Surfaces rendue résistantes à l’encrassement par une technologie laser femtoseconde

02 novembre 2022, 11:11

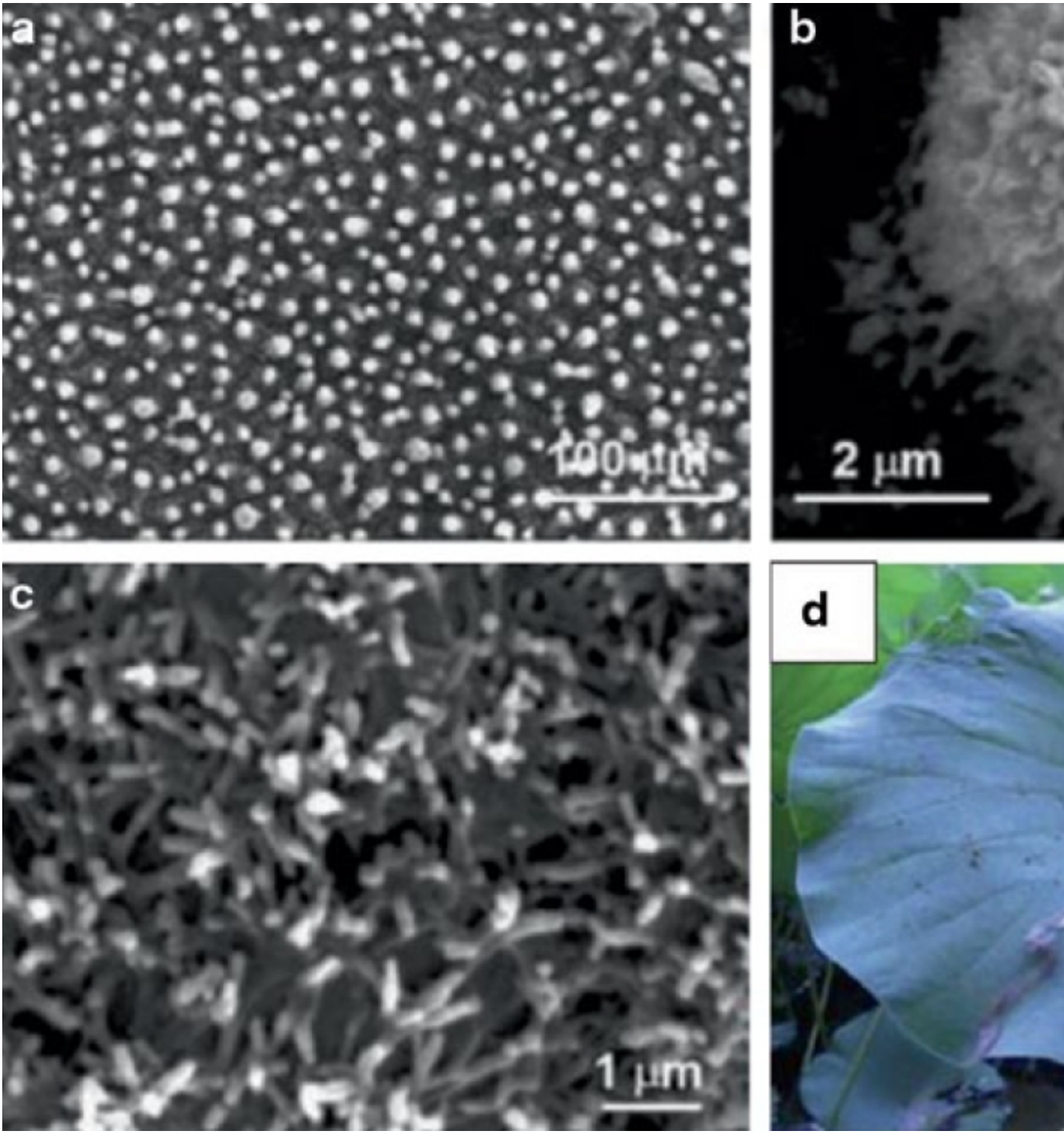
Olivier Malek

Par biomimétique ou « biomimicry » , on entend l’imitation technique de processus mis en oeuvre par la nature pour résoudre divers problèmes pratiques tels que l’adaptation d’une surface donnée pour lui conférer certaines propriétés. Ainsi, doter des surfaces d’une microstructure suffit à les rendre hydrofuges, antisalissures, autonettoyantes, etc. Aujourd'hui, différentes techniques de précision, dont la microtexturation par laser à impulsions ultra-courtes permettent d’obtenir de tels résultats.

