

# TRAÇABILITÉ LASER, TENUE DANS LE TEMPS CORROSION... INTERACTION LASER-INOX

- Christophe MORLOT | Responsable marketing et développement |
- LASER CHEVAL



e·micronora

22 > 25 SEPT. 2020

# SOMMAIRE

1. Qui sommes-nous ?
2. Rappel sur les paramètres de la technologie laser
3. Différence entre marquage et gravure profonde
4. Cas d'étude
5. Analyse microscopique comparative
6. Analyse chimique comparative
7. Analyse topographique comparative
8. Constats et perspectives



# Qui sommes-nous ?



**imi**

**CHEVAL FRÈRES**  
Composants pour l'horlogerie, la bijouterie, le luxe

**CIMD**  
Pierres d'horlogerie et industrielles

**STETTLER SAPPHIRE**  
Glaces de montres et composants techniques en saphir. Colles, adhésifs et vernis protecteurs

**STETTLER (MTIUS) LTD**  
Glaces de montres et composants techniques en saphir

Département céramiques **HARDEX** de Cheval Freres  
Céramiques : de la poudre au produit fini

**LASER CHEVAL**  
Fabricant de machines laser et sous-traitance en marquage, gravure, soudure et découpe

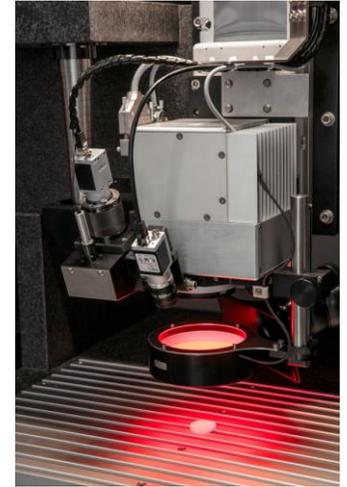
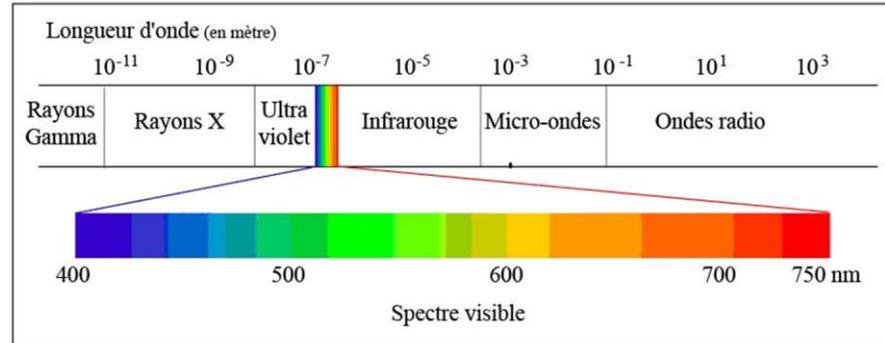
Département pierres **IMISWISS** de Stettler Sapphire  
Commercialisation et distribution de pierres d'horlogerie

Articles et accessoires de luxe

Un monde de microtechniques

# Rappel sur les paramètres de la technologie laser

**La longueur d'onde : 1064 nm (infrarouge)**



**La fréquence** est le nombre d'impulsions par seconde.

Nous travaillons entre 1 KHz et 1MHz (gamme LASER-CHEVAL).

**La durée d'impulsion** est le temps pendant lequel l'énergie est distribuée.

Nous pouvons travailler en continu (on/off) ou en impulsions plus ou moins courtes de quelques ms à quelques fs...

**La puissance** de la source est exprimée en Watts.

# Différence entre marquage et gravure profonde



Le marquage est majoritairement superficiel (quelques centièmes). Il permet de réaliser un décor, une identification pour la traçabilité (QR code, numéro de lot...) etc... . L'action du laser en surface reste « limitée ».



La gravure profonde (généralement au-delà de 0,1mm) est assimilée à un usinage laser avec une action importante sur la surface du matériau compte tenu de l'énergie nécessaire à l'ablation de la matière.

## Cas d'étude : gravure sur forets en inox 316L

Afin de mesurer l'impact en conditions réelles de la gravure sur de l'inox 316L utilisé sur des forets médicaux, une gravure a été réalisée à l'identique mais avec 2 sources différentes.

