



Université  
de Rennes

ECOLE NORMALE SUPERIEURE DE RENNES

**Marché public de fourniture n° 202402SUNI**  
**Achat d'équipements d'enquête en fabrication de**  
**type industrie du futur.**

**Lot 1 : Acquisition, livraison et installation d'un**  
**équipement destiné à la numérisation de surfaces et**  
**d'outils coupants**

*Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP)*

**Affaire suivie par M. Yann MACE et M. Anass KADI**

ENS Rennes

Service : SUNI PFT

**Identité de l'acheteur :**

Ecole Normale Supérieure de Rennes

Campus de Ker Lann – 11 avenue Robert Schuman

35170 Bruz

Mail : [finances@ens-rennes.fr](mailto:finances@ens-rennes.fr)

Tél : 02 99 05 93 00

---

## SOMMAIRE

---

Préambule .....	3
1 Objet de la consultation.....	3
2 Spécifications techniques.....	3
3 Equipement destiné à la numérisation de surfaces et d'outils coupants.....	4
3.1 Mesure de haute précision de la topographie 3D d'objets, de rugosité de surfaces et la mesure de géométrie de pièces.....	4
3.2 Chaîne logicielle d'analyse de données des mesures .....	5
3.3 Installations, fonctionnements, services, maintenances .....	5
3.4 En option .....	6
4 Réponse attendue.....	7

## Préambule

Cette consultation est soutenue par le Fonds européen de développement régional FEDER – Programme FEDER-FSE + Bretagne 2021-2027 cofinancé par l'Union Européenne, la Région Bretagne et Rennes Métropole.

## 1 Objet de la consultation

Le présent marché est divisé en 2 lots. Il s'agit d'acquisition de deux moyens d'enquêtes distincts de type « industrie du futur » dans un contexte usinage. Le besoin est réparti comme suit :

- **Lot 1** : Acquisition, livraison et installation d'un équipement destiné à la numérisation de surfaces et d'outils coupants.
- **Lot 2** : Fourniture d'un système de mesure d'efforts de type dynamomètre rotatif pour l'usinage

Les lots étant distincts, il est donc possible de répondre qu'à un seul des lots, comme aux deux.

Les stipulations du présent CCTP du Lot n°1 concernent la fourniture, la livraison, l'installation, la formation d'un équipement destiné à la mesure de surfaces (sur des pièces/produits) et à la mesure de géométries d'outils coupants, y compris fournitures et prestations associées pour l'Ecole normale supérieure de Rennes (ENS Rennes).

L'ENS Rennes développe des activités de conseils en innovation autour des procédés de fabrication, notamment en usinage. Elle se positionne comme un centre de R&D mutualisé et recherche des moyens d'enquête high-tech.

L'ENS Rennes souhaite se donner les moyens de conforter et de mettre en œuvre son rôle d'accélérateur technologique, pour répondre aux problématiques d'usinage et de fabrication rencontrées par les entreprises, avec une articulation sur les autres activités de sa plateforme SUNI PFT : formation initiale et continue tout au long de la vie, emploi, innovation et recherche. Ce projet s'inscrit dans le contexte « Industrie de futur », volet « numérisation ».

Dans le cadre du projet CPER Industrie du futur (Contrat de Plan Etat Région), l'ENS Rennes souhaite étendre ses moyens d'enquête existants en faisant l'acquisition de matériels pour la numérisation des surfaces et d'outils coupants. Ce nouvel équipement permettra d'étudier les interactions métrologiques (états de surfaces, défauts de forme, dimensionnel) induites par les procédés de fabrication, et de capitaliser des informations précieuses pour des actions correctives ou d'optimisation. Ces équipements renforceront également les potentialités de transfert vers le tissu industriel breton, notamment dans le cadre des nombreux projets liés à l'Usine du Futur (fabrication additive, monitoring et contrôle des procédés, procédés avancés et durables, nouveaux matériaux - assemblages, ...).

## 2 Spécifications techniques

Le système de mesure doit permettre des mesures optiques 3D, sans contact, de dimension, de forme et de rugosité avec un seul et même capteur optique. Il doit permettre la mesure de haute précision de la

topographie 3D d'objets, non transparents, plats ou de formes complexes. Il doit également permettre la mesure de rugosité de surfaces et la mesure de géométrie de pièces. Au-delà de la mesure, le système doit proposer une chaîne logicielle qui permet d'analyser les données des différentes mesures.

