DIFFUSION LIMITEE

Ce document est la propriété du CEA et ne peut être utilisé, reproduit ou communiqué en dehors du CEA sans l'accord de son émetteur

Direction Des Energies
Institut de REcherche sur les Systèmes Nucléaires pour la production d'Energie bas carbone

Département d'Etudes des Combustibles
Service d'Analyses, d'Elaboration, d'Expérimentations et d'Examens des Combustibles
Laboratoire d'Analyses de la Migration des Radioéléments

FOURNITURE D'UN MICROSCOPE ELECTRONIQUE A BALAYAGE DE FAIBLE ENCOMBREMENT, EQUIPE D'UN SYSTEME DE MICROANALYSE EDS

CEA/DES/IRESNE/DEC/SA3E/LAMIR/CDC n°2026-004 – Indice A

Octobre 2026

Niveau de protection du marché

Cocher la case :

☒ Libre
☐ Sensible* ☐ sans contrôle élémentaire ☐ avec contrôle élémentaire
☐ Classifié* ☐ sans accès ☐ avec détention ☐ Secret ☐ Très Secret

Protection des informations (application de l'arrêté du 30 novembre 2011 - IGI 1300)

Cocher la case :

☒ Le présent cahier des charges / DCE ne contient aucune information sensible ; il peut être mis en ligne sur la plateforme dématérialisée du CEA.

☐ Le présent cahier des charges / DCE contient des informations sensibles ou DR : sa mise en ligne sur la plateforme dématérialisée du CEA ne peut se faire qu'en utilisant des conteneurs ZED.

☐ Le présent cahier des charges / DCE contient des informations classifiées : sa mise en ligne sur la plateforme dématérialisée du CEA est interdite.

* Signature Correspondant Sécurité Département Florence SURLE	Visa : SURLE, Florence Signé numériquement Le 06/10/2026

DIFFUSION LIMITEE

Ce document est la propriété du CEA et ne peut être utilisé, reproduit ou communiqué en dehors du CEA sans l'accord de son émetteur

NIVEAU DE CONFIDENTIALITE

DO	DR	CCEA	CD	SD
X				

REFERENCES INTERNES CEA

DIRECTION D'OBJECTIFS	DOMAINE	PROJET	EOTP

SUIVI DES VERSIONS

INDICE	DATE	NATURE DE L'EVOLUTION	PAGES, CHAPITRES
A	06/10/2026	VERSION INITIALE	11, 7

UNITE	DEC/SA3E/LAMIR	DEC/SA3E/LAMIR	DEC/SA3E
NOM DATE ET VISA	MATTHIEU REYMOND REYMOND, Matthieu Signé numériquement Le 06/10/2026	YVES PONTILLON PONTILLON, Yves Signé numériquement Le 06/10/2026	JEAN-PASCAL HUDELOT HUDELOT, Jean-Pascal Signé numériquement Le 08/10/2026
	REDACTEUR	VERIFICATEUR	APPROBATEUR

DIFFUSION LIMITEE

Ce document est la propriété du CEA et ne peut être utilisé, reproduit ou communiqué en dehors du CEA sans l'accord de son émetteur

HISTORIQUE DES MISES A JOUR

Indice	Date d'application	Objet de la mise à jour
A	06/10/2026	Version initiale

DIFFUSION LIMITEE

Ce document est la propriété du CEA et ne peut être utilisé, reproduit ou communiqué en dehors du CEA sans l'accord de son émetteur

LISTE DE DIFFUSION

Destinataires CEA :

DES/IRESNE/DEC	V. BASINI F. SURLE
DES/IRESNE/DEC/SA3E	J. P. HUDELOT I. MOYSAN-LAVOINE
DES/IRESNE/DEC/SA3E/LAMIR	T. DOUALLE Y. PONTILLON M. REYMOND
DG/CEACAD/DSTG/SMA/BELP	L. GARCIA-BOLEA

DIFFUSION LIMITEE

Ce document est la propriété du CEA et ne peut être utilisé, reproduit ou communiqué en dehors du CEA sans l'accord de son émetteur

