WEBINAIRE

17 OCTOBRE 11h - 12h

La texturation et la découpe par laser ultra court, des procédés au service de l'industrie

AU PROGRAMME

> Introduction à l'usinage par laser ultracourt

> Le micro-usinage et la texturation de surface

> Les nanostructures et leurs applications

> Questions / réponses en direct

ireis

Valentin Maffeis

Chef de projet R&D

France Innovation

France Innovation (by ASRC) fédère

– Les entreprises innovantes réalisant des prestations de recherche et de développement technologique ;
– Les entreprises proposant des produits, procédés ou services innovants ;
– Les entreprises de type sous traitance industrielle ;
– Les entreprises du conseil et de l'accompagnement de l'innovation, etc.

Dans le cadre de sa plateforme communautaire France Innovation, **investisseurs, collectivités/clusters, etc ou encore organismes de recherche** sont acceptés.

France Innovation

Représentation à double sens

Information Newsletters, Webinaires

Mises en lumière Annuaire, Magazine 360°R&D et réseaux sociaux, Webinaires, etc.

Mises en relation Recherches de compétences, Plateforme communautaire, France Innovation Meetings, etc.

+730 membres avec fiche active

+9 000 inscrits à nos webinaires/an

+28 000 contacts

+2 900 mises en relation

0° R&D
Technologies pour l'industrie
n° 29 TRIMESTRIEL

argeur autonome

nents aériens plus écologiques,
x et moins chers / p.3

des véhicules
p.4

st optique
l / p.5

sécurisés pour des
SoC / p.6

des télécommunications
iales / p.7

Des salles de contrôle en réalité mixte / p.7

Des dispositifs piézoélectriques de haute performance / p.9

La motorisation d'un semi-rigide électrique basse tension / p.9

La modélisation de l'interaction d'un train avec l'infrastructure / p.10

Horizon Europe, le nouveau programme-cadre européen / p.11

France Innovation asrc

360° R&D
Innovations et Technologies pour l'industrie
n° 31 TRIMESTRIEL

L'expertise vibro-acoustique pour fiabiliser des robots industriels

p.6

Livraison d'un instrument de diagnostic du réacteur d'ITER / p.3

Un exosquelette pour réduire la pénibilité des tâches dans la filière viande / p.4

L'EIC Accélérateur Horizon Europe en 2023 / p.5

Le programme des webinaires / p.7

L'amélioration de la connectivité des satellites / p.8

Un système électrique de secours pour l'aéronautique / p.9

L'électrostimulation pour réduire les troubles urinaires / p.10

Appels à projets de l'ADEME, les opportunités de financement / p.11

France Innovation asrc

360° R&D
Innovations et Technologies pour l'industrie
n° 30 TRIMESTRIEL

Les pneus connectés prennent la route

p.6

Une nouvelle génération d'alternats / p.3

Un système de liaison par fibre optique pour les satellites européens / p.4

Des capteurs autonomes grâce à l'énergie vibratoire / p.5

Le contrôle de conformité par la réalité virtuelle / p.7

Des moteurs à combustion interne à Hydrogène / p.8

Un équipement dédié à la désinfection de l'intérieur des véhicules / p.9

L'impression de modèles d'organes sur-mesure / p.9

Le programme des webinaires / p.10

France Innovation asrc

Vous êtes une entreprise ?

	MEMBRE	MEMBRE PREMIUM	MEMBRE SUPER PREMIUM
Référencer la fiche profil de votre entreprise	✓	✓	✓
Utiliser le logo membre France Innovation	✓	✓	✓
Accepter ou refuser des rendez-vous de membres	✓	✓	✓
Solliciter des rendez-vous aux autres membres	✗	✓	✓
Diffuser des recherches de compétences	✓	✓	✓
Répondre à des recherches de compétences	✗	✓	✓
Participer à des webinaires	✓	✓	✓
Organiser un webinaire	✗	✗	✓
Diffuser du contenu	✗	✗	✓
Tarifs préférentiels sur des évènements partenaires	✗	✓	✓

Au service des entreprises innovantes.

France Innovation est une association professionnelle qui fédère **les prestataires privés de recherche et de développement technologique**, les **entreprises** proposant des **produits, procédés ou services innovants** et les acteurs du **conseil et de l'accompagnement en innovation**.

Vous recherchez une expertise R&D&I ?

Parcourez l'annuaire des membres ou contactez-nous.

Trouver une expertise

CHIFFRES CLÉS

400 membres

+ de 600 mises en relation par an

UN RÉSEAU NATIONAL

- Porter **une vision commune** (prise de position sur le **Crédit Impôt Recherche**, le Transfert de technologies, le financement des projets nationaux et européens, etc.)

Vous souhaitez valoriser votre savoir-faire ?

Rejoignez France Innovation

Comment adhérer ?

Le site France Innovation utilise des cookies à des fins de statistiques. En poursuivant votre navigation, nous considérerons que vous acceptez l'utilisation des cookies. Ok

France Innovation

LA PLATEFORME COMMUNAUTAIRE

au service des entreprises innovantes

Mots clés

Structure

Compétences & Expertises

Sélectionner

Domaines d'application

Localisation

num dpt, ville

Triez par pertinence ou par ordre alphabétique

(622) **TRIER PAR** A - Z **Derniers inscrits**

BA Group

BA Group, expert de la conception et de la fabrication de systèmes robotiques et mécatroniques complexes et programmables pour..

https://www.batechgroup.com/

Voir plus

DEMANDER UN RDV

PME

LMAD

Les robots, véhicules autonomes arrivent pour remplacer, augmenter les métiers manuels et humains en gérant les taches ...

http://www.lmad.eu

Voir plus

DEMANDER UN RDV

PME

AERO CONCEPT ACE ENGINEERING

Experts en aérodynamique, mécanique des fluides et thermique nous proposons des études en soufflerie (2,05x2,3m de section e...

http://www.aero-ce.com

Voir plus

DEMANDER UN RDV

PME

CLHYNN PILE HYDROGÈNE

CLHYNN propose une technologie de pile à hydrogène vert disruptive , qui va accelérer la transition énergétique dans la...

http://www.clhynn.com

Voir plus

DEMANDER UN RDV

DIAMFAB

Diamfab est une start-up spécialisée dans la fabrication de diamant pour des applications d'électronique de puissance et...

https://diamfab.com/fr/

Voir plus

DEMANDER UN RDV

PISEO photonics.innovation.services

Piséo est une plateforme d'innovation spécialisée en optique photonique. Equipé d'un part de son propre laboratoire COFRAC,..

http://piseo.fr

Voir plus

DEMANDER UN RDV

France Innovation

MEETINGS

Les RDV d'affaires des entreprises innovantes

Les participants 2023 :

93% ont identifié de nouveaux partenaires
92% envisagent de participer à nouveau

www.france-innovation-meetings.fr

www.france-innovation-meetings.fr

Attention, de nouveaux webinaires peuvent venir s'intercaler entre les dates ci-dessous

https://www.france-innovation.fr/webinaire/

17 oct | La texturation et la découpe par laser ultra court, au service de l'industrie (IREIS)
07 nov | Dispositifs médicaux : Conseils pratiques pour une protection en Europe et aux US (LAVOIX)
12 nov | Présentation du programme de travail 2025 EIC Accélérateur Horizon Europe (PCN)
14 nov | Impacts des nouveautés et des jurisprudences 2024 sur les dispositifs CIR, CII, JEI et IPBOX (Bconseil)
10 dec | Réduire l'impact environnemental des équipements électroniques (CENTUM T&S)
12 dec | Modèle d'utilité & propriété industrielle : Rôle et applications pratiques (LAVOIX)

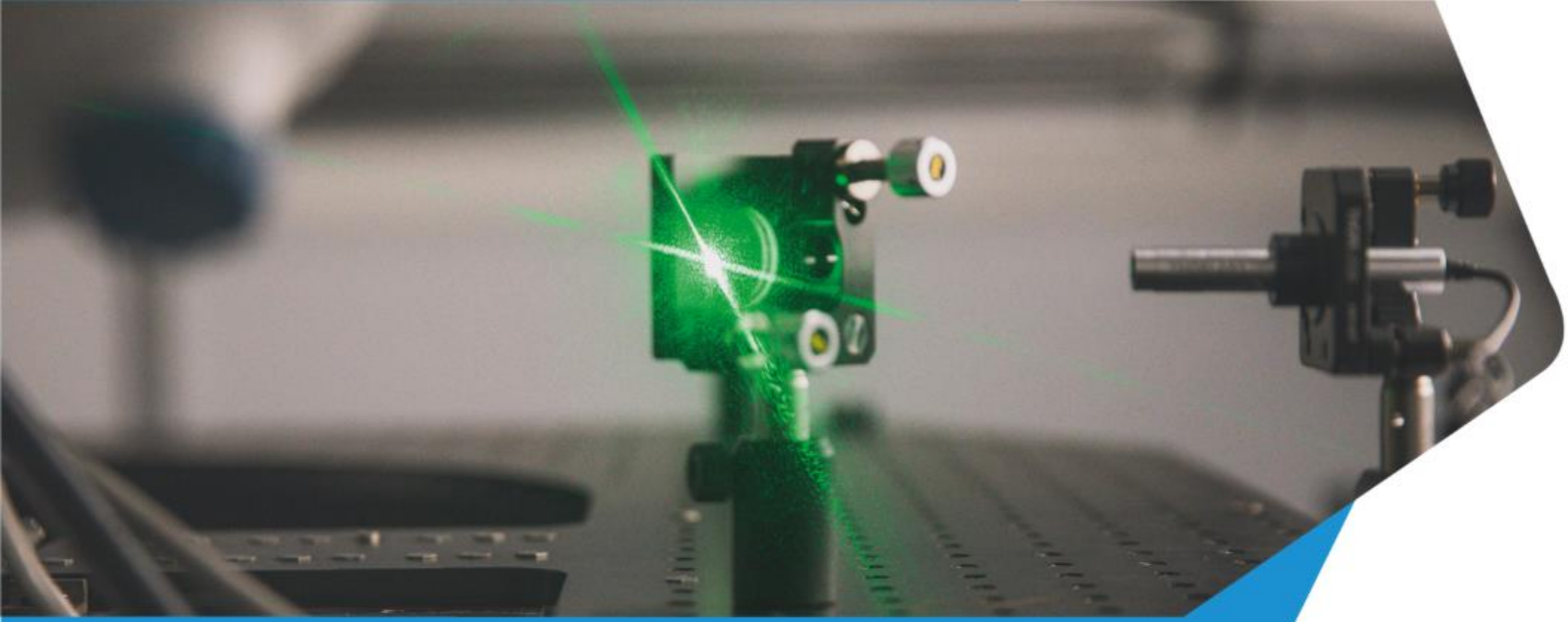
www.france-innovation.fr

contact@france-innovation.fr

https://www.linkedin.com/in/france-innovation-67607a166/

https://twitter.com/Fr_Innovation

France Innovation



Surface materials engineering

La texturation et la découpe par laser ultra court, des procédés au service de l'industrie

Valentin Maffeis, équipe R&D laser

vmaffeis@hef.group

+33 4 77 46 03 54

Texturation et découpe par laser ultra court : au service de l'industrie

HEF en chiffres

Depuis 1953,
70 ans d'expertise en ingénierie des matériaux de surface

3200 salariés (monde)
650 en France

317 M€
CA - 2022

66%
Du capital est détenu par les salaries et 34% par la famille du fondateur

200
brevets

90
sites industriels
dans **21** pays

55 M€
d'investissement en 2023

6500
clients

HEF GROUPE

3 expertises en ingénierie des matériaux de surface

TRIBOLOGIE

Etude des phénomènes liés aux solides en interaction dynamique. Compréhension et maitrise des mécanismes de frottement et d'usure.

PHOTONIQUE

Etude des phénomènes liés à l'interaction entre la lumière et la matière.

Compréhension et maîtrise des surfaces et des interfaces optiques.

TECHNOLOGIES DE L'HYDROGÈNE

Fabrication, transport, stockage et exploitation de l'hydrogène : électrolyse / compression / pile à combustible et moteur à hydrogène.

