



SYNOVA
Ch. Dent-d'Oche
CH-1024 Ecublens
Suisse
www.synova.ch

RAPPORT D'APPLICATION

Rapport No: 134-4
Echantillon No: 2.2.1234

CONFIDENTIEL

RAPPORT: Découpe d'une pièce fonctionnelle en CuBe par Laser-MicroJet®

Pour Anonymous

Par Florent Bruckert, Synova SA

OBJECTIF

La technologie du Laser-MicroJet® a été utilisée pour découper une planche de roue de réduction. L'objectif est d'évaluer la rugosité au bord de coupe que l'on peut obtenir sur CuBe (Image 1).

DESCRIPTION

Matériau	Cuivre-Béryllium (CuBe)	
Épaisseur	150 & 200	µm
Quantité	7	Pcs

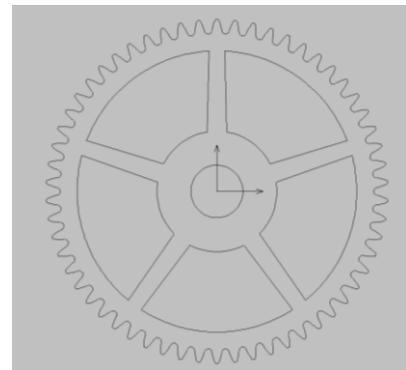


IMAGE 1: Image et plan des roues de réduction (vue supérieure)

Revue de rapport	
Chef de projet	Responsable Application
Nom: M. Florent Bruckert	Nom: Dr. Benjamin Carron
Date: 23.04.2013	Date: 23.04.2013
Visa: FBR	Visa: BC

**SYNOVA**Ch. Dent-d'Oche
CH-1024 Ecublens
Suisse
www.synova.ch

RAPPORT D'APPLICATION

Rapport No: 134-4
Echantillon No: 2.2.1234**CONFIDENTIEL**

PROCEDE: INSTRUMENT & PARAMETRES DE DECOUPE

La LCS 300, équipé d'un laser pulsé utilisant la seconde harmonique du Nd:YAG puis d'un laser à cristaux photonique dopé à l'Ytterbium, a été déterminée comme la machine disponible dans notre laboratoire la mieux adaptée pour cette application.

Dans le tableau ci-dessous, vous trouverez l'ensemble des paramètres optimisés utilisés pour l'intégralité des tests de découpe :

SYSTEME	Machine	LCS300
	Fixation	<i>pincé</i>
PARAMETRES DU MICROJET®	Gaz d'assistance	He
	Débit	0.7 L/min
PARAMETRES LASER	Laser	L101G EO61G
	Longueur d'onde	532 nm ($f < 50$ kHz) 515 nm ($f > 50$ kHz)



SYNOVA
Ch. Dent-d'Oche
CH-1024 Ecublens
Suisse
www.synova.ch

RAPPORT D'APPLICATION

Rapport No: 134-4
Echantillon No: 2.2.1234

CONFIDENTIEL

Le développement s'est axé sur la qualité de coupe. Notons que le temps de découpe est un critère clairement perfectible. Ainsi 4 roues ont été découpées avec un laser LEE 50 W vert et 3 roues avec un laser EOLITE 60 W vert.

Concernant les 4 premières pièces, la découpe est réalisée sur un substrat (épaisseur de 200 µm) en deux temps (image 2). En premier lieu, le contour interne est réalisé avec une passe de finition. Ici, l'objectif est d'optimiser la rugosité des bordures internes et de s'affranchir des irrégularités (entrées dans la matière etc.). La pièce est ensuite fixée sur un système aimanté permettant le maintien de la partie intérieure afin de réaliser la découpe extérieure. Cette fixation permet ainsi l'utilisation d'une passe de finition sur la denture. Les 4 pièces susnommées (S1, S2, S3, S4 LEE) sont donc aux côtes finales du dxf fourni.

Pour les pièces #1, #2 et #3 EO 60 découpées sur un substrat de 150 µm d'épaisseur, nous avons assemblé les deux programmes et réalisés la découpe en 1 temps. On comprendra que la passe de finition n'a pu être réalisée sur la denture car la pièce ne pouvait pas être fixée. Ainsi, ces 3 pièces seront 20 µm plus grande au diamètre que le dxf originel.

