Zeitschrift: Horizons : le magazine suisse de la recherche scientifique
Herausgeber: Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique
Band: - (2005)
Heft: 66

Artikel: Architecte au royaume des molécules
Autor: Roth, Patrick
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-971189

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Architecte au royaume des molécules

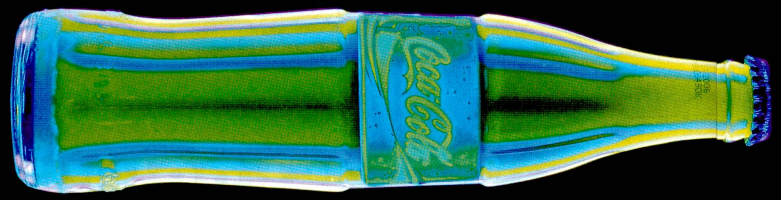
PAR PATRICK ROTH

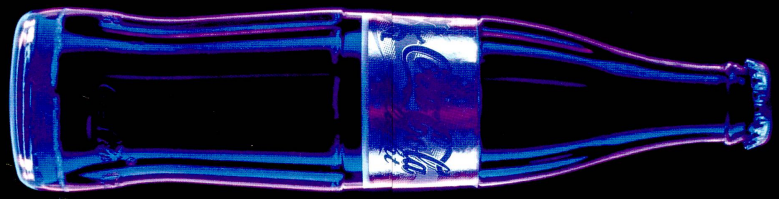
Grâce à des éléments moléculaires qui s'auto-assemblent, Stefan Matile et son équipe du département de chimie organique de l'Université de Genève ont réussi à mettre au point des pores artificiels utilisables comme détecteurs universels de réactions chimiques.

Est-ce du Coca-Cola classique ou du Coca Light? A première vue, dans leur verre, les deux boissons ont l'air identique. Et côté goût, elles se distinguent à peine l'une de l'autre. Mais la différence apparaît clairement lorsqu'on leur mélange un senseur chimique de sucre et qu'on les place sous une lumière ultraviolette. La boisson au sucre prend une couleur verte et lumineuse, alors que la version édulcorée artificiellement reste sombre.

Au département de chimie organique de l'Université de Genève que dirige Stefan Matile, la chimie supramoléculaire a permis de créer des structures de type cellulaire dont les pores se bloquent au contact de certaines substances. Ces pores sont hautement spécialisés et ne s'ouvrent que lorsqu'une réaction – p. ex. au sucre – lève le blocage chimique. A ce moment-là, une substance retenue dans les «cellules» s'écoule et devient fluorescente sous la lumière UV.

«Evidemment, ce n'est pas pour mettre en évidence les édulcorants des limonades que ces senseurs ont été développés», admet Stefan Matile. Mais cette expérience, menée dans le cadre du Programme national de recherche 47, témoigne de l'énorme potentiel des senseurs moléculaires pour le diagnostic médical. La chimie supramoléculaire permet de simplifier nettement des analyses complexes. Et les pores issus du laboratoire pourraient être utilisés dans un futur proche comme outils d'analyse universels en médecine et comme senseurs chimiques.





Coca-Cola classique ou Coca Light? La différence apparaît clairement lorsqu'on leur mélange un senseur chimique de sucre et qu'on les place sous une lumière ultraviolette. La boisson au sucre prend une couleur verte et lumineuse, la version édulcorée artificiellement reste sombre.
Photo: Studio25

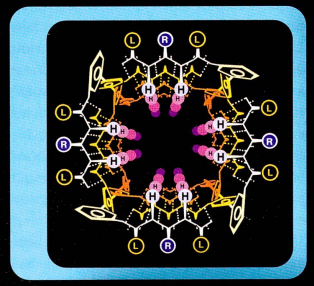
Le fort potentiel du PNR 47

Le Programme national de recherche 47 «Matériaux fonctionnels et supramoléculaires» qui s'est achevé au terme de cinq ans de travaux a défini des priorités en recherche appliquée comme en recherche fondamentale. Grâce au développement de senseurs chimiques pour le diagnostic médical et de revêtements fonctionnels, de premières percées ont pu être réalisées. Les travaux de recherche multidisciplinaires (issus de la chimie, de la biologie, de la physique et des sciences des matériaux) ont notamment débouché sur le dépôt de 18 demandes de brevet et sur six coopérations avec l'industrie. Grâce au PNR47, la Suisse occupe aujourd'hui une position de pointe dans le secteur de la chimie supramoléculaire – un domaine à fort potentiel scientifique et économique. réd

Des éléments qui s'auto-assemblent

La chimie supramoléculaire, dont les fondateurs Donald Cram, Charles Pedersen et Jean-Marie Lehn ont reçu le Prix Nobel en 1987, s'intéresse à la construction ciblée de structures d'éléments moléculaires. Celles-ci ont la particularité de s'auto-assembler et de s'auto-réparer. Une molécule est une association stable d'atomes, alors qu'une supramolécule est une association stable de molécules. Le langage peut servir ici d'analogie: les mots (molécules) sont composés de lettres (atomes). Lorsqu'on se sert des mots pour former des phrases (supramolécules), de nouveaux énoncés émergent. Et dans le cas des supramolécules, ces énoncés sont de nouvelles fonctions. Les chimistes parlent alors de «molécules fonctionnelles».

