

LES SURFACES BIO-INSPIRÉES POUR LES APPLICATIONS HORLOGÈRES

→ Marc FAUCON | Responsable adjoint du dpt Procédés laser | ALPhANOV



e·micronora

22 > 25 SEPT. 2020

ALPhA **NOV**
Centre Technologique Optique et Lasers

Localisation

Institut d'Optique d'Aquitaine -
Bordeaux

ALPhANOV est implanté dans l'« **Institut d'Optique d'Aquitaine** », sur le campus universitaire de Bordeaux.



Antenne Limoges

Hébergé par XLIM
Depuis Décembre 2017



ALPhANOV en quelques chiffres

Projets collaboratifs actifs

(Soutenus par l'Union Européenne,
l'Etat et des organismes nationaux,
la Région Nouvelle-Aquitaine)

5 entreprises hébergées
en permanence

5

24

9

9 Brevets
Dont 6 en co-propriété,
tous licenciés ou exploités

20

Chiffre d'affaires en
2019

Plus de 650
clients/partenaires cumulés,
de la PME aux groupes les
plus prestigieux

78

20 soutiens
« Start-Up »
cumulés en 12 ans

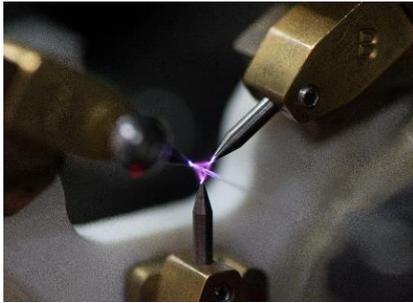
6,5

78 ETP

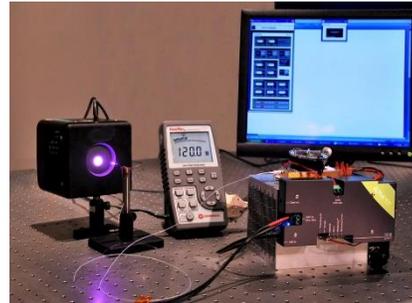
Association Loi 1901 créée
en 2007



4 départements



Sources laser et
composants fibrés



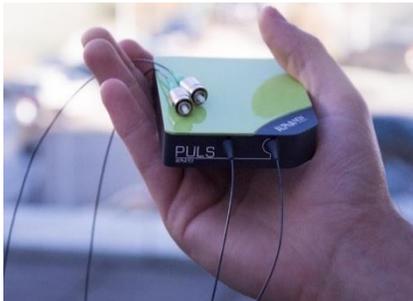
Systèmes
Photoniques



Procédés laser et
micro-usinage



Formation



Laser Innovants
Intégration de fibre optique PCF



Test de circuits intégrés
Opto-électronique



Etude de faisabilité
Industrialisation du procédé



Centre de formation
Formation et innovation
pédagogique

Applications



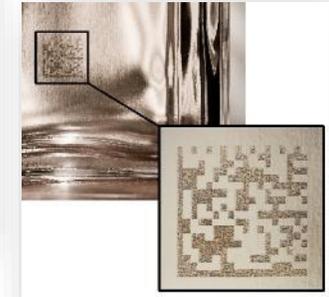
- ❑ Fonctionnalisation de surface
- ❑ Texturation de surface
- ❑ Ablation sélective
- ❑ Marquage intra-volume
- ❑ Marquage
- ❑ Micro-gravure
- ❑ Micro-découpe
- ❑ Micro-perçage
- ❑ Bio-applications



