

Fourniture, livraison et mise en service de matériels d'acquisition et de traitement des données

Cahier des charges techniques

JUILLET 2025

SOMMAIRE

<u>1. CONTEXTE ET OBJET DE LA CONSULTATION</u>	4
<u>1.1 - Contexte</u>	3
<u>1.2 - Objet du marché</u>	3
<u>2. MODALITÉS D'EXÉCUTION</u>	4
<u>2.2 - Formation de prise en main</u>	4
<u>3. TRANCHES OPTIONNELLES – EXTENSION DE GARANTIE, FOURNITURE D'UNE STATION PC ET MAINTENANCE</u>	4
<u>4. VÉRIFICATIONS, ADMISSION DES PRESTATIONS ET GARANTIES</u>	5
<u>4.1 - Vérifications et essais</u>	5
<u>4.2 - Admission</u>	5
<u>4.3 - Garanties</u>	5
<u>4.4 - Maintenance</u>	5
<u>5. EXIGENCES TECHNIQUES – DESCRIPTIF DU BESOIN</u>	5
<u>5.1 - Lot 1 : Système portable d'acquisition et de traitement des données vibratoires et acoustiques</u>	5
<u>5.1.1 - Caractéristiques techniques</u>	5
<u>5.1.2 - Système d'acquisition</u>	6
<u>5.1.3 - Ordinateur et connectique</u>	7
<u>5.1.4 - Logiciel</u>	7
<u>5.2 - Lot 2 : Système d'acquisition et de traitements de données mécaniques pour essais en laboratoire</u>	8
<u>5.2.1 - Caractéristiques techniques</u>	8
<u>5.2.2 - Système d'acquisition</u>	8
<u>5.2.3 - Connectiques et alimentation</u>	8
<u>5.2.4 - Logiciel</u>	8

1. CONTEXTE ET OBJET DE LA CONSULTATION

1.1 - Contexte

Le Cerema est l'expert public de l'adaptation des territoires au changement climatique

Il est l'unique établissement national dont la gouvernance est à pilotage partagé entre l'État et les collectivités territoriales avec plus de 950 collectivités adhérentes. Il est présent dans l'Hexagone et dans les Outre-mer grâce à ses 27 implantations et ses 2 500 agents.

Détenteur d'une expertise nationale mutualisée, le Cerema accompagne l'État et les collectivités territoriales par l'élaboration coopérative, le déploiement et l'évaluation de politiques publiques et projets d'aménagement et de transport. Doté d'un fort potentiel d'innovation et de recherche, le Cerema agit dans 6 domaines d'activités : Expertise & ingénierie territoriale, Bâtiment, Mobilités, Infrastructures de transport, Environnement & Risques, Mer & Littoral.

Le Cerema est un établissement public relevant du ministère de l'Aménagement du territoire et de la Décentralisation et du ministère de la Transition écologique, de la Biodiversité, de la Forêt, de la Mer et de la Pêche.

1.2 - Objet du marché

Les prestations, objet du présent marché, concernent la fourniture, la livraison et la mise en service de matériels d'acquisition et de traitement des données dédiés aux études d'expertise et de recherche, dans le domaine des phénomènes vibratoires, acoustiques et mécaniques pour l'équipe du Département Risques Infrastructures et Matériaux (DRIM) du Cerema Centre-Est. Ces équipements devront permettre la réalisation de campagnes de mesure sur le terrain ainsi que des essais en laboratoire, dans le cadre d'activités de caractérisation, d'évaluation d'impacts et de modélisation expérimentale. Le marché est ainsi réparti en deux lots distincts.

Lot 1 : Système portable d'acquisition et de traitement des données vibratoires et acoustiques

Les prestations, concernent la fourniture, la livraison et la mise en service d'un matériel d'acquisition et de traitement des données dédiées aux études d'expertise de phénomènes vibratoires et acoustiques permettant :

- des mesures de vibrations et de bruit générés par les travaux et construction d'infrastructures et/ou de bâtiment, ainsi que la circulation des véhicules sur ces infrastructures (ferroviaires et routières),
- l'évaluation de risque de gêne des riverains des infrastructures, de l'impact sur le bâti et du risque de dérèglement/dysfonctionnement des équipements et activités sensibles aux vibrations.

Le matériel devra être portable et complet. Il devra répondre aux exigences de la série des normes NF E90-020 et NF ISO 14837, des normes ISO 2631-2 et NF EN ISO 8041.

Les modules d'acquisition et d'enregistrement/traitement des données (ordinateur portable) devront être autonomes électriquement pendant plusieurs heures et pouvoir être alimentés sur secteur et sur batteries extérieures.

