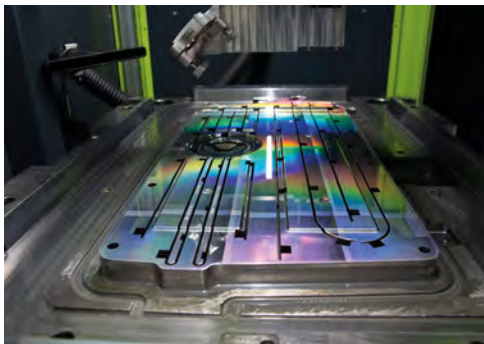


ACHETER UNE PRESTATION DE PROCÉDÉS LASER

Emma VERDIER^{1*}, Marc FAUCON¹

¹ Centre Technologique ALPhANOV, Institut d'Optique d'Aquitaine, Rue François Mitterrand, 33400 Talence, France

*emma.verdier@alphanov.com



Le développement des études de l'interaction laser/matériau allié aux progrès technologiques croissants des fournisseurs de sources laser ainsi que des éléments constituant les systèmes d'usinage permettent depuis plusieurs dizaines d'années d'accompagner industriels et enseignants chercheurs dans l'intégration de procédés laser pour leurs activités de sous-traitance ou de recherche développement et innovation.

<https://doi.org/10.1051/photon/202311853>

Lorsque la question se pose d'intégrer ou de développer une application laser dans votre entreprise ou laboratoire, plusieurs cas de figures sont possibles selon votre projet. Le choix peut se porter sur l'investissement dans un système ou machine laser, dans une source laser seule ou bien dans une prestation de services. Cette dernière vous permettra selon le stade de votre projet d'obtenir des conseils, de faire réaliser une veille technologique, une preuve de concept ou une étude de faisabilité, une prestation de présérie et un accompagnement pour une mise en production. Cette prestation de services permettra de bien définir la technologie laser à utiliser et de limiter le risque d'échec technique et financier de l'intégration de la technologie.

DOMAINES D'ACTIVITÉS

Tous les domaines d'activités peuvent prétendre à l'utilisation d'un procédé laser mais aujourd'hui certains domaines tels que l'industrie automobile, l'industrie aéronautique et spatiale, la plasturgie ou l'électronique ont été précurseurs en la matière. Les industries du luxe, agroalimentaire, textile ou encore les métiers du bois et du papier ont également intégré l'usinage ou le micro-usinage par laser dans leur processus de fabrication avec des souhaits grandissants d'innover à travers de nouveaux matériaux à travailler, d'augmenter la productivité ou encore de tendre, grâce au laser, vers des processus de fabrication plus « verts ».

Les termes « procédés laser » regroupent aujourd'hui l'étude de l'impact d'un faisceau laser sur un

matériau pour des applications aussi variées que la découpe, le perçage, le marquage/gravure, le soudage ou encore la fonctionnalisation des surfaces (Figure 1) afin d'obtenir le meilleur compromis qualité/productivité. Un large choix de source laser pour l'usinage ou le micro-usinage par laser est proposé par les concepteurs. Cet article a pour objectif d'aider industriels et chercheurs à choisir le bon partenaire ou et la bonne plateforme pour répondre à leurs besoins.

LES DIFFÉRENTS PROCESSUS D'INTERACTION LASER

Nous distinguons trois processus d'interaction en fonction de la durée d'impulsion, de la longueur d'onde du laser et de la nature de la cible (Figure 1). Les lasers continus ou à impulsions longues (>10ps) émettant dans l'IR ou le visible ●●●

Débit matière important– Zone affectée thermiquement (ZAT) importante et effets de bord



