

22 mars 2024

Offre de thèse pour un CDD doctorant

Début : à partir d'octobre 2024

Développement de générateurs thermoélectriques à base de composés sulfurés

Informations générales

Lieu de travail : Institut Jean Lamour, Nancy, France**Type de contrat** : Contrat doctoral**Durée du contrat** : 36 mois**Date d'embauche prévue** : Octobre 2024**Quotité de travail** : Temps complet**Rémunération** : 2.100 € brut**Niveau d'études souhaité** : Master 2 en physique ou chimie de la matière condensée, ou en science des matériaux**Expérience souhaitée** : Indifférent

Missions / Activités

Problématique

Les matériaux thermoélectriques (TE) permettent de convertir une différence de température en courant électrique (effet Seebeck) et vice versa (effet Peltier). Cette conversion d'énergie à l'état solide offre de nombreux avantages tels que l'absence de partie mobile et de vibration ou d'émission de gaz à effet de serre. Le principal obstacle à un plus large déploiement de cette technologie est le faible rendement de conversion des dispositifs TE qui restent inférieurs à ceux obtenus par d'autres technologies d'énergie alternative. Le rendement est directement lié aux propriétés de transport des matériaux TE qui composent la partie active de ces dispositifs. Un bon matériau TE doit posséder, à une température donnée T (K), un coefficient Seebeck S (ou pouvoir thermoélectrique, V/K) élevé, une faible conductivité thermique C (W/mK) de manière à maintenir le gradient de température et une faible résistivité électrique E ($\Omega.m$) pour minimiser l'effet Joule. Ces propriétés désirables sont exprimées au travers du facteur de mérite adimensionnel $ZT = (S^2T)/(C.E)$. Ce facteur est utilisé pour évaluer la qualité d'un matériau pour des applications TE. La fabrication de dispositifs TE performants passe par l'obtention de matériaux présentant des ZT supérieurs à 1.

L'intégration de matériaux optimisés dans des générateurs TE fait également face à de nombreux verrous scientifiques. Si la diminution de la hauteur des jambes thermoélectriques permet une augmentation importante de la densité de puissance générée, elle induit également une augmentation significative des contraintes thermomécaniques qui s'exercent sur les matériaux TE qui sont généralement fragiles. Nous avons récemment démontré comment ce problème peut être contourné en insérant des couches métalliques qui agissent comme couche tampon d'un point de vue mécanique, conduisant à des densités de puissance records avec des composés skutterudites optimisés.

Objectifs et programme de la thèse

L'objectif de cette thèse est de fabriquer des dispositifs TE à base de composés sulfurés et de suivre l'évolution de leurs performances TE en fonction de la température et du temps. Les activités du (de la) candidat(e) retenu(e) porteront sur la fabrication de ces dispositifs avec d'éventuelles

couches métalliques tampons dont la nature sera modulée afin d'étudier l'impact de leur composition sur les performances TE. Des modélisations par éléments finis viendront guider ces recherches en prédisant les performances attendues en fonction des propriétés de transport des matériaux constituant les jambes TE. Des analyses par microscopie électronique à balayage permettront de suivre l'évolution des interfaces entre les différents matériaux après recuit à haute température. Cette thèse s'inscrit dans le cadre du projet ANR Biscottes (qui débute en avril 2024) et qui comprend deux partenaires académiques (l'IJL à Nancy et le CRISMAT à Caen). Elle vise à fabriquer des modules thermoélectriques à base de composés sulfurés à bas coût et à haute densité de puissance en optimisant l'étape d'assemblage des modules.

Contexte de travail

La thèse se déroulera à l'Institut Jean Lamour à Nancy, sous la direction de Christophe Candolfi (directeur) et Bertrand Lenoir (co-directeur).

A l'issue de la thèse, l'étudiant(e) aura appris à maîtriser les techniques de fabrication de modules thermoélectriques, à mesurer leur performance thermoélectrique en fonction de la température et à modéliser ces dernières par la méthode des éléments finis en utilisant un logiciel commercial (Comsol Multiphysics).

Compétences requises

- Titulaire d'un diplôme d'ingénieur ou d'un Master 2 dans le domaine de la science des matériaux.
- Connaissances en physique ou chimie du solide et en caractérisation des matériaux.
- Anglais courant.

A propos de l'Institut Jean Lamour

L'Institut Jean Lamour (IJL) est une unité mixte de recherche du CNRS et de l'Université de Lorraine. Il est rattaché à l'Institut de Chimie du CNRS. Spécialisé en science et ingénierie des matériaux et des procédés, il couvre les champs suivants : matériaux, métallurgie, plasmas, surfaces, nanomatériaux, électronique.

L'IJL compte 263 permanents (30 chercheurs, 134 enseignants-chercheurs, 99 IT-BIATSS) et 394 non-permanents (182 doctorants, 62 post-doctorants / chercheurs contractuels et plus de 150 stagiaires), de 45 nationalités différentes. Il collabore avec plus de 150 partenaires industriels et ses collaborations académiques se déploient dans une trentaine de pays. Son parc instrumental exceptionnel est réparti sur 4 sites dont le principal est situé sur le campus ARTEM à Nancy.

Contraintes et risques

- Poste situé dans un secteur relevant de la protection du potentiel scientifique et technique et nécessitant, conformément à la réglementation, une autorisation par l'autorité compétente du MESR.
- Risques d'exposition à des rayonnements électromagnétiques et ionisants, risques associés aux hautes températures.

Modalités de candidature

Adresser un CV, une lettre de motivation accompagnée des noms de 2 référent(e)s et les relevés de notes (M1 et M2) à :

Dr. Christophe Candolfi : christophe.candolfi@univ-lorraine.fr

Pr. Bertrand Lenoir : bertrand.lenoir@univ-lorraine.fr