

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R M.2082-0
(11/2015)

**Méthode et exemple technique pour faciliter
la coordination du service mobile par
satellite et du service de radiorepérage par
satellite avec le service fixe sur la base des
niveaux de puissance surfacique
déclenchant la coordination dans la
bande 2 483,5-2 500 MHz**

Série M

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



Avant-propos

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

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

Politique en matière de droits de propriété intellectuelle (IPR)

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

Séries des Recommandations UIT-R

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

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

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

Publication électronique
Genève, 2016

© UIT 2016

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.2082-0

Méthode et exemple technique pour faciliter la coordination du service mobile par satellite et du service de radiorepérage par satellite avec le service fixe sur la base des niveaux de puissance surfacique déclenchant la coordination dans la bande 2 483,5-2 500 MHz

(2015)

Domaine d'application

La présente Recommandation fournit des informations concernant la coordination du service fixe avec les systèmes du service mobile par satellite et du service de radiorepérage par satellite fonctionnant dans la bande de fréquences 2 483,5-2 500 MHz. Elle comprend notamment une estimation du niveau de brouillage susceptible d'être causé par des systèmes du service mobile par satellite et du service de radiorepérage par satellite. La présente Recommandation étudie l'incidence de l'assouplissement du niveau de puissance surfacique déclenchant la coordination avec le service fixe, approuvé lors de la CMR-12 au titre du point 1.18 de l'ordre du jour.

La présente Recommandation peut être utile pour la coordination au titre du numéro **9.14** du Règlement des radiocommunications lorsque des administrations souhaitent exploiter leurs systèmes du SRRS ou du SMS avec des niveaux de puissance surfacique dépassant les seuils définis dans l'Appendice **5** du RR.

Mots clés

SRRS, SMS, SF, SM, seuil déclenchant la coordination

Abréviations/Glossaire

FDP dégradation relative de la qualité de fonctionnement (*fractional degradation of performance*)
pfd puissance surfacique (*power flux-density*)

Recommandations et Rapports UIT connexes

- | | |
|-------------------------------|--|
| Recommandation UIT-R F.758-6 | Paramètres des systèmes et considérations relatives à la mise au point de critères pour le partage ou la compatibilité entre les systèmes hertziens fixes numériques du service fixe et les systèmes d'autres services ainsi que d'autres sources de brouillage |
| Recommandation UIT-R F.1108-4 | Détermination des critères nécessaires à la protection des récepteurs du service fixe des émissions de stations spatiales opérant sur des orbites non géostationnaires dans des bandes de fréquences partagées |
| Recommandation UIT-R M.1143-3 | Méthodologie spécifique au système pour la coordination des stations spatiales non géostationnaires (espace vers Terre) du service mobile par satellite avec les systèmes du service fixe |
| Recommandation UIT-R M.1787-2 | Description des systèmes et réseaux du service de radionavigation par satellite (espace vers Terre et espace-espace) et caractéristiques techniques des stations spatiales d'émission fonctionnant dans les bandes 1 164-1 215 MHz, 1 215-1 300 MHz et 1 559-1 610 MHz |

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que la bande de fréquences 2 483,5-2 500 MHz est attribuée à l'échelle mondiale à titre primaire avec égalité des droits au service mobile par satellite (SMS), au service de radiorepérage par satellite (SRRS), au service fixe (SF) et au service mobile (SM);
- b) que le SMS utilise cette bande de fréquences pour les émissions sur la liaison descendante (espace vers Terre) vers les terminaux d'utilisateurs;
- c) que, pour déterminer si une coordination des systèmes spatiaux est nécessaire avec les administrations utilisant le service fixe, on utilise les valeurs de puissance surfacique appropriées données dans l'Appendice 5 du RR;
- d) que la puissance surfacique est un des paramètres techniques utilisés pour déterminer les critères qui facilitent le partage entre le SMS et les services de Terre;
- e) que les réseaux du service fixe utilisent des techniques de modulation numérique,

notant

- a) que, dans la bande de fréquences 2 483,5-2 500 MHz, utilisée en partage par les systèmes à satellites non géostationnaires du SMS et les systèmes du service fixe, le Tableau 5-2 de l'Appendice 5 du RR définit les seuils de puissance surfacique suivants:

-126		dB(W/(m ² · MHz))
	pour	0° ≤ θ ≤ 5°
-126 + 0,65 (θ - 5)		dB(W/(m ² · MHz))
		pour 5° ≤ θ ≤ 25°
-113		dB(W/(m ² · MHz))
	pour	θ > 25°

où θ est l'angle d'incidence à la surface de la Terre de l'onde radioélectrique (en degrés);

- b) que, pour les pays de la Région 2, 43 pays de la Région 1, l'Australie et Israël, dans la bande de fréquences 2 483,5-2 500 MHz, utilisée en partage par les systèmes à satellites non géostationnaires du SMS et les systèmes du service fixe, la Note 9 du Tableau 5-2 de l'Appendice 5 du RR définit les seuils de puissance surfacique suivants:

