RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Centre d'Études et d'Expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement

Dont le siège se situe :
2 rue Antoine Charial
CS 33927
69426 Lyon Cedex 03

Ci-après désigné "l'acheteur"

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES (CCTP)

Marché de Fournitures

Objet :
Fourniture d'une presse triaxiale dans le cadre du projet Interreg Poctefa PERMAPYRENEES-2 191/06

Octobre 2026

Table des matières

ARTICLE 1 – OBJET ET ÉTENDUE DU MARCHÉ 3
1.1 – Contexte 3
1.2 – Objet du marché 3
ARTICLE 2 - CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU MATÉRIEL A ACQUERIR 3
2.1- Documents de référence et produits testés 3
2.2- Spécifications techniques 4
2.3- Compatibilité 6
2.4- Installation - Formation du personnel 6
2.5- Fourniture de la documentation technique 6
2.6- Garantie 6
ARTICLE 3 - CONDITIONS D'EXECUTION 7
3.1 – Livraison sur site 7
3.2 – Qualité de l'équipement 7
3.3 – Remise en état des lieux 8
3.4 – Opérations de vérification 8

ARTICLE 1 – OBJET ET ÉTENDUE DU MARCHÉ

1.1 – Contexte

Le Cerema est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique, présent partout en métropole et dans les Outre-mer grâce à ses 26 implantations et ses 2 400 agents. Détenteur d'une expertise nationale mutualisée, le Cerema accompagne l'État et les collectivités territoriales pour la transition écologique, l'adaptation au changement climatique et la cohésion des territoires par l'élaboration coopérative, le déploiement et l'évaluation de politiques publiques d'aménagement et de transport. Doté d'un fort potentiel d'innovation et de recherche incarné notamment par son institut Carnot Clim'adapt, le Cerema agit dans 6 domaines d'activités : Expertise & ingénierie territoriale, Bâtiment, Mobilités, Infrastructures de transport, Environnement & Risques, Mer & Littoral.

Le Cerema Méditerranée, direction territoriale dont le siège est à Aix-en-Provence, intervient de façon privilégiée sur le territoire des régions Provence-Alpes-Côte d'Azur, Corse, Occitanie et DROM-COM. Elle compte environ 150 agents.

L'équipe de recherche GéoCOD (géomatériaux et géomécanique : Couplages et dynamique pour les risques et les ouvrages géotechniques) est une équipe de recherche tri-site, qui dépend à la fois du Département Infrastructures et Matériaux, situé à Aix-en-Provence, du Département Risques, Infrastructures et Matériaux, situé à Bron et de l'agence de Blois, située à Blois. Ses activités de recherches sont définies dans son programme quadriennal et couvrent les domaines de la mécanique des sols et des roches avec une composante importante de développements expérimentaux.

Dans le cadre du projet Interreg Poctefa PERMAPYRENEES-2 191/06 l'équipe de recherche a prévu d'acquérir une presse triaxiale asservie en température pour mesurer la résistance et la déformabilité d'échantillons qui seront extraits des sites d'étude.

1.2 – Objet du marché

Le marché comprend la fourniture de la presse triaxiale, et de son système de contrôle de la température la formation du personnel, la fourniture de la documentation technique, la livraison et l'installation de la machine complète, la mise en service du système, y compris l'étalonnage du système, ainsi qu'une garantie de 2 ans minimum.
La presse doit aussi permettre de réaliser des essais triaxiaux monotones sans contrôle de la température afin de caractériser les matériaux dans des conditions classiques pour déterminer l'influence de la température.
La nature des fournitures, ainsi que les conditions techniques de leur exécution sont définies au présent document.

ARTICLE 2 - CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DU MATÉRIEL A ACQUERIR

2.1- Documents de référence et produits testés

L'équipement est une presse triaxiale de 100 kN à température contrôlée pouvant réaliser des essais dans une gamme de température allant de -20°C à +80°C. Il devra permettre de suivre les normes en vigueur mais également de réaliser des essais de caractérisation de recherche, donc non normés.

