



Ecole Doctorale - 104

Sciences de la Matière, du Rayonnement
et de l'Environnement

ETABLISSEMENT : Centrale Lille

Laboratoire(s) de Rattachement : Unité de Catalyse et Chimie du Solide (UCCS), UMR 8181

Domaine scientifique, Spécialité : ☒ **DS4 | Chimie des matériaux**

Direction de thèse : Murielle RIVENET, Professeur, murielle.rivenet@centralelille.fr

Co-direction : Elise BERRIER, chercheuse CNRS, elise.berrier@univ-lille.fr

Co-encadrement : Caroline PIROVANO, Maître de Conférences, caroline.pirovano@centralelille.fr

Programme(s) de Rattachement :

(Co)-financement(s) envisagé(s) : Région Hauts-de-France, en cours

Titre de la thèse : **Couplage de la spectroscopie Raman et de l'électrochimie pour la spéciation in situ en milieu sels fondus pour l'étude d'applications liées à la production d'énergie décarbonée et au recyclage des matériaux**

SUJET DE THESE

Les sels fondus présentent des propriétés spécifiques qui permettent de réaliser des réactions ne pouvant pas être obtenues en milieux aqueux. Il s'agit de solvants à caractère ionique, exempts de composés moléculaires, qui offrent de nombreux avantages tels une absence de volatilité et un caractère non inflammable. Ce sujet de thèse s'intéresse aux sels fondus haute température qui présentent un intérêt pour la production et le stockage d'énergie, ainsi que pour le traitement et le recyclage des matériaux.

Parmi les principaux défis scientifiques et enjeux technologiques à relever pour le développement de systèmes de production d'énergie thermiques décarbonées utilisant des fluides caloporteurs à base de sels fondus, il subsiste la durabilité des matériaux au contact des sels fondus et l'évolution des propriétés des sels au contact des matériaux. La diffusion des éléments métalliques vers le sel induit en effet des réactions de précipitation modifiant les propriétés thermophysiques de ce dernier, et, par voie de conséquence, la qualité des transferts thermiques. Jusqu'à présent, l'étude des sels fondus en condition de fonctionnement a cependant reçu une attention limitée, en raison de la difficulté de mise en œuvre expérimentale. Dans ce contexte, la conception et le développement de méthodes de caractérisation *in situ* reste donc un défi que se propose de relever cette étude.

Le principal objectif de ce projet de thèse est de mettre en œuvre une méthodologie fiable permettant d'identifier le(s) produit(s) de corrosion qui se forme(nt) à l'interface entre un sel fondu et le matériau qui le contient afin d'anticiper de manière rationnelle l'évolution dans le temps des systèmes reposant sur cette technologie. Parmi les méthodes de caractérisation accessibles pour sonder les sels fondus ou les interfaces sels fondus/matériaux à haute température, l'électrochimie et la spectroscopie Raman constituent des méthodes de choix puisqu'elles permettent de déterminer la spéciation des espèces en solution et d'identifier les mécanismes de précipitation éventuels. L'étude vise donc, en premier lieu, à mettre en œuvre différentes méthodes électrochimiques pour caractériser le comportement en corrosion des métaux en sels fondus (mécanismes de dégradation, cinétiques...), puis à optimiser et valider un dispositif expérimental de spectroscopie Raman capable de déterminer l'évolution de la composition chimique des sels fondus en conditions d'exploitation, et, enfin, à développer une méthode d'étude inédite couplant l'électrochimie et la spectroscopie Raman. L'efficacité de la méthode pour collecter des données sera démontrée sur divers mélanges binaires ou ternaires de sels fondus. Elle sera ensuite étendue à l'étude du comportement des matériaux métalliques en contact avec les sels fondus pour soutenir une compréhension globale de la réactivité des matériaux au contact des sels.



