

RECOMMANDATION UIT-R M.1800

Protection des services fixe, mobile et de radiolocalisation vis-à-vis des liaisons de connexion du service mobile par satellite pouvant fonctionner dans les bandes 1 390-1 392 MHz (Terre vers espace) et 1 430-1 432 MHz (espace vers Terre)*

(2007)

Domaine de compétence

La présente Recommandation indique les besoins à satisfaire pour protéger les récepteurs au sol du service de radiolocalisation vis-à-vis des liaisons de connexion du service mobile par satellite (SMS) (Terre vers espace) pouvant fonctionner dans la bande 1 390-1 392 MHz ainsi que les besoins en matière de protection du service fixe et du service mobile aéronautique vis-à-vis des liaisons de connexion du SMS (espace vers Terre) pouvant fonctionner dans la bande 1 430-1 432 MHz.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que la CMR-03 a attribué provisoirement, à titre secondaire, au service fixe par satellite (SFS) pour les liaisons de connexion du service mobile par satellite (SMS), des fréquences dans les bandes 1 390-1 392 (Terre vers espace) et 1 430-1 432 MHz (espace vers Terre), aux termes du numéro 5.339A du Règlement des radiocommunications (RR);
- b) que l'utilisation de ces attributions est limitée aux liaisons de connexion des réseaux à satellites non géostationnaires (OSG) du SMS ayant des liaisons de service au-dessous de 1 GHz et que la Résolution 745 (CMR-03) s'applique;
- c) que la Résolution 745 (CMR-03) invite à mener des études et à effectuer des essais et démonstrations pour valider les études relatives aux moyens opérationnels et techniques propres à faciliter le partage au voisinage de 1,4 GHz entre les services existants et actuellement planifiés et les liaisons de connexion du service fixe par satellite (SFS) destinées à être utilisées par les systèmes à satellites non OSG du SMS ayant des liaisons de service fonctionnant au-dessous de 1 GHz;
- d) que la bande 1 427-1 452 MHz est attribuée au service fixe et au service mobile à titre primaire, dans toutes les régions;
- e) que cette bande est utilisée, entre autres, par les liaisons numériques à faible capacité du service fixe avec des largeurs de bande de 25 kHz seulement;

* La présente Recommandation a été élaborée en commun par les Commissions d'études 8 et 9 des radiocommunications et toute révision dont elle pourrait faire l'objet à l'avenir sera également effectuée en commun.

- f) que la bande 1 429-1 535 MHz est également attribuée au service mobile aéronautique (SMA), à titre primaire, pour être utilisée exclusivement pour la télémétrie aéronautique à l'intérieur du territoire national des pays mentionnés au numéro 5.342 du RR;
- g) que les critères de protection applicables aux systèmes de télémétrie aéronautique dans la bande 1 429-1 535 MHz et les caractéristiques types de ces systèmes sont en tous points conformes aux critères de protection et aux caractéristiques des systèmes présentés dans la Recommandation UIT-R M.1459 pour la bande 1 452-1 525 MHz;
- h) que la bande 1 350-1 400 MHz est attribuée au service de radiolocalisation à titre primaire dans toutes les régions;
- j) que des études ont montré que de grands espacements seraient nécessaires à la protection des systèmes de radiolocalisation au sol, comme indiqué à l'Annexe 2;
- k) que la Recommandation UIT-R M.1184 présente les caractéristiques techniques des systèmes mobiles par satellite dans les bandes de fréquences inférieures à 3 GHz à utiliser pour élaborer des critères de partage entre le SMS et d'autres services,

notant

- a) que des études ont montré que le partage avec les systèmes de radiolocalisation transportables et ceux qui étaient installés à bord des navires ne serait pas possible;
- b) que des études ont montré que le partage avec les systèmes de radiolocalisation aéronautiques ne serait pas possible;
- c) que la limite de puissance surfacique (pfd) recommandée pour la protection du service fixe est applicable également à la protection des systèmes relais transportables que certaines administrations exploitent dans le cadre du service mobile,

recommande

1 que, pour protéger les récepteurs du service fixe dans la bande 1 427-1 452 MHz, la valeur de la pfd des liaisons de connexion du SMS fonctionnant dans la bande 1 430-1 432 MHz (espace vers Terre) ne soit pas supérieure à $-164 \text{ dB(W/m}^2\text{)}$ dans toute portion de 4 kHz de la bande 1 427-1 452 MHz (voir l'Annexe 1);

2 que, pour protéger les récepteurs du SMA dans la bande 1 429-1 535 MHz, la pfd des liaisons de connexion du SMS fonctionnant dans la bande 1 430-1 432 MHz (espace vers Terre) ne soit pas, au niveau d'une station réceptrice mobile aéronautique, supérieure aux valeurs ci-après, dans toute portion de 4 kHz de la bande 1 429-1 535 MHz:

-181	dB(W/m ²)	$0 \leq \alpha \leq 4$
$-193 + 20 \log \alpha$	dB(W/m ²)	$4 < \alpha \leq 20$
$-213,3 + 35,6 \log \alpha$	dB(W/m ²)	$20 < \alpha \leq 60$
-150	dB(W/m ²)	$60 < \alpha \leq 90$

où:

α : angle d'incidence (en degrés au-dessus du plan horizontal).

3 qu'il soit tenu compte de la méthodologie décrite à l'Annexe 2 lors du choix de l'emplacement des stations terriennes du SFS fonctionnant dans la bande 1 390-1392 MHz, pour calculer les espacements entre les stations du SFS et les systèmes de radiolocalisation à terre.

Annexe 1

Protection du service fixe dans la bande 1 430-1 432 MHz

1 Détermination d'un gabarit de pfd pour la protection des récepteurs du service fixe dans la bande de 1,4 GHz

Des simulations ont été effectuées pour déterminer le brouillage produit par une constellation unique représentative du SMS non OSG pour une limite de pfd donnée dans un récepteur du service fixe situé sur Terre.

Les résultats de ces simulations sont exprimés en termes de dégradation relative de la qualité de fonctionnement (FDP, *fractional degradation in performance*), de la manière décrite dans la Recommandation UIT-R F.1108, pour des azimuts compris entre 0 et 180°, par pas de 1°.