-124,5		dB(W/(m ² · MHz))
	pour	0° ≤ θ ≤ 5°
-124,5 + 0,65 (θ - 5)		dB(W/(m ² · MHz))
		pour 5° ≤ θ ≤ 25°
-111,5		dB(W/(m ² · MHz))
	pour	θ > 25°

- c) que, dans la bande de fréquences 2 483,5-2 500 MHz, utilisée en partage par les systèmes à satellites non géostationnaires du SRRS et les systèmes du service fixe, le Tableau 5-2 de l'Appendice 5 du RR définit le seuil de puissance surfacique suivant:

-129	dB(W/(m ² · MHz))	pour 0° ≤ θ ≤ 90°
------	------------------------------	-------------------

- d) que, pour les pays de la Région 2, 43 pays de la Région 1, l'Australie et Israël, dans la bande de fréquences 2 483,5-2 500 MHz, utilisée en partage par les systèmes à satellites non géostationnaires du SRRS et les systèmes du service fixe, la Note 9 du Tableau 5-2 de l'Appendice 5 du RR définit le seuil de puissance surfacique suivant:

-128	dB(W/(m ² · MHz))	pour 0° ≤ θ ≤ 90°
------	------------------------------	-------------------

- e) que les valeurs ci-dessus correspondent à des puissances surfaciques et à des angles d'incidence que l'on obtiendrait dans des conditions de propagation en espace libre;
- f) que, dans la Région 1, les dispositions du numéro **5.398A** du RR doivent être prises en considération,

recommande

- 1** que, sous réserve d'un accord mutuel entre les administrations concernées, la méthode présentée dans l'Annexe 1 soit utilisée, dans le cadre de la coordination entre les systèmes du service fixe et ceux du SMS et du SRRS, pour déterminer l'incidence sur les systèmes du service fixe lorsque les seuils de puissance surfacique définis dans le Tableau 5-2 de l'Appendice **5** du RR sont dépassés;
- 2** que toute ambiguïté concernant certains paramètres utilisés dans la méthode décrite dans l'Annexe 1 soit levée sur la base d'un accord mutuel.

NOTE – L'Annexe 2 donne un exemple technique d'application de la méthode présentée dans l'Annexe 1.

Annexe 1

Détermination de la dégradation relative de la qualité de fonctionnement des systèmes du service fixe résultant des niveaux de puissance surfacique déclenchant la coordination dans la bande de fréquences 2 483,5-2 500 MHz

1 Domaine d'application

On trouvera dans la présente Annexe la description d'une méthode générale, élaborée sur la base de Recommandations existantes de l'UIT-R, pour le calcul du brouillage cumulé causé par des engins spatiaux du SRRS et du SMS tel qu'il est vu par une station de Terre du service fixe.

Des exemples de niveau de brouillage cumulé causé par les constellations HIBLEO-X/HIBLEO-4 du SMS et Galileo du SRRS au service fixe sont donnés dans la Pièce jointe à l'Annexe 2.

2 Méthode¹

La méthode employée dans la Recommandation UIT-R F.1108, pour les faisceaux hertziens numériques, est utilisée conjointement avec la Recommandation UIT-R M.1143. La Recommandation UIT-R F.1108 utilise le concept de dégradation relative de la qualité de fonctionnement (FDP) pour les stations numériques du service fixe. La dégradation FDP est l'augmentation relative du pourcentage de temps pendant lequel le critère de qualité de référence n'est pas satisfait en raison de la présence d'un brouillage. Dans la Recommandation UIT-R F.758-6, il a été proposé de considérer comme acceptable une dégradation FDP de 25% pour les systèmes fonctionnant dans la gamme de fréquences 2 483,5-2 500 MHz.

Le programme simule le brouillage causé au réseau du service fixe par la ou les constellations de satellites non géostationnaires de la manière indiquée ci-dessous.

¹ Ce texte s'inspire de la Recommandation UIT-R M.1143.

2.1 Boucle de calcul

Le programme calcule les vecteurs de position et de vitesse des satellites du système à satellites non OSG et des stations du système du service fixe à chaque instant considéré.

Pour chaque intervalle de temps échantillonné, le programme calcule la puissance brouilleuse totale exercée sur chaque station du service fixe par tous les faisceaux ponctuels actifs de tous les satellites du SMS et du SRRS visibles ou de certains choisis de manière appropriée. Si la largeur de bande du récepteur de la station du service fixe ne couvre pas complètement celle du signal du SMS ou du SRRS, la puissance brouilleuse est réduite proportionnellement au facteur de largeur de bande. Dans le cas d'un système numérique, cette puissance brouilleuse est ramenée à 1 MHz.

