

RECOMMANDATION UIT-R S.1758

Caractérisation des systèmes de type HEO fonctionnant dans le SFS

(2006)

Domaine de compétence

La présente Recommandation décrit les caractéristiques des systèmes de type HEO du SFS aux fins d'études de partage. Elle vise à fournir aux administrations des informations relatives aux systèmes de type HEO du SFS à utiliser dans le cadre d'études de partage avec d'autres types de systèmes non OSG du SFS, avec des réseaux OSG du SFS ou avec des systèmes ou réseaux d'autres services bénéficiant d'attributions à titre primaire avec égalité des droits avec le SFS. Ces informations concernent notamment les caractéristiques orbitales, l'arc actif, les traces au sol répétitives, les antennes des stations terriennes associées, les angles d'élévation, les transferts et l'espacement angulaire par rapport à l'arc OSG.

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que les bandes de fréquences attribuées au service fixe par satellite (SFS) peuvent être utilisées aussi bien par des réseaux à satellite OSG (orbite des satellites géostationnaires) que par des systèmes à satellites non OSG conformément au Règlement des radiocommunications (RR);
- b) que la plupart de ces bandes attribuées au service SFS sont, de plus, utilisées en partage avec des services de Terre;
- c) que les systèmes à satellites de type HEO décrits dans la présente Recommandation sont des systèmes non OSG;
- d) que les caractéristiques des brouillages causés aux réseaux OSG par la plupart des systèmes de type HEO du SFS sont dues au fait que les liaisons de service de ces derniers sont exploitées uniquement dans des arcs actifs et présentent un espacement angulaire important par rapport aux liaisons des systèmes OSG;
- e) que les systèmes de type HEO du SFS peuvent desservir des régions de latitude élevée avec des angles d'élévation plus importants que dans le cas de réseaux OSG du SFS;
- f) que les systèmes de type HEO du SFS sont susceptibles d'accroître l'utilisation des bandes attribuées au SFS sans augmenter l'encombrement de l'orbite des satellites géostationnaires;
- g) qu'il serait utile aux administrations de disposer d'une source d'informations sur les systèmes de type HEO du SFS à utiliser dans le cadre d'études de partage avec d'autres types de systèmes non OSG du SFS, avec des réseaux OSG du SFS ou avec des systèmes ou réseaux d'autres services bénéficiant d'attributions à titre primaire avec égalité des droits avec le SFS,

reconnaissant

- a) que plusieurs systèmes à satellites de type HEO sont exploités avec succès depuis de nombreuses années dans le service fixe par satellite;
- b) que, récemment, d'autres systèmes de type HEO du SFS ont été portés à la connaissance du Bureau des radiocommunications de l'UIT;

- c) que l'UIT-R a étudié et continue d'étudier les effets des brouillages causés par les satellites de type HEO du service fixe par satellite aux récepteurs du service fixe en tenant compte des caractéristiques des satellites de type HEO du SFS;
- d) que des Recommandations de l'UIT-R relatives aux systèmes de type HEO du SFS ont été établies ou sont en cours d'élaboration, mais qu'il n'existe pas encore de caractéristiques et de références applicables à ces systèmes;
- e) qu'il peut exister des différences entre les caractéristiques des systèmes de type HEO du SFS et les caractéristiques des systèmes de type HEO d'autres services de radiocommunication,

recommande

- 1 d'utiliser le sigle «HEO» pour désigner les types de systèmes non OSG du SFS dont les caractéristiques générales sont décrites au § 1 de l'Annexe 1 de la présente Recommandation;
- 2 d'utiliser les informations données dans l'Annexe 1 de la présente Recommandation dans le cadre d'études de partage faisant intervenir des systèmes de type HEO du SFS.

