

« EPMT », Lausanne Mai 2011

Découpe de Stent avec lasers pulsés Nd:YAG et fibre

David Naman

LASAG AG
C.F.L. Lohnerstrasse 24
CH-3602 Thun
Suisse
Tel.: +41 33 227 45 45
david.naman@lasag.ch

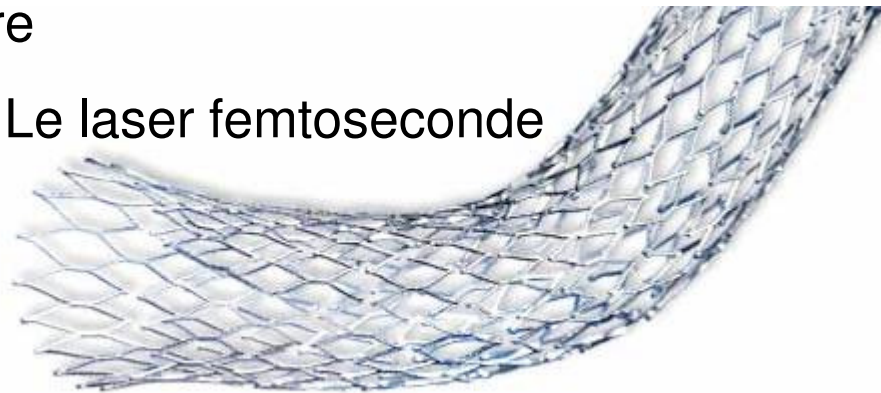


LASAG
INDUSTRIAL - LASERS

A COMPANY OF **rofin**

Sommaire

- ❖ Introduction
- ❖ Process de Fabrication d'un stent
- ❖ Lasers utilisés
- ❖ Facteurs économiques
- ❖ Qu'est ce qu'une bonne découpe , comment y arriver?
- ❖ Découpe au laser à fibre
- ❖ Nouvelle Technologie : Le laser femtoseconde



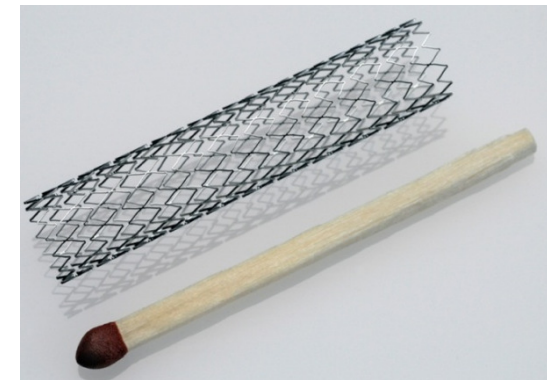
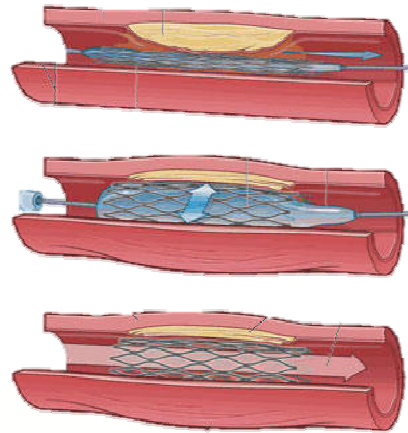


Introduction

- La découpe de stent est référence concernant la découpe laser au plus haut degré de précision et de qualité
- Hautes exigences concernant le procédé laser, les machines, la métallurgie ainsi que le post traitement
- Grande variété de sources lasers disponibles ayant chacune des propriétés différentes
- Compréhension des relations entre facteurs économiques et contraintes liées au process de fabrication

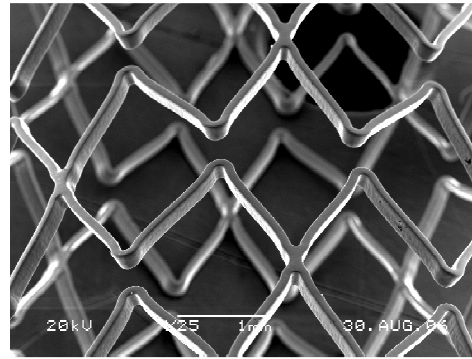
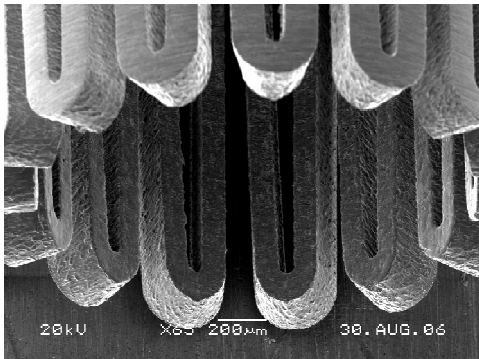
Qu'est-ce qu'un stent ?

- Implant employé dans les vaisseaux sanguins → Repousse les parois vers l'extérieur
- Design en forme de tube à structure grillagée
- Nouveaux matériaux en discussion : magnésium, polymère
- 80 % Acier Inox
- 20 % Nitinol : Stents auto expansible → Effet thermique de mémoire de forme
- $\varnothing 1,2 - 1,6$ mm ; Epaisseur 0.1-0.24mm



Process de fabrication d'un stent

- Découpe laser de segments a partir d'un tube
- Ebavurage mécanique et alésage
- expansion et traitement thermique
- Nettoyage et polissage électrochimique
- Différents autres procédés pour finaliser le semi-produit en un produit médical implantable



Source: Admedes Schuessler GmbH



LASAG
INDUSTRIAL - LASERS

A COMPANY OF **rofin**



Lasers utilisés

Lasers pulse long (ms)

Nd:YAG

Bonne qualité de Faisceau
< 1.7
Haute Flexibilité

Laser Fibre

Haute qualité de Faisceau
< 1.2
Peu de maintenance

Laser pulse court (ns)

