

Cahier des Charges Techniques et Clauses Particulières - Projet I2SES

Acquisition d'un Microscope FTIR pour analyses en boîte à gants

1. Introduction

Ce document définit les spécifications techniques et les conditions contractuelles pour l'acquisition d'un microscope infrarouge à Transformée de Fourier FTIR destiné à des analyses hyperspectrales infrarouges dans une boîte à gants. Cet équipement sera installé au sein de l'Institut d'Astrophysique Spatiale (IAS) dans le cadre du projet I2SES (Imaging and Infrared Spectrometers for Extraterrestrial Samples).

2. Description générale du projet

Le projet I2SES vise à analyser et caractériser de manière non destructive et non invasive des échantillons extraterrestres dans un environnement contrôlé et sans contamination. Ces analyses permettront de mieux comprendre les processus physico-chimiques ayant influencé l'évolution du système solaire.

Un spectromètre infrarouge à transformée de Fourier (FTIR) intégré dans un microscope infrarouge sera un outil clé pour réaliser des études multi-échelles basées sur l'imagerie hyperspectrale infrarouge (IR). Dans ce CCTP nous appellerons cet ensemble "microscope FTIR". Le microscope FTIR sera utilisé pour identifier les phases minérales et organiques dans une gamme spectrale de 2–15 μm . Il devra être intégré dans une boîte à gants dédiée (qui n'est pas objet de ce marché) sous atmosphère contrôlée d'azote (N_2).

Le marché est composé d'une tranche ferme et d'une tranche optionnelle relative à la maintenance. La tranche ferme comprend : la fourniture, la livraison, l'installation, la mise en service, la formation, le Service Après-Vente et la garantie de l'équipement. La tranche optionnelle comprend la maintenance (1 visite de maintenance préventive et dépannages occasionnels)

3. Nature de la prestation et planning

Livrables :

1. Un microscope FTIR (Spectromètre FTIR intégré dans un microscope infrarouge) équipé pour l'imagerie hyperspectrale IR avec détecteurs spécifiques opérant dans le

domaine du proche au moyen IR (2–15 μm), avec accessoires conformes aux spécifications.

2. Un logiciel de contrôle et d'analyse de données.
3. Documentation technique et mode d'emploi détaillés.
4. Résultats des vérifications (par exemple : mesure du signal sur les différents détecteurs et leur performance, mesure hyperspectrale sur des échantillons de test).

L'équipement devra répondre aux spécifications techniques détaillées ci-dessous, tout en respectant les normes européennes.

Planning et délais d'exécution :

- Le délai maximum de livraison est de 9 mois à compter de la date de notification du marché.
- Le délai maximum d'installation et de mise en service est de 1 mois à compter de la date de livraison sur site.
- La formation des utilisateurs de l'IAS doit être assurée à la suite de l'installation et de la mise en service de l'équipement dans un délai de 1 mois.
- La garantie attendue sur cet équipement doit être de 12 mois minimum à partir de la date de la validation indiquée sur la décision d'admission des prestations (formulaire CERFA EXE3).
- Les vérifications d'admission seront effectuées en deux étapes :
 1. Délai dont dispose l'établissement pour notifier sa décision dans le cadre de la vérification d'aptitude (formulaire EXE 3) : 30 jours calendaires à compter de la mise en ordre de marche.

La vérification d'aptitude concerne les spécifications fonctionnelles relatives aux performances spectrales et spatiales de l'équipement (voir plus haut).
 2. Délai dont dispose l'établissement pour notifier sa décision (formulaire EXE 3) dans le cadre de la vérification de service régulier : 60 jours calendaires à compter de la notification de la décision positive de vérification d'aptitude au titulaire.

La vérification de service régulier a pour objet de constater que les prestations fournies sont capables d'assurer un service régulier dans les conditions normales d'exploitation dans la boîte à gants, en particulier des performances spectrales et spatiales qui ne se dégradent pas dans les 60 jours suivant l'installation.

4. Caractéristiques techniques

4.1 Microscope FTIR

- **Gamme spectrale** : 2–15 μm couvrant l'infrarouge moyen (MIR) et le proche infrarouge (NIR).
- **Source** : Une source IR de type Global est préférée aux sources laser pour l'éclairage de l'échantillon, afin de minimiser les risques de modifications physiques ou chimiques.

- **Détecteurs** : Le setup doit inclure un détecteur à matrice bidimensionnelle (Focal Plane Array, FPA) et un ou plusieurs détecteurs de type MCT, sensibles pour des analyses précises dans le MIR.
- **Mode d'analyse** : Transmission et réflexion avec objectifs adaptés pour des grossissements faibles et élevés.
- **Résolution spatiale** : Limitée par la diffraction, avec une taille de pixel projetée sur le plan focal $< 20 \mu\text{m}$.
- **Étendue du champ de vision** : $> 100 \mu\text{m}$ par acquisition, avec possibilité de cartographier des images pour des échantillons de taille centimétrique.
- **Distance de travail** : L'objectif du microscope doit avoir une distance de travail supérieure à 15 mm (idéalement $> 20 \text{ mm}$) et le setup doit permettre d'analyser des échantillons qui pourront avoir des épaisseurs entre quelques micromètres et quelques millimètres.
- **Encombrement** : Le microscope doit pouvoir passer par une ouverture de 696 mm x 816 mm (ouverture maximale de la boîte à gants).
- **Fonctionnalités avancées** : Les détecteurs du microscope doivent pouvoir être refroidis en azote liquide sans ouverture de la boîte à gants.