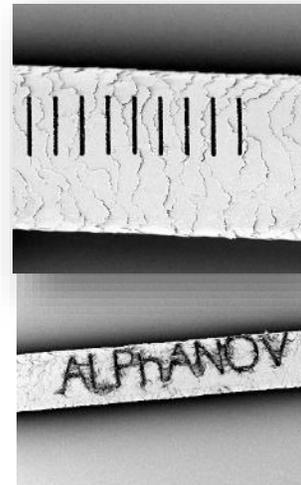
Gravure sur **allumette**



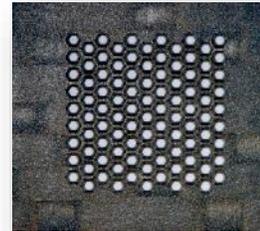
Micro-découpe de **verre**



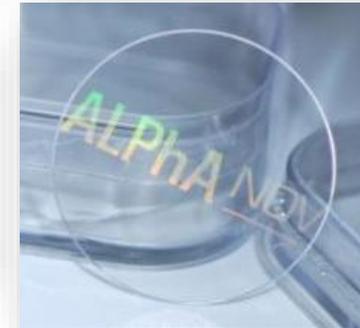
Marquage intra-volume de **verre**



Gravure sur **cheveux**



Perçage de **CMC**



Marquage de **saphir**



Micro-découpe de **laiton**



Texturation sur **acier**



Noircissement **Al, Cu, Ti, acier**

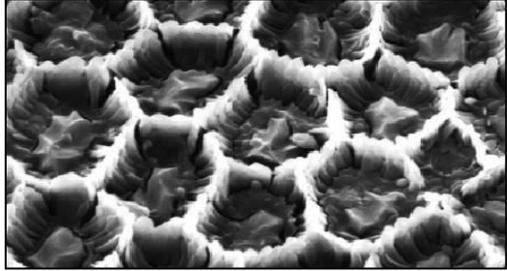


Modelage d'**acier**

Surfaces Bio-inspirées pour l'horlogerie



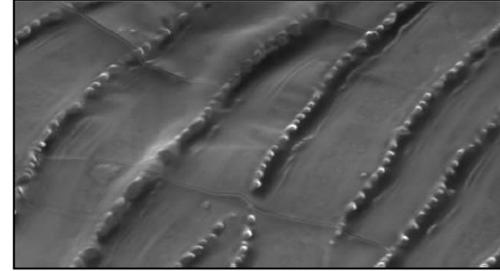
Nano-texturation dans la nature



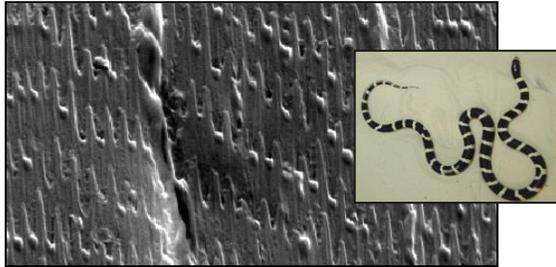
Kongo-Rose Bug (*Pachnoda marginata*)



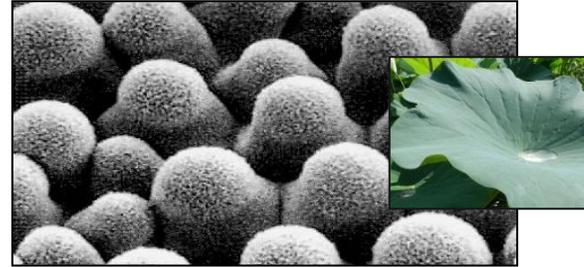
Butterfly (*Vanessa kershawi*)



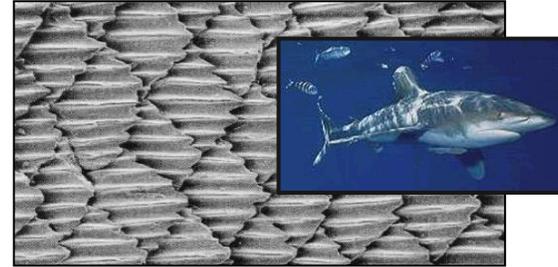
Sandfish (*Scincus scincus*)



Amurnatter (*Elaphe schrencki schrencki*)



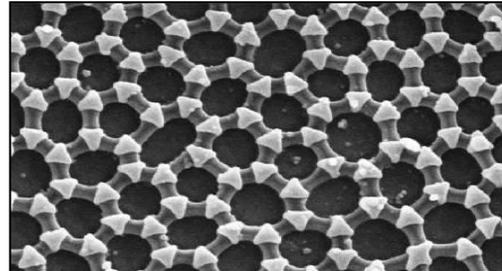
Taro Leaf (*Colocasia esculenta*)



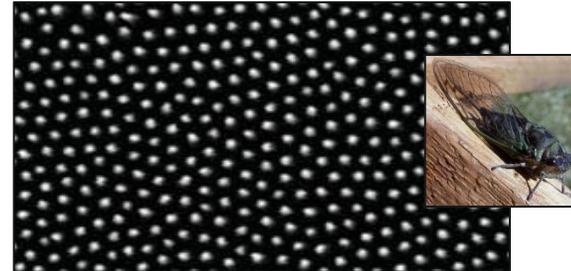
White Shark (*Carcharhinus*)



Dark Bug of Namib (*Stenocara sp.*)



Springtail (*Isotoma saltans*)