Laser disque

Haute qualité de Faisceau
< 1.2
Peu de maintenance

Laser pulse ultra-court

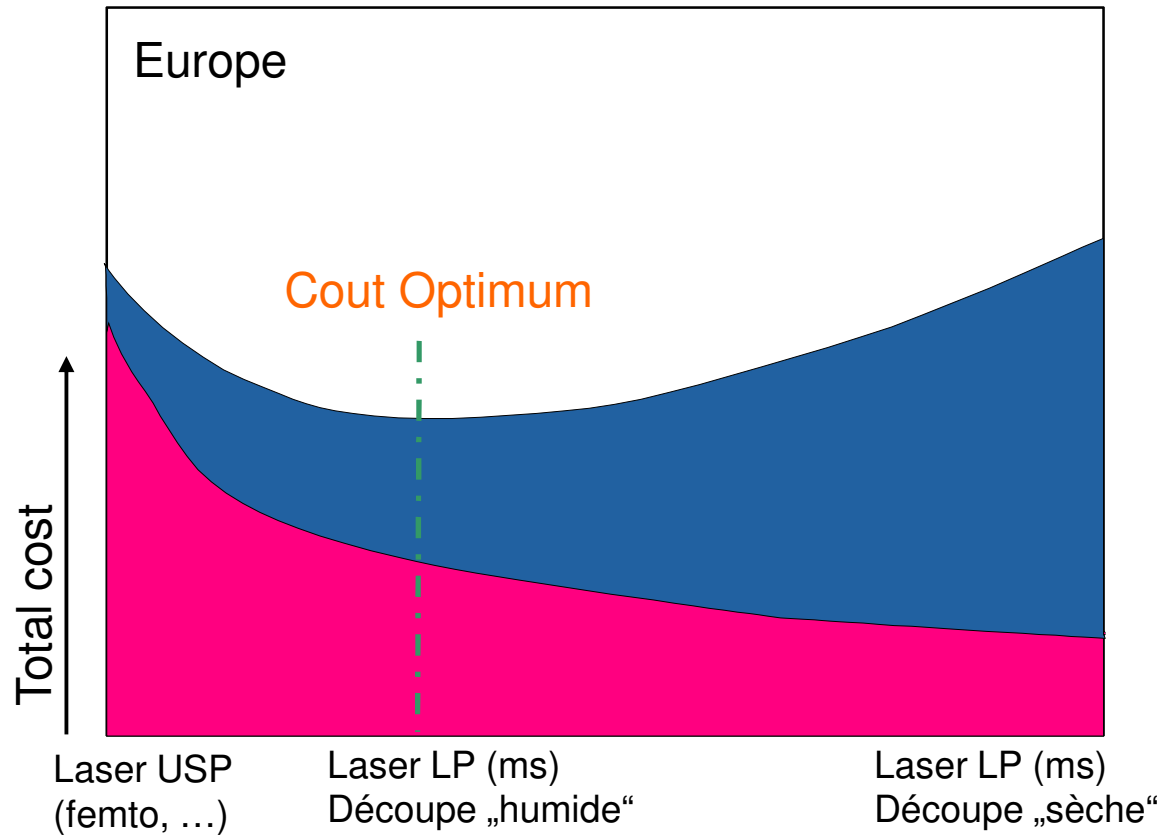
Pico

Femto

Processing "froid"

Aussi pour les
matériaux organiques

Definition d'une stratégie de process



Découpe laser

- Cout du process (vitesse, gaz, eau,)

Post traitement

- Ebavurage
- Expansion
- Elèctropolissage

Cout pour la découpe laser

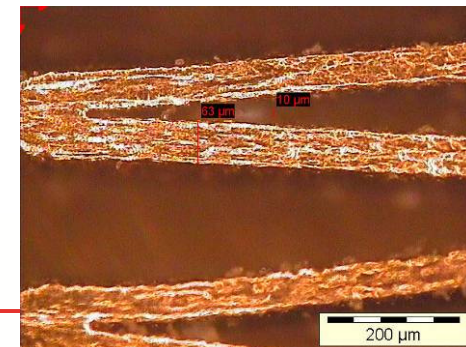
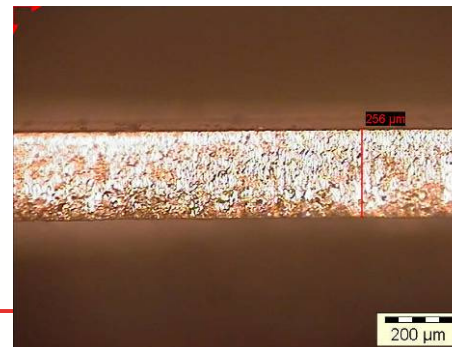
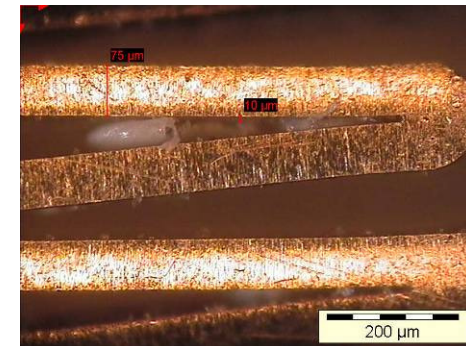
Cout pour le post traitement

LASAG
INDUSTRIAL - LASERS

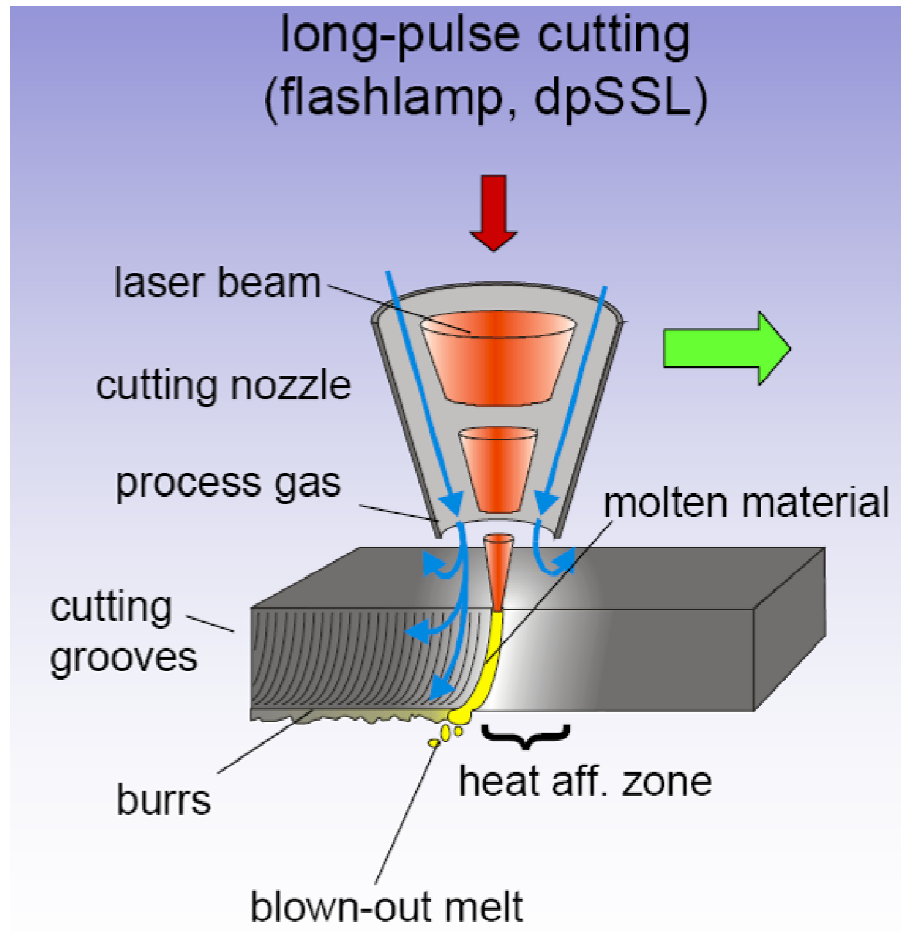
A COMPANY OF **rofin**

Definition d'une bonne découpe

- *Différent dans les détails d'un client à l'autre!*
- **Flan de découpe constant** : lisse – peu rugueux
- **Control des bavures en sortie**: taille, accroche, facilité d'élimination
- Peu de projections autour des zones d'amorce
- **Largeur de coupe constante** dans toutes les directions
- **Pas de perte de matière** dans les zones d'amorce
- **Pas de micro criques** dans la zone fondu (+ Z.A.T.)
- Limité au maximum la zone fondu
- **Pas d'oxydation** (si utilisation de gaz inerte)
- **Peu de conicité, coupe parallèle**