Débit matière faible– ZAT limitée– Haute précision

interagissent avec la matière selon un processus thermique. Ils privilégient le débit de matière au détriment de la qualité d'usinage avec effets collatéraux en périphérie d'usinage (thermique ou mécanique). La plupart des lasers utilisés en micro-usinage ou en marquage entrent dans cette catégorie. A l'opposé, la brièveté des impulsions des lasers pico ou femto-secondes permet d'usiner tout type de matériau indépendamment de ses bandes d'absorption tout en minimisant les effets thermiques sur la cible, privilégiant ainsi la précision et la qualité d'usinage au détriment du débit matière. Enfin, les lasers UV sont adaptés à l'usinage des polymères ou lorsque l'on recherche une ablation sélective (polymère/métal, polymère/verre ou métal en couche mince/verre ou polymère) puisque la différence des seuils d'ablation est plus marquée dans la gamme UV que dans l'IR. De même, la plupart des matériaux absorbent mieux dans UV que dans l'IR ; de fait l'épaisseur de l'interaction est plus fine dans l'UV.

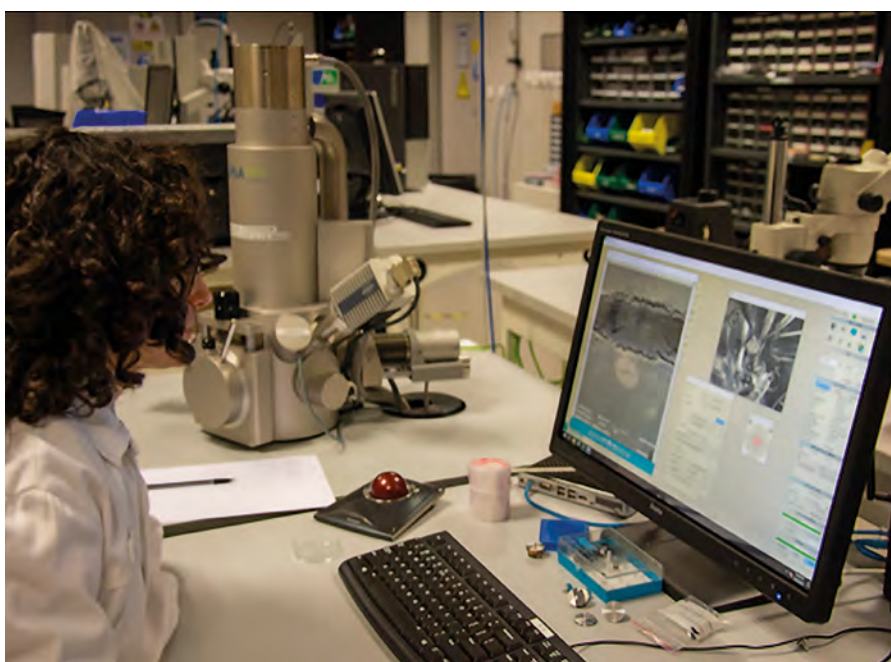
CE QUE PROPOSE UNE PRESTATION DE PROCÉDÉS LASER

L'offre de prestation de procédés laser consiste à déterminer la technologie laser et à choisir les paramètres laser optimaux répondant à un cahier des charges fonctionnel

Figure 1. Technologies lasers utilisées pour l'usinage ou le marquage des matériaux par rapport à ces trois processus d'ablation.

ou esthétique selon votre domaine d'activités. Au-delà d'une longue expérience et expertise sur les phénomènes physiques liées aux interactions laser / matériaux, les paramètres laser sont directement

Figure 2. Observation et mesure de pièces texturées par laser à l'aide d'un MEB.



liés à la maîtrise des organes ou briques technologiques constituant un système d'usinage par laser à savoir : la source, les optiques de mise en forme de faisceau, le système de déplacement du faisceau ou de la pièce et les optiques de focalisation. Peut également intervenir dans une prestation de procédés laser, le contrôle de l'environnement de travail comme pour les travaux de soudage par laser nécessitant des apports de gaz ou bien des travaux sous vide dans certains cas spécifiques. L'air comprimé et le gaz peuvent également être utilisés pour améliorer l'éjection des poussières générées lors de l'usinage ou bien éviter l'oxydation des métaux. De nombreuses offres proposent également le prototypage, la mise en production et le transfert du procédé dans le milieu industriel. Une prestation de procédés laser n'existe bien évidemment pas sans les moyens de caractérisation associés aux grandeurs ou valeurs que l'on souhaite observer et certains établissements proposent la location de leur matériel à l'heure ou à la journée.

