



CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

MARCHE PUBLIC DE FOURNITURES COURANTES ET DE SERVICES

Acquisition d'une machine de prototypage de circuits imprimés par gravures laser et mécanique

Institut polytechnique de Grenoble
DAFA / Service Achats
46 avenue Félix Viallet
38031 Grenoble Cedex 1

Pour l'École Grenoble INP - Esisar, UGA

SOMMAIRE

1. CONTEXTE	4
2. DESCRIPTION GENERALE DU SYSTEME	4
3. SPECIFICATIONS ATTENDUES POUR L'OFFRE DE BASE	4
3.1 PERFORMANCES TECHNIQUES MINIMALES	4
3.1.1 Surface utile de travail	4
3.1.2 Résolution, précision et vitesse	4
3.1.3 Qualité de gravure	4
3.2 CAPACITES FONCTIONNELLES POUR LA GRAVURE LASER.....	5
3.2.1 Types de matériaux compatibles.....	5
3.2.2 Fabrication double couche	5
3.2.3 Procédé	5
3.3 CAPACITES DE GRAVURE ET D'USINAGE MECANIQUE	5
3.3.1 Fonctions mécaniques requises	5
3.3.2 Performances minimales	5
3.3.3 Intégration avec le système laser	5
3.3.4 Compatibilité matériaux	6
3.4 ORDINATEUR DE SUPERVISION, LOGICIEL ET WORKFLOW	6
3.5 STATION D'EXTRACTION / FILTRATION	6
3.6 MAINTENANCE ET CONSOMMABLES	6
3.7 ERGONOMIE ET EXPLOITATION	6
3.8 ALIMENTATION ET INSTALLATION	7
3.9 SECURITE.....	7
4. POUR LES PSE FACULTATIVES.....	7
4.1 FOURNITURES ATTENDUES AU TITRE DES PSE FACULTATIVES.....	7
4.1.1 PSE n°1 : Système de traitement d'air comprimé	7
4.1.2 PSE n°2 : Table support machine	8
<i>Le candidat peut proposer une table ou un établi pour le support de la machine et de l'ordinateur de supervision. Le support sera équipé d'un bandeau de prises et d'un disjoncteur de protection associé.....</i>	<i>8</i>
4.1.3 PSE n°3 : Licence logicielle.....	8
4.1.4 PSE n°4 : Plaques de cuivre	8
4.1.5 PSE n°5 : Fraises	8
4.1.6 PSE n°6 : Forêts.....	8
4.1.7 PSE n°7 : Plaques martyrs	8
4.1.8 PSE n°8 : Station d'extraction / filtration	8
4.2 PRESTATIONS DE SERVICE ATTENDUES AU TITRE DES PSE FACULTATIVES	9
4.2.1 Extensions de garantie	9
4.2.2 Prestations de maintenance de l'équipement	9
5. DOCUMENTATION.....	10
6. LIVRAISON	10
7. INSTALLATION ET MISE EN SERVICE	11
8. FORMATION	11
9. GARANTIE, SAV ET SUPPORT TECHNIQUE	11
9.1 GARANTIE.....	11
9.2 SUPPORT TECHNIQUE.....	12

10.	PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT	12
10.1	EN LIEN AVEC LES SPECIFICATIONS TECHNIQUES DES FOURNITURES	12
10.2	TRANSPORT ET LIVRAISON.....	12
10.3	GESTION DES EMBALLAGES	12
10.4	GESTION DES DECHETS.....	13

1. Contexte

Le présent marché a pour objet la fourniture, la livraison, l'installation, la mise en service, la formation des utilisateurs des utilisateurs ainsi que les prestations et services associés d'une machine de prototypage de circuits imprimés par gravures laser et mécanique pour l'école Grenoble INP - Esisar.

L'équipement est destiné au prototypage rapide de cartes électroniques double couche, incluant des applications radiofréquences jusqu'à 10 GHz.

Le système devra permettre la réalisation de PCB sans recours à des procédés chimiques (type photolithographie ou gravure chimique).

