



Appel d'Offre Ouvert

Procédure n°2024-33

**Acquisition d'un spectromètre de masse
pour la mesure des gaz rares**

Cahier des clauses techniques particulières (CCTP)



ARTICLE 1 - OBJET DU MARCHE	3
ARTICLE 2 - CARACTERISTIQUES TECHNIQUES	3
2.1 Spectromètre de masse	3
2.2 Matériel informatique et environnement logiciel d'acquisition des résultats	3
ARTICLE 3 - SPECIFICATIONS	4
ARTICLE 4 - OPTIONS	5
ARTICLE 5 - LIVRAISON, INSTALLATION, RECEPTION ET CALENDRIER	5
ARTICLE 6 - GARANTIE, MAINTENANCE ET CONTRAT DE SERVICE	5
ARTICLE 7 - PAIEMENT	6
ARTICLE 8 - PONDERATION POUR LE CHOIX	6



Article 1 - Objet du marché

Le présent marché a pour objet l'acquisition d'un spectromètre de masse à secteur magnétique et à vide statique destiné à l'analyse de la composition isotopique de l'hélium, du néon, de l'argon, du krypton, du xénon.

Article 2 - Caractéristiques techniques

2.1 Spectromètre de masse

- Le spectromètre de masse fourni sera neuf, aucun instrument reconditionné ne pourra être accepté.
- Le spectromètre de masse comprendra tout le nécessaire à son fonctionnement : une source à bombardement électronique de type Nier, un tube de vol, un électro-aimant, des détecteurs d'ions (cages de Faraday et multiplicateurs d'électrons) et les électroniques d'acquisition et de pilotage requises.
- Le spectromètre de masse sera fourni avec un groupe de pompage turbomoléculaire (pompe primaire et pompe turbomoléculaire) permettant notamment son pompage pendant l'étuvage. L'ensemble du groupe de pompage sera sec (sans huile).
- Le spectromètre de masse sera fourni avec deux pompes ioniques, une près de la source et une autre près de la partie des collecteurs.
- Les pompes du spectromètre de masse devront être fermés via des vannes pneumatiques tout métal contrôlées par ordinateur.
- Le spectromètre devra comprendre deux pièges chimiques ("getters") : le premier au niveau de la source, le second au niveau des collecteurs. Les deux getters devront pouvoir être isolés de l'enceinte principale par des vannes manuelles tout métal. Les deux getters et leurs vannes seront livrés montés sur l'instrument.
- Le spectromètre de masse devra être capable de mesurer tous les rapports isotopiques (stables) des gaz nobles suivants : He, Ne, Ar, Kr et Xe
- Le spectromètre de masse sera fourni avec une vanne manuelle tout métal au niveau de la source pour connecter l'instrument à la ligne de purification des gaz existante à l'ISTO.
- Le spectromètre de masse sera livré accompagné des accessoires nécessaires à son installation, son fonctionnement habituel et les opérations de maintenance classiques (e.g. caissons d'étuvage). Au moins un filament de remplacement sera fourni et devra être disponible à la fin de l'installation, ainsi qu'un set de joints à ultravide de rechange.

2.2 Matériel informatique et environnement logiciel d'acquisition des résultats

Un ordinateur comprenant la suite logiciel Microsoft Office (Word, Excel) accompagné d'au moins un écran de 23 pouces minimum. L'ordinateur sera équipé de ports USB et de ports séries supplémentaires pour communiquer avec les autres instruments existants. Une imprimante pourra être fournie.

Le spectromètre de masse devra être livré avec les logiciels d'acquisition et de traitement des résultats, permettant de lancer automatiquement des séquences de mesures. Les séquences de mesure pourront être lancées depuis l'ordinateur fourni et les paramètres de source et des collecteurs (position physique ou réglage ionique) modifiés automatiquement par envoi de signaux. L'instrument



European Research Council

sera ainsi capable de réaliser 5 séquences de mesure (de l'hélium au xénon) à la suite et ce sans intervention humaine à part pour ajouter de l'azote liquide ou éventuellement fermer les pièges chimiques (getters). Les paramètres de source et la configuration des collecteurs doivent pouvoir être modifiés automatiquement par simple lecture d'un ou plusieurs fichiers texte (.txt) envoyés depuis la ligne. Le fournisseur devra proposer sa propre solution d'automatisation ou indiquer clairement les commandes numériques à envoyer à l'instrument.

