

Post-Doc : Etude du brasage d'une céramique grenat sur du cuivre & croissance cristalline de composés fluorés pour des applications magnéto-calorique et lumino-calorique.

Laboratoire d'accueil :

IRIG/PHELIQS (Direction de la Recherche Fondamentale)
CEA-Grenoble, Bâtiment D5
17, rue des Martyrs
38054 GRENOBLE CEDEX 9

Personnes à contacter pour plus d'informations:

<i>Christophe Marin</i>	<i>tel. 04 38 78 48 37</i>	christophe.marin@cea.fr
<i>Gérard Lapertot</i>	<i>tel. 04 38 78 97 70</i>	gerard.lapertot@cea.fr

Ce travail de recherche en sciences des matériaux se divise en 2 parties distinctes. Il nécessite, et permettra d'approfondir, des connaissances en métallurgie, élaboration de céramiques et caractérisations des matériaux. Il a émergé suite à des collaborations très fructueuses entre plusieurs laboratoires fondamentaux (Pheliqs, SBT) ou appliqués (LITEN, CLINATEC) du CEA à Grenoble.

La première partie du projet est directement liée aux applications de réfrigération adiabatique embarquée sur des satellites (collaboration avec le Service des Basses Températures) et vise à étudier la faisabilité du brasage de pièces de cuivre sur des céramiques de grenat. Ce brasage sera effectué avec un alliage de brasage, dont il faudra définir la composition. Les Grenats étudiés ont été validés par nos travaux récents comme matériaux magnétocaloriques particulièrement bien adaptés pour refroidir jusqu'à de très basses températures (< 1 K) par désaimantation adiabatique (ADR). Nous les synthétisons sous forme monocristalline mais également sous forme de céramiques. Le brasage de plaques de cuivre sur des céramiques denses permettrait d'améliorer notablement leur conductivité thermique et ainsi de gagner en efficacité de refroidissement. L'étude de faisabilité puis l'optimisation des conditions de brasage feront partie de ce travail de recherche, à mener conjointement avec le LITEN -DTBH/SCTR/LCA: étude de mouillage, analyse des réactions chimiques aux l'interfaces de l'assemblage, cinétique des réactions, test des propriétés mécaniques... Les propriétés de conductivité thermique et de réfrigération adiabatique (température minimale atteinte, autonomie, puissance de réfrigération) seront étudiées au sein du SBT et de PHELIQS. En complément, d'autres voies seront explorées pour améliorer la conductivité thermique de l'ensemble : ce travail de recherche appliqué pourrait aboutir sur un dépôt de brevets.

La seconde partie du projet porte sur la préparation de composés fluorés du type $RELiF_4$ (RE = rare earth) de structure cristallographique isomorphe à la Scheelite $CaWO_4$. Ce système est intéressant à divers titres pour la réfrigération. 1) Le composé $GdLiF_4$ présente des propriétés magnéto-caloriques adaptées aux applications de réfrigération par désaimantation adiabatique en dessous de 4 K. La croissance de gros monocristaux selon la technique de Bridgman permettrait d'étudier ses propriétés magnétiques intrinsèques à basses températures (chaleur spécifique,

aimantation, conductivité thermique, structure magnétique par diffraction neutronique...), tandis que l'élaboration de barreaux poly-cristallins ou de céramiques denses permettrait de valider son intérêt pour les applications ADR embarquées. Divers composés de cette famille sont envisagés sur la base d'autres terres rares. 2) Par ailleurs le composé YLiF_4 dopé Yb est intéressant pour ses propriétés lumino-caloriques. Il permettrait de réaliser des petits modules autonomes de refroidissement optique par l'intermédiaire d'une stimulation laser grâce à ses propriétés de déplacement anti Stokes. Quelques pourcents de dopage en Ytterbium du site Yttrium ont déjà permis d'atteindre des températures cryogéniques de 155 K. Une étude de croissance cristalline du composé YLiF_4 est nécessaire pour répondre aux besoins du laboratoire de biomédecine CLINATEC. Un de leurs objectifs majeurs est de mettre au point ces modules de refroidissement biocompatibles implantables dans le cerveau humain pour lutter contre l'apparition de crises d'épilepsie chez des patients récurrents (Projet CLINATEC CryoCool). Ces études s'appuieront sur nos compétences de croissance cristalline couvrant diverses techniques bien maîtrisées : Bridgman, Czochralski, fusion de zone verticale, transport phase vapeur, croissance par flux... Les matériaux synthétisés seront ensuite caractérisés par diffraction de rayons X, microscopie électronique à balayage, aimantation, découpes & observations au microscope optique. Possibilité de publications scientifiques.

Les compétences requises pour le(la) candidat(e) Post Doctorant(e) sont essentiellement :

- une approche « matériaux » des problèmes rencontrés (bouclage synthèses/caractérisations)
- une connaissance de la métallurgie
- une expérience en synthèse des matériaux
- des capacités de collaborations entre différentes directions du CEA, une adaptabilité à divers environnements scientifiques

Il(elle) disposera des nombreux moyens de synthèse du laboratoire :

- Equipements de croissance cristalline : technique de flux, Transport phase vapeur, fusion de zone verticale, tirage Czochralski, Bridgmann, Mono Arc
- Equipements de mise en œuvre des matériaux : fours résistifs, chauffage haute fréquence, presse isostatique et uni axiales, broyeuses, ATD/ATG à haute température, polisseuses, scie diamant, scie à fil
- Outils de caractérisations : microscopes optiques, RX poudres, RX Laue, Microscope Electronique à Balayage, microanalyse, magnétomètre à SQUID
- Equipement de broyage : broyeur planétaire et tourne jarres

Auxquels viennent s'ajouter les équipements accessibles au travers des collaborations :

- Four de mouillage, four de brasage, banc de tests mécaniques (LITEN/DTBH/SCTR/LCA)
- Banc test de réfrigération ADR (INAC/SBT)

Ce travail de recherche s'appuiera sur les collaborations suivantes :

- LITEN/DTBH/SCTR/LCA pour le brasage
- INAC/SBT pour le refroidissement ADR avec comme partenaires extérieurs le CNES et l'ESA
- CLINATEC pour les caractérisations optiques des cristaux lumino-caloriques (ESRF)

Ce projet Post Doctoral est financé pour sa première année par l'ANR MATADIRE (2018-2022) et nous travaillons à le prolonger pour une seconde année au travers d'un financement Programme Transverse Compétences du CEA 2019 - Matériaux & Procédés : projet FluoCool2 déposé le 15 février 2019, résultat de la sélection des projets attendu pour juin 2019.