



Fourniture et installation d'un Microscope Electronique à Balayage (MEB)

Objectif

Le présent cahier des charges a pour objectif de confier au Titulaire, les prestations relatives à la fourniture d'un Microscope Electronique à Balayage pour le compte du CEA Valduc.

Domaine d'application

Fourniture et installation d'un Microscope Electronique à Balayage.

Processus

Achats

Document :

- rédigé par A. LECHARTIER

CARTOUCHE DES VISAS			
	Nom	Fonction / Unité	Date et visa
Émetteur	François DELAUNAY	Le chef du SEMP	Le 27/04/2026 François DELAUNAY 

TABLE DES MATIÈRES

TABLE DES MATIÈRES.....	2
1 OBJET	3
2 DEFINITIONS ET SIGLES	3
3 DESCRIPTIF DE LA PRESTATION	3
4 CARACTERISTIQUES TECHNIQUES	5
4.1 PERFORMANCES GENERALES	5
4.2 ENVIRONNEMENT D'OBSERVATION.....	5
4.3 DETECTEUR ET EQUIPEMENTS ANALYTIQUES	5
4.4 SYSTEME DE NAVIGATION ET ERGONOMIE	6
4.5 CONTRAINTES D'INSTALLATION	6
5 MAINTENANCE	6
5.1 MAINTENANCE PREVENTIVE	6
5.2 MAINTENANCE CORRECTIVE	7
6 ENVIRONNEMENT D'INTERVENTION.....	8
6.1 ORGANISATION DES ACTIVITÉS.....	8
6.2 MOYENS DE MANUTENTION.....	8
6.3 MONTAGE.....	8
6.4 RÉGLAGES	8
6.5 NETTOYAGE.....	9
6.6 LE PERSONNEL	9
6.7 LIMITES DE FOURNITURE.....	9
6.8 CONNAISSANCE DU SITE ET DES ACTIVITÉS.....	10
6.9 RESPECT DE LA RÉGLEMENTATION, DES CONSIGNES ET RÈGLEMENTS INTERNES	10
6.10 ORGANISATION DU CEA / TITULAIRE	10
6.11 HORAIRES D'OUVERTURE	10
6.12 CONFIDENTIALITÉ.....	10
7 EXIGENCES D'ASSURANCE DE LA QUALITÉ	11
8 RECEPTION ET GARANTIES.....	11
8.1 RÉCEPTION	11
8.2 GARANTIES.....	11
9 DOCUMENT DE RÉFÉRENCE.....	12
10 DOCUMENT APPLICABLE.....	12

1 OBJET

Le présent cahier des charges a pour objet de définir les conditions selon lesquelles le CEA confie au Titulaire qui l'accepte la fourniture d'un Microscope Electronique à Balayage (MEB) de type FEG.

Le projet a pour objectif d'acquérir un MEB-FEG destiné à l'observation et l'analyse de matériaux métalliques.

Cet équipement permet l'imagerie haute résolution, l'analyse chimique et cristallographique, ainsi que l'observation multi-échelle.

L'équipement doit garantir la reproductibilité, la fiabilité et la facilité d'utilisation pour des utilisateurs variés.

2 DEFINITIONS ET SIGLES

MEB : Microscope Electronique à Balayage

FEG : Field Emission Gun (Canon à émission de champs)

EDS : Energy Dispersive Spectroscopy (Spectroscopie de dispersion d'énergie)

EBSD : Electron Backscatter Diffraction (Diffraction d'électrons rétrodiffusés)

SE : Secondary Electrons (Electrons secondaires)

BSE : Backscattered Electron (Electrons rétrodiffusés)

3 DESCRIPTIF DE LA PRESTATION

Le présent Cahier des Charges concerne les périmètres décrits ci-dessous.

