

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R M.1470 (05/2000)

Méthode de partage entre les systèmes du SMS (Terre vers espace) et les systèmes existants du service de radionavigation par satellite (espace vers Terre) dans les bandes de fréquences 149,9-150,05 MHz et 399,9-400,05 MHz

Série M

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



Union
internationale des
télécommunications

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, 2010

© UIT 2010

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.1470*

**Méthode de partage entre les systèmes du SMS (Terre vers espace)
et les systèmes existants du service de radionavigation
par satellite (espace vers Terre) dans les bandes de
fréquences 149,9-150,05 MHz et 399,9-400,05 MHz**

(Question UIT-R 201/8)

(2000)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que la CMR-97 a alloué les bandes 149,9-150,05 MHz au SMS à titre coprimaire dans la direction Terre vers espace, au niveau mondial, conjointement avec le service de radionavigation par satellite (SRNS);
- b) que la CMR-97 a alloué la bande 399,9-400,05 MHz au SMS à titre coprimaire dans la direction Terre vers espace, au niveau mondial, conjointement avec le service de radionavigation par satellite (SRNS);
- c) que conformément au numéro 5.224A du RR, l'utilisation des bandes 149,9-150,05 MHz et 399,9-400,05 MHz par le SMS (Terre vers espace) est limitée au service SMTS (Terre vers espace) jusqu'au 1er janvier 2015;
- d) qu'un système SRNS existant utilise les bandes 149,9-150,05 MHz et 399,9-400,05 MHz dans la direction espace vers Terre;
- e) que conformément au numéro 5.220 du RR, le SMS ne doit pas limiter le développement et l'utilisation du SRNS dans les bandes 149,9-150,05 MHz et 399,9-400,05 MHz;
- f) que conformément au numéro 5.224B du RR, l'attribution au SRNS des bandes 149,9-150,05 MHz et 399,9-400,05 MHz reste en vigueur jusqu'au 1er janvier 2015,

reconnaissant

- a) que le numéro 4.10 du RR s'applique à l'utilisation de ces bandes par le SRNS,

reconnaissant également

- a) qu'aux termes du numéro 4.5 du RR «La fréquence assignée à une station d'un service donné doit être suffisamment éloignée des limites de la bande attribuée à ce service, de telle sorte que, compte tenu de la bande de fréquences assignée à la station, des brouillages préjudiciables ne soient pas causés aux services auxquels sont attribuées les bandes adjacentes», et qu'il est nécessaire de protéger les systèmes SRNS existants contre les brouillages préjudiciables dus à d'autres services,

* En accord avec la Résolution UIT-R 44, la Commission d'études 8 des radiocommunications a apporté des modifications éditoriales à la présente Recommandation en 2004.

recommande

- 1 que les informations techniques concernant les systèmes du SRNS et du SMS (Terre vers espace) dont le fonctionnement est prévu dans le cadre du SMTS (Terre vers espace) dans les bandes 149,9-150,05 MHz et 399,9-400,05 MHz, présentées à l'Annexe 1, soient utilisées comme valeurs de référence et comme critères pour assurer la protection des systèmes du SRNS contre les brouillages dus aux systèmes du SMTS (Terre vers espace);
- 2 que la méthodologie définie à l'Annexe 2 puisse être utilisée afin d'estimer le brouillage des systèmes du SRNS imputable aux systèmes du SMTS (Terre vers espace);
- 3 que les méthodes décrites à l'Annexe 3 soient utilisées pour mettre au point des solutions visant à faciliter le partage des bandes 149,9-150,05 MHz et 399,9-400,05 MHz entre les SMTS (Terre vers espace) et les systèmes de radionavigation par satellite existants.

Annexe 1

Caractéristiques du système existant du SRNS à utiliser pour l'évaluation du brouillage entre le SMTS (Terre vers espace) et le SRNS

1 Description du système de navigation spatiale TSYKADA

Le système de navigation spatiale TSYKADA comprend trois composantes de base. Il s'agit du segment spatial, du segment de commande au sol et du segment utilisateur.

1.1 Le segment spatial

Le système TSYKADA est constitué de sept satellites placés sur sept orbites planes à raison d'un satellite par plan orbital. Les longitudes des nœuds ascendants de ces sept orbites sont régulièrement espacées le long de l'Equateur, tandis que les plans orbitaux sont inclinés suivant un angle de 83°. La durée de révolution est de 1 h 45 min et l'altitude orbitale est de 1 000 km. L'orbite parcourue est circulaire et quasi polaire. Les Fig. 1 et 2 donnent la valeur du gain d'antenne d'émission.