La centrale sera dédiée aux études vibratoires mais devra être polyvalente et pouvoir être utilisée pour d'autres types d'interventions (acoustique, ouvrages d'art...).

Lot 2 : Système d'acquisition et de traitement de données mécaniques pour essais en laboratoire

Ce lot porte sur la fourniture, la livraison et la mise en service d'un système complet d'acquisition et de traitement de données destiné à la réalisation d'essais mécaniques sur discontinuités rocheuses et matériaux cimentaires en laboratoire.

Le matériel devra être compatible avec différents capteurs permettant la mesure des grandeurs physiques suivantes : déformation (extensomètres, jauges de contrainte, etc.), force appliquée, et déplacement mécanique.

Le système devra garantir une acquisition précise, fiable et synchronisée de l'ensemble des signaux, et répondre aux exigences normatives applicables, notamment les NF EN ISO 7500, ISO 376, ISO 9513 et ASTM E83.

Les spécificités techniques des différents lots sont détaillées dans les paragraphes suivants.

2. MODALITÉS D'EXÉCUTION

2.1 - Réception du matériel et de la documentation

Le titulaire s'engage à livrer le matériel dans un délai maximum de 1 mois à compter de la notification. Le lieu de livraison des matériels, objet des deux lots, est le suivant :

Département Risques Infrastructures et Matériaux - Cerema Centre-Est
9 bis, allée Général Benoist
69500 BRON

Le titulaire s'engage à fournir au plus tard à la livraison et sans supplément de prix toute la documentation (et ses éventuels rectificatifs) rédigée en langue française nécessaire à une utilisation et un fonctionnement correct des fournitures livrées et de leurs maintenances éventuelles.

2.2 - Formation de prise en main

À la suite la livraison des matériels, le titulaire assure la formation du personnel de l'acheteur chargé d'utiliser, d'exploiter et d'assurer la maintenance du matériel.

Pour ce faire, il met à disposition de l'acheteur un (des) formateur(s) compétent(s), dont le coût est compris dans le montant du marché, et dans les conditions définies ci-après :

- formation prise en main du matériel et du logiciel pour au moins 3 agents du Cerema,
- 1/2 journée le jour de la livraison du matériel,
- 1/2 journée après 1 mois d'utilisation du matériel.

La formation se fera obligatoirement en présentiel, sur le site du Cerema Centre-Est à Bron, avec les capteurs du Cerema.

3. TRANCHES OPTIONNELLES – EXTENSION DE GARANTIE, FOURNITURE D'UNE STATION PC ET MAINTENANCE

Le candidat devra proposer, de manière obligatoire, pour les lots 1 et 2, une extension de garantie couvrant les mêmes prestations que la garantie de base prévue à **l'article 4.3** du présent CCTP (pièces, main-d'œuvre, déplacements) pour une durée supplémentaire d'un an, de deux ans, ou de trois ans à l'issue de la période de garantie initiale (soit respectivement pour les 3e, 4e et 5e années d'exploitation). Le délai d'intervention pendant la période couverte par l'extension devra être identique à celui de la garantie de base.

Le candidat pourra proposer de manière facultative, pour les lots 1 et 2, des prestations de maintenance des matériels fournis dont il décrira précisément les modalités, le contenu et la durée dans son mémoire méthodologique.

Le Cerema se réserve la possibilité d'affermir ou non l'extension de garantie et la maintenance jusqu'au dernier jour de la période de garantie initiale.

S'agissant du lot 1, le candidat devra également proposer, de manière obligatoire, la fourniture d'une station PC dont les caractéristiques sont décrites à [l'article 5.1.3](#) du présent CCTP.

4. VÉRIFICATIONS, ADMISSION DES PRESTATIONS ET GARANTIES

4.1 - Vérifications et essais

Les vérifications qualitatives seront effectuées dans un délai de 15 jours à dater de la livraison du matériel. En cas de dysfonctionnement constaté, le titulaire devra prendre à sa charge les éventuelles corrections/réparations.

4.2 - Admission

Le pouvoir adjudicateur prononce l'admission des prestations, sous réserves des vices cachés, si elles répondent aux stipulations du cahier des charges de la consultation. L'admission prend effet à la date de notification au titulaire de la décision d'admission ou en l'absence de décision, dans un délai de 15 jours à dater de la livraison.

