PUBLIC

Référence : DTNM/SCEF/2026/042

CAHIER DES CHARGES EQUIPEMENT

Système Raman modulaire

EOTP	A-SECSY-G0-5F-DD
OS	LOC7N5TG2LCT
Plateforme	C4-130

	Nom	Fonction	Signature / Date
Rédacteur	Parviz HAJIYEV	Ingénieur	
Vérificateur sécurité	BUTZ Stéphanie	Ingénieur Sécurité	
Vérificateur RIT	Vincent ENTZMANN	Responsable Infrastructure et Travaux	
Vérificateur plateforme	Vincent FAUCHEUX	Responsable plateforme	
Vérificateur qualité	Helene DUFOUR	Ingénieur Qualité	
Vérificateur installation	Pascal MORA	Chef d'Installation	
Vérificateur hiérarchique	Vincent FAUCHEUX	Chef de laboratoire	
Emetteur	Richard LAUCOURNET	Chef de département	

PUBLIC

SUIVI DES REVISIONS

Indice	Date	Motif et description de la modification
A	01/08/2026	Document initial

DIFFUSION INTERNE

Service Achat	Anne MANGIN
Département	Richard LAUCOURNET Jessica THERY Stéphanie BUTZ Benoit BELLEVILLE Hélène DUFOUR Vincent ENTZMANN Didier GALLAIRE
Service et Laboratoire	Pascal MORA Vincent FAUCHEUX Parviz HAJIYEV
LITEN/DIROPS/CSOP	Marc BOHNKE

PUBLIC

SOMMAIRE

1. OBJET 5
2. DEFINITION 5
3. GLOSSAIRE 5
4. DOCUMENTS APPLICABLES 5
5. INTERFACE CLIENT – PRESTATAIRE 5
6. CONFIDENTIALITE 5
7. EXPRESSION DU BESOIN 6
7.1. DESCRIPTION DE LA FONCTION PRINCIPALE 6
7.2. SOUS-FONCTIONS DE L'EQUIPEMENT 7
7.3. PERFORMANCES ATTENDUES POUR L'UTILISATION AVEC CELLULE HARRICK 8
7.4. PERFORMANCES GENERALES ATTENDUES 11
7.5. SPECIFICATIONS 13
7.6. SPECIFICATIONS INFORMATIQUES 19
8. ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL, LIEU D'INSTALLATION, LIMITES DE PRESTATION 21
8.1. LIMITES DE PRESTATION 21
8.2. ENVIRONNEMENT, FACILITIES 22
8.3. MODALITES D'INTERVENTION SUR LE SITE DU CEA 22
8.4. LIVRAISON 23
9. DELAIS 23
10. QUALITE 24
11. SECURITE ET CONFORMITE 24
11.1. IDENTIFICATION DES SOURCES DE DANGER 24
11.2. DISPOSITIF DE SECTIONNEMENT ET SEPARATION DES ALIMENTATIONS EN ENERGIE . 25
11.3. DISPOSITIF DE CONSIGNATION DES ALIMENTATIONS EN ENERGIE 25
11.4. ARRET D'URGENCE 25
11.5. RISQUES LIES A L'ELECTRICITE 25
11.6. PRESENCE D'UN ONDULEUR (UPS) 25
11.7. RISQUES LIES A L'INCENDIE 26
11.8. RISQUES LIES AUX PRODUITS CHIMIQUES 26
11.9. RISQUES LIES AUX RAYONNEMENTS OPTIQUES ARTIFICIELS 26

PUBLIC

11.10. RISQUES LIES AUX TEMPERATURES 26
11.11. SIGNALISATION 26
11.12. CONFORMITE DE L'EQUIPEMENT ET CONTROLES REGLEMENTAIRES 27
11.13. CONTROLE MACHINE 27
11.14. CONTROLE REGLEMENTAIRE ELECTRIQUE 27
12. CLAUSE ENVIRONNEMENTALE 27
13. DOCUMENTATION EQUIPEMENT 28
14. CONDITIONS DE RECEPTION 28
14.1. SAT 28
14.2. CRITERES DE RECEPTION 29
14.3. PRONONCIATION FINALE DE LA RECEPTION SUR SITE 29
15. FORMATION 29
15.1. FORMATION SUR L'UTILISATION DE L'EQUIPEMENT 30
15.2. FORMATION SUR LA MAINTENANCE DE PREMIER NIVEAU 30
16. GARANTIE 30
17. MAINTENANCE 31
18. ELEMENTS A FOURNIR EN REPONSE A LA CONSULTATION 31
ANNEXES 32

PUBLIC

1. OBJET

Le présent cahier des charges a pour objet de définir la fourniture, pour le compte du CEA, d'un équipement de spectroscopie RAMAN évolutif adapté aux mesures in situ. Le matériel devra être installé sur le site du CEA Grenoble.

Si la réalisation de spécifications techniques ou de documents demandés ne peuvent être respectée, le fournisseur devra le spécifier clairement dans son offre commerciale en remplissant à minima la zone commentaire de l'Annexe 1 de ce cahier des charges.

2. DEFINITION

Dans ce document, l'entreprise qui se verra attribuer le marché est dénommée « le fournisseur».

Le donneur d'ordre est dénommé « CEA ».

3. GLOSSAIRE

- LITEN : Laboratoire d'Innovation pour les Technologies des Energies Nouvelles et les nanomatériaux
- FAT : Factory Acceptance Tests, tests de réception chez le fournisseur
- SAT : Site Acceptances Tests, tests de réception sur site du CEA
- Facilities : Ce terme regroupe tout ce qui doit être mis en place autour de l'équipement pour permettre son installation et son fonctionnement correct (locaux, alimentation électrique, fluides, gaz, réseaux, ventilation, sécurité, etc...)

4. DOCUMENTS APPLICABLES

Le fournisseur doit se conformer aux documents et ensemble des procédures en vigueur au CEA/GRENOBLE, ci-dessous une liste non exhaustive :

- EQ/CS23-10 : Règles applicables aux entreprises extérieures
- EQ/CS23-11: Applicable rules for outside companies (version anglaise)

Ces documents sont consultables à la demande du fournisseur.

5. INTERFACE CLIENT – PRESTATAIRE

Les interlocuteurs techniques pour les prestations de base et complémentaires sont :

Nom : M. Parviz HAJIYEV

Tél : +33 (0)438786947

Adresse électronique : parviz.hajiyev@cea.fr

6. CONFIDENTIALITE

Le fournisseur s'engage à conserver confidentielles et s'interdit de communiquer à un tiers, sans l'accord préalable et écrit du CEA, tout ou partie des informations et/ou connaissances du CEA ou de toute tierce partie, auxquelles il pourrait avoir ou avoir eu accès à l'occasion de la prestation réalisée pour le compte du CEA.

PUBLIC

7. EXPRESSION DU BESOIN

7.1. Description de la fonction principale

L'équipement permettra de réaliser des mesures de spectroscopie RAMAN in situ sur des échantillons placés en environnement spécifique (température ou atmosphère réactionnelle contrôlés, hautes pressions). Cette fonction aura pour objectif de caractériser l'évolution structurale des matériaux « operando » c'est-à-dire subissant éventuellement des transformations physico-chimiques au cours du temps.

L'équipement adressera deux besoins :

- Le premier est un besoin court terme, et constitue une exigence minimale : il concerne la mesure in situ d'un échantillon sous forme de poudre ou de pastilles placées dans une cellule réactionnelle de type « Harrick » dans laquelle règne une température, une pression, une atmosphère spécifique.
- Le second est un besoin plus long terme pour lequel une évolutivité de l'équipement est demandée.

L'équipement permettra à l'utilisateur de paramétrer l'analyse, de réaliser la mesure, puis de récolter et enregistrer les données d'analyse de l'échantillon.

Les mesures seront réalisées en environnement laboratoire, par un opérateur formé à l'utilisation, pendant des expériences d'une durée allant jusqu'à 8 h par jour, avec acquisitions répétées au cours d'un même essai.

Présentation de la cellule « Harrick »

La cellule Harrick est un porte échantillon spécifique fabriqué en inox, comprenant un cœur réactionnel isolé de l'atmosphère externe par un hublot, sur lequel peuvent être connectés une arrivée et une sortie de gaz, une entrée et une sortie d'eau permettant le refroidissement.

