ta

|  |
| --- |
| **Mémoire technique du candidat** |

**ACCORD-CADRE DE FOURNITURES COURANTES**

**ET DE SERVICES**

|  |
| --- |
| **ACQUISITION D’UN MICROSCOPE DOUBLE FAISCEAU MEB-FIB** |

**Nom du candidat**

**Institut polytechnique de Grenoble**

**DAF / Service Achats**

46 avenue Félix Viallet

38031 GRENOBLE

Pour le SIMPA

*Le présent mémoire technique est élaboré pour permettre aux candidats de répondre et renseigner utilement les informations nécessaires à la compréhension de leur offre.*

*Il appartient au candidat de fournir des réponses les plus complètes et cohérentes aux questions posées.*

*À cet effet, le pouvoir adjudicateur recommande l’utilisation de ce mémoire technique à l’ensemble des candidats, avec pour objectif d’une part de renforcer l’égal accès à la commande publique, d’autre part, de mieux juger de la capacité des candidats à répondre au juste besoin et favoriser ainsi une notation plus transparente des offres.*

*Le candidat est ainsi invité à compléter le présent document avec le plus grand soin.*

*La soumission de ce document dûment complété est une obligation sine qua non.*

*(Possibilité d’ajuster la taille du document au contenu des réponses).*

|  |
| --- |
| **Présentation du candidat :** |

Ci-dessous, le candidat fera une présentation succincte de son entreprise (*en cas d’appartenance à un groupe, positionner l’entreprise au sein de ce groupe*) qui mettra en valeur les moyens le qualifiant particulièrement pour répondre à la consultation.

**• Nom de l’interlocuteur mis à disposition du pouvoir adjudicateur pour ce marché :**

Nom / Qualité / n° de téléphone / adresse e-mail

……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….………. ;

# Table des matières

[Table des matières 4](#_Toc185523006)

[Critère 2 : Valeur technique 60% 5](#_Toc185523007)

[1. Qualité et performance du Microscope électronique à balayage avec faisceau électronique et ionique : 42% 5](#_Toc185523008)

[a. Qualité et performance des colonnes ionique et électronique (6,5%) 5](#_Toc185523009)

[ Colonne électronique 5](#_Toc185523010)

[ Colonne ionique 6](#_Toc185523011)

[b. Qualité et performance des accessoires (19%) 8](#_Toc185523012)

[ Chambre de l'instrument et dispositifs annexes 8](#_Toc185523013)

[ Système d'injection de gaz 9](#_Toc185523014)

[ Micromanipulateur 11](#_Toc185523015)

[ Platine de déplacement 12](#_Toc185523016)

[ Porte-objets pour une utilisation à température ambiante 13](#_Toc185523017)

[ Prise en compte de l’évolution future : possibilité d’installation d’un système d’analyse EBSD 14](#_Toc185523018)

[c. Pilotage et Informatique (13.5%) 14](#_Toc185523019)

[d. Installation et formation (3%) 16](#_Toc185523020)

[2. Platine cryogénique et navettes cryogéniques (cryo-shuttles) : 10% 17](#_Toc185523021)

[3. Station d'accueil et canne de transfert : 5% 21](#_Toc185523022)

[ Température Cryogénique 21](#_Toc185523023)

[ Température ambiante 21](#_Toc185523024)

[4. Garantie et Maintenance du microscope : 3% 22](#_Toc185523025)

[5. Prestations supplémentaires éventuelles OBLIGATOIRES 24](#_Toc185523026)

[a. Logiciel de préparation automatique de lames minces PSE -O n°1 24](#_Toc185523027)

[b. Onduleur PSE-O n°2 24](#_Toc185523028)

[Critère 3 Développement durable (5%) : engagements du titulaire en matière de durabilité et d'adaptabilité des équipements 25](#_Toc185523029)

[Annexes attendues 26](#_Toc185523030)

[Annexe n°1 : Définition des différents supports échantillons, porte-objets navettes et platines pour les différents « workflows » envisagés. 27](#_Toc185523031)

[Annexe n°2 : Options non obligatoire 31](#_Toc185523032)

[1. Logiciel tomographie 3D (non obligatoire) 31](#_Toc185523033)

[2. Réservoir d’azote liquide pressurisé (non obligatoire) 31](#_Toc185523034)

**Critère 2 : Valeur technique 60%**

|  |
| --- |
| **Ci-dessous, le candidat est requis de fournir une réponse détaillée à chacun des éléments énumérés :** |

# **Qualité et performance du Microscope électronique à balayage avec** faisceau électronique et ionique : 42%

Le candidat doit devra fournir une description détaillée du microscope électronique à balayage avec faisceau électronique et ionique qu'il propose dans le cadre du marché. Cette description devra comporter les éléments suivants, à respecter

Compte tenu du nombre très élevé d’utilisateurs et de son usage en libre-service, l’accent sera mis sur la facilité d’utilisation de l’équipement et sur la rapidité et l’efficacité à pouvoir préparer des échantillons.

## Qualité et performance des colonnes ionique et électronique (6,5%)

### Colonne électronique

Cette description devra inclure les caractéristique techniques suivantes :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Paramètres** | **Spécifications** | **Précisions à apporter** | **Réponse du candidat** |
| 1 | Canon | FEG type Schottky |  |  |
| 2 | Durée de vie | RAS | Préciser la durée de vie minimale de la pointe |  |
| 3 | Courant de sonde | Ajustable entre quelques pA à plusieurs dizaines de nA. | Donner la gamme d'intensité utilisable et l’incrément en intensité possible. Préciser si le choix du courant de sonde est continu ou non. |  |
| 4 | Tension d’accélération | Ajustable entre un minimum ≤ 500 V jusqu’à 30 kV | Donner la gamme de tension utilisable et l’incrément en tension possible. |  |
| 5 | Résolution de l’image à tilt zéro à distance de travail optimale | RAS | Indiquer la valeur de la résolution et la distance de travail correspondante à 15 kV et à 1 kV avec et sans décélération du faisceau, avec et sans mode de champ immersif de l’échantillon.  Préciser la méthode de mesure de la résolution et le détecteur utilisé |  |
| 6 | Résolution de l’image à tilt zéro au point de coïncidence | RAS | Indiquer cette valeur de résolution à 15 kV et à 1 kV Préciser la méthode de mesure de la résolution |  |
| 7 | Résolution de l’image à tilt zéro au point de coïncidence (sans utilisation de la décélération du faisceau ni mode immersion magnétique) | RAS | Indiquer cette valeur de résolution à 15 kV et à 1 kV Préciser la méthode de mesure de la résolution |  |
| 8 | Alignement de la colonne électronique | RAS | Préciser la procédure de l’alignement. Préciser si cet alignement peut être effectué automatiquement. |  |
| 9 | Dimension maximale du champ balayé | RAS | Indiquer la valeur de la dimension maximale du champ balayé à la distance de coïncidence et préciser le mode de la colonne utilisé dans un mode image classique sinon préciser le mode utilisé |  |
| 10 | Déplacement du faisceau (beam shift) | RAS | Préciser les valeurs de l’amplitude en X et Y. |  |

