MARCHE PUBLIC DE FOURNITURE

Pôle affaires juridiques – marchés publics
Centrale Lille institut
Cité scientifique – CS 20048
59650 Villeneuve d'Ascq
Marches.publics@centralelille.fr

MARCHE DE FOURNITURE, LA LIVRAISON, L'INSTALLATION, LA MISE EN SERVICE ET LA FORMATION DE TROIS EQUIPEMENTS SCIENTIFIQUES DESTINES A UN PROJET POUR CENTRALE LILLE INSTITUT PF2026-27.

LOT 1 : Microtomographe à rayons X de laboratoire.
LOT 2 : Microscope numérique 3D/ Système de profilométrie et mesure de surface.
LOT 3 : Analyseur dynamique de sorption / désorption de vapeur d'eau (DVS).

Marché passé selon une procédure formalisée en application des articles L.2124-2 et R2124-2-1° du Code de la Commande Publique (CCP)

Date et heure limites de réception des offres

27 octobre 2026 à 12h00

Cahier des Clauses Techniques Particulières

Le présent marché concerne la fourniture, la livraison, l'installation, la mise en service et la formation à l'utilisation de trois équipements scientifiques destinés au projet BRICK LOOP porté par Centrale Lille Institut / LaMcube, avec PResRV comme partenaire industriel.

• Lot 1 - Microtomographe à rayons X de laboratoire.

• Lot 2 - Microscope numérique 3D / système de profilométrie et mesure de surface.

• Lot 3 - Analyseur dynamique de sorption / désorption de vapeur d'eau (DVS).

Les lots sont indépendants. Chaque équipement devra être livré complet et opérationnel, avec logiciels, accessoires indispensables, documentation et prestations nécessaires à son utilisation.

Lot 1 - Microtomographe RX de laboratoire

Besoin fonctionnel : système de microtomographie RX de laboratoire multiscale destiné au contrôle non destructif 3D de briques de réemploi, fragments, carottes, granulats, mortiers et matériaux cimentaires. L'équipement devra permettre de concilier haute résolution sur petits échantillons et capacité d'imagerie sur objets centimétriques à décimétriques, avec une qualité d'image adaptée aux matériaux minéraux poreux et hétérogènes.

• Enceinte radioprotégée autonome, marquage CE et conformité aux exigences réglementaires applicables, permettant l'utilisation sans infrastructure radiologique complémentaire hors prérequis d'implantation usuels.

• Configuration de source(s) RX microfocus / nanofocus ou technologie équivalente, couvrant au minimum une énergie maximale de 160 kV. Le candidat précisera la puissance maximale, la taille de foyer en fonction de la puissance et les performances de pénétration. Une configuration permettant d'atteindre 180 à 225 kV, ou offrant une capacité équivalente démontrée sur matériaux minéraux denses, sera valorisée dans l'analyse technique.

• Mode haute résolution permettant d'atteindre une taille de voxel ≤ 2 µm sur petits échantillons dans des conditions documentées. Le candidat distinguera explicitement taille de voxel et résolution spatiale effective et fournira les performances mesurées selon un protocole ou un objet test identifié. Les performances submicroniques seront appréciées.

• Mode grand champ / grands échantillons compatible avec des objets de l'ordre d'une brique ou d'une carotte de matériau : enveloppe d'échantillon d'au moins 200 mm de diamètre, ou géométrie équivalente, et possibilité de couvrir des dimensions longitudinales d'au moins 220 mm par acquisition directe, multi-hauteurs, hélicoïdale, champ étendu ou méthode équivalente.

• Platine motorisée de haute précision avec rotation 360°, charge utile ≥ 15 kg et déplacements motorisés permettant le réglage reproductible de la géométrie source–échantillon–détecteur. La précision et la répétabilité de positionnement seront documentées.

• Chaîne de détection 16 bits ou performance équivalente, adaptée à la fois aux grands champs et aux acquisitions haute résolution. Une architecture reposant sur plusieurs détecteurs complémentaires ou sur un détecteur unique couvrant de manière démontrée les deux régimes est acceptée. Le candidat précisera matrice, taille de pixel, surface active, fréquence d'acquisition et dynamique utile.

• Géométrie d'acquisition flexible avec réglages motorisés et sauvegardables ; modes ROI, offset / champ étendu, multi-hauteurs, hélicoïdal ou équivalents appréciés afin d'optimiser le compromis résolution, champ couvert, temps de scan et rapport signal/bruit.

