



**CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES (C.C.T.P.)**

**Acquisition d'un diffractomètre à rayons X de paillasse ou compact pour les Enseignements de Travaux Pratiques de Chimie du Solide de l'Université de Rennes**

**2025045PAF**

Personne publique :

UNIVERSITE DE RENNES  
POLE DES MARCHES  
Campus de Beaulieu  
263 Avenue du Général Leclerc  
CS 74205  
35042 RENNES CEDEX

Objet de l'appel d'offres :

**Fourniture, livraison, installation et mise en service d'un diffractomètre à rayons X de paillasse ou compact pour les Enseignements de Travaux Pratiques de Chimie du Solide de l'Université de Rennes**

**CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES**

<b>Personne responsable de l'achat :</b> Mme Stéphanie Députier Maître de Conférences Université de Rennes Bureau 43, Bat.10A, Campus de Beaulieu 263 Avenue du Général Leclerc 35042 RENNES Cedex, FRANCE e-mail : <a href="mailto:stephanie.deputier@univ-rennes.fr">stephanie.deputier@univ-rennes.fr</a>	<b>Adresse de livraison :</b> Université de Rennes Pièce 956, rez-de-jardin du Bat.7 Campus de Beaulieu 263 Avenue du Général Leclerc 35042 RENNES Cedex, FRANCE
--	---

## Table des matières

<b>1. Contexte d'utilisation .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Description de l'équipement .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Caractéristiques techniques attendues .....</b>	<b>4</b>
<b>4. Forme et contenu du prix .....</b>	<b>5</b>
<b>5. Condition d'exécution et délai d'exécution.....</b>	<b>5</b>
a- Transport et emballage.....	6
b- Livraison .....	6
c- Installation par le titulaire.....	6
d- Constatation de l'exécution des prestations.....	7
<b>6. Formation – Documentation technique.....</b>	<b>7</b>
<b>7. Garantie .....</b>	<b>8</b>
<b>8. Maintenance et réparation .....</b>	<b>8</b>

## 1. Contexte d'utilisation

Les formations scientifiques dispensées à l'Université de Rennes ont notamment pour objectif de former des professionnels compétents et innovants, capables de répondre aux actuels et futurs défis technologiques et scientifiques. Dans ce contexte, les équipements de pointe jouent un rôle crucial dans la formation des étudiants en leur offrant une expérience pratique avec des technologies avancées. Leurs compétences techniques sont ainsi renforcées et les futurs diplômés sont mieux préparés à relever les défis professionnels et à s'adapter rapidement à leurs futurs environnements de travail.

Dans le cadre des formations dispensées à l'Université de Rennes (Licences et Masters de Chimie et Physique-Chimie, Spécialité Matériaux de l'ESIR), le diffractomètre de paillasse est un outil d'analyse essentiel puisqu'il permet de caractériser rapidement et précisément les matériaux préparés pendant les Travaux Pratiques (TP) de chimie du solide. Il permet de vérifier la pureté des échantillons, d'identifier les phases présentes et de déterminer les paramètres de maille. Les étudiants peuvent ainsi comprendre les propriétés des matériaux et se familiariser avec les techniques de diffraction des rayons X. C'est donc un équipement pratique indispensable en cristallographie et science des matériaux. Cet instrument est également utilisé dans les services de R&D et de contrôle qualité des entreprises, services dans lesquels les étudiants pourront être amenés à travailler.

Le nouvel équipement viendra remplacer un équipement vieillissant ( $\geq 15$  ans) afin que les étudiants soient toujours au plus près des technologies actuelles. Les échantillons à analyser, préparés en TP (oxydes métalliques, pérovskites, ferrites, aluminosilicates, halogénures, sulfures, ...), seront principalement sous forme de poudres. Des échantillons massifs devront également pouvoir être caractérisés, de même que de faibles quantités de poudre ( $\sim 100$  mg).

## 2. Description de l'équipement

Le diffractomètre à Rayons X recherché doit être compatible avec une installation sur une paillasse et présenter *a minima* les caractéristiques énoncées au paragraphe 3, permettant de s'affranchir d'une déclaration auprès de l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN). Il sera installé dans une salle climatisée.

L'appareil devra également être accompagné de licences multipostes afin que les étudiant.es puissent traiter leurs données simultanément. A ce titre une base de données très fournie et récente devra être proposée pour aider les étudiants à l'interprétation de leurs diffractogrammes. L'interface permettant la recherche de phases devra être conviviale pour une prise en main rapide par les étudiants.

