

OBJET : **Acquisition d'un système d'ablation laser femtoseconde
(ALFs) pour Nantes Université**

Cahier des Clauses Techniques Particulières

CCTP n°25004A00F

Procédure N° 25004A00F

Article 1 – Objet et contexte du marché public

Le présent marché a pour objet l'acquisition d'un système d'ablation laser femtoseconde (LAFs) pour le laboratoire de Planétologie et Géosciences (LPG) de Nantes Université.

Cet achat s'effectue dans le cadre de l'opération « ICMEA » de Nantes Université. Le système d'Ablation Laser femtoseconde (Abréviation anglaise : LAFs) sera couplé à l'instrument Agilent 8900 ICP-MS-QQQ du LPG.

Le couplage instrumental système d'ablation laser femtoseconde (LAFs)-ICP-MS-QQQ Agilent 8900 fera partie de la plateforme d'analyses géochimiques du LPG à Nantes. Cet instrument sera aussi recensé dans l'Infrastructure de Recherche (IR) RéGEF au niveau national, dans l'Infrastructure de recherche Ligérienne GEOBIOSE et enfin dans la plateforme d'analyse de l'OSUNA. Il se destine donc aux chercheurs et enseignants chercheurs du LPG mais aussi à des structures de recherche associées.

Cet instrument sera utilisé à des fins de recherche (70% du temps de fonctionnement), d'enseignement (25 % du temps) et pour effectuer occasionnellement des prestations de service (<5% du temps).

Article 2 – Composition et caractéristiques de l'équipement

2.1 Contexte d'utilisation

L'équipement est destiné à la mesure ponctuelle des concentrations et à la cartographie chimique des éléments majeurs, mineurs et traces dans des échantillons solides présentant des matrices extrêmement variées.

Les données qui devront être mesurées par l'équipement sont :

- Concentration en majeurs, traces et ultra-traces.
- Rapports isotopiques.

Matrices couramment analysées au laboratoire. :

- Silicates
- Oxydes
- Carbonates
- Glaces

Matrices émergentes :

- Sols
- Sulfures
- Phosphates
- Végétaux

Le système d'ablation laser femtoseconde devra être compatible pour un couplage à l'instrument Agilent 8900 ICP-MS-QQQ.

2.2 Caractéristiques techniques

1. Source laser :

- La durée du pulse laser doit être inférieure à 300 fs.
- La fréquence de tir doit, au minimum, se situer dans un intervalle de 1 à 1000 Hz avec un pas de 1Hz.
- La longueur d'onde doit être de 257 nm.
- Stabilité en énergie : au minimum 0.5 % RSD sur 24 heures et inférieur à <1kHz
- Les caractéristiques énergétiques doivent permettre au minimum d'analyser les matrices couramment utilisées par le laboratoire (voir section 2.1)
- Dans le cadre des matrices émergentes cités en section 2.1, si elles ne peuvent être analysée par le système proposé, le constructeur doit citer ces matrices et peut proposer en variante facultative une solution permettant l'analyse de ces matrices.
- Profil énergétique du faisceau laser : le plus plat possible.

2. Banc optique:

- Le spot devra être de forme ronde et proposer, au minimum, une gamme 4-65 microns.

3. Synchronisation avec le laser-ICP-MS :

- Le logiciel du système d'ablation laser doit permettre de programmer des séries d'analyses et de gérer la communication avec l'ICP-MS-QQQ Agilent 8900 en mode automatique via un déclencheur.
- Le (déclencheur - trigger) synchronisera automatiquement les tirs laser et l'acquisition des données lors des séries d'analyses et devra pouvoir arrêter le programme d'analyse en cours en cas de dysfonctionnement de l'ICP-MS-QQQ Agilent 8900.

4. Image Vidéo :

Le constructeur devra spécifier :

- Le grossissement la résolution maximale du zoom optique video,
- Le grossissement et la résolution maximale du zoom numérique du logiciel,
- Le nombre de pixels de la caméra doit être entre 2 et 5 Mégapixels.
- L'image vidéo devra proposer les éclairages suivants :
 - o Transmis
 - o Réfléchi
 - o Oblique
 - o Polarisation croisée
- Ces éclairages devront être pilotables depuis le logiciel du laser.
- La position de la caméra vis-à-vis du faisceau laser doit être coaxiale et perpendiculaire à l'échantillon.

5. Cellule d'ablation laser :

La cellule d'ablation doit avoir une taille minimale de 100x100 mm (longueur x largeur) et pouvoir accueillir des échantillons d'une épaisseur d'au moins 10 mm.