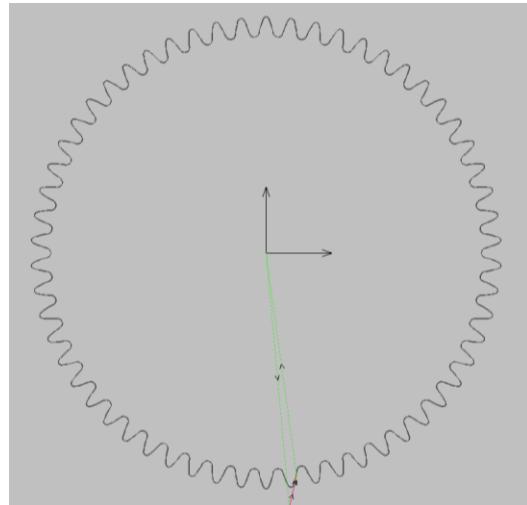
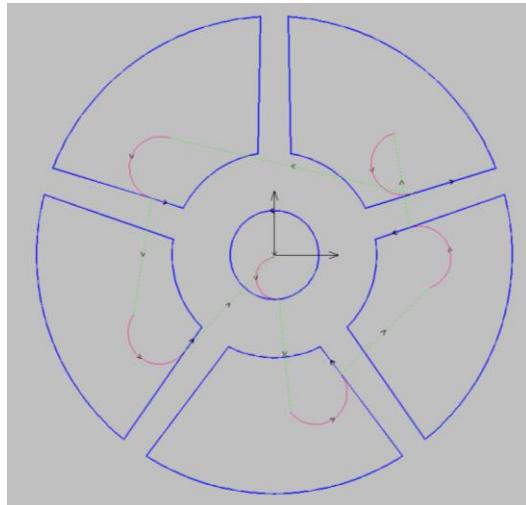


IMAGE 2: deux programmes réalisés (pièce S1 à S4 LEE) (vue supérieure)

Ci-dessous, vous trouverez les paramètres utilisés pour ces différentes découpes.
Une stratégie en une seule passe a été appliquée.



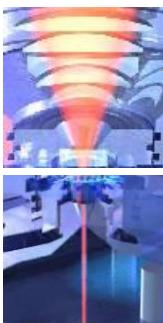
SYNOVA

Ch. Dent-d'Oche
CH-1024 Ecublens
Suisse
www.synova.ch

RAPPORT D'APPLICATION

Rapport No: 134-4
Echantillon No: 2.2.1234

CONFIDENTIEL



PARAMETRES

MICROJET®

Diamètre de buse	$40 \mu\text{m}$
Largeur de découpe	$40 \mu\text{m} \pm 2 \mu\text{m}$
Pression d'eau	410 bar
Distance de travail	10 mm

Référence	Image référence	Fréquence laser [kHz]	Puissance laser [W]	Puissance dans le jet d'eau [W]	Temps de pulse [ns]	Vitesse [mm/s] Découpe / finition	Temps de coupe [min-sec]
S1 LEE	3 - 4 - 5	6	14.2	6.8	115	0.7 / 0.5	2 min
S2 LEE	6 - 7					0.5 / 0.5	4 min 39 s
S3 LEE	8	30	10.0	5.0	100	0.5 / -	3 min 02 s
S4 LEE *	9 - 10					0.5 / 0.5	4 min 39 s
#1 EO60	11 - 12	50	14.1	6.3	24		
#2 EO60	13 - 14	170	22.5	10.1	24		
#3 EO60	15 - 16	200	35.1	15.7	23		10 min

(*) L'échantillon S4 LEE a été découpé avec les mêmes paramètres que l'échantillon S2 LEE. L'unique différence est la précision du réalignement de la pièce pré coupée. Cet échantillon fut réalisé avec une précision d'alignement maximale.

