

CAHIER DES CHARGES FONCTIONNEL

Affaire n° 2026-0060

Fourniture, installation et mise en service
d'un spectromètre Raman sur le procédé
de séparation des xylènes

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.....	4
1.3.1	<i>Contraintes</i>	4
1.3.2	<i>Implantation</i>	4
1.4	DOCUMENTATION APPLICABLE	6
2	DEFINITIONS.....	6
3	ORGANISATION GENERALE	6
3.1	PLANNING DE REALISATION ATTENDU	6
3.2	CONDITIONS D'INTERVENTION SUR SITES IFPEN	6
4	EXPRESSION DES BESOINS.....	6
4.1	EXPRESSION FONCTIONNELLE DES BESOINS	6
4.2	NATURE DES ECHANTILLONS/FLUIDES ET CONDITIONS OPERATOIRES	14
5	EXPRESSION DES CONTRAINTES.....	14
5.1	LEGISLATION, REGLEMENTATION, NORMES EN VIGUEUR	14
5.2	MARQUAGE CE.....	14
5.3	SECURITE	15
5.4	INFORMATIQUE - PILOTAGE – LOGICIEL.....	15
5.5	ENVIRONNEMENT D'UTILISATION	15
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).....	17
7	CONDITIONS COMMERCIALES.....	18
7.1	EMBALLAGE - TRANSPORT - LIVRAISON	18
7.1.1	<i>Emballage - Transport</i>	18
7.1.2	<i>Déchargement – Manutention – Transfert intra site IFPEN</i>	18
7.1.3	<i>Incoterms</i>	18
7.2	CONDITIONS DE PAIEMENT.....	18