4.3 - Garanties

Une garantie de base d'une durée minimale de deux ans devra être incluse dans l'offre, couvrant l'ensemble du matériel fourni, y compris les composants informatiques. Cette garantie devra impérativement comprendre les pièces, la main-d'œuvre ainsi que les déplacements. La réponse du candidat devra préciser notamment :

- le délai de prise en charge effective en cas de panne,
- la possibilité de prêt de matériel, le cas échéant, en précisant les délais et conditions tarifaires associés.

Les fournitures livrées dans le cadre de l'exécution de la présente consultation sont garanties contre les vices cachés selon les dispositions des articles 1641 et 1648 du code civil.

4.4 - Maintenance

Les prestations de maintenance, si la tranche optionnelle concernée est affermie, sont celles décrites dans le mémoire méthodologique du titulaire. Ces prestations démarrent au début de la période d'extension de garantie pour une durée de 12 mois renouvelable 4 fois par période de 12 mois.

5. EXIGENCES TECHNIQUES – DESCRIPTIF DU BESOIN

5.1 - Lot 1 : Système portable d'acquisition et de traitement des données vibratoires et acoustiques

5.1.1 - Caractéristiques techniques

Le matériel consiste en la fourniture d'une centrale d'acquisition de 16 voies en entrée et d'une voie en sortie, d'adaptateurs permettant le raccordement des capteurs actuels du Cerema

Le matériel devra être adapté à une utilisation à l'intérieur des bâtiments et en extérieur sur le terrain, dans des conditions pouvant être poussiéreuses et humides. Le matériel doit pouvoir se manipuler sans précautions exigeantes (présence de caissons, câbles renforcés... par exemple). Les phénomènes

mesurés pourront avoir des sources multiples : tirs de mines, impacts, vibrations générées par des engins mécaniques, circulations routières ou ferroviaires...

Le matériel doit pouvoir permettre le branchement des capteurs disponibles au Cerema à savoir :

- des accéléromètres avec des connectiques « Accéléromètres » de type BNC femelles,
- des vélocimètres tri-directionnels avec des connectiques Jaeger : fiches femelles 6 broches, série Étanche (voir catalogue Jaeger, pages 22-23 en annexe), référence 532 403 006, dont les spécificités sont données en illustration 1. Le titulaire devra fournir **5 adaptateurs** entre les prises Jaeger et des câbles BNC, dont le coût sera compris dans l'offre.

Il devra également permettre le branchement d'autres capteurs avec des connectiques BNC femelles, par exemple des masses d'impacts.

Le système d'acquisition ainsi que l'ordinateur auront une source d'alimentation commune : batteries internes, externes et secteur.