Cette FDP est ensuite comparée à un critère. Si la dégradation est supérieure à ce critère, la limite de pfd est réduite et la simulation est effectuée de nouveau jusqu'à ce que le critère soit respecté.

2 Caractéristiques des systèmes du SMS

On trouvera plusieurs descriptions de systèmes du SMS du type «mini LEO» dans la Recommandation UIT-R M.1184. Le Tableau 1 présente les paramètres des systèmes du SMS et des caractéristiques pertinentes extraites de cette Recommandation. Compte tenu des changements intervenus et des études menées récemment au sein des groupes de travail compétents de l'UIT-R, le nombre de satellites de la constellation «Q» a été ramené de cinq à quatre par plan et le nombre total de satellites de 32 à 26. Les angles d'inclinaison ont été portés de 51° à 66°.

TABLEAU 1

Paramètres de plusieurs réseaux du SMS non OSG

Système	L	M			P	Q		S
Nombre de satellites	48	48			6	26 (32)		6
Altitude (km)	950	825		775	893	1 000		692, 667
Inclinaison (degrés)	50	45	0	70, 108	99	66 (51)	83	98,04
Plans orbitaux	8	3	1	2	2	6	2	2
Satellite/plan	6	8			3	4 (5)	1	3
Ascension droite du nœud ascendant (degrés)	0, 45, 90, 135, 180, 225, 270, 315	0, 120, 240	0	0, 180	9,8	0, 60, 120, 180, 240, 300	0,90	143,5, 53,5
Largeur de bande du canal pour les liaisons descendantes de passerelles (kHz)	60	50			855	175/45		300
Polarisation (onde émise)	RHCP				LHCP	RHCP		RHCP

3 Caractéristiques des stations du service fixe et critère de protection

Le Tableau 2 présente les caractéristiques des liaisons entre un point et des points multiples, qui sont décrites dans la Recommandation UIT-R F.758.

TABLEAU 2
Caractéristiques des systèmes point à multipoint

Bande de fréquences (GHz)	1,427-1,452/1,492-1,517				
Modulation	MDP-4-0				
Capacité	60 x 64 kbit/s				
Espacement des canaux (MHz)	3,5				
	Station centrale/répéteur			Station périphérique	
Gain (maximal) d'antenne (dBi)	13	16	31	23,5	17
Pertes dans la ligne d'alimentation et le multiplexeur (dB)	4,4			2,5	
Type d'antenne	Equidirective	Cornet sectoriel 180°	Parabole (3 m)	Parabole (1,2 m)	Panneau
Bande passante à la FI du récepteur (MHz)	3,5			3,5	
Bruit thermique du récepteur (dBW)	-134			-134	

Le récepteur du service fixe correspondant au cas le plus défavorable est une station centrale ayant un gain maximal d'antenne de 31 dBi, un affaiblissement dans la ligne d'alimentation et le multiplexeur de 4,4 dB, une bande passante de 3,5 MHz et un facteur de bruit de 4,5 dB. L'hypothèse la plus pessimiste, qui est celle d'un angle d'élévation de 5°, a également été envisagée.

La Recommandation UIT-R F.1245 a servi de modèle pour le diagramme de l'antenne de la station centrale directive.

Conformément à la Recommandation UIT-R F.1094, la dégradation maximale admissible de la qualité devrait être répartie entre 89% pour le service fixe, 10% pour le partage avec les services primaires et 1% pour toutes les autres sources de brouillage, y compris les services secondaires et les rayonnements non désirés. Dans le cas envisagé, la FDP doit donc conserver une valeur inférieure à 1%, tout au moins pour l'ensemble des angles moyens de pointage en azimut.

4 Résultats des simulations

Le Tableau 3 montre les résultats obtenus pour les constellations du SMS représentées au Tableau 1. La pfd retenue dans la simulation est indiquée dans la rangée 3; elle permet d'obtenir les valeurs de la FDP qui sont mentionnées dans les rangées 4, 5 et 6. Les Fig. 1 et 2 donnent, à titre d'exemple, davantage de précisions sur les valeurs de la FDP obtenues pour le système Q.

TABLEAU 3

Résultats des simulations pour plusieurs réseaux du SMS non OSG

Système	Q	L	M	P	S
Nombre de satellites	26	48	48	6	6
Altitude (km)	1 000	950	800	900	700
pdf permettant d'obtenir une FDP de 1% (dBW/m ² dans 4 kHz)	-163	-164	-164	-156	-155
FDP minimum (%)	0,27	0,05	0,40	0,15	0,15
FDP moyenne (%)	0,85	0,95	0,86	0,83	0,86
FDP maximale (%)	3,08	4,61	2,39	1,80	1,72

FIGURE 1

FDP pour tous les azimuts de pointage du service fixe, applicable au système Q du SMS