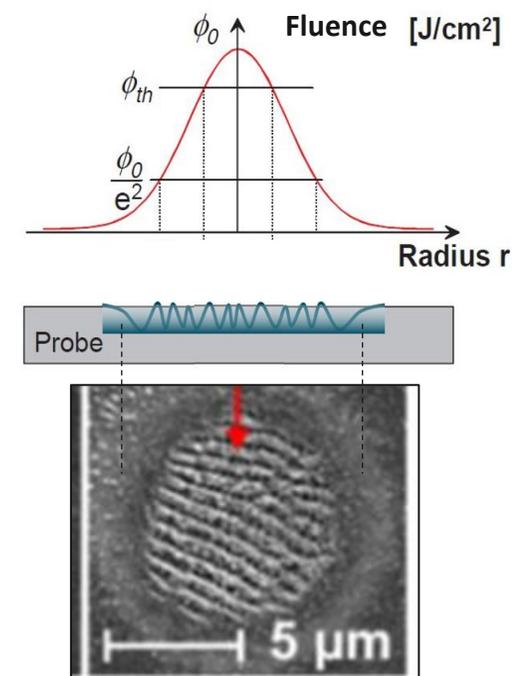
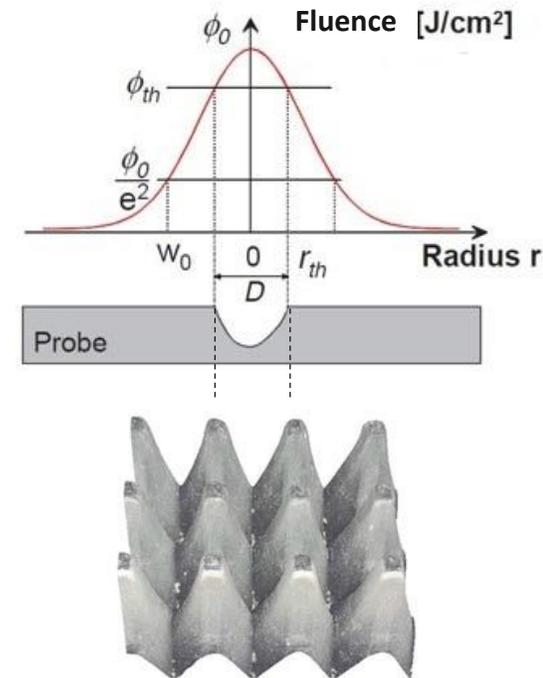
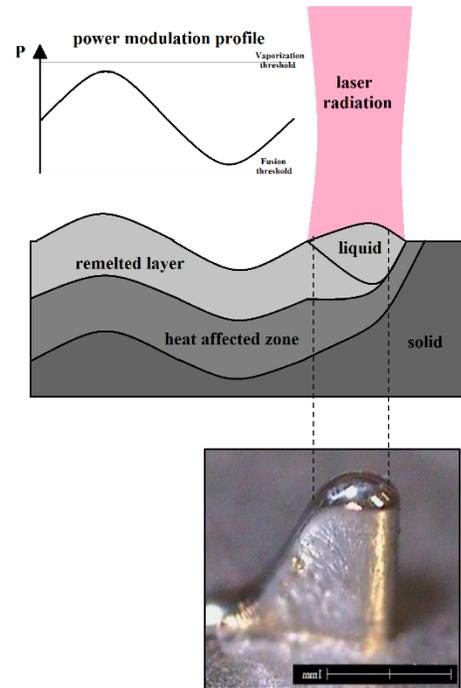
Cicada Wing (*Psaltoda claripennis*)

Des surfaces :

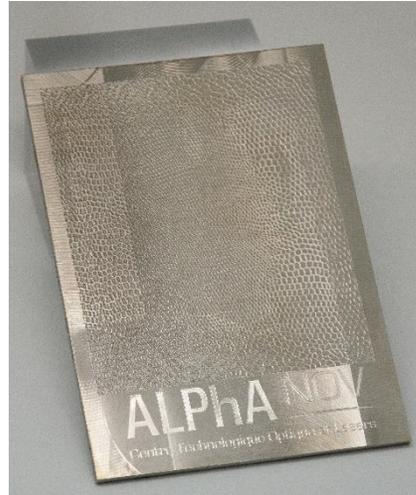
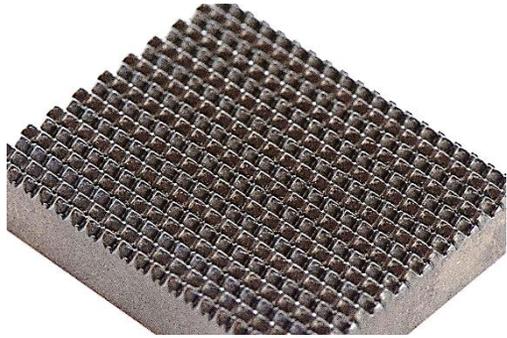
- Superhydrophobes
- Superhydrophiles
- Antibactériennes
- Antibiofouling
- Ultra-absorbants
- Antireflets
- ...

Procédés lasers

Procédé	<i>Remodelage</i>	<i>Gravure</i>	<i>Auto-organisation</i>
Dimension structures	100s μm - mm	> quelques μm	< 10s μm
Type de laser	ns/QCW	ns/ps/fs	fs



