



Institut de Physique et Chimie des Matériaux de Strasbourg & Lab. Chimie de la Matière Condensée de Paris

## Offre de contrat doctoral

### Transformations structurales des hydroxydes lamellaires pour le stockage de chaleur

**Contrat de thèse de 3 ans** : Octobre 2026 – Septembre 2029

**Employeur** : CNRS

**Localisation** : Strasbourg, campus Cronenbourg – Paris, Sorbonne Université, Campus Jussieu

**Directeur de thèse** : Ovidiu ERSEN ([ovidiu.ersen@ipcms.unistra.fr](mailto:ovidiu.ersen@ipcms.unistra.fr))

**Co-directeur de thèse** : Olivier DURUPHTY ([olivier.durupthy@sorbonne-universite.fr](mailto:olivier.durupthy@sorbonne-universite.fr))

**Co-encadrants** : Pierre RABU ([pierre.rabu@ipcms.unistra.fr](mailto:pierre.rabu@ipcms.unistra.fr)), David PORTEHAULT ([david.portehault@sorbonne-universite.fr](mailto:david.portehault@sorbonne-universite.fr))

**Salaire** : 2300 Euros brut

**Date limite** : offre ouverte jusqu'à être pourvue

#### Résumé du projet

L'objectif est d'étudier la formation et les transformations structurales de matériaux multimétalliques avec des applications potentielles dans le stockage de la chaleur grâce à des cyclages de réactions chimiques endo- et exothermiques. Les matériaux actuels souffrent néanmoins de la non-réversibilité des réactions mises en jeu, ce qui empêche leur application à grande échelle pour décarboner l'industrie. Améliorer la densité énergétique et la réversibilité nécessite de mieux comprendre ces transformations de phase et notamment le rôle des défauts cristallins. Dans ce projet, nous nous focaliserons sur les hydroxydes doubles lamellaires, qui sont prometteurs en raison de la diversité de leurs compositions et de leurs propriétés de reconstruction après déshydratation thermique. Les systèmes multicationiques offrent notamment la possibilité d'ajuster finement les propriétés thermiques et diagrammes de phase grâce à leur composition chimique et à d'éventuels effets entropiques, conduisant à des propriétés inédites pour le stockage de chaleur.

Les matériaux seront synthétisés par des méthodes de chimie douce, peu énergivores et respectueuses de l'environnement, associées à des traitements thermiques flash innovants pour obtenir les oxydes correspondants. Les matériaux seront caractérisés à l'aide de techniques avancées, en particulier par microscopie électronique *in situ*. Cela nécessitera le développement de nouvelles approches d'analyse visant à réduire l'influence de l'irradiation électronique sur ces matériaux sensibles et sur leurs transformations. Ces analyses structurales et chimiques *ex situ* et *in situ* seront réalisées avec les équipements de microscopie électronique de dernière génération disponibles à l'IPCMS. De nouveaux protocoles de traitement des données utilisant l'intelligence artificielle seront développés pour permettre les analyses avec une haute résolution spatiale et temporelle. Ces données issues de la microscopie seront associées à des mesures d'ensemble à haute résolution temporelle (XAS, Raman, DRX), en portant une attention particulière à l'analyse par fonction de distribution de paires (PDF), soutenue par l'apprentissage automatique pour accéder à une description fine des défauts cristallins, du désordre atomique et de leur évolution lors des traitements thermiques et des cyclages.

#### Équipes d'accueil

La thèse financée par le CNRS se déroulera dans le cadre du laboratoire commun de recherche CARMEN ([www.lcr-carmen.fr](http://www.lcr-carmen.fr)) et concernera principalement les laboratoires IPCMS à Strasbourg et LCMCP à Paris. La localisation principale sera l'IPCMS, avec des séjours réguliers au LCMCP. Le doctorant travaillera également en étroite collaboration avec les autres partenaires du laboratoire commun, en particulier avec l'IPEN, qui s'intéresse aux propriétés thermochimiques de ces composés.

#### Profil

La ou le candidat(e) devra posséder une formation solide en science des matériaux, à l'interface entre la physique et la chimie. Des compétences en synthèse et en caractérisation des matériaux seront fortement appréciées.