Découpe avec laser à pulse long (ms)



Source: Admedes Schuessler GmbH

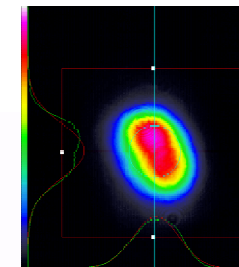
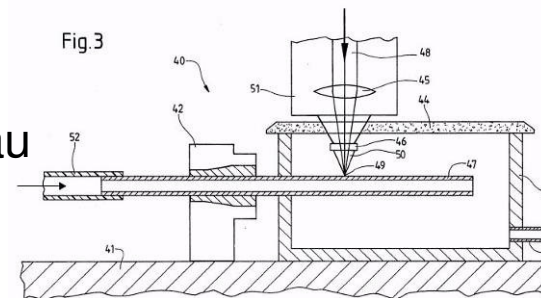
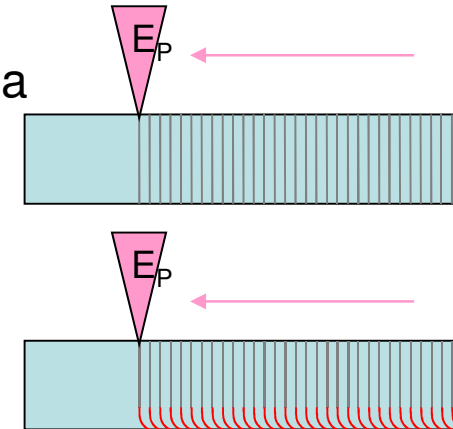
- Procédé thermique
- Injection d'eau à l'intérieur du tube :
 - Refroidissement
 - Protection du tube
 - Ejection de la matière fondue
- Vitesse de découpe :
 - 150 – 500 mm/min
- Largeur de coupe : 10 – 25 μ m
- *Formation de la ZAT, changement de propriété mécanique*
- *Aspect ratio (1:25 max.)*
- *Vitesse de découpe*
- *Qualité des flans de découpe,*
- *Formation de scories*

LASAG
INDUSTRIAL - LASERS

A COMPANY OF **rofin**

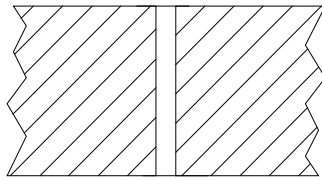
Condition nécessaire à une bonne découpe

- Densité énergétique sous le niveau d'initiation du plasma
f (*puissance crête, taille de spot*)
- Qualité de l'apport d'énergie dans le matériau
f (*puissance crête, distribution énergétique, temps de monté*)
- Débit de gaz suffisant
f (*taille de spot/ vitesse, pression, énergie de pulse*)
- Propriétés du faisceau
f (*polarisation, coma, astigmatisme*)
- Energie / unité de longueur
- Proportion débit de gaz / débit d'eau
- Position focale, Expansion de faisceau

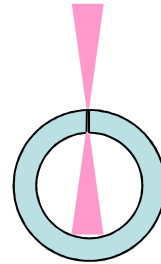


U.S. Patent
Sep. 6, 1994
Sheet 2 of 2
5,345,057

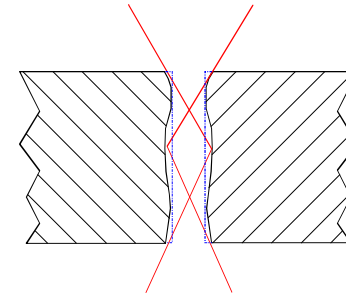
Paramètres influants le process



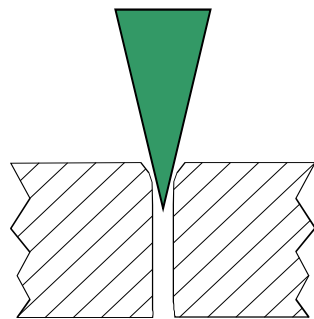
aspect ratio (taille spot)