• Filtres et corrections d'artefacts adaptés aux matériaux minéraux : durcissement de faisceau, anneaux, défauts détecteurs, mouvements et artefacts liés aux fortes différences d'atténuation. Les outils de correction disponibles devront être décrits.

• Acquisition automatisée, reconstruction 3D accélérée GPU ou technologie équivalente et visualisation volumique, avec mémorisation des paramètres et recettes afin de garantir la répétabilité entre lots, états initial/final et campagnes de vieillissement.

• Outils logiciels de segmentation et de quantification 2D/3D couvrant au minimum : fissures et défauts, porosité apparente, distribution de tailles, volumes, dimensions, épaisseurs, orientation, connectivité, régions d'intérêt et mesures morphologiques.

• Fonctions de recalage / registration entre acquisitions appréciées pour le suivi d'un même échantillon avant/après sollicitation, vieillissement ou conditionnement ; possibilité d'exporter les transformations et résultats quantitatifs.

• Export complet des projections et volumes reconstruits dans des formats standards et documentés (piles TIFF et/ou RAW, images 2D, volumes, maillages ou formats équivalents) permettant le traitement externe, les scripts Python, l'analyse d'image et le machine learning sans dépendance obligatoire à un service cloud.

• Station de travail dédiée dimensionnée pour les volumes générés par la configuration proposée, avec au minimum 128 Go de mémoire vive, GPU hautes performances compatible avec la reconstruction / visualisation 3D et au moins 8 To de stockage local rapide, ou configuration équivalente ou supérieure justifiée par le fournisseur.

• Architecture évolutive permettant l'ajout ultérieur d'accessoires ou de dispositifs expérimentaux. Une interface mécanique et/ou électrique documentée pour l'intégration future de cellules ou platines spécifiques sera appréciée.

• Dispositifs de calibration, objets tests et protocoles nécessaires à la vérification initiale de la géométrie, de l'échelle dimensionnelle, de la résolution et de la stabilité de l'équipement inclus.

Accessoires et éléments obligatoires du lot 1, à identifier distinctement dans l'offre et le BPGF :

• Ensemble de porte-échantillons, mandrins, plateaux et dispositifs de maintien adaptés aux petits échantillons, carottes, fragments, briques et éprouvettes dans les limites de la géométrie proposée.

• Filtres RX, dispositifs de calibration, objets tests / étalons de résolution et accessoires nécessaires au contrôle géométrique et à la vérification des performances annoncées.

• Tous modules, détecteurs complémentaires, cibles, accessoires optiques ou mécaniques indispensables pour atteindre les performances minimales de haute résolution et de grand champ demandées au présent CCTP.

• Station de travail dédiée, écran, stockage local et interfaces nécessaires à l'acquisition, la reconstruction, l'analyse et l'export des volumes.

• Licences logicielles nécessaires aux fonctions demandées d'acquisition, reconstruction, correction d'artefacts, visualisation, segmentation, quantification, registration et export, ainsi que les câbles et accessoires de raccordement nécessaires à une mise en service complète.

Lot 2 - Microscope numérique 3D / profilométrie

Besoin fonctionnel : système d'imagerie numérique haute résolution pour l'inspection, la métrologie 2D/3D et la profilométrie de surfaces de briques, granulats, mortiers et interfaces.

• Système numérique complet avec caméra haute résolution, optiques calibrées et visualisation en temps réel.

• Gamme de grossissement couvrant au minimum l'observation macroscopique des défauts et l'analyse fine des surfaces, typiquement de l'ordre de 20× à 1000× ou plage équivalente.

• Mise au point automatique et composition de profondeur / focus stacking pour surfaces fortement irrégulières.

• Platine motorisée XYZ avec déplacements reproductibles et capacité d'accueil de fragments et éprouvettes de matériaux de construction.

• Assemblage automatique d'images 2D et 3D (stitching) sur des zones supérieures au champ optique élémentaire.

• Reconstruction 3D de surface et mesure de hauteurs, profondeurs, profils, angles, surfaces, volumes et défauts.

• Mesure quantitative des fissures : largeur, longueur, orientation et évolution entre états.