SOMMAIRE

1 CONTEXTE 6

1.1 Préambule 6

1.2 Objet 6

2 DOCUMENTS DE REFERENCE 6

2.1 Lois, décrets, arrêtés 6

2.2 Documents relatifs à la Qualité Sécurité Environnement 6

2.3 Documents applicables au CEA 6

3 DESCRIPTIF 7

3.1 Nature du projet 7

3.2 Exigences 7

3.2.1 Exigences techniques 7

3.2.2 Formation 9

3.2.3 Option de maintenance 9

3.2.4 Livrables documentaires 9

4 CONTENU DE L'OFFRE 9

5 LIMITES DE PRESTATIONS ET FOURNITURES 10

5.1 A la charge du CEA 10

5.2 A la charge du titulaire du marché 10

- **Toutes 10**

6 DEROULEMENT DE LA PRESTATION ET DELAI 10

7 GARANTIE 10

DIFFUSION LIMITEE

Ce document est la propriété du CEA et ne peut être utilisé, reproduit ou communiqué en dehors du CEA sans l'accord de son émetteur

1 CONTEXTE

1.1 Préambule

Le soumissionnaire est tenu de maintenir confidentielles toutes les informations qui sont contenues dans ce cahier des charges ou qui pourraient lui être communiquées par le CEA au cours de la consultation ou de l'exécution de la prestation.

Le Titulaire ou le Prestataire s'interdit de les utiliser ou de les divulguer sans l'accord écrit du CEA. Il doit répondre du respect de cette obligation pour son personnel, ses fournisseurs et ses prestataires.

1.2 Objet

Le présent cahier des charges a pour objet de définir les exigences et spécifications techniques nécessaires pour la fourniture et la formation relatives à un microscope électronique à balayage (MEB) de faible encombrement équipé d'un système de microanalyse X de type EDS (*Energy Dispersive X-ray Spectroscopy*, Spectroscopie à dispersion d'énergie) et d'une station de pilotage informatique de l'ensemble MEB + EDS.

2 DOCUMENTS DE REFERENCE

La prestation sera conforme aux lois et décrets en vigueur ainsi qu'aux normes françaises homologuées et enregistrées.

Le Titulaire s'engage en outre à respecter les dispositions des documents suivants, non seulement pour l'établissement de son offre, mais également pour l'exécution de sa prestation :

Les documents applicables à la prestation sont cochés (si nécessaire) dans les paragraphes qui suivent.

2.1 Lois, décrets, arrêtés

[1] ☒ Code du travail

2.2 Documents relatifs à la Qualité Sécurité Environnement

[2] ☒ Norme qualité NF EN ISO 9001

[3] ☒ Norme environnementale NF EN ISO 14001

2.3 Documents applicables au CEA

[4] ☒ Règlement Intérieur CEA Cadarache - novembre 2024.pdf

[5] ☒ Les conditions générales d'achat du CEA

[6] ☒ Politique de protection des intérêts mentionnés à l'article L. 593-1 du code de l'environnement

DIFFUSION LIMITEE

Ce document est la propriété du CEA et ne peut être utilisé, reproduit ou communiqué en dehors du CEA sans l'accord de son émetteur

3 DESCRIPTIF

3.1 Nature du projet

Le LAMIR, « Laboratoire d'Analyse de la MIgration des Radioéléments » est un laboratoire du Département d'Etudes des Combustibles (DEC) du centre CEA de Cadarache. Il est en charge de l'étude du relâchement et du transport des produits de fission contenus dans les éléments combustibles nucléaires en situations normale, incidentelle et accidentelle de cœur des réacteurs nucléaires. Du point de vue expérimental, le laboratoire dispose de moyens d'essais dits de Traitements Thermiques Analytiques (TTA), en cellules de haute activité, en boite à gants et dans un hall d'expérimentation pour étudier les cinétiques et taux de relâchement des produits de fission hors de céramiques nucléaires irradiées en fonction des historiques de température ou d'atmosphère appliqués.

Le projet général dans lequel s'intégrera l'équipement faisant l'objet du présent document vise à renforcer les moyens de caractérisations dont le laboratoire dispose sur la plateforme de R&D CHAUCOLASE localisée à l'Institut Fresnel à Marseille. Le CEA Cadarache dispose en effet de plusieurs plateformes à l'Institut Fresnel sur lesquelles sont basées le projet « plateformes lasers » du laboratoire et où sont menées différentes études visant à étudier des céramiques nucléaires non-irradiées. En plus des moyens expérimentaux ad-hoc développés à l'Institut Fresnel, il est pertinent de disposer également de moyens de caractérisations dédiés et directement sur place, permettant ainsi d'accélérer la R&D.