2. Description générale du système

Le système fourni devra être une solution complète comprenant :

- Une machine de structuration laser (type UV ou équivalent)
- Un système de positionnement et de maintien des substrats
- Un logiciel de pilotage et de préparation des fichiers (type Gerber ou équivalent),
- Les équipements de sécurité nécessaires (conformité classe laser adaptée à un usage en laboratoire et par des étudiants)
- Les accessoires nécessaires à une utilisation immédiate

3. Spécifications attendues pour l'offre de base

3.1 Performances techniques minimales

3.1.1 Surface utile de travail

- Surface utile minimale : $\geq 200 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$

3.1.2 Résolution, précision et vitesse

- Largeur minimale de piste (track width) : $\leq 100 \text{ }\mu\text{m}$
- Espacement minimal entre pistes : $\leq 100 \text{ }\mu\text{m}$
- Tolérance sur largeur de piste : $\pm 20 \text{ }\mu\text{m maximum}$
- Diamètre minimal de perçage (vias/trous) : $\leq 300 \text{ }\mu\text{m}$
- Répétabilité du système : $\leq \pm 10 \text{ }\mu\text{m}$
- Vitesse de structuration : $\geq 10 \text{ cm}^2/\text{min}$

3.1.3 Qualité de gravure

- Faible zone affectée thermiquement compatible avec applications RF
- Bords de pistes nets et homogènes (absence de bavures significatives)
- Adapté à des fréquences jusqu'à 10 GHz

3.2 Capacités fonctionnelles pour la gravure Laser

3.2.1 Types de matériaux compatibles

Le système devra être compatible avec :

- substrats FR4,
- substrats RF (type Rogers, PTFE ou équivalent).

3.2.2 Fabrication double couche

- Le système devra permettre la fabrication de PCB double face
- Système de vision et de positionnement automatique
- Présence d'un système d'alignement recto/verso (fiducials ou équivalent)
- Précision d'alignement double face : $\leq 100 \mu\text{m}$

3.2.3 Procédé

- Structuration par ablation laser directe du cuivre
- Absence de nécessité de masques, films ou produits chimiques

3.3 Capacités de gravure et d'usinage mécanique

En complément de la gravure laser, le système devra intégrer des fonctions de gravure et d'usinage mécanique, nécessaires à la réalisation complète de circuits imprimés.

3.3.1 Fonctions mécaniques requises

Le système devra permettre de manière intégrée :

- Perçage mécanique des trous (vias, trous de fixation, connectique)
- Détournage (routing) des PCB pour mise au format final
- Changement d'outils automatique avec un minimum de 10 portes outils

3.3.2 Performances minimales

- Diamètre minimal de perçage mécanique : $\leq 0,3 \text{ mm}$
- Précision de positionnement des perçages : $\leq \pm 10 \mu\text{m}$
- Vitesse de rotation adaptée aux matériaux PCB (FR4 et RF laminates)

3.3.3 Intégration avec le système laser

- Le système devra permettre une **cohérence d'alignement entre opérations lasers et mécaniques**
- Référencement commun (origine, fiducials ou équivalent)
- Absence de reprise manuelle complexe entre étapes (process intégré ou semi-automatisé)

3.3.4 Compatibilité matériaux

Les opérations mécaniques devront être compatibles avec :

- FR4
- Matériaux RF (Rogers, PTFE ou équivalent)

Sans dégradation excessive des propriétés mécaniques ou RF des substrats.

3.4 Ordinateur de supervision, Logiciel et workflow

Un ordinateur de supervision est compris dans l'offre du candidat. L'interface de supervision se fait avec un logiciel installé sur l'ordinateur de supervision.

- Le logiciel devra permettre la gestion combinée :
 - des opérations laser (structuration),
 - des opérations mécaniques (perçage, détournage)
- Import des fichiers standards et de perçages (A minima Gerber et Excellon)
- Préparation des fichiers pour la gravure
- Génération automatisée des parcours d'outils
- Possibilité de paramétrage des procédés (puissance, vitesse, etc.)
- Bibliothèque de substrats pré-enregistrés pour faciliter l'utilisation rapide de matériaux classiques comme FR4, Rogers, PTFE ou équivalent.
- Interface utilisateur accessible à un opérateur non expert
- Logiciel pour windows 11.

3.5 Station d'extraction / filtration

Un système spécial pour extraire et stocker les émissions de poussières créées par l'ablation laser sera compris dans l'offre.

