



I N S T I T U T
Mines-Télécom

Nano-texturation laser : **jet photonique vs laser femtoseconde pour des** **applications à la fonctionnalisation de surfaces**

S. Lecler, C. Hairaye, J. Zelgowski, E. Fogarassy, J. Fontaine
ICube-IPP, Télécom Physique Strasbourg, France
sylvain.lecler@unistra.fr





INSTITUT
Mines-Télécom



Strasbourg





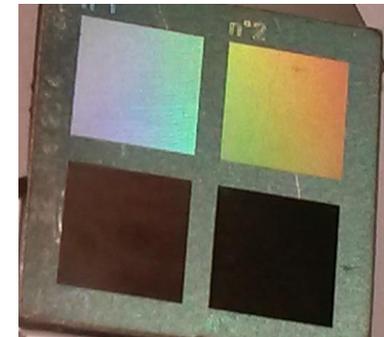
Plan

- Intérêt de la nano-texturation de surface
- Ripples et hydrophilie
- μ -gravure femtoseconde et hydrophobie
- Intérêt des jets photoniques
- Potentiels des procédés laser
- ICube et les matériaux

Intérêt de la nano-texturation de surface

Fonctionnalisations de surface :

- Emissivité (radiation thermique, corps noir)
- Absorption d'onde EM (furtivité)
- Aérodynamisme
- Effets colorés
- Surface non adhésive (effet Lotus)
- Propriétés antibactériennes / biocompatibilité
- Hydrophobie vs hydrophilie

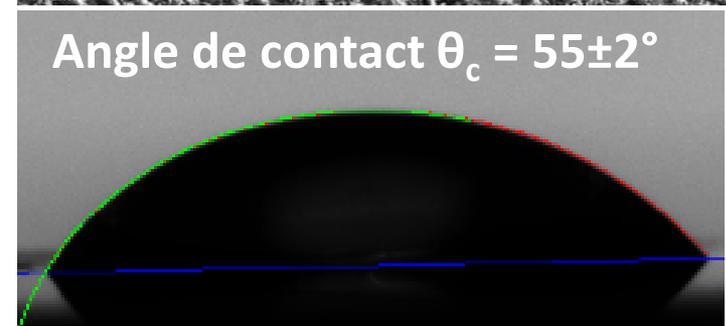
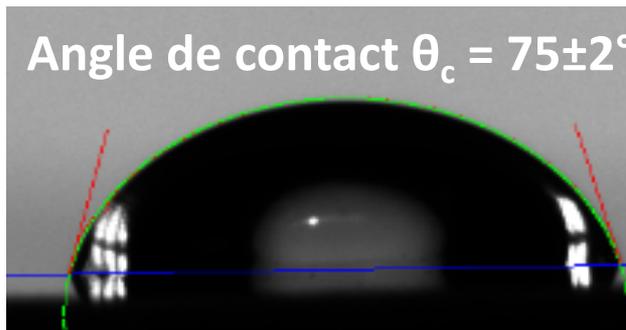
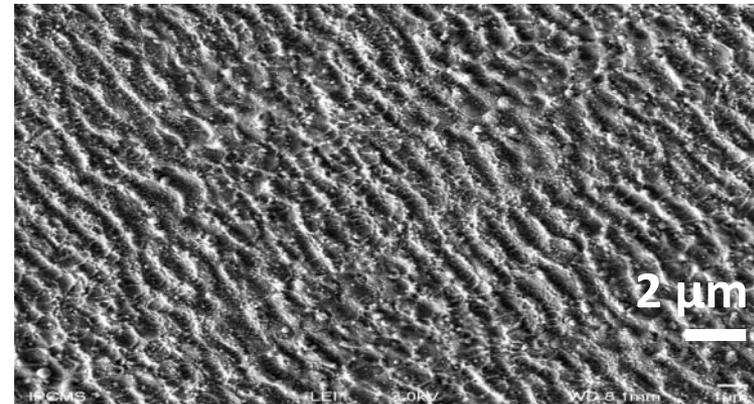


Ripples et hydrophilie

- Laser Induced Periodic Surface Structures (LIPSS)
Periode $\sim 1 \mu\text{m} \ll$ diamètre du faisceau
Auto-organisation en surface

Sur de l'INOX:

- Laser Femtoseconde
 $\lambda_0 = 1030 \text{ nm}$
 $\tau = 300 \text{ fs}$
 $E = 150 \mu\text{J}$ (1 pulse)