1.2 Segment de commande au sol

Le segment de commande au sol comprend le centre de commande du système et le réseau de stations de surveillance au sol. Ces installations sont toutes situées sur le territoire de la Fédération de Russie.

Les stations de surveillance servent à mesurer les paramètres orbitaux des satellites ainsi que les décalages de leur horloge embarquée par rapport à l'horloge pilote du système. Ces données sont transmises au centre de commande du système. Le centre calcule les éphémérides des satellites et les données nécessaires à la mise à jour de leurs horloges; il les transmet quotidiennement aux satellites par l'intermédiaire des stations de surveillance.

1.3 Segment utilisateur

Le segment utilisateur est constitué des équipements de navigation installés à bord des navires. Le terminal utilisateur est constitué des antennes du récepteur de l'unité de traitement et du module d'entrée/sortie. Un ordinateur intégré au terminal d'utilisateur calcule automatiquement la position par rapport à un satellite et détermine les coordonnées du navire.

Le système utilise la méthode passive de détermination de la position par écho Doppler.

Le Tableau 1 indique les caractéristiques techniques du système de radionavigation par satellite dans les bandes de 150 MHz et de 400 MHz.

1.4 Critères de protection des stations terriennes réceptrices du SRNS

La puissance surfacique globale maximale autorisée produite par les stations du SMS au niveau de l'étage d'entrée (entrée) de l'antenne réceptrice d'une station terrienne du SRNS dans la bande des 4 kHz peut servir de critère de protection des stations terriennes du SRNS:

- $-153 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot 4 \text{ kHz))}$ dans la bande 149,9-150,05 MHz;
- $-156 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot 4 \text{ kHz))}$ dans la bande 399,9-400,05 MHz.

FIGURE 1

Gain de l'antenne d'émission pour la fréquence 150 MHz
de la station spatiale du SRNS