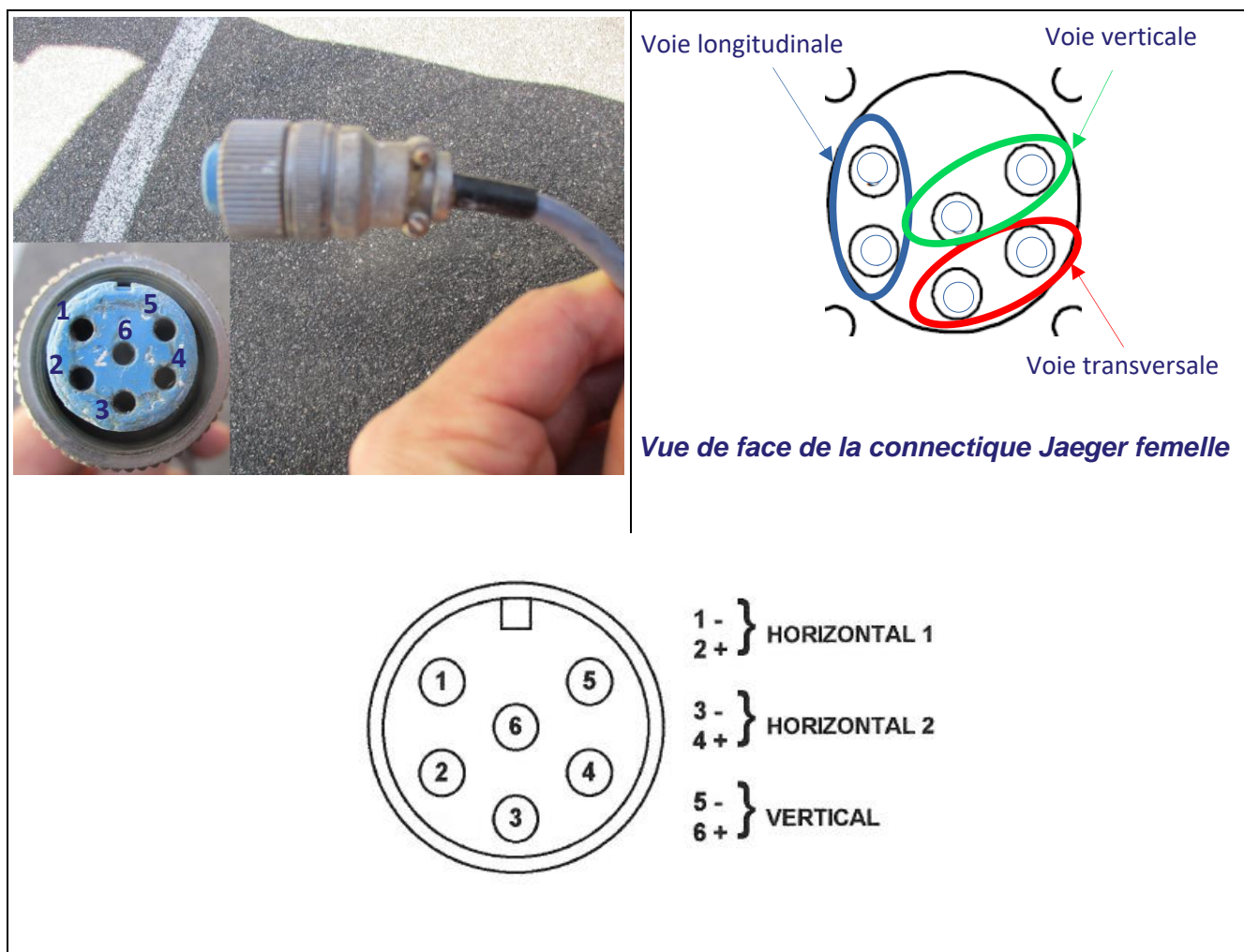


Illustration 1: vue des connectiques femelles Jaeger

5.1.2 - Système d'acquisition

Le système comportera au moins 16 voies d'acquisition et pourra être transporté dans une ou plusieurs valises de transport anti-choc (à chiffrer par le candidat).

Les voies d'entrées souhaitées (de type BNC mâle) seront de type dynamique avec une gamme dynamique au mieux de 140 dB et une bande passante de 0 à 70 kHz, un filtre anti-repliement analogique dépendant de la fréquence d'échantillonnage ($f_e \text{ max} > 150 \text{ kHz}$).

Un système d'alimentation autonome par batterie doit être fourni et doit permettre a minima une autonomie (ordinateur et acquisition) autorisant des sessions de mesures de 6 h minimum, toutes voies utilisées, dans un environnement poussiéreux et/ou une météorologie froide et humide.

La connectique de la carte d'acquisition doit être de type BNC mâle.

5.1.3 - Ordinateur et connectique

La proposition comprendra obligatoirement toute la connectique de raccordement à une station PC externe.

L'entreprise proposera aussi en option la fourniture de la station PC. Celle-ci doit être adaptée aux interventions à l'extérieur, disposer d'un système d'exploitation à jour, et être équipée d'un logiciel d'acquisition de données (en français, voir section suivante) permettant un traitement et une visualisation des données en temps réel (a minima l'amplitude et les fréquences par FFT) et en post-analyse.

Elle doit également :

- permettre le stockage des données enregistrées, avec une capacité de stockage d'au moins 250 Go,
- disposer de connexions bluetooth et/ou wifi pour prise en main à distance (voir ci-après).

5.1.4 - Logiciel

Le logiciel de traitement devra pouvoir réaliser les analyses et traitement de signaux acoustiques et vibratoires. Il devra contenir à minima les fonctions suivantes :

- facilité de pointage du signal et troncage de celui-ci,
- valeurs crêtes (en accélération et en vitesse), valeurs efficaces mobiles Slow et Fast, linéaire et exponentielle, RMS sur une fenêtre de temps définie par l'opérateur,
- filtres passe-haut, passe-bas, passe-bande, réjecteur, d'ordre défini par l'utilisateur,
- FFT (Fast Fourier Transform), Densité Spectrale de Puissance (PSD), Spectrogramme...
- réalisation des traitements fréquentiels sur une plage de temps définie manuellement par l'opérateur,
- filtre par bandes fines définies par l'opérateur,
- filtre par bandes de 1/3 d'octave (à partir de 1 Hz) et pondération Wm conformément aux séries de normes NF EN ISO 8041 et ISO 2631,
- le calcul des indicateurs de bruits : Laeq, Lamax (F, S, I), Lden, Pondération A, ...
- traitement mathématique des données en temps réel (vitesses, vitesses efficaces, accélération, accélérations efficaces, fréquence instantanée, fréquence moyennée) visibles sur des fenêtres paramétrées par l'opérateur. Des modifications sur les formules mathématiques pourront être apportées en post-traitement,
- traitement des données en « post-traitement ».

