

## Un solide nanoporeux pour une réfrigération plus efficace

La récupération de chaleur (énergie solaire, pompes à chaleur, climatisation, réfrigération...) s'avère un enjeu technologique d'importance croissante à l'heure de la prise de conscience de l'importance du développement durable et de la réduction de la consommation énergétique. Si la récupération / libération d'eau par des solides nanoporeux constitue un moyen particulièrement approprié pour y parvenir, le défi demeure dans l'amélioration de l'efficacité énergétique des procédés actuels. Des chercheurs de l'Institut des matériaux poreux de Paris (CNRS / ENS Paris / ESPCI / Paris PSL Université) et de l'Institut de chimie moléculaire et des matériaux - Institut Charles Gerhardt Montpellier (CNRS / Université de Montpellier / ENSCM) ont créé un nouveau matériau hybride nanoporeux, robuste et synthétisé en conditions « vertes », qui permet de dépasser les performances des meilleurs adsorbants d'eau actuels avec une capacité de stockage élevée ainsi qu'une température de régénération plus basse.

Afin de récupérer les sources de chaleurs issues de procédés industriels ou de l'énergie solaire, l'utilisation d'adsorbants d'eau est une voie prometteuse (ie des molécules capables de fixer l'eau à leur surface). Typiquement la température de l'eau chaude générée dans des habitations équipées de cogénérateurs de chaleur n'excède pas 63 °C et elle peut être utilisée pour des systèmes de refroidissements ou des pompes à chaleur. Les systèmes actuels utilisent des solides poreux inorganiques commerciaux (de type zéolithes ou assimilés) qui possèdent cependant des températures de régénération trop élevées (>75°C) et un volume poreux limité affichant une efficacité énergétique non optimale.

Afin de dépasser ces limites, des équipes de chercheurs de l'Institut des matériaux poreux de Paris (CNRS/ENS Paris/ESPCI Paris/PSL Université) et de l'Institut Charles Gerhardt Montpellier (CNRS/ENSCM/Université de Montpellier)<sup>1</sup> ont mis au point un nouveau solide hybride nanoporeux hydrophile à grands pores, à base d'oxoclusters de zirconium – Zr-MOF<sup>2</sup>, qui combine un ensemble de paramètres conduisant à des performances d'adsorption d'eau optimales pour l'application visée.

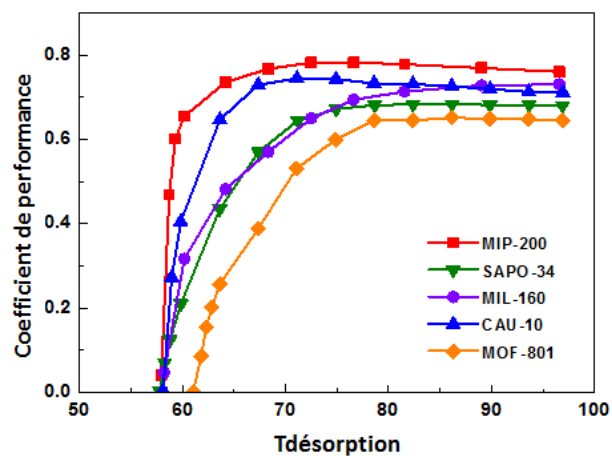
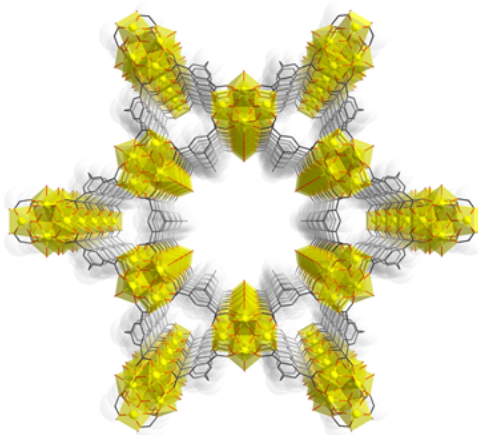
Dans le cas des procédés de réfrigération, la performance dépend à la fois des températures d'évaporation et de condensation de l'eau mais aussi des températures d'adsorption (exothermique) et de désorption d'eau (endothermique). Les paramètres de l'adsorbant à prendre en compte sont (entre autres) la capacité de stockage, la stabilité, les échanges de chaleur, la température et la cinétique d'adsorption et de désorption. Ce nouveau matériau

---

<sup>1</sup> En collaboration avec l'Institut Lavoisier de Versailles, le Korean Research Institute of Chemical Technology et le synchrotron SOLEIL

<sup>2</sup> Metal-Organic Framework – MOF

de type MOF à base de zirconium, baptisé Zr-MOF, possède une structure microporeuse très stable en présence d'eau, un caractère hydrophile prononcé permettant des échanges de chaleur importants et une taille de pores suffisamment importante pour permettre à la fois l'adsorption de grandes quantités d'eau mais aussi une désorption à plus basse température lors de l'étape de régénération (<65°C). Des calculs de coefficients de performances énergétiques (=rapport entre l'énergie retirée par l'évaporateur divisée par l'énergie nécessaire à la régénération de l'adsorbant) réalisés par des chercheurs du Korean Research Institute of Chemical Technology (KRICT), ont révélé que ce solide s'avère plus efficace que les matériaux poreux évalués à ce jour pour ce type d'application, permettant d'envisager le développement de futurs procédés de réfrigération plus efficaces pour récupérer l'énergie à la fois solaire ou issue de sources de chaleurs liées à l'activité humaine.



Légende : (gauche) Vue de la structure du Zr-MOF (atomes/polyèdres de Zr: en jaune; atomes d'oxygène et d'hydrogène en rouge et blanc). Droite : évolution du coefficient de performances du MOF-Zr en comparaison avec des matériaux poreux de référence ©Christian Serre

## Référence

Sujing Wang, Ji Sun Lee, Mohammad Wahiduzzaman, Jaedeuk Park, Mégane Muschi, Charlotte Martineau-Corcos, Antoine Tissot, Kyung Ho Cho, Jérôme Marrot, William Shepard, Guillaume Maurin\*, Jong-San Chang\*, and Christian Serre\*

**A Robust Energy-Efficient Metal-Organic Framework Adsorbent for Refrigeration**

*Nature Energy* –2018

DOI: 10.1038/s41560-018-0261-6

## Contacts Chercheurs

**Christian Serre**, IMAP FRE2000, CNRS, ENS, ESPCI, PSL Université

Courriel : [christian.serre@ens.fr](mailto:christian.serre@ens.fr)

**Guillaume Maurin**, ICGM, Université de Montpellier, CNRS

Contact : [guillaume.maurin@umontpellier.fr](mailto:guillaume.maurin@umontpellier.fr)

## Contacts Communication

École Normale Supérieure – Département de Chimie : **Nicolas Lévy**

Courriel : [nicolas.levy@ens.fr](mailto:nicolas.levy@ens.fr) (www.chimie.ens.fr)

ESPCI : **Kevin Lamothe**

Contact : [kevin.lamothe@espci.fr](mailto:kevin.lamothe@espci.fr) (www.espci.fr)