



Ministère de la Culture et de la Communication
Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France

**MARCHE D'ACQUISITION D'UN EQUIPEMENT DE
MICROSCOPIE NUMERIQUE 3D**

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES

Numéro de consultation : 2026-C2RMF-RECH-MN3D

Procédure de passation : procédure adaptée

Article 1 : PRESENTATION DU SERVICE ET DU SITE DU LABORATOIRE

Le Centre de recherche et de restauration des musées de France (C2RMF) est un service à compétence nationale du ministère de la Culture et de la Communication. Il est chargé de développer des recherches scientifiques sur les matériaux du patrimoine, de réaliser des activités de services en matière d'analyse et de restauration au profit des musées de France.

Dans ce contexte, le C2RMF souhaite acquérir un équipement de microscopie numérique 3D. Les matériaux étudiés peuvent être très divers puisque le centre est chargé d'analyser une grande variété d'œuvres du patrimoine : peintures, arts graphiques, sculptures, matériaux métalliques, céramiques, matériaux synthétiques ...

L'appareil sera utilisé pour des activités de recherche ou de service, par des personnels permanents, par des doctorants ou par des stagiaires afin d'effectuer des observations et/ou mesures sur les œuvres.

Les candidats ont la possibilité de visiter le site. Il ne peut en conséquence se prévaloir de la méconnaissance de ces renseignements ou de l'insuffisance d'informations sur le bâtiment et leurs installations, ou faire état ultérieurement d'une erreur, omission ou imprécision quelconque, pour ne pas accomplir tout ou partie des fournitures ou prestations nécessaires à l'accomplissement total de sa mission dans le cadre défini par le présent marché. Il demeure seul responsable des erreurs qui peuvent se produire soit de son fait, soit par visite incomplète, manque de vérification des plans, des schémas et des divers documents contractuels ou mis à sa disposition.

Article 2 : NATURE DES PRESTATIONS À EFFECTUER

2.1 – Description du matériel, objet du marché

L'objet du marché est un équipement de microscopie numérique 3D. Le matériel proposé devra être neuf et certifié par les normes de qualité en vigueur en Europe. Il devra être couvert par des garanties de SAV, d'assistance et de maintenance.

Le marché doit proposer la fourniture, la livraison, l'installation, la mise en service de l'équipement et sa calibration ainsi que la formation de 4 membres du personnel permanent du laboratoire.

2.2 – Matériaux du patrimoine susceptibles d'être analysés

La microscopie numérique 3D est une technique d'examen largement utilisée dans le champs des études patrimoniales. Elle tient une place importante au C2RMF et peut être utilisée dans différents domaines (peinture, sculpture, arts graphiques, arts du feu, mobilier) sur des œuvres de matériaux, tailles et morphologies extrêmement variés. Leurs études nécessitent donc de pouvoir s'adapter à des conditions d'observation par l'équipement tant en horizontal qu'en vertical ou à des angles définis, ainsi que des modulations au niveau des conditions d'éclairage.

2.3- Description des caractéristiques techniques de l'équipement de microscopie numérique 3D

Le système sera composé de :

- un microscope numérique 3D avec une motorisation de l'axe Z.
- un équipement informatique avec les logiciels de pilotage et d'acquisitions.
- Un système de positionnement des œuvres avec une motorisation des axes X-Y permettant d'effectuer des cartographies en 2D et 3D.
- Une source LED lumière visible et une source LED UV.

2.3.1 - Microscope numérique 3D

Les caractéristiques suivantes sont exigées :

- Un microscope avec capteur numérique d'une résolution de 5 MP et vidéo 4 K minimum avec une connectique USB 3 permettant l'exportation des acquisitions.
- Un système optique permettant des plages de grossissement de l'ordre de X 10 à X 2000 avec une reconnaissance automatique des objectifs, zoom motorisé, plages de grossissements et échelles intégrées. Le nombre d'objectifs fournis sera précisé et les détails techniques de chaque objectif (grossissement, ouverture, distance de travail, plage d'agrandissement, largeur et profondeur de champ, part optique/zoom numérique ...).
- Une source LED lumière visible avec la possibilité de mettre en œuvre plusieurs modes d'éclairage (co-axial, annulaire, segmentée, polarisation).
- Une source LED UV (souhaité 365 nm) compatible avec l'équipement et son système d'exploitation.

