

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R S.1714-1
(01/2022)

**Méthode statique permettant de calculer
la puissance surfacique équivalente↓
pour faciliter la coordination de très
grandes antennes conformément aux
numéros 9.7A et 9.7B du Règlement des
radiocommunications**

Série S
Service fixe par satellite

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 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 œuvre 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

(Également 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	Émissions 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, 2022

© UIT 2022

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 S.1714-1

Méthode statique permettant de calculer la puissance surfacique équivalente↓ pour faciliter la coordination de très grandes antennes conformément aux numéros 9.7A et 9.7B du Règlement des radiocommunications

(2005-2022)

Domaine d'application

La présente Recommandation décrit une méthode de calcul de la puissance surfacique équivalente↓ statique dans le cas le plus défavorable, rayonnée par un système à satellites non géostationnaires (non OSG) vers toute station terrienne géostationnaire (OSG) dont les coordonnées géographiques sont connues (station terrienne OSG spécifique) et dont l'antenne est pointée en direction de la station spatiale OSG utile.

Mots clés

Puissance surfacique équivalente (epfd); non OSG; méthode, **9.7A**, **9.7B**, statique.

Abréviations/Glossaire

Angle alpha (α): angle minimal au niveau de la station terrienne OSG entre la droite en direction du satellite non OSG et les droites en direction de l'arc OSG.

epfd↓: puissance surfacique équivalente, telle que définie au numéro **22.5C.1** du RR: émissions en provenance de systèmes à satellites non OSG et à destination de la station terrienne d'un satellite OSG.

Gabarit de puissance surfacique: gabarit utilisé pour définir les émissions du satellite non OSG dans le calcul de la puissance surfacique équivalente↓.

Angle X (X): angle minimal au niveau du satellite non OSG entre la droite depuis la station terrienne OSG et les droites en direction de l'arc OSG.

Recommandations et Rapports de l'UIT-R connexes

Recommandation UIT-R S.1503-3	Description fonctionnelle à utiliser pour le développement d'outils logiciels destinés à déterminer la conformité des réseaux ou des systèmes à satellites non géostationnaires du service fixe par satellite aux limites spécifiées dans l'Article 22 du Règlement des radiocommunications
-------------------------------	--

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

a) que la CMR-2000 a adopté, dans l'Article **22** du Règlement des radiocommunications (RR), des limites de puissance surfacique équivalente (epfd) que doivent respecter les systèmes non OSG du service fixe par satellite (SFS), afin de protéger les réseaux OSG du SFS et les réseaux OSG du service de radiodiffusion par satellite dans certaines bandes de fréquences comprises entre 10,7 et 30 GHz;

b) que la CMR-2000 a décidé qu'une protection supérieure à celle assurée par les limites d'epfd mentionnées au point a) du *considérant* était requise pour certains réseaux OSG du SFS dont les stations terriennes de réception spécifiques présentent toutes les caractéristiques suivantes:

- i) gain isotrope maximal de l'antenne de la station terrienne supérieur ou égal à 64 dBi pour la bande de fréquences 10,7-12,75 GHz ou 68 dBi pour les bandes de fréquences 17,8-18,6 GHz et 19,7-20,2 GHz;
- ii) rapport G/T de 44 dB/K ou plus;
- iii) largeur de bande d'émission de 250 MHz ou plus pour les bandes de fréquences au-dessous de 12,75 GHz, ou de 800 MHz ou plus pour les bandes de fréquences au-dessus de 17,8 GHz;
- c) que, pour assurer cette protection additionnelle, la CMR-2000 a adopté les numéros **9.7A** et **9.7B** du RR, qui établissent une procédure permettant d'effectuer la coordination entre des stations terriennes spécifiques d'un réseau OSG du SFS et des systèmes du SFS utilisant des satellites non OSG dans certaines bandes de fréquences;
- d) que les conditions techniques régissant la coordination conformément aux numéros **9.7A** et **9.7B** du RR sont définies dans l'Appendice 5 du RR et comprennent les valeurs de seuil indiquées au point b) du *considérant* ainsi que l' epfd_{\downarrow} , rayonnée par le système à satellites non OSG du SFS vers la station terrienne dotée d'une très grande antenne, lorsque celle-ci est pointée en direction du satellite OSG utile:
 - i) dans la bande de fréquences 10,7-12,75 GHz:
 - a) $-174,5 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot 40 \text{ kHz))}$ pendant n'importe quel pourcentage de temps pour des systèmes à satellites non OSG dont tous les satellites fonctionnent uniquement à une altitude égale ou inférieure à 2 500 km, ou
 - b) $-202 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot 40 \text{ kHz))}$ pendant n'importe quel pourcentage de temps pour des systèmes à satellites non OSG ayant des satellites qui fonctionnent à une altitude supérieure à 2 500 km;
 - ii) dans les bandes de fréquences 17,8-18,6 GHz ou 19,7-20,2 GHz:
 - a) $-157 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{MHz))}$ pendant n'importe quel pourcentage de temps pour des systèmes à satellites non OSG dont tous les satellites fonctionnent uniquement à une altitude égale ou inférieure à 2 500 km; ou
 - b) $-185 \text{ dB(W/(m}^2 \cdot \text{MHz))}$ pendant n'importe quel pourcentage de temps pour des systèmes à satellites non OSG ayant des satellites qui fonctionnent à une altitude supérieure à 2 500 km;
- e) que le calcul de l' epfd_{\downarrow} rayonnée par un système à satellites non OSG en fonction du temps nécessite l'utilisation d'un outil logiciel de simulation approprié;
- f) que la Recommandation UIT-R S.1503 donne une spécification relative à un outil logiciel de simulation qui permet de calculer l' epfd_{\downarrow} en fonction du temps, mais ne tient pas compte de l'inclinaison d'un satellite OSG;
- g) qu'en raison du gain élevé des très grandes antennes de stations terriennes OSG et de la nature de l'équation de l' epfd_{\downarrow} , les satellites non OSG dans les lobes latéraux des très grandes antennes de stations terriennes OSG ne contribuent pas de manière significative à la valeur de l' epfd_{\downarrow} ;
- h) que la CMR-03 a adopté la Résolution **85 (CMR-03)**, qui permet provisoirement, jusqu'à ce qu'un logiciel soit disponible, que la coordination au titre des numéros **9.7A** et **9.7B** du RR soit effectuée uniquement au moyen des caractéristiques des réseaux OSG du SFS;
- i) qu'il existe peu d'indications pour effectuer la coordination au titre des numéros **9.7A** et **9.7B** du RR,

recommande

- 1 que la méthode décrite dans l'Annexe 1 de la présente Recommandation soit utilisée par les administrations effectuant une coordination au titre des numéros **9.7A** et **9.7B** du RR pour calculer la valeur d'epfd \downarrow statique dans le cas le plus défavorable rayonnée par un système non OSG vers une antenne de station terrienne OSG spécifique lorsque cette antenne est pointée en direction du satellite OSG utile;
- 2 que les résultats de l'application du point 1 du *recommande* soient comparés au critère de protection d'epfd \downarrow du réseau OSG et au critère mentionné au point *d*) du *considérant*, pour déterminer s'il est possible pour le système non OSG de ne pas répondre à ce critère de protection;
- 3 que, si le système non OSG satisfait au critère de protection d'epfd \downarrow du réseau OSG et au critère mentionné au point *d*) du *considérant*, les dispositions pertinentes du Règlement des radiocommunications peuvent être considérées comme appliquées;
- 4 que, si le système non OSG ne satisfait pas au critère de protection d'epfd \downarrow du réseau OSG, ou au critère indiqué au point *d*) du *considérant*, une analyse plus détaillée devrait être effectuée.

Annexe 1

1 Description de la méthode

Dans la Lettre circulaire CR/176, le Bureau des radiocommunications a demandé aux administrations responsables de systèmes à satellites non OSG dans certaines bandes de fréquences assujetties à des limites d'epfd de soumettre des renseignements supplémentaires à l'UIT dans un délai de six mois à compter du 26 mars 2002, conformément au point 2 du *décide* de la Résolution **59 (CMR-2000)**. Ces renseignements supplémentaires concernent les données relatives au fonctionnement des réseaux à satellite et aux gabarits de puissance surfacique à fournir pour calculer les niveaux d'epfd produits par les systèmes non OSG. La méthode proposée dans la présente Recommandation est fondée sur l'utilisation de ces renseignements supplémentaires et ne nécessite aucun autre renseignement concernant les systèmes à satellites non OSG.

Afin de satisfaire aux limites d'epfd \downarrow , les systèmes à satellites non OSG devront utiliser une technique de réduction des brouillages. L'une des techniques les plus répandues est l'évitement de l'arc OSG. On peut se servir de l'évitement de l'arc OSG en établissant une zone d'exclusion de trois manières différentes:

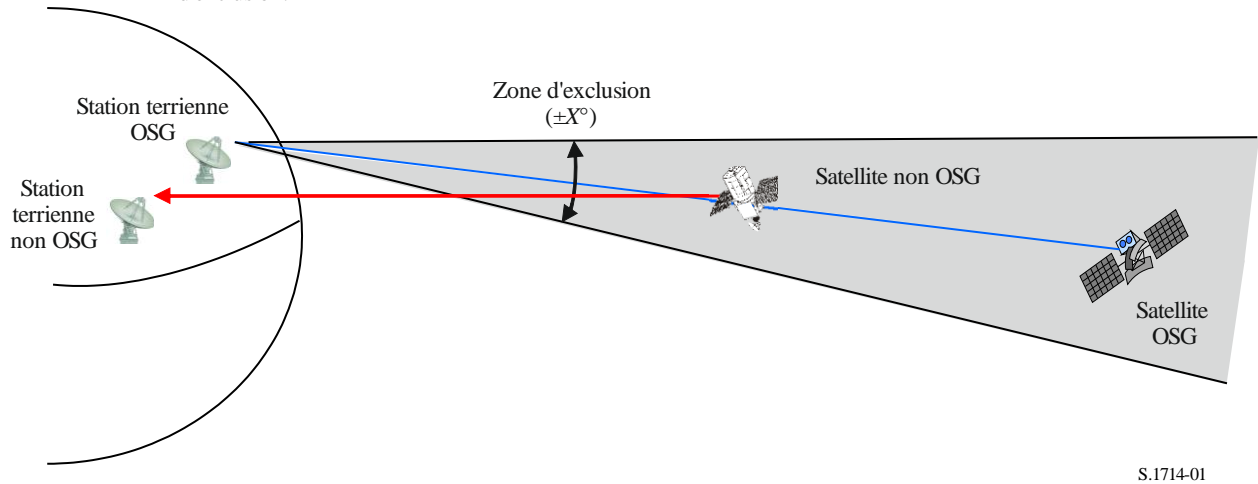
- la zone d'exclusion est définie à partir de la station terrienne OSG comme un arc de $\pm X^\circ$ par rapport à l'arc OSG et le satellite non OSG peut émettre à destination d'une station terrienne non OSG située au moins à une distance prédéfinie par rapport à la station terrienne OSG, lorsqu'elle se trouve à l'intérieur de la zone d'exclusion;
- la zone d'exclusion est telle que définie au point 1), mais le satellite non OSG ne peut pas émettre lorsqu'il se trouve à l'intérieur de la zone d'exclusion;
- la zone d'exclusion est définie par la latitude et le satellite non OSG ne peut pas émettre lorsque la latitude du point subsatellite se situe dans une certaine plage de latitudes de $\pm X^\circ$.

