

## Contrôle optimal et applications

**Olivier COTS**, INP-ENSEEIH-IRIT & CNRS, Toulouse Univ - Toulouse  
**Lamberto DELL'ELCE**, Inria & Université Côte Azur, Equipe McTao - Sophia Antipolis

Ce mini-symposium propose des exposés portant sur la théorie du contrôle optimal et ses applications. Parmi les applications abordées on retrouve l'optimisation de la répartition de couple dans les voitures hybrides, de réponses musculaires contrôlées par des électro-stimulateurs pour la réhabilitation musculaire, ainsi que de trajectoires de voiles solaires, dont la difficulté principale est caractérisée par des contraintes de conicité sur l'ensemble des contrôles. De plus, seront discutées des aspects théoriques sur la propriété de turnpike dans les systèmes mécaniques, cette propriété se retrouvant dans de nombreuses applications issues du contrôle optimal. Ce mini-symposium fait suite aux deux mini-symposia éponymes organisés durant les biennales 2017 et 2019.<sup>1</sup> L'accent portera sur de nouvelles techniques théoriques et numériques développées pour la résolution de problèmes de contrôle optimal dans les équations différentielles ordinaires.

Les orateurs presentis sont :

- **Rémy Dutto** (Vitesco Technologies, IRIT/INP-ENSEEIH, IMT, France) : pour certaines applications industrielles, plus précisément sur des temps longs, la méthode de tirs est trop sensible pour être utilisée dans une solution embarquée ; la méthode proposée pour y remédier est basée sur une décomposition à deux niveaux du problème de commande optimale ; M. Dutto établira un lien fort entre cette nouvelle approche et la méthode des tirs multiples et il s'appuiera sur cette formulation bi-niveaux pour introduire des modèles réduits (réseaux de neurones) afin d'accélérer le processus de résolution. Cette méthode sera ensuite appliquée au problème de répartition de couple sur les véhicules hybrides.
- **Sandrine Gayraud** (SEGULA Technologies, France) : Mme Gayraud présentera la conception d'un électro-stimulateur pour la réhabilitation musculaire. Ceci s'appuie sur le modèle de Ding, qui permet la prédiction et l'optimisation de la force musculaire obtenue en sollicitant électriquement le muscle. Une approximation de ce modèle qui évite le calcul de l'intégration de la dynamique (computationnellement couteux) sera proposé.
- **Alesia Herasimenka** (Université Côte d'Azur, CNRS, Inria, LJAD, France) : le contrôle d'orbite de voiles solaires (satellites qui génèrent la force de propulsion en réfléchissant la lumière du Soleil) présente des enjeux liés à des contraintes de conicité de l'ensemble des contrôles ; dans ce contexte, Mme Herasimenka introduira des conditions nécessaires d'optimalité d'un transfert avec une voile non idéale (i.e., partiellement réfléchive) ainsi qu'une méthodologie pour résoudre des transferts de voiles en temps minimal par des techniques indirectes ; ceci s'appuie sur une initialisation fiable du tir donnée par la solution d'un problème d'optimisation convexe auxiliaire.
- **Sofya Maslovskaya** (Paderborn University, Allemagne) : la propriété Turnpike caractérise un comportement quasi-statique des solutions de problèmes de contrôle optimal définis sur un grand horizon de temps. Dans ce cas, les solutions convergent vers un voisinage d'un état d'équilibre et y restent une partie principale de l'intervalle de temps. Cependant, dans de nombreux exemples pratiques dans les systèmes mécaniques et biologiques, la convergence n'est pas vers un état d'équilibre mais vers une certaine trajectoire. Il a été récemment démontré que pour les systèmes mécaniques admettant une symétrie par rapport à une action de groupe abélien, ces trajectoires correspondent aux équilibres relatifs du système. Dans cet exposé, nous montrerons comment cette propriété de contrôle optimal pour les systèmes mécaniques se généralise aux actions de groupe non abélien.

Contact : [olivier.cots@toulouse-inp.fr](mailto:olivier.cots@toulouse-inp.fr)

1. Ce mini-symposium était organisé par Jean-Baptiste Caillau avant 2017.