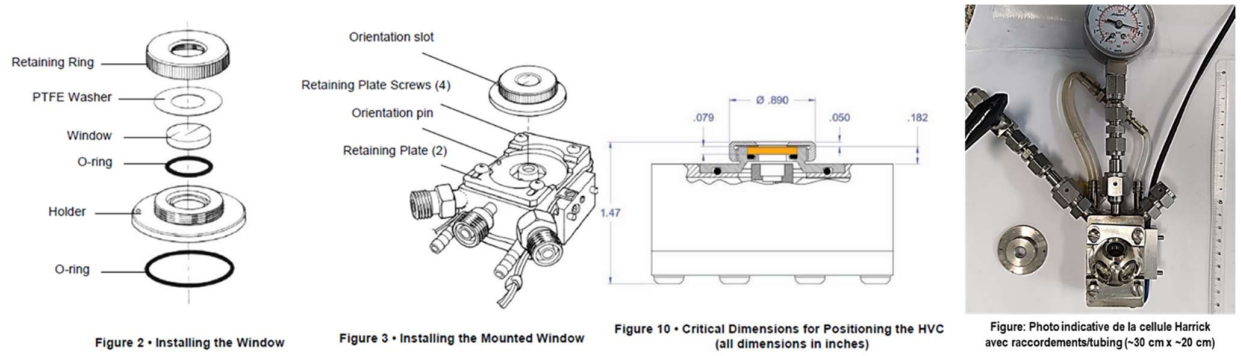


Figure 1 : Description de la cellule Harrick

PUBLIC

Les caractéristiques détaillées sont reportées dans le Tableau 1 ci-dessous.

Tableau 1 - Données d'entrée quantitatives liées à la cellule Harrick HVC et à l'installation

Paramètre	Valeur / exigence retenue	Commentaire
Type de cellule	Cellule Raman haute température / haute pression Harrick HVC-MRA-M	Équipement in situ existant; intégration optique à vérifier par le fournisseur Raman.
Température maximale de travail visée	600 °C au niveau d'échantillons	Le fournisseur Raman doit garantir la compatibilité optique externe à cette condition d'utilisation.
Hublot / fenêtre optique	UV-grade SiO2 / quartz	Donnée Harrick. Le fournisseur Raman doit démontrer la mesure à travers ce hublot et quantifier/minimiser son signal parasite.
Dimensions du hublot	13 × 2 mm et ouverture optique 8 mm	Donnée Harrick.
Refroidissement de la cellule	Refroidissement externe par eau/circulateur requis au-dessus de 100 °C	Le fournisseur Raman doit tenir compte de la présence des tuyaux eau/gaz et de la température du corps de cellule.
Ports gaz / fluide	3 ports gaz (raccords 1/4" VCO)	
Distance minimale fenêtre–surface échantillon	0.232 pouce ≈ 6 mm	Paramètre critique pour la WD : l'optique devra permettre une focalisation sur la surface poudre/pastille à travers la fenêtre. Une WD supérieure est souhaitée pour préserver une marge de réglage et limiter l'exposition thermique de l'optique par conduction /convection/ rayonnement depuis la cellule.
Épaisseur/hauteur de la cellule	1.47 pouce ≈ 37.4 mm	Pour compatibilité mécanique en hauteur. L'encombrement réel avec tubulures et manomètre est d'environ 20 × 30 cm en largeur/longueur, avec possibilité de modification de la configuration des raccordements.

7.2. Sous-fonctions de l'équipement

L'équipement aura pour fonctions :

- **Dans le cas de son utilisation avec cellule Harrick :**

Générer une longueur d'onde laser rouge à 633 nm +/- 30nm

Positionner la sonde RAMAN au-dessus de l'échantillon

Focaliser le laser sur la surface poudre/pastille à travers le hublot de la cellule Harrick

Collecter le signal Raman provenant de l'échantillon présent dans la cellule Harrick

- **De façon générale**

Paramétrer les conditions de test

Piloter l'acquisition des spectres

Régler et contrôler la puissance laser au niveau de l'échantillon

Permettre l'étalonnage en nombre d'onde, la vérification des performances de mesure et le contrôle de la répétabilité à l'aide de standards Raman adaptés.

Acheminer le signal entre la source et la sonde Raman

Transférer l'excitation laser vers l'échantillon

Permettre une installation sécurisée sous sorbonne ventilée

Sauvegarder les données brutes et traitées et permettre leur export dans des formats standards exploitables.

Permettre une évolution ultérieure du système.

7.3. Performances attendues pour l'utilisation avec cellule Harrick

La cellule Harrick sera installée sous sorbonne ventilée dans un laboratoire de chimie conventionnel.
Les expériences in situ / operando pourront durer jusqu'à 8 h par jour.
Le laboratoire est à accès réglementé ; seuls les utilisateurs autorisés et ayant suivi les formations de sécurité nécessaires pourront y accéder et utiliser l'équipement.

7.3.1. Générer une longueur d'onde laser rouge à 633 nm +/-30nm

Les matériaux visés comprennent des composés de type amides, imides et hydrures pour lesquels les informations structurales recherchées sont réparties sur plusieurs régions du spectre Raman.

L'équipement permettra l'étude :

- Des modes vibrationnels de basse et moyenne fréquence ;
- De la région dite fingerprint ;
- De la région haute fréquence comprenant notamment les vibrations N–H entre 3200 et 3500 cm^{-1}.

L'équipement permettra de générer une longueur d'onde laser rouge à 633 nm +/- 30nm sur une gamme spectrale couvrant au minimum 150–3500 cm^{-1}. La sensibilité du détecteur et les caractéristiques de la chaîne optique devront permettre une mesure exploitable dans la région 3200–3500 cm^{-1}.

Une extension de la gamme au-delà de 3500 cm^{-1}, et idéalement jusqu'à environ 4700 cm^{-1}, sera considérée comme un avantage mais ne constitue pas une exigence minimale.

La performance en résolution spatiale n'est pas nécessaire. La priorité est donnée à la qualité du signal Raman, au rejet de la contribution parasite du hublot optique et des zones hors foyer, à la reproductibilité du positionnement du faisceau.

7.3.2. Positionner la sonde au niveau de l'échantillon

La cellule Harrick et ses tubulures limitent l'accès autour de la zone d'analyse (cf Figure 1). Le positionnement du spot doit pouvoir être réalisé de manière sûre, simple et reproductible.

PUBLIC

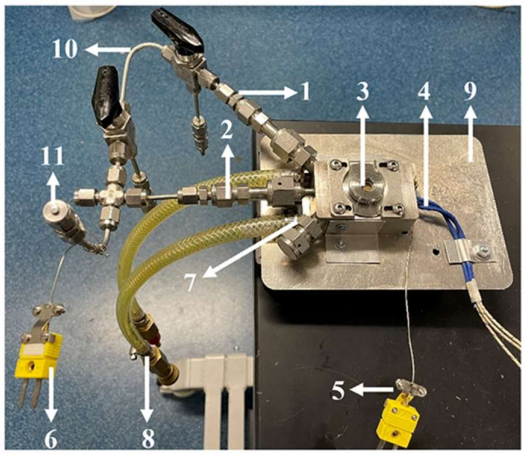


Fig. 1. Harrick Scientific in situ high-temperature Raman reaction cell. (1) gas inlet; (2) gas outlet; (3) Raman dome assembly with fused silica window (HVC-MRA); (4) cartridge heater; (5) cartridge heater/cell body thermocouple; (6) sample thermocouple via outlet line; (7) cooling ports; (8) cooling hose lines; (9) homemade cell base adapter for Bruker Senterra Raman spectrometer; (10) bypass line; (11) backflushing and cleaning line.

Figure 2 : Cellule Harrick en configuration expérimentale (*Hashim A. et al. :In situ Raman spectroscopy study of silver particle size effects on unpromoted Ag/a-Al2O3 during ethylene epoxidation with molecular oxygen)*

La sonde devra être installée sur un support mécanique stable permettant son positionnement en X, Y et Z par rapport à la cellule en tenant compte d'une empreinte de la cellule expérimentale de 30x20x5cm (voir l'illustration représentative sur la Figure 2 ci-dessus).

Une distance entre la sonde et le spectromètre de 2 mètres est envisagée pour ces essais.

Le faisceau laser sera positionné et focalisé sur la surface d'une poudre ou d'une pastille, à travers le hublot optique de la cellule Harrick et en présence de ses raccordements gaz/eau.

