

Cité Descartes – 5 bd Descartes- Champs sur Marne
77454 Marne la Vallée cedex 2

MARCHE PUBLIC DE FOURNITURES

**ACQUISITION DE LA BRIQUE ÉLÉMENTAIRE DÉDIÉE À
LA MÉTROLOGIE D'UNE PLATEFORME 4.0 POUR L'ÉCOLE
SUPÉRIEURE D'INGÉNIEURS DE PARIS-EST (ESIPE) DE
L'UNIVERSITÉ GUSTAVE EIFFEL**

Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP)

SOMMAIRE

ARTICLE 1	OBJET DU MARCHÉ	3
ARTICLE 2	DESCRIPTION ET CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DE L'EQUIPEMENT	3
2.1	OBJECTIFS PEDAGOGIQUES.....	3
2.2	DEFINITION DE L'EQUIPEMENT	4
2.3	PERSONNEL RESPONSABLE DE L'EQUIPEMENT	4
2.4	DESCRIPTION DE L'EQUIPEMENT	4
2.5	PRESTATIONS SUPPLEMENTAIRES EVENTUELLES (PSE).....	7
ARTICLE 3	MODALITES D'EXECUTION DU MARCHE	7
3.1	DESCRIPTION DE L'EQUIPEMENT FAISANT L'OBJET DU MARCHE.....	7
3.2	LIEU DE LIVRAISON ET D'INSTALLATION DE L'EQUIPEMENT.....	7
3.3	CONDITIONS DE LIVRAISON	7
3.4	DELAIS D'EXECUTION	7
3.5	DOCUMENTATION	8
3.6	MISE EN MARCHÉ DE L'EQUIPEMENT	8
3.7	CONSTATATION DE L'EXECUTION	8
ARTICLE 4	FORMATION.....	8
ARTICLE 5	OBLIGATIONS DU TITULAIRE	9
ARTICLE 6	GARANTIES.....	9
ARTICLE 7	MAINTENANCE ET REPARATIONS.....	9

ARTICLE 1 OBJET DU MARCHÉ

Le présent marché a pour objet l'acquisition, par l'Ecole Supérieure d'Ingénieurs de Paris-Est (ESIPE) de l'université Gustave Eiffel, de LA BRIQUE ELEMENTAIRE DEDIEE A LA METROLOGIE D'UNE PLATEFORME 4.0.

La brique élémentaire dédiée à la métrologie est un élément essentiel de la plateforme 4.0 permettant d'effectuer les mesures liées à la vérification des spécifications fonctionnelles (géométriques, dimensionnelles et de battement) des pièces fournies en amont et de manière automatisée par un COBOT, d'assurer une liaison et une communication stable avec l'ensemble des systèmes qui composeront à terme la plateforme 4.0, dont le COBOT et l'accès aisé et structuré à l'ensemble des données collectées.

Cet équipement de pointe s'adresse à l'ensemble des promotions des filières d'ingénieurs, de la licence professionnelle et du diplôme universitaire (DU) "usine du futur 4.0" de l'ESIPE.

ARTICLE 2 DESCRIPTION ET CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DE L'EQUIPEMENT

2.1 OBJECTIFS PEDAGOGIQUES

Après la mécanisation, l'industrialisation et l'automatisation, la 4^{ème} révolution industrielle à l'œuvre actuellement nécessite de former les ingénieurs, quel que soit leur spécialité, à interagir dans un environnement de travail dans lequel l'internet des objets et les systèmes cyber-physiques sont omniprésents.

L'objectif d'une plateforme 4.0 est de disposer d'un équipement permettant d'immerger les futurs ingénieurs dans un environnement 4.0 afin qu'il développe les compétences suivantes :

- i. être capable de présenter une vision générale des enjeux et des problématiques et de proposer un projet de développement d'usine 4.0,
- ii. être capable de dialoguer avec les différents acteurs impliqués dans le développement d'un projet d'usine 4.0,
- iii. interagir dans un environnement 4.0.

