on peut s'attendre à ce que la courbe devienne parabolique (c'est-à-dire que le niveau relatif soit égal à $-12 (\varphi/\varphi_0)^2$ (dB)), de la même manière que dans le cas de l'antenne d'émission étudiée au § 3.1, jusqu'à un niveau de -6 dB.

Pour de plus grands angles, le niveau relatif dépendra de la mesure dans laquelle on utilise des techniques de réduction des lobes latéraux.

Pour les antennes de réception individuelle, sans utiliser de telles techniques, la limite supérieure du niveau relatif diminue à partir du point à -6 dB, d'un facteur donné par l'expression:

$$-[9 + 20 \log (\varphi/\varphi_0)] \quad \text{dB}$$

jusqu'à $\varphi/\varphi_0 = 1,26$, puis, de ce point, d'un facteur supérieur donné par l'expression:

$$-[8,5 + 25 \log (\varphi/\varphi_0)] \quad \text{dB}$$

jusqu'à $\varphi/\varphi_0 = 9,55$. Au-delà de ce point, on prend pour le reste de l'enveloppe un niveau constant de -33 dB.

Selon la CAMR-RS-77, la courbe A de la Fig. 1 (réception individuelle dans la Région 2) s'étend jusqu'à une valeur de $\varphi/\varphi_0 = 15,14$ et avec une valeur constante de -38 dB au-delà de $15,14$ (voir l'Annexe 8 aux Actes finals de la CAMR-RS-77).

Pour la réception communautaire sans recours aux techniques de suppression des lobes latéraux, le niveau relatif est donné par l'expression:

$$-[10,5 + 25 \log (\varphi/\varphi_0)] \quad \text{dB}$$

à partir de $\varphi/\varphi_0 = 0,86$ et jusqu'au niveau correspondant à l'opposé algébrique du gain sur l'axe du faisceau principal. Le diagramme correspondant à un récepteur communautaire sans suppression de lobes latéraux est représenté par la courbe A' de la Fig. 1.

Si l'on emploie les techniques de suppression des lobes latéraux, on peut prolonger la courbe $-12 (\varphi/\varphi_0)^2$ jusqu'à un rapport angulaire de $\varphi/\varphi_0 = 1,44$, correspondant à un niveau relatif de -25 dB. On peut maintenir les lobes latéraux à un niveau inférieur à celui-ci pour un rapport angulaire de $\varphi/\varphi_0 = 3,8$, ensuite le niveau diminue selon une courbe définie par l'expression:

$$-[10,5 + 25 \log (\varphi/\varphi_0)] \quad \text{dB}$$

2.2 Composante contrapolaire

Le niveau de la composante contrapolaire peut être défini de la même manière que dans le cas de l'antenne d'émission, mais il faut s'attendre à obtenir une qualité de fonctionnement moins satisfaisante. De plus, il convient de tenir compte des erreurs probables de pointage de l'antenne. Ainsi, on propose que le niveau soit égal à -25 dB pour un rapport angulaire $\varphi/\varphi_0 = 0,25$. Ce niveau augmente ensuite selon la courbe:

$$-(30 + 40 \log |(\varphi/\varphi_0) - 1|) \quad \text{dB}$$

jusqu'à un maximum de -20 dB, qui est maintenu jusqu'à un rapport angulaire $\varphi/\varphi_0 = 1,4$. Il diminue ensuite selon la courbe:

$$-(30 + 25 \log |(\varphi/\varphi_0) - 1|) \quad \text{dB}$$

pour arriver à -30 dB. Il garde le niveau de -30 dB jusqu'à ce qu'il croise la courbe de la composante copolaire, qu'il suit ensuite. Le diagramme ainsi obtenu est représenté par la courbe B de la Fig. 1. On peut considérer qu'il s'applique à la réception individuelle et à la réception communautaire.

3 Antenne d'émission du satellite

La planification s'est fondée sur l'hypothèse selon laquelle les faisceaux qui partent du satellite ont des sections transversales elliptiques ou circulaires; les diagrammes de référence reposent sur cette hypothèse.

Néanmoins, les antennes ayant des faisceaux d'une forme spéciale peuvent être très utiles aux satellites de radiodiffusion; elles facilitent en effet la suppression d'un débordement indésirable sur des pays voisins, tout en assurant la couverture efficace de la zone de service prévue.

3.1 Composante copolaire

Il est commode de considérer que le diagramme de référence se compose de trois sections:

- le lobe principal, correspondant approximativement à $0 < \varphi/\varphi_0 < 1,6$;
- les lobes latéraux proches du faisceau principal, correspondant approximativement à $1,6 < \varphi/\varphi_0 < 3,2$;
- les lobes latéraux éloignés du faisceau principal, correspondant approximativement à $\varphi/\varphi_0 > 3,2$.

L'enveloppe du lobe principal peut être représentée de façon approximative satisfaisante au moyen d'une courbe de la forme $-12 (\varphi/\varphi_0)^2$ (dB). Cela est confirmé par les mesures effectuées sur un certain nombre d'antennes déjà construites aux Etats-Unis d'Amérique.

Le niveau de rayonnement dans la région des lobes latéraux proches du faisceau principal est particulièrement important pour les satellites de radiodiffusion, puisqu'il aura un effet significatif sur le brouillage entre les différentes zones de service. C'est pourquoi l'emploi d'antennes conçues de manière à réduire le niveau des lobes latéraux proches du faisceau principal est indispensable.