Dans le cas de l'utilisation de l'équipement avec cellule Harrick, une expérience operando peut durer jusqu'à 8 h ; l'environnement de la cellule Harrick est porté à une température estimée à une plage de 40 à 60°C. Le fonctionnement stable (la puissance du laser ne varie pas au cours du temps) en continu de l'équipement pendant 8h (ou de sa sonde si elle est déportée) doit être possible.

Le fournisseur devra également indiquer les températures maximales admissibles en fonctionnement continu pour les éléments les plus proche du hublot de la cellule comme :

- La sonde Raman ;
- L'objectif ou optique frontale ;
- Les composants collés ou cimentés ;

Si nécessaire, le fournisseur devra proposer une solution permettant de maintenir ces composants dans leurs conditions admissibles : distance de travail appropriée, écran thermique, déport de la sonde, protection ou solution équivalente.

7.3.3. Focaliser le laser sur la surface poudre/pastille à travers la cellule Harrick

La mesure Raman doit être réalisée sans contact, à travers le hublot optique de la cellule Harrick, sur la surface d'une poudre ou d'une pastille potentiellement non parfaitement plane

PUBLIC

Comme illustré sur la Figure 3 ci-dessous, la configuration optique devra permettre de positionner et de focaliser de manière reproductible le faisceau laser au-dessus l'échantillon malgré la présence du hublot, du corps de cellule et des raccordements gaz/eau.

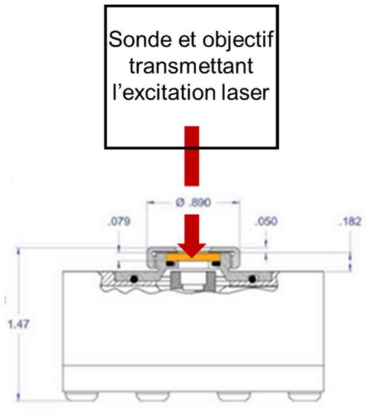


Figure 3 : La sonde et l'objectif sont placés au-dessus de la cellule Harrick afin de transmettre l'excitation laser vers l'échantillon.

La solution devra permettre à l'opérateur de visualiser et de positionner la zone d'analyse sans observation directe du faisceau laser.

Un dispositif de visualisation de l'échantillon et du spot laser est souhaitée.

Le système devra disposer d'un réglage de position suivant X, Y et Z, manuel ou motorisé, permettant le positionnement sûr et reproductible de la sonde par rapport à la cellule.

Le fournisseur précisera notamment la distance de travail qui doit être supérieure à 6mm (voir Tableau 2 - Spécifications et conditions de test avec cellule Harrick , l'ouverture numérique (NA), la taille du spot et la plage de déplacement utile en Z de la configuration proposée.

7.3.4. Collecter le signal Raman provenant de la cellule Harrick

Dans ce cas d'utilisation, le hublot optique peut apporter un signal Raman et un fond susceptible de masquer ou de dégrader les bandes de l'échantillon.

Ainsi, le système devra permettre de collecter préférentiellement le signal Raman provenant de l'échantillon en limitant la contribution Raman ou optique du hublot de la cellule et des volumes hors foyer.

Une architecture confocale, pseudo-confocale ou toute autre solution optique permettant d'obtenir cette discrimination pourra être proposée par le fournisseur.

La confocalité n'est pas recherchée pour obtenir une haute résolution spatiale, mais principalement pour améliorer la sélectivité axiale de la mesure et le rapport signal utile / fond parasite.

La configuration n'a pas pour objectif une spectroscopie Raman à très haute résolution. Elle devra plutôt permettre de suivre de manière fiable :

- L'apparition ou la disparition de bandes ;

- Les déplacements de position des bandes ;
- Les modifications de largeur ;
- Les variations relatives d'intensité au cours d'une expérience.

Pendant la manipulation de 8h, l'équipement devra permettre de suivre ces évolutions sans mettre en cause une quelconque dérive liée au fonctionnement de l'équipement.

La résolution spectrale devra être adaptée à cet objectif, avec une tolérance ≤4 cm^{-1} sur la gamme utile 150-3500cm^{-1}.

Nous n'aurons pas besoin de réaliser une cartographie Raman.

7.4. Performances générales attendues

7.4.1. Paramétrer les conditions de test

Le logiciel associé à l'équipement devra permettre :

- La définition du temps d'intégration et du nombre d'accumulations ;
- Les acquisitions successives pendant une expérience pouvant durer jusqu'à 8 h ;
- Le paramétrage de l'enregistrement des spectres bruts ;
- L'enregistrement de recettes et des paramètres d'acquisition associés ;

7.4.2. Piloter l'acquisition des spectres

Le logiciel associé à l'équipement devra permettre l'acquisition et l'affichage des spectres Raman.

7.4.3. Régler et contrôler la puissance laser au niveau de l'échantillon

L'équipement proposera une puissance réglable permettant d'optimiser le rapport signal sur bruit sans dégradation du signal provenant de l'échantillon.

7.4.4. Permettre l'étalonnage en nombre d'onde, la vérification de la dérive et le contrôle de la répétabilité.

Les transformations étudiées seront suivies dans le temps pendant des expériences pouvant durer plusieurs heures ; une dérive instrumentale ne doit pas être interprétée comme une évolution physico-chimique de l'échantillon.

L'exactitude en nombre d'onde devra permettre d'identifier et de comparer les positions de bandes au cours d'une campagne expérimentale. Une vérification périodique devra pouvoir être réalisée.

Le fournisseur proposera un standard certifié (étalon de mesure) Raman pour permettre à l'utilisateur de réaliser ces vérifications ; il devra proposer un certificat de calibration associé à ce standard.

Le fournisseur devra également fournir les protocoles et les échantillons de références standard pour assurer :

L'étalonnage de l'axe spectral de l'équipement

L'étalonnage de l'intensité spectral

L'alignement laser (des différents laser envisagés)

L'étalonnage en intensité du laser

PUBLIC

7.4.5. Acheminer le signal entre la source et la sonde Raman

De façon générale, l'équipement, de par sa conception, permettra de générer et de détecter le signal laser ; préférentiellement, si la sonde de mesure est déportée dans l'environnement de l'échantillon afin de réaliser des mesures in situ, un composant de transfert de l'excitation laser sera proposé (fibre ou autre).

7.4.6. Transférer l'excitation laser vers l'échantillon

Le transfert sera réalisé sans modification de la puissance au niveau de l'échantillon pendant 8 heures.

7.4.7. Permettre une installation sécurisée sous sorbonne ventilée

Dans le cas d'une architecture où la sonde Raman est mécaniquement solidaire du spectromètre ou des éléments optiques, l'ensemble installé sous sorbonne devra respecter les contraintes d'encombrement de 1900 × 1200 mm (Longueur x Profondeur).

Dans le cas où le laser, le spectromètre, le détecteur et les boitiers optiques peuvent être installés à l'extérieur de la sorbonne, l'encombrement de la sonde et de sa potence devront respecter les contraintes d'encombrement de 550 × 1200 mm (Longueur x Profondeur) et l'empreinte du montage décrite au paragraphe 7.3.2. L'encombrement de la sonde et de sa potence est défini par le fournisseur en tenant compte de la longueur des fibres, les contraintes de courbure et de cheminement ainsi que les éventuelles limitations de distance entre la sonde et les modules optiques.

Compte tenu du risque laser, le fournisseur décrira les caractéristiques des faisceaux lasers de la source et celles des faisceaux accessibles pendant les différentes phases de travail comme par exemple l'étalonnage et les réglages, l'exploitation lors de l'essai, le nettoyage, la maintenance.

Le fournisseur proposera en option facultative une protection collective adaptée à l'installation sous sorbonne : capotage/écran opaque, obturateur, interverrouillage ou solution équivalente. Il précisera également les EPI éventuellement requis (lunettes adaptées).

7.4.8. Sauvegarder les données brutes et traitées et permettre leur export dans des formats standards exploitables.

Le logiciel devra permettre l'export des données dans un format standard exploitable.

Les données brutes devront rester accessibles afin de permettre leur retraitement indépendamment des fonctions automatiques de correction de ligne de base ou de lissage.

7.4.9. Permettre une évolution ultérieure du système

L'équipement permettra une évolutivité pour adresser les besoins futurs.

