

## Sujet de stage M2 ou Ingénieur 3A :

### Fonctionnalisation de silices poreuses par voie sèche

#### Contexte :

Les silices poreuses présentent un intérêt dans différents domaines d'application tels que la catalyse (support de catalyseurs hétérogènes), la vectorisation de principes actifs pour le médical ou la cosmétique, le renfort de polymères, l'immobilisation d'enzymes (biocatalyse). Elles possèdent des groupements silanol à leur surface, ce qui les rend hydrophiles. Ces groupements silanol sont très réactifs et permettent de greffer des fonctions organiques pour modifier leurs propriétés de surface (polarité) ou dans la masse (optique, catalytique) mais aussi pour le piégeage de cations métalliques et de molécules organiques. Les principales méthodes de fonctionnalisation organique des silices sont basées sur des procédés en phase liquide, lesquels sont chronophages, complexes et peu respectueux de l'environnement (utilisation de solvants organiques et une production importante de déchets). Les voies de fonctionnalisation en phase sèche sont beaucoup plus rares bien que prometteuses en termes de coût, rapidité et plus respectueuses de l'environnement (sans solvant).

#### Objectifs :

Ce projet a pour but de **développer une nouvelle stratégie de fonctionnalisation de silices poreuses en voie sèche basée sur la chimie radicalaire**. Les silices poreuses synthétisées par voie de chimie douce (Sol-Gel) en présence de gabarits organiques (polymères, tensioactifs) peuvent présenter des défauts de surface selon les conditions de synthèse et de traitement thermique post-synthèse pour éliminer l'agent porogène. Ces défauts sont des radicaux de type  $\dots\text{Si}^\bullet$ ,  $\dots\text{Si-O}^\bullet$  et  $\dots\text{Si-O-O}^\bullet$  qui pourraient être utilisés dans des réactions de couplage en phase gazeuse avec des molécules neutres ou d'autres espèces radicalaires photogénérées.

#### Feuille de route :

Le stage portera sur :

- 1) La synthèse par voie de chimie douce (sol-gel) de monolithes de silice macroporeux de tailles millimétriques présentant une porosité ouverte et accessible afin de permettre une fonctionnalisation à la surface des pores.
- 2) La fonctionnalisation des monolithes de silice macroporeux : étude de la réactivité des radicaux de surface par adsorption d'une molécule modèle, l'anhydride maléique.
- 3) La caractérisation des monolithes de départ et fonctionnalisés par spectroscopies IRTF et Raman, RMN du solide ( $^{29}\text{Si}$ ,  $^{13}\text{C}$  et  $^1\text{H}$ ), XPS pour identifier les fonctions organiques présentes dans le matériau. La physisorption de  $\text{N}_2$ , la porosimétrie au Hg et l'étude de la mouillabilité permettront de vérifier si la fonctionnalisation a été effective à l'intérieur des pores pour les monolithes. Des caractérisations par RPE et photoluminescence sont également envisagées pour étudier les espèces radicalaires (notamment les défauts initialement présents) de surface.

**Lieu du stage :** Institut de Science des Matériaux de Mulhouse (IS2M), Axe Matériaux à Porosité Contrôlée (MPC), Bâtiment Jean-Baptiste Donnet (IRJBD)

**Rémunération du stage (février à juillet 2021) :** gratification selon la réglementation en cours

**Contacts :** Bénédicte Lebeau (benedicte.lebeau@uha.fr, 0389336882) et Magali Bonne (magali.bonne@uha.fr, 0389336735)