



## **Marché de fournitures et services**

### **PROCEDURE D'APPEL D'OFFRES OUVERT**

(Articles 25 et 66 à 68 du décret 2016-360 du 25 mars 2016 relatif aux marchés publics)

### **CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES**

### **« Achat d'un laser femtoseconde pour le compte du GREMI UMR7344 »**

## **ARTICLE 1 – OBJET DU MARCHÉ**

Le marché (appel d'offres ouvert) vise l'acquisition d'un laser femtoseconde, neuf ou d'occasion, destiné à la recherche pour les études sur l'interaction laser-matière sur divers matériaux, pour l'usinage (découpe), et le traitement de surface.

## **ARTICLE 2 – DESCRIPTION TECHNIQUE**

### **2.1. Désignation :**

Acquisition, livraison et installation d'un laser femtoseconde nouvelle génération.

### **2.2. Généralité, contexte :**

Pour ses recherches, le laboratoire GREMI souhaite acquérir un laser femtoseconde afin d'étudier l'interaction laser-matière à des échelles de temps très courtes, et à des paramètres laser variés, ouvrant la voie à des innovations technologiques et à des avancées scientifiques significatives. Ce type de laser permet également d'accroître les possibilités et d'améliorer la précision et la qualité en matière de traitement de surface et de découpe (micro et nano-usinage).

Le GREMI dispose déjà d'un parc de plusieurs lasers ayant chacun des caractéristiques propres que ce soit en durée d'impulsion, en longueur d'onde, et en énergie.

Pour les études en thermique, le GREMI utilise un laser CO<sub>2</sub> et un laser KrF. Le laser CO<sub>2</sub> émet à une longueur d'onde d'environ 10.6 µm dans l'infrarouge lointain. Il est souvent employé pour des applications de découpe, de soudage et de marquage de matériaux. Le laser KrF, quant à lui, fonctionne à une longueur d'onde de 248 nm dans l'ultraviolet. Ce laser à excimère est couramment utilisé en photolithographie et pour la gravure de semi-conducteurs.

Le GREMI possède également des lasers Nd-YAG, qui émettent à une longueur d'onde de 1064 nm dans l'infrarouge proche. Deux dispositifs sont disponibles au GREMI en versions nanoseconde et picoseconde pour des cadences de 10 Hz. La longueur d'onde de 1064 nm peut être doublée pour obtenir 532 nm, triplée pour avoir une longueur d'onde de 355 nm et quadruplet pour atteindre 266 nm ce qui les rend polyvalents pour des applications telles que le marquage, le soudage, la découpe et diverses recherches scientifiques.

Enfin, le parc inclut un laser femtoseconde d'une puissance de 10 W, capable de produire des impulsions ultra-courtes à une longueur d'onde de 1030 nm. Ce laser est équipé d'une tête d'usinage dotée d'une lentille F-thêta et de miroirs galvanométriques, ce qui le rend idéal pour des applications nécessitant une grande précision temporelle, telles que la micro-fabrication, la spectroscopie et la recherche scientifique avancée. De plus, ce laser peut être configuré pour doubler ou tripler sa longueur d'onde, permettant ainsi d'atteindre des longueurs d'onde de 515 nm et 343 nm respectivement. Grâce à sa capacité à fonctionner à des fréquences de répétition allant jusqu'à 40 MHz, il offre une grande flexibilité en termes de vitesse de traitement. De plus, ce laser est utilisé pour des études sur les structures périodiques induites par laser (LIPSS), permettant de créer des motifs nanométriques à la surface des matériaux.

L'acquisition d'un laser femtoseconde de 20 W est essentiel pour augmenter la capacité de traitement et améliorer l'efficacité des applications nécessitant une haute précision et une grande vitesse de traitement. Cette puissance accrue permettrait d'élargir les possibilités d'usinage et de recherche, notamment dans les domaines de la micro-fabrication et des études sur les structures périodiques induites par laser (LIPSS).

