



Institut de physique

Actualités scientifiques

Des nanobâtonnets comme sondes ultimes de l'écoulement de fluides

Octobre 2017

Grâce à la synthèse de nanobâtonnets de phosphate de lanthane, des chercheurs sont parvenus à cartographier expérimentalement l'écoulement d'un fluide dans des canaux de très petite taille.

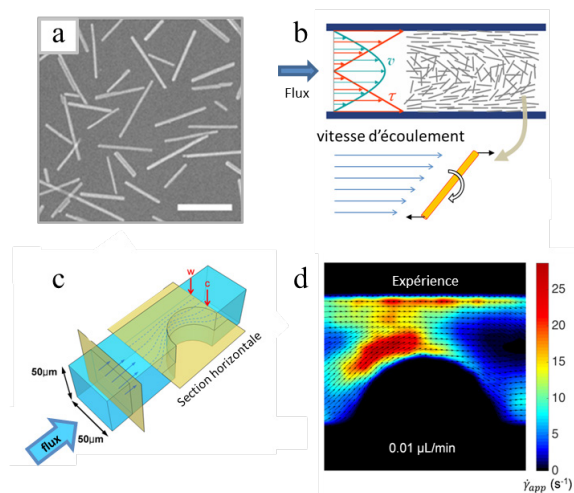
Comment s'écoule un fluide dans un réseau capillaire plus ou moins complexe ? Cette question est à la base de nombreuses études, comme celles sur la circulation dans les vaisseaux sanguins afin de comprendre, par exemple, l'accumulation contre les parois de matières lipidiques à l'origine de l'athérosclérose. En parallèle de simulations d'hydrodynamiques toujours plus performantes, les études expérimentales se heurtent à la difficulté de caractériser des écoulements à toute petite échelle, de l'ordre de quelques centaines de nanomètres.

Une équipe de chercheurs a synthétisé des nanocristaux de phosphate de lanthane (LaPO_4) ayant la forme de bâtonnets de 10 nm de diamètre et 200 nm de longueur. Ils ont montré que ces petits bâtonnets s'alignent sous l'effet des forces de cisaillement qui accompagnent l'écoulement du fluide dans lequel ils sont dispersés ; un peu comme des bûches flottant sur une rivière finissent par s'orienter dans le sens du courant. De plus, l'insertion d'ions luminescents comme l'euprotium (Eu^{3+}) dans ces nanocristaux confère aux bâtonnets des propriétés d'émission

de lumière fortement polarisée. Autrement dit, la forme du spectre d'émission observé dépend de l'orientation du bâtonnet. Dans ces conditions, une mesure simple de la lumière émise par ces bâtonnets permet de retrouver assez directement leur orientation spatiale.

Partant de ces deux effets – l'alignement des bâtonnets dans un écoulement et la possibilité de déterminer leur orientation par observation au microscope – l'idée développée dans cet article consiste à utiliser ces bâtonnets pour analyser, en temps réel et avec une résolution inégalée, l'écoulement d'un fluide dans un canal fluide de taille micrométrique. Ce travail ouvre des perspectives prometteuses pour la compréhension fondamentale de phénomènes liés aux écoulements d'un fluide dans des canaux complexes. Au-delà, ces sondes d'orientation pourraient également être utilisées en biologie, pour suivre in-situ les mécanismes liés à la dynamique d'orientation de bio-macromolécules, par exemple des protéines comme la myosine, afin d'en expliquer les propriétés et leurs modes d'action.

Ce travail particulièrement pluridisciplinaire publié dans la revue *Nature Nanotechnology* a mobilisé les compétences des chercheurs de différentes communautés en chimie et physique des matériaux, en spectroscopie et microscopie optique et en hydrodynamique, dans le cadre d'une collaboration internationale franco-néerlandaise impliquant le Laboratoire de physique de la matière condensée et le Laboratoire d'hydrodynamique (CNRS, Ecole Polytechnique, Université Paris-Saclay) et l'Institut Van't Hoff pour les Sciences Moléculaires (Université d'Amsterdam).



a : image de microscopie électronique à balayage des nanobâtonnets de LaPO_4
b : schéma montrant l'alignement des nanobâtonnets dans un écoulement sous l'effet des forces de cisaillement
c : Schéma d'un canal microfluidique ayant été étudiée
d : cartographie du champ de cisaillement dans le fluide en écoulement

En savoir plus

Monitoring the orientation of rare-earth doped nanorods for flow shear tomography

JW Kim, S. Michelin, M. Hilbers, L. Martinelli, E. Chaudan, G. Amselem, E. Fradet, J-P. Boilot, A.M. Brouwer, C. N. Baroud, J. Peretti et T. Gacoin

Nature Nanotechnology (2017), doi:10.1038/nnano.2017.111

Contact chercheur

Thierry Gacoin, directeur de recherche CNRS

Informations complémentaires

Laboratoire de physique de la matière condensée (LPMC, CNRS/X)

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.com@cnrs.fr
www.cnrs.fr/inp

Illustration du bandeau : © Emmanuel Perrin/CNRS Photothèque