

# Micro-usinage par laser guidé par jet d'eau

**Le laser guidé par jet d'eau, un procédé de micro-usinage inventé par Bernold Richerzhagen lors de sa thèse à l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL), consiste à combiner les technologies de découpe par jet d'eau et de découpe laser afin de surmonter les limitations de chacune d'entre elles.**

## Le meilleur des deux mondes

La découpe traditionnelle par jet d'eau consiste à générer une haute pression afin de couper des matériaux relativement mous comme le bois, le carton ou les matières alimentaires. Ajouter de microscopiques particules abrasives dans l'eau permet d'élargir le champ des matériaux usinables et d'inclure les métaux, la pierre, les céramiques et le verre. Les machines de découpe par jet d'eau nécessitent moins d'investissement que les machines laser et n'émettent pas de gaz lors de l'usinage. Toutefois, la découpe par jet d'eau impose une étape de séchage et peut endommager le matériau à cause des contraintes mécaniques.

La découpe laser conventionnelle consiste à faire fondre (et vaporiser) la matière par absorption de l'énergie du laser. Parce que le faisceau est divergent, la distance de travail est courte et un système de mise au point est nécessaire. La matière fondue est expulsée hors de la coupe par un gaz entourant le faisceau laser mais des particules adhèrent à la surface et peuvent endommager la pièce. Un revêtement protecteur peut être appliqué sur la surface mais cette solution augmente les coûts. L'autre problème majeur des lasers "secs" est l'échauffement de la matière sur le point d'usinage ; la matière est altérée et des microfissures apparaissent, diminuant la résistance à la fracture de la pièce. Les lasers impliquent des coûts initiaux plus élevés que l'équipement de découpe par jet d'eau.

La technologie hybride du laser guidé par jet d'eau (également appelé Laser MicroJet) offre de nouvelles possibilités d'usinage et est, actuellement, totalement indépendante des technologies traditionnelles. Le principe

de base consiste à concentrer un faisceau laser dans une buse à travers une chambre remplie d'eau sous pression. Le jet d'eau qui est émit par la buse guide le faisceau laser par réflexion totale à l'interface entre l'eau et l'air (figure 1). La pression du jet d'eau est largement inférieure à celle nécessaire pour la découpe standard par jet d'eau, et la découpe est uniquement due à l'énergie du laser.

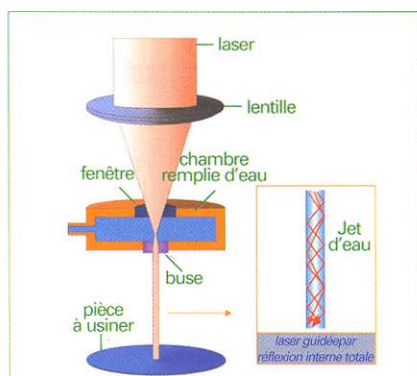


Figure 1. Principe du laser guidé par jet d'eau.

## Les avantages

Ce nouveau procédé possède un certain nombre d'avantages par rapport aux deux méthodes traditionnelles. Comme le jet est cylindrique et constant, la largeur de coupe est constante et aucune mise au point n'est nécessaire. La distance de travail peut atteindre plusieurs centimètres. À la place du gaz, c'est le jet d'eau qui est directement utilisé pour éjecter la matière fondue. Grâce à un fin film d'eau maintenu sur la surface de la pièce lors de la découpe, les particules, déjà refroidies par le jet d'eau, restent en suspension et ne peuvent pas adhérer à la pièce. Le jet d'eau prévient également les dommages thermiques en refroidissant les bords de la coupe entre les pulsations du laser ; la zone thermiquement modifiée est négligeable comparé aux lasers conventionnels.

Le Laser MicroJet peut créer presque n'importe quelle forme avec des frais d'exploitation réduits puisqu'il n'y a pas d'usure d'outil ; la consommation d'eau est également très basse. Enfin, la technique de laser guidé par jet d'eau ne produit aucun dommage d'origine mécanique. En effet, la force appliquée par le jet d'eau est négligeable (moins de 0,1 N) grâce à la basse pression et au petit diamètre du jet.

## Les machines aujourd'hui et demain

Après les résultats prometteurs du premier prototype, qui avait été développé pour une application médicale (figure 2), Bernold Richerzhagen a commencé à se concentrer sur les applications industrielles de son procédé et a créé Synova SA en 1997.

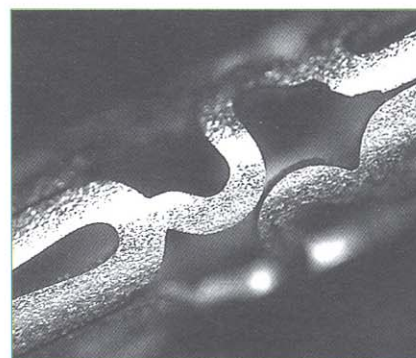


Figure 2. Stent médical découpé par le laser guidé par jet d'eau.

Les machines développées par Synova utilisent la technologie Laser MicroJet et sont équipées de deux caméras Sony connectées à une carte d'acquisition vidéo Matrox Meteor-II pour la reconnaissance visuelle des pièces. Selon le type de machine, les données graphiques sont traitées et analysées par la librairie Matrox Imaging pour calculer la position du laser.

Aujourd'hui, le domaine des semi-conducteurs est le premier bénéficiaire de cette technologie. Toutefois, le laser guidé par jet d'eau est également utilisé dans un nombre toujours croissant d'industries, dont celle de l'énergie solaire et celle des écrans plats. La technologie est également régulièrement adaptée à de nouvelles applications : des expérimentations sont actuellement en cours pour améliorer l'efficacité du Laser MicroJet en utilisant de plus petits diamètres de buses.

Contacts :  
Sarah SOOKMAN, Matrox Imaging  
ssookman@matrox.com

Delphine PERROTTET, Synova SA  
perrottet@synova.ch