

## 30 ans du GDR Micropesanteur Fondamentale et Appliquée



Mardi 10 mai 2022 – cité de l'Espace de Toulouse



### Programme

08h00 – 08h30 café d'accueil

08h30 – 09h30 Introduction de la journée

09h30 – 10h30 1<sup>ère</sup> conférence : Alain Karma - Using Space to Improve Solidification Processes on Earth

10h30 – 11h00 pause-café

11h00 – 12h00 2<sup>ième</sup> conférence : Paolo Di Marco - Boiling in microgravity: a long story of experimentation

12h00 – 13h00 Planetarium

13h00 – 14h00 Déjeuner

14h00 – 15h00 3<sup>ième</sup> conférence : Jose Torero - From Microgravity Breakthroughs to the Understanding of Flammability: Thirty Years of Fire Research by the GDR

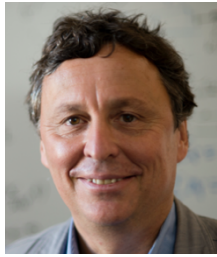
15h30 – 16h00 Imax

16h00 – 17h00 4<sup>ième</sup> conférence : Dominique Langevin - Mousses en Microgravité

17h00 – 17h30 pause- café

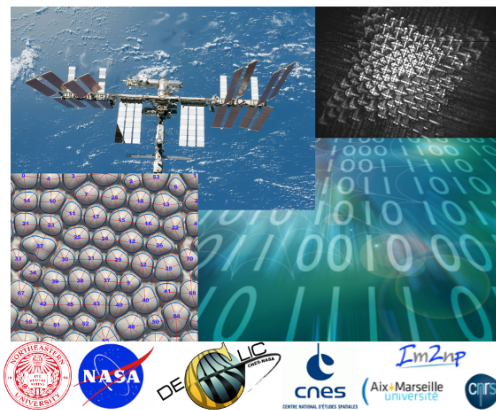
17h00 – 18h30 visite libre de la cité

## Using Space to Improve Solidification Processes on Earth



**Alain Karma**, Department of Physics and Center for Interdisciplinary Research on Complex Systems, Northeastern University, Boston, MA 02115, USA

Conventional solidification processes such as casting and welding, and newer ones such as metal additive manufacturing, are of great technological importance. In one way or another, all these processes involve transforming a mix of molten metals into a polycrystalline solid structure that can reliably fulfill various functions in transportation, power generation, robotics, and a multitude of other applications. Understanding the science of this phase transformation is practically important for optimizing solidification processes on earth but challenging from a fundamental viewpoint. This talk will discuss how experiments on the International Space Station and computational modeling, performed in the framework of international research collaborations sponsored by the French, European, and US space agencies, are helping to shape this understanding.



## Mousses en Microgravité

**Dominique Langevin**<sup>1</sup>, Marina Pasquet<sup>1</sup>, Emmanuelle Rio<sup>1</sup>, Anniina Salonen<sup>1</sup>, Sylvie Cohen-Addad<sup>2</sup>, Reinhard Höhler<sup>2</sup>, Olivier Pitois<sup>3</sup>, Douglas J. Durian<sup>4</sup>

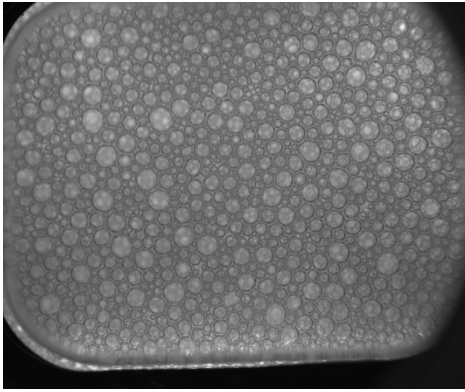
1 Laboratoire de Physique des Solides, Université Paris-Saclay et CNRS

2. Institut des NanoSciences de Paris, Sorbonne Université et CNRS

3. Laboratoire Navier, Université Gustave Eiffel, Ecole nationale des Ponts et Chaussée et CNRS

4. Department of Physics and Astronomy, University of Pennsylvania, USA

Les mousses sont des dispersions de bulles dans des liquides ou des solides et ont de nombreuses applications. Lors de leur élaboration, les mousses contiennent des quantités importantes de liquide, qui s'écoule rapidement en raison de la gravité. Nos expériences ont été réalisées dans la Station Spatiale Internationale afin de supprimer le drainage. Nous avons pu ainsi stabiliser les mousses avec de grandes fractions liquides  $\phi$ , ce qui est impossible sur Terre. Au-dessus de  $\phi \sim 36\%$ , les bulles se déconnectent. Il s'agit d'une transition de blocage (jamming en anglais), que l'on retrouve dans d'autres systèmes tels que les poudres et grains ou encore la circulation automobile. Nous avons étudié la croissance des bulles due au transfert de gaz entre bulles appelé 'mûrissement'. Le module ISS comprend une caméra pour mesurer la distribution de taille des bulles et plusieurs diagnostics de diffusion multiple de la lumière pour étudier en particulier les réarrangements entre bulles pendant le mûrissement. Lorsque  $\phi < \phi^*$ , les