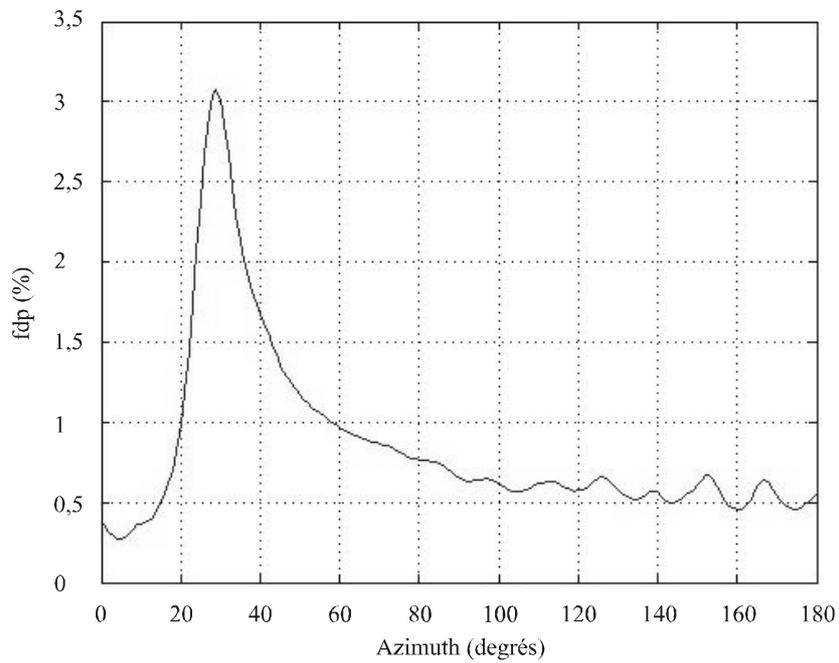
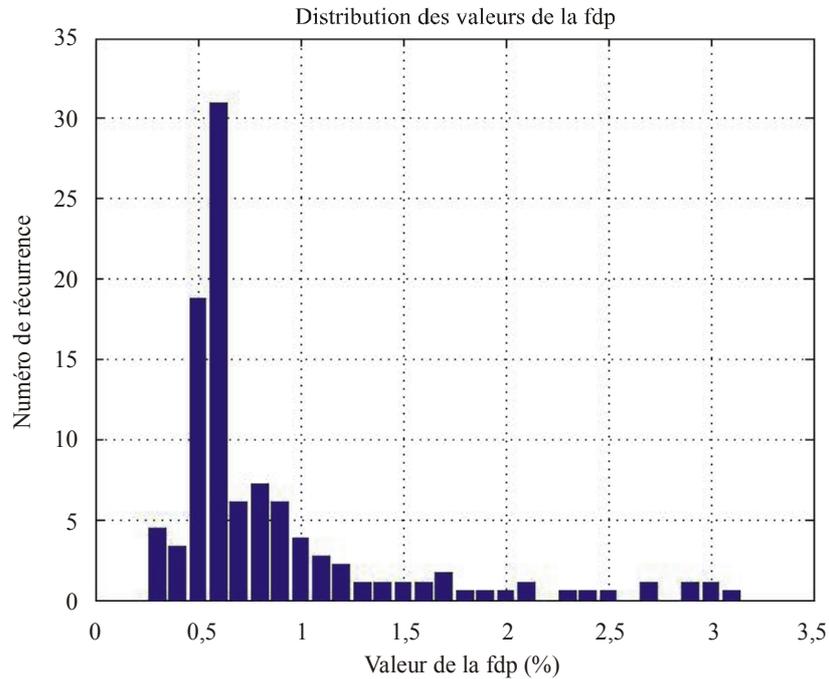


FIGURE 2

Distribution des valeurs de la FDP pour tous les azimuts de pointage du service fixe, applicable au système Q du SMS



Annexe 2

Protection des récepteurs de radiolocalisation au sol fonctionnant dans la bande 1 390-1 392 MHz

1 Caractéristiques techniques des récepteurs de radiolocalisation

Les caractéristiques des récepteurs de radiolocalisation utilisées dans la présente étude ont été obtenues à partir de la Recommandation UIT-R M.1463. Cette Recommandation décrit quatre systèmes différents qui fonctionnent dans la bande 1 215-1 400 MHz.

Les radars fonctionnant dans la bande 1 215-1 400 MHz utilisent différents types de modulation comprenant les impulsions à ondes entretenues, à modulation de fréquence et codées en phase. Des dispositifs de sortie à champs croisés, à faisceau linéaire et à semi-conducteur sont utilisés aux derniers étages des émetteurs. Les largeurs de bande types des radars fonctionnant dans la bande de fréquences 1 215-1 400 MHz sont comprises entre 0,5 et 6,4 MHz.

2 Critères de protection

L'effet de désensibilisation des radars de radiolocalisation dû à une modulation assimilable à une onde entretenue ou à du bruit, causé par d'autres émissions, est probablement lié à l'intensité de cette modulation. Dans n'importe quel secteur d'azimut où ce type de brouillage se produit, il suffit d'ajouter la densité spectrale de puissance de ce brouillage à la densité spectrale de puissance du bruit thermique du récepteur du radar pour obtenir un résultat relativement fiable. Si la densité spectrale de puissance du bruit du récepteur du radar en l'absence de brouillage est désignée par N_0 et celle du brouillage de type bruit par I_0 , on obtient la densité spectrale de puissance du bruit effectif qui en résulte en additionnant simplement $I_0 + N_0$. Une augmentation d'environ 1 dB constituerait une dégradation significative, équivalant à une réduction de détection d'environ 6%. Cette augmentation correspond à un rapport $(I + N)/N$ de 1,26 ou à un rapport I/N d'environ -6 dB (voir le point 3 du *recommande* de la Recommandation UIT-R M.1463), ce qui représente l'effet de regroupement de plusieurs brouilleurs quand il y en a a ; le rapport I/N acceptable d'un brouilleur individuel dépend du nombre de brouilleurs et de leur géométrie et doit être estimé lors de l'analyse d'un scénario donné. Si le brouillage par ondes entretenues provient de la plupart des azimuts, il est alors nécessaire de maintenir un rapport I/N inférieur.

3 Caractéristiques techniques des stations terriennes de liaison de connexion

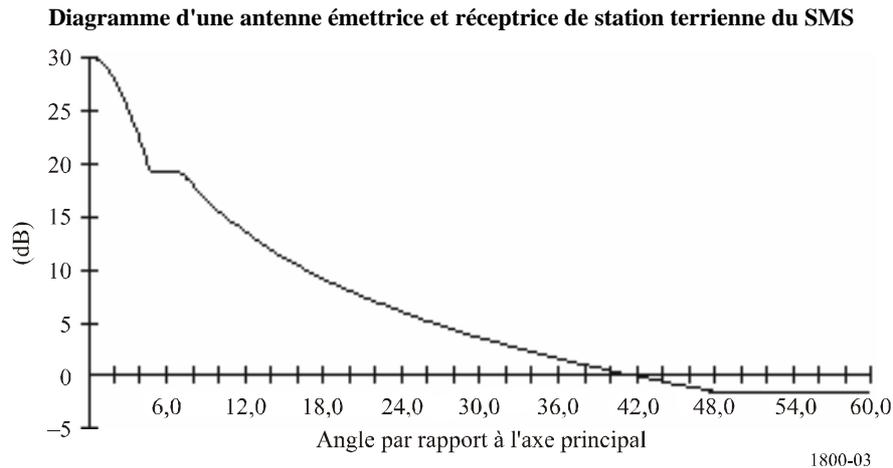
Les caractéristiques des liaisons de connexion Terre vers espace du SMS qui ont été utilisées pour la présente étude sont décrites au Tableau 4. Les caractéristiques des liaisons de connexion sont fondées sur les données de l'Annexe 2 de la Recommandation UIT-R M.1184. Le diagramme représenté à la Fig. 3 illustre l'enveloppe de gain d'antenne d'une station terrienne du SMS. Ce diagramme est repris de l'Annexe III de l'Appendice 8 du RR. Les valeurs du gain sont obtenues en prenant comme hypothèse que le rapport entre le diamètre de l'antenne et la longueur d'onde est $D/\lambda \leq 100$.