Ces trois types de techniques d'évitement de l'arc OSG sont représentés dans des diagrammes, dans les Fig. 1 à 3.

FIGURE 1

Cas 1: Zone d'exclusion

Cas 1: La zone d'exclusion est définie à partir de la station terrienne OSG comme un arc de $\pm X^\circ$ par rapport à l'arc OSG et le satellite non OSG **peut** émettre vers une station terrienne non OSG située au moins à une distance prédéfinie par rapport à la station terrienne OSG lorsque le satellite non OSG se trouve à l'intérieur de la zone d'exclusion.

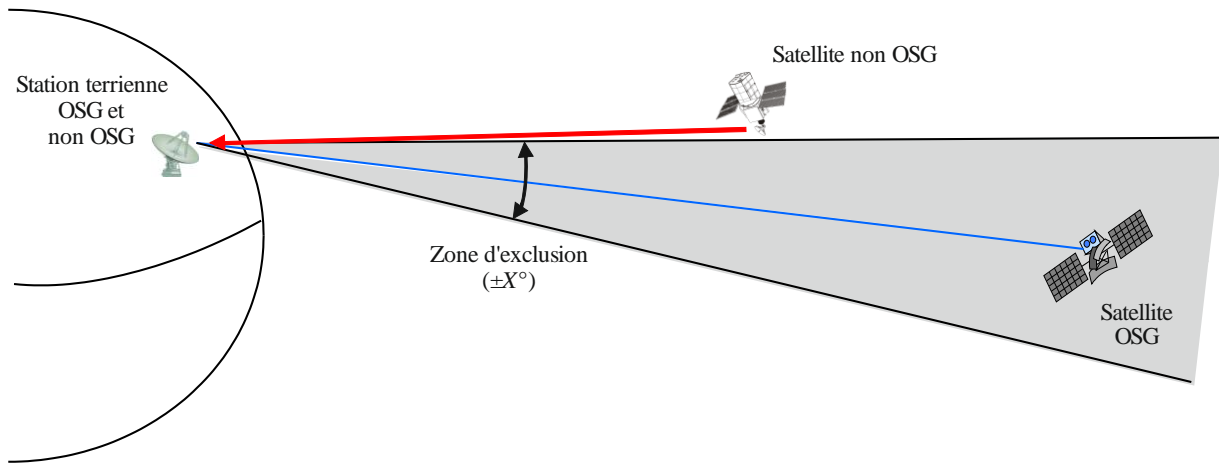


S.1714-01

FIGURE 2

Cas 2: Zone d'exclusion

Cas 2: Zone d'exclusion définie à partir de la station terrienne OSG comme un arc de $\pm X^\circ$ par rapport à l'arc OSG. Le satellite non OSG **ne peut pas** émettre lorsqu'il se trouve à l'intérieur de la zone d'exclusion.

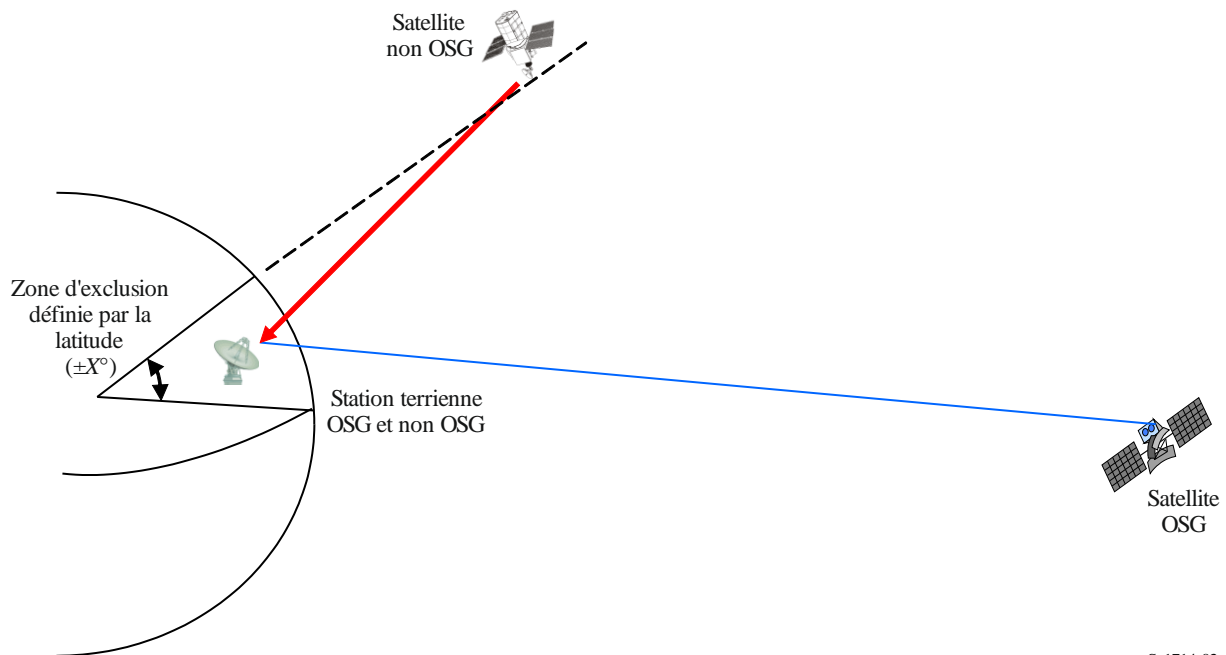


S.1714-02

FIGURE 3

Cas 3: Zone d'exclusion

Cas 3: Le satellite non OSG ne peut pas émettre lorsque la latitude du point subsatellite du satellite est située dans une certaine plage de latitudes. Par exemple, un satellite sur orbite moyenne (MEO) n'émettrait pas entre $+X^\circ$ et $-X^\circ$ de latitude. Un satellite sur orbite elliptique fortement inclinée (HEO) n'émettrait pas au-dessous de $+X^\circ$ de latitude ou au-dessus de $-X^\circ$ de latitude selon l'hémisphère de l'apogée.



S.1714-03

Les Cas 1 et 2 correspondent aux mécanismes d'évitement de l'arc OSG qu'une constellation de satellites sur orbite basse (LEO) utiliserait vraisemblablement, tandis que le Cas 3 correspond aux mécanismes d'évitement qui seraient probablement utilisés par une constellation de satellites sur HEO. Les trois mécanismes d'évitement de l'arc pourraient être utilisés avec une constellation de satellites MEO. Étant donné qu'il est peu probable qu'un satellite HEO utilise le mécanisme d'évitement de l'arc décrit dans les Cas 1 et 2, les calculs décrits dans les méthodes correspondantes sont limités aux orbites circulaires. On peut utiliser la méthode correspondant au Cas 3 pour une constellation de satellites HEO, tant que l'on connaît la position (latitude) du satellite HEO au moment où il entre et où il sort de son arc actif. Les valeurs de seuil de l' $epfd_{\downarrow}$ données dans l'Appendice 5 du RR qui sont utilisées pour déterminer les conditions techniques régissant la coordination entre des systèmes non OSG du SFS et des stations terriennes spécifiques d'un réseau OSG du SFS sont définies sur la base de l'altitude. Il existe une valeur de seuil pour les systèmes non OSG dont tous les satellites fonctionnent à une altitude égale ou inférieure à 2 500 km et une autre valeur de seuil pour les systèmes non OSG du SFS ayant des satellites qui fonctionnent à une altitude supérieure à 2 500 km. Le Tableau 1 indique les relations entre le type d'orbite non OSG, les valeurs de seuil de la coordination et les cas envisagés pour les techniques de réduction des brouillages.

TABLEAU 1

**Relations entre les types d'orbites, les valeurs de déclenchement de l'Appendice 5
et les techniques de réduction des brouillages**

Type d'orbite	Valeur de seuil de la coordination de l'Appendice 5 (km)	Techniques de réduction des brouillages
LEO	$\leq 2\ 500$	Cas 1 et 2
MEO	$> 2\ 500$	Cas 1, 2 et 3
HEO	$> 2\ 500$	Cas 3

2 Cas 1

Le Cas 1 décrit le scénario dans lequel une zone d'exclusion est définie depuis la station terrienne OSG comme un arc de $\pm X^\circ$ par rapport à l'arc OSG. Lorsque le satellite non OSG se trouve à l'intérieur de cette zone d'exclusion, il peut émettre, mais pas en direction de la station terrienne OSG. La distance par rapport à la station terrienne OSG jusqu'à laquelle le satellite non OSG peut émettre est déterminée par le fonctionnement du satellite non OSG. La géométrie du cas le plus défavorable correspondant à ce cas est présentée dans la Fig. 1: on voit sur cette figure que le satellite non OSG est directement aligné entre le satellite OSG et la station terrienne OSG, mais que le satellite non OSG émet vers une station terrienne qui est éloignée de la station terrienne OSG. Cette géométrie produit un scénario de brouillage dans lequel un lobe latéral non OSG brouille le faisceau principal du satellite OSG. Cette technique de réduction des brouillages sera en général utilisée avec une constellation de satellites LEO, mais fonctionnera aussi avec une constellation de satellites MEO. L'algorithme utilisé pour calculer la valeur de epfd_\downarrow nécessite la mise en œuvre des étapes suivantes:

- Étape 1:* Données d'entrée: rayon de la Terre, rayon de l'orbite non OSG, inclinaison non OSG, rayon de l'orbite OSG, longitude du satellite OSG, inclinaison du satellite OSG, latitude de la station terrienne OSG, longitude de la station terrienne OSG.
- Étape 2:* Calculer l'azimut et l'angle d'élévation entre la station terrienne OSG et le satellite OSG.
- Étape 3:* Calculer la latitude et la longitude du point subsatellite du satellite non OSG pour le même azimut et le même angle d'élévation que le satellite OSG.
- Étape 4:* Si les gabarits de puissance surfacique du satellite non OSG sont présentés sous forme de longitude Alpha/Delta (voir la Recommandation UIT-R S.1503 pour les définitions de la longitude Alpha et Delta):
- Calculer Alpha, qui équivaut à l'angle au niveau de la station terrienne OSG entre la droite en direction du satellite non OSG et la droite en direction de l'arc OSG.
 - À partir des gabarits de puissance surfacique, choisir la puissance surfacique pour la latitude la plus proche de la latitude du point subsatellite du satellite non OSG, Alpha, et la différence en longitude entre le satellite OSG et les satellites non OSG.
 - Étant donné qu'il y a alignement, la partie $G(\theta)/G_{max}$ du calcul de l'epfd est égale à 1 ou 0 dB.
 - Étant donné que le satellite OSG dispose d'une très grande largeur de bande, il se peut qu'il y ait chevauchement des fréquences pour plusieurs ensembles de gabarits de puissance surfacique. Tous ces éléments doivent être pris en compte.
 - Calculer l'epfd telle qu'elle est définie au numéro **22.5C** du RR.

- Étape 5:* Si les gabarits de puissance surfacique du satellite non OSG sont présentés sous la forme de l'azimut/angle d'élévation (voir la Recommandation UIT-R S.1503 pour la définition de l'azimut et de l'angle d'élévation):
- a) Calculer les coordonnées de la référence fixe par rapport au centre de la Terre (ECF) du satellite OSG, de la station terrienne et du satellite non OSG.
 - b) Appliquer une translation et une relation vectorielles entre la station terrienne non OSG et la station terrienne OSG pour passer des coordonnées ECF aux coordonnées par rapport au satellite.
 - c) Calculer l'azimut et l'angle d'élévation entre le satellite non OSG et la station terrienne OSG.
 - d) A l'aide des gabarits de puissance surfacique, choisir la valeur de puissance surfacique correspondant à la latitude la plus proche de la latitude du point subsatellite du satellite non OSG pour l'azimut et l'angle d'élévation entre le satellite non OSG et la station terrienne OSG.
 - e) Étant donné qu'il y a alignement, la partie $G(\theta)/G_{max}$ du calcul de l'epfd est égale à 1 (valeur numérique) ou 0 dB.
 - f) Étant donné que le satellite OSG dispose d'une très grande largeur de bande, il se peut qu'il y ait chevauchement des fréquences pour plusieurs ensembles de gabarits de puissance surfacique. Tous ces éléments doivent être pris en considération.
 - g) Calculer la valeur d'epfd telle que définie au numéro **22.5C** du RR.

Une feuille de calcul Excel contenant les équations appropriées et les calculs préprogrammés a été élaborée. La page de calcul correspondant au Cas 1 est illustrée dans le Tableau 2. Les valeurs d'entrée correspondant au système à satellites non OSG sont fictives et ne représentent aucun système particulier.

TABLEAU 2

Feuille de calcul Excel pour le Cas 1 – Rév.1

Cas 1 – Rév.1: Zone d'exclusion définie depuis la station terrienne OSG comme un arc de $\pm X^\circ$ par rapport à l'arc OSG				
Un satellite non OSG peut émettre à l'intérieur de la zone d'exclusion, mais pas en direction de la station terrienne OSG				
Cas le plus défavorable: La station non OSG est alignée sur le satellite OSG à son angle d'inclinaison maximal et sur la station terrienne OSG				
NOTE – Cet algorithme n'est valable que pour les satellites non OSG sur orbite circulaire				
Données d'entrée				
	Rayon de la Terre (km)	R_e	6 378,15	
	Rayon du satellite non OSG (km)	R_n	7 878	
	Inclinaison du satellite non OSG (degrés)	i	55	
	Rayon du satellite OSG (km)	R_g	42 164	
	Longitude du satellite OSG (degrés)	$Long.$ OSG	-30	
	Inclinaison du satellite OSG (degrés)	i_g	5	
	Latitude de la station terrienne (degrés)	φ	38	
	Longitude de la station terrienne (degrés)	$Long.$ $stat.$ $terrienne$	-77	
	Gabarit de la largeur de bande de référence (kHz)		40	Déterminé à partir du fichier du gabarit (40 ou 1 000)
	Bande (Ku ou Ka)		Ka	
Calculs				
	Latitude du satellite OSG (degrés)	δ_g	5	
	Différence entre la longitude de la station terrienne et la longitude du satellite OSG (degrés)	$\Delta\lambda_g$	47	$Long. OSG - long. st. terrienne$
	Calculer l'angle gamma entre la station terrienne et le satellite OSG (degrés)	γ_g	53,91141	$\text{acos}[\sin(\varphi) \times \sin(\delta_g) + \cos(\varphi) \times \cos(\delta_g) \times \cos(\Delta\lambda_g)]$
	Calculer la distance oblique entre la station terrienne et le satellite OSG (km)	d_g	38 751,35	$\sqrt{R_e^2 + R_g^2 - 2 \times R_e \times R_g \times \cos(\gamma_g)}$

TABLEAU 2 (suite)

Calculer l'angle d'élévation entre la station terrienne et le satellite OSG (degrés)	El	28,44516	$\text{acos} \left[\left(\frac{R_g}{d_g} \right) \times \sin(\gamma_g) \right]$
Calculer l'azimut entre la station terrienne et le satellite OSG (degrés)	Az	115,6339	si $(\Delta\lambda_g > 0$ et $\varphi < 0$) ou $(\Delta\lambda_g < 0$ et $\varphi < 0)$ alors $\text{asin} \left[\cos(\delta_g) \times \sin \left(\frac{\Delta\lambda_g}{\sin(\sin \gamma_g)} \right) \right]$ sinon $180 - \text{asin} \left[\cos(\delta_g) \times \frac{\sin(\Delta\lambda_g)}{\sin(\gamma_g)} \right]$
Calculer l'angle gamma entre la station terrienne et le satellite non OSG (degrés)	γ_n	16,16731	$\text{acos} \left(\left(\frac{R_e}{R_n} \right) \times \cos(El) \right) - El$
Calculer la latitude du point subsatellite non OSG à cet azimut et à cet angle d'élévation (degrés)	δ	29,76146	Si $\varphi > 0$ alors $90 - \text{acos}[\cos(90 - \varphi) \times \cos(\gamma_n) + \sin(90 - \varphi) \times \sin(\gamma_n) \times \cos(Az)]$ sinon $90 - \text{acos}[\cos(90 + \varphi) \times \cos(\gamma_n) + \sin(90 - \varphi) \times \sin(\gamma_n) \times \cos(Az + 180)]$
Calculer la différence entre la longitude du satellite non OSG et la longitude de la station terrienne (degrés)	$\Delta\lambda_n$	16,80892	Si $\Delta\lambda_g > 0$ alors $\text{acos} \left[\frac{\cos(\gamma_n) - \sin(\varphi) \times \sin(\delta)}{\cos(\varphi) \times \cos(\delta)} \right]$ sinon $-1 \times \text{acos} \left[\frac{\cos(\gamma_n) - \sin(\varphi) \times \sin(\delta)}{\cos(\varphi) \times \cos(\delta)} \right]$
Calculer la longitude du point subsatellite non OSG à cet azimut et à cet angle d'élévation (degrés)	<i>Long. non OSG</i>	-60,1911	<i>Long. st. terrienne</i> + $\Delta\lambda_n$
Si les gabarits de puissance surfacique du satellite sont présentés sous forme de longitude alpha/delta			
Déterminer la valeur Alpha résultante mesurée à partir de l'arc de l'orbite des satellites géostationnaires lorsque le satellite non géostationnaire est en conjonction avec un satellite géostationnaire à son angle d'inclinaison maximal			
Latitude de l'arc OSG (degrés)		0	
Calculer les composantes x, y, z de la latitude du VLA en coordonnées ECF			
Valeur x du VLA (km)	-	1 130,615 4	$R_e \times \cos(\varphi) \times \cos(\text{long. stat. terrienne})$
Valeur y du VLA (km)	-	-4 897,233	$R_e \times \cos(\varphi) \times \sin(\text{long. stat. terrienne})$
Valeur z du VLA (km)	-	3 926,781 2	$R_e \times \sin(\varphi)$
Calculer les composantes x, y, z de l'arc OSG en coordonnées ECF			
Valeur x de l'arc OSG (km)		36 515,095	$R_g \times \cos(\text{latOSG}) \times \cos(\text{longOSG})$

TABLEAU 2 (suite)