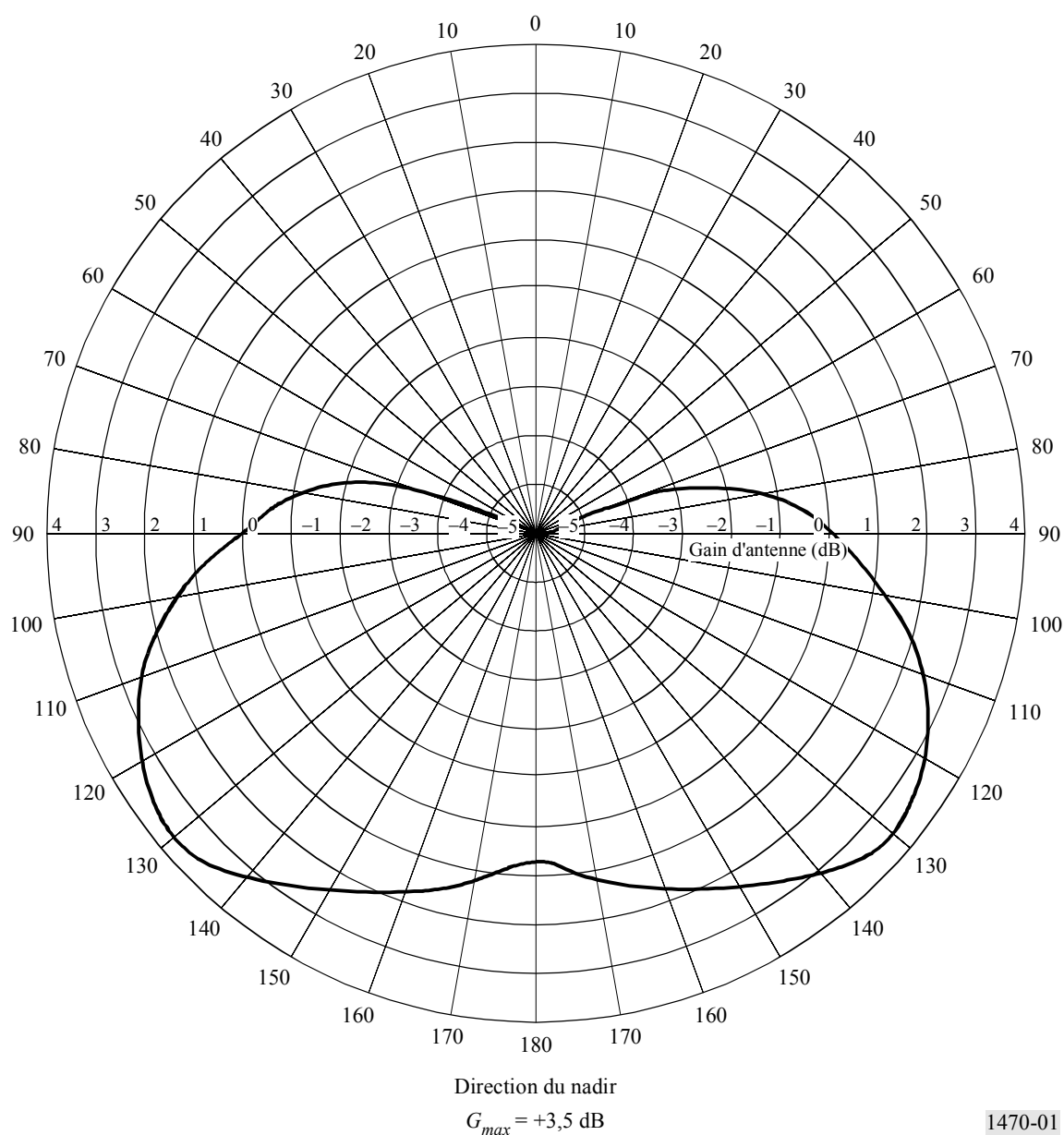


FIGURE 2

Gain d'antenne d'émission pour la fréquence 400 MHz de la station spatiale
du service de radionavigation par satellite SRNS

