

# CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL

Affaire n° 457866-24-MES-SOL

Fourniture, installation et mise en service  
d'un équipement de chimisorption statique

**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

<b>1</b>	<b>PRESENTATION GENERALE.....</b>	<b>3</b>
1.1	OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION .....	3
1.2	CONTEXTE .....	3
1.3	OBJECTIFS.....	3
1.4	DOCUMENTATION APPLICABLE .....	3
<b>2</b>	<b>DEFINITIONS.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>ORGANISATION GENERALE .....</b>	<b>4</b>
3.1	PLANNING DE REALISATION ATTENDU .....	4
3.2	CONDITIONS D'INTERVENTION SUR SITES IFPEN .....	4
<b>4</b>	<b>EXPRESSION DES BESOINS.....</b>	<b>4</b>
4.1	EXPRESSION FONCTIONNELLE DES BESOINS .....	4
<b>5</b>	<b>EXPRESSION DES CONTRAINTES.....</b>	<b>13</b>
5.1	LEGISLATION, REGLEMENTATION, NORMES EN VIGUEUR .....	13
5.2	MARQUAGE CE .....	13
5.3	INFORMATIQUE - PILOTAGE – LOGICIEL .....	13
5.4	ENVIRONNEMENT D'UTILISATION.....	13
<b>6</b>	<b>TESTS D'EVALUATION DE L'ÉQUIPEMENT.....</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>MODALITES DE RECEPTION DE L'ÉQUIPEMENT ET DES PRESTATIONS ASSOCIEES .....</b>	<b>15</b>
7.1	RECEPTION EN ATELIER/USINE (FAT) .....	15
7.2	RECEPTION SUR SITE (SAT).....	15
<b>8</b>	<b>CONDITIONS COMMERCIALES.....</b>	<b>16</b>
8.1	EMBALLAGE - TRANSPORT - LIVRAISON .....	16
8.1.1	<i>Emballage - Transport .....</i>	<i>16</i>
8.1.2	<i>Déchargement – Manutention – Transfert intra site IFPEN .....</i>	<i>16</i>
8.1.3	<i>Incoterms.....</i>	<i>16</i>

## 1 Présentation générale

### 1.1 Objet et domaine d'application

Objet du marché : Equipement de chimisorption en mode statique

Domaine d'activité concerné : caractérisation texturale des matériaux par adsorption physique ou chimique

Prestations associées : Installation, mise en service et formation adaptée.

### 1.2 Contexte

La caractérisation de l'accessibilité métallique des catalyseurs par chimisorption est primordiale pour pouvoir relier les propriétés catalytiques aux propriétés intrinsèques du matériau.

De ce fait, IFP Energies Nouvelles souhaite acquérir un nouvel équipement 100% dédié en chimisorption statique.

### 1.3 Objectifs

L'acquisition de l'équipement a pour objectif d'augmenter significativement la capacité actuelle d'analyses du laboratoire en chimisorption et de pouvoir se tourner vers de nouveaux travaux de recherche impliquant l'utilisation de nouveaux adsorbats.

Le besoin d'IFPEN est d'acquérir un outil performant et permettant de réduire les délais côté chimisorption.

L'équipement devra être robuste pour un fonctionnement 24h sur 24 et 7 jours sur 7.

### 1.4 Documentation applicable

Documents	Référence	Date	Rév.	Joint au cahier des charges <sup>1</sup>
Annexe 1 - Livret d'écart aux règles d'or				<input type="checkbox"/>
Annexe 2 - Questionnaire informatique				<input type="checkbox"/>

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

## 2 Définitions

Equipement	Appareil de chimisorption mode statique
Soumissionnaire	Personne physique ou morale qui soumissionne à la présente consultation.
FAT - Factory Acceptance Test	Réception en atelier/usine
SAT - Site Acceptance Test	Réception in situ, sur le site IFPEN
Titulaire	Titulaire du marché à l'issue de la présente consultation

## 3 Organisation générale

### 3.1 Planning de réalisation attendu

Date de livraison souhaitée : Février 2025

### 3.2 Conditions d'intervention sur sites IFPEN

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 le livret d'accueil sécurité et environnement du site sur lequel il interviendra. Ce document décrit les conditions d'intervention sur le site (réglementations (établissement d'autorisation de travail ou d'un plan de prévention, horaires, formalités d'accès, consignes de sécurité, etc.).