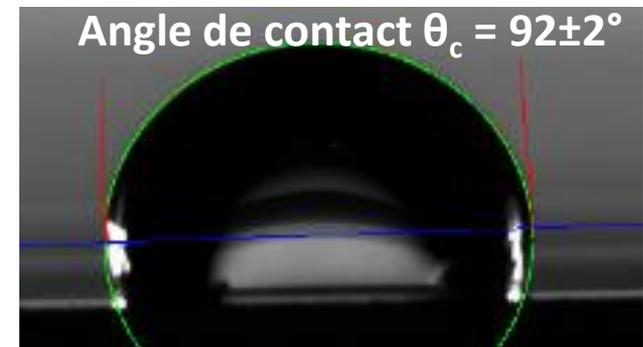
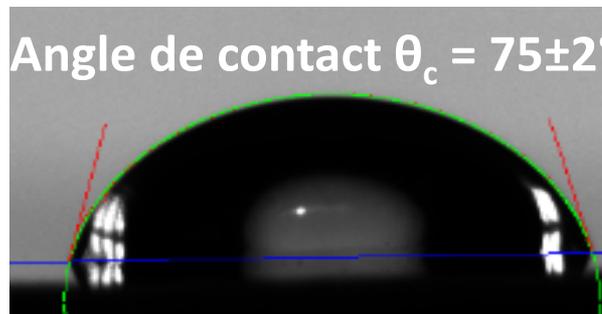
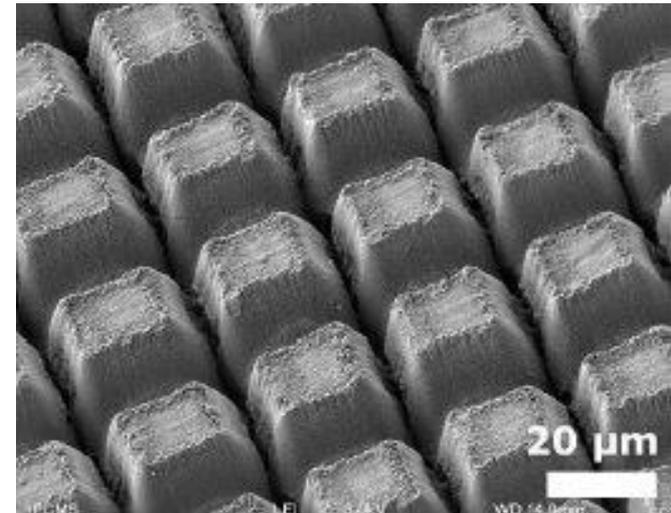


[C.Hairaye, *Journal of Physics: Conference Series*, vol.558, 2014]

μ -gravure femtoseconde et hydrophobie

Sur de l'INOX :

- Motif carré périodique
Laser femtoseconde
Gravé ligne par ligne
- Evolution dans le temps :
Hydrophile \rightarrow hydrophobie
EDX analyse : oxydation

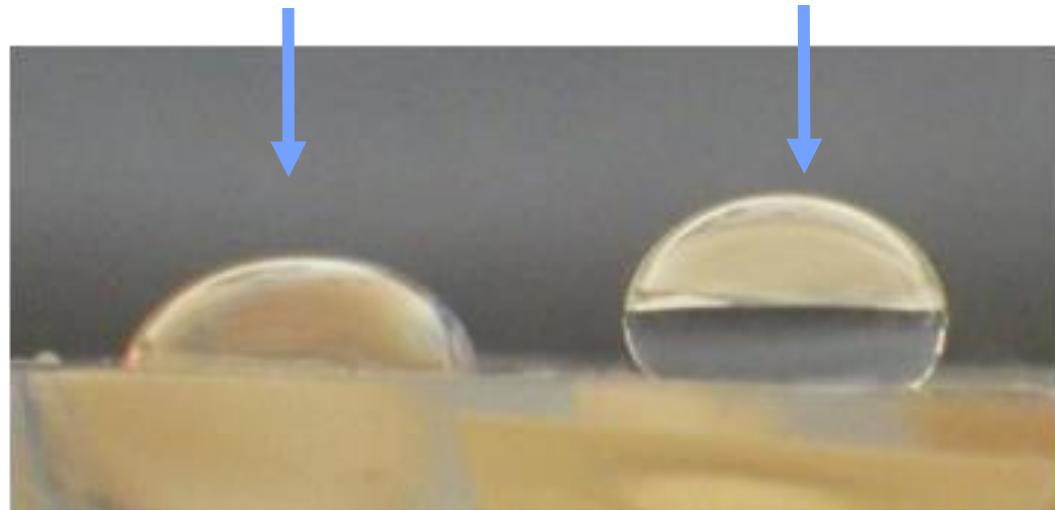


μ -gravure femtoseconde et hydrophobie

■ Sur PDMS

Goutte sur
surface non-texturée

Goutte sur
surface texturée



Applications:

Micro-fluidique

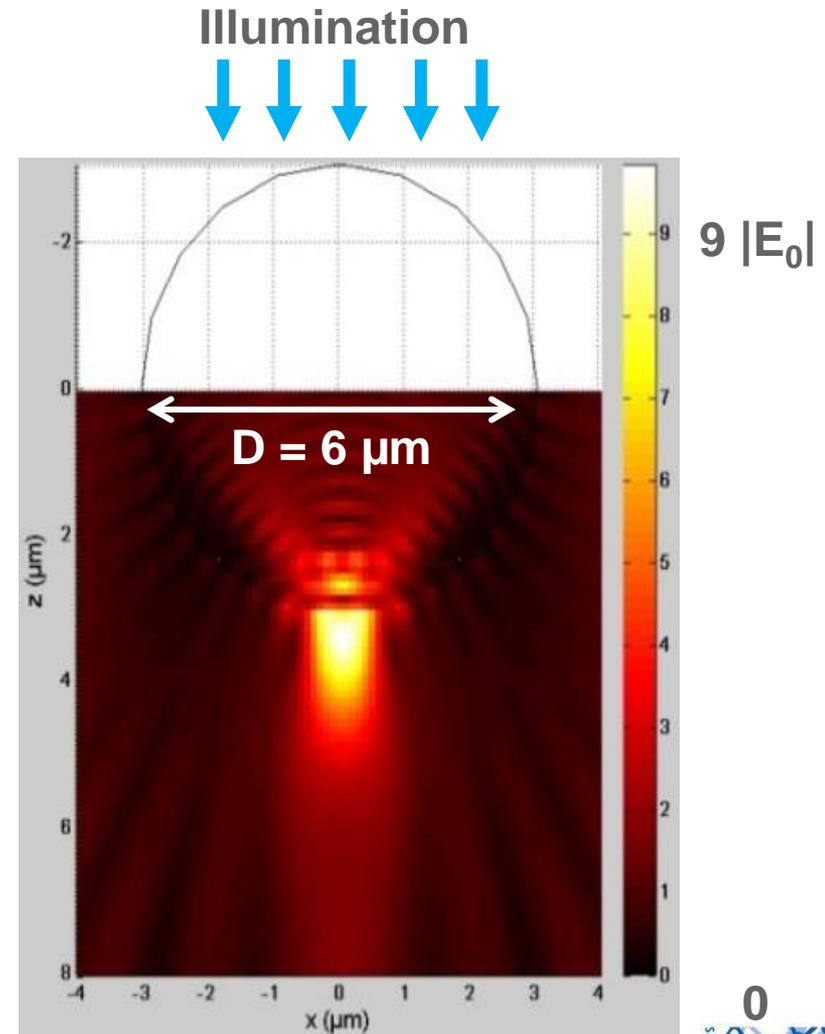
Déplacement de μ -goutte (gradient d'hydrophilie)

Un laser femto est-il nécessaire pour texturer une surface ?

Intérêt des jets photoniques

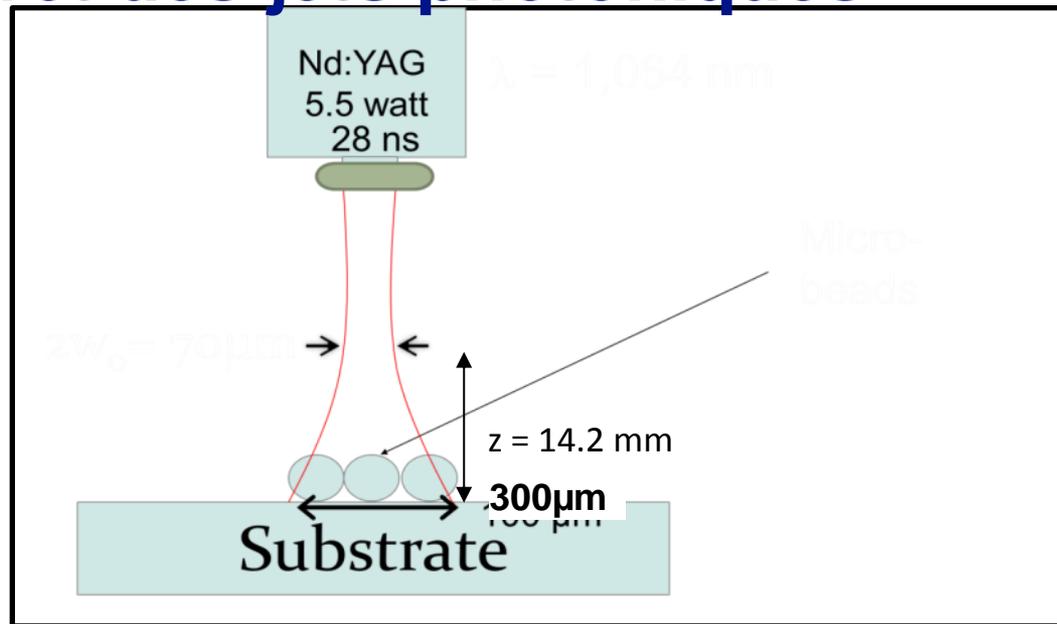
- Jet photonique :
Forte concentration du champ
Au-delà de la limite de diffraction
Sous microbilles diélectriques
- Applications :
μ-Raman
Détection de molécule unique
Mémoire
Détection de nanoparticule
Microscopie haute résolution
Micro-gravure laser