Plusieurs porte-échantillons seront nécessaires pour les TP. A des fins pédagogiques, la préparation et la mise en place du porte-échantillon devront se faire facilement et être supportées par une mécanique de positionnement très robuste. Les porte-échantillons devront également être robustes et d'entretien facile et rapide.

Une formation sur l'appareil et sur les logiciels de traitement sera demandée afin de former les enseignants et techniciens susceptibles de manipuler le diffractomètre de Rayons X.

### 3. Caractéristiques techniques attendues

#### Structure et configuration globale

Le **goniomètre** est à géométrie **thêta-thêta ou thêta-2thêta** (système **Bragg-Brentano** en réflexion) muni d'une source de rayons X dont les caractéristiques permettent de **s'affranchir d'une déclaration auprès de l'Autorité de Sûreté Nucléaire (ASN)**. Le **générateur** a une puissance de 300W minimum en travail à 30kV et un niveau de radiation inférieur à 1μSv/h.

L'appareil est **compact**, pèse moins de 200 kg et il est branché sur une alimentation **220V-50/60 Hz**.

Les analyses se font sur **poudre** et sur échantillon **massif**.

La **plage angulaire** du faisceau doit se situer entre  $-3^\circ < 2\theta < 140^\circ$ , avec un pas minimum  $\leq 0,005^\circ$  (2thêta), une résolution  $\leq 0,04^\circ$  (2thêta) à  $\sim 30^\circ$  (2thêta), une linéarité  $\leq 0,04^\circ$  (2thêta).

#### Source de rayons X et optiques

Le tube à rayons X céramique délivrera un **rayonnement au Cu**. Le système de refroidissement interne ou externe doit permettre un entretien courant facile et nécessiter peu voire pas de consommables.

Les équipements additionnels usuels suivants sont attendus : fentes de Soller et de divergence, fente anti-diffusion, filtres.

#### Détecteur

Le détecteur, composé de pistes de silicium 1D, doit posséder une résolution en énergie  $< 1000$  eV pour un rayonnement au Cu K $\alpha$  à 298 K.

#### Supports d'échantillons

La gamme de supports est adaptée pour les échantillons suivants :

- Poudres : 3 porte-échantillons (au minimum) de profondeur standard et 1 (au minimum) de faible profondeur,
- Échantillons massifs ( $< 10 \text{ cm}^3$ ) : 1 support au minimum.

#### Informatique

Le logiciel de commande sous licence, installé sur le diffractomètre ou un ordinateur annexe, doit permettre le contrôle du diffractomètre ainsi que l'acquisition et la visualisation des diagrammes. Ce logiciel ou un second logiciel doit permettre la recherche de phase (à l'aide de la base COD qui sera fournie), l'indexation et le traitement des données de diffraction.

En plus de cette licence, cinq licences supplémentaires seront fournies *a minima* pour permettre une utilisation sur 5 postes fixes ou PC portables.

#### Bases de données

Fourniture et installation de la base COD avec licence pour chaque poste de travail additionnel.

#### Métrologie-étalonnage

Les accessoires et étalons nécessaires à l'alignement du faisceau seront inclus.

#### Prestations supplémentaires éventuelles (PSE) à réponse obligatoire

Les options suivantes ou prestations supplémentaires éventuelles à réponse obligatoire seront susceptibles d'être retenues (si elles ne sont pas déjà incluses dans l'offre de base) :

- **PSE n° 1 : Rotation du support de l'échantillon,**
- **PSE n° 2 : Support pour échantillons sensibles à l'air.**

### **4. Forme et contenu du prix**

Le prix du marché est forfaitaire.

L'offre devra être exprimée en Euros.

Les prix détaillés HT des matériels, de leurs accessoires, et de la formation du personnel utilisateur, objet du présent marché, figurent à l'annexe de l'acte d'engagement. Au prix HT s'appliquera la taxe sur la valeur ajoutée (TVA) selon le taux en vigueur au jour de la facturation. Les prix sont réputés comprendre toutes les charges fiscales, parafiscales ou autres frappant obligatoirement la prestation, ainsi que tous les frais afférents au conditionnement, à l'emballage, à la manutention, à l'assurance, au stockage, au transport jusqu'au lieu de livraison et à l'installation et doivent inclure tous les frais induits par les frais de douane, la livraison, la mise en service, le contrôle du bon fonctionnement. Le prix inclut également la formation sur site.

