

Sujet de thèse pour la rentrée 2024

Lieu : Institut des Matériaux de Nantes Jean Rouxel (IMN), Nantes Université

Type de financement : ED 3MG

Titre du sujet de thèse : Synthèse, structure et conductivité de matériaux d'électrolyte conducteurs protoniques céramiques.

Directeur de thèse : Eric QUAREZ (70%) et co dir. Olivier JOUBERT (30%)

Contexte

La thématique Hydrogène-Piles à combustible de ST2E développe depuis plus de 20 ans une recherche exploratoire de matériaux céramiques conducteurs protoniques. Cette activité lui a permis d'être intégrée dans des projets ANR et Européens voire dernièrement PEPR H2. Cette recherche est portée actuellement par Eric Quarez, qui vient de passer son HDR et qui co-dirige la thèse Lozane Hamze avec O. Joubert (dir). Cette thèse (PEPR H2) porte sur la caractérisation du matériau de l'état de l'art dans les conducteurs protoniques : $\text{Ba}(\text{Zr}_x\text{Ce}_{0.8-x}\text{Y}_{0.1}\text{Yb}_{0.1})\text{O}_{2.9}$ ($0 \leq x \leq 0.8$); le caractère exploratoire n'y est pas développé. Il s'agit ici de poursuivre notre activité reconnue dans ce domaine, de synthétiser et d'étudier de nouveaux matériaux de composition inédite en prenant en compte la problématique actuelle de criticité de certains éléments du tableau périodique. Il aura pour vocation de perpétuer l'ADN du laboratoire qui est la découverte de nouveaux matériaux céramiques.

Présentation scientifique du sujet

L'objectif principal de cette recherche est d'explorer de nouveaux matériaux de type pérovskite proches de $\text{Ba}(\text{Zr}_x\text{Ce}_{0.8-x}\text{Y}_{0.1}\text{Yb}_{0.1})\text{O}_{2.9}$ pouvant être appliqués dans des dispositifs de piles ou des électrolyseurs à oxyde solide, et de remplacer l'yttrium par une terre rare moins critique. La thèse se divise en trois parties : une partie dédiée à la synthèse, une autre à la détermination structurale, et une consacrée à la mesure des niveaux de conductivité. Étant donné que les composés de type pérovskite peuvent présenter des distorsions légères dans le réseau oxygéné (tilt d'octaèdres), ainsi que des transitions de phase en fonction de la température, l'utilisation de la diffraction des neutrons en complément de la diffraction des rayons X est souvent nécessaire pour une détermination précise de la structure. La protonation des phases sera étudiée en fonction de la température à l'aide de la diffraction des rayons X et de la thermogravimétrie. Les niveaux de conductivité seront mesurés sous air sec et sous air humide. L'ambition est d'établir les liens entre la structure des matériaux étudiés et les niveaux de conductivité observés afin de rationaliser les résultats obtenus et de formuler de nouvelles compositions optimisées.

Contexte de travail

Le projet se déroulera à l'Institut des Matériaux de Nantes Jean Rouxel (IMN), laboratoire d'environ 200 personnes (<https://www.cnrs-imn.fr/>), un des principaux centres de recherche en matériaux en France, dans l'Equipe Stockage et transformations électrochimiques de l'énergie (ST2E). A l'IMN, les chercheurs de l'équipe ST2E ont une longue expérience dans le domaine des matériaux céramiques pour des applications piles et électrolyse à haute température (SOFC et SOEC). De par leur savoir-faire en synthèse et plus généralement en chimie du solide, ils ont développé de nouvelles électrodes et électrolytes tout en améliorant les matériaux existants. L'école doctorale de rattachement est l'ED 3MG dont les thématiques couvrent la chimie et la physique au sens large. Plus d'informations : <https://ed-3mg.doctorat-paysdelaloire.fr>.

Profil du candidat

Le (la) candidat(e) devra être motivée, dynamique et titulaire d'un M2 ou équivalent en sciences des matériaux. Il (elle) devra avoir une formation solide et variée, à la fois en synthèse (basse température, par chimie douce), caractérisation (diffraction des rayons X, spectroscopies et/ou microscopie), et analyses électrochimiques (impédance électrochimique, ...) des matériaux. Il (elle) participera aux activités de l'équipe ST2E et sera amené (e) à présenter ses travaux dans le cadre de conférences nationales ou internationales. Un bon niveau d'anglais est souhaité.

Financement

Contrat doctoral de l'Université de Nantes (environ 2050€ Brut/mois) à compter du 01/10/2024.

Contact : eric.quarez@cnrs-imn.fr ; olivier.joubert@cnrs-imn.fr

Le/la candidat(e) devra envoyer un CV détaillé, ses relevés de notes et classement de Master (1 et 2) ou équivalent, une lettre de motivation, une lettre d'appréciation d'un des maitres de stage de recherche de M2 et tout autre document attestant la pertinence à candidater sur ce sujet (e.g. lettre de recommandation).