[Lecler, Optics Letters (30)19 p.2641, 2005]



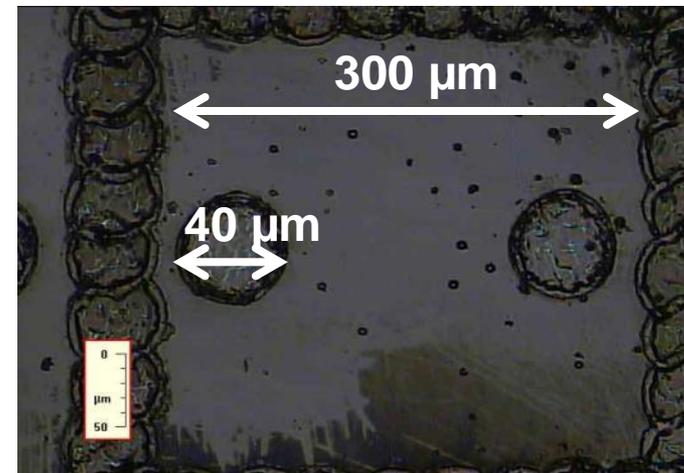
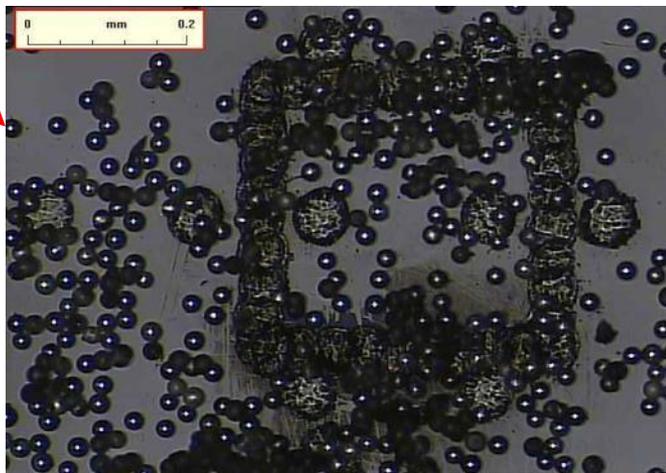
Intérêt des jets photoniques

**μ -gravure
laser**



[Lecler,
Applied Optics,
(53)31, pp.7202,
2014]