2.3.2 - Système informatique

Un ordinateur permettant de piloter le système et d'effectuer les acquisitions et traitements des images. Configuration matérielle requise :

Composant	Spécification Recommandée	Raison
Processeur (CPU)	Intel Core i5 ou i7 (14e gén)	Gérer le flux de la caméra et l'interface logicielle sans latence.
Mémoire (RAM)	32 Go DDR5	Suffisant pour bufferiser l'acquisition avant l'envoi au serveur.

Composant	Spécification Recommandée	Raison
Carte Graphique	NVIDIA RTX 4060 (16 Go) ou T1000 (8 Go)	Indispensable pour l'affichage fluide du flux vidéo 3D en temps réel.
Stockage Local	SSD NVMe 1 To (Gen4) SSD NVMe 1 To (Gen4)	1 disque dédié au système 1 Stockage temporaire ultra-rapide pour sécuriser l'écriture du scan.
Réseau	Carte 10 GbE dédiée	Crucial pour ne pas créer de bouchon lors de l'envoi vers le serveur.
Connectique	Ports USB 3.2 Gen 2 ou Thunderbolt	Selon la connectique de la tête du microscope.

Le ou les logiciels afférant à l'équipement de microscopie 3D devra permettre :

- d'effectuer des acquisitions d'images et/ou vidéo en 2D et 3D.
- d'effectuer des mesures reproductibles en 2D et 3D (distances, hauteurs, profils, volumes, angles, rugosités, comptages, etc...).
- d'effectuer des cartographies en 2D et 3D permettant l'observation et la reconstruction de larges surfaces.
- d'exporter les données dans des formats de fichiers exploitables sous Windows (ex : JPEG, TIFF, BMP, AVI, CSV, STL).

Une politique de mises à jour gratuites et illimitées de tous les logiciels associés au microscope sera appréciée très positivement. Si tel n'est pas le cas, le fournisseur devra indiquer le tarif attendu d'une mise à jour de l'ensemble de la suite logicielle.

2.3.3 - Système de positionnement des œuvres.

Le système de positionnement des œuvres devra disposer d'une motorisation dans les axes X et Y permettant de fixer l'équipement de microscopie numérique et de réaliser des acquisitions dans les axes X, Y et Z pour l'observation d'œuvres disposées horizontalement.

Ce système de positionnement devra permettre l'observation de zones mesurant a minima 500X500 mm en XY avec un pas de déplacement inférieur à 500 nm. Il devra être doté d'un piètement dédié permettant de minimiser les vibrations générées par le système. Le système de positionnement devra être capable de supporter des objets jusqu'à 12kg. Les dimensions hors tout du système complet devront être précisées.

Par ailleurs, un dispositif de fixation du microscope numérique 3D sur pied photo « lourd » type FOBA devra être fourni afin de permettre l'observation des œuvres à la verticale ou en angle en mode focus stacking.

2.3.4– Mentions complémentaires

L'appareil proposé peut éventuellement présenter certaines caractéristiques techniques différentes, qui devront alors être décrites de façon précise et compatibles avec la demande énoncée dans le présent CCTP. Il sera alors pertinent de mettre en avant l'apport

positif de ces caractéristiques et de justifier leur intérêt ou potentialités pour les applications du C2RMF.

Article 3 : CONDITIONS D'EXECUTION DU MARCHE

3.1 - Modalités générales d'exécution des prestations

Les prestations comprennent la livraison du nouveau matériel, son installation, les prestations de configuration, de formation, de SAV et de maintenance.

3.2 - Conditions d'accès au site Carrousel

Accès par la VDI

- **Interventions ponctuelles :**
 - le titulaire demande des autorisations d'accès individuelles au plus tard 72 h auparavant, aux personnes référentes.
 - L'ensemble des procédures d'accès au site est remis au titulaire dès la notification du marché,
 - L'accès peut être refusé aux personnels qui n'ont pas été annoncés et qui ne sont pas munis de badge d'identification ou d'une pièce d'identité.
- **Livraison de matériels :**
 - le titulaire doit communiquer 72 heures à l'avance minimum le nom du chauffeur, des manutentionnaires et le n° d'immatriculation du véhicule, aux personnes référentes indiquées ci-dessous.
- **Personnes référentes :**
 - Dominique Robcis : dominique.robcis@culture.gouv.fr
 - Benoît Mille : benoit.mille@culture.gouv.fr
- il se conforme aux prescriptions contraignantes qui lui sont remises par le C2RMF.

3.3 - Modalités de livraison des nouveaux matériels

Délai de prévenance

Le titulaire devra, dans un délai minimal de 10 jours ouvrés, prévenir les personnes référentes, de la livraison de la totalité du matériel et des accessoires nécessaires au montage.

Délai de livraison

Le délai de livraison sera de 3 mois à partir de la notification d'attribution du marché.