### **2.3. Spécifications-Caractéristiques :**

- Le laser femtoseconde proposé sera installé dans un espace dédié sur une grande table optique (120x180cm<sup>2</sup>) équipée d'un capotage sur l'ensemble de la table. Les raccordements électriques y sont déjà disponibles (2 multiprises de 6 places).
- Dans un premier temps, des miroirs spécifiques (disponibles) seront utilisés pour créer un chemin de faisceau permettant un usinage vertical, du haut vers le bas. Cet usinage sera réalisé à l'aide de platines motorisées déjà en place qui se déplacent horizontalement selon les axes X et Y.
- Un ordinateur (Dell OptiPlex 7060 Intel Core i5-8400 CPU, 2,81GHZ, RAM 8Go, Windows 10) est disponible pour à la fois piloter le laser et les platines motorisées.
- Le candidat devra être capable de s'adapter à la configuration proposée par les deux points précédent, en particulier pour l'installation du logiciel de pilotage du laser.
- En prévision d'usinage à haute cadence, le laser proposé devra être compatible avec la tête d'usinage laser déjà disponible au laboratoire (dispositif LS-SCAN de chez LASEA).
- Le laser proposé devra avoir :
  - o une puissance d'au moins 20 W, pour une énergie par pulse pouvant atteindre 40  $\mu$ J,
  - o une durée d'impulsion inférieure à 350 fs,
  - o un diamètre de faisceau inférieur à 3 mm,
  - o une longueur d'onde au fondamental de 1030 nm,
  - o et la possibilité d'avoir un faisceau doublé (515 nm) et triplé (343 nm) en longueur d'onde,
  - o des cadences couvrant la gamme d'un pulse à 40MHz (1030nm),
  - o une synchronisation intégrée,
  - o la possibilité de travailler en mode rafale (train d'onde) paramétrable (nombre de pulse et durée de la rafale),
  - o et un logiciel dédié.

## 2.4. Performances :

Les performances, annoncées dans cette offre, par le candidat retenu, seront vérifiées au GREMI, après la livraison et l'installation du laser.

Elles seront faites par mesures au puissance-mètre, par suivi temporel à l'aide d'une photodiode couplée à un oscilloscope et par caractérisation visuelle des impacts sur différents matériaux (silicium, inox, mylar, verre) en statique et en déplacement linéaire de l'échantillon.

## 2.5. Equipement :

Le candidat décrira précisément l'équipement avec ses spécificités et ses performances. Il étatera ses propos avec des photos, schémas ou notices, si nécessaire. Toutes les fonctions annoncées et les performances prévues seront testées lors de la vérification d'aptitude au GREMI.

### 2.5.1 Unité de Base

Le candidat décrira les éléments constituant la base de l'instrument :

- dimensions et poids de l'ensemble du dispositif.
- faisceaux : caractéristiques géométriques, durée d'impulsion, longueurs d'onde, énergies, fréquences.
- système de refroidissement par eau.
- équipements de sécurité (au moins 2 paires de lunette de protection adaptées).

*Options souhaitables* : adjoindre à l'offre, 2 miroirs de 1 pouce pour les 3 longueurs d'onde avec des dispositifs de montage à 45°.

### 2.5.2 Modes de fonctionnement spécifiques

Le candidat détaillera les différents modes de fonctionnement disponibles en fonction du model proposé. Cela concerne en particulier les modes « rafale » et « synchronisé ».

### **2.5.3 Environnement**

Le fournisseur indiquera les consommations électriques lorsque l'instrument est en fonctionnement. Il indiquera également les niveaux de bruits, vibrations...

### **2.6 Logiciels et système de pilotage :**

Le fournisseur indiquera la compatibilité du logiciel et de la version proposée avec les équipements informatiques disponibles. Le dispositif sera équipé de la version du logiciel la plus récente au moment de l'installation sur place. Au moins pendant toute la durée de la garantie, le fournisseur s'engage à fournir gratuitement la version la plus récente du logiciel de pilotage compatible avec le matériel fourni.

Lors de la mise en service, le fournisseur donnera aux futurs utilisateurs toutes les indications nécessaires à une utilisation optimale du dispositif.

Pendant toute la durée de vie de l'appareil, le fournisseur préviendra l'exploitant de la mise sur le marché de toute nouvelle version du logiciel. Il proposera une mise à jour (gratuite ou payante) en indiquant les nouveautés. Si la mise à jour est la correction, même partielle, d'un quelconque dysfonctionnement (bug) dû à une version précédente, cette mise à jour sera gratuite.

### **2.7. Documentation :**

Le fournisseur remettra la documentation au plus tard à la date de livraison de l'équipement. Cette documentation sera fournie en français ou en anglais, sur support papier et en version numérique. Elle comprendra au minimum :

- Le manuel d'installation incluant les dimensions/poids, les plans d'implantation et synoptiques,
- Le manuel d'utilisation incluant la spécification de mise en route, le paramétrage et les procédures d'utilisation en mode standard.