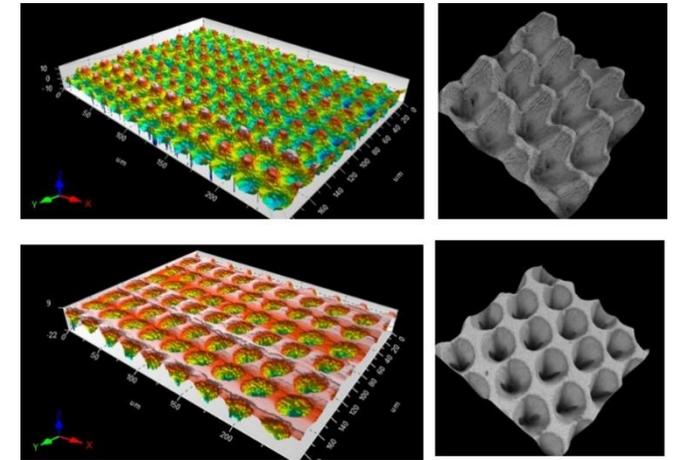
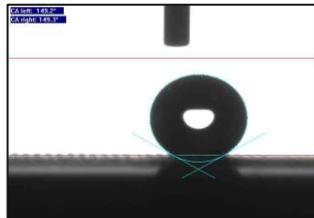
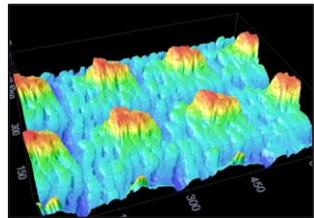
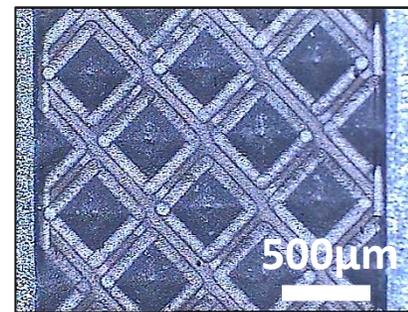
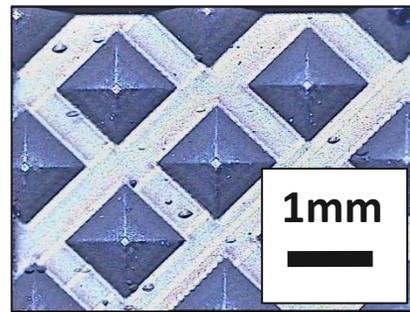
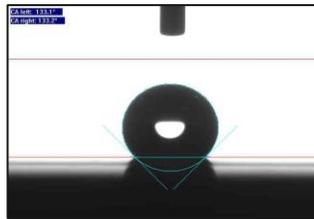
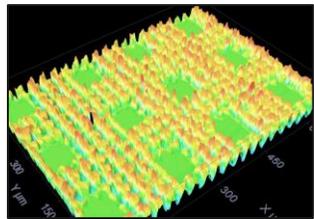
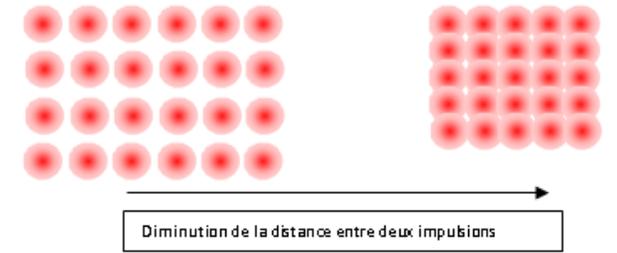
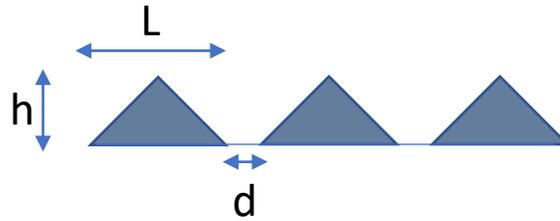
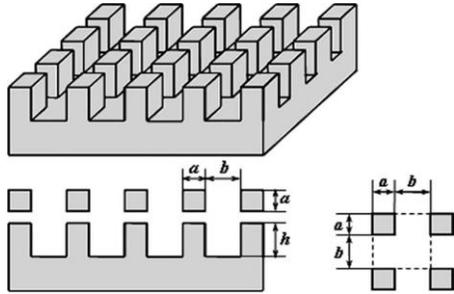
Procédés lasers - Remodelage



Préparation surface avant collage
Effet décoratif

Métaux
Texturation polymères/résines par moulage

Procédés lasers - Gravure

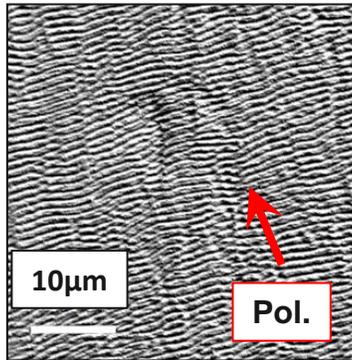


Métaux
Matériaux transparents
Polymères
Biomatériaux

Modification de la mouillabilité en variant la taille et la géométrie des structures
Préparation surface avant collage

