



MARCHES PUBLICS DE FOURNITURES COURANTES ET SERVICES

ECOLE NATIONALE SUPERIEURE D'ARTS ET METIERS

CAMPUS DE METZ

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES (CCTP)

**Acquisition et mise en service d'une cellule de mise en forme
de composites ; Presse et système de chauffage et de
refroidissement des outillages de mise en forme**

Table des matières

.....	Erreur ! Signet non défini.
Article 1 : OBJET DU CONTRAT	3
Article 2 : DESCRIPTION DE LA SOLUTION SOUHAITEE	3
2.1 Généralités.....	3
2.2 Prestations	5
2.3 Les contraintes.....	5
2.3.1. Contraintes sécuritaires	5
2.3.2. Contraintes spécifiques d'installation et environnement machine : dimensions, poids, caractéristiques générales	5
Article 3 : DESCRIPTION DE LA PRESTATION	6
3.1 Description	6
3.1.1 Raccordement électrique	11
3.1.2 Raccordement pneumatique	11
3.1.2 Dossier machine.....	11
3.1.3 Documents à fournir.....	12

Article 1 : OBJET DU CONTRAT

Le présent cahier des charges a pour objet de définir la fourniture et la mise en service d'une cellule de mise en forme de composite. Cet équipement sera utilisé à des fins pédagogiques et scientifiques lors de travaux pratiques essentiellement de première et deuxième année d'élèves ingénieurs d'Arts et Métiers ParisTech et viendra compléter l'ilot de mise en forme de la plateforme VULCAIN. Cet ilot est dédié à la mise en forme essentiellement de matériaux à l'état solide à température ambiante et à chaud mais également à celle de composites fibres (carbones, verres, ...) et matrices (thermoplastique).

La cellule de mise en forme sera installée à Arts et Métiers Campus de Metz, 4 rue Augustin Fresnel, Metz Technopole, plus précisément dans le Bâtiment B, rez-de-chaussée.

L'objectif est de mettre à disposition des élèves-ingénieurs et des personnels un équipement permettant la mise en forme de composites par la consolidation dans un processus en deux étapes 1^{ère} étape réalisation de préformes composites obtenues en impressions 3D ou par TFP, 2nd étape consolidation des préformes. C'est ce dernier point qui fait l'objet du besoin d'une cellule de mise en forme. Cette cellule de mise en forme doit pouvoir non seulement compresser ou forger des produits mais également les amener à la température de mise en forme et des refroidir pour les porter à température ambiante tout en respectant des cycles de chauffage et de refroidissement propre et définie selon le matériau transformé. La cellule de mise en forme TFP viendra compléter le parc « machines » dédié à la mise en forme des composites.

Les propositions devront comprendre la fourniture, la livraison, le déchargement et le branchement de la cellule de mise en forme ainsi que la formation des personnels.

Le fournisseur devra assurer la mise en place et les raccordements électriques de cet équipement.

Article 2 : DESCRIPTION DE LA SOLUTION SOUHAITEE

2.1 Généralités

L'ENSAM Metz souhaite acquérir une cellule de mise en forme des préformes composites qui sera utilisé pour ses activités pédagogiques, de recherche et d'activités partenariales. La cellule de mise en forme sera installée B du campus, soit dans l'atelier de déformation plastique ou dans la zone de fabrication additive. Il sera alimenté au réseau électrique de préférence avec une tension de 220V monophasé 50Hz et /ou 380V triphasé 50 Hz ; il devra être muni d'équipement électrique permettant la transmission de la puissance et de régulateur de sécurité indépendant.

La cellule de mise en forme sera accompagnée d'instructions d'utilisation en français.

Le titulaire fournira, livrera et installera la cellule de mise en forme ; il choisira le mode de transport le plus approprié. Après l'installation et le raccordement au réseau électrique, le fournisseur de l'équipement formera les personnels à son utilisation. Le matériel sera neuf de marque et conforme à la norme européenne ainsi qu'aux règles de sécurité en vigueur. Du matériel reconditionné de marque peut être proposé mais il faut indiquer les gains financiers ou/et techniques ou/et de livraison et il doit répondre au minimum aux mêmes garanties que le produit neuf. Dans ce dernier cas, une offre du produit reconditionné doit

également être accompagnée d'une offre correspondant au produit neuf avec les mêmes caractéristiques techniques.

2.2 Prestations

Est à la charge de l'Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers :

- la préparation du site d'implantation, suivant les recommandations du fournisseur.
- le raccordement électrique entre le réseau et l'installation.