La brique élémentaire de métrologie de la plateforme 4.0 permet de développer des travaux pratiques et des projets qui s'intègrent dans les maquettes actuelles de l'ensemble des formations de l'ESIPE. Les applications sont nombreuses et concernent :

- la métrologie (filière GM),
- la gestion de production (filières GM, MFPI, licence pro MISP),
- la robotique dans un environnement 4.0 (filières GM, MFPI, licence pro MISP, DU 4.0),
- l'usine et la ville connectées (filières INFO, EISC, IMAC, GM, GC, MFPI, licence pro MISP, DU 4.0)
- le développement d'applications (filières INFO, EISC, IMAC),

- la réalisation d'espaces virtuels et de jumeaux numériques (filiales INFO, EISC, IMAC, GM, GC, MFPI, DU 4.0),
- la maintenance (filiales MFPI, licence pro MISP),
- la collecte, l'analyse et la sécurisation des données (filiales INFO, EISC, DU 4.0).

2.2 DEFINITION DE L'EQUIPEMENT

L'équipement est une machine à mesurer tridimensionnelle d'atelier accompagnée de son logiciel permettant la programmation hors ligne et la simulation ainsi que du mesureur et les appareils lui permettant de s'intégrer en cellule robotisée (notamment avec un COBOT déjà présent dans la plateforme 4.0).

2.3 PERSONNEL RESPONSABLE DE L'EQUIPEMENT

L'équipement sera sous la responsabilité de Benoît Jacquet, PRAG et responsable de la filière Génie Mécanique de l'ESIPE.

2.4 DESCRIPTION DE L'EQUIPEMENT

Caractéristiques de la brique élémentaire de métrologie de la plateforme 4.0 :

L'équipement souhaité est une machine à mesurer tridimensionnelle d'atelier accompagnée de son logiciel permettant la programmation hors ligne et la simulation ainsi que du mesureur et les appareils lui permettant de s'intégrer en cellule robotisée (notamment avec un COBOT déjà présent dans la plateforme 4.0).

Le système proposé doit répondre aux exigences suivantes et/ou comprend les éléments suivants :

1. Machine à mesurer tridimensionnelle d'atelier (MMT)

Système de mesure :

Course mesurée : X = 500 mm ; Y = 580 mm ; Z = 500 mm

Alimentation 100% électrique

Précision selon norme ISO 10360-2 : 2019

Table en granit avec insert filetés

Précision :

Sur plage 18/22°C : E0, MPE = $2,6 + L/300$ µm ; PFTU, MPE = 2,6 µm ; R0, MPL : 2,0 µm

Sur plage 16/26°C : E0, MPE = $2,9 + L/250$ µm ; PFTU, MPE = 2,6 µm ; R0, MPL : 2,0 µm

Sur plage 15/30°C : E0, MPE = $3,1 + L/200$ µm ; PFTU, MPE = 2,6 µm ; R0, MPL : 2,0 µm

Aspect dynamique :

Vitesse 3D max : 520 mm/s

Accélération : 1750 mm/s²

Vitesse de scan : 300 mm/s
Protection contre les poussières d'atelier de production
Pupitre de commande des axes et bureau informatique
Système éco-Mode (mise en veille automatique de l'alimentation électrique de la MMT)

Mesureur à tête fixe :

Longueur de stylet : en vertical 225 mm ; horizontal jusqu'à 100 mm
Boîtier électronique AC/DC et câbles
2 coupelles
Sphère de référence avec constat de vérification
Rack changeur d'outils 3 ports embarqués

Système de suivi en temps réels de l'environnement machine permettant le suivi : des vibrations, de la température, de l'humidité, des chocs éventuels et des alertes SMS en temps réels.

Afficheur lumineux en hauteur pour avertir de l'état de la machine.

Installation :

Transport et installation mécanique et électronique sur site de l'ESIPE
Calibration, étalonnage et réception suivant norme ISO 10 360-2
Fourniture du constat de vérification avec raccordement des étalons auprès d'organismes accrédités COFRAC

Garantie : 1 an

2. Logiciel de métrologie (programmation, simulation et traitement des données)

Compatible avec la MMT : 100%
Utilisation off-line du logiciel à partir du modèle CAO sans monopoliser la MMT avec 30 licences flottantes
Système d'exploitation : Windows 10.

Import de fichiers au format IGES et STEP
Évaluation de formes et de positions selon norme ISO R 1101 incluent MMC (maxi/mini matière, etc...)
Représentation graphique des défauts
Génération on-line/off-line de points de palpage
Interface VDAFS pour échange de données avec la CAO

Création de courbes définies sur le modèle de CAO (distance entre les bords, lignes de coupe avec des plans, des cylindres et des surfaces 3D, lignes de liaisons des points limites) et de courbes nominales suivant une formule mathématique.