## 4 Expression des besoins

### 4.1 Expression fonctionnelle des besoins

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 457866	Version 1	Date 23/04/2024	Page 5/16
----------------------	---------------------	--------------	--------------------	--------------

Equipement de physisorption et chimisorption			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	
			Acceptabilité min max
A	Cellules d'analyse en chimisorption	<p>Adaptabilité aux différentes formes de catalyseurs : donc besoin de grosses cellules</p> <p>Volume = minimum 7 ml dans la zone de chauffe</p>	<p>Catalyseur mis en forme (billes 2 à 4 mm ou extrudés 1 à 3 mm) ou en poudre de masse allant jusqu'à 5 g (granulométrie 20 à 180 µm centrée sur 80 µm).</p> <p>Dans la phase de réduction, le gaz traverse l'échantillon.</p>

Diffusion Externe	Référence 457866	Version 1	Date 23/04/2024	Page 6/16
----------------------	---------------------	--------------	--------------------	--------------

B	<b>Cellules d'analyses</b>	Lot de fournitures adapté	Une dizaine de cellule en chimisorption
A	<b>Circuit interne et externe des gaz.</b>	Nature de la tuyauterie résistante à la corrosion .	tuyauterie inox 316
A	<b>Pression en chimisorption</b>	Mesure de la pression de vide et mesure de la pression de gaz chimisorbée	Pression vide: $3.5.10^{-7}$ kPa Pression gaz: 0- <b>120</b> kPa (précision minimum: 0.07 kPa)
A	<b>Vide adapté (chimisorption)</b>	Vide $\leq 3.5.10^{-7}$ kPa absolu au niveau de l'échantillon	1 pompe primaire et 1 pompe turbomoléculaire  $1.5.10^{-6}$ kPa relatif

Diffusion Externe	Référence 457866	Version 1	Date 23/04/2024	Page 7/16
----------------------	---------------------	--------------	--------------------	--------------

A	<b>Gaz d'analyse</b>	Possibilité d'utiliser tous les gaz suivants : N2, He, Ar , H2, O2	
A	<b>Introduction des gaz (H2, He, N2, O2 ...)</b>	Système d'introduction de gaz	Connexion compatible gaz réseau .
A	<b>Débit de gaz</b>	Débit variable	0 à 100 ml/min avec un régulateur numérique de débit à fil chaud piloté via le logiciel précision +/- 1ml/min .
A	<b>Température</b>	<p>Chauffage de la cellule d'analyse et maintien de la température de consigne .</p> <p>Montage aisé de la cellule dans le four pour éviter la casse.</p>	<p>Durée palier = 1 à 24 h</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Montée T°C = 0.5°C/min</li> <li>• T°C palier réduction jusqu'à = 600°C +/- 5°C</li> <li>• T°C palier chimisorption = 20°C à 50 °C +/- 1 °C</li> </ul>
A	<b>Mesure et contrôle de la température</b>	Consigne / mesure du lit catalytique	T°C: Ambiante à 600°C Thermocouple de sécurité.
B	<b>Refroidissement</b>	Refroidissement de la cellule par air (de 600°C à ambiante en 2 heures)	

Diffusion Externe	Référence 457866	Version 1	Date 23/04/2024	Page 8/16
----------------------	---------------------	--------------	--------------------	--------------

Piloteage / Logiciel			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	Acceptabilité min max
A	<b>Piloteage de l'appareil par PC (le PC sera fourni par IFPEN, cf. art. 5.3 ci-dessous)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Equipement automatisé avec interventions manuelles pour le lancement de l'analyse</li> <li>- Possibilité de création/modification des tables de pression</li> <li>- Possibilité d'intervenir manuellement via le logiciel en cours d'analyse</li> </ul>	Fourniture régulière de la mise à jour des programmes
A	<b>Logiciels d'acquisition des analyses et d'exploitation</b>	<b>Logiciel multitâche</b> : Acquisition et exploitation des résultats avec programmation de plusieurs tables de pression + rapports d'analyse compatibles avec EXCEL	Windows 10 pour le PC  2 prises Ethernet sur le PC (1 pour l'instrument et 1 pour le réseau local)

Ecoconception et efficacité énergétique		
Fonctions attendues	Performances attendues	Acceptabilité min max
Proposition de matériaux respectueux de l'environnement	Le candidat joindra à son offre la liste des Matériaux bio-sourcés, matières recyclées, etc... utilisé lors de la fabrication de la Fourniture.	
Equipements avec durée de vie accrue et Position de la fourniture dans son cycle d'obsolescence	Le candidat devra indiqué la durée de vie de la Fourniture et sa position dans son cycle de vie	Garantie de fourniture des pièces à minima 10ans