Diverses applications bénéficient d’ores et déjà de surfaces résistantes à l’encrassement. Songez, par exemple, à la déperlance des vêtements, au verre de serre autonettoyant ou aux filtres de séparation huile-eau. Un autre exemple réside dans les revêtements de coque visant à contrarier la prolifération d’algues et de balanes dont l’adhésion augmente la résistance de l’eau et la consommation de carburant des navires. Si l’application d’un revêtement permet souvent d’obtenir de telles propriétés antisalissures, le potentiel des surfaces structurées n’en demeure pas moins appréciable. L’observation de la nature peut nous apprendre à identifier les structures aptes à prévenir l’encrassement des coques. À l’instar des lasers à impulsions ultra-courtes (en abrégé « LUC » ou femtolasers), de nouvelles technologies permettent d’imiter ces structures naturelles.

Anti-poussières

Exemple archétypal : la surface d’une feuille de lotus sur laquelle glissent les gouttes d’eau. Cette feuille est recouverte de microstructures qui en restreignent l’interaction avec l'eau. En raison de la tension superficielle, l’eau s’y dépose en prenant sa forme naturelle de goutte. Ces gouttes roulent sur la surface de la feuille en emportant la poussière avec elles. Au laboratoire Sirris, nous reproduisons ces structures au moyen de lasers à impulsions ultra-courtes. Outre leur application directe sur des surfaces métalliques, ces structures s’appliquent indirectement, par exemple, par injection dans une matrice traitée par LUC.

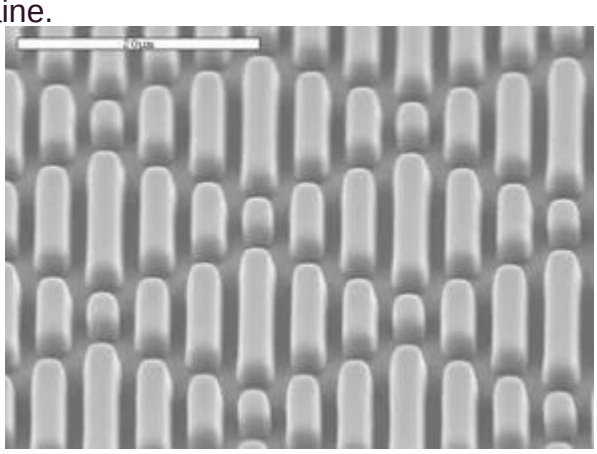


Feuille de lotus dont les microstructures et nanostructures favorisant l’évacuation par glissement des

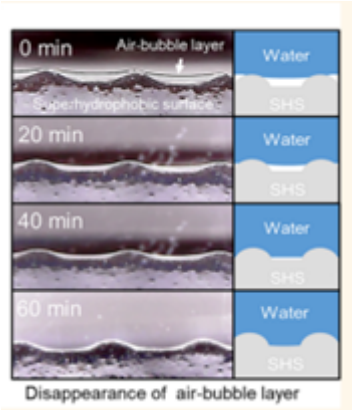
Anti-prolifération d’algues

Il faut systématiquement considérer ces propriétés dans un environnement spécifique et dans des conditions idoines. Une étude récente a révélé, entre autres, que les propriétés anti-encrassement d’une surface du type feuille de lotus ne contrariaient aucunement la prolifération des algues (voir figure ci-après). L’effet superhydrophobe se dissipe au bout d’une heure d’immersion, si bien que la prolifération des algues ne s’en trouve nullement entravée.

À cet égard, l’étude de la pilosité constitue une meilleure source d’inspiration quant à la lutte contre cette prolifération. En effet, les balanes n’adhèrent pas à la peau des requins, en revanche elles infestent celle des baleines à bosse, par exemple. Leur adhérence est due à la présence de structures microscopiques telles que les denticules qui préviennent ce processus d’adhésion. Toute structure s’inspirant d’une peau de requin, comme le Sharklet, fait merveille dans ce domaine.



