

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

# RAPPORT D'APPLICATION

Rapport No: 159-2

Echantillon No: 2.2.1679

**CONFIDENTIEL**

## RAPPORT: Découpe de pièces mécaniques fonctionnelles par LaserMicroJet®

*Pour* Anonymous*Par* Rémi Laure, Florent Bruckert, Synova SA

### OBJECTIF

La technologie du LaserMicroJet® a été utilisée pour découper des ressorts dans des plaquettes de Phynox de 100 µm d'épaisseur. Les objectifs principaux sont la qualité de découpe et le respect des tolérances.

### DESCRIPTION

ECHANTILLON	Matériau	Phynox Brut	Phynox Poli	
	Epaisseur	0.1	0.1	mm
	Quantité	1175	480	pcs
	Numéros Pièces	1 à 1175	1176 à 1655	

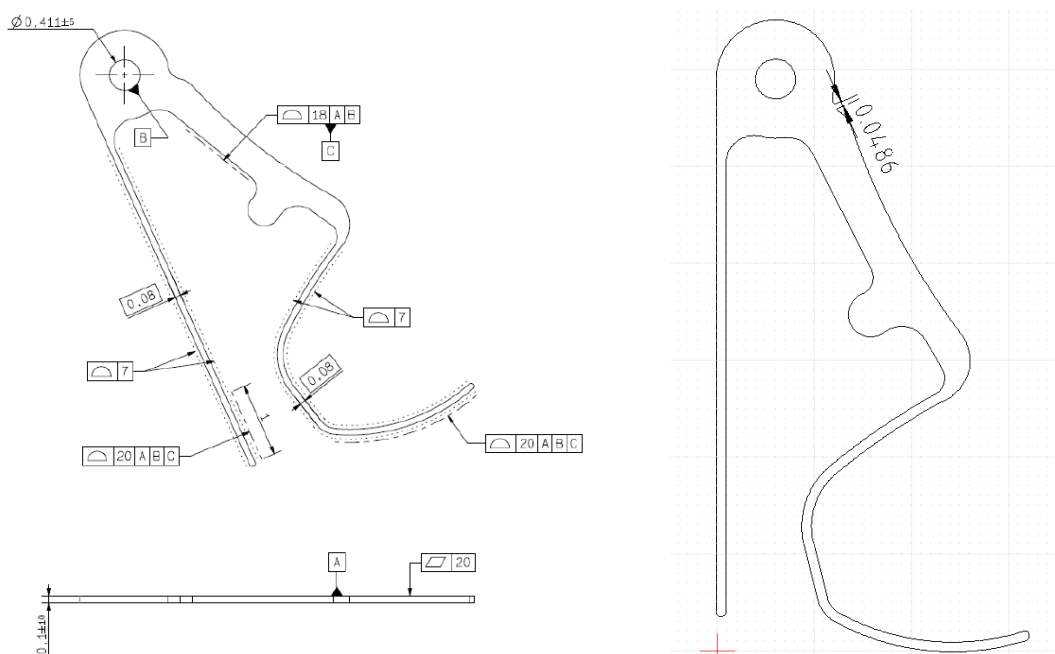


IMAGE 1: Plans et cotations du ressort (côtes fonctionnelles) et du pont de maintien après production (côtes centre outil)

Revue de rapport			
Chef de projet		Responsable Application	
Nom:	M. Florent Bruckert	Nom:	M. Benjamin Carron
Date:	14.09.2015	Date:	14.09.2015
Visa:	FBR	Visa:	BC



