

## PROPOSITION DE SUJET DE THESE

### Intitulé : Nouvelles approches d'optimisation stochastiques appliquées au problème de l'aménagement spatial de véhicules aérospatiaux

Référence : **TIS-DTIS-2018-15**

*(à rappeler dans toute correspondance)*

#### Laboratoire d'accueil à l'ONERA :

Domaine : TIS

Lieu (centre ONERA) : Palaiseau

Département : Département Traitement de l'Information et Systèmes

Unité : Conception et Évaluation de Véhicules Aérospatiaux

#### Responsables ONERA :

Tél. 01 80 38 66 30

Romain Wuilbercq

Email : [romain.wuilbercq@onera.fr](mailto:romain.wuilbercq@onera.fr)

Karim Dahia

[karim.dahia@onera.fr](mailto:karim.dahia@onera.fr)

Arnault Tremolet

[arnault.tremolet@onera.fr](mailto:arnault.tremolet@onera.fr)

#### Laboratoire d'accueil à Paris-Seine : Quartz

##### Directeur de thèse :

Nom : Rachid Chelouah

Mail : [rachid.chelouah@eisti.eu](mailto:rachid.chelouah@eisti.eu)

Tél. :+33 (0)1 34 25 84 20

##### Co-encadrant

Nom Stefan Bornhofen

Mail : [stefan.bornhofen@eisti.eu](mailto:stefan.bornhofen@eisti.eu)

Adresse : Université Paris-Seine/EISTI, 95011 Cergy-Pontoise Cedex

La phase d'avant-projet pour le développement d'un véhicule aérospatial est celle qui est susceptible de faire émerger des configurations novatrices. D'une manière générale, à l'issue d'une évaluation parallèle de plusieurs topologies, une configuration particulière est retenue sur la base de critères de sélection provenant de l'optimisation d'une mission. A l'heure actuelle aucune systématisation du processus ne semble pouvoir poindre sans disposer d'une fonction d'aménagement au sens de placement géométrique d'objets. Le problème de l'agencement géométrique se définit par la capacité à placer différents objets sans interpénétration dans une enveloppe. La généralisation du problème consiste à prendre en compte leur aspect fonctionnel qui peut contribuer à interdire ou forcer leur placement relatif.

Les travaux portent sur des objets et une topologie externe de véhicule en 3D. Pour résoudre le problème d'agencement géométrique, deux grandes familles se distinguent, l'une consistant à exclure toutes solutions présentant des interpénétrations ce qui suppose de toutes les avoir évaluées, on parle de placement légal, l'autre en les autorisant mais en affectant une fonction de pénalité selon le degré d'interpénétration, on parle alors de placement relaxé. Cette dernière approche, retenue dans le cadre des travaux proposés, a été exploitée dans [1] mettant en lumière l'intérêt du couplage entre des techniques d'optimisation multi objectif robuste et une méthode de séparation.

La première partie du travail consiste à s'approprier les méthodes de modélisation et d'évaluation rapide

des collisions entre objets. Compte tenu du placement relaxé choisi, il convient de disposer d'une évaluation de cette collision par une estimation de la profondeur d'interpénétration par exemple. Les aspects physiques (ex : champ électromagnétique, rayonnement radiatif) et fonctionnels peuvent également être introduits par la notion de région d'influence [2]. La prise en compte des collisions spatiales et des régions d'influence dans un processus d'aménagement sera explorée au cours de cette thèse.

Un tel problème de placement d'objets se caractérise par une forte combinatoire. Il en découle la nécessité d'explorer un vaste espace de solutions. Le nombre de variables associé à la quantité d'objets à placer est également important. Enfin l'intégration des contraintes, à définir de manière exhaustive, constitue le cœur du problème en raison de leur nature diverse (géométrique, fonctionnelle, thermique, ...etc). Les algorithmes d'optimisation stochastiques apparaissent donc pertinents afin d'explorer un vaste espace de solutions, contenant de nombreuses contraintes et de nombreuses variables (problème Np complet) [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13]. L'enjeu de cette thèse sera donc d'adapter des algorithmes d'optimisation à la spécificité du problème en introduisant par exemple une surcouche algorithmique de manière à traiter l'ensemble des contraintes.

Les développements de cette thèse s'effectueront dans un environnement de capitalisation tel que la plateforme ACADIA développée à l'ONERA. Ils seront notamment appliqués à des problèmes d'optimisation multidisciplinaire à l'aide du framework OpenMDAO (Python, Cython, C++). Les méthodes et algorithmes développés seront appliqués sur diverses applications aérospatiales ou de transport routier et ferroviaire qui permettront de vérifier leur généralité.

### **Références :**

- [1] G. Jacquenot, « Méthode générique pour l'optimisation d'agencement géométrique et fonctionnel », 18 Janvier 2010.
- [2] Joaquim P. L. Viegas, Susana M. Vieira, Joao M. C. Sousa and, Elsa M. P. Henriques, « Metaheuristics for the 3D Bin Packing Problem in HAPE3D the Steel Industry », 2014 IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC) July 6-11, 2014, Beijing, China.
- [3] Xiao LIU, Jia-min LIU, An-xi CAO, Zhuang-le YAO, « - a new constructive algorithm for the 3D irregular packing problem », Front Inform Technol Electron Eng 16(5):380-390, 2015
- [4] Marouene Kefi, Paul Richard, Thuong Hoang, Takehiko Yamaguchi and Vincent Barichard, « Using Constraint Solver for 3D Layout Assistance in Human-scale Virtual Environment », HUCAPP 2017 - International Conference on Human Computer Interaction Theory and Applications, 2017.
- [5] Giorgio Fasano, « A global optimization point of view to handle non-standard object packing problems », J Glob Optim, 2012.
- [6] C. Monjaret, « Introduction aux méthodes d'optimisation pour l'aménagement spatial », RT 1/14706 DPRS, 2010.
- [7] C. Leboucher, R. Chelouah, H.S. Shin, S. Le Méneç, P. Siarry, A. Tsourdos and A. Kotenkoff, An Enhanced Particle Swarm Optimisation Method Integrated With Evolutionary Game Theory, IEEE Transactions on Computational Intelligence and AI in Games, Janv 2018
- [8] Peio Loubiere, Astrid Jourdan, Patrick Siarry and Rachid Chelouah, A modified sensitivity analysis method for driving a multidimensional search in the Artificial Bee Colony algorithm, IEEE Congress on Evolutionary Computation, IEEE CEC 2016,
- [9] C. Leboucher, H.S. Shin, P. Siarry, S. Le Méneç, R. Chelouah, and A. Tsourdos, Convergence Proof of an Enhanced Particle Swarm Optimisation Method Integrated with Evolutionary Game Theory, Information Sciences, ScienceDirect, Elsevier, DOI doi:10.1016/j.ins.2016.01.011, pp. 389-411 2016:
- [10] James Kennedy, Rachid Chelouah, Maurice Clerc et Patrick Siarry, Swarm Intelligence Research édité en deux tomes par IGI Publishing ISSN 1947-9263 et ISSN 1947-9271, IJSIR, 2012.

## **PROFIL DU CANDIDAT ou CANDIDATE**

**Formation :** Étudiant en Master 2 ou grande école d'ingénieurs

**Spécificités souhaitées :** Modélisation mathématique, Optimisation stochastique, Intelligence artificielle, Informatique