Le faisceau laser est caractérisé par sa longueur d'onde, sa puissance moyenne, sa cadence de tir et sa

durée d'impulsion si le laser considéré est impulsif.

Longueur d'onde : du nm au µm

La longueur d'onde pour un cas d'utilisation donné dépend de l'application et du matériau. Comme dit précédemment, les matériaux ont des propriétés d'absorption uniques ce qui entraînera différentes interactions avec le matériau (figure 1) ce qui a un impact direct sur la qualité mais aussi la résolution de l'usinage en raison de la dépendance à la longueur d'onde de la taille du faisceau focalisé.

Puissance et énergie : W et J

La puissance d'un laser est mesurée en watts (W) et sert à décrire soit la sortie de puissance optique d'un laser à onde continue (ou CW pour « continuous wave »), soit la puissance moyenne d'un laser pulsé. Les lasers pulsés se distinguent également par leur énergie d'impulsion, mesurée en joules (J). La puissance d'un laser est directement reliée la productivité de l'usinage.

Durée de l'impulsion : de la fs à la ms

La durée d'impulsion détermine la nature de l'interaction de la lumière avec la matière (figure 1) et a donc un impact à la fois sur la productivité et la qualité de l'usinage. Les lasers ultra-brefs, qui présentent de nombreux avantages pour tout un ensemble d'applications sont caractérisés par des durées d'impulsion très brèves, de l'ordre de la picoseconde (<10.10⁻¹² s) à la femtoseconde (10⁻¹⁵ s).

Fréquence de répétition : du Hz au MHz

La fréquence de répétition d'un laser pulsé, ou fréquence de répétition d'impulsion, décrit le nombre d'impulsions émises chaque seconde. Des fréquences de répétition élevées entraînent une diminution du temps de relaxation thermique de la matière et peuvent augmenter les effets d'accumulation thermiques.

Les paramètres décrits ci-dessous ont aussi une influence déterminante sur la qualité d'usinage et sur la robustesse du procédé. Ces paramètres sont déterminés par le montage optique, c'est-à-dire

par la taille du faisceau avant focalisation et par la lentille de focalisation.

Lentilles de focalisation

Les lentilles utilisées avec un scanner XY sont des lentilles f-theta ou des lentilles télécentriques. Les lentilles f-theta et télécentriques permettent d'obtenir un plan de focalisation sur tout le champ XY contrairement aux lentilles standard pour lesquelles il est courbe.

Taille du faisceau focalisé

La taille du faisceau focalisé est dépendante de la distance de focalisation et du diamètre du faisceau sur l'optique de focalisation. Plus le diamètre du faisceau est important sur l'optique de focalisation et plus la distance de focalisation est courte, plus la taille du faisceau focalisé est réduite.

Profondeur de champ

La profondeur de champ va définir la robustesse du procédé laser. Une profondeur de champ importante garantit une moins grande sensibilité aux variations de niveau de la pièce ce qui renforce l'uniformité de l'usinage sur l'ensemble de la zone gravée.

Chaque paramètre a une influence à la fois sur la qualité et la productivité avec un poids plus ou moins important. La prestation de procédés laser permettra de trouver le meilleur point d'équilibre pour répondre au cahier des charges du client.