HEF® GROUPE

Texturation et découpe par laser ultra court : au service de l'industrie

De la recherche à l'industrie, un modèle d'intégration éprouvé

Laboratoires et plateformes de recherche

R&D (test et simulation) : Conception des matériaux / ingénierie des procédés

Ingénierie conception et fabrication d'équipements, de consommables :
chimie / métallurgie / sourcing / recyclage

Traitements de surface à l'aide de nos matériaux et procédés

Fabrication de composants intégrant nos technologies

HEF GROUPE

5 technologies clés pour élaborer des matériaux de surface

Nitrocarburation Liquide

Leader mondial en nitruration en milieu liquide ionique :

Traitement anti-usure et anti-corrosion par transformation des matériaux métalliques.

PVD - PECVD

Leader mondial des dépôts tribologiques base carbone.

Cette technologie permet de synthétiser des matériaux nouveaux et complexes en couches minces sur tous types de substrats.

COMPOSANTS DE FROTTEMENT

Acteur de spécialités pour des environnements sévères. Combinaison de savoir-faire en tribologie et matériaux de surface pour la conception et la réalisation de composants de frottement.

HEF® GROUPE

5 technologies clés en ingénierie des matériaux de surface

TECHNOLOGIES ÉMERGENTES :

POUDRES FONCTIONNALISÉES

Nos technologies permettent de fabriquer des poudres fonctionnalisées multi-matériaux.

Elaboration de matériaux massifs (impression 3D) ou matériaux de surface (propriétés thermiques, électriques)…

LASER FEMTOSECONDE

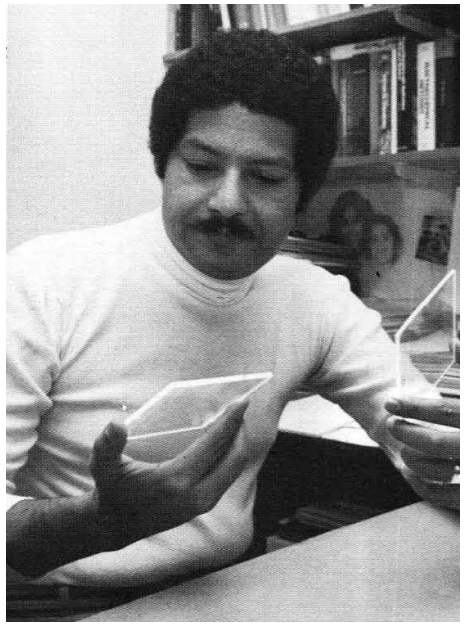
Cette technologie permet la découpe, la gravure à l'échelle micronique et la fonctionnalisation des surfaces de tous les matériaux en respectant l'environnement grâce à une très faible consommation d'énergie et par un traitement en voie sèche sans aucun effluent.

HEF® GROUPE

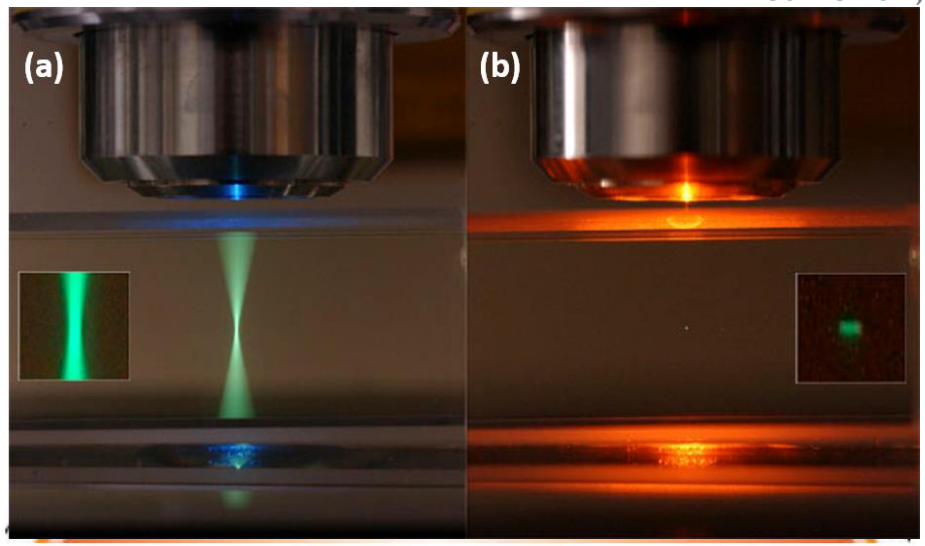
Lasers ultracourts

Ultracourt = fs à quelques ps
100 fs = 30 µm

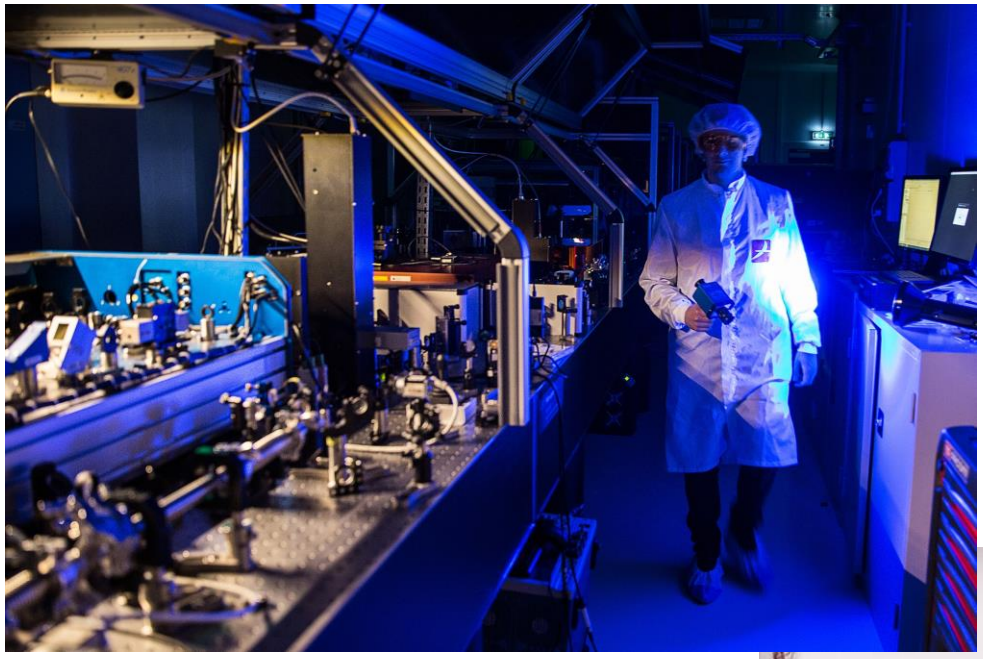
- Inventé dans les années 80: "appareil photo atomique"
  Mouvement des atomes ~ ps
- 99 : Prix Nobel pour la femtochimie (spectroscopie résolue en temps)
- 00-10: Applications « communes » :
  - micro-usinage athermique
  - optique non linéaire
  - microscopie à deux photons
- 10-20: démocratisation des lasers amplifiés
  PN 2018 Mourou & Strickland
- 20-30: *Applications surfaces*



Ahmed Zewail, 1946-2016, PN 1999



Lasers ultracourts



Laser Apollon lors de sa construction

Solution industrielle:

- Baisse du coût par W
- Augmentation de la fiabilité

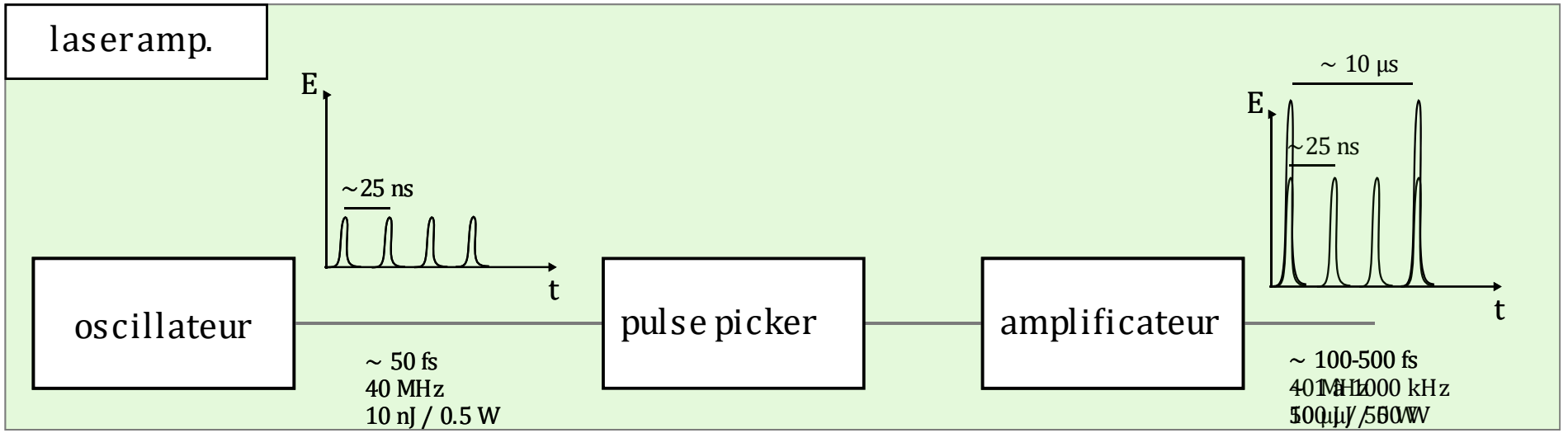
Amplitude

Tangor, 100 W, **2020**

Astrella, 10 mJ, **2020**

Jasper Micro, 7 W, **2023**

Lasers ultracourts



Tangor, 100 W, **2020**

Astrella, 10 mJ, **2020**

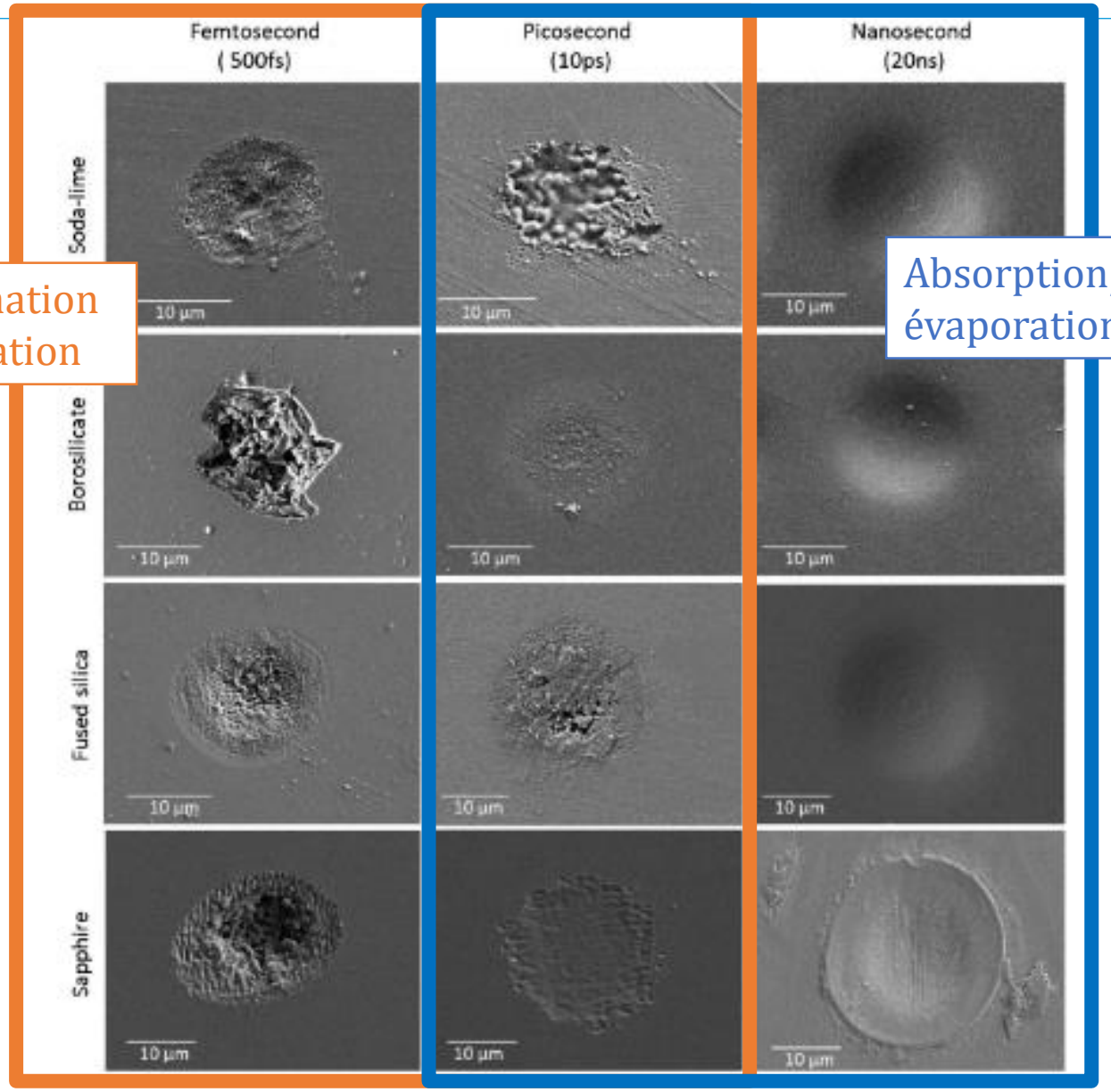
Jasper Micro, 7 W, **2023**

Lasers ultracourts : spécificités

- Intéraction laser matière complètement différente
- 2 ordres de grandeurs d'énergie en moins pour ablater

