



## Information Presse

---

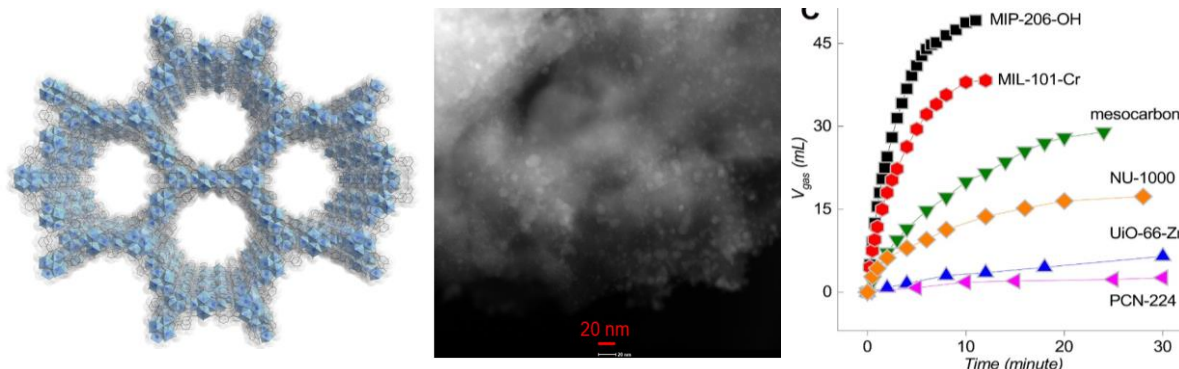
Paris, le 12 novembre 2020

### De nouveaux solides mésoporeux fonctionnels pour la catalyse !

Les solides mésoporeux ordonnés sont des composés possédant des pores entre 2 et 50 nm. Ce sont des candidats de choix pour l'immobilisation de catalyseurs de petite dimension (< 2 nm) tels les complexes métalliques ou des nanoparticules inorganiques. Cela permet de confiner le catalyseur dans un pore afin de le protéger, d'améliorer son efficacité mais aussi de le recycler. Le solide mésoporeux se doit d'être stable, chimiquement et/ou thermiquement, dans les conditions d'utilisation du catalyseur. Ce matériau doit idéalement permettre, de par ses propriétés intrinsèques, de contrôler l'arrangement spatial du catalyseur dans les pores pour optimiser la performance du catalyseur. Les solides hybrides mésoporeux cristallisés de type Metal-Organic Frameworks (MOFs), de par leur porosité modulable (taille, forme, nature chimique), sont particulièrement prometteurs pour l'immobilisation de catalyseurs. Cependant, ces matériaux souffrent encore d'importantes limitations en termes de toxicité (ex : Cr) ou de conditions de synthèse drastiques (température élevée, solvant toxique), et le plus souvent ne permettent pas de contrôler la disposition du catalyseur immobilisé au sein des pores.

Des chercheurs de l'Institut des Matériaux Poreux de Paris (IMAP – ENS/ESPCI Paris/CNRS/PSL), en collaboration avec un consortium international (Kyoto (Japon), Daejon (Corée), Mexico (Mexique)), les universités de Montpellier et de Versailles ainsi que le Synchrotron Soleil ont développé une nouvelle série de MOFs mésoporeux à fort potentiel pour la catalyse, dénotés MIP-206 (MIP : **M**atériaux de l'**I**nstitut des matériaux poreux de **P**aris). Ces composés, obtenus via une synthèse verte, sont constitués d'éléments peu toxiques tels que du zirconium et des ligands carboxyliques peu onéreux et abondants (isophtalates). La mésoporosité, ici autour de 3 nm, assurée ici par une combinaison de deux entités inorganiques ( $Zr_6$  et  $Zr_{12}$ ), est associée à une stabilité chimique remarquable. Ces MOFs sont également fonctionnalisables *à la carte* par rajout d'un groupement (hydrophile ou hydrophobe) sur le ligand organique.

