

Les lasers pulsés et leurs applications industrielles

Denis BARBIER

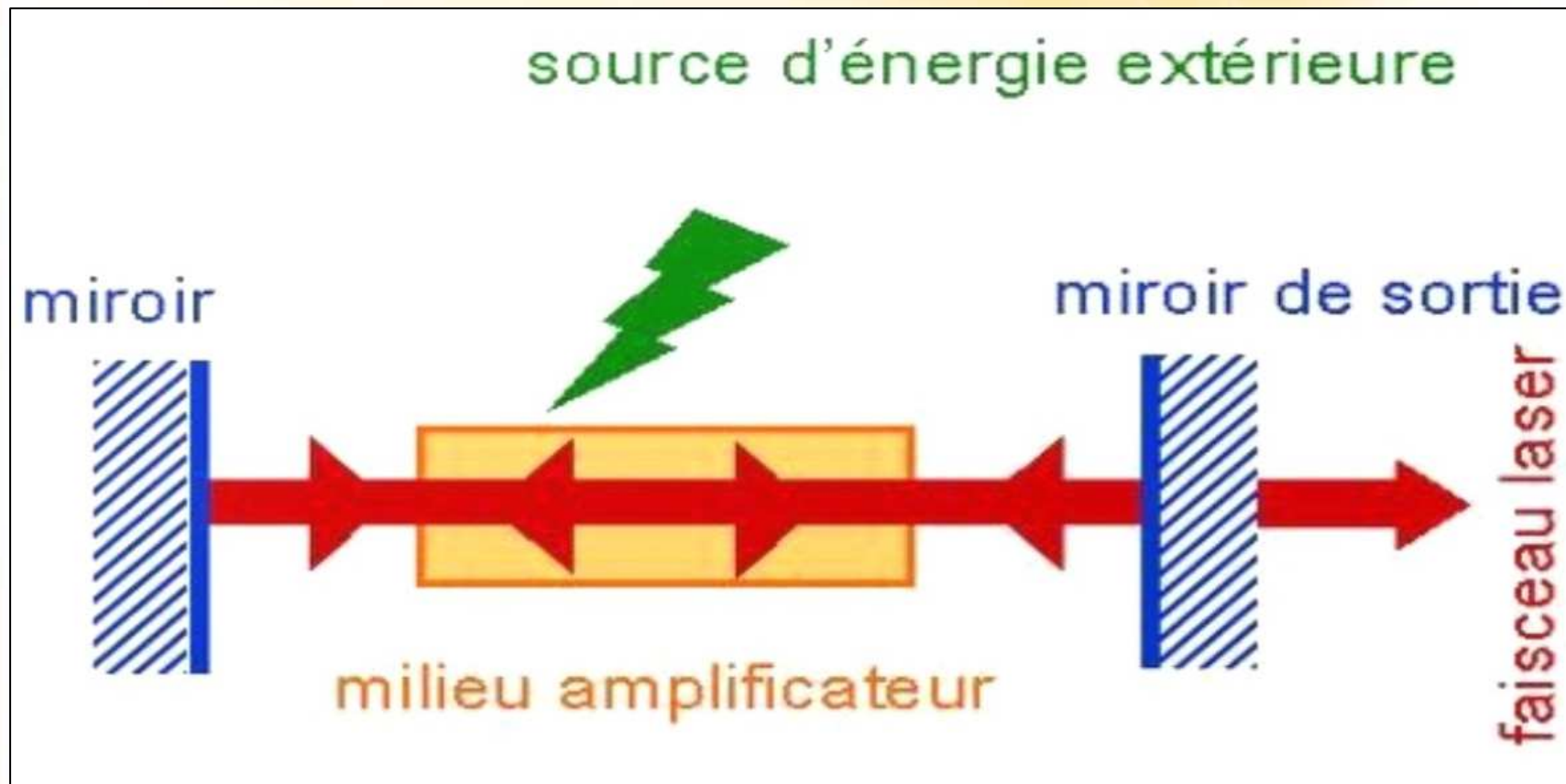
Séminaire Atelier de l'Information

8 mars 2016

Agenda

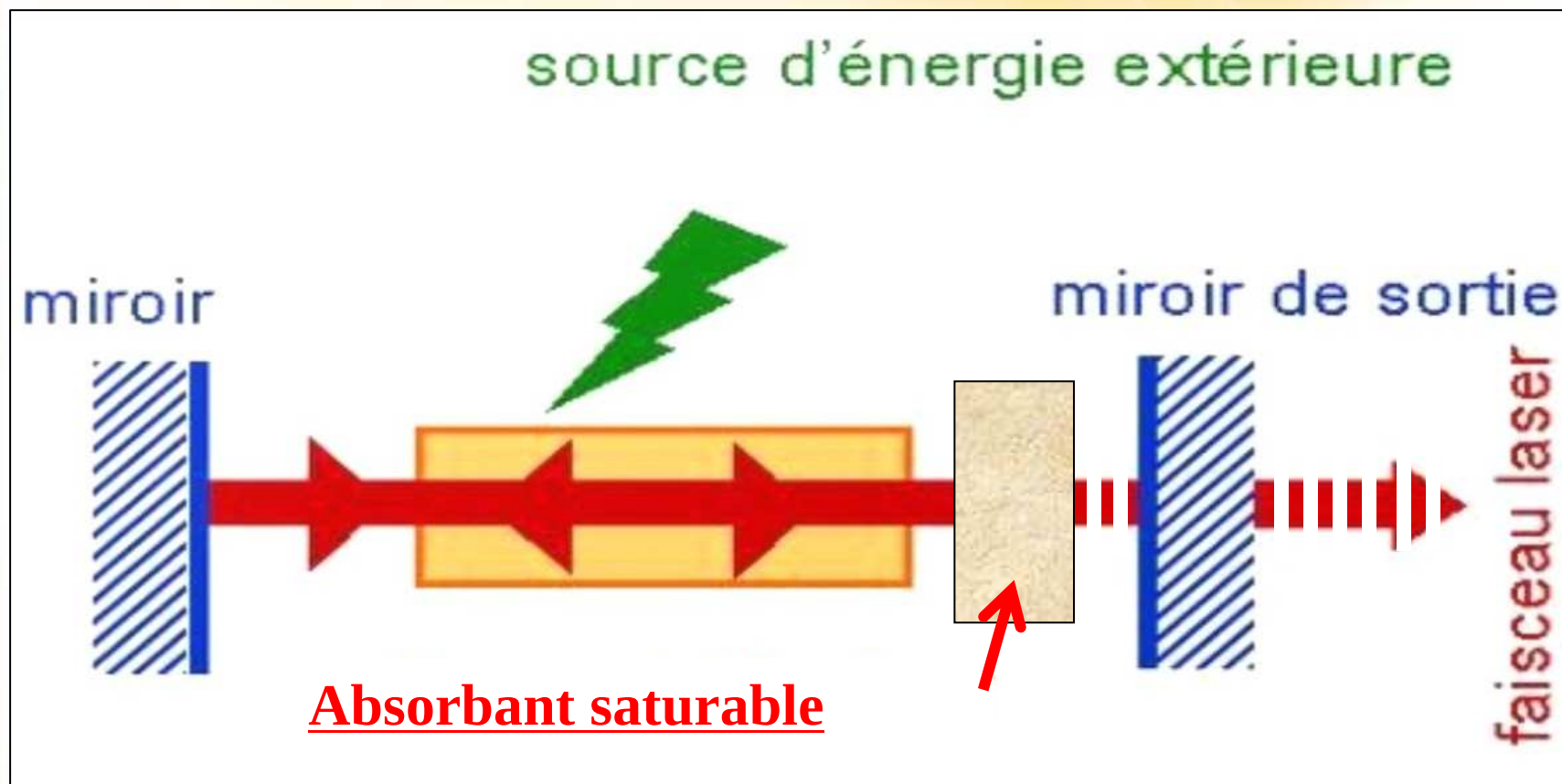
- Qu'est-ce qu'un laser pulsé?
- Quelques exemples d'applications
- Teem Photonics:
 - l'entreprise
 - sa technologie
 - Ses marchés

Principe de fonctionnement d'un laser



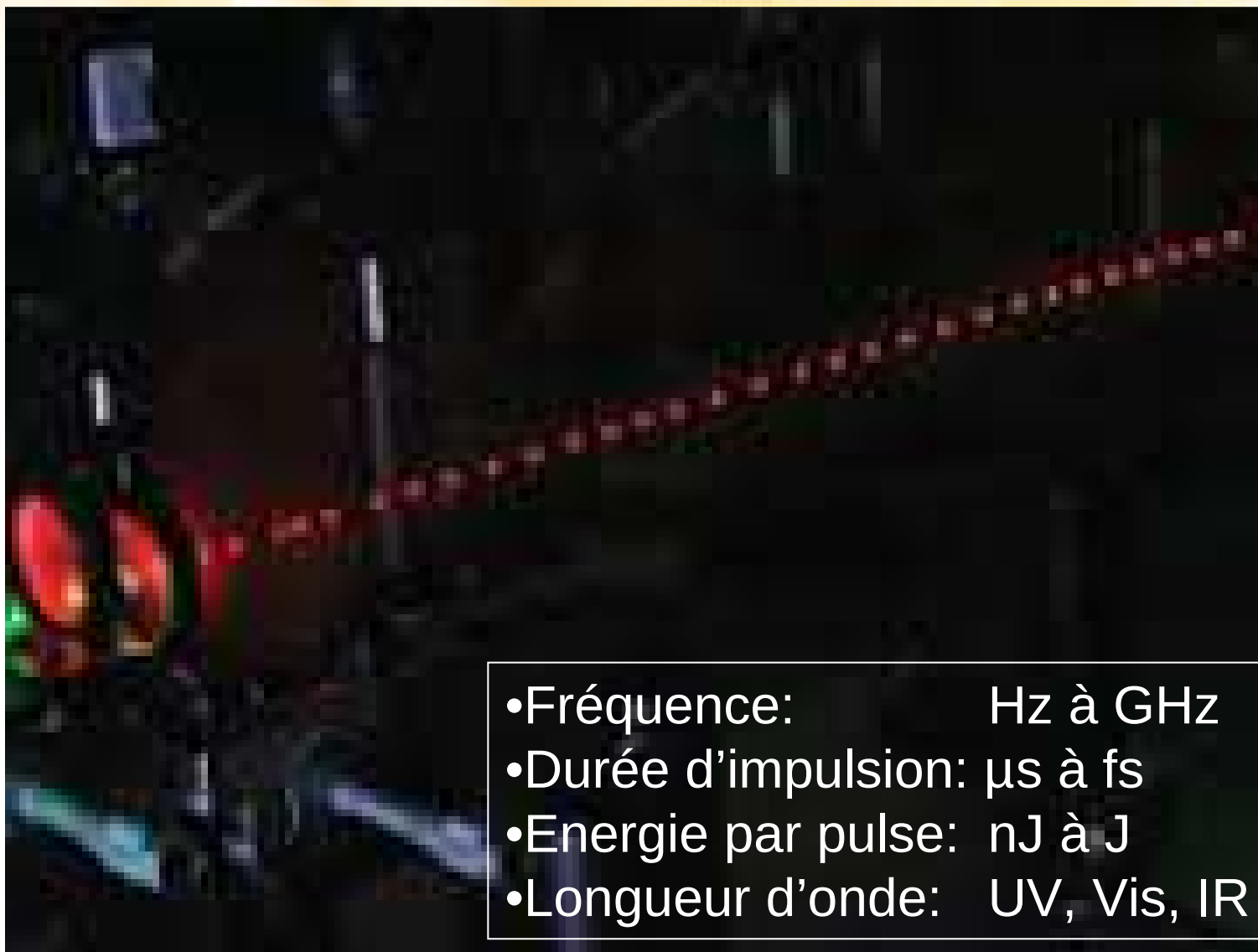
- Emission laser continue

Principe de fonctionnement d'un laser pulsé



- Emission laser pulsée

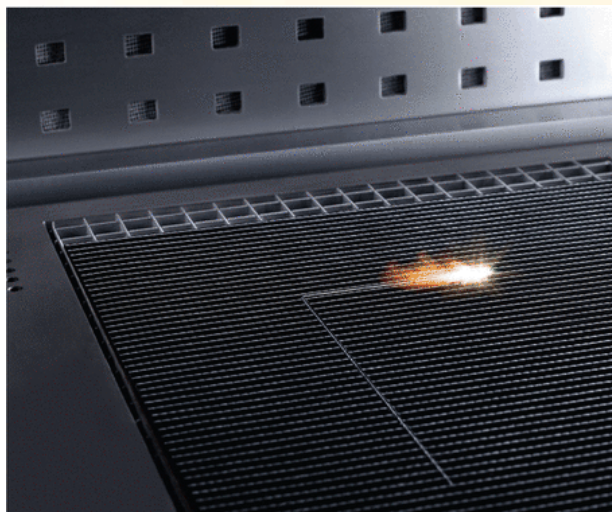
Principe de fonctionnement d'un laser pulsé