Material	Irradiation Conditions: Wavelength (nm)	Irradiation Conditions: Pulse Duration (s)	Irradiation Conditions: E_{th} (J/cm²)	Dimensions of Interaction Zone: Diameter (µm)	Dimensions of Interaction Zone: Depth (nm)
Soda-lime	1064	2.0×10^{-8}	116	19 ± 0.5	1200 ± 25
	1030	1.0×10^{-11}	9.54	14 ± 0.5	325 ± 25
	1030	5.0×10^{-13}	2.90	12 ± 0.5	300 ± 25
Borosilicate	1064	2.0×10^{-8}	954	18 ± 0.5	1300 ± 25
	1030	1.0×10^{-11}	9.40	10 ± 0.5	550 ± 25
	1030	5.0×10^{-13}	2.98	11 ± 0.5	110 ± 25
Fused silica	1064	2.0×10^{-8}	1054	20 ± 0.5	1200 ± 25
	1030	1.0×10^{-11}	11.02	17 ± 0.5	420 ± 25
	1030	5.0×10^{-13}	3.60	14 ± 0.5	300 ± 25
Sapphire	1064	2.0×10^{-8}	1100	22 ± 0.5	460 ± 25
	1030	1.0×10^{-11}	13.05	19 ± 0.5	154 ± 25
	1030	5.0×10^{-13}	4.18	17 ± 0.5	670 ± 25

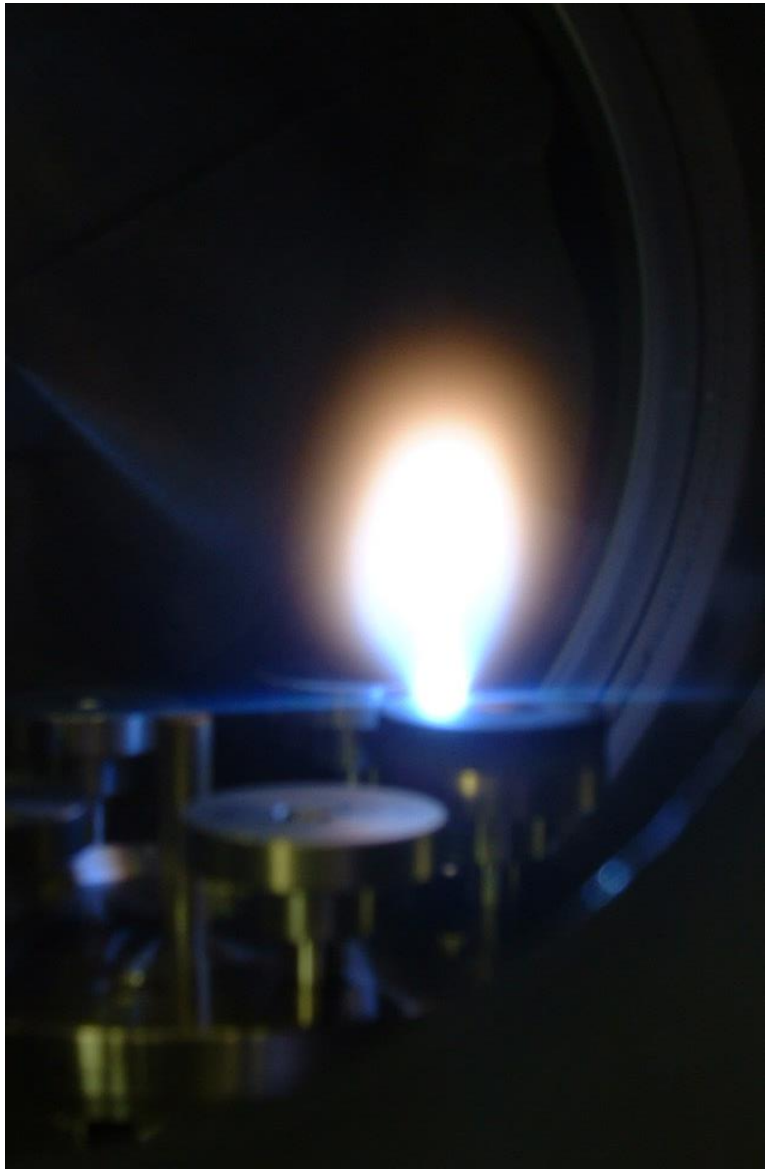
Spécificité #1
Ablation par ionisation et non par échauffement



Nieto *et al.*, DOI: 10.1364/ao.54.008596 (**2015**)

Valentin Maffeis

Lasers ultracourts : spécificités



100 fs, 500 µJ, focalisé

Puissance instantanée (I)
5 GW ou 500 TW/cm²

$$A = \alpha I + \beta I^2 + \gamma I^3 + \delta I^4 + \cdots$$

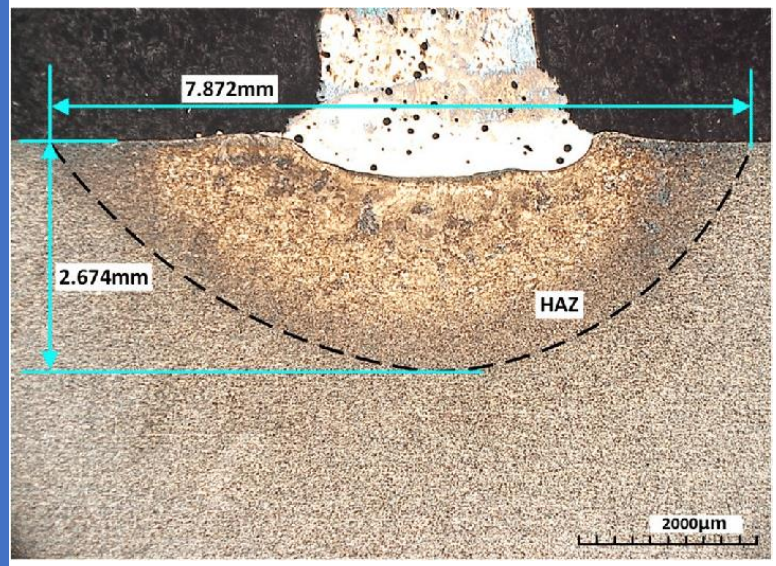
Absorption multi-photonique

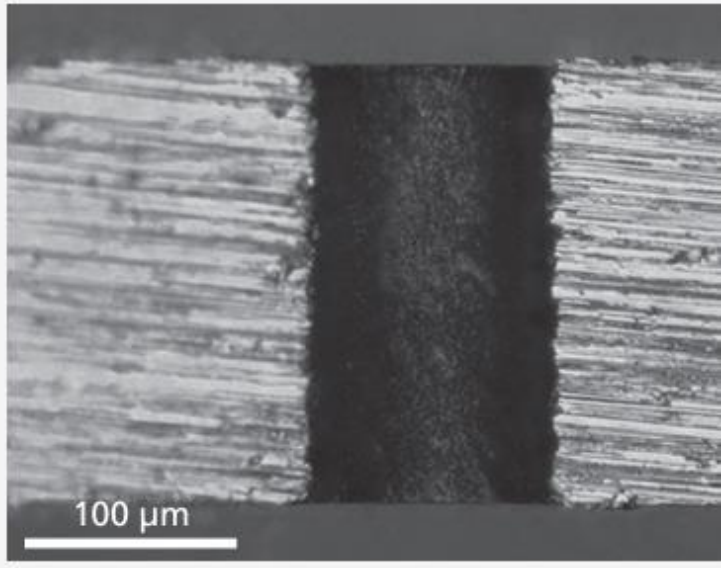
Spécificité #2
Pour tous les matériaux

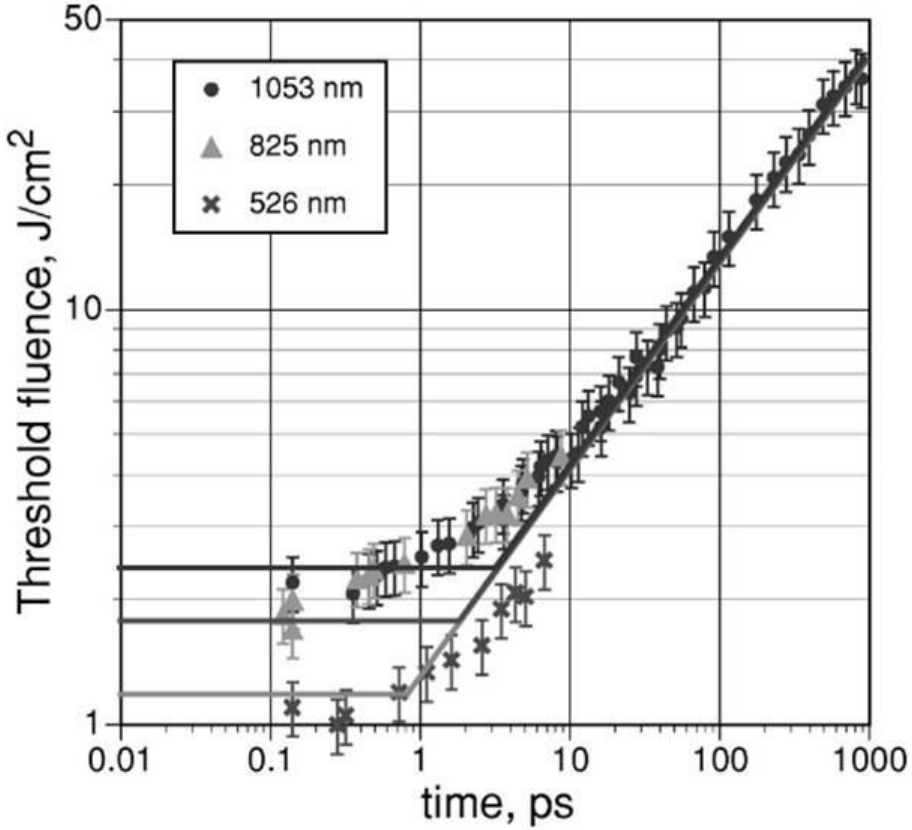
Lasers ultracourts : spécificités

1- Atteindre une énergie pour commencer à absorber
2- Ioniser après absorption
- ➢ Effet de seuil
- ➢ L'énergie perdue en échauffement de la matière est minim
  pour les énergies au dessus du seuil d'ablation:

Spécificité #3
Pas de HAZ (zone thermiquement endomagée)



