CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES ET PARTICULIERES (CCTP) – CCAG/FCS

DOSSIER : MA 2025 05 60

FOURNITURE D'UNE SOLUTION D'IMPRESSION 3D METALLIQUE DE TECHNOLOGIE LPBF ET DE SES EQUIPEMENTS ASSOCIES

PROCEDURE FORMALISEE – APPEL D'OFFRES OUVERT

1. CADRE GÉNÉRAL

L'École Nationale Supérieure de Techniques Avancées (ENSTA) occupe une place privilégiée dans le système éducatif français, faisant partie du noyau restreint d'écoles les plus réputées de France.

L'ENSTA propose à ses élèves une formation d'ingénieurs généralistes se donnant comme objectif de les rendre aptes à assurer la conception, la réalisation et la direction de systèmes industriels complexes, sous des contraintes économiques fortes et dans un environnement international.

L'ENSTA est un établissement public à caractère scientifique, culturel et professionnel – grand établissement (EPSCP-GE) placé sous la tutelle du ministère des Armées, membre de l'Institut Polytechnique de Paris.

L'UFR de mécanique est le département chargé de l'enseignement et de la recherche en mécanique sur le site de Palaiseau. Ses activités de recherche se caractérisent par une interdisciplinarité forte entre plusieurs branches de la mécanique des fluides et des solides, avec des applications notamment dans le domaine de la mécanique des structures imprimées en 3D (plastique et métallique).

2. OBJET

Le présent marché a pour objet la fourniture d'une solution d'impression 3D métallique de technologie Laser Powder Bed Fusion (LPBF). Il comprend également, au titre des prestations associées, la fourniture d'un aspirateur à voie humide ainsi que d'un appareil de manutention, lesquels devront être compatibles et adaptables à l'imprimante 3D métallique.

3. DESCRIPTION DU BESOIN

L'UFR de mécanique de l'ENSTA souhaite se doter d'une solution de fabrication additive métallique par fusion laser sur lit de poudre (LPBF) pour l'impression 3D de pièces métalliques.

L'objectif est de fabriquer des objets 3D à partir de différentes poudres métalliques dont l'alliage de Ti-Ni (Nitinol).

La solution proposée doit être opérationnelle et les résultats doivent être garantis dans l'ensemble du volume utile d'impression.

Cet équipement sera installé dans les locaux de l'UFR, au Pôle Mécanique, 104 Avenue Becquerel 91120 Palaiseau ; il devra répondre à la règlementation hygiène et sécurité en vigueur permettant une utilisation sécurisée maîtrisée.

4.1 DESCRIPTION TECHNIQUE ET ATTENDU DE L'OFFRE COMMERCIALE

4.1.1 Caractéristiques générales

L'équipement concerne toutes les machines nécessaires à dérouler le processus de fabrication, de la préparation de la machine jusqu'à la mise à disposition de la pièce.

L'équipement en zone de production comprendra une solution complète composée d'une ou deux stations (impression et post-traitement).

Pendant l'impression ou le retrait de poudre après impression, l'utilisateur ne devra pas être au contact de la poudre.

L'imprimante sera équipée d'un laser de puissance de 200 W minimum et un volume de fabrication utile inférieur ou égal à 150 x 150 x 150 mm^3.

Ces équipements devront pouvoir être éteints (coupure d'alimentation électrique), sans perte du confinement de la poudre.

Les dimensions globales des équipements dédiés à la production et au nettoyage et tous les moyens nécessaires pour leur mise en œuvre (manutention, nettoyage...) seront installés dans une salle de moins de 30 m^2.

Les équipements seront impérativement alimentés en courant 220V/50Hz-60Hz. Le titulaire précisera la consommation électrique des équipements proposés, ainsi que les branchements nécessaires.

L'impression à partir de poudre de Ti-Ni est une condition obligatoire.

4.1.2 Matériaux

Le titulaire fournit la liste des matériaux qu'il est possible de mettre en œuvre avec la machine proposée.

La machine proposée permettra la production de pièces en différents matériaux dont obligatoirement l'alliage Nickel-Titane, mais aussi l'acier, l'acier inoxydable, l'aluminium et le titane.

Le titulaire proposera un matériel spécifique permettant de changer de matériau, sans avoir à nettoyer l'ensemble de la machine, et précisera les limites d'utilisation de ce type de solution.

4.1.3 Consommables

Le titulaire précisera la nature du gaz à utiliser, ainsi que ses spécifications techniques. Il précisera les éléments d'usure et le nombre d'heures d'utilisation avant remplacement préventif de ceux-ci.

