

Lorette Sicard
Laboratoire ITODYS (UMR 7086)
15 rue Jean-Antoine de Baïf - 75 013 Paris
Lorette.sicard@u-paris.fr

Proposition de stage post-doctoral pour une durée d'1 an à partir du 1^{er} octobre 2021 au laboratoire ITODYS

Synthèse et décomposition catalytique de complexes d'alanes ; étude de la stabilité des nanoparticules d'aluminium obtenues en solvant organique

L'aluminium est un métal ayant une densité énergétique plus élevée que les hydrocarbures tout en ayant une énergie de combustion comparable.^{1,2} J.M Bergthorson *et al.*¹ proposent d'ailleurs la combustion métallique comme une alternative à celle des hydrocarbures. Des particules d'aluminium sont depuis longtemps ajoutées aux propergols, carburants solides, et la diminution de leur taille à l'échelle nanométrique est une stratégie qui a montré son efficacité pour améliorer les performances énergétiques. Ces dernières années, c'est l'ajout de nanoparticules métalliques à des carburants liquides pour former des nano-carburants qui est étudié afin d'accroître les densités et chaleurs de combustion.²⁻⁴ Pour relever ce défi, il est nécessaire d'obtenir des suspensions colloïdales stables en évitant l'agrégation et l'oxydation des particules.

Plusieurs méthodes de synthèse de nanoparticules d'aluminium ont été développées. Les voies chimiques présentent l'avantage de permettre un meilleur contrôle de l'état de surface et de pouvoir être réalisées *in situ*. La décomposition de complexes d'alanes ($\text{AlH}_3 \cdot \text{NR}_3$) dans un milieu complexant a montré son efficacité pour obtenir des particules de taille contrôlée.⁵ L'objectif du post-doctorat sera de synthétiser différents complexes d'alanes et d'étudier leur décomposition catalytique dans différents solvants, y compris dans le carburéacteur. La cinétique de décomposition pourra être suivie par volumétrie en raison du dégagement de dihydrogène en résultant. Les nanoparticules obtenues seront caractérisées par diffraction des rayons X, analyse thermo-gravimétrique, spectroscopies infra-rouge et de photo-électrons X, ... La stabilité colloïdale sera quant à elle suivie par diffusion de la lumière. Les suspensions obtenues pourront faire l'objet de tests de combustions à l'ONERA, Office National d'Etudes et de Recherches en Aérospatiale.

Le candidat devra avoir développé des compétences en synthèse chimique et caractérisation de solides. Une autonomie et une rigueur sont requises : les manipulations seront réalisées en boîte à gants. Les matériaux obtenus devront être passivés et manipulés avec précaution. Le projet fait l'objet d'un contrat industriel avec l'ONERA, aussi l'écriture de rapports bi-annuels est à prévoir.

Références :

1. J.M. Bergthorson *et al.*, Appl. Energy 160 (2015) 368.
2. D. Wen, Energy Environ. Sci. 3 (2010) 591.
3. Y. Jin *et al.*, Acta Astronaut. 185 (2021) 70.
4. X.-T.-F. E *et al.*, Chem. Eng. Sci. 129 (2015) 9.
5. B. D. Clarck *et al.*, J. Am. Chem. Soc. 141 (2019) 1716.

Pour candidater :

Envoyer un CV détaillé et une lettre de motivation à lorette.sicard@u-paris.fr avant le 19 juillet.

Salaire : 2 050 € net par mois

Lorette Sicard
Laboratoire ITODYS (UMR 7086)
15 rue Jean-Antoine de Baïf - 75 013 Paris
Lorette.sicard@u-paris.fr

One-year post-doctoral position starting the 1st of October, 2021,

ITODYS laboratory

Synthesis and catalytic decomposition of alane complexes; Study of the resulting aluminum nanoparticles in organic solvents

Aluminum has a higher energetic density and similar combustion energy compared to hydrocarbon fuels.^{1,2} That is the reason why J.M Bergthorson *et al.*¹ has proposed metal combustion as an alternative to that of hydrocarbons. Aluminum particles are already added for long to propergols, which are solid fuels, and the decrease of their size down to the nanometer scale is a good strategy to improve their energetic properties. These last years, the addition of metal nanoparticles to liquid fuels, to form nanofuels, is studied with the aim of increasing the density and heat of combustion.²⁻⁴ To adress this challenge, it is necessary of prime importance to obtain stable colloidal suspensions and to avoid aggregation and oxidation of the particles.

Several synthesis methods have been developed to obtain aluminum nanoparticles. Among them, the chemical procedures present the advantage to allow a good control of the surface state and to be performed *in situ*. The decomposition of complexes of alanes ($\text{AlH}_3\cdot\text{NR}_3$) in a complexing solvent has shown its efficiency to produce particles of controlled size.⁵ The objectives of the post-doctoral work will be to synthesize several complexes of alanes and to study their catalytic decomposition in several solvents, including the fuel. The kinetics of decomposition will be followed by volumetry as hydrogen is released. The nanoparticles obtained will be characterized by X-ray diffraction, thermogravimetric analysis, infra-red and X-ray photoelectron spectroscopies, ... The colloidal stability will be followed by light scattering. Combustion tests on the obtained suspensions will be carried out by ONERA, the French Aerospace Lab.

The candidate should have developed skills in synthesis and characterization techniques. He/She should be self-sufficient and rigorous: the experiments will be carried out in a glove box. The materials will be passivated and manipulated with caution. The project falls within an industrial contract with ONERA and reports will be written every 6 months.

References:

1. J.M. Bergthorson *et al.*, Appl. Energy 160 (2015) 368.
2. D. Wen, Energy Environ. Sci. 3 (2010) 591.
3. Y. Jin *et al.*, Acta Astronaut. 185 (2021) 70.
4. X.-T.-F. E *et al.*, Chem. Eng. Sci. 129 (2015) 9.
5. B. D. Clarck *et al.*, J. Am. Chem. Soc. 141 (2019) 1716.

To apply :

Please send a detailed Curriculum Vitæ and a cover letter outlining your motivations to:
lorette.sicard@u-paris.fr before the 19th of July.

Salary : 2 050 € net salary per month.