La puissance de brouillage cumulée provenant de tous les faisceaux ponctuels actifs de tous les satellites visibles de la station du service fixe est déterminée par:

$$I = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^S \frac{E_{ij}}{L_i} G^3(\alpha_{ij}) G^4(\theta_i) \frac{B_w}{B_{ij}} \frac{1}{F} \frac{1}{P_{ij}}$$

où:

- I : puissance de brouillage (W)
- i : 1 des N satellites pris en compte dans le calcul de brouillage concernant la station du service fixe
- j : 1 des S faisceaux ponctuels actifs du satellite du SMS (ou du SRRS) visible choisi dont des fréquences chevauchent celles du récepteur de la station du service fixe considérée, compte tenu du plan de réutilisation des fréquences par les faisceaux ponctuels du satellite
- E_{ij} : densité maximale de p.i.r.e. par largeur de bande de référence à l'entrée de l'antenne pour le j° faisceau ponctuel actif, dans sa direction de visée, du i° satellite visible choisi (W/largeur de bande de référence)
- B_{ij} : largeur de bande de référence correspondant au signal brouilleur émis par le j° faisceau ponctuel actif du i° satellite visible choisi (kHz)
- $G^3(\alpha_{ij})$: discrimination d'antenne du j° faisceau ponctuel actif du i° satellite visible choisi émettant en direction de la station du service fixe
- α_{ij} : angle compris entre le vecteur de pointage de l'axe de visée du j° faisceau ponctuel actif du i° satellite visible choisi et la station du service fixe (degrés)
- L_i : affaiblissement en espace libre à la fréquence de référence donnée des signaux émis par le i° satellite visible choisi en direction de la station du service fixe
- $G^4(\theta_i)$: gain d'antenne de la station du service fixe dans la direction du i° satellite visible choisi
- θ_{ik} : angle compris entre le vecteur de pointage de l'antenne de la station du service fixe et le vecteur de distance entre la station du service fixe et le i° satellite visible choisi (degrés)
- B_w : largeur de bande du récepteur de la station du service fixe affectée (1 MHz)
- F : affaiblissement dans la ligne d'alimentation de la station du service fixe
- P_{ij} : gain de polarisation entre le j° faisceau ponctuel du i° satellite du SMS (ou du SRRS) et la station du service fixe.

Le gain de polarisation P_{ij} doit être utilisé uniquement si le i^{e} satellite du SMS (ou du SRRS) se situe à l'intérieur de l'ouverture de faisceau à 3 dB de l'antenne de la station du service fixe et si la station du service fixe se situe à l'intérieur de l'ouverture de faisceau à 3 dB du j^{e} faisceau ponctuel du i^{e} satellite du SMS (ou du SRRS). La formule de la Note 7 de la Recommandation UIT-R F.1245 permet de calculer P_{ij} .

2.2 Importance et nombre des étapes de la boucle de calcul

La précision escomptée des résultats exige l'utilisation d'un nombre suffisant d'échantillons prélevés à des moments convenablement choisis, compte tenu de tous les signaux brouilleurs affectant le récepteur de la station fixe.

2.2.1 Incrément temporel

On utilise les formules ci-dessous, dont les étapes de leur calcul sont décrites en détail dans l'Appendice 4 du RR. Puisque la vitesse du satellite est sensiblement la même au niveau de l'équateur et aux latitudes plus élevées, le calcul de l'incrément temporel de simulation Δt est effectué pour un satellite au niveau de l'équateur, compte tenu de la rotation de la Terre, de l'inclinaison de l'orbite du satellite et de l'angle d'élévation de l'antenne de la station du service fixe. Le calcul de Δt n'utilise pas le pire azimut du point de vue de la dégradation FDP, ni l'azimut du déplacement horizontal.

$$\omega = \sqrt{(\omega_s \cos I - \omega_e)^2 + (\omega_s \sin I)^2}$$

$$\theta_\varepsilon = \arccos\left(\frac{R}{R+h} \cos \varepsilon\right) - \varepsilon$$

$$\Delta t = \frac{\varphi_{3\text{dB}}}{N_{\text{hits}} \omega} \frac{\sin \theta_\varepsilon}{\cos \varepsilon}$$

où:

- ω : vitesse angulaire du satellite dans un système de coordonnées terrestres fixe (système de coordonnées de référence géocentrique et géosynchrone)
- ω_s : vitesse angulaire du satellite dans un système de coordonnées spatiales fixe (système de coordonnées de référence géocentrique et héliosynchrone)
- ω_e : vitesse angulaire de rotation de la Terre à l'équateur
- I : inclinaison de l'orbite du satellite
- θ_ε : angle géocentrique entre la direction de la station du service fixe et la direction du satellite
- R : rayon de la Terre
- h : altitude du satellite
- ε : angle d'élévation de l'antenne de la station du service fixe
- $\varphi_{3\text{dB}}$: ouverture de faisceau à 3 dB de la station du service fixe
- N_{hits} : nombre d'occurrences dans l'angle d'ouverture de faisceau à 3 dB de la station du service fixe
- Δt : incrément temporel de simulation.

2.3 Critères de brouillage applicables – Système numérique du SF

Dans le cas d'un système numérique du service fixe, le programme calcule la dégradation FDP pour la station numérique conformément à l'Annexe 3 de la Recommandation UIT-R F.1108:

$$FDP = \sum_{I_i=\min}^{\max} \frac{I_i f_i}{N_T}$$

où:

- I : puissance de brouillage dans la largeur de bande du récepteur du service fixe B_W
- f_i : fraction de temps pendant laquelle la puissance de brouillage est égale à I
- N_T : niveau de puissance de bruit du système de réception de la station.

$$N_T = k T B_W$$

où:

- k : constante de Boltzmann
- T : température de bruit équivalente du système de réception de la station du service fixe (K)
- B_W : largeur de bande du récepteur du service fixe (habituellement, la FDP est calculée dans une largeur de bande de référence de 1 MHz).

