

# Contrôle géométrique et méthodes numériques appliqués au problème de transfert à poussée faible dans le système Terre-Lune.

**Gautier Picot**, Institut de Mathématiques de Bourgogne.

Au cours de cet exposé, nous présenterons l'application de méthodes de tir indirectes au problème de calcul numérique de trajectoires spatiales à poussée faible au sein du système Terre-Lune. Le mouvement du satellite est gouverné par les équations du problème restreint des 3 corps soumises à un terme de contrôle  $u = (u_1, u_2) \in \mathbb{R}^2$ . Nous nous intéressons alors aux transferts depuis l'orbite géostationnaire vers une orbite de mise à poste circulaire centrée sur la Lune, solutions du problème de minimisation du coût  $L^2$  du contrôle

$$\min_{u(\cdot) \in \mathbb{R}^2} \int_{t_0}^{t_f} u_1^2 + u_2^2 dt,$$

lorsque le temps de transfert  $t_f$  est fixé, ou du problème de minimisation du temps de transfert

$$\min_{u(\cdot) \in \mathcal{B}_{\mathbb{R}^2}(0, \epsilon)} \int_{t_0}^{t_f} 1 \cdot dt$$

où la borne  $\epsilon$  imposée sur la norme du contrôle est choisie suffisamment petite pour représenter une poussée faible. Ces trajectoires optimales sont recherchées parmi les projections des courbes extrémales solutions du principe du maximum de Pontryagin et peuvent être calculées grâce à une méthode de tir. Ce procédé fait intervenir l'algorithme de Newton dont la convergence nécessite une initialisation fine obtenue au moyen de méthodes homotopiques. L'optimalité locale de telles extrémales est alors vérifiée à l'aide d'une condition du second ordre liée au concept de point conjugué, voir [1, 2].

## Références

- [1] B. Bonnard, J.B. Caillau and G. Picot, *Geometric and numerical techniques in optimal control of the two and three body problems*, Commun. Inf. Syst, **10**, 2010.
- [2] G. Picot, *Shooting and numerical continuation method for computing time-minimal and energy-minimal trajectories in the Earth-Moon system using low-propulsion*, Discrete Contin. Dyn. Syst. Ser. B, submitted.