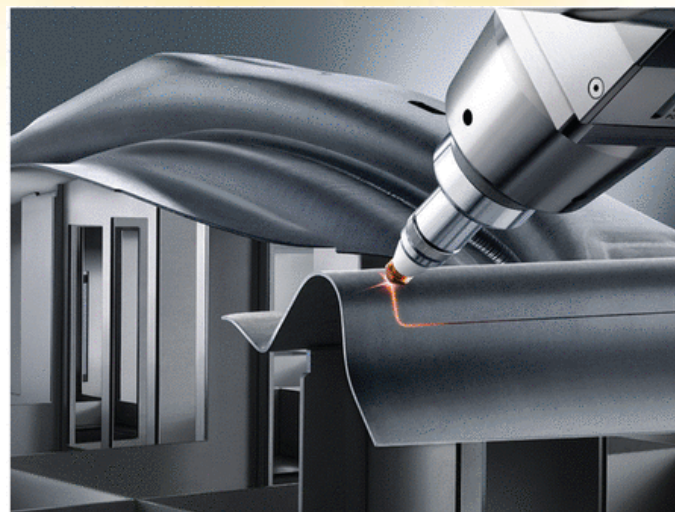
- Fréquence: Hz à GHz
- Durée d'impulsion: μs à fs
- Energie par pulse: nJ à J
- Longueur d'onde: UV, Vis, IR

Exemple d'application des lasers pulsés

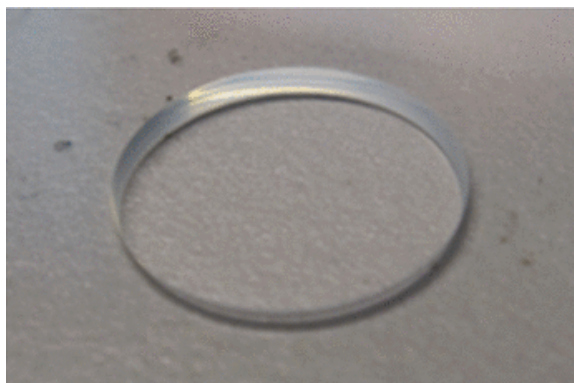
- Découpe de matériaux variés



Fibre de carbone



Métal



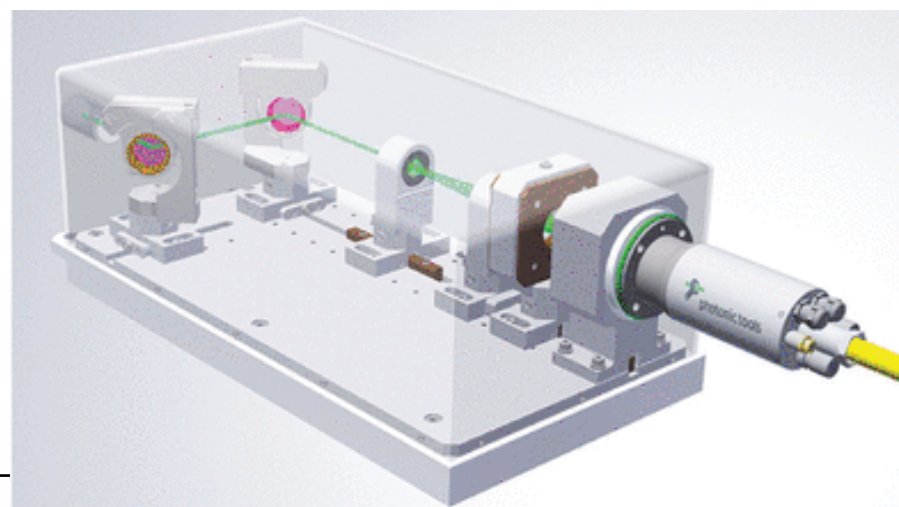
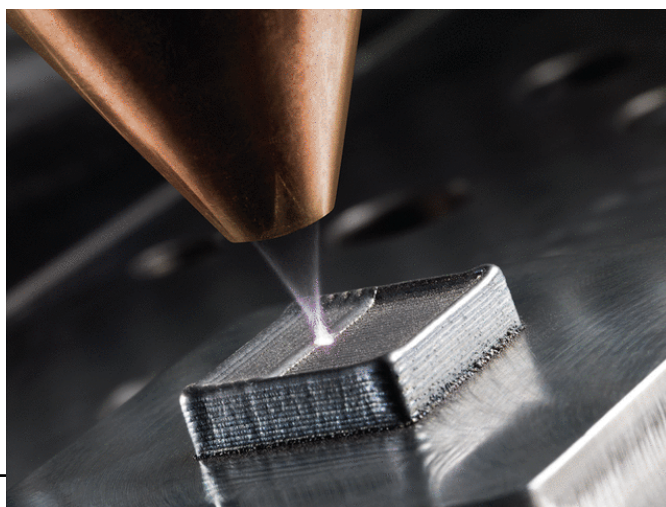
Verre et céramique (laser UV)

Exemple d'application des lasers pulsés

- Marquage de précision



- Dépôt métallique par plasma laser



Exemple d'application des lasers pulsés

- Stripping de câble

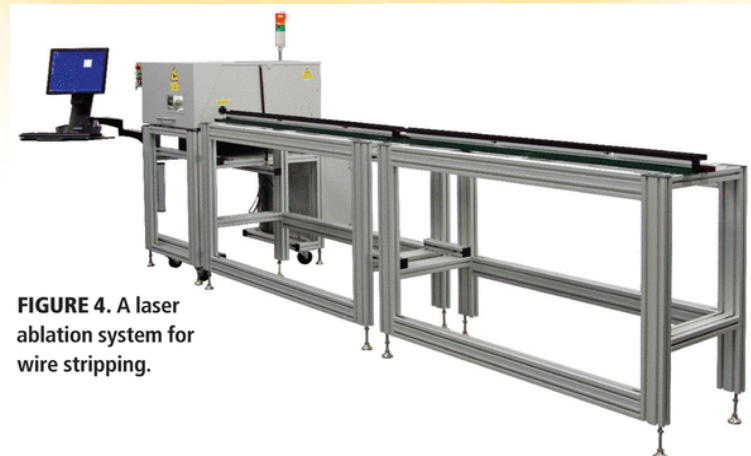
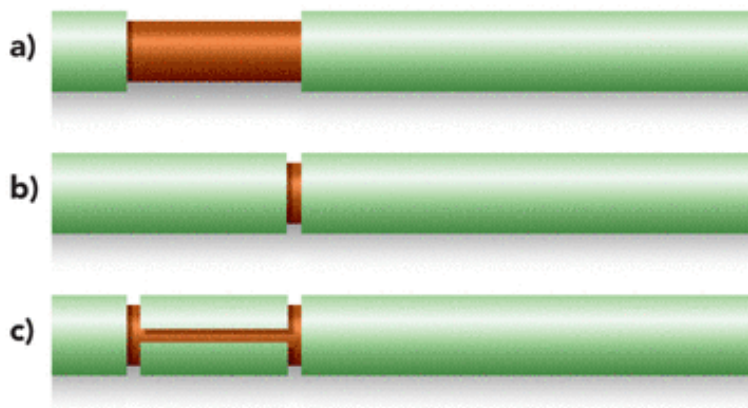
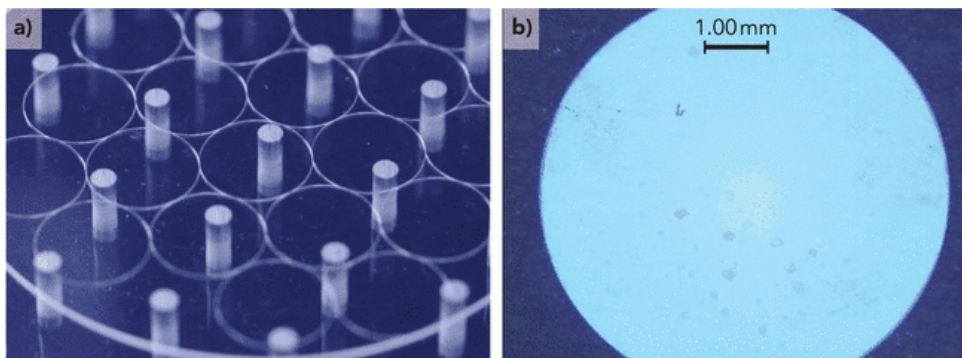
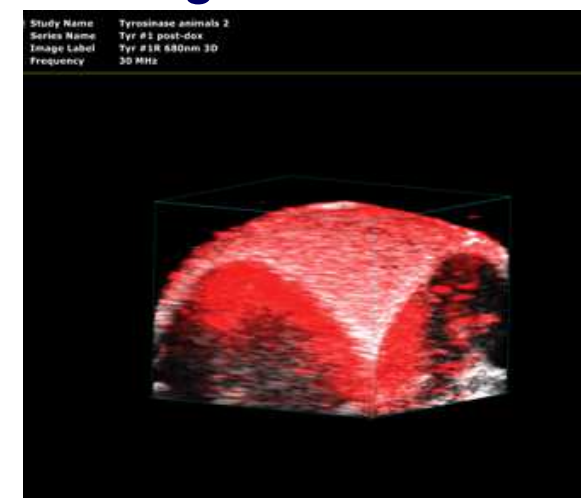


FIGURE 4. A laser ablation system for wire stripping.

- Soudure (verre, métal, plastique)

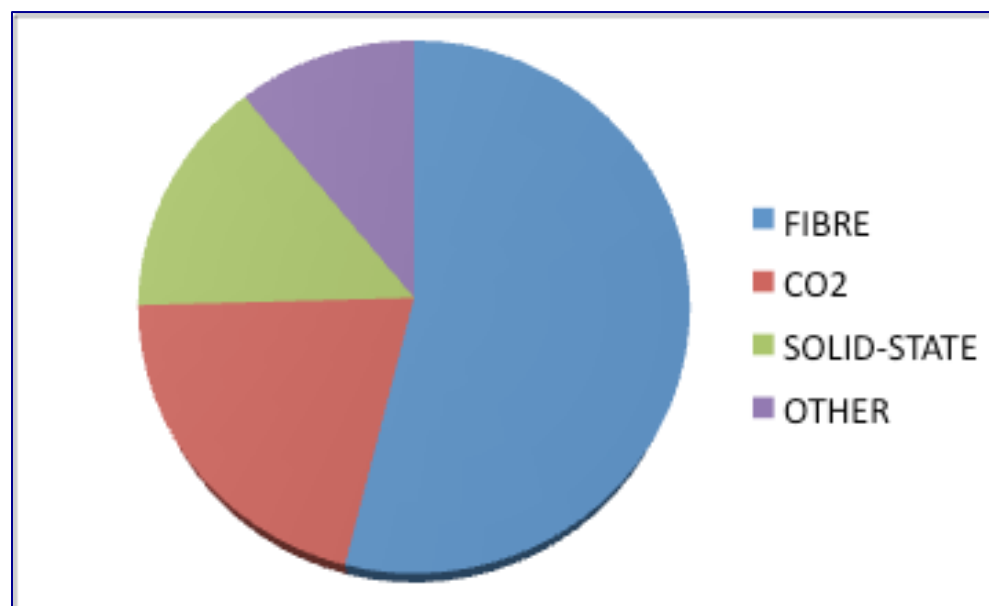


- Imagerie médicale



Le marché du laser, quelques chiffres

- Une machine outil sur trois utilise un laser
- Marché du laser industriel en 2015: 3,2B\$
- Croissance attendue pour 2016: +4,4%
- Répartition par technologie:



Teem Photonics en quelques lignes

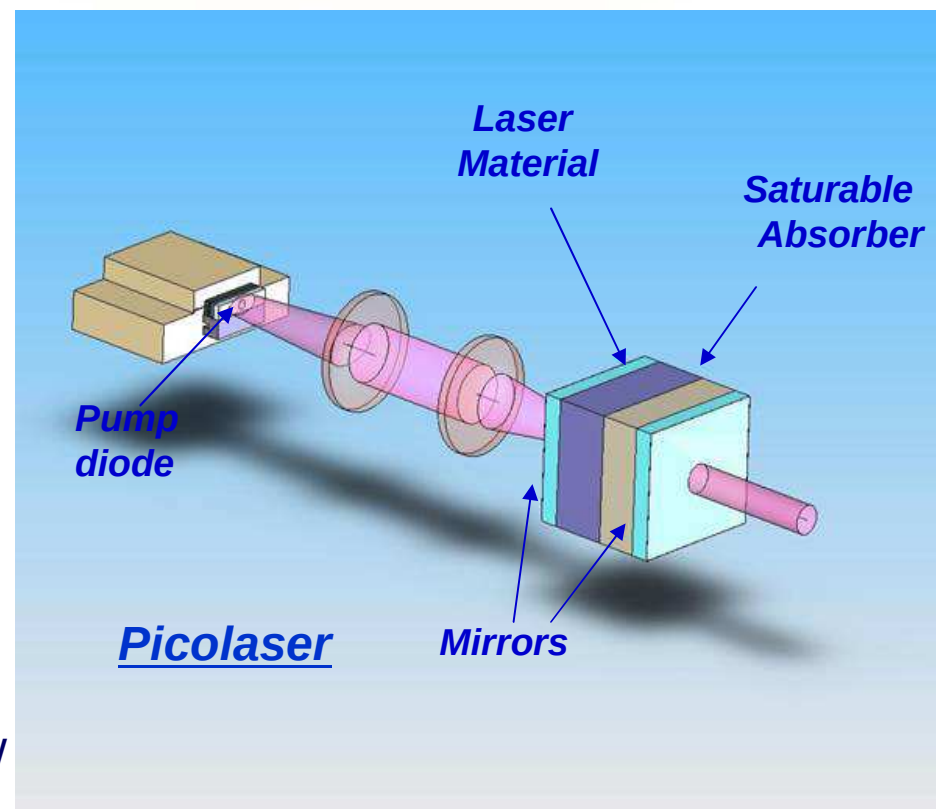
- **Création 1998 (*Spin-off Schneider Electric/Radiall/G-INP*)**
- **Siège et production à Meylan près de Grenoble (40 personnes)**
- **Production de lasers et composants optiques**
- **Orientée export: >90% du CA hors France**
 - > Inde, Asie, Europe, Amérique du nord
- **Une activité à composante industrielle et OEM forte:**
 - > Marquage , Micro-usinage, Mesure à distance, Biologie, Microchirurgie, R&D
- **Forte activité de R&D depuis la création**

Picolaser: le plus simple des lasers à impulsion brève, est basé sur une approche monolithique compacte

- Un picolaser transforme la puissance continue d'une diode de pompe en un train d'impulsions à haute puissance crête



- **Avantages:**
 - > Compact
 - > Coût attractif
 - > Fiable
 - > Apte à la série industrielle
- **Performances**
 - ✓ Pulse-width: 0.2 to 3ns
 - ✓ High peak-power: 5 to 100kW
 - ✓ Rep-rate: 1 to 100kHz
 - ✓ Pulse-energy: 0.1 to 100uJ

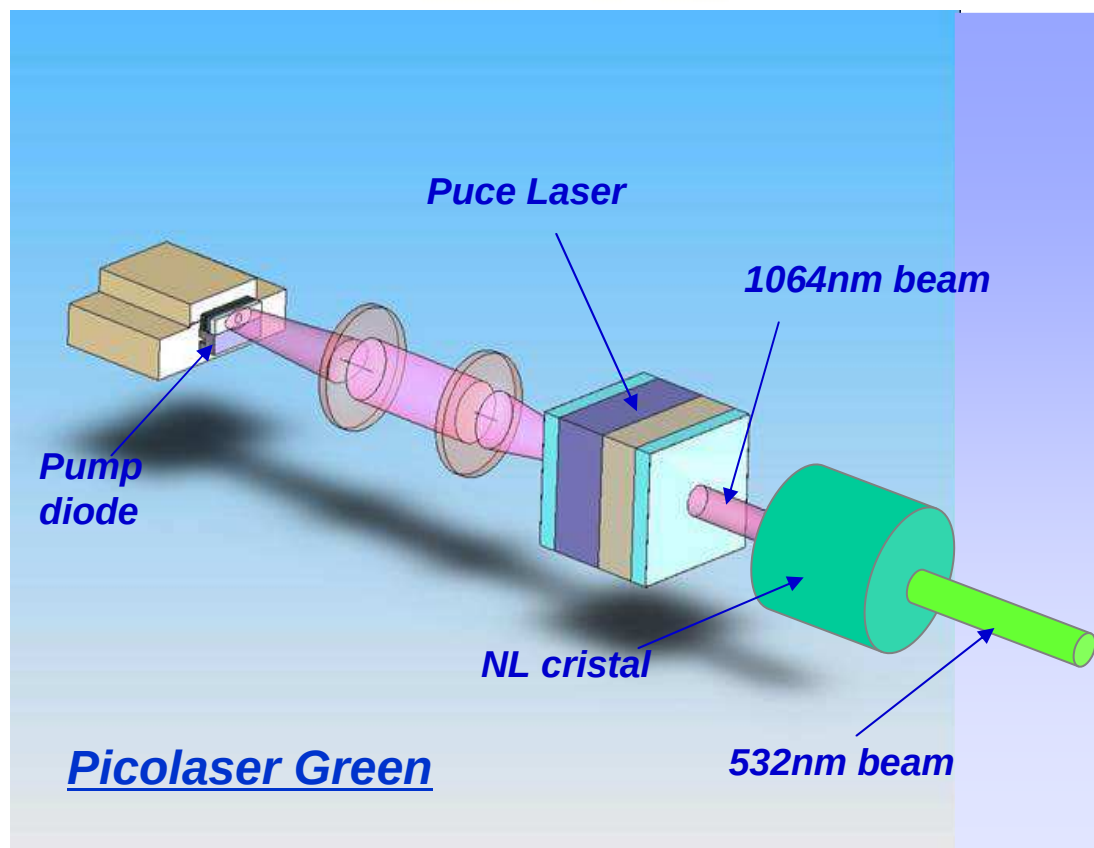


Picolaser: multi longueurs d'ondes

- Possibilité de créer des faisceaux à différentes longueurs d'ondes:

- > Utilisation de cristaux optiquement non linéaire
- > Grande efficacité

- > 1535nm (IR)
- > 1064nm (IR)
- > 532nm (vert)
- > 355nm (UV)
- > 266nm (UV)
- > 213nm (UV)



Exemples d'applications

Pour les lasers de Teem Photonics

Le marquage du diamant



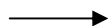
Diamant brut



Marquage



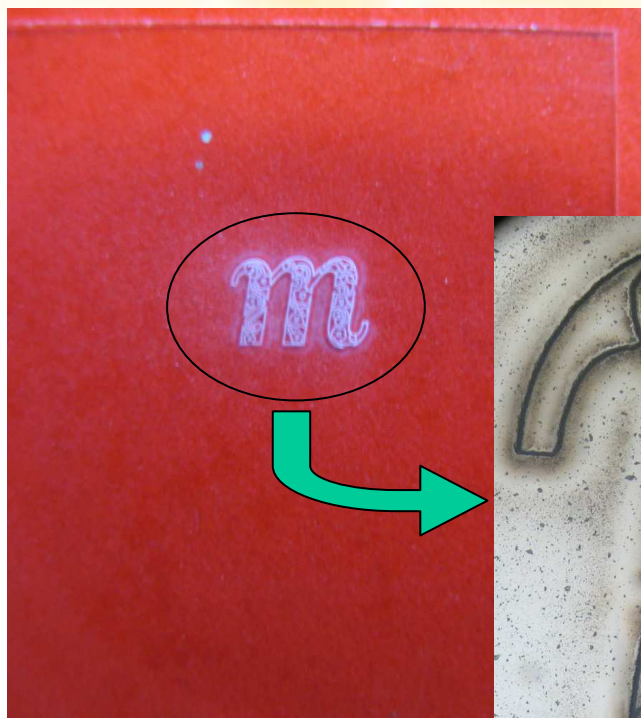
Découpe/polissage



Marquage anti-contrefaçon

Marquage du verre (laser à 532nm)

10 μ m line width:

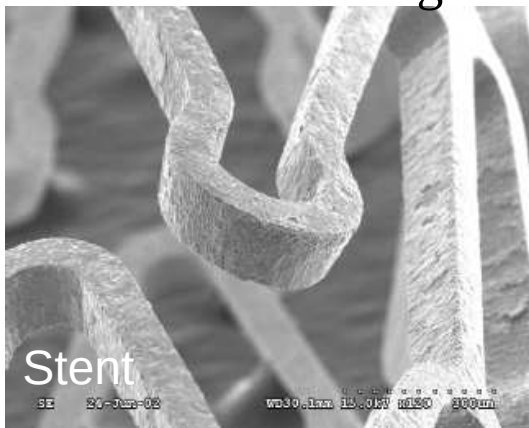


Musée des manufactures de dentelles: <http://www.ville-retournac.fr/musee/anglais/index.html>

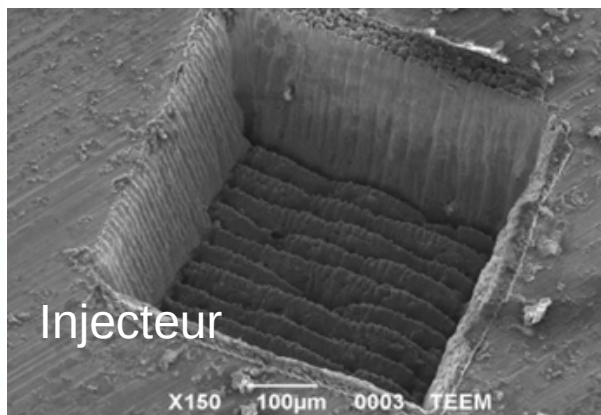
Micro-usinage de matériaux métalliques

- Faible échauffement local, performance comparable ou supérieure aux lasers fs, pour certains matériaux

