



IMT Mines Albi
École Mines-Télécom

**CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES
(C.C.T.P.)**

**FOURNITURE, LIVRAISON, INSTALLATION ET MISE EN SERVICE
D'UN MICRO TOMOGRAPHE PAR ABSORPTION DE RAYONS X**

Référence de la consultation : 2025ALB004M

1. CONTEXTE

Le service commun ICA A/RAPSODEE de IMT Mines Albi a pour mission d'accompagner les travaux de recherche du centre RAPSODEE, spécialisé dans le génie des procédés des poudres et le traitement énergétique des déchets, et du Centre ICA-Albi spécialisé dans le domaine des outillages et moules de formage, et l'étude des nouveaux matériaux à la fois métalliques et composites.

Les matériaux étudiés dans ces deux centres sont des milieux structurés, hétérogènes et complexes qui nécessitent un effort spécifique de caractérisation et de mesure, et dans lesquels les propriétés de surface sont aussi importantes que les propriétés en volume.

Le service commun est équipé d'un microscope électronique à balayage. La microtomographie RX, technique non destructive permettant la reconstruction d'images « en coupe » d'un matériau, permettra de compléter les informations de surface obtenues par microscopie électronique à balayage

2. OBJET DE LA CONSULTATION

Le présent cahier des charges concerne la fourniture, la livraison, l'installation et la mise en service d'un micro tomographe par absorption de rayons X .

3. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

3.1 Spécificités :

- L'équipement sera installé dans un laboratoire dédié aux rayons X où sont déjà installés deux diffractomètres de rayons X. L'espace restant étant réduit, l'appareil doit être compact (type instrument de paillasse) avec les dimensions maximales suivantes : Largeur x profondeur (cm) = 140x80
- L'ensemble devra être totalement blindé.
- Dimensions d'un échantillon pouvant être scanné : jusqu'à 5 cm de diamètre et 8 cm de haut.

3.2 Source

La source devra présenter les caractéristiques suivantes :

- Scellée (sans entretien) et sans refroidissement externe
- Tension maximale d'au moins 100 kV et puissance maximale d'au moins 10 W
- Taille de foyer à faible puissance < 5 μm
- Fourniture de plusieurs filtres spectraux (contre le durcissement de faisceau)

3.3 Platine porte-objet motorisée 3 mouvements

- Dispositif de rotation avec un pas de 0,01°
- Mouvement longitudinal haute précision de contrôle du grandissement
- Mouvement vertical haute précision de positionnement de l'objet

Une caméra permettant de visualiser l'échantillon dans la chambre sera un plus.

3.4 Détecteur de type flat panel permettant un contraste élevé avec des temps d'exposition « acceptables »

- Déplacement longitudinal permettant d'optimiser la géométrie d'acquisition. La distance maximale entre la source et le détecteur sera précisée.
- Déplacement latéral pour augmenter le champ de vue
- Possibilité de regrouper des pixels (au moins 2x2)
- Plus petite taille de voxel < 0,5µm

La taille du détecteur, le nombre et la taille physique des pixels ainsi que la vitesse maximale de lecture seront spécifiés.

3.5 Station de pilotage avec processeurs, carte graphique, disques durs et système d'exploitation adaptés

Les caractéristiques de chacun de ces éléments seront précisées.

3.6 Logiciels

Les logiciels suivants seront fournis :

- **Logiciel de contrôle et d'acquisition** : gestion des paramètres de la source, du détecteur, de la platine porte-objet, des scans, visualisation des radiographies en temps réel...
- **Logiciel de reconstruction des coupes.**

Il devra permettre :

- De choisir une zone d'intérêt sur une radiographie et de prévisualiser différentes sections dans cette zone
- La correction de l'axe de rotation
- La correction du durcissement de faisceau
- La suppression des « ring artéfacts » (filtres)
- Le contrôle des paramètres de reconstruction
- Le choix de plusieurs formats pour les images des sections ; tif obligatoire, png, bmp...
- La visualisation de l'empilement de sections sous forme d'un film au format avi

L'utilisation possible sur un poste informatique déporté sera un plus.