### Conditions :

- Marquage : 0,02 mm
- Emission : 1064 nm
- Laser : fibré-pulsé
- E1 : nanosecondes 20W
- E2 : femtosecondes 6W



### Moyens analytiques :

- Analyse microscopique (MEB)
- Analyse chimique (EDX)
- Analyse topographique (AFM)

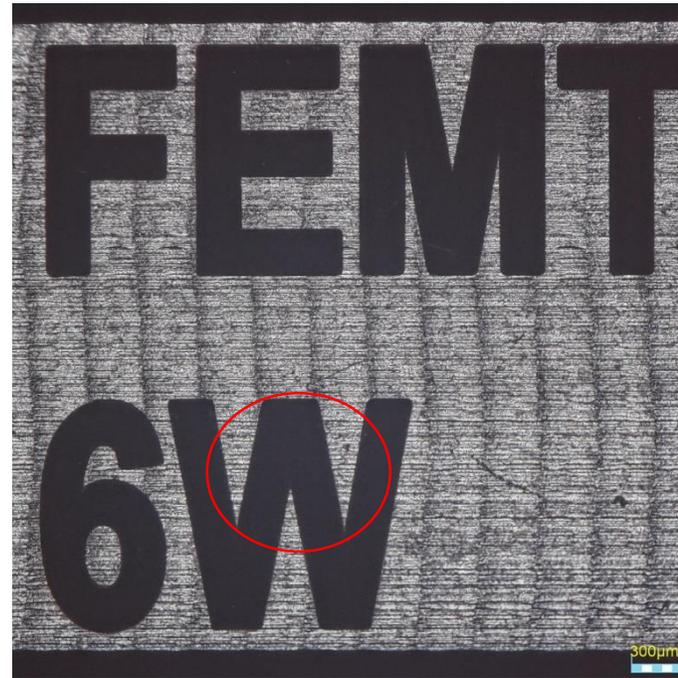
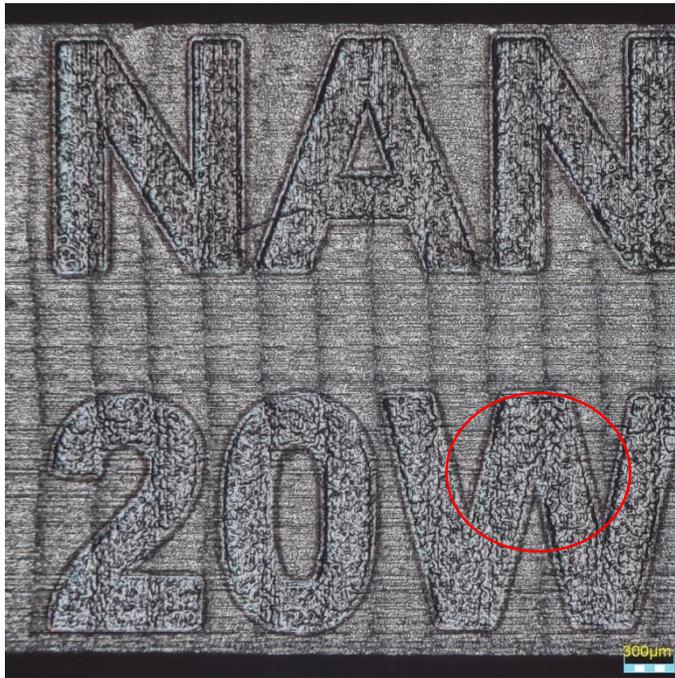
### Objectifs:

- Observer la différence d'impact en surface
- Mesurer le niveau d'oxydation
- Apprécier le contraste

## Analyse microscopique comparative

### Observation en champ clair grossissement X69 :

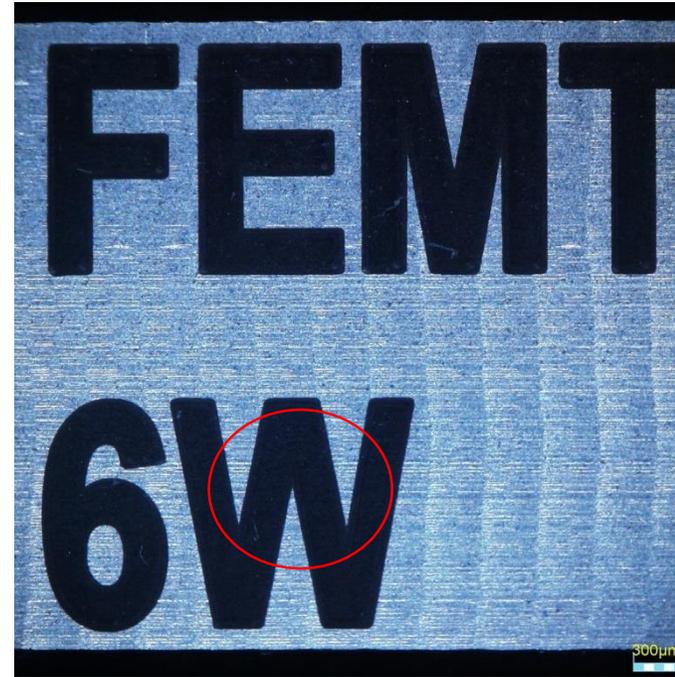
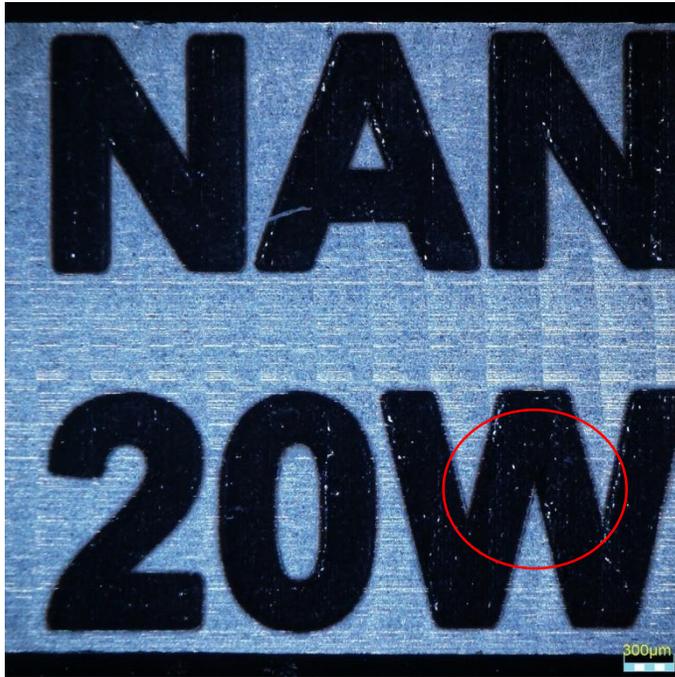
- A grossissement équivalent, le fond de gravure est différent en texture