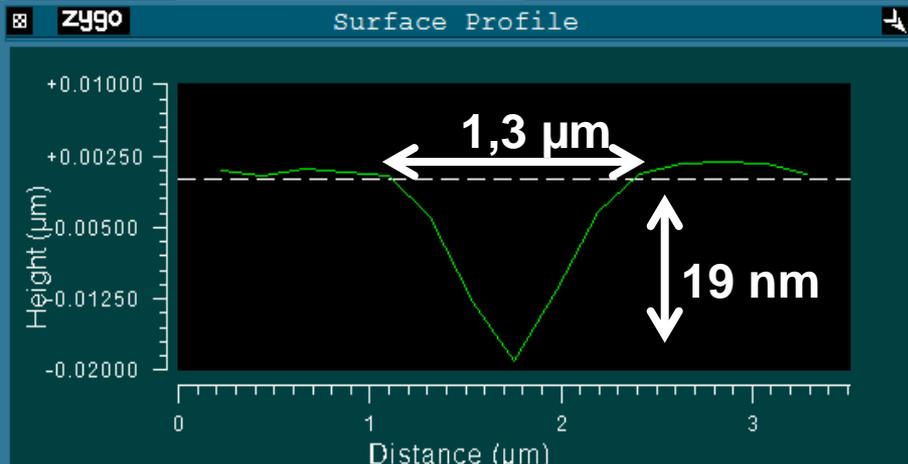
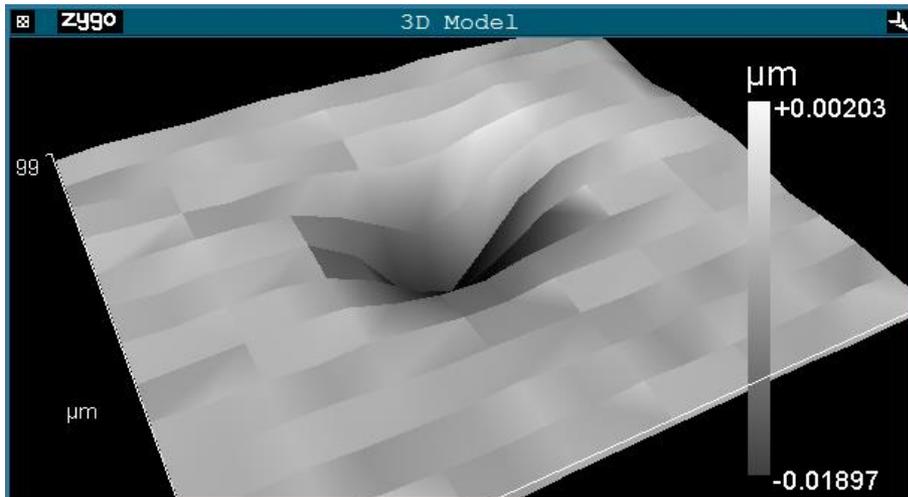
**Bille de verre
 $\text{\O} = 22\text{-}27 \mu\text{m}$
Sur Si wafer**



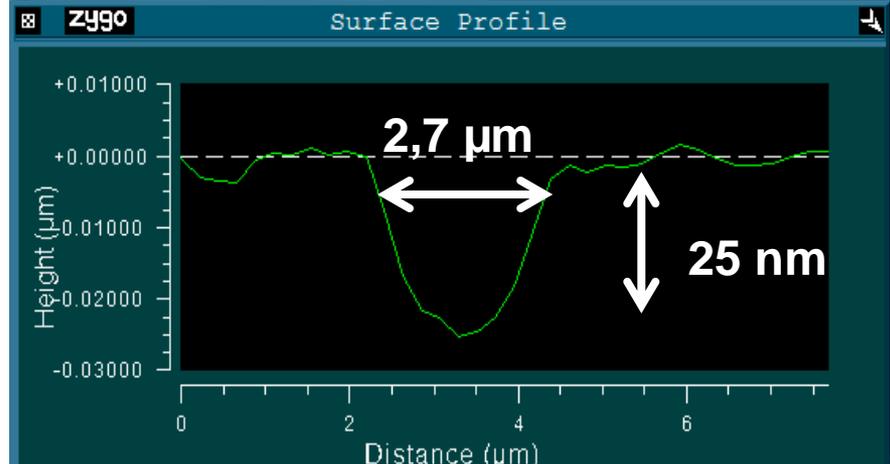
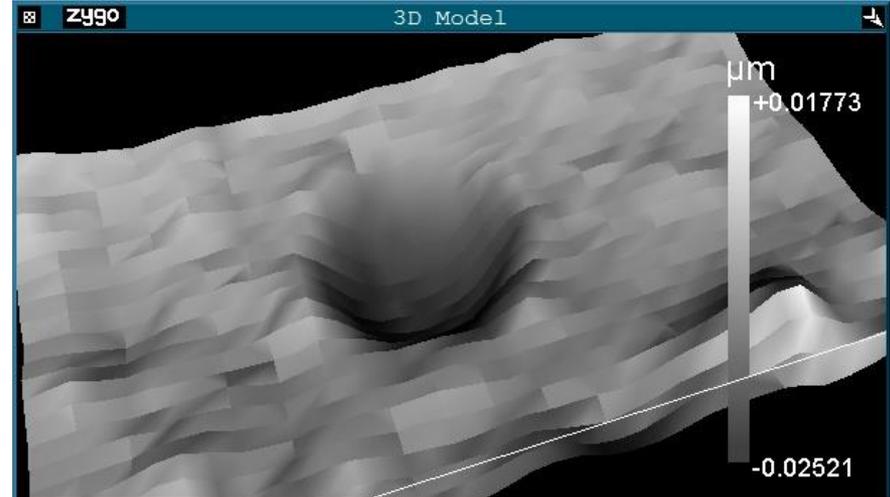
Intérêt des jets photoniques