Ces propriétés ont été exploitées pour l'immobilisation de nanoparticules de Palladium ( $Pd^0$ ) dans les pores. L'application recherchée est ici la production d'hydrogène à partir d'acide formique dans l'eau, qui est l'une des voies les plus prometteuses pour le transport/stockage de l'hydrogène. Une fonctionnalisation du MOF avec des groupements basiques de type pyrazole permet d'assurer un contrôle précis de la taille des particules de  $Pd^0$  ( $\approx 1-2$  nm) au sein des pores ce qui conduit à une conversion plus efficace de l'acide formique en hydrogène, dépassant de loin les performances des meilleurs composites poreux reportés à ce jour.



Gauche : vue du MIP-206(Zr) selon l'axe des pores (polyèdres de Zr, atomes de carbone : en bleu et gris, respectivement). Centre : cliché de microscopie électronique à transmission montrant une particule de MOF chargée avec des nanoparticules de Pd<sup>0</sup> de quelques nm (NB : taches claires). Droite : production d'hydrogène à partir d'acide formique pour le MIP-206 en comparaison avec d'autres MOFs de référence et un charbon actif mésoporeux (T=60°C, eau).

Au-delà de ces résultats prometteurs en catalyse, ces solides mésoporeux constituent une nouvelle plateforme de choix pour un nombre important d'applications potentielles, que ce soit en catalyse, séparation, détection ou biomédecine.

## A Mesoporous Zirconium-Isophthalate Multifunctional Platform

Sujing Wang<sup>1,2,12,13</sup>, Liyu Chen<sup>3,12</sup>, Mohammad Wahiduzzaman<sup>4</sup>, Antoine Tissot<sup>1</sup>, Lin Zhou<sup>1</sup>, Ilich A. Ibarra<sup>5</sup>, Aída Gutiérrez-Alejandre<sup>6</sup>, Ji Sun Lee<sup>7</sup>, Jong-San Chang<sup>7,8</sup>, Zheng Liu<sup>9</sup>, Jérôme Marrot<sup>10</sup>, William Shepard<sup>11</sup>, Guillaume Maurin<sup>4</sup>, Qiang Xu<sup>3</sup>, Christian Serre<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut des Matériaux Poreux de Paris, Ecole Normale Supérieure, ESPCI Paris, CNRS, PSL University, Paris, France.

<sup>2</sup>CAS Key Laboratory of Microscale Magnetic Resonance, Hefei National Laboratory for Physical Sciences at the Microscale, University of Science and Technology of China, Hefei, China.

<sup>3</sup>AIST-Kyoto University Chemical Energy Materials Open Innovation Laboratory (ChEM-OIL), National Institute of Advanced Industrial Science and Technology(AIST), Kyoto, Japan.

<sup>4</sup>Institut Charles Gerhardt, CNRS ENSCM, Université Montpellier, Montpellier, France.

<sup>5</sup>Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, Mexico.

<sup>6</sup>Departamento de Ingeniería Química, Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, Mexico.

<sup>7</sup>Research Group for Nanocatalyst, Korea Research Institute of Chemical Technology (KRICT), Yuseong, Daejeon, South Korea.

<sup>8</sup>Department of Chemistry, Sungkyunkwan University, Suwon, South Korea.

<sup>9</sup>Innovative Functional Materials Research Institute, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Nagoya, Japan.

<sup>10</sup>Institut Lavoisier de Versailles, CNRS, Université Paris-Saclay, Versailles, France.

<sup>11</sup>Synchrotron SOLEIL, Gif-Sur-Yvette, France

*Matter (Cell Press)* **2020**, **4**, 1-13 ; DOI: 10.1016/j.matt.2020.10

**Contact Chercheur** : Christian Serre ; [christian.serre@ens.psl.eu](mailto:christian.serre@ens.psl.eu)

**Contact Communication Chimie** :

[webmaster.chimie@ens.psl.eu](mailto:webmaster.chimie@ens.psl.eu)

Département Chimie ENS ([www.chimie.ens.psl.eu](http://www.chimie.ens.psl.eu))