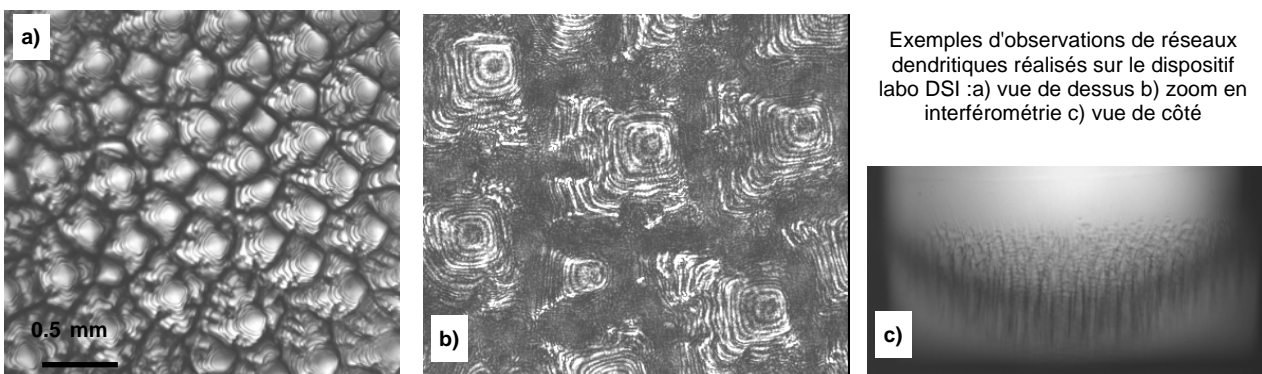


PROPOSITION DE SUJET DE THESE

Microstructure dendritique colonnaire et transition colonnaire - équiaxe en solidification dirigée d'alliages massifs transparents à partir du bain fondu. Dynamique des phénomènes et rôle de la convection induite par la gravité.

Les microstructures de solidification régissent les propriétés des matériaux élaborés dans les procédés industriels. Il faut donc contrôler, sinon adapter, leur développement aux propriétés requises. La solidification dirigée Bridgman et le refroidissement dirigé (power-down) sont adaptés à l'étude des aspects fondamentaux. En métallurgie, on observe le plus souvent une microstructure colonnaire dendritique ou des grains équiaxes, ou un mélange des deux. Les mécanismes de sélection de la microstructure dendritique et ceux de la transition colonnaire – équiaxe (CET : Columnar – Equiaxed Transition) demandent à être encore clarifiés. Une difficulté majeure vient des couplages entre les instabilités morphologiques et la convection, présente sur Terre dans le liquide et qui altère les champs de température et de soluté. Il est donc impératif d'identifier les contributions respectives des divers phénomènes, et leurs interactions.

Dans le cadre du projet DECLIC du CNES, un Insert de Solidification Dirigée (DSI) dédié à l'étude d'alliages transparents 3D a été construit pour la Station Spatiale Internationale (ISS). La transparence des matériaux utilisés (alliages à base de succinonitrile) permet l'observation continue in situ et en temps réel par des méthodes optiques (observation directe, interférométrie). En microgravité, ce dispositif servira à établir une base de données de référence (benchmarks) sur la dynamique des phénomènes dans la limite du transport diffusif. L'influence de la convection sur la microstructure de solidification pourra être mise en évidence à partir de la comparaison des expériences effectuées sur Terre avec celles conduites en microgravité. La comparaison de ces données avec les prédictions théoriques servira à la validation de la modélisation et de la simulation numérique et, en retour, au progrès de la compréhension des mécanismes physiques.



Sur le modèle de laboratoire du DSI, l'étudiant(e) réalisera des études systématiques de la solidification d'échantillons 3D d'orientation contrôlée (microstructure dendritique, influence de la forme de l'interface solide – liquide, effets de la convection naturelle ...) de façon à caractériser la dynamique de sélection de la

IM2NP

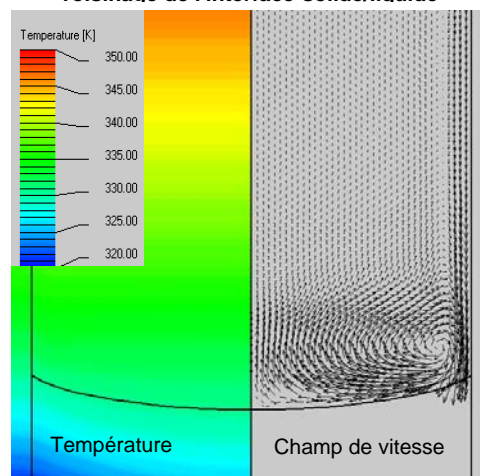
UMR 6242 CNRS – Universités d'Aix-Marseille Paul Cézanne, Provence et Sud Toulon Var

Faculté des Sciences et Techniques de St Jérôme - Case 142
Avenue Escadrille Normandie Niemen
13397 Marseille Cedex 20
France

microstructure dendritique colonnaire, avec sa zone pâteuse. Le dispositif spatial est en phase d'installation dans la station spatiale et sa mise en service interviendra en octobre 2009 ; l'étudiant(e) participera donc également à la réalisation des expériences spatiales et à leurs analyses. La comparaison des expériences terrestres (1g) et spatiales (μg) permettra des avancées significatives dans la connaissance des couplages dynamiques entre la solidification et la convection.

L'étudiant(e) utilisera des logiciels d'analyse d'images spécifiques aux différents modes d'observation, qu'il/elle adaptera éventuellement. Il/elle participera aussi à la modélisation de la thermique et des écoulements convectifs à l'échelle du dispositif (logiciel CrysVun) et à celle de la microstructure.

Exemple de simulation CrysVUn au voisinage de l'interface solide/liquide



Financement :

Sur contrat

Encadrement & contacts :

Bernard Billia (DR CNRS) Tél.: 04 91 28 81 14, e-mail: bernard.billia@im2np.fr

Nathalie Bergeon (MCF) Tél.: 04 91 28 86 73, e-mail: nathalie.bergeon@im2np.fr

Intégration des anciens doctorants :

C. Weiss, thèse soutenue en juin 2007. Post-doc à l'UCLA (University of California, Los Angeles)

N. Noël, thèse soutenue en septembre 1996. Chercheur CNRS.