Option #	Désignation	Chiffrage de l'option	Informations attendues dans l'offre
O-1	Ajout futur d'un laser 532 nm +/- 30nm	Facultatif	Décrire la procédure d'évolution et préciser les éléments réutilisés, ajoutés ou remplacés : laser, filtres, fibres, sonde/tête, alignement, sécurité et logiciel. Chiffrer l'option si une solution standard existe.
O-2	Ajout futur d'un laser 785 nm +/- 30nm	Facultatif	Décrire la procédure d'évolution et préciser les éléments réutilisés, ajoutés ou remplacés. Indiquer la gamme Raman accessible avec le détecteur

			initial et les éventuelles limitations, notamment dans la zone 3200–3500 cm^{-1}.
O-3	Détecteur complémentaire adapté au 785 nm +/- 30nm	Facultatif	Préciser si un second détecteur peut être ajouté ultérieurement, les modifications matérielles/logicielles nécessaires, la gamme spectrale obtenue et les éléments de la configuration initiale réutilisables. Chiffrer l'option si disponible.
O-4	Évolution vers un micro-Raman confocal	Facultatif	Indiquer si le système modulaire peut évoluer vers une configuration micro-Raman confocale et préciser les composants réutilisables (laser(s), spectromètre, détecteur, logiciel, fibres) et ceux à ajouter/remplacer. Préciser les interventions et recalibrations nécessaires.
O-5	Sonde Raman HT/HP pour réacteur catalytique	Facultatif	Décrire les solutions disponibles pour une intégration directe ou déportée sur réacteur catalytique HT/HP, leurs limites de température/pression et les adaptations nécessaires du système Raman. Chiffrer si une solution standard existe.
O-6	Compatibilité avec une sonde HT/HP tierce	Facultatif	Décrire la possibilité et les conditions d'intégration d'une sonde d'un autre constructeur. Préciser les interfaces à respecter (connecteurs, fibres, NA, filtres, puissance, excitation/collection), les opérations d'intégration/calibration nécessaires et l'impact éventuel sur le support et la garantie.

7.5. Spécifications

7.5.1. Spécifications équipement

Les conditions de tests proposées peuvent être discutées. Le fournisseur pourra proposer une méthode de vérification équivalente, sous réserve qu'elle permette de démontrer de manière objective le respect du critère d'acceptance concerné.

PUBLIC

Tableau 1 - Spécifications et conditions de test pour l'équipement

	SPECIFICATIONS			CONDITIONS DE TESTS PROPOSEES				
TEST #	**Critère d'acceptance**	**Cible équipement attendue**	**Tolérance / précision fournisseur**	**Conditions de test**	**Format/type d'échantillon**	**Nombre d'échantillons**	**FAT / SAT**	**Moyens d'essai**
E-1	Excitation Raman	Laser rouge nominal 633 nm +/-30nm, adapté aux mesures fibrées	Technologie du laser libre ; le fournisseur précise la puissance nominale et la stabilité	Vérification documentaire des caractéristiques du laser proposé	NA	NA	SAT	Fiche technique / certificat fournisseur
E-2	Puissance au niveau échantillon	Puissance réglable permettant d'optimiser le S/B sans dégradation de l'échantillon	Le fournisseur indique la puissance disponible au sample, diamètre du spot et densité de puissance	Vérification de la plage de réglage de puissance ; mesure au plan échantillon si possible	NA	NA	SAT	Puissancemètre fournisseur
E-3	Visualisation	Visualisation du spot laser permettant alignement et focalisation sans observation directe du faisceau	L'alignement et la focalisation sont obligatoires	Démonstration de la visualisation, du repérage et de la focalisation du spot sur l'échantillon	Standard ou échantillon inerte	1	SAT	Caméra / système de visualisation proposé
E-4	Gamme spectrale	150–3500 cm^{-1} minimum à 633 nm +/- 30	Extension au-delà de 3500 cm^{-1} appréciée mais non obligatoire	Vérification de la couverture de la gamme spectrale demandée sur un ou plusieurs standards adaptés	Standard(s) Raman	1	SAT	Chaîne Raman + standards fournis par le fournisseur avec certificat
E-5	Résolution spectrale	Fournisseur précise la résolution réelle de la configuration proposée	≤4 cm^{-1} sur la gamme utile	Vérification de la résolution à partir d'un standard Raman adapté ou selon méthode fournisseur documentée	Standard Raman	1	SAT	Standard et méthode fournis par le fournisseur

PUBLIC

E-6	Filtres / rejet laser	Rejet adapté de la raie laser ; mesure accessible à partir de ≤150 cm^{-1}	Technologie filtre libre	Vérification documentaire et/ou spectrale de la limite basse accessible et du rejet de la raie laser	Documentation	1	SAT	Chaîne Raman + documentation filtres
E-7	Détection	Détecteur refroidi ou technologie équivalente, avec sensibilité suffisante sur toute la gamme requise, notamment 3200–3500 cm^{-1}	Type de détecteur, domaine spectral et performances à préciser	Vérification de la détection sur toute la gamme utile, notamment dans la zone 3200–3500 cm^{-1}	Standard RAMAN	1	SAT	Standard adapté, fourni par le CEA
E-8	Architecture fibrée	Longueur de fibre compatible avec implantation de la sonde sous sorbonne et modules optiques hors sorbonne	Longueur, connecteurs et contraintes de cheminement à préciser	Vérification documentaire de la longueur de fibre et démonstration de l'implantation proposée	NA	NA	SAT	Plan d'implantation + caractéristiques fibres
E-9	Encombrement	Vérification du plan d'implantation et de la compatibilité avec l'espace disponible sous sorbonne	Fournisseur fournit plan d'implantation	Éléments sous sorbonne : préféré 550 × 1200 mm, maximal envisagé 1900 × 1200 mm. Empreinte de la cellule Harrick : 30x20cm	NA	NA	SAT	Plan coté fourni par le fournisseur
E-10	Acquisition, sauvegarde des spectres bruts et export dans un format ouvert exploitable	Acquisition, sauvegarde puis export d'un spectre brut dans un format exploitable	CSV/TXT ou équivalent	Vérification lors de la formation	Standard Raman	1	SAT	Logiciel d'acquisition fourni par le fournisseur

PUBLIC

7.5.2. Spécifications du procédé Utilisation avec cellule Harrick

Tableau 2 - Spécifications et conditions de test avec cellule Harrick

	SPECIFICATIONS			CONDITIONS DE TESTS PROPOSEES				
TEST #	**Critère d'acceptance**	**Cible attendue**	**Tolérance sur la cible**	**Conditions de test**	**Format/type d'échantillon**	**Nombre d'échantillons**	**FAT/SAT**	**Moyens d'essai**
P-1	Sonde Raman	Sonde déportée sans contact permettant la mesure à travers le hublot Harrick	Architecture fibrée privilégiée	Vérification fonctionnelle de la mesure sans contact à travers le hublot Harrick	Standard Raman représentatif	1	SAT	Cellule Harrick + sonde proposée
P-2	Rejet hors foyer / hublot	Collecte optique limitant suffisamment la contribution du hublot et des régions hors foyer	Configuration confocale, pseudo-confocale ou solution équivalente acceptée ; performance vérifiée par essais	Comparaison qualitative du spectre avec et sans hublot afin d'évaluer la contribution de la fenêtre et des zones hors foyer	Standard Raman représentatif	1	SAT	Cellule Harrick + chaîne Raman
P-3	Objectif	Objectif compatible avec géométrie Harrick ; choix optimisé pour le meilleur S/B	Fournisseur précise grossissement, NA, WD et spot ; aucune résolution spatiale minimale imposée	Essai d'un ou plusieurs objectifs compatibles afin d'identifier la configuration donnant le meilleur compromis S/B et focalisation	Standard Raman représentatif	1	SAT	Objectif(s), sonde, cellule Harrick
P-4	Positionnement	Support mécanique permettant positionnement et focalisation selon X, Y et Z, avec maintien stable de la position	Manuel ou motorisé accepté	Démonstration du positionnement et de la focalisation en X, Y et Z sur la cellule	Cellule Harrick avec échantillon inerte	1	SAT	Support mécanique / positionneur proposé
P-5	Compatibilité thermique externe	Les optiques proches de la cellule doivent rester utilisables lorsque la cellule est portée à 600°C (température au voisinage 40 à 60°C estimée)	Fournisseur précise température admissible de la sonde/objectif et éventuelles précautions nécessaires	Vérification documentaire des limites thermiques des composants proches de la cellule ; démonstration en conditions représentatives si nécessaire	NA ou échantillon inerte	1 si essai	SAT	Documentation fournisseur + cellule Harrick

