

Rédigé le 10 novembre 2020 6 minutes de lecture

Actualités

Recherche fondamentale

Énergies renouvelables | Hydrogène | Stockage d'énergie

Chimie physique | Science des surfaces, des interfaces et des matériaux

Un an après son lancement, le laboratoire commun de recherche (LCR) CARMEN a dressé un premier bilan de l'avancement de ses travaux et défini le programme à venir lors du comité de pilotage qui s'est tenu le 8 juillet 2020. En dépit d'une année perturbée par le Covid, le LCR a connu une belle année de démarrage tant sur le plan humain que scientifique.

Le laboratoire commun a été lancé le 1er mars 2019 pour cinq ans **afin d'étudier en profondeur les substrats mésoporeux ou lamellaires**. Ces matériaux présentent un grand intérêt pour la transition énergétique, car ils trouvent de nombreuses applications notamment dans les domaines de la conversion catalytique de la biomasse, des adsorbants pour la réduction des contaminants ou encore du stockage des énergies renouvelables.

Un consortium cohérent : 40 chercheurs, un projet scientifique

Le programme du LCR est ambitieux : il **vise la caractérisation multi-échelle de la structure de ces matériaux, en particulier en conditions *operando*, ainsi que l'identification du lien avec leurs propriétés de transport**. Les types de matériaux (boehmite, argiles, zéolithes) et les thématiques de recherche concernées nécessitaient la formation **d'un consortium aux compétences multiples et complémentaires**. IFPEN s'est donc associé à plusieurs équipes académiques françaises : les

équipes d'Anne Lesage du CRMN sous tutelle du CNRS, de l'ENS de Lyon et de l'université Claude Bernard Lyon 1, de Pierre Levitz du laboratoire PHENIX sous tutelle du CNRS et de Sorbonne Université, et enfin d'Ovidiu Ersen du laboratoire IPCMS sous tutelle du CNRS et de l'université de Strasbourg.

40 chercheurs sont impliqués sur cinq sites différents, soit un défi sur le plan opérationnel. Pilotées dans une logique collaborative, les équipes partenaires ont démarré leur travaux et intensifié leurs échanges, ce qui a conduit **à la consolidation du consortium ainsi qu'au renforcement de la cohérence d'ensemble et du projet scientifique**. Cette dynamique scientifique de qualité a déjà conduit à la valorisation de premiers résultats.

Transformation de la boehmite : les premiers résultats de l'imagerie 3D

L'une des thématiques étudiées par le LCR concerne les matériaux lamellaires, les pâtes de boehmite en particulier, dont la structure est encore mal connue aux grandes échelles. Lorsqu'il est calciné, ce matériau se transforme en alumine, un support de catalyseur incontournable utilisé en catalyse hétérogène dans le domaine du raffinage. D'où l'importance de comprendre son évolution structurale, de la suspension à l'extrudé.

De fait, après avoir étudié la densification des suspensions de boehmite par un couplage des approches DLS (diffusion dynamique de la lumière) et SAXS (diffusion des rayons X aux petits angles), qui sont des techniques de caractérisation permettant d'obtenir des données à une échelle globale, les équipes de recherche ont élaboré différentes suspensions de boehmite selon les protocoles développés en amont par IFPEN, ce qui a conduit à **la validation d'une suspension type**.

La structure des pâtes de boehmite a également fait l'objet d'une étude 3D multi-échelle de sa morphologie et texturation au cours des différentes étapes de préparation de l'alumine, ce qui a donné lieu à **une première reconstruction de la structure tridimensionnelle d'un échantillon type**.

Méthode de reconstitution des systèmes poreux : trois campagnes d'imagerie en renfort

Le LCR s'intéresse également aux matériaux lamellaires chargés **tels que les argiles**. La compréhension du transport moléculaire et/ou colloïdal au sein de milieux poreux est un prérequis, notamment dans le domaine de la dépollution des sols. Le LCR ne visant pas l'étude de sols naturels, trop complexes, les équipes de recherche ont posé les jalons nécessaires au développement d'**une méthode de préparation de milieux poreux mixtes** encore à définir.

Pour ce faire, des systèmes reconstitués d'argile et de particules de silice de taille variable ont fait l'objet d'une étude géométrique multi-échelle au travers de **trois campagnes d'imagerie** - TEM (microscopie électronique en transmission), SAXS et ligne de lumière Anatomix de SOLEIL (dédiée à la tomographie aux rayons X, à l'échelle micro et nanométrique) - **afin de mettre en place plusieurs protocoles de préparation**. Ces derniers permettent désormais soit d'associer des grains d'argile avec des grains de silice, soit de générer des enrobages des silices par une couverture d'argile.

Zéolithe : des publications éclairantes en amont de la modélisation

Enfin, pour obtenir des catalyseurs fortement actifs dans les processus de raffinage, pétrochimie,

dépollution ou conversion de la biomasse, le LCR vise l'étude et **le suivi de la transformation morphologique et structurale de matériaux mésoporeux tels que les zéolithes** lors des traitements industriels.

Dans ce domaine, le travail du LCR a essentiellement consisté à préparer les travaux de modélisation à venir. Les publications de Céline Chizallet en particulier ont permis de **faire avancer l'état de l'art sur le sujet** : une publication a fait état des résultats de l'étude de modélisation théorique sur les zéolithes concernant l'élaboration par DFT (théorie de la fonctionnelle de la densité) de modèles de surface externe de la zéolithe ZSM-5, une autre a porté sur la modélisation de catalyseurs zéolithiques complexes.

Quatre projets ont par ailleurs été déposés à l'ANR et l'un d'entre eux a passé la 1re phase de sélection. Ces premières avancées, réalisées dans un contexte de pandémie, augurent des développements prometteurs.

Contact scientifique : Nathalie Schildknecht

VOUS SEREZ AUSSI INTÉRESSÉ PAR

Laboratoire LCR CARMEN : une recherche en rupture pour la transition énergétique
Les matériaux de la transition énergétique, objets de toutes les attentions de CARMEN
La surface externe des zéolithes mise en lumière par le calcul quantique
LCR CARMEN : une belle année de démarrage
10 novembre 2020

Lien vers la page web :