4.1.4 Tamisage

Le titulaire propose un système étanche de tamisage mécanique et à ultrasons.

4.1.5 Maintenance

Le titulaire précisera la durée de vie des éléments structurels et les opérations d'entretien préventif à prévoir par l'utilisateur. Le service après-vente devra être assuré par une société française. Il précisera également le délai d'intervention proposé en cas de demande formulée au titre de la garantie prévue à l'article 4.4 du présent CCTP.

4.1.6 Sécurité

Le laser sera coupé dès ouverture de la machine.

L'alimentation en poudre devra se faire grâce à des cartouches étanches mises en place directement dans la machine.

Le pilotage et le suivi du processus de fabrication se feront à distance grâce à une caméra de visualisation en direct du processus de fusion de la poudre et grâce à un monitoring et un pilotage des paramètres de fabrication.

Le titulaire proposera un équipement dédié à la remise en circulation de la poudre dans la machine, en réduisant le temps où l'opérateur se trouve à proximité de la poudre.

Le processus de tamisage et remise en conteneur se fera également en circuit étanche.

Le gaz qui traverse la chambre d'impression pendant le processus de fabrication sera filtré en sortie de chambre afin d'en retirer toute trace résiduelle de poudre, puis expulsé vers l'extérieur de la machine.

Le titulaire précisera les EPI et EPC à utiliser pendant le processus de fabrication et d'utilisation des différents équipements, ainsi que les éléments de l'offre qui participent à la sécurité des utilisateurs et de l'environnement vis-à-vis de la mise en œuvre du Nitinol, et détaillera les procédures de mise en œuvre associées.

4.1.7 Logiciel

Le titulaire indiquera quels sont les logiciels nécessaires et compatibles pour la gestion de la fabrication (mise en place des supports et tranchage) à partir d'un fichier au format d'échange STEP ou STL, et précisera tout format de fichier qu'il sera possible d'utiliser.

Si le logiciel est spécifiquement dédié à la machine, il permettra de différencier les parties supports et la partie pièce, la visualisation du volume de pièce et de support et du temps d'impression, la mise en place de différentes stratégies d'optimisation de mise en place de supports, et la modification complète des paramètres d'impression.

Si le logiciel est spécifiquement dédié à la machine, son coût devra obligatoirement être intégré dans le prix global de l'imprimante 3D métallique.

4.2 ÉQUIPEMENTS ASSOCIÉS

4.2.1 Aspirateur

L'aspirateur fourni sera à voie humide, certifié ATEX ; il permettra d'aspirer la poudre de Ti-Ni (Nitinol), devra être adapté au système de traitement des poudres et validé par le constructeur de la solution d'impression.

4.2.2 Appareil de manutention

Un dispositif de levage ou de transport des poudres ou volumes d'impression sera proposé ; il devra absolument être compatible avec les stations d'impression et de dépoudrage, et validé par le constructeur de la solution d'impression.

4.2.3 Retrait du support

Le titulaire précisera les équipements mis en œuvre pour retirer la ou les pièces imprimées du plateau support et retirer les structures supports, ainsi que la ou les procédures associées.

4.3 FORMATION

- Formation à la conception des pièces : contraintes et recommandations pour assurer l'obtention d'une pièce.
- Formation à l'utilisation du logiciel de gestion de la fabrication : préparation et paramétrage de la fabrication.
- Formation à l'utilisation et la maintenance de l'ensemble des équipements livrés.
- Formation à la maintenance mécanique de la machine de fabrication et au respect des règles de sécurité.

La formation devra se faire sur site et sur l'équipement livré. Le soumissionnaire indiquera dans son mémoire technique les caractéristiques de l'offre de formation proposée, ainsi que le nombre d'heures consacré et la répartition journalière correspondante.

4.4 ASSISTANCE ET GARANTIE

Une garantie d'au moins un an incluant pièces et main d'œuvre devra être proposée obligatoirement.

L'assistance technique nécessaire à la levée des difficultés d'exploitation des équipements est assurée par le titulaire pendant la durée de la garantie prévue au présent article, dans les conditions et délais d'intervention fixés à l'article 11 du CCAP MA 2025 05 60.

4.5 LIVRAISON ET RÉCEPTION

Les équipements sont livrés clés en main et le suivi est assuré par le fournisseur, qui assure également la mise en place et la mise en route dans les nouveaux locaux qui leur sont destinés.

La réception des équipements sera faite conformément aux exigences du présent CCTP.

Le titulaire fournira l'ensemble des documents nécessaires à l'installation, à l'exploitation et à la maintenance de l'équipement, en français, sur papier et en version numérique. Le délai de livraison devra être précisé dans l'offre.