PUBLIC

	SPECIFICATIONS			CONDITIONS DE TESTS PROPOSEES				
TEST #	**Critère d'acceptance**	**Cible attendue**	**Tolérance sur la cible**	**Conditions de test**	**Format/type d'échantillon**	**Nombre d'échantillons**	**FAT/SAT**	**Moyens d'essai**
P-6	Fond de la chaîne Raman sans hublot	Acquisition d'un spectre de référence du fond instrumental sur la gamme utile 150–3500 cm^{-1}. La dérive intrinsèque de l'équipement doit être testée pendant 8h	Les contributions instrumentales résiduelles sont acceptées si elles sont identifiées et documentées et ne compromettent pas les mesures P-8/P-9	Configuration 633 nm +/- 30 retenue, sans échantillon et sans hublot Harrick. Paramètres d'acquisition enregistrés	Aucun	NA	SAT	Chaîne Raman complète fournie par le fournisseur
P-7	Contribution du hublot Harrick	Acquisition et caractérisation du fond introduit par le hublot SiO_2	Toute contribution du hublot est acceptable si elle est identifiée/documentée et reste compatible avec l'exploitation du spectre P-9	Même configuration optique que P-1, mesure à travers le hublot/cellule Harrick sans échantillon	Cellule Harrick vide	1	SAT	Cellule Harrick fournie par le CEA + chaîne Raman fournisseur
P-8	Spectre de référence d'un solide Raman	Obtention d'un spectre exploitable d'un standard solide présentant des bandes dans la zone fingerprint et dans la zone 3200–3500 cm^{-1}	Les bandes caractéristiques retenues comme références doivent être clairement identifiables ; une méthode équivalente de qualification peut être proposée par le fournisseur	Mesure directe du standard, sans hublot Harrick, à température ambiante. Puissance, objectif, NA, WD, temps d'intégration et accumulations documentés	Urée poudre ou pastille, ou standard équivalent validé par le CEA	1	SAT	Standard fourni par CEA ou fournisseur + chaîne Raman
P-9	Mesure représentative à travers le hublot Harrick	Retrouver à travers le hublot les bandes caractéristiques définies en P-8, notamment au moins une bande dans la zone 3200–3500 cm^{-1}, avec un spectre exploitable pour le suivi operando	Le fournisseur peut optimiser objectif, NA, puissance et paramètres d'acquisition. Une solution différente est acceptée si elle satisfait le besoin fonctionnel	Même standard que P-8 placé dans la cellule Harrick. Un ou plusieurs objectifs/configurations peuvent être testés afin de retenir le meilleur compromis signal/bruit – rejet du hublot – stabilité de focalisation	Même échantillon que P-8	1	SAT	Cellule Harrick CEA + objectifs/sonde/configuration proposés par le fournisseur

Le fournisseur participera à la création d'une recette permettant d'obtenir le meilleur compromis entre signal Raman utile, fond provenant du hublot et reproductibilité.

Pour les essais P-6 à P-9, le fournisseur assistera le CEA pour déterminer la configuration et les paramètres d'acquisition : puissance laser au niveau de l'échantillon, objectif ou optique utilisée, ouverture numérique (NA), distance de travail (WD), taille du spot si disponible, temps d'intégration et nombre d'accumulations.

PUBLIC

Lorsqu'un rapport signal/bruit est utilisé pour comparer les configurations, le fournisseur précisera la méthode de calcul employée et l'appliquera de manière identique aux mesures comparées.

7.5.3. Spécifications de mesures

Tableau 4 - Spécifications et conditions de test pour les mesures Raman

	SPECIFICATIONS			CONDITIONS DE TESTS PROPOSEES				
TEST #	**Critère d'acceptance**	**Cible attendue**	**Tolérance sur la cible**	**Conditions de test**	**Format/type d'échantillon**	**Nombre d'échantillons**	**FAT/SAT**	**Moyens d'essai**
M-1	Exactitude en nombre d'onde	Mesure d'un standard Raman reconnu, par exemple silicium à ~520,7 cm^{-1}	±2 cm^{-1} toléré	Calibration puis acquisition Si dans conditions standard	Wafer silicium	1	SAT	Fourni par le fournisseur
M-2	Vérification multi-points fingerprint et répétabilité	Bandes typiques autour de 620, 1001, 1031, 1602, 3054 cm-1	+/- 50cm^{-1}	Acquisition dans conditions standard	Polystyrène Raman standard	1	SAT	Fourni par le fournisseur
M-3	Test haute fréquence	C=O / N-H ; visualiser la zone 3200–3500 cm-1	+/- 50cm^{-1}	Acquisition dans conditions standard	Urée poudre ou pastille	1	SAT	Fourni par le CEA

7.5.4. Spécifications liées à la maintenance

Tableau 6 - Spécifications liées à la maintenance

Composant	Spécifications liées à la maintenance
Équipement Raman – ensemble	Fournir les préconisations de maintenance préventive, la liste des consommables et pièces de rechange recommandées, ainsi que les opérations réalisables par l'utilisateur. Chiffrer en option facultative un contrat ou une visite de maintenance préventive annuelle. Indiquer, s'ils sont disponibles, les MTBF/MTTR ou indicateurs de fiabilité équivalents.
Laser(s)	Préciser la durée de vie attendue, les conditions de garantie, les contrôles périodiques recommandés (puissance/stabilité) et les modalités, coût indicatif et délai de remplacement ou de remise en état.
Sonde Raman / optique frontale / objectifs	Fournir les procédures de nettoyage et de contrôle, les limites d'utilisation (notamment température), les éléments remplaçables par l'utilisateur et ceux nécessitant une intervention fournisseur. Préciser les modalités de remplacement/réalignement des optiques et objectifs.
Fibres optiques et connectiques	Fournir les références et caractéristiques utiles à la maintenance (connecteurs, longueur, NA si applicable, rayon de courbure minimal), les précautions de manipulation/nettoyage et les modalités, coût indicatif et délai de remplacement.
Spectromètre / réseaux / filtres	Préciser les opérations de contrôle, nettoyage, alignement ou calibration recommandées, leur périodicité et si elles sont réalisables par l'utilisateur ou nécessitent une intervention fournisseur.
Détecteur	Préciser les contrôles de bon fonctionnement, les opérations de maintenance préventive recommandées, les symptômes de perte de performance et les modalités de diagnostic/réparation.
Positionneur XYZ / caméra de visualisation	Préciser les opérations de contrôle et d'entretien nécessaires au maintien d'un positionnement et d'une visualisation reproductibles ; indiquer les pièces d'usure éventuelles.
PC / logiciel d'acquisition	Préciser la politique de mise à jour, la gestion des licences, la sauvegarde/restauration de la configuration et la procédure de réinstallation complète. Indiquer les conditions de support logiciel et la compatibilité avec les contraintes informatiques du CEA.
Étalonnage / vérification métrologique	Fournir la procédure recommandée de vérification en nombre d'onde. Préciser la périodicité recommandée et si une recalibration fournisseur est nécessaire après certaines interventions.

7.6. Spécifications informatiques

7.6.1. Pilotage de l'équipement

L'équipement est piloté depuis un poste informatique de type PC, de préférence sous Windows.

7.6.2. Connexion réseau

L'équipement est raccordé au réseau CEA via ce PC au travers d'une connexion Ethernet dédiée. L'équipementier doit veiller à ce qu'une carte réseau supplémentaire soit installée dans le poste au cas où l'équipement serait relié à l'unique port réseau disponible.

7.6.3. Bulle réseau instrumentation

L'équipement est raccordé à une bulle réseau IP dédiée instrumentation selon le schéma de principe ci-dessous :

Caractéristiques principales de la bulle réseau instrumentation :

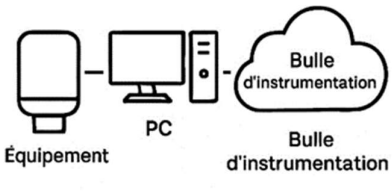


Figure 4 - Schéma de raccordement au réseau CEA

- Pour des raisons de sécurité informatique, il n'y a ni accès à Internet, ni messagerie électronique
- Authentification des sessions utilisateurs via un contrôleur de domaine Active Directory CEA
- Remontée de données sur un stockage réseau mutualisé
- Prise en main à distance réservée au service d'infogérance interne CEA

7.6.4. Prérequis pour le raccordement

En préalable au raccordement, le CEA demande à l'équipementier d'évaluer la possibilité :

- D'installer l'antivirus CEA sur le PC (référence fournie sur demande).
- D'installer régulièrement les mises à jour Windows, soit :
  - En intégralité
  - Seulement les mises à jour de sécurité

7.6.5. Documentation et procédure

L'équipementier doit documenter la configuration informatique de l'équipement en vue de son raccordement au réseau CEA (configuration d'interface réseau, protocoles à mettre en œuvre, ports à ouvrir, type de données, schéma d'architecture…). L'équipementier fournira une procédure de raccordement réseau.