### **Colonne ionique**

Cette description devra inclure les caractéristique techniques suivantes :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Paramètres** | **Spécifications** | **Précisions à apporter dans le mémoire technique** | **Réponse du candidat** |
| 11 | Source | Gallium | Préciser le courant maximal |  |
| 12 | Durée de vie | RAS | Préciser la durée de vie minimale de la source |  |
| 13 | Tension d’accélération | Ajustable a minima sur la gamme entre 1 kV-30 kV | Donner la gamme de tension utilisable et l’incrément en tension possible. |  |
| 14 | Courant de faisceau | Ajustable a minima entre quelques pA et plusieurs dizaines de nA (à 30 kV) | Donner la gamme du courant utilisable et les valeurs possibles associées à une tension. Préciser le nombre d’incrémentations de courant possible. |  |
| 15 | Résolution de l’image en électrons secondaires (SE) à 30 kV | Au point de coïncidence. Indiquer la méthode de mesure utilisée pour déterminer la résolution. | Indiquer la valeur de la résolution obtenue ainsi que le couple courant/tension du condenseur utilisé pour obtenir cette résolution. |  |
| 16 | Résolution de l’image SE à 2kV et à la plus basse tension | Au point de coïncidence indiquer la méthode de mesure utilisée pour déterminer la résolution. | Indiquer la valeur de la résolution obtenue ainsi que le couple courant tension du condenseur utilisé pour obtenir cette résolution. |  |
| 17 | Diaphragmes et repositionnement des diaphragmes | RAS | Indiquer le diamètre des diaphragmes, le nombre de diaphragmes identiques et une estimation de leur durée de vie |  |
| 18 | Déplacement du faisceau (Beam Shift) | RAS | Préciser les valeurs de l’amplitude maximale en X et Y. |  |

## **Qualité et performance des accessoires (19%)**

### **Chambre de l'instrument et dispositifs annexes**

Cette description devra inclure les caractéristique techniques suivantes :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Paramètres** | **Spécifications** | **Précisions à apporter dans le mémoire technique** | **Réponse du candidat** |
| 1 | Niveau de vide | Secondaire avec un vide <5.10-4 Pa | Valeur du vide |  |
| 2 | Système de pompage | Technologie sèche avec la possibilité de déporter la pompe dans le local technique à une distance d'environ 4m (enceinte acoustique non nécessaire) | -Décrire le système de pompage  - Estimation du temps de pompage minimum après ouverture de la chambre permettant l’utilisation de la colonne MEB et FIB |  |
| 3 | Ports | Ports disponibles pour instrumentation actuelle et ultérieure de la machine | Préciser sur un plan l’occupation des ports pour la configuration demandée avec la position de chaque accessoire en annexe n°3 (ex : GIS, Micromanipulateur, etc…). Préciser le nombre de ports restant disponibles. |  |
| 4 | Caméra CCD/infrarouge | Une ou plusieurs caméra(s) permettant de visualiser le porte objet à l'intérieur de la chambre. Une caméra devra permettre d’avoir une vue perpendiculaire au plan défini par les colonnes MEB et FIB. | Préciser le nombre et sa/ses positions |  |
| 5 | Caméra/Image (optique ou électronique) pour l'aide à la navigation | Pour se déplacer facilement d’un échantillon à l’autre | Préciser la solution envisagée |  |
| 6 | Compensateur/neutralisation de charges | Un canon à électrons basse tension à flux large permettant de neutraliser les charges positives et d’abraser ainsi les échantillons non-conducteurs | Préciser si sa gestion est intégrée au logiciel avec la possibilité de choisir courant/tension |  |
| 7 | Un pupitre de commande permettant le pilotage des principaux paramètres de commande. | L’offre devra comporter un pupitre de commande ("hard panel") avec les principaux boutons de commande du microscope | Détailler le pupitre et ces boutons. |  |
| 8 | Système de refroidissement du microscope en circuit fermé autonome. | Fourniture d’un système interne de refroidissement (type chiller) si le microscope est refroidi par eau. Ce système sera de type refroidisseur eau/eau dimensionné pour le microscope. L'offre devra détailler ses caractéristiques techniques et dimensionnelles. Il sera installé dans un placard technique situé à 4 m du microscope (enceinte acoustique non nécessaire) | Décrire la solution envisagée ainsi que caractéristiques et exigence techniques et dimensionnelles |  |

Pour information le bâtiment est équipé d’un réseau d’air comprimé dont la pression maximale est de 7bar. Le bâtiment est également équipé d’une boucle d’eau froide dont la température est d’environ 13°C.

### **Système d'injection de gaz**

Cette description devra inclure les caractéristique techniques suivantes :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Paramètres** | **Spécifications** | **Précisions à apporter dans le mémoire technique** | **Réponse du candidat** |
| 9 | Injecteurs et leur configuration | Au minimum 2 injecteurs de type monobuse permettant à minima le dépôt de Pt et de carbone.  Possibilité de faire des dépôts à tilt zéro et à la valeur de tilt correspondant à la coïncidence des deux colonnes. Ces injecteurs doivent être rétractables et compatibles avec tous les portes échantillons. Leur position devra être optimale pour un dépôt homogène. | Fournir un plan de la chambre avec la position des 2 injecteur(s).  Préciser la distance optimale sortie de buse – échantillon  Préciser le débit et la stabilité du flux du précurseur.  Préciser la mise en œuvre de l’injecteur, si une purge et/ou un dégazage est nécessaire, et dans l’affirmative à quelle fréquence |  |
| 10 | Nombre de gaz précurseurs simultanés | Plusieurs types de gaz doivent être disponibles | Préciser le nombre de gaz précurseurs disponibles simultanément sur le système d’injection de gaz.  Préciser la durée de vie (en heure) du réservoir de chaque précurseur ou la capacité du réservoir (en g) |  |
| 11 | Nature des gaz précurseurs | Au minimum 2 précurseurs (C, Pt) présents simultanément sur la machine avec la possibilité de modifier la nature de ces gaz de manière versatile | Indiquer si la modification des gaz doit être effectuée par l’équipementier ou par l’utilisateur. |  |
| 12 | Possibilités d’évolution | Si besoin, de nouveaux gaz doivent pouvoir être ajoutés/changés facilement sur le système | Préciser la nature des autres dépôts possibles en catalogue |  |
| 13 | Dépôt | Il sera possible par faisceau d’électrons et par faisceau d’ions via l’interface du logiciel | Préciser si des conditions de dépôt sont livrées avec la machine |  |
| 14 | Sécurité | - Le mouvement et la sécurité des buses doivent être gérés par ordinateur.  - Lorsque celles-ci sont insérées les mouvement platines doivent être sécurisé par rapport à la position des buses. - Les normes de sécurité liées à l’utilisation des gaz devront être conformes à celles en vigueur. | Préciser la nature de la sécurité |  |

