

CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL

Affaire n° 458262-25-MES-SOL

FOURNITURE, INSTALLATION ET MISE EN SERVICE
DE DEUX SPECTROMETRES D'EMISSION OPTIQUE
PAR PLASMA A COUPLAGE INDUCTIF (ICP-OES) OU
EQUIVALENT

Référence unité associée : /

Le Candidat reconnaît avoir pris connaissance du présent document et l'accepte dans son intégralité.

Fait à :

Le :

Raison sociale :

Nom et Fonction du signataire:

Cachet de l'entreprise, Signature précédée de la mention manuscrite "Lu et approuvé", et Paraphe de toutes les pages du présent document.

SOMMAIRE

1	PRESENTATION GENERALE.....	3
1.1	OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION	3
1.2	CONTEXTE	3
1.3	OBJECTIFS	3
1.4	DOCUMENTATION APPLICABLE	4
2	DEFINITIONS.....	4
3	EXPRESSION DES BESOINS.....	4
3.1	EXPRESSION FONCTIONNELLE DES BESOINS	4
	<i>Spectromètre répondant aux besoins R05.....</i>	<i>4</i>
	<i>Spectromètre répondant aux besoins R06.....</i>	<i>1</i>
3.2	NATURE DES ECHANTILLONS/FLUIDES ET CONDITIONS OPERATOIRES	9
4	EXPRESSION DES CONTRAINTES.....	9
4.1	LEGISLATION, REGLEMENTATION, NORMES EN VIGUEUR	9
4.2	MARQUAGE CE.....	9
4.3	SECURITE	9
4.4	INFORMATIQUE - PILOTAGE – LOGICIEL.....	9
4.5	ENVIRONNEMENT D'UTILISATION	10
	<i>ICP-OES répondant au besoin R05.....</i>	<i>10</i>
	<i>ICP-OES répondant au besoin R06.....</i>	<i>10</i>
4.6	ECO-CONCEPTION	11
5	TESTS D'EVALUATION DE L'ÉQUIPEMENT.....	11
	<i>ICP-OES répondant aux besoins R05.....</i>	<i>12</i>
5.1	CONFIGURATION AQUEUSE	12
5.2	CONFIGURATION ORGANIQUE	13
	<i>ICP-OES répondant au besoin R06.....</i>	<i>14</i>
5.3	CONFIGURATION AQUEUSE	14
5.4	CONFIGURATION ORGANIQUE	16
6	MODALITES DE RECEPTION DE L'ÉQUIPEMENT ET DES PRESTATIONS ASSOCIEES	16
6.1	RECEPTION EN ATELIER/USINE (FAT)	16
6.2	RECEPTION SUR SITE (SAT).....	16
7	CONDITIONS LOGISTIQUES.....	17
7.1	PLANNING DE REALISATION ATTENDU	17
7.2	ADRESSE DE LIVRAISON	17
7.3	EMBALLAGE - TRANSPORT - LIVRAISON	17
7.3.1	<i>Emballage - Transport</i>	<i>17</i>
7.3.2	<i>Déchargement – Manutention – Transfert intra site IFPEN.....</i>	<i>17</i>

1 Présentation générale

1.1 Objet et domaine d'application

Objet du marché :

Ce marché concerne l'acquisition de **deux** spectromètres d'émission optique par plasma à couplage inductif (ICP-OES) ou technologie équivalente, si possible identique mais avec des fonctionnalités et options qui peuvent différer pour répondre aux deux besoins.

Domaine d'application :

Ces analyseurs devront permettre le dosage d'échantillons dans des matrices variées telles que :

- Des matrices aqueuses (HNO₃, HCl, acide citrique, H₃PO₄, H₂SO₄) issus de la minéralisation/lixiviation de catalyseurs divers (alumine, silice, zéolithes...) et de batteries (NMC, LFP, ...), la minéralisation d'échantillons de plastiques et la minéralisation d'échantillons de biomasse
- Des matrices aqueuses contenant de l'acide fluorhydrique (HF)
- Des solutions de saumures
- Des produits pétroliers divers et variés (figés et pâteux dilués dans le xylène, distillats moyens et légers en injection directe ou après dilution dans le kérosène), huiles, éthanol, méthanol et autres.

Ils devront aussi permettre le dosage simultané des éléments ainsi que la possibilité d'ajouter des échantillons en cours d'analyse et d'exploiter leurs spectres d'émissions après la mesure de l'échantillon.

Un système de dilution automatique et en ligne est également demandée pour un instrument.

Prestations associées :

Installation, mise en service, maintenance, formation (pilotage de l'analyseur et développement de programmes).

1.2 Contexte

L'analyse élémentaire par spectrométrie atomique est primordiale pour de nombreux projets de recherche et d'innovation à IFPEN portant par exemples sur le recyclage des plastiques ou des batteries, sur la production de biocarburants, ou encore sur la production d'hydrocarbures responsables.

Le premier équipement a pour but de remplacer un ICP-OES existant au sein de la Direction Physique et Analyse (R05) et devra donc répondre aux spécifications de l'appareil existant avec des performances à minima équivalentes.

Le second consiste à investir dans un nouvel instrument avec des capacités proche de l'ICP-OES pour la Direction Catalyse, Biocatalyse et Séparation (R06) pour des analyses plus routinières/simplifiées et pour décharger les appareils de la Direction Physique et Analyse, qui nécessite de disposer d'un système de dilution automatique et en ligne pour les solutions aqueuses (voir organiques Type kérosène).

1.3 Objectifs

Outre les performances techniques de l'analyseur décrites dans le paragraphe 1.1, l'interface logicielle sera grandement observée. Elle devra permettre l'export des données brutes pour permettre le retraitement des résultats sur des postes informatiques annexes (c'est-à-dire sur un PC autre que celui qui pilote l'ICP-OES).

Le Titulaire a en charge, au cours de sa prestation, de fournir à IFP Energies nouvelles, un analyseur :

- répondant pleinement aux spécifications, fonctionnalités et performances attendues,
- capable de résister à l'ensemble des contraintes du site relatives à des conditions normales d'utilisation.
- exempt de tout vice de conception et de fabrication.
- potentiellement de proposer une interface simplifiée pour le second appareil (R06)

1.4 Documentation applicable

Documents	Référence	Date	Joint au cahier des charges ¹
ÉCARTS AUX RÈGLES D'OR	livret_decart_aux_regles_or_vf	25/03/2020	<input checked="" type="checkbox"/>
MEMO SECURITE	memosecuriteentrepriseexterieureslyon	17/04/2020	<input checked="" type="checkbox"/>
GUIDE DE TELEMAINTENANCE	Protocole de télémaintenance	07/03/2025	<input checked="" type="checkbox"/>
SECURITE INFORMATIQUE	Questionnaire informatique	08/03/2022	<input checked="" type="checkbox"/>
Modèle de contrat de maintenance	Modèle contrat de Maintenance 457510	03/03/2022	<input checked="" type="checkbox"/>