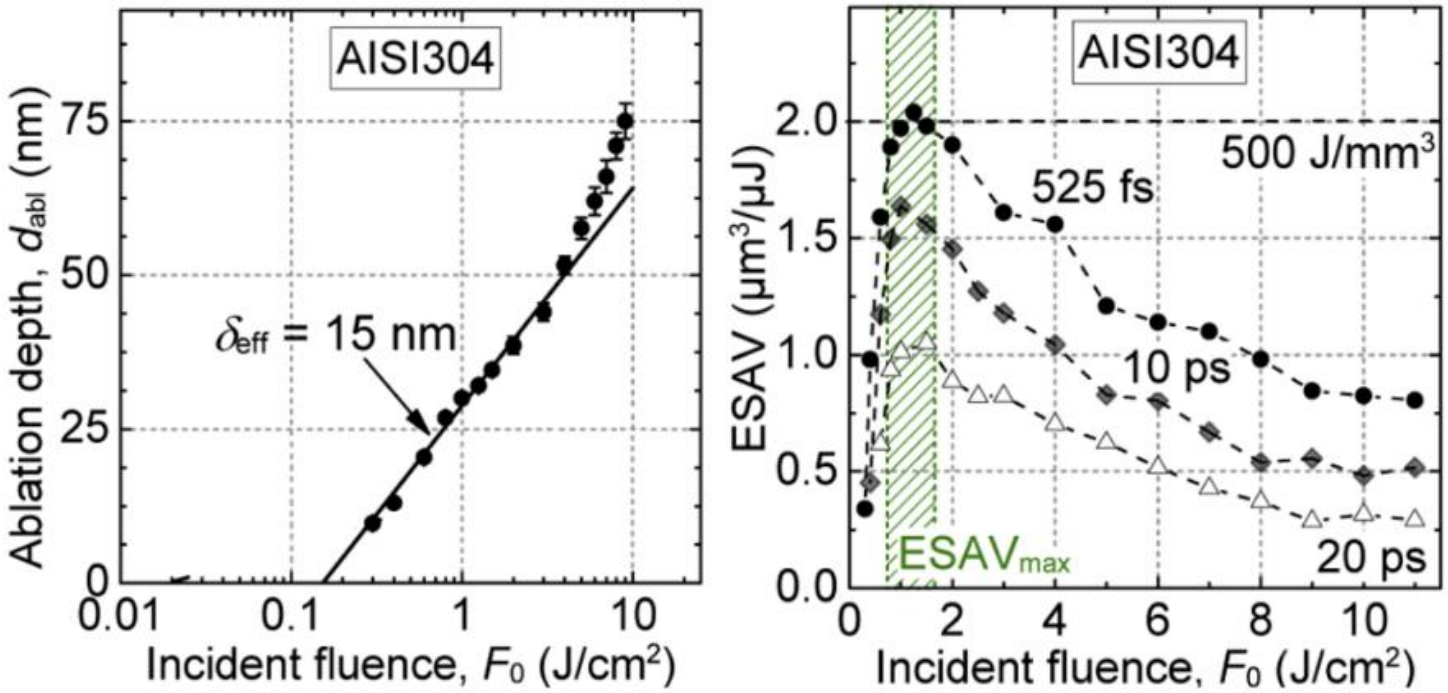




Gamaly *et al.*, DOI:10.1063/1.1447555 (**2002**)

Lasers ultracourts : limites

Une limite physique et une limite économique



Winter *et al.*, DOI: 10.1364/oe.421097 (**2021**)

Prix 2024 : ~ 2 k€ / W (laser) ou ~10 k€ /W (machine)

Chaque mm³ est cher

Large investissement initial

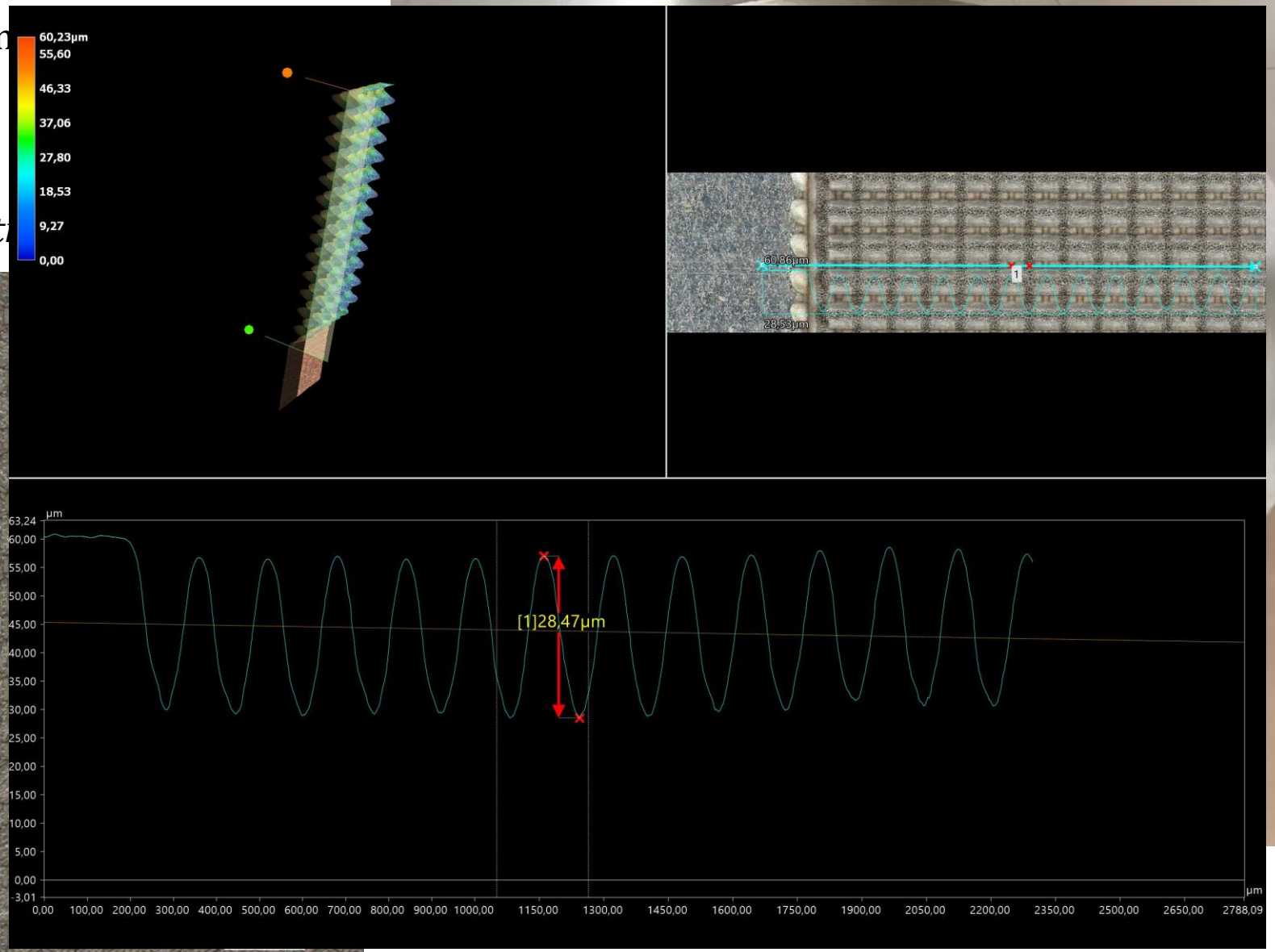
Prix du W en chute
Vers des matériaux plus fins
Fournisseurs de solutions

Micro usinage: gravures

Gravures sur pièces 2D, 3D, san
(courbes ok).

Ex: nid d'abeille + texturat

Ex: Plots pour friction

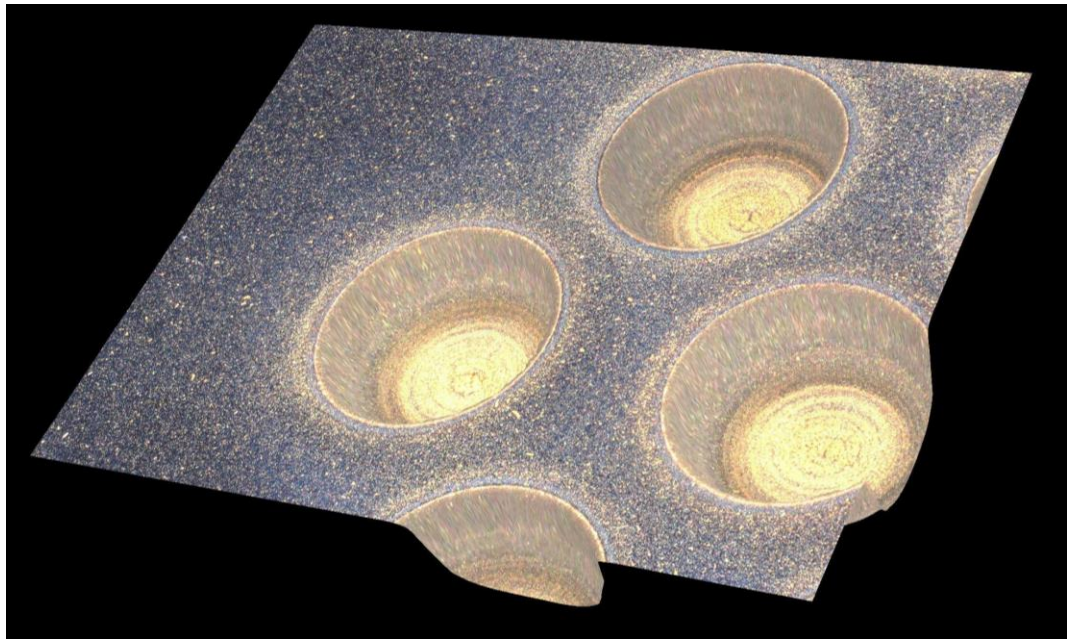


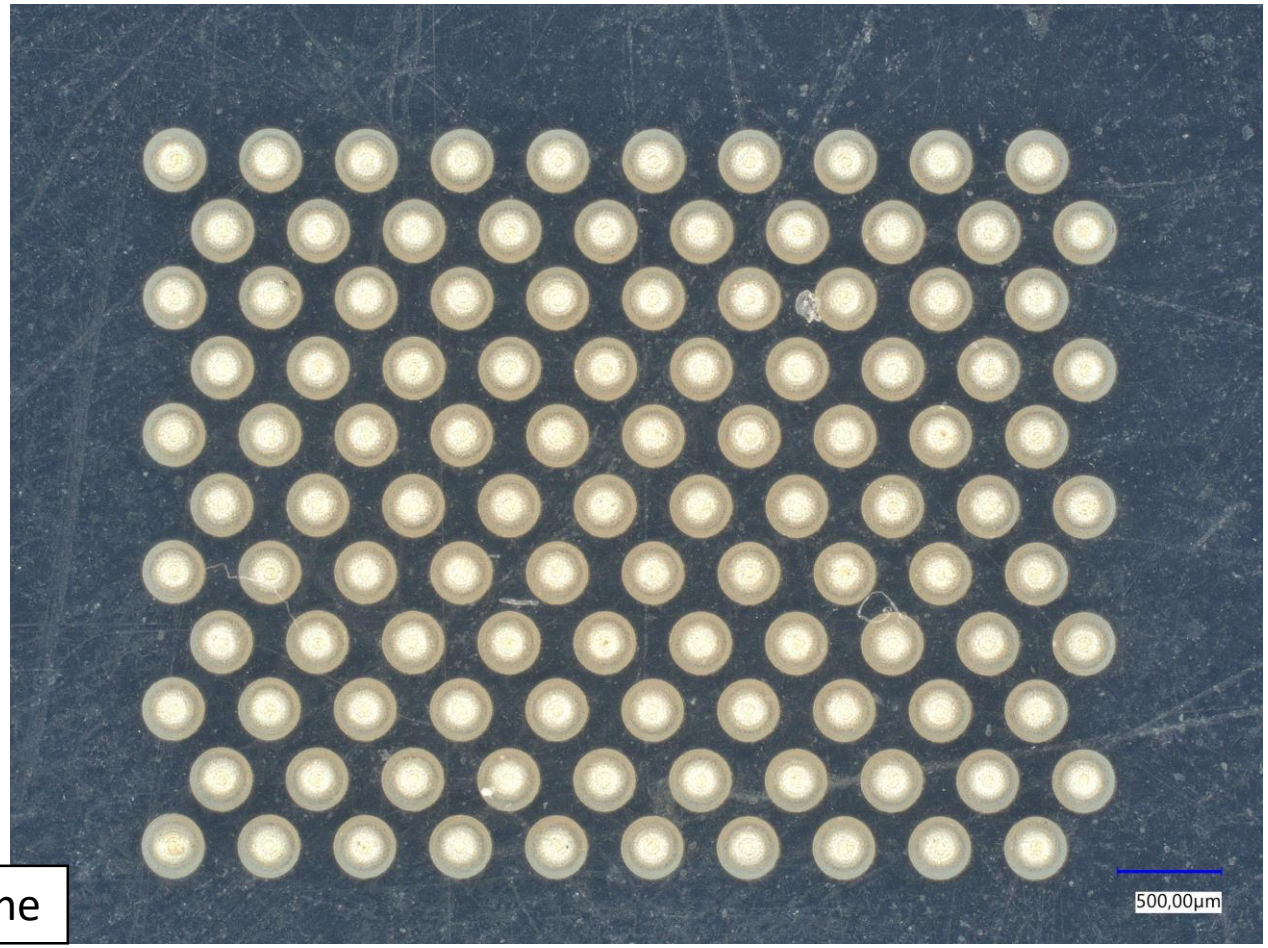
Valentin Maffeis

HEF GROUPE

Micro usinage: gravure

Gravures sur pièces 2D, 3D, sans limite sur le dessin (courbes ok).