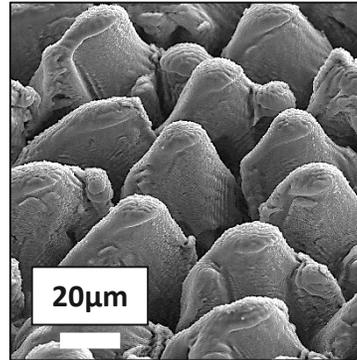
Procédés lasers – Auto-organisation

Ripples/LIPSS

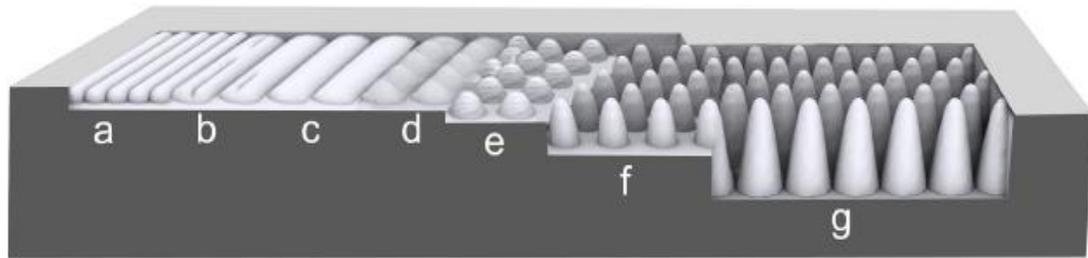


100s nm

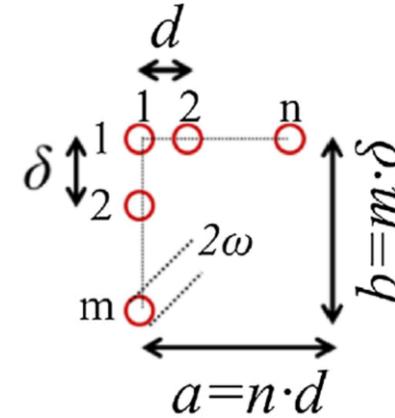
Spikes



10s μm



Energie cumulative par unité de surface (dose) ξ



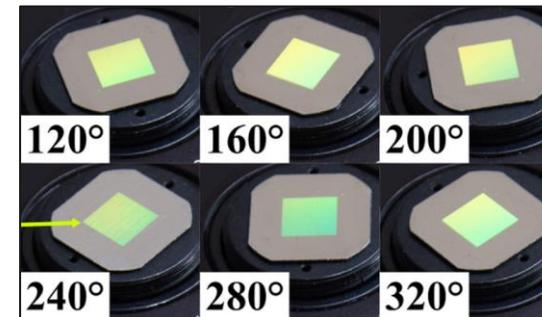
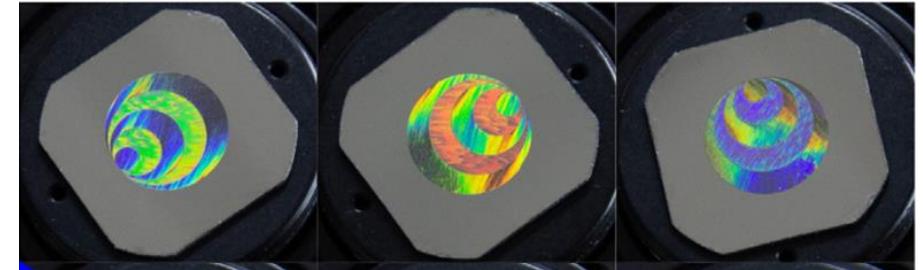
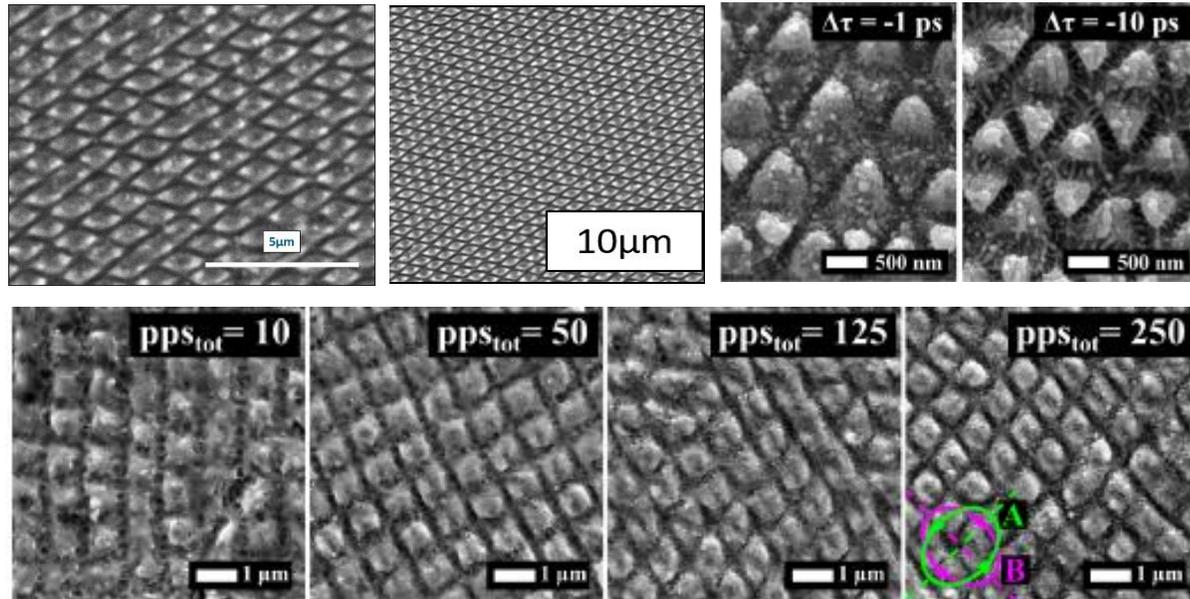
$$\xi = N \left(\frac{E}{S} \right) = N \left(\frac{J \times n \times m}{a \times b} \right) = N \Phi \left(\frac{\pi \omega^2}{d \times \delta} \right)$$

Modification du type de structure (ripples, grooves, spikes) en variant les paramètres du procédé laser (énergie par impulsion, nombre des impulsions, vitesse de balayage, cadence de tir,...)