	Valeur y de l'arc OSG (km)		-21 082	$R_g \times \cos(latOSG) \times \sin(longOSG)$
	Valeur z de l'arc OSG (km)		0	$R_g \times \sin(\varphi)$
Calculer les composantes x, y, z du satellite non OSG à la latitude où se produit l'alignement avec le satellite OSG à son angle d'inclinaison maximal, en coordonnées ECF				
	Valeur x du satellite non OSG (km)		3 399,673 8	$R_n \times \cos(\delta) \times \cos(long.nonOSG)$
	Valeur y du satellite non OSG (km)		-5 934,022	$R_n \times \cos(\delta) \times \sin(long.nonOSG)$
	Valeur z du satellite non OSG (km)		3 910,561 3	$R_n \times \sin(\delta)$
Calculer les vecteurs nécessaires pour calculer Alpha vu depuis le satellite OSG à son angle d'inclinaison maximal				
	Vecteur du VLA à l'arc OSG (km)		39 107,898	$\sqrt{(arcOSG_x - VLA_x)^2 + (arcOSG_y - VLA_y)^2 + (arcOSG_z - VLA_{zx})^2}$
	Vecteur du VLA au satellite non OSG (km)		2 494,758 2	$\sqrt{(nonOSG_x - VLA_x)^2 + (nonOSG_y - VLA_y)^2 + (nonOSG_z - VLA_{zx})^2}$
	Vecteur de l'arc OSG au satellite non OSG (km)		36 624,921	$\sqrt{(nonOSG_x - OSG_{arcx})^2 + (nonOSG_y - OSG_{arcy})^2 + (nonOSG_z - OSG_{arcz})^2}$
	Alpha		5 390 246	$\arccos \left[\frac{((\text{vecteur VLA à arcOSG})^2 + (\text{vecteur VLA à nonOSG})^2 - (\text{vecteur arcOSG à nonOSG}))}{(2 \times \text{vecteur VLA à arcOSG} \times \text{vecteur VLA à nonOSG})} \right]$
	Calculer la longitude delta entre le satellite OSG et le satellite non OSG (degrés)	<i>delta</i>	30,19108	$Long. OSG - long. non OSG$
Choisir la puissance surfacique à l'aide du gabarit de puissance surfacique dont la latitude du point subsatellite, Alpha et Delta, sont les plus proches des valeurs calculées ci-dessus. Le satellite OSG (VLA) disposant d'une très grande largeur de bande, il peut y avoir chevauchement des fréquences pour plusieurs jeux de gabarit et tous ces éléments doivent être pris en considération. Étant donné qu'il y a alignement, la partie $G_r(\theta)/G_r(\max)$ du calcul de l'epfd est égale à 1 (numérique) ou 0 dB.				
	Fréq 1: puissance surfacique du satellite non OSG	<i>pf_{d1}</i>	-140	Exemple
	Fréq 2: puissance surfacique du satellite non OSG (indiquer «Non disponible» si cet élément est sans objet)	<i>pf_{d2}</i>	-131	Exemple
		...		
	Fréq n: puissance surfacique du satellite non OSG (indiquer «Non disponible» si cet élément est sans objet)	<i>pf_{dn}</i>	-140	Exemple
	Calculer l'epfd dans le cas le plus défavorable (dB(W/(m ² · 40 kHz)))	<i>epfd</i>	-130,025	$10 \log \left(10^{\left(\frac{pf_{d1}}{10}\right)} + 10^{\left(\frac{pf_{d2}}{10}\right)} + \dots + 10^{\left(\frac{pf_{dn}}{10}\right)} \right)$
	Calculer l'epfd dans le cas le plus défavorable (dB(W/(m ² · MHz)))	<i>epfd</i>	-116,045	$10 \log \left(10^{\left(\frac{pf_{d1}}{10}\right)} + 10^{\left(\frac{pf_{d2}}{10}\right)} + \dots + 10^{\left(\frac{pf_{dn}}{10}\right)} \right)$
	Niveau de seuil d'epfd (dB(W/(m ² · 40 kHz)))	<i>epfd</i>	-171,0	Défini dans l'Appendice 5 du RR de l'UIT
	Niveau de seuil d'epfd (dB(W/(m ² · MHz)))	<i>epfd</i>	-157,0	Défini dans l'Appendice 5 du RR de l'UIT

TABLEAU 2 (suite)

	Dépassement du niveau de seuil d'epfd		OUI	
Si les gabarits de puissance surfacique du satellite sont présentés sous la forme de l'azimut/angle d'élévation				
Calculer les composantes x, y, z de la station terrienne en coordonnées ECF				
	Valeur x de la station terrienne (km)	X_e	1 130,615	$R_e \times \cos(\varphi) \times \cos(\text{long. st. terrienne})$
	Valeur y de la station terrienne (km)	Y_e	-4 897,23	$R_e \times \cos(\varphi) \times \sin(\text{long. st. terrienne})$
	Valeur z de la station terrienne (km)	Z_e	3 926,781	$R_e \times \sin(\varphi)$
	Valeur r de la station terrienne (km)	R_{es}	6 378,15	$\sqrt{X_e^2 + Y_e^2 + Z_e^2}$
Calculer les composantes x, y, z du satellite non OSG en coordonnées ECF				
	Valeur x du satellite non OSG (km)	X_n	3 399,674	$R_n \times \cos(\delta) \times \cos(\text{long. nonOSG})$
	Valeur y du satellite non OSG (km)	Y_n	-5 934,02	$R_n \times \cos(\delta) \times \sin(\text{long. nonOSG})$
	Valeur z du satellite non OSG (km)	Z_n	3 910,561	$R_n \times \sin(\delta)$
	Rayon du satellite non OSG (km)	R_n	7 878,00	$\sqrt{X_n^2 + Y_n^2 + Z_n^2}$
Calculer le vecteur entre le satellite non OSG et la station terrienne				
	Vecteur X (km)	X	-2 269,06	$X_e - X_n$
	Vecteur Y (km)	Y	1 036,788	$Y_e - Y_n$
	Vecteur Z (km)	Z	16,219 97	$Z_e - Z_n$
	Vecteur r (km)	r	2 494,76	$\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$
Vecteur Nord				
	Nord X	N_x	0	Composante x du vecteur Nord
	Nord Y	N_y	0	Composante y du vecteur Nord
	Nord Z	N_z	1	Composante z du vecteur Nord
	Amplitude Nord	N_{amp}	1	Amplitude du vecteur Nord

TABLEAU 2 (suite)

Calculer la composante satellite X de la trame du satellite en calculant le produit croisé du vecteur négatif allant du satellite au centre de la Terre et du vecteur Nord				
	Trame X – composante x	X'_x	5 934,021 63	$-Y_n \times N_z + N_y \times Z_n$
	Trame X – composante y	X'_y	3 399,673	$-Z_n \times N_x + N_z \times X_n$
	Trame X – composante z	X'_z	0	$-X_n \times N_y + N_x \times Y_n$
	Amplitude X	X'_{amp}	6 838,89	$\sqrt{X'^2_x + X'^2_y + X'^2_z}$
Calculer la composante satellite Z de la trame du satellite en calculant le produit croisé du vecteur négatif allant du satellite au centre de la Terre et de la composante satellite X de la trame du satellite				
	Trame Z – cosinus de la longitude du nœud ascendant de la composante x	Z'_x	-13 294 632,6	$-Y_n \times X'_z + X'_y \times Z_n$
	Trame Z – sinus de la longitude du nœud ascendant de la composante y	Z'_y	23 205 355,1	$-Z_n \times X'_x + X'_z \times X_n$
	Trame Z – cosinus de l'inclinaison du satellite non OSG de la composante z	Z'_z	46 770 394,5	$-X_n \times X'_y + X'_x \times Y_n$
	Sinus de l'inclinaison du satellite non OSG de l'amplitude Z	Z'_{amp}	53 876 762,8	$\sqrt{Z'^2_x + Z'^2_y + Z'^2_z}$
Calculer l'amplitude du vecteur allant du satellite à la station terrienne en direction de l'axe du satellite en calculant les produits scalaires				
	Amplitude dans la direction X	X_{delta}	-1 453,437 9	$X \times \frac{X'_x}{X'_{amp}} + Y \times \frac{X'_y}{X'_{amp}} + Z \times \frac{X'_z}{X'_{amp}}$
	Amplitude dans la direction Y	Y_{delta}	1 752,088 4	$-X \times \frac{X_n}{r} - Y \times \frac{Y_n}{r} - Z \times \frac{Z_n}{r}$
	Amplitude dans la direction Z	Z_{delta}	1 020,550 3	$X \times \frac{Z'_x}{Z'_{amp}} + Y \times \frac{Z'_y}{Z'_{amp}} + Z \times \frac{Z'_z}{Z'_{amp}}$
Calculer l'azimut et l'angle d'élévation par rapport à la station terrienne vue depuis le satellite				
	Azimut par rapport à la station terrienne vue depuis le satellite (degrés)	Az	-39,677	$\text{atan}\left(\frac{Y_{delta}}{X_{delta}}\right)$
	Angle d'élévation par rapport à la station terrienne vue depuis le satellite (degrés)	El	24,146	$\text{asin}\left(\frac{Z_{delta}}{r}\right)$

TABLEAU 2 (*fin*)

À l'aide des gabarits de puissance surfacique, choisir la valeur de puissance surfacique dont la latitude du point subsatellite, l'azimut, l'angle d'élévation et la latitude sont les plus proches des valeurs calculées ci-dessus pour la latitude du point subsatellite du satellite non OSG. Le satellite OSG (VLA) disposant d'une très grande largeur de bande, il peut y avoir chevauchement des fréquences pour plusieurs jeux de gabarit et tous ces éléments doivent être pris en considération. Étant donné qu'il y a alignement, la partie $G_r(\theta)/G_{r,max}$ du calcul de l'epfd est égale à 0.

	Fréq 1: puissance surfacique d'un satellite non OSG avec azimut et angle d'élévation par rapport à la station terrienne	pdf_1	-140	exemple
	Fréq 2: puissance surfacique d'un satellite non OSG avec azimut et angle d'élévation par rapport à la station terrienne	pdf_2	-131	exemple
		...		
	Fréq n : puissance surfacique d'un satellite non OSG avec azimut et angle d'élévation par rapport à la station terrienne	pdf_n	-140	exemple
	Calculer la valeur de l'epfd dans le cas le plus défavorable (dB(W/(m ² · 40 kHz)))	$epfd$	-130,025	$10 \log \left(10^{\left(\frac{pdf_1}{10}\right)} + 10^{\left(\frac{pdf_2}{10}\right)} + \dots + 10^{\left(\frac{pdf_n}{10}\right)} \right)$
	Calculer la valeur de l'epfd dans le cas le plus défavorable (dB(W/(m ² · MHz)))	$epfd$	-116,045	$10 \log \left(10^{\left(\frac{pdf_1}{10}\right)} + 10^{\left(\frac{pdf_2}{10}\right)} + \dots + 10^{\left(\frac{pdf_n}{10}\right)} \right)$
	Niveau de seuil d'epfd (dB(W/(m ² · 40 kHz)))	$epfd$	-171,0	
	Niveau de seuil d'epfd (dB(W/(m ² · MHz)))	$epfd$	-157,0	
	Dépassement du niveau de seuil d'epfd		OUI	

3 Cas 2

Le Cas 2 correspond au scénario dans lequel une zone d'exclusion est définie à partir de la station terrienne OSG comme un arc de $\pm X^\circ$ par rapport à l'arc OSG. Lorsque le satellite non OSG se trouve à l'intérieur de cette zone d'exclusion, il ne peut émettre vers aucune station terrienne. La géométrie du cas le plus défavorable correspondant à ce cas est illustrée dans la Fig. 2. On voit sur cette figure que le satellite non OSG se trouve au bord de la zone d'exclusion et émet vers les stations terriennes OSG et non OSG situées au même emplacement. Cette géométrie produit un scénario de brouillage dans lequel le faisceau principal non OSG brouille le lobe latéral OSG. Cette technique de réduction des brouillages serait généralement utilisée avec une constellation de satellites LEO, mais fonctionnerait aussi avec une constellation de satellites MEO. L'algorithme permettant de calculer la valeur d'epfd_↓ nécessite l'application des étapes suivantes:

- Étape 1:* Données d'entrée: rayon de la Terre, rayon de l'orbite non OSG, inclinaison non OSG, rayon de l'orbite OSG, longitude du satellite OSG, inclinaison du satellite OSG, latitude de la station terrienne OSG, longitude de la station terrienne OSG.
- Étape 2:* Calculer l'azimut et l'angle d'élévation entre la station terrienne OSG et le satellite OSG.
- Étape 3:* Étant donné que la zone d'exclusion du satellite non OSG est fondée sur l'arc OSG incliné à 0° , calculer l'azimut et l'angle d'élévation entre la station terrienne OSG et un satellite OSG ayant une inclinaison de 0° et situé à la longitude du satellite OSG victime.
- Étape 4:* Calculer la latitude et la longitude du point subsatellite du satellite non OSG au même azimut que le satellite OSG ayant une inclinaison de 0° ainsi que X° (angle de la zone d'exclusion), ainsi que l'angle d'élévation par rapport au satellite OSG ayant une inclinaison de 0° , afin de déterminer la position du satellite non OSG au bord de la zone d'exclusion.
- Étape 5:* Calculer l'angle de réception hors axe (valeur delta entre l'angle d'élévation par rapport au satellite non OSG et le satellite OSG incliné avec excursion maximale) et le gain correspondant au niveau de la station terrienne OSG.
- Étape 6:* Calculer l'angle Alpha résultant ($Alpha_{conj}$) mesuré à partir de l'arc de l'orbite des satellites géostationnaires lorsque le satellite non OSG est en conjonction avec les satellites géostationnaires à leur angle d'inclinaison maximal:
- Si la valeur $Alpha_{conj}$ est supérieure à la valeur de X° (angle de la zone d'exclusion), alors la conjonction peut se produire, tant que le satellite OSG incliné est à l'extérieur de l'angle de la zone d'exclusion, et il conviendrait d'utiliser le Cas 1.
 - Si la valeur $Alpha_{conj}$ est inférieure ou égale à la valeur de X° (angle de la zone d'exclusion), alors la conjonction a lieu, tant que le satellite OSG incliné est à l'intérieur de l'angle de la zone d'exclusion, et il conviendrait d'utiliser le Cas 2.
- Étape 7:* Si les gabarits de puissance surfacique du satellite non OSG sont présentés sous forme de longitude alpha/delta (voir la Recommandation UIT-R S.1503 pour les définitions des longitudes alpha et delta):
- À partir des gabarits de puissance surfacique, choisir la puissance surfacique correspondant à la latitude la plus proche de la latitude du point subsatellite non OSG pour $alpha = alpha_0$ et la différence en longitude entre le satellite OSG et le satellite non OSG.
 - Étant donné que le satellite OSG dispose d'une très grande largeur de bande, il se peut que des fréquences se chevauchent pour plusieurs ensembles de jeux de gabarits de puissance surfacique. Tous ces éléments doivent être pris en considération.
 - Calculer la valeur d'epfd définie au numéro **22.5C** du RR.

- Étape 8:* Si les gabarits de puissance surfacique du satellite non OSG sont présentés sous la forme de l'azimut/angle d'élévation (voir la Recommandation UIT-R S.1503 pour la définition de l'azimut et de l'angle d'élévation):
- a) Calculer les coordonnées de la référence fixe par rapport à l'ECF du satellite OSG, de la station terrienne et du satellite non OSG.
 - b) Appliquer une translation et une rotation vectorielles entre la station terrienne non OSG et la station terrienne OSG pour passer des coordonnées ECF aux coordonnées par rapport au satellite.
 - c) Calculer l'azimut et l'angle d'élévation entre le satellite non OSG et la station terrienne OSG.
 - d) A l'aide des gabarits de puissance surfacique, choisir la valeur de puissance surfacique correspondant à la latitude la plus proche de la latitude du point subsatellite non OSG, pour l'azimut et l'angle d'élévation entre le satellite non OSG et la station terrienne OSG.
 - e) Étant donné que la station OSG dispose d'une très grande largeur de bande, il se peut que des fréquences se chevauchent pour plusieurs jeux de gabarits de puissance surfacique. Tous ces éléments doivent être pris en considération.
 - f) Calculer la valeur d'epfd telle que définie au numéro **22.5C** du RR.

Une feuille de calcul Excel contenant les équations appropriées et les calculs préprogrammés a été mise au point. On trouvera dans le Tableau 3 la page de calcul correspondant au Cas 2. Les valeurs d'entrée correspondant au système à satellites non OSG sont fictives et ne représentent aucun système particulier.

TABLEAU 3

Feuille de calcul Excel pour le Cas 2

Cas 2: Zone d'exclusion définie depuis la station terrienne OSG comme un arc de $\pm X^\circ$ par rapport à l'arc OSG				
Un satellite non OSG NE PEUT PAS émettre lorsqu'il se trouve dans la zone d'exclusion				
Cas le plus défavorable: le satellite non OSG se trouve au bord de la zone d'exclusion et émet directement vers la station terrienne OSG				
Alpha = a_0				
Note 1: Le présent algorithme n'est valable que pour les satellites non OSG sur orbite circulaire.				
Note 2: Si l'angle Alpha au niveau de la conjonction est supérieur à l'angle de la zone d'exclusion du satellite non OSG, il convient d'utiliser le Cas 1.				
Données d'entrée				
	Rayon de la Terre (km)	R_e	6 378,15	
	Rayon du satellite non OSG (km)	R_n	7 878	
	Inclinaison du satellite non OSG (degrés)	i	55	
	Angle de la zone d'exclusion non OSG (degrés)	β	10	
	Rayon du satellite OSG (km)	R_g	42 164	
	Longitude du satellite OSG (degrés)	$Long.OSG$	-30	
	Inclinaison du satellite OSG (degrés)	i_g	5	
	Latitude de la station terrienne (degrés)	φ	38	
	Longitude de la station terrienne (degrés)	$Long.stat.terrienne$	-77	
	Gain maximal de l'antenne de la station terrienne (dB)	G_{max}	70	
	Gabarit de la largeur de bande de référence (kHz)		40	Déterminé à partir du fichier du gabarit (40 ou 1 000)
	Bande (Ku ou Ka)		Ka	
Calculs				
	Latitude du satellite OSG (degrés)	δ_g	5	
	Différence entre la longitude de la station terrienne et la longitude du satellite OSG (degrés)	$\Delta\lambda_g$	47	$Long.OSG - long.stat.terrienne$
	Calculer l'angle gamma entre la station terrienne et le satellite OSG (degrés)	γ_g	53,91141	$\text{acos}[\sin(\varphi) \times \sin(\delta_g) + \cos(\varphi) \times \cos(\delta_g) \times \cos(\Delta\lambda_g)]$

TABLEAU 3 (suite)

Calculer la distance oblique entre la station terrienne et le satellite OSG (km)	d_g	38 751,35	$\sqrt{R_e^2 + R_g^2 - 2 \times R_e \times R_g \times \cos(\gamma_g)}$
Calculer l'angle d'élévation entre la station terrienne et le satellite OSG (degrés)	El	28,44516	$\arccos\left[\left(\frac{R_g}{d_g}\right) \times \sin(\gamma_g)\right]$
Calculer l'azimut entre la station terrienne et le satellite OSG (degrés)	Az	115,6339	Si $(\Delta\lambda_g > 0$ et $\varphi < 0$) ou $(\Delta\lambda_g < 0$ et $\varphi < 0$) alors $\arcsin\left[\frac{\cos(\delta_g) \times \sin(\Delta\lambda_g)}{\sin(\gamma_g)}\right]$ sinon $180 -$ $\arcsin\left[\frac{\cos(\delta_g) \times \sin(\Delta\lambda_g)}{\sin(\gamma_g)}\right]$
Calculer l'angle gamma entre la station terrienne et le satellite OSG incliné à 0° (degrés)	γ_0	57,49168	$\arccos[\cos(\varphi) \times \cos(\Delta\lambda_g)]$
Calculer la distance oblique entre la station terrienne et le satellite OSG incliné à 0° (km)	d_0	39 107,9	$\sqrt{R_e^2 + R_g^2 - 2 \times R_e \times R_g \times \cos(\gamma_0)}$
Calculer l'angle d'élévation entre la station terrienne et le satellite OSG incliné à 0° (degrés)	El_0	24,60297	$\arccos\left[\left(\frac{R_g}{d_0}\right) \times \sin(\gamma_0)\right]$
Calculer l'angle d'élévation par rapport au satellite non OSG au bord de la zone d'exclusion (degrés)	$nonOSG_{El}$	34,60297	$El_0 + \beta$
Calculer l'angle par rapport à l'axe de visée au niveau de la station terrienne OSG	θ	6,157819	$nonOSG_{El} - El$
Calculer le gain de la station terrienne pour un angle θ par rapport à l'axe de visée (dB)	$G(\theta)$	9,264328	Recommandation UIT-R S.1428 (macro)
Calculer l'angle gamma entre la station terrienne et le satellite non OSG (degrés)	γ_n	13,60588	$\arccos\left(\left(\frac{R_e}{R_n}\right) \times \cos(nGSO_{El})\right) - nonOSG_{El}$
Calculer la latitude du point subsatellite du satellite non OSG à cet azimut et à cet angle d'élévation (degrés)	δ	31,21079	Si $\varphi > 0$ alors $90 - \arccos[\cos(90 - \varphi) \times \cos(\gamma_n) + \sin(90 - \varphi) \times \sin(\gamma_n) \times \cos(Az)]$ sinon $90 - \arccos[\cos(90 + \varphi) \times \cos(\gamma_n) + \sin(90 - \varphi) \times \sin(\gamma_n) \times \cos(Az + 180)]$
Calculer la différence en longitude entre le satellite non OSG et la station terrienne (degrés)	$\Delta\lambda_n$	14,35798	Si $\Delta\lambda_g > 0$ alors $\arccos\left[\frac{(\cos(\gamma_n) - \sin(\varphi) \times \sin(\delta))}{(\cos(\varphi) \times \cos(\delta))}\right]$ sinon $-1 \times \arccos\left[\frac{(\cos(\gamma_n) - \sin(\varphi) \times \sin(\delta))}{(\cos(\varphi) \times \cos(\delta))}\right]$
Calculer la longitude du point subsatellite du satellite non OSG à cet azimut et à cet angle d'élévation (degrés)	$Long. non OSG$	-62,64202	$Long. stat. terrienne + \Delta\lambda_n$