Pour déterminer si la coordination est nécessaire ou non en ce qui concerne les systèmes numériques du service fixe, il faut comparer la dégradation FDP calculée au critère applicable de 25%.

Annexe 2

Exemple technique d'analyses de brouillages

1 Caractéristiques des systèmes du SMS, du SRRS et du service fixe

1.1 Caractéristiques des systèmes du SMS dans la bande de fréquences 2 483,5-2 500 MHz

Les caractéristiques qui ont été utilisées pour le système non OSG du SMS considéré dans les analyses sont celles indiquées dans le Tableau 1.

TABLEAU 1

Paramètres types pour le système du service mobile par satellite

Désignation du système	HIBLEO-4/HIBLEO-X
Altitude	1 414 km
Inclinaison	52 degrés
Nombre de plans orbitaux	8
Nombre de satellites par plan	6 espacés tous les 60 degrés
Mise en phase*	7,5 degrés
Type d'antenne	Multifaisceaux
Gain moyen	15,0 dBi
Ouverture angulaire moyenne du faisceau à 3 dB	25,3 degrés
Polarisation	Circulaire lévogyre
Largeur de bande du signal	$13 \times 1,23 \text{ MHz} = 16,5 \text{ MHz}$
Fréquence centrale du signal	2 491,75 MHz
Température de bruit du récepteur du terminal d'utilisateur	300 K
Gain d'antenne du récepteur du terminal d'utilisateur	2,7 dBi
Ouverture du faisceau de l'antenne du récepteur du terminal d'utilisateur	126 degrés

* L'angle de phase initial (ω_i) du i -ème satellite dans son plan orbital à l'instant de référence $t = 0$, mesuré à partir du point du nœud ascendant ($0^\circ \leq \omega_i < 360^\circ$).

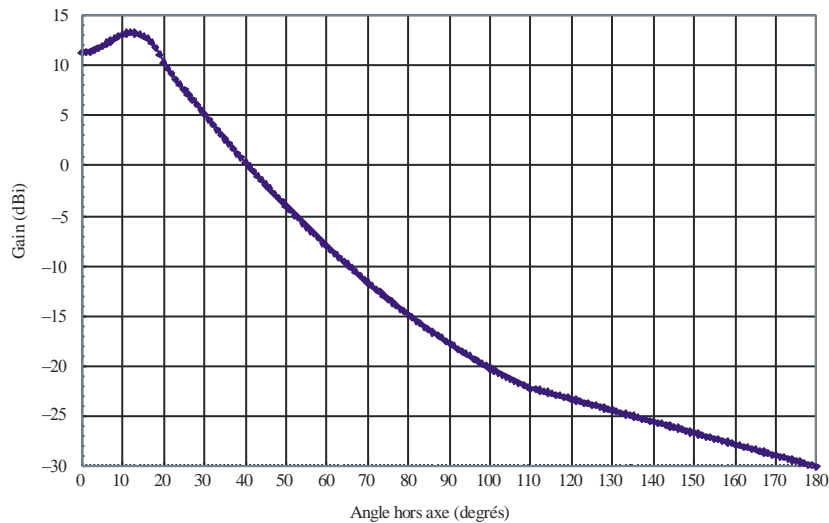
1.2 Caractéristiques retenues pour le système du SRRS

Il a été pris note du fait qu'il est prévu que le système Galileo fournisse une application du SRRS au moyen de sa constellation. Toutefois, aucune série de spécifications définies n'a encore été publiée pour cette application.

Afin de pouvoir effectuer des simulations informatiques, on a supposé que les caractéristiques de l'application du SRRS de Galileo seraient similaires à celles utilisées pour son application du service de radionavigation par satellite (SRNS), telles qu'elles figurent dans la Recommandation UIT-R M.1787.

On a en outre supposé que l'antenne d'engin spatial pour l'application du SRRS aurait aussi une caractéristique d'antenne isoflux. Le gain de crête de l'antenne est considéré comme étant égal à 13,3 dBi. Le diagramme d'antenne utilisé dans la simulation informatique est présenté dans la Fig. 1. D'après les résultats de la CMR-12, un niveau de puissance surfacique de $-128 \text{ dBW/m}^2 \text{ MHz}$ doit être utilisé comme seuil de déclenchement de la coordination pour l'attribution au SRRS dans la bande de fréquences 2 483,5-2 500 MHz, pour tous les angles d'incidence à la surface de la Terre. Sur la base du niveau de puissance surfacique et de l'hypothèse selon laquelle l'antenne présente des valeurs maximales relatives du gain à ± 9 degrés, ce qui correspond à une distance oblique de 25 239 km entre l'engin spatial du SRRS et la surface de la Terre, il a été fait l'hypothèse d'une p.i.r.e. de 40,46 dBW ou d'une densité de p.i.r.e. de 30,16 dBW/MHz pour le SRRS.