**SYNOVA**

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

# RAPPORT D'APPLICATION

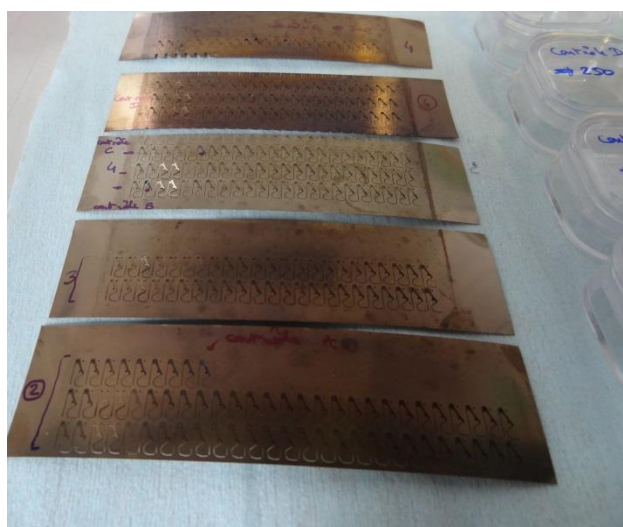
Rapport No: 159-2

Echantillon No: 2.2.1679

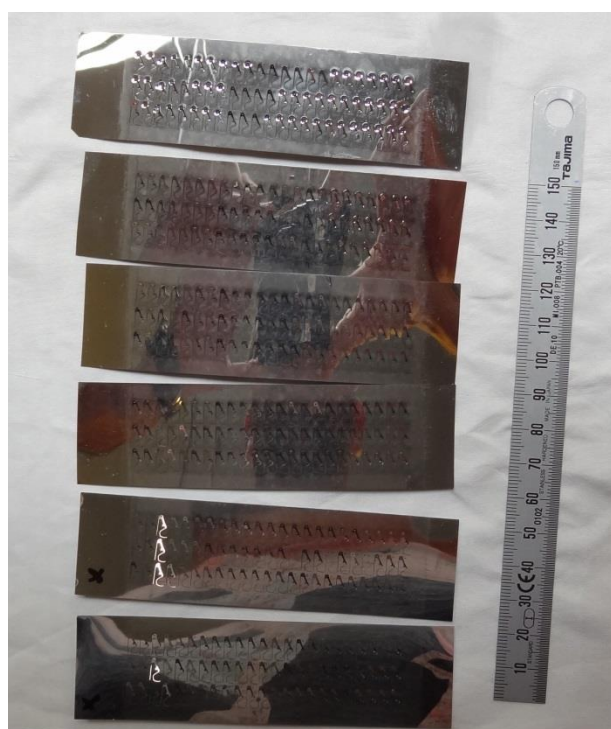
**CONFIDENTIEL**



**IMAGE 2:** Photographie d'une série de ressorts après production d'une plaquette de Phynox brut



**IMAGE 3:** Vue générale après usinage d'une partie de la production de ressorts en Phynox brut


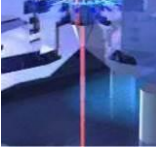

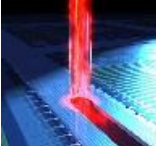


**IMAGE 4:** Vue générale d'une production de ressort en Phynox poli

## PROCÉDÉ: INSTRUMENT & PARAMÈTRES DE DÉCOUPE

La LCS 300, équipé d'un laser pulsé utilisant la seconde harmonique du Nd:YAG, a été déterminée comme la machine disponible la mieux adaptée à ce test dans notre laboratoire.

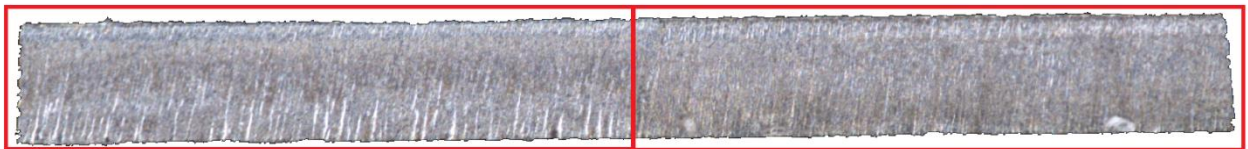
Dans les tableaux ci-dessous, vous trouverez l'ensemble des paramètres optimisés utilisés pour les tests de découpe :

	<b>SYSTÈME</b>		Machine LCS300
	<b>PARAMÈTRES DU MICROJET®</b>		Système de fixation Mors de serrage
	<b>PARAMÈTRES LASER</b>		Diamètre de la buse 30 $\mu m$ Largeur de coupe 22 $\mu m$ Gaz d'assistance He Débit de gaz 1.1 $L/min$ Pression d'eau 600 $bar$ Distance de travail (unité de couplage-échantillon) 8 $mm$
	<b>CUTTING PARAMETER</b>		Laser VG21G Diamètre focale 200 $mm$ Taux de répétition laser 100 $kHz$ Durée d'impulsion 13 $ns$ Puissance interne 4.4 $W$ Puissance dans le jet estimée 2.3 $W$ Temps d'usinage 2 min 46 s Vitesse de découpe des parties fonctionnelles 0.1 $mm/s$ Vitesse de découpe générale 0.3 $mm/s$ Nombres de passes 1

Pour la réalisation de ces tests nous avons utilisé la stratégie « mono-passe » qui consiste à découper la pièce en passant à une seule reprise sur le même contour. Cependant durant le mono-passe une variation de vitesse a été employée pour optimiser la découpe des parties fonctionnelles. Nous avons utilisé la même stratégie que le Phynox soit polie ou non.