Perçage densité 50% dans silicone

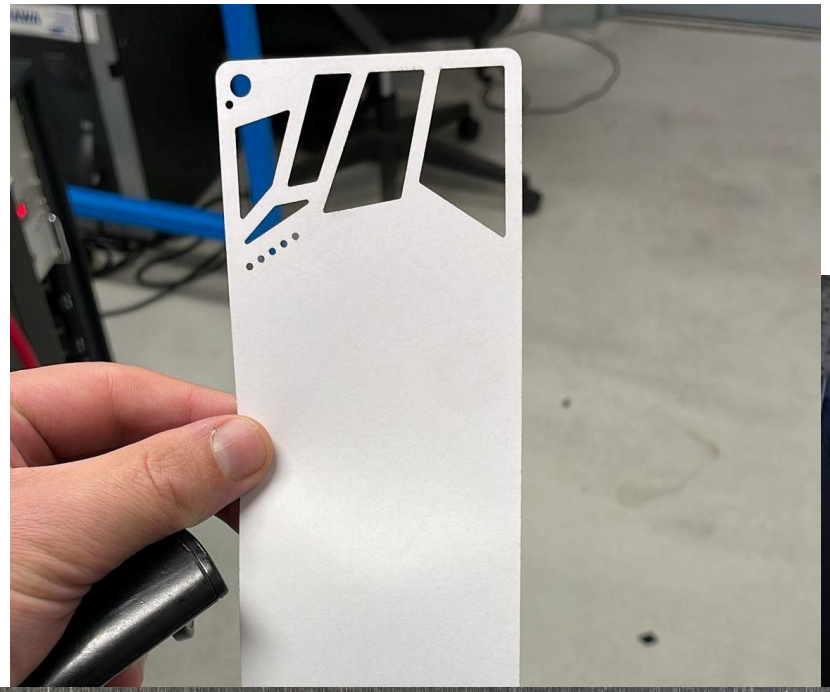
Valentin Maffeis

Micro usinage: gravure

Gravures sur pièces 2D, 3D, sans limite sur le dessin (courbes ok).

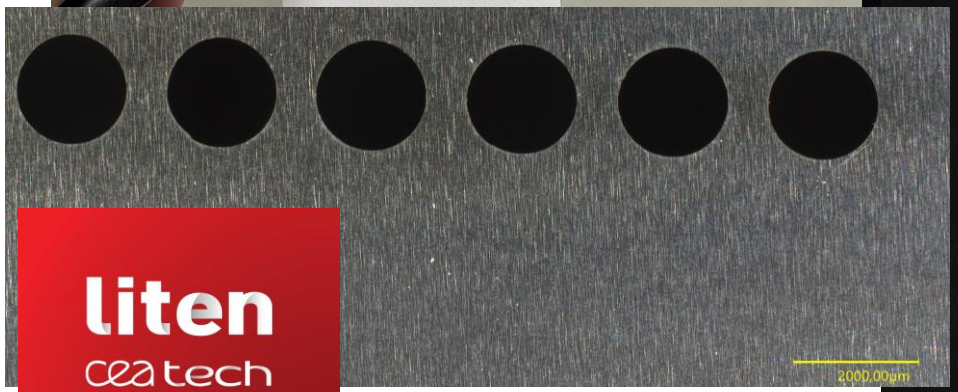
Valentin Maffeis

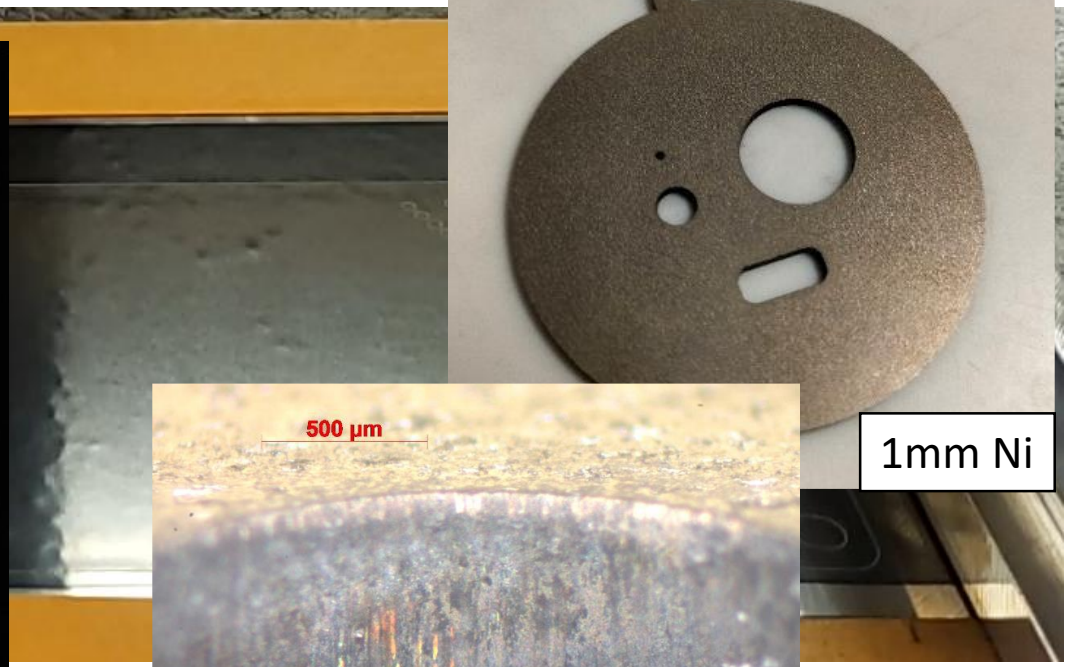
Micro usinage: découpe

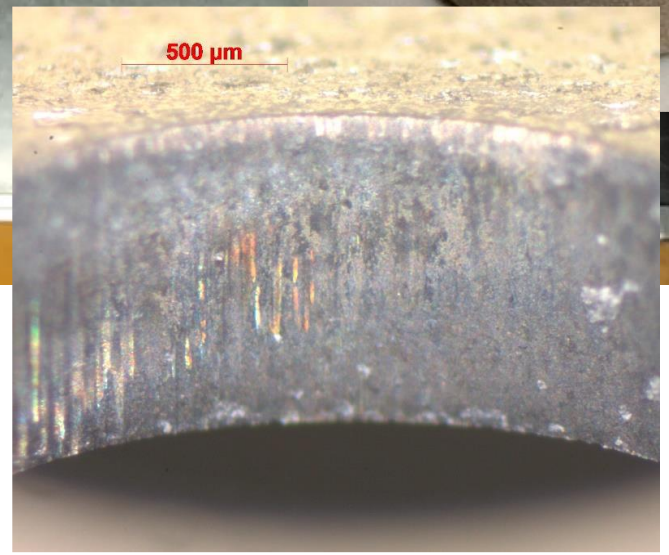


Découpe sans aucune zone thermique : matériaux fins (sans concurrence) à épais exigeants (Ra < 1 µm)