Le paiement sera effectué en Euros.

### **5. Condition d'exécution et délai d'exécution**

Le présent marché prend effet à compter de sa date de notification.

Les délais de livraison, d'installation, de mise en service et de formation du personnel utilisateur doivent figurer clairement sur l'offre et doivent être détaillés. Ce délai court à compter de la date de notification du marché.

Le délai de livraison attendu est de 4 mois maximum après la notification.

Si le délai de livraison indiqué par le titulaire dans son offre est dépassé, y compris en cas de rupture de stocks, celui-ci encourt les pénalités prévues au CCAP du marché.

Si la nature du matériel commandé peut justifier une admission en franchise des droits de douane, l'ordre de dédouanement ne sera pas donné avant notification de la Direction Générale des Douanes et Droits Indirects. Les délais de notification de la Direction Générale des Douanes et Droits Indirects sont inclus dans les délais de livraison, ils ne seront prolongés que si le titulaire du marché apporte par écrit la preuve qu'il a fait toutes les démarches auprès

de la Direction Générale des Douanes et Droits Indirects pour obtenir des délais reconnus comme convenus et que les retards ne lui sont pas imputables.

### ***a) Transport et emballage***

Conformément à l'article 20.3 du CCAG/FCS, les risques afférents au transport jusqu'au lieu de destination incombent au titulaire. Les fournitures seront livrées à destination franco de port. Le transport s'effectuera sous la responsabilité du titulaire du marché jusqu'au lieu de livraison. Le titulaire sera responsable des opérations de conditionnement, d'emballage, de chargement, d'arrimage, de déchargement et de déballage.

### ***b) Livraison***

Les livraisons s'effectueront les jours ouvrés du lundi au vendredi de 8h à 12h et de 14h à 17h à l'adresse précisée ci-après :

Université de Rennes  
Campus de Beaulieu  
Pièce 956, rez-de-jardin du Bat.7  
263 Avenue du Général Leclerc  
35042 RENNES Cedex, FRANCE

La date exacte de livraison des prestations sera fixée de commun accord entre la Personne Publique et le titulaire.

Les prestations de livraison comprendront le transport du matériel sur le lieu d'installation.

La livraison des prestations sera constatée par la délivrance d'un récépissé au titulaire ou par la signature d'un double du bulletin de livraison.

### ***c) Installation par le titulaire***

Le titulaire du marché assurera l'intégralité de l'installation, des raccordements électriques et des fluides et de la mise en service du matériel sans supplément de frais, dans le délai qu'il aura mentionné dans son offre, et qui débute à compter de la date de livraison. Ces opérations seront effectuées en présence du personnel technique de la salle de TP.

Lors de la 1<sup>ère</sup> mise en service du matériel, le titulaire communiquera à l'acheteur les résultats des tests sur site de l'équipement.

Le titulaire du marché s'engagera à fournir à la livraison toute la documentation technique nécessaire à une utilisation optimale du matériel livré, à son entretien courant et à la réparation des pannes de 1<sup>er</sup> niveau. Tous les schémas technologiques seront fournis. Il s'engagera également à fournir les éventuels documents rectificatifs sans supplément de prix

### ***d) Constatation de l'exécution des prestations***

A l'issue de l'installation, les opérations de vérification d'aptitude et de service régulier sont effectuées par le représentant technique du département chimie dans les conditions définies ci-après :

Les opérations consisteront en la vérification de la conformité de la livraison, du bon fonctionnement du matériel livré conformément aux Prescriptions Techniques Générales décrites dans la section "Caractéristiques techniques attendues" du présent CCTP et de la fourniture des documents décrits dans la section " Formation - Documentation technique " du présent document. Si la livraison répond aux spécifications techniques et si les essais sont satisfaisants, la réception provisoire du matériel sera prononcée immédiatement. Un Procès-verbal (P.V) sera alors établi par la personne responsable de l'achat et sera notifié au titulaire.

La réception définitive aura lieu dans un délai de huit (8) semaines après la réception provisoire. Un Procès-verbal sera alors établi par la personne responsable de l'achat et sera notifié au titulaire.