### **Micromanipulateur**

L’offre devra inclure un micromanipulateur pour la manipulation in-situ d’objets avec 4 degrés de liberté (3 déplacements en mode cartésien et une rotation de la pointe autour de son axe). Le micromanipulateur est à température ambiante mais une évolution pour des températures cryogénique est considéré.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Paramètres** | **Spécifications** | **Précisions à apporter dans le mémoire technique** | **Réponse du candidat** |
| 15 | Position dans la chambre | Position rétractable et compatible avec tous les portes échantillons,  avec des positions programmables et rappel de position et a minima une position Parking de sécurité | Le fournisseur fournira un plan de la chambre avec la position envisagée du micromanipulateur. |  |
| 16 | Précision du déplacement | Doit être compatible avec la manipulation d’objets nanométriques. | Préciser la valeur du pas min et max en (X, Y, Z et en rotation) et la répétabilité du positionnement |  |
| 17 | Mouvement | Le contrôle doit pouvoir fonctionner dans un référentiel à tilt 0° et à l’angle de coïncidence. | Indiquer si le micromanipulateur peut fonctionner dans tout autre référentiel tilté (par exemple 45°) |  |
| 18 | Sécurité | Le mouvement et la sécurité du micromanipulateur sont gérés par ordinateur avec détection de contact ou modèle de collision en temps réel | Préciser la nature de la sécurité |  |
| 19 | Intégration | RAS | Préciser les différents modes d’utilisation du micromanipulateur (souris/ console), le type de déplacement pas à pas ou continu et l’intégration de l’interface (console, fenêtre supplémentaire/onglet intégré au logiciel du MEB-FIB) |  |
| 20 | Possibilités d’évolution | Doit pouvoir évoluer vers un micromanipulateur refroidi à des températures cryogéniques (nouveau micromanipulateur ou amélioration du micromanipulateur déjà présent) | Détailler la solution proposée |  |

### Platine de déplacement

Cette description devra inclure les caractéristiques techniques suivantes :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Paramètres** | **Spécifications** | **Précisions à apporter dans le mémoire technique** | **Réponse du candidat** |
| 21 | Déplacements | Déplacements motorisés  - avec a minima 5 axes motorisés  - eucentrique soit mécaniquement soit compucentrique | Préciser les débattements possibles et indiquer les limitations de hauteur de l’échantillon pour la rotation et le tilt. |  |
| 22 | Déplacement minimum en translation X, Y et Z | RAS | Préciser la valeur du pas minimum en X, Y et Z |  |
| 23 | Plage de Tilt possible | RAS | Préciser les valeurs extrêmes et le pas minimum du tilt |  |
| 24 | Rotation | Continue sur 360 ° | Préciser le pas min d’incrémentation de rotation |  |
| 25 | Poids maximum supporté | Poids maximum supporté par la platine à plat et pour un tilt correspondant à l’angle entre les deux colonnes | Valeurs maximales à préciser |  |
| 26 | Repositionnement et répétabilité | Le mouvement de la platine doit être aussi précis que possible, à la fois à tilt 0 ° ou en position de tilt correspondant à l’angle entre les deux colonnes. Le déplacement vers l'emplacement souhaité doit être très précis et répétable. | Préciser ces valeurs de précision du déplacement et leur répétabilité à tilt 0 et à un tilt correspondant à l’angle entre les deux colonnes ainsi que la limitation de déplacement pour avoir cette précision. |  |
| 27 | Repositionnement en rotation | Après une rotation de 360° (à tilt 0°) | Préciser la valeur du décalage de la position d’un objet sur l’image MEB après une rotation de 360°.Indiquer si une correction par compucentricité est réalisée pour obtenir cette valeur |  |
| 28 | Dérive de la platine pour un échantillon conducteur après 10min en position de tilt correspondant à l’angle entre les deux colonnes | RAS | Préciser la valeur en nm.min-1 |  |
| 29 | Durée de déplacement de la platine pour effectuer une rotation de 360° | RAS | Indiquer la valeur de la durée de déplacement  Préciser s’il est possible de modifier la vitesse de déplacement de la platine |  |
| 30 | Durée de déplacement de la platine pour effectuer un tilt depuis 0 degré jusqu’à l'angle de coïncidence des deux faisceaux ionique et électronique | RAS | Indiquer la valeur de la durée de déplacement |  |

### Porte-objets pour une utilisation à température ambiante

Les portes objets devront pouvoir recevoir les supports de pointes de sonde atomique (microcoupons) (détails en annexe n°1), des plots MEB (classiquement nommé STUB) et des demi-grille pour lame TEM. Il est à noter que les microcoupons peuvent être fixés au porte-objet de la même manière qu’un STUB.

Le montage et la fixation des microcoupons sur le porte-échantillon étant très minutieux, il est demandé de privilégier que ce montage puisse se faire sur une table à proximité et non directement sur la platine du MEB-FIB. Pour les différents portes objets proposés, des informations devront être précisées par l’équipementier en annexe n°1.