TABLEAU 4

Caractéristiques des liaisons de connexion dans le sens Terre vers espace

Paramètre	Valeur
Nombre de stations terriennes	60
Emplacements des stations terriennes	Réparties partout dans le monde
Gain maximal de l'antenne d'émission	30 dBi
Ouverture du faisceau à 3 dB	5°
Valeur seuil du gain	-1,5 dBi
Diagramme d'antenne	Appendice 8 du RR, Annexe III
Polarisation de l'antenne	Circulaire droite
Pointage de l'antenne	Poursuit le satellite le plus proche à des élévations comprises entre 5° et 90°
Puissance d'émission	10 W par tranche de 100 kHz

FIGURE 3



4 Considérations et hypothèses retenues dans l'étude

La présente étude repose sur l'hypothèse d'une largeur de bande de référence du récepteur de 100 kHz.

Une station émettrice de liaison montante de connexion du SMS peut causer des brouillages à un récepteur de radiolocalisation à terre si la distance qui sépare ces systèmes n'est pas suffisante. Cette distance est fonction de plusieurs paramètres.

Les hypothèses ci-après ont été retenues dans la présente étude:

- 8 m d'hauteur équivalente au-dessus du sol de l'antenne des stations du SMS.
- 10 m d'hauteur équivalente au-dessus du sol de l'antenne de la station radar.
- On a supposé que l'antenne de la station de liaison montante de connexion du SMS était pointée dans la direction du récepteur de radiolocalisation, l'angle d'élévation minimal étant, à l'émission, de 5°.
- La zone radioclimatique A2, propagation au-dessus de la terre, a été retenue. Des espacements plus grands devront être prévus pour les trajets de propagation effectués au-dessus de la mer.
- Il a été tenu compte, dans les calculs, d'une latitude de 45°.
- Il est jugé satisfaisant qu'un tel niveau soit dépassé pendant 0,1% du temps. Si l'on retient comme hypothèse que le lobe principal de l'antenne du radar pointe vers la station terrienne du SMS, tout brouillage reçu par le récepteur radar sera pris pour une cible et peut donc être considéré comme étant préjudiciable.

5 Niveau de puissance de brouillage maximale admissible pour les systèmes radar

La première étape consiste à déterminer le niveau de puissance de brouillage maximale admissible que les systèmes radar peuvent tolérer sans que la qualité de leur fonctionnement se dégrade. Cette procédure est décrite dans la Recommandation UIT-R M.1461-1.

L'équation (1) permet de déterminer le niveau de puissance de brouillage correspondant au seuil de dégradation de la qualité de fonctionnement du récepteur radar, I_T .

$$I_T = I/N + N \quad (1)$$

où:

I/N : rapport brouillage sur bruit à l'entrée du détecteur nécessaire pour maintenir des critères de performance acceptables, égal à -6 dB dans le cas présent

N : niveau de bruit intrinsèque dû au récepteur (dBW)

$$N = -114 \text{ dBW} + 10 \log B \text{ (MHz)} + NF$$

où:

B : largeur de bande du récepteur (MHz)

NF : facteur de bruit du récepteur (dB).

Si l'on prend comme hypothèse que le rapport brouillage sur bruit est inférieur de 6 dB à son niveau de seuil et que la largeur de bande de référence du récepteur est de 100 kHz, on obtient, pour les quatre systèmes radar, les résultats donnés dans le Tableau 5.

TABLEAU 5

Niveau de puissance de brouillage maximale admissible pour les systèmes radar

Système radar (Recommandation UIT-R M.1463)	1	2	3	4
Facteur de bruit NF (dB)	2	2	4,7	3,5
Niveau de bruit N (dBW/100 kHz)	-152	-152	-149,3	-150,5
Brouillage admissible I_T (dBW/100 kHz)	-158	-158	155,3	-156,5

6 Calcul de l'espacement

Des brouillages peuvent être causés à un récepteur de radiolocalisation par suite d'un certain nombre de mécanismes de propagation dont l'importance individuelle dépend du climat, de la fréquence, du pourcentage du temps considéré, ainsi que de la longueur et de la topographie du trajet. L'espacement requis est, dans une large mesure, fonction du gain réel de l'antenne émettrice et de celui de l'antenne réceptrice.

En plus de l'affaiblissement en espace libre, les signaux brouilleurs subissent une atténuation causée par les obstacles rencontrés sur leur trajet et par la diffraction due à la courbure de la Terre. Outre les trajets directs et la propagation par diffraction, il existe d'autres mécanismes de propagation, tels que la diffusion troposphérique et la réfraction dans les couches (propagation guidée), qui peuvent causer des brouillages aux récepteurs de radiolocalisation.

La méthode permettant d'évaluer les brouillages hyperfréquences entre stations situées à la surface de la Terre à des fréquences supérieures à 0,7 GHz environ est examinée dans la Recommandation UIT-R P.452. Les modèles mathématiques sur lesquels cette méthode repose sont fort complexes et peuvent faire uniquement l'objet d'une étude de haut niveau dans la présente Recommandation.