Ecole Doctorale - 104

Sciences de la Matière, du Rayonnement
et de l'Environnement

Profil candidat(e) : Titulaire d'un M2 en science des matériaux, chimie physique ou chimie inorganique ou d'un diplôme d'ingénieur(e) en chimie avec de bonnes connaissances en spectroscopie et/ou en électrochimie et une bonne maîtrise de l'anglais (écrit/oral).

Date de recrutement envisagée : 01/10/2026

Contact (adresse e-mail) : murielle.rivenet@centralelille.fr

Remarques/commentaires supplémentaires : *Ce poste est situé dans une « zone à régime restrictif » au sens de l'article R. 413-5-1 du code pénal. Si vous candidatez, votre nomination et/ou votre affectation ne pourront intervenir qu'après autorisation d'accès délivré par le chef d'établissement, conformément aux dispositions de l'article 20-4 du décret n°84-431 du 6 juin 1984.*

INSTITUTION: Centrale Lille

Laboratory(s) to which they are attached: Unité de Catalyse et Chimie du Solide (UCCS), UMR 8181

Scientific field, Specialty: **DS4 | Materials Chemistry**

Thesis supervision: Murielle RIVENET, Professeur, murielle.rivenet@centralelille.fr

Co-supervision: Elise BERRIER, CNRS researcher, elise.berrier@univ-lille.fr

Co-supervisor: Caroline PIROVANO, senior lecturer, caroline.pirovano@centralelille.fr

Thesis title: **Combining Raman spectroscopy and electrochemistry for in situ speciation in molten salt environments to study applications related to carbon-free energy production and materials recycling**

THESIS SUBJECT

Molten salts have specific properties that enable reactions that cannot be achieved in aqueous environments. They are ionic solvents, free of molecular compounds, which offer numerous advantages such as non-volatility and non-flammability. This thesis topic focuses on high-temperature molten salts that are of interest for energy production and storage, as well as for materials processing and recycling.

Among the main scientific challenges and technological issues to be addressed in the development of carbon-free thermal energy production systems using heat transfer fluids based on molten salts, are the durability of materials in contact with them and the evolution of the properties of the molten salts. The diffusion of metallic elements into the salt induces precipitation reactions that alter the thermophysical properties of the salt and, consequently, the quality of heat transfer. Until now, however, the study of molten salts under operating conditions has received limited attention due to the difficulty of setting up experiments. In this context, the design and development of in situ characterization methods remains a challenge that this study aims to address.

The main objective of this thesis project is to implement a reliable methodology for identifying the corrosion product(s) that form at the interface between a molten salt and the material containing it, in order to rationally anticipate the evolution over time of systems based on this technology. Among the characterization methods available for probing molten salts or molten salt/material interfaces at high temperatures, electrochemistry and Raman spectroscopy are methods of choice, as they allow the speciation of species in solution to be determined and any precipitation mechanisms to be identified. This project aims, first, to implement various





Ecole Doctorale - 104

Sciences de la Matière, du Rayonnement
et de l'Environnement

electrochemical methods to characterize the corrosion behavior of metals in molten salts (degradation mechanisms, kinetics, etc.), then to optimize and validate an experimental Raman spectroscopy device for determining the evolution of the chemical composition of molten salts under operating conditions, and finally to develop a new study method combining electrochemistry and Raman spectroscopy. The effectiveness of this method for collecting data will be demonstrated on various binary or ternary mixtures of molten salts. It will then be extended to the study of the behavior of metallic materials in contact with molten salts to support a comprehensive understanding of the reactivity of materials in contact with molten salts.

Candidate profile: Master's degree in materials science, physical chemistry, or inorganic chemistry, with a good knowledge of spectroscopy and/or electrochemistry and a good English skills (written/spoken).

Planned recruitment date: 01/10/2026

Contact (email address): murielle.rivenet@centralelille.fr

Additional remarks/comments: *The position for which you are applying is likely to be located in a "restricted area" within the meaning of article R. 413-5-1 of the penal code. If this is the case, your appointment and/or assignment can only take place after access authorization has been issued by the head of the institution, in accordance with the provisions of article 20-4 of decree n°84-431 of June 6, 1984.*