

Union internationale des télécommunications

UIT-R

Secteur des Radiocommunications de l'UIT

Recommandation UIT-R S.1003-2
(12/2010)

**Protection de l'environnement de l'orbite
des satellites géostationnaires**

Série S
Service fixe par satellite



Union
internationale des
télécommunications

Avant-propos

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

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

Politique en matière de droits de propriété intellectuelle (IPR)

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

Séries des Recommandations UIT-R

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

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

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

Publication électronique
Genève, 2011

© UIT 2011

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.1003-2*

Protection de l'environnement de l'orbite des satellites géostationnaires

(Question UIT-R 34/4)

(1993-2003-2010)

Domaine d'application

On trouvera dans la présente Recommandation des orientations concernant les orbites de rebut des satellites géostationnaires ainsi que des observations relatives à l'augmentation des débris causés par la désagrégation d'un nombre toujours plus grand de satellites et leur lancement.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que l'OSG (voir la Fig. 1) est une ressource unique qui offre des avantages significatifs aux opérateurs du point de vue des spécifications de maintien en position, de la visibilité au sol et de la couverture, de l'inutilité des dispositifs de poursuite pour les petites antennes de stations terriennes et d'un environnement orbital relativement simple;
- b) que les satellites ont de faibles chances de survie en cas de collision sur orbite;
- c) qu'une collision sur orbite aurait pour effet de supprimer ou du moins d'altérer les fonctions de télécommunication d'un satellite;
- d) que la désintégration d'un satellite suite à une collision ou à une explosion créerait un nuage de débris orbitaux qui s'étalerait au voisinage de l'orbite et augmenterait le risque de collisions dans cette région de l'orbite;
- e) qu'un satellite en dérive sur l'OSG après la fin de sa vie utile risque de bloquer les liaisons radiofréquence de satellites actifs,

recommande

- 1** de réduire autant que possible le nombre des débris lâchés dans la région de l'OSG au cours de la mise sur orbite d'un satellite;
- 2** de s'efforcer de réduire la durée de vie des débris sur les orbites de transfert elliptiques dont les apogées se trouvent à l'altitude ou à proximité de l'OSG;
- 3** qu'avant épuisement complet de son combustible, un satellite géostationnaire arrivé en fin de vie utile soit éliminé de la région de l'OSG, de telle sorte que sous l'effet de forces perturbatrices sur sa trajectoire, il se maintienne sur une orbite dont le péri-gée se trouve à une altitude supérieure d'au moins 200 km à celle des satellites géostationnaires (voir l'Annexe 1);
- 4** que le transfert sur l'orbite «cimetière» soit effectué avec le plus grand soin, afin d'éviter le brouillage des liaisons radiofréquence des satellites actifs.

* La présente Recommandation devrait être portée à l'attention des Commissions d'études 5, 6 et 7 des radiocommunications. La Commission d'études 7 des radiocommunications est priée d'étudier la question des moyens à prévoir pour empêcher de laisser sur l'orbite des satellites géostationnaires des éléments de l'engin spatial ou de l'étage de transfert qui représentent un danger pour les engins spatiaux en service.

Annexe 1

Protection de l'environnement de l'OSG

En 2010, on compte au voisinage de l'OSG environ 1 100 engins spatiaux et corps de fusée, dont environ un tiers sont actuellement exploités.

La résolution des observations faites depuis la Terre limite la connaissance de l'environnement de l'OSG: à l'heure actuelle, la plus petite dimension des objets susceptibles d'être repérés et suivis sur l'OSG est d'un peu moins de 1 m; par comparaison, la population d'objets en orbite terrestre basse de dimensions supérieures à 30 cm est connue et répertoriée de façon déterministe, tandis que celle des objets dont les dimensions peuvent descendre jusqu'à 5 mm est caractérisée de façon statistique par des données d'altitude et d'inclinaison. La position des engins spatiaux ou des objets spatiaux échappant au contrôle par liaison radiofréquence est moins bien connue que celle des engins spatiaux en service, telle qu'elle est établie par les exploitants.