2 Définitions

Equipement	Spectromètre d'émission atomique par plasma à couplage inductif ou technologie équivalente
Soumissionnaire	Personne physique ou morale qui soumissionne à la présente consultation.
FAT - Factory Acceptance Test	Réception en atelier/usine
SAT - Site Acceptance Test	Réception sur le site IFPEN
Titulaire	Titulaire du marché à l'issue de la présente consultation
r	Répétabilité de la méthode
R	Reproductibilité de la méthode
+/- ou ±	Incertitude de la méthode

3 Expression des besoins

3.1 Expression fonctionnelle des besoins

LOT 1 : ICP-OES répondant aux besoins R05

Dans le tableau qui suit, le niveau de priorité des fonctions attendues est indiqué comme suit :

- **A - Incontournable**
Fonction directement liée aux besoins, elle doit être impérativement assurée
- **B - Importante**

¹ Cocher si le document est joint au cahier des charges/ Cf Annexes

Fonction utile mais pas à n'importe quel prix

- **C - Souhaitable/Optionnelle**

Pratique ou de confort, la fonction ne sera retenue que si elle n'engendre pas de coût ou de modifications importants.

Diffusion Externe	Référence	Version	Date	Page
		3		1/28

Instrument R05

P	Fonctions attendues	Performances attendues	
		min	Acceptabilité max
A	Linéarité et Limites de quantification les plus basses en matrice aqueuse et organique	LOQ et BEC des éléments Ag, Al, As, B, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Sb, Si, Sr, Ti, Tl, V et Zn Suivi Ar (404 nm) et Y	Voir paragraphe 5
A	Robustesse du plasma et stabilité en matrice aqueuse et organique	Analyse en continu d'une teneur visée pendant 4h en utilisant l'ajout d'étalon interne Y, calcul avec et sans Y. Calcul du rapport MgII/MgI (MgII (280nm) /MgI (285nm))	Voir paragraphe 5
A	Système d'introduction d'échantillon (nébuliseur, chambre de nébulisation, et injecteur) complet compatible avec produits organiques	Résistance aux produits organiques (Xylène, THF, Heptane, ...)	
A	Système d'introduction d'échantillon (nébuliseur, chambre de nébulisation, torche et injecteur) complet compatible avec matrice HF	Résistance à l'acide fluorhydrique Bruit de fond minimisé	
A	Système d'introduction d'échantillon permettant l'introduction de saumures (300 g/L NaCl) (nébuliseur, chambre de nébulisation, humidificateur d'Argon)	Eviter le dépôt de sel au niveau de l'injecteur	
A	Passeur d'échantillons automatisé		
A	Permettre l'analyse simultanée de tous les éléments et de leurs longueurs d'ondes associées	Tout le spectre est mesuré pour chaque échantillon ou à minima l'acquisition d'un maximum de longueurs d'onde pour disposer d'un accès à ses données lors du retraitement (élément oublié lors de la mesure par exemple)	
A	Convivialité et versatilité du système d'introduction d'échantillons et interfaces pour le changement de configuration	Changement de système d'introduction le plus simple possible (torche, chambre, nébuliseur), connexion facile des gaz au système et adaptable à d'autres chambres de nébulisation (ISOMIST notamment)	

Diffusion Externe	Référence	Version	Date	Page
		3		2/28

Piloteage / Logiciel R05			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	
			Acceptabilité min max
A	Transmission d'une configuration informatique adaptée pour PC fourni par l'IFPEN	Compatibilité logiciel et pilotage/PC IFPEN Précisions des informations de pilotage et connexion	Questionnaire informatique complet
A	Convivialité du logiciel	Technologie et ergonomie de l'afficheur proposé. Simplicité de l'interface.	Visualiser les résultats et les actions en cours. Logiciel intuitif, en français et facilement paramétrable. Prise en main facile.
A	Possibilité d'insérer des échantillons à tout moment de l'analyse sans interruption du logiciel et du passeur	Passeur accessible en cours d'analyse	
A	Possibilité de générer des fichiers d'export de résultats pour les remontées automatiques dans le LIMS	Fichiers d'export de format identique entre les différentes méthodes (type csv ou xlsx) pour remontée des résultats automatiquement vers LIMS	
A	Logiciel / récupération des résultats en cours de séquence	L'opérateur pourra récupérer les résultats déjà acquis alors que l'analyseur est en fonctionnement (analyses en cours)	
A	Utilisation du logiciel en mode distanciel Offline pour retraitement avec un minimum de 8 personnes utilisant la licence.	Installation du logiciel sur PC bureautique IFPEN pour retraitement des données/création de programme	Minimum 8 PC bureautique « 8 Offline » + PC pilotage
A	Analyse d'un échantillon passé une seule fois avec deux calibrations contenant des éléments différents dans la même séquence	Gain en volume d'échantillon et en temps	
A	Sécurisation des données et du poste de l'analyseur	Intégrer la possibilité d'effectuer des sauvegardes de la base de données	Les données doivent pouvoir être copiées simplement sur un serveur externe
A	Possibilité de lancer une séquence analytique à la suite d'une autre sans intervention humaine	Deux méthodes avec deux étalonnages différents doivent pouvoir être programmés l'une à la suite de l'autre lorsque la matrice est identique	
B	Retraitement possible d'un échantillon analysé après J+1 sur une précédente calibration.		

Diffusion Externe	Référence	Version	Date	Page
		3		3/28

¹ La DSI IFPEN impose l'utilisation de l'antivirus sur tous les postes et s'occupe de son installation. Le produit utilisé par IFPEN est McAfee VirusScan 8.8 et le composant McAfee Agent 4.6. Le soumissionnaire devra préciser si des incompatibilités sont connues entre cet antivirus et le logiciel (ou application) proposé et/ou s'il nécessite des optimisations au niveau de son paramétrage pour en réduire l'impact.

Hygiène - Sécurité – Environnement R05			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	
			Acceptabilité min max
A	Être installé et mis en service par des intervenants habilités Risque Chimique	Installateurs habilités Risque Chimique 1 et 2	Possession des habilitations
A	Possibilité d'insérer le passeur d'échantillons dans une hotte d'extraction des vapeurs dégagées par les produits pétroliers		Interface déplaçable sans générer des longueurs de tubes importantes
B	Caisson anti-bruit pour groupe froid (Chiller) si besoin spectromètre	Abaisser au maximum les nuisances sonores	

Documentation technique R05			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	
			Acceptabilité min max
A	Fourniture du guide de pré-installation de l'instrument	<u>Indications sur l'environnement nécessaire pour l'installation de l'équipement (gaz, dimensions, électrique, refroidissement, communication, ...)</u>	
A	Fourniture des notices d'utilisation et d'entretien	<ul style="list-style-type: none"> <u>Rédigées en français.</u> Archivées sous format papier (1 exemplaire) et informatique (à définir). 	

