

DIAGRAMME DE RAYONNEMENT DE RÉFÉRENCE DES ANTENNES DE STATIONS TERRIENNES DE NAVIRE

(Programme d'études 17A/8)

(1982-1986)

1. Introduction

Le présent Rapport traite des diagrammes de rayonnement de référence des antennes de stations terriennes de navire qu'il convient d'utiliser pour évaluer le brouillage entre ces stations et des stations de Terre ou des stations spatiales de systèmes à satellites partageant les mêmes bandes de fréquences.

Ce Rapport présente des mesures réelles de diagrammes d'antennes effectuées dans un polygone d'essais et montre que ces diagrammes sont bien en dessous des diagrammes de rayonnement de référence proposés par d'autres Commissions d'études et définis par la CAMR-79.

2. Diagrammes de rayonnement de référence d'antennes existantes

Certaines Commissions d'études du CCIR ont défini divers diagrammes de rayonnement (la Commission 4 dans les Rapports 390 et 391, la Commission 8 dans le Rapport 771 et la Commission 9 dans le Rapport 614). Ces Rapports décrivent un diagramme de rayonnement de référence pour des antennes de diamètre inférieur à 100 longueurs d'ondes, comme indiqué ci-dessous:

$$G = 52 - 10 \log \frac{D}{\lambda} - 25 \log \varphi \quad \text{dB} \quad \text{pour } 100 \frac{\lambda}{D} \leq \varphi < \varphi_1$$

$$G = G_1 \quad \text{dB} \quad \text{pour } \varphi_1 \leq \varphi$$

où:

D : représente le diamètre de l'antenne	}	exprimés dans la même unité
λ : représente la longueur d'onde		
φ : représente l'angle mesuré en degrés à partir de l'axe du faisceau		

Dans le Rapport 391, on admet que G_1 est égal à -10 dB. En revanche, dans le Rapport 614, on admet que G_1 est égal à 0 dB. Pour les valeurs de φ inférieures à $100 \lambda/D$, la CAMR-79 a défini le diagramme de rayonnement de référence suivant pour les calculs de brouillage:

$$G = G_{max} - 2,5 \times 10^{-3} \left(\frac{D}{\lambda} \varphi \right)^2 \quad \text{dB} \quad \text{pour } 0 < \varphi < \varphi_m$$

$$G = 2 + 15 \log \frac{D}{\lambda} \quad \text{dB} \quad \text{pour } \varphi_m \leq \varphi < 100 \frac{\lambda}{D}$$

$$\text{où, } \varphi_m = \frac{20 \lambda}{D} \sqrt{G_{max} - 2 - 15 \log \frac{D}{\lambda}} \quad (\text{degrés})$$

et G_{max} = le gain maximal de l'antenne par rapport à une antenne isotrope.

Ces équations sont fondées sur l'hypothèse d'une antenne à réflecteur parabolique circulaire, ce qui pourrait ne pas être approprié pour certains types d'antennes susceptibles d'être utilisés à l'avenir pour les stations terriennes de navire. En conséquence, l'utilisation de ce type de diagramme devrait être nettement limitée au cas d'antennes à réflecteur parabolique circulaire. De plus, les Rapports susmentionnés ne traitent pas spécifiquement de la question de savoir si ces équations sont applicables pour des valeurs très faibles de D/λ ; pour des antennes dont le diamètre ne dépasse pas 4λ , la valeur de G_1 doit donc être déterminée avec soin, compte tenu des diagrammes de rayonnement mesurés.

3. Diagrammes de rayonnement mesurés

Toutes les stations terriennes de navire construites à ce jour pour le système MARISAT sont dotées d'une antenne à réflecteur parabolique de diamètre compris entre 1,2 et 1,3 m, avec un rapport G/T de -4 dB(K⁻¹). Cette valeur du rapport G/T est la norme actuellement imposée pour les stations terriennes de navire INMARSAT de la classe A.

Les Fig. 1 et 2 contiennent des diagrammes d'antenne mesurés pour une antenne de 1,3 m respectivement pour les fréquences d'émission et de réception. Les Fig. 3 et 4 contiennent des diagrammes d'antenne mesurés pour une antenne de 1,2 m respectivement pour les fréquences d'émission et de réception. La Fig. 5 contient un diagramme d'antenne mesuré pour une antenne de 0,8 m pour des fréquences de réception.

Lorsque l'on présente des renseignements sur les diagrammes de rayonnement d'antenne mesurés, il convient que l'on suive les directives ci-après:

- présenter, pour chaque diamètre d'antenne, seulement deux figures, l'une pour la bande d'émission et l'autre pour la bande de réception, qui comprendraient toutes les données disponibles sur ce type d'antenne;
- ne relever que les crêtes des lobes latéraux mesurées dans la bande de fréquences appropriée ainsi que des coupes du diagramme de rayonnement, pour tout angle à partir de l'axe du faisceau;
- le diagramme de rayonnement de référence décrit dans la section 5 doit être inclus dans toutes les figures;
- les figures doivent être présentées sur un côté (le côté droit) avec les crêtes mesurées superposées de chaque côté;
- l'indication de l'axe vertical doit être: «gain relatif isotrope (dB)» avec une échelle de 2 dB par centimètre;
- l'indication de l'axe horizontal doit être «angle par rapport à l'axe du faisceau (degrés)» avec une échelle linéaire de 10° pour 8 millimètres.