TABLEAU 3 (suite)

Calculer l'angle Gamma entre la station terrienne et le satellite non OSG en conjonction (degrés)	γ_{nc}	16,16731	$\text{acos}\left(\left(\frac{R_e}{R_n}\right) \times \cos(El)\right) - El$
Calculer la latitude du point subsatellite du satellite non OSG en conjonction à cet azimut et à cet angle d'élévation (degrés)	δ_c	29,76146	si $\varphi > 0$ alors $90 - \text{acos}[\cos(90 - \varphi) \times \cos(\gamma_n) + \sin(90 - \varphi) \times \sin(\gamma_n) \times \cos(Az)]$ sinon $90 - \text{acos}[\cos(90 + \varphi) \times \cos(\gamma_n) + \sin(90 - \varphi) \times \sin(\gamma_n) \times \cos(Az + 180)]$
Calculer la différence en longitude entre le satellite non OSG en conjonction et la station terrienne (degrés)	$\Delta\lambda_{nc}$	16,80892	Si $\Delta\lambda_g > 0$ alors $\text{acos}\left[\frac{\cos(\gamma_n) - \sin(\varphi) \times \sin(\delta)}{\cos(\varphi) \times \cos(\delta)}\right]$ sinon $-1 \times \text{acos}\left[\frac{\cos(\gamma_n) - \sin(\varphi) \times \sin(\delta)}{\cos(\varphi) \times \cos(\delta)}\right]$
Calculer la longitude du point subsatellite du satellite non OSG en conjonction à cet azimut et à cet angle d'élévation (degrés)	<i>Long. Non OSG_c</i>	-60,1911	<i>Long. stat. terrienne + $\Delta\lambda_n$</i>
Déterminer la valeur Alpha résultante mesurée à partir de l'arc de l'orbite des satellites géostationnaires lorsque le satellite non géostationnaire est en conjonction avec les satellites géostationnaires à leur angle d'inclinaison maximal			
Latitude de l'arc OSG (degrés)	<i>latOSG</i>	0	
Calculer les composantes x, y, z de la latitude du VLA en coordonnées ECF			
Valeur x du satellite VLA (km)	<i>VLA_x</i>	1 130,615	$R_e \times \cos(\varphi) \times \cos(\text{long. stat. terrienne})$
Valeur y du satellite VLA (km)	<i>VLA_y</i>	-4 897,23	$R_e \times \cos(\varphi) \times \sin(\text{long. stat. terrienne})$
Valeur z du satellite VLA (km)	<i>VLA_z</i>	3 926,781	$R_e \times \sin(\varphi)$
Calculer les composantes x, y, z de l'arc OSG en coordonnées ECF			
Valeur x de l'arc OSG (km)	<i>arcOSG_x</i>	36 515,1	$R_g \times \cos(\text{latOSG}) \times \cos(\text{long. OSG})$
Valeur y de l'arc OSG (km)	<i>arcOSG_y</i>	-21 082	$R_g \times \cos(\text{latOSG}) \times \sin(\text{long. OSG})$
Valeur z de l'arc OSG (km)	<i>arcOSG_z</i>	0	$R_g \times \sin(\varphi)$
Calculer les composantes x, y, z du satellite non OSG à la latitude où se produit l'alignement avec le satellite OSG incliné à son angle d'inclinaison maximal, en coordonnées ECF			
Valeur x du satellite non OSG (km)	<i>nonOSG_x</i>	3 399,674	$R_n \times \cos(\delta) \times \cos(\text{long. non OSG})$
Valeur y du satellite non OSG (km)	<i>nonOSG_y</i>	-5 934,02	$R_n \times \cos(\delta) \times \sin(\text{long. non OSG})$
Valeur z du satellite non OSG (km)	<i>nonOSG_z</i>	3 910,561	$R_n \times \sin(\delta)$
Calculer les vecteurs nécessaires pour calculer Alpha vu depuis le satellite OSG à son angle d'inclinaison maximal			
Vecteur du VLA à l'arc OSG (km)	<i>VLA-arcOSG</i>	39 107,9	$\sqrt{(\text{arcOSG}_x - \text{VLA}_x)^2 + (\text{arcOSG}_y - \text{VLA}_y)^2 + (\text{arcOSG}_z - \text{VLA}_z)^2}$

TABLEAU 3 (suite)

	Vecteur du VLA au satellite non OSG (km)	VLA_{nonOSG}	2 494,758	$\sqrt{(nonOSG_x - VLA_x)^2 + (nonOSG_y - VLA_y)^2 + (nonOSG_z - VLA_z)^2}$
	Vecteur de l'arc OSG au satellite non OSG (km)	$arcOSG_{satellite nonOSG}$	36 624,92	$\sqrt{(nonGSO_x - arcOSG_x)^2 + (nonOSG_y - arcOSG_y)^2 + (nonGSO_z - arcOSG_z)^2}$
	Alpha au niveau de la conjonction	$Alpha_{conj}$	5,390 246	$\arccos \left[\frac{(\text{vecteur } VLA_{arcOSG})^2 + (\text{vecteur } VLA_{sat non OSG})^2 - (arcOSG_{nonOSG})^2}{2 \times \text{vecteur } VLA_{arcOSG} \times \text{vecteur } VLA_{sat non OSG}} \right]$
Si Alpha au niveau de la conjonction > β, utiliser le Cas 1, sinon continuer d'utiliser le Cas 2				
Si les gabarits de puissance surfacique du satellite sont présentés sous forme de longitude alpha/delta				
	Calculer la longitude delta entre le satellite OSG et le satellite non OSG (degrés)	$delta$	32,64202	$Long. OSG - long. non OSG$
Choisir la puissance surfacique à l'aide du gabarit de puissance surfacique pour lequel Alpha = α ₀ et dont la latitude du point subsatellite et Delta sont les plus proches des valeurs calculées ci-dessus. Le satellite OSG (VLA) disposant d'une très grande largeur de bande, il se peut que des fréquences se chevauchent pour plusieurs jeux de gabarits. Tous ces éléments doivent être pris en considération.				
	Fréq 1: puissance surfacique du satellite non OSG	pdf_1	-140	Exemple
	Fréq 2: puissance surfacique du satellite non OSG	pdf_2	-131	Exemple
	...			
	Fréq n: puissance surfacique du satellite non OSG	pdf_n	-140	Exemple
	Calculer la valeur d'epfd dans le cas le plus défavorable (dB(W/(m ² · 40 kHz)))	$epfd$	-190,760	$10 \log \left(10^{\frac{pdf_1 + G(X) - G_{max}}{10}} + 10^{\frac{pdf_2 + G(X) - G_{max}}{10}} + \dots + 10^{\frac{pdf_n + G(X) - G_{max}}{10}} \right)$
	Calculer la valeur d'epfd dans le cas le plus défavorable (dB(W/m ² · MHz))	$epfd$	-176,781	$10 \log \left(10^{\frac{pdf_1 + G(X) - G_{max}}{10}} + 10^{\frac{pdf_2 + G(X) - G_{max}}{10}} + \dots + 10^{\frac{pdf_n + G(X) - G_{max}}{10}} \right)$
	Niveau du seuil d'epfd (dB(W/(m ² · 40 kHz)))	$epfd$	-171,0	Défini dans l'Appendice 5 du RR de l'UIT
	Niveau du seuil d'epfd (dB(W/(m ² · MHz)))	$epfd$	-157,0	Défini dans l'Appendice 5 du RR de l'UIT
	Dépassement niveau de seuil d'epfd		NON	
Si les gabarits de puissance surfacique du satellite sont présentés sous forme d'azimut/angle d'élévation				
Calculer les composantes x, y, z et r de la station terrienne en coordonnées ECF				
	Valeur x de la station terrienne (km)	X_e	1 130,615	$R_e \times \cos(\varphi) \times \cos(long. st. terrienne)$
	Valeur y de la station terrienne (km)	Y_e	-4 897,233	$R_e \times \cos(\varphi) \times \sin(long. st. terrienne)$
	Valeur z de la station terrienne (km)	Z_e	3 926,781	$R_e \times \sin(\varphi)$
	Valeur r de la station terrienne (km)	R_{es}	6 378,15	$\sqrt{X_e^2 + Y_e^2 + Z_e^2}$
Calculer les composantes x, y, z et r du satellite non OSG en coordonnées ECF				

TABLEAU 3 (suite)

	Valeur x du satellite non OSG (km)	X_n	3 096,342	$R_n \times \cos(\delta) \times \cos(\text{long. non OSG})$
	Valeur y du satellite non OSG (km)	Y_n	-5 984,187	$R_n \times \cos(\delta) \times \sin(\text{long. non OSG})$
	Valeur z du satellite non OSG (km)	Z_n	4 082,286	$R_n \times \sin(\delta)$
	Valeur r du satellite non OSG (km)	R_n	7 878,00	$\sqrt{X_n^2 + Y_n^2 + Z_n^2}$
Calculer le vecteur entre le satellite non OSG et la station terrienne				
	Vecteur X (km)	X	-1 965,727	$X_e - X_n$
	Vecteur Y (km)	Y	1 086,953	$Y_e - Y_n$
	Vecteur Z (km)	Z	-155,5047	$Z_e - Z_n$
	Vecteur r (km)	r	2 251,61	$\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$
Vecteur Nord				
	Nord X	N_x	0	Composante x du vecteur Nord
	Nord Y	N_y	0	Composante y du vecteur Nord
	Nord Z	N_z	1	Composante z du vecteur Nord
	Amplitude Nord	N_{amp}	1	Amplitude du vecteur Nord
Calculer la composante satellite X de la trame du satellite en calculant le produit croisé du vecteur négatif allant du satellite au centre de la Terre et du vecteur Nord				
	Trame X – composante x	X'_x	5 984,1867	$-Y_n \times N_z + N_y \times Z_n$
	Trame X – composante y	X'_y	3 096,3422	$-Z_n \times N_x + N_z \times X_n$
	Trame X – composante z	X'_z	0	$-X_n \times N_y + N_x \times Y_n$
	Amplitude X	X'_{amp}	6 737,79	$\sqrt{X'^2_x + X'^2_y + X'^2_z}$
Calculer la composante Z de la trame du satellite en calculant le produit croisé du vecteur négatif allant du satellite au centre de la Terre et de la composante X de la trame du satellite				
	Trame Z – composante x	Z'_x	-12 640 154,2	$-Y_n \times X'_z + X'_y \times Z_n$
	Trame Z – composante y	Z'_y	24 429 161,1	$-Z_n \times X'_x + X'_z \times X_n$
	Trame Z – composante z	Z'_z	45 397 825,7	$-X_n \times X'_y + X'_x \times Y_n$
	Amplitude Z	Z'_{amp}	53 080 316,4	$\sqrt{Z'^2_x + Z'^2_y + Z'^2_z}$