### **2.9. Conditions d'installation :**

L'équipement sera installé dans les locaux du GREMI à l'adresse :

**GREMI-Université d'Orléans  
14, rue d'Issoudun  
45067 ORLEANS (France)**

Le candidat doit précisément décrire dans son offre les conditions d'installations avec tous les détails disponibles (dimensions, nombre et masses des colis, réception et ouverture des colis...). Le candidat précisera ce qui est ou non à la charge du GREMI ou de l'installateur. L'installateur s'engage à respecter les règles de bon usage (et de sécurité) en vigueur dans l'établissement d'accueil.

## **ARTICLE 3 - NORMES**

L'appareillage faisant l'objet du présent marché devra répondre aux normes de sécurité et décrets en vigueur en France au jour de la livraison. En cas de mise en évidence par l'utilisateur d'anomalies touchant à la sécurité, le fournisseur prendra en charge toutes les mesures pour porter remède à ces déficiences dans les plus brefs délais.

## **ARTICLE 4 – GARANTIE**

Les fournitures doivent être garanties contre tout vice de fabrication à compter du jour de la réception.

Le titulaire s'engage à fournir tout au long de la durée du marché des produits conformes à son offre initiale.

La garantie couvre tout défaut de matériel ou logiciel dans le cadre d'une utilisation normale de l'instrument. Elle couvre également les écarts de performances aux spécifications annoncées par le fournisseur dans cette offre.

La garantie inclut une assistance à distance destinée au diagnostic des défaillances et à l'assistance de l'utilisateur dans les opérations de réglages ou de dépannages qu'il pourrait être amené à réaliser à la demande du titulaire. Le délai d'intervention à distance devra être exécuté dans les 2 jours (ouvrables) suivant la demande.

Pendant cette période de garantie, le fournisseur s'engage, en cas de défaillance de l'équipement ayant entraîné un arrêt de fonctionnement, à faire intervenir un de ses spécialistes dans un délai maximum de 7 jours (en jours ouvrables). Le déclenchement d'une telle intervention se fera à l'issue d'une demande du représentant de l'université par téléphone ou courriel. Ce déclenchement pourra se faire à l'issue d'une tentative de dépannage ou d'expertise à distance.

La durée de garantie de l'équipement devra être de 1 ans minimum, à compter de la réception de l'appareil sur place au GREMI.

Remarque : La garantie apparaîtra dans l'offre comme une garantie de base et non comme une extension de garantie ajoutée à une garantie initiale.

## **ARTICLE 5 – LIVRAISON**

### **Conditions de livraison**

La procédure d'acheminement sera à la charge et sous la responsabilité du fournisseur. L'appareil sera livré à l'adresse précisée ci-dessus. Le décaissement sera réalisé en présence d'un représentant du GREMI ainsi que d'un représentant qualifié du fournisseur (si celui-ci le souhaite) afin de vérifier que la totalité des sous-ensembles de l'équipement sont conformes et n'ont été endommagés ni par le transport ni par le décaissement.

### **Confidentialité**

Les employés du fournisseur qui seraient amenés à travailler sur le site de l'Université d'Orléans devront considérer comme confidentielle toute information qu'ils pourraient collecter pendant leurs travaux.

Le fournisseur sera tenu responsable des actes de ses collaborateurs. Tout manquement à cette règle entraînera des poursuites légales.

### **Délais de base**

Le délai de livraison sera obligatoirement inférieur à 4 mois après la commande.

Le titulaire s'engage à respecter les délais énoncés dans son offre (Annexe 1 à l'Acte d'Engagement), sans pouvoir se prévaloir d'aucune condition autre que celles répondant aux critères de la force majeure. Lorsque le délai est exprimé en jours ou par période(s) de 24h, ceux-là doivent toujours s'entendre en jours ouvrés.

Le titulaire ne pourra notamment jamais invoquer comme fait justificatif du retard pris dans l'exécution de son obligation contractuelle l'état de ses stocks ou les dates de fermeture de son établissement. Le titulaire s'informe des horaires d'ouverture de l'établissement bénéficiaire.

Concernant les frais de transport des fournitures, ils seront à la charge du titulaire (livraison franco de port).

### **Emballage**

Le titulaire doit prendre toutes les dispositions en matière d'emballage et de conditionnement pour que les fournitures soient correctement protégées des avaries. Il devra acheminer les fournitures livrées jusqu'au lieu d'installation indiqué sur le bon de commande.

Le titulaire est tenu de reprendre les emballages que les services prescripteurs ne souhaitent pas conserver (caisses volumineuses, gros cartons, emballages antichocs imposants ...).

### **ARTICLE 6 – DEVELOPPEMENT DURABLE**

Dans le cadre des considérations environnementales, le titulaire devra présenter des emballages optimisés (volume, poids) et si possible fabriqués à partir de matériaux recyclables (carton PEFC...).