3.4 – Formation

L'offre doit inclure lors de l'installation, une formation initiale pour quatre personnes, en français, prise en charge par le prestataire et assurée dans les locaux du C2RMF (site Carrousel situé au Palais du Louvre, Paris). Le titulaire s'engage à fournir à la livraison toute documentation technique permettant d'assurer la maintenance et le fonctionnement correct du matériel.

3.5 – Garantie, SAV, maintenance

Le microscope fait l'objet d'une garantie constructeur pièces, main d'œuvre et déplacement, dont les conditions seront précisées : une durée au moins égale à 2 ans sera évaluée positivement lors de l'analyse des offres.

Concernant le SAV, il sera donné une liste des principales pièces composant le microscope et son système de positionnement (optique, électronique, mécanique, ...), de la durée de disponibilité de ces pièces après garantie, et de leur tarif 2026. L'analyse de l'offre s'attachera à évaluer la qualité du SAV proposé, et le fournisseur est donc encouragé à détailler son offre dans ce domaine.

La réception définitive suivie de la *mise en ordre de marche* marque le début de la période de garantie.

En cas d'interruption du fonctionnement de l'équipement pendant la période de garantie, une intervention curative devra être prévue dans un délai de 5 jours ouvrés (lundi au vendredi de huit heures trente à dix-huit heures trente, jours fériés exclus), à partir du jour de la sollicitation de l'utilisateur.

En cas d'interruption du fonctionnement de l'équipement hors période de garantie proposée, le délai typique d'une intervention curative devra être précisé dans l'offre.

Au titre de la garantie, le titulaire s'oblige à remettre en état ou à remplacer à ses frais la partie de la prestation qui serait reconnue défectueuse, exception faite du cas où la défectuosité serait imputable au pouvoir adjudicateur.

La mise à disposition d'un équipement de prêt en attente des réparations est exigée pendant la période de garantie si la durée d'immobilisation dépasse 1 mois. La mise à disposition d'équipement de prêt lors d'une opération de SAV au-delà de la période de garantie sera également très appréciée.

La garantie couvre également les frais de livraison, de conditionnement, d'emballage et de transport de matériel nécessités par la remise en état ou le remplacement, qu'il soit procédé à ces opérations au lieu de l'utilisation de l'équipement ou que le titulaire ait obtenu que la fourniture soit renvoyée à cette fin dans ses locaux.

Le fournisseur devra indiquer les règles d'entretien et de maintenance de l'équipement. Les conditions d'accès au support technique (conseil, etc.) seront précisées.

Article 4 : OBLIGATIONS ET RESPONSABILITÉS DU TITULAIRE

4.1 - Obligations du titulaire

Dans les circonstances d'urgence, le titulaire est autorisé à prendre les mesures nécessaires pour remédier à tout incident lors de l'installation de l'équipement. Il doit alors en aviser les référents dans les plus courts délais.

Le ou les agents du titulaire affectés au C2RMF pour l'installation doivent respecter le règlement intérieur de l'établissement.

Le ou les agents du titulaire sont tenus de porter systématiquement les équipements de protection individuelle (EPI) à usage professionnel fournis par le titulaire lorsqu'ils interviennent sur les installations du C2RMF susceptibles de menacer leur sécurité et leur santé.

Le technicien du titulaire est tenu de respecter les règles suivantes :

- Se conformer en permanence aux consignes et procédures de sécurité spécifiques à l'établissement,
- Demander selon le cas un permis de feu ou de poussière auprès du responsable de la sécurité pour tous les travaux susceptibles de générer des flammes, de la fumée, des étincelles ou des poussières. Ces permis sont établis uniquement pour la journée en cours. Ils sont renouvelés autant que de besoin,
- Il est formellement interdit de :
 - fumer ou de vapoter à l'intérieur de l'établissement (art. 28 de la [loi n° 2016-41 du 26 janvier 2016](#)),
 - travailler à proximité des œuvres sans autorisation et tout particulièrement si ces celles-ci ne sont pas adéquatement protégées contre les risques résultant de son activité,
 - travailler à proximité des personnels du C2RMF en utilisant des machines pouvant être dangereuses pour ceux-ci.

4.2 - Responsabilités du titulaire

Pendant toute la durée d'exécution du marché, le titulaire est responsable des dommages qui pourraient être causés de son fait aux personnes, aux biens ou aux installations dont il assure la maintenance.

Le titulaire prend à sa charge tous les risques de responsabilité civile (accident, incendie, explosion, dégât des eaux, pollution, etc.).