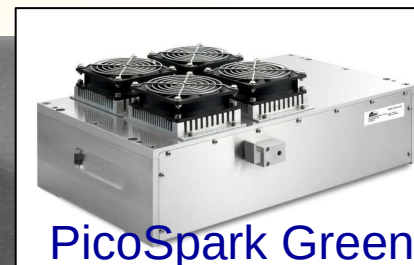
Micromachining



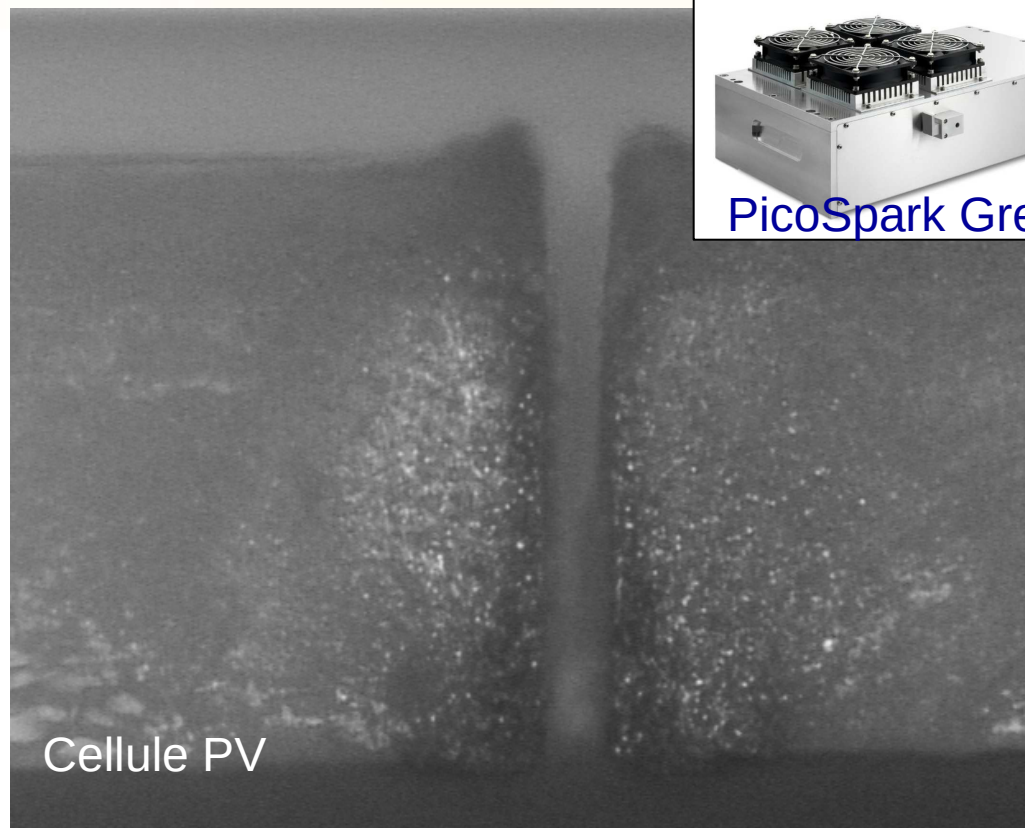
Stent



Injecteur



PicoSpark Green

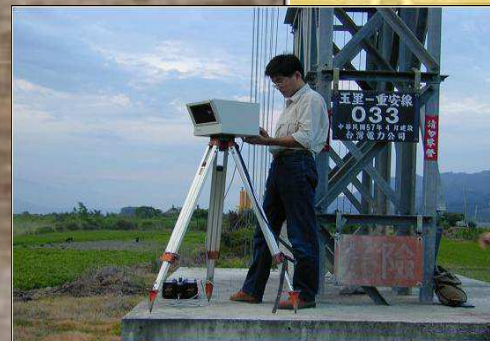


Cellule PV

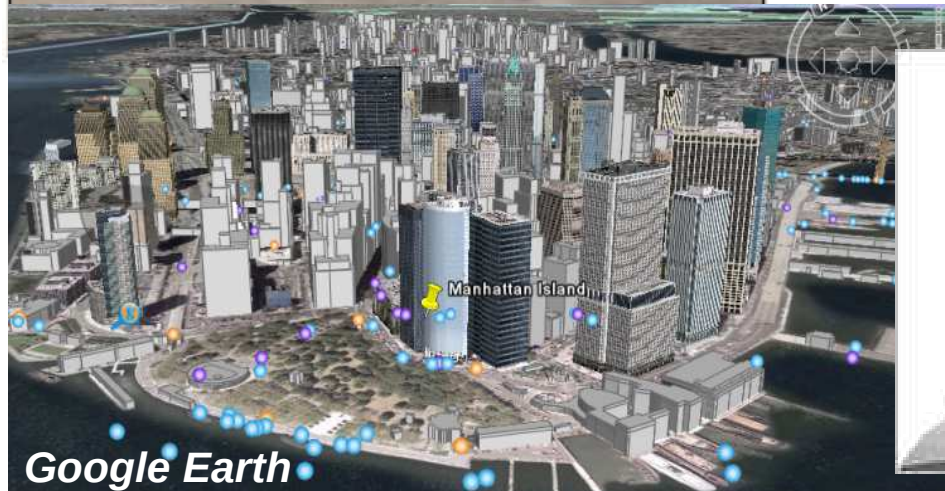
Amélioration de la découpe des cellules Photovoltaïques

LIDAR

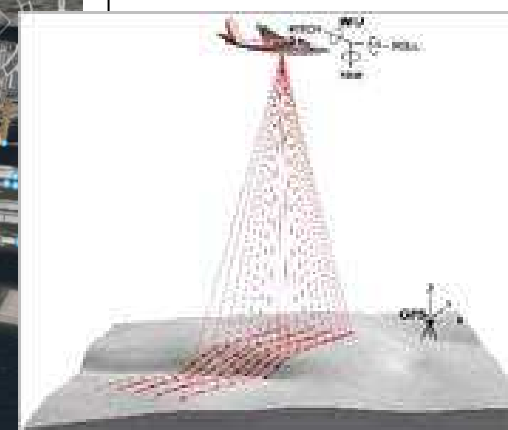
Mesure de distance



Laser Pulsé
'MicroChip'
1ns, 532nm



Google Earth

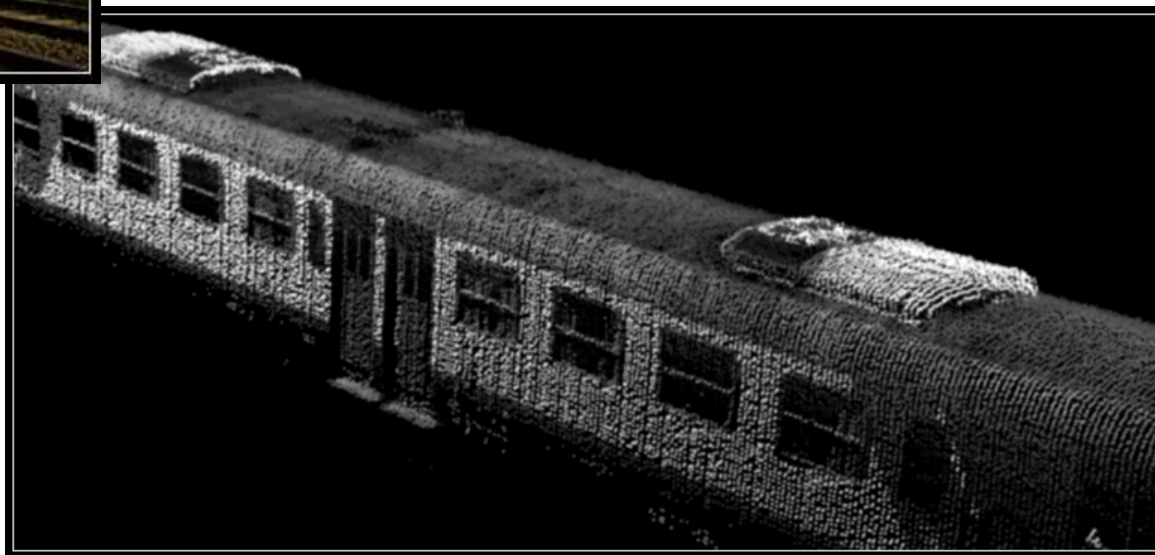


LIDAR – Sécurité des trains



Laser 'MicroChip' EyeSafe
1ns, 1535nm, 200kHz, 1W

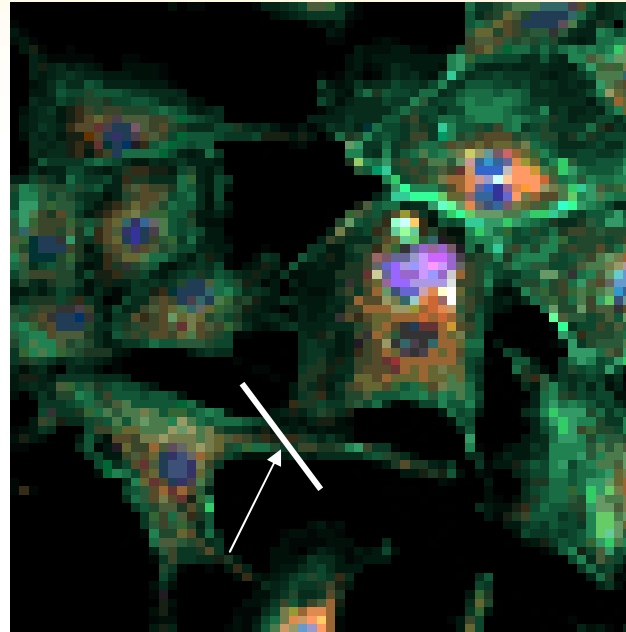
- Contrôle de train en mouvement en temps réel
 - Intégrité des équipements roulants
 - Scan rapide ->laser haute fréquence
 - Sécurité oculaire
 - Autre véhicule mobile



Visualisation 3D du scan: train conforme

Micro-dissection

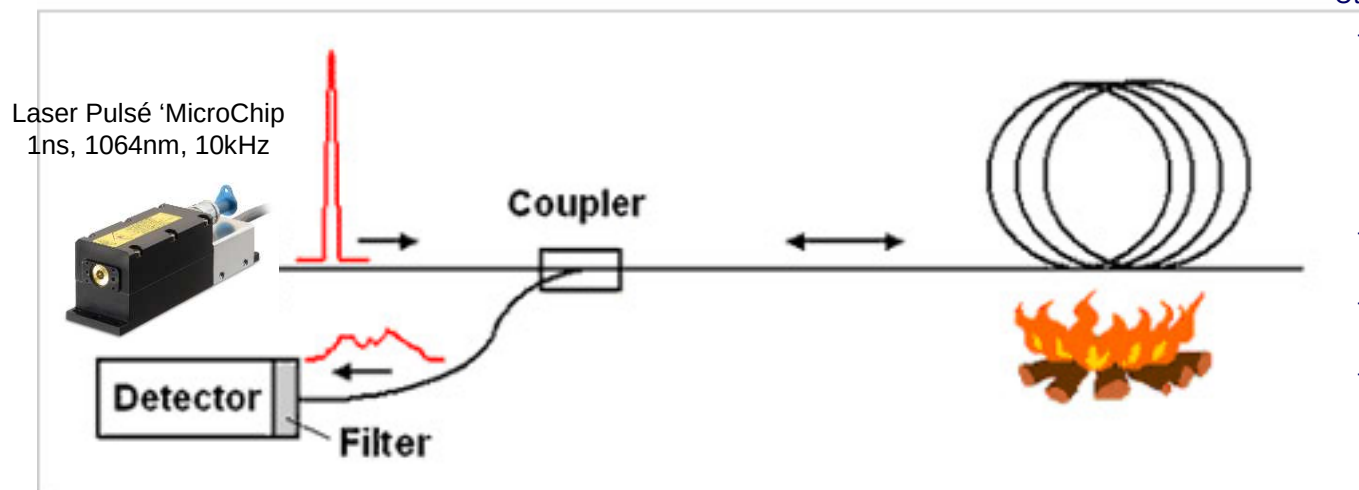
Microdissection & microsurgery



- Découpe de membrane cellulaire
- brain nanosurgery
 - Laser UV
 - Haute résolution spatiale
 - 200nm wide cuts

DTS (Distributed temperature Sensor)

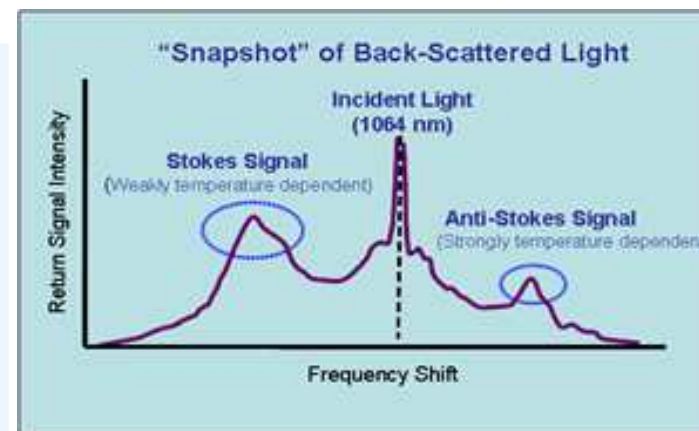
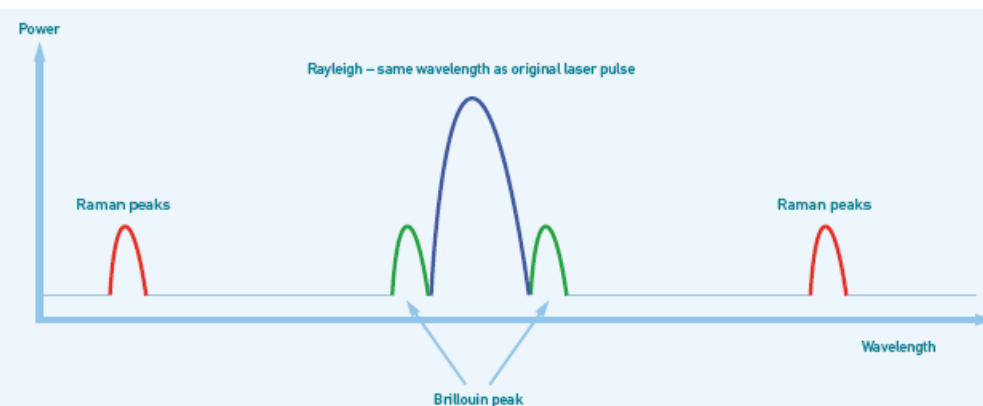
- **Mesure de Température à distance par analyse de la lumière retro-diffusée (Raman Back Scattering)**