L'équation de base qui permet d'obtenir l'affaiblissement de transmission de référence requis est:

$$L_b(p) = P_t + G_t + G_r - I_T(p) \quad \text{dB} \quad (2)$$

où:

p : pourcentage de temps maximal pendant lequel la puissance de brouillage maximale admissible peut être dépassée

- $L_b(p)$: affaiblissement minimal requis (dB) pendant $p\%$ du temps; cette valeur doit être inférieure à l'affaiblissement prévu sur le trajet pendant la durée totale, diminuée de $p\%$. Il s'agit de l'affaiblissement de transmission de référence pris comme niveau de référence (0 dB) dans les diagrammes des Fig. 5 à 8
- P_t : niveau de puissance d'émission maximal disponible (dBW) dans la largeur de bande de référence aux bornes de l'antenne d'une station terrienne émettrice
- $I_T(p)$: puissance brouilleuse admissible d'un rayonnement brouilleur (dBW) dans la largeur de bande de référence qui ne doit pas être dépassée pendant plus de $p\%$ du temps à la station réceptrice susceptible d'être brouillée, lorsque le rayonnement brouilleur provient d'une seule source
- G_t : gain (dB par rapport à une antenne isotrope), pour une station terrienne émettrice; il s'agit ici du gain de l'antenne vers l'horizon physique dans un azimut donné
- G_r : gain (dB par rapport à une antenne isotrope) de l'antenne de la station réceptrice susceptible d'être brouillée.

On a supposé que toutes les liaisons du SMS fonctionnaient sur la même fréquence et qu'elles se situaient dans la bande passante des radars. Toutes les simulations ont été effectuées à une fréquence de 1 392 MHz avec des niveaux de puissance en émission de 10 W associés à une largeur de bande de voie de 100 kHz.

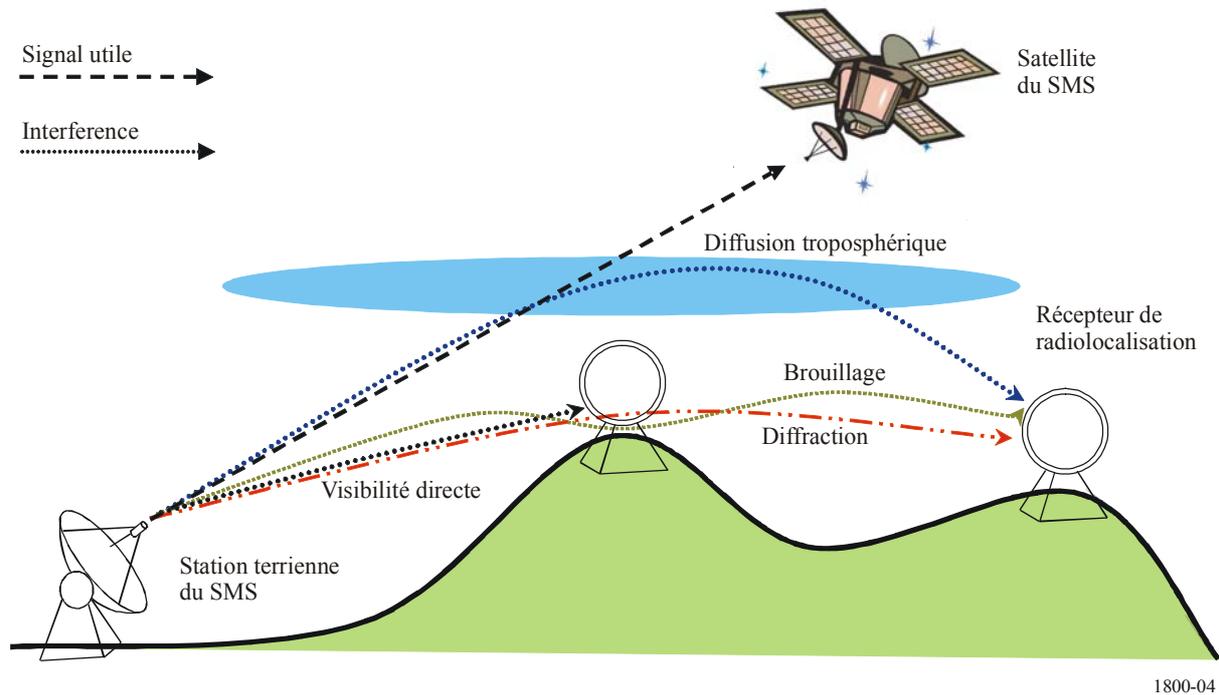
7 Cas de figure retenus

Sept cas de figure différents ont été pris en considération pour la présente étude. Ces cas ont été choisis pour représenter des situations classiques de stations radar et de stations de liaison de connexion du SMS; on a supposé l'existence, entre ces stations, d'un obstacle situé à 10 km de distance de la station de liaison de connexion, comme illustré à la Fig. 4.

- Cas 1*: représente une situation défavorable faisant intervenir un radar pointant vers l'horizon (élévation de 0°) et un obstacle d'une hauteur de 100 m.
- Cas 2*: représente un scénario classique faisant intervenir un radar ayant un angle de site (pointage) de 2° au-dessus de l'horizon et un obstacle d'une hauteur de 300 m.
- Cas 3*: représente une situation favorable correspondant à un angle de site (pointage) du radar de 4° et à un obstacle d'une hauteur de 850 m.
- Cas 4*: s'applique à un système radar ayant un angle de site (pointage) de 2° et à un obstacle d'une hauteur de 100 m.
- Cas 5*: s'applique à un système radar ayant un angle de site (pointage) de 2° et à un obstacle d'une hauteur de 850 m.
- Cas 6*: s'applique à un système radar ayant un angle de site (pointage) de 0° et à un obstacle d'une hauteur de 300 m.
- Cas 7*: s'applique à un système radar ayant un angle de site (pointage) de 4° et à un obstacle d'une hauteur de 300 m.

FIGURE 4

Configuration des brouillages entre une station émettrice de liaison montante de connexion du SMS et un récepteur de radiolocalisation



8 Résultats

Les chiffres indiqués ci-après représentent les différents espacements obtenus pour les cas 1 à 7 envisagés, appliqués à chacun des quatre systèmes de radiolocalisation différents considérés. A la suite de chaque figure apparaît un tableau qui indique les principales caractéristiques et les distances numériques, exprimées en km. L'affaiblissement de transmission, calculé sur la base des brouillages provoqués par les différents mécanismes de propagation, est représenté en fonction de l'espacement entre la station terrienne du SMS et la station de radiolocalisation. Le niveau 0 dB correspond à l'affaiblissement de transmission par rapport à L_p , tel qu'il est calculé à partir de l'équation (2) pour les quatre types différents de systèmes de radiolocalisation.