Article 3 - Spécifications

- L' ^3He sera mesuré sur multiplicateur d'électron, et le ^4He sur une cage de Faraday, soit en multi collection, soit en 'pic switching' si la configuration ne permet pas la multi-collection pour l'hélium.
- L'argon devra être analysable en multi-collection (^{36}Ar et ^{38}Ar sur des multiplicateurs d'électron et/ou cage de Faraday et ^{40}Ar sur une cage de Faraday).
- Les trois isotopes du néon seront mesurés en multi-collection sur trois multiplicateurs d'électrons et/ou sur une cage de Faraday pour le ^{20}Ne . Une séparation partielle ou totale de $^{20}\text{Ne}^+$, de $^{40}\text{Ar}^{++}$ et de HF^+ est demandée pour l'analyse de la masse 20. Au cours de la séquence de mesure, les signaux de $^{40}\text{Ar}^+$ et CO_2^+ seront également mesurés, sans déplacement physique des collecteurs par rapport à la configuration requise pour le néon et par multi-collection.
- Les isotopes du krypton (^{78}Kr , ^{80}Kr , ^{82}Kr , ^{83}Kr , ^{84}Kr , ^{86}Kr) seront mesurés en multi-collection sur des multiplicateurs d'électrons en deux étapes maximum.
- Les isotopes du xénon (^{124}Xe , ^{126}Xe , ^{128}Xe , ^{129}Xe , ^{130}Xe , ^{131}Xe , ^{132}Xe , ^{134}Xe , ^{136}Xe) seront mesurés en multi-collection sur des multiplicateurs d'électrons en trois étapes ou moins.
- Une configuration (réglages et commandes numériques pour les moteurs en cas de position physique des collecteurs ou réglages des tensions sur les lentilles de l'optique ionique) claire et précise des collecteurs utilisés pour collecter les signaux des différents ions mesurés est exigée et devra être justifiée.
- Pouvoir de résolution en masse: supérieur ou égal à 5000
- Bruit de fond en dynamique: inférieur à 5×10^{-14} cc STP (cm^3 aux conditions standards de pression et de température) pour le ^{36}Ar et inférieur à 10^{-17} cc STP pour le xénon.
- Bruit des multiplicateurs d'électrons: inférieur à 0.2 cps (à la tension d'utilisation de ceux-ci).
- Le spectromètre de masse devra pouvoir être étuvé à plus de 300°C avec des enceintes d'étuvage fournies.
- Taux d'augmentation du ^{40}Ar inférieur à 10^{-12} ccSTP/minute en mode statique.
- Sensibilité en abondance pour les gaz rares reproductible à 1% ou mieux sur une série de standards de composition (élémentaire et isotopique) atmosphérique avec une quantité d'argon égale ou inférieure à 2.5×10^{-9} ccSTP.
- Sensibilité meilleure que 10^{-15} ccSTP/cps pour ^{22}Ne , ^{36}Ar , ^{84}Kr et ^{130}Xe (sur tous les multiplicateurs d'électrons).
- Mesure des isotopes du Kr et $^{124,126,128}\text{Xe}$ sans contribution par les interférences isobariques liées aux hydrocarbures.
- Reproductibilité meilleure que 0.5% sur les rapports isotopiques du xénon ($^{129-136}\text{Xe}/^{130}\text{Xe}$) mesurés en multi-collection pour une quantité de ^{130}Xe inférieure à 3×10^{-13} ccSTP, et meilleure que 0.5 % sur tous les rapports isotopiques du Kr pour une quantité de ^{84}Kr inférieure à 3×10^{-11} ccSTP



Article 4 - Options

Le soumissionnaire pourra proposer des équipements supplémentaires.

Article 5 - Livraison, installation, réception et calendrier

Le soumissionnaire devra fournir une proposition détaillée du planning de l'installation de l'instrument avec les principales étapes (livraison, installation et tests de réception). L'instrument devra être livré, installé dans le laboratoire de mesure des gaz rares de l'ISTO.

Si l'entreprise titulaire est hors Eu, elle sera invitée à fournir deux devis : l'un avec le coût de la livraison, l'autre sans livraison, qui sera alors à la charge du laboratoire, notamment via le service du CNRS ULYSSE.

Adresse de livraison : ISTO, 1A rue de la Férollerie, 45100 ORLEANS, FRANCE.

Une fois le matériel installé, le fournisseur devra montrer que le spectromètre de masse répond aux spécifications demandées sur des standards fournis par le laboratoire. Des tests seront effectués pour vérifier les capacités du spectromètre de masse telles que définies dans l'article 3 du présent CCTP.

Le fournisseur devra assurer sur site et sans surcoût la formation du personnel technique (au moins 3 personnes) pendant au moins cinq jours. Cette formation concernera la description technique du matériel et son utilisation courante, l'entretien et la maintenance et inclura la mise en place de séquences de mesure pour He, Ne, Ar, Kr et Xe.

Admission :

L'admission définitive de l'appareil sera prononcée en deux temps :

- Dans un premier temps, une vérification de l'aptitude au bon fonctionnement (VABF), si la formation des personnels a eu lieu et que toutes les réserves sont levées.
- Dans un deuxième temps, une vérification du service régulier (VSR), qui permettra de tester et valider l'équipement en condition réelle, et sera validée si l'appareil réussit les tests énumérés ci-dessus et l'ensemble des caractéristiques correspond aux spécifications demandées.

Article 6 - Garantie, maintenance et contrat de service

L'instrument devra être garanti au moins 2 ans pièces, main d'œuvre et déplacements inclus. Les garanties portent sur l'ensemble des appareils et leur environnement ainsi que le fonctionnement des installations. Elles impliquent le remplacement ou la réparation du matériel, la main d'œuvre nécessaire et les frais annexes pouvant en découler. Le délai de réponse et d'intervention devra être précisé. La garantie devra également comprendre l'évolution générale du système avec les mises à jour du ou des logiciels fournis.

La maintenance élémentaire (c'est-à-dire celle ne nécessitant pas l'intervention de personnels qualifiés sur site) pourra être assurée par les chercheurs et ingénieurs de l'ISTO. Ils devront à ce titre disposer de l'ensemble des documents techniques nécessaires à un suivi de qualité des réparations (électronique, informatique, techniques du vide). Le(s) soumissionnaire(s) devra/devront fournir à la



livraison une description technique détaillée de l'appareillage ainsi que les manuels d'utilisation et de maintenance et/ou réparation notamment avec une procédure complète pour changer le filament et pour remplacer les détecteurs en cas de défaillance. Les plans et schémas internes (incl. les électroniques) de chaque instrument devront également être fournis à la livraison et disponibles sur demande.

Article 7 - Paiement

Le paiement de l'équipement sera échelonné de la façon suivante :

- A la VABF, un acompte de 60% du prix restant de l'équipement lui sera versé (voir conditions à l'article 5).
- A la VSR, le solde, soit 40% du prix restant, lui sera versé (voir conditions à l'article 5).

Article 8 - Pondération pour le choix

Voire Règlement de consultation.

*** Fin du Document ***