Si les essais révèlent que tout ou partie de la fourniture ne correspond pas aux spécifications techniques ou n'est pas d'un fonctionnement satisfaisant, la réception sera ajournée, et le titulaire devra notifier une seconde mise en ordre de marche. Les matériels reconnus défectueux ou non conformes à la commande devront être repris par le titulaire, aux frais de celui-ci. Le titulaire à la charge complète de remplacer également les matériels en cause, à ses frais, dans un délai maximum de quinze (15) jours à partir de la date de notification du rejet.

## **6. Formation – Documentation technique**

Une formation lors de la mise en service de prise en main sera assurée au sein du site pour les enseignants et personnels techniques soit 4-5 personnes. L'objet de cette formation portera sur la mise en œuvre pour opérateur débutant/confirmé et la maintenance préventive de la machine.

Le titulaire fournira à l'Université de Rennes en 1 exemplaire papier et 1 exemplaire numérique l'ensemble de la documentation nécessaire à l'installation, l'utilisation et la maintenance de l'équipement et du logiciel de pilotage.

Ces documents seront livrés au plus tard lors de la mise en service de la machine.

Le coût de la formation devra être inclus dans l'offre.

Le pilote est accompagné d'une documentation technique en langue française. Un dossier machine est fourni comprenant l'identification de tous les matériels, composants, en liaison avec les schémas détaillés.

## **7. Garantie**

Les offres préciseront les conditions de garantie proposées par le vendeur. Le titulaire doit proposer une assistance téléphonique gratuite sur toute la durée de vie de l'appareil. Les candidats pourront proposer une télémaintenance gratuite pour accéder à distance à l'appareil.

Le titulaire garantit l'ensemble des caractéristiques techniques décrites dans le présent CCTP pendant toute la durée de la garantie.

**La garantie sera au minimum de 24 mois pièces, main-d'œuvre et déplacements** à partir de la date de l'admission technique du matériel, concrétisée par un procès-verbal d'admission. Cette garantie devra couvrir l'ensemble des équipements installés, y compris les logiciels. Une visite annuelle pendant la durée de garantie est demandée. Une garantie plus longue serait appréciée.

L'option suivante ou prestation supplémentaire éventuelle à réponse obligatoire sera susceptible d'être retenue (si elle n'est pas déjà incluse dans l'offre de base) :

**- PSE n° 3 : Extension de garantie (+ 12 mois au-delà de la garantie initiale)**

Les candidats devront décrire explicitement la durée, les conditions de la garantie et si l'offre de base inclut la fourniture d'année(s) de contrat de maintenance (en précisant les caractéristiques du contrat).

Les candidats devront également clairement indiquer l'organisation de leur service après-vente (implantation, sous-traitance ou non, délais, support téléphonique...) notamment l'existence et les modalités de dépannage.

## **8. Maintenance et réparation**

La maintenance est assurée par le titulaire durant la période de garantie de base. Ces prestations sont comprises dans l'offre de base et les procédures d'intervention définies dans cette offre devront être respectées. A l'issue de la période de garantie de base, la maintenance pourra être assurée par le titulaire ou un représentant habilité, à la demande de l'Université de Rennes.

Trouver un service après-vente (SAV) réactif est essentiel, afin de bénéficier d'interventions rapides et sans frais de déplacement excessifs.

Le titulaire précisera dans son offre, le cas échéant :

- le délai de réponse, devis inclus,
- le délai d'intervention,
- le coût horaire,
- le coût du déplacement sur site,
- les types de contrat de maintenance et leurs coûts annuels,
- les possibilités de remplacement de l'appareil en cas de dysfonctionnement,
- les moyens humains assurant le SAV.

Afin de permettre à l'Université de prévoir les dépenses d'exploitation générées par l'équipement objet de la présente consultation, le candidat précisera à titre d'information une estimation des coûts de fonctionnement induits par l'achat de l'appareil (consommables, upgrade appareil/logiciel, durée de vie, pièces détachées, pièces d'usures, ...).



## **9. Récapitulatif des prestations supplémentaires éventuelles (PSE) à réponse obligatoire (ou options)**

Les prestations supplémentaires éventuelles (PSE) à réponse obligatoire suivantes devront faire l'objet d'une proposition technique et financière (en Annexe n° 1 à l'Acte d'Engagement) distincte :

- **PSE n° 1 : Rotation du support de l'échantillon**
- **PSE n° 2 : Support pour échantillons sensibles à l'air**
- **PSE n° 3 : Extension de garantie (+ 12 mois au-delà de la garantie initiale)**