Diffusion Externe	Référence	Version 3	Date	Page 4/28
----------------------	-----------	--------------	------	--------------

Prestations associées d'assistance, de support, ou de formation R05			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	
			Acceptabilité min max
A	Assistance au démarrage	Le Titulaire a en charge de mettre en œuvre l'ensemble des moyens et des ressources nécessaires au démarrage de l'Équipement jusqu'à la prononciation de la réception définitive.	
A	Formation initiale des opérateurs IFPEN	Cette étape de formation aura pour résultat : <ul style="list-style-type: none"> • de former les utilisateurs à l'utilisation de l'Équipement • de former les utilisateurs aux opérations de maintenance de niveau 1 A faire à l'issue de l'installation	8 personnes IFPEN
C	Formation complémentaire sur site sur le logiciel d'utilisation de la machine (développement de méthodes/programmes)	Formation après 10 mois d'utilisation	Formation efficace de 8 personnes. Les personnes formées sont déjà toutes utilisatrices en ICP
A	Télémaintenance	Guide de télémaintenance en Annexe	Une assistance avec télémaintenance doit être possible avec prise en main à distance

Diffusion Externe	Référence	Version 3	Date	Page 5/28
----------------------	-----------	--------------	------	--------------

Prestations d'entretien, maintenance, SAV R05

P	Fonctions attendues	Performances attendues	Acceptabilité	
			min	max
A	Garantie	<p>Durée minimale de garantie : 12 mois à compter de la date de réception technique (validation SAT), sans réserve, de l'Équipement.</p> <p>Au titre de la garantie, le Titulaire est tenu :</p> <ul style="list-style-type: none"> • de maintenir l'Équipement en état de disponibilité, • de réaliser l'ensemble des opérations d'entretien préventif de l'Équipement, • de remplacer l'ensemble des matériels et pièces détachées livrés et reconnus défectueux, • de procéder à l'ensemble des actions nécessaires permettant la réparation des dommages et/ou le rétablissement des conditions normales d'utilisation. <p>Couverture : diagnostic, démontage, remplacement et remontage des parties reconnues défectueuses, et tous les frais afférents au déplacement du personnel, à l'emballage et au transport de matériel nécessaires à la remise en état de l'Équipement.</p> <p>Pendant la période de garantie, le Titulaire s'engage aux délais suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Délai de réponse assistance téléphonique : 4h • Délai d'intervention sur site : 48h • Délai de changement de pièce : à préciser 		
A	Maintenance	<p>Les informations suivantes seront jointes à l'offre :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Organisation, expérience du SAV • Liste des pièces de rechange/consommables incluant leur tarif et disponibilité (délai de livraison garanti à réception de commande) • Protocole de maintenance préventive <p>La maintenance de premier niveau devra pouvoir être réalisée par le personnel IFPEN formé à cet effet</p>	Garantie de la maintenance minimum 10 ans	

Diffusion Externe	Référence	Version 3	Date	Page 6/28
----------------------	-----------	--------------	------	--------------

		Garantir une durée de maintenance sur l'équipement	
A	Fourniture de pièce détachées	Durée minimale de fourniture de pièce détachées	Pièces détachées maintenue minimum : 10 ans
C	Contrat de maintenance	Fournir un devis différent de l'offre initial pour un contrat de maintenance pour 1 visite préventive par an et 1 visite curative avec le détail des pièces comprises et non comprises et leur coût relatif. Dans son offre le soumissionnaire devra préciser le délais de prise en compte de toute demande ainsi que le délais de diagnostic et/ou changement de pièce.	Contrat de 3 à 5 ans

LOT 2 : Spectromètre répondant aux besoins R06

Dans le tableau qui suit, le niveau de priorité des fonctions attendues est indiqué comme suit :

- **A - Incontournable**

Fonction directement liée aux besoins, elle doit être impérativement assurée

- **B - Importante**

Fonction utile mais pas à n'importe quel prix

- **C - Souhaitable/Optionnelle**

Pratique ou de confort, la fonction ne sera retenue que si elle n'engendre pas de coût ou de modifications importants.

Diffusion Externe	Référence	Version 3	Date	Page 2/28
----------------------	-----------	--------------	------	--------------

Instrument R06

P	Fonctions attendues	Performances attendues	
			Acceptabilité min max
A	Linéarité et Limites de quantification les plus basses en matrice aqueuse et organique	LOQ et BEC des éléments Al, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mo, Mg, Mn, Ni, Si, Ti, Zn et Zr en milieu organique (kérozène) dopés avec des extractants organiques (acide organo-phosphorés et autres) LOQ et BEC des éléments Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, S, Si, Ti, V, Zn et Zr en milieu sulfurique ou nitrique Suivi Ar (404 nm) et Y	Voir paragraphe 5
B	Linéarité et Limites de quantification les plus basses en matrice aqueuse et organique	LOQ et BEC des éléments Ag, As, B, Hg, K, Mo, Na, P, Pb, S, Sb, Sr, Tl et V, en milieu organique (kérozène) dopés avec des extractants organiques (acide organo-phosphorés et autres) LOQ et BEC des éléments Ag, B, Hg, Pb, Sb, Sr et Tl, en milieu sulfurique ou nitrique Suivi Ar (404 nm) et Y	Voir paragraphe 5
A	Robustesse du plasma et stabilité en matrice aqueuse et organique	Analyse en continu d'une teneur visée pendant 4h en utilisant l'ajout d'étalon interne Y, calcul avec et sans Y. Calcul du rapport $MgII(280nm)/MgI(285nm)$ & suivi d'une ligne Ar en présence d'extractant (acide organo-phosphorés et autres)	Voir paragraphe 5
A	Système d'introduction d'échantillon (nébuliseur, chambre de nébulisation, et injecteur) complet compatible avec produits organiques	Résistance aux produits organiques (Kérozène , Xylène, THF, Heptane, ...)	
B	Système d'introduction d'échantillon (nébuliseur, chambre de nébulisation, et injecteur) complet compatible avec produits organiques	Résistance aux produits organiques volatiles (EtOH, ...)	
B	Système d'introduction d'échantillon permettant l'introduction de saumures (300 g/L NaCl) (nébuliseur, chambre de nébulisation, humidificateur d'Argon)	Eviter le dépôt de sel au niveau de l'injecteur	
A	Passeur d'échantillons automatisé	Passeur avec minimum 50 positions	

Diffusion Externe	Référence	Version 3	Date	Page 3/28
----------------------	-----------	--------------	------	--------------

B	Diluteur d'échantillon, si possible intégré au passeur	Possibilité de pouvoir diluer un échantillon d'un facteur 20 et 100x à minima et préparer quelques points de calibration en milieu aqueux et dilution 10x en milieu organique (kérozène)	
B	Permettre l'analyse simultanée de tous les éléments et de leurs longueurs d'ondes associées	Tout le spectre est mesuré pour chaque échantillon ou à minima l'acquisition d'un maximum de longueurs d'onde pour disposer d'un accès à ses données lors du retraitement (élément oublié lors de la mesure par exemple)	
A	Convivialité et versatilité du système d'introduction d'échantillons et interfaces pour le changement de configuration	Changement de système d'introduction le plus simple possible (torche, chambre, nébuliseur), connexion facile des gaz au système et adaptable à d'autres chambres de nébulisation	
B	Consommation réduite d'Ar	Le laboratoire devant accueillir le futur appareil est équipé d'une ligne d'Ar globale au bâtiment de pureté >97%. Selon la consommation d'Ar requise, une centrale spécifique devra être installée, augmentant le coût de l'installation. La facilité d'installation sera donc noté en fonction des travaux à opérer dans ce laboratoire.	
B	Compacité de l'instrument	Le laboratoire devant accueillir le futur appareil est restreint en place avec un co-activité probable avec d'autres activités. La place requise sur la paillasse sera également un critère potentiel de choix à iso-performance.	