FIGURE 5

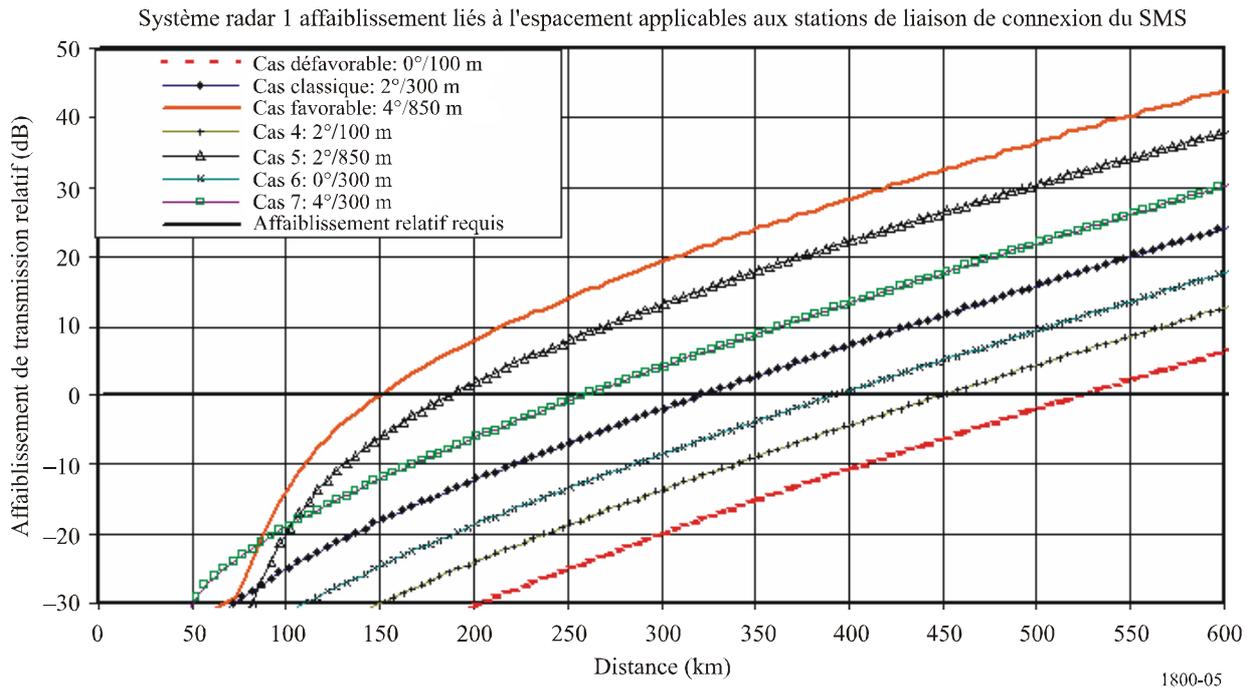
Résultats obtenus pour le système radar 1

TABLEAU 6

Principales données du système 1

	Cas défavorable	Cas classique	Cas favorable	Cas 4	Cas 5	Cas 6	Cas 7
Fréquence radioélectrique (GHz)	1,392	1,392	1,392	1,392	1,392	1,392	1,392
Niveau de brouillage admissible pour la station radar (dB(W/100 kHz))	-158,0	-158,0	-158,0	-158,0	-158,0	-158,0	-158,0
Angle de pointage de l'antenne du radar par rapport à la station du SMS (degrés)	0,0	2,0	4,0	2,0	2,0	0,0	4,0
Gain de l'antenne du radar pour l'angle de site considéré dans la direction de la station du SMS (dBi)	33,5	27,1	21,0	27,1	27,1	33,5	21,0
Hauteur du centre de l'antenne au-dessus du niveau du terrain (m)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Densité de p.i.r.e. max. de la station du SMS vers l'horizon (dB(W/100 kHz))	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8
Hauteur équivalente de l'antenne de la station du SMS au-dessus du niveau du terrain (m)	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Hauteur au-dessus du niveau du terrain de l'obstacle le plus proche (m)	100,0	300,0	850,0	100,0	850,0	300,0	300,0
Distance de l'obstacle le plus proche le long de la surface de la Terre (km)	10	10	10	10	10	10	10
Affaiblissement de transmission de référence requis (dB)	222,3	215,9	209,8	215,9	215,9	222,3	209,8
Espacement requis (km)	527,0	327,0	152,0	452,0	192,0	397,0	262,0