## Analyse optique comparative

*Observation en champ sombre grossissement X69 :*

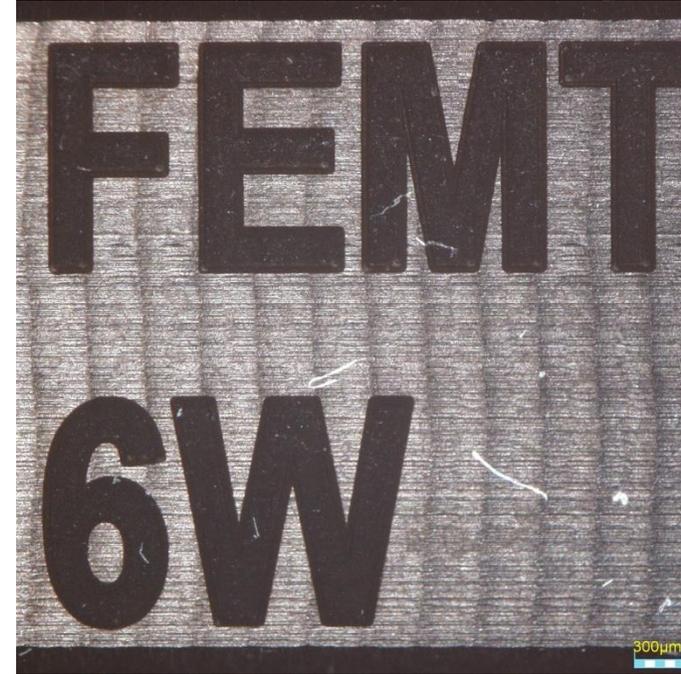
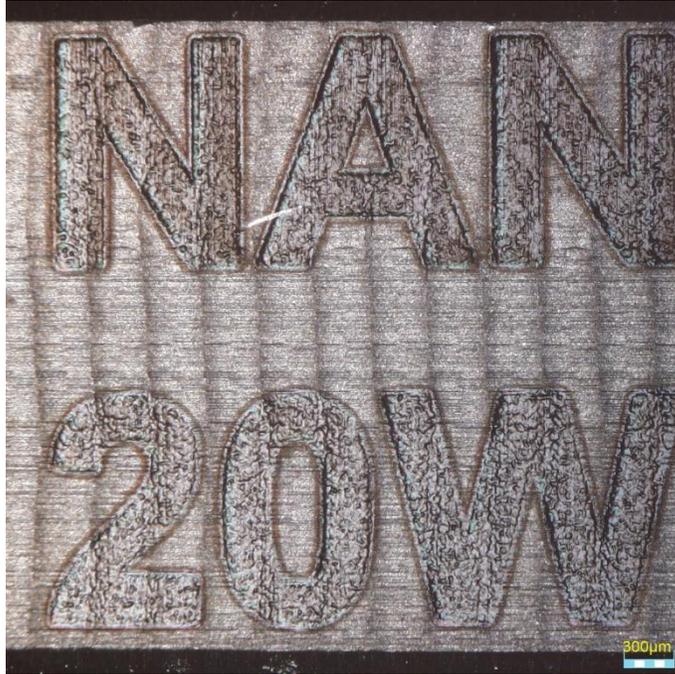
- A grossissement équivalent, le contour de gravure est plus net au FEMTO



