

# Institut de physique

Actualités scientifiques

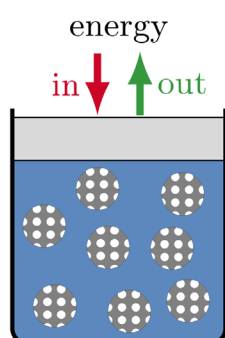
## Du sel pour stocker encore plus de puissance dans les « anti-éponges »

Décembre 2015

Des physicien-ne-s viennent de mettre en évidence un nouvel effet osmotique sans membrane, entre l'intérieur et l'extérieur de particules nanoporeuses. La configuration des nanopores permet de supporter des pressions osmotiques géantes et présente des similitudes avec des sites enzymatiques.

Lorsque l'on met en contact de l'eau avec une éponge, l'eau est aspirée à l'intérieur de l'éponge car il est énergiquement favorable de mouiller l'énorme surface intérieure recouvrant les pores de cet objet. Il est possible de provoquer le comportement inverse, c'est-à-dire une expulsion de l'eau, en réalisant un matériau poreux à partir de molécules hydrophobes. L'énergie nécessaire pour vaincre cette pression répulsive et remplir d'eau cette « anti-éponge » peut être récupérée lorsqu'on éjecte l'eau en relâchant la pression. La surface considérable des matériaux nanoporeux permet d'y stocker une densité d'énergie comparable à celle des supercondensateurs et, surtout, de récupérer cette énergie encore plus rapidement et avec un rendement de près de 90 %. En s'intéressant à des anti-éponges dont les pores sont de taille nanométrique, des physiciens du laboratoire MATEIS (CNRS/INSA Lyon/Univ. Lyon 1) et du laboratoire Interdisciplinaire de Physique - LIPhy (CNRS/UJF Grenoble) viennent de montrer qu'ajouter du sel dans l'eau que l'on cherche à injecter dans les nanopores peut augmenter la pression de fonctionnement d'un facteur dix et multiplier d'autant l'énergie stockée. Ils ont montré que cet effet est uniquement dû à la pression osmotique résultant de l'impossibilité pour les ions du sel de pénétrer dans les nanopores en raison de leur trop grosse taille. Ces résultats sont publiés dans la revue *Physical Review Letters*.

Dans le cadre de ce travail, les chercheurs ont utilisé une cellule étanche et déformable remplie pour chaque expérience d'une solution saline contenant des particules nanoporeuses de ZIF-8 (zeolitic imidazolate framework-8), un matériau à structure ordonnée organométallique. Ce matériau synthétique formé de cages sphériques interconnectées par des pores de 0.3 nm de



Particules nanoporeuses entourées d'une solution saline contenues dans une enceinte fermée par un piston mobile. L'énergie est stockée par entrée d'eau forcée dans les particules nanoporeuses. L'énergie est récupérée sur demande, par éjection spontanée de l'eau sous pression hors des particules.

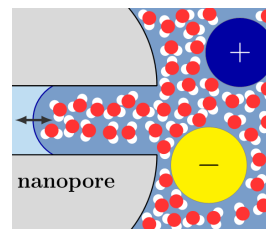


Illustration de l'entrée de molécules d'eau dans un nanopore et exclusion des ions constitutifs d'un sel.

diamètre est connu pour son hydrophobicité. Les solutions salines, utilisées à différentes températures, ont été préparées à partir de sept sels distincts dissouts à diverses concentrations. La cellule de mesure s'apparente à un système cylindre-piston dont l'étanchéité est assurée par un soufflet métallique capable de se déformer à vitesse élevée sous des pressions de plusieurs centaines d'atmosphères. La cellule est actionnée par une machine de traction qui permet de contrôler finement les phases d'intrusion forcée de l'eau dans les particules poreuses et d'extrusion spontanée hors des particules, sur des durées ajustables jusqu'à quelques dizaines de millisecondes. La mesure de la pression dans la cellule en fonction de son volume permet de déterminer précisément les pressions d'intrusion et d'extrusion. Pour chaque température et concentration en sels, l'écart à la pression mesurée en présence d'eau pure a été relevé. Cet écart s'avère être précisément égal à la pression osmotique de chaque solution à la température utilisée, indépendamment des vitesses d'intrusion et d'extrusion. Cette contribution osmotique résulte de l'exclusion des ions solubilisés hors du matériau, dont la taille des pores est inférieure à celle des ions. Ce phénomène, non spécifique au ZIF-8, apparaît en présence de toute structure capable d'exclure les ions. Des comportements inattendus, déjà observés avec d'autres matériaux à pores subnanométriques, ont pu ainsi être expliqués. Il reste à présent à clarifier les mécanismes responsables de cette exclusion hors des pores hydrophobes, celle-ci n'étant pas purement d'origine stérique.

## En savoir plus

Giant Osmotic Pressure in the Forced Wetting of Hydrophobic Nanopores, M. Michelin-Jamois<sup>1</sup>, C. Picard<sup>2</sup>, G. Vigier<sup>1</sup> et E. Charlaix<sup>2</sup>, *Physical Review Letters* (2015)

- Retrouvez la publication sur les bases d'archives ouvertes HAL et arXiv

## Contact chercheur

Cyril Picard, maître de conférences de l'Université Joseph Fourier

- Voir la page du groupe « Matière molle : Organisation, Dynamique et Interfaces » du LIPhy

## Informations complémentaires

<sup>1</sup> Laboratoire MATEIS

<sup>2</sup> Laboratoire Interdisciplinaire de Physique (LIPhy)

cnrs

www.cnrs.fr

Institut de Physique

CNRS - Campus Gérard Mégie  
3 rue Michel-Ange, 75794 Paris Cedex 16  
T 01 44 96 42 53  
inp-communication@cnrs-dir.fr  
www.cnrs.fr/inp