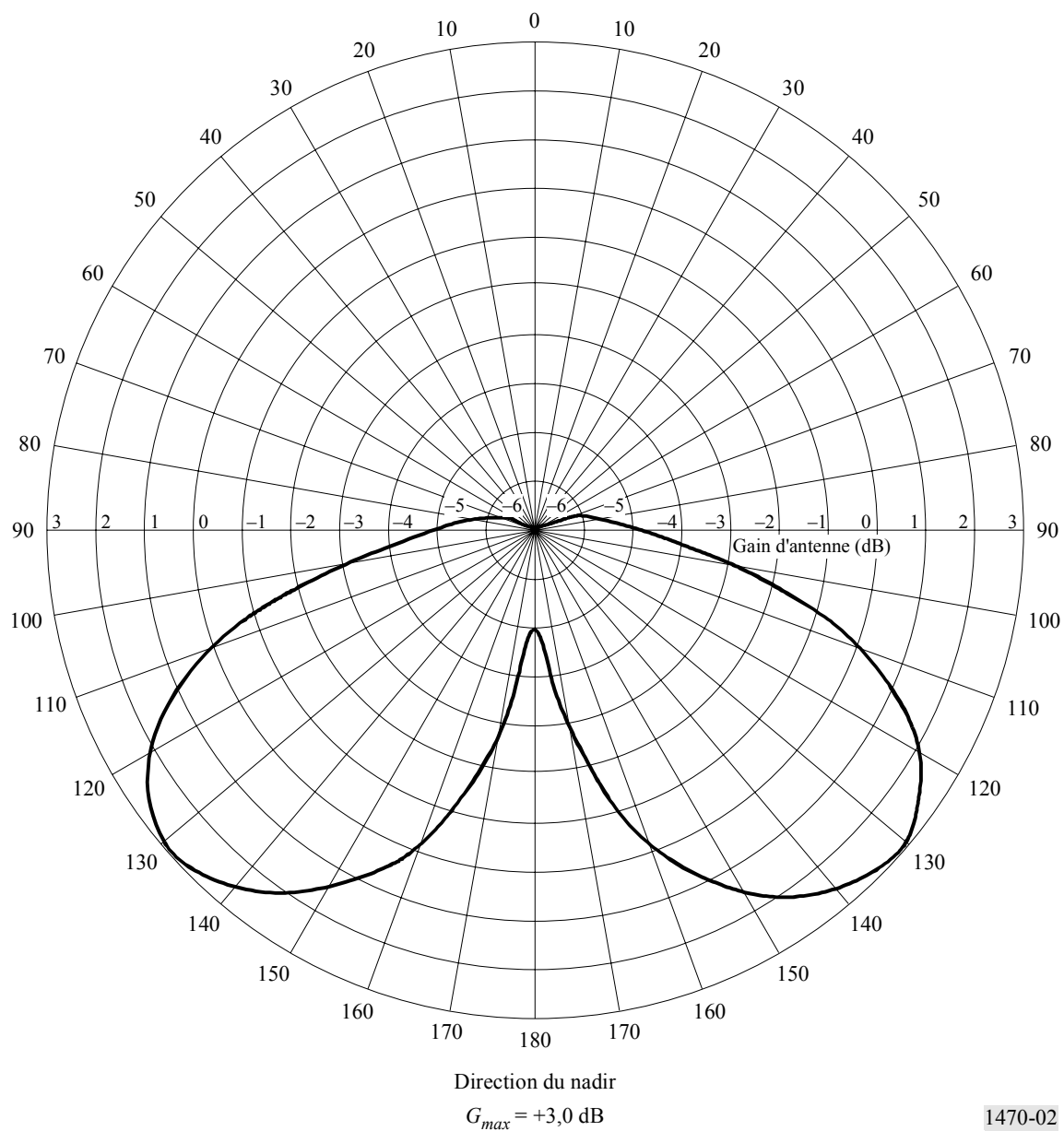


TABLEAU 1
Paramètres du système existant du SRNS

Paramètres	SRNS	
<i>Orbitaux</i>		
Nombre de satellites	7	
Altitude (km)	1 000	
Inclinaison (degrés)	83	
Plans orbitaux	7	
Nombre de satellites/plan	1	
Ascension droite du nœud ascendant (degrés)	0, 51, 103, 154, 206, 257, 309	
<i>Liaison descendante</i>		
Bande (MHz)	149,9-150,05	399,749-400,131
Puissance émettrice (W)	4,8	4,8
p.i.r.e. émettrice (dBW)	8,3	7,8
Gain d'antenne émettrice maximal (dBi)	3,5	3,0
Diagramme de rayonnement de l'antenne émettrice	Fig. 1	Fig. 2
Bande passante de canal (kHz)	0 ⁽¹⁾ , 14, 127	0 ⁽¹⁾ , 22, 254
Débit (kbit/s)	0,05/MDF	0,05/MDF
Polarisation	RHCP	RHCP
Gain/température en réception (dB(K ⁻¹))	200-400	200-400
Gain d'antenne réceptrice maximum	0	0
Diagramme d'antenne réceptrice	Non déterminé	Non déterminé

(1) Porteuse non modulée.

Annexe 2

1 Méthode d'estimation des effets du brouillage des récepteurs du SRNS dû aux stations terriennes émettrices du SMTS

Les stations du SRNS utilisent les bandes 149,9-150,05 MHz et 399,9-400,05 MHz dans la direction espace vers Terre; les stations terriennes réceptrices du SRNS risquent donc d'être brouillées par les stations terriennes émettrices au sol du SMS, en cas de fonctionnement à la même fréquence des stations du SMTS (Terre vers espace) et du SRNS utilisant ces mêmes bandes.

Afin d'estimer la faisabilité du partage des fréquences entre les stations terriennes du SMTS (Terre vers espace) et des stations terriennes du SRNS, une méthode de détermination des distances de coordination requises entre les stations terriennes émettrices du SMTS et les stations terriennes réceptrices du SRNS pourrait être utilisée. Au-delà de ces distances, le brouillage des stations terriennes réceptrices du SRNS provoqué par les stations terriennes émettrices du SMTS peut être considéré comme acceptable. Aux distances inférieures, il est nécessaire de procéder à un calcul détaillé du niveau de brouillage.

La relation ci-dessous permet d'estimer l'affaiblissement requis entre une station terrienne émettrice du SMTS et une station terrienne réceptrice du SRNS:

$$L_{req} = (P_t + G_t + 36) - I_r \quad (1)$$

avec:

- L_{req} : affaiblissement nécessaire entre une station terrienne émettrice du SMTS et une station terrienne réceptrice du SRNS (dB)
- P_t : densité spectrale de puissance maximale pour une station terrienne émettrice du SMTS (dB(W/Hz))
- G_t : gain d'antenne maximum pour une station terrienne émettrice du SMTS (dBi)
- I_r : niveau de brouillage autorisé à l'entrée de l'antenne réceptrice d'une station terrienne du SRNS dans une bande de fréquences de référence de 4 kHz (dB(W/4 kHz)).