Les échantillons soumis à essai sont essentiellement de deux types :

- Echantillons issus d'éprouvettes compactées en laboratoire
- Echantillons issus d'éprouvettes carottées in situ.

2.2- Spécifications techniques

Les éléments constituant le système complet pour la réalisation d'essais triaxiaux à température contrôlée sont les suivants :

a. Presse triaxiale :

- Traverse ajustable équipée d'une rotule
- Plateau de 158 mm compatible avec nos cellules (GDS, Wykeham Farrance et VJTech)
- Chargement jusqu'à 100 kN
- Vitesses de chargement comprises entre 0,01 µm/mn et 9,99 mm/mn
- Capacité à réaliser des cycles lents
- Système de pilotage interne avec une centrale d'acquisition intégrée 5 voies
- Alimentation en 230v

b. Contrôleur pour confinement hydraulique :

- Capacité maximum 3500 kPa de pression et 250 cc de volume.
- Equipé d'un capteur de pression et d'un dispositif de mesure des variations de volume.
- Prise USB et Ethernet pour le pilotage à distance via PC.
- Protection des surpressions.
- Précisions maximales attendue en pression : 0,15% PE, résolution : 0,1kPa
- Précisions maximales attendue en volume : 0,25% PE, résolution : 1 mm3
- Alimentation en 230v.

c. Contrôleur pour contre-pression hydraulique :

- Capacité maximum 3500 kPa de pression et 250 cc de volume.
- Equipé d'un capteur de pression et d'un dispositif de mesure des variations de volume.
- Prise USB et Ethernet pour le pilotage à distance via PC.
- Protection des surpressions.
- Précisions maximales en pression : 0,15% PE, résolution : 0,1kPa
- Précisions maximales en volume : 0,25% PE, résolution : 1 mm3
- Alimentation en 230v.

d. Cellule triaxiale et ses accessoires :

- Cellule triaxiale thermorégulée
- Diamètre d'échantillon 50 mm avec piédestal, chapeau drainant double drainage, plaques poreuses en inox fritté du même diamètre
- Capacité de confinement minimale 2000 kPa.
- Plage de température : a minima de -20°C à +80°C.
- Intérieur résistant à la corrosion.
- Système d'isolation pour les déperditions thermiques.
- Kit de raccordement avec tous les équipements : tubulures, raccords, robinets ..
- Système de levage de la cellule pour la placer sur la presse ou tout système facilitant la manutention de la cellule

e. Unité de contrôle thermique :

- Plage de température : a minima de -20°C à +80°C.
- Tout équipement nécessaire à son bon fonctionnement : liquide thermique, fluide antigel….

f. Capteur de pression interstitielle :

- Capacité minimale de 2000 kPa avec son cordon et sa connectique
- Bloc de saturation avec son système de montage sur la cellule

g. Capteur de force externe :

- Capacité jusqu'à 100 kN avec son cordon et sa connectique, ainsi que son système de fixation à la rotule et d'adaptation à la cellule thermorégulée pour éviter la conductivité thermique.

h. Capteur de déplacement :

- Capteur de déplacement analogique, LSCT, course 25 mm avec son cordon et sa connectique et son support pour la cellule triaxiale thermorégulée.

i. Anneau d'instrumentation :

- Anneau d'instrumentation pour cellule triaxiale comprenant 6 passages minimum pour câbles de capteurs locaux : ce dernier doit être compatible avec notre cellule en 100 mm dont la fiche technique est disponible via le lien suivant : https://www.vjtech.co.uk/wp-content/uploads/2023/11/Triaxial-Cells-and-Accessories.pdf .
- Tout accessoire permettant de monter des éprouvettes en 50 mm
- Protection par anodisation.
- Bouchons d'obturation, boulons de fixation et joints toriques.

j. Capteurs locaux :