Annexe 1

Caractéristiques des systèmes à satellites de type HEO du SFS

1 Caractéristiques générales des satellites HEO du SFS et des systèmes à satellites de type HEO du SFS

Un système à satellites de type HEO du SFS est un système non OSG qui comporte un ou plusieurs satellites en orbite elliptique et qui présente l'ensemble des caractéristiques orbitales et opérationnelles suivantes:

- Une période égale à la période de rotation de la Terre (23 h et 56 min) multipliée par m/n , où m et n sont des nombres entiers, donnant n apogées tous les m jours. Le rapport m/n peut être inférieur, égal ou supérieur à 1 (une trace au sol fixe se répète ainsi tous les m jours), ce qui se traduit par les trois types d'orbite suivants:
 - *Orbite HEO géosynchrone*: orbite HEO avec une période de 23 h et 56 min ($m/n = 1$).
 - *Orbite HEO subgéosynchrone*: orbite HEO avec une période égale à la période de rotation de la Terre multipliée par m/n inférieur à un (par exemple, 11 h et 58 min, 5 h et 59 min, etc.).
 - *Orbite HEO supergéosynchrone*: orbite HEO avec une période égale à la période de rotation de la Terre multipliée par m/n supérieur à un (par exemple, 47 h et 52 min, etc.).
- Une inclination entre 35 et 145°.
- Une altitude de l'apogée d'au moins 18 000 km.
- Les transmissions sur les porteuses de service autres que les transmissions sur les porteuses de télémétrie ou de télécommande sont limitées à un ou plusieurs arcs actifs sur une orbite, comme il est décrit en détail au § 1.1.

Le sigle «HEO» est employé pour désigner ce type d'orbite.

La conception et le fonctionnement des systèmes HEO peuvent grandement varier. Ces variations sont dues au fait que les systèmes HEO ont des missions différentes ou des critères d'optimisation différents. Parmi les exemples de caractéristiques qui diffèrent d'un système à l'autre, on peut citer: les fréquences; les dimensions de la zone de service; les angles d'élévation minimaux; l'utilisation d'antennes à débattement non limité, à poursuite limitée, ou de station terrienne fixe; la dimension des arcs actifs; le nombre de satellites qui sont en service simultanément; et le nombre d'arcs actifs à l'intérieur desquels fonctionne un satellite.

Les constellations de satellites HEO avec des faisceaux ponctuels réglables sont susceptibles d'avoir, dans la zone de couverture, des zones de service qui correspondent à des angles d'élévation élevés par rapport au satellite actif, sauf dans le cas de systèmes HEO conçus pour assurer un service sur une large zone est-ouest aux latitudes nord.

Les systèmes à satellites HEO du SFS présentent une partie ou la totalité des caractéristiques opérationnelles suivantes:

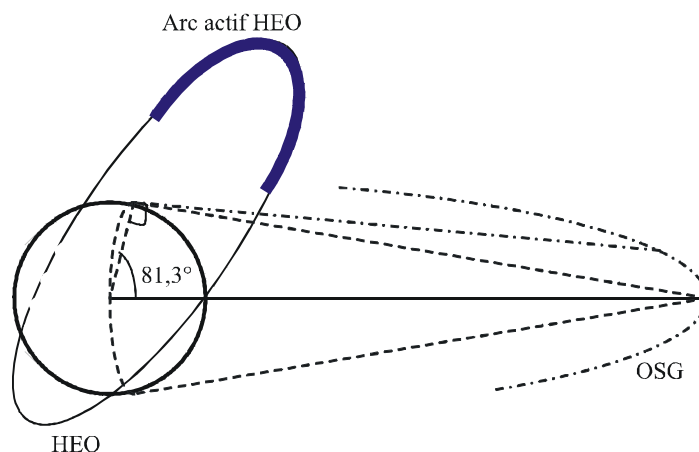
1.1 Arc actif

Sauf pour les fonctions d'exploitation spatiale, chaque satellite d'un système HEO du SFS est en service uniquement sur une partie spécifique de son orbite, appelée arc actif. Toutes les transmissions sur les porteuses de service dans le service fixe par satellite en provenance ou à destination d'un satellite HEO particulier du SFS sont interrompues à chaque fois que le satellite se trouve à l'extérieur de son arc actif. En fonction de la période de l'orbite, l'arc actif couvrira une ou plusieurs zones à la surface de la Terre. Dans le cas d'orbites quasi circulaires, on notera qu'une même orbite peut comprendre deux arcs actifs, un sur l'hémisphère Nord et un sur l'hémisphère Sud.