## RESULTATS

Durant la visite de M. Calame plusieurs pièces ont été découpées pour tester la rugosité du flanc en fonction de la vitesse de coupe. Ces tests ont permis de choisir la valeur finale de vitesses pour les parties fonctionnelles et non fonctionnelles. On peut voir une augmentation de la rugosité si on augmente la vitesse de découpe. Les images suivantes montrent le résultat de ce développement pour les vitesses sélectionnées pour la production :



**IMAGE 5:** Mesure 3D Alicona du flanc de coupe avec à gauche une vitesse de 0.3 mm/s et à droite une vitesse de 0.1 mm/s



**IMAGE 6:** Mesures de rugosité pour une vitesse de 0.3 mm/s à gauche et une vitesse de 0.1 mm/s à droite

Durant la réception des dernières pièces de la production, M. Calame nous a transmis une pièce ayant subi un traitement de surface spécifique. Les images suivantes montrent le résultat après ce travail pour le comparer avec les résultats précédents (à noter que les mesures ont été effectuées sur une partie fonctionnelle donc à une vitesse de découpe de 0.1mm/s):



**IMAGE 7:** Mesure 3D Alicona du flanc de coupe après le traitement de surface



**IMAGE 8:** Mesure de rugosité après le traitement de surface





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

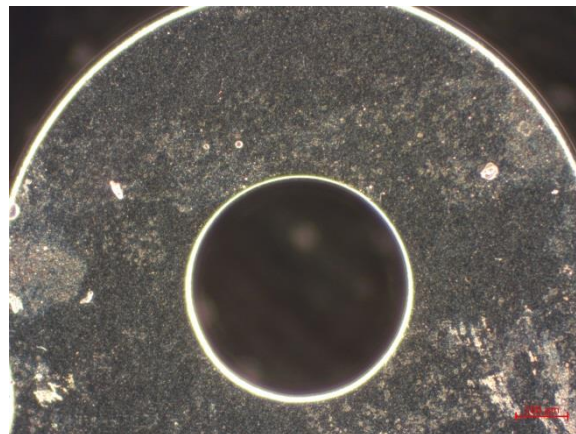
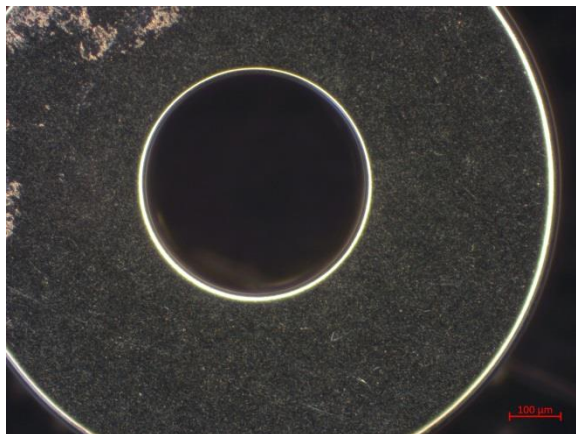
# RAPPORT D'APPLICATION