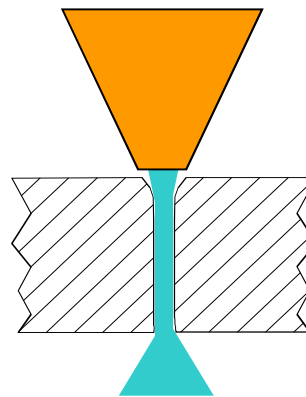
Charge thermique



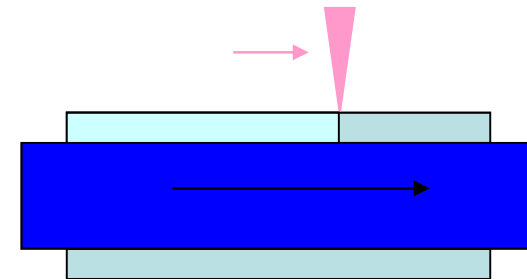
Expansion de faisceau



Position Focale

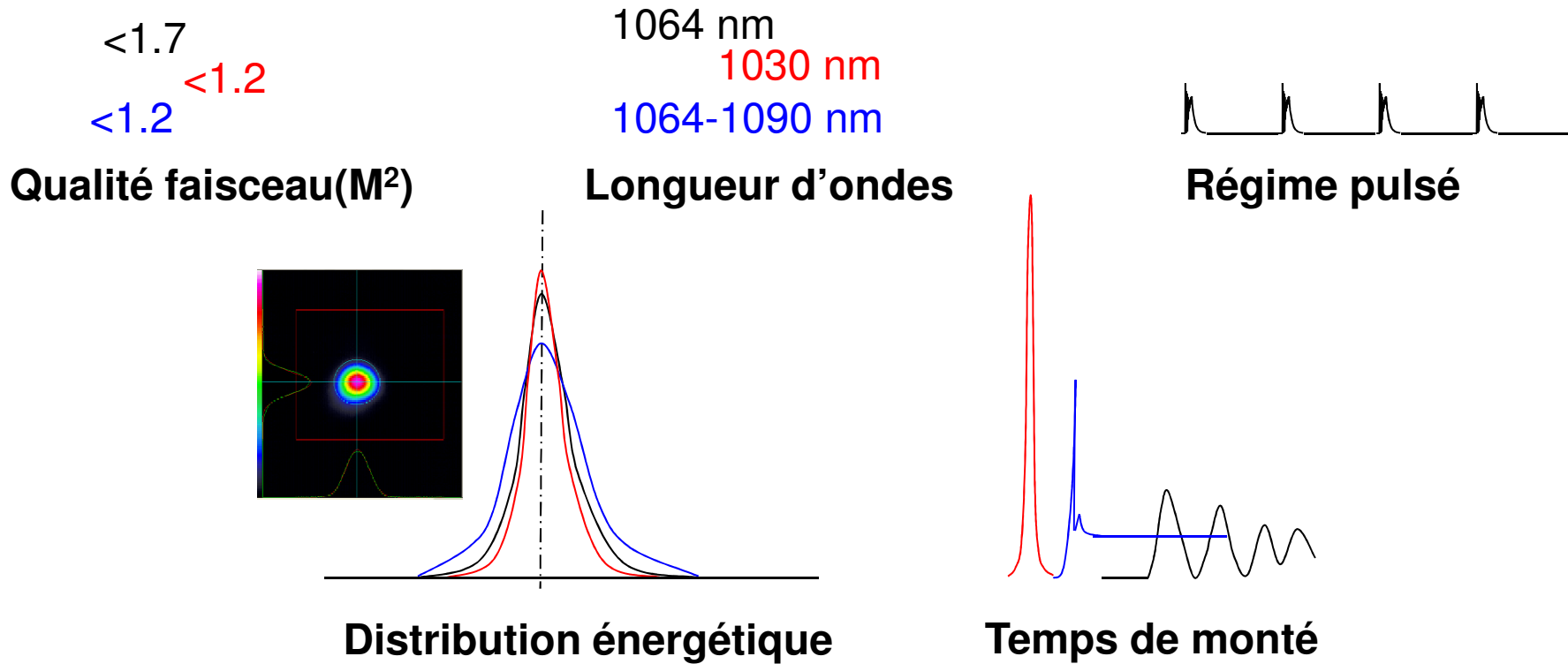


Gaz



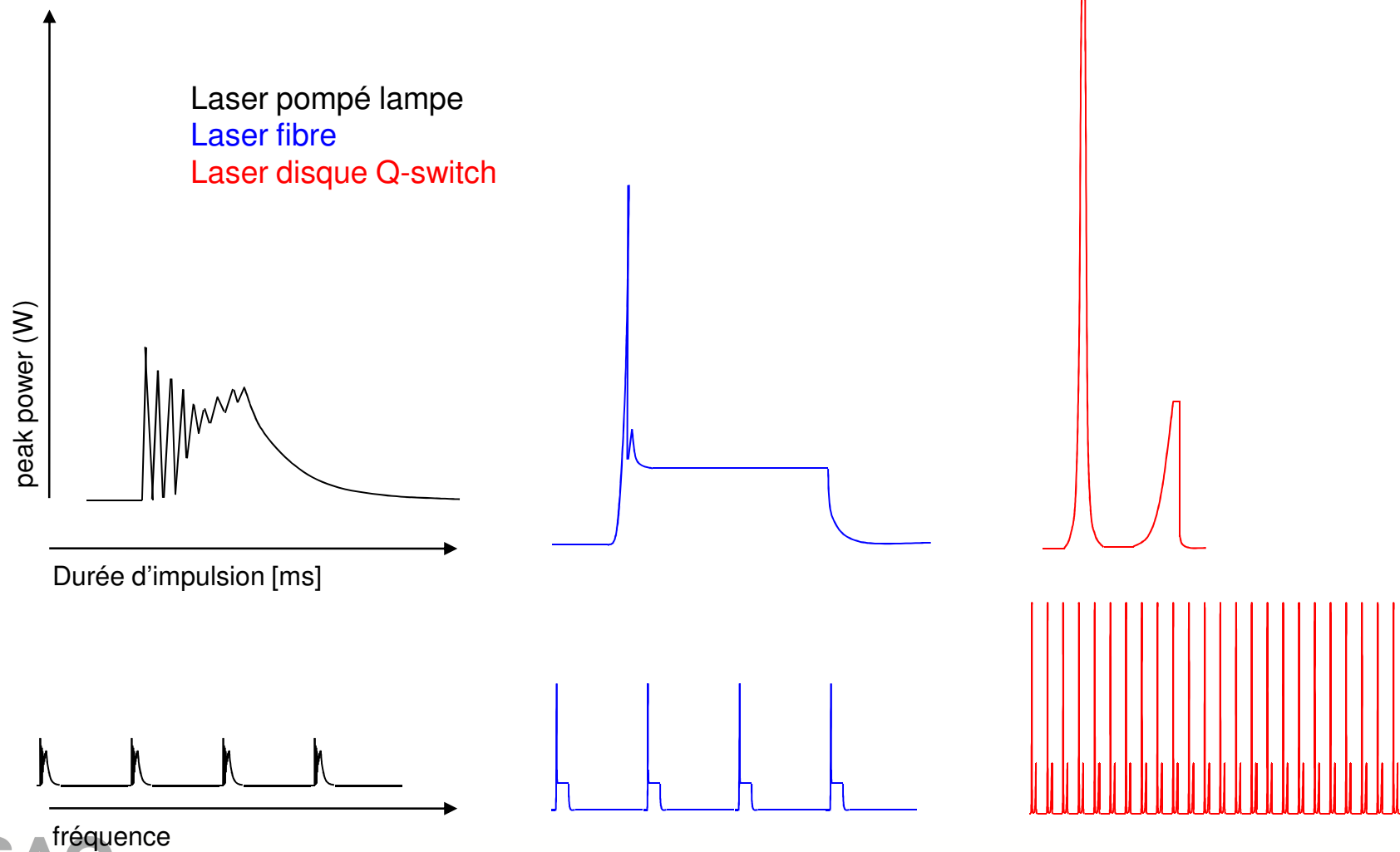
Débit eau

Propriétés des différentes sources lasers



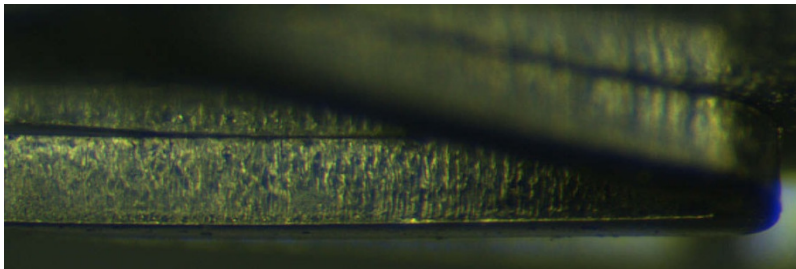
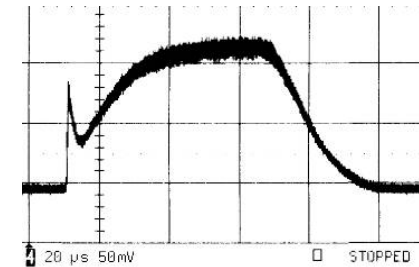
Laser pompé lampe
Laser fibre
Laser disque Q-switch