Le niveau de brouillage requis à l'entrée de l'antenne réceptrice d'une station terrienne du SRNS peut être estimé comme suit:

$$I_r = (pfd)_r + S_r = (pfd)_r + G_r + 20 \log \lambda - 10 \log (4\pi) \quad (2)$$

avec:

- S_r : surface équivalente d'antenne (dB(m²))
- G_r : gain d'antenne maximum pour une station terrienne réceptrice du SRNS (dBi)
- λ : longueur d'onde (m).

Le Tableau 2 présente les résultats des estimations ainsi établies en ce qui concerne I_r .

TABLEAU 2

Paramètre	Bande de fréquences (MHz)	
	149,9-150,05	399,9-400,05
$(pfd)_r$ (dB(W/(m ² · 4 kHz)))	-153	-156
G_r (dB)	0	0
λ (m)	2	0,75
$10 \log (4\pi)$ (dB)	11	11
I_r (dB(W/4 kHz))	-158	-169,5

L'introduction des valeurs de I_r dans l'équation (1) permet de définir le niveau d'affaiblissement requis entre une station terrienne émettrice du SMTS et une station terrienne réceptrice du SRNS:

- pour la bande de fréquences 149,9-150,05 MHz:

$$L_{req} = (P_t + G_t + 36) + 158 \quad (3)$$

- pour la bande de fréquences 399,9-400,05 MHz:

$$L_{req} = (P_t + G_t + 36) + 169,5 \quad (4)$$

Dans le cas des stations terriennes mobiles terrestres, les équations (5) à (8) permettent d'estimer les relations entre le niveau d'affaiblissement requis, L_{req} , et la distance, d :

- pour la bande de fréquences 150 MHz:

$$L_{req} = 86 + 20 \log d + 0,0674 d \quad \text{pour} \quad d > 100 \quad \text{km} \quad (5)$$

$$L_{req} = 70,5 + 40 \log d - 0,178 d \quad \text{pour} \quad 10 \text{ km} < d \leq 100 \quad \text{km} \quad (6)$$

- pour la bande de fréquences 400 MHz:

$$L_{req} = 75,1 + 40 \log d \quad \text{pour} \quad 10 \text{ km} < d \leq 400 \quad \text{km} \quad (7)$$

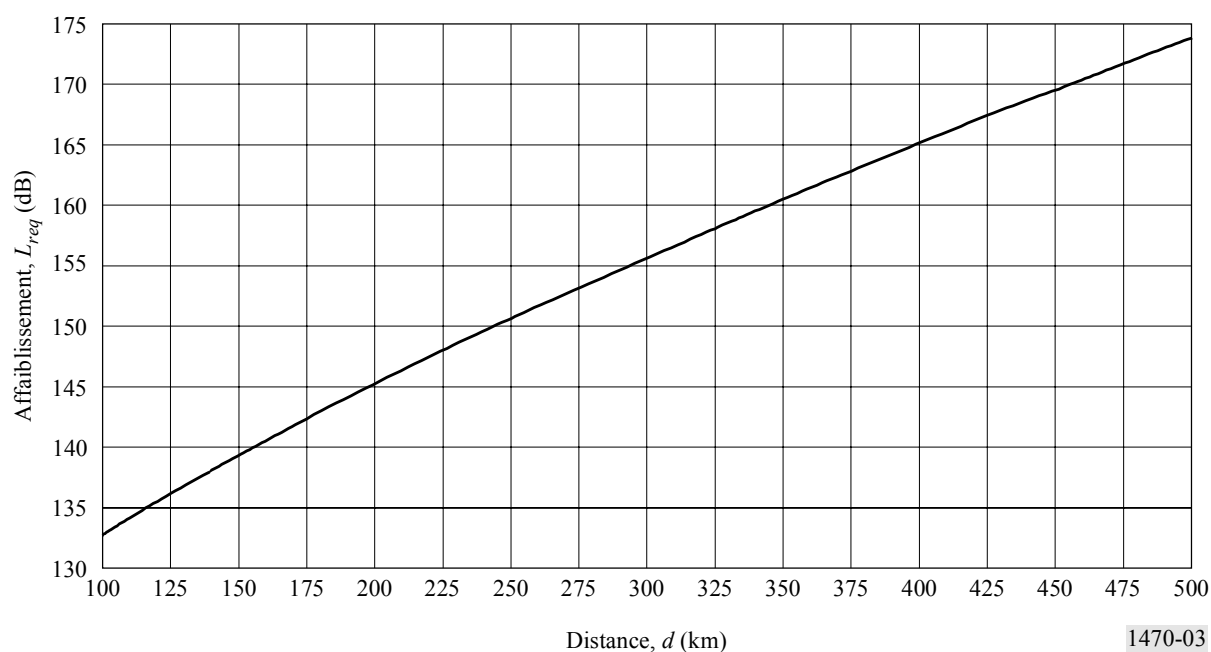
$$L_{req} = 55,1 + 40 \log d + 0,05 d \quad \text{pour} \quad 400 \text{ km} < d < 700 \quad \text{km} \quad (8)$$

