

# DES SURFACES FONCTIONNALISÉES inspirées par la nature

Marc FAUCON  
Laura GEMINI  
Alphanov

[marc.faucon@alphanov.com](mailto:marc.faucon@alphanov.com)  
[laura.gemini@alphanov.com](mailto:laura.gemini@alphanov.com)

Au cours de la dernière décennie, les processus laser sont devenus le choix préféré pour de nombreuses industries. Les lasers permettent en effet d'adapter chaque processus à une large gamme de matériaux par la simple variation des différents paramètres du procédé, tels que la longueur d'onde, la durée, l'énergie et la fréquence des impulsions. Dans ce contexte, les lasers à impulsions ultra-courtes (avec une durée de l'ordre de quelques dizaines de femtosecondes) permettent, entre autres, de fonctionnaliser les surfaces des matériaux en adaptant leurs propriétés à des besoins spécifiques.

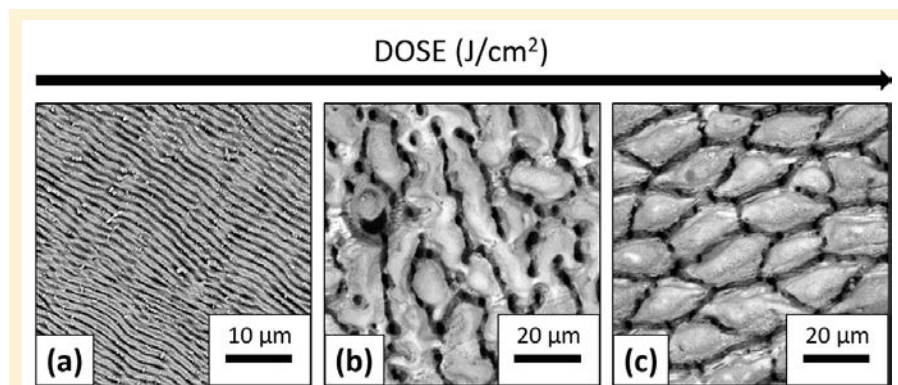
## Des sources lasers adaptées à la texturation de surface pour l'industrie

De nos jours, la plupart des procédés de texturation de surface utilisent des lasers à impulsions ultra-courtes. En fait, les impulsions émises sont si brèves que l'usinage des matériaux se produit avec très peu, voire sans échange thermique, créant des contours sans bavure et ouvrant ainsi la voie à une très haute précision de structuration (jusqu'à l'échelle du micron, voire l'échelle nanométrique). Pour la mise en œuvre de ces procédés au sein de l'industrie, des lasers plus compacts, plus robustes et offrant des vitesses d'usinage plus importantes, donc une puissance moyenne plus élevée, ont été développés. Aujourd'hui, les sources lasers femtoseconde peuvent atteindre des dizaines de watts avec des fréquences de plusieurs centaines de kHz. Le couplage avec un scanner ayant une vitesse de balayage de plusieurs dizaines de mètres par seconde permet d'atteindre des vitesses d'usinage de l'ordre de quelques secondes par centimètre carré [1,2].

## Texturation par laser ultra-court : du nanomètre au micromètre

Différents types de nano et microstructures peuvent être générés par texturation laser (figure 1). En règle générale, à faibles doses d'éclairage laser (*i.e.* énergie totale déposée par unité de surface texturée), il est possible d'observer la présence d'ondulations, également appelées ripples ou LIPSS (figure 1a). Si le laser a une polarisation linéaire, ce type de nanostructure est composé de lignes périodiques avec une direction

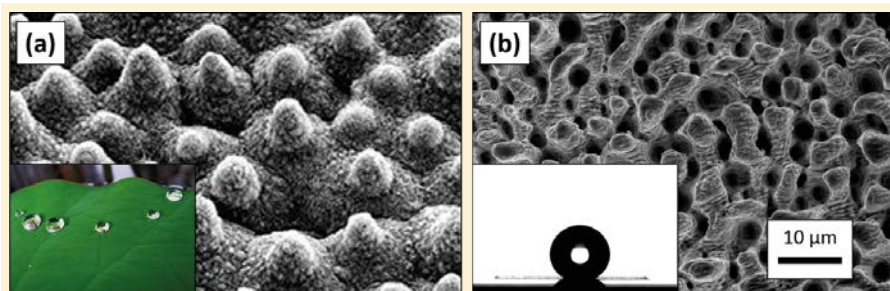
perpendiculaire à la polarisation du laser et un espacement de l'ordre de la longueur d'onde du laser. Lorsque la dose augmente, les ondulations se transforment en microstructures périodiques avec une direction parallèle à la polarisation du laser (figure 1b). Enfin, lorsque la dose augmente encore, les effets thermiques prennent un rôle prépondérant dans l'évolution de la morphologie de surface, et des microstructures coniques, également appelées spikes (figure 1c), sont générées uniformément sur la surface. La taille de ces structures augmente avec la dose jusqu'à saturation à environ plusieurs dizaines de microns.



**Figure 1.** Différents types de nano et microstructures générées avec une dose faible (a, LIPSS), intermédiaire (b, microstructures périodiques), et élevée (c, spikes) d'éclairage laser.







**Figure 3.** Hydrophobie observée pour les feuilles de lotus (a) et reproduction par texturation laser de cet effet (b).

Dans ce contexte, les structures nanométriques et micrométriques trouvent des applications différentes. Les colorations apportées par les ondulations des LIPSS trouvent des applications naturelles dans tous les secteurs sensibles aux aspects décoratifs (joaillerie, parfumerie, horlogerie) mais sont aussi utilisées pour des marquages anti-contrefaçon. Les microstructures coniques sont plutôt utilisées dans des applications basées sur la capture de la lumière, telles que les détecteurs infrarouge et les panneaux photovoltaïques pour augmenter leur taux de conversion de photons incidents.

Une propriété commune à ces structures est le changement de la mouillabilité de la surface, comme il est observé pour la feuille de lotus (figure 3a). Dans ce contexte, ALPhANOV est maintenant partenaire du projet européen TresClean ([www.tresclean.eu](http://www.tresclean.eu)). Le but principal de ce projet est de produire par texturation laser à haute productivité

des surfaces antibactériennes et hydrophobes pour une utilisation dans l'industrie alimentaire et les appareils ménagers. De cette manière, il est possible de réduire la maintenance et allonger la durée de vie des outils traités. Le caractère hydrophobe de la surface est généralement attribué à la présence d'air entre la surface texturée et le liquide, qui réduit les points de contact, facilitant le roulement des gouttes de liquide. Aujourd'hui, ALPhANOV a réussi à obtenir des surfaces super-hydrophobes présentant

un angle de contact entre la goutte de liquide et la surface supérieure à  $150^\circ$ , avec une vitesse d'usinage de quelques secondes par centimètre carré (figure 3b) [5].

Ces résultats du projet TresClean débuté en avril 2016 montrent d'ores et déjà la capacité à conserver la génération de structures à morphologie complexe à haute cadence de tir et haute puissance moyenne jusqu'à 100 W. Ces résultats prometteurs permettent de franchir un nouveau palier pour la fonctionnalisation de grandes surfaces soit en inscription directe, soit pour la gravure de moules d'injection. Les enjeux futurs seront de conserver ces morphologies avec des puissances moyennes toujours plus élevées malgré une accumulation thermique importante en raison du faible temps entre chaque impulsion (de l'ordre de  $0,1 \mu\text{s}$ ). Le projet TresClean répondra à ces nouveaux enjeux avec une fin du projet programmée pour octobre 2019.

#### POUR EN SAVOIR PLUS

- [1] Faucon, M., Laffitte, A., Lopez, J., Kling, R., Surface blackening by laser texturing with high repetition rate femtosecond laser up to 1 MHz, *Proceedings of SPIE*, Vol. 8972 (2014)
- [2] Mincuzzi, G., Gemini, L., Faucon, M., Kling, R., Extending ultra-short pulse laser texturing over large area, *Applied Surface Science*, **386**, 65 (2016)
- [3] Bonse, J., Höhm, S., Kirner, S.V., Rosenfeld, A., Krüger, J., Laser-induced periodic surface structures - a scientific evergreen, *IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics*, **23**, 3 (2017)
- [4] Tsibidis, G.D., Fotakis, C., Stratakis, E., *Physical Review B* **92**, 041405 (2015)
- [5] Gemini, L., Faucon, M., Romoli, L., Kling, R., High throughput laser texturing of super-hydrophobic surfaces on steel, *Proceedings of SPIE* 10092, 100921G (2017)



## Sous la lumière, les hommes

Par Riad Haidar et préfacé par Pierre Chavel

edp sciences

On imagine mal aujourd'hui le parcours de ces savants, grands esprits audacieux, caractères courageux et trempés, fins politologues, qui ont construit la science que nous pratiquons et imaginé le monde tel que nous le connaissons aujourd'hui. Ce livre reprend, à travers une sélection de biographies, comme autant de trajectoires symboliques, les grandes lignes de cette aventure millénaire.

[laboutique.edpsciences.fr](http://laboutique.edpsciences.fr)

ISBN : 978-2-7598-1082-6  
19 € TTC