Diffusion Externe	Référence	Version	Date	Page
		3		4/28

Piloteage / Logiciel R06				
P	Fonctions attendues	Performances attendues		
			min	max
A	Transmission d'une configuration informatique adaptée pour PC fourni par l'IFPEN	Compatibilité logiciel et pilotage/PC IFPEN Précisions des informations de pilotage et connexion	Questionnaire informatique complet	
A	Convivialité du logiciel	Technologie et ergonomie de l'afficheur proposé. Simplicité de l'interface. Possibilité d'avoir plusieurs niveaux de lecture du logiciel (basique, connaisseur, expert)	Visualiser les résultats et les actions en cours. Logiciel intuitif, en français et facilement paramétrable. Prise en main facile.	
A	Possibilité d'insérer des échantillons à tout moment de l'analyse sans interruption du logiciel et du passeur	Passeur accessible en cours d'analyse		
A	Possibilité de générer des fichiers d'export de résultats pour les remontées automatiques dans le LIMS (CATPRO)	Fichiers d'export de format identique entre les différentes méthodes (type csv ou xlsx)		
A	Logiciel / récupération des résultats en cours de séquence	L'opérateur pourra récupérer les résultats déjà acquis alors que l'analyseur est en fonctionnement (analyses en cours)		
A	Utilisation du logiciel en mode distanciel Offline pour retraitement avec un minimum de 5 personnes utilisant la licence.	Installation du logiciel sur PC bureautique IFPEN pour retraitement des données/création de programme	Minimum 5 PC bureautique + PC pilotage	
B	Possibilité d'acheter de nouvelles licences à posteriori pour retraitement offline			
A	Analyse d'un échantillon passé une seule fois mais retraitement avec deux calibrations contenant différents éléments	Gain en volume d'échantillon et en temps		
A	Sécurisation des données et du poste de l'analyseur	Intégrer la possibilité d'effectuer des sauvegardes de la base de données	Les données doivent pouvoir être copiées simplement sur un serveur externe	
A	Possibilité de lancer une séquence analytique à la suite d'une autre sans intervention humaine	Deux méthodes avec deux étalonnages différents doivent pouvoir être programmés l'un à la suite de l'autre lorsque la matrice est identique		
B	Retraitement possible d'un échantillon analysé après J+1 sur une précédente calibration.			

¹ La DSI IFPEN impose l'utilisation de l'antivirus sur tous les postes et s'occupe de son installation. Le produit utilisé par IFPEN est McAfee VirusScan 8.8 et le composant McAfee Agent 4.6. Le soumissionnaire devra préciser si des incompatibilités sont connues entre cet antivirus et le logiciel (ou application) proposé et/ou s'il nécessite des optimisations au niveau de son paramétrage pour en réduire l'impact.

Diffusion Externe	Référence	Version	Date	Page
		3		5/28

Hygiène - Sécurité – Environnement R06			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	
			Acceptabilité min max
A	Être installé et mis en service par des intervenants habilités Risque Chimique	Installateurs habilités Risque Chimique 1 et 2	Possession des habilitations
A	Possibilité d'insérer le passeur d'échantillons dans une hotte d'extraction des vapeurs dégagées par les produits organiques ou volatiles		Interface déplaçable sans générer des longueurs de tubes importantes
A	Caisson anti-bruit pour groupe froid (Chiller) si besoin spectromètre	Abaissier au maximum les nuisances sonores	
B	Possibilité de fonctionner avec une extraction limitée à 400 m3/h		
B	Possibilité d'être raccordé aux utilités du laboratoire tel qu'existant (réseau d'Ar bâtiment de pureté 97% ou azote de pureté > 99.99%)		

Documentation technique R06			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	
			Acceptabilité min max
A	Fourniture du guide de pré-installation de l'instrument	<u>Indications sur l'environnement nécessaire pour l'installation de l'équipement (gaz, dimensions, électrique, refroidissement, communication, ...)</u>	
A	Fourniture des notices d'utilisation et d'entretien	<ul style="list-style-type: none"> <u>Rédigées en français.</u> Archivées sous format papier (1 exemplaire) et informatique (à définir). 	

Diffusion Externe	Référence	Version 3	Date	Page 6/28
----------------------	-----------	--------------	------	--------------

Prestations associées d'assistance, de support, ou de formation R06			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	
			Acceptabilité min max
A	Assistance au démarrage	Le Titulaire a en charge de mettre en œuvre l'ensemble des moyens et des ressources nécessaires au démarrage de l'Équipement jusqu'à la prononciation de la réception définitive.	
A	Formation initiale des opérateurs IFPEN	Cette étape de formation aura pour résultat : <ul style="list-style-type: none"> • de former les utilisateurs à l'utilisation de l'Équipement • de former les utilisateurs aux opérations de maintenance de niveau 1 A faire à l'issue de l'installation	8 personnes IFPEN
A	Télémaintenance	Guide de télémaintenance en Annexe	Une assistance avec télémaintenance doit être possible avec prise en main à distance

Diffusion Externe	Référence	Version 3	Date	Page 7/28
----------------------	-----------	--------------	------	--------------

Prestations d'entretien, maintenance, SAV R06

P	Fonctions attendues	Performances attendues		Acceptabilité	
				min	max
A	Garantie	<p>Durée minimale de garantie : 12 mois à compter de la date de réception technique (validation SAT), sans réserve, de l'Équipement.</p> <p>Au titre de la garantie, le Titulaire est tenu :</p> <ul style="list-style-type: none"> • de maintenir l'Équipement en état de disponibilité, • de réaliser l'ensemble des opérations d'entretien préventif de l'Équipement, • de remplacer l'ensemble des matériels et pièces détachées livrés et reconnus défectueux, • de procéder à l'ensemble des actions nécessaires permettant la réparation des dommages et/ou le rétablissement des conditions normales d'utilisation. <p>Couverture : diagnostic, démontage, remplacement et remontage des parties reconnues défectueuses, et tous les frais afférents au déplacement du personnel, à l'emballage et au transport de matériel nécessaires à la remise en état de l'Équipement.</p> <p>Pendant la période de garantie, le Titulaire s'engage aux délais suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Délai de réponse assistance téléphonique : 4h • Délai d'intervention sur site : 96h • Délai de changement de pièce : à préciser par le constructeur 			
A	Maintenance	<p>Les informations suivantes seront jointes à l'offre :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Organisation, expérience du SAV • Liste des pièces de rechange/consommables incluant leur tarif et disponibilité (délai de livraison garanti à réception de commande) • Protocole de maintenance préventive <p>La maintenance de premier niveau devra pouvoir être réalisée par le personnel IFPEN formé à cet effet</p>		Garantie de la maintenance minimum 10 ans	