FIGURE 6

Résultats obtenus pour le système radar 2

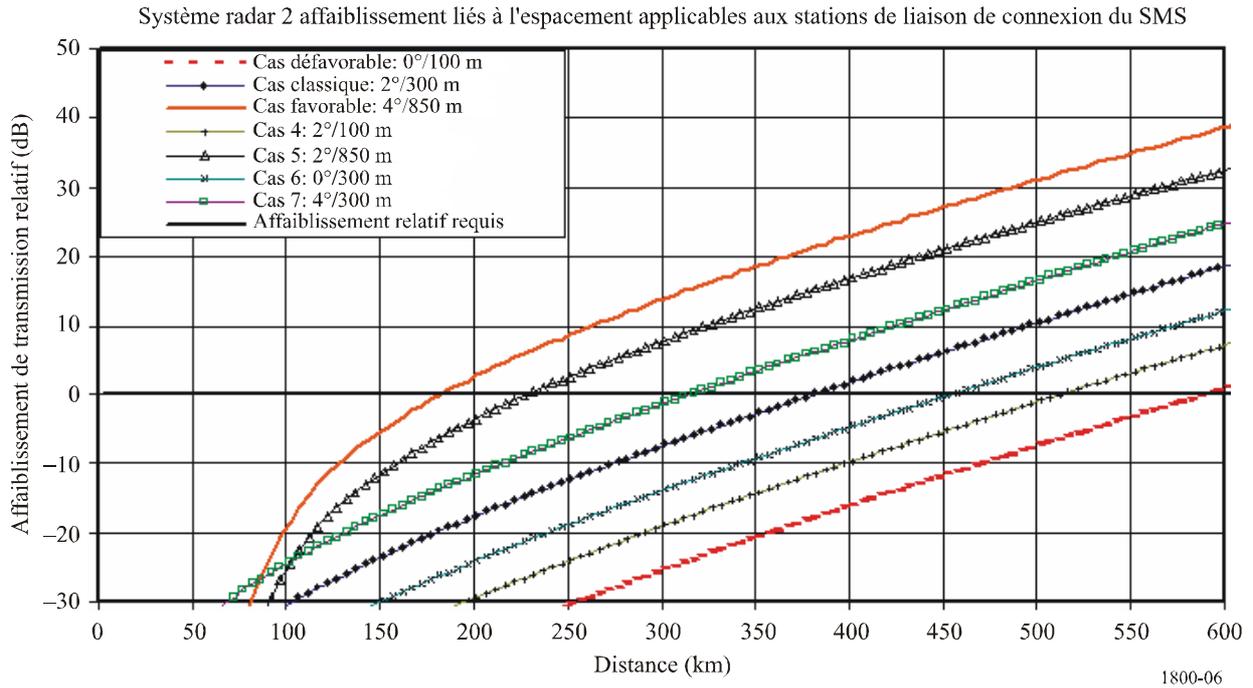


TABLEAU 7

Principales données du système 2

	Cas défavorable	Cas classique	Cas favorable	Cas 4	Cas 5	Cas 6	Cas 7
Fréquence radioélectrique (GHz)	1,392	1,392	1,392	1,392	1,392	1,392	1,392
Niveau de brouillage admissible pour la station radar (dB(W/100 kHz))	-158,0	-158,0	-158,0	-158,0	-158,0	-158,0	-158,0
Angle de pointage de l'antenne du radar par rapport à la station du SMS (degrés)	0,0	2,0	4,0	2,0	2,0	0,0	4,0
Gain de l'antenne du radar pour l'angle de site considéré dans la direction de la station du SMS (dBi)	38,9	32,5	26,4	32,5	32,5	38,9	26,4
Hauteur du centre de l'antenne au-dessus du niveau du terrain (m)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Densité de p.i.r.e. max. de la station du SMS vers l'horizon (dB(W/100 kHz))	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8
Hauteur équivalente de l'antenne de la station du SMS au-dessus du niveau du terrain (m)	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Hauteur au-dessus du niveau du terrain de l'obstacle le plus proche (m)	100,0	300,0	850,0	100,0	850,0	300,0	300,0
Distance de l'obstacle le plus proche le long de la surface de la Terre (km)	10	10	10	10	10	10	10
Affaiblissement de transmission de référence requis (dB)	227,7	221,3	215,2	221,3	221,3	227,7	215,2
Espacement requis (km)	592,0	382,0	187,0	517,0	232,0	457,0	317,0

FIGURE 7

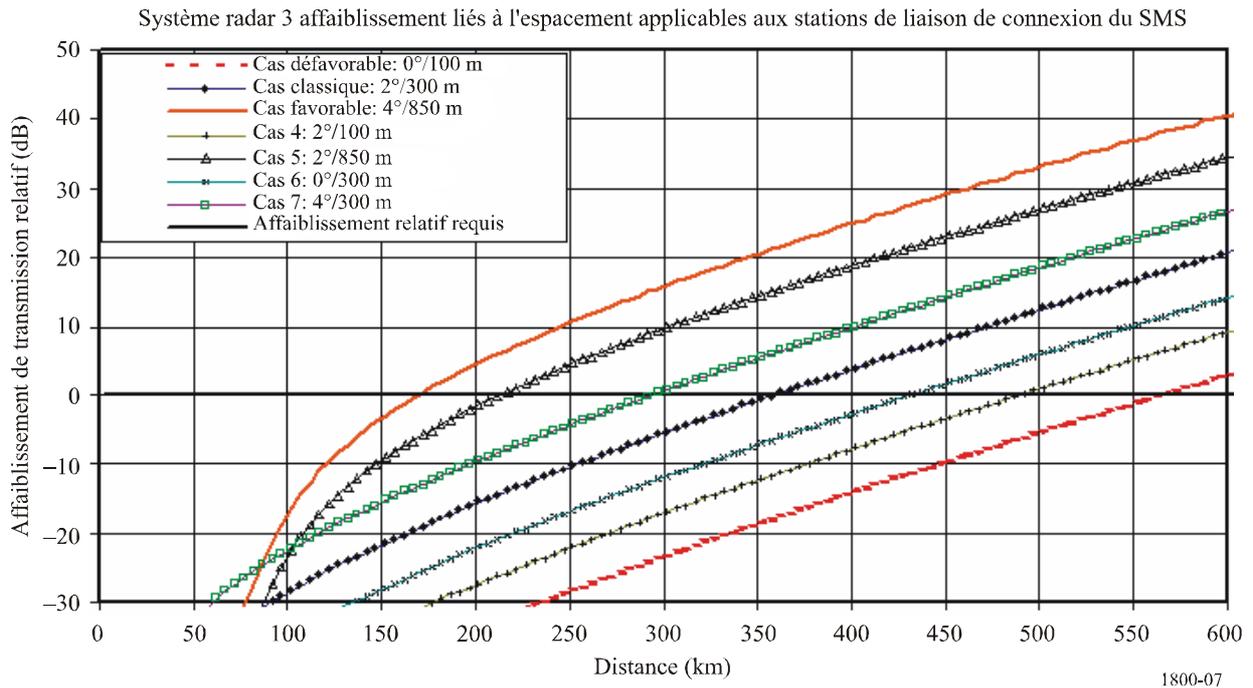
Résultats obtenus pour le système radar 3