RESULTATS

Les images suivantes montrent un aperçu de la qualité de découpe accessible avec la technologie du Laser-MicroJet® :

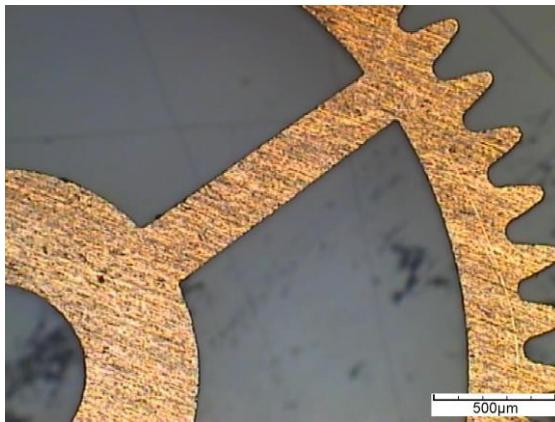


IMAGE 3: Imagerie de la face avant de l'échantillon S1LEE.



IMAGE 4: Imagerie de bordure de l'échantillon S1 LEE.



SYNOVA
Ch. Dent-d'Oche
CH-1024 Ecublens
Suisse
www.synova.ch

RAPPORT D'APPLICATION

Rapport No: 134-4
Echantillon No: 2.2.1234

CONFIDENTIEL

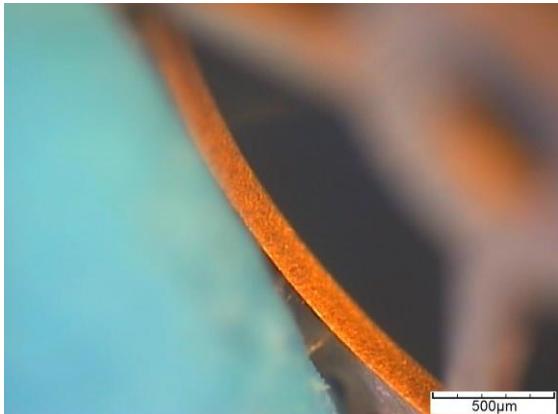


IMAGE 5: Imagerie de bordure de l'échantillon S1 LEE.

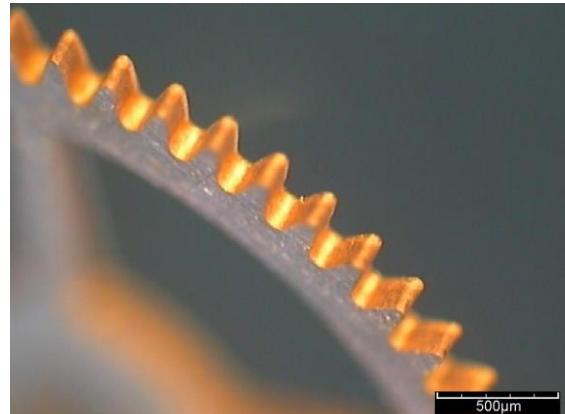


IMAGE 6: Imagerie de bordure de l'échantillon S2 LEE.



IMAGE 7: Imagerie de bordure de l'échantillon S2 LEE.

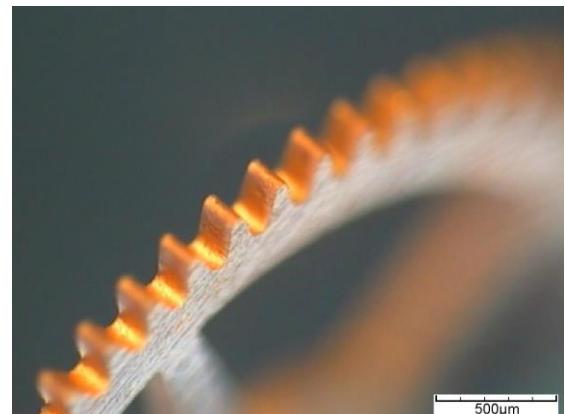


IMAGE 8: Imagerie de bordure de l'échantillon S3 LEE.

