



Des images révolutionnaires de la naissance des cristaux

Une équipe de l'UNIGE est parvenue à visualiser la nucléation, l'étape qui précède la cristallisation et qui était invisible jusqu'à présent.

À l'intersection de la chimie et de la physique, le processus de cristallisation est omniprésent dans la nature comme dans l'industrie. Il est à la base de la formation des flocons de neige mais aussi de certains principes actifs utilisés en pharmacologie. Pour que le phénomène opère avec une substance donnée, celle-ci doit au préalable passer par une première étape dite «nucléation», durant laquelle les molécules s'organisent et créent les conditions nécessaires à la formation de cristaux. Si l'observation de la dynamique de pré-nucléation était difficile jusque-là, cette étape-clé est aujourd'hui révélée par les travaux d'une équipe de recherche de l'Université de Genève (UNIGE). Les scientifiques sont en effet parvenus à visualiser spectroscopiquement ce processus en temps réel et à l'échelle micrométrique, ouvrant la voie à la conception de substances actives plus sûres et plus stables. Ces résultats sont à découvrir dans les *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*.

Isoler une substance gazeuse ou liquide sous forme de cristaux solides: la cristallisation est un processus chimique et physique utilisé dans de nombreux domaines, de l'industrie pharmaceutique à l'agroalimentaire. Ce phénomène n'est cependant pas propre à l'industrie, il est omniprésent dans la nature et se révèle par exemple dans les flocons de neige, les calculs rénaux ou encore les coraux.

Pour que des cristaux se forment à partir de substances, celles-ci doivent au préalable passer par une étape cruciale, la nucléation. C'est durant cette première phase que les molécules commencent à se regrouper et s'arranger pour former un «noyau», amas stable de molécules, qui conduira au développement et à la croissance d'un cristal. Il est impossible de prévoir quand et où un noyau se formera.

«Jusqu'à présent, les scientifiques n'étaient pas en mesure de visualiser avec précision cette première étape qui, par ailleurs, fait débat. Les récentes études suggèrent que l'organisation des molécules avant la formation de «noyaux» serait un agrégat non ordonné. Comment l'ordre cristallin émerge de cet amas? C'est une grande question!», explique Takuji Adachi, professeur assistant au sein du Département de chimie physique de la Faculté des sciences de l'UNIGE.



© Oscar Urquidí

Les scientifiques ont utilisé des lasers pour mettre en évidence la structure moléculaire à l'œuvre durant la nucléation mais aussi pour induire celle-ci et observer son empreinte spectrale.

Illustrations haute définition

Observer la nucléation d'un cristal en temps réel

L'équipe de Takuji Adachi, épaulée par deux chercheuses du Département de chimie de l'Université de McGill (Nathalie LeMessurier et Lena Simine), a franchi une étape décisive en parvenant à observer à l'échelle micrométrique par spectroscopie optique le processus de nucléation d'un cristal individuel. «Nous avons réussi à démontrer et visualiser l'organisation et la formation d'agrégats moléculaires qui précèdent la cristallisation», explique Johanna Brazard, chercheuse au sein du Département de chimie physique et co-première auteure de la recherche.

Pour observer ce phénomène, les scientifiques ont combiné microspectroscopie Raman – technique s'appuyant sur l'interaction de la lumière avec la matière pour obtenir des informations sur sa composition – et piégeage optique. «Nous avons utilisé des lasers pour mettre en évidence la structure moléculaire à l'œuvre mais aussi pour induire le phénomène de nucléation, et ainsi pouvoir l'observer et enregistrer son empreinte spectrale», explique Oscar Urquidi, doctorant au sein du Département de chimie physique et co-premier auteur de cette recherche. La substance-modèle choisie pour mener ces expériences était de la glycine, un acide aminé qui est une brique essentielle à la vie, dissoute dans l'eau.

«Nos travaux ont mis en évidence une étape de la cristallisation invisible auparavant, se réjouit Takuji Adachi. Visualiser plus précisément et mieux comprendre ce qui se joue à l'échelle moléculaire est très utile pour orienter plus efficacement certaines manipulations.» Cette découverte pourrait notamment faciliter l'obtention de structures cristallines plus pures et plus stables pour certaines substances utilisées dans la conception de nombreux médicaments, ou matériaux.

contact

Takuji Adachi

Professeur assistant
Département de chimie physique
Faculté des sciences

+41 22 379 65 59
Takuji.Adachi@unige.ch

Johanna Brazard

Collaboratrice scientifique II
Département de chimie physique
Faculté des sciences

+41 22 379 65 59
Johanna.Brazard@unige.ch

DOI: [10.1073/pnas.2122990119](https://doi.org/10.1073/pnas.2122990119)

UNIVERSITÉ DE GENÈVE
Service de communication
24 rue du Général-Dufour
CH-1211 Genève 4
Tél. +41 22 379 77 17
media@unige.ch
www.unige.ch