Cette description devra inclure les caractéristique techniques suivantes :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Paramètres** | **Spécifications** | **Précisions à apporter dans le mémoire technique** | **Réponse du candidat** |
| 31 | Portes objets (P.O.) multi support pour fixer des portes échantillons standards « STUB » de MEB | RAS | Plan à fournir et préciser le nombre d’emplacements pour STUB |  |
| 32 | P.O. demi-grilles pour lame mince TEM et un outil associé pour insérer et retirer la grille du porte-grille | RAS | Plan à fournir et préciser s’il sera possible de préparer des lames TEM dans des orientions particulières (Section transverse en face avant, en face arrière ou vue plane) et la procédure associée (utilisation du micromanipulateur ou d’un porte objet particulier…) |  |

### Prise en compte de l’évolution future : possibilité d’installation d’un système d’analyse EBSD

L’offre ne doit pas inclure la fourniture d’un système d’analyse EBSD, mais nous donner la possibilité d’installer une caméra EBSD ultérieurement ; l’offre devra indiquer la position du port disponible ; l’offre devra inclure le module/interface extérieur permettant de piloter la colonne, le balayage du faisceau d’électrons ainsi que la platine si nécessaire

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Paramètres** | **Spécifications** | **Précisions à apporter dans le mémoire technique** | **Réponse du candidat** |
| 33 | Port disponible pour l'installation ultérieure d'un système EBSD | La configuration proposée devra permettre l’installation ultérieure d’un système d’analyse EBSD | Préciser la localisation du port. |  |

## Pilotage et Informatique (13.5%)

Cette description devra inclure les caractéristique techniques suivantes :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Paramètres** | **Spécifications** | **Précisions à apporter dans le mémoire technique** | **Réponse du candidat** |
| 1 | Poste Informatique | - Fourniture d’un ordinateur PC avec au minimum 2 écrans et au minium 2 disques durs, dont un dédié au stockage des données utilisateurs d’une capacité minimale de 4To  - Fourniture | -Préciser la configuration du matériel informatique proposé (processeur, capacités mémoires, cartes graphiques, périphériques, taille des écrans).  - Préciser s’il y a la possibilité d’avoir un contrôle à distance de l’équipement |  |
| 2 | Logiciel de pilotage | Pilotage des colonnes MEB et FIB, du système de pompage, des vannes d’isolement, de la platine, des détecteurs, des injecteurs de gaz, du micromanipulateur et des autres accessoires demandés | Préciser la ou les suites logicielles proposée(s) |  |
| 3 | Outil de création de boites de gravure et/ou de dépôt ionique et électronique permettant de réaliser des pointes de sonde atomique tomographique et des lames minces | Réalisation de différentes formes paramétrables (rectangle, trapèze, cercle) | Préciser la version du logiciel et apporter des précisions sur ses fonctionnalités |  |
| 4 | Gestion des utilisateurs et droits | RAS | - Préciser si le logiciel permet de créer des comptes utilisateurs (débutants, experts) avec des droits limités ne permettant pas par exemple de sauvegarder les alignements ou permettant de limiter les mouvements platine.  - Préciser s’il est possible de configurer les interfaces (MEB et FIB) par les différents utilisateurs |  |
| 5 | Automatisation/programmation | Accès à une solution logicielle de programmation permettant de piloter à minima les faisceaux électronique, ionique et la platine pour le développement de futures applications | - Préciser le langage et la version ainsi que la documentation des fonctionnalités à fournir  - Précisez notamment s’il est possible de faire des mouvement platine, de réaliser une série d’images électronique, de créer de boites de gravure et/ou de dépôt ionique et électronique ou s’il est possible de programmer le micromanipulateur.  - Préciser si un support technique au développement de programmes est possible ainsi que la fourniture d’exemples de scripts pour différentes applications |  |
| 6 | Solution d’automatisation pour l’usinage de « Toblerone » (prisme droit à base triangulaire) | RAS | Préciser et décrire la solution d’automatisation si elle existe. Sinon indiquer si elle peut être développé par l’équipementier ou si un support technique peut être proposé. Indiquer quelle pourrait être la ou les solutions logicielles permettant de réaliser cette ébauche |  |

## Installation et formation (3%)

Avant la date prévue pour la livraison (si possible au moins 3 mois), le titulaire procédera à une visite de pré-installation du local d’accueil, de façon à contrôler que l’environnement est compatible avec un fonctionnement correct du microscope (mesure de vibrations mécaniques et acoustiques, de champs magnétiques, …). Cette visite de contrôle fera l’objet d’un compte-rendu détaillé par le titulaire, et devra proposer si nécessaire, les mesures correctives éventuelles à réaliser avant l’installation du matériel.

Le candidat s’engage à fournir sans coût additionnel un cycle de formations couvrant les items ci-dessous. Ces formations seront dispensées par un formateur attitré. Cette formation complète, prise en charge par le fournisseur, doit être réalisée sur site pour au minimum trois utilisateurs.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Paramètres** | **Spécifications** | **Précisions à apporter dans le mémoire technique** | **Réponse du candidat** |
| 1 | Formation à l’utilisation de l’équipement | Après la mise en route de l'équipement, une formation pour la prise en main de l’équipement sera effectuée sur site. Cette formation permettra un travail autonome et en sécurité des personnes formées sur la machine. Elle sera au minimum de 3 jours | Préciser le nombre maximum de personnes formées ainsi que la durée de la formation proposée |  |
| 2 | Formation avancée | Une formation approfondie, par exemple sur les applications classiques du FIB (en vue de préparer manuellement une lame mince, une pointe, …) formation sur l’ouverture du logiciel (Automatisation /programmation, …). Elle sera au minimum de 5 jours | Préciser le nombre maximum de personnes formées ainsi que la durée de la formation proposée |  |

# Platine cryogénique et navettes cryogéniques (cryo-shuttles) : 10%

Cette platine porte-objet permettra de refroidir et de maintenir les échantillons (pointes de sonde atomique, des plots MEB (classiquement nommé STUB), lames minces de microscopie MET) à des températures cryogéniques et sera dotée d’un mouvement de rotation. Ces échantillons seront fixés sur des navettes compatibles avec la platine « cryo ».

**Le réceptacle de la platine « cryo » devra être compatible avec les navettes (puck) de la sonde atomique « LEAP CAMECA ».** L’offre ne doit pas inclure la fourniture de puck.

Néanmoins l’offre devra inclure la **fourniture de différentes navettes « cryo »**, compatibles avec la platine cryogénique, permettant d’accueillir des stubs, des supports de grille de lame MET, des supports de pointes de sonde atomique (microcoupons). Il est demandé au minimum 3 navettes avec la possibilité d’accueillir :

* 1 STUB et si possible simultanément 2 STUBs
* Des demi-grilles pour lame mince TEM et si possible simultanément un STUB supplémentaire
* Un support de pointes de sonde atomique (microcoupon) et si possible simultanément un STUB supplémentaire.