Diffusion Externe	Référence	Version 3	Date	Page 8/28
----------------------	-----------	--------------	------	--------------

		Garantir une durée de maintenance sur l'équipement	
A	Fourniture de pièce détachées	Durée minimale de fourniture de pièce détachées	Pièces détachées maintenue minimum : 10 ans
C	Contrat de maintenance	Fournir un devis différent que l'offre initiale pour un contrat de maintenance pour 1 visite préventive par an et 1 visite curative avec le détail des pièces comprises et non comprises et leur coût relatif. Dans son offre le soumissionnaire devra préciser le délais de prise en compte de toute demande ainsi que le délais de diagnostique et/ou changement de pièce.	Contrat de 3 à 5 ans

3.2 Nature des échantillons/fluides et conditions opératoires

Les échantillons devant être analysés par le système proposé seront de nature très variable. Il doit donc pouvoir être en capacité d'analyser des hydrocarbures d'origines fossiles ou renouvelables allant de l'essence au résidu sous vide dilués dans le xylène et/ou le kérosène, mais aussi des solutions aqueuses acidifiées issues de la minéralisation/lixiviation de broyats de catalyseurs, de batteries, et issues de minéralisation acide de plastiques.

Les tests demandés pour les deux analyseurs (R05 et R06) dont les besoins différents sont détaillés dans la partie 5.

4 Expression des contraintes

4.1 Législation, réglementation, normes en vigueur

L'Équipement fourni et les prestations assurées par le titulaire devront respecter la réglementation en vigueur.

4.2 Marquage CE

Conformément aux textes réglementaires, l'Équipement livré doit être muni du marquage CE et livré avec une attestation de conformité CE.

4.3 Sécurité

La Sécurité est une préoccupation permanente de la Direction générale d'IFP Energies nouvelles. Le personnel appelé à travailler sur les sites d'IFP Energies nouvelles devra se conformer aux consignes définies dans les documents suivants :

- Mémo Sécurité des Entreprises Extérieures
- Ecart aux Règles d'Or

4.4 Informatique - Pilotage – Logiciel

Lorsqu'une configuration informatique (matériel, logiciel) est proposée avec l'Équipement, les contraintes relatives à la configuration informatique sont précisées dans le fichier Excel en annexe au cahier des charges. En particulier :

- Le matériel informatique est acheté séparément par IFPEN, suivant des spécifications techniques précisées dans l'offre.

- Logiciels

Les sources (média ou lien de téléchargement) d'installation et la documentation associée devront être livrées avec les logiciels.

Les logiciels à caractère bureautique (MS Office) peuvent être livrés et installés par la DSI d'IFPEN.

- Licences

Les licences devront faire l'objet d'une fourniture de certificat de licences accompagnées du CLUF (Contrat Licence Utilisateur Final) et mentionner la durée de validité de la licence et toutes autres contraintes d'utilisation.

- Sécurisation du poste de travail :

La DSI d'IFPEN impose l'utilisation de l'antivirus sur tous les postes et s'occupe de son installation. Le produit utilisé par IFPEN est McAfee VirusScan 8.8 et le composant McAfee Agent 4.6. Le soumissionnaire devra préciser si des incompatibilités sont connues entre cet antivirus et le logiciel (ou applications) proposé et/ou s'il nécessite des optimisations au niveau de son paramétrage pour en réduire son impact.

4.5 Environnement d'utilisation

LOT 1 : ICP-OES répondant au besoin R05

L'Équipement sera installé dans un environnement dont les paramètres extérieurs sont les suivants :

- Local / Emplacement : 12DOL/1C22
- Température moyenne : Jamais inférieur à 19 °C
- Espace disponible : (hauteur) x (largeur) x (profondeur) (2m) x (3m) x (1.5m)
- Réseau électrique : 240 V, 40A
- Fluide disponible : Argon, Air,
- Autres : Extraction laboratoire de 600 m³/h (tuyaux de 200 mm)
- Temps moyen d'utilisation : 200 jours par an
- Monte-charge disponible :
 - Largeur porte : 137 cm
 - Largeur caisson : 132 cm
 - Profondeur caisson : 155 cm
 - Charge max : 1000 kg

Ces valeurs sont données à titre d'information. Il appartient au soumissionnaire de s'assurer lors d'une visite, de la conformité du local d'IFP Energies nouvelles aux contraintes d'environnement et aux exigences techniques imposées par le constructeur. **Un compte-rendu de visite devra être transmis à IFP Energies nouvelles préalablement à toute contractualisation.**

Le soumissionnaire a la responsabilité de préciser à IFP Energies nouvelles les contraintes liées à l'environnement et relatives à l'utilisation de l'Équipement dans les conditions normales d'utilisation et de maintenance. En particulier :

- les utilités nécessaires au fonctionnement de l'Équipement :
 - voltage et puissances électriques nécessaires,
 - nature des fluides et pressions de réseau nécessaires.
- les précautions d'utilisation,
- les protections nécessaires.

LOT 2 : Spectromètre répondant au besoin R06

L'Équipement sera installé dans un environnement dont les paramètres extérieurs sont les suivants :

- Local / Emplacement : - 12DOL/2B14 ou 12DOL/2E17 ou encore 12DOL/2E13
- Température moyenne : entre 19 °C et 26°C
- Espace disponible : (hauteur) x (largeur) x (profondeur) :
 - 12DOL/2B14 : (2m) x (2.7m) x (0.6m)
 - 12DOL/2E17 : (2m) x (2.2m) x (0.6m)
 - 12DOL/2E13 : (2m) x (1.8m) x (0.6m)
- Réseau électrique : 240 V, 40A

- Fluide disponible : Argon, Air, Azote
- Autres : Extraction laboratoire de 600 m³/h (tuyaux de 200 mm)
- Temps moyen d'utilisation : 200 jours par an
- Monte-charge disponible :
 - Largeur porte : 137 cm
 - Largeur caisson : 132 cm
 - Profondeur caisson : 155 cm
 - Charge max : 1000 kg

Ces valeurs sont données à titre d'information. Il appartient au soumissionnaire de s'assurer lors d'une visite, de la conformité du local d'IFP Energies nouvelles aux contraintes d'environnement et aux exigences techniques imposées par le constructeur. **Un compte-rendu de visite devra être transmis à IFP Energies nouvelles préalablement à toute contractualisation.**

Le soumissionnaire a la responsabilité de préciser à IFP Energies nouvelles les contraintes liées à l'environnement et relatives à l'utilisation de l'Équipement dans les conditions normales d'utilisation et de maintenance. En particulier :

- les utilités nécessaires au fonctionnement de l'Équipement :
 - voltage et puissances électriques nécessaires,
 - nature des fluides et pressions de réseau nécessaires.
- les précautions d'utilisation,
- les protections nécessaires.