TABLEAU 3 (suite)

Calculer l'amplitude du vecteur allant du satellite à la station terrienne en direction de l'axe du satellite en calculant les produits scalaires				
Amplitude dans la direction X	X_{delta}	-1 246,357	$X \times \frac{X'_x}{X'_{amp}} + Y \times \frac{X'_y}{X'_{amp}} + Z \times \frac{X'_z}{X'_{amp}}$	
Amplitude dans la direction Y	Y_{delta}	1 678,8409	$-X \times \frac{X'_y}{r} - Y \times \frac{Y'_y}{r} - Z \times \frac{Z'_y}{r}$	
Amplitude dans la direction Z	Z_{delta}	835,35433	$X \times \frac{Z'_x}{Z'_{amp}} + Y \times \frac{Z'_y}{Z'_{amp}} + Z \times \frac{Z'_z}{Z'_{amp}}$	
Calculer l'azimut et l'angle d'élévation par rapport à la station terrienne vue depuis le satellite				
Azimut par rapport à la station terrienne vue depuis le satellite (degrés)	Az	-36,5898	$atan\left(\frac{x_{sat}}{y_{sat}}\right)$	
Angle d'élévation par rapport à la station terrienne vue depuis le satellite (degrés)	El	21,7775	$atan\left(\frac{z_{sat}}{\sqrt{x_{sat}^2 + y_{sat}^2}}\right)$	
Choisir la puissance surfacique à l'aide du gabarit de puissance surfacique dont les valeurs de latitude la plus proche de la latitude du point subsatellite, et dont les valeurs de Az et El sont les plus proches des valeurs calculées ci-dessus pour le satellite non OSG. Le satellite OSG (VLA) disposant d'une très grande largeur de bande, il se peut que des fréquences se chevauchent pour plusieurs jeux de gabarits. Tous ces éléments doivent être pris en considération.				
Fréq 1: puissance surfacique du satellite non OSG, avec azimut et angle d'élévation par rapport à la station terrienne	pdf_1	-140	Exemple	
Fréq 2: puissance surfacique du satellite non OSG, avec azimut et angle d'élévation par rapport à la station terrienne	pdf_2	-131	Exemple	
...	...			
Fréq n: puissance surfacique du satellite non OSG, avec azimut et angle d'élévation par rapport à la station terrienne	pdf_n	-140	Exemple	
Calculer la valeur d'epfd dans le cas le plus défavorable (dB(W/(m ² · 40 kHz)))	$epfd_{40kHz}$	-190,760	$10\log\left(10^{\frac{pdf_1+G(X)-G_{max}}{10}} + 10^{\frac{pdf_2+G(X)-G_{max}}{10}} + \dots + 10^{\frac{pdf_n+G(X)-G_{max}}{10}}\right)$	
Calculer la valeur de l'epfd dans le cas le plus défavorable (dB(W/m ² · MHz))	$epfd$	-176,781	$10\log\left(10^{\frac{pdf_1+G(X)-G_{max}}{10}} + 10^{\frac{pdf_2+G(X)-G_{max}}{10}} + \dots + 10^{\frac{pdf_n+G(X)-G_{max}}{10}}\right)$	

TABLEAU 3 (*fin*)

	Niveau du seuil d'epfd (dB(W/(m ² · 40 kHz)))	<i>epfd</i>	-171	Défini dans l'Appendice 5 du RR de l'UIT
	Niveau du seuil d'epfd (dB(W/(m ² · MHz)))	<i>epfd</i>	-157	Défini dans l'Appendice 5 du RR de l'UIT
	Dépassement du niveau de seuil d'epfd		NON	

4 Cas 3

Le Cas 3 correspond au scénario dans lequel une zone d'exclusion est définie à une latitude comprise entre $\pm X^\circ$ par rapport à la latitude du point subsatellite du satellite non OSG. Lorsque le satellite non OSG se trouve dans cette zone d'exclusion, il ne peut émettre vers aucune station terrienne. La géométrie du cas le plus défavorable correspondant à ce cas est illustrée dans la Fig. 3. On voit sur cette figure que le satellite non OSG se trouve au bord de la zone d'exclusion et émet vers les stations terriennes OSG et non OSG situées au même emplacement. Cette géométrie donne lieu à un scénario de brouillage dans lequel le faisceau principal du satellite non OSG brouille le lobe latéral du satellite OSG. Cette technique de réduction des brouillages serait généralement utilisée avec une constellation de satellites MEO, mais fonctionnerait aussi avec une constellation de satellites HEO. Si l'angle d'inclinaison du satellite OSG est supérieur à la latitude de coupure du satellite non OSG, une conjonction peut se produire, et il convient d'utiliser le Cas 1. Dans cette situation, pour les orbites HEO des satellites non OSG, il faut utiliser le rayon du satellite HEO à la latitude à laquelle se produit la conjonction pour le rayon du satellite non OSG dans le Cas 1. L'algorithme permettant de calculer la valeur de l'epfd_↓ nécessite l'application des étapes suivantes:

- Étape 1:* Données d'entrée: rayon de la Terre, rayon de l'orbite non OSG, inclinaison non OSG, latitude de coupure du satellite non OSG, longitude du satellite OSG, inclinaison du satellite OSG, rayon de l'orbite OSG, latitude de la station terrienne OSG, longitude de la station terrienne OSG, gain d'antenne maximal de la station terrienne OSG.
- Étape 2:* Calculer l'angle hors axe minimal entre la station terrienne OSG et le satellite non OSG (cette fonction est réalisée dans une macro qui déplace le satellite non OSG en longitude le long de la latitude de coupure et calcule l'angle hors axe, puis enregistre la valeur minimale).
- Étape 3:* Calculer la latitude et la longitude du point subsatellite du satellite non OSG à l'angle hors axe minimal.
- Étape 4:* Calculer l'angle de réception hors axe et le gain au niveau de la station terrienne OSG.
- Étape 5:* Si les gabarits de puissance surfacique du satellite non OSG sont présentés sous forme de longitude alpha/delta (voir la Recommandation UIT-R S.1503 pour les définitions de la longitude alpha et delta):
- À l'aide des gabarits de puissance surfacique, choisir la puissance surfacique correspondant à la latitude la plus proche de la latitude du point subsatellite du satellite non OSG pour $\alpha = \alpha_0$ et la différence en longitude entre le satellite OSG et le satellite non OSG.
 - Étant donné que le satellite OSG dispose d'une très grande largeur de bande, il se peut que des fréquences se chevauchent pour plusieurs jeux de gabarits de puissance surfacique. Tous ces éléments doivent être pris en considération.
 - Calculer la valeur d'epfd telle que définie au numéro **22.5C** du RR.
- Étape 6:* Si les gabarits de puissance surfacique du satellite non OSG sont présentés sous la forme de l'azimut/angle d'élévation (voir la Recommandation UIT-R S.1503 pour la définition de l'azimut et de l'angle d'élévation):
- Calculer les coordonnées de la référence fixe par rapport à l'ECF du satellite OSG, de la station terrienne et du satellite non OSG.
 - Appliquer une translation et une rotation vectorielles entre le satellite non OSG et la station terrienne OSG pour passer des coordonnées ECF aux coordonnées par rapport au satellite.
 - Calculer l'azimut et l'angle d'élévation entre le satellite non OSG et la station terrienne OSG.

- d) A l'aide des gabarits de puissance surfacique, choisir la valeur de puissance surfacique correspondant à la latitude la plus proche de la latitude du point subsatellite du satellite non OSG, pour l'azimut et l'angle d'élévation entre le satellite non OSG et la station terrienne OSG.
- e) Étant donné que le satellite OSG dispose d'une très grande largeur de bande, il se peut que des fréquences se chevauchent pour plusieurs jeux de gabarits de puissance surfacique. Tous ces éléments doivent être pris en considération.
- f) Calculer la valeur d'epfd telle que définie au numéro **22.5C** du RR.

Une feuille de calcul Excel contenant les équations appropriées et les calculs préprogrammés a été mise au point. On trouvera dans le Tableau 4 la page de calcul correspondant au Cas 3. Les valeurs d'entrée relatives au système à satellites non OSG sont fictives et ne représentent aucun système particulier.