FIGURE 1
Diagramme d'antenne en bande S de Galileo



M.2082-01

Les autres caractéristiques considérées pour l'application du SRRS de Galileo et utilisées pour la simulation informatique sont présentées dans le Tableau 2.

TABLEAU 2
Caractéristiques types proposées pour le système du SRRS

Désignation du système	Galileo SRRS
Altitude	23 616 km
Inclinaison	56 degrés
Nombre de plans orbitaux	3
Nombre de satellites par plan	9 au total, séparés les uns des autres de 40 degrés
Mise en phase*	13 degrés 1/3
Type d'antenne	Isoflux
Gain de crête	13,3 dBi
Ouverture de faisceau à 3 dB	40 degrés crête à crête
Polarisation	Circulaire dextrogyre
Largeur de bande du signal	16,5 MHz
Fréquence centrale du signal	2 491,75 MHz
Niveau de puissance surfacique	-128 dB (W/m ² . MHz)
p.i.r.e. correspondante par engin spatial	40,5 dBW

* L'angle de phase initial (ω_i) du i -ème satellite dans son plan orbital à l'instant de référence $t = 0$, mesuré à partir du point du nœud ascendant ($0^\circ \leq \omega_i < 360^\circ$).

1.3 Caractéristiques des systèmes point à point du service fixe

Les paramètres pour les stations du service fixe ont été choisis de façon cohérente avec ceux qui figurent dans la Recommandation UIT-R F.758 et sont donnés dans le Tableau 3.

TABLEAU 3

Paramètres moyens des systèmes point à point numériques du service fixe

Longueur de trajet moyenne	29,45 kilomètres
p.i.r.e moyenne	29,5 dBW
Gain d'antenne moyen	25 dBi Rec. UIT-R F.1245-1
Ouverture de faisceau à 3 dB	9,1 degrés
Hauteur d'antenne moyenne	50,3 m
Angle d'élévation	0 degré
Fréquence centrale de la porteuse	2 491 MHz
Largeur de bande de la porteuse	14 MHz
Température de bruit du système	438 K
Affaiblissement dans la ligne d'alimentation	4 dB

On a supposé que le terrain situé sous le trajet point à point était plat et que la propagation le long du trajet du service fixe était conforme aux Recommandations UIT-R P.525 et P.530, avec une propagation du brouillage conforme à la Recommandation UIT-R P.452.

2 Détermination des niveaux de brouillages causés aux systèmes du service fixe

2.1 Simulation de brouillage des systèmes point à point du service fixe

Comme le montre la Pièce jointe suivante, des simulations informatiques ont été effectuées à l'aide d'un logiciel commercial en vue d'évaluer le brouillage éventuel causé aux liaisons du service fixe par les émissions composites sur les liaisons descendantes du SRRS et du SMS, en utilisant les paramètres figurant dans le Tableau 3 ci-dessus. Les paramètres utilisés pour le SMS et pour le SRRS sont ceux figurant respectivement dans les Tableaux 1 et 2. Les antennes des engins spatiaux et les puissances de sortie ont été choisies de sorte que les puissances surfaciques résultantes à la surface de la Terre soient égales aux niveaux de puissance surfacique déclenchant la coordination, donnés dans l'Appendice 5 du RR. Les stations du service fixe choisies pour les simulations étaient situées au Nigéria. Les effets du climat de la région et des évanouissements dus à la propagation par trajets multiples ont été pris en compte dans la simulation.

La puissance de chaque engin spatial du SMS a été fixée de sorte que la puissance surfacique résultante sur la liaison descendante dans la bande de fréquences 2 483,5-2 500 MHz soit égale à $-124,5$ dBW/m² MHz. De même, la puissance de chaque engin spatial du SRRS a été fixée de sorte que la puissance surfacique résultante soit égale à -128 dBW/m² MHz.

Le brouillage a été calculé pour chaque incrément temporel de 20 secondes, sur une durée de 10 jours. Les intervalles de temps séparant la répétition des traces au sol des systèmes du SRRS de Galileo et de HIBLEO-4/HIBLEO-X sont respectivement de 10 et 2 jours. La durée retenue pour la simulation a donc comporté un nombre entier de répétitions des traces au sol pour les deux systèmes à satellites. L'analyse des brouillages a été effectuée sur la base de la dégradation FDP de la liaison du service fixe.