.

3.2 Exigences

3.2.1 Exigences techniques

Le tableau 1, ci-dessous, détaille les principales caractéristiques demandées pour le microscope

Caractéristiques	**Spécifications demandées**
Microscope	
Source d'électrons	Le CEA souhaite que le changement de la source d'électrons soit une opération simple (filament pré-monté et pré-centré) Durée de vie du filament : à préciser
Tension d'accélération	Ajustable : à minima entre 5 et 20 kV
Types de détecteurs d'électrons	- 1 détecteur d'électrons rétrodiffusés en option : - 1 détecteur d'électrons secondaires
Grandissement , résolution	A minima jusqu'à x200 000 Donner les résolutions atteintes (en nm), selon la tension d'accélération et le type de détecteur utilisé
Platine de déplacement objet	Motorisé, à minima en X, Y

DIFFUSION LIMITEE

Ce document est la propriété du CEA et ne peut être utilisé, reproduit ou communiqué en dehors du CEA sans l'accord de son émetteur

Amplitude de déplacement en X et en Y	Au minimum 20 x 20 mm²
Porte-échantillons	Adaptés au montage d'échantillons cylindriques de dimensions maximales 30 mm en diamètre et 30 mm en hauteur, ou au montage d'échantillons plus petits de géométries diverses
Vide au niveau de l'échantillon	Ajustable pour travail soit en « low vacuum » ou « high vacuum » (en fonction de la nature de l'échantillon : isolant/conducteur)
Système EDS	
Analyseur EDS	Refroidissement : sans azote liquide (impératif) Détection : détection de l'U impérative Limite de détection inférieure : B ou C Résolution du détecteur (eV) et nombre de canaux : à préciser
Mode d'acquisition	Ponctuels + lignes + cartographie multi-élémentaires (avec mémorisation de l'image électronique des positions analysées)
Exportation des résultats d'analyse	Aux différents formats image standards
Kit pièces de rechange	**Détail technique du kit de pièces de rechange usuelles (filaments W, autres)**

Tableau I. Spécifications techniques demandées

Les spécifications techniques fournies devront en particulier décrire :

- les contraintes d'implantation du microscope (encombrement, utilités, éventuelles spécifications pour le local),
- le système de pompage,
- le système d'optique électronique (en particulier pour les parties "canon" et "haute tension"),
- les caractéristiques de la chambre, de la platine de déplacement et des différents porte-échantillons proposés,
- les caractéristiques des détecteurs d'électrons secondaires et rétrodiffusés,
- les caractéristiques du détecteur EDS,
- les caractéristiques du poste de pilotage informatique commun au microscope et à son système de microanalyse,
- les fonctionnalités des logiciels utilisés pour l'imagerie et la microanalyse X,
- les contraintes d'entretien et de maintenance périodique,
- les caractéristiques du détecteur d'électron secondaire (en option).

3.2.2 Formation

L'offre prévoira une formation sur site des utilisateurs de type "prise en main", englobant le fonctionnement du microscope et celui du système d'analyse par EDS, dans leurs différents modes respectifs ainsi que les opérations de maintenance usuelles pouvant être effectuées par le CEA, les utilisateurs (maximum 5 personnes) devront être formés à ces opérations pendant la formation. Sa durée sera précisée.

Un manuel d'utilisation sera fourni à l'issue de cette formation.

3.2.3 Option de maintenance

A l'issue de la période de garantie, le fournisseur s'engage à proposer au CEA en option un contrat de maintenance d'une durée de 12 mois portant sur le MEB et l'analyseur EDS.

Cette maintenance devra comprendre :

- La maintenance préventive de l'équipement, les consommables, les déplacements et les mises à jour des logiciels (y compris correction de bugs bloquants). Une visite annuelle d'entretien préventif sera effectuée à ce titre.