Les Figures indiquées ci-dessous peuvent être utilisées afin d'estimer les distances de coordination:

- Fig. 3 (pour la bande de 150 MHz et une distance $d > 100$ km),
- Fig. 4 (pour la bande de 150 MHz et une distance $10 \text{ km} < d \leq 100$ km),
- Fig. 5 (pour la bande de 400 MHz et une distance $10 \text{ km} < d \leq 400$ km),
- Fig. 6 (pour la bande de 400 MHz et une distance $400 \text{ km} < d < 700$ km).

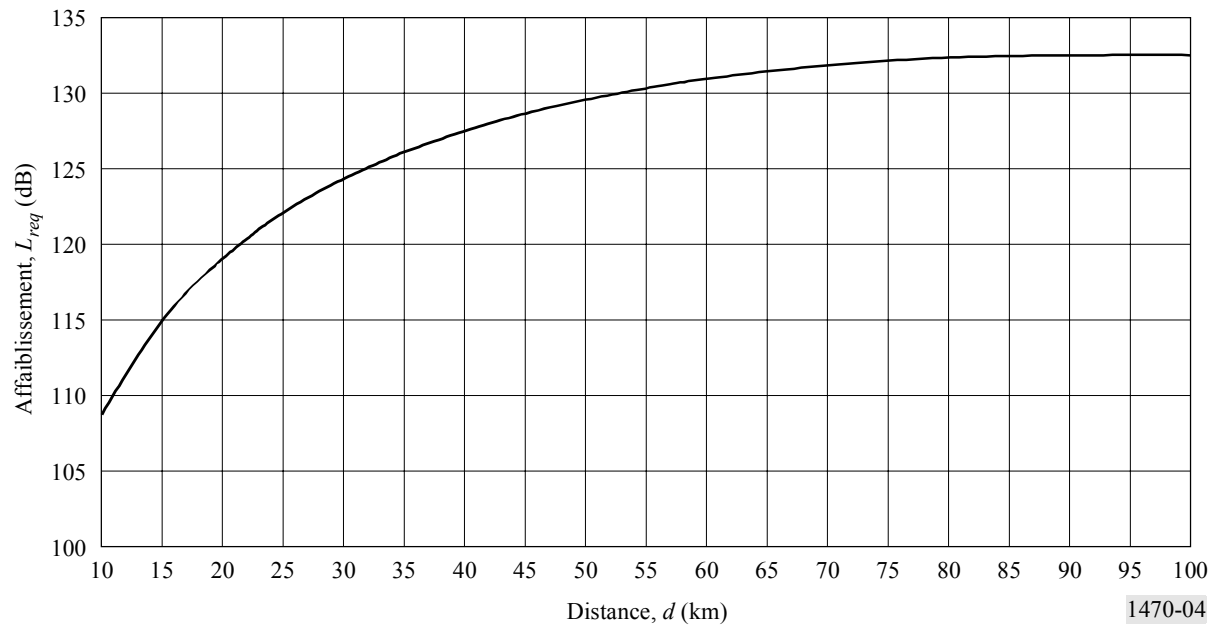
FIGURE 3

Affaiblissement en fonction de la distance (pour 150 MHz et $d \geq 100$ km)



