

# CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL DE CONSULTATION

Affaire n°458629-25-MES-SOL

Fourniture et installation d'un spectromètre RMN haut champ  
solide/liquide « full automatic »

**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	ANNEXES AU CAHIER DES CHARGES.....	4
<b>2</b>	<b>DEFINITIONS.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>EXPRESSION DES BESOINS.....</b>	<b>5</b>
3.1	EXPRESSION FONCTIONNELLE DES BESOINS .....	5
3.2	NATURE DES ECHANTILLONS/FLUIDES ET CONDITIONS OPERATOIRES .....	16
<b>4</b>	<b>EXPRESSION DES CONTRAINTES.....</b>	<b>16</b>
4.1	LEGISLATION, REGLEMENTATION, NORMES EN VIGUEUR .....	16
4.2	MARQUAGE CE.....	16
4.3	SECURITE .....	17
4.4	INFORMATIQUE - PILOTAGE – LOGICIEL.....	17
4.5	ENVIRONNEMENT D'UTILISATION .....	17
4.6	CONTRAINTES DE REPRISE ET ELIMINATION .....	18
<b>5</b>	<b>TESTS D'EVALUATION DE L'ÉQUIPEMENT.....</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>MODALITES DE RECEPTION DE L'ÉQUIPEMENT ET DES PRESTATIONS ASSOCIEES .....</b>	<b>21</b>
6.1	RECEPTION EN ATELIER/USINE (FAT) .....	21
6.2	RECEPTION IN SITU (SAT).....	21
<b>7</b>	<b>CONDITIONS LOGISTIQUES.....</b>	<b>21</b>
7.1	PLANNING DE REALISATION ATTENDU .....	21
7.2	ADRESSE DE LIVRAISON .....	21
7.3	EMBALLAGE - TRANSPORT - LIVRAISON .....	21
7.3.1	<i>Emballage - Transport .....</i>	<i>21</i>
7.3.2	<i>Déchargement – Manutention – Transfert intra site IFPEN.....</i>	<i>21</i>

## 1 Présentation générale

### 1.1 Objet et domaine d'application

Objet du marché : Fourniture, installation et mise en service d'un spectromètre RMN haut champ solide/liquide « full automatic » ainsi que des sondes de mesure solide et/ou liquide.

Domaine d'application : tous les liquides et solides d'intérêt à IFPEN (supports, catalyseurs, biomasse, électrolytes de batteries, produits pétroliers, polymères, PFAS, etc...).

Prestations associées : formation des utilisateurs à l'utilisation de l'équipement et aux opérations de maintenance de niveau 1.

### 1.2 Contexte

Le laboratoire RMN du Département Caractérisation des Matériaux de la Direction Physique et Analyse à IFPEN dispose de 3 spectromètres RMN :

- Un spectromètre 400 MHz wide bore solide,
- Un spectromètre 400 MHz liquide,
- Un spectromètre 600 MHz solide/liquide.

Le présent cahier des charges définit le remplacement/renouvellement du spectromètre 600MHz.

L'équipement sera mis en service dans le Département Caractérisation des Matériaux de la Direction Physique et Analyse. Il permettra la réalisation d'expériences RMN solides et liquides. L'utilisation devra, en fonction de la configuration solide ou liquide, être « full automatic » (introduction de l'échantillon, tuning avec changement de noyau, shims (liquide), rotation de l'échantillon (solide), mise en température et gestion des durées, modification des paramètres d'acquisition et acquisition des spectres).

Pour répondre à la consultation, le soumissionnaire pourra :

- Proposer un nouvel aimant supraconducteur d'un minimum de 400MHz (9.4T) ou ré-utiliser l'aimant supraconducteur 600MHz (14.1T) existant s'il s'agit du même fournisseur que l'aimant.
- Récupérer l'aimant existant si celui-ci était amené à être remplacé.
- Proposer des sondes liquides neuves ou ré-utiliser tout ou partie des sondes liquides actuellement disponibles au laboratoire (de marque Bruker QNP5, BBI5, BBO10 ou de marque Jeol Royal Probe x2 et GR5).