Les dimensions du ou des arcs actifs pour un système particulier sont fonction de la conception du système. Un arc actif est généralement destiné à englober le point de l'apogée ou la latitude la plus élevée de l'orbite, ceci afin de minimiser les variations d'azimut et d'élévation du satellite du point de vue des stations terriennes auxquelles il est associé. Par ailleurs, afin d'éviter des brouillages excessifs en provenance ou à destination de réseaux OSG du SFS fonctionnant à la même fréquence, on définit généralement un arc actif de façon qu'il ne coupe aucune ligne de visibilité entre l'orbite des satellites géostationnaires et la surface de la Terre (voir la Fig. 1). Pour assurer un service continu, au moins un satellite d'un système à satellites HEO du SFS donné se trouvera dans chaque arc actif en permanence.

FIGURE 1

Illustration d'un arc actif HEO limité de façon à ne couper aucune ligne de visibilité entre l'orbite des satellites géostationnaires et la surface de la Terre



1.2 Répétitivité des tracs au sol

Les satellites HEO ont des traces au sol répétitives (la trace au sol est la ligne représentant l'ensemble des points subsatellites à mesure que le satellite se déplace autour de la Terre) conçues de telle sorte que leurs arcs actifs correspondent de façon optimale aux zones de couverture requises. Pour qu'une trace au sol soit répétitive, la période des orbites doit être un multiple ou un sous-multiple de la période de rotation de la Terre autour de son axe. Selon les dimensions de l'arc actif et le nombre de satellites du système HEO du SFS, les traces au sol répétitives peuvent faciliter la réutilisation des fréquences entre différents systèmes HEO du SFS utilisant ces types d'orbite. Les caractéristiques de l'arc actif peuvent aussi se traduire par des angles de vue pratiquement constants du satellite par rapport aux stations terriennes. Un système HEO du SFS peut être composé de plusieurs satellites HEO suivant une seule trace au sol répétitive, ou de plusieurs satellites HEO suivant différentes traces au sol répétitives.

1.3 Antennes des stations terriennes associées

Selon les dimensions de l'arc actif et les caractéristiques orbitales d'un système HEO du SFS donné, on utilisera généralement l'une des quatre configurations d'antennes suivantes pour les stations terriennes associées. (A noter que plus d'un type de station terrienne peut être associé à un système HEO particulier):

- deux antennes de poursuite associées;
- antennes dotées d'une fonction d'interruption de poursuite pour passer du satellite quittant l'arc actif au satellite entrant dans ce dernier;
- antenne de poursuite unique dans le cas particulier où les deux satellites intervenant dans un transfert sont très proches l'un de l'autre au moment du relais;
- antenne unique sans fonction de poursuite, dont le faisceau est suffisamment large pour couvrir entièrement l'arc actif.

1.4 Grands angles d'élévation depuis des stations terriennes de systèmes à satellites HEO du SFS dans des zones de service à des latitudes moyennes à élevées

Les emplacements qui ont un petit angle d'élévation par rapport à l'orbite OSG peuvent ainsi bénéficier des avantages des grands angles d'élévation.

1.5 Service continu avec transferts

Les systèmes à satellites HEO du SFS qui utilisent un nombre suffisant de satellites peuvent faire en sorte qu'il y ait au moins un satellite dans chaque arc actif en permanence et, ainsi, assurer une couverture continue. Les transferts entre satellites peuvent être peu fréquents, un service continu assuré par un seul satellite HEO pouvant durer de nombreuses heures en fonction de l'orbite choisie et des objectifs de la conception du système.

1.6 Espacement angulaire par rapport à l'orbite des satellites géostationnaires

Un système à satellites HEO du SFS peut être exploité de telle façon qu'en tout point de la zone de service HEO, l'espacement angulaire soit important entre un satellite quelconque du système considéré, à un endroit quelconque de son (ses) arc(s) actif(s), et un point quelconque de l'orbite des satellites géostationnaires (voir la Recommandation UIT-R S.1713). Dans le cas d'applications du service fixe par satellite pour lesquelles on utilise des antennes directives, cela permet d'améliorer le partage entre un système à satellites HEO du SFS et des réseaux à satellite géostationnaire sans trop restreindre la couverture utilisable du système HEO.