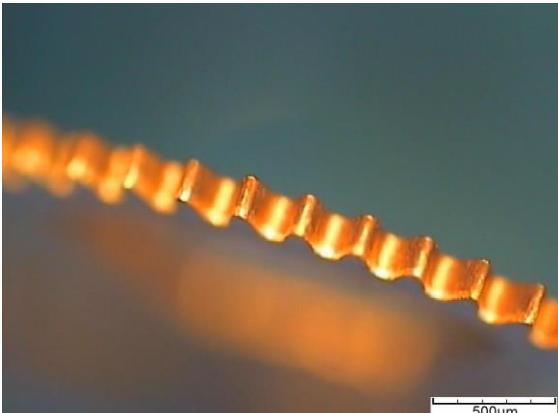


IMAGE 9: Imagerie de bordure de l'échantillon S4 LEE



IMAGE 10: Imagerie de bordure de l'échantillon S4 LEE



SYNOVA
Ch. Dent-d'Oche
CH-1024 Ecublens
Suisse
www.synova.ch

RAPPORT D'APPLICATION

Rapport No: 134-4
Echantillon No: 2.2.1234

CONFIDENTIEL

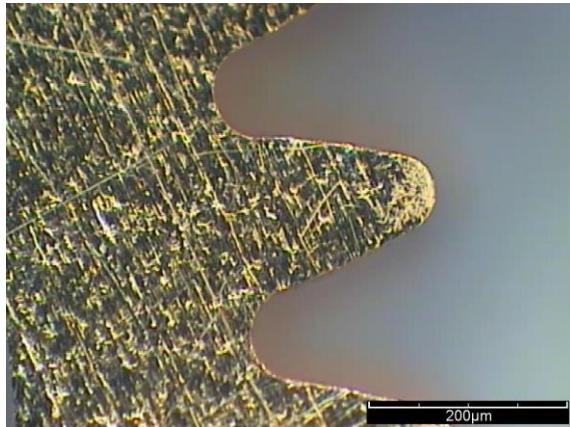


IMAGE 11: Imagerie d'une dent de l'échantillon #1 EO60 (face avant)

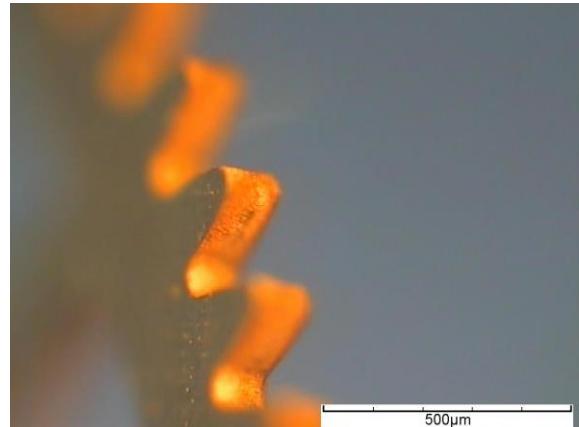


IMAGE 12: Imagerie de bordure de l'échantillon #1 EO60.

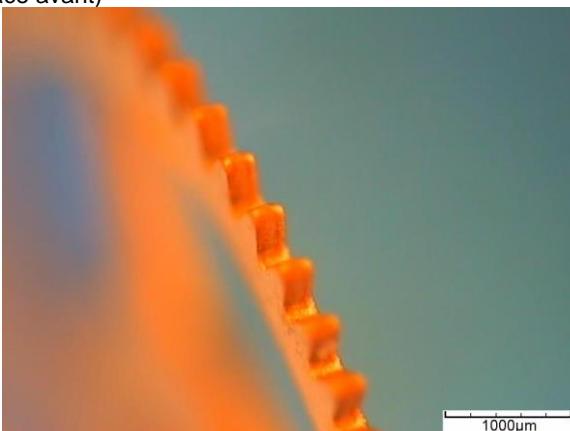


IMAGE 13: Imagerie de bordure de l'échantillon #2 EO60.