Sur silicium avec bille de 4 μm

Sur verre avec bille de 24 μm



PV	0.021 μm	Ra	0.005 μm
rms	0.006 μm	Profile Stats	

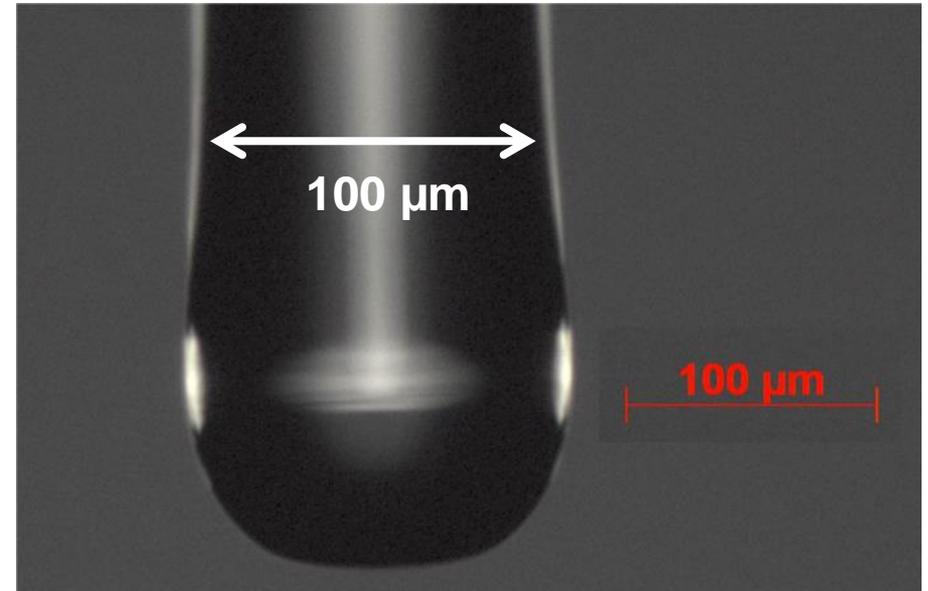
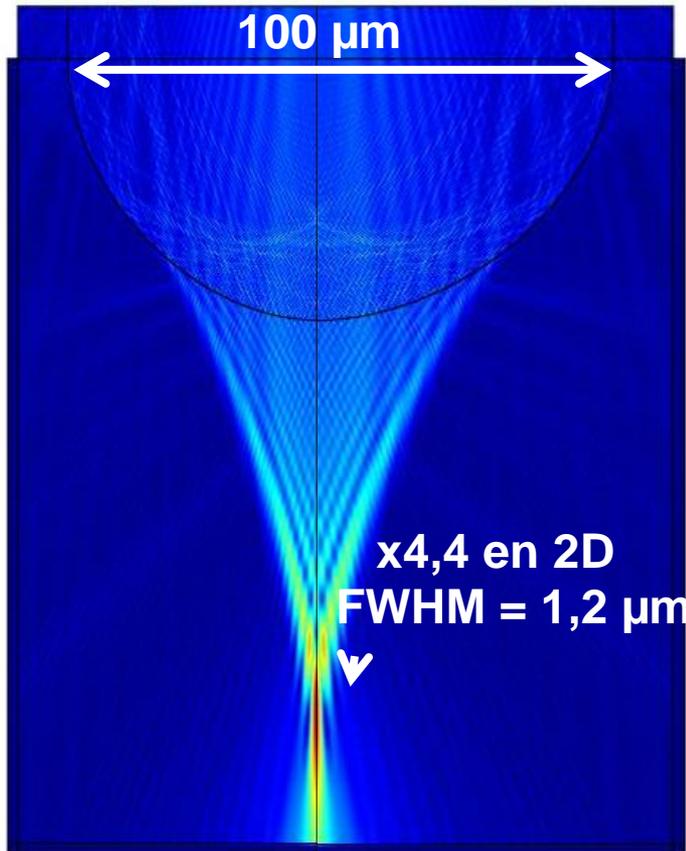