4.6 Eco-conception

Informations nécessaires à la vie de l'appareil et son utilisation ;

- Préconisations d'utilisation
- Le cycle de vie de l'appareil
- Suivi des approvisionnements des matières fossiles utilisées pour la fabrication de l'appareil
- Solution de démantèlement de l'appareil et de revalorisation en fin de vie de l'appareil
- Suivi du respect de l'environnement en matière de consommation d'énergie par une utilisation donnée, de transport de l'appareil et de déchets produits par l'appareil.

5 Tests d'évaluation de l'Équipement

IFPEN souhaite évaluer, par l'intermédiaire de tests sur des échantillons représentatifs, la solution technique proposée par le soumissionnaire et ses principales fonctionnalités, et ce avant toute contractualisation.

IFPEN souhaite pouvoir réaliser une journée chez le constructeur afin de pouvoir assister à la démonstration sur un appareil des différents tests réalisés en amont (depuis l'injection des échantillons jusqu'au traitement des données). Cette journée permettra également de juger de l'interface logicielle et de son utilisation, particulièrement pour l'appareil destiné à R06 où une interface simple et conviviale est attendue.

La méthodologie et les solutions/échantillons de tests sont décrits ci-dessous. Deux configurations (matrice aqueuse et matrice organique) devront être évaluées dans le cadre de cette étude avec pour chaque configuration, différents tests à effectuer avec un niveau de performance associé.

LOT 1 : ICP :-OES répondant aux besoins R05

5.1 Configuration aqueuse

Pour des raisons de sécurité, IFPEN ne souhaite pas effectuer de tests en matrice HNO₃ 16%-HF 4% mais il est nécessaire que l'offre contienne un kit compatible avec l'analyse ICP-OES d'une matrice HF (nébuliseur, chambre de nébulisation, injecteur et torche). Les solutions de calibration seront donc fournies par IFPEN et l'étalonnage devra être réalisé par dilution dans la matrice de dosage (16% d'HNO₃ à 65%). Ces solutions d'étalonnage devront servir pour le dosage des éléments dans les échantillons HV et C (également fournies par IFPEN).

Tests	Fonctions testées	Performances attendues	Conditions d'acceptabilité	Commentaires vs. solutions/échantillons reçus
Eléments dans matrice citée (16% HNO ₃ à 65%)	Sensibilité Limites de quantification	Ag, Al, As, B, Ba, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, S, Sb, Si, Ti, V et Zn (0-10 mg/L) Suivi Ar et raies Mg 280/285 (II/I) Suivi étalon interne	LOQ et BEC les plus bas en respectant le calcul suivant : $y = ax + b$ avec $BEC = b/a$ et $LOQ = 10 \times SD/a$ SD : déviation standard sur 10 blancs	→Solutions multi-élémentaires à 100 mg/L dans 5% HNO ₃ (éléments décrits sous le tableau)* (10 ml) -Hg à 1000 mg/L (2-3 ml) -As, Sn, Na, P, S, Si à 1000 mg/L mono (2-3 ml de chaque éléments) →Utiliser ces solutions pour préparer la gamme de calibration. -Sc et Y à 1000 mg/L (5 ml de chaque) pour étalon interne (IS) →MISA 4, 5 et 6 à 100 mg/L pour contrôles éventuels (QC) (2-3 ml de chaque solution)
Solution de As, P, Na, Si, S et à 0.5 mg/L	Stabilité	Analyse en continu d'une solution pendant 4h en utilisant l'ajout d'étalon interne Y, calcul avec et sans Y	RSD de l'intensité du signal <10%	→Utiliser les solutions mère en mono fournies (As, Na, P, S, Si) pour obtenir par dilution la solution à 0.5 mg/L (contenant 5 mg/L d'Y ou Sc) pour le suivi sur 4h
Argon Rapport MgII/MgI	Robustesse	Suivi des raies de l'argon et Mg 280/285 (II/I) lors de la calibration et de la mesure des échantillons réels	Ar 404 nm<5% Rapport Mg II/I stable	
Dosage des éléments traces dans un minéralisé d'huiles végétales (HV)	Justesse et répétabilité (3 réplicats) sur les 2 prises d'essai (2 tubes)	Dosage juste et fidèle des éléments présents : Ca, K, Mg, P, S, Fe et Zn	90<Recouvrement (%) <110 RSD<5%	Echantillon HV 10 ml (2 prises d'essai) et blanc de digestion (BD _{HV}) 10 ml →Utilisation de la calibration dans HNO ₃ 16% →analyse sans dilution de l'échantillon (IS à ajouter)

Diffusion Externe	Référence 457510-23-MES-SOL	Version 3	Date 05/07/2023	Page 13/28
----------------------	--------------------------------	--------------	--------------------	---------------

Dosage des éléments traces dans un minéralisat de catalyseur (C)	Justesse et répétabilité (3 réplicats) sur les 2 prises d'essai (2 tubes)	Dosage juste et fidèle des éléments présents : B Al (majoritaire, non demandé)	90<Recouvrement (%) <110 RSD<5%	Echantillon C 25 ml (2 prises d'essai) et blanc de digestion (BD _c) →Utilisation de la calibration dans HNO ₃ 16% →analyse avec dilution environ d10 de l'échantillon (IS à ajouter)
--	---	--	--	---

* Be, Bi, Se, Sr présents dans la solution multi SCP 28 ne sont pas demandés en termes de performance.

Détail des éléments présents dans la solution multi élémentaires (100mg/l- HNO₃ 5%) : Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, Ti, V et Zn

Des solutions MISA 4, 5 et 6 (100 mg/L - HNO₃ entre 5 et 10%) ont également été fournies pour effectuer des contrôles si besoin :

MISA 4 : Al, As, Ba, Be, Bi, Ca, Cs, Ga, In, Li, Mg, K, Rb, Se, Na, Sr

MISA 5 : Sb, B, Ge, Hf, Mo, Nb, P, Re, Si, S, Ta, Sn, Ti, W, Zr

MISA 6 : Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Pb, Mn, Hg, Ni, Ag, Tl, V, Zn

2 ml de solution certifiée en Sc et en Y (1000 mg/L-HNO₃ 2%) ont également été fournies pour les étalons internes (en complément de l'Y proposé ci-dessus) mais le libre choix est laissé au constructeur.