Le logiciel doit également permettre :

- un déclenchement de l'enregistrement manuellement ou sur seuil (avec définition de pré-triggers),
- l'enregistrement vidéo à l'aide d'une webcam en parallèle des mesures,
- le couplage à une centrale d'acquisition de marque différente pour des enregistrements simultanés,
- d'intégrer rapidement le calcul de nouveaux indicateurs acoustiques ou vibratoires,
- la mise en œuvre de microphones (basses fréquences et sonomètres),
- les mesures acoustiques.

Le logiciel doit permettre de prendre en main le système à distance par un ordinateur « maître » en bluetooth ou en wifi.

Il doit permettre l'exportation des données sous forme de fichiers .txt et .csv.

Le logiciel de traitement doit pouvoir être installé sur 3 postes minimum, sans limitation de durée. Les mises à jour seront mises à disposition gratuitement pour une durée de 4 ans minimum.

5.2 - Lot 2 : Système d'acquisition et de traitements de données mécaniques pour essais en laboratoire

5.2.1 - Caractéristiques techniques

Le matériel consiste en la fourniture d'une centrale d'acquisition de 24 voies en entrée universelle et jauges STGs et d'adaptateurs permettant le raccordement des capteurs actuels du Cerema pour la mesure de différents types de signaux (tension, courant, potentiométrique, jauges ¼ pont – ½ pont – pont complet, capteur de force, capteur de déplacement).

Le matériel devra être adapté à une utilisation à l'intérieur des bâtiments, dans des conditions pouvant être poussiéreuses et humides. Le matériel doit pouvoir se manipuler sans précautions exigeantes.

5.2.2 - Système d'acquisition

Le système comportera au moins 24 voies d'acquisition et pourra être transporté dans une ou plusieurs valises de transport anti-choc.

Les voies d'entrées souhaitées seront de type dynamique avec une gamme de plus de 140 dB et une bande passante de 0 à 5 kHz, un filtre anti-repliement analogique dépendant de la fréquence d'échantillonnage (fe max de 20 kHz au moins).

La connectique de la carte d'acquisition doit être de type SUBD9 et/ou terminal block.

5.2.3 - Connectiques et alimentation

La proposition comprendra obligatoirement toute la connectique de raccordement à une station PC externe. Le système d'acquisition aura une source d'alimentation sur secteur.

5.2.4 - Logiciel

Le logiciel de traitement associé à la centrale d'acquisition devra permettre l'analyse et le traitement des données issues d'essais mécaniques. Il devra inclure au minimum les fonctionnalités suivantes :

A) Fonctions de traitement de signal

- Pointage précis des signaux et possibilité de troncature manuelle (définition d'intervalles d'analyse)
- Calcul de valeurs crêtes (forces, déplacements, déformations), de valeurs efficaces (RMS) sur une fenêtre temporelle définie par l'utilisateur et de statistiques temporelles : moyenne, min, max, écart-type sur période
- Application de filtres numériques : passe-haut, passe-bas, passe-bande, coupe-bande, avec ordre configurable
- Analyse fréquentielle : Transformée de Fourier (FFT) et densité Spectrale de Puissance (PSD)
- Traitements temps-fréquence paramétrables par l'opérateur

B) Visualisation et calculs temps réel / post-traitement

- Calcul en temps réel et en post-traitement : forces, déplacements, contraintes, déformations, vitesses de déplacement
- Calculs dérivés : énergie mécanique, rigidité apparente, etc.
- Fenêtres de visualisation personnalisable
- Possibilité de modifier ou créer des formules mathématiques personnalisées en post-traitement

C) Acquisition et enregistrement

- Déclenchement de l'enregistrement manuellement ou sur seuil défini par l'utilisateur (avec possibilité de pré-trigger)
- Enregistrement vidéo via webcam en parallèle des mesures (optionnel)
- Compatibilité avec des capteurs de force, de déplacement (LVDT), jauges de déformation, etc.
- Couplage à une centrale d'acquisition de marque différente pour des enregistrements simultanés

D) Connectivité et installation

- Prise de main à distance via un ordinateur maître (connexion Bluetooth ou Wi-Fi)
- Exportation des données au format .txt, .csv, ou autre format ouvert de fichier compatible avec les logiciels de traitement
- Le logiciel devra être installable sur au moins 3 postes utilisateurs, sans limitation de durée
- Mises à jour gratuites pendant un minimum de 4 ans.



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Cerema

CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN