



**Technical Experts Communities**

**COMET ORB – Orbital Mechanics**



**COMET ORB Seminar:**

***Applied Optimal Control:***

***Non-Space Applications***

**Monday, October 15th 2018 (09:30 – 12:00)**

**At CNES CST: Room Poincaré 47**

**At ESOC: Room H.290**

La commande optimale est une brique de base de l'analyse de mission à travers l'optimisation de trajectoires: lanceur, transfert ou rendez-vous; poussée forte ou faible; problème à 2, 3 ou 4 corps; solution locale ou globale, etc... La recherche est toujours très active, des classes de méthodes étant plébiscitées en fonction des usages et des époques. Pour autant, la commande optimale n'est pas l'apanage du domaine spatial, on le retrouve partout. Dans le cadre de l'ouverture des COMET aux domaines non-spatiaux, il est donc apparu opportun de s'intéresser à des applications différentes avec comme objectif d' y découvrir peut-être des façons nouvelles de résoudre des problèmes d'optimisation. Dans le cadre de ce mini-séminaire, trois intervenants viendront présenter les méthodes qu'ils utilisent au quotidien. Les trois domaines d'activité sont la finance, les structures et l'imagerie médicale.

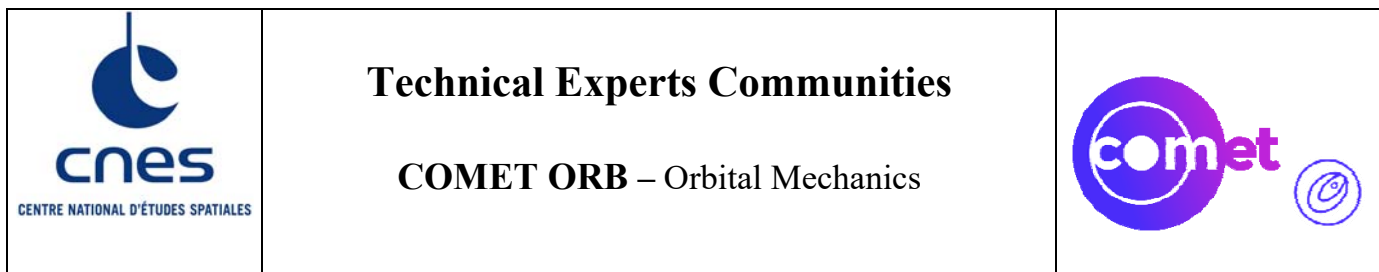
Optimal control is a building block of mission analysis via trajectory optimisation : launcher, transfer or rendezvous ; low or high thrust ; two, three or four body problem ; local or global solution, etc... Research is very active with preferred classes of methods depending on the applications and the epochs. However optimal control is not only used in space trajectory design but in nearly every field of engineering. In the attempt to open the COMET to non-space domains, it looked very attractive to focus on other applications ; the objective being to understand how some concepts and ideas could be reused in the space domain. In the frame of this mini-seminar, three presenters will introduce the methods they use on a daily basis. The three domains are finance, structures and medical imaging.

**If you are interested to attend this seminar, please register at :**

---

**Registration :**

For more information : [arnaud.boutonnet@esa.int](mailto:arnaud.boutonnet@esa.int), [julien.laurent-varin@cnes.fr](mailto:julien.laurent-varin@cnes.fr)



## Program :

09:30-10:00

**Welcome**

10:00-10:40

**Recent advances in structural and multidisciplinary optimization @SUPAERO**

Speaker: Joseph Morlier (ISAE-SUPAERO)

The main goal of our research team is to reduce in a « smart way » the computation time of optimization for coupled simulations. Our work focus more on Global Optimization using surrogate modeling at fixed computational cost so-call « budget". The most common method is called efficient global optimization (EGO). The EGO algorithm starts by building an initial Kriging model (aka. Gaussian process model) using some initial design points which are often produced by a experiment design method, such as Latin Hypercube Sampling (LHS) method. Then, in each iteration, the point with the highest expected improvement (EI) is selected by using a traditional optimization algorithm, such as genetic algorithm (GA). The selected point is evaluated using the real expensive objective function and used to update the Kriging model. In such a way, the EI criterion guides the search toward the optimum of the real problem. An enhancement of this methodology has been developed commonly with ONERA and University of Michigan). It can be applied to Aircraft load prediction, wing shape optimisation with aeroelastic constraints, sensor placement for modal analysis etc...

We will also briefly present new technology used in structural design so called explicit topology optimization. The attractive feature of this approach is that the number of design variables involved in the problem formulation can be reduced substantially. This is very helpful for reducing the computational time associated with the numerical optimization process. Several aeronautical applications will be presented (pylon, winglet...).

