

Contenir et contrôler un liquide sans paroi

En utilisant un champ de forces magnétiques, des chercheurs ont réussi à emprisonner un liquide dans un autre, et à le manipuler. Cette méthode permet de supprimer les parois des circuits fluidiques utilisés en biologie et en chimie qui limitaient leur miniaturisation.

La microfluidique consiste en la miniaturisation de circuits effectuant des opérations logiques à l'aide de fluides, afin de mieux contrôler l'écoulement et n'utiliser que des quantités minimales de liquides. Cela permet une manipulation et un diagnostic rapides « on-chip ». Ces applications dans les domaines de sciences de la vie et la chimie souffrent néanmoins de limitations. Lorsque la taille des canaux atteint quelques dizaines de micromètres, des problèmes de blocage, de dépôts sur les parois, et surtout de pression augmentant de manière très importante, entraînent de fortes contraintes mécaniques et détériorent la fiabilité des systèmes. Ces difficultés sont liées à l'utilisation de parois rigides pour confiner les écoulements. Une solution radicale consiste à éliminer ces parois grâce à un confinement par champ de forces magnétiques. Cette technique a été mise au point par des chimistes de l'Institut de science et d'ingénierie supramoléculaires (ISIS, Univ. Strasbourg/CNRS) et des physiciens de l'Institut de physique et chimie des matériaux de Strasbourg (IPCMS, CNRS/Univ. Strasbourg), en collaboration avec des spécialistes de magnétisme de Trinity College (Dublin). Ces résultats sont publiés dans la revue *Nature*.

Un liquide paramagnétique (ferrofluide), attiré par les zones de champ fort, enrobe un liquide diamagnétique (eau) confiné dans les zones de champ faible. Utilisant deux liquides non miscibles et des sources de forces magnétiques à géométrie appropriée, il est ainsi possible de stabiliser une forme cylindrique pour un liquide s'écoulant dans un autre liquide. Dans leur récente publication, ces auteurs ont montré comment il était possible de réaliser les éléments de base d'un circuit microfluidique (vannes, pompes, canaux en Y, mélangeurs...) avec cette technologie, évitant ainsi la plupart des écueils techniques de la microfluidique standard. Au moyen de tomographie par rayons X à haute résolution, il a été possible de démontrer la stabilité de circuit de canaux tubulaires d'un diamètre de 8 microns. En principe, l'optimisation des paramètres des deux fluides en contact doit permettre d'atteindre des tailles submicroniques. Le contrôle magnétique possède d'autres avantages : il devient de plus en plus efficace lorsque l'on réduit la taille et il est modifiable à des vitesses records. Dans une perspective de tailles ultimes, les technologies de nanomagnétisme et d'électronique de spin, actuellement utilisées pour le stockage d'informations, pourraient ainsi être mises à profit pour contrôler des circuits de nanofluidique.



Tomographie par rayons X reconstruite d'un canal d'eau de 81 µm de diamètre à l'intérieur d'un ferrofluide. Les deux surfaces vertes marquent les limites intérieures et extérieures du ferrofluide.

© Peter Dunne, IPCMS (CNRS/Univ. Strasbourg)

Bibliographie

Liquid flow and control without solid walls. Peter Dunne, Takuji Adachi, Arvind Arun Dev, Alessandro Sorrenti, Lucas Giacchetti, Anne Bonnin, Catherine Bourdon, Pierre H. Mangin, J.M. Coey, Bernard Doudin et Thomas M. Hermans, *Nature*, le 6 mai 2020.

DOI: <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2254-4>

Contacts

Peter Dunne | Post-doctorant | IPCMS | peter.dunne@ipcms.unistra.fr

Thomas M. Hermans | Professeur à l'Université de Strasbourg | ISIS | hermans@unistra.fr

Communication CNRS-INP | inp.com@cnrs.fr