Il sera important de pouvoir utiliser au maximum les sondes déjà disponibles au laboratoire.

Les tests devront être effectués aux champs magnétiques correspondants aux différents devis (plusieurs tests à prévoir si plusieurs champs magnétiques proposés).

Livraison souhaitée semaine 43 au plus tard.

### 1.3 Objectifs

L'équipement devra permettre de réaliser des expériences RMN du liquide, des expériences RMN du solide et des mesures de coefficients de diffusion.

Il sera utilisé principalement dans le cadre des actions de réalisation d'analyse et de développement de nouvelles méthodologies.

Quelques exemples d'applications :

- Analyses structurales et/ou quantitatives d'échantillons liquides (produits pétroliers, produits de synthèses, solutions aqueuses, échantillons fortement dilués type PFAS 1 -100ppm, polymères solubilisés env.1%, etc.). Tous noyaux  $^1\text{H}$ ,  $^{19}\text{F}$  et les noyaux X  $^{15}\text{N}$ - $^{31}\text{P}$  et séquences 1D ou 2D (impulsion  $30^\circ$  ou  $60^\circ$ , Attached Proton Test, COSY, HMBC, HSQC, séquences de type « water suppression »). Selon les noyaux étudiés, les gammes spectrales d'observation peuvent être étendues à 800-1000ppm.
- Mesures de coefficients de diffusion de systèmes plus ou moins complexes (systèmes tout liquide, solide/liquide, solide/gaz, liquide/gaz, électrolytes batteries liquides ou solides) à température contrôlée.
- Caractérisation de matériaux solides tels que les supports, catalyseurs, biomasse, électrolytes de batteries, zéolithes. Applications tous noyaux  $^1\text{H}$ ,  $^{19}\text{F}$  et les noyaux X  $^{15}\text{N}$ - $^{31}\text{P}$  (principalement  $^{27}\text{Al}$ ,  $^{29}\text{Si}$ ,  $^7\text{Li}$ ,  $^{31}\text{P}$ ,  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ ,  $^{19}\text{F}$  et le  $^{35}\text{Cl}$  serait apprécié) avec présence possible de noyaux paramagnétiques. Les séquences impulsionnelles sont de type MAS, CPMAS, MQMAS et voulons implémenter les séquences BABA et HETCOR.
- Pour le traitement des données il est important de pouvoir effectuer des normalisations de spectres, additions et soustractions de spectres, normaliser une intégration de spectre etc. Un mode interactif est apprécié pour effectuer des opérations à partir de spectres. Les spectres devront également être exportables au format .txt et utilisables par un logiciel de décomposition type DMFIT et le logiciel Jason.

#### 1.4 Annexes au cahier des charges

Documents	Référence	Date	Rev.	Version jointe <sup>1</sup>	
				Electronic	Paper
Livret Ecart aux Règles d'Or	vf			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mémo Sécurité des Entreprises Extérieures Lyon			V5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Questionnaire informatique		07/02/22	V3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Procès Verbal					

<sup>1</sup> Check if the document is appended to the specifications.

## 2 Définitions

<b>Equipement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Console + aimant si nécessaire pour un spectromètre RMN haut champ 400MHz minimum</li> <li>- Système interchangeable liquide/solide avec sondes associées si manquantes (à définir en fonction des fournisseurs)</li> <li>- Passeur 20 positions min + système « full automatic »</li> <li>- Des amplificateurs pour effectuer des expériences liquides et solides</li> <li>- Une unité pneumatique permettant la mise en rotation des échantillons solides avec mise en sécurité si coupure gaz ou coupure électrique</li> <li>- Unité de contrôle de la température de l'échantillon</li> <li>- 1kit de remplissage d'échantillons solides + 1kit de 10 rotors min + 1 kit de 10 navettes min</li> <li>- Un système informatique d'acquisition et de traitement compatible Windows 11. Le PC sera fourni par IFPEN.</li> <li>- Logiciel de traitement "multi-licences"</li> <li>- Autonomie en azote liquide de minimum 14 jours</li> </ul>
<b>Soumissionnaire</b>	Personne physique ou morale qui soumissionne à la présente consultation.
<b>FAT - Factory Acceptance Test</b>	Réception en atelier/usine
<b>SAT - Site Acceptance Test</b>	Réception in situ, sur le site IFPEN
<b>Titulaire</b>	Titulaire du marché à l'issue de la présente consultation

