

# Le laser guidé par jet d'eau fait des miracles

Au départ, l'idée parut insolite à plus d'un titre. Mais quand on sut qu'elle émanait d'un ingénieur effectuant ses études à l'EPFL, les professionnels y accordèrent un peu plus de considération. La technique de découpage et d'usinage avec un faisceau laser guidé à l'intérieur d'un jet d'eau permet en effet de très intéressantes applications dans l'industrie.

Bernold Richerzhagen a déposé un brevet pour une technique de découpe par laser dans laquelle le faisceau est projeté à travers un jet d'eau. Après avoir travaillé à la fin des années 90 sur un tel projet à l'EPFL, cet ancien étudiant créa l'entreprise Synova SA en 1997 dans un incubateur de l'EPFL à Ecublens pour construire des machines exploitant le procédé de découpe et d'usinage au laser basé sur le principe développé par son inventeur.

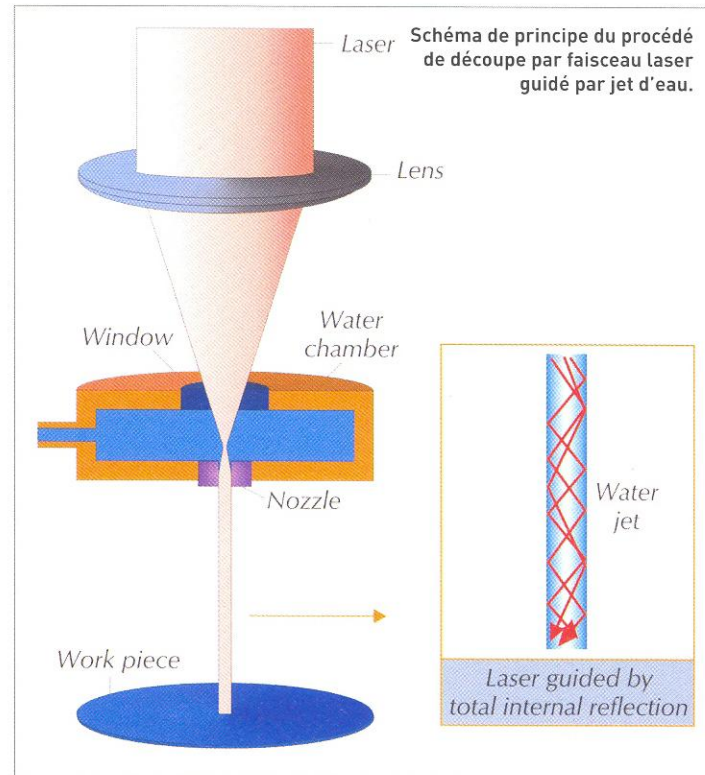
## Un procédé extrêmement ingénieux

L'intérêt de cette technique réside dans le fait que le jet d'eau sert non seulement de guide d'onde au faisceau laser, mais qu'il a en outre un effet très bénéfique sur l'opération d'usinage. La pièce est en effet immédiatement refroidie par le jet d'eau lorsque le faisceau laser provoque la décomposition par fusion de la matière.

Le jet d'eau évite que les parties de matière fondue s'attachent aux arêtes de la pièce usinée, tous les résidus étant entraînés

en dehors de la zone de travail. De plus, comme la pièce est instantanément refroidie, celle-ci de subit aucune tension thermique et ses arêtes ne risquent pas de s'effriter, même dans des matières très fragiles et cassantes. Comme le jet d'eau guide le faisceau laser de type Yag, on peut usiner sur une distance pouvant atteindre 100 mm de profondeur. Les propriétés d'absorption de l'eau à différentes longueurs d'onde dictèrent ce choix. Ce n'est en effet qu'avec ce type de faisceau qui opère à une longueur d'onde de 1064 nm que ce principe fonctionne correctement. Avec un laser à CO<sub>2</sub> par exemple, le pouvoir d'absorption de l'eau la transformerait immédiatement en vapeur.

La fréquence des impulsions varie entre 500 et 50 kHz suivant la durée de celles-ci. Il est également possible d'utiliser un laser multimode car le faisceau est emprisonné dans le flux d'eau, ce qui évite tout astigmatisme. Il faut naturellement pour cela que l'eau soit parfaitement dépolluée pour qu'elle soit totalement transparente et que d'éventuel-



les impuretés ne viennent pas dévier le faisceau laser.

