

RECOMMANDATION UIT-R S.1431

MÉTHODES VISANT À AMÉLIORER LE PARTAGE DES FRÉQUENCES ENTRE LES SYSTÈMES DU SFS NON OSG (À L'EXCEPTION DES LIAISONS DE CONNEXION DU SMS) DANS LES BANDES DE FRÉQUENCES COMPRISES ENTRE 10 ET 30 GHz

(2000)

L'Assemblée des radiocommunications de l'UIT,

considérant

- a) que la CMR-97 a confirmé l'application du numéro S9.12 du RR (dont il est fait référence dans la Résolution 46 (Rév. CMR-97) dans les bandes 18,8-19,3 GHz (espace vers Terre) et 28,6-29,1 GHz (Terre vers espace) quant à leur utilisation par des systèmes du SFS non OSG;
- b) que l'utilisation de ces bandes sera conforme aux dispositions du numéro S5.523A du RR;
- c) que les services qui fonctionnent dans ces bandes doivent coordonner l'utilisation des fréquences conformément aux dispositions de la Résolution 46 (Rév. CMR-97);
- d) que la Résolution 130 (CMR-97) définit le cadre réglementaire concernant l'utilisation des systèmes du SFS non OSG dans certaines bandes de fréquences;
- e) que la Résolution 130 (CMR-97) demande la réalisation de nouvelles études concernant les critères de partage à appliquer pour déterminer s'il est nécessaire d'effectuer la coordination entre les systèmes du SFS non OSG;
- f) que l'on prévoit l'utilisation par plusieurs systèmes du SFS non OSG des bandes de fréquences définies par la Résolution 130 (CMR-97) et par le numéro S5.523A du RR;
- g) que des études ont montré que faute d'utiliser des techniques d'atténuation des brouillages, le partage de la même bande de fréquences sera impossible par plusieurs systèmes du SFS non OSG, à moins que leurs caractéristiques orbitales ne soient réellement homogènes;
- h) que, pour améliorer l'efficacité du partage des ressources spectrales, il est indispensable d'identifier des méthodes permettant d'améliorer le partage de la même bande de fréquences par plusieurs systèmes du SFS non OSG;
- j) que des études ont démontré l'existence de plusieurs techniques différentes d'atténuation du brouillage susceptibles d'autoriser le partage de la même bande de fréquences par plusieurs systèmes du SFS non OSG;
- k) que l'utilisation de certaines méthodes de partage des fréquences impliquent des compromis en matière de qualité de fonctionnement des systèmes et de réduction du brouillage;
- l) que, à l'intérieur des bandes de fréquences indiquées dans la Résolution 130 (CMR-97) les systèmes du SFS non OSG sont tenus de protéger les systèmes OSG du SFS,

recommande

1 que l'utilisation des techniques d'atténuation décrites à l'Annexe 1 de la présente Recommandation soit envisagée afin d'obtenir un partage satisfaisant du spectre entre les réseaux à satellites du SFS non OSG fonctionnant à la même fréquence et dans la même direction.

ANNEXE 1

Techniques d'atténuation

La présente Annexe récapitule les techniques d'atténuation susceptibles d'être utilisées par les systèmes du SFS non OSG afin de faciliter le partage des fréquences entre ces réseaux. Sept techniques d'atténuation des brouillages entre les réseaux du SFS non OSG ont été identifiées et passées en revue. Cette Annexe ne constitue pas une récapitulation exhaustive desdites techniques d'atténuation, et d'autres méthodes peuvent être identifiées à l'avenir. Ces techniques d'atténuation des brouillages et leurs différentes combinaisons contribuent à des degrés divers à faciliter le partage des fréquences entre les réseaux du SFS non OSG.

1 Homogénéité des caractéristiques orbitales

Plusieurs systèmes du SFS non OSG peuvent partager la même bande de fréquences lorsqu'ils utilisent des paramètres orbitaux pratiquement identiques (hauteur, inclinaison, etc.) et que, soit leurs plans orbitaux sont intercalés, soit leurs plans orbitaux coïncident – leurs satellites étant intercalés à l'intérieur d'un plan – ou encore en présence des deux conditions réunies. D'après certaines études, il peut s'avérer nécessaire d'appliquer des techniques d'atténuation des brouillages si les deux systèmes ne sont pas parfaitement homogènes; un complément d'études est donc indispensable pour déterminer le niveau de différence entre les caractéristiques orbitales et de transmission qui peut être toléré sans que les systèmes cessent d'être considérés comme homogènes.

2 Evitement des événements de brouillage en ligne

2.1 Diversité de satellite (commutation sur un autre satellite)

Le recours à la diversité de satellite est considéré comme une technique d'atténuation visant à éviter le brouillage d'un faisceau principal par un autre faisceau principal, grâce à la commutation du trafic sur un satellite de remplacement en vue, dès qu'une occurrence de couplage en ligne de ce type se produit (voir la Note 1); cette technique comporte un certain nombre d'implications en matière de conception du système et de fonctionnement du réseau, que les exploitants doivent examiner préalablement à sa mise en œuvre.

NOTE 1 – Un événement de couplage en ligne se produit lorsqu'un satellite non OSG se trouve directement compris entre une station terrienne et un autre satellite non OSG.

Suivant la technique de diversité de satellite, les situations de quasi-couplage d'un faisceau principal sur un autre faisceau principal sont évitées par le fait que le système non OSG peut choisir un autre satellite visible dès que le satellite en cours d'utilisation est sur le point de se trouver dans une situation de brouillage en ligne avec un satellite fonctionnant dans un autre système du SFS non OSG. La technique de diversité de satellite comporte un transfert (commutation) lors de la sélection d'un autre satellite afin d'éviter les brouillages; elle exige parfois un processus complexe impliquant une coopération entre les divers systèmes concernés. Le partage du spectre à l'aide de cette technique est possible dans la mesure où les systèmes considérés peuvent éviter les configurations en ligne par un processus adaptatif, grâce à la connaissance préalable de la position des satellites non OSG. Il convient que la plupart des systèmes envisagés prévoient d'appliquer une méthode ou une autre de commutation des satellites pour éviter l'arc OSG.

Afin de favoriser l'atténuation du brouillage (et par conséquent le partage des fréquences) grâce à la technique de diversité en satellites, les systèmes du SFS non OSG doivent être conçus de façon à comporter plusieurs satellites capables de desservir simultanément une position de station terrienne donnée. D'après les statistiques établies pour plusieurs projets de systèmes à satellites sur orbite terrestre basse et sur orbite terrestre moyenne utilisant les bandes des 14/11 GHz et des 30/20 GHz, la plupart des systèmes comportent au moins deux satellites en vue des positions des stations terriennes situées à la plupart des latitudes considérées.

Deux niveaux d'application de la technique de diversité en satellites ont été identifiés:

- a) évitement des situations de quasi-alignement avec tous les satellites des autres systèmes du SFS non OSG;
- b) évitement des situations de quasi-alignement avec les satellites d'autres systèmes du SFS non OSG qui sont en mesure de desservir, à l'instant considéré, la position de cette station terrienne.

Ces deux options exigeront une coopération étroite entre les systèmes à satellites une fois ces derniers en service. L'option a) exige une connaissance des caractéristiques orbitales des autres systèmes à satellites; outre la connaissance de ces caractéristiques, l'option b) peut exiger celle de l'algorithme de pointage du faisceau, et du trafic des satellites des autres systèmes. L'option b) présente donc une complexité de mise en œuvre supérieure à celle de la première. Toutefois, le recours à l'option b) peut permettre un angle d'évitement plus important, puisqu'un plus grand nombre de satellites pourront être en vue si l'on considère un système non OSG particulier du SFS. Dans les bandes de fréquences indiquées dans la Résolution 130 (CMR-97), les systèmes du SFS non OSG doivent assurer la protection des systèmes OSG. Dans tous les projets de systèmes non OSG du SFS, cette exigence est satisfaite en appliquant une méthode quelconque d'évitement de l'arc OSG (terrestre ou à satellite). La connaissance des satellites des autres systèmes du SFS non OSG qui ne desservent pas une zone particulière en raison de l'évitement de l'arc OSG, aura pour effet de réduire le nombre de satellites à éviter, et donc d'augmenter le nombre de satellites dont dispose un système particulier du SFS non OSG pour recevoir le trafic commuté.

La technique de diversité en satellites implique l'identification de l'angle de commutation en diversité pour un système du SFS non OSG afin de faciliter le partage d'une bande de fréquences et d'une direction de faisceau avec d'autres systèmes du SFS non OSG.

Il a été établi, dans le cas de deux systèmes à satellites non OSG que l'utilisation simultanée par l'un et l'autre systèmes de la technique d'évitement n'améliorait pas l'efficacité du partage des fréquences. En présence de plus de deux systèmes, le partage est également possible par répartition des inconvénients entre tous les systèmes. Indépendamment du mode de répartition adopté à cet effet, la situation de partage dans un ensemble donné de deux systèmes ne sera pas améliorée si l'un et l'autre utilisent simultanément une méthode d'évitement angulaire.

2.2 Evitement sans commutation vers un autre satellite

Le § 2.1 repose sur l'hypothèse selon laquelle les systèmes du SFS non OSG seront conçus de telle sorte qu'un autre satellite est disponible pour une station terrienne, lorsque se produisent des situations de quasi-alignement entre deux satellites de systèmes distincts. Les opérateurs de système du SFS non OSG auront également la possibilité de cesser d'émettre (et de s'abstenir de commuter le trafic vers un autre satellite) et d'accepter la perte de couverture lorsque se produit une situation de quasi-alignement.

3 Stratégies de sélection des satellites

L'algorithme choisi pour qu'un système non OSG particulier du SFS sélectionne un satellite peut contribuer à renforcer la capacité de ce système à partager une bande de fréquences avec d'autres systèmes du SFS non OSG. En règle générale, les stations terriennes communiqueront avec le satellite vu sous l'angle d'élévation le plus important. Lorsqu'un système choisit d'utiliser une technique de poursuite différente, consistant par exemple à sélectionner le satellite dont la capacité de discrimination angulaire est la plus forte par rapport aux satellites d'autres systèmes du SFS non OSG, les conditions de partage s'amélioreront peut-être, mais au prix d'une complexité accrue et/ou d'une diminution de la capacité de fonctionnement du système. Cette technique doit faire l'objet d'un complément d'étude afin d'évaluer ses répercussions aussi bien sur la situation de partage que sur la conception des systèmes du SFS non OSG.

4 Lobes latéraux d'antenne de satellite

Les faibles lobes latéraux d'antenne d'un satellite du SFS non OSG réduisent le niveau de brouillage en provenance et à destination du faisceau principal des antennes de station terrienne de systèmes du SFS non OSG, en cas de brouillage en ligne, lorsque le satellite non OSG dessert une zone dans laquelle la station terrienne ne se trouve pas. Dans certains cas, l'utilisation d'antenne à faible lobe latéral peut également diminuer la valeur de l'angle d'évitement nécessaire (dans le cas d'un évitement Terre vers espace) si la zone de couverture du satellite ne comprend pas la position précise de la station terrienne. Les répercussions en matière de conception des systèmes du SFS non OSG concerneront le coût de l'antenne et le poids total du satellite.

5 Lobes latéraux d'antenne de station terrienne

L'utilisation d'antenne à faible lobe latéral pour les terminaux terriens réduira le brouillage des systèmes à satellites non OSG sur la liaison Terre vers espace et devrait permettre de réduire l'angle d'évitement. La mise en œuvre de cette technique comportera des coûts plus élevés de réalisation de l'antenne.

6 Découpage en canaux de fréquences

Le découpage en canaux de fréquences consiste à subdiviser la bande autorisée en bandes plus petites. A chaque sous-bande est ensuite affecté un faisceau distinct spatialement séparé du faisceau immédiatement voisin utilisant la même fréquence afin d'augmenter les valeurs du rapport C/I . Le fait de diviser la bande de fréquences de cette façon permet:

- de réduire les brouillages en diminuant la probabilité de chevauchement; et
- un abaissement du brouillage d'un signal utilisant une largeur de bande plus importante.

Par ailleurs, outre une réduction de la capacité, cette technique risque de compliquer la conception du satellite et d'exiger une coordination étroite entre les systèmes non OSG.

7 Equilibrage des liaisons

Dans le cas des transmissions sens descendant, l'équilibrage de la liaison vise à ce que les différents systèmes du SFS non OSG fonctionnent avec des densités de puissance surfacique sensiblement identiques en un point quelconque de la surface de la Terre. Si un système fonctionne à un niveau donné de densité de puissance surfacique, il s'avère que les

systèmes suivants doivent envisager de fonctionner avec une densité voisine afin d'optimiser le partage des fréquences. En effet, des densités de puissance surfacique plus importantes se traduiraient par un brouillage des systèmes précédents utilisant la même bande tandis que des densités plus faibles entraîneraient vraisemblablement un brouillage du système accédant à la bande.

Dans le cas des transmissions sens montant, l'équilibrage des liaisons désigne la conception des liaisons du SFS non OSG afin d'homogénéiser les paramètres de transmission pour éviter les fortes disparités de niveau de porteuse d'un système par rapport à l'autre.

Pour équilibrer les conditions de transmission, les porteuses du SFS non OSG du système le plus sensible pourraient être utilisées avec des marges fixes plus importantes, afin de les protéger des brouillages des autres porteuses non OSG. Puisque ce brouillage est généralement à court terme par nature, la probabilité d'occurrence simultanée d'un affaiblissement important et d'un brouillage en ligne est réduite.

8 Polarisation alternée

Deux réseaux peuvent éventuellement partager les mêmes bandes de fréquences à condition d'utiliser une polarisation inverse à l'intérieur d'une zone donnée. Toutefois, l'isolation par polarisation ne sert pas exclusivement au partage des fréquences entre les systèmes; un troisième système ne pourrait en effet maintenir une polarisation inverse par rapport aux deux autres. Cette technique exigerait une coordination étroite entre les divers systèmes du SFS non OSG.