Utilisation :

- Industries pétrolières: mesures à distance de température, et pression dans les puits de forages
- Sécurité des barrages
- Détection incendie (dans les tunnels)
- Intégrité des pipelines ou des lignes hautes tensions

Reflected light wave diagram



LIF (Laser Induced Fluorescence)

- Utilisation de laser UV
- Applications:
 - > **Photoluminescence** based analytics:
 - wafer analysis :UV LED, AlGaIn,Si
 - Analyse de composition chimique
 - Processus biochimique
 - > **LCD/FPD** panel repair

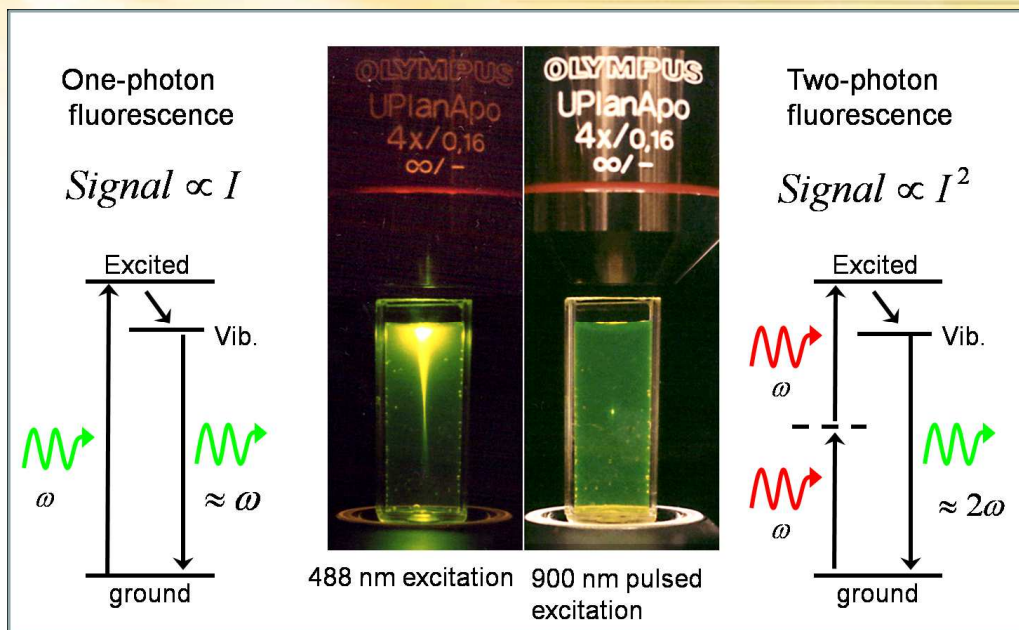


(11) Laser-induced fluorescence (Courtesy of Kinzle, Germany)

(12) Micro-dissection of biological tissue (Courtesy of mmi, Germany)

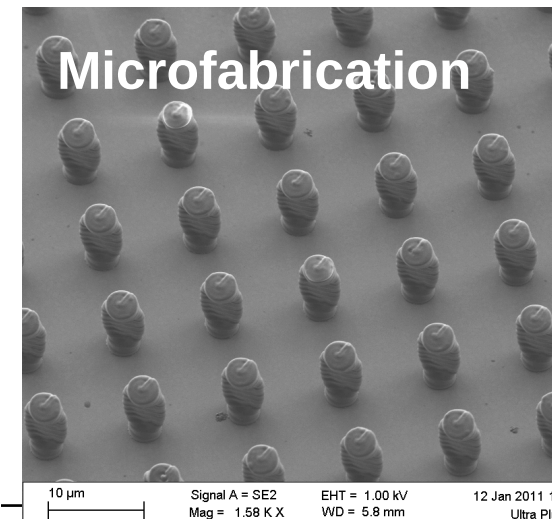
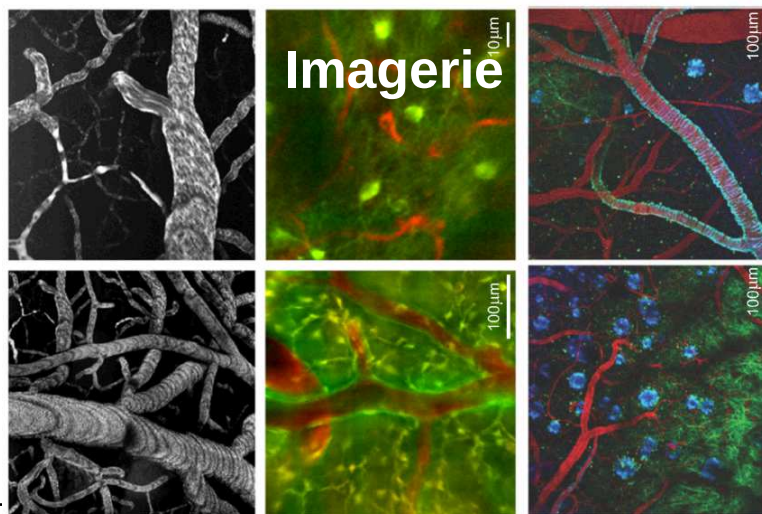
Absorption à deux photons

■ Principe:



Laser 'MicroChip'
1ns, 532nm, 10kHz, 20mW

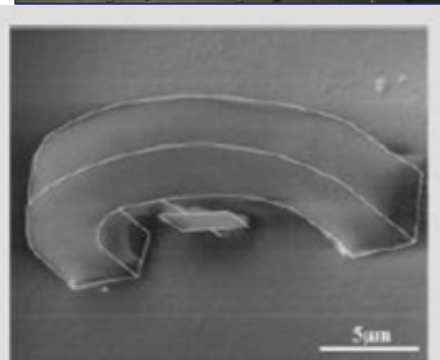
- Résultats:
- Résolution:
70 à 200nm
en latéral



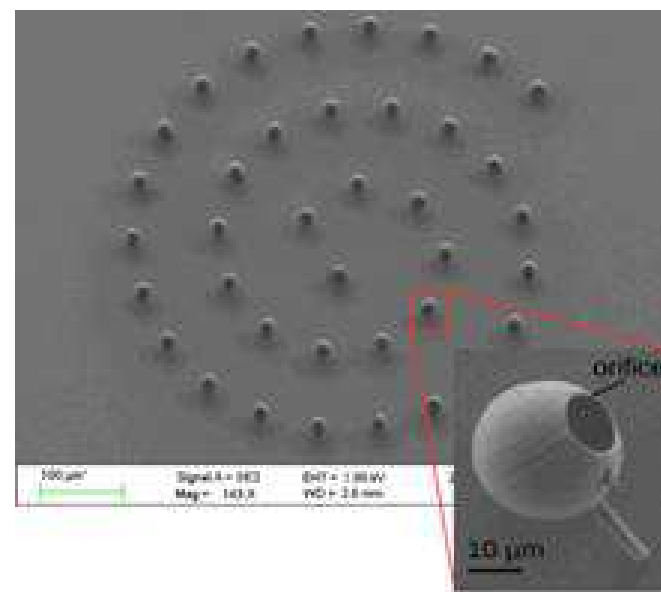
Imprimante 3D pour objets microscopiques



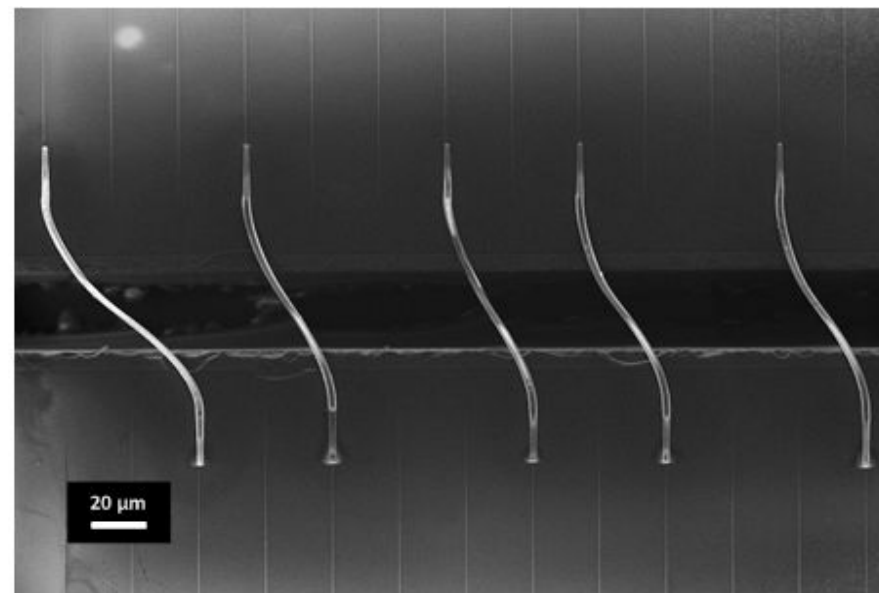
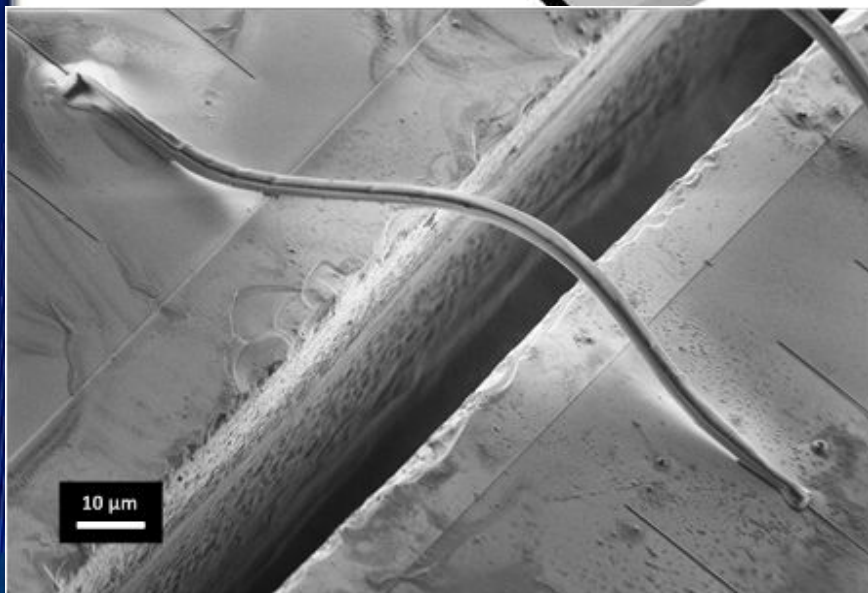
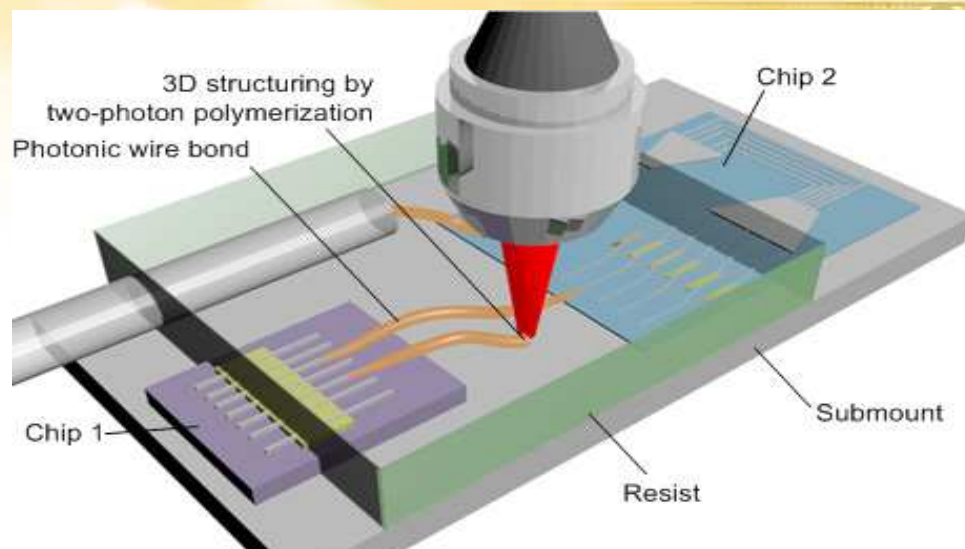
- Transfert UJF/LiPhy
- Fabrication d'objets de taille micrométrique avec une résolution nanométrique
 - Microfluidique
 - Polymères
 - Protéines & collagène
 - Biomatériaux