Propriétés des pulses des differentes sources laser

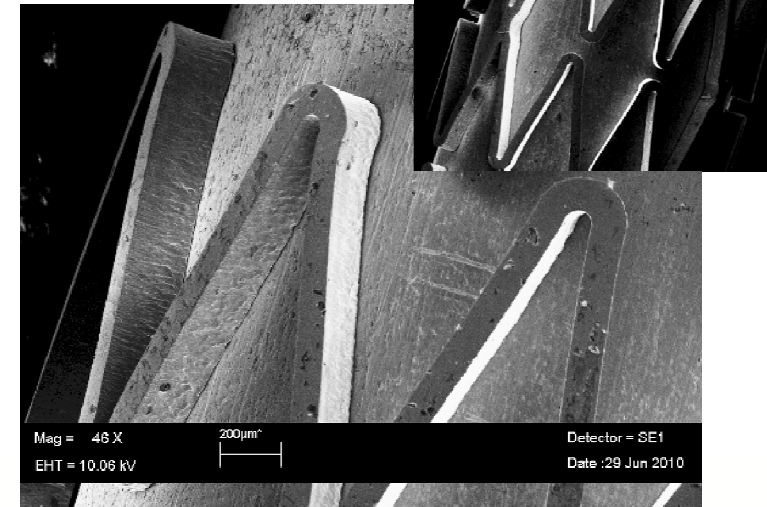


strategies pour la découpe de Nitinol avec le laser à fibre

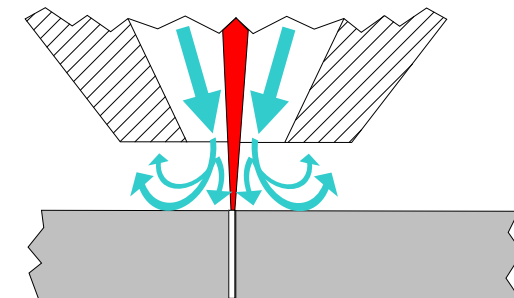
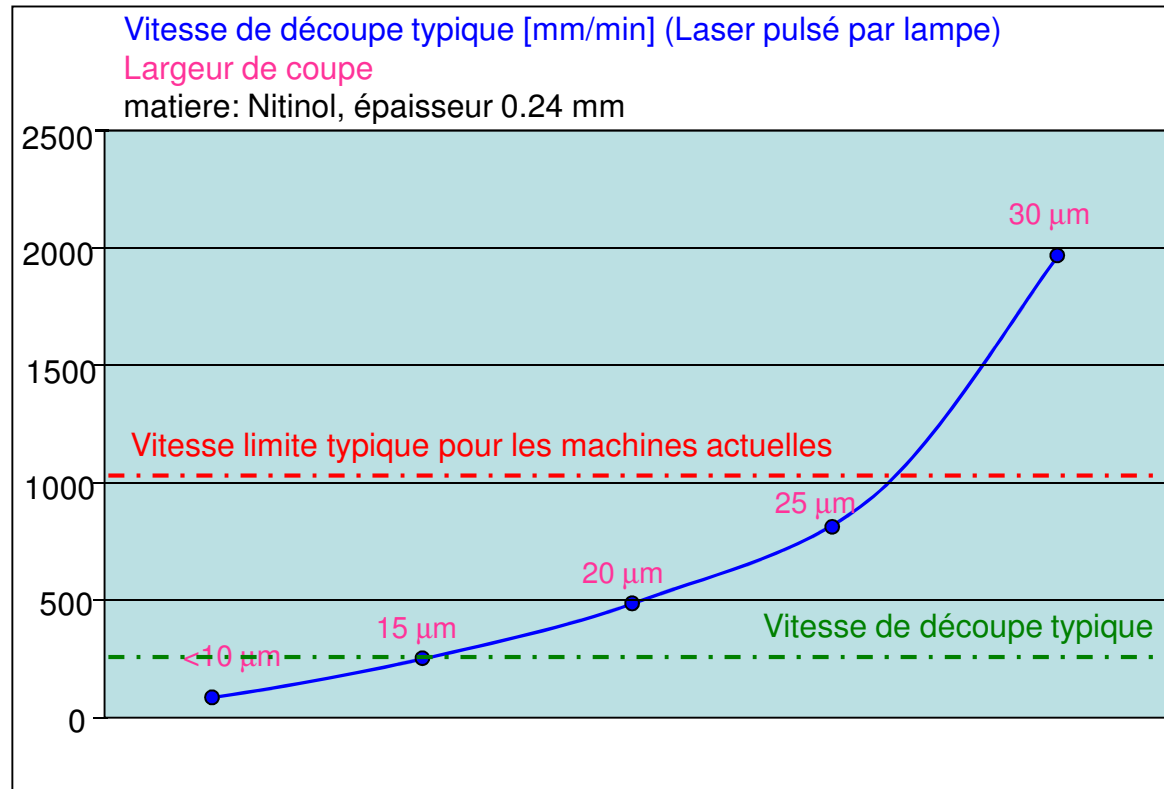
- Formation d'impulsion – limite plasma
- Optimisation du pulse d'amorçage – limite les impact sur la parois opposée
- Tuning qualité de faisceau – Set-up largeur de coupe
- Tuning distribution énergétique – rugosité, bavures