1 Présentation générale

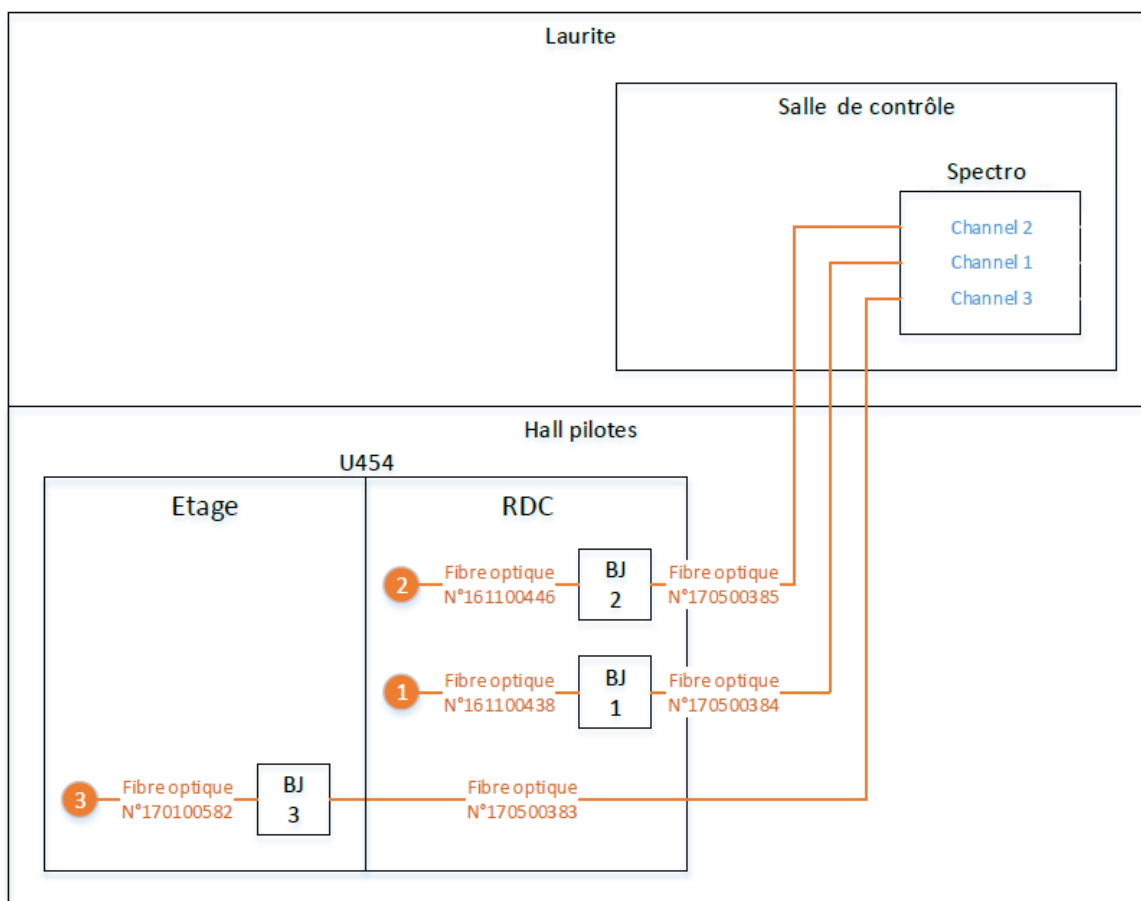
1.1 Objet et domaine d'application

Objet du marché : remplacement spectromètre Raman fibré dédié à de l'analyse en ligne

Prestations associées : Installation, mise en service, formation

1.2 Contexte

Le présent Cahier des Charges Fonctionnel concerne le renouvellement d'un analyseur en ligne Raman devenu obsolète sur une unité pilote dédié au développement des procédés de séparation des Xylènes. Ce nouvel analyseur devra s'adapter au montage présenté sur la figure 1, sachant que seule la voie 3 sera remplacée. Le but étant de faire le moins de travaux possible pour le remplacement de cet appareil.



Le nouveau spectromètre devra permettre de poursuivre le suivi du procédé Eluxyl tel que réalisé actuellement. Il devra donc permettre d'obtenir des spectres avec la même résolution temporelle (soit 15 s maximum entre 2 spectres), et les plus proches possibles de ceux obtenus actuellement avec l'équipement en place (notamment en termes de calage en Raman Shift, d'intensité, de rapport signal sur bruit et de résolution), le but étant d'impacter le moins possible le transfert des modèles.

1.3 Objectifs

1.3.1 Contraintes

Cet Equipement doit permettre d'utiliser la technique de spectrométrie Raman pour faire des analyses quantitatives déportées en milieu liquide du procédé de séparation des xylènes. Le point d'analyse sera confronté aux conditions de températures et pressions élevées précisées ci-dessous :

Profil	
Pression	10 à 100 bar
Température	Température ambiante à 180°C

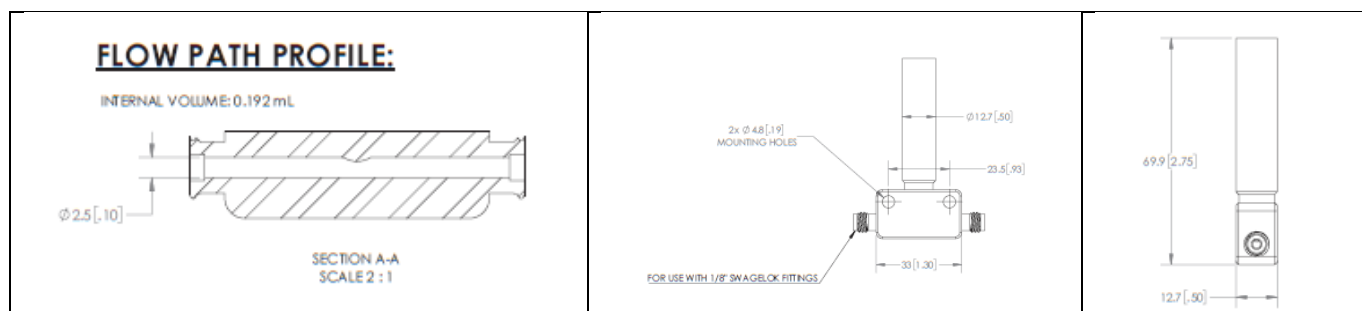
Dans la matrice suivante :

Toluène
Ethylbenzène
Paraxylène
Métaxylène
Orthoxylène
PDEB
<i>Eau</i>
<i>Paraffines</i>