Est à la charge du fournisseur :

- le transport, la livraison et le déchargement à pied d'œuvre et mise sur le site,
- la fourniture préalable d'un plan de prévention,
- la mise en place et le montage ainsi que la mise en service de sa fourniture,

Le fournisseur devra se conformer au protocole de chargement et déchargement de l'ENSAM. Le fournisseur devra être autonome sur son chantier et particulièrement en ce qui concerne l'outillage nécessaire à la réalisation de la tâche.

2.3 Les contraintes

2.3.1. Contraintes sécuritaires

L'équipement devra être conforme aux normes et règlements en vigueur en France et en Europe.

2.3.2. Contraintes spécifiques d'installation et environnement machine : dimensions, poids, caractéristiques générales

Le prestataire devra se conformer aux conditions d'accès et aux locaux dans lesquels sera installé l'équipement. L'ensemble des contraintes architecturales ne doivent pas empêcher la mise en place, l'installation et le fonctionnement de l'appareil ainsi que sa maintenance et sa réparation.

Le bâtiment B du Centre Arts et Métiers de Metz est équipé :

- d'un pont roulant d'une capacité 3200 kg
- d'un chariot élévateur avec conducteur autoporté de capacité 1800 kg
- d'un transpalette de capacité 2000 kg
- d'un gerbeur de capacité 1000 kg
- d'un coffret 4 chenillettes d'une capacité 100 kN/unité
- de 2 crics hydrauliques de capacité 5000 kg
- 1 élingue chaîne 4 brins capacité 11200 kg/brin, longueur des brins 2000mm
- 1 élingue chaîne 4 brins capacité 2360 kg/brin, longueur des brins 1500mm
- 2 élingues textile de capacité 3000 kg, longueur 2000mm et 3000mm
- Porte sectionnelle de 4700mm de large et 4800mm de hauteur.
- Portes d'accès à la zone de fabrication additive de 1600mm de large et 2100mm de hauteur.

Le prestataire prévoira un transport par remorque débâchable afin de faciliter le déchargement de la cellule de mise en forme à l'aide du pont roulant, ou chariot élévateur si son poids le permet et dans le cadre des conditions de sécurité.

Le raccordement au réseau d'alimentation électrique du Campus Arts et Métiers de Metz sera situé à 20 mètres maximum de l'équipement. Le chemin de câble prévu par le client sera ensuite fixé à la cellule de mise en forme. Si nécessaire, un chemin de câble capoté sera fixé au sol de manière à protéger le câble d'alimentation dans un souci de sécurité des personnes, des biens et du patrimoine.

Le prestataire précisera la méthodologie adoptée pour la tenue et la prise en charge du chantier.

Le titulaire prévoira les engins et éléments de manutention si ceux proposés par le client ne conviennent pas au déchargement de la cellule de mise en forme.

Mise en place de la cellule de mise en forme

- Le fournisseur prendra à sa charge le transport du matériel entre l'entreprise et l'atelier du bâtiment B du Centre Arts et Métiers ParisTech de Metz. La livraison et le déchargement s'effectueront jusqu'à l'entrée intérieure et l'emplacement prévue pour la cellule de mise en forme du Centre Arts et Métiers ParisTech de Metz.
- Le sol de l'atelier a une charge admissible de 1500kg/m².
- Les éléments de fixation et de mise à niveau de l'équipement seront fournis par le client.
- L'orientation de la cellule de mise en forme sur son emplacement sera définie lors de son installation par le Campus Arts et Métiers Metz.

Article 3 : DESCRIPTION DE LA PRESTATION

3.1 Description

Cellule de mise en forme pilotée numériquement doit être de qualité professionnelle. Capable de mettre en forme des préformes composites de façon automatique avec haute précision c'est-à-dire pouvant piloter et contrôler les vitesses et les forces de mise en forme, les cycles de chauffages et de refroidissement des outillages et mesurer et acquérir simultanément plusieurs températures.

La cellule de mise en forme doit être accompagnée d'un logiciel permettant de piloter, contrôler, acquérir, l'ensemble du processus de mise en forme et les paramètres associés. Les données de mise en forme de la cellule doivent pouvoir être acquises dans le but de les étudier dans le cadre de la pédagogie et de la recherche.

Les caractéristiques techniques minimales attendues pour la cellule de mise en forme peuvent être classées selon 6 catégories,

- La presse,
- Les plaques, supérieure et inférieure, portes outils isolantes, chauffantes et refroidissantes,
- Le système de chauffage (des plaques),
- Le système de refroidissement (des plaques),
- Le système de pilotage, de contrôle et d'acquisition de la cellule,
- Les modules ou système optionnels (PSE).