Ar, 500 mm/min

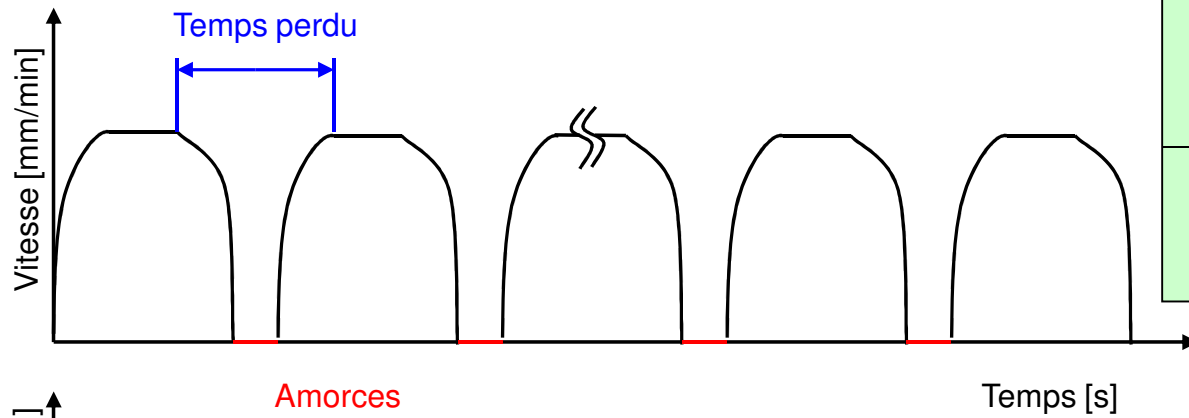


Ratio Largeur de coupe / Vitesse de découpe

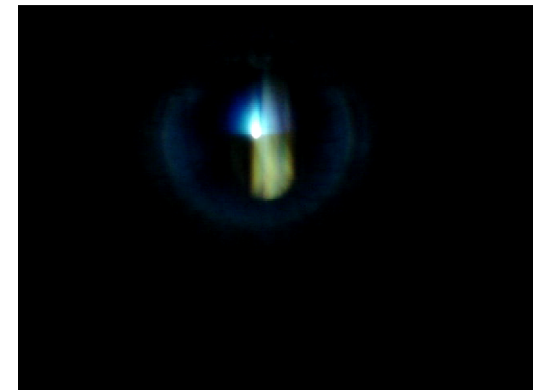
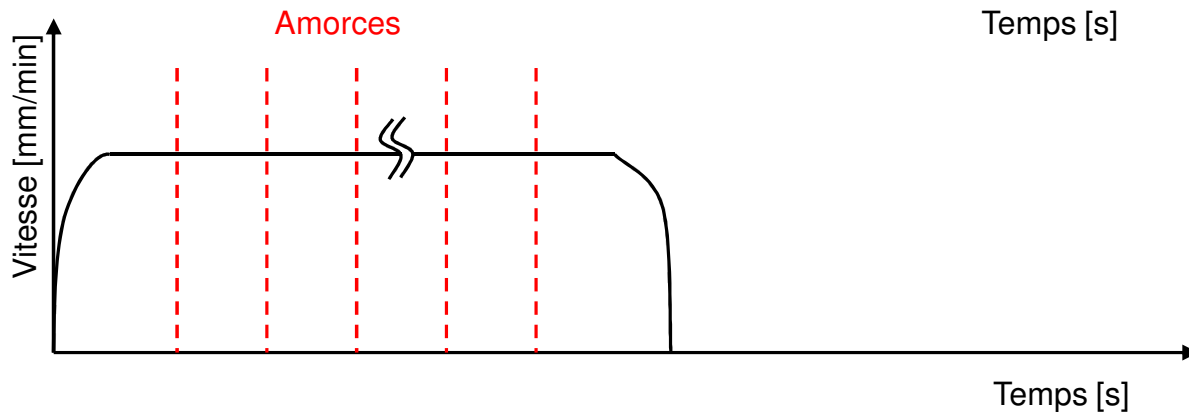


Largeur de coupe de 10 μm par rapport a une buse de $\varnothing 300\mu\text{m}$

Amorces à la volée vs. Amorces conventionnelles



Vitesse [mm/min]	Temps de cycle [min]	
	POF	conv.
250	11	19
500	9	17



Système actuel de découpe de stents



Combinent :

- post processing (programmation)
- Simulation process
- Axes linéaires + CNC
(Répétabilité, dynamique)
- Contrôle laser
- Design sur base Granit
- Encombrement faible
- Refroidissement tube
- Amorce à la volée
- Monitoring / Traçabilité

industrial like stent cutting system including LASAG CFS fiber laser

LASAG
INDUSTRIAL - LASERS

A COMPANY OF **rofin**

Source: LLT Applikation GmbH

Nouvelle Technologie : Le laser Femtoseconde



Longueur d'onde : 1552 nm

Energie de Pulse : 5 – 30 μ J @ 200 kHz

Durées d'impulsion : < 800fs

Fréquence : 1 Hz – 100 / 200 kHz

Puissance moyenne : 6W @ 200 kHz

Puissance crête > 30 MW @ 200 kHz

Profil de faisceau TEM00

M2 <1.3

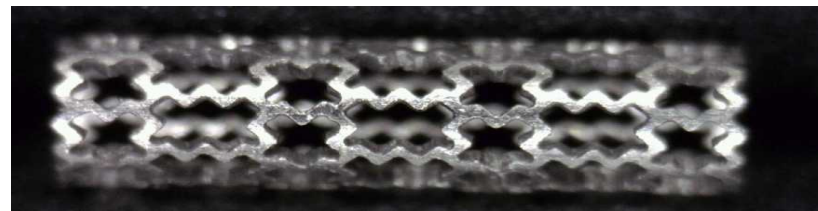
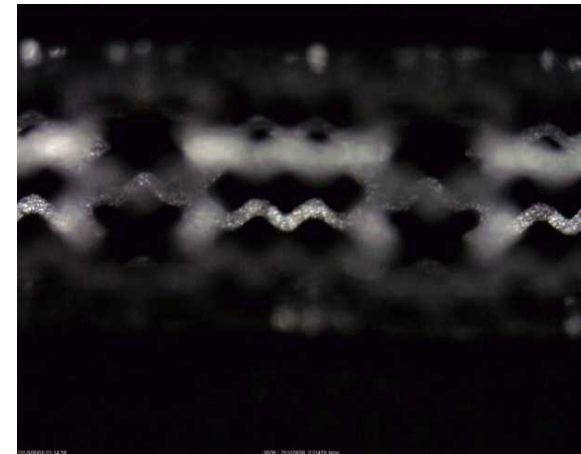
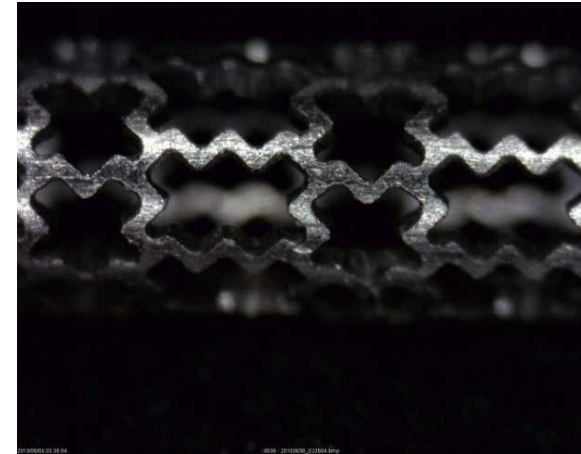
LASAG
INDUSTRIAL - LASERS

A COMPANY OF **rofin**

StarFemto: Découpe „froide“ de Platine



Épaisseur 152 μm
Énergie = 22.2 μJ
Fréquence = 400 kHz
Vitesse linéaire = 6 mm/sec

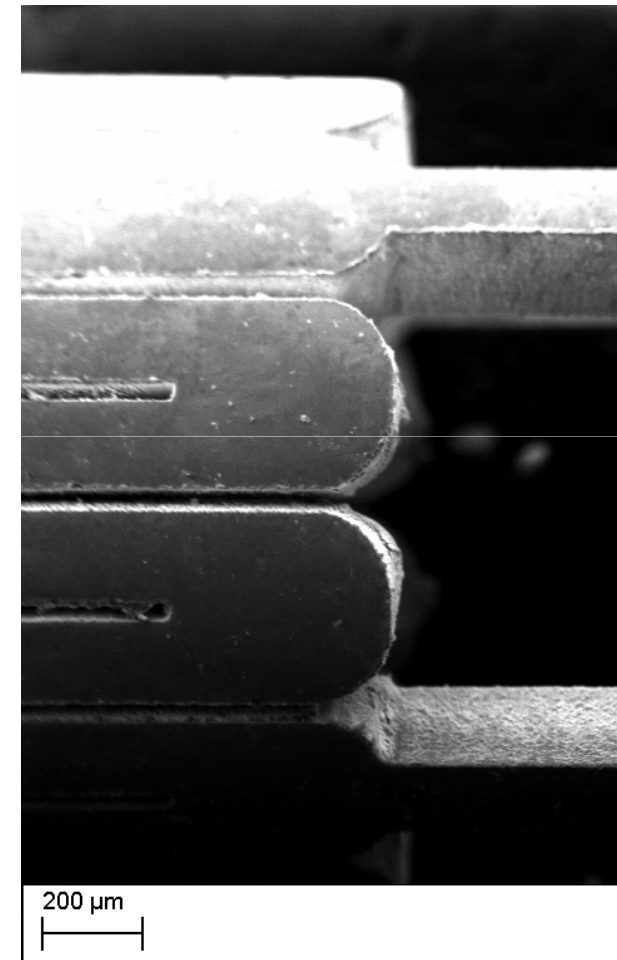
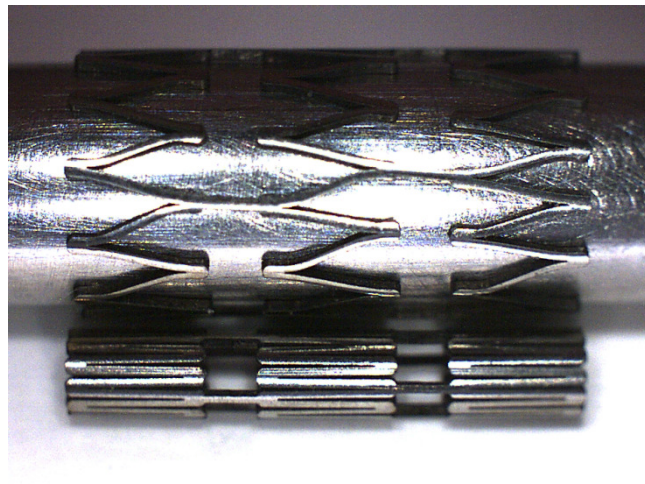