- La chambre d'ablation doit permettre de faire des analyses in situ ou des cartographie géochimiques.
- La réponse attendue pour des pulses laser doit être comprise entre quelques ms et 1 à 2 secondes.
- La mise au point en Z doit être automatique et, si possible, l'ajustement en Z sur les transects d'échantillons présentant un relief de quelques dizaines de micromètres doit pouvoir se faire automatiquement via le logiciel.

Ci-dessous nous reportons trois exemples de configuration possibles d'analyse qui doivent pouvoir être réalisées avec la cellule d'ablation laser :

- 1^{er} exemple : 4 lames minces (3x4cm) et 4 petits plots (diamètre 12.5mm)
- 2^{ème} exemple : 6 grands plots (diamètre 25mm) et 4 petits plots (diamètre 12.5mm)
- 3^{ème} exemple : Espace vide sans aucun support

6. Cellule d'ablation laser cryogénique :

- La cellule d'ablation laser doit pouvoir être modifiée ou remplacée par une cellule d'ablation « cryo » pour opérer le système d'ablation à des températures de -20°C, ou inférieures pour le cas des applications « cryo » en planétologie (-50 à -80 °C).
- Le candidat indiquera la procédure et le temps de mise en place de la cellule d'ablation laser cryogénique.

7. Ajout de N2 en ligne:

- Le système LAfs devra permettre l'ajout et le contrôle par un débitmètre massique de N2 dans la ligne d'extraction, ce afin d'augmenter la sensibilité du signal.
- Le débitmètre massique doit être pilotable via le logiciel du LAfs.

8. Logiciel de contrôle du système d'ablation laser et couplage à l'ICP-MS-QQQ Agilent 8900:

- Les mises à jour du logiciel de contrôle du système d'ablation laser seront fournies gratuitement par le constructeur sur la durée de garantie du LAfs.

9. Matériel Informatique du système d'ablation laser :

La micro-informatique adaptée doit être fournie. Elle comprendra :

- Le logiciel de pilotage du LAfs.

- Un PC disposant de 16Go de Mémoire centrale minimum.
- Un disque dur SSD d'au moins 1To.
- Un clavier, une souris à molette.
- Un écran plat 24".
- Une carte réseau.
- Une souris optique.
- Un clavier USB.
- Un système d'exploitation.
- L'ordinateur sera équipé de toutes les interfaces nécessaires au bon fonctionnement de la totalité du système de pilotage.
- Un système de sauvegarde (supplétif du disque dur interne) des données et du logiciel.
- Un scanner haute résolution.
- Un logiciel de cartographie géochimique avec au moins 2 licences.

2.3 Prestations supplémentaires éventuelles.

La présente consultation contient deux (2) prestations supplémentaires éventuelles à l'initiative de l'acheteur à caractère facultatif, décrites ci-dessous, et constituant des prestations supplémentaires éventuelles.

Variante	Description
Variante PSE facultative n°1	Un contrat de maintenance annuelle d'une durée de 1 an à l'issue de la période de garantie.
Variante PSE facultative n°2	Une ou plusieurs solutions d'analyse des matrices émergentes (Sols, Sulfures, Phosphates, Végétaux)

Article 3- Prestations connexes

3.1 Livraison :

Adresse du lieu de livraison :

Salle 26 – RDC
Batiment 4 - UFR Sciences et Techniques
Nantes Université,
2 rue de la Houssinière,
BP 92208
44322 Nantes Cedex 3

Caractéristiques du lieu d'installation de l'équipement :

Entrée principale du bâtiment :

- Rampe - Largeur : 1,90 m ;

- Passage porte :
 - Largeur : 1,64 m
 - Hauteur : 2m

Salle 26 :

- Située au Rez-de chaussée
- Taille de la pièce : 18 m²
- Entrée via une porte à double battant
 - Largeur : 1,5m
 - Hauteur : 2m
- Charge maximale au sol : 250 kg/m² - Dans le cas où la charge au sol du système LAfs dépasse la valeur maximale de 250 kg/m², le fournisseur proposera en option une dalle de répartition des charges.
- Salle blanche de type ISO 7 (les personnels en charge de l'installation de l'instrument devront respecter les consignes d'accès à cette salle, notamment, l'entrée avec des sur-chaussures fournies par le LPG.)

Les arrivées de gaz Hélium et azote sont disponibles dans la salle à une pression variable entre 0,5 et 10 bars via des manomètres (les bouteilles sont dans un parc à gaz extérieur et des lignes sont tirées jusqu'à la salle 26).