• Fonctions de profilométrie et de rugosité 2D/3D adaptées aux surfaces minérales ; paramètres usuels de type Ra/Rq et Sa/Sq ou équivalents.

• Éclairages multiples et réglables pour matériaux mats, poreux ou localement réfléchissants ; réduction des reflets et HDR appréciées.

• Automatisation de séries de mesures, mémorisation de recettes et repositionnement pour comparaison de lots et suivi avant/après vieillissement.

• Logiciels d'acquisition, annotation, métrologie, analyse 3D et export inclus.

• Export d'images et de données quantitatives dans des formats standards exploitables hors logiciel propriétaire.

• Station de travail, écran, objectifs nécessaires aux plages prévues et étalons de calibration inclus.

Accessoires et éléments obligatoires du lot 2, à identifier distinctement dans l'offre et le BPGF :

• Jeu d'objectifs, optiques et accessoires nécessaires pour couvrir la plage de grossissement proposée.

• Étalons et dispositifs de calibration nécessaires aux mesures dimensionnelles, de hauteur et de profilométrie / rugosité demandées.

• Station de travail, écran et moyens de stockage adaptés aux acquisitions 2D/3D et aux traitements associés.

• Licences logicielles nécessaires aux fonctions d'acquisition, métrologie, reconstruction 3D, profilométrie, rugosité, annotation et export.

• Supports et accessoires de maintien des échantillons nécessaires aux usages décrits.

Lot 3 - Analyseur dynamique de sorption / désorption de vapeur d'eau (DVS)

Besoin fonctionnel : équipement gravimétrique automatisé pour déterminer les cinétiques, isothermes et hystérésis de sorption / désorption d'eau sur poudres, fines, fragments de briques et matériaux cimentaires.

• Génération et contrôle automatisés de l'humidité relative sur une plage couvrant au minimum 0 à 95 % HR.

• Contrôle en température couvrant au minimum 20 à 60 °C, avec stabilité adaptée aux mesures gravimétriques de longue durée.

• Microbalance de résolution ≤ 0,1 µg et capacité compatible avec des échantillons jusqu'à au moins 1 g.

• Stabilité d'humidité relative de l'ordre de ± 0,5 % HR ou meilleure, avec enregistrement continu de la température et de l'HR au niveau de l'échantillon.

• Programmation automatique de paliers, rampes et cycles complets de sorption / désorption.

• Critères d'équilibre configurables : dérive de masse (dm/dt), durée minimale / maximale des paliers et stabilité des conditions.

• Préconditionnement / séchage possible avant cycle avec purge par gaz sec.

• Porte-échantillons adaptés aux poudres, fines et petits fragments solides ; changement d'échantillon simple et reproductible.

• Acquisition continue de la masse et des conditions environnementales pendant toute la durée des essais.

• Logiciel permettant le calcul et la représentation des isothermes, cinétiques, hystérésis et variations massiques relatives.

• Export complet des données brutes et traitées dans des formats standards de type CSV/XLSX/TXT ou équivalents.

• Étalonnages, accessoires initiaux, consommables de démarrage et documentation des performances inclus.

Accessoires et éléments obligatoires du lot 3, à identifier distinctement dans l'offre et le BPGF :

• Porte-échantillons, coupelles et accessoires adaptés aux poudres, fines et petits fragments solides.

• Étalons, dispositifs de calibration et accessoires nécessaires à la vérification de la microbalance, de la température et de l'humidité relative, selon la configuration proposée.

• Accessoires de raccordement et de purge par gaz sec nécessaires à l'interface de l'équipement, hors réseau général du laboratoire.

• Ordinateur de pilotage et licences logicielles nécessaires aux fonctions demandées, lorsqu'ils sont requis par la configuration proposée.

• Consommables de démarrage nécessaires à la mise en service et aux premières campagnes.

Prestations communes obligatoires aux trois lots

• Équipements neufs, complets et livrés opérationnels. Les accessoires obligatoires sont distingués pour chaque lot ci-dessus et doivent être repris explicitement dans l'offre technique et le BPGF.

• Livraison à Centrale Lille Institut / LaMcube, Cité scientifique – CS 20048, 59650 Villeneuve-d'Ascq, France, incluant la manutention jusqu'au local d'installation et le déballage. Le local exact et les modalités d'accès seront communiqués au titulaire avant livraison.

• Installation, raccordements spécifiques relevant du fournisseur, mise en service et vérification du bon fonctionnement.