## Analyse optique comparative

*Observation en lumière polarisée grossissement X69 :*

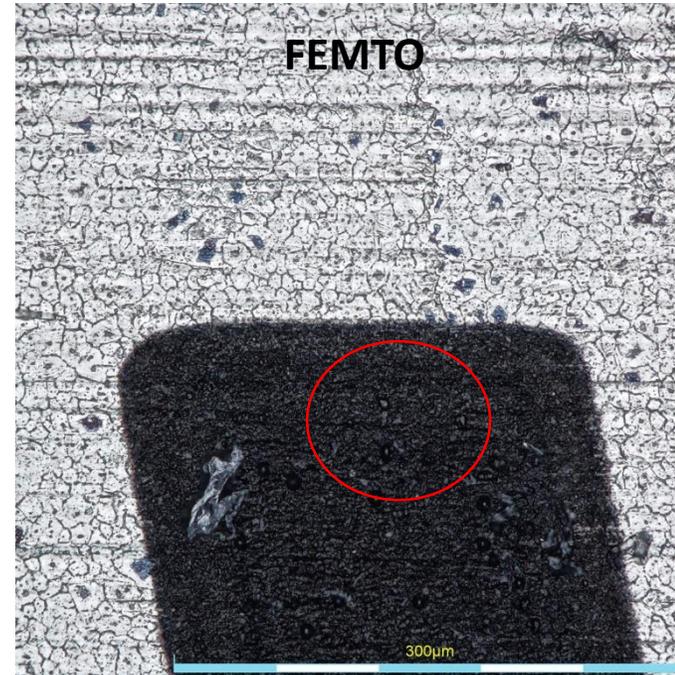
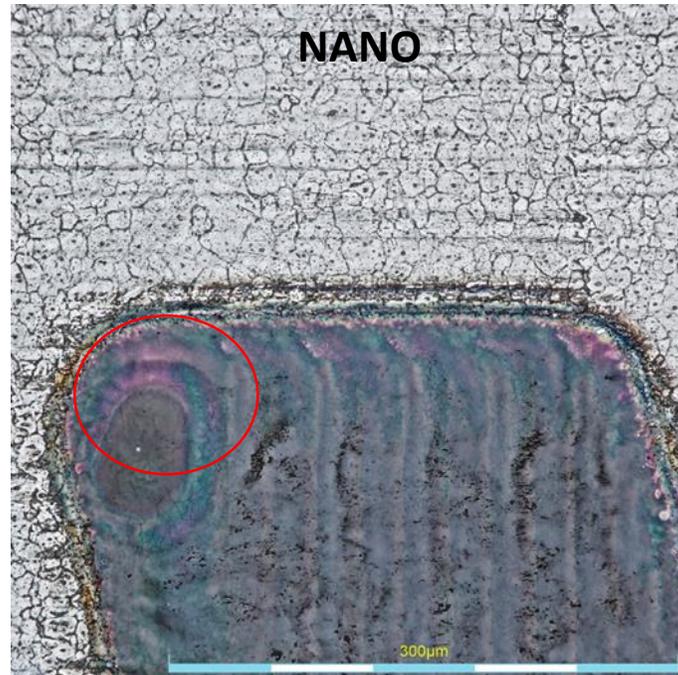
- A grossissement équivalent, le fond de gravure est différent en texture



## Analyse optique comparative

### *Observation en champ clair grossissement X690 :*

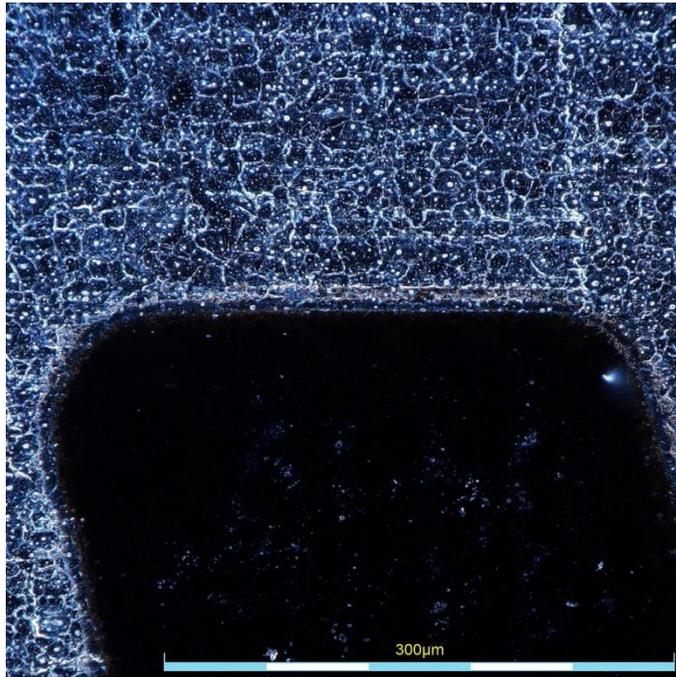
- Source nanoseconde : une « vague » de matière fondue avec un phénomène d'iridescence en surface est visible
- Source femtoseconde : observation d'une gravure noire homogène