PV	0.027 μm	Ra	0.007 μm
rms	0.008 μm	Profile Stats	

Intérêt des jets photoniques

■ Jet photonique en sortie de fibre optique

Guide d'onde 2D



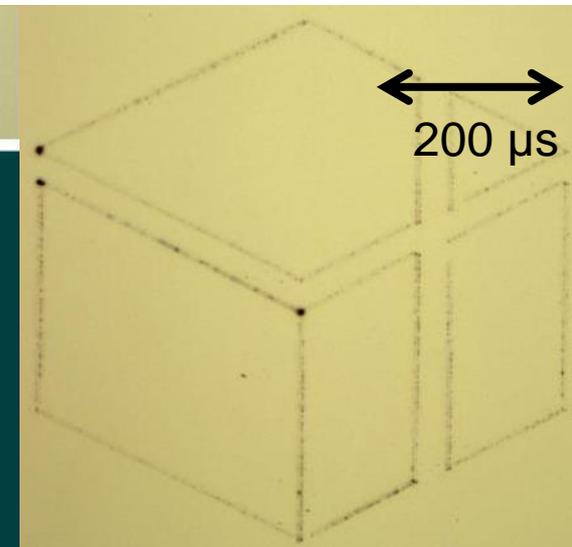
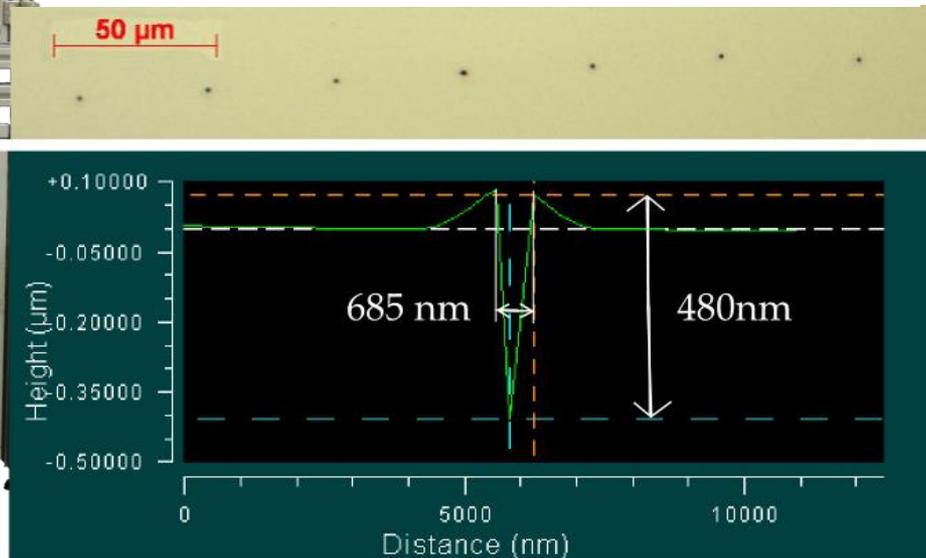
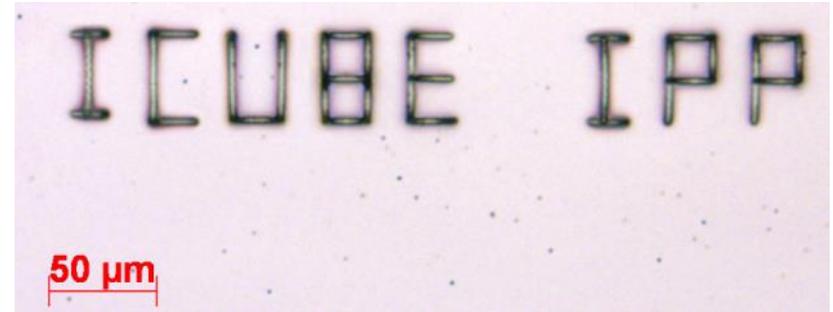
$\lambda = 1 \mu\text{m}$, FO en silice

- Facile à manipuler
- Embout non perturbé par la gravure

Intérêt des jets photoniques

■ Jet photonique en sortie de fibre optique

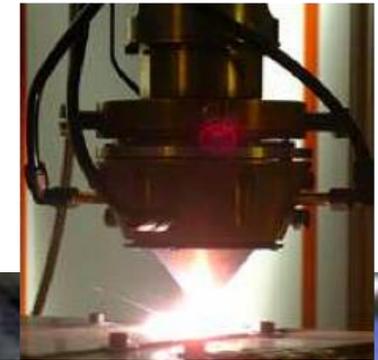
- Laser :
30 W
1064 nm
100 ns



[Patent FR1554317, mai 2015]