Ces navettes proposées peuvent être différentes du design des navettes (puck) de sonde atomique et correspondre à des navettes plus standard proposées chez plusieurs fournisseurs, par exemple les navettes pouvant être manipulées avec un embout de canne de transfert de type baïonnette. Ces navettes devront être compatibles avec la platine porte objet maintenue à température cryogénique décrite précédemment.

Pour les différents portes objets, navette et « workflows » associés, des informations devront être précisées par l’équipementier en annexe n°1.

Les caractéristiques techniques suivantes de la platine doivent être spécifiées :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Paramètres** | **Spécifications** | **Précisions à apporter dans le mémoire technique** | **Réponse du candidat** |
| 1 | Méthode de refroidissement | RAS | Préciser la méthode de refroidissement |  |
| 2 | Température de travail | RAS | Indiquer la température minimum |  |
| 3 | Réchauffement à température ambiante | RAS | - Préciser la méthode de réchauffement  - Donner une estimation du temps nécessaire pour réchauffer l’échantillon (permettant de sortir l’échantillon par un sas)  - Préciser le temps nécessaire pour réchauffer la platine permettant son démontage (ouverture de la chambre) |  |
| 4 | Montage et stockage | RAS | - Préciser les principales étapes de montage de cette platine  - Préciser la position de stockage de la platine cryo hors utilisation |  |
| 5 | Contrôle de la température | RAS | Indiquer la présence ou non d’un élément chauffant  Indiquer la méthode pour la mesure et si possible le contrôle de la température. Indiquer si ce contrôle est effectué via un boitier externe ou une interface dédiée ou totalement intégrée au logiciel MEB-FIB) |  |
| 6 | Déplacements | Possibilité d'effectuer des mouvements de translation X, Y, Z, rotation et tilt permettant de positionner les échantillons | Préciser les débattements possibles pour les différents axes |  |
| 7 | Plage de tilt | RAS | Préciser les valeurs extrêmes |  |
| 8 | Plage de rotation possible | RAS | Préciser les valeurs extrêmes (à 0° et au tilt correspondant à l’angle entre les deux colonnes) |  |
| 9 | Stabilisation du positionnement de la platine une fois refroidie et dérive | RAS | Précisez le temps de stabilisation de la platine une fois refroidie ainsi qu’une estimation de la dérive de la platine sur un échantillon conducteur après 10min en position de tilt correspondant à l’angle entre les deux colonnes |  |
| 10 | Consommation de fluide (liquide/gaz) frigorifique | RAS | Préciser la nature du (des) fluide(s) frigorifique(s) utilisé et une estimation de leurs consommations pour 12h d'utilisation. |  |
| 11 | Piège froid anticontamination | Sa position doit être compatible avec tous les déplacements de la platine, l’insertion du micromanipulateur ainsi que de la buse du GIS. | Préciser son positionnement dans la chambre. |  |
| 12 | Compatibilité de la platine « cryo » avec les navettes de sonde atomique "Leap CAMECA puck" | La platine doit être compatible avec les navettes de sonde atomique tomographique "Leap CAMECA puck" | Préciser si la platine est compatible avec les navettes "Leap Cameca puck" et le mode d’adaptation le cas échéant |  |
| 13 | Navettes spécifiques à la platine « cryo » | Fourniture de différentes navettes « cryo », compatibles avec la platine cryogénique, permettant d’accueillir des stubs, des supports de grille de lame MET, des supports de pointes de sonde atomique (microcoupons). | Décrire les navettes proposées (nombre d’emplacements…) avec illustration si possible |  |
| 14 | Compatibilité de la platine « cryo » avec le système de transfert Cryo UHV Ferrovac | Il devra être possible de transférer des échantillons (Puck de sonde atomique tomographique) depuis la valise Cryo UHV « VSN40S » FERROVAC ou du sas d’introduction de la station d’accueil vers la platine « cryo » | Précisez si la platine est compatible et le mode de transfert |  |
| 15 | Sécurité | RAS | Préciser s’il est possible d’ouvrir la chambre si la température est inférieure à la température ambiante |  |
| 16 | Accessoires | Fourniture de tous les accessoires nécessaires au refroidissement de la platine Cryo (Dewar, …). | Lister les accessoires fournis |  |
| 17 | Formation avancée | Une formation approfondie à une date ultérieure sur la manipulation de ce dispositif. Elle sera au minimum de 2 jours | Préciser le nombre maximum de personnes formées ainsi que la durée de la formation proposée |  |

# Station d'accueil et canne de transfert : 5%

L’offre inclura également la fourniture d’une **station d’accueil** pour la connexion d’une valise de transfert d’échantillons Cryo UHV « VSN40S » de la société FERROVAC. Cette station d’accueil sera fixée à demeure sur le microscope et pourra également faire office de **sas d’introduction** vers la chambre du microscope depuis ou vers l’atmosphère à température ambiante ou cryogénique avec l’utilisation d’une canne de transfert (lorsque la valise transfert d’échantillons Cryo UHV FerroVac n’est pas connectée).

### Température Cryogénique

Cette offre devra inclure **une canne de transfert** (compatible avec la station d’accueil) avec embout compatible avec les navettes « cryo » elles-mêmes compatibles avec la platine cryogénique proposée précédemment. Est demandée une sécurisation du protocole des transferts sous vide, à température ambiante ou cryogénique, entre la valise ou le sas d’introduction et l’intérieur de la chambre microscope. Le transfert de navettes (pucks) de sonde atomique depuis/vers le sas d’introduction n’est pas attendu, car celui-ci sera assuré par la valise de transfert d’échantillons Cryo UHV « VSN40S » de la société FERROVAC qui sera achetée ultérieurement. En effet la valise « VSN40S » comprendra une canne de transfert permettant l’attache de navettes (pucks) de sonde atomique et permettra un workflow complet sous UHV et à température cryogénique depuis la préparation d’échantillon jusqu’à l’analyse en sonde atomique.

### Température ambiante

La station d’accueil devra également permettre de charger et d’introduire les échantillons depuis l’atmosphère et à température ambiante vers la chambre du MEB-FIB et d’usiner au FIB à température ambiante, avec la possibilité d’introduire les échantillons **sans** la platine cryo. L’offre devra donc également inclure **un réceptacle ou une sur-platine permettant de recevoir des navettes** sur la platine MEB-FIB pour une utilisation à température ambiante. Ces navettes (pouvant être les navettes « cryo » précédemment proposées) devront être compatible avec une insertion via la station d’accueil et compatible avec l’embout de la canne de transfert.