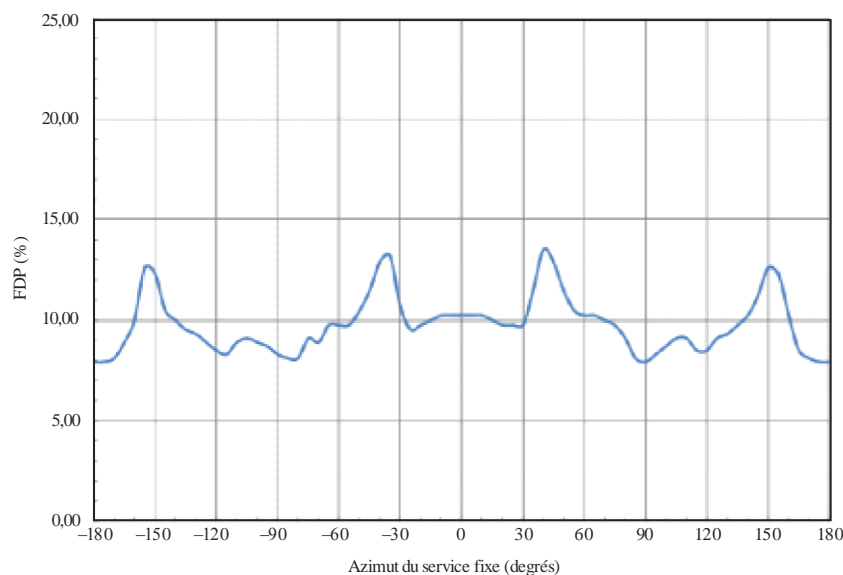
Pièce jointe à l'Annexe 2

Résultats des simulations

Les Figures 2 à 5 montrent les résultats des simulations informatiques. Comme évoqué plus haut, la durée de la simulation a été suffisante pour permettre à la totalité des constellations de satellites des deux systèmes de causer des brouillages au système du service fixe. Les brouillages causés sur la liaison du service fixe ont été calculés pour des azimuts séparés par des intervalles de 5 degrés. La dégradation FDP a été calculée sur la base d'une moyenne arithmétique, par opposition à une moyenne de valeurs logarithmiques.

FIGURE 2

Pourcentage de dégradation FDP sur des liaisons du service fixe simulées au Nigéria résultant du brouillage causé par les émissions composites des systèmes du SRRS et du SMS



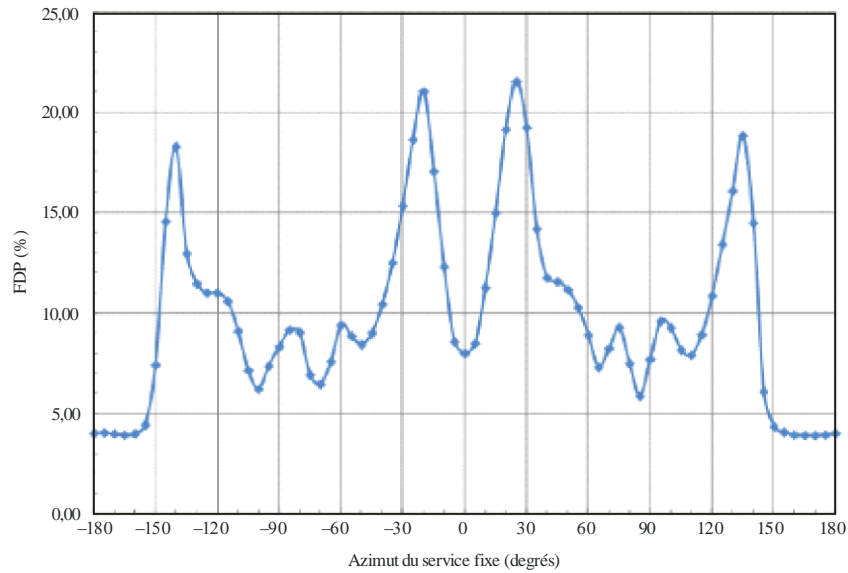
M.2082-02

La dégradation FDP pour cette liaison au Nigéria est toujours inférieure à 14%, ce qui est largement en-dessous de la valeur maximale acceptable de 25% pour les liaisons dans la bande de fréquences 2 483,5-2 500 MHz.

La Figure 3 reproduit les résultats de la simulation informatique pour une liaison au Sénégal. La dégradation FDP pour cette liaison est toujours inférieure à 22% dans la bande de fréquences 2 483,5-2 500 MHz.

FIGURE 3

Pourcentage de dégradation FDP sur des liaisons du service fixe simulées au Sénégal résultant du brouillage causé par les émissions composites des systèmes du SRRS et du SMS

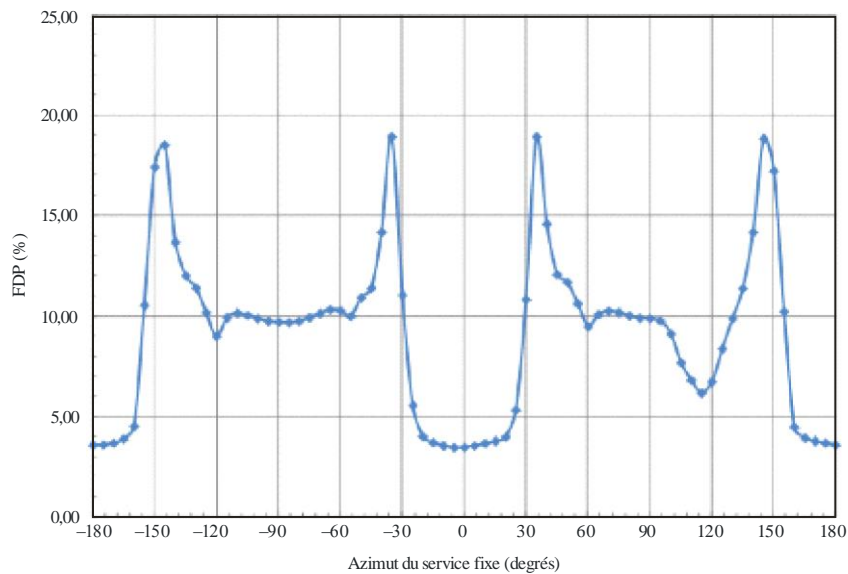


M.2082-03

La Figure 4 reproduit les résultats de la simulation informatique pour une liaison au Kenya. La dégradation FDP pour cette liaison est toujours inférieure à 19% dans la bande de fréquences 2 483,5-2 500 MHz.