## 3 Expression des besoins

### 3.1 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	Version	Date	Page
	458629	0	21/10/2025	6/23

<Configuration liquide 5mm>			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	
			Acceptabilité min max
A	Compatibilité avec sonde Royal Probe si Jeol Compatibilité avec sondes QNP, BBI5 et BBO10 si Bruker Fourniture d'une nouvelle sonde « tout noyau » 5mm si Bruker	L'équipement doit être compatible avec les sondes liquides actuellement présentes au laboratoire ou doit comporter une sonde liquide.  Dans le cas Bruker, les sondes actuellement présentes au laboratoire étant anciennes, la proposition devra comporter une sonde liquide 5mm tout noyaux	
C	Sonde spécifique $^{19}\text{F}$	Analyse de traces (<10ppm) avec limitation du blanc de sonde	
A	Multi-noyaux $^1\text{H}$ , $^{19}\text{F}$ et les noyaux X $^{15}\text{N}$ - $^{31}\text{P}$	Compatible	
A	$^1\text{H}$ = 1% $\text{CHCl}_3$ dans acetone d6 (lineshape)	Conditions : 1 scan et relaxation delay = 120s à P30 sans rotation	Max 1 Hz (Jason)
A	$^1\text{H}$ = 0.1% éthylbenzène dans $\text{CDCl}_3$	Conditions : 1 scan et relaxation delay = 100s à P90 sans rotation	Rapport Signal sur bruit > 100 (Jason)
A	$^{13}\text{C}$ = 10% éthylbenzène dans $\text{CDCl}_3$	Conditions : 1 scan et relaxation delay = 300s à P90 sans rotation	Rapport Signal sur bruit > 50 (Jason)
B	$^{31}\text{P}$ = 0.0485 M TPP dans acétone d6	Conditions : 1 scan et relaxation delay = 60s à P90 sans rotation	Rapport Signal sur bruit > 10 (Jason)
A	$^1\text{H}$ water suppression = sucrose	Conditions : sans rotation	Vérification de l'atténuation du signal de l'eau sans impact sur le signal à 5.4 ppm

Diffusion Externe	Référence	Version	Date	Page
	458629	0	21/10/2025	7/23

A	2D $^1\text{H}$ et $^{13}\text{C}$ = produit pétrolier sans rotation (single pulse $^1\text{H}$ , $^{13}\text{C}$ découplé, COSY, HSQC, HMBC, DOSY)	Conditions : au choix du fournisseur	Fourniture des spectres 1D et 2D obtenus
A	Motifs structuraux = produit pétrolier sans rotation (spectre $^{13}\text{C}$ avec découplage $^1\text{H}$ appliqué uniquement lors de l'acquisition $^{13}\text{C}$ avec angle d'impulsion : $60^\circ$ , Spin Echo 8ms, APT 8ms, Spin Echo 3.125ms, APT 3.125ms, APT 4ms) avec traitements des spectres (normalisation, additions et soustractions de spectres).	Séquences à définir avec les fournisseurs Conditions : relaxation delay = 5s sans rotation et max. 1h40 d'acquisition par séquence	Possibilité de pouvoir traiter les résultats (soustractions ou additions de spectres, normalisation des intégrales, ajustement du slope et offset des intégrales traitées)
C	$^{19}\text{F}$ = mélange 10ppm PFOA + 10ppm PFBA dans $\text{D}_2\text{O}/\text{H}_2\text{O}$	Conditions : relaxation delay=7s, p90 et max. 10h d'acquisition	Fourniture de spectres quantifiables avec et sans sonde spécifique $^{19}\text{F}$
C	Mesure de coefficients de diffusion (tube de ref $\text{H}_2\text{O}/\text{D}_2\text{O}$ )	De l'ordre de $10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$ en $^1\text{H}$	Conforme à la littérature ( $\text{H}_2\text{O}$ à $25^\circ\text{C}$ = $2.3 \cdot 10^{-9} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$ )
C	Mesure à température variable	Fourniture en option d'un accessoire permettant de travailler à des températures plus basses que l'ambiante.	Idéalement jusqu'à $-80^\circ\text{C}$ en limite basse