Les connexions gaz disponibles dans la salle 26 sont en raccord double-bagues (type Swagelok, métrique et/ou fractionnaire).

Une visite devra être effectuée dans les locaux du LPG avant la réponse à l'appel d'offre.

Le délai de livraison sera proposé par les candidats et indiqué dans l'offre sachant que celui-ci court à compter de la date de réception de la notification du marché public par le titulaire du marché.

3.2 Installation

L'installation devra inclure :

- La connectique (verrerie, tubes etc) permettant la jonction laser/ICP-MS.
- Les câbles informatiques/optiques permettant les communications synchronisées entre les instruments via un « déclencheur » (trigger).
- Si nécessaire, les tubes et gaines indispensables au fonctionnement du LAfs (extraction, fluides)
- Le raccordement des connectiques aux réseaux existants.

Le délai de réception du système d'ablation femtoseconde après réception du bon de commande sera précisé par le fournisseur, sachant que la livraison et la mise en service doit être impérativement faite avant le 30 août 2025.

Il est attendu de la part du fournisseur qu'il utilise le même type de connectiques que celles de la salle de livraison, lors de l'installation du LAfs (informations à collecter sur place lors de la visite obligatoire).

Le constructeur devra s'assurer de la bonne communication entre l'ICP-MS-QQQ Agilent 8900 et le système d'ablation laser et des bonnes performances analytiques du système d'ablation laser. A l'issue de l'installation, un compte rendu des résultats des tests de réception sur site devra être fourni aux responsables de la plateforme du LPG sous forme de listings et de rapports de synthèse.

Enfin, le fournisseur prend à sa charge l'enlèvement de l'ancien système d'Ablation laser.

La réception de l'appareil ne sera prononcée qu'en fin de période d'installation, si toutes les réserves sont levées et si l'ensemble des caractéristiques correspond complètement aux spécifications indiquées dans l'offre technique.

3.3 Documentation

Le fournisseur devra transmettre la documentation suivante :

- Une description technique détaillée de l'appareillage avec les limites minimales et/ou maximales des conditions de fonctionnement ainsi que les précautions à prendre pour l'appareil et les opérateurs.
- Les manuels d'instruction, d'installation, et d'entretien
- Une documentation sur le couplage ICP-MS-ablation laser qui explique la gestion des signaux entrants et sortants utilisé pour la synchronisation des analyses LAfs-ICP-MS-QQQ Agilent 8900.
- Documents techniques permettant le suivi de qualité des opérations (électronique, logiciel, banc optique, etc).
- Si possible, Un manuel spécifique et détaillé pour procéder à l'alignement des miroirs de la source laser fs.

Ces manuels resteront la propriété de Nantes Université. Ces documentations peuvent être fournis en français ou en anglais.

3.4 Formation (pour chaque module)

- Le fournisseur devra prévoir une formation sur site concernant l'utilisation du système dans sa globalité (formation de base et de prise en main pour 4 utilisateurs).
- En outre, une formation approfondie pour 3 personnes devra être proposée. Elle devra concerner l'identification des pannes courantes, du logiciel, la maintenance générale de l'appareil, et l'alignement du banc optique.

Les modalités et le contenu de ces deux formations seront détaillés dans l'offre technique.

3.5 Garantie - SAV

L'équipement et tous ses accessoires font l'objet d'une garantie minimale d'un (1) an. La garantie couvre le coût des pièces défectueuses, les frais de main d'œuvre et de déplacement.

Si le titulaire a proposé dans son offre une garantie plus longue que la garantie minimale d'un an, cette durée plus longue prévaut et l'engage contractuellement. Les conditions de garantie sont précisées dans l'offre technique.

Le point de départ du délai de garantie est la date de notification de la décision d'admission des prestations.

Pendant la durée de garantie, le titulaire assure la maintenance préventive de l'équipement, à raison a minima d'une visite au bout d'un an d'utilisation.

Le titulaire assure une assistance technique par téléphone et par courriel pendant toute la durée de vie de l'équipement. Il en précise les modalités dans son offre technique.

Le constructeur s'engage à assurer la disponibilité des pièces détachées pendant une durée de 10 ans, à compter de la date d'expiration du délai de garantie.

3.6 Maintenance :

Le contrat de maintenance mentionné en variante PSE N°1 concernera l'entretien des différentes parties électro-mécaniques, électroniques, optiques du système, les interventions en cas de panne, et le remplacement de ces pièces défectueuses.