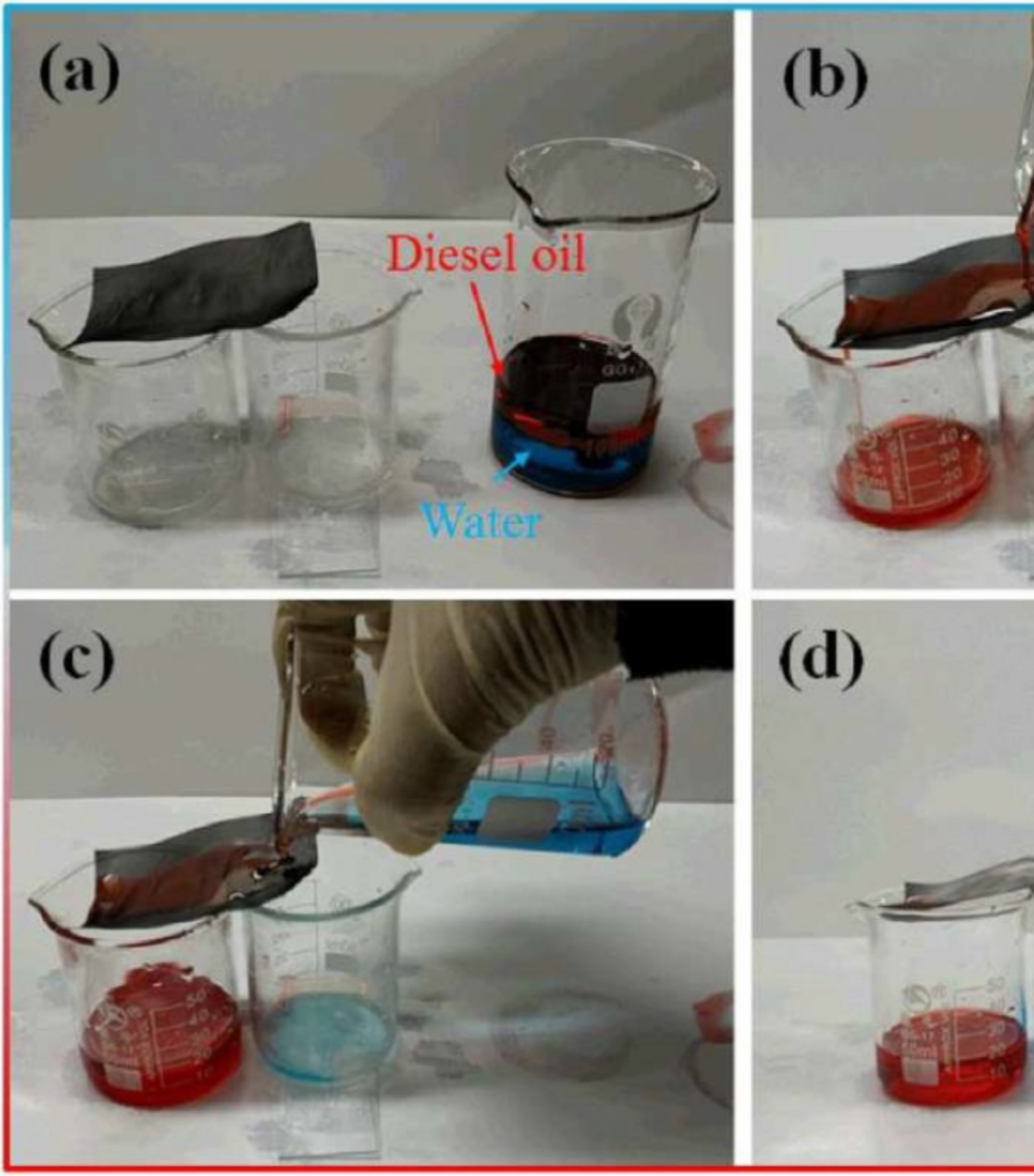
Structure d’un Sharklet doué de propriétés antibactériennes.



Evolution d’une surface superhydrophobe en immersion.

Antipollution par les hydrocarbures

La pollution des eaux par les hydrocarbures est un phénomène bien étudié, mais comment y remédier ? Comment séparer les eaux des hydrocarbures ? À cet égard, les résultats obtenus au moyen de filtres améliorés par LUC sont encourageants. La figure ci-après rend compte de l’évolution d’un mélange eau-gasoil versé sur un filtre traité par LUC. Contrairement à l’eau, le gasoil ne parvient pas à en traverser la membrane. Dès lors, on assiste à une séparation de l’eau et du gasoil, lesquels se déversent respectivement dans les récipients gauche et droit.



Des recherches portant sur la fonctionnalisation des surfaces sont menées au labo Sirris de Diepenbeek. Notre installation laser à impulsions ultra-courtes nous permet, entre autres, de rendre les surfaces traitées superhydrophobes, lumino-absorbantes ou plus lisses. Si vous avez des questions concernant l'amélioration de l'une de vos surfaces, sur sa résistance à l'encrassement ou sur l'ajout d'une autre fonctionnalité, prenez contact avec nous!

Ce blog a été publié dans le cadre du projet COOCK SURFACESCRIPT.

Sources:

- https://www.sharklet.com/technology-overview/
- The anti-biofouling properties of superhydrofobic surfaces are short-Lived, Gi Byoung Hwang et al., ACS Nano 12, p. 6050-6058 (2018)
- Sharkskin-mimetic desalination membranes with ultralow biofouling, Wansuk Choi et al., J. Mater. Chem. A. 6, p. 23034-23045 (2018)
- Antifouling Surfaces and Materials, from land to marine Environment, Feng Zhou, ISBN 978-3-662-45203-5.
- Recent Advances in Femtosecond Laser-Induced Surface Structuring for Oil-Water Separation, Ali Sami Alnaser et al. , Applied Sciences 9, p. 1554 2019.

Auteurs

Olivier Malek