

DEVELOPPEMENT D'UNE PROCEDURE EXPERIMENTALE DE MESURE DES PROPRIETES DE METAUX LIQUIDES
SUR TERRE EN UTILISANT LA LEVITATION ELECTROMAGNETIQUE

DATE LIMITE DE CANDIDATURE 20 MAI 2020

Encadrants : Olga Budenkova, email : olga.budenkova@simap.grenoble-inp.fr
Didier Chaussende, email : didier.chaussende@simap.grenoble-inp.fr

Mots clefs : lévitation électromagnétique, magnétohydrodynamique, propriétés thermophysiques, calorimétrie modulée

Profil et compétences recherchées : Profil de science des matériaux et/ou génie des procédés, avec des notions de base en méthodes numériques. Le/la candidat/te doit avoir un gout pour l'expérimentation. Des connaissances de base sur la théorie de procédés de transferts (chaleur, masse), et en électromagnétisme seraient pertinentes.

Rémunérations : Bourse de thèse ministères

Contexte : Une bonne connaissance des propriétés thermophysiques (masse volumique, tension superficielle, viscosité, capacité calorifique, conductivité thermique, ...) des métaux à l'état liquide est indispensable pour leur utilisation dans les matériaux composites ainsi que pour la maîtrise de l'élaboration des alliages métalliques. Cependant, la température de fusion élevée et leur réactivité chimique rendent les mesures compliquées. L'utilisation de la lévitation électromagnétique est une solution très attractive car elle permet de pallier à ces difficultés. La lévitation électromagnétique dans les conditions Terrestres est tout à fait possible, cependant, la force électromagnétique permettant à l'échantillon de léviter introduit une convection forcée intense à l'intérieur de l'échantillon, perturbant les mesures. Afin d'amortir cet effet, un deuxième champ magnétique, continu, peut être utilisé. Une « preuve de concept » de cette idée a été réalisée avec une première version de l'installation expérimentale et **la construction d'une deuxième version du dispositif est en cours.**

Le projet de thèse est lié à la mise en œuvre de ce dispositif, la réalisation d'expériences sur des matériaux connus et leur extension sur des matériaux complexes. Lors de la thèse, une procédure de mesure utilisant un bruit blanc proposé antérieurement sera étudiée. Le travail expérimental sera supporté par des simulations numériques et nécessitera aussi des traitements de données expérimentales, à partir notamment de la théorie des systèmes dynamiques. A ce jour, le nouveau dispositif permettant des expériences dans un champ magnétique continue est en cours de fabrication. Une installation prototype pour des essais préliminaires est dore et déjà disponible ; elle sera utilisée pour mettre au point le système de collecte des données et la procédure de mesure.

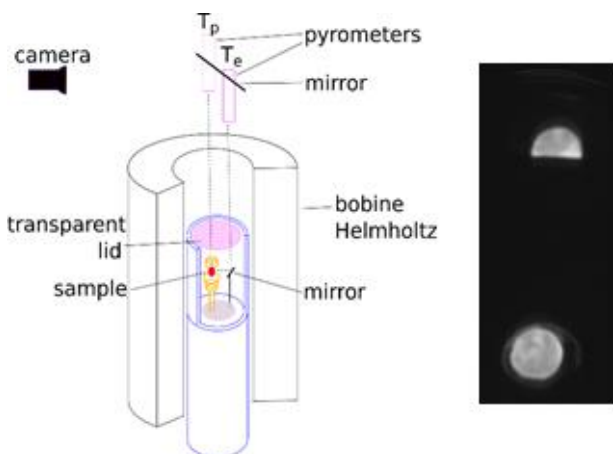


Schéma du dispositif et l'échantillon de Ni en lévitation vue de dessus et de côté

DEVELOPMENT OF AN EXPERIMENTAL PROCEDURE FOR MEASUREMENT OF PROPERTIES OF LIQUID METALS ON EARTH USING ELECTROMAGNETIC LEVITATION

DEADLINE TO CANDIDATE 20 Mai 2020

Supervisors : Olga Budenkova, email : olga.budenkova@simap.grenoble-inp.fr
Didier Chaussende, email : didier.chaussende@simap.grenoble-inp.fr

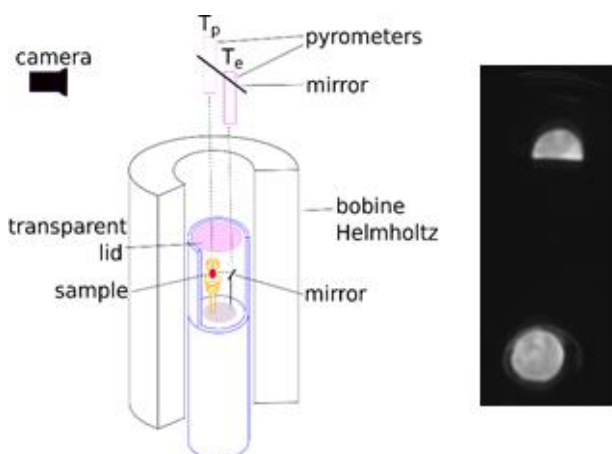
Key words: electromagnetic levitation, thermophysical properties, magnetohydrodynamics, modulated calorimetry

Required profile and competences: A candidate would be expected from materials science and / or process engineering, with some (basic) notions in numerical methods. The candidate should be attracted by experimental activity. Basic knowledge in theory of heat and mass transfer processes and in electromagnetism would be relevant.

Salary: Grant from Ministry of education

Context: A good knowledge of thermophysical properties (density, surface tension, viscosity, specific heat, thermal conductivity, ...) of metals in liquid state is essential to use them in composite materials as well as to master elaboration of metallic alloys. Yet, high melting temperature and chemical reactivity of liquid metals imply that during such measurements the sample should not be in contact with any other objects (crucible, supports, ...) and that the atmosphere should be perfectly controlled to preserve purity of the materials. Use of electromagnetic levitation is a very attractive solution because it allows one to overcome these difficulties. Yet, although electromagnetic levitation is feasible in Terrestrial conditions, electromagnetic force that makes levitate the sample creates also forced convection inside the liquid sample that can disturb the measurement procedure. In order to dampen convective effects, a second, continuous magnetic field can be used. A "proof of concept" of this idea was demonstrated with a first version of the experimental installation which was modified and currently **the second version of experimental installation is under development.**

The thesis project is related to the implementation of the second version of the set-up, the carrying out of experiments on known materials and further extension to experiments over complex materials. During the thesis, feasibility of a measurement procedure based on the use of white noise, which was proposed elsewhere, will be studied. The experimental work will be supported by numerical simulations and will also require processing of experimental data, notably based on the theory of dynamic systems. Currently a new set-up for the experiments under continuous magnetic field is being manufactured whereas a prototype (test) set-up is already available. The latter will be used to finalize the development of data collection system and of the measurement procedure.



Scheme of the set-up and et sample of Ni in levitation seen from the tope and from the side