FIGURE 4

Pourcentage de dégradation FDP sur des liaisons du service fixe simulées au Kenya résultant du brouillage causé par les émissions composites des systèmes du SRRS et du SMS

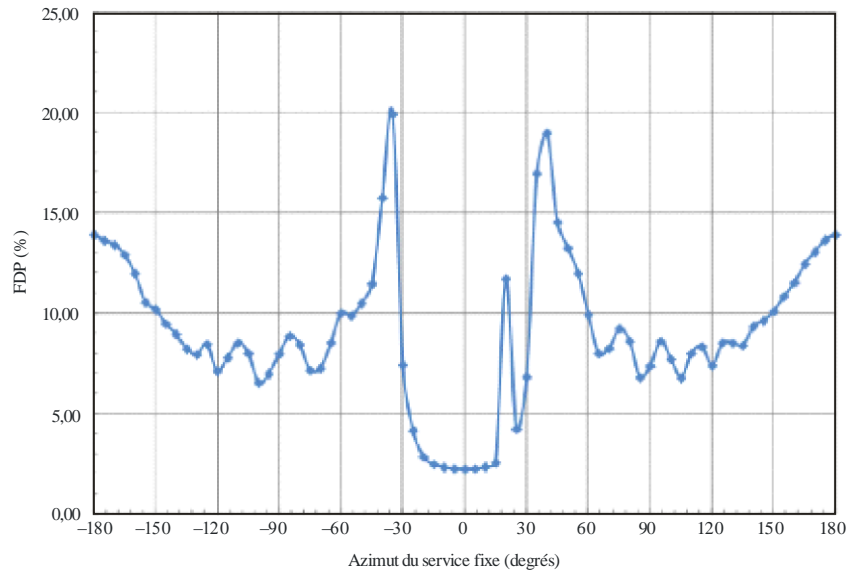


M.2082-04

La Figure 5 reproduit les résultats de la simulation informatique pour une liaison en République sudafricaine. La dégradation FDP pour cette liaison est toujours inférieure à 21% dans la bande de fréquences 2 483,5-2 500 MHz.

FIGURE 5

Pourcentage de dégradation FDP sur des liaisons du service fixe simulées en République sudafricaine résultant du brouillage causé par les émissions composites des systèmes du SRRS et du SMS



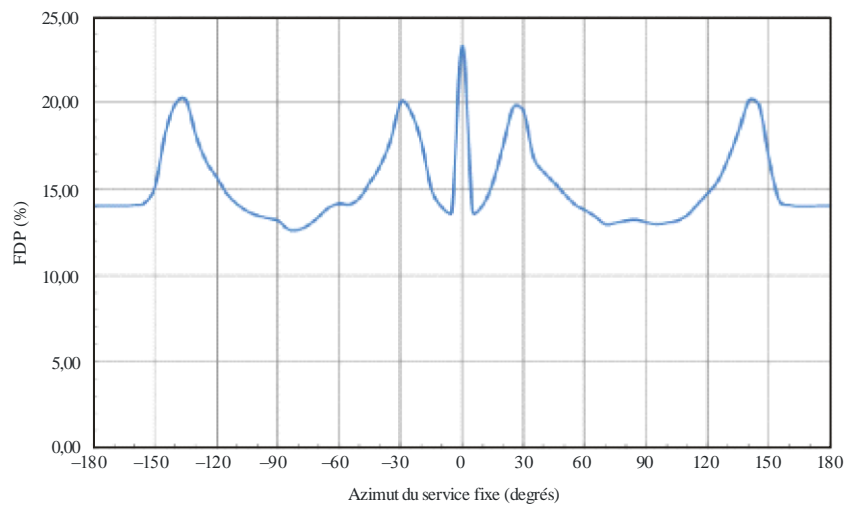
M.2082-05

Effet de l'élévation de l'antenne du service fixe

Une seconde série de simulations a été effectuée, tenant compte des effets d'un angle d'élévation de 0,5 degré pour l'antenne. Les simulations précédentes ont été répétées pour un angle d'élévation de 0,5 degré pour l'antenne de réception. Les Fig. 6 à 9 montrent les résultats de ces simulations.