Le système doit être capable de mesurer tous types de matériaux métalliques et plastiques, opaques, rugueux, lisses et polis. Le système devra être muni d'un système d'éclairage de type coaxial ou autre, notamment pour faciliter l'acquisition sur les surfaces polies et brillantes. Le système doit être capable d'accueillir des pièces jusqu'à 5 kg ou plus.

### 3 Equipement destiné à la numérisation de surfaces et d'outils coupants

La prestation, objet du présent Cahier des Charges, consiste en la fourniture et l'installation d'un dispositif complet intégrant les caractéristiques et éléments suivants :

#### 3.1 Mesure de haute précision de la topographie 3D d'objets, de rugosité de surfaces et la mesure de géométrie de pièces.

- C1. Le candidat précisera la méthodologie d'acquisition de données 3D sans contact. Il expliquera le principe de fonctionnement. Une mesure de pièce test, fournie par l'ENS Rennes, sera demandée dans le cadre de cet appel d'offre.
- C2. Le candidat précisera la résolution verticale (en nanomètre) et la résolution latérale optique (en micromètre) de son système. Les attentes de précision sont une assurance d'une résolution verticale de 100 nanomètres et d'une résolution latérale optique de 1 micromètre.
- C3. Le candidat précisera la plage de mesure de rugosité de différentes surfaces avec Ra, Sa. Par exemple, échelle de mesure entre XXX nm et YYY nm.
- C4. Le candidat précisera, pour les mesures de pente très raides, les angles et les résolutions limites possibles.
- C5. Le candidat précisera les incertitudes de mesure dans chaque direction.
- C6. Le candidat précisera la méthodologie d'acquisition de géométrie pour des outils coupants. Il expliquera le principe de fonctionnement et montrera comment son système est en mesure de numériser qualitativement un outil coupant. Une mesure de pièce test, fournie par l'ENS Rennes, sera demandée dans le cadre de cet appel d'offre. Le candidat précisera notamment s'il dispose d'un porte échantillon, avec axe de rotation et d'inclinaison motorisé de haute précision, permettant de mesurer automatiquement la forme et la rugosité d'un objet complexe complet. Le positionnement de cet axe doit être aisé, le câblage doit être facile et rapide.
- C7. Le candidat précisera les normes standards (ISO, DIN,) couvertes par le moyen pour la mesure outils coupants et les mesures de surfaces.

- C8. Le candidat précisera les solutions de son système de type éclairage (annulaire, éclairage coaxial, ...) permettant d'assurer l'homogénéisation de l'éclairage de la surface, même en cas de présence de défauts de surface, de surfaces polies, ... Il précisera les avantages de sa solution (typicité de formes mesurables, matériaux exotiques comme le verre).
- C9. Le candidat précisera la gamme d'objectifs proposée. Il précisera comment cette configuration d'objectifs permet d'assurer la détection de données et la représentation d'informations en couleurs (photo de l'objet). Le candidat précisera si le changement d'objectif est motorisé.

### 3.2 Chaîne logicielle d'analyse de données des mesures

- C10. Le candidat précisera les outils et logiciels associés, composant le dispositif proposé, et qui permettent une analyse des données, mesurées, avec une grande précision, sur :
- Les mesures volumétriques ;
  - Les mesures dimensionnelles ;
  - La mesure des profils (forme, rugosité du profil) ;
  - La mesure de la texture superficielle (rugosité) de différentes surfaces (taille de surface, Sa, Sq, Sz, etc ...) ;
  - L'évaluation des arêtes (angle, rayon, forme, contour, etc ...) ;
  - La déviation de forme par comparaison des données de mesure et du modèle CAO (formats d'importation classiques : STL, IGES, STP) ;
  - L'analyse des arêtes de coupe droites, circulaires et elliptiques ;
  - L'analyse de l'usure par comparaison de 2 ensembles de données.

Les mesures des « deux » pièces tests devront mettre en avant ces possibilités.