L’offre ne couvre pas la fourniture de la valise de transfert d’échantillons Cryo UHV « VSN40S » de la société FERROVAC ou la fourniture de « puck ».

Pour les différents portes objets, navette et « workflows » associés, des informations devront être précisées par l’équipementier en annexe n°1.

Cette station d’accueil aura les caractéristiques techniques suivantes :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Paramètres** | **Spécifications** | **Précisions à apporter dans le mémoire technique** | **Réponse du candidat** |
| 1 | Station d’accueil | RAS | Préciser la localisation du port |  |
| 2 | Sécurité | Une sécurisation du protocole de transfert, depuis la valise ou le sas vers l’intérieur de la chambre microscope | Décrire le protocole pour le transfert d’échantillon ainsi que l’intégration de la sécurité au microscope.  Précisez si le pilotage/communication de la station d’accueil est intégrer au logiciel du MEB-FIB pour le transfert d’échantillon. |  |
| 3 | Sas d’introduction | RAS | Préciser le système de pompage et la hauteur maximale des échantillons |  |
| 4 | Canne de transfert à température ambiante | L’offre devra inclure la fourniture d’une canne de transfert pour introduire/retirer les échantillons montés sur des navettes du sas d’introduction vers le microscope | Décrire la canne ainsi que l’embout |  |
| 5 | Réceptacle ou sur-platine compatible avec les navettes | Un réceptacle compatible avec la navette porte-échantillon sera proposé pour accueillir la navette échantillon sur la platine pour un travail à température ambiante (sans platine cryogénique installée) | Décrire le réceptacle proposée (avec illustration si possible) |  |
| 6 | Formation avancée | Une formation approfondie à une date ultérieure sur la manipulation de ce dispositif. Elle sera au minimum de 1 jours | Préciser le nombre maximum de personnes formées ainsi que la durée de la formation proposée |  |

# Garantie et Maintenance du microscope : 3%

Une garantie incluant la maintenance et le support technique pour l’ensemble du matériel doit être incluse dans l’offre pour une durée de 24 mois à compter de l’admission du matériel, frais de déplacement de personnel inclus. Il est demandé de décrire ce qui est inclut dans la garantie, consommables, et de détailler la périodicité des interventions préventives et les délais de réponse attendues en cas de panne ou de dysfonctionnement. Pour les logiciels inclus dans la proposition du soumissionnaire, celui-ci s’engage à fournir les mises à jour de ces logiciels (update) sans facturation supplémentaire.

**Réponse du candidat sur l’offre proposée :**

|  |
| --- |
|  |

L'offre devra également inclure une proposition de contrat de maintenance de 4 ans (renouvelable 1 fois) à l’issue des 2ans de garantie.

Cette offre couvrira la partie du microscope électronique à balayage avec faisceau électronique et ionique avec en option la couverture de la platine cryogénique (excluant la station d’accueil). L’offre comprendra au minimum :

* 1 visite préventive par an,
* Nombre illimité de visites curatives (dans un délai d'intervention maximum de 7 jours ouvrées)
* Les pièces détachées (incluant au minium la pointe FEG)
* Mise à jour des logiciels (updates n’impliquant pas de modification hardware).
* Assistance téléphonique et tous frais de déplacement inclus.

L’offre devra comporter une proposition de contrat de maintenance de 4 ans (renouvelable 1 fois) sous forme de 2 tranches optionnelles d’une période de 4 ans. La première tranche pourra être affermie au lendemain du dernier jour de garantie pour une période de 4 ans. A l’issue de cette première période de maintenance, la deuxième tranche pourra être affermi pour 4 ans supplémentaires.

Les tanches optionnelles d’année de maintenance devront inclure uniquement la partie du microscope électronique à balayage avec faisceau électronique et ionique (excluant la platine cryogénique et la station d’accueil) avec comme prestations supplémentaires éventuelles obligatoires l’inclusion de la maintenance de la platine cryogénique (excluant la station d’accueil).

Le candidat est tenu d'expliquer en détail les modalités de son service après-vente (organisation du service, effectif, expertise du personnel, provenance des pièces détachées…) ainsi que le planning d'intervention prévu pour la maintenance préventive et curative (en *annexe n°4*). Cette partie devrait inclure :

* La périodicité des interventions de maintenance préventive, détaillant la fréquence des vérifications, inspections, et remplacements de composants nécessaires pour assurer le bon fonctionnement de la fourniture.
* Les délais de réponse attendus en cas de panne ou de dysfonctionnement, soulignant la rapidité d'intervention pour minimiser les interruptions.
* La couverture ou l’exclusion des produits de consommation (sources colonnes, gaz, jauges, diaphragmes, …) seront précisées. En cas d’exclusion, le prix des consommables sera précisé.
* La disponibilité d'une équipe dédiée dans le cadre de ce marché formée et qualifiée, pour garantir une résolution rapide et durable des problèmes lors de situations de maintenance curative.

Le catalogue et le tarif des différents produits de consommation (sources colonnes, gaz, diaphragmes, …) seront précisés par l’équipementier en annexe n°5.

# Prestations supplémentaires éventuelles OBLIGATOIRES

## Logiciel de préparation automatique de lames minces PSE -O n°1

Cette description devra inclure les caractéristique techniques suivantes :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Paramètres** | **Spécifications** | **Précisions à apporter dans le mémoire technique** | **Réponse du candidat** |
| 1 | Logiciel de préparation automatique de lames minces pour la microscopie électronique en transmission | L’appareil devra permettre une préparation automatisée ou semi automatisée de lames minces | Indiquer les étapes automatisées ou guidées dans un même « workflow » pouvant inclure :  -Dépôt de protection par voie ionique  -Préparation de l’ébauche avec variation du tilt  (dégagement de matière, réduction d’épaisseur et undercut)  - Lift out in situ  - Amincissement  - Procédure d’abrasion en face arrière  - Préciser s’il existe une correction de dérive dans la préparation automatisée de lame TEM pour des échantillons très isolants |  |
| 2 | Formation avancée | Une formation approfondie sur la manipulation de ce logiciel. Elle sera au minimum de 2 jours | Préciser le nombre maximum de personnes formées ainsi que la durée de la formation proposée |  |

## Onduleur PSE-O n°2

Un onduleur permettant d’assurer une continuité de fonctionnement. Cette alimentation de secours (ou UPS) permettra de prévenir les éventuelles microcoupures de la distribution électrique du bâtiment. Avant d’atteindre la limite d’autonomie des batteries de l’onduleur, préciser si le microscope électronique peut se mettre automatiquement en sécurité.