- Isolants
- Céramiques et objets fragiles





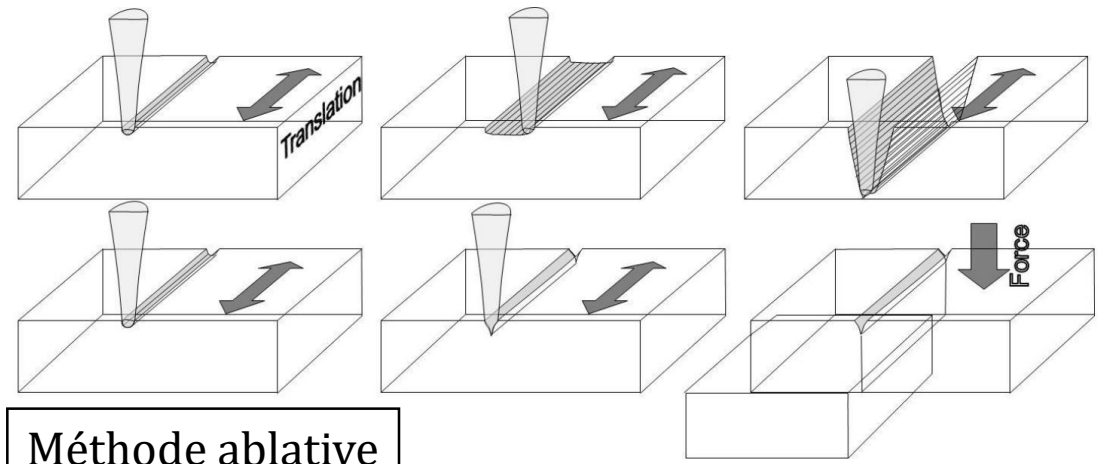


liten
cea tech

Valentin Maffeis

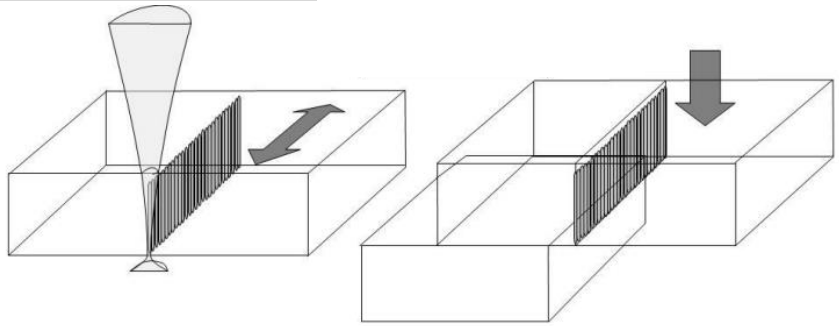
HEF GROUPE

Micro usinage: découpe de milieux transparents

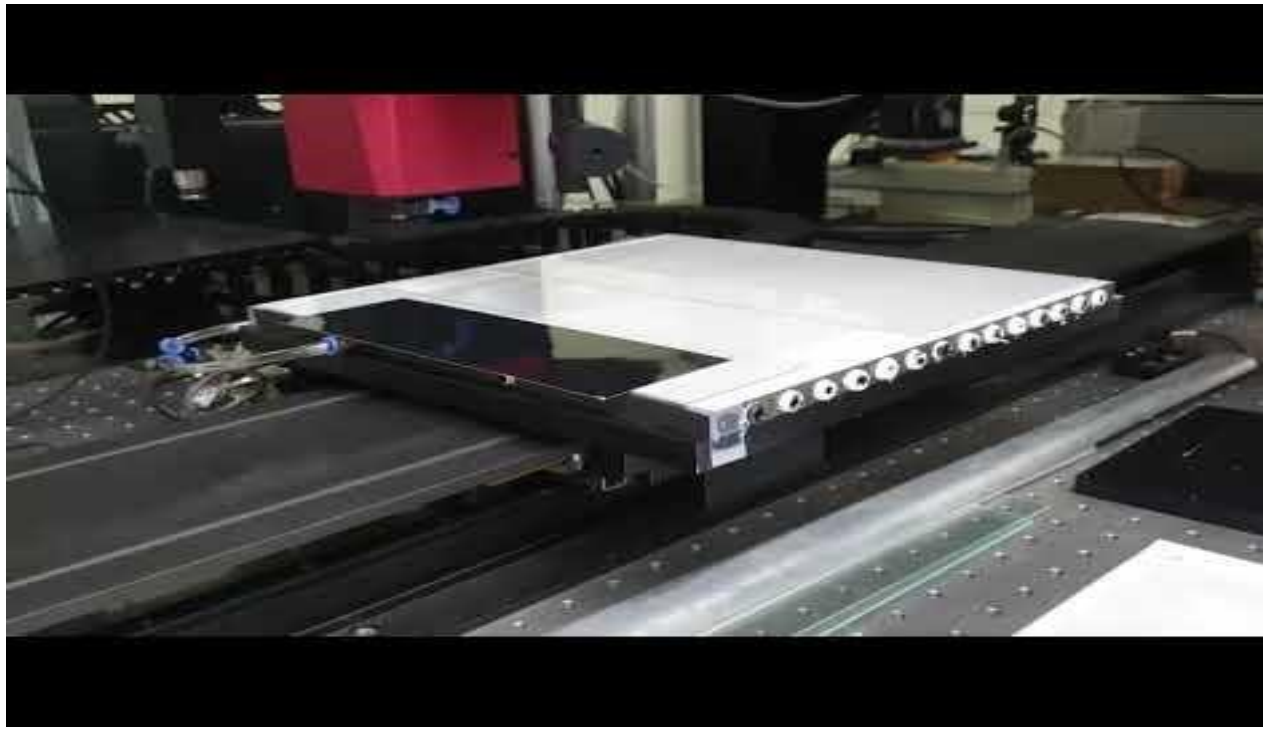


Méthode ablative

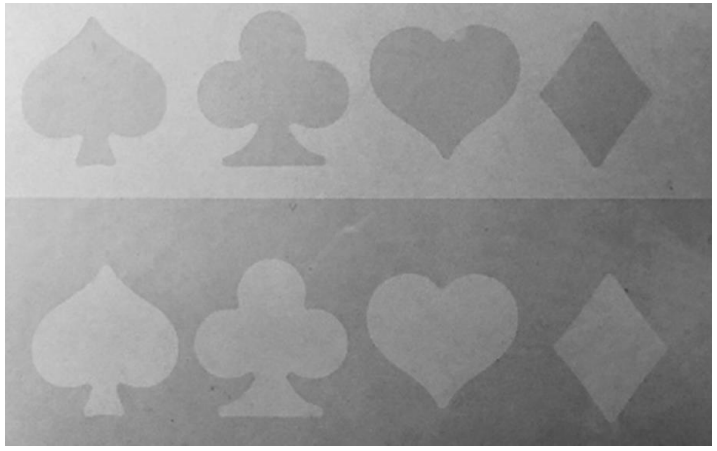
Modification de volun



Meilleures vitesses et qualités
Tout matériaux transparents (verres, semi-conducteurs, céramiques…)



50µm BK7 glass cutting job by QRSystem (Korea).

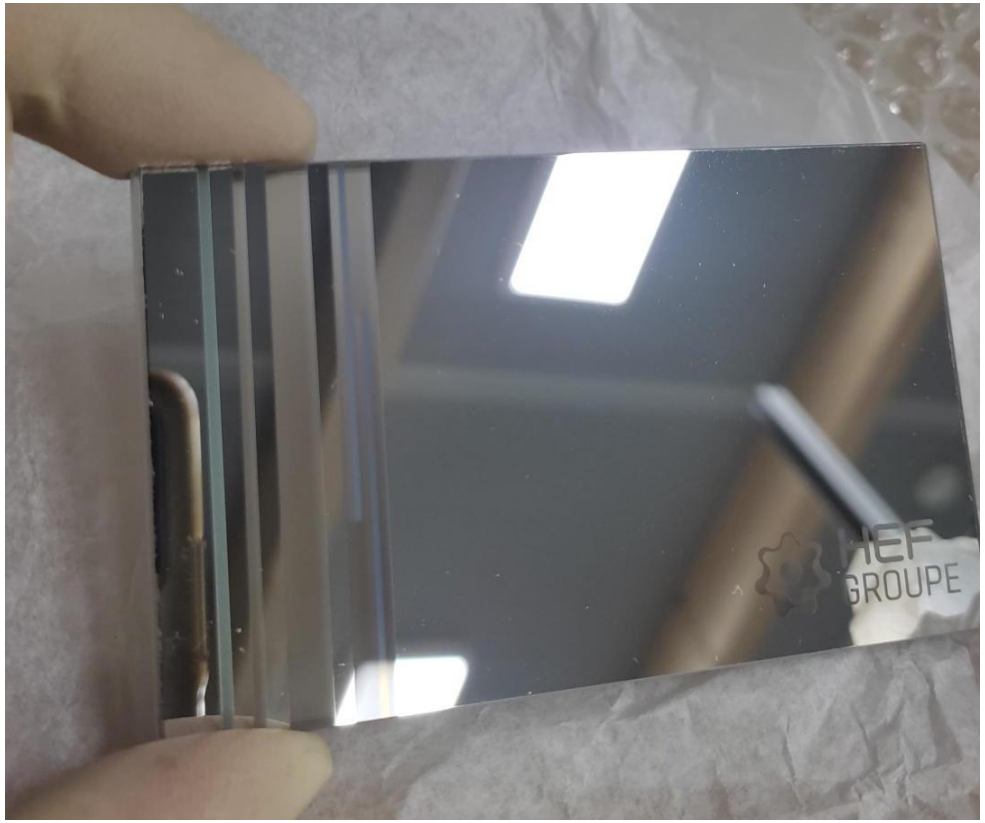


Valentin Maffeis

HEF GROUPE

Micro usinage: enlèvement sélectif de couche mince

Couplage avec la PVC, PECVD, électrodéposition

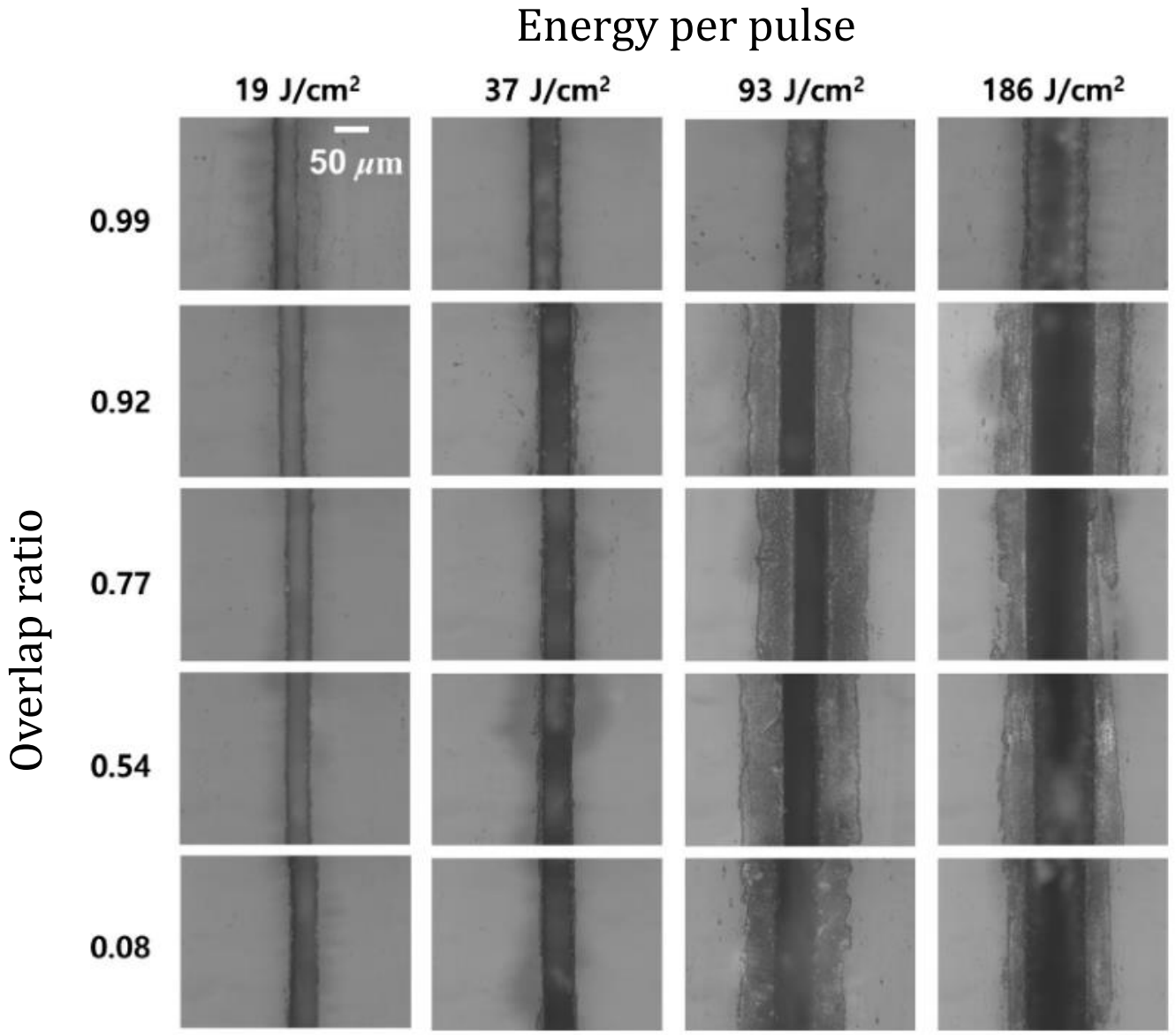


Gain de temps sur le masquage
Réalisation de formes complexes et préparation de la surface

Une paramétrie pour chaque job

Chaque process laser(nature du substrat, épaisseur, courbure, présence de revêtements) nécessite un ensemble de paramètres optimisés : il n'y a pas deux découpes identiques.

Les paramètres :
Énergie d'impulsion
Focalisation du faisceau
Fréquence du laser
Vitesse de coupe
Polarisation du faisceau
Mode rafale (impulsions séquentielles)
Nombre de balayages
…



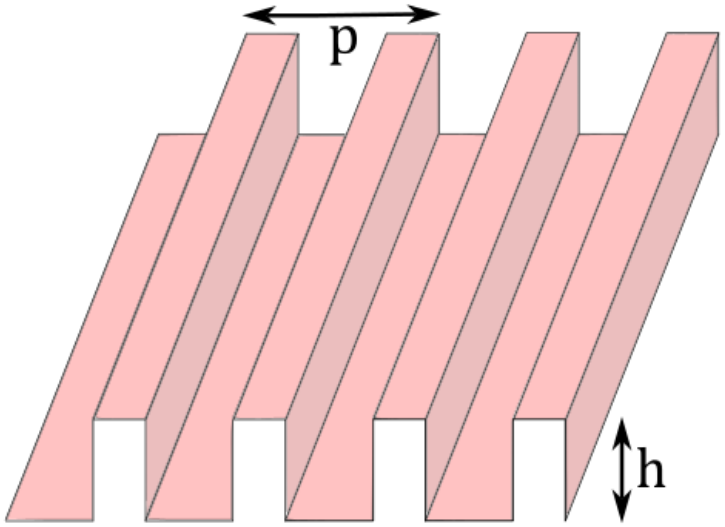
Liu *et al.*, DOI: 10.1016/j.optlastec.2017.12.020 (**2018**)