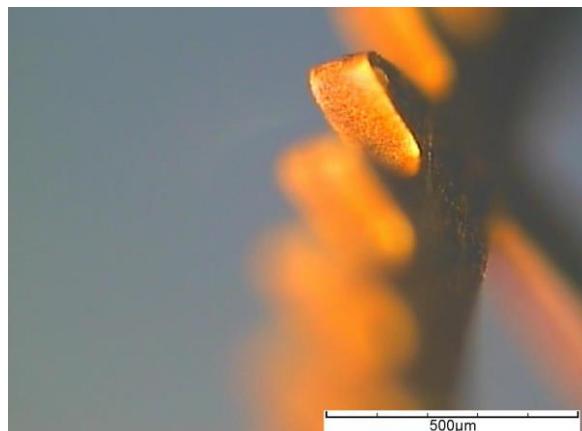


IMAGE 14: Imagerie de bordure de l'échantillon #2 EO60

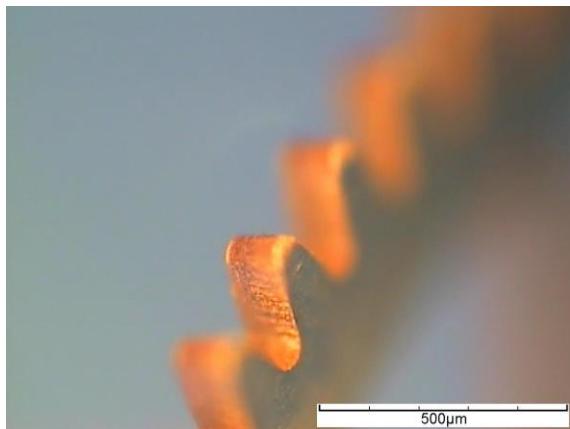


IMAGE 15: Imagerie de bordure de l'échantillon #3 EO60.

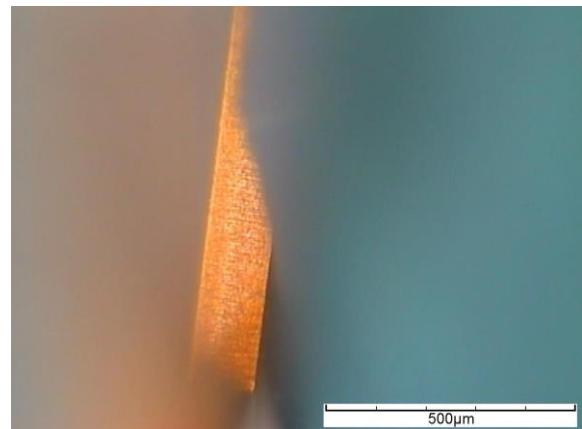


IMAGE 16: Imagerie de bordure de l'échantillon #3 EO60.



SYNOVA

Ch. Dent-d'Oche
CH-1024 Ecublens
Suisse
www.synova.ch

RAPPORT D'APPLICATION

Rapport No: 134-4
Echantillon No: 2.2.1234

CONFIDENTIEL

ANALYSE DE LA DEMANDE

	Vos priorités	Résultats
• Contamination/Particules:	X	Ok. A évaluer
• Zone thermiquement affectée (ZTA):	X	Ok. Décoloration partielle non résiduelle après nettoyage
• Rugosité des bords:	X	0.4 < Ra < 0.8 µm sur CuBe A mesurer
• Tolérances:	X	Ok. A évaluer

CONCLUSION

Les découpes de pièces en CuBe ont été réalisées sur une machine SYNOVA LCS 300. Cette machine utilise la technologie du Laser MicroJet® et combine les avantages du laser pulsé à haute énergie avec les propriétés de guide d'ondes et de refroidissement apporté par un jet d'eau de moins de 30 µm de diamètre. Le laser est utilisé pour l'ablation du matériau. Le jet d'eau, pour sa part, guide le faisceau laser, refroidit le bord de découpe et évacue les particules sublimées.

Les tests de découpe montrent que:

- Il est possible de couper des substrats homogènes avec des tracés complexes en une étape ou plusieurs étapes.
- La vitesse de coupe effective peut varier de 0.3 à 0.7 mm/s en conservant d'excellentes propriétés de coupe. Cette vitesse peut être clairement améliorée.
- Le procédé est stable et montre une excellente répétabilité.
- La qualité de coupe avec un laser LEE peut parfois montrer un aspect « peau d'orange » qui n'existe pas sur une découpe avec un laser EOLITE.

Nous sommes ouverts à l'amélioration concernant vos besoins en termes de:

- L'homogénéité de la rugosité sur le flanc.
- La valeur de la rugosité sur le flanc.
- La vitesse moyenne de découpe.
- L'amélioration du trajet du laser.
- Le nettoyage et le conditionnement.

Nous vous remercions pour l'intérêt que vous portez en notre technologie et espérons que nos résultats sont en accord avec vos exigences.

Nous vous contacterons très prochainement afin d'obtenir un retour sur ces essais pour partager nos résultats d'analyses et ainsi discuter avec vous des prochaines étapes.