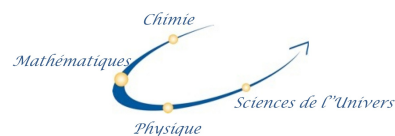


# Institut de Chimie de Clermont-Ferrand ICCF - UMR 6296



## SUJET DE THESE

**Titre de la thèse : Elaboration de matériaux à base d'Hydroxydes Doubles Lamellaires à porosité multimodale.**

### Résumé :

Les matériaux poreux nanostructurés possèdent une surface spécifique étendue et des tailles de pores variés ; des caractéristiques particulièrement recherchée pour toutes applications mettant en jeu une réactivité aux interfaces et des transferts de matière, telles que la dépollution des gaz ou des eaux, la séparation d'espèces, mais aussi le stockage et la conversion d'énergie. L'élaboration de telles architectures représente un véritable défi qui nécessite généralement la combinaison de différentes approches. Dans ce contexte, la versatilité des méthodes de chimie douce apparait particulièrement adaptée afin de contrôler les réactions (précipitation/polymérisation) mises en œuvre en solution et de les combiner avec des procédés favorisant la création de textures poreuses (séchage spécifique, auto-assemblage, gabarits sacrificiels...).

L'objectif de cette étude est de combiner les propriétés intrinsèques de matrices lamellaires de type Hydroxydes Doubles Lamellaires (HDL)<sup>1</sup> à un réseau poreux à architecture complexe et/ou hiérarchique afin d'exalter leur réactivité<sup>2</sup>.

Sur la base de travaux déjà réalisés dans l'équipe, deux types d'approches seront principalement testées afin d'introduire de la porosité au sein des matrices HDL.

- La première reposera sur l'utilisation de modes de séchage spécifiques (Spray drying, CO<sub>2</sub> supercritique et freeze casting) pour moduler à partir de suspensions colloïdales, l'agrégation des nanoparticules d'HDL obtenues par chimie douce. Afin d'améliorer les propriétés et la réactivité des matériaux, les particules d'HDL seront associées avec des matrices polymères hydrosolubles ou encore des nanofibres de cellulose, produisant ainsi de matrices HDL nanocomposites.
- La seconde stratégie reposera sur l'utilisation de milieux complexes induisant des phénomènes de séparation de phase, des émulsions ou encore des mousses. Dans ce cas-là, les matrices HDL pourront être formées préalablement ou directement dans le milieu complexe.

Quelle que soit l'approche choisie un contrôle fin de la méthode de synthèse des nanoparticules d'HDL, de l'ajout d'additifs et des paramètres expérimentaux utilisés permettra de moduler la taille, la morphologie et la connectivité des pores au sein des matériaux et d'accéder à de nouveaux réseaux HDL poreux. Une bonne connaissance des propriétés physico-chimiques des espèces en présence sera nécessaire et impliquera l'étude des propriétés de surface et de la stabilité colloïdale des suspensions.

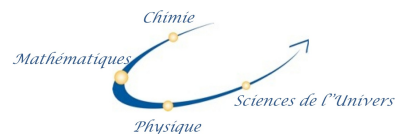
☒ Chimie 7 - 24, avenue Blaise Pascal, TSA 60026 CS 60026, 63178 AUBIERE Cedex – France

☎ : (33) 04 73 40 51 67 - ☎ : (33) 04 73 40 79.33

✉ : [vanessa.prevot@uca.fr](mailto:vanessa.prevot@uca.fr) 🌐 <http://iccf.univ-bpclermont.fr>



# Institut de Chimie de Clermont-Ferrand ICCF - UMR 6296



Les matériaux seront systématiquement analysés afin d'accéder à leur structure (DRX, SAXS, spectroscopies IR et Raman, comportement thermique) et afin d'évaluer leur porosité (microscopies électroniques à balayage et à transmission, tomographie X, SAXS, adsorption de gaz...).

Les structures élaborées sous la forme de membranes, de monolithes ou de poudres, combineront idéalement les avantages des macropores, assurant un transfert efficace de la matière, avec ceux de meso et micropores, donnant accès à des surfaces spécifiques réactives importantes. Les propriétés de ces matrices poreuses seront testées en première approche, vis-à-vis de l'adsorption de polluants inorganiques et/ou organiques. Cette étude sera menée en partie en collaboration avec un groupe de la Osaka Prefecture University au Japon (Dr Y. Tokudome).

Le candidat devra être titulaire d'un Master 2 ou diplôme d'ingénieur et avoir des compétences en chimie des matériaux et en techniques de caractérisation du solide (DRX, Spectroscopie, microscopie...). Des notions en physico-chimie et sur les procédés de chimie douce seraient des atouts supplémentaires pour ce projet. Le candidat devra maîtriser l'anglais à l'oral et à l'écrit.

**Contact :** Envoyer un CV et une lettre de motivation à [vanessa.prevot@uca.fr](mailto:vanessa.prevot@uca.fr)

**Date limitée de candidature :** 15 Mai 2019

**Financement :** Bourse doctorale de l'Université Clermont Auvergne, site web : <http://edsf.univ-bpclermont.fr>

#### Références :

<sup>1</sup>C. Taviot\_Guého, C. Forano, C. Mousty, V. Prevot, G. Renaudin, F. Leroux *Adv. Funct. Mater.* 28, 1703868, 2018.