Caractéristiques techniques minimum de la presse :

- Force minimale développée équivalent à 400KN,
- Vitesse minimale de fermeture du coulisseau supérieur porte outils (ou tas plan supérieur) doit pouvoir atteindre au moins 160mm/s,
- Surface de pressage, des tas plan supérieur et inférieur, minimum de 800 mm x 800 mm,
- Course minimale de la traverse supérieure ou du tas plan supérieur, course du piston, 450mm,
- Course pilotable et contrôlable,
- Position en hauteur du tas plan inférieure par rapport au sol minimale 900 mm,
- Distance minimale de 500mm entre le tas plan inférieur et le tas plan supérieur, avec les plaques de chauffage et de refroidissement inclus (décrit au prochain paragraphe),
- Largeur frontale d'accessibilité minimale 850mm,
- Hauteur frontale d'accessibilité minimale correspondant à la distance maximale entre le tas supérieur et le tas inférieur (position ouverture maximale) plus 75 mm en haut et en bas,
- Largeur latérale d'accessibilité minimale 550mm si possible des deux côtés,
- Hauteur latérale d'accessibilité minimale proche de la distance d'ouverture entre le tas supérieure et inférieure,
- Guidage précis du coulisseau mobile réalisé par colonne cylindrique ou guidage plans inclinés,
- Déplacement frontale coulissant du tas inférieur minimal de 800 mm, permettant l'accessibilité aux outillages. Deux options de chiffage peuvent être proposés avec ou sans,
- Intégrer un système d'économie d'énergie par exemple en intégrant un système de contrôle de pression et de mise en veille du groupe hydraulique.

Caractéristiques des plaques portes outils chauffantes et refroidissantes :

Ce lot comprend la description de deux plaques portes outils, une pour le tas plan supérieur et l'autre pour le tas plan inférieur de la presse. Ces deux plaques doivent intégrer des moyens de chauffe et de refroidissement des outillages de mise en forme et de protection aux variations de températures des tas plan supérieur et inférieur de la presse. Spécifications :

- Surfaces minimums des plaques porte outils 700mm x 700mm,
- Hauteur des plaques porte outils doit permettre d'intégrer le chauffage, le refroidissement et l'isolation,
- Chauffage avec une température atteignable de 320°C pour les dimensions citées ci-dessus,
- Circuit de refroidissement par canalisations intégrées,
- Isolants de protection des tas plans supérieur et inférieur de la presse limitant la température à 40°C pour un chauffage maximale des plaques
- Système conventionnel et rapide, de mise en position et maintien en position sur les tas plans des outillages ou porte outils.

Remarques : les vitesses de chauffage et de refroidissement seront obtenues par les systèmes de chauffage, de refroidissement et de contrôle décrit par la suite

Caractéristiques du système de chauffage :

Les moyens de chauffage, haut et bas, doivent permettre de chauffer les plaques portes outils jusqu'à la température de 320°C. Ils sont intégrés dans les plaques portes outils chauffantes/refroidissantes. Caractéristiques attendues :

- Piloter, contrôler et réguler numériquement les cycles de chauffages,
- Programmer différents cycles de chauffe avec programmation en délai de différentes températures ou/et puissances, pente de température et maintien en température,
- Atteindre 320°C rapidement pour des dimensions de plaques décrits précédemment,
- Permettre le contrôle de systèmes de chauffage externe comme des cartouches chauffantes.
- Intégrer un système d'économie d'énergie.

Caractéristiques du système de refroidissement :

Il doit contrôler et réguler la température dans les plaques porte outils par le biais de l'eau circulant dans les canalisations de ces dernières. Il doit :

- Piloter, contrôler et réguler numériquement les cycles de refroidissement,
- Raccordement avec les canalisations des plaques portes outils décrites ci-dessus,
- Programmer différents cycles de refroidissement avec programmation en délai de différentes températures ou/et puissances, pente de température et maintien en température,
- Refroidissement par eau,
- Intégrer un groupe de réfrigération d'une puissance minimale de 7,5 KW permettant un circuit fermé de refroidissement à l'eau de 100 litres par minutes et d'un réservoir d'eau avec une capacité suffisante au fonctionnement.
- Intégrer un système d'économie d'énergie.