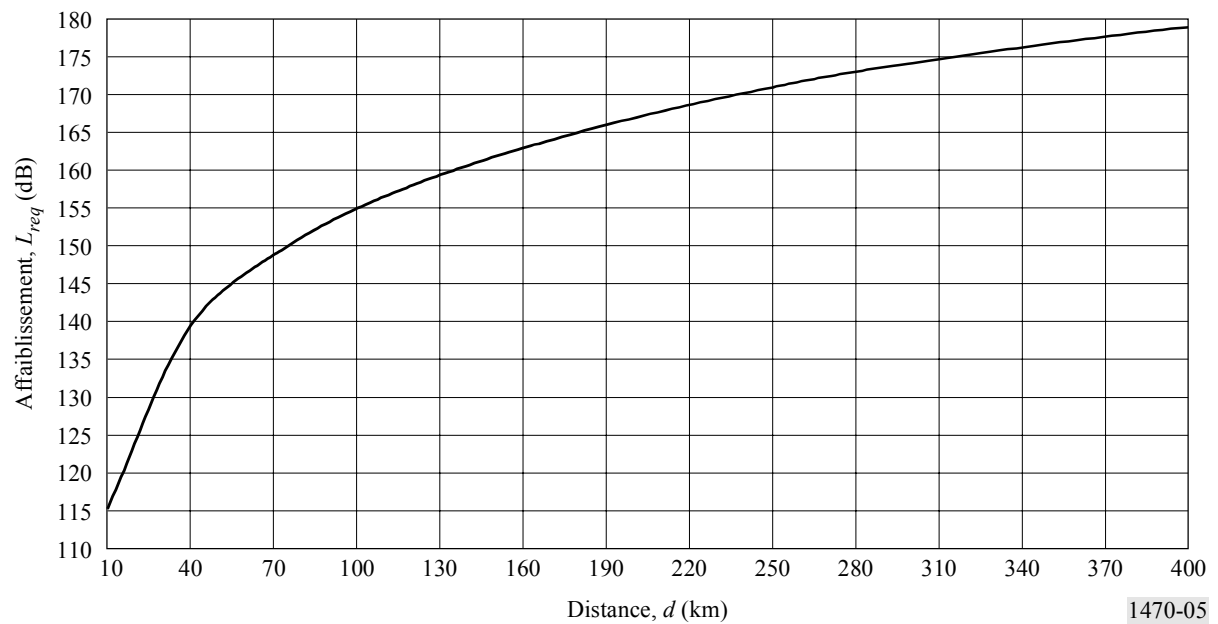
1470-03

FIGURE 4

Affaiblissement en fonction de la distance (pour 150 MHz et $10 \text{ km} < d \leq 100 \text{ km}$)