Certaines nanomachines développées à ce jour se comportent comme des pincettes moléculaires. D'autres accumulent de la lumière ou se fixent à certains emplacements prédéfinis de cellules vivantes, alors que certaines molécules fonctionnelles sont en mesure de s'auto-reproduire. Leur parenté avec la biochimie du vivant est évidente. Dans la nature, l'auto-assemblage des molécules va de soi. Les protéines, l'ADN qui sert de support à l'information génétique, les virus et les cellules doivent leur structure à ce principe.

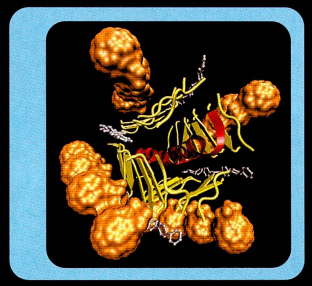


Vue d'une supramolécule peptidique. En noir au centre, le pore.
Image: Stefan Matile/Uni Genève

Savoir faire preuve de créativité

«Ce qui rend la chimie supramoléculaire aussi intéressante, c'est notre capacité croissante à contrôler toujours mieux la structure des molécules fonctionnelles», affirme le chercheur. Lors d'une première étape de synthèse chimique, on prépare les éléments de la structure souhaitée à s'ordonner et à s'associer à des forces relativement faibles.

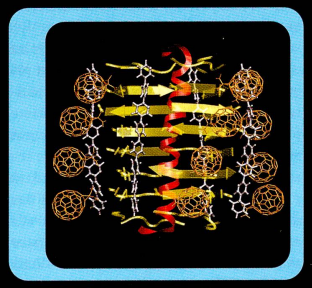
«Pour notre projet, nous sommes partis de bâtonnets rigides issus de liaisons organiques, qui ne peuvent être ni serrés ni tordus», note-t-il. Bien que ces molécules en forme de bâtonnets appelés «rigid rods» soient connues depuis un certain temps déjà des scientifiques des matériaux, elles ont été ignorées pendant longtemps par la chimie supramoléculaire tournée vers la biologie. A tort, comme l'a montré l'équipe genevoise: les éléments, appelés aussi modules, des «rigid rods» peuvent en effet être «équipés» de certaines propriétés ciblées. «On commence par planifier sur le papier les fonctions souhaitées des supramolécules, relève le chimiste. C'est un travail où il faut savoir faire preuve de créativité.»



Supramolécule avec activateurs (en forme de ballons) et bloqueur peptidique (hélice rouge).
Avec l'aimable autorisation de Wiley-VCH

Best-seller académique

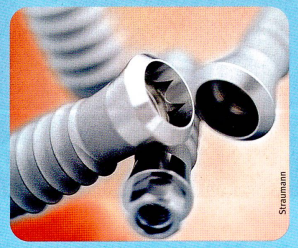
Son équipe, dont fait également partie son épouse Naomi Sakai, s'est spécialisée dans le développement de membranes dotées de pores synthétiques. Selon leur configuration, ces pores peuvent être utilisés comme récipients, senseurs ou déclencheurs de réactions chimiques. «C'est leur emploi comme détecteurs de réactions chimiques qui semble le plus prometteur», souligne Stefan Matile.



Vue latérale de la supramolécule multifonctionnelle décrite ci-dessus.
Avec l'aimable autorisation de Wiley-VCH

L'intérêt énorme que cette recherche suscite auprès des spécialistes témoigne de son importance. Un article que l'équipe a publié en 2004 dans le journal *Chirality* sur les propriétés des pores artificiels est devenu un véritable «best-seller» récompensé par l'«Oscar» de la publication la plus lue dans le domaine. Le texte a en effet été téléchargé plus de 25000 fois depuis la banque de données des publications spécialisées. ■

Implant dentaire optimal



Straumann

Les implants dentaires doivent se souder parfaitement à l'os, ne pas adhérer à la gencive et repousser les bactéries. Un revêtement sur mesure a été développé à l'EPFZ pour satisfaire à ces exigences.

«Tant qu'un implant ne s'est pas soudé aux cellules de l'os, vous avez un amortisseur dans la mâchoire, pas une dent», affirme Samuele Tosatti,du Laboratoire des surfaces à l'EPFZ. Si les cellules osseuses pouvaient coloniser rapidement des implants de titane, cela permettrait donc de réduire fortement la phase de guérison postopératoire. Samuele Tosatti a réussi à recouvrir ces implants dentaires d'un mince film moléculaire qui présente toutes les propriétés souhaitées. «Sur une dent de la taille du Cervin, l'épaisseur du film serait juste celle d'un cheveu», explique-t-il.

Ce revêtement supramoléculaire a été développé dans le cadre du Programme national de recherche 47 par Marcus Textor et Nicholas Spencer, ingénieurs en matériaux à l'EPFZ. Le produit des deux chercheurs a déjà éveillé en Suisse l'intérêt de l'industrie, notamment du du groupe médical Straumann .