1.3.2 Implantation

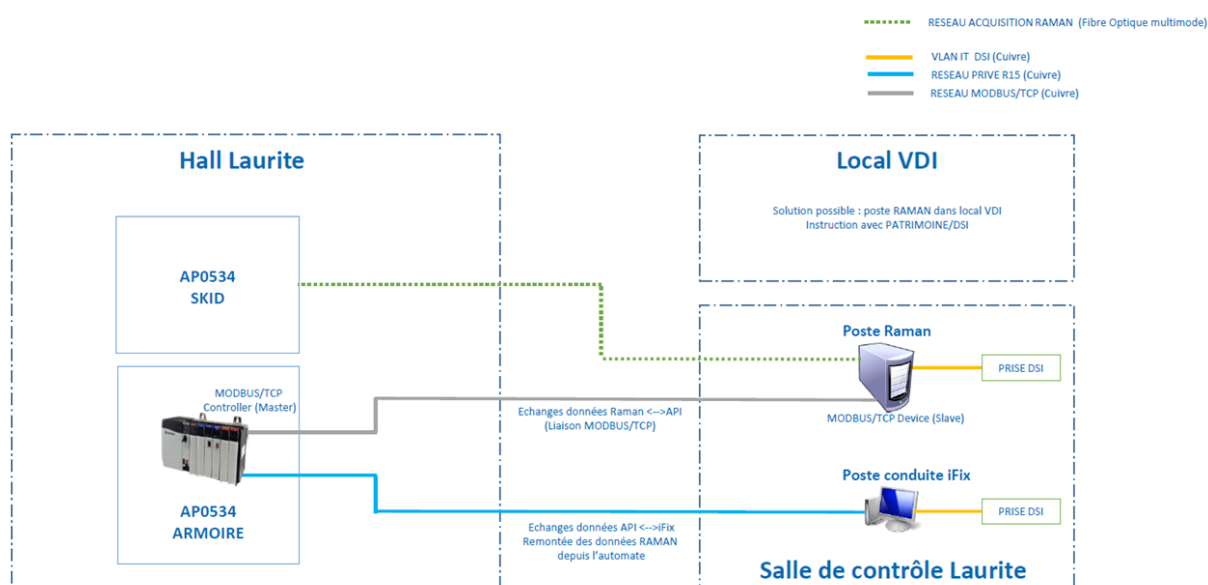
Comme précisé dans le contexte, ce nouveau spectromètre Raman remplacera un spectromètre multiplexé, et devra s'adapter dans la mesure du possible au montage actuel :

- Utilisation de la fibre optique en place :
 - Longueur de la fibre : 150 m
 - Diamètre de la fibre : 62.5 microns pour la fibre d'excitation et 100 microns pour la fibre de collection
 - Ouverture de la fibre optique : 0.29
 - Connectique : FCPC
- Pour faciliter la maintenance il avait été décidé d'installer des flowcells sur lesquelles sont pluggées les têtes raman. La flowcell est équipée d'une lentille qui laisse traverser le laser sur le liquide. Il faudrait pouvoir utiliser la FLOWCELL en place sur la voie profil dont les caractéristiques sont les suivantes :
 - Process Elite FlowCell BallProbe® Sonde Hastelloy C22
 - 6 mm de diamètre,
 - Lentille sphérique en saphir et joint torique en or.
 - Option personnalisée pour haute température le connecteur optique à une longueur de 18 cm de la Flow Cell. Testé sous pression à 170 bars, selon le schéma ci-dessous :



Le spectromètre devra être résistant dans le temps, être équipé d'un laser robuste et stable, avoir une bonne résolution ainsi qu'un bon rapport signal sur bruit. Ce système analytique devra nous permettre un suivi continu de l'unité. Il devra fonctionner en continu de manière automatique, et remonter les valeurs sur un automate.

Le mode de communication devra suivre ce schéma :



Le fournisseur devra nous garantir un suivi du spectromètre et la possibilité de maintenir l'outils sur une durée minimum de 10 ans.

1.4 Documentation applicable

Documents	Référence	Date	Rév.	Joint au cahier des charges ¹
Questionnaire_informatique				☒
livret_decart_aux_regles_or_vf				☒
memosecuriteentrepriseexterieureslyon				☒
PROCÈS VERBAL RECEPTION				☒

2 Définitions

Equipement	Spectromètre Raman fibré
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

3 Organisation générale

3.1 Planning de réalisation attendu

Date de livraison souhaitée : 31 Octobre 2026

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.

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

Analyse			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	Acceptabilité min max
A	Sonde / Flowcells	Spectromètre équipé d'un canal pour pouvoir connecter une flowcell ou une sonde via une fibre optique. Sonde : distance de focalisation	0 mm à quelques μm
C	Flowcell	Conservation de la flowcell actuelle	Proposition d'une nouvelle flowcelle
A	Laser	Longueur d'onde excitatrice	785 nm
A	Résolution temporelle pour mesure en ligne	Ecart max entre 2 spectres : 15s	Intensité et rapport signal sur bruit de même ordre de grandeur que l'équipement actuel (voir SAT)
A	Résolution	Résolution spectrale	Maximum 8 cm^{-1}
A	Gamme spectrale	100 - 3450 cm^{-1}	200 - 3250 cm^{-1}
A	Data interval	1 cm^{-1}	

Diffusion Externe	Référence 2026-0060	Version 1	Date 22/05/2026	Page 8/18
----------------------	------------------------	--------------	--------------------	--------------

C	Calibration laser	Calibration automatique interne Stabilité laser entre 2 calibrations $<1 \text{ cm}^{-1}$	
C	Dark substract automatique en continu		
C	Cosmic Ray removal ou fonction équivalente		
A	Calibration en intensité sur toute la gamme	A minima au démarrage et à chaque intervention	
C	Auto-calibration en X	En continu (intervalles rapprochés) pour éviter toute dérive Stabilité en x entre 2 calibrations $<1 \text{ cm}^{-1}$	
A	Qualité de la coupure de la Rayleigh	Retour à la ligne de base	
A	Automatisation	Automatisation des procédures d'acquisition des spectres et quantification Remontées des résultats	
A	Analyses en conditions opératoires	Conditions de température et de pression impératives sur la flowcell position profil	T max =180°C P max = 100 bar
A	Connectique FCPC		

	Respect de l'environnement		
	Fonctions attendues	Performances attendues	Acceptabilité min max
A	Cycle d'obsolescence	Indication du cycle d'obsolescence de l'équipement, indication de la durée de maintenabilité, durée de vie des pièces détachés et de sa durée de vie	Min 15 ans
A	Energie électrique consommé	Proposer un équipement peu énergivore, renseigner sa consommation.	
B	Mise en veille du laser, mise en veille de l'équipement	Quand aucune analyse est lancer mise en veille automatique du de l'équipement.	

Pilote / Logiciel			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	Acceptabilité min max
C	Fourniture informatique	- Proposition PC sur RACK	
A	Fourniture d'une configuration informatique adaptée	- Configuration Windows : windows 11 recommandé , Français, livré avec les droits d'administrateur - Sécurisation du poste de travail ¹	
A	Données facilement transférables vers un fichier Excel, vers une base de données ou vers un automate (PC de conduite)	Export en temps réel des spectres au format .spc	
A	Logiciel	Logiciel multi licences	
A	Communication	Communication MODBUS entre le PC analyse et l'automate	

Ergonomie			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	Acceptabilité min max
A	Facilité des réglages du spectromètre		

Diffusion Externe	Référence 2026-0060	Version 1	Date 22/05/2026	Page 11/18
----------------------	------------------------	--------------	--------------------	---------------

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			
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

Documentation technique			
P	Fonctions attendues	Performances attendues	Acceptabilité min max
A	Fourniture des notices d'utilisation et d'entretien	- Rédigées en français. - Archivées sous format informatique.	

Diffusion Externe	Référence 2026-0060	Version 1	Date 22/05/2026	Page 12/18
----------------------	------------------------	--------------	--------------------	---------------

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. Accompagnement du fournisseur sur la partie communication lors de la mise en réseau du système en collaboration avec le service AII interne IFPEN	
A	Formation des opérateurs IFPEN	Cette étape de formation aura pour résultat : • de former les utilisateurs à l'utilisation de l'Équipement, • de former les utilisateurs aux opérations de maintenance de niveau 1.	

Diffusion Externe	Référence 2026-0060	Version 1	Date 22/05/2026	Page 13/18
----------------------	------------------------	--------------	--------------------	---------------

Prestations d'entretien, maintenance, SAV				
P	Fonctions attendues	Performances attendues		Acceptabilité min max
A	Garantie	Durée minimale de garantie : 12 mois à compter de la date de réception qualitative, sans réserve, de l'Équipement. Obsolescence de l'appareil mini 10 années Au titre de la garantie, le Titulaire est tenu : • 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. 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.		
A	Maintenance	Fournir la liste des consommables liés à la maintenance avec indication de la périodicité de remplacement et les prix associés. Délai d'intervention suite à panne : 72h Calibration sonde à chaque opération de maintenance le nécessitant (changement laser...)		

4.2 Nature des échantillons/fluides et conditions opératoires

La matrice sera toujours la même, seules les concentrations seront différentes au cours des tests sur le process :

Toluène	0-1%
Ethylbenzène	0-50%
Paraxylène	0-50%
Métaxylène	0-70%
Orthoxylène	0-50%
PDEB	0-90%

NB : Présence d'eau et de paraffines en faibles quantités.

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.

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.).

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 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

5.4 Informatique - Pilotage – Logiciel

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

- Configuration Windows : Windows 11, 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 et le composant McAfee Agent. 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.

5.5 Environnement d'utilisation

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

- Local / Emplacement : Bâtiment Laurite, salle de contrôle, site de Solaize
- Température moyenne : $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$ pour le spectromètre et les fibres
- Espace disponible : insertion dans le rack actuel
- Réseau électrique : 220 V

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 Modalités de réception de l'Équipement et des prestations associées

6.1 Réception en atelier/usine (FAT)

Les tests à réaliser en usine avec sonde propriétaire calibrée sur instrument de tests sont les suivants :

- Analyse d'un échantillon de cyclohexane et d'un échantillon issu d'une matrice réelle (mélange d'isomères du xylène).

Les performances attendues doivent être au moins équivalentes à celles obtenues avec l'équipement du laboratoire IFPEN :

- Ecart de précision en Raman shift et pointé de pics $< 1\text{cm}^{-1}$ sur toute la gamme
- Résolution : ratio d'intensités de bandes et bandes / vallées + largeur à mi-hauteur de même niveau que l'instrument actuel
- Qualité spectrale : ligne de base et coupure de la Rayleigh au même niveau qu'instrument actuel.

Les tests seront à valider par l'IFPEN suite à réception par mail des résultats.

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 :

Tests	Fonctions testées	Performances attendues	Conditions d'acceptabilité
Test n°1	Connection sur fibre CH1, CH2 ou CH3 Avec calibration de la réponse en intensité sur toute la gamme en sortie de tête Raman	Suivi d'un cycle Eluxyl	Enregistrement des spectres en continu durant 15/20 min
		Résolution temporelle,	- Résolution temporelle : 15s maximum entre 2 spectres
		Justesse en Raman shift,	- écarts entre pointés de bandes entre 2 instruments < 1cm ⁻¹
		Intensité du signal,	- Intensité minimale moyenne signal zone 200-1800cm ⁻¹ sur pic le + intense : CH1 /CH2 = 20 000 / CH3 = 15000
		ratio signal/bruit,	- Rapport signal /bruit moyen minimum (S/N) : CH1 : @ env 800 cm ⁻¹ : 4000 CH2 : @ env 800 cm ⁻¹ : 2000 CH3 : @ env 1000 cm ⁻¹ : 1500
		Résolution spectrale	- Résolution : largeur à mi-hauteur et ratio de bandes comparables aux spectres de références obtenus sur instrument actuel sur toute la gamme - Ligne de base et coupure de la Rayleigh au même niveau qu'instrument actuel
Test n°2	Enregistrement spectre cyclohexane en sortie de fibre avec sonde calibrée	Spectres identiques à spectre de référence	

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

La réalisation de la SAT est d'un délai de trois (3) mois.

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

7 Conditions commerciales

7.1 Emballage - Transport - Livraison

7.1.1 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.

7.1.2 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.

7.1.3 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

Date de livraison souhaitée : 31 Octobre 2026

7.2 Conditions de paiement

Le règlement des factures intervient par virement à 60 jours nets date de réception de facture.