

Bourse de thèse
Projet ANR MASSCOTE
Institut des Sciences Chimiques (Rennes)-CRISMAT (Caen)
« Synthèse, analyse structurale et propriétés thermoélectriques de matériaux sulfures à structures complexes »

La question des sources d'énergie et des problèmes d'environnement a dominé le dernier quart du XX^{ème} siècle et concentre encore plus les investissements R&D (privé et public) en ce début de XXI^{ème} siècle. La demande mondiale en énergie ne fait que croître, aussi bien du fait de l'évolution technologique que de l'augmentation de la population mondiale et de l'augmentation du niveau de vie des pays émergents. De plus, les réserves en énergies fossiles ne sont pas illimitées. Leur utilisation génère de grandes quantités de CO₂ qui sont montrées comme responsables de l'effet de serre d'après les scientifiques du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) et qui conduisent à un réchauffement climatique global. Un développement durable requiert de développer des sources d'énergies alternatives non polluantes ou pour le moins de nouveaux procédés susceptibles d'améliorer le rapport quantité d'énergie produite/gaz à effet de serre émis. Aujourd'hui, les secteurs stratégiques sont l'énergie solaire (photovoltaïque, concentrateurs), les piles à combustible, les batteries à ions lithium, la biomasse...

Pour la génération d'énergies nouvelles, utiliser les sources de chaleur perdues afin de produire de l'énergie électrique apparaît également comme une contribution importante à un développement durable et permettrait de limiter aussi bien la consommation en énergies fossiles que les quantités de gaz à effet de serre émises. Grâce à des avantages indéniables en termes de fiabilité, de durée de vie et de respect de l'environnement, la thermoélectricité devrait jouer un rôle majeur. En dehors des modules à effet Peltier composés de Bi₂Te₃, la génération d'électricité par effet Seebeck est restée confinée à des applications de niche (sondes spatiales) en raison des performances modestes (estimées à partir de facteur de mérite adimensionnel ZT) des matériaux pouvant être utilisés dans des générateurs commerciaux. Cette situation devrait évoluer dans un futur proche. De nouveaux concepts, intégrant la nécessité d'avoir une conductivité électrique élevée et une faible conductivité thermique, ont conduit à des progrès en thermoélectricité assez remarquables. Deux voies ont été explorées conjointement : la recherche de matériaux massifs à structure complexe d'une part, et l'utilisation de nanostructures (puits quantique, nanofils, nanograins, couches minces, super-réseaux), d'autre part. Aujourd'hui, il n'en reste pas moins vrai que de nouveaux matériaux encore plus performants doivent être développés de façon à répondre à la demande écologique et économique (amortissement dans un temps le plus court possible).

L'étude de matériaux sulfures à structures complexes, qui constitue l'objectif principal de ce sujet de thèse, apparaît comme une voie prometteuse pour identifier de nouveaux composés thermoélectriques dont la conductivité thermique est intrinsèquement faible. Le projet scientifique aura tout d'abord pour but d'identifier différentes familles de matériaux (clusters de molybdène, ternaires Cu-Sn-S, Cu-Fe-S, Cu-Sb-S). Les matériaux devront présenter des caractéristiques microstructurales et structurales susceptibles de générer des propriétés électriques et thermiques adéquates. La synthèse de poudres micro- ou nanométriques sera particulièrement étudiée ainsi que les paramètres de densification par frittage conventionnel ou Spark Plasma Sintering.

En plus de la caractérisation chimique et structurale des poudres et des céramiques densifiées (densité, granulométrie, diffraction des rayons X et de neutrons, microscopie MEB et TEM, analyses thermiques...), le doctorant s'attachera à comprendre les propriétés physiques de ces matériaux.

Ce sujet de thèse associe donc à la fois un travail de chimiste du solide (synthèse et analyse structurale) mais également de céramiste (métallurgie des poudres, frittage) et de physicien (étude des propriétés électriques et thermiques).

La thèse sera menée conjointement au sein de l'Institut des Sciences Chimiques de Rennes (Groupe Chimie du Solide et Matériaux) et du laboratoire CRISMAT (Equipe Matériaux Fonctionnels et de Structure). Le début de thèse est prévu en septembre 2016.

Les candidatures sont à envoyer au plus vite à :

Stéphane Cordier, Tel : 02 23 23 65 36, Email: stephane.cordier@univ-rennes1.fr

Emmanuel Guilmeau, CRISMAT, Tel : 02 31 45 13 67, Email : emmanuel.guilmeau@ensicaen.fr