CONCLUSION

L'étude de l'interaction entre le matériau et le laser est en forte croissance, la relocalisation des moyens de production en Europe poussent industriels, Start up ou grandes entreprises, à intégrer des technologies innovantes et performantes comme les applications laser dans leur processus de fabrication. Cette diffusion des technologies lasers permet ainsi de diminuer l'impact environnemental d'un processus en réduisant la production de déchets chimiques par exemple ainsi qu'en réduisant les temps de cycle de production (reprise pièce, nettoyage, contrôle qualité...) et par conséquent la réduction des coûts de fabrication. ●

**ALPhANOV,
ACTEUR MAJEUR
DANS LE SECTEUR
DES PROCÉDÉS
LASER**



- Veille technologique et conseil
- Etude de faisabilité
- Prototypage et sous-traitance
- Support à l'intégration industrielle
- Bureau d'études techniques
- Systèmes d'usinage sur mesure

ALPhA NOV
Centre Technologique Optique et Lasers

	TYPES DE PRESTATIONS	DESCRIPTIF PLATEFORME/ OUTIL	MARCHÉS VISÉS	CONTACT COMMERCIAL
ALPHANOV	Étude de l'interaction laser matière Étude de faisabilité Prestation Prototypage Sous-traitance Transfert de procédé	Parc de plateformes laser dont lasers femtosecondes Robot 6 axes Machines de soudage Location de matériel métrologie	<ul style="list-style-type: none"> • Automobile • ASD • Forge et fonderie • Luxe • Énergie • Défense • Micro-mécanique • Médical • Agroalimentaire 	Emma Verdier emma.verdier@alphanov.com 05 24 54 52 77
MANUTECH	Étude de faisabilité concernant l'usinage ainsi que la fonctionnalisation de surface	Parc de plateformes lasers dont des lasers femtosecondes, environnement robot et machine de fabrication additive	<ul style="list-style-type: none"> • Médical • Automobile • Aéronautique • Sécurité 	contact@manutech-usd.fr 09 72 50 30 36
IREPA LASER	<ul style="list-style-type: none"> • Étude de faisabilité • Production • Accompagnement à l'industrialisation • Conseil et expertise • Soudage laser • Fabrication additive • Fonctionnalisation de surface 	Machine de fabrication additive 3D Robot de soudage laser Machines de micro-usinage 3D (nanoseconde, femtoseconde)	<ul style="list-style-type: none"> • Automobile • ASD • Forge et fonderie • Luxe • Énergie • Défense • Micro-mécanique • Médical 	Jean Paul Gauffillet jpg@irepa-laser.com 03 59 28 39 32
MICRO-USINAGE LASER	Production ou Opérations de micro-usinage	Plateformes de production Microscope numérique 3D, mesure tri-dimensionnelle Industrie électronique	<ul style="list-style-type: none"> • Recherche • Secteur médical • Mécanique, • Horlogerie 	mul@micro-usinage-laser.com 05 34 57 84 98
PIMM	<ul style="list-style-type: none"> • Fabrication additive • Soudage laser • Grenaillage laser • Assemblages par soudage laser • Étude de l'interaction laser/matière 	<ul style="list-style-type: none"> • Rayons X • Goniomètres 4 cercles • Robot 6 axes • Banc de diffusion centrale mesures SAXS/WAXS • Bancs de fatigue • Banc de poinçonnage dynamique • Energie • Aéronautique • Armement 	<ul style="list-style-type: none"> • Énergie • Aéronautique • Armement 	pimm-contact@ensam.eu
LASER RHÔNE ALPES	Spécialiste en sous-traitance laser <ul style="list-style-type: none"> • Marquage et gravure • Micro-découpe • Soudage laser • Soudage sous atmosphère contrôlée • Transfert de technologie • Conception d'outillage • Montage, finition et contrôle 	<ul style="list-style-type: none"> • Machines 4 ou 5 axes • Sources laser : YAG pulsé ou continu, diodes et fibres • Laser de marquage • Machine spéciale de soudage laser 	<ul style="list-style-type: none"> • Aérospatial • Aéronautique • Energie • Nucléaire • Industrie • Medical 	contact@laser-rhone-alpes.com (33) 04 76 56 07 57