## Une vocation dans l'infiniment petit

L'intérêt de cette technique provient de sa capacité à usiner des pièces très dures en ayant une découpe ultra mince, de l'ordre de 45 µm dans le cas d'une tranche de silicium de 380 µm d'épaisseur. La quantité de matière perdue durant l'usinage est donc extrêmement modique, ce qui est important quand on travaille des matériaux ou substrats très coûteux, comme par exemple dans la fabrication de composants électroniques, de cellules solaires, d'afficheurs numériques, etc.

De manière plus générale, cette technique a comme vocation de pouvoir usiner toutes sortes de matières, dont des matériaux

composites, essentiellement dans le domaine de la miniaturisation des composants, là où l'on demande une extrême précision dans la définition géométrique des pièces.

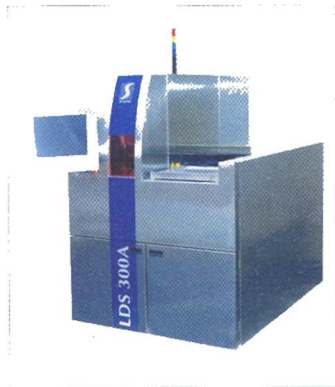
## De la découpe à la réalisation de pièces tridimensionnelles

Les machines réalisées par la société Synova permettent de découper des substrats à une vitesse pouvant atteindre, suivant le matériau et son épaisseur, 300 mm par seconde, soit environ deux fois plus rapidement que ne le ferait un disque en diamant. Le jet d'eau est propulsé sur la pièce à très faible pression (moins de 0,1 N), ce qui n'engendre aucune tension mécanique importante durant l'usinage.

L'avantage majeur de ce procédé est pourtant que le jet d'eau



Le bâtiment de l'entreprise Synova SA à Ecublens.



La machine à découper par laser Microjet LDS 300.


supprime toutes les contraintes thermiques dues au faisceau laser. Cela évite la déformation des pièces usinées, un craquellement de leur surface et le risque que des résidus de l'usinage se resolidarisent aux pièces. La découpe est donc totalement franche et les copeaux sont éliminés en permanence par le jet d'eau, ceci sans aucun phénomène

d'usure ou de bris d'outil. On peut donc travailler sans interruption durant de très longues durées, sans qu'aucune intervention manuelle de la part de l'opérateur ne soit nécessaire. Par ailleurs, le faisceau laser découpe la matière sans jamais dévier de sa trajectoire, ce qui assure une parfaite précision dimensionnelle aux pièces. On peut également utiliser ce procédé pour réaliser des formes tridimensionnelles, pour graver des pièces avec une grande précision et de manière entièrement automatique, quelles que soient la dureté et la structure du matériau.

#### **Des machines aux capacités étendues**

Alors que jusqu'ici, l'entreprise fabriquait des machines offrant des capacités de 300 à 800 mm en terme de taille des pièces pouvant être usinées, elle entend aujourd'hui accepter des éléments de 1000 à 1200 mm.

Les buses des machines sont interchangeables dans une plage de 25 à 150  $\mu\text{m}$  en fonction de la largeur de la découpe et de l'épaisseur de la pièce à usiner. Le fabricant vaudois équipe ses machines de règles linéaires de haute précision du fabricant allemand Heidenhain et de commandes numériques du groupe Siemens. La table et la tête sont animées par des moteurs linéaires Kraus-Maffei. La vitesse de découpe dépend naturellement de la longueur d'onde du faisceau et de la puissance de la source laser qui est installée sur la machine. Celle-ci est liée à l'application et au rendement escompté. Le fait que la découpe s'effectue dans un milieu liquide évite en outre toute réaction chimique qui pourrait se créer entre la matière, le faisceau laser et l'air, ce qui contribue à sécuriser efficacement l'opération d'usine. L'entreprise lausannoise, qui possède des bureaux de vente

aux Etats-Unis et en Asie, revendique jusqu'ici la vente d'environ 70 machines depuis sa création en 1997. Elle vient de lancer un programme de partenariat en vue d'accorder des licences à des constructeurs qui aimeraient implémenter la technique du découpage au laser sous jet d'eau sur leurs propres machines. Cela devrait donner une sérieuse impulsion à ce nouveau procédé de production ainsi qu'une plus grande crédibilité et reconnaissance sur le marché. 

Pierre-Henri Badel

## Infos

Synova SA  
Chemin de la Dent-d'Oche  
1024 Ecublens  
Tél. 021 694 35 00  
Fax 021 694 35 01  
[www.synova.ch](http://www.synova.ch)