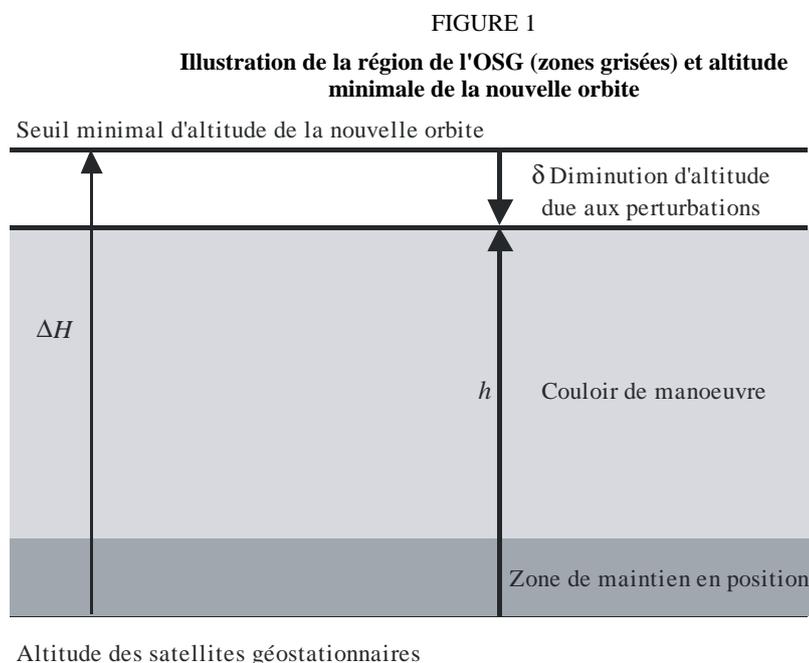
Les dangers auxquels les engins spatiaux en service sont exposés proviennent des débris d'explosions imputables au combustible et aux gaz résiduels présents dans les corps de fusée, et plus rarement à l'énergie emmagasinée dans les accumulateurs. Des fragments produits par des collisions entre engins spatiaux intacts peuvent également représenter un danger. En outre, d'autres fragments sont produits lorsqu'un fragment entre en collision avec un engin spatial intact ou avec un autre fragment. Ce dernier risque a nettement augmenté au cours des dernières années à certaines altitudes en raison d'un petit nombre d'événements. Environ 60% des objets recensés dans le Space Surveillance Catalogue sont des débris issus de la fragmentation d'objets spatiaux. Deux fragmentations de ce type ont été identifiées dans la région de l'OSG et caractérisées comme étant consécutives à des explosions. Il est au demeurant extrêmement probable que d'autres événements n'aient pas été décelés, du fait des lacunes des méthodes d'observation utilisées pour cette altitude.

Bien qu'elles n'aient pas de conséquences aussi extrêmes que dans le cas d'une orbite terrestre basse (vitesse caractéristique d'impact de l'ordre de 500 m/s), les collisions sur l'orbite géosynchrone peuvent cependant endommager fortement les systèmes orbitaux.

Compte tenu des limites actuelles (concernant l'impulsion spécifique principalement) applicables aux systèmes de propulsion spatiale, il n'est pas possible, d'un point de vue pratique, d'éliminer des objets à l'altitude de l'OSG ou de les renvoyer sur Terre à la fin de leur vie opérationnelle. Une région protégée doit donc être établie au-dessus, au-dessous et autour de l'OSG, définissant ainsi une zone d'orbite nominale dans laquelle les satellites opérationnels doivent se trouver et être manœuvrés. Pour éviter une accumulation d'objets non fonctionnels dans cette région, et donc l'accroissement de la densité d'objets et les risques de collision induits, les satellites devraient être amenés hors de ladite région à la fin de leur vie opérationnelle. Pour s'assurer qu'ils ne présentent pas un risque de collision avec les satellites placés sur l'OSG, ces objets devraient être amenés à des altitudes supérieures, et non inférieures, à celles de la région de l'OSG. L'altitude de la nouvelle orbite à viser devrait être suffisamment élevée pour que le satellite considéré ne risque pas, sous l'effet de forces perturbatrices, d'entrer en collision avec des satellites opérationnels existants dans la région de l'OSG. La région de l'OSG comprend l'OSG (zone opérationnelle de maintien en position) ainsi qu'un couloir de manœuvre situé directement au-dessus et atteint une altitude de 200 km au-dessus de l'OSG (voir la Fig. 1).