1.7 Constellations de satellites HEO associés à des stations terriennes dotées de petites antennes et sans fonction de poursuite

Dans certains systèmes, des satellites HEO identiques, tous séparés par la même durée, formant une constellation avec une seule trace au sol répétitive et exploités uniquement dans des arcs actifs présentant une très petite plage angulaire autour de l'apogée, décrivent un système dont les caractéristiques de visibilité des satellites sont analogues à celles d'un réseau OSG. Même s'il est clair que leurs orbites sont différentes de l'orbite des satellites géostationnaires, les satellites fonctionnant dans une telle constellation HEO restent approximativement fixes par rapport aux points à la surface de la Terre.

2 Exemples d'orbites HEO

Quatre exemples d'orbite HEO sont représentés sur les Fig. 2 à 5.

La Fig. 2 montre la trace au sol pour une orbite HEO présentant une période de 7 h et 59 min, une excentricité de 0,64 et une inclinaison de $63,4^\circ$. La partie mise en relief de l'orbite indique un arc actif supérieur à 45° de latitude nord.

La Fig. 3 montre la trace au sol pour une orbite HEO présentant une période de 11 h et 58 min, une excentricité de 0,72 et une inclinaison de $63,4^\circ$. La partie mise en relief de l'orbite indique un arc actif supérieur à 25° de latitude nord.

La Fig. 4 montre la trace au sol pour une orbite HEO présentant une période de 23 h et 56 min, une excentricité de 0,1 et une inclinaison de 45° . La partie mise en relief de l'orbite indique un arc actif supérieur à 30° de latitude nord.

La Fig. 5 montre la trace au sol pour une orbite HEO supergéosynchrone présentant une période de 47 h et 52 min, une inclinaison de $63,4^\circ$ et une excentricité proche de 0. La partie mise en relief de l'orbite indique deux arcs actifs supérieurs à 25° de latitude sud et nord.