Grâce à une alimentation décalée, certaines configurations telles que le montage Cassegrain, permettent de réduire le niveau des lobes secondaires à moins de -30 dB.

Pour des lobes latéraux éloignés, les mesures effectuées aux Etats-Unis d'Amérique indiquent qu'avec la technologie actuelle, on peut maintenir le niveau dans une enveloppe définie par la courbe:

$$-[17,5 + 25 \log (\varphi/\varphi_0)] \quad \text{dB}$$

Les études effectuées par l'Agence spatiale européenne montrent qu'il serait possible, si cela s'avérait nécessaire, de concevoir des antennes dans lesquelles le niveau des lobes latéraux éloignés diminue plus rapidement, en fonction de φ/φ_0 , que ne l'indique l'expression ci-dessus.

On admet qu'il doit exister en pratique une limite un peu plus basse à partir de laquelle le niveau suit une courbe asymptote. Pour le diagramme de référence, on considère que cette limite est égale à l'opposé algébrique de la valeur du gain sur l'axe du faisceau principal de l'antenne.

Compte tenu de ce qui précède, le diagramme de référence proposé pour la composante copolaire de l'antenne d'émission du satellite est défini sur la Fig. 3. Dans la pratique, il peut se révéler difficile d'obtenir des valeurs proches de $\varphi/\varphi_0 = 1,5$. Une méthode permettant d'améliorer cette situation consiste à utiliser un réflecteur plus grand avec une illumination dégressive.

3.2 Composante contrapolaire

Une étude effectuée par l'Union européenne de radiodiffusion suggère que la limite supérieure de la composante contrapolaire peut être exprimée de la manière suivante:

$$-(a + b \log |(\varphi/\varphi_0) - 1|) \quad \text{dB} \quad (1)$$

dans laquelle a et b sont des constantes.

On tient compte de la discontinuité qui se produit pour $\varphi/\varphi_0 = 1$ en appliquant une limitation aux valeurs admises de l'enveloppe.

Théoriquement, on peut arbitrairement maintenir un niveau très faible pour tous les angles, et certaines études ont montré que ce niveau pouvait même s'abaisser à -40 dB. Toutefois, en attendant d'acquérir une plus grande expérience pratique de la conception et de la construction des antennes à très faible rayonnement contrapolaire, il est prudent d'adopter, pour le diagramme de référence, une spécification sensiblement moins rigoureuse.

Dans la pratique, le niveau de réponse contrapolaire dépend en premier lieu des caractéristiques de la source. Si la source d'alimentation de l'antenne d'émission est utilisée exclusivement pour l'émission et ne fait pas partie d'un ensemble d'alimentation à fonctions multiples, d'excellentes réponses contrapolaires peuvent être obtenues, de l'ordre de -35 à -40 dB au-dessus du faisceau principal.

Compte tenu de la quantité limitée d'informations dont on dispose sur les résultats de mesure, il est proposé de considérer a et b comme égaux à 40 dans l'expression (1) avec une limite supérieure de -33 à $\varphi/\varphi_0 < 1,5$ et une limite égale à l'opposé algébrique de la valeur du gain sur l'axe du faisceau principal pour $\varphi/\varphi_0 > 1,5$.

Le diagramme proposé est représenté à la Fig. 3. Dans la pratique, il peut se révéler difficile d'obtenir des valeurs situées au voisinage de la ligne de visée.

Si l'ensemble d'alimentation est utilisé à la fois pour l'émission et la réception, ou si l'on utilise un ensemble à plusieurs sources pour produire un faisceau de forme irrégulière, on risque de ne pouvoir obtenir les caractéristiques contrapolaires de la Fig. 3.

3.3 Valeurs proposées pour φ_0

Les valeurs de φ_0 à considérer pour les différents types de réception de radiodiffusion sont indiquées dans le Tableau 1.

On peut utiliser, dans certaines installations de réception, des antennes à gain plus élevé, par exemple pour obtenir un plus grand rapport signal/bruit, mais le tableau a pour objet d'indiquer les valeurs de φ_0 pour les antennes qui seront vraisemblablement utilisées dans la plupart des installations de réception.

Il y a lieu de signaler que les antennes à petites ouvertures de faisceau exigent un réglage et un montage très précis si l'on veut éviter une dégradation de la réception; il sera peut-être nécessaire également de spécifier le déplacement maximal du satellite pour lequel les exigences sont plus sévères que pour les satellites d'autres services.

TABLEAU 1

Ouverture de faisceau à mi-puissance, φ_0 pour antennes de réception au sol (Le diamètre correspondant est indiqué entre parenthèses)

Fréquence	Service de radiodiffusion par satellite		Service de radiodiffusion de Terre
	Réception communautaire	Réception individuelle	
12 GHz (1)	1,0° (1,8 m) (Régions 1 et 3)	2,0° (Régions 1 et 3) (0,9 m) 1,7° (Région 2) (1 m)	3,0° (2) (0,6 m)

(1) Valeurs de φ_0 adoptées par la CAMR-RS-77 pour la planification du service de radiodiffusion par satellite dans la bande des 12 GHz dans les Régions 1 et 3 et par la CARR SAT-83 pour la planification du service de radiodiffusion par satellite dans la bande des 12 GHz dans la Région 2.

(2) Certaines administrations proposent une valeur différente.