

## Contrôle optimal des voiles solaires

**Alesia HERASIMENKA**, Université Côte d'Azur, CNRS, Inria, LJAD - Nice

**Lamberto DELL'ELCE**, Centre Inria de l'Université Côte d'Azur - Sophia Antipolis

**Jean-Baptiste CAILLAU**, Université Côte d'Azur, CNRS, Inria, LJAD - Nice

**Jean-Baptiste POMET**, Centre Inria de l'Université Côte d'Azur - Sophia Antipolis

Cet exposé porte sur le contrôle optimal des voiles solaires. Ces dernières sont des engins spatiaux qui utilisent la pression de la radiation solaire comme moyen de propulsion [1]. Le flux de photons étant partiellement réfléchi et absorbé par la surface de la voile, il crée une force de poussée qui permet à la voile de naviguer dans l'espace. Contrôler la voile revient à contrôler son orientation vis-à-vis du Soleil. Toutes les forces qui peuvent être générées en utilisant la pression de la radiation solaire sont delimitées par un cône convexe contenu dans un demi-espace, comme le montre la Figure 1. En d'autres terme, indépendamment de l'orientaiton de la voile, il est impossible de générer une force dans la direction du Soleil, uniquement dans le sens opposé. Cette contrainte de nature conique est une difficulté principale pour résoudre un problème de contrôle optimal.

Je propose une méthode de résolution des transferts en temps minimal pour les voiles solaires. L'algorithme développé permet de déterminer le contrôle requis pour amener la voile dans une direction donnée de l'espace des phases de l'orbite. Cet algorithme s'appuie dans un premier temps sur l'optimisation convexe utilisant la théorie des polynômes positifs [2] pour calculer un contrôle admissible mais sous-optimal du système. Ce résultat est utilisé en tant que donnée initiale (vecteur adjoint de l'état initial) pour poser la résolution du problème via les techniques indirectes. Je formule les conditions nécessaires d'optimalité en proposant une interprétation géométrique du PMP (principe de maximum de Pontryagin). Une étude minutieuse de la dynamique hamiltonienne du système m'a permis de trouver une fonction de commutation dont l'ensemble des zéros fixe la structure de la solution. J'ai de plus démontré qu'il existe une borne supérieure uniforme à ce nombre de zéros, ce qui permet d'écrire un code de tir multiple avec un callback pour résoudre le problème en utilisant la continuation différentielle.

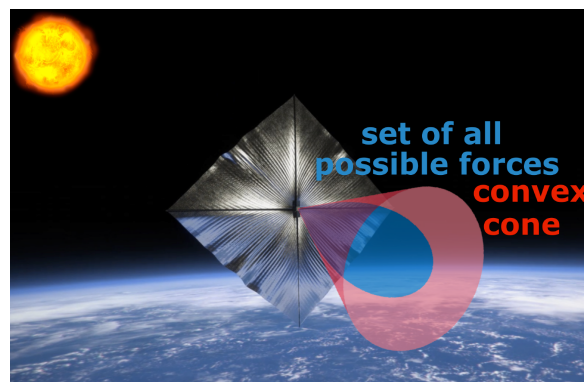


FIGURE 1 – Forces générées par une voile solaire.

### References

[1] C. R. McInnes. Solar Sailing. Springer, 1999.

[2] Y. Nesterov. Squared Functional Systems and Optimization Problems. High Performance Optimization. Springer, 2000.

Contact : [alesia.herasimenka@univ-cotedazur.fr](mailto:alesia.herasimenka@univ-cotedazur.fr)