Diffusion Externe	Référence	Version	Date	Page
	458629	0	21/10/2025	8/23

<configuration solide avec rotor diamètre min=3mm>			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	
			Acceptabilité min max
A	Sonde MAS full automatic (tuning et rotation)	Compatible	Diamètre min=3mm et max=4mm Rotation min 14kHz
B	Rotors étanches pour analyses sous atmosphère contrôlée	Etanches	Etanches test pds acétone sur 3j
A	Multi-noyaux $^1\text{H}$ , $^{19}\text{F}$ et les noyaux X $^{15}\text{N}$ - $^{31}\text{P}$	Compatible	
B	$^{79}\text{Br}$ = KBr (réglage angle magique)	Conditions: 1 scan, relaxation delay=1s, P90, rotation 5kHz	Intensité relative du premier satellite > 10%
B	$^1\text{H}$ = Adamantane 8kHz + max rotation (sensibilité et lineshape)	Conditions: 1 scan, relaxation delay=60s, p90, rotation 8kHz	Rapport Signal sur bruit et largeur mi-hauteur (Jason)
B	$^{13}\text{C}$ = Adamantane 8kHz + max rotation (sensibilité et lineshape)	Conditions: 1 scan, relaxation delay=8s, p90, rotation 8kHz	Rapport Signal sur bruit et largeur mi-hauteur (Jason)
B	CPMAS $^1\text{H} \rightarrow ^{13}\text{C}$ = Adamantane	Conditions: Rotation 14kHz	Fourniture du spectre obtenu
B	$^1\text{H} \rightarrow ^{13}\text{C}$ = échantillon biomasse $^{13}\text{C}$ HPDEC et CPMAS $^1\text{H} \rightarrow ^{13}\text{C}$	Conditions : relaxation delay=5s et max. 5h d'acquisition par séquence	Fourniture du spectre obtenu
B	$^{27}\text{Al}$ = zéolithe LZY52 max rotation (sensibilité et lineshape)	Conditions : relaxation delay=0.5s, pi/11 et max. 1h30 d'acquisition	Fourniture du spectre obtenu
B	$^{29}\text{Si}$ = zéolithe LZY52 max rotation (sensibilité et lineshape) + décomposition du signal pour rapport Si/Al	Conditions : relaxation delay=20s, p90 et max. 3h d'acquisition	Fourniture du spectre obtenu et vérification du rapport Si/Al de l'ordre de 2.5 (+/- 0.25) par DMFIT



Diffusion Externe	Référence 458629	Version 0	Date 21/10/2025	Page 9/23
----------------------	---------------------	--------------	--------------------	--------------

B	2D $^{27}\text{Al}$ = 25-01592-7 MQMAS	Conditions : max. 24h d'acquisition	Fourniture du spectre obtenu
---	----------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------

<Automatisation>			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	
			Acceptabilité min max
A	Compatibilité du passeur avec les sondes solide et liquide	Compatible	
A	Accord de sonde (changement de noyau)	Changement de noyau programmable	
A	Paramètres d'acquisition (durée de pulse, temps de recyclage, nombre de scans, $\delta$ , $\Delta$ , force du gradient, durées et puissances d'impulsions, etc.)	Facilement programmable en libre service et intuitif	Facilité de mise en œuvre autonome
A	Conditions expérimentales (température, rotation...)	Programmable	