7.6.6. Disponibilité du contact IT de l'équipementier

La disponibilité d'un contact IT côté équipementier avant et pendant le raccordement est demandée.

7.6.7. Exportation des données

En exploitation, si l'équipement est source de données, celles-ci sont préférentiellement exportées sous forme de fichiers plats (TXT, CSV) ou bureautiques (XLSX, PDF) à déposer dans un stockage réseau prévu à cet effet (infrastructure CEA).

7.6.8. Gestion des accès

- Phase nominale :
  - La session utilisateur est soit nominative soit générique et authentifiée via le contrôleur de domaine Active Directory du CEA.
- Phase de maintenance :
  - La session utilisateur est locale, dispose des droits administrateurs et est au nom du responsable CEA de l'équipement.

7.6.9. Image disque du PC

Sous réserve de faisabilité technique, le CEA effectue une image disque du PC et la conserve sur une ressource réseau. Dans tous les cas, l'équipementier fournit une procédure de réinstallation complète du système et l'intégralité des sources ou fichiers binaires nécessaires (supports amovibles, liens de téléchargement officiels, licences logicielles…).

7.6.10. Mot de passe administrateur

Si le PC est sous Windows, le CEA demande à l'équipementier de lui fournir le mot de passe de la session ADMINISTRATEUR. Ce mot de passe sera ensuite géré par la société prestataire du contrat d'infogérance du CEA.

7.6.11. Télémaintenance extérieure

Si l'équipementier en fait la demande et sous réserve de faisabilité technique, il est possible de mettre en place une solution de télémaintenance extérieure sur la base de l'offre de service du CEA. Pour des raisons de sécurité informatique, les logiciels grand public pour ce type d'usage ne sont pas autorisés. Les phases de télémaintenance sont planifiées et réalisées sous la supervision permanente d'un personnel CEA. Lors de ces phases, l'équipement est physiquement déconnecté de la bulle réseau instrumentation.

8. ENVIRONNEMENT DE TRAVAIL, LIEU D'INSTALLATION, LIMITES DE PRESTATION

8.1. Limites de prestation

Les limites de fournitures entre le CEA et le fournisseur sont les suivantes :

Eléments	A la charge du CEA	A la charge du fournisseur
PC et logiciel associé à l'équipement		X
Communiquer les caractéristiques dimensionnelles de l'équipement		X
Communiquer les caractéristiques électriques pour le branchement		X
Création des points de livraison fluides et électriques	X	
Installation de l'équipement		X
Raccordement de l'équipement (fluides/électricité)	X	

8.2. Environnement, Facilities

Le fournisseur transmettra avec son offre les besoins en fluides, alimentation électrique et toutes autres interfaces nécessaires, et complétera l'annexe 2 fournie avec ce cahier des charges.

Le **régime de neutre** de l'installation (par exemple, TT, TN-S, IT) doit être explicitement indiqué dans le présent document. Cette mention devra figurer en clair et sans ambiguïté, afin de garantir la compatibilité des équipements et la conformité aux règles de sécurité électrique. Le régime classiquement utilisé au CEA Grenoble est TN-S.

8.3. Modalités d'intervention sur le site du CEA

L'accès au site du CEA est strictement réglementé. Les conditions applicables sont décrites dans les documents EQ/CS23-10 (Règles applicables aux entreprises extérieures) et EQ/CS23-11 (Applicable rules for outside companies), fournis avec le dossier de consultation. Ces modalités sont également valables pour la société sous-traitante du fournisseur qui livrera l'équipement.

Plan de prévention :

Le CEA établira, en collaboration avec le fournisseur et ses sous-traitants éventuels, un plan de prévention global pour les prestations d'installation et de démarrage de l'équipement.

Matériel de sécurité :

Le prêt de matériel, y compris le matériel de sécurité, étant interdit au CEA, le fournisseur et ses éventuels sous-traitants doivent fournir les matériels de sécurité nécessaires à la prévention des risques spécifiques générés par leur intervention (EPI, EPC…). Ils assureront le remplacement et la réparation de ce matériel et, le cas échéant, veilleront à sensibiliser et former de manière réglementaire leur personnel à leur utilisation. Ce matériel obéira à la réglementation en vigueur et disposera d'un certificat de conformité.

Accès spécifique pour les livraisons :

Compte tenu des contraintes d'accès au site du CEA, le fournisseur devra fournir une liste restreinte de personnes susceptibles d'accéder au CEA :

- Pour les résidents UE, 10 jours calendaires avant la livraison
- Pour les résidents non-UE, 25 jours calendaires avant la livraison

8.4. Livraison

Organisation de la livraison et de l'installation

Pour la bonne organisation de la livraison et de l'installation au CEA, une liste de colisage devra être communiquée au CEA. Cette liste devra comprendre les renseignements suivants :

- Le poids total net de l'ensemble
- Le nombre de colis pour transporter l'équipement
- Le poids et la taille (longueur x largeur x hauteur) de chacun de ces colis

Tout matériel livré devra porter la référence de la commande ainsi que le nom du destinataire sur chacun des éléments de la liste de colisage.

Présence du fournisseur

Le fournisseur devra prévoir toutes les dispositions pour décharger et installer l'équipement (plan de déchargement et plan d'installation). **Le fournisseur devra être présent lors du déchargement de tout équipement nécessitant une surveillance particulière en raison de sa taille, de sa valeur ou de sa complexité.**

Lieu d'installation

Le matériel devra être installé dans le bâtiment C4 au CEA Grenoble, 17 rue des martyrs 38054 Grenoble Cedex 9.

Conditionnement et évacuation des déchets

L'équipement et l'ensemble de ses périphériques devront être livrés propres et conditionnés de manière sérieuse et appropriée. Les plateaux de transport, palettes et caisses d'emballage devront être adaptés aux poids et volumes des éléments afin d'assurer un transport sécurisé et éviter tout litige lié à un mauvais conditionnement.

L'ensemble des plateaux de transport, palettes et caisses d'emballage devront être évacués par le fournisseur (traitement des déchets d'emballage non pris en charge par le CEA).

Horaires de livraison

Les livraisons seront effectuées entre 8h et 12h du lundi au vendredi.

9. DELAIS

L'ensemble des délais évoqués ci-après sont des délais donnés à titre indicatif.

Etapes	Délais
Livraison de l'Equipement sur le site du CEA	T_0* + 3 mois
Formation	T_0* + 4 mois
Réception de l'équipement (SAT)	T_0* + 4 mois

*le T_0 correspondant à la date de notification du marché par le CEA.

Le fournisseur, pour faciliter le respect des délais de livraison et de réception, devra transmettre dans les meilleurs délais les annexes permettant l'installation de l'Equipement (caractéristiques des besoins en fluide, alimentation électrique et toutes autres interfaces nécessaires (Annexe 2), fiche

d'identification des sources de dangers (Annexe 3), annexes des consommations de l'équipement…) ou tout autre élément nécessaire.

10. QUALITE

Pour l'ensemble de ses activités, le fournisseur devra répondre aux exigences de la norme ISO9001.

Des écarts significatifs et/ou répétés à ce cahier des charges sont notifiés au fournisseur (sous forme de mail-anomalie ou Fiche d'amélioration) pour action corrective dans un délai imparti. En cas d'écarts ou d'actions correctives non réalisées, des pénalités sont appliquées au prestataire en référence au contrat.

Le CEA Grenoble se réserve la possibilité de contrôler à tout moment, le fonctionnement effectif du système, au moyen d'audits qualité qui peuvent être réalisés dans les locaux du prestataire et sur le site du CEA Grenoble.

Les éventuelles mesures réalisées par le fournisseur pour les tests de réception devront être conformes aux exigences du paragraphe 7.1.5 de l'ISO 9001 (Ressources pour la surveillance et la mesure). Si le fournisseur sous-traite ces mesures, elles devront être accompagnées d'un certificat de conformité.

