



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

Siège social :  
2 rue Antoine Charial  
69003 LYON

Ci-après désigné "l'acheteur"

**CAHIER DES CLAUSES  
TECHNIQUES PARTICULIERES  
(CCTP)**

Marché de fournitures et services

**Objet : *Retrofit d'une machine de traction/fatigue 600 kN***

**Août 2025**

## Table des matières

I.	Documents de référence et produits testés.....	3
A.	Contexte .....	3
B.	Documents de références et produits testés .....	4
C.	Conception du marché .....	5
II.	Description de la machine existante .....	5
A.	La machine de traction et le système de pilotage.....	5
B.	Le système extensométrique .....	8
C.	Le groupe hydraulique.....	8
III.	Offre de base .....	10
A.	Les besoins .....	10
B.	Le système de pilotage et d'acquisition.....	10
C.	Le système extensométrique.....	12
D.	Capteurs de température .....	12
E.	Eléments pour le raccordement électrique .....	12
F.	Formation du personnel .....	12
G.	Fourniture de la documentation technique.....	13
H