Les Fig. 1 à 5 du présent Rapport ont été tracées conformément à ces directives.

4. Effets des réflexions sur la mer et la superstructure des navires

On a envisagé de définir séparément, aux fins des études de brouillage, d'une part les objectifs de conception, d'autre part les diagrammes de rayonnement de référence, car les diagrammes doivent tenir compte des effets des réflexions locales sur la mer et la superstructure des navires.

Il est cependant très difficile d'estimer quantitativement ces effets, qui peuvent être de l'ordre de plusieurs dB, car les directions des ondes réfléchies varient lorsque le navire se déplace. De plus, la probabilité dans le temps pour que ces réflexions donnent lieu à des brouillages est très difficile à évaluer. Il y a lieu d'entreprendre des études en vue d'élucider les effets de ces réflexions.

5. Diagramme de rayonnement de référence pour stations terriennes de navire

D'après ce qui précède, et en suivant une méthode prudente, on peut raisonnablement adopter le diagramme de rayonnement de référence suivant pour les antennes de stations terriennes de navire:

$$\begin{aligned}
 G &= G_{max} - 2,5 \times 10^{-3} \left(\frac{D}{\lambda} \varphi \right)^2 && \text{dB} && \text{pour } 0 < \varphi < \varphi_m \\
 G &= 2 + 15 \log \frac{D}{\lambda} && \text{dB} && \text{pour } \varphi_m \leq \varphi < 100 \frac{\lambda}{D} \\
 G &= 52 - 10 \log \frac{D}{\lambda} - 25 \log \varphi && \text{dB} && \text{pour } 100 \frac{\lambda}{D} \leq \varphi < \varphi_1 \\
 G &= 0 \text{ dB} && && \text{pour } \varphi_1 \leq \varphi
 \end{aligned}$$

$$\text{où: } \varphi_m = \frac{20 \lambda}{D} \sqrt{G_{max} - 2 - 15 \log \frac{D}{\lambda}} \quad (\text{degrés})$$

$$\varphi_1 = 120 \left(\frac{\lambda}{D} \right)^{0,4} \quad (\text{degrés})$$

Les autres variables sont définies à la section 2.

Ce diagramme a été indiqué sur les Fig. 1 à 6.

6. Condition imposée aux lobes latéraux dans le système INMARSAT

A partir des diagrammes de rayonnement mesurés d'antennes à réflecteur parabolique d'un diamètre compris entre 0,8 m et 1,2 m, on a formulé comme suit les conditions imposées à l'enveloppe des lobes latéraux des stations terriennes de navire INMARSAT de classe A:

$$\begin{aligned}
 G &= 8 && \text{dB} && (16^\circ \leq \varphi \leq 21^\circ) \\
 G &= 41 - 25 \log \varphi && \text{dB} && (21^\circ < \varphi \leq 57^\circ) \\
 G &= -3 && \text{dB} && (\varphi > 57^\circ)
 \end{aligned}$$

où G est le gain de l'antenne par rapport à une antenne isotrope dans une direction faisant un angle φ avec l'axe du faisceau.

Le diagramme de rayonnement type du système INMARSAT est représenté à la Fig. 6, avec le diagramme de rayonnement de référence déduit de la section 5 pour une antenne de 1,2 m de diamètre (gain maximal 24 dB).

7. Conclusions

Sur la base des diagrammes de rayonnement mesurés pour stations terriennes de navire, il est proposé d'adopter à titre provisoire, pour les antennes à réflecteur parabolique circulaire des stations terriennes de navire (rapport D/λ supérieur à 4), le diagramme de rayonnement de référence indiqué dans le présent Rapport pour les études de brouillage. Pour vérifier que ce diagramme est satisfaisant dans la pratique, les administrations sont priées de continuer à étudier et de mesurer des diagrammes de rayonnement d'antennes de station terrienne de navire de diverses dimensions, en s'inspirant des directives de la section 3 ci-dessus.

Comme certaines stations terriennes de navire peuvent être équipées d'antennes autres qu'à réflecteur parabolique, il serait intéressant d'étudier d'autres diagrammes de rayonnement mesurés. Les administrations sont invitées à présenter les renseignements correspondants pour divers types et dimensions d'antennes, en s'inspirant des directives de la section 3 ci-dessus.