- 3 capteurs LVDT immergeables de course 10 mm (+/- 5mm).
- Précision minimale attendue : 0,1% E.M.
- Résolution minimale attendue : +/- 0,001 mm
- 2 supports axiaux pour éprouvettes diamètre 50 mm, en aluminium à anodisation renforcée.
- 1 support radial pour éprouvettes diamètre 50 mm, en aluminium à anodisation renforcée
- Interface permettant l'acquisition

k. Pilotage - Acquisition :

Le système informatique doit avoir les caractéristiques suivantes :

- Un logiciel avec une licence perpétuelle permettant :
- Le pilotage et l'acquisition des données des essais suivant :
  - essai de saturations
  - essai de contrôle de B (Skempton)
  - essai de consolidation isotrope et anisotrope
  - essai K0
  - essai de cisaillement triaxial statique de type UU,CU,ou CD
  - contrôle du chargement en force ou en déplacement
  - essai en chemin de contraintes contrôlés p,q.ou s,t
  - essais de chargement en cycles lents.
- La mise en contact automatique en début d'essai
- L'affichage en temps réel des données calculées et mesurées
- L'affichage en temps réel des graphes
- La création de plusieurs étapes de consolidation, de cycles….
- L'exportation des données sous forme de tableaux « Excel » ou autre
- L'asservissement et l'automatisation de l'unité de contrôle thermique

- Un ordinateur complet adapté au logiciel et au pilotage de la presse avec les caractéristiques minimales suivantes :
  - Ecran 27 pouces, clavier et souris
  - RAM 16 Go
  - Disque dur SSD de 512Go

- Windows 11

2.3- Compatibilité

L'ensemble du système (a à k) devra être compatible avec le contrôleur de pression grand volume (connectique hydraulique, pilotage, acquisition…) de la plateforme d'essais de l'équipe de recherche GéoCoD du Cerema Méditerranée, fiche technique avec le lien suivant : https://www.vjtech.co.uk/product/single-channel-pressure-volume-controller-hydraulic-apc-pro/.

2.4- Installation - Formation du personnel

Le titulaire devra dispenser une formation complète sur site en langue française pour les agents du Cerema utilisateurs de la presse triaxiale qui sont au minimum de 4. Cette prestation, incluse dans l'offre du titulaire, doit se dérouler en deux temps :

- Première session de formation aura lieu lors de l'installation sur site et première prise en main et devra être faite pour que le Cerema puisse prononcer la Mise en ordre de marche, elle portera a minima sur les sujets suivants :
  - l'assemblage des différents matériels,
  - la réalisation des circuits hydrauliques
  - les connections électriques et électroniques
  - la mise en route
  - l'étalonnage des différents capteurs
  - l'installation des logiciels
  - la formation à la prise en main et à l'utilisation.
  - la réalisation d'essais
- Deuxième session sur site aura lieu dans la première année de garantie et sur demande du Cerema, cette dernière portera sur :
  - Formation approfondie à l'utilisation du système,
  - Résolution des différentes questions survenues au cours des premières utilisations

Le titulaire doit par ses conseils techniques, le concours temporaire de son personnel ainsi que par la communication de tous procédés de travail et de savoir-faire qui pourraient être utilisés par lui dans l'exécution de ses prestations aider les agents du CEREMA dans l'optimisation de l'exploitation de l'appareil.

A cette fin, le titulaire a fourni dans son offre l'ensemble de la documentation relative à l'installation, au fonctionnement et à l'entretien du matériel objet du marché.

2.5- Fourniture de la documentation technique

A la livraison, le titulaire devra fournir les documents suivants :

- Notices d'utilisation de la presse triaxiale et des accessoires s'y attenant.

Les documents seront rédigés en langue française en version papier et numérique.

