



HAL
open science

Allocation de fréquences dans un système de communication satellitaire utilisant de SDMA

Laurent Houssin, Christian Artigues, Erwan Corbel

► **To cite this version:**

Laurent Houssin, Christian Artigues, Erwan Corbel. Allocation de fréquences dans un système de communication satellitaire utilisant de SDMA. 2009. hal-00371829

HAL Id: hal-00371829

<https://hal.science/hal-00371829>

Preprint submitted on 30 Mar 2009

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Allocation de fréquences dans un système de communication satellitaire utilisant le SDMA

Laurent Houssin^{1,2}, Christian Artigues¹, Erwan Corbel³

¹ LAAS-CNRS; Université de Toulouse; 7, avenue du Colonel Roche, 31077 Toulouse, France.

² Université de Toulouse; UPS, France.

{houssin,artigues}@laas.fr

³ Thales Alenia Space, Advanced Telecom & Navigation Systems Research, 26 av. J.F. Champollion, 31037 Toulouse, France.

erwan.corbel@thalesaleniaspace.com

L'évolution des systèmes de télécommunication satellitaires tend vers une plus grande capacité des utilisateurs, une plus grande flexibilité (par rapport à la position des utilisateurs) et une meilleure qualité. Plusieurs techniques permettent d'atteindre ces objectifs, notamment le multiplexage fréquentiel et le multiplexage temporel. La plus récente et la plus prometteuse de ces techniques est le SDMA (Spatial Division Multiple Access). Cette technique, qui peut être combinée avec les deux précédentes, consiste à dépointer les faisceaux formés par le satellite et leur donner une forme qui va permettre de diminuer les interférences pour un utilisateur donné.

Le système de télécommunication bidirectionnel que l'on étudie ici est constitué d'une passerelle connectée au réseau terrestre, d'un satellite et d'une zone de service où des terminaux disposés aléatoirement (distribution uniforme) demandent une fréquence. Dans le cadre de cette étude, nous nous intéressons à la liaison retour, c'est-à-dire la liaison "utilisateurs à passerelle" (voir figure 1).

Les faisceaux formés par le satellite ont deux caractéristiques principales qui sont

- la position du centre du faisceau sur la zone de service,
- le diagramme de rayonnement de l'antenne.

Une représentation analytique du diagramme de gain permet de calculer le niveau de gain reçu par un utilisateur donné. Cette valeur est une fonction non linéaire de la position de l'utilisateur par rapport au centre du faisceau et de la position de l'utilisateur par rapport au satellite.

Le rapport signal sur bruit plus interférences $\frac{C}{N+I}$ (qui met en jeu la fonction analytique décrivant le gain) d'un utilisateur doit être supérieur à un seuil $\left(\frac{C}{N}\right)_{RsModCod}$ (dépendant du schéma de modulation) pour permettre la communication :

$$\frac{C}{N+I} \geq \left(\frac{C}{N}\right)_{RsModCod} \quad (1)$$

Ce rapport $\frac{C}{N+I}$ est calculé à travers un bilan de liaison qui met en jeu la fonction analytique décrivant le gain, la position des interférants (*i.e.* les utilisateurs possédant la même fréquence) et la position de l'utilisateur.

L'objectif est donc de maximiser le nombre d'utilisateurs servis sous la contrainte (1) pour chaque utilisateur et avec un nombre de fréquences limité.

Afin de démontrer l'intérêt du système SDMA, nous considérons deux scénarios représentatifs des conditions réelles de fonctionnement. Un premier scénario où l'on considère que

chaque utilisateur possède un faisceau centré sur lui (ce qui est rendu possible grâce au système SDMA). Le second scénario est composé d'une allocation fixe et régulière des faisceaux, qui forment ainsi des "spots" sur la zone de service. Pour les deux scénarios, le nombre de fréquences disponibles est limité à 8.

Bien que le problème original mette en jeu des contraintes non linéaires (notamment (1)), nous obtenons une formulation linéaire en nombres entiers du problème (pour une réalisation donnée de la distribution des utilisateurs). En effet, en tenant compte de l'effet cumulatif des interférences sur un utilisateur, nous ramenons le problème sous une forme linéaire. Plus précisément, pour ces deux scénarios, on peut obtenir la contrainte suivante pour un utilisateur i :

$$\sum_{j \in \text{Interf}(i)} \delta_{ij} \leq \alpha_i, \quad (2)$$

où α_i représente le niveau maximum d'interférences que peut recevoir l'utilisateur i et δ_{ij} le niveau d'interférence de l'utilisateur j sur l'utilisateur i si j a la même fréquence.

En considérant l'aspect cumulatif des contraintes, nous présentons un programme linéaire en nombres entiers modélisant chaque scénario. Des algorithmes gloutons basés sur la représentation cumulative des contraintes sont également proposés pour résoudre chaque scénario.

Enfin, nous concluons que l'analyse des performances des deux scénarios démontre tout l'intérêt du système SDMA, à la fois pour les formulations de programme linéaire en nombres entiers où le temps d'exécution est limité à 1 minute et pour les algorithmes gloutons.

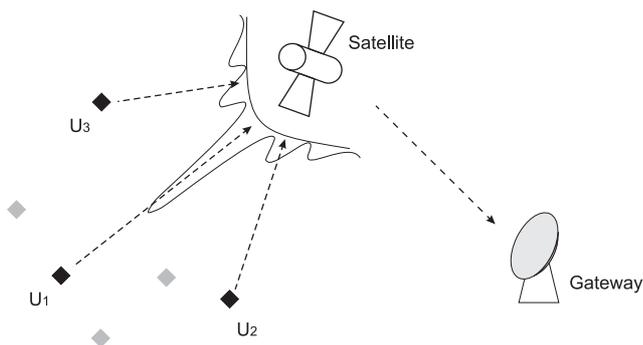


FIG. 1. communication utilisateurs à passerelle.

Références

1. M. Palpant, C. Oliva, C. Artigues, P. Michelon and M. Didi Biha. Models and methods for frequency allocation with cumulative interference constraints. Vol. 15, No. 3., pp. 307-324 International Transactions in Operational Research (2008).
2. J.C. Liberti and T.S. Rappaport. Smart Antennas for Wireless Communications (1999). Prentice Hall.