La principale exigence est qu'après son transfert sur une orbite d'altitude plus élevée, l'engin spatial, alors soumis à l'effet de forces perturbatrices, ne revienne pas dans la région de l'OSG:

$$\Delta H > h + \delta \quad (1)$$



ΔH : accroissement minimal (par rapport à l'altitude de l'OSG) de l'altitude de l'engin spatial placé sur une nouvelle orbite

δ : diminution maximale (en raison des perturbations) de l'altitude de l'engin spatial placé sur une nouvelle orbite

h : altitude minimale (au-dessus de l'altitude de l'OSG) de la région de l'OSG protégée

S.1003-02

1 Perturbations affectant un satellite en orbite supersynchrone

Le mouvement d'un satellite placé sur une orbite dont l'altitude est toujours supérieure à celle de l'OSG sera perturbé périodiquement en raison de l'influence de:

- l'attraction gravitationnelle due à l'asphérité de la Terre;
- l'attraction gravitationnelle exercée par le Soleil et la Lune;
- la pression de rayonnement solaire.

La perturbation orbitale totale, δ , peut être représentée empiriquement par deux composantes. L'effet cumulé des perturbations gravitationnelles périodiques ne devrait pas être supérieur à 35 km pour tout satellite en orbite circulaire (excentricité inférieure à 0,003):

$$\delta_{grav} < 35 \text{ km} \quad (2)$$

Pour les orbites de rebut plus excentriques, l'effet des perturbations pourrait être supérieur à 35 km.

La valeur maximale de la perturbation causée par la pression de rayonnement solaire (SRP, *solar radiation pressure*) dépendra de caractéristiques propres à chaque satellite. Elle est donnée (km) par:

$$\delta_{SRP} < 1000 C_r A/M \quad (3)$$

où:

$$\delta = \delta_{grav} + \delta_{SRP}$$

C_r : coefficient de réflectivité du satellite en début de vie utile, qui sera compris entre 1 et 2 en fonction des caractéristiques de surface du satellite

A : maître couple du satellite exposé au soleil (m²)

M : masse à sec du satellite (kg).

(A/M sera généralement compris entre 0,01 et 0,1 suivant les caractéristiques du satellite.)

En associant les équations (1), (2) et (3), on obtient la spécification d'altitude minimale du périégée de la nouvelle orbite au-dessus de l'altitude de l'OSG, qui permet de s'assurer que le satellite, après avoir été transféré sur une nouvelle orbite en fin de vie utile, ne revienne pas dans la région protégée de l'OSG qui s'étend sur 200 km au-dessus de l'altitude de l'OSG:

$$\Delta H > 235 + 1000 C_r A/M \quad (4)$$

pour les excentricités inférieures à 0,003.

Des orbites de rebut dont l'altitude de périégée est plus basse, qui resteront tout de même hors de la région de l'OSG pendant au moins cent ans, sont parfois possibles lorsque le plan de l'orbite et la ligne des apsides présentent un alignement favorable.

2 Bilan en combustible et marge

Les exploitants d'engins spatiaux sont encouragés à surveiller l'utilisation du combustible embarqué afin de s'assurer qu'il en restera suffisamment pour effectuer la manœuvre de transfert requise en fin de vie utile. Il est reconnu que cet objectif pourrait être difficile à atteindre pour certains satellites opérationnels évoluant sur l'OSG, ce qui pourrait accroître les risques de collision. Il est en outre recommandé d'augmenter d'une certaine marge le bilan en combustible afin de tenir compte de l'incidence des inexactitudes de détermination d'orbite et d'éventuelles erreurs d'exécution.

Il est recommandé d'adopter une stratégie de manœuvres multiples pour élever l'orbite du périégée à l'altitude minimale prévue, ce qui minimisera les conséquences d'un échec éventuel du système de propulsion dû à un dysfonctionnement ou à une marge en combustible insuffisante.

Une fois l'altitude de périégée minimale atteinte, la stratégie de manœuvres multiples devrait être poursuivie afin d'accroître progressivement l'orbite du périégée, en utilisant autant que possible tout le combustible et (le cas échéant), tous les gaz de pressurisation restants. Après épuisement de tout le combustible et de tous les gaz de pressurisation restants, toutes les autres sources d'énergie stockées à bord devraient être désactivées (accumulateurs, gyroscopes par exemple) en vue d'éviter les risques de fragmentation.