

Titre en français : Propriétés d'inflammabilité des polymères en microgravité avec et sans retardants au feu

Titre en anglais : Flammability properties of polymers in microgravity with and without fire retardants

Nom du directeur de thèse : Jean -Louis Consalvi & Serge Bourbigot

Tel :

E-Mail : jean-louis.consalvi@univ-amu.fr & serge.bourbigot@centralelille.fr

Laboratoire : IUSTI UMR 7343/ Central Lille

Financement : demandé

Type de financement : European Spatial Agency (ESA)

Résumé en français :

Ce projet de recherche sera financé par l'Agence Spatiale Européenne (ESA) et co-encadré par Jean-Louis Consalvi d'Aix-Marseille Université et Serge Bourbigot de Lille Université.

Comprendre comment la gravité affecte l'inflammabilité des polymères est fondamental afin de concevoir des tests d'inflammabilité fiables pour sélectionner des matériaux dans le contexte de l'exploration spatiale. La thèse est la poursuite des efforts de recherche communs sur l'inflammabilité des polymères à gravité réduite menés par le groupe autour Guillaume Legros à l'Université d'Orléans, Serge Bourbigot à l'Université de Lille et Jean-Louis Consalvi à Aix-Marseille Université. Plus précisément, des résultats récents obtenus lors de la thèse de Yutao Li [1, 2] ont montré que les retardateurs de flamme peuvent ne pas présenter les mêmes performances à gravité réduite qu'à gravité normale.

Ce point doit être mieux compris et l'objectif global du projet de recherche est de l'étudier par une étude expérimentale et numérique. Le candidat sera principalement localisé à Marseille mais devra effectuer quelques séjours à Lille. Le principal objectif de la thèse sera mis sur l'aspect modélisation mais le candidat devra également participer activement à la conception et à l'exécution d'expériences à la fois en gravité normale et réduite, ces dernières s'effectuant lors de vols paraboliques. La partie modélisation sera le développement d'un modèle CFD, impliquant des sous-modèles à l'état de l'art de pyrolyse, de combustion et de rayonnement, pour prédire la propagation de la flamme sur les polymères avec et sans retardateur de feu. Le point de départ de cet outil numérique sera, d'une part, le modèle numérique détaillé de la phase gazeuse de l'écoulement réactif, développé et validé lors de la thèse d'Augustin Guibaud [3, 4, 5], et, d'autre part, le modèle de pyrolyse des polymères avec et sans retardateurs de feu, développé lors de la thèse de doctorat d'Alain Coimbra [6, 7]. Le candidat doit avoir de solides connaissances en mathématiques appliquées, en modélisation numérique, en dynamique des fluides et en transfert de chaleur

Résumé en anglais :

This research project will be funded by the European Spatial Agency (ESA) and co-supervised by Jean-Louis Consalvi from Aix-Marseille University and Serge Bourbigot from Lille University.

Understanding how gravity affects the flammability of polymers is fundamental in order to design reliable flammability tests to select materials in the context of deep-space exploration. The thesis is the continuation of the joint research efforts on flammability of polymers at reduced gravity led by the group around Guillaume Legros at Orléans University, Serge Bourbigot at Lille University and Jean-Louis Consalvi at Aix-Marseille University. More specifically, recent results obtained during the thesis of Yutao Li [1, 2] showed that fire retardants may not exhibit the same performance at reduced gravity as at normal gravity.

This point needs to be better understood and the global objective of the research project is to investigate this point through a joint experimental and numerical investigation. The candidate will be mainly located at Marseille but will have to make some stays at Lille. The main focus of the thesis will be put on the modelling aspect, but the candidate will have also to participate actively to the design and the execution of experiments at both normal gravity and in parabolic flights at micro-gravity. The modelling part will be the development of a CFD model, involving state of the art pyrolysis, combustion, and radiation sub-models, to predict flame spread over polymers with and without fire retardant. The starting point of this numerical tool will be, on the one hand, the detailed numerical model for the gas phase of the reacting flow, developed and validated against experimental data collected in parabolic flights during the Phd thesis of Augustin Guibaud [3, 4, 5], and, on the other hand, the pyrolysis model for polymers with and without fire retardants, developed during the Phd thesis of Alain Coimbra [6, 7].

The candidate must have strong knowledge in applied mathematics, numerical modelling, fluid dynamics, and heat transfer.

Publications sur le sujet :

- [1] Y. Li, A. Guibaud, J.-M. Citerne, J.-L. Consalvi, A. Coimbra, J. Sarazin, S. Bourbigot, J. Torero, G. Legros, Effects of flame retardants on extinction limits, spread rate, and smoke release in opposed-flow flame spread over thin cylindrical samples of polyethylene in microgravity, *Proc. Combust. Inst.* 39 (2022) 1–9.
- [2] Y. Li, Flame and smoke characterization in reduced gravity for enhanced spacecraft safety, Ph.D. thesis, Sorbonne Université, France (2022).
- [3] A. Guibaud, J. Consalvi, J. Citerne, G. Legros, Pressure effects on the soot production and radiative heat transfer of non-buoyant laminar diffusion flames spreading in opposed flow over insulated wires, *Combust. Flame* 222 (2020) 383–391.
- [4] J. Consalvi, A. Guibaud, A. Coimbra, J. Citerne, G. Legros, Effects of oxygen depletion on soot production, emission and radiative heat transfer in opposed-flow flame spreading over insulated wire in microgravity, *Combust. Flame* 230 (2021) 111447.

- [5] A. Guibaud, Flame spread in microgravity environment : influence of ambient flow conditions, Ph.D. thesis, Sorbonne Université, France (2019).
- [6] A. Coimbra, J. Sarazin, S. Bourbigot, G. Legros, J. Consalvi, A semi-global reaction mechanism for the thermal decomposition of low-density polyethylene blended with ammonium polyphosphate and pentaerythritol, Fire Safety Journal 133 (2022) 103649.
- [7] A. Coimbra, Modelling flame spread over cylindrical samples in microgravity, Ph.D. thesis, Aix-Marseille Université, France (2022).

Insertion professionnelle après thèse : publique et/ou privée

At the end of the thesis the candidate could applied to both academic or industrial research positions.