Les caractéristiques du système sont à préciser dans l'offre:

- Types, nombre et références des filtres
- Fréquence de rechange préconisé
- Système de raccordement et d'alimentation

3.6 Maintenance et consommables

- Fourniture d'un kit d'outils standard (jeux de forets, fraises, plaques martyrs, substrats FR4) permettant le démarrage et premières utilisations de la machine
- Indication de la durée de vie typique des outils
- Procédure de remplacement simple et rapide
- Fourniture d'un plan de maintenance préventive et curative

3.7 Ergonomie et exploitation

- Le système devra être utilisable par un opérateur après une formation courte
- Temps de prise en main : ≤ 1 journée
- Interface utilisateur intuitive
- Procédures automatisées pour les opérations courantes (alignement, calibration)

3.8 Alimentation et installation

- Alimentation électrique : 230 V +/-10% monophasé – 50 Hz – 16A
- Le système devra être compatible avec une installation en environnement laboratoire
- Niveau sonore compatible avec un usage en laboratoire
- Alimentation air comprimé : 150l/min – 6 bars

Notes : Les cordons et flexibles pneumatiques entre la machine et les alimentations électriques et air comprimé de la salle sont à la charge du candidat.

3.9 Sécurité

- Système conforme aux normes de sécurité en vigueur (marquage CE)
- Classe laser adaptée à un usage sécurisé
- Dispositifs de sécurité intégrés (interverrouillage, arrêt d'urgence)

4. Pour les PSE facultatives

Le candidat peut faire une ou des proposition(s) pour les fournitures et prestations décrites ci-après.

Les PSE facultatives proposées sont décrites dans le cadre de réponse technique et environnemental (CRTE) et sont chiffrées dans le cadre de réponse financier (CRF).

L'acheteur peut retenir aucune PSE, une PSE ou plusieurs PSE parmi les propositions du candidat retenu.

À la notification du marché, l'acheteur indiquera expressément les PSE qu'il retient. Seules les PSE retenues à la notification pourront être commandées en cours d'exécution du marché.

Les PSE facultatives ne sont pas prises en compte dans le jugement des offres.

4.1 Fournitures attendues au titre des PSE facultatives

4.1.1 PSE n°1 : Système de traitement d'air comprimé

La salle n'est pas équipée d'un système de filtration et traitement d'air comprimé. Le candidat peut donc proposer, la fourniture d'un système de filtres déshuileur et déshumidificateur pour l'air comprimé, avec raccords pneumatiques vers la machine.

4.1.2 PSE n°2 : Table support machine

Le candidat peut proposer une table ou un établi pour le support de la machine et de l'ordinateur de supervision. Le support sera équipé d'un bandeau de prises et d'un disjoncteur de protection associé.

4.1.3 PSE n°3 : Licence logicielle

Si la licence de base ne le permet pas, le candidat peut proposer une licence flottante du logiciel de supervision permettant la préparation et le contrôle des fichiers en amont de l'étape de gravure afin de ne pas immobiliser la machine pour cette tâche.

4.1.4 PSE n°4 : Plaques de cuivre

Le candidat peut proposer en complément de l'offre de base la fourniture d'un ensemble supplémentaire de :

- 50 plaques de cuivre brut : FR4 16/10 double face 35 µm 200x300cm
- 10 plaques de cuivre brut : FR4 16/10 simple face 35 µm 200x300cm

4.1.5 PSE n°5 : Fraises

Le candidat peut proposer en complément de l'offre de base la fourniture d'un ensemble supplémentaire de fraises carbure de tungstène de détournage : 1.0 / 2.0mm en 5 exemplaires pour chaque diamètre.

4.1.6 PSE n°6 : Forets

Le candidat peut proposer en complément de l'offre de base la fourniture d'un ensemble supplémentaire de forets bagués en carbure de tungstène : 0.6 / 0.8 / 1 / 1.2 / 1.5 / 2.0 / 2.5 / 3.2 / 4.2 / 5.2 mm en 10 exemplaires pour chaque diamètre.

4.1.7 PSE n°7 : Plaques martyrs

Le candidat peut proposer en complément de l'offre de base la fourniture d'un ensemble de 10 plaques martyrs supplémentaires

4.1.8 PSE n°8 : Station d'extraction / filtration

Le candidat peut proposer en complément de l'offre de base la fourniture d'un ensemble de filtres de rechange pour le système de filtration des poussières (Cf 3.5)

4.2 Prestations de service attendues au titre des PSE facultatives

4.2.1 Extensions de garantie

- **PSE n°9a – Extension de garantie 1 an**

Le soumissionnaire peut proposer une extension de la garantie constructeur d'une durée d'un (1) an au-delà de la garantie de base prévue à l'article 9.1 du présent CCTP. Le prix est exprimé en forfait HT pour la durée totale de l'extension.

- **PSE n°9b – Extension de garantie 3 ans**

Le soumissionnaire peut proposer une extension de la garantie constructeur d'une durée de trois (3) ans au-delà de la garantie de base prévue à l'article 9.1 du présent CCTP. Le prix est exprimé en forfait HT pour la durée totale de l'extension.