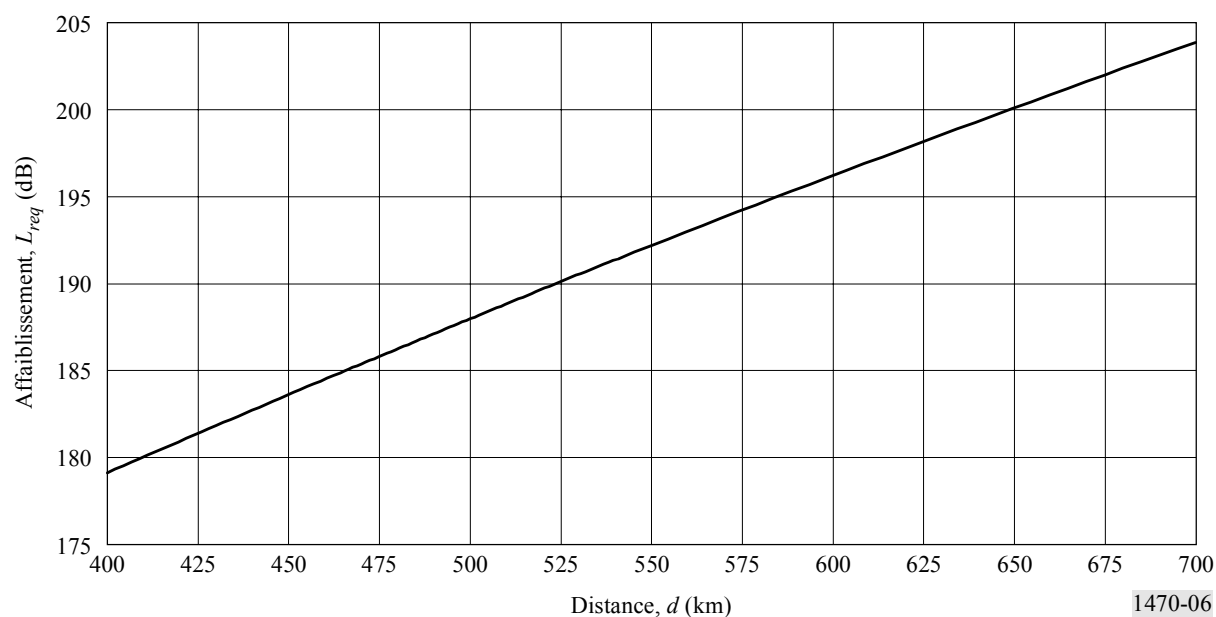
1470-04

FIGURE 5

Affaiblissement en fonction de la distance (pour 400 MHz et $10 \text{ km} < d \leq 400 \text{ km}$)

1470-05

FIGURE 6
Affaiblissement en fonction de la distance (pour 400 MHz et $400 \text{ km} < d < 700 \text{ km}$)



1470-06

Il est possible d'utiliser l'équation (9) afin d'estimer la distance de coordination entre des stations terriennes passerelles du SMS situées à des emplacements précis et des stations terriennes du SRNS fonctionnant dans la bande 149,9-150,05 MHz:

$$L_{req} = 69 + 40 \log d + 30 \log f - 20 \log (h_1 h_2) + 10 \log (0,02 p) (1 - \exp(-0,1 d))^2 \quad (9)$$

où l'affaiblissement doit nécessairement être supérieur ou égal à la valeur de l'affaiblissement en espace libre (dB):

$$L_{req} = 32,5 + 20 \log d + 20 \log f \quad (10)$$

avec:

- p : pourcentage du temps pendant lequel l'intensité du champ sera dépassée, compris entre 1 et 50%. Dans ce cas, la valeur appropriée est de 5%
- h_1, h_2 : hauteurs (m) des antennes émettrices et réceptrices, chacune étant au moins égale à 1 m, et le produit $(h_1 h_2)$ étant inférieur à 300 m^2 . Dans ce cas, les valeurs appropriées de h_2 doivent être comprises entre 5 et 60 m.

Le facteur de correction fondé sur le concept d'angle de dégagement du terrain équivaut à un affaiblissement (dB) que l'on peut obtenir comme suit:

$$\text{Facteur de correction} = 8,1 - \left[6,9 + 20 \log \left(\sqrt{(v-0,1)^2 + 1} + v - 0,1 \right) \right] \quad (11)$$

où:

$$v = -\theta \sqrt{(4000 \times 95)/300}$$

- θ : angle (rad) compris entre le plan horizontal passant par l'antenne de réception et la droite qui, partant de cette antenne, surmonte tous les obstacles sur une distance de 16 km en direction de l'émetteur. θ prend des valeurs négatives pour des angles situés au-dessus de l'horizontal.

Annexe 3**Méthodes utilisables afin de faciliter le partage des fréquences
entre le SMTS (Terre vers espace) et le SRNS dans
les bandes 149,9-150,05 MHz et 399,9-400,05 MHz**

Bande de fréquences (MHz)	Méthodes
149,9-150,05 et 399,9-400,05	– Préservation d'une distance de coordination – Utilisation de techniques d'évitement en fréquences commandées par station terrienne mobile afin d'éviter les émissions sur la même fréquence pendant les périodes d'émission du SRNS dans la même zone – Limitation de l'angle d'élévation minimal des stations terriennes terminales du SMTS dont l'azimut est pointé vers des voies d'eau navigables

NOTE 1 – Il convient de considérer que les émetteurs du système de navigation TSYKADA et les récepteurs embarqués du SMS sur orbite basse (LEO) sont susceptibles de produire des brouillages. Les opérateurs du SMS LEO devront prendre conscience du fait que ces brouillages risquent de réduire ou d'affecter leurs activités au cours des épisodes de visibilité mutuelle du satellite. De plus, les opérateurs des systèmes du SMS doivent veiller à ce que les récepteurs embarqués à bord des satellites soient conçus pour résister sans dommage à des signaux de brouillage intenses.