Génération de points nominaux avec plusieurs méthode (points uniques – distance, nombre de points, angle entre les directions nominales-, balayage en boucle ouverte/fermée,...)

Opération sur les courbes 2D et les surfaces 3D.

Comparaison réel/nominal, Bestfit 2D et 3D

Edition du modèle

Création automatisée de programmes/procédures (affectation des méthodes de mesure et d'évaluation, des palpeurs et définition de la séquence de mesure)

Import des spécifications : avec assistant logiciel pour la planification en automatique des inspections ; intégration manuelle par l'utilisateur ; lecture des informations GD&T des dessins (Pdf, fichier image) basée sur la reconnaissance de texte (OCR) ; importation des informations de tolérance à partir des informations du DFDGraphiques et tableaux de synthèse.

Simulateur de cycle de mesure complet avec licence flottante (visualisation de la MMT, du système de palpage, du rack de la pièce, du montage, détection des collisions,...) avec fourniture du jumeau virtuel de la MMT.

3. Équipement informatique minimal (programmation, simulation et traitement des données)

Disque DUR SSD 256 Go et deuxième disque dur 500 Go

Processeur 4 Core cadencé à 3,5 Ghz

Carte graphique professionnelle de 4Go de RAM

2 ports RJ45, 1 port série, Wifi

Écran plat 27 pouces, clavier, souris

Système d'exploitation compatible avec le logiciel de métrologie

4. Intégration en cellule robotisée

Intégration avec COBOT préexistant présent à l'ESIPÉ (modèle FANUC CRX-10iAL R30iB+ Mini) à l'aide d'un accompagnement type "gestion de projet – intégration" pour intégration avec le COBOT (du projet à la validation des modes automatiques, semi-automatique et manuel).

Système de mise en sécurité de manutention : signal d'interface home position, position dégagée des axes, machine en garage, butée de positionnement, câblage et MO, autorise le déplacement d'un moyen de manutention sur zone machine (pont roulant, robot,...).

Système d'intégration : gestion des signaux d'urgence et de sécurité, statuts de la MMT, communication avec la plateforme 4.0 et le COBOT, chargement automatique, logiciel de supervision).

Système de communication PROFINET

Interopérabilité : respect du protocole OPC

2.5 PRESTATIONS SUPPLEMENTAIRES EVENTUELLES (PSE)

Formations complémentaires

Mesureurs supplémentaires : palpeurs et systèmes sans contact

ARTICLE 3 MODALITES D'EXECUTION DU MARCHE

3.1 DESCRIPTION DE L'EQUIPEMENT FAISANT L'OBJET DU MARCHE

Cf. article 3 du présent CCTP.

3.2 LIEU DE LIVRAISON ET D'INSTALLATION DE L'EQUIPEMENT

Ecole Supérieure d'Ingénieurs de Paris-Est (ESIPE)
Bâtiment COPERNIC
Salle CRT : 0S315
5 bd Descartes
77420 CHAMPS SUR MARNE

3.3 CONDITIONS DE LIVRAISON

Les livraisons doivent être effectuées par le Titulaire aux heures et aux lieux exacts indiqués sur le bon de commande de l'équipement.

Les risques afférents au transport jusqu'au lieu de destination du marché incombent au Titulaire. Le Titulaire veille à l'accessibilité des locaux.

3.4 DELAIS D'EXECUTION

3.3.1 LIVRAISON DE L'EQUIPEMENT

Une fois la commande définitive effectuée (émission d'un bon de commande de la part du pouvoir adjudicateur), la livraison doit intervenir dans un délai de 10 semaines à compter de cette date.

3.3.1 INSTALLATION DE L'EQUIPEMENT

A compter de sa date de livraison, le matériel est installé par le Titulaire dans un délai de 4 semaines.

3.5 DOCUMENTATION

Le Titulaire fournit avec chaque matériel, sans supplément de prix, une notice en langue anglaise et dans la mesure du possible en langue française permettant la mise en fonction du matériel. Il fournit également une documentation en langue anglaise et dans la mesure du possible en langue française donnant la composition et les caractéristiques du matériel ainsi que les procédures courantes d'utilisation. La documentation prévue doit être remise au plus tard au moment de la livraison.