Diffusion Externe	Référence 457866	Version 1	Date 23/04/2024	Page 9/16
----------------------	---------------------	--------------	--------------------	--------------

Possibilité de démantèlement de l'ensemble/ou d'une partie de la Fourniture pour récupération des pièces		
Optimisation maximale de l'énergie utilisée	Transmettre la consommation énergétique de la Fourniture et le détail des solutions apporté pour toute optimisation énergétique durant l'utilisation de la Fourniture	Transmettre les données pour une utilisation à 100%
Labels	Le candidat joindra à son offre tout label en lien avec la Fourniture	
Circuit-court	Le candidat indiquera dans son offre le nombre d'intermédiaires entre le producteur des matières premières et l'IFPEN	

<sup>1</sup> 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 457866	Version 1	Date 23/04/2024	Page 10/16
----------------------	---------------------	--------------	--------------------	---------------

Hygiène - Sécurité - Environnement			
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	Possession des habilitations
A	Sécurité d'utilisation (concernant l'interaction possible entre Oxygène et Hydrogène)	Présence de H2 et O2 : Interdire l'injection d'O <sub>2</sub> après l'hydrogène si le temps de purge est trop faible et/ou en cas d'absence d'azote de purge	

Documentation technique			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	Acceptabilité min max
A	Fourniture des notices d'utilisation et d'entretien	<ul style="list-style-type: none"> <li>Archivées sous format papier (1 exemplaire) et informatique (à définir).</li> </ul>	

Diffusion	Référence	Version	Date	Page
Externe	457866	1	23/04/2024	11/16

Prestations associées d'assistance, de support, ou de formation			
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.	Assistance au démarrage jusqu'à ce que les solides fournis par IFPEN soient conformes aux attentes (solides ayant servi lors de l'évaluation des offres)
A	Formation des opérateurs IFPEN	Cette étape de formation aura pour résultat : <ul style="list-style-type: none"> <li>de former les utilisateurs à l'utilisation de l'Équipement,</li> <li>de former les utilisateurs aux opérations de maintenance de niveau 1.</li> </ul>	

Diffusion Externe	Référence 457866	Version 1	Date 23/04/2024	Page 12/16
----------------------	---------------------	--------------	--------------------	---------------

## Prestations d'entretien, maintenance, SAV

P	Fonctions attendues	Performances attendues	
		min	max
A	<b>Garantie</b>	<p>Durée minimale de garantie : 12 mois à compter de la date de réception qualitative, sans réserve, de l'Équipement.</p> <p>Au titre de la garantie, le Titulaire est tenu :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• de maintenir l'Équipement en état de disponibilité,</li> <li>• de réaliser l'ensemble des opérations d'entretien préventif de l'Équipement,</li> <li>• de remplacer l'ensemble des matériels et pièces détachées livrés et reconnus défectueux,</li> <li>• de procéder à l'ensemble des actions nécessaires permettant la réparation des dommages et/ou le rétablissement des conditions normales d'utilisation.</li> </ul> <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>	
A	<b>Maintenance</b>	<p>Proposition d'un contrat de maintenance sur site, préventif et curatif, précisant :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Liste des pièces de rechange/consommables incluant leur tarif et disponibilité (délai de livraison garanti à réception de commande) et notamment consommables nécessaires pour assurer une maintenance de 1er niveau + échantillon de référence</li> <li>• Protocole de maintenance préventive</li> </ul>	

## 5 Expression des contraintes

### 5.1 Législation, réglementation, normes en vigueur

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

### 5.2 Marquage CE

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

### 5.3 Informatique - Pilotage – Logiciel

Lorsqu'une configuration informatique (matériel, logiciel) est proposé avec l'Équipement, les contraintes relatives à la configuration informatique sont les suivantes:

- Configuration Windows : Windows 10 Pro recommandé, 64 bit Français, livré avec les droits d'administrateur
- 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.

### 5.4 Environnement d'utilisation

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

- Local / Emplacement : Laboratoire 12 DOL/2B05
- Température moyenne :  $20 \pm 2$  °C
- Espace disponible : largeur = 130 mm ; hauteur = 150 mm; profondeur = 70 mm
- Réseau électrique : 220 V
- Fluide disponible : air, He, Ar, H<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>
- Autres : sous évent

**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.

## 6 Tests d'évaluation de l'Équipement

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

Une sélection de trois échantillons (cf. ci-dessous) sera envoyée au soumissionnaire, dès qu'il en aura fait la demande et à l'adresse de destination qu'il aura précisée par écrit, afin d'effectuer les tests d'évaluation définis ci-dessous.