micr★LIGHT
Light for 3D printing

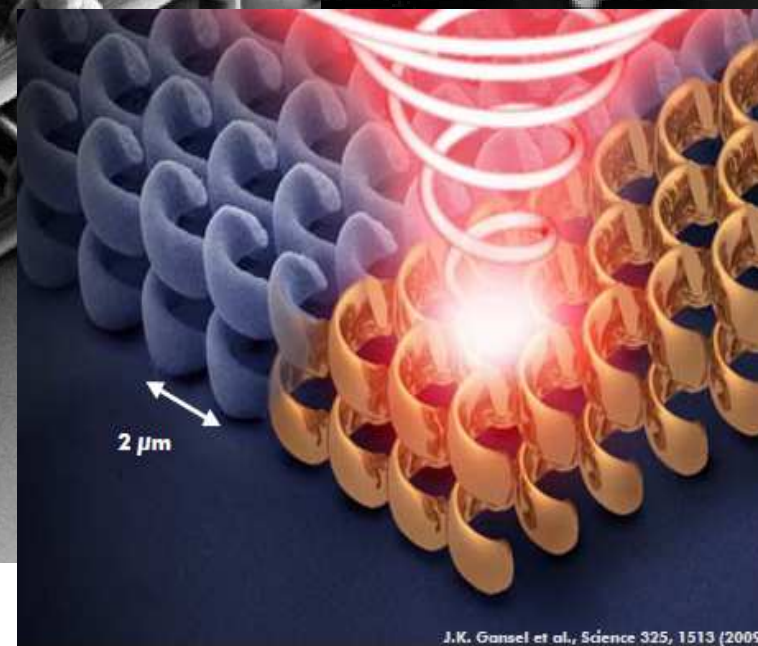
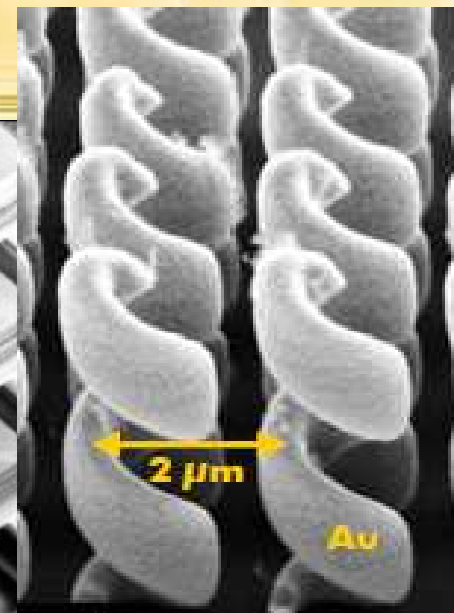
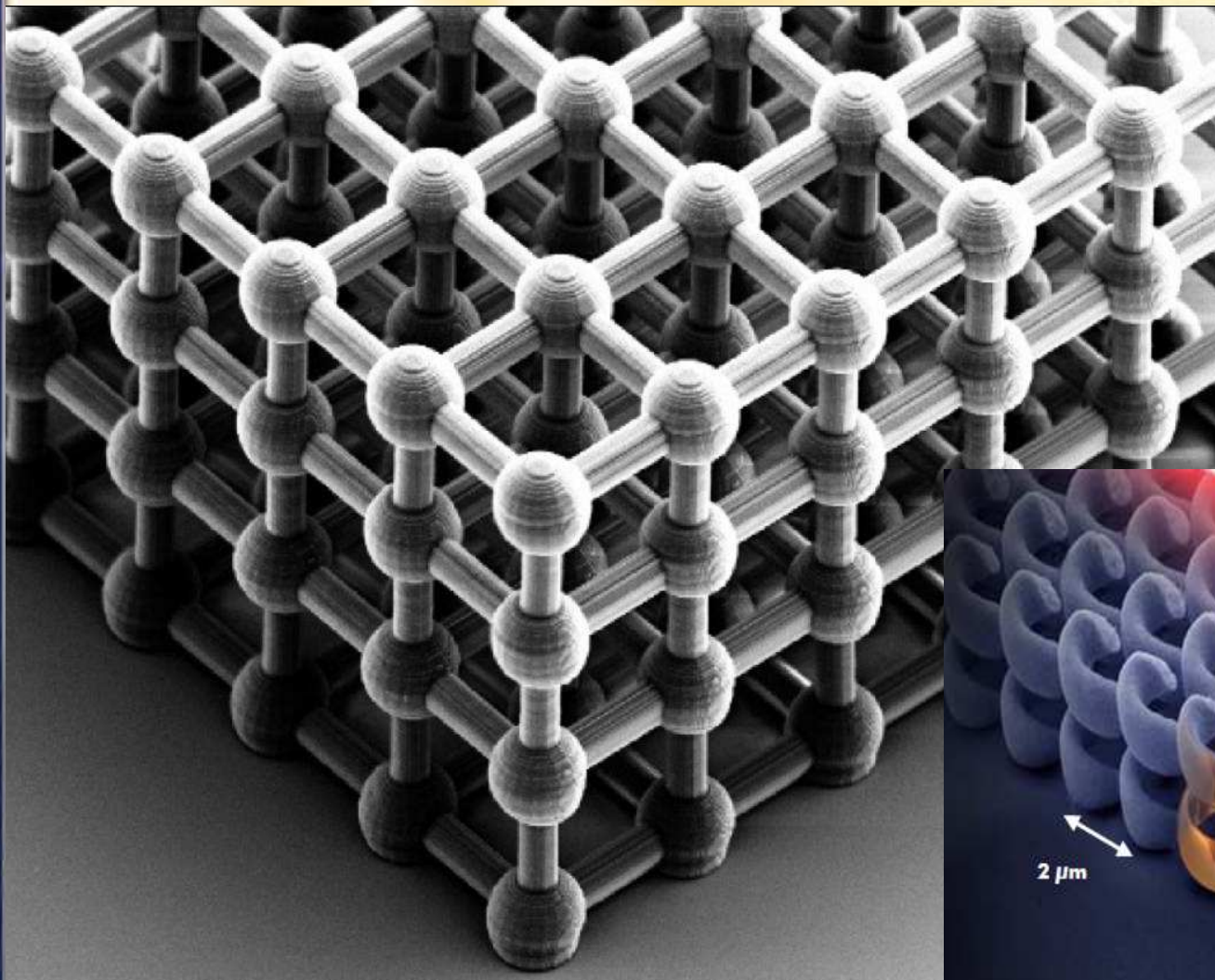


Interconnection: microélectronique, optique

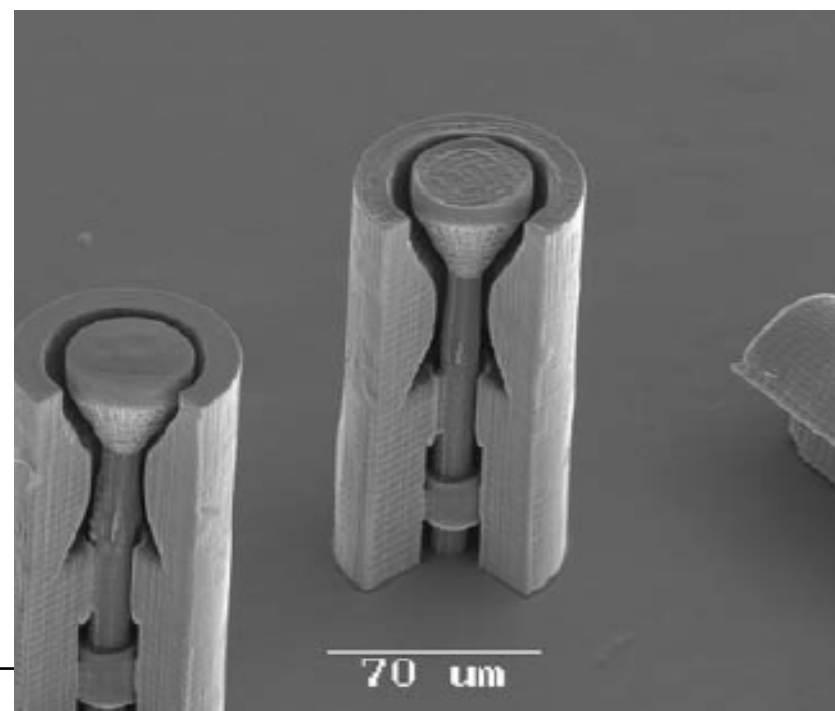
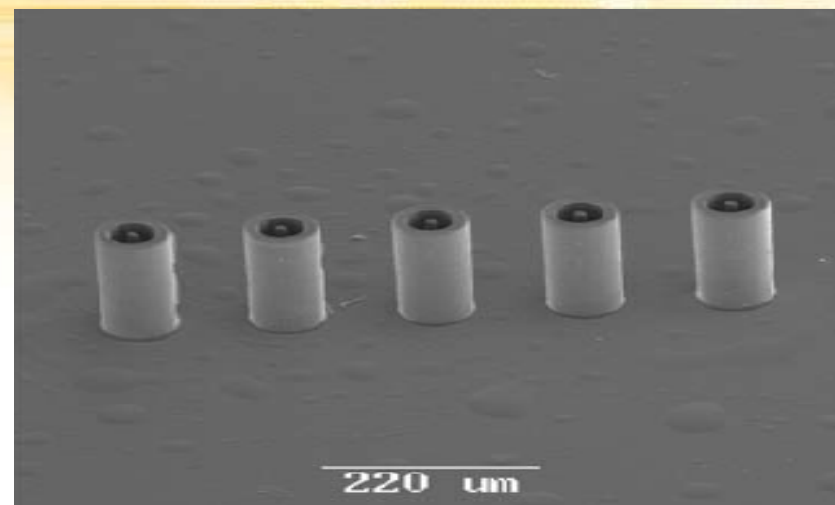


Photonic wire bonding: a novel concept for chip-scale interconnects," Opt. Express 20, 17667-17677 (2012).