3.6 MISE EN MARCHÉ DE L'ÉQUIPEMENT

Le Titulaire assure la fourniture, la livraison, l'installation sur le site d'exploitation, la mise en service opérationnelle de la brique élémentaire dédiée à la métrologie d'une plateforme 4.0. Il fournit un certificat de conformité des spécifications de l'équipement.

Toutes les fonctionnalités de l'équipement précédemment décrites doivent être opérationnelles dès réception de l'équipement.

Des tests de performance avec des préparations tests sont réalisés. Ces tests sont obligatoires une fois l'appareillage installé, et leurs résultats conditionnent la validation du procès verbal de mise en route et du procès verbal de réception provisoire du matériel (Art. 10 du CCAP).

3.7 CONSTATATION DE L'EXECUTION

A l'issue de l'installation de l'équipement, des opérations de vérification qualitative sont effectuées par l'université Gustave Eiffel ou son représentant dans les conditions définies à l'article 10 du CCAP.

ARTICLE 4 FORMATION

Le Titulaire s'engage à :

- la formation technique nécessaire à l'**utilisation du matériel**. Formation jusqu'à 5 utilisateurs effectuée sur place. Cette prestation doit être dispensée par du personnel qualifié en 2 fois 1 jour.
- la formation technique nécessaire à l'**utilisation du logiciel de métrologie**. Formation pour 3 utilisateurs effectuée sur place. Cette prestation doit être dispensée par du personnel qualifié en 5 fois 1 jour.

La formation permettra une utilisation poussée du matériel et du logiciel et doit intervenir dans un délai maximum de 30 jours (hors vacances universitaires) après l'installation de l'appareil.

Les dates de vacances universitaires sont communiquées au Titulaire à la notification du marché.

ARTICLE 5 OBLIGATIONS DU TITULAIRE

Le Titulaire tient informé le directeur de l'Ecole Supérieure d'Ingénieurs de Paris-Est et le responsable de l'équipement de toute amélioration technique instrumentale ou logicielle et fournit une mise à jour à titre gracieux de toute version et/ou correction nouvelle du matériel et logiciel à compter de la réception définitive de l'équipement.

En cas de cessation d'activité ou de changement de système, le Titulaire s'engage à fournir les pièces détachées pour le présent appareillage pendant 10 années après la fermeture de l'entreprise.

ARTICLE 6 GARANTIES

Le matériel est garanti pièces, main d'œuvre et déplacement, dans les conditions prévues ci-dessous contre tout vice de construction, fabrication, fonctionnement ou défaut de matières premières à compter de la date de la réception définitive de la fourniture par l'Université Gustave Eiffel **pendant un minimum de 2 ans**. Cette garantie comprend la maintenance (préventive et/ou curative) de l'équipement.

En cas de dysfonctionnement, le Titulaire s'engage à établir un diagnostic dans un délai de 72 h maximum en cas d'anomalie de fonctionnement, signalée par les responsables de l'Ecole Supérieure d'Ingénieurs de Paris-Est. Si un diagnostic téléphonique, ne peut pas être établi dans les premières 24h00, le titulaire doit se déplacer en personne sur le site.

En cas de retour usine de l'équipement pour réparation, le Titulaire prend en charge toute la logistique nécessaire au déplacement de l'équipement. Les frais d'expédition aller et retour sont à la charge du Titulaire. S'il s'avère que la remise en état nécessite plus de 5 jours ouvrables, un appareil de prêt doit être fourni sans frais, jusqu'au retour de réparation, ou à défaut l'accès à un appareil similaire situé dans la même zone géographique doit être proposé.

ARTICLE 7 MAINTENANCE ET REPARATIONS

À l'issue de la garantie, la maintenance est assurée par le Titulaire.

En cas de dysfonctionnement, le Titulaire s'engage à établir un diagnostic dans un délai de 72 h maximum en cas d'anomalie de fonctionnement, signalée par les responsables d'Ecole Supérieure d'Ingénieurs de Paris-Est. Si un diagnostic téléphonique, ne peut pas être établi dans les premières 24h00, le Titulaire doit se déplacer en personne sur le site.

En cas de retour usine de l'équipement pour réparation, le Titulaire prend en charge toute la logistique nécessaire au déplacement de l'équipement.

Les frais de réparation (pièces et main d'œuvre) sont facturés par le Titulaire sur la base d'un devis détaillé accepté par l'Ecole Supérieure d'Ingénieurs de Paris-Est.