FIGURE 2

Trace au sol pour une orbite HEO subgéosynchrone d'une période de 8 heures

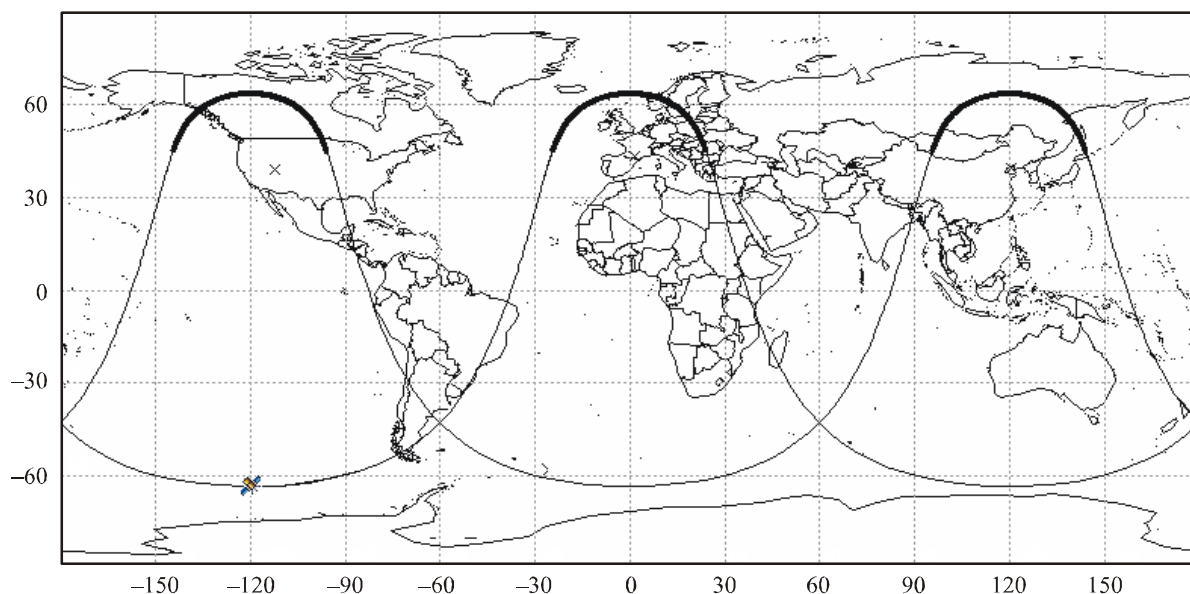
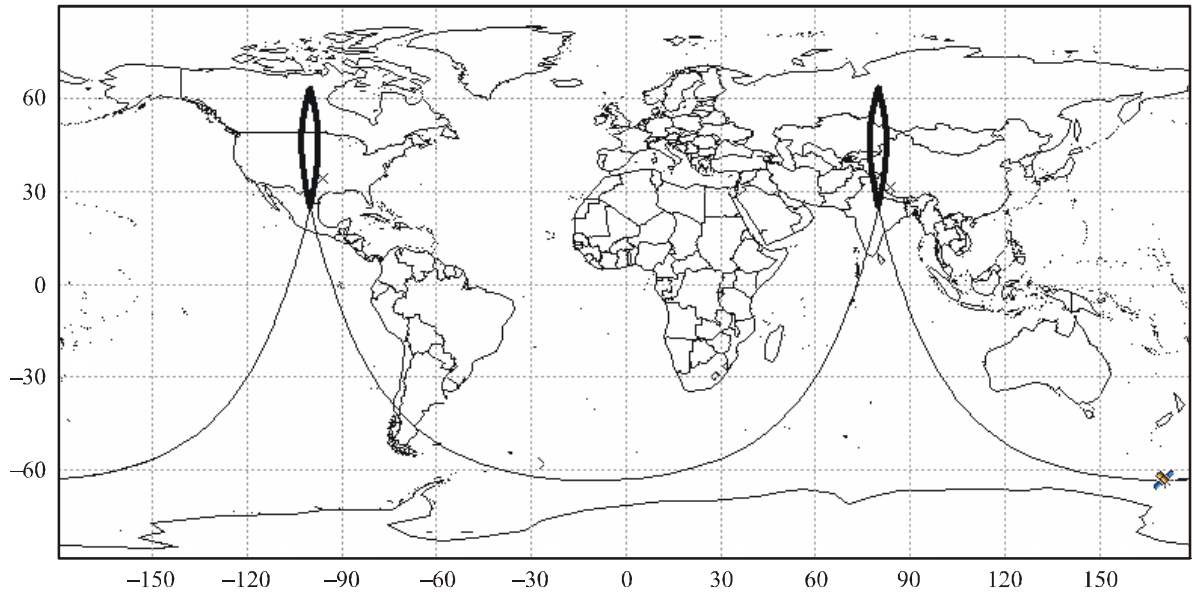