< Changement de sonde >			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	
			Acceptabilité min max
B	Facilité de changement de sondes + vérifications	Moins de 4h	<4h

Diffusion Externe	Référence 458629	Version 0	Date 21/10/2025	Page 10/23
----------------------	---------------------	--------------	--------------------	---------------

Ecoconception et efficacité énergétique		
Fonctions attendues	Performances attendues	Acceptabilité min max
Autonomie azote liquide	Durée minimale entre deux remplissages de 14 jours	> 14 j
Autonomie en hélium liquide	Autonomie à fournir pour le spectromètre correspondant au devis	L'autonomie sera un critère important pour le choix du spectromètre
Equipements avec durée de vie accrue et Position de la fourniture dans son cycle d'obsolescence	Le candidat devra indiquer la durée de vie de la Fourniture et sa position dans son cycle de vie	
Possibilité de démantèlement de l'ensemble de la Fourniture pour récupération des pièces		
Labels	Le candidat joindra à son offre tout label en lien avec la Fourniture	

<Pilotage et logiciel>			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	Acceptabilité min max
A	Licence logiciel pilotage	Quantité : 1 licence minimum	
C	Licence processing	Quantité : 5 licences minimum	

Diffusion	Référence	Version	Date	Page
Externe	458629	0	21/10/2025	11/23

<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 458629	Version 0	Date 21/10/2025	Page 12/23
----------------------	---------------------	--------------	--------------------	---------------

Hygiène - Sécurité - Environnement			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	Acceptabilité min max
A	Etre installé et mis en service par des intervenants habilités Risque Chimique	Installateurs habilités Risque Chimique 1 et 2	Possession des habilitations
A	Mise en sécurité de la sonde MAS si coupure gaz ou coupure électrique pendant la rotation		

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

Diffusion	Référence	Version	Date	Page
Externe	458629	0	21/10/2025	13/23

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.	
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>	5j min

Diffusion Externe	Référence 458629	Version 0	Date 21/10/2025	Page 14/23
----------------------	---------------------	--------------	--------------------	---------------

Prestations d'entretien, maintenance, SAV			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	Acceptabilité min max
A	<b>Garantie</b>	<p>Durée minimale de garantie : 24 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> <p>Pendant la période de garantie, le Titulaire s'engage aux délais suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Délai de réponse assistance téléphonique : 24h</li> <li>• Délai d'intervention sur site : 48h</li> <li>• Délai de changement de pièce : à préciser par le fournisseur de manière contractuelle</li> </ul>	
	<b>SAV</b>	Dans son offre, le soumissionnaire devra préciser le délai de prise en compte de toute demande ainsi que le délai de diagnostic.	
	<b>Indice de réparabilité</b>	Facilité la prise en main de l'appareil pour des réparations niveau I	
C	<b>Proposition d'extension de garantie</b>	1an, 2ans, 3ans ou plus	

Diffusion	Référence	Version	Date	Page
Externe	458629	0	21/10/2025	15/23

C	<p><b>Contrat de maintenance à proposer en option incluant la possibilité d'une prise en main à distance</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maintenance préventive annuelle</li> <li>• Maintenance curative pièces et main d'œuvre (appareil et accessoires),</li> <li>• Garantie des pièces de rechange :</li> <li>• Délai de réponse assistance :</li> <li>• Délai d'intervention :</li> </ul> <p>Indication des moyens de transport de l'intervenant technique durant le contrat de maintenance</p>	
---	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

### 3.2 Nature des échantillons/fluides et conditions opératoires

Les échantillons seront fournis par le soumissionnaire, à l'exception des échantillons notés (\*) qui seront fournis par IFPEN.