Caractéristiques du système de pilotage, de contrôle et d'acquisition :

Cette cellule composée d'une presse, d'un système de chauffage, de refroidissement et de plaques portes outils doit pouvoir être pilotée, contrôlée et acquérir des paramètres processus avec un système unique et numérique.

Les paramètres contrôlables et les informations pouvant être acquises et stockées sont :

- La force de mise en forme ; au minimum contrôle, acquisition, stockage,
- La pression du vérin ; au minimum contrôle,
- La vitesse de déplacement du coulisseau ; au minimum contrôle, acquisition, stockage,
- Le cycle thermique de la mise en forme ; au minimum contrôle, acquisition, stockage,
- Les puissances des différents éléments ; au minimum contrôle, acquisition, stockage,
- Deux températures minimums du tas plan supérieur ; au minimum contrôle, acquisition, stockage,
- Deux températures minimums du tas plan inférieur ; au minimum contrôle, acquisition, stockage,

- Le débit du fluide de refroidissement ; au minimum acquisition, stockage,
- La mesure de température pour un minimum de 6 thermocouples ; au minimum acquisition, stockage,

L'ensemble des données doivent pouvoir être facilement transférable soit de manière filaire, wifi ou au minimum via USB à un PC pour post traitement.

Caractéristiques modules et systèmes optionnels (Prestation supplémentaire éventuelle facultative) :

Dans le cadre de mise en forme spécifique, une pompe à vide peut également être proposée. Le chiffrage sera proposé à part dans un premier temps.

Accessoires, logiciel(s), et services :

- Une version numérisée de la cellule de mise en forme complète doit être fournie. Celle-ci sera utilisée dans le cadre du développement des jumeaux numériques et de la pédagogie de cette dernière. Le format numérique doit être précisé et doit pouvoir être lu par Catia ou 3DExperience Dassault System®.

Installation

- Formation à l'utilisation de la cellule de mise en forme et du ou des logiciels associés de 2 jours au minimum

Garantie de capacité techniques pré et post installation

- Avant la livraison et sur le site de fabrication, le fournisseur doit mettre en place des protocoles et des essais de validation des caractéristiques techniques de la cellule de mise en forme avec le client pour accepter l'expédition.
- Après installation de la cellule de mise en forme aux Arts et Métiers de Metz, le fournisseur doit mettre en place des protocoles et des essais de validation des caractéristiques techniques de la cellule de mise en forme afin de confirmer la bonne réception des points de vue technique.

Garantie 2 ans minimum

3.1.1 Raccordement électrique

La cellule de mise en forme sera raccordée au réseau électrique mis en place dans nos locaux. Le prestataire indiquera le type de câble nécessaire à son raccordement en toute sécurité pour un raccordement en 220V monophasé et/ou 380V triphasé.

3.1.2 Raccordement pneumatique

Si nécessaire la cellule de mise en forme pourra être raccordée au réseau pneumatique mis en place dans nos locaux. Le prestataire indiquera le débit et le conditionnement du fluide pneumatique.

3.1.3 Dossier machine

Fourniture du DOE avec notice d'utilisation rédigée en français à transmettre en version numérique au minimum et si possible en version papier à la livraison de l'équipement.

La notice d'utilisation de l'équipement avec dénomination des différents éléments, organes de commandes et de coupures.

Un plan de maintenance de l'équipement, ainsi que son chiffrage, (filtres, canalisations hydrauliques, réseaux électriques, etc.) mensuelle, semestrielle et annuelle sera indiqué dans l'offre de prix.

Une liste des principales pièces détachées sera fournie associée un budget estimatif par ligne.

Le certificat de conformité sera transmis au client. Certification COFRAC.

Un test de conformité de la machine pourra être réalisée avant envoi (pré-réception) et compte rendu fourni.

3.1.4 Documents à fournir

Le prestataire fournira une proposition comportant notamment :

- L'organisation mise en œuvre de manière à avoir un chantier propre ;
- La qualification de la personne responsable du chantier et la méthode de suivi du chantier ;
- La notice d'utilisation en français ;
- Certification CE ;
- Les qualifications et les habilitations nécessaires à l'utilisation des engins de levage et manutention ainsi que les habilitations électriques requises ;
- La liste des travaux non compris dans la prestation proposée ;
- Une proposition de contrat d'entretien annuel ;
- Une liste des principales pièces détachées et consommables avec un budget estimatif par ligne
- L'étiquette énergie des différents appareils.
- Tout autre élément utile à l'appréciation de l'offre.
- Fourniture d'un lot de consommable.