11. SECURITE ET CONFORMITE

Comme exigé dans les conditions générales d'achat du CEA, le fournisseur s'engage à considérer la sécurité comme une priorité absolue dans la conception, la préparation et l'exécution des prestations objet du Marché.

Il prend connaissance et applique les « règles applicables aux entreprises extérieures du centre de Grenoble » fournies avec le dossier de consultation.

Il applique, tant pour ce qui le concerne que pour ce qui concerne les sous-traitants éventuels quel qu'en soit le rang, les dispositions législatives et réglementaires en matière de sécurité et de protection de l'environnement.

L'équipement devra être conforme aux réglementations en vigueur.

L'équipement sera certifié CE, fera l'objet d'un « marquage CE » et sera accompagné d'une déclaration CE de conformité (cf. §13 Documentation équipement).

11.1. Identification des sources de danger

Le CEA pourra demander au fournisseur une description des sources de dangers résiduels de l'équipement et notamment les informations suivantes :

- Les informations sur les dangers résiduels pour les opérateurs
- Les interactions entre l'équipement et son environnement (notamment avec la source laser)

Dans le cas où l'identification des sources de dangers est requise, le CEA en fera la demande au plus tard lors de la réunion de lancement du marché. Le fournisseur s'appuiera sur l'annexe 3 du Cahier Des Charges : Identification des dangers résiduels.

Le fournisseur devra transmettre cette analyse au CEA, dès la phase de conception (cf.§13 Documentation).

11.2. Dispositif de sectionnement et séparation des alimentations en énergie

Un dispositif de sectionnement et séparation des alimentations doit être prévu sur l'équipement, pour chaque source d'énergie de la machine.

11.3. Dispositif de consignation des alimentations en énergie

Un dispositif de consignation des alimentations avec dissipation des énergies résiduelles doit être prévu sur l'équipement, pour chaque source d'énergie de la machine.

11.4. Arrêt d'urgence

Les boutons poussoirs d'arrêt d'urgence doivent être munis d'une protection contre les manœuvres involontaires. Comme par exemple sur la photo ci-jointe.



11.5. Risques liés à l'électricité

Généralités

L'équipement devra être conforme à la réglementation en vigueur, notamment :

- « Matériel électrique destiné à être employé dans certaines limites de tension » 2014/35/EU.
- « Compatibilité électromagnétique » 2014/30/EU.
- « Limitation de substances dangereuses dans les équipements électriques et électroniques » (2011/65/UE).
- Norme NF EN 61010-1.

11.6. Présence d'un onduleur (UPS)

Dans le cas où la totalité de l'équipement doit être alimentée par une alimentation de secours (onduleur), cette alimentation sera fournie par le CEA.

Le fournisseur donnera toutes les informations nécessaires à la définition du produit (tension, puissance, autonomie).

Le fournisseur mettra à disposition des bornes de raccordement sur l'équipement pour la connexion de l'alimentation de secours.

Dans le cas où une partie de l'équipement seulement est alimentée par un onduleur interne intégré par le constructeur, les règles suivantes seront respectées :

- Un organe de séparation omnipolaire sera installé en aval de l'onduleur afin de permettre les opérations de maintenance.
- La présence de tension après coupure de l'interrupteur général machine devra être signalée auprès de celui-ci.
- Les circuits restant alimentés après coupure devront être repérés de couleur orange suivant norme NF EN 60204.

11.7. Risques liés à l'incendie

Les détecteurs intégrés à l'équipement n'auront par défaut pas de liaison avec le système incendie du bâtiment, et n'auront qu'une action sur l'équipement concerné et ses périphériques associés le cas échéant.

Si le fournisseur juge nécessaire de connecter son système incendie avec le système de sécurité incendie du bâtiment, il devra préalablement se rapprocher du CEA pour s'assurer de la compatibilité de l'ensemble du système.

11.8. Risques liés aux produits chimiques

Lorsque l'équipement met en œuvre des produits chimiques présentant des risques pour la santé et la sécurité des opérateurs, le fournisseur devra détailler dans l'analyse des risques les mesures de protection mises en place lors des phases de travail normal ou dégradé ou de maintenance.

- Lorsque des produits chimiques (solides, gazeux ou liquides) seront approvisionnés par le fournisseur, il devra fournir la liste complète des produits, ainsi que les fiches de données de sécurité en français de chacun des produits.
- Le CEA sera particulièrement vigilant au respect du contenu, des pictogrammes et classification employée, ainsi qu'à la fourniture d'une version rédigée en langue française.
- Le fournisseur remettra au CEA les fiches techniques et FDS des isolants thermiques mis en œuvre en privilégiant des produits isolants thermiques les moins dangereux (non CMR). L'utilisation de CMR de catégorie 1a et 1b est INTERDITE. L'emploi de produits isolants thermiques classés CMR de catégories 2 devra être justifiée par le fournisseur et validé préalablement par le CEA.

11.9. Risques liés aux rayonnements optiques artificiels

Ce sont les rayonnements visibles, infrarouge, ultraviolets qu'ils soient cohérents (type laser) ou incohérents.

La conception, la mise en œuvre et l'étiquetage des équipements concernés devront être conformes à la réglementation et aux normes en vigueur.

Le fournisseur devra fournir au CEA dès la phase de conception les informations sur les rayonnements optiques artificiels utilisés sur l'équipement et notamment les risques pour les utilisateurs.

11.10. Risques liés aux températures

Si l'équipement est concerné par la définition de machine, il devra être conforme à la réglementation en vigueur, notamment le règlement européen UE 2023/1230.

11.11. Signalisation

Si l'équipement est concerné par la définition de machine, il devra être conforme à la réglementation en vigueur, notamment le règlement européen UE 2023/1230.

Les risques résiduels seront signalés sur la machine par des pictogrammes de danger normés (triangles à fond jaune), assortis éventuellement d'un texte complémentaire. Dans ce cas, ce texte sera libellé en français.

11.12. Conformité de l'équipement et contrôles réglementaires

Le CEA fera réaliser par un organisme agrée de son choix les contrôles réglementaires nécessaires, pour s'assurer de la conformité de l'équipement fourni.

Les éventuelles non-conformités seront corrigées au plus tôt par le Fournisseur sans que celui-ci puisse argumenter une quelconque indemnité. En fonction de la gravité des anomalies relevées, le CEA peut décider de suspendre la réception définitive dans l'attente de la résolution des problèmes (cf. article 30 du chapitre 11 des CGA).

11.13. Contrôle machine

L'équipement devra être conforme à la réglementation en vigueur, notamment au règlement européen UE 2023/1230. Elle devra être accompagnée :

Du marquage CE de la machine ;

De la déclaration de conformité ;

De la notice d'instructions en français comprenant les différents plans, schémas et documents nécessaires à son installation, sa mise en service, son exploitation, son réglage, son montage et son démontage.

Cf. chapitre 14 : Le CEA fera réaliser un contrôle machine sur le lieu d'installation. Le rapport issu de ce contrôle devra être vierge de toute non-conformité. Toutes les remarques formulées par l'organisme de contrôle devront être prise en compte par le titulaire du marché qui réalisera les modifications sans qu'il puisse être demandé au CEA une participation de quelque nature que ce soit.

Le CEA se réserve le droit de faire réaliser un second contrôle après levée des non-conformités.

11.14. Contrôle réglementaire électrique

Le CEA est attentif au bon dimensionnement des alimentations électriques des équipements connectés à son réseau électrique.

Afin de permettre le bon dimensionnement de l'alimentation, le fournisseur devra transmettre au CEA l'ensemble des informations électriques de l'équipement dont les puissances cumulées déterminées par calcul (ex : via l'outil ELIE BT).

Le CEA fera réaliser une fois l'équipement installé sur site un contrôle réglementaire électrique avant la première mise en service par un organisme de contrôle agréé de son choix.

12. CLAUSE ENVIRONNEMENTALE

Le Titulaire s'engage à mettre en œuvre l'ensemble des dispositions décrites dans sa proposition environnementale laquelle fait partie intégrante du marché.

Dans ce cadre, et conformément, à ces engagements, le titulaire met en œuvre tout ou partie des dispositions environnementales suivantes au cours de l'exécution du marché :

- À proposer un équipement offrant une possibilité d'évolutivité ou d'adaptation (par exemple par l'ajout de châssis)

Le titulaire demeure libre de soumettre toute solution alternative autre entrant dans le champ d'application de la présente clause.