## Analyse optique comparative

### *Observation en champ sombre grossissement X690 :*

- Le fond de gravure apparaît avec une structure différente au nanoseconde par rapport au femtoseconde



**NANO**

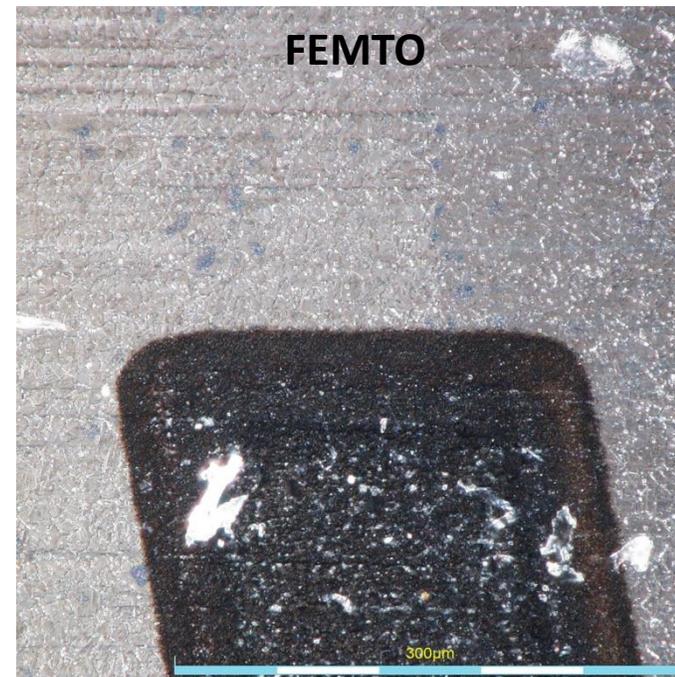
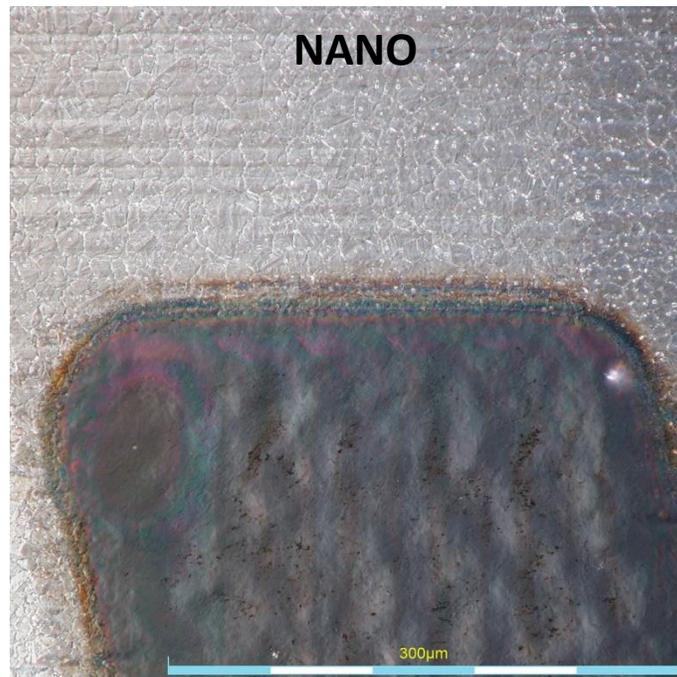