Pour la part ferme :

- L'étude et la fourniture d'un MEB-FEG.
- la livraison (emballage et manutention si nécessaire sur site de l'appareil) ;
- L'installation, la mise en service (appareil installé en zone réglementée sur le site du CEA de Valduc) et les tests de bon fonctionnement en présence du personnel CEA.
- Une formation initiale sur site du personnel CEA à l'utilisation de l'instrument.
- Un contrat de maintenance préventive et corrective sur 3 ans, démarrant à l'issue de la garantie de 12 mois qui couvre tout type d'intervention et inclut les pièces, la main d'œuvre et les déplacements. Le contrat de maintenance devra intégrer les **kits de consommables et pièces nécessaires** à la maintenance préventive (liste des éléments à préciser) ainsi que **les solutions certifiées de vérification**.
- la fourniture de la documentation (appareil, support de formation etc.) ainsi que le PV de mise en service de l'appareil.

Sont à chiffrer en option :

- Un contrat de maintenance préventive et corrective sur 1 an supplémentaire ;
- Une formation complémentaire sur site du personnel CEA plus approfondie sur l'utilisation de l'instrument ;
- Un détecteur EDS, celui-ci doit fonctionner au-dessus d'une caméra EBSD de marque Brucker.
- Un nano-indenteur.
- Une platine de traction.
- Un SAS échantillons.

L'appareil proposé devra être en mesure de répondre aux spécifications techniques précisées de ce Cahier des Charges.

La réponse au présent Cahier des Charges devra inclure une description technique du principe de l'analyse et un guide de pré-installation détaillant l'encombrement, le poids, les fluides associés (avec les spécifications, la tuyauterie et les raccords attendus), ainsi que les alimentations électriques nécessaires à l'utilisation du système proposé et de ses accessoires.

Le Titulaire du marché fournit une documentation technique détaillée de l'appareillage et un manuel d'utilisation en français.

Le Titulaire devra également joindre à la documentation technique des documents présentant l'organisation du SAV, ainsi que le détail de son parc analytique en France.

Le MEB-FEG devra être fourni et connecté à un ordinateur travaillant sous le système d'exploitation Windows 11 a minima. Cet ordinateur sera fourni avec le logiciel de pilotage ainsi que le Pack Microsoft Office, installés avant livraison sur site (connexion internet impossible sur site), afin de traiter et d'exploiter les résultats, notamment sous Excel.

Le logiciel de pilotage devra également :

- Être en français et/ou en anglais.
- Être intuitif.

4 CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

4.1 PERFORMANCES GENERALES

La Microscopie Electronique à Balayage présente de nombreuses spécifications techniques, dépendant de l'utilisation qu'en fait l'opérateur.

Voici les critères techniques retenus dans le cadre de ce marché :

- Type de canon : émission de champ (FEG, de préférence Schottky pour la résolution et la robustesse).
- Résolution : ≤ 1 nm à basse tension (1-3 kV), $\leq 0,6-0,8$ nm à haute tension (15-30 kV).
- Plage de tensions d'accélération : 200 V à 30 kV (ou équivalent).
- Courants de sonde : large gamme (pA à plusieurs nA). Le courant doit être assez puissant afin de réaliser des cartographies à l'aide d'un détecteur EBSD.
- Stabilité de la sonde : dérive minimale permettant des acquisitions longues (cartographies EDS/EBSD).

4.2 ENVIRONNEMENT D'OBSERVATION

Les spécifications environnementales requises pour le Microscope Électronique à Balayage dans le cadre de ce projet, sont les suivantes :

- Vide : système haute et basse pression, mode ESEM ou VP (pression variable) souhaité.
- Chambre d'observation :
 - Dimensions permettant l'accueil d'échantillons jusqu'à ~150 mm de diamètre, 50 mm de hauteur.
 - Port d'accès pour futurs ajouts (nano-indentation, cryo, etc.).
 - Visualisation de l'intérieur de la chambre par caméra infrarouge.
- Platine : compatible de tout type de porte-échantillon (multiple échantillons, échantillons cylindriques, échantillons plats, ...), inclinable (jusqu'à 70° minimum pour EBSD).
- SAS échantillons : en option sera proposée la mise en place d'un SAS pour éviter de mettre sous air la chambre à chaque rentrée d'échantillon.

