

Haute couture moléculaire

Plus de 400 atomes répartis en trois brins eux-mêmes tressés en triple hélice, et huit croisements : voilà le nœud moléculaire le plus complexe jamais réalisé.

448

ATOMES

composent le nœud moléculaire réalisé par l'équipe de David Leigh.

Présents dans certaines protéines, dans l'ADN, dans des chaînes de polymères, les nœuds moléculaires font partie intégrante de la nature. Leur synthèse en laboratoire, elle, est une autre paire de manches. La principale raison ? Leurs dimensions. En effet, ces structures chimiques sont minuscules, de l'ordre de la dizaine de nanomètres (un nanomètre

égal 10^{-9} mètre). Cela explique que, sur les quelque 6 milliards de configurations connues, seules trois, relativement simples, ont été synthétisées jusqu'à présent – la première (le nœud de trèfle) fut l'œuvre, en 1989, de l'équipe du récent Prix Nobel de chimie français, Jean-Pierre Sauvage (1).

Dès lors, on mesure mieux la performance accomplie par le groupe de David Leigh, de l'université de Manchester : son nœud moléculaire se compose de 448 atomes (216 de carbone, 192 d'hydrogène, 24 d'azote

et 16 d'oxygène)

répartis en trois brins, eux-mêmes tressés en triple hélice ; ces brins sont assemblés de sorte que, une fois fermé, le nœud soit constitué de huit croisements très serrés (2).

« C'est le nœud moléculaire le plus complexe jamais synthétisé », admire

Jean-François Nierengarten, de l'université de Strasbourg. Le temps passé pour parvenir à

ce résultat – près d'un an – en témoigne. La méthode d'assemblage, elle, s'inspire de celle mise au point en 1986 par Jean-Marie Lehn (autre Prix Nobel de chimie français).

SOLUTION BASIQUE

Les chimistes britanniques ont mélangé, dans une solution, leurs trois brins tressés avec cinq ions. Ces derniers – quatre de fer et un de chlorure – ont fait office d'étais. « Les ions métalliques sont "collants" dans certaines directions de l'espace, explique David Leigh. On s'est servis de cette propriété pour contrôler la position des brins tressés et des croisements. » Puis, à l'aide d'un catalyseur courant dans l'industrie, ils ont soudé les brins au niveau des croisements (et donc formé le nœud). Avant de retirer les ions fer et chlorure grâce à une solution basique. Ultime étape : les chimistes ont prouvé, par cristallographie aux rayons X, que la structure moléculaire de leur nœud correspondait à leurs attentes. « Avec cette technique d'analyse, la nature de leur produit est clairement démontrée, juge Jean-François Nierengarten. Ce travail est de la haute couture. » Vincent Glavieux

(1) C. O. Dietrich-Buchecker *et al.*, *Angew. Chem. Int. Ed.*, 28, 189, 1989.

(2) J. J. Danon *et al.*, *Science*, 355, 159, 2017.

▼ Structure du nœud avant la suppression des ions fer et chlorure (en vert et violet) qui soutiennent l'ensemble.

