

Un financement de 10 millions d'euros pour le projet « n-Aqua »

Un projet scientifique ambitieux et exemplaire, autour du transport quantique dans les fluides ultra-confinés, impliquant notamment Lydéric Bocquet et son équipe, reçoit le soutien financier du Conseil européen de la recherche (ERC).

Il porte en germe des potentialités d'applications technologiques majeures notamment dans les champs de la production d'énergie et de la purification de l'eau.

L'eau est généralement décrite comme un liquide transparent défini par sa densité et sa viscosité, dans des conditions de température et de pression données. Cette définition générale ne présume pas de la variabilité du comportement des molécules d'eau à l'échelle quantique. Pourtant, si l'eau est confinée dans l'espace, à des dimensions nanométriques, par exemple dans un nanopore, la description dite « continue » s'effondre et des phénomènes entièrement nouveaux et inconnus jusqu'alors apparaissent. Au-delà, la compréhension de ces phénomènes est essentielle à des applications technologiques majeures, telles que la production d'énergie et la purification de l'eau.

Le projet « n-Aqua » (ERC Synergy Grant 2022) porté par des chercheurs de l'École normale supérieure – PSL (laboratoire de physique de l'ENS), de l'Institut Max Planck pour la recherche sur les polymères à Mayence, en Allemagne (MPI-P), ainsi que de l'Université de Cambridge, bénéficie désormais d'un financement de l'UE.

Ensemble et pour les six prochaines années, ces trois équipes européennes vont s'attacher à étudier ensemble les propriétés quantiques de l'eau dans le transport à l'échelle nano-métrique.

Comprendre le comportement de l'eau confinée à l'échelle nanométrique

Depuis des siècles les scientifiques étudient les propriétés partiellement anormales de l'eau, ce liquide unique qui fait de la Terre, la planète bleue. Par exemple : le fait que l'eau ait sa plus haute densité à 4 °C ou que les icebergs flottent sur l'eau. Ces théories conventionnelles, largement disponibles, ne suffisent cependant pas à expliquer le comportement de l'« eau nanométrique », c'est-à-dire ce qui se passe lorsque l'eau est fortement confinée, dans un espace à l'échelle de l'ångström. Les premières données indiquent qu'à cette échelle et dans ces conditions, l'eau s'écoule différemment et son diagramme de phase – diagramme décrivant ses états agrégés pour des conditions de température et de pression données – se modifie.

Le projet « n-AQUA » désormais soutenu financièrement par l'UE - abréviation de « *Nanoscale water: A Quantum Understanding of Angstrom-scale transport* » (eau à l'échelle nanométrique :

compréhension quantique du transport à l'échelle de l'angström) - se concentrera sur l'étude et la compréhension du comportement de l'eau confinée à l'échelle nanométrique.

Les recherches menées conjointement par les équipes du Max Planck Institute de Mayence, de l'Université de Cambridge et de l'École normale supérieure - PSL conjuguent des expertises de pointe d'équipes scientifiques de premier plan. L'expertise acquise au laboratoire de physique de l'ENS en matière de confinement nanométrique d'un fluide ; la capacité à « voir » le comportement de l'eau à l'aide de spectroscopies avancées développée par l'équipe de Mayence ; et enfin, les compétences en matière de simulations quantiques de l'équipe de Cambridge qui permettra d'obtenir une image globale de l'eau à l'échelle nanométrique.

Une aventure scientifique et un défi technique



Le physicien Lydéric Bocquet, DR CNRS & Pr. attaché à l'École normale supérieure | @Collège de France

Dans les laboratoires de l'École normale supérieure, les travaux conduits par Lydéric Bocquet et de son équipe sur les canaux ultrafins de quelques nanomètres, voire d'angströms d'épaisseur, ont conduit à explorer le transport d'ions dans des structures à deux dimensions, par exemple d'une couche unique de molécules d'eau constituée de nano fentes de Graphene. « La physique en deux dimensions est toujours source de comportements singuliers, voire bizarres ... ».

Le premier défi à relever consiste à « inventer une boîte à outils expérimentale complètement nouvelle permettant de construire des systèmes aux dimensions nanométriques qui utilisent notamment les nouveaux nanomatériaux qui ont émergé depuis dix ans : nanotubes, Graphene... ».

Les scientifiques ont également développé des instruments de mesure adaptés, et imaginé des techniques de mesure d'écoulement des fluides dans ces canaux. « Cela requiert une précision jamais atteinte », précise Lydéric Bocquet, « c'est une aventure scientifique autant qu'un défi technique ».

Les chercheuses et chercheurs de trois équipes s'attacheront également à évaluer, si et comment, le matériau de confinement utilisé affecte les propriétés d'écoulement, par exemple via ses propriétés électroniques, ou si le confinement bidimensionnel permet d'obtenir des phases dites superioniques. Ces recherches sur les propriétés de transport de l'eau à l'échelle nanométriques ouvrent des perspectives scientifiques et des applications technologiques décisives, notamment concernant la production d'énergie ou encore la purification de l'eau.

La dotation Synergy, d'un montant de 10 millions d'euros, financera ces recherches pendant les six prochaines années.

Synergy 2022 : chiffres clés

Pour rappel cette bourse, attribuée par le CER (Conseil européen de la recherche), est explicitement accordée pour la collaboration de plusieurs chercheurs principaux qui, selon le CER, « apportent des compétences et des ressources différentes pour aborder des problèmes de recherche ambitieux. » Les évaluateurs européens, dans leur appréciation du projet N-Aqua, ont estimé : « Il s'agit d'une proposition exemplaire à tous égards ».

Au total, **29 équipes de recherche en Europe** et dans le monde bénéficieront des subventions Synergy 2022. Ce financement d'un montant global de **295 millions d'euros** aidera des groupes de haut niveau s'attélant à des questions de recherche multidisciplinaires complexes qui ne pourraient être menées à bien par les chercheurs principaux individuels et leurs équipes travaillant seuls.

À l'échelle de la France, ce sont 22 chercheurs principaux, impliqués dans **15 projets** dont les travaux sont ainsi soutenus par un financement Synergy de l'ERC.

Pour l'Université PSL, ce sont 6 projets co-portés par des chercheuses et chercheurs PSL qui sont ainsi soutenus.

Rappel des projets coportés par des équipes de l'Université PSL : SHAPINCELLFATE ; TubulinCode ; OCEAN ; MIDRASH ; PushingCell et n-AQUA > [en savoir plus](#)

Contacts scientifiques

Pr. Lydéric Bocquet

DR. CNRS et professeur attaché à l'École normale Supérieure – PSL

lyderic.bocquet@lps.ens.fr

Pr. Mischa Bonn

Max Planck Institute for Polymer Research

bonn@mpip-mainz.mpg.de

Pr. Angelos Michaelides

University of Cambridge, Department of Chemistry

am452@cam.ac.uk