4.3 DETECTEUR ET EQUIPEMENTS ANALYTIQUES

Les détecteurs et équipements analytiques requis pour le Microscope Électronique à Balayage dans le cadre de ce projet, sont les suivants :

- Détecteurs d'imagerie :
 - Électrons secondaires (SE, Everhart-Thornley ou in-lens).
 - Électrons rétrodiffusés (BSE, éventuellement à contraste de composition/angle multiple).
- Analyse chimique et cristallographique :
 - Le MEB doit permettre la mise en place d'un détecteur EDS au-dessus d'une caméra EBSD de marque Brucker.

- Equipements optionnels :

- Le MEB doit supporter la mise en place d'équipements optionnels comme un nano-indenteur et une platine de traction.

4.4 SYSTEME DE NAVIGATION ET ERGONOMIE

Le système de navigation et d'ergonomie requis pour le Microscope Électronique à Balayage dans le cadre de ce projet, est le suivant :

- Mouvements de la platine : motorisés (X, Y, Z, inclinaison, rotation), précision < 1 µm.
- Caméras : navigation optique intégrée, zoom large.
- Interface logicielle :
 - Acquisition intuitive.
 - Alignement et calibrations automatiques et manuels.
 - Fonctionnalités de mesure et d'export standard (TIFF, JPEG, RAW, ASCII).

4.5 CONTRAINTES D'INSTALLATION

Les contraintes d'installation sont les suivantes :

- L'appareil devra avoir un système pour un local avec protection contre vibrations (plancher rigide, système antivibratoire).
- L'appareil devra avoir un système pour un local avec blindage magnétique actif/passif recommandé selon sensibilité.
- Dimensions/poids : préciser pour intégration dans le laboratoire.

5 MAINTENANCE

Le Titulaire intègre dans son offre l'ensemble des maintenances préventives et correctives au forfait comprenant toutes sujétions et tous frais inclus (kit pièces, main d'œuvre, solutions de vérification, déplacements, assistances, etc.).

5.1 MAINTENANCE PREVENTIVE

En routine, les opérations de maintenance préventive sont assurées par les techniciens du CEA Valduc (disponibilité pièces au moins 10 ans).

Ils doivent disposer, à ce titre, de l'ensemble des documents techniques permettant le suivi qualité des opérations.

Le Titulaire présente dans l'offre une description de la maintenance préventive, elle comprend tous les moyens pour mener à bien cette prestation (SAV, Assistances téléphonique, kits, consommables, pièces d'usure, déplacements, etc.).

Le Titulaire doit lui-même assurer le SAV (hotline, assistance à distance, temps de réponse garanti < 72 h), une présentation de la structure du SAV au niveau national doit être jointe à l'offre.

Le Titulaire fournit dans son offre, une liste exhaustive des pièces d'usure et des consommables de l'appareil, avec leurs références complètes sur catalogue (référence, prix, disponibilité sur stock en France ou en Europe, délais moyens de livraison, etc.).

Cette maintenance préventive comprend également des visites sur site, sur la base d'une intervention annuelle. Elle doit être en concordance avec la disponibilité des moyens, après chaque opération de maintenance, un compte-rendu rédigé par le Titulaire est remis au responsable du marché CEA.

A la demande du CEA, le Titulaire présente chaque nouvelle version du logiciel avec les évolutions par rapport à la version en exploitation au CEA.

Les contraintes d'accès sur le centre de Valduc imposent que lorsqu'un rendez-vous d'intervention est convenu (minimum 15 jours à l'avance), il convient de le respecter autant que possible. Cette exigence d'intervention devra être prévue dans la réponse.

5.2 MAINTENANCE CORRECTIVE

Des opérations de maintenance corrective peuvent également intervenir dans le cadre de ce présent marché.

La maintenance corrective vise à rétablir l'équipement dans l'état suite à une défaillance ou à un défaut. Elle pourra à ce titre être déclenchée autant que de besoin sur demande du CEA.

Le Titulaire devra être capable de fournir des prestations d'amélioration, de modification ou de remplacement entrant dans tout le périmètre du présent cahier des charges.