Procédés lasers – Auto-organisation

Contrôle de polarisation (circulaire, azimutale,...) / Procédé à double impulsion

2D LIPSS



- ❑ Effet diffractif différent pour chaque type de structure
- ❑ Effet diffractif sur champ de vision à 360°
- ❑ Surface antireflet sur matériaux transparents
- ❑ Surface antibactérienne
- ❑ Surface à basse friction

- ❑ Métaux (LIPSS, 2D LIPSS, spikes)
- ❑ Matériaux transparents (LIPSS)
- ❑ Polymères/Résines/Biomatériaux par moulage

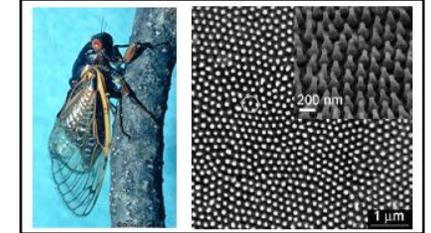
Propriété autonettoyante



- Financier : Union Européenne H2020
- Coordinateur du projet : Université de Parme
- Budget : 3,36M€

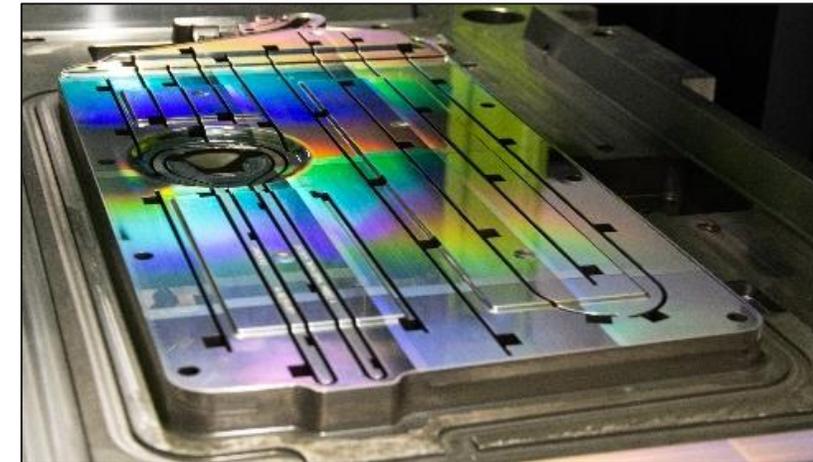
► *Ailes de Cigales*

Nanostructures de période ~ 200 nm
Propriétés **antibactériennes** et **autonettoyante**



► *Fonctionnalisation antibactériennes des réservoirs d'eau des machines à laver la vaisselle*

Génération de nanostructures sur métaux par laser à très haute productivité et répliquation sur réservoirs par moulage à injection



ALPhA NOV
Centre Technologique Optique et Lasers



RAYLASE
focus on laser



B/S/H/
BSH Electrodomésticos España, S.A.

Gravure noire intense

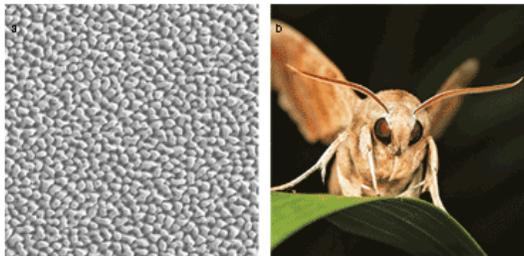
TrulyFast

ALPhA NOV
Centre Technologique Optique et Lasers



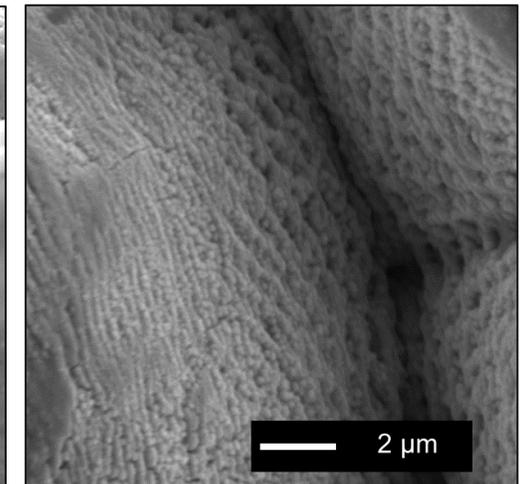
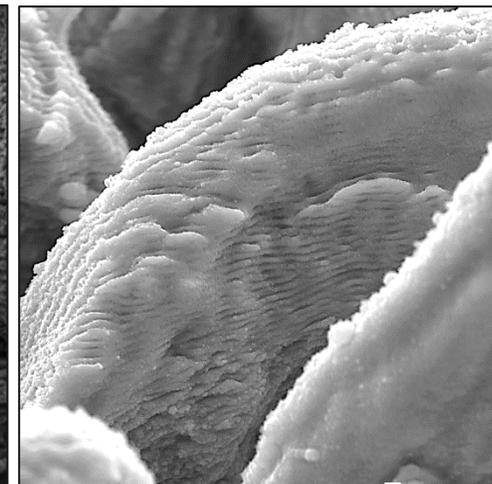
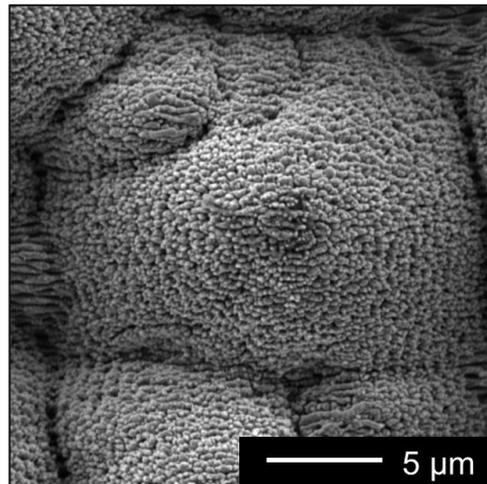
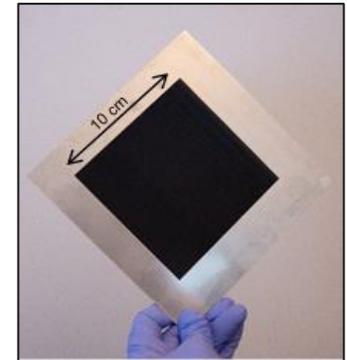
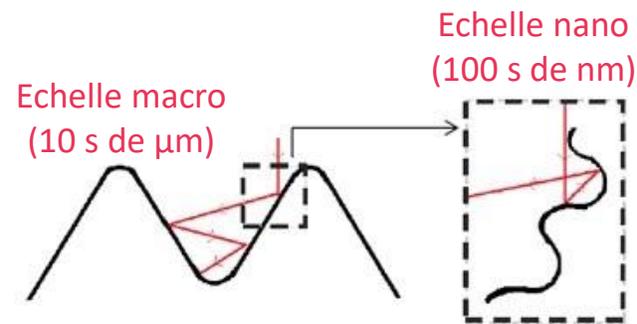
Yeux de papillon

Nanostructures de période $\sim 200 - 600$ nm
Propriétés ultra-absorbant



- ❑ Surfaces ultra-absorbantes ($R < 5\%$)
- ❑ Surface superhydrophobe
- ❑ Domaine décoratif, aérospatial, ...
- ❑ Métaux

Génération de "super black coating" sur métaux par procédés a haute productivité (35 s/cm²) avec structures 'piège a lumière'



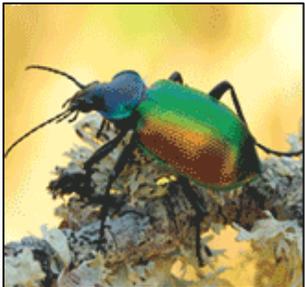
Effets décoratifs

Iridescence

ALPhA NOV
Centre Technologique Optique et Lasers

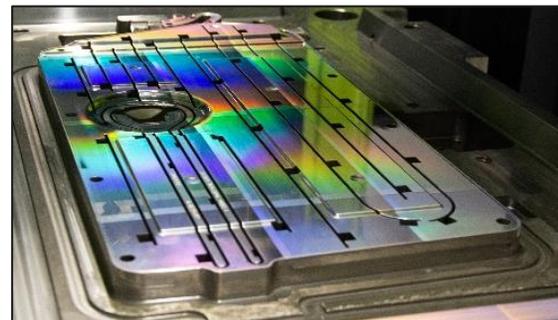
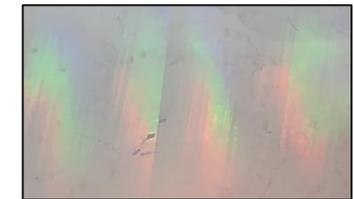
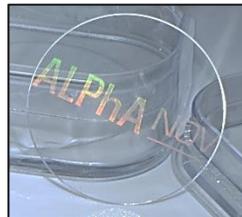
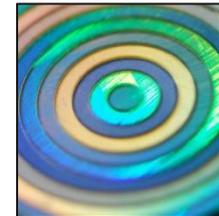
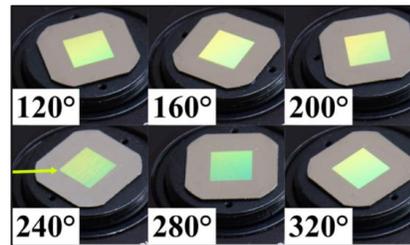
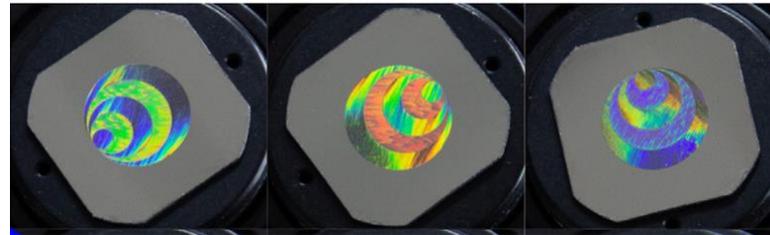
Dos de Cetonia Aurata

Nanostructures de période $\sim \mu\text{m}$
Propriétés de diffraction de lumière



Surfaces hydrophobes et hydrophiles
Effet iridescent

Compétence maîtrisée à ALPhANOV depuis plusieurs années:
productivité unique de 20 cm²/s

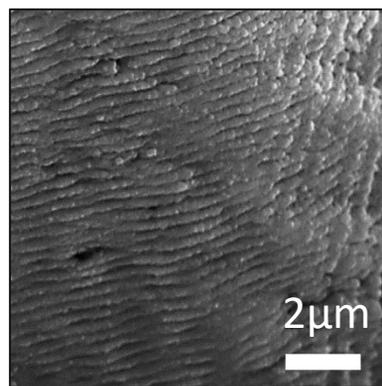
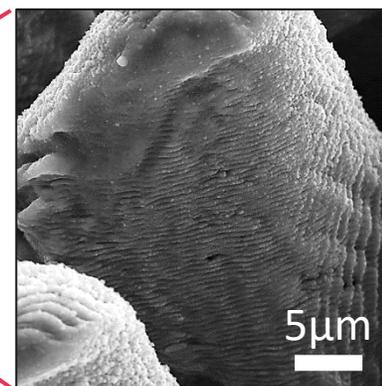
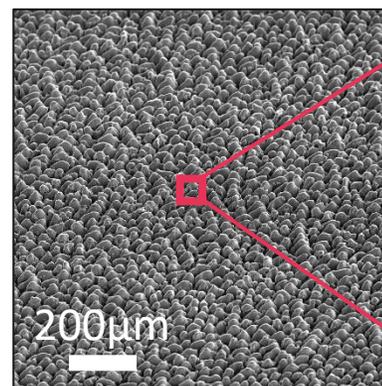
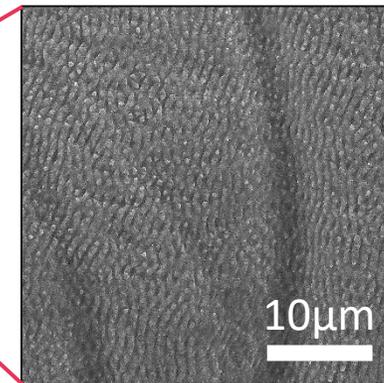
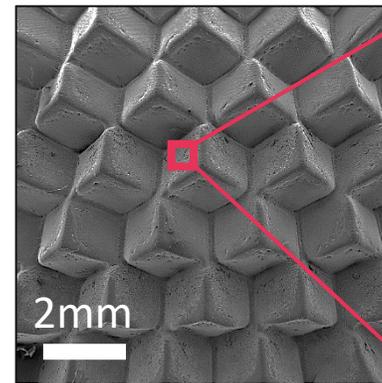


Métaux
Matériaux transparents
Polymères par moulage

Surfaces complexes

Multi-Echelle

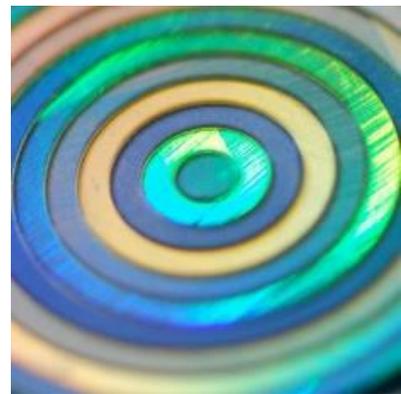
Associer plusieurs fonctionnalités de surface sur plusieurs échelles



Conclusions

Le laser, un outil complet et indispensable pour reproduire des surfaces bio-inspirées !

- Tailles des structures de quelques centaines de nm au mm
- Possibilité de traiter des surfaces étendues et en 3D
- Techniques d'usinage adaptées à chaque fonction recherchée
 - ✓ Réflectivité- Noir
 - ✓ Antireflet
 - ✓ Antibactérien
 - ✓ Autonettoyante
 - ✓ Antigivrage
 - ✓ Décorative
 - ✓ Tribologique
- Usinage de tous types de matériaux (métaux, céramique, verre, polymère...)



ALPhA NOV

Centre Technologique Optique et Lasers

IOA - Rue François Mitterrand
33400 - TALENCE

05 24 54 52 70
marc.faucon@alphanov.com

www.alphanov.com



e·micronora

22 › 25 SEPT. 2020