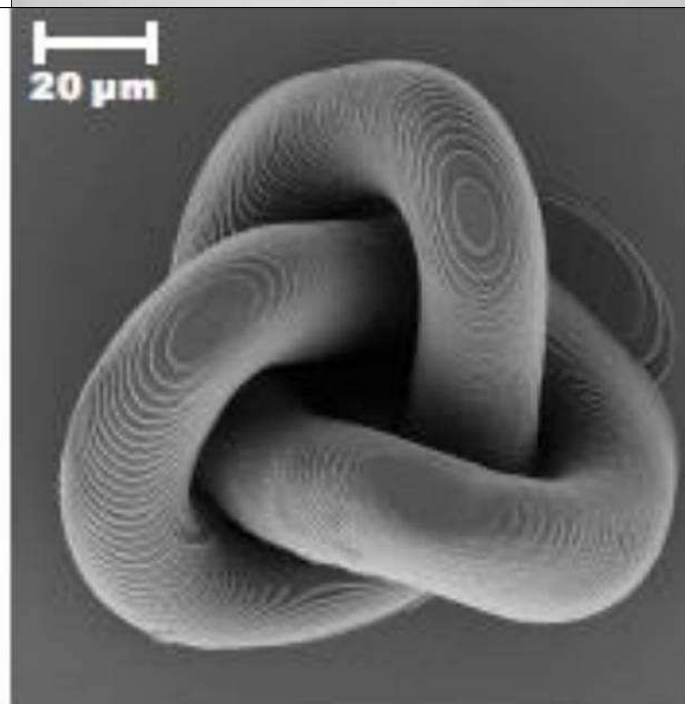
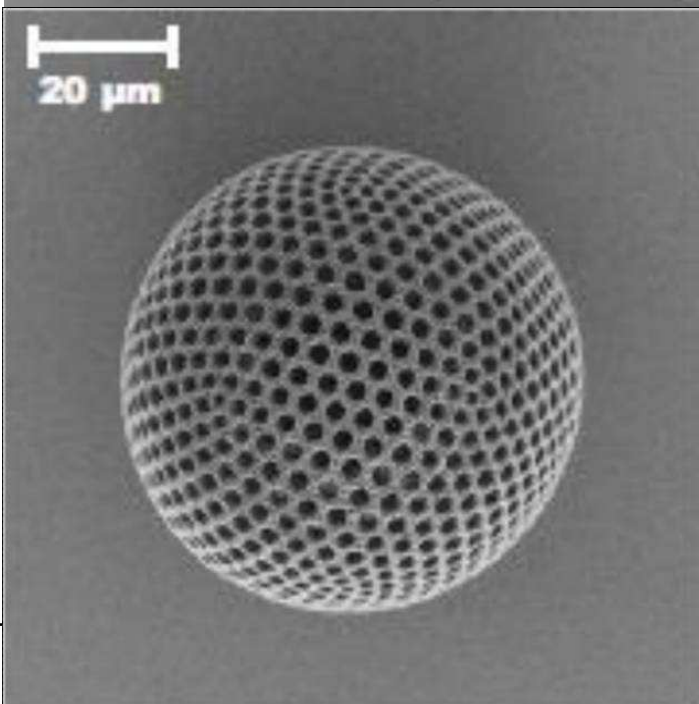
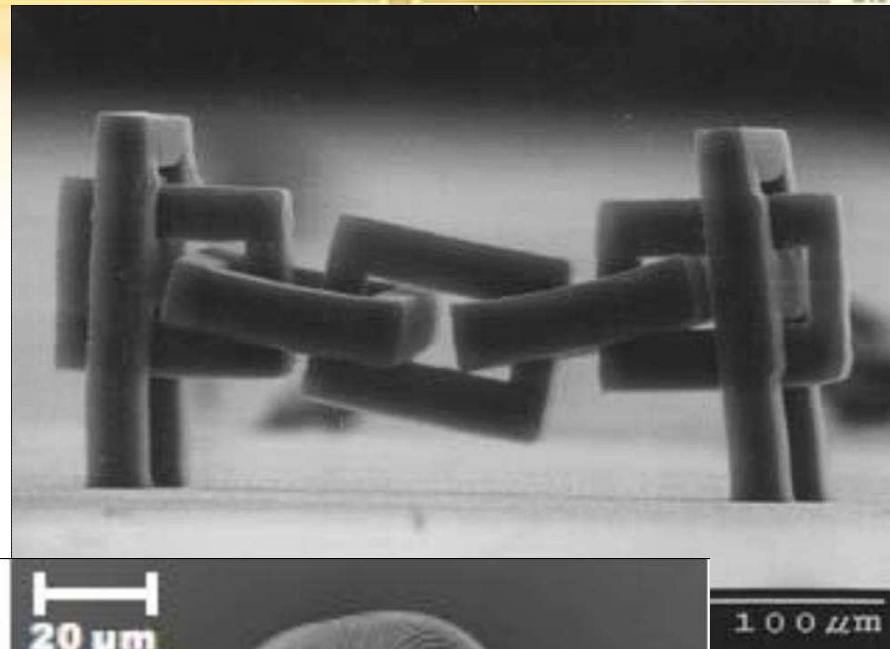
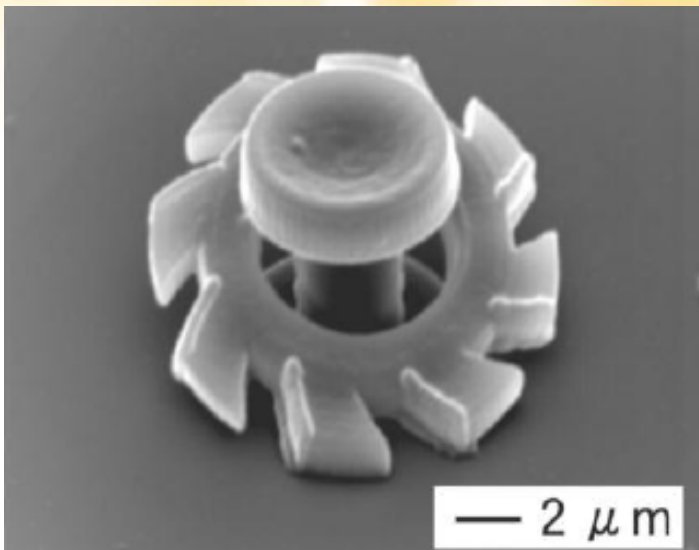
Méta matériaux optiques