**FEMTO**

## Analyse optique comparative

### *Observation en lumière polarisée grossissement X690 :*

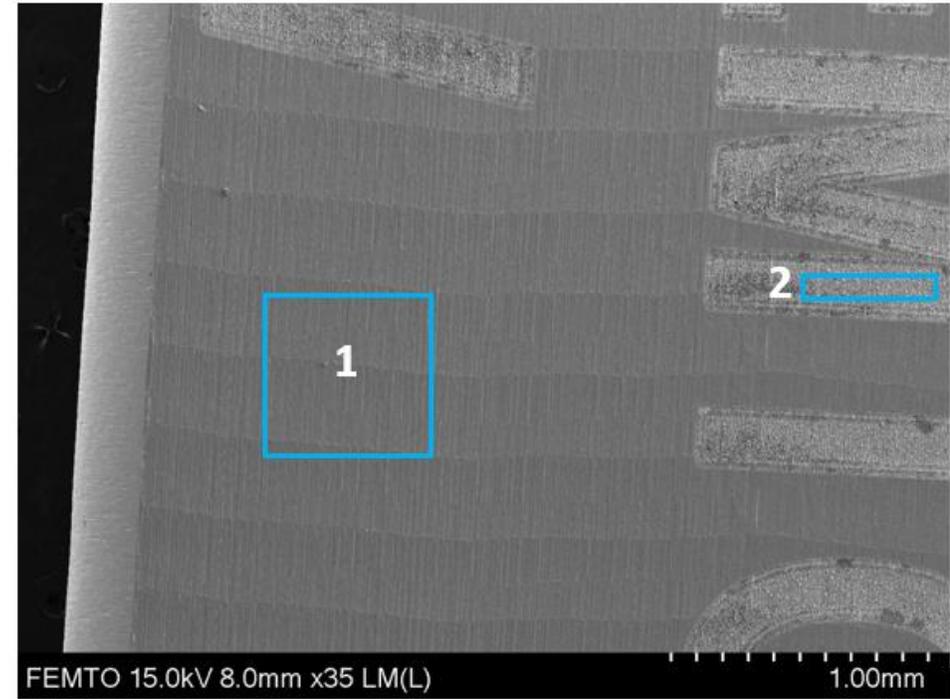
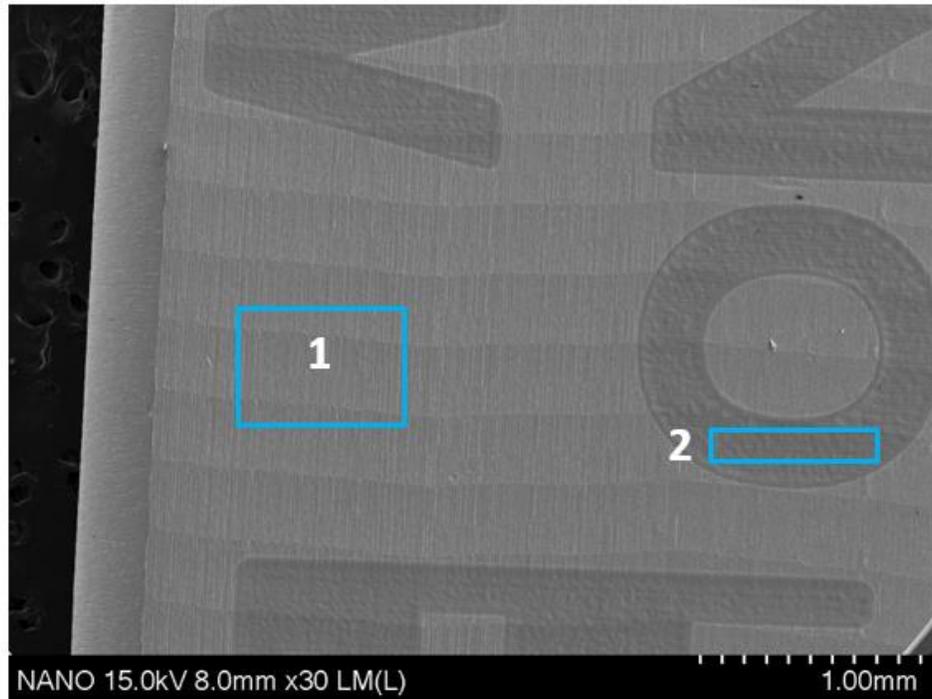
- Légère iridescence au nanoseconde
- Ablation noire homogène au femtoseconde



## Analyse chimique comparative

Pour quantifier les phénomènes d'oxydation et les composés en présence, une analyse MEB avec une sonde EDX permet de différencier :

- Zone 1 : brute d'usinage
- Zone 2 : zone « laserisée »