4.2 Logiciel de contrôle, d'acquisition et de traitement de données

- Interface intuitive permettant le contrôle de l'instrument, des déplacements motorisés (précision $< 1 \mu\text{m}$), et l'acquisition de données hyperspectrales.
- Compatibilité des données en format standard ascii (par exemple .dat, .csv, .txt ou autres équivalents) pour partage, archivage et lecture avec d'autres logiciels de traitement de données disponibles dans le commerce. Si possible, une structuration des données qui permette un export automatique en format ascii d'une grande quantité de données.
- Possibilité pour l'utilisateur d'afficher facilement les images IR et visibles et de passer de l'une à l'autre.
- Compatibilité avec bibliothèques de spectres existantes.
- Affichage en Français (de préférence) ou en Anglais.
- Fonctionnalités d'analyse, de sauvegarde, de stockage et d'export adaptées à des volumes importants de données (plusieurs To).

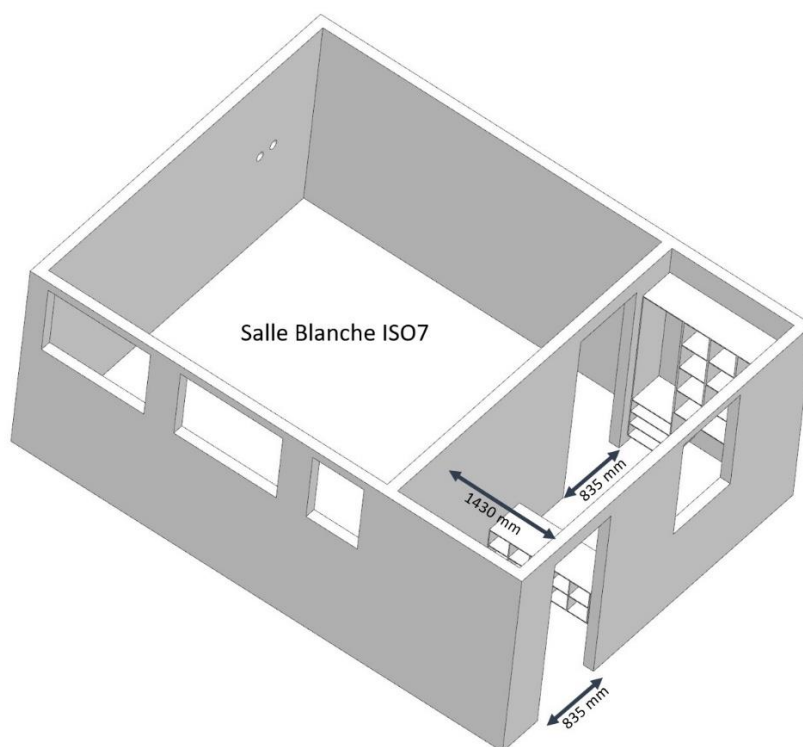
4.3 Contraintes d'encombrement

Le marché n'inclut pas la boîte à gants, mais le microscope FTIR devra répondre aux contraintes d'encombrement suivantes :

- **Dimension de la boîte à gants** : Ouverture : Largeur 700 mm, hauteur 820 mm. Profondeur 1100mm.
- **Atmosphère interne** : le microscope FTIR devra être compatible avec une opération en atmosphère de N_2 purifiée, maintenue sous pression légèrement positive.
- La Boîte à Gants doit permettre l'alimentation du microscope en Azote liquide sans avoir à ouvrir la boîte à gants.

5. Conditions de livraison et de réception

- **Lieu de livraison** : Institut d'Astrophysique Spatiale (IAS), rez-de-chaussée du Bâtiment 105, rue Jean-Dominique Cassini 91405 Orsay, en salle blanche de classe ISO7. Le plan de la salle blanche est montré dans la Figure ci-dessous.
- Le microscope FTIR sera rentré en salle blanche entièrement monté.



6. Tests de conformité : Le fournisseur effectuera des essais avec les agents de l'IAS, incluant :

- Vérification des performances spectrales et spatiales.
- Validation des conditions d'installation dans la boîte à gants.

Une documentation complète (tests, mesures, manuel utilisateur) sera remise en format papier et électronique.

7. Garantie et SAV

- **Durée minimale de garantie** pour le setup complet : 12 mois.
- **Service après-vente (SAV)** : Indiquer un contact technique dédié. Le délai d'intervention maximal en cas de panne doit être inférieur à 21 jours calendaires à compter de l'émission du bon de commande relatif à l'intervention demandée. Les interventions se feront uniquement du lundi au vendredi, entre 9h et 17h, hors jours fériés.

8. Critères d'évaluation des offres

Les offres seront évaluées sur :

- **Prix de l'offre (sur 45 points)**

- **Valeur technique de l'offre (sur 45 points) :**
 1. Caractéristiques techniques et fonctionnelles de l'équipement et ses accessoires en adéquation avec le besoin et le cahier des charges. (30 points)
 2. Interface logicielle et software proposé pour le contrôle de l'instrument, le traitement et retraitement à posteriori des données. (5 points)
 3. Contenu et modalités de la garantie proposée, description du support du SAV proposé. (5 points)
 4. Contenu de la formation proposée. (5 points)

- **Développement Durable et Responsabilité sociétale (sur 10 points) :**
 1. Dispositions arrêtées par l'entreprise en matière de gestion des pièces détachées, des consommables et de l'obsolescence électronique, qualité recyclée des matériaux et composants proposés. (4 points)
 2. Consommation énergétique de l'équipement (à l'utilisation, en veille). (3 points)
 3. Consommation d'Azote totale (fonctionnement normal et purges et hors fonctionnement de l'appareil). (3 points)

9. Contacts

Contacts techniques

Bruno BORGIO / bruno.borgio@universite-paris-saclay.fr

Rosario BRUNETTO / rosario.brunetto@universite-paris-saclay.fr

Contact administratif :

Saliha HAMDY / saliha.hamdi@universite-paris-saclay.fr