Un rapport de tests sera adressé à IFPEN (données brutes et retraitées), à l'attention de l'interlocuteur technique, copie à l'interlocuteur achat, avant la date limite indiquée dans le règlement de consultation.

Tests	Fonctions testées	Performances attendues	Conditions d'acceptabilité
<b>Test n°1 : solide de type Ni/Alumine</b> Prétraitement sous débit de gaz de 87 ml/min: 150°C, 1h sous Argon (montée en T° : 10°C/min) puis 4h à 450°C sous H <sub>2</sub> (montée en T° : 5°C/min) puis redescende à 350°C sous H <sub>2</sub> suivi d'un tirage sous vide 3 h. <u>Chimisorption H<sub>2</sub> à 30°C</u> (1ere chimisorption+ purge sous vide à 30°C +2eme chimisorption). Analyse jusqu'à environ 65 kPa.	Chimisorption H <sub>2</sub>	Volumes H <sub>2</sub> chimisorbés Courbe : volumes chimisorbés en fonction de la pression soit 2 courbes	<b>Conditions</b> : 30°C  <b>Résultat à 40 kPa</b> :  VH <sub>2</sub> 1 <sup>ère</sup> chim = 2.4 ± 0.1 cm <sup>3</sup> /g  VH <sub>2</sub> 2 <sup>ème</sup> chim = 1.7 ± 0.1 cm <sup>3</sup> /g Au moins 10 points répartis sur la courbe.
<b>Test n°2 : Co sur Silice/Alumine</b> Prétraitement sous débit de gaz de 87 ml/min: 350°C, 2h à 350°C sous H <sub>2</sub> (montée en T° : 5°C/min) puis redescende à 350°C sous H <sub>2</sub> suivi d'un tirage sous vide 3 h.	Chimisorption H <sub>2</sub>	Volume H <sub>2</sub> chimisorbé Courbe : volume chimisorbé en fonction de la pression soit 2 courbes	<b>Conditions</b> : 30°C  <b>Résultat à 40 kPa</b> :  VH <sub>2</sub> 1 <sup>ère</sup> chim = 0.53 ± 0.1 cm <sup>3</sup> /g  Au moins 10 points répartis sur la courbe.

<b>Test n° 3 : solide de type Pt-Sn /alumine</b>  Prétraitement sous débit de gaz de 87 ml/min: 150°C, 1h sous Argon (montée en T° : 10°C/min) puis 4h à 450°C sous H <sub>2</sub> (montée en T° : 5°C/min) puis redescente à 350°C sous H <sub>2</sub> suivi d'un tirage sous vide 3 h. <u>Chimisorption H<sub>2</sub> à 30°C 1ere</u> + purge sous vide à 30°C	Chimisorption H <sub>2</sub>	Volumes chimisorbés à la première et deuxième chimisorption pour H <sub>2</sub> ,  Courbe : volumes chimisorbés en fonction de la pression (exprimé en kPa) soit 2 courbes	<b>Conditions</b> : 30°C  <b>Résultat à 40 kPa :</b>  VH <sub>2</sub> 1 <sup>ère</sup> chim = 0.18 ± 0.1 cm <sup>3</sup> /g  VH <sub>2</sub> 2 <sup>ème</sup> chim = 0.11 ± 0.1 cm <sup>3</sup> /g  Au moins 10 points répartis sur la courbe.
--	------------------------------	--	--

## 7 Modalités de réception de l'Équipement et des prestations associées

### 7.1 Réception en atelier/usine (FAT)

Sans objet

### 7.2 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 :

Les tests validant la réception de l'Équipement seront les mêmes que les tests d'évaluation décrits à l'article 6 ci-dessus.

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.

## 8 Conditions commerciales

### 8.1 Emballage - Transport - Livraison

#### 8.1.1 Emballage - Transport

Le Titulaire prend à sa charge :

- l'emballage adéquat de l'Equipement 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'Equipement.
- le transport de l'Equipement et de ses accessoires, depuis ses ateliers jusqu'au lieu de livraison indiqué sur la commande.

#### 8.1.2 Déchargement – Manutention – Transfert intra site IFPEN

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

- la livraison de l'Equipement 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'Equipement.

#### 8.1.3 Incoterms

**DDP Solaize** selon les conditions stipulées par les Incoterms 2010.

#### Adresse de livraison

IFP Energies nouvelles, Rond-Point de l'Echangeur de Solaize, 69360 Solaize, France