4.2.2 Prestations de maintenance de l'équipement

- **PSE n°10a – Maintenance logicielle 1 an**

Le soumissionnaire peut proposer une prestation de maintenance logicielle (mises à jour, correctifs, support logiciel) d'une durée d'un (1) an, débutant à l'issue de la période de garantie. Le prix est exprimé en forfait HT pour la durée totale de la prestation.

- **PSE n°10b – Maintenance logicielle 3 ans**

Le soumissionnaire peut proposer une prestation de maintenance logicielle (mises à jour, correctifs, support logiciel) d'une durée de trois (3) ans, débutant à l'issue de la période de garantie. Le prix est exprimé en forfait HT pour la durée totale de la prestation.

- **PSE n°10c – Maintenance matérielle 1 an**

Le soumissionnaire peut proposer une prestation de maintenance matérielle préventive et curative d'une durée d'un (1) an, débutant à l'issue de la période de garantie. Le prix est exprimé en forfait HT pour la durée totale de la prestation. Si cette PSE est retenue à la notification, l'acheteur peut en déclencher l'exécution à tout moment au cours de la durée du marché, indépendamment de la période de garantie constructeur.

- **PSE n°10d – Maintenance matérielle 3 ans**

Le soumissionnaire peut proposer une prestation de maintenance matérielle préventive et curative d'une durée de trois (3) ans, débutant à l'issue de la période de garantie. Le prix est exprimé en forfait HT pour la durée totale de la prestation. Si cette PSE est retenue à la notification, l'acheteur peut en déclencher l'exécution à tout moment au cours de la durée du marché, indépendamment de la période de garantie constructeur.

- **PSE n°10e – Maintenance complète 1 an**

Le soumissionnaire peut proposer une prestation de maintenance complète couvrant la maintenance préventive, la maintenance curative, le support téléphonique et les déplacements sur site, d'une durée d'un (1) an, débutant à l'issue de la période de garantie. Le prix est

exprimé en forfait HT pour la durée totale de la prestation. Si cette PSE est retenue à la notification, l'acheteur peut en déclencher l'exécution à tout moment au cours de la durée du marché, indépendamment de la période de garantie constructeur.

- **PSE n°10f – Maintenance complète 3 ans**

Le soumissionnaire peut proposer une prestation de maintenance complète couvrant la maintenance préventive, la maintenance curative, le support téléphonique et les déplacements sur site, d'une durée de trois (3) ans, débutant à l'issue de la période de garantie. Le prix est exprimé en forfait HT pour la durée totale de la prestation. Si cette PSE est retenue à la notification, l'acheteur peut en déclencher l'exécution à tout moment au cours de la durée du marché, indépendamment de la période de garantie constructeur.

5. Documentation

A la livraison, le titulaire fournit avec chaque matériel une documentation détaillée :

- Pour la mise en fonctionnement du matériel et la procédure courante d'utilisation (manuel utilisateur),
- Pour décrire la composition et les caractéristiques/performances de tous les composants de l'équipement ainsi que les caractéristiques nécessaires relatives à la sécurité (documentation technique complète)
- Pour décrire les procédures de maintenance préventives et curatives les plus courantes nécessaires à l'entretien du matériel, à travers un programme de maintenance reprenant l'ensemble des interventions à réaliser
- Pour la mise en arrêt de l'équipement en toute sécurité.
- Un tutoriel décrivant pas à pas les étapes pour réaliser la gravure d'un circuit double couches à partir de l'équipement, et en lien avec le logiciel de pilotage. Des exemples de fichiers ou démonstrations de fabrication sont demandés.

6. Livraison

La livraison, comprise dans l'offre, est effectuée dans les locaux de l'Esisar à l'adresse suivante :

Grenoble INP Esisar
50, rue Barthélémy de Laffemas
26000 Valence

Le délai maximal de livraison est de 6 mois à compter de la notification.

Après la notification du marché, le titulaire doit s'assurer des conditions de livraison et de déplacement du matériel depuis l'entrée du site jusqu'à la pièce de destination.

La livraison et la manutention du matériel sont à la charge du titulaire jusqu'à la salle C097 située au RdC du bâtiment C de l'Esisar.

Le nom et les coordonnées du responsable technique sont communiqués au titulaire lors de la notification du marché.

Le candidat décrit les modalités et processus de la livraison, notamment nom et modalités de fonctionnement du transporteur s'il est connu au moment du dépôt de l'offre.