TABLEAU 4

Feuille de calcul Excel pour le Cas 3

Cas 3: Le satellite non OSG ne peut pas émettre lorsqu'il se trouve au-dessus ou au-dessous d'une certaine latitude. Un satellite MEO n'émettrait pas entre + ou - X de latitude. Un satellite HEO n'émettrait pas au-dessous de +X de latitude ou au-dessus de -X de latitude, selon l'hémisphère de l'apogée				
Cas le plus défavorable: le satellite non OSG se trouve à la latitude indiquée et émet directement vers la station terrienne OSG				
Alpha = a_0				
Note 1: Dans le cas d'un satellite HEO, la donnée d'entrée concernant le rayon de l'orbite non OSG est le rayon de l'orbite HEO à la latitude de coupure				
Note 2: Si l'angle d'inclinaison du satellite OSG est supérieur à la latitude de coupure du satellite non OSG, une conjonction peut se produire, et il convient d'utiliser le Cas 1. Dans cette situation, pour l'orbite HEO d'un satellite, la valeur à utiliser pour le rayon du satellite non OSG est le rayon de l'orbite HEO à la latitude à laquelle se produit la conjonction.				
Données d'entrée				
	Rayon de la Terre (km)	R_e	6 378,15	
	Rayon du satellite non OSG (km)	R_g	42 164	
	Inclinaison du satellite non OSG (degrés)	i	55	
	Rayon du satellite non OSG (km)	R_n	23 958	
	Latitude de coupure du satellite non OSG (degrés)	β	-45	
	La latitude de coupure est-elle positive et négative? (1 = oui ou 2 = non)		1	
	Longitude du satellite OSG (degrés)	<i>Long. OSG</i>	-30	
	Inclinaison de l'orbite du satellite OSG (degrés)	<i>Incl. OSG</i>	5	
	Latitude de la station terrienne (degrés)	Φ	38	
	Longitude de la station terrienne (degrés)	<i>Long. st. terrienne</i>	-77	
	Gain maximal de l'antenne de la station terrienne (dB)	G_{max}	70	
	Gabarit de la largeur de bande de référence (kHz)		40	Déterminé à partir du fichier du gabarit (40 ou 1 000)
	Bande (Ku ou Ka)		Ka	
Calculs				
	Calculer l'angle hors axe minimal	β	44,09438	Macro
	Longitude du satellite non OSG à l'angle hors axe minimal	<i>Long. non OSG</i>	-32	Macro

TABLEAU 4 (suite)

	Latitude du satellite non OSG à l'angle hors axe minimal	<i>Lat. non OSG</i>	45	Macro
	Calculer le gain de la station terrienne pour un angle de θ° par rapport à l'axe de visée	$G(\beta)$	-12	Recommandation UIT-R S.1428 (macro)
Si les gabarits de puissance surfacique du satellite sont présentés sous forme de longitude alpha/delta				
	Calculer la longitude delta entre le satellite OSG et le satellite non OSG (degrés)	<i>delta</i>	2	
Choisir la puissance surfacique à l'aide du gabarit de puissance surfacique pour lequel $\text{Alpha} = a_0$ et dont la latitude du point subsatellite et Delta sont les plus proches des valeurs calculées ci-dessus. Le satellite OSG (VLA) disposant d'une très grande largeur de bande, il se peut que des fréquences se chevauchent pour plusieurs jeux de gabarits. Tous ces éléments doivent être pris en considération.				
	Fréq 1: puissance surfacique du satellite non OSG	pdf_1	-140	Exemple
	Fréq 2: puissance surfacique du satellite non OSG	pdf_2	-131	Exemple
	...			
	Fréq n : puissance surfacique du satellite non OSG	pdf_n	-140	Exemple
	Calculer la valeur de l'epfd dans le cas le plus défavorable (dBW/m ² /40kHz)	$epfd_{40\text{kHz}}$	-212,025	$10\log\left(10^{\frac{pdf_1+G(X)-G_{max}}{10}} + 10^{\frac{pdf_2+G(X)-G_{max}}{10}} + \dots + 10^{\frac{pdf_n+G(X)-G_{max}}{10}}\right)$
	Calculer la valeur d'epfd dans le cas le plus défavorable (dBW/m ² /40kHz)	$epfd$	-198,045	$10\log\left(10^{\frac{pdf_1+G(X)-G_{max}}{10}} + 10^{\frac{pdf_2+G(X)-G_{max}}{10}}\right)$
	Niveau de seuil d'epfd (dBW/m ² /40kHz)	$epfd$	-199,0	Défini dans l'Appendice 5 du RR de l'UIT
	Niveau de seuil d'epfd (dBW/m ² /MHz)	$epfd$	-185,0	Défini dans l'Appendice 5 du RR de l'UIT
	Dépassement du niveau de seuil d'epfd?		NON	
Si les gabarits de puissance surfacique du satellite sont présentés sous forme de l'azimut/angle d'élévation				
Calculer les composantes x , y , z et r de la station terrienne en coordonnées ECF				
	Valeur x de la station terrienne (km)	X_e	1 130,62	$R_e \times \cos(\varphi) \times \cos(\text{long. station terrienne})$
	Valeur y de la station terrienne (km)	Y_e	-4 897,23	$R_e \times \cos(\varphi) \times \sin(\text{long. station terrienne})$
	Valeur z de la station terrienne (km)	Z_e	3 926,78	$R_e \times \sin(\varphi)$
	Valeur r de la station terrienne (km)	R_{es}	6 378,15	$\sqrt{X_e^2 + Y_e^2 + Z_e^2}$
Calculer les composantes x , y , z et le rayon du satellite non OSG en coordonnées ECF				
	Valeur x du satellite non OSG (km)	X_n	14 366,67	$R_n \times \cos(\delta) \times \cos(\text{long. nonOSG})$
	Valeur y du satellite non OSG (km)	Y_n	-8 977,29	$R_n \times \cos(\delta) \times \sin(\text{long. nonOSG})$

TABLEAU 4 (suite)

	Valeur z du satellite non OSG (km)	Z_n	16 940,86	$R_n \times \sin(\delta)$
	Rayon non OSG (km)	R_n	23 958	$\sqrt{X_n^2 + Y_n^2 + Z_n^2}$
Calculer le vecteur entre le satellite non OSG et la station terrienne				
	Vecteur X (km)	X	-13 236,05	$X_e - X_n$
	Vecteur Y (km)	Y	4 080,057	$Y_e - Y_n$
	Vecteur Z (km)	Z	-13 014,08	$Z_e - Z_n$
	Vecteur r (km)	r	19 005,428	$\sqrt{X^2 + Y^2 + Z^2}$
Vecteur Nord				
	Nord X	N_x	0	Composante x du vecteur Nord
	Nord Y	N_y	0	Composante y du vecteur Nord
	Nord Z	N_z	1	Composante z du vecteur Nord
	Amplitude Nord	N_{amp}	1	Amplitude du vecteur Nord
Calculer la composante satellite X de la trame du satellite en calculant le produit croisé du vecteur négatif allant du satellite au centre de la Terre et du vecteur Nord				
	Trame X – composante x	X'_x	8 977,2903	$-Y_n \times N_z + N_y \times Z_n$
	Trame X – composante y	X'_y	14 366,667	$-Z_n \times N_x + N_z \times X_n$
	Trame X – composante z	X'_z	-0	$-X_n \times N_y + N_x \times Y_n$
	Amplitude X	X'_{amp}	16 940,86	$\sqrt{X'^2_x + X'^2_y + X'^2_z}$
Calculer la composante Z de la trame du satellite en calculant le produit croisé du vecteur négatif allant du satellite au centre de la Terre et de la composante X de la trame du satellite				
	Trame Z – composante x	Z'_x	-243 383 767,2	$-Y_n \times X'_z + X'_y \times Z_n$
	Trame Z – composante y	Z'_y	152 083 056,9	$-Z_n \times X'_x + X'_z \times X_n$
	Trame Z – composante z	Z'_z	286 992 882	$-X_n \times X'_y + X'_x \times Y_n$
	Amplitude Z	Z'_{amp}	405 869 226,0	$\sqrt{Z'^2_x + Z'^2_y + Z'^2_z}$
Calculer l'amplitude du vecteur allant du satellite à la station terrienne en direction de l'axe du satellite en calculant les produits scalaires				
	Amplitude dans la direction X	X_{delta}	-3 553,954595	$X \times \frac{X'_x}{X'_{amp}} + Y \times \frac{X'_y}{X'_{amp}} + Z \times \frac{X'_z}{X'_{amp}}$

TABLEAU 4 (suite)

	Amplitude dans la direction Y	Y_{delta}	18 668,32096	$-X \times \frac{X_n}{r} - Y \times \frac{Y_n}{r} - Z \times \frac{Z_n}{r}$
	Amplitude dans la direction Z	Z_{delta}	263,6282482	$X \times \frac{Z'_x}{Z'_{amp}} + Y \times \frac{Z'_y}{Z'_{amp}} + Z \times \frac{Z'_z}{Z'_{amp}}$
Calculer l'azimut et l'angle d'élévation par rapport à la station terrienne vue depuis le satellite				
	Azimut par rapport à la station terrienne vue depuis le satellite (degrés)	Az	-10,77862297	$\text{atan}\left(\frac{Y_\delta}{X_\delta}\right)$
	Angle d'élévation par rapport à la station terrienne vue depuis le satellite (degrés)	El	0,794787166	$\text{asin}\left(\frac{Z_\delta}{r}\right)$
À l'aide du gabarit de puissance surfacique, choisir la puissance surfacique dont la latitude est la plus proche de la latitude du point subsatellite, et dont les valeurs Az et El sont les plus proches de celles qui ont été calculées ci-dessus pour un satellite non OSG. Le satellite OSG (VLA) disposant d'une très grande largeur de bande, il se peut que des fréquences se chevauchent pour plusieurs jeux de gabarits. Tous ces éléments doivent être pris en considération.				
	Fréq 1: puissance surfacique du satellite non OSG, avec azimut et angle d'élévation par rapport à la station terrienne	pdf_1	-140	Exemple
	Fréq 2: puissance surfacique d'un satellite non OSG, avec azimut et angle d'élévation par rapport à la station terrienne	pdf_2	-131	Exemple
		...		
	Fréq n: puissance surfacique d'un satellite non OSG, avec azimut et angle d'élévation par rapport à la station terrienne	pdf_n	-140	Exemple
	Calculer la valeur de l'epfd dans le cas le plus défavorable (dB(W)/(m ² · 40 kHz))	$epfd_{40kHz}$	-212,025	$10 \log \left(10^{\left(\frac{pdf_1 + G(X) - G_{max}}{10}\right)} + 10^{\left(\frac{pdf_2 + G(X) - G_{max}}{10}\right)} + \dots + 10^{\left(\frac{pdf_n + G(X) - G_{max}}{10}\right)} \right)$
	Calculer la valeur de l'epfd dans le cas le plus défavorable (dB(W)/(m ² · MHz))	$epfd$	-198,045	$10 \log \left(10^{\left(\frac{pdf_1 + G(X) - G_{max}}{10}\right)} + 10^{\left(\frac{pdf_2 + G(X) - G_{max}}{10}\right)} + \dots + 10^{\left(\frac{pdf_n + G(X) - G_{max}}{10}\right)} \right)$

TABLEAU 4 (*fin*)

	Niveau de seuil d'epfd (dB(W/(m ² · 40 kHz)))	<i>epfd</i>	-199	Défini dans l'Appendice 5 du RR de l'UIT
	Niveau de seuil d'epfd (dB(W/(m ² · MHz)))	<i>epfd</i>	-185	Défini dans l'Appendice 5 du RR de l'UIT
	Dépassement du niveau de seuil d'epfd?		NON	



S.1714-Rev1_3Nov2
021.xlsm