10:40-11:20

**Contrôle optimal stochastique en Finance : l'exemple des options bermudiennes**

Speaker: Vincent Porte (CA – Corporate and Investment Bank)

Pour le compte de ses clients, les banques proposent des produits (actifs « dérivés ») dont les flux dépendent de la valeur d'actifs dits « primaires » observés sur un marché. Afin de valoriser ces opérations financières, une méthode consiste à réaliser un calcul par simulation Monte Carlo, en déterminant les flux échangés par la banque et son client sur l'ensemble des scénarii simulés. Ces flux dépendent cependant d'options (les droits que possèdent le client et la banque) et il est donc nécessaire de déterminer la stratégie optimale des deux contreparties. L'objet de cette présentation est d'étudier quelques techniques couramment utilisées dans la résolution de ce problème de contrôle optimal stochastique en utilisant l'exemple de l'option bermudienne, qui donne le droit d'acheter un actif à une certaine valeur pour un ensemble de dates prédéterminées par contrat.

11:20-12:00

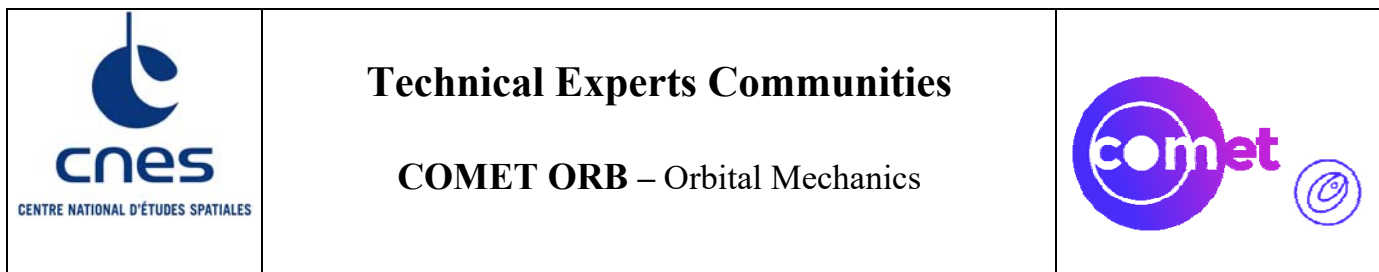
**Sur le problème de contraste en imagerie médicale par résonance magnétique nucléaire**

Speaker: Olivier Cots (ENSEEIH)

---

### Registration :

For more information : [arnaud.boutonnet@esa.int](mailto:arnaud.boutonnet@esa.int), [julien.laurent-varin@cnes.fr](mailto:julien.laurent-varin@cnes.fr)



L'imagerie par résonance magnétique (IRM) est une technique d'imagerie médicale permettant d'obtenir des vues de l'intérieur du corps de façon non invasive avec une résolution en contraste relativement élevée. L'IRM nécessite un champ magnétique puissant et stable qui crée une magnétisation des tissus par alignement des moments magnétiques de spin. Des champs magnétiques oscillants plus faibles, dits « radiofréquence » ou RF, sont alors appliqués de façon à légèrement modifier cet alignement et produire un phénomène de précession qui donne lieu à un signal électromagnétique mesurable. Le problème de contraste en imagerie médicale consiste alors à calculer la séquence optimale des champs RF afin de maximiser le contraste de l'image. Ce contraste étant normalisé entre 0 et 1.

Ce problème se modélise sous la forme d'un problème de contrôle optimal de type Mayer, affine en le contrôle. Nous présenterons des résultats théoriques et numériques sur le problème de contraste ainsi que le sous-problème de saturation à temps minimal, avec et sans inhomogénéités sur les champs RF. Les techniques utilisées sont issues principalement de la théorie du contrôle géométrique avec pour point de départ, le principe du maximum de Pontryagin. L'utilisation de différentes méthodes numériques -- directes, indirectes, LMI et homotopie — nous permet à la fois de calculer des séquences de champs RF vérifiant les conditions nécessaires d'optimalité, mais aussi de certifier l'écart maximal à la solution en terme de contraste. Nous montrerons pour finir deux exemples d'applications in vitro et in vivo réalisées en laboratoires.

12:00

**End of the seminar**

---

#### Registration :

For more information : [arnaud.boutonnet@esa.int](mailto:arnaud.boutonnet@esa.int), [julien.laurent-varin@cnes.fr](mailto:julien.laurent-varin@cnes.fr)

### Access:

The access to CNES is only granted to EU citizens with a valid ID in their possession

Centre spatial de Toulouse  
18 avenue Edouard Belin  
31 401 TOULOUSE CEDEX 9  
FRANCE  
Tél : 33(0)5 61 27 31 31



---

### Registration :

For more information : [arnaud.boutonnet@esa.int](mailto:arnaud.boutonnet@esa.int), [julien.laurent-varin@cnes.fr](mailto:julien.laurent-varin@cnes.fr)