- 1% CHCl<sub>3</sub> dans acetone d6
- 0.1% éthylbenzène dans CDCl<sub>3</sub>
- 10% éthylbenzène dans CDCl<sub>3</sub>
- 0.0485 M TPP dans acétone d6
- Sucrose
- Produit pétrolier (\*)
- Mélange 10ppm PFOA + 10ppm PFBA dans D<sub>2</sub>O/H<sub>2</sub>O (\*)
- Tube de ref. H<sub>2</sub>O/D<sub>2</sub>O
- Acétone
- KBr
- Adamantane
- Biomasse (\*)
- Zéolithe LZY52 (\*)
- Sample IFPEN (\*)

## 4 Expression des contraintes

### 4.1 Législation, réglementation, normes en vigueur

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

L'équipement devra, en particulier, être conforme à la directive n° 2006/42/CE du 17 mai 2006 relative aux machines ainsi qu'à toute autre directive qui lui serait applicable (notamment les directives basse tension, compatibilité électromagnétique, appareils utilisés en atmosphères explosibles, équipements sous pression, récipients à pression simples, etc.).

La machine devra disposer d'un marquage de conformité CE apposé de manière distincte. Elle sera livrée accompagnée de la documentation suivante :

- Déclaration de conformité CE aux directives applicables,
- Notice d'instruction légale prévoyant, notamment, les indications pour que la mise en service, l'utilisation, le réglage et la maintenance puissent s'effectuer sans risque,
- Documentation technique relative aux moyens mis en œuvre pour assurer la conformité de la machine. Si la machine comporte des récipients sous pression, la documentation décrira leurs caractéristiques de pression, température mini/maxi admissibles, volumes afin de vérifier et réaliser, le cas échéant, le suivi en service réglementaire en France. Elle décrira également les caractéristiques et valeurs de réglage des accessoires de sécurité (soupapes de sûreté, disques de rupture, etc.).

### 4.2 Marquage CE

Conformément aux textes réglementaires, l'Equipement livré doit être muni du marquage CE et livré avec une déclaration 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 ainsi que les documents à fournir 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

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

- Local / Emplacement : DOL1G17
- Température moyenne : 21°C
- Espace disponible : 10m<sup>2</sup>
- Réseau électrique : 25A ou 40A
- Fluide disponible : Air, N<sub>2</sub>, He
- Autres : Dewar azote liquide

**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'Equipement dans les conditions normales d'utilisation et de maintenance. En particulier :

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

#### 4.6 Contraintes de reprise et élimination

L'équipement à reprendre sera constitué de la console AvanceIII seule ou la console AvanceIII + aimant 600MHz si ce dernier venait lui aussi à être remplacé. Leurs caractéristiques sont les suivantes :

Console :