2.6- Garantie

Le titulaire doit garantir son matériel pour une période minimale de 2 ans à compter de la date d'admission de la presse et de son système de contrôle de la température. Cette garantie comprend les pièces et la main d'œuvre nécessaires à la remise en état ou au remplacement de la partie de la prestation qui serait reconnue défectueuse, à l'exception du cas où la défectuosité serait imputable au CEREMA. Le

titulaire a précisé dans l'offre la durée de garantie proposée, ses délais d'intervention et les moyens mis en œuvre au titre de la garantie. Les pièces non couvertes par la garantie sont, le cas échéant listées dans le mémoire technique.

ARTICLE 3 - CONDITIONS D'EXECUTION

3.1 – Livraison sur site

La livraison de cette presse triaxiale comprend l'acheminement jusqu'au laboratoire du Cerema Méditerranée mais aussi le déchargement du camion et l'implantation dans la salle d'essai du laboratoire.

La livraison devra être réalisée dans le délai contractuel prévu par le calendrier arrêté par les deux parties tel que fixé au CCAP.

La livraison devra être effectuée sur le site à l'adresse mentionnée ci-dessous :

CEREMA Direction Territoriale Méditerranée
Département Infrastructure et Matériaux / Groupe GéoCoD
Pôle d'activités
Avenue Albert Einstein
CS 70 499
13593 Aix-en-Provence Cedex 3

La date de livraison sera établie d'un commun accord entre le CEREMA et le titulaire. La livraison du matériel devra être effectuée franco de port et d'emballage sur le site tel qu'indiqué ci-avant. Les livraisons auront lieu du lundi au vendredi de 09h à 12h et de 14h à 17h (16h le vendredi). Les matériels livrés doivent être accompagnés d'un bon de livraison émanant du titulaire.

Ce dernier signalera sept jours ouvrables à l'avance, la date et l'heure de sa livraison pour permettre au responsable du CEREMA de recevoir l'appareil. Il se présentera dès son arrivée, au service de sécurité de l'établissement et se conformera aux consignes qui lui seront données.
Les cheminements et zones de stockage seront indiqués au titulaire en temps utile.
Le titulaire devra respecter les procédures d'accès qui lui seront signalées par la personne publique. Le titulaire devra s'assurer, pour le choix des camions de livraison, des conditions d'accès au lieu de déchargement. Aucun frais ne pourra être facturé en sus au CEREMA pour méconnaissance des conditions de livraison. Le titulaire est responsable lors des livraisons des dommages éventuellement causés par son personnel aux installations du CEREMA.

La presse sera installée dans le laboratoire d'essais de l'équipe de recherche GéoCod dans le bâtiment A de la DterMed à Aix-en-Provence au premier étage. Ce dernier est équipé d'un monte-charge d'une capacité maximale de 1000kg.
La porte d'accès à la salle d'essais a une largeur de 90 cm.

3.2 – Qualité de l'équipement

L'appareil livré doit être conforme aux stipulations du marché, aux prescriptions des normes françaises homologuées et des normes applicables en France en vertu d'accords internationaux.

Le matériel proposé sera conforme aux réglementations européenne et française en matière de sécurité électrique et fluide sous pression, et de protection de l'opérateur.

Le CEREMA attire l'attention sur l'obligation de fournir du matériel neuf et non reconditionné.

3.3 – Remise en état des lieux

Le titulaire doit prendre toutes les précautions nécessaires pour la protection des locaux dans lesquels il intervient. Il est responsable de toutes dégradations commises de son fait et survenues pendant la durée de son intervention.

A l'issue de son intervention, le titulaire doit effectuer la remise en état des lieux.

3.4 – Opérations de vérification

La Vérification d'Aptitude, qui vaut admission, sera prononcée après réalisation d'essais de types : saturation, consolidation et essai de cisaillement triaxial statique de type UU, CU, ou CD sur des éprouvettes préalablement préparées par le Cerema et dont les caractéristiques hydromécaniques sont connues. Durant ces essais l'étanchéité des différents circuits et le maintien des températures visées seront vérifiés.