LASAG
INDUSTRIAL - LASERS

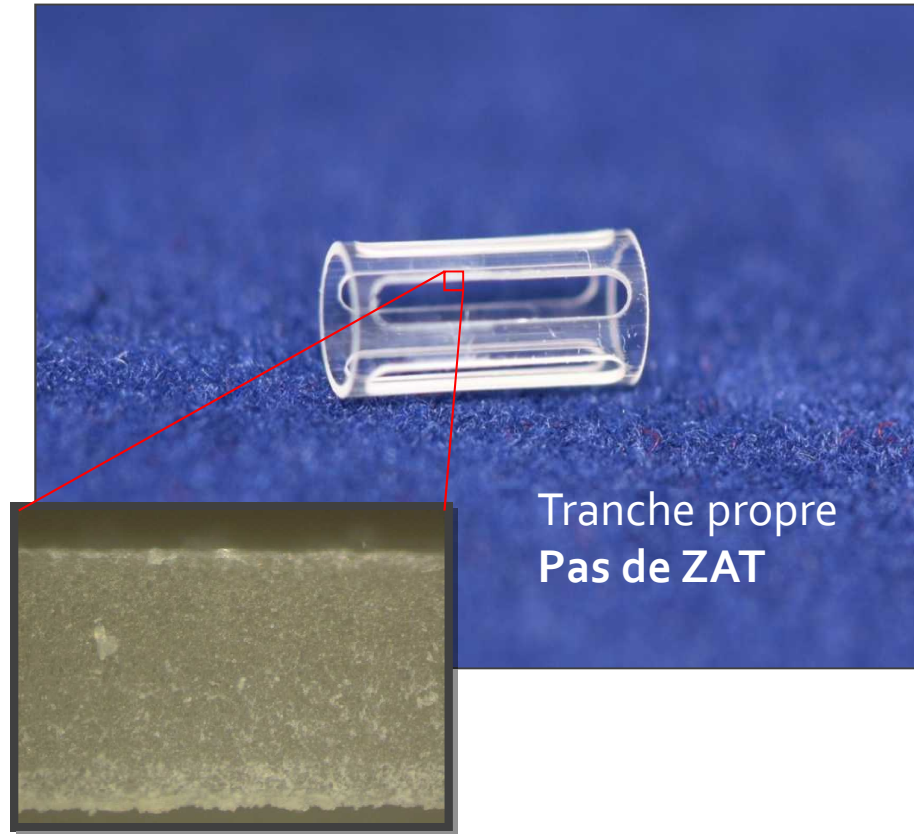
A COMPANY OF **rofin**

Haute qualité : Découpe exempte de chaleur

- Précision, Ablation athermique
- Pas de nettoyage ou ébavurage manuel
- Pas d'attaque acide pour éliminé la Z.A.T
- Meilleure intégrité des pièces découpées, meilleur rendement en production
- Cout de laboratoire réduit, besoin moindre en produit chimique toxique



StarFemto: Découpe „froide“ de Polymère



Bio absorbable/biocompatible
Stent cardiovasculaire
Acide Poly-Lactic-Co-Glycolic
(PLGA) sans matériaux dopant

LASAG
INDUSTRIAL - LASERS

A COMPANY OF **rofin**

Conclusion



- La découpe de stent est un procédé complexe, en particulier pour des matériaux critiques
- Les sources laser disponibles n'incluent pas toutes les propriétés positives nécessaires au procédé et doivent être optimisées
- L'avenir a besoin de nouvelles stratégies de fabrication et de découpes de manière à réaliser un réel progrès en termes de qualité et d'efficacité