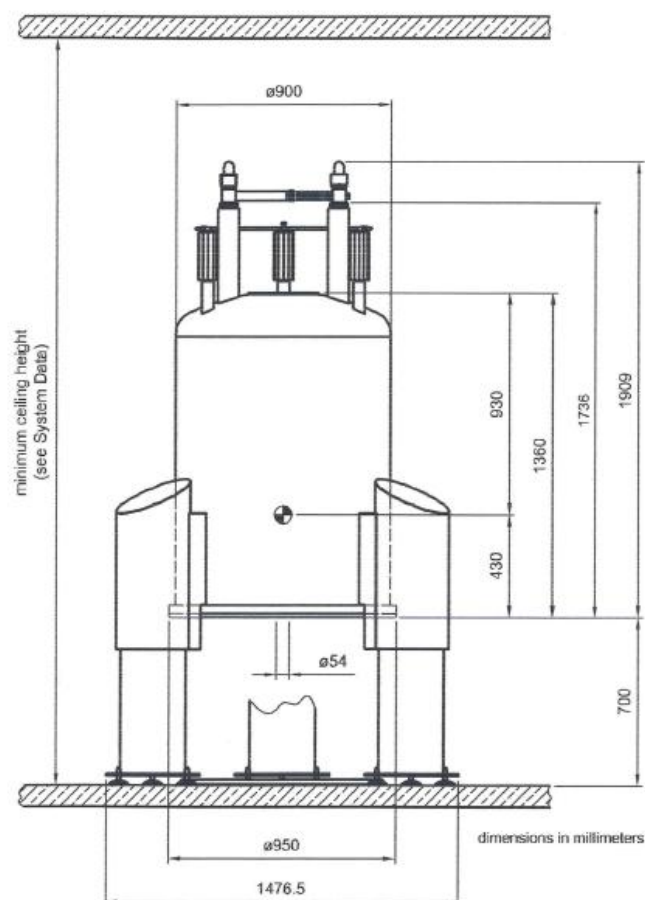
Poids : 400kg

Dimensions : 1.30m x 0.83m x 1.30m

Aimant :

Poids : 1200kg

Dimensions : voir ci-dessous



## 5 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 ses principales fonctionnalités, et ce avant toute contractualisation.

Diffusion	Référence	Version	Date	Page
Externe	CDCF <i>Reference PACTE</i>			19/23

Les tests techniques pourront être effectués par le soumissionnaire dans ses laboratoires d'application sans la présence du personnel IFPEN. En revanche, il est demandé de pouvoir assister à une démonstration (dans le laboratoire d'application du soumissionnaire ou dans un autre laboratoire équipé du système solide « full automatic » à déterminer).

Les échantillons seront fournis par le soumissionnaire, à l'exception des échantillons notés (\*) pour lesquels il est spécifié dans les tableaux ci-dessous qu'ils sont fournis par IFPEN.

Les formats des données acceptés doivent être celui des logiciels constructeurs et doivent aussi pouvoir être lisibles et/ou exportables pour les logiciels Jason et DMFIT.

### Références liquides :

Nature	Noyau	Séquence	Conditions opératoires
1% CHCl <sub>3</sub> dans acetone d6	<sup>1</sup> H	Single pulse	1 scan et relaxation delay = 120s à P30 sans rotation
0.1% éthylbenzène dans CDCl <sub>3</sub>	<sup>1</sup> H	Single pulse	1 scan et relaxation delay = 100s à P90 sans rotation
10% éthylbenzène dans CDCl <sub>3</sub>	<sup>13</sup> C	Single pulse	1 scan et relaxation delay = 300s à P90 sans rotation
0.0485 M TPP dans acétone d6	<sup>31</sup> P	Single pulse	1 scan et relaxation delay = 60s à P90 sans rotation
Sucrose	<sup>1</sup> H	Water suppression	Sans rotation
Produit pétrolier*	<sup>1</sup> H	Single pulse	Conditions au choix du soumissionnaire
		COSY	
		DOSY	
	<sup>13</sup> C	Découplage <sup>1</sup> H	
	<sup>1</sup> H/ <sup>13</sup> C	HMBC HSQC	
Produit pétrolier (Méthode motifs structuraux)*	<sup>13</sup> C	Découplage <sup>1</sup> H	P60, relaxation delay = 5s sans rotation et max. 1h40 d'acquisition par séquence
		Spin Echo 8ms	Séquences à définir avec le soumissionnaire Relaxation delay = 5s sans rotation et max. 1h40 d'acquisition par séquence
		APT 8ms	
		Spin Echo 3.125ms	
		APT 3.125ms	
		APT 4ms	
Mélange 10ppm PFOA + 10ppm PFBA dans D <sub>2</sub> O/H <sub>2</sub> O*	<sup>19</sup> F	Single pulse	Relaxation delay=7s, p90 et max. 10h d'acquisition
Tube de ref. H <sub>2</sub> O/D <sub>2</sub> O	<sup>1</sup> H	Choix du fournisseur	Conditions au choix du soumissionnaire