Au total, 19 solutions (+ HNO₃ 65%) ont été envoyées pour les tests aqueux.

5.2 Configuration organique

Des tests similaires à ceux demandés pour l'évaluation des performances de l'appareil en configuration aqueuse devront être faits.

Des solutions de calibration de type Conostan seront fournies par IFPEN dans une matrice huile de base. Elles devront être utilisées pour le dosage des éléments dans l'échantillon P également fourni par IFPEN.

Tests	Fonctions testées	Performances attendues	Conditions d'acceptabilité	Commentaires vs. solutions/échantillons reçus
Eléments dans matrice citée	Sensibilité Limites de quantification	Ag, Al, B, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, S, Si, Sn, Ti, V et Zn (0-10 mg/L) Suivi Ar et raies Mg 280/285 (II/I) Suivi étalon interne	LOQ et BEC les plus bas en respectant le calcul suivant : $y = ax + b$ avec $BEC = b/a$ et $LOQ = 10 \times SD/a$ SD : déviation standard sur 10 blancs	-Une solution multi élémentaire S21 étalonnage (S21+Bi+Co+K+Li+Sc) (5g) -S (1000 mg/kg Conostan) (1g) S étalonnage -Une solution de contrôle S21 contrôle ((S21+Bi+Co+K+Li) à 500 mg/kg (2g) -Une solution de contrôle S à 1000 mg/kg (2g) -Une solution d'Yttrium à 5000 mg/kg (2g) pour IS -Xylène (250 ml) pour la calibration à préparer. →Une calibration multi et une calibration S seule
Stabilité des mesures sur les éléments Fe, P, Na, Ni, S, Si et V	Stabilité	Analyse en continu d'une solution pendant 4h. Calcul avec et sans Y	RSD de l'intensité du signal <10%	→Utiliser une solution à 0.5 mg/L à partir de la solution S21 contenant 5 mg/L d'Y
Argon	Robustesse	Suivi des raies de l'argon	Ar 404 nm<5%	

Rapport MgII/MgI		et Mg 280/285 (II/I) lors de la calibration et de la mesure des échantillons réels	Rapport Mg II/I stable	
Dosage des éléments traces dans un pyrolysats de plastique (PPO)	Justesse et répétabilité (3 réplicats) sur 2 prises d'essai indépendantes	Dosage juste et fidèle des éléments présents : Cu, Fe, Na, P, S, Si et Zn	90<Recouvrement (%) <110 RSD<5%	Echantillon P – 3 g Utilisation de la calibration multi-élémentaire et de la calibration S →dilution 10 dans Xylène

Détail des éléments présents dans la solution multi élémentaires S21 (S21+Bi+Co+K+Li+Sc) (500 mg/kg) : Ag, Al, B, Ba, Bi, Ca, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Si, Sn, Ti, V et Zn

Dilution masse/masse conseillée pour les tests en organiques.

Au total, 6 solutions (+ xylène) ont été envoyées pour les tests organiques.

IFPEN souhaite pouvoir disposer des données brutes qui ont conduit aux résultats obtenus pour les deux configuration aqueuse et organique (fichier Excel par exemple).

LOT 2 : Spectromètre répondant au besoin R06

5.3 Configuration aqueuse

Les solution de calibration seront donc fournies par IFPEN et l'étalonnage devra être réalisé par dilution dans la matrice de dosage (3% d'HNO₃ ou 0.5% H₂SO₄ selon les éléments spécifiés).

Tests	Fonctions testées	Performances attendues	Conditions d'acceptabilité	Commentaires vs. solutions/échantillons reçus
Eléments dans matrice HNO ₃ à 3%	Sensibilité Limites de quantification	Al, As, Ba, Ca, Cd, Co , Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo , Na, Ni , P, S , Si, Ti, V , Zn et Zr, <i>Ag, B, Hg, Pb, Sb, Sr et Tl</i> Co, Mn et Ni (0-1000 mg/L) Cd (0-100 mg/L) Cu, Al, Li (0-150 mg/L) V (0-300 mg/L) Mo (0-400 mg/l) S (0-500 mg/l) Cr : (0-50 mg/l) Zn, Mg (0-25 mg/l) Suivi Ar et raies Mg	LOQ et BEC les plus bas en respectant le calcul suivant : $y = ax + b$ avec $BEC = b/a$ et $LOQ = 10 \times SD/a$ SD : déviation standard sur 10 blancs LOQ et BEC à déterminer en fonction des gammes d'étalonnage citées ci-contre (S à part)	→Solutions multi-élémentaires à 100 mg/L dans 5% HNO ₃ * (20 ml) →Solutions mono élémentaires à 1000 mg/l : Al, Cd, Cu, Hg, Li, Zr (2-3ml)* -As, Sn, Na, P,S, Si à 1000 mg/L mono (2-3 ml de chaque éléments) →Solutions mono élémentaires à 10000 mg/l : Co, Mn, Mo, Ni, S, V (2-3ml) →Utiliser ces solutions pour préparer la gamme de calibration. -Sc et Y à 1000 mg/L (5 ml de chaque) pour étalon interne (IS) →Contrôles à 100 mg/L pour contrôles éventuels (MISA 4, 5,6) (2-3 ml de chaque solution)

Diffusion Externe	Référence	Version	Date	Page
	457510-23-MES-SOL	3	05/07/2023	15/28