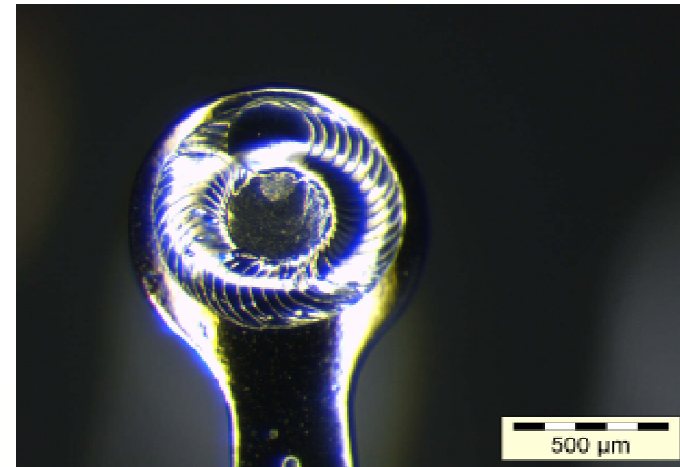
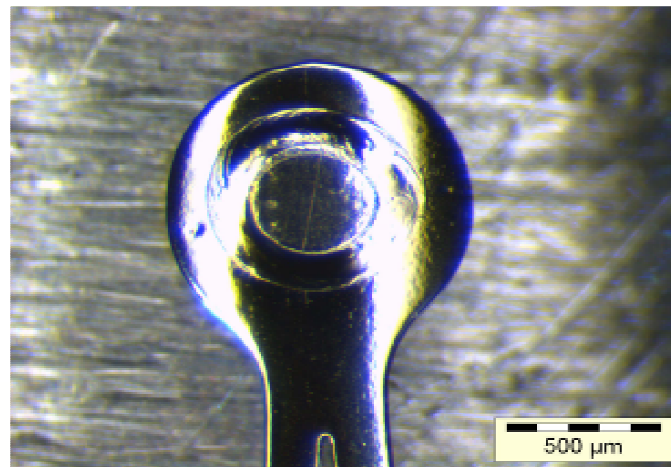
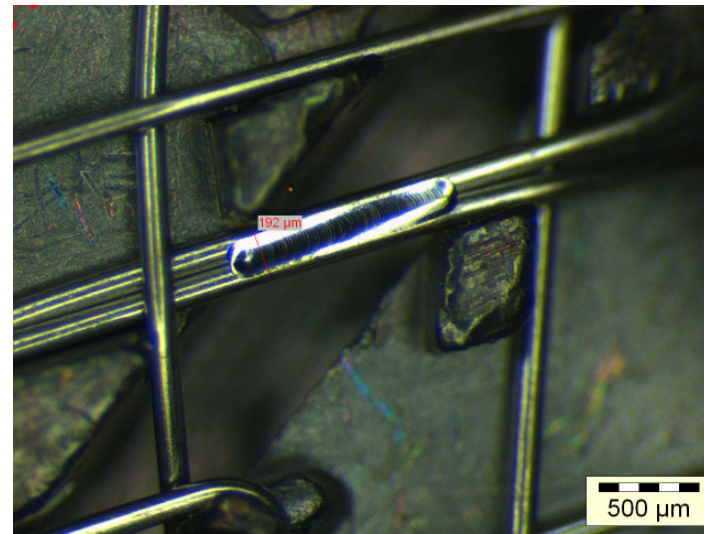
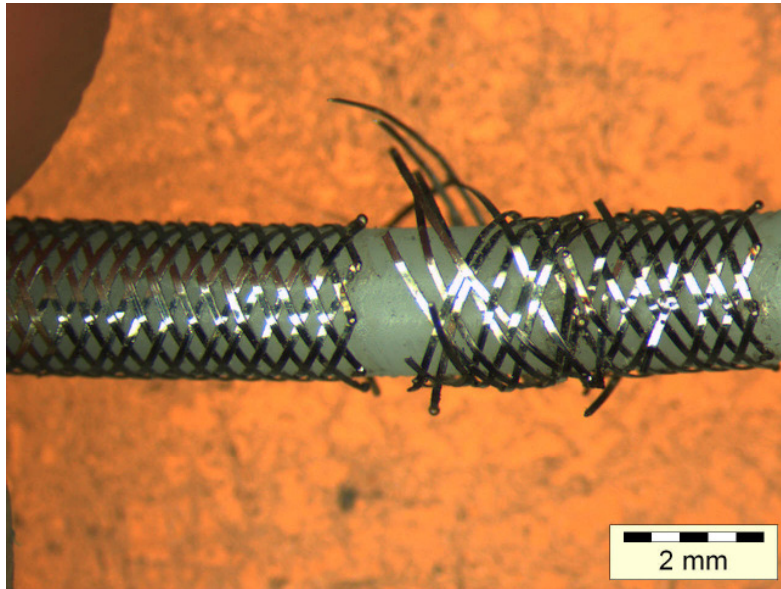


Source: Admedes Schuessler GmbH

LASAG
INDUSTRIAL - LASERS

A COMPANY OF **rofin**

Autres applications laser relatives aux stents

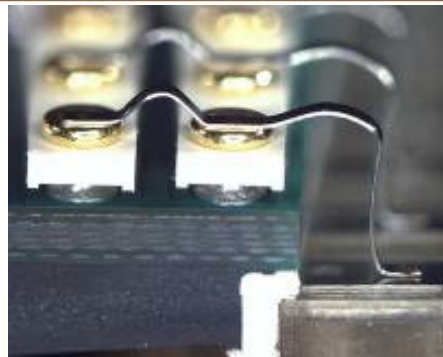
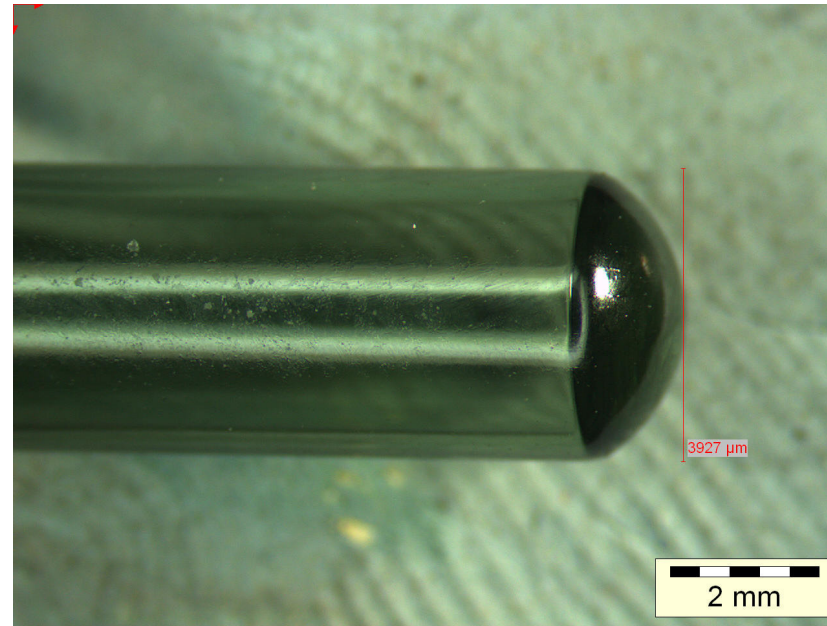
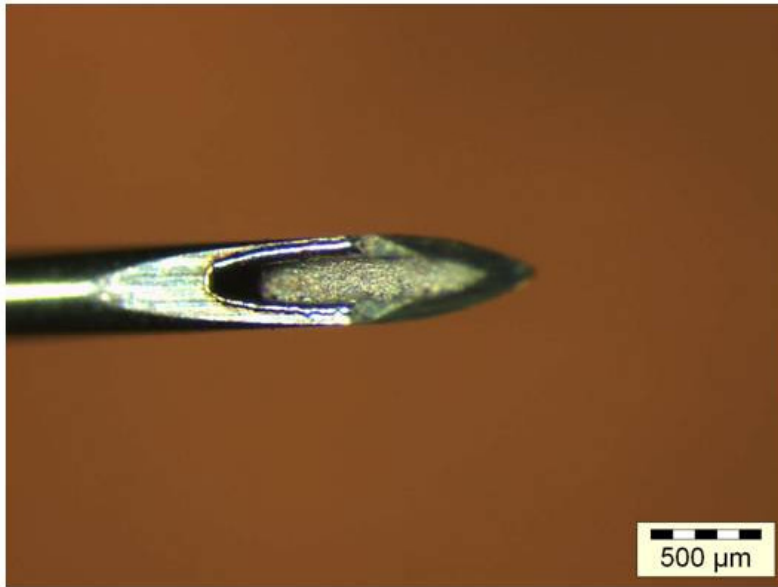


LASAG
INDUSTRIAL-LASERS

A COMPANY OF **rofin**

Autres applications laser relatives aux stents

Soudage avec laser SLS



LASAG
INDUSTRIAL - LASERS

A COMPANY OF **rofin**

Merci pour votre attention !



LASAG AG
A Company of ROFIN
CFL Iohnerstrasse, 24
CH-3600 Thun / SUISSE

Lasag Industrial Lasers
A Division of ROFIN (U.S.)
1615 Barclay Blvd.
Buffalo Grove, IL 60089 / USA

NAMAN David
+41 332 274 518
David.naman@lasag.ch

LASAG
INDUSTRIAL - LASERS

A COMPANY OF **rofin**