### Références solides (avec rotor de diamètre proposé dans le devis) :

Nature	Noyau	Séquence	Conditions opératoires
Acétone	<sup>13</sup> C	Single pulse	1 scan, relaxation delay=300s, p90, sans rotation Spectres à t <sub>0</sub> et t <sub>0</sub> +3j
KBr	<sup>79</sup> KBr	Single pulse	1 scan, relaxation delay=1s, P90, rotation 5kHz
Adamantane	<sup>1</sup> H	Single pulse	1 scan, relaxation delay=60s, p90, rotation 8kHz
	<sup>13</sup> C	Single pulse	1 scan, relaxation delay=8s, p90, rotation 8kHz
	<sup>1</sup> H/ <sup>13</sup> C	CPMAS <sup>1</sup> H→ <sup>13</sup> C	Conditions au choix du soumissionnaire Rotation 14kHz
Biomasse	<sup>13</sup> C	HPDEC	Conditions au choix du soumissionnaire Découplage <sup>1</sup> H Relaxation delay=5s et max. 5h d'acquisition
	<sup>1</sup> H/ <sup>13</sup> C	CPMAS <sup>1</sup> H→ <sup>13</sup> C	Conditions au choix du soumissionnaire Relaxation delay=5s et max. 5h d'acquisition
Zéolithe LZY52*	<sup>27</sup> Al	Single pulse	Relaxation delay=0.5s, pi/11 et max. 1h30 d'acquisition
	<sup>29</sup> Si	Single pulse	Relaxation delay=20s, p90 et max. 3h d'acquisition
Sample IFPEN*	<sup>27</sup> Al	MQMAS	Conditions au choix du soumissionnaire max. 24h d'acquisition

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

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

NA

### 6.2 Réception in situ (SAT)

Lors de la SAT, les tests décrits au paragraphe 5 seront reproduits sur l'équipement livré dans le laboratoire et les performances obtenues devront être identiques à celles des données transmises par le soumissionnaire.

IFPEN s'engage à réaliser les tests SAT sous 2mois à partir de la date de mise en service.

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 livraison souhaitée : au plus tard semaine 43 2026. Dans le cas où le soumissionnaire ne serait pas en capacité de respecter cette date de livraison, faire une proposition de date de livraison (en plusieurs phases si nécessaire).

### 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.

## Annexe n°1

<b>Diffusion</b> <b>Externe</b>	<b>Référence</b> <b>CDCF <i>Reference PACTE</i></b>	<b>Version</b>	<b>Date</b>	<b>Page</b> <b>22/23</b>
------------------------------------	--------------------------------------------------------	----------------	-------------	-----------------------------

Contrat réf. IFPEN n°

### Généralité :

Le présent PV est rédigé en application du Contrat réf. IFPEN n° [REDACTED] conclu entre les deux Parties signataires. L'ensemble des termes en majuscule ont la signification donnée à l'article 1 du contrat précité.

**Marché/commande**  
**N°**                       
**en date du**

**Objet du marché/de la commande :**

Le [REDACTED]  
IFPEN déclare que le jalon [REDACTED], correspondant au versement n° [REDACTED] identifié à l'article 8.2 « modalité de règlement » du Contrat est validé conformément aux dispositions propres au dit jalon et peut être facturé.

*La validation du jalon est prononcée :*

- ☐ Sans réserves
- ☐ Avec réserves (liste des réserves en annexe du présent PV)

La signature par le représentant de l'entreprise de ce procès-verbal garantit qu'il lèvera les réserves annexées dans les délais fixés ci-dessous.

Délai : ..... à compter de la date de signature du présent procès-verbal.

<b>Au nom et pour compte de l'entreprise</b>	<b>Au nom et pour compte d'IFP Energies nouvelles</b>
<p>Nom : .....</p> <p>Fonction : .....</p> <p>Signature et cachet de l'entreprise :</p>	<p>Nom :</p> <p>Fonction :</p> <p>Signature et cachet de l'entreprise :</p>

## LISTE DES RÉSERVES

[illegible]