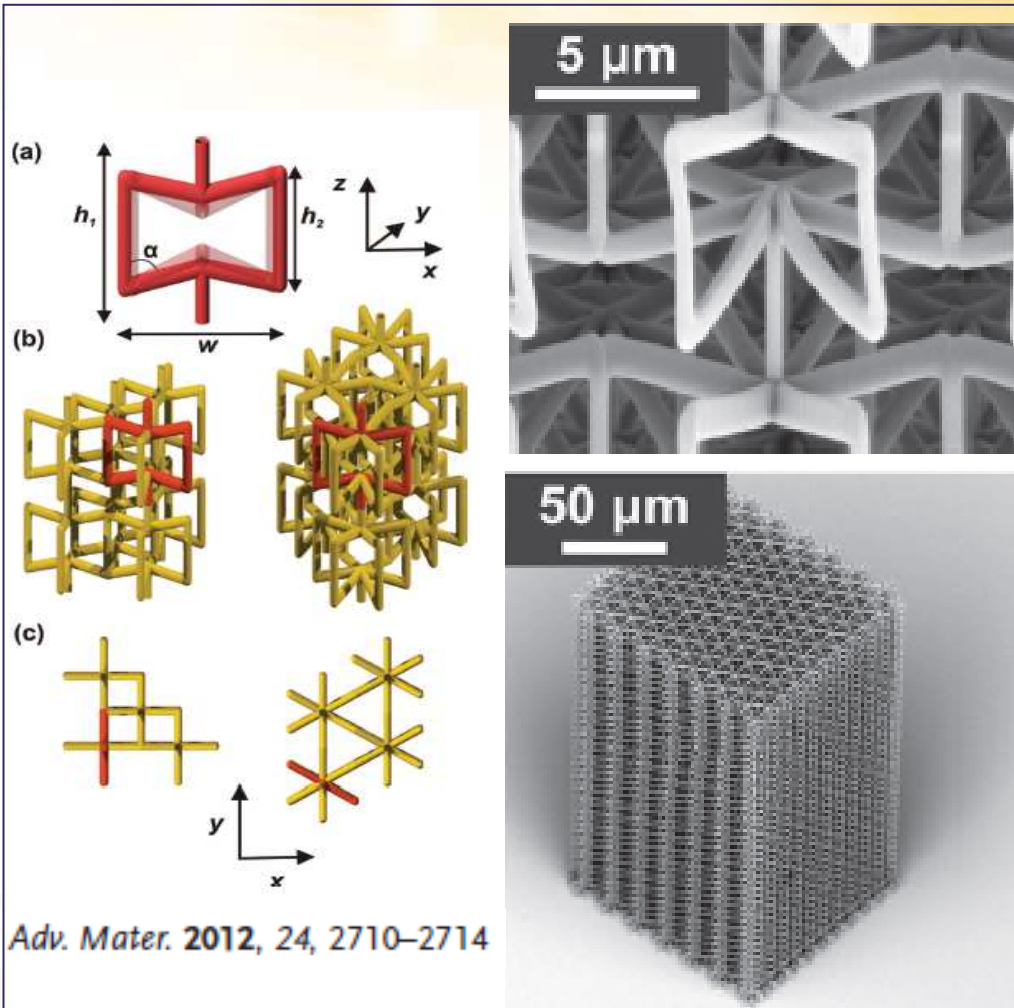
Micromécanique: micro-valves



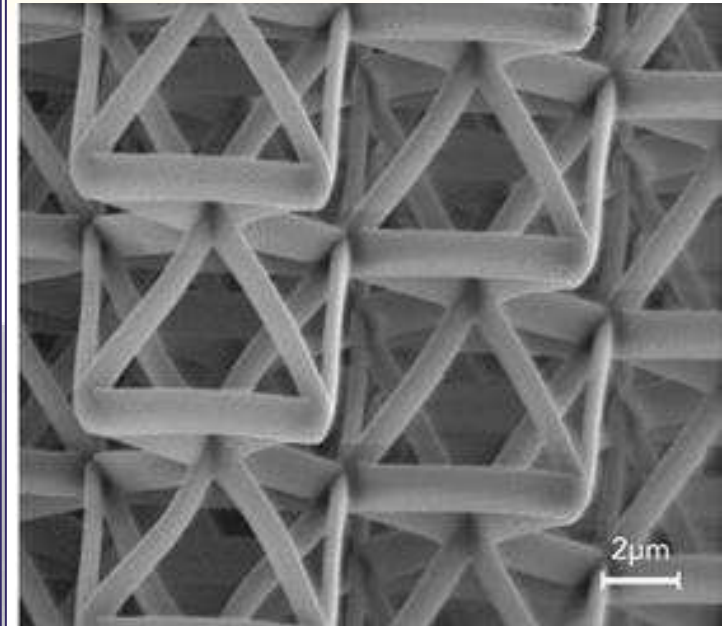
Micromécanique: divers composants



Méta matériaux mécaniques

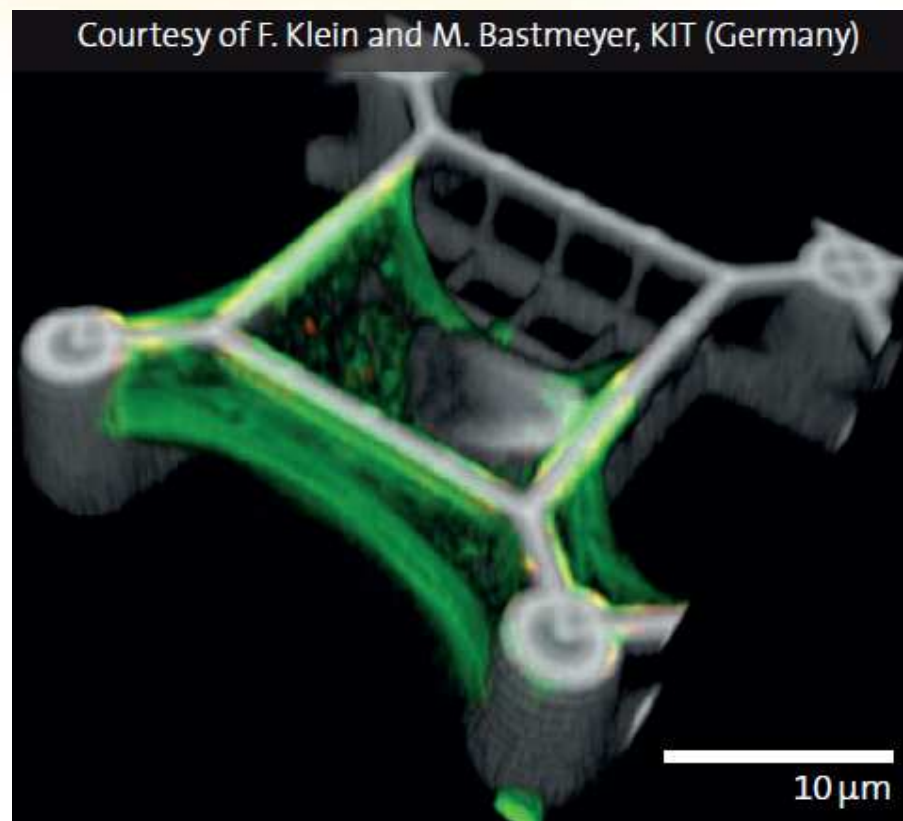
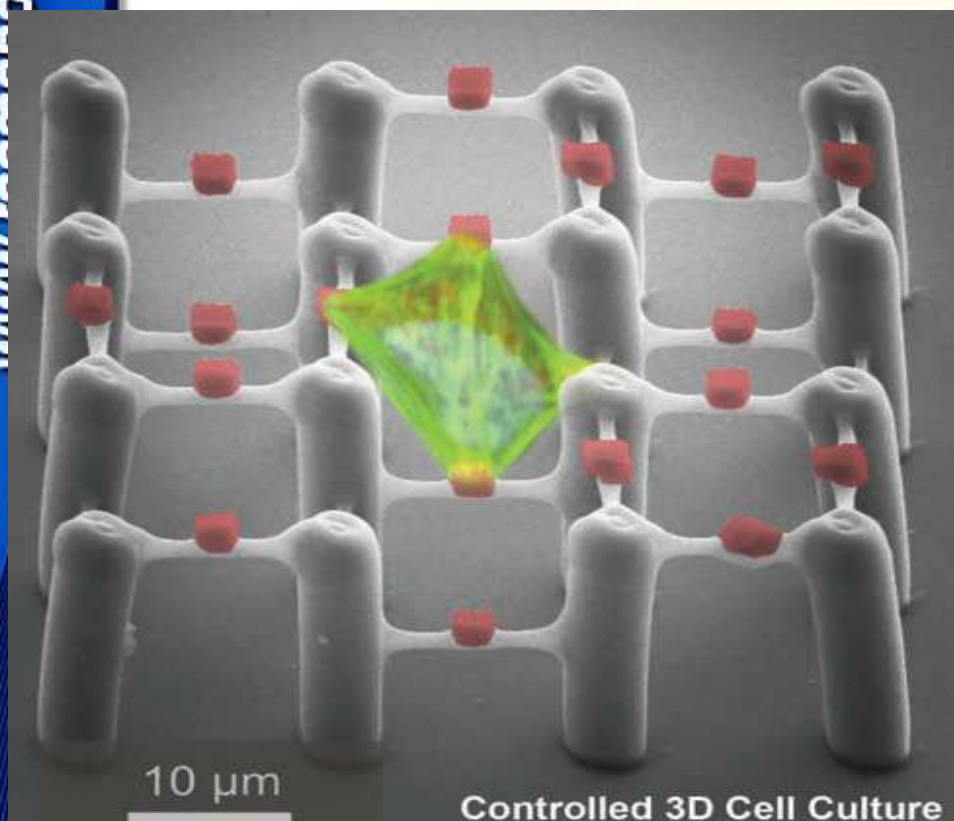


Matériau à coefficient de Poisson négatif



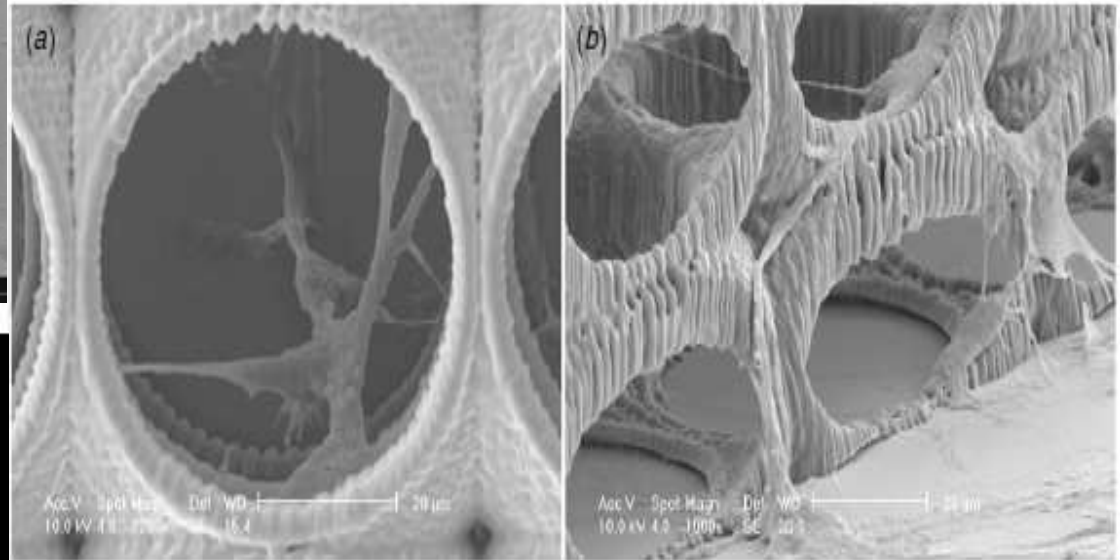
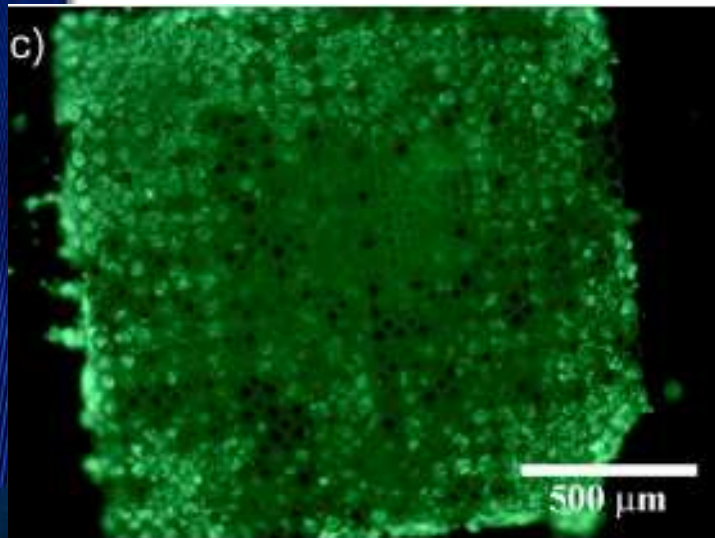
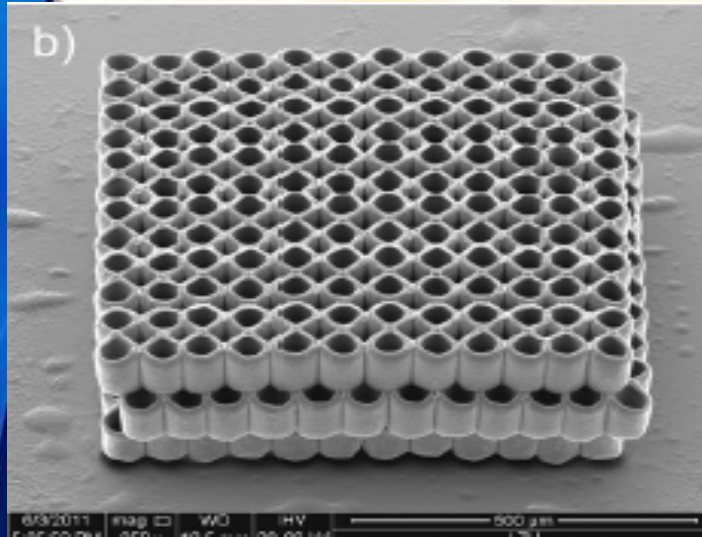
Matériau mécanique pentamode

Biophysique: substrat 3D pour étude cellulaire



Matrices biocompatibles: médecine régénérative

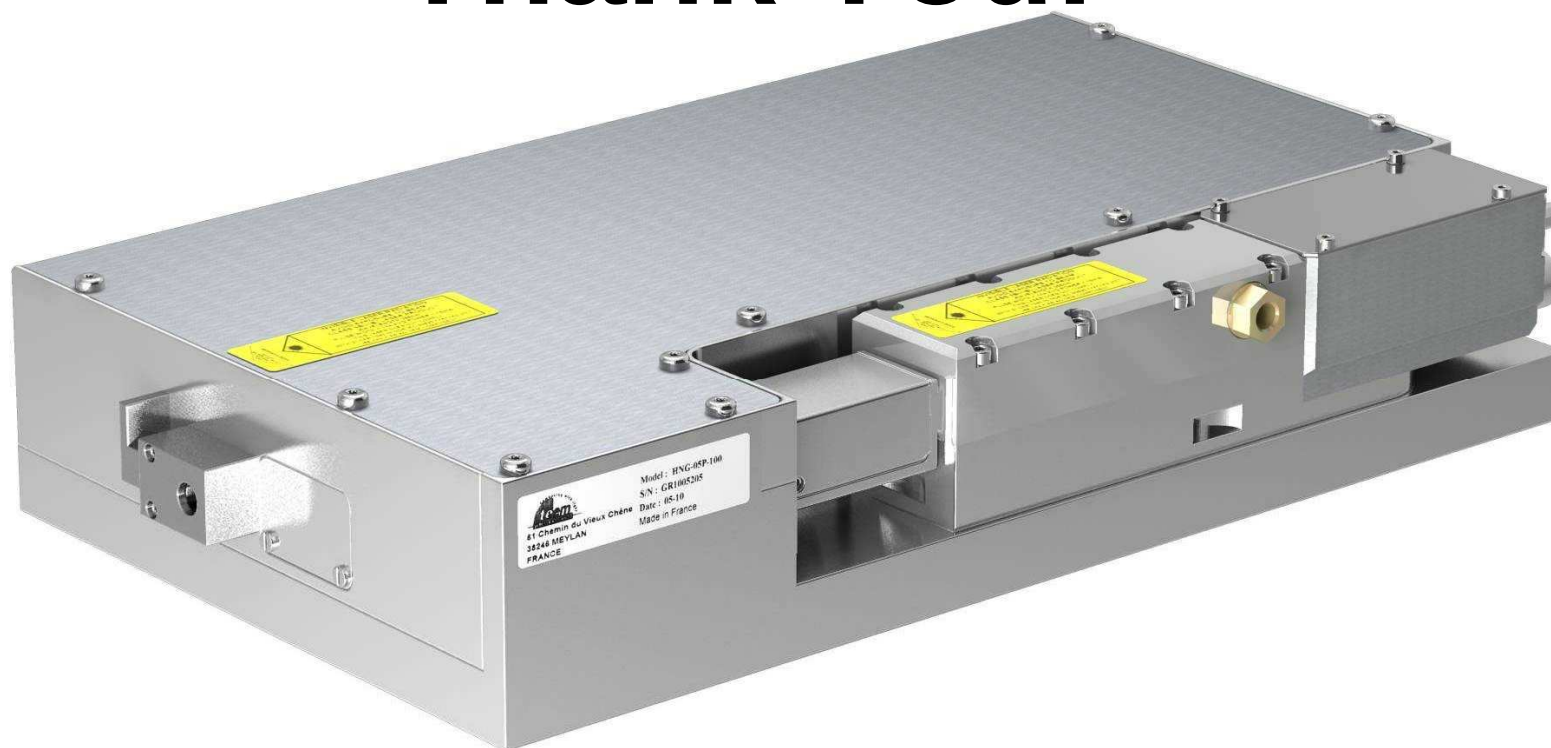
Micro-squelette pour culture cellulaire
-> peau, os, cartilage artificiels



Conclusion

- **65 ans après son invention, le laser est utilisés dans tous les domaines**
 - Marché de l'usinage par laser: 17 B\$ en 2020
 - Marché de diodes laser: 12 B\$ en 2020
- **Aujourd'hui la technologie 'lasers microchip', est mature et maîtrisée**
 - Compacité, Efficacité, et fiabilité, démontrées
 - Production en volume
- **Teem: une collaboration continue avec les laboratoires et un fort investissement de R&D**
 - Nouveaux produits mis sur le marché chaque année

Merci Thank You!



d.barbier@teemphotonics.com