7. Installation et mise en service

L'installation et la mise en service sont assurées par le titulaire dans un délai maximum de 30 jours à compter de la livraison et est comprise dans l'offre.

8. Formation

Le titulaire s'engage à la formation technique nécessaire à l'utilisation et la maintenance de l'équipement d'au minimum six (6) personnes pendant un minimum d'un (1) jour. La formation du personnel utilisateur se déroule dans les locaux de Esisar. Cette formation permet, notamment, au personnel d'assurer :

- La configuration et l'utilisation de l'équipement
- La maîtrise des logiciels de données et de contrôle
- Les opérations d'entretien et de maintenance de premier niveau
- Les problématiques de sécurité liées à chaque composant de l'équipement

La formation a lieu dans un **délai maximum de 3 jours** à compter de la mise en service et est comprise dans l'offre.

Le candidat précise dans son cadre de mémoire technique le contenu et les modalités d'organisation de la formation.

9. Garantie, SAV et support technique

9.1 Garantie

Le titulaire précise dans son cadre de mémoire technique les modalités de mise en œuvre de la garantie proposée, notamment :

- les délais de réponse en cas de signalement d'une panne ou d'un dysfonctionnement ;
- les délais d'intervention ;
- les conditions d'intervention sur site ;
- les conditions de prise en charge des frais d'enlèvement, de transport et de retour du matériel lorsqu'une intervention en atelier ou un retour constructeur est nécessaire ;
- les modalités d'accès et de disponibilité du support technique (téléphone, courriel, télémaintenance, etc.) ;
- les modalités de fourniture des pièces détachées et consommables nécessaires au maintien en condition opérationnelle de l'équipement.

Les conditions réglementaires d'exécution de la garantie sont précisées à l'article 12 du CCAP.

Le titulaire garantit la disponibilité des pièces détachées pendant une durée minimale de cinq (5) ans à compter de l'admission des prestations.

La durée minimale de garantie exigée est d'un (1) an. Les candidats peuvent proposer une durée supérieure, qui sera précisée dans leur offre.

9.2 Support technique

Dans le cadre du support technique proposé, le soumissionnaire précise dans son cadre de réponse technique et environnemental les modalités d'organisation du support, notamment :

- les différents délais d'intervention maximum ;
- les plages horaires et jours de disponibilité du support technique ;
- les modalités de contact du support (téléphone, courriel, télémaintenance, portail dédié, etc.) ;
- l'expertise et la qualification du personnel mobilisé ;
- la provenance et les modalités d'approvisionnement des pièces détachées ;
- les conditions de mise à jour des logiciels.

Exigences minimales :

- Délai maximal pour une intervention à distance : 48h00
- Délai maximal pour une intervention sur site : 15 jours ouvrés

10. Protection de l'environnement

Les éventuelles spécifications techniques et celles relatives à l'exécution du marché sont en lien direct avec l'objet du marché.

10.1 En lien avec les spécifications techniques des fournitures

Le soumissionnaire indique les spécifications techniques de la machine visant à réduire l'impact environnemental. Il répond dans son cadre de mémoire technique quand il peut fournir les réponses aux questions posées, en annexant tout document utile.

Le candidat indique la disponibilité des pièces détachées.

Le soumissionnaire garantit la disponibilité des pièces détachées durant au moins 5 ans après l'achat de l'appareil. Il indique également la durée de disponibilité des pièces détachées afin de limiter l'obsolescence prématurée et de prolonger la durée de vie de l'équipement.

Le candidat indique tout renseignement utile sur l'écoconception, s'il y a lieu.

10.2 Transport et livraison

Le mode de transport a une incidence directe et significative sur les émissions de gaz à effet de serre.

Le soumissionnaire renseigne dans le cadre de mémoire technique les efforts fournis pour réduire l'impact environnemental des conditions de transport et de livraison mises en œuvre au titre de l'exécution de ce marché.

10.3 Gestion des emballages

Le titulaire limite le nombre d'emballages, notamment plastiques, dans la limite de ce qui est possible pour assurer un transport sécurisé des fournitures. Il privilégie les emballages en matériaux recyclés.

Le soumissionnaire précise, dans le cadre de mémoire technique, la proportion d’emballages recyclables ayant servi s’agissant de l’emballage de l’équipement objet de ce marché.

10.4 Gestion des déchets

Le soumissionnaire décrit dans le cadre du mémoire technique ce qu’il met en œuvre pour le traitement des déchets liés à la fabrication et au transport de l’équipement objet du marché.