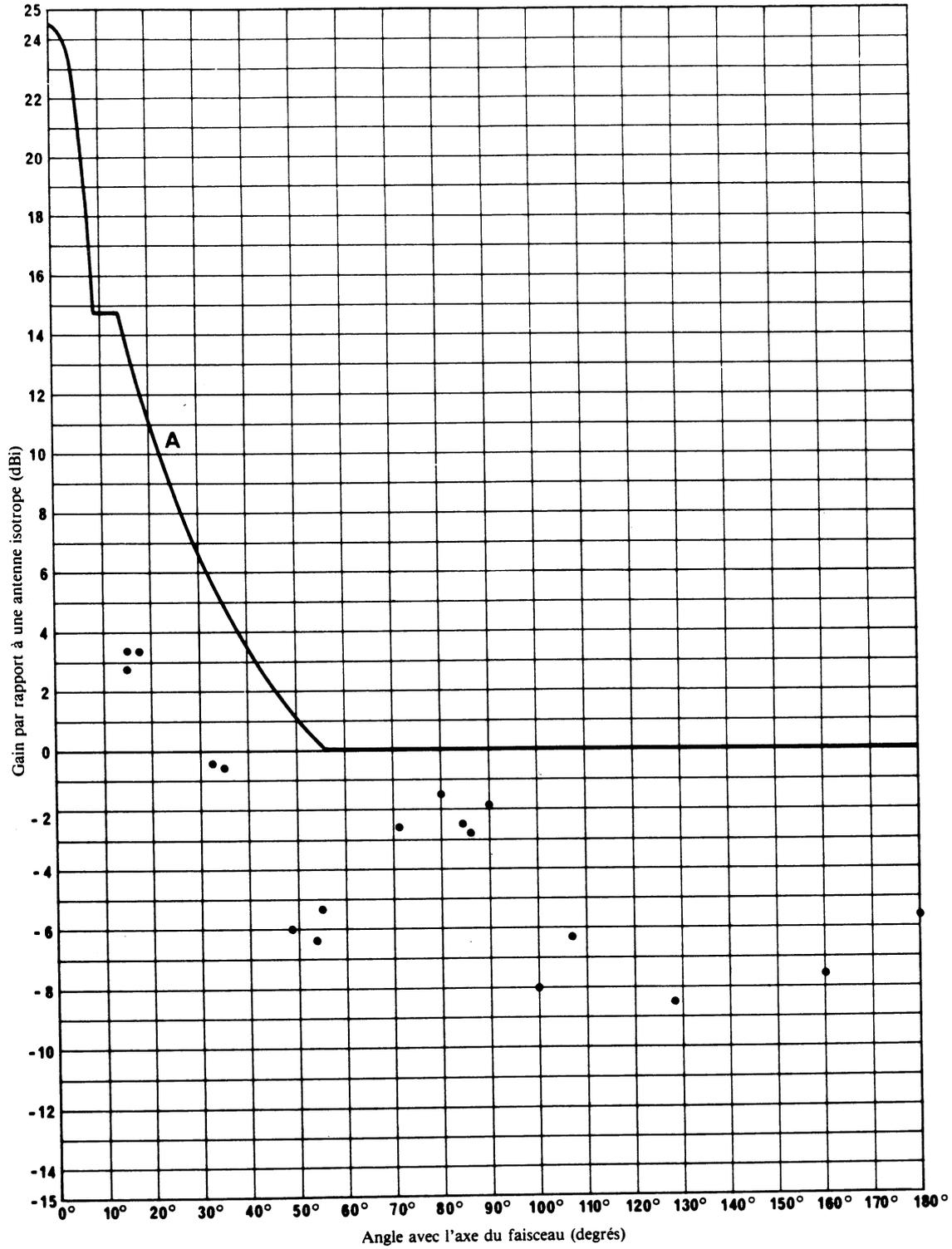


FIGURE 1 - Diagramme de rayonnement mesuré de l'antenne d'une station terrienne de navire

Type d'antenne: parabolique circulaire
 Bande de fréquences: 1636,5-1645 MHz (émission)
 Diamètre: 1,3 m

●: gain maximal: 24,6 dBi Polarisation: circulaire dextrorsum Constructeur: Royaume-Uni
 A: diagramme de rayonnement de référence