Rapport No: 159-2

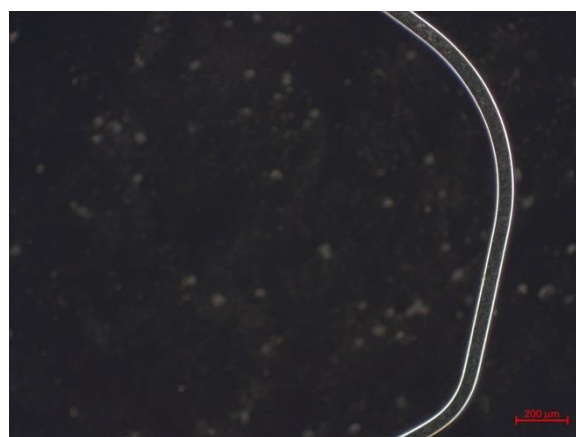
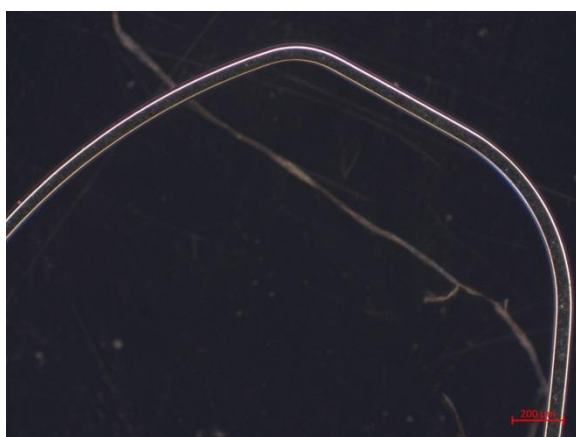
Echantillon No: 2.2.1679

**CONFIDENTIEL**

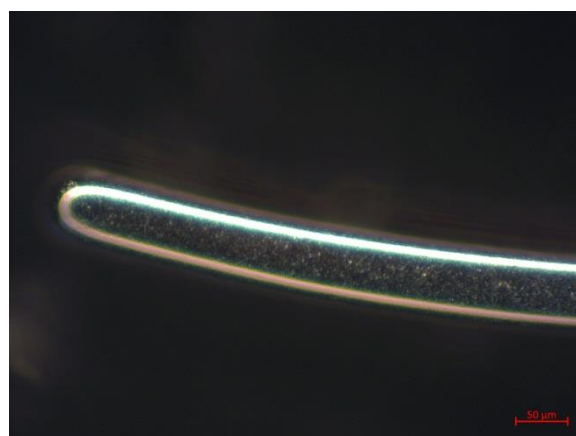
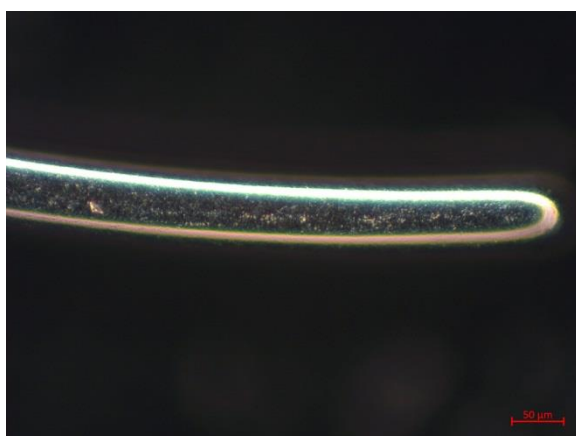
Les images suivantes montrent un aperçu de la qualité de découpe accessible avec la technologie du LaserMicroJet® :



**IMAGE 9 et 10:** Image du trou de diamètre 411 µm de la face avant à gauche et de la face arrière à droite



**IMAGE 11 et 12:** Image de la partie fonctionnelle du ressort, face avant à gauche et face arrière à droite



**IMAGE 13 et 14:** Image d'un zoom sur le bras du ressort, face avant à gauche et face arrière à droite

 <b>SYNOVA</b> Ch. Dent-d'Oche CH-1024 Ecublens Suisse www.synova.ch	<h1 style="text-align: center;">RAPPORT D'APPLICATION</h1>	Rapport No: 159-2 Echantillon No: 2.2.1679
		<b>CONFIDENTIEL</b>

## CONCLUSION

La découpe de ressorts en Phynox a été réalisée 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.

Ces tests montrent :

- La fiabilité et la reproductibilité du procédé pour la pièce et la matière demandée
- La rugosité du bord de coupe est d'environ 0.22 µm avec les paramètres de découpes actuels
- La répétabilité du respect des tolérances durant une grande production

Nous sommes ouverts quant à :

- La possibilité d'optimiser les paramètres laser pour améliorer la qualité et le temps de découpe en fonction de vos besoins
- La possibilité d'améliorer le tracé de découpe et la stratégie adoptée pour améliorer le respect des tolérances en prenant en compte un éventuel traitement de surface après la découpe

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