- C11. Le candidat précisera si son dispositif permet la gestion de l'ensemble des déplacements, l'acquisition et l'exploitation des mesures via un PC industriel (permettant le stockage de données). Le PC industriel devra être inclus dans l'offre.
- C12. Le candidat précisera la chaîne logicielle permettant la fusion automatique des données, pour acquérir automatiquement les données d'objet 3D de forme complexe (outils d'usinage), avec une unité rotative automatique. Le résultat doit être un jeu de données complet de toute la surface des objets 3D complexes.
- C13. Le candidat précisera les dispositifs de ports et / ou canaux de communication pour exporter les données déterminées au moyen du logiciel d'acquisition et de traitement. Les différents formats d'export devront être listés (rapport, fichier de point, image, 3D, ...).

### 3.3 Installations, fonctionnements, services, maintenances

- C14. Le candidat présentera dans son offre les moyens humains et techniques mis en œuvre pour l'installation et la mise en service : méthodologie, désignation d'un interlocuteur, équipe chargée de l'installation, etc...

- C15. Le candidat précisera si des équipements (établis, armoires, étagères...) sont nécessaires pour installer le matériel.
- C16. Le candidat précisera les besoins de connexions électriques.
- C17. Le candidat précisera, dans son offre, les délais de livraison.
- C18. Le candidat précisera la dimension totale du système : ordinateurs, systèmes d'interactions/périphérique, logiciels...
- C19. L'ordinateur (ou chaque ordinateur) doit être fourni(s) avec 1 clavier, souris et moniteur associés.
- C20. Le candidat intégrera dans son offre l'ensemble de son système avec la suite logicielle demandée au critère C9.
- C21. Le candidat devra fournir un guide d'utilisation au format numérique.
- C22. Une formation à l'utilisation, aux moyens de contrôle et à la maintenance de premier niveau sera assurée par le candidat, auprès du personnel de l'Ecole. Cette formation devra comprendre au minimum : le paramétrage et la mise en service du système, la maintenance de 1<sup>er</sup> niveau et la maintenance préventive.
- C23. Les prestations de garantie, d'étalonnage et de maintenance devront être assurées pendant une année, à partir de la validation de service régulier et seront incluses dans le prix global et forfaitaire au même titre que la fourniture, la livraison, l'installation, la formation, la mise en service du matériel et les frais de déplacement liés à ces prestations. Les prestations comprennent la maintenance préventive, curative et évolutive (matériels, logiciels et consommables). Une extension des mises à jours logicielles est souhaitée à deux années supplémentaires (soit trois années à partir de la validation de service régulier).
- C24. L'offre doit mentionner sur son offre de base :
- Le coût du dispositif et son installation ;
  - Le coût et le temps de formation ;
  - Le coût annuel de maintenance du matériel ;
  - Le coût annuel des licences logicielles ;
  - Les garanties proposées pour l'ensemble de l'équipement et les éventuels coûts associés.
- C25. A chaque intervention, le prestataire devra veiller à se conformer au règlement intérieur de l'établissement et aux règles d'hygiène et de sécurité.

### 3.4 En option

- C26. Une prolongation des prestations de garantie et de maintenance, aux mêmes conditions que celles cités précédemment, fera l'objet d'une proposition chiffrée séparément et/ou incluse dans le prix forfaitaire.

C27. Nous souhaitons inclure une journée de soutien technique, après la première année. Un ingénieur nous proposera une aide technique sur site pour régler nos problèmes techniques, pour approfondir nos compétences et pour optimiser notre utilisation de la machine par rapport à nos applications.

C28. Des propositions de fonctionnalités supplémentaires peuvent être proposées.

## 4 Réponse attendue

La proposition devra comporter :

- Une proposition financière détaillée ;
- La fiche réponse ci-jointe remplie ;
- La description de la machine, de ses environnements et de la chaîne logicielle ;
- Le délai de livraison après réception de la commande ;
- Le plan d'encombrement au sol et d'installation de la machine (câblage électrique, air comprimé...).

Sur la proposition financière, devront être indiqués très clairement :

- Le prix de la machine, installation et formation inclus ;
- La description de la machine ;
- Le prix de la maintenance machine (pièces et main d'œuvre), une année après l'acquisition de la machine ;
- Le prix des mises à jour logicielles ; trois années après l'acquisition de la machine ;
- Des journées de soutien technique sur site (1 jour après la première année) ;
- Des options proposées par le constructeur.

A Bruz, le 29/11/2029

**Pour l'ENS Rennes**

Le Président  
Pascal MOGNOL

Acceptation du titulaire

(nom, qualité, signature et cachet  
commercial)