Au titre de la maintenance corrective, le Titulaire doit :

- Signaler rapidement toute anomalie relevée,
- Donner la localisation de la défaillance,
- Diagnostiquer la défaillance (détection, analyse, etc.),
- Isoler la zone sinistrée avec l'accord du COP jusqu'à la remise en état,

- Réparer ou dépanner pour permettre d'assurer les fonctions prévues ou provisoires en accord avec le COP,
- Contrôler le bon fonctionnement après réparation provisoire ou définitive,
- Établir et renseigner la fiche d'intervention (FI) et le compte rendu d'intervention (CRI).

Le Titulaire présente dans son offre l'organisation et les délais d'interventions.

6 ENVIRONNEMENT D'INTERVENTION

6.1 ORGANISATION DES ACTIVITÉS

Le Titulaire du marché organise et réalise, sous sa responsabilité, les demandes nécessaires à l'exécution des prestations demandées, et ce, en respectant les conditions mentionnées dans le présent document.

L'ensemble du système sera implanté en zone réglementée, le personnel intervenant devra :

- Détenir une aptitude médicale à jour ;
- Posséder une habilitation électrique, compatible avec les interventions à réaliser sur l'appareil.

Ces exigences devront être prises en compte pour établir la proposition de contrat de maintenance.

6.2 MOYENS DE MANUTENTION

Le transport des matériels à l'extérieur du site du centre CEA de Valduc (Rupture de charge) sera à la charge du Titulaire.

Le CEA prendra en charge le transport des matériels lourds ou encombrants à l'intérieur du site de Valduc. Les opérations de levage ou de manutention effectuées à l'intérieur du site ne seront pas à la charge du Titulaire.

6.3 MONTAGE

Le Titulaire aura à sa charge la fourniture de l'outillage nécessaire à toutes les opérations à réaliser.

L'outillage utilisé par le Titulaire devra être conforme.

6.4 RÉGLAGES

Le Titulaire devra réaliser tous les réglages nécessaires au bon fonctionnement de l'installation de l'équipement. Le Titulaire devra prévoir tout le matériel nécessaire à la réalisation des contrôles de bon fonctionnement. Les fiches de tests seront réalisées par le Titulaire et soumises à l'approbation du CEA. Le CEA sera présent lors de la réalisation de ces tests.

6.5 NETTOYAGE

Le Titulaire doit laisser le lieu propre et libre de tout déchet pendant et après l'exécution des prestations.

Il doit procéder au nettoyage, à la réparation et à la remise en état des installations qu'il aura salies ou détériorées, et se charge de l'évacuation de ses déchets.

Le Titulaire dépose les déchets banals en déchetterie suivant les modalités en vigueur sur le site.

Le Titulaire est totalement responsable de l'évacuation des déchets générés par son activité. Il doit également veiller à faire respecter ces règles par tout son personnel présent dans le bâtiment dont il assure la coordination.

6.6 LE PERSONNEL

Une liste complète des salariés susceptibles d'intervenir dans le cadre du présent marché est à fournir et comporte les informations suivantes :

- nom, prénom ;
- niveau / qualification ;
- attestation des habilitations liées à l'activité avec dates de validités ;
- attestation de l'aptitude médicale.

Cette liste est remise au CEA dès l'entrée en vigueur du présent marché (et au minimum 48h avant toute intervention dans le bâtiment).

Cette liste est tenue à jour en permanence. Si modification, le Titulaire en fait parvenir un exemplaire au CEA.

Toute personne ne figurant pas sur cette liste se verra refuser l'entrée dans le bâtiment.

6.7 LIMITES DE FOURNITURE

Le Titulaire a en charge et sous sa responsabilité :

- Les études et d'implantation de l'équipement.
- La fourniture de l'appareil et de ses accessoires.
- La totalité des prestations définies dans le présent document et toutes les suggestions nécessaires pour une mise en service de l'installation dans des conditions optimales.
- Le nettoyage du chantier pendant et à la fin de ses prestations.
- Les réglages.
- La formation du personnel CEA.
- La maintenance préventive et corrective de l'appareil.

Sont à la charge du CEA :

- Le Plan de Prévention.
- Les autorisations de travail.
- La mise à disposition des sites receveurs pour une intervention conforme au planning et en toute sécurité.
- La remise des consignes et règles à respecter sur le site et lors des travaux.