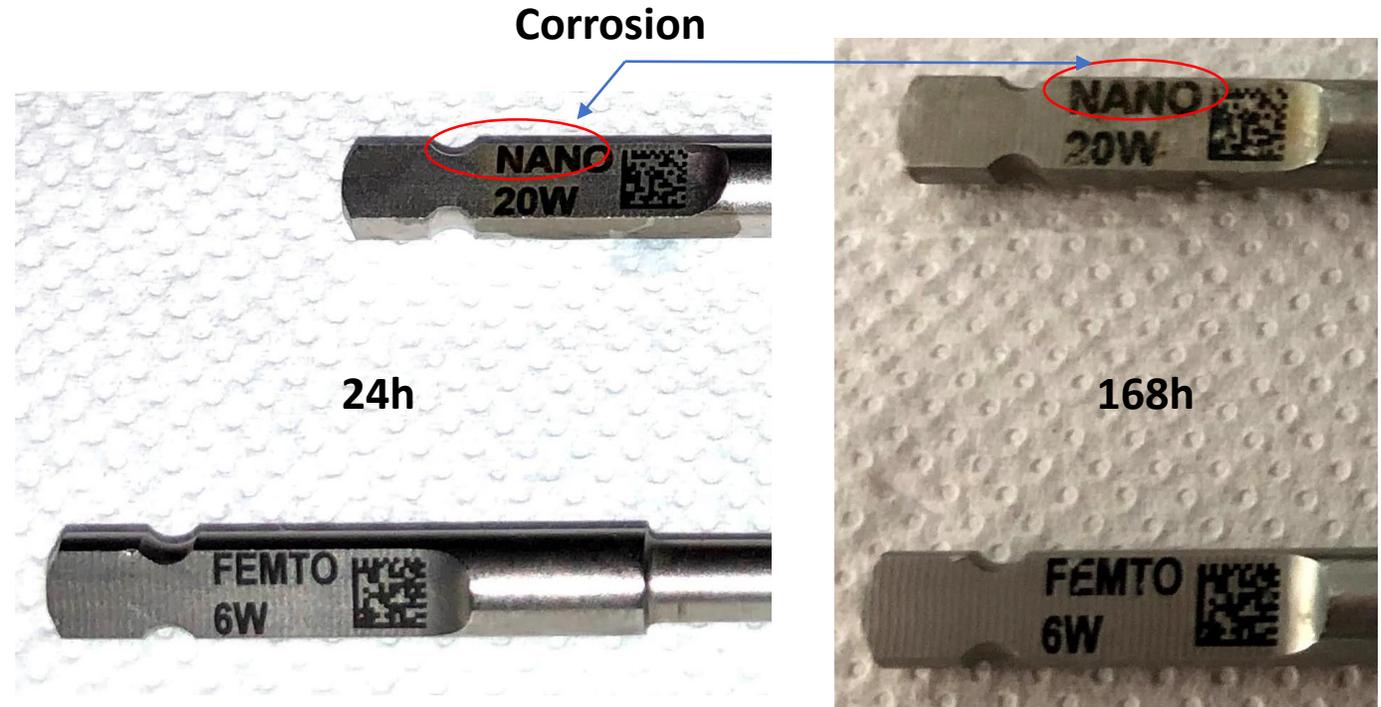


# Analyse chimique comparative

Les résultats, exprimés en % d'atomes, montrent très nettement une oxydation plus importante avec la source laser NANOSECONDE

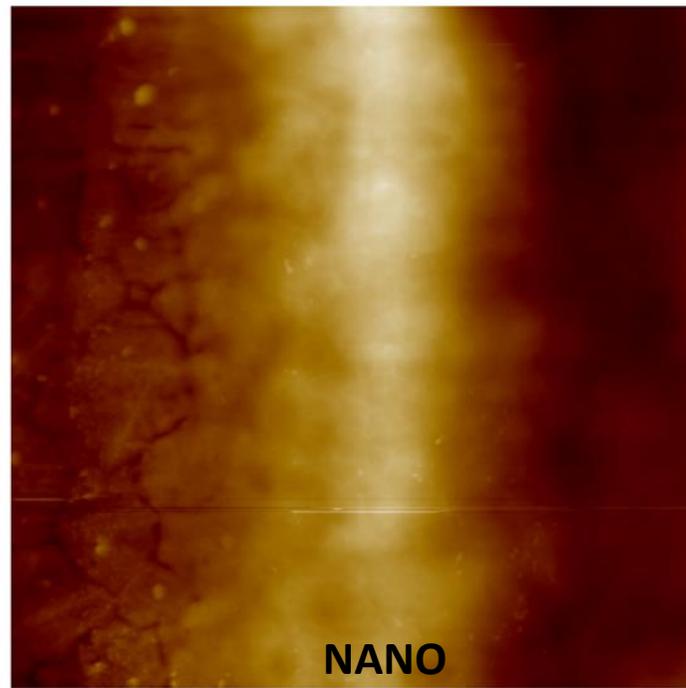
Après une exposition dans une solution saline, l'état chimique en surface après 24h et 168h est bien différent entre l'attaque nanoseconde et la femtoseconde

	C	O	Al	Si	Cr	Fe	Ni
<b>NANO zone 1</b>	4.47%	1.56%	0.48%	1.05%	16.69%	72.01%	3.74%
<b>NANO zone 2</b>	2.68%	49.21%	0.15%	0.19%	7.68%	38.31%	1.77%
<b>FEMTO zone 1</b>	4.68%	2.55%	0.64%	1.10%	16.36%	71.29%	3.38%
<b>FEMTO zone 2</b>	6.40%	38.71%	0.26%	0.51%	10.12%	42.16%	1.84%



## Analyse topographique comparative

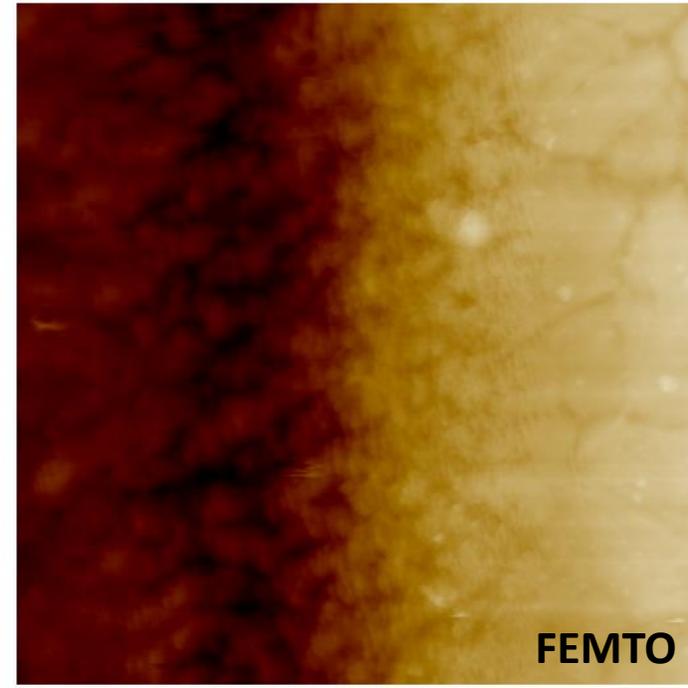
Avec une analyse au microscope à force atomique (AFM), il est possible de constater clairement que le dénivelé est plus net avec la source femtoseconde que la source nanoseconde