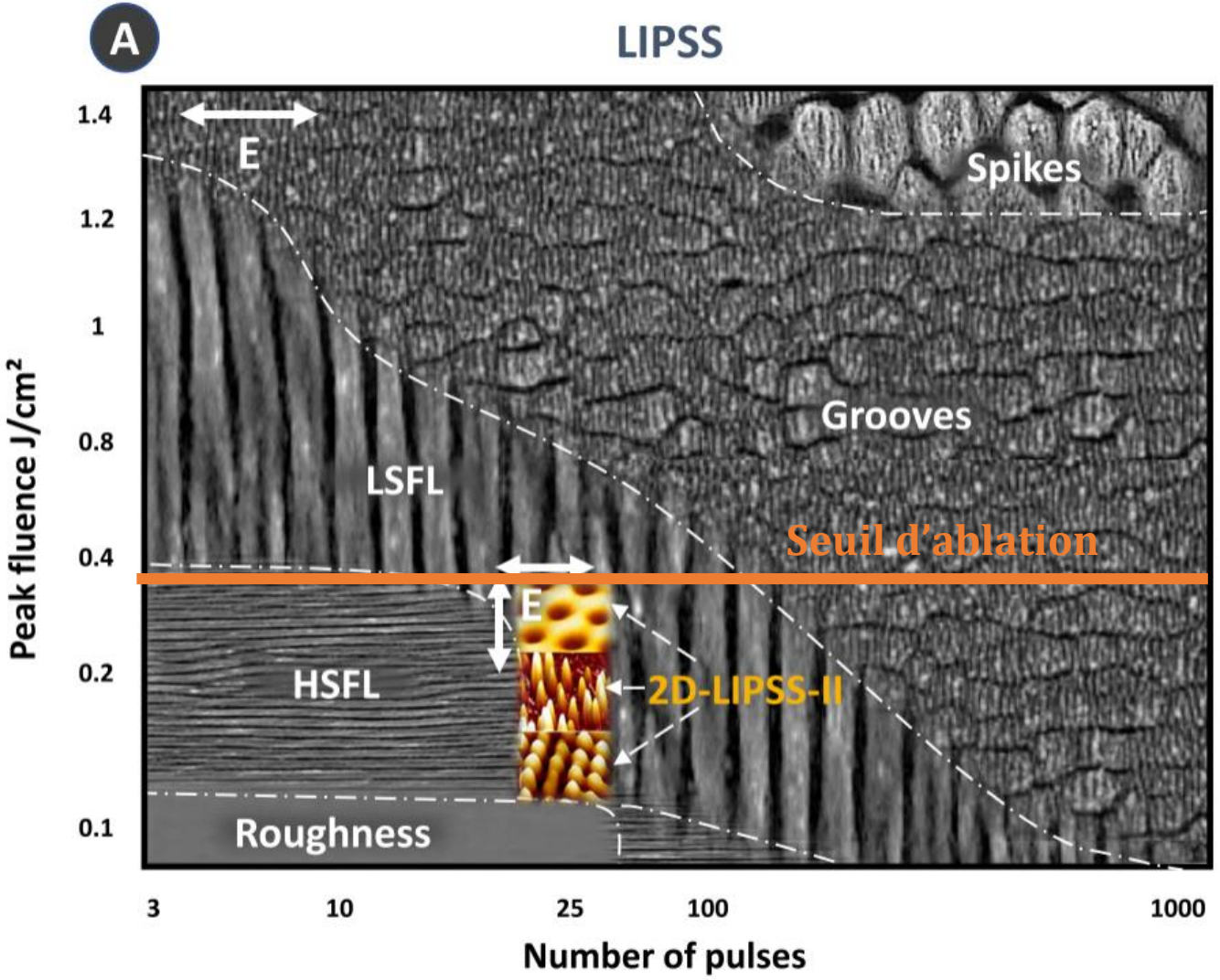
Valentin Maffeis

Nanostructuration : réorganisation de la matière

- Sous l'effet d'un laser pulsé avec une énergie proche du seuil d'ablation, la matière se réorganise.
- Les plus connues, les LIPSS

« Laser induced periodic surface structures »



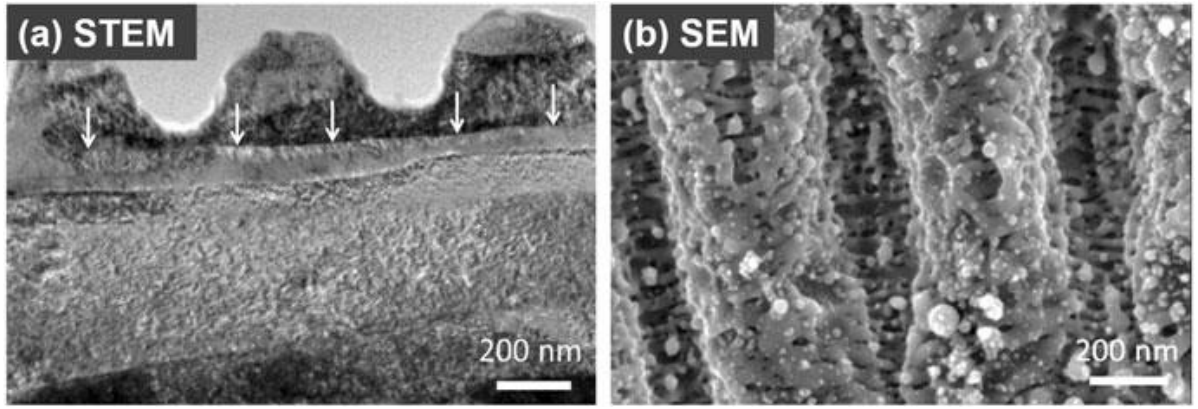


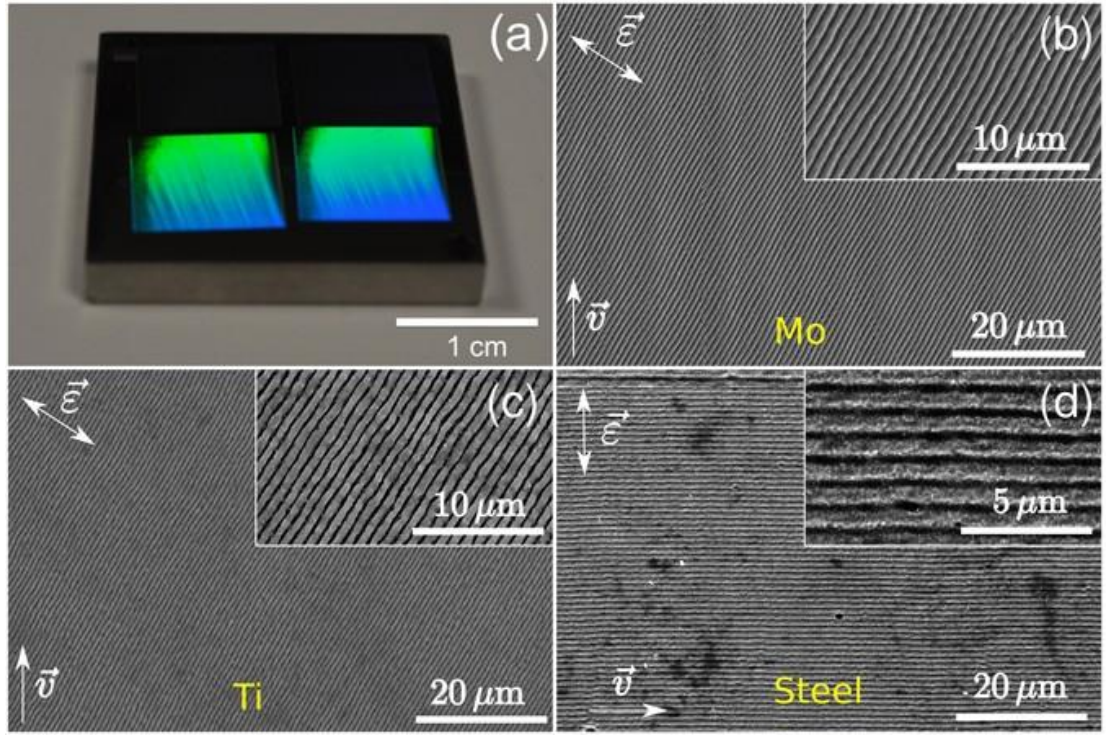
Nakhoul *et al.*, DOI: 10.1002/lpor.202300991ï (**2024**)

Nanostructuration : réorganisation de la matière

- Sous l'effet d'un laser pulsé avec une énergie proche du seuil d'ablation, la matière se réorganise.
- Les plus connues, les LIPSS

« Laser induced periodic surface structures »





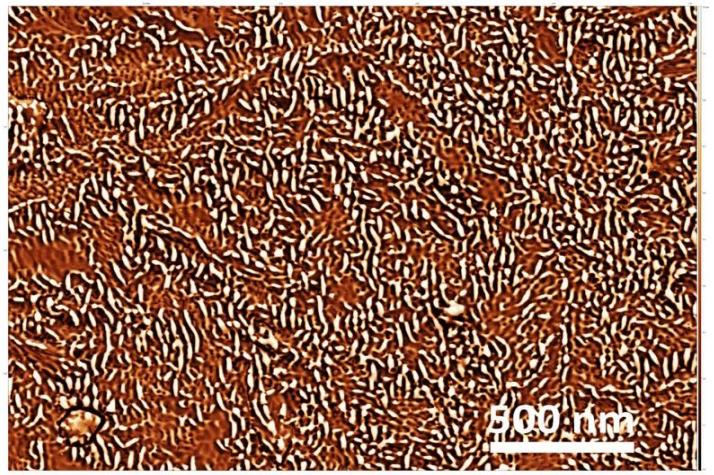
Gnilitskyi *et al.*, Sci. Rep., 2017, DOI:10.1038/s41598-017-08788-z

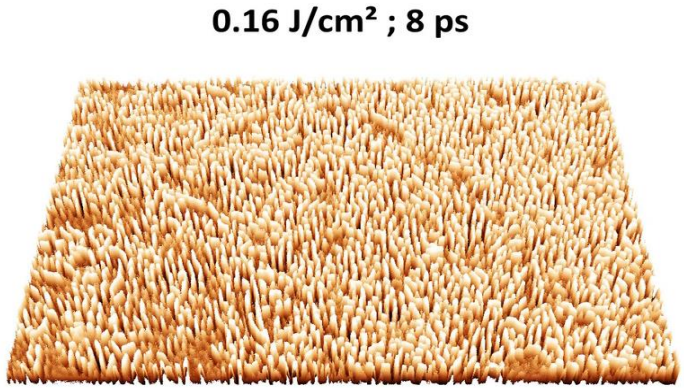
- Surface spécifique/catalyse
- Échange thermique
- Mouillabilité
- Chimie de surface
- Adhérence…

m²/min

Nanostructuration : réorganisation de la matière

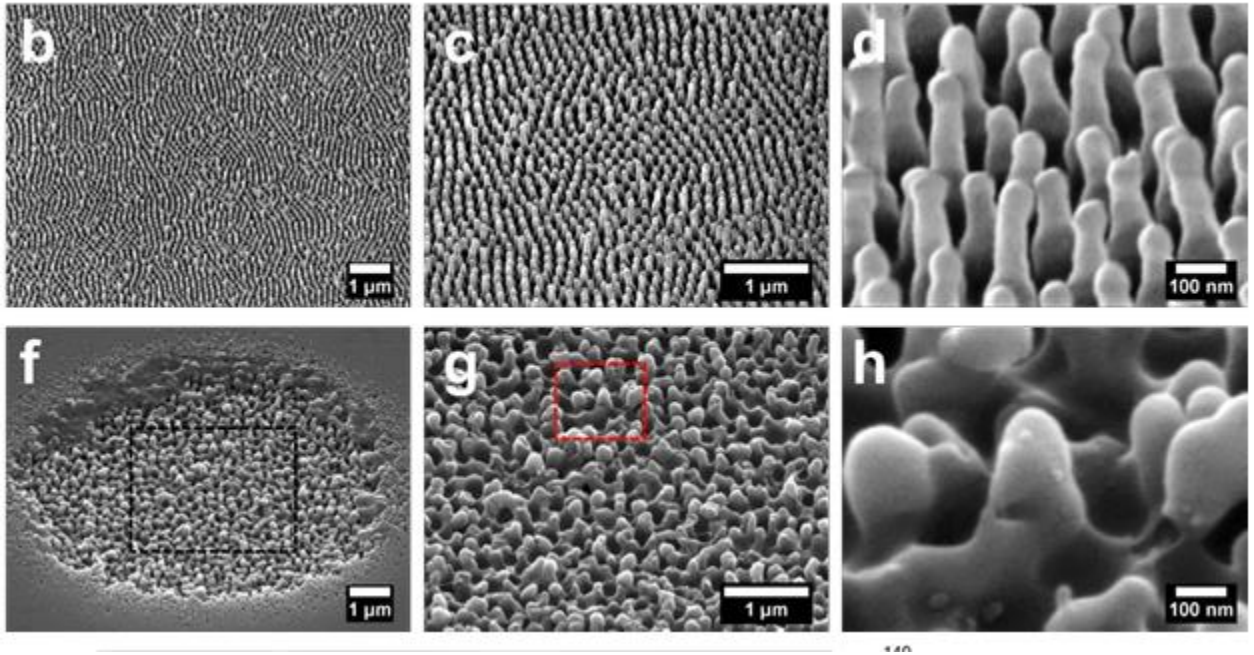
- Sous l'effet d'un laser pulsé avec une énergie proche du seuil d'ablation, la matière se réorganise.
- D'autres structures possibles
- *Configurations optiques complexes*