	Stabilité et robustesse (Solution de As, P, Na, Si, S et à 0.5 mg/L)	280/285 (II/I) Suivi étalon interne et non Analyse en continu d'une solution pendant 4h en utilisant l'ajout d'étalon interne Y, calcul avec et sans Y	RSD de l'intensité du signal <10% et Ar 404 nm<5%	→Utiliser les solutions mère en mono fournies pour obtenir par dilution la solution à 0.5 mg/L (contenant 5 mg/L d'Y ou Sc) pour le suivi sur 4h
Eléments dans matrice H ₂ SO ₄ à 0.5%	Sensibilité Limites de quantification	Al, As, Ba, Ca, Cd, Co , Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo , Na, Ni , P, Si, Ti, V , Zn, Zr et Ag, B, Hg, Pb, Sb, Sr et Tl* Co, Mn et Ni (0-1000 mg/L) Cd (0-100 mg/L) Cu, Al, Li (0-150 mg/L) V (0-300 mg/L) Mo (0-400 mg/l) Cr : (0-50 mg/l) Zn, Mg (0-25 mg/l)	LOQ et BEC les plus bas en respectant le calcul suivant : $y = ax + b$ avec $BEC = b/a$ et $LOQ = 10 \times SD/a$ SD : déviation standard sur 10 blancs LOQ et BEC à déterminer en fonction des gammes d'étalonnage citées ci-contre (S à part)	→Solutions multi-élémentaires à 100 mg/L dans 5% HNO ₃ * (20 ml) →Solutions mono élémentaires à 1000 mg/l : Al, Cd, Cu, Hg, Li, Zr (2-3ml)* -As, Sn, Na, P, Si à 1000 mg/L mono (2-3 ml de chaque éléments) → Solutions mono élémentaires à 10000 mg/l : Co, Mn, Mo, Ni, V (2-3ml) -Sc et Y à 1000 mg/L (5 ml de chaque) pour étalon interne (IS)* →Contrôles à 100 mg/L pour contrôles éventuels (MISA 4, 5,6) (2-3 ml de chaque solution) *
	Stabilité et robustesse (Solution de As, P, Na, Si et à 0.5 mg/L)	Suivi Ar et raies Mg 280/285 (II/I) Analyse en continu d'une solution pendant 4h en utilisant l'ajout d'étalon interne Y, calcul avec et sans Y	RSD de l'intensité du signal <10% et Ar 404 nm<5%	→Utiliser les solutions mère en mono fournies (As, Na, P, Si) pour obtenir par dilution la solution à 0.5 mg/L (contenant 5 mg/L d'Y ou Sc) pour le suivi sur 4h
Dosage des éléments traces dans un lixiviat de batterie	Justesse et répétabilité (3 réplicats) sur les 2 prises d'essai (2 tubes)	Dosage juste et fidèle des éléments présents : Al, Co, Cu, Fe, Li, Mn, Ni	90<Recouvrement (%) <110 RSD<5%	Echantillon L 5 ml (2 prises d'essai) matrice H ₂ SO ₄ →Utilisation de la calibration dans H ₂ SO ₄ 0.5% →analyse avec dilution environ d100 (Co, Mn, Ni, Li) et d20 de l'échantillon (IS à ajouter)

- Performances notées en critère B (important mais pas incontournable)

Détail des éléments présents dans la solution multi élémentaires (100mg/l- HNO₃ 5%) : Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sr, Ti, V et Zn

Des solutions MISA 4, 5 et 6 (100 mg/L - HNO₃ entre 5 et 10%) ont également été fournies pour effectuer des contrôles si besoin :

MISA 4 : Al, As, Ba, Be, Bi, Ca, Cs, Ga, In, Li, Mg, K, Rb, Se, Na, Sr

MISA 5 : Sb, B, Ge, Hf, Mo, Nb, P, Re, Si, S, Ta, Sn, Ti, W, Zr

MISA 6 : Cd, Co, Cu, Cr, Fe, Pb, Mn, Hg, Ni, Ag, Tl, V, Zn

5.4 Configuration organique

Des tests similaires à ceux demandés pour l'évaluation des performances de l'appareil en configuration aqueuse devront être faits.

Des solutions de calibration de type Conostan seront fournies par IFPEN dans une matrice huile de base.

Tests	Fonctions testées	Performances attendues	Conditions d'acceptabilité	Commentaires vs. solutions/échantillons reçus
Eléments dans matrice kérozène +10% extractant à base d'acide organophosphorés	Sensibilité Limites de quantification	Co, Mn et Ni : 0-600 mg/l Cu, Al, Cr, Zn, Cd, Mg & Fe, Ti, Zr, Ba, Ca, Li, Mo, V et Si : 0-60 mg/l Suivi Ar et raies Mg 280/285 (II/I) Suivi étalon interne	LOQ et BEC les plus bas en respectant le calcul suivant : $y = ax + b$ avec $BEC = b/a$ et $LOQ = 10 \times SD/a$ SD : déviation standard sur 10 blancs	-Une solution multi élémentaire S21 étalonnage -Co, Mo, Ni, Zr (5000 mg/kg) (1g) S étalonnage -Une solution de contrôle S21 contrôle ((S21+Bi+Co+K+Li) à 500 mg/kg (2g) -Une solution de contrôle Zr à 1000 mg/kg (2g) -Une solution d'Yttrium à 5000 mg/kg (2g) pour IS -Kérozène (250 ml) pour la calibration à préparer.
Stabilité des mesures sur les éléments Co, Mn et Ni + Argon Rapport MgII/MgI	Stabilité et Robustesse	Analyse en continu d'une solution pendant 4h. Calcul avec et sans Y Suivi des raies de l'argon et Mg 280/285 (II/I) lors de la calibration et de la mesure des échantillons réels	RSD de l'intensité du signal <10% Ar 404 nm <5% Rapport Mg II/I stable si utilisé dans la configuration	→Utiliser une solution à 0.5 mg/L à partir de la solution S21 contenant 5 mg/L d'Y

Détail des éléments présents dans la solution multi élémentaires S21 (S21+Bi+Co+K+Li+Sc) (500 mg/kg) : Ag, Al, B, Ba, Bi, Ca, Cd, Cr, Co, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, P, Pb, Si, Sn, Ti, V et Zn

Dilution masse/masse conseillée pour les tests en organiques.

IFPEN souhaite pouvoir disposer des données brutes qui ont conduit aux résultats obtenus pour les deux configuration aqueuse et organique (fichier Excel par exemple).

6 Modalités de réception de l'Équipement et des prestations associées

6.1 Réception en atelier/usine (FAT)

Sans objet

6.2 Réception sur Site (SAT)

Les tests de réception associés à cette étape s'effectueront sur le site IFP Energies nouvelles selon les conditions opératoires définies ci-dessous :

Ils consisteront à reproduire les tests d'évaluation de l'équipement décrits au paragraphe 5 avec une priorisation en fonction des premiers résultats obtenus et de la journée de démonstration.

IFPEN s'engage à réaliser les tests SAT sous 1 mois après installation.

La réception définitive est prononcée après signature par IFP Energies nouvelles du Procès-Verbal de réception.

La réception telle que définie ci-dessus entraîne le début de la période de garantie.

7 Conditions Logistiques

7.1 Planning de réalisation attendu

Date de commande souhaitée : T2 2025

Date de livraison souhaitée : T4 2025 (max 05/10/25)

7.2 Adresse de livraison

IFP Energies nouvelles, Rond-point de l'Échangeur de Solaize, 69360 Solaize, France

7.3 Emballage - Transport - Livraison

7.3.1 Emballage - Transport

Le Titulaire prend à sa charge :

- l'emballage adéquat de l'Équipement et de ses accessoires, nécessaire à son transport, Le Titulaire demeure responsable du mauvais conditionnement ou de l'insuffisance des emballages nécessaires au transport de l'Équipement.
- le transport de l'Équipement et de ses accessoires, depuis ses ateliers jusqu'au lieu de livraison indiqué sur la commande.

7.3.2 Déchargement – Manutention – Transfert intra site IFPEN

Dès lors que le Titulaire est en charge de l'installation de l'Équipement, ainsi que dans les cas de conditions particulières de chargement, déchargement ou manutention, celui-ci devra assurer :

- la livraison de l'Équipement sur son lieu d'utilisation, la personne assurant la livraison devra au préalable se présenter au service Réception et remettre le bordereau de livraison,
- les opérations de déballage de l'Équipement.