**Réponse du candidat :**

|  |
| --- |
|  |

# Critère 3 Développement durable (5%) : engagements du titulaire en matière de durabilité et d'adaptabilité des équipements

D’une manière générale, le titulaire décrira les actions mises en œuvre pour un équipement plus durable.

**Réponse du candidat :**

Le Titulaire indiquera notamment la durée pendant laquelle il s’engage à remplacer les pièces détachées usagées, à pouvoir assurer la maintenance du système et à fournir les consommables correspondants.

**Réponse du candidat :**

De même, le titulaire indiquera la durée pendant laquelle il s’engage à proposer des solutions software et hardware pour s’adapter aux évolutions informatiques et assurer la compatibilité du pilotage de l’équipement avec les versions ultérieures de système opératif.

**Réponse du candidat :**

# Annexes attendues

**Annexe n°1** : Définition des différents supports échantillons, porte-objets navettes et platines pour les différents « workflows » envisagés. Annexe rédigée ci-dessous à remplir par le candidat (*nombre de pages à indiquer par le candidat*).

**Annexe n°2** : Option non obligatoire (*nombre de pages à indiquer par le candidat*)

**Annexe n°3** : Préciser sur un plan de la chambre les ports disponibles et une description de leurs usages éventuels (injecteur, micromanipulateur, station d’accueil) (*nombre de pages à indiquer par le candidat*)

**Annexe n°4** : Planning d'intervention prévu pour la maintenance préventive et curative (*nombre de pages à indiquer par le candidat*)

**Annexe n°5** : fournir le catalogue des consommables et le tarif des différents consommables tels que la source gallium, les diaphragmes, les cartouches de précurseurs du système d’injection de gaz.

--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

***Le candidat est invité à joindre à son offre le présent mémoire technique complété de manière exhaustive, ainsi que les annexes requises.***

**Annexe n°1 : Définition des différents supports échantillons, porte-objets** **navettes et platines pour les différents « workflows » envisagés.**

##### A. Définition technique des différents supports échantillon à manipuler :

###### Des plots MEB (classiquement nommé STUB)

###### Des Demi-grilles MET

###### Des supports de pointes de sonde atomique (microcoupon).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 1. Des plots MEB « STUB » | 1. Demi-grille MET | C- Supports de pointes de sonde atomique |
|  |  |  |

##### B. Définition technique des différents porte-objets et navettes :

###### Porte-objet (P.O.) multi supportpour fixer des supports échantillon tel que des plots MEB « STUB » et demi-grille pour lame mince TEM. Ce porte-objet sera utilisé pour les échantillons de grande taille (ne pouvant être introduits via la station d’accueil FERROVAC) à température ambiante et pourra être introduits par la porte de la chambre MEB.

Les navettes seront de plus petite taille que le porte-objet et pourront être manipulées avec une canne de transfert notamment via le sas d’introduction de la station d’accueil. Elles pourront être utilisées à température cryogénique ou ambiante.

###### **Navettes** permettant d’accueillir des stubs, des supports de grille de lame MET, des supports de pointes de sonde atomique (microcoupons) compatibles avec la platine avec réceptacle ou sur-platine pour navette à température ambiante (C.2). Ces navettes pouvant être les navettes « cryo » également proposées

###### **Navettes cryogéniques** permettant d’accueillir des stubs, des supports de grille de lame MET, des supports de pointes de sonde atomique (microcoupons) compatibles avec la platine cryogénique.

###### **Navettes CAMECA** (Puck) permettant d’accueillir le support d’échantillon de sonde atomique tomographique « LEAP CAMECA »). Des illustrations de « puck » de sonde atomique sont proposées ci-dessous. Le marché ne couvre pas la fourniture d’un « puck » standard ou « cryo ».

|  |  |
| --- | --- |
| **Navettes CAMECA** (Puck) | **Navettes CAMECA** (Puck) avec un support de pointes de sonde atomique |
|  |  |

##### C. Définition des différentes platines, sur-platines

###### Platine pour porte-objet (P.O) multi-supports à température ambiante

###### Platine avec réceptacle /sur-platine pour navette à température ambiante

###### **Platine cryogénique** avec sur-platine pour les navettes « cryo » permettant d’accueillir stubs, des supports de grille de lame MET, des supports de pointes de sonde atomique (microcoupons).

###### **Sur-platine** se montant sur la platine cryogénique permettant d’accueillir le **navette CAMECA**(Puck).

##### D. Introduction/manipulation des échantillons

###### Les échantillons de trop grande dimension qui ne pourront pas être introduits par la station d’accueil Ferrovac seront introduits après **la mise à l’air de la chambre par la porte de la chambre du MEB-FIB**

**La station d’accueil FERROVAC va remplir deux rôles distincts :**

###### **Sas d’introduction** vers la chambre du microscope depuis ou vers l’atmosphère à température ambiante ou cryogénique avec l’utilisation d’une canne de transfert. La **canne de transfert** fournie aura un embout compatible avec les navettes proposée précédemment

###### Connection d’une **valise de transfert** d’échantillons Cryo UHV « VSN40S » de la société FERROVAC qui sera achetée ultérieurement. La valise de transfert comprendra une canne de transfert permettant l’attache de navette CAMECA (puck) de sonde atomique et permettra un workflow complet sous UHV et à température cryogénique depuis la préparation d’échantillon MEB-FIB (platine « cryo ») jusqu’à l’analyse en sonde atomique.

##### E. Description des différents « workflows » envisagés

Le « workflows » n°1 correspond à l’utilisation du microscope « classique » sans platine cryogénique et sans sas d’introduction à température ambiante.

Le « workflows » n°2 correspond à l’utilisation du microscope avec la station d’accueil faisant office de sas d’introduction pour une utilisation à température ambiante (sans patine cryogénique).

Le « workflows » n°3 correspond à l’utilisation du microscope en condition cryogénique avec l’utilisation de la station d’accueil comme sas d’introduction permettant ainsi d’utiliser la platine cryogénique. Le sas d’introduction va permettre à la fois de pouvoir introduire un échantillon à température ambiante alors que la platine est déjà à température cryogénique ou une remise à température ambiante d’un échantillon qui viendrait d’être usiné en condition cryogénique.