• Test de réception / qualification sur site avec démonstration des performances principales sur un échantillon représentatif lorsque pertinent.

• Formation initiale des utilisateurs : préparation des échantillons, acquisition, traitement, export des données et maintenance de premier niveau.

• Documentation technique complète en français ou en anglais, procédures de sécurité et prérequis d'installation.

• Licences logicielles nécessaires à toutes les fonctions demandées ; toute licence récurrente ou option indispensable doit être identifiée et chiffrée.

• Fonctionnement compatible avec l'environnement informatique de l'établissement et export local des données sans dépendance obligatoire à un service cloud.

• Garantie minimale de 24 mois à compter de la réception définitive, couvrant au minimum pièces, main-d'œuvre et déplacements nécessaires au rétablissement du fonctionnement normal, sauf consommables explicitement identifiés.

• Le candidat précisera les modalités de SAV et de maintenance préventive / corrective, les délais d'intervention, la disponibilité des pièces et consommables, ainsi que les opérations pouvant être réalisées par les utilisateurs ou par un opérateur tiers qualifié. Les éventuelles opérations nécessitant obligatoirement l'intervention du constructeur ou du titulaire devront être clairement identifiées et justifiées au regard de la sécurité, de la réglementation, de la calibration ou du maintien de la garantie.

• Le candidat indiquera un délai ferme de livraison, d'installation, de mise en service et de formation à compter de la notification / émission du bon de commande. BRICK LOOP est prévu sur 30 mois : WP1 de M0 à M30, WP2 et WP3 de M6 à M30, WP4 à partir de M12–M18 avec montée en intensité à partir de M18. Le premier jalon scientifique majeur est fixé à M6 ; une mise en service aussi précoce que possible, préférentiellement avant ce jalon, est recherchée. Le planning prévisionnel du projet est joint au DCE.

Conditions d'exécution relatives au développement durable

Conformément aux exigences applicables aux marchés engagés à compter d'août 2026, l'exécution du marché intègre des considérations environnementales directement liées à la fourniture, à la livraison, à l'installation, à la maintenance et à la fin de vie des équipements.

• Emballages : limitation des emballages au strict nécessaire, recours privilégié à des matériaux réutilisables ou recyclables et reprise / tri des emballages issus de l'installation lorsque cela est techniquement possible.

• Logistique et interventions : regroupement des livraisons et interventions lorsque pertinent ; recours au diagnostic ou support à distance lorsqu'il permet d'éviter un déplacement sans dégrader la qualité du service.

• Durabilité et réparabilité : documentation des opérations de maintenance, identification des sous-ensembles remplaçables et communication des conditions de disponibilité des pièces détachées et consommables.

• Consommation : communication des puissances / consommations utiles à l'exploitation et des éventuels modes de veille ou d'économie d'énergie disponibles.

• Documentation : fourniture prioritaire sous forme numérique, sauf documents devant être remis sous forme papier pour des raisons réglementaires ou de sécurité.

• Fin de vie : indication des dispositifs de reprise, de réemploi ou de traitement des équipements électriques et électroniques et des composants concernés, lorsqu'ils existent.

Le candidat décrira dans son offre les mesures concrètes qu'il s'engage à appliquer. Ces éléments sont appréciés au titre du critère environnemental défini dans le règlement de la consultation.

Informations attendues dans l'offre technique

• Tableau de conformité point par point aux spécifications du CCTP.

• Fiche technique détaillée et liste exhaustive des accessoires inclus.

• BPGF du lot intégralement renseigné, avec chiffrage distinct des accessoires et éléments obligatoires identifiés dans le présent CCTP. Lorsqu'un élément est inclus sans surcoût dans une autre ligne, le candidat l'indique explicitement.

• Performances garanties et conditions dans lesquelles elles sont obtenues.

• Dimensions, masse, puissance électrique, besoins en ventilation / gaz / refroidissement et contraintes d'implantation.

• Description des logiciels, modules inclus, formats d'export et politique de licences.

• Délais de livraison, installation et formation.

• Durée et contenu de la garantie ; offre de maintenance et coûts associés après garantie.

• Références d'installations comparables en laboratoires de recherche / caractérisation des matériaux, lorsque disponibles.

Signature du pouvoir adjudicateur :

Fait à , le

Signature du Titulaire

Fait à , le