Height Sensor

20.0  $\mu\text{m}$

3.0  $\mu\text{m}$



Height Sensor

10.0  $\mu\text{m}$

7.5  $\mu\text{m}$



## Constats et perspectives

*C'est la combinaison du matériel et des process qui donnera le résultat final... et surtout celui attendu.*

*Avec l'évolution des lasers fibrés, il y a de plus en plus de possibilités. Les changements de paramètres sont faciles et rapides, ce qui permet de changer les aspects sur une même zone.*

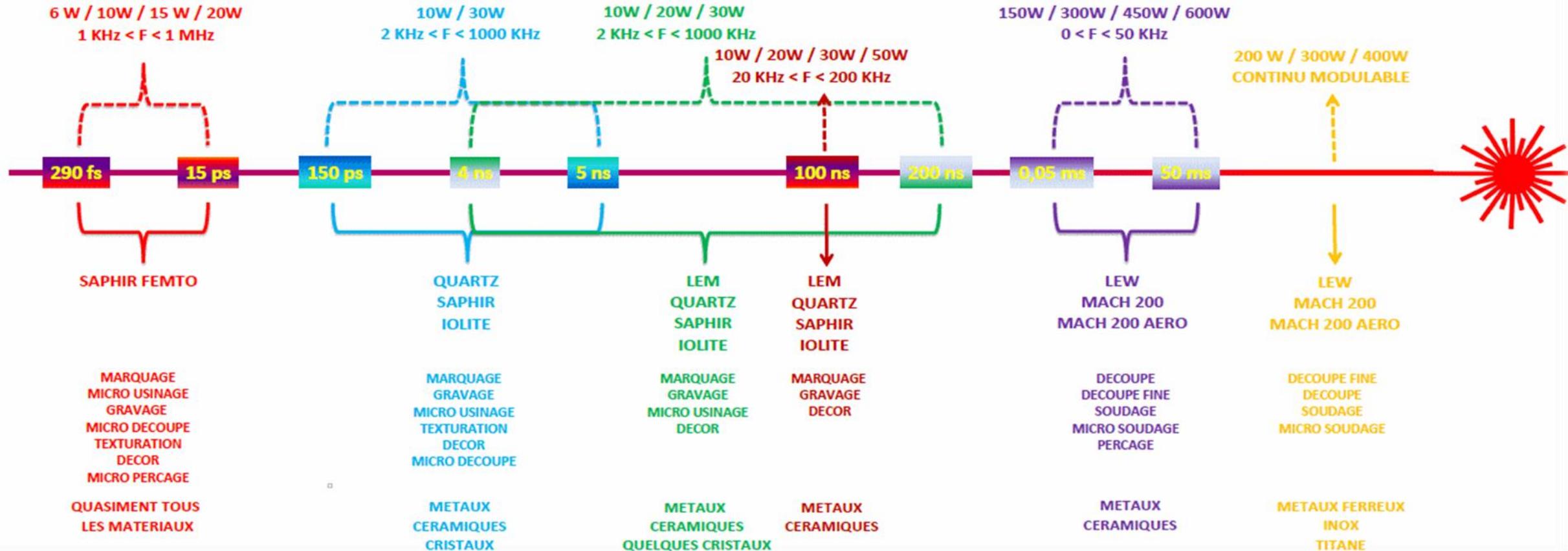
*Les laser Nano seront plutôt utilisés pour les traitements de surfaces alors que les lasers Femto, pour les usinages profonds.*

*Avec les lasers Femto, il est possible de travailler des couches très fines, très rapidement en limitant les bavures, l'oxydation et la zone affectée thermiquement.*

*En fonction des matériaux traités, le choix de la source sera primordial pour obtenir le résultat attendu.*



# La gamme LASER CHEVAL





6 Chemin des Plantes

70150 MARNAY

Tél : +33 381 48 34 60

Mail : [c.morlot@groupe-imi.fr](mailto:c.morlot@groupe-imi.fr)

Web : [www.lasercheval.fr](http://www.lasercheval.fr)



**e·micronora**

22 > 25 SEPT. 2020