- Logiciel de visualisation des sections reconstruites
 - Logiciel de rendu volumique permettant d'obtenir des images 3D et des animations réalistes
 - Logiciel d'analyse d'images 3D pour traiter les données (morphologie mathématique, etc...) et obtenir des données quantitatives à partir de l'empilement des sections
- Sélection de régions d'intérêt manuellement (forme quelconque) ou à l'aide de formes prédéfinies
 - Affichage de l'histogramme des régions d'intérêt
 - Outils de segmentation et de traitement morphologique
 - Analyses quantitatives à l'intérieur d'une région d'intérêt 2D : aire, périmètre, facteur de forme (pour par exemple quantifier un taux de porosité, etc...)
 - Analyses quantitatives 3D à l'intérieur d'un volume d'intérêt : volume cumulé des objets, pourcentage volumique, surface courbe des objets, rapport surface / volume, etc...
 - Possibilité d'enregistrer des macros de traitement (automatisation)
 - Exportation des données sous un format compatible avec le logiciel Excel (ex : ascii...)
 - Exportation des modèles 3D au format STL
 - Rapport d'analyse personnalisé

La licence doit être duplicable pour permettre l'utilisation sur différents postes informatiques du laboratoire.

4. LIVRAISON ET FORMATION DES UTILISATEURS

Les prestations de livraison et de mise en service sont placées sous la responsabilité du titulaire et incluses dans l'offre. Elles devront être détaillées dans l'offre et seront assurées en totalité par le titulaire.

Le délai de livraison maximal sera de 12 mois à compter de la notification du marché.

L'équipement sera livré à l'adresse suivante :

IMT MINES ALBI - Mme Rolland
Campus Jarlard
81013 ALBI CEDEX 9
FRANCE

Le titulaire vérifiera sur site, au moment de l'installation, l'exactitude des mesures (pouvoir résolutif du système) par le scan d'un étalon.

Le titulaire assurera la formation des utilisateurs qui sera au moins équivalente à quatre journées qui pourront être utilisées pendant les douze mois suivant la date d'admission de l'équipement.

Cette formation devra inclure la prise en main du système ainsi que l'entretien courant de l'appareil.

Le coût de la formation et les frais de déplacement du titulaire ou du sous-traitant s'il y a lieu seront compris dans l'offre.

5. GARANTIE ET MAINTENANCE

Le titulaire précisera dans son offre l'étendue et le délai de garantie qu'il propose pour le système de tomographie. Cette garantie doit être équivalente à minimum 12 mois (pièces, main d'œuvre et déplacement compris).

Il précisera également l'étendue et le délai de garantie de la station de travail.

L'offre devra comprendre 1 an de contrat standard de maintenance, et présenter les différents contrats de maintenance proposés ainsi que leur coût.

Les délais d'intervention sur l'équipement en cas de panne, ainsi que la durée sur laquelle le titulaire s'engage à maintenir son équipement devront être précisés.

Le titulaire s'engage à informer IMT Mines Albi des mises à jour logicielles et à en faire bénéficier gratuitement IMT Mines Albi.

6. CONFORMITE ET REFERENCES AUX NORMES

Le titulaire devra fournir à IMT Mines Albi une déclaration CE de conformité.
L'équipement devra en particulier respecter les normes NF EN 292-1 et 2 relatives à la sécurité générale et la norme NF EN 60-204-1 relative à l'équipement électrique de la machine.

7. INSTALLATION – CONDITIONS D'INTERVENTION

L'installation, la mise en service, ainsi que les interventions ultérieures effectuées seront réalisées dans le respect des procédures définies dans le décret 92-158 du 20 février 1992 relatif aux travaux effectués dans un établissement par une entreprise extérieure. D'autre part, les règles de sécurité propres à IMT Mines Albi s'appliquent au personnel du titulaire qui sera amené à y intervenir.

8. DOCUMENTATION

Selon la réglementation, l'équipement sera livré avec une notice d'instructions complète comprenant en particulier, conformément à la norme NF EN 292-2, les indications relatives à l'équipement de travail, à sa mise en service, à son environnement et à son utilisation ainsi que les indications nécessaires pour la maintenance.

Une documentation technique comportant a minima les informations ci-dessous devra être fournie :

- le descriptif des différents éléments de l'achat visé
- le mode opératoire pour le démarrage, l'utilisation, l'arrêt et l'entretien
- la liste des pièces et les références de celles-ci.

Les limites d'utilisation de l'équipement seront également précisées.

Devront être également fournis les manuels de chacun des logiciels.