FIGURE 3

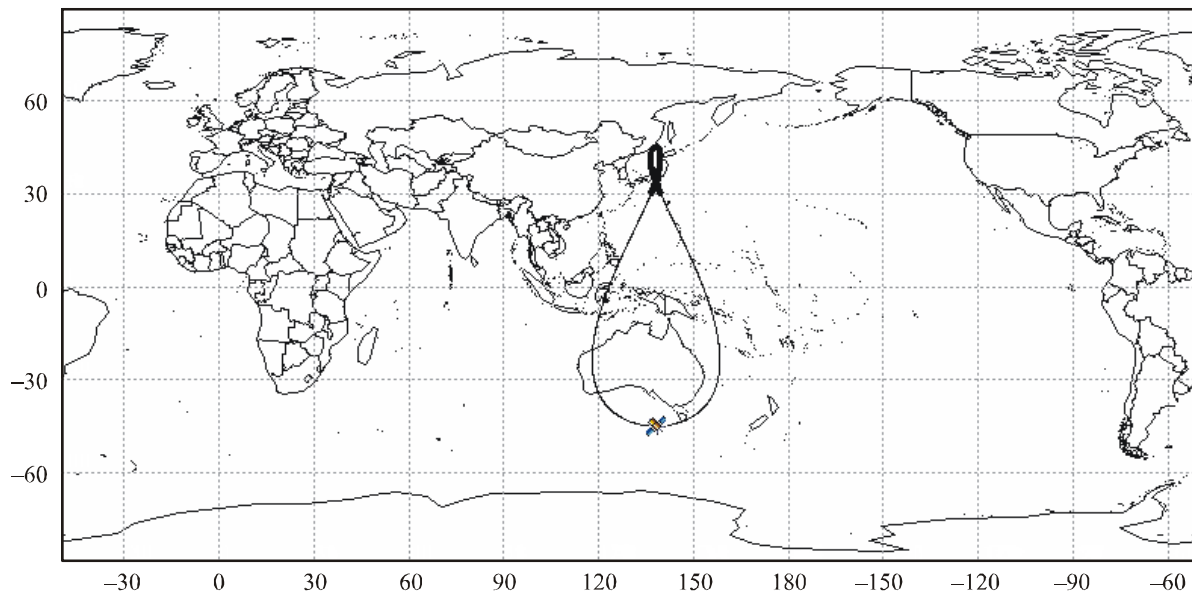
Trace au sol pour une orbite HEO subgéosynchrone d'une période de 12 heures



1758-03

FIGURE 4

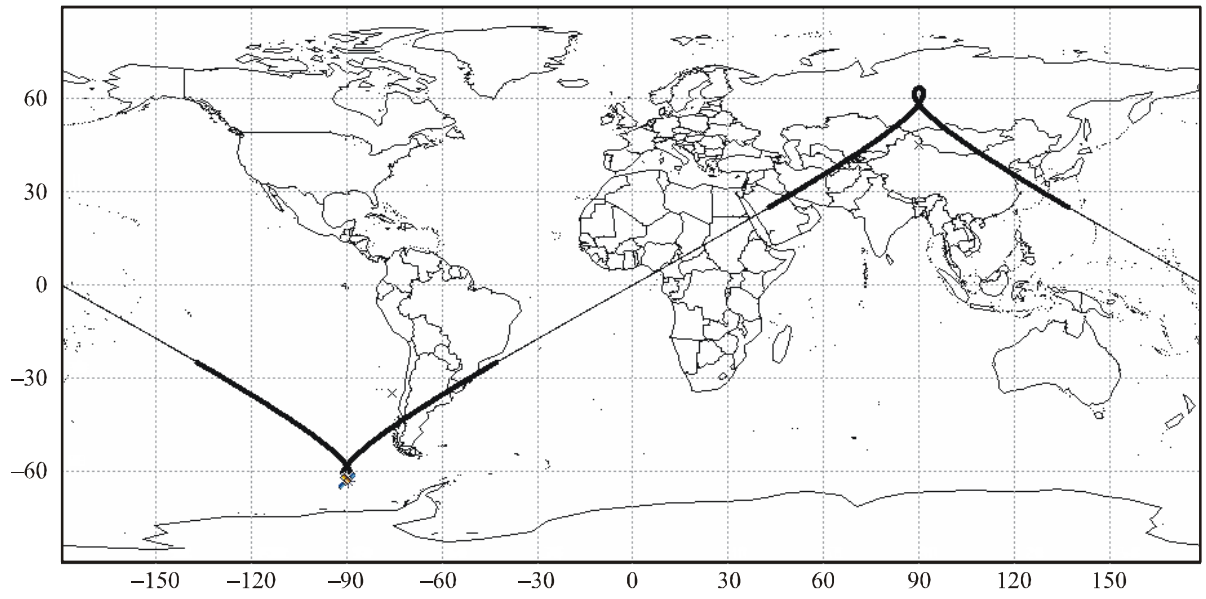
Trace au sol pour une orbite HEO géosynchrone d'une période de 24 heures



1758-04

FIGURE 5

Trace au sol pour une orbite HEO supergéosynchrone d'une période de 48 heures



1758-05