TABLEAU 8

Principales données du système 3

	Cas défavorable	Cas classique	Cas favorable	Cas 4	Cas 5	Cas 6	Cas 7
Fréquence radioélectrique (GHz)	1,392	1,392	1,392	1,392	1,392	1,392	1,392
Niveau de brouillage admissible pour la station radar (dB(W/100 kHz))	-155,3	-155,3	-155,3	-155,3	-155,3	-155,3	-155,3
Angle de pointage de l'antenne du radar par rapport à la station du SMS (degrés)	0,0	2,0	4,0	2,0	2,0	0,0	4,0
Gain de l'antenne du radar pour l'angle de site considéré dans la direction de la station du SMS (dBi)	38,2	31,8	25,7	31,8	31,8	38,2	25,7
Hauteur du centre de l'antenne au-dessus du niveau du terrain (m)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Densité de p.i.r.e. max. de la station du SMS vers l'horizon (dB(W/100 kHz))	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8
Hauteur équivalente de l'antenne de la station du SMS au-dessus du niveau du terrain (m)	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Hauteur au-dessus du niveau du terrain de l'obstacle le plus proche (m)	100,0	300,0	850,0	100,0	850,0	300,0	300,0
Distance de l'obstacle le plus proche le long de la surface de la Terre (km)	10	10	10	10	10	10	10
Affaiblissement de transmission de référence requis (dB)	225,7	219,3	213,2	219,3	219,3	225,7	213,2
Espacement requis (km)	567,0	362,0	172,0	492,0	217,0	432,0	297,0

FIGURE 8

Résultats obtenus pour le système radar 4

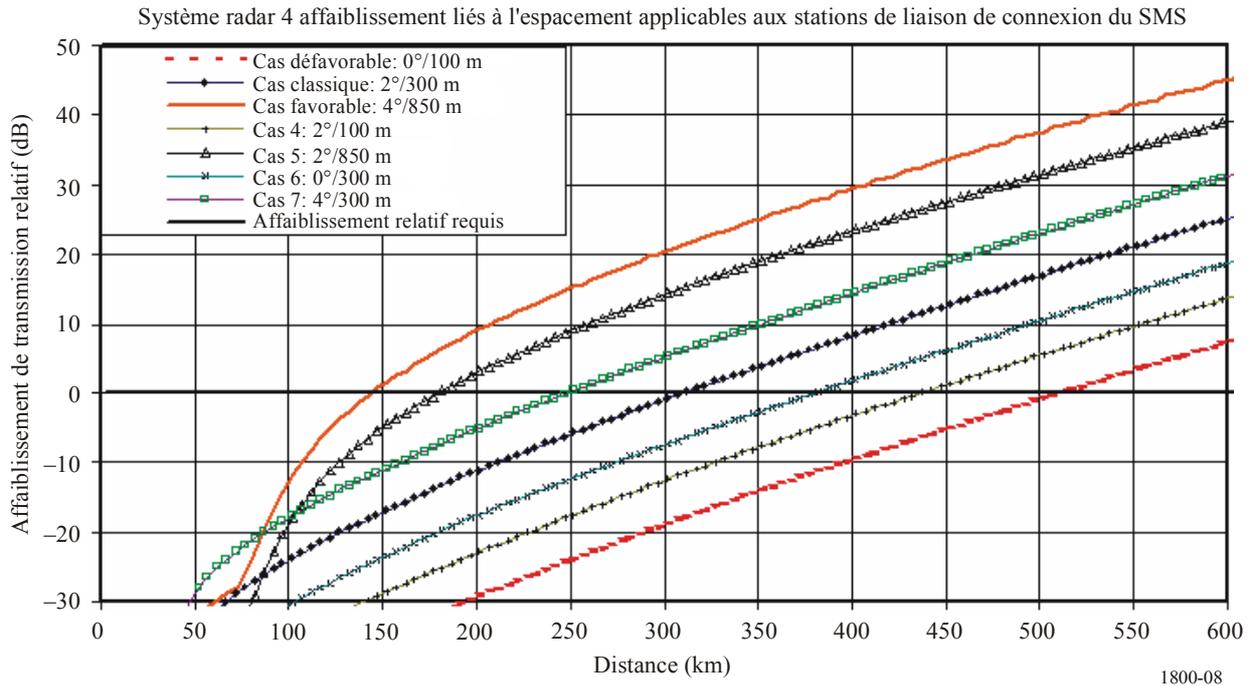


TABLEAU 9

Principales données du système 4

	Cas défavorable	Cas classique	Cas favorable	Cas 4	Cas 5	Cas 6	Cas 7
Fréquence radioélectrique (GHz)	1,392	1,392	1,392	1,392	1,392	1,392	1,392
Niveau de brouillage admissible pour la station radar (dB(W/100 kHz))	-156,5	-156,5	-156,5	-156,5	-156,5	-156,5	-156,5
Angle de pointage de l'antenne du radar par rapport à la station du SMS (degrés)	0,0	2,0	4,0	2,0	2,0	0,0	4,0
Gain de l'antenne du radar pour l'angle de site considéré dans la direction de la station du SMS (dBi)	32,5	26,1	20,0	26,1	26,1	32,5	20,0
Hauteur du centre de l'antenne au-dessus du niveau du terrain (m)	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0
Densité de p.i.r.e. max. de la station du SMS vers l'horizon (dB(W/100 kHz))	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8
Hauteur équivalente de l'antenne de la station du SMS au-dessus du niveau du terrain (m)	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Hauteur au-dessus du niveau du terrain de l'obstacle le plus proche (m)	100,0	300,0	850,0	100,0	850,0	300,0	300,0
Distance de l'obstacle le plus proche le long de la surface de la Terre (km)	10	10	10	10	10	10	10
Affaiblissement de transmission de référence requis (dB)	221,2	214,8	208,7	214,8	214,8	221,2	208,7
Espacement requis (km)	512,0	312,0	147,0	437,0	182,0	382,0	252,0

9 Conclusions

Dans la présente étude, un certain nombre de cas ont été analysés pour déterminer l'espacement minimal à prévoir pour éviter des brouillages préjudiciables entre une station terrienne radar et une station de liaison de connexion du SMS dans la bande de fréquences 1 390-1 392 MHz.

Les résultats obtenus montrent que les espacements nécessaires pour protéger les récepteurs de radiolocalisation au sol fonctionnant autour de 1,4 GHz contre les brouillages susceptibles d'être provoqués par les stations de liaisons de connexion varient entre 150 et 600 km, selon les cas envisagés. Il faudra probablement prévoir de plus grands espacements pour les trajets de propagation effectués au-dessus de vastes étendues d'eau.