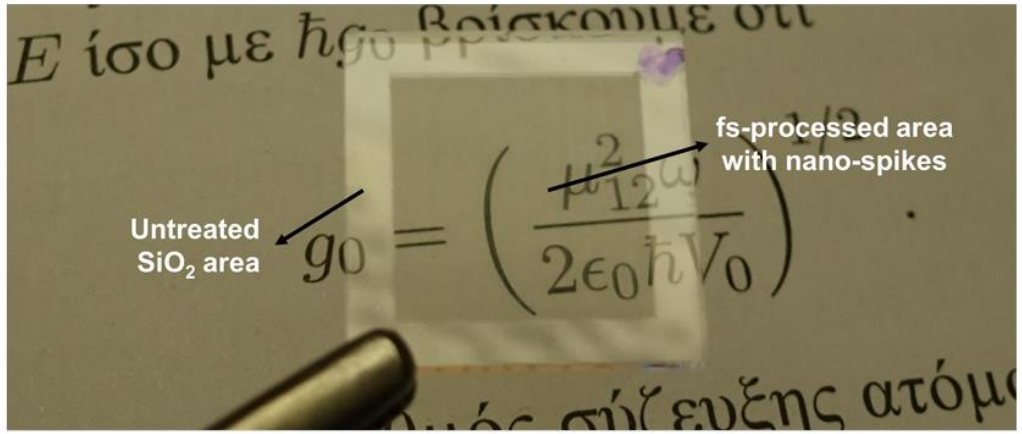
Nanostructuration : réorganisation de la matière

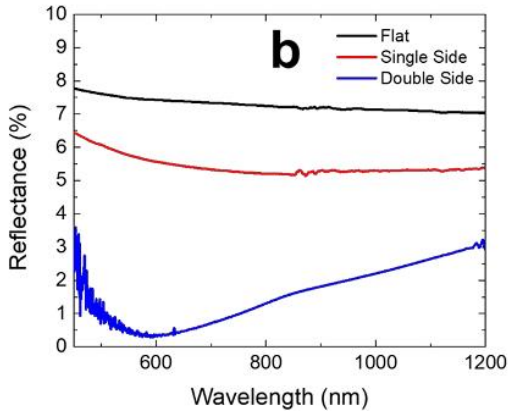
- Sous l'effet d'un laser pulsé avec une énergie proche du seuil d'ablation, la matière se réorganise.
- D'autres structures possibles
- Guidée par la biomimétisme

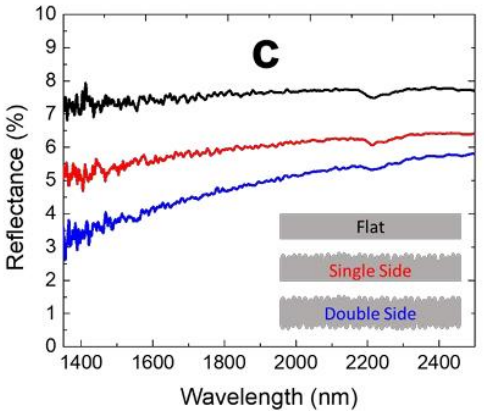


Papadopoulos *et al.*, DOI: 10.1002/adma.201901123 (**2019**)

Traitement anti-reflet avec LIDT = au bulk

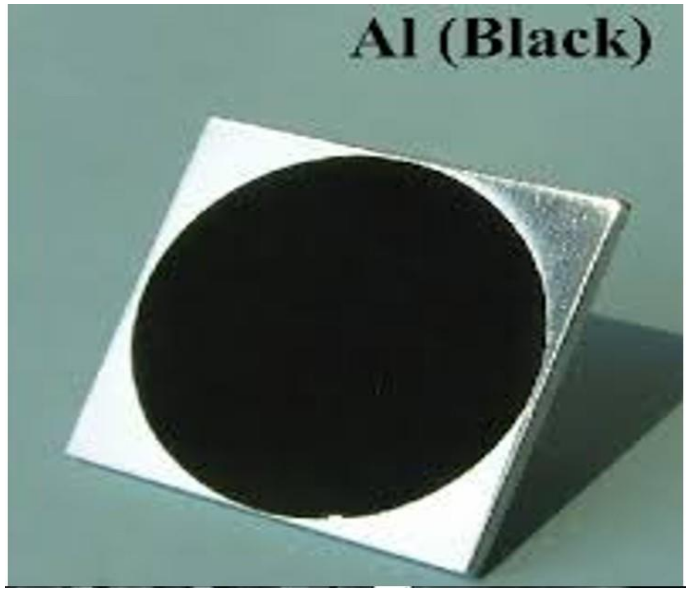


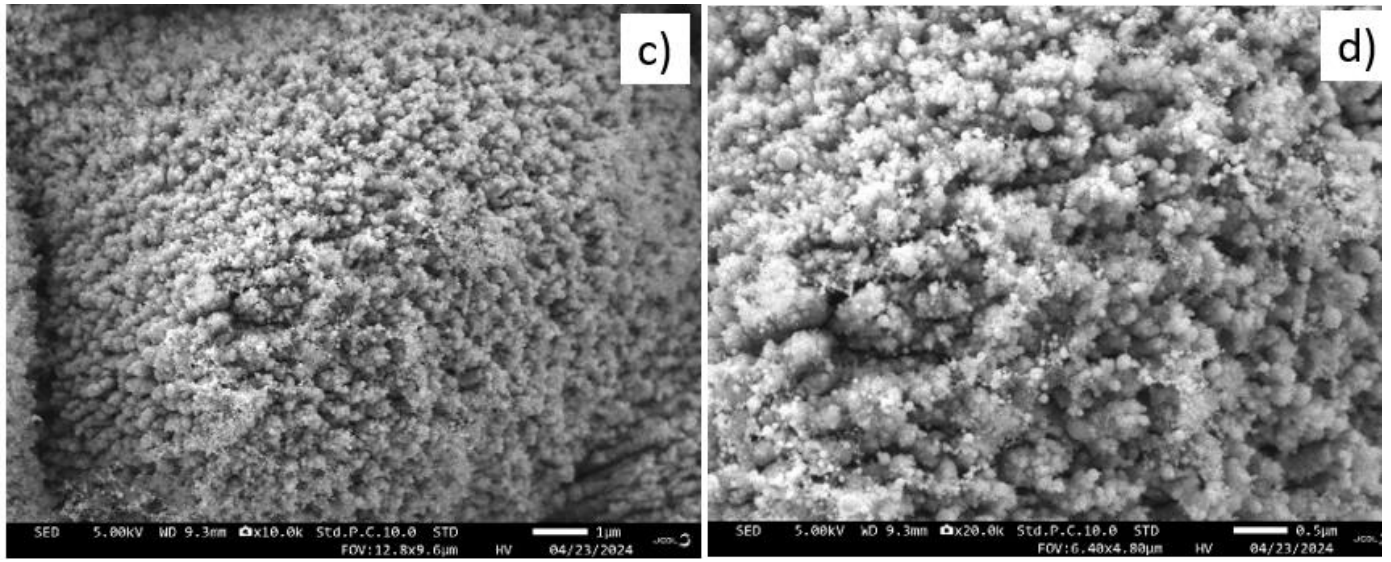




Nanostructuration : réorganisation de la matière

- Sous l'effet d'un laser pulsé avec une énergie proche du seuil d'ablation, la matière se réorganise.
- D'autres structures possibles
- Guidée par la biomimétisme





Traitement anti-reflet sur conducteur = noir absolu
< 1.5 % RT

Valentin Maffeis

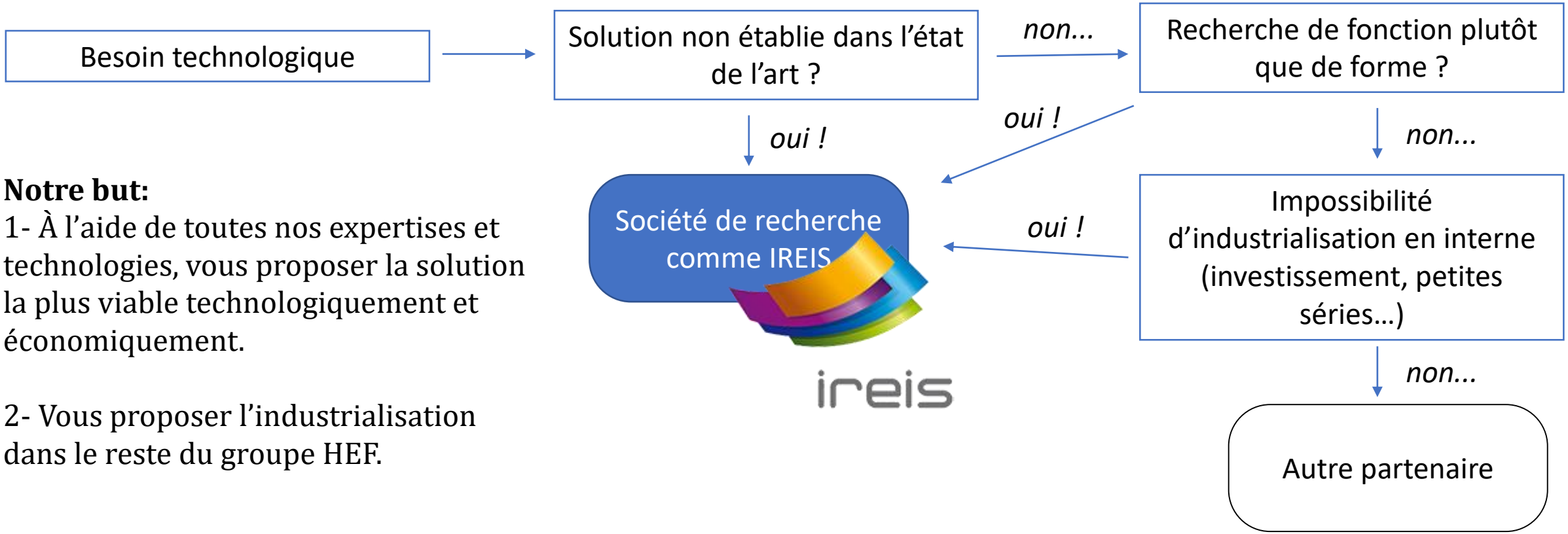
Mots de fin : jeu de rôle

Prix 2024 : ~ 2 k€ / W (laser) ou ~10 k€ /W (machine)

Chaque mm^3 est cher

Large investissement initial

Prix du W en chute
Vers des matériaux plus fins
Fournisseurs de solutions



Notre but:

1- À l'aide de toutes nos expertises et technologies, vous proposer la solution la plus viable technologiquement et économiquement.

2- Vous proposer l'industrialisation dans le reste du groupe HEF.

Valentin Maffeis

Contacts

- R&D Laser:
  - Valentin Maffeis
  - +33 4 77 46 03 54
  - vmaffeis@hef.group

- Contact commercial:
  - Guillaume Dubois
  - +33 6 37 46 29 89
  - gdubois@hef.group