- La maintenance corrective de l'appareil qui couvre la recherche des causes d'erreur et de non-conformités, y compris le non-respect des performances visées dans le cahier des charges. La maintenance corrective comprend autant que de besoin la main d'œuvre, les déplacements, les consommables, les logiciels, les mises à jour des logiciels (y compris correction de bugs bloquants) et une assistance téléphonique. Les pièces détachées ne sont pas incluses (sur devis).

Ces options de maintenance préventive et corrective pourront être renouvelées deux fois.

3.2.4 Livrables documentaires

Le fournisseur s'engage à la fin de la prestation à remettre à minima la documentation suivante :

- descriptif technique de l'équipement en français,
- modes opératoires d'utilisation, de maintenance, liste de pièces d'usure et fournisseur. Outre une version électronique éventuelle, une version papier sera obligatoirement fournie,
- certificats de conformité,
- procès verbaux d'essais, de contrôle, certificats d'étalonnage et constats de vérification,
- documentation technique complète des éventuels équipements périphériques.

4 CONTENU DE L'OFFRE

L'offre comprendra à minima :

- la description des caractéristiques techniques et des performances du matériel fourni, en référence aux caractéristiques demandées dans le tableau I,
- les informations relevant des autres spécifications demandées dans le paragraphe précédent (offre de formation, offre de maintenance).

DIFFUSION LIMITEE
Ce document est la propriété du CEA et ne peut être utilisé, reproduit ou communiqué en dehors du CEA sans l'accord de son émetteur

- le détail des prix (tableau excel joint au DCE) avec, a minima, l'identification des postes suivants :
  - microscope + poste informatique associé, kit de pièces de rechange usuelles,
  - sonde EDS,
  - porte-échantillon,
  - installation, mise en route, formation,
  - la maintenance préventive de la 1ere année
  - les options de maintenance préventives et correctives
  - l'option de fourniture d'un détecteur d'électron secondaire.

.

5 LIMITES DE PRESTATIONS ET FOURNITURES

5.1 A la charge du CEA

Le CEA s'engage à fournir dans le local la puissance électrique nécessaire et les éventuelles autres utilités nécessaires pour l'installation de l'équipement et sa mise en service lors de la recette sur site. Il fournira une table destinée à supporter le microscope et son poste de pilotage informatique, sur la base des spécifications du fournisseur du MEB.

5.2 A la charge du titulaire du marché

- Toutes les connectiques et périphériques nécessaires au fonctionnement du matériel
- Fournir un planning d'exécution du marché (livraison, installation, formation…)

6 DEROULEMENT DE LA PRESTATION ET DELAI

Le déroulement de la prestation s'effectuera suivant le schéma :

- Passation du marché,
- livraison du microscope sur le site de l'Institut Fresnel (52 Av. Escadrille Normandie Niemen, 13013 Marseille),
- recette sur le site de l'Institut Fresnel,
- formation du personnel sur le site de l'Institut Fresnel.

Le délai de réalisation de la prestation sera précisé par le soumissionnaire dans l'offre.

7 GARANTIE

Le procès-verbal de fin de montage sera établi à l'issue du montage sur site, des vérifications de conformité, de l'implantation et de la vérification du bon fonctionnement de l'équipement et de ses utilités.

DIFFUSION LIMITEE

Ce document est la propriété du CEA et ne peut être utilisé, reproduit ou communiqué en dehors du CEA sans l'accord de son émetteur

Le délai de garantie sera d'un an à compter de la réception.

Tous les frais de remplacement d'un matériel objet de la fourniture seront à la charge du titulaire durant la période de garantie, à l'exception de ceux résultant de l'usure normale ou d'une mauvaise utilisation par le CEA.

Le délai de garantie sera prolongé du temps pendant lequel la fourniture est indisponible. Si le défaut constaté provient d'une erreur de construction, le titulaire devra remplacer ou modifier la partie défectueuse à ses frais.

La réception définitive sera prononcée à l'expiration du délai de garantie, augmenté s'il y a lieu des périodes d'indisponibilité. Des réserves pourront être émises à la réception définitive, s'il est reconnu que certaines fournitures ne sont pas en état d'être réceptionnées.

Des dates de remise en état seront précisées avec les réserves.

Ces retards prolongeront d'autant le délai de garantie.