Le titulaire s'engage à fournir des recommandations afin de prolonger la durée de vie de l'Equipement au cours de l'exécution du contrat.

13. DOCUMENTATION EQUIPEMENT

Le fournisseur de l'équipement s'engage à fournir au plus tard avant la SAT (Site Acceptance Test), l'ensemble des documents techniques et administratifs relatifs à l'équipement (liste non exhaustive).

Cette documentation inclura :

- La notice d'instructions rédigée en français (incluant la déclaration de conformité CE, conformément au règlement européen UE 2023/1230).
- L'identification des sources de danger (Cf. Annexe 3) et les instructions de sécurité. Ces documents permettront l'élaboration d'une analyse de risque de l'équipement coconstruite entre le CEA et l'équipementier (au plus tard avant la SAT) (cf §11.1).
- Le cas échéant, les notices techniques et d'installation de tous les appareils du commerce, accompagnées de leurs certificats de calibration, en particulier pour les capteurs de mesure.
- La liste des pièces détachées et consommables pour la maintenance usuelle, avec les coûts et délais d'approvisionnement.

Si applicable au type de machine envisagée (prototype ou construite à façon avec plus ou moins de Propriété Intellectuelle du CEA), le fournisseur devra fournir :

- Les plans et schémas procédé (ensemble, tuyauterie et instrumentation).
- Le dossier de conception définitif de l'équipement.
- Les sources des programmes automate et supervision, documentées et non protégées.
- Le schéma de l'architecture informatique.
- La nomenclature des entrées/sorties (avec numéros de tag reportés sur les schémas électriques).
- Le dossier constructeur, les plans TQC (Tuyauterie, Qualité, Contrôle), ainsi que le dossier électrique et contrôle-commande (incluant analyse fonctionnelle et plans).

14. CONDITIONS DE RECEPTION

14.1. SAT

La réception comprendra une phase de contrôle et de tests sur le site du CEA (SAT – Site Acceptance Test).

Elle permettra de vérifier le fonctionnement du système dans sa configuration réelle d'utilisation, notamment avec la sonde Raman installée sous sorbonne et la cellule Harrick.

Les essais seront réalisés conformément aux spécifications et conditions de test définies au paragraphe 7.5.

Le fournisseur pourra proposer une méthode de vérification équivalente à celles décrites dans le paragraphe 7.5, sous réserve qu'elle permette de démontrer objectivement le respect de la spécification concernée et qu'elle soit préalablement validée par le CEA.

Les essais à réaliser sur le site du CEA doivent être validés/commentés par le fournisseur (en remplissant l'Annexe 1).

Les paramètres utilisés pendant les essais Raman seront consignés dans le rapport de SAT, notamment : puissance laser, objectif/optique utilisée, distance de travail, temps d'intégration et nombre d'accumulations.

A l'issue de la SAT, un procès-verbal suivant le formalisme CEA est alors établi et signé par les deux parties.

Ce PV permet d'accepter le dossier de contrôle et d'éventuellement lister les réserves.

14.2. Critères de réception

La réception sera prononcée si :

- L'équipement est conforme aux obligations réglementaires (cf. §11.12).
- L'équipement répond à toutes les exigences techniques contractuelles (cf. §7).
- Les spécifications équipements, procédés et de mesure ont été vérifiées. Dans le cas où le fournisseur fournit le moyen d'essai pour les mesures, il doit fournir les certificats d'étalonnage avec un raccordement COFRAC ou équivalent.

14.3. Prononciation finale de la réception sur site

La réception est définitivement prononcée lorsque :

- L'équipement a été livré en totalité
- L'installation et la mise en service sont terminées
- Les contrôles et essais de qualification ont été passés avec succès
- La conformité réglementaire a été approuvée. Le cas échéant, conformité machine selon l'UE 2023/1230, suivant rapport délivrée par un organisme agréé par le CEA, sans aucune non-conformité.
- Le cas échéant, conformité relative aux risques particuliers (ATEX, équipements sous pression, etc.) validée par un organisme agréé (cf. §1.1)
- La documentation complète de l'équipement a été livrée (cf. §13)

15. FORMATION

Le fournisseur s'engage à dispenser les formations ci-dessous. Une attestation de formation sera établie par le fournisseur en listant les personnes formées et leur niveau d'intervention.

15.1. Formation sur l'utilisation de l'équipement

Le fournisseur s'engage à dispenser une formation portant sur l'utilisation de l'Equipement pour deux personnes.

Le fournisseur indiquera dans son offre le nombre de jours de formation nécessaires.

Cette formation comprendra notamment :

- La mise en route et l'arrêt de l'équipement ;
- Les règles de sécurité associées à l'utilisation du ou des lasers ;
- Le positionnement et l'alignement de la sonde Raman par rapport à l'échantillon ou à la cellule Harrick ;
- Le réglage des principaux paramètres d'acquisition : puissance laser, temps d'intégration, nombre d'accumulations, gamme spectrale et autres paramètres disponibles ;
- L'utilisation du dispositif de positionnement XYZ, notamment pour la focalisation du spot laser;
- La réalisation d'une acquisition
- La vérification et l'étalonnage ;
- L'utilisation du logiciel d'acquisition et de traitement ;
- La sauvegarde, l'export et le retraitement des données brutes ;
- L'identification des principaux défauts ou anomalies de mesure et les actions de premier niveau associées.

15.2. Formation sur la maintenance de premier niveau

Le fournisseur s'engage à dispenser une formation portant sur la maintenance de premier niveau pour deux personnes. Le fournisseur indiquera dans son offre le nombre de jours de formation nécessaires.

Cette formation comprendra notamment :

- Les opérations courantes de nettoyage de la sonde, des objectifs et des connectiques optiques
- Les précautions de manipulation, de nettoyage et de stockage des fibres optiques ;
- Le contrôle visuel des composants accessibles ;
- La vérification périodique de la puissance laser et de l'étalonnage spectral ;
- Les opérations simples de diagnostic en cas de perte de signal ou de dérive des performances
- Le remplacement, lorsqu'il est prévu par le constructeur, des consommables ou composants accessibles à l'utilisateur ;
- Les procédures de sauvegarde et de restauration des paramètres et configurations du logiciel ;
- L'identification des situations nécessitant l'intervention du service technique du fournisseur.

16. GARANTIE

L'équipement est garanti contractuellement 1 an à dater de la réception contre tout vice de matière, de fabrication, de montage et de fonctionnement, en conformité avec les spécifications techniques du cahier des charges.

Cette garantie couvre les pièces (hors consommables), la main d'œuvre, les transports et les déplacements.

Pendant la période de garantie, le fournisseur s'engage à intervenir pour les dépannages au plus tard dans les 72 heures suivant la réception d'un courrier électronique de demande d'intervention du CEA. Ces prestations sont effectuées tous les jours, du lundi au vendredi de 8 heures à 17 heures.

En cas d'indisponibilité, la période de garantie est prolongée d'une durée équivalente au temps d'arrêt de l'Equipement.

17. MAINTENANCE

A la fin de la période de garantie, le CEA aura la possibilité de souscrire un contrat de maintenance.

Dans son offre de prix, le fournisseur chiffrera, à titre informatif, un contrat de maintenance préventive (pièces et main d'œuvre) + maintenances correctives à la demande (taux horaires) avec respects de délais d'intervention et de réparation.

Suite à l'ajustement des besoins du CEA en termes de maintenance, le contrat de maintenance pourra être mis en place à l'issue de la période de garantie suite à négociations.

18. ELEMENTS A FOURNIR EN REPONSE A LA CONSULTATION

- Commentaires de l'Equipementier sur le Cahier des charges Equipement (cf. Annexe 1)
- Caractéristiques complétées des besoins en fluide, alimentation électrique et toutes autres interfaces nécessaires (cf. Annexe 2)
- Fiche d'identification des sources de dangers (cf. §11.1)
- Le coût d'un plan de maintenance préventive en option facultative
- Durées et descriptions des formations prévues
- Le chiffrage des options obligatoires, le chiffrage des options facultatives

PUBLIC

ANNEXES

FOR 533_Annexe_1.xlsx : Retour du fournisseur sur le Cahier des Charges

FOR534_Annexe_2.xlsx : Spécifications pour l'installation d'un équipement

FOR535_Annexe_3.xlsx : Fiche d'identification des sources de dangers