FIGURE 6

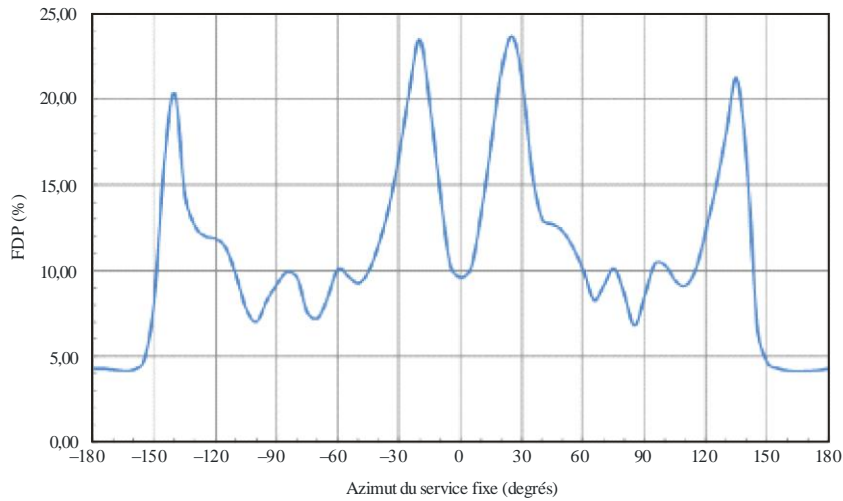
Pourcentage de dégradation FDP sur des liaisons du service fixe simulées au Nigéria résultant du brouillage causé par les émissions composites des systèmes du SRRS et du SMS
Angle d'élévation de l'antenne de réception du service fixe = 0,5 degré



M.2082-06

FIGURE 7

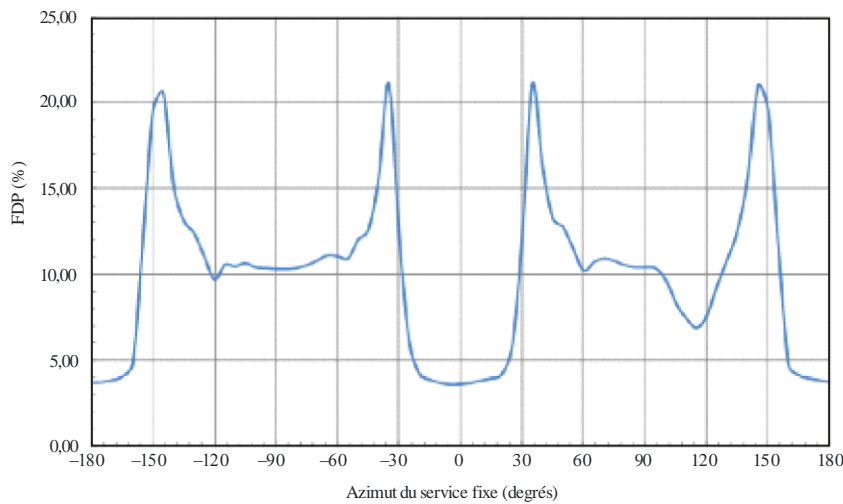
Pourcentage de dégradation FDP sur des liaisons du service fixe simulées au Sénégal résultant du brouillage causé par les émissions composites des systèmes du SRRS et du SMS
Angle d'élévation de l'antenne de réception du service fixe = 0,5 degré



M.2082-07

FIGURE 8

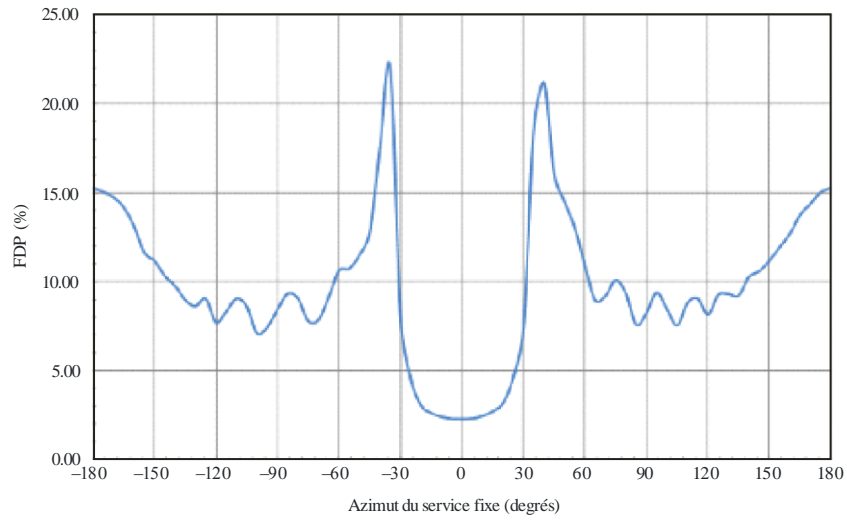
Pourcentage de dégradation FDP sur des liaisons du service fixe simulées au Kenya résultant du brouillage causé par les émissions composites des systèmes du SRRS et du SMS
Angle d'élévation de l'antenne de réception du service fixe = 0,5 degré



M.2082-08

FIGURE 9

**Pourcentage de dégradation FDP sur des liaisons du service fixe simulées en République sudafricaine
résultant du brouillage causé par les émissions composites des systèmes du SRRS et du SMS
Angle d'élévation de l'antenne de réception du service fixe = 0,5 degré**



M.2082-09