6.8 CONNAISSANCE DU SITE ET DES ACTIVITÉS

Le Titulaire reconnaît être parfaitement au courant des modalités particulières relatives au travail sur site du CEA/VALDUC (géographie du site, consignes de radioprotection, consignes de sécurité propres au centre, modalités particulières d'entrée sur le site et dans les bâtiments...). Tous les problèmes de déplacement du personnel sur le Centre sont du ressort du Titulaire.

Les règles d'accès sur le centre de Valduc du personnel sont notifiées dans la procédure [DR 1].

6.9 RESPECT DE LA RÉGLEMENTATION, DES CONSIGNES ET RÈGLEMENTS INTERNES

Les prestations doivent être exécutées conformément à la réglementation (française ou européenne suivant le cas) et des règles de sécurité en vigueur sur le Centre.

6.10 ORGANISATION DU CEA / TITULAIRE

Le Chef d'Installation a la responsabilité du suivi de l'ensemble de ses installations implantées dans son ou ses bâtiments. Il peut autoriser, refuser, interrompre toute intervention ainsi que l'accès à toute personne ne respectant pas les règles d'intervention du CEA.

Le Titulaire ne peut pas demander réparation financière au CEA pour arrêt, refus d'une intervention.

6.11 HORAIRES D'OUVERTURE

L'accès dans les bâtiments se fait pendant les heures ouvrées du Centre (8h15 - 16h55). Il est possible au Titulaire de rester dans l'enceinte du bâtiment au-delà de ces horaires sous réserve de la présence de personnel CEA et soumis à l'accord du chef d'installation ou de son représentant.

6.12 CONFIDENTIALITÉ

Les plans et documents communiqués sont la propriété exclusive du CEA. Ils ne peuvent être ni reproduits, ni communiqués à des tiers sans l'autorisation expresse du CEA.

Le Titulaire sera tenu de respecter le caractère confidentiel des informations dont il aura connaissance lors de la consultation ou de l'exécution de marché. Il répondra du respect de cette obligation pour son personnel, ses fournisseurs et sous-traitants.

7 EXIGENCES D'ASSURANCE DE LA QUALITÉ

Les exigences pour la prestation sont :

- respecter les engagements et plannings ;
- faire intervenir du personnel compétent, dont le profil correspond à la réalisation des activités des différents domaines de la prestation dans les délais attendus ;
- maîtriser les documents et les enregistrements. Tous les dossiers remis par le Titulaire doivent être rédigés en français et réalisés avec des logiciels standards de bureautique (Word, Powerpoint...). Le format des documents livrés doit respecter la trame du projet fournie par le CEA en début de prestation. Le Titulaire fournit une version PDF signée de l'ensemble des livrables ainsi que toutes les versions natives des documents ou éléments présents dans les documents ;
- restituer l'ensemble des documents étudiés et fournis à l'échéance du marché sans qu'il en soit fait de copie ;
- le Centre de Valduc est certifié ISO 9001 version 2015, en conséquence le Titulaire doit réaliser ses activités dans le respect des exigences de cette norme.

8 RECEPTION ET GARANTIES

8.1 RÉCEPTION

La réception définitive sera prononcée à l'issue des essais finaux.

En outre, le Titulaire devra avoir remis le certificat de bon fonctionnement.

La signature du procès-verbal de réception définitive entraîne le transfert de propriété et le début de la période de garantie.

Il est rappelé que c'est au Titulaire qu'il appartient de faire la preuve de la bonne exécution et de la bonne fin des prestations et installations à sa charge.

8.2 GARANTIES

Pendant la période de garantie, le Titulaire devra être en mesure d'intervenir rapidement pour pallier d'éventuels problèmes techniques.

Le délai d'intervention en cas de panne devra obligatoirement être précisé dans l'offre et devra être force de proposition.

9 DOCUMENT DE RÉFÉRENCE

[DR 1] Règles d'accès sur le centre de Valduc (à l'attention des accédants) : SYM DCGX0 X BJ PRO 00013341.

10 DOCUMENT APPLICABLE

[DA 1] Instruction fixant les dispositions particulières d'intervention des entreprises extérieures sur le Centre de Valduc : SYM SPX01 X AA INQ 00009768.