<sup>2</sup>V. Prevot, Y. Tokudome, *J. Mater. Sci.*, 52, 11229–11250 2017

---

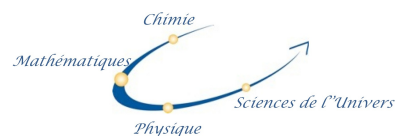
Chimie 7 - 24, avenue Blaise Pascal, TSA 60026 CS 60026, 63178 AUBIERE Cedex – France

: (33) 04 73 40 51 67 - : (33) 04 73 40 79.33

: [vanessa.prevot@uca.fr](mailto:vanessa.prevot@uca.fr) <http://iccf.univ-bpclermont.fr>



# Institut de Chimie de Clermont-Ferrand ICCF - UMR 6296



## Title of the thesis: Elaboration of Layered Double Hydroxide based materials with tunable hierarchical porosity

### Summary :

Hierarchical porous materials display interesting properties such as high porosity and high surface area of great interest for all chemical or physical processes taking place at the interfaces such as gaz and water depollution, molecular separation and even energy storage and conversion. The development of such architectures represents a real challenge that usually requires the combination of different approaches. In this context, the versatility of the soft chemistry methods appears particularly adapted in order to control the reactions (precipitation / polymerization) implemented in solution and to combine them with processes favoring the creation of porous textures (specific drying, self-assembly, sacrificial templates ...).

The main aim of this 3th year project is to combine the intrinsic properties of Layered Double Hydroxide (LDH)<sup>1</sup> lamellar matrices with a complex and/ or hierarchical porous network in order to exalt their reactivity<sup>2</sup>.

On the basis of work already done in the team, two types of approaches will be mainly tested in order to introduce porosity within the LDH matrices.

- The first will rely on the use of specific drying modes (Spray drying, supercritical CO<sub>2</sub> and freeze casting) to modulate from colloidal suspensions, the aggregation of nanoparticles of LDH obtained by soft chemistry. In order to improve the properties and reactivity of the materials, the LDH particles will be associated with water-soluble polymer matrices or cellulose nanofibers, thus producing LDH nanocomposite matrices.

- The second strategy will rely on the use of complex media inducing phase separation phenomena, emulsions or foams. In this case, the LDH matrices can be formed beforehand or directly in the complex environment.

Whichever approach is chosen, a fine control of the method of synthesis of LDH nanoparticles, the addition of additives and the experimental parameters used will make it possible to modulate the size, the morphology and the connectivity of the pores within the materials and access new porous LDH networks. A good knowledge of the physico-chemical properties of the species involved will be necessary and will involve the study of the surface properties and the colloidal stability of the suspensions.

The materials will be systematically analyzed in order to access their structure (DRX, SAXS, IR and Raman spectroscopies, thermal behavior) and to evaluate their porosity (scanning electron microscopies and transmission, X-ray tomography, SAXS, gas adsorption).

---

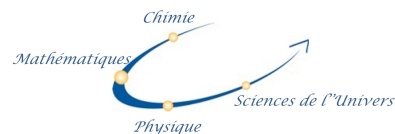
☒ Chimie 7 - 24, avenue Blaise Pascal, TSA 60026 CS 60026, 63178 AUBIERE Cedex – France

☎ : (33) 04 73 40 51 67 - ☎ : (33) 04 73 40 79.33

✉ : [vanessa.prevot@uca.fr](mailto:vanessa.prevot@uca.fr) 🌐 <http://iccf.univ-bpclermont.fr>



# Institut de Chimie de Clermont-Ferrand ICCF - UMR 6296



The structures developed in the form of membranes, monoliths or powders, will ideally combine the advantages of macropores, ensuring efficient transfer of the material, with those of meso and micropores, giving access to high specific reactive surfaces. The properties of these porous matrices will be tested in first approach, toward the adsorption of inorganic and / or organic pollutants. This study will be conducted in part with a group from Osaka Prefecture University in Japan (Dr. Y. Tokudome).

The candidate must hold a Master 2 or engineering degree and have skills in materials chemistry and solid state characterization techniques (DRX, Spectroscopy, microscopy ...). Concepts in physico-chemistry and soft chemistry processes would be additional assets for this project. The candidate will have to speak English both orally and in writing.

Contact : Send a CV et a motivation letter to [vanessa.prevot@uca.fr](mailto:vanessa.prevot@uca.fr)

Dead line : 15 May 2019

Funding : Université Clermont Auvergne grant, site web : <http://edsf.univ-bpclermont.fr>

#### Références :

<sup>1</sup>C. Taviot\_Guého, C. Forano, C. Mousty, V. Prevot, G. Renaudin, F. Leroux *Adv. Funct. Mater.* 28, 1703868, 2018.

<sup>2</sup>V. Prevot, Y. Tokudome, *J. Mater. Sci.*, 52, 11229–11250 2017

---

📍 Chimie 7 - 24, avenue Blaise Pascal, TSA 60026 CS 60026, 63178 AUBIERE Cedex – France

☎ : (33) 04 73 40 51 67 - 📠 : (33) 04 73 40 79.33

✉ : [vanessa.prevot@uca.fr](mailto:vanessa.prevot@uca.fr) 🌐 <http://iccf.univ-bpclermont.fr>