distributions de taille des bulles évoluent vers des formes inattendues. Les réarrangements entre bulles se produisent sous forme d'avalanche, alors qu'ils sont décorrélés lorsque  $\phi$  est très petit (mousses sur Terre). Le régime de croissance change de manière abrupte autour de  $\phi^*$ , et les réarrangements entre bulles disparaissent lorsque  $\phi > \phi^*$ . Les taux de croissance sont en accord avec les théories lorsque  $\phi < 25\%$ , ils sont beaucoup plus grands près du blocage. Ces nouveaux comportements ne sont pas encore tous compris, des modélisations sont en cours.

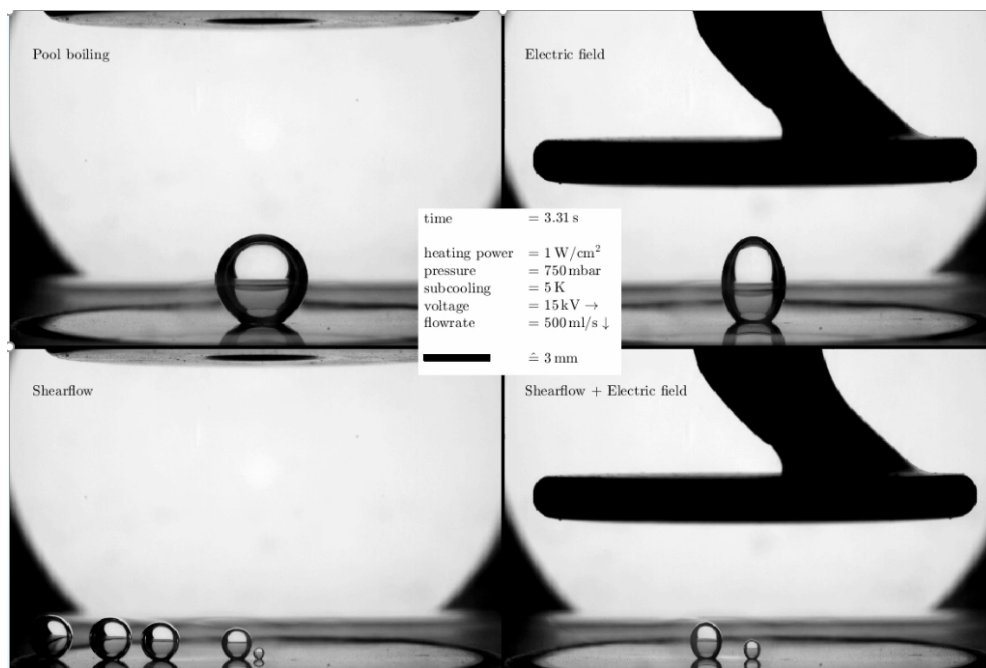
*Première image de mousse dans l'ISS, prise le 9 Mars 2020 ( $\phi=15\%$ ; taille de la fenêtre 1,2 cm x 1 cm)*

## Boiling in microgravity: a long story of experimentation



**Paolo Di Marco**, DESTEC, University of Pisa, Italy

The long history of experimentation of boiling in microgravity is reviewed, starting from early pioneers in 60s up to the experiments on pool and flow boiling recently carried out on ISS by different groups. These activities involved a high degree of cooperation among scientists and space agencies of all Nations worldwide, and lead to establishment of constructive scientific debate and solid and durable friendship. The solved issues are evidenced, along with the open ones. Potential applications in space and terrestrial field are discussed. Finally, future perspectives and needs are identified.



*RUBI experiment on ISS, dec. 2019: bubble growth and detachment under different conditions.*

## **From Microgravity Breakthroughs to the Understanding of Flammability: Thirty Years of Fire Research by the GDR**



**Pr Jose L. Torero**, Head of the Department of Civil, Environmental and Geomatic Engineering, Univ. College London, UK

Microgravity fire research by members of the GDR has led breakthroughs in the understanding of spacecraft fire safety, but also has revealed phenomena that has redefined material flammability in its broadest application. Some of this phenomena has been translated into novel testing approaches but also has helped explain tragedies like the Grenfell Tower fire. Furthermore, this research has also delivered novel experimental methods and diagnostics that have had a deep influence in the fire research community at large. This presentation will provide an overview of these accomplishments.