Le « workflows » n°4 permet à l’échantillon de rester sous vide et/ou à des températures cryogéniques de l’usinage au microscope jusqu’à l’analyse en sonde atomique. Il est donc demandé au fournisseur que la platine cryogénique puisse également accueillir des navette CAMECA(Puck)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **A. Supports échantillon à manipuler** | **B. Porte-objets et navettes** | **C. Platines, sur-platines** | **D. Introduction et manipulation des échantillons** | **Condition** |
| 1 | A1- Plots MEB  A2- Demi-grille MET  A3-Des supports de pointes de sonde atomique | B1- Portes objets (P.O.) multi support | C1 - Platine pour porte objets (P.O) multi-supports | D1 – Par la porte de la chambre du MEB-FIB | Température ambiante |
| 2 | A1- Plots MEB  A2- Demi-grille MET  A3-Des supports de pointes de sonde atomique | B2- Navettes | C2- Platine avec réceptacle /sur-platine | D2- Par le sas d’introduction et avec la canne de transfert | Température ambiante |
| 3 | A1- Plots MEB  A2- Demi-grille MET  A3-Des supports de pointes de sonde atomique | B2- Navettes cryogéniques | C3- Platine cryogénique avec sur-platine pour les navettes « cryo » | D2- Par le sas d’introduction et avec la canne de transfert | Température Cryogénique |
| 4 | A3-Des supports de pointes de sonde atomique | B3- Navettes CAMECA (Puck) | C4- Platine cryogénique avec sur-platine permettant d’accueillir la navette CAMECA(Puck) | D3- Par la valise de transfert d’échantillons Cryo UHV « VSN40S Ferrovac | Température Cryogénique |

##### Workflow n°1

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Questions** | **Réponses** | **Commentaire éventuel** |
| 1 | Combien de STUB/supports de pointes de sonde atomique peuvent être fixés sur le Porte-objet (P.O.) multi support |  |  |
| 2 | Combien de demi-grilles peuvent être fixées sur le Porte-objet (P.O.) multi support |  |  |
| 3 | Combien de demi-grilles et de /supports de pointes de sonde atomique peuvent être fixées simultanément sur le Porte-objet (P.O.) multi support |  |  |
| 4 | Le montage des différents objets/échantillons peut être réalisé sur une table à proximité du microscope et non directement sur la platine de la chambre du MEB-FIB | ❑Oui ❑Non |  |

##### Workflow n°2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Questions** | **Réponses** | **Commentaire éventuel** |
| 5 | Combien de navettes sont fournies ? |  |  |
| 6 | Sera-t-il possible de monter sur une navette simultanément ? :  - 1 STUB  - 2 STUB  - 1 support de pointes de sonde atomique  - 1 STUB et 1 support de pointes de sonde atomique  - 1 demi-grille pour lame mince  - 2 demi-grille pour lame mince  -1 STUB et 1 demi-grille | ❑Oui ❑Non  ❑Oui ❑Non  ❑Oui ❑Non  ❑Oui ❑Non  ❑Oui ❑Non  ❑Oui ❑Non  ❑Oui ❑Non |  |
| 7 | Quel est le type d’embout de canne de transfert ? |  |  |
| 8 | Ces navettes sont-elles compatibles avec la platine « cryo » ? | ❑Oui ❑Non |  |

##### Workflow n°3

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Questions** | **Réponses** | **Commentaire éventuel** |
| 9 | Combien de navettes « cryo » sont fournies ? |  |  |
| 10 | Sera-t-il possible de monter sur une navette simultanément ? :  - 1 STUB  - 2 STUB  - 1 support de pointes de sonde atomique  - 1 STUB et 1 support de pointes de sonde atomique  - 1 demi-grille pour lame mince  - 2 demi-grille pour lame mince  -1 STUB et 1 demi-grille | ❑Oui ❑Non  ❑Oui ❑Non  ❑Oui ❑Non  ❑Oui ❑Non  ❑Oui ❑Non  ❑Oui ❑Non  ❑Oui ❑Non |  |
| 11 | Quel est le type d’embout de canne de transfert ? |  |  |
| 12 | Les navettes « cryo » sont-elles les même que les navettes utilisées pour le workflow n°2 ? | ❑Oui ❑Non |  |

##### Workflow n°4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Questions** | **Réponses** | **Commentaire éventuel** |
| 13 | Le réceptacle de la platine « cryo » sera-t-il compatible avec les navettes (puck) de la sonde atomique « LEAP CAMECA » ? | ❑Oui ❑Non |  |
| 14 | Faudra-t-il démonter la sur-platine de la platine « cryo » pour introduire soit les navettes « cryo », soit les navettes (puck) de la sonde atomique ? | ❑Oui ❑Non |  |
| 15 | L’introduction de navettes « cryo » et des navettes (puck) de la sonde atomique se fera-t-elle avec la même sur-platine (compatible simultanément avec les deux navettes) | ❑Oui ❑Non |  |

**Annexe n°2 :** **Options non obligatoire**

# Logiciel tomographie 3D (non obligatoire)

Cette description devra inclure les caractéristique techniques suivantes :

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **N°** | **Paramètres** | **Spécifications** | **Précisions à apporter dans le mémoire technique** | **Réponse du candidat** |
| 1 | Logiciel d’acquisition automatique et de reconstruction d’images 3D | L’appareil devra permettre le pilotage de l’acquisition des séries d’images électroniques pendant la gravure ionique du volume analysé | Indiquer la suite logiciel proposée ainsi que ses possibilités (prise en charge de l’autofocus, dérive) |  |
| 2 | Formation avancée | Une formation approfondie sur la manipulation de ce logiciel. Elle sera au minimum de 2 jours | Préciser le nombre maximum de personnes formées ainsi que la durée de la formation proposée |  |

# Réservoir d’azote liquide pressurisé (non obligatoire)

Le laboratoire n’étant pas équipé d’une arrivée d’azote gazeux, l’offre pourra inclure la fourniture d’un réservoir d’azote liquide auto-pressurisé jouant le rôle de générateur d’azote gazeux. Sa contenance devra permettre l’utilisation de la platine à température cryogénique pendant une durée minimum de 12H.Préciser les détails techniques du réservoir proposé.

**Réponse du candidat :**