Potentiels des Procédés laser

■ **IREPA LASER** centre de ressources laser
INSTITUT CARNOT MICA

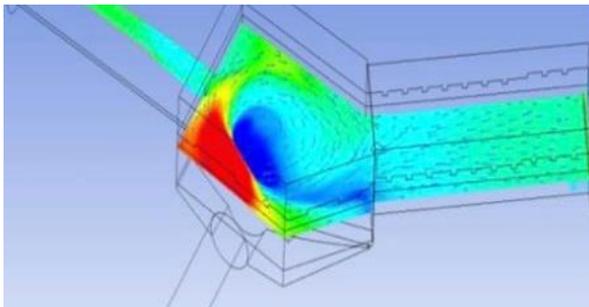
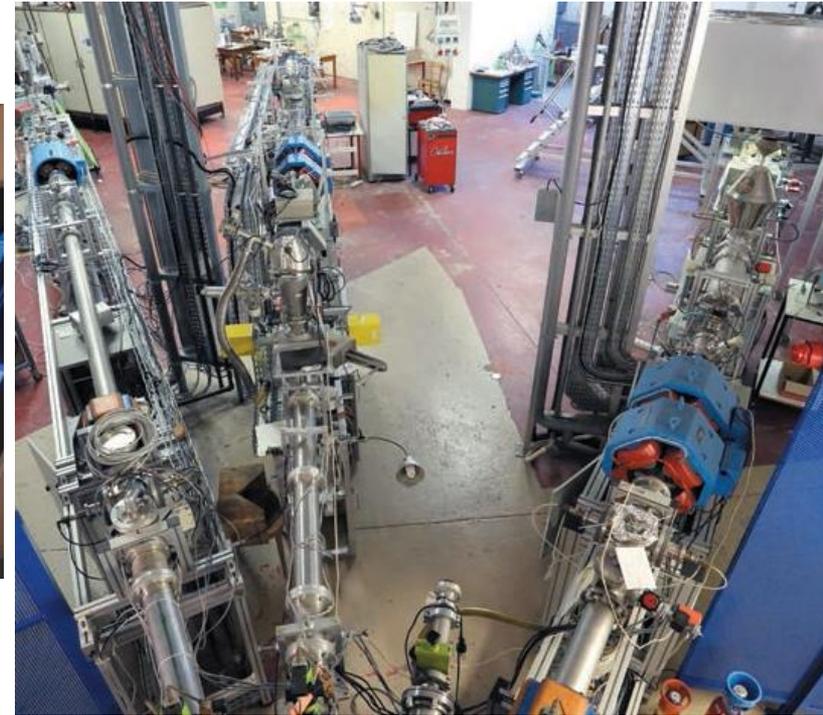
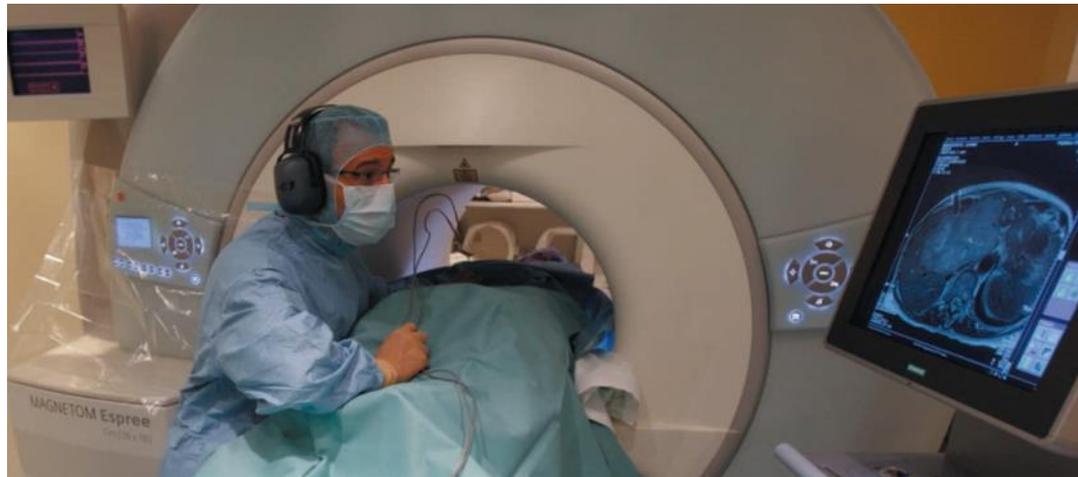


Femtoseconde, CO₂, YAG, Excimer, etc...
Découpe, gravure, soudure (métaux, polymères)
Micro-gravure
Soudure et découpe du verre
Traitement de surface (croissance graphène)

Impression
objets métalliques
complexes 3D par
procédé CLAD

ICube et les matériaux...

- Axe transverse « Santé » (IRCAD, IHU, Pr. Marescaux)
- Equipe MaCEPV : photovoltaïque
- Département mécanique



Merci de votre attention

sylvain.lecler@unistra.fr