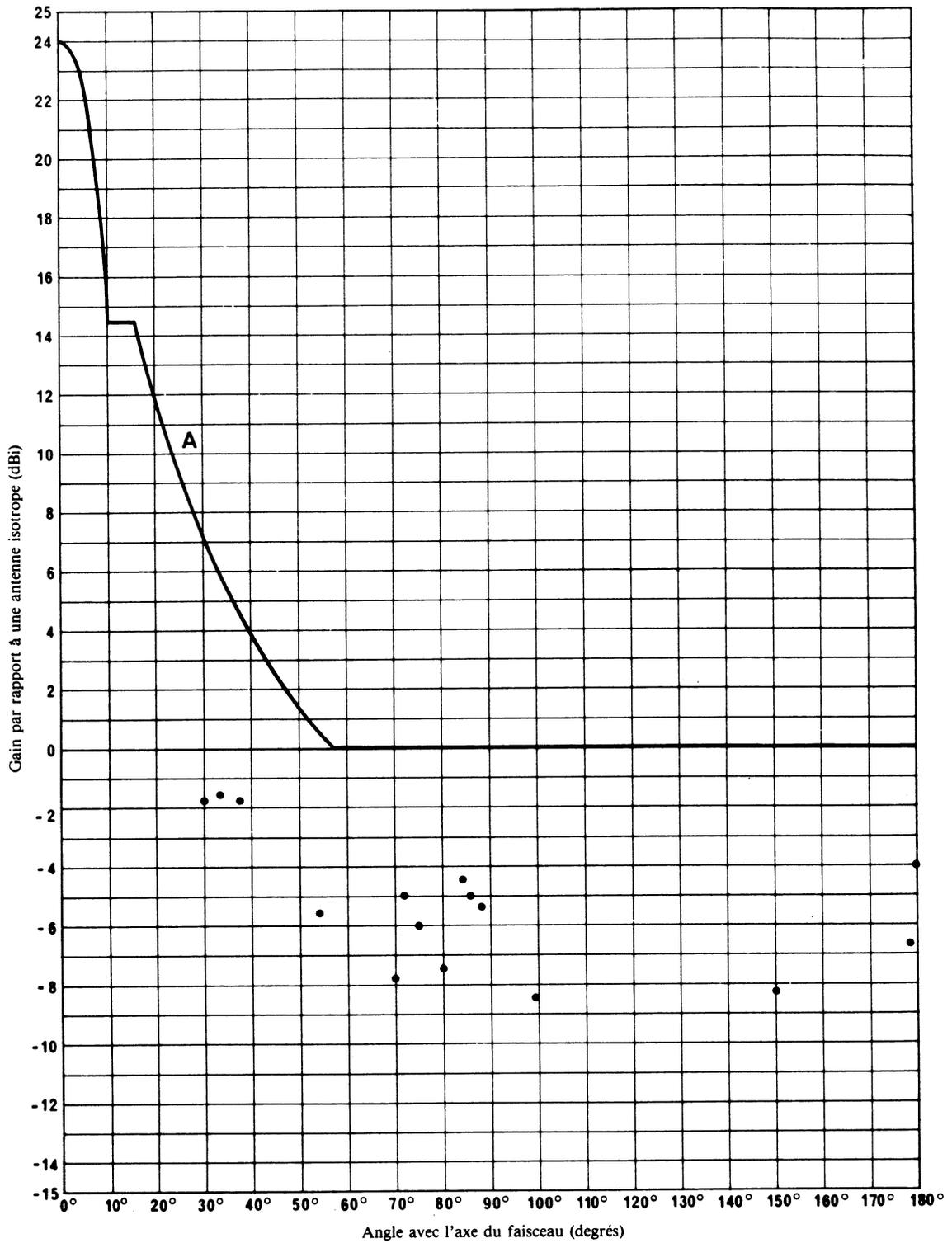


FIGURE 2 - Diagramme de rayonnement mesuré de l'antenne d'une station terrienne de navire

Type d'antenne: parabolique circulaire
 Bande de fréquences: 1535-1543,5 MHz (réception)
 Diamètre: 1,3 m

● : gain maximal: 24 dBi Polarisation: circulaire dextrorsum Constructeur: Royaume-Uni
 A: diagramme de rayonnement de référence

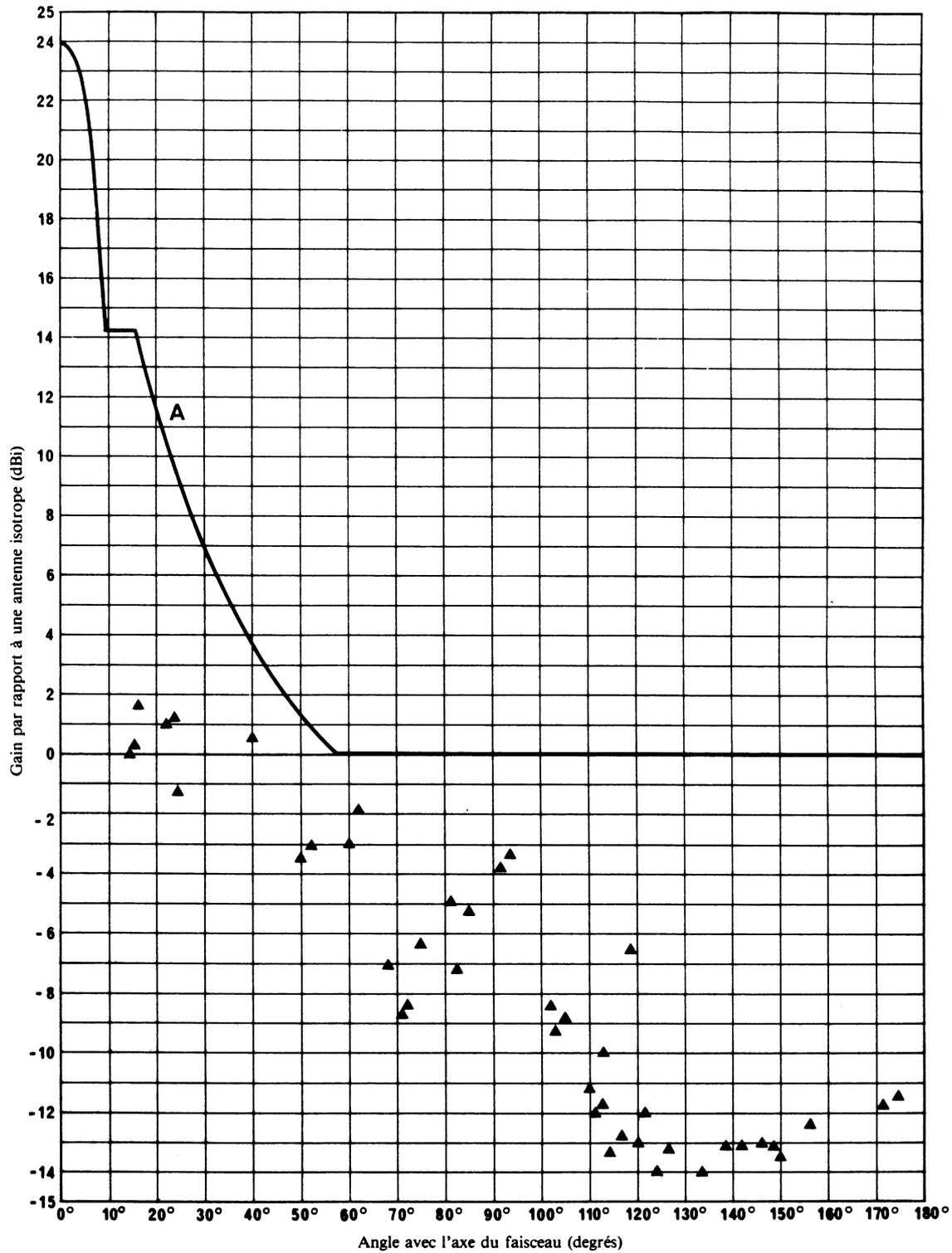


FIGURE 3 – Diagramme de rayonnement mesuré de l'antenne d'une station terrienne de navire

Type d'antenne: parabolique circulaire
 Bande de fréquences: 1636,5-1645 MHz (émission)
 Diamètre: 1,2 m

▲: gain maximal: 24 dBi Polarisation: circulaire dextrorsum Constructeur: Etats-Unis d'Amérique
 A: diagramme de rayonnement de référence

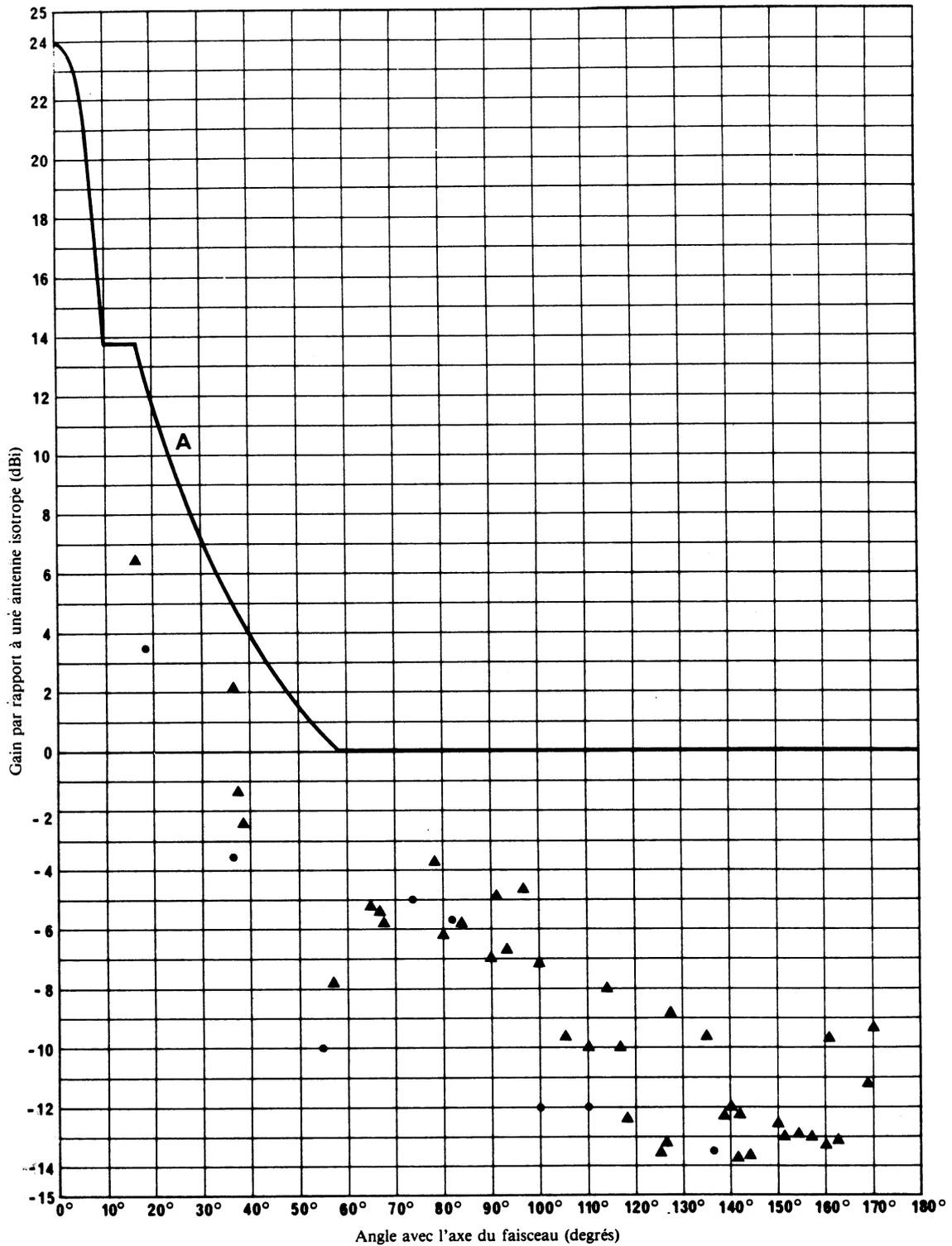


FIGURE 4 - Diagramme de rayonnement mesuré de l'antenne d'une station terrienne de navire

Type d'antenne: parabolique circulaire
 Bande de fréquences: 1535-1543,5 MHz (réception)
 Diamètre: 1,2 m

- : gain maximal: 23,9 dBi Polarisation: circulaire dextrorsum Constructeur: Japon
- ▲ : gain maximal: 23,5 dBi Polarisation: circulaire dextrorsum Constructeur: Etats-Unis d'Amérique
- A: diagramme de rayonnement de référence

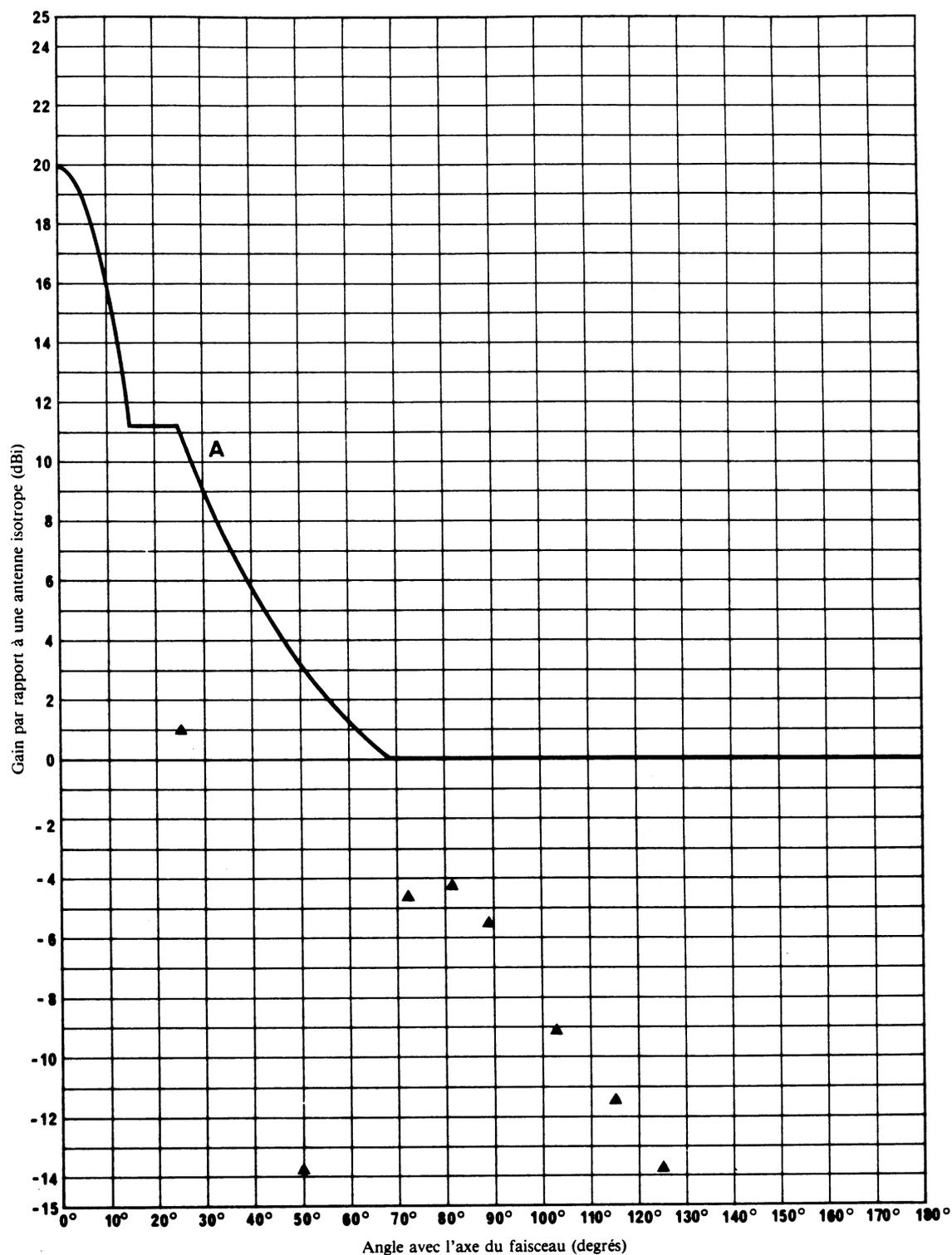


FIGURE 5 – Diagramme de rayonnement mesuré de l'antenne d'une station terrienne de navire

Type d'antenne: parabolique circulaire
 Bande de fréquences: 1535-1543,5 MHz (réception)
 Diamètre: 0,8 m

▲: gain maximal: 20 dBi Polarisation: circulaire dextrorsum Constructeur: Japon
 A: diagramme de rayonnement de référence

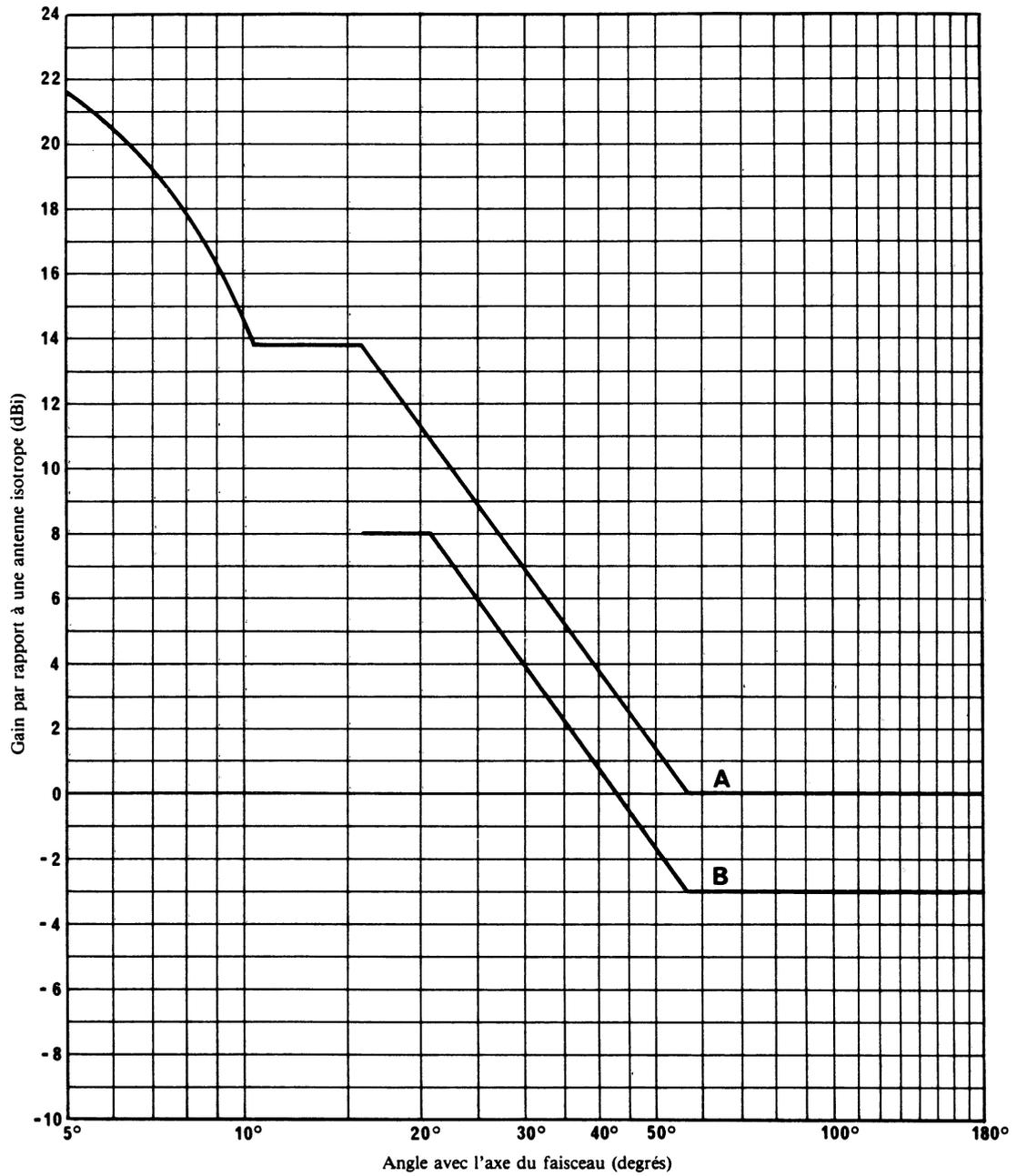


FIGURE 6 – Enveloppe des lobes latéraux d'une antenne de station terrestre de navire INMARSAT de classe A

A: diagramme de rayonnement de référence (diamètre d'antenne de 1,2 m, gain maximal 24 dBi)
 B: diagramme de rayonnement du système INMARSAT

ANNEXE I

PETITE ANTENNE DE PRIX MODIQUE POUR LES STATIONS TERRIENNES
DE NAVIRE A FAIBLE RAPPORT G/T

On trouvera dans la présente Annexe les diagrammes de rayonnement mesurés d'une antenne de conception simple (avec un système d'alimentation à spirale équi-angulaire) et de prix modique, qui a un gain de 13 dBi et une ouverture assez grande pour pouvoir fonctionner sans système de stabilisation complexe. Les caractéristiques de lobes latéraux sont favorables au regard des exigences d'INMARSAT pour une antenne de norme A (voir les Fig. 7 et 8). Bien que cette antenne ait été conçue initialement pour les stations terriennes de navire avec faible rapport G/T , elle pourrait avoir d'autres applications dans le service mobile par satellite.

Une description plus complète de ce type d'antenne est donnée dans le Rapport 921.

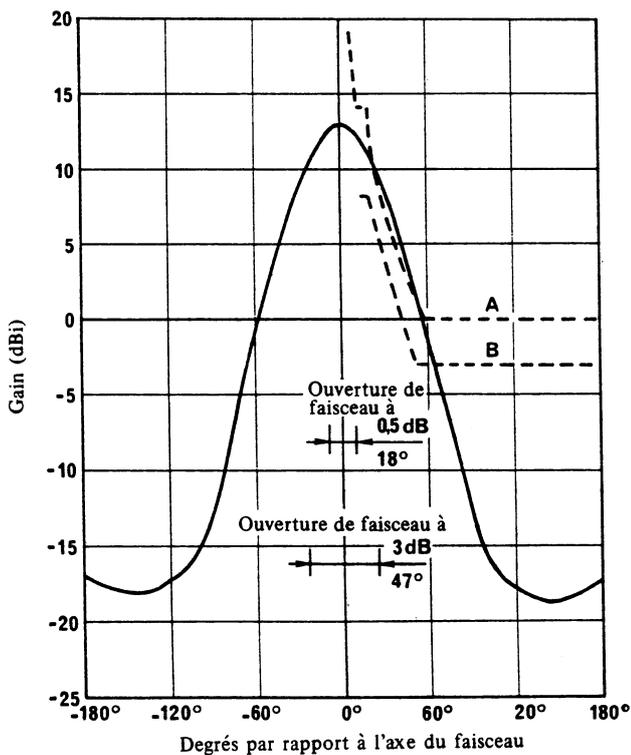


FIGURE 7 – Diagramme de rayonnement mesuré d'une antenne courte à rayonnement vers l'arrière

Type d'antenne : antenne courte à rayonnement vers l'arrière
Diamètre : 0,4 m
Bande de fréquences : 1535-1543,5 MHz
Gain maximum : 13 dBi
Polarisation : circulaire dextorsum

A : diagramme de référence du CCIR
B : diagramme de référence d'INMARSAT

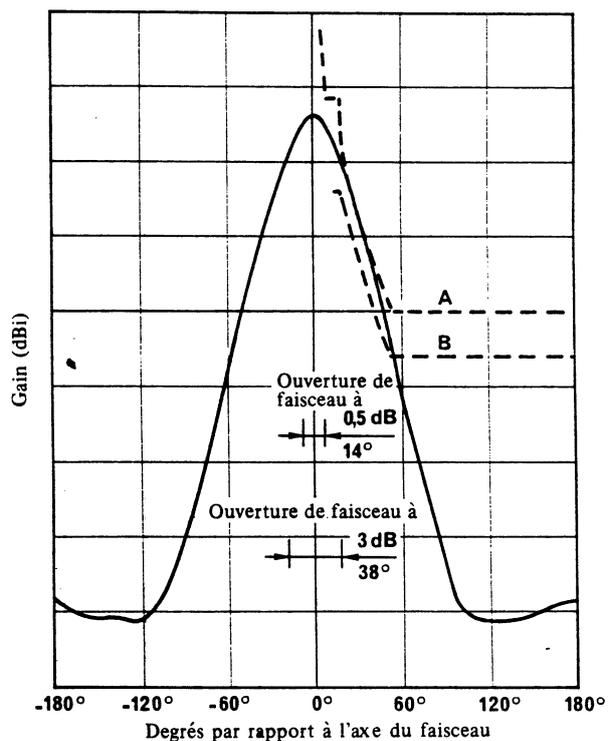


FIGURE 8 – Diagramme de rayonnement mesuré d'une antenne courte à rayonnement vers l'arrière

Type d'antenne : antenne courte à rayonnement vers l'arrière
Diamètre : 0,4 m
Bande de fréquences : 1636,5-1645 MHz
Gain maximum : 13 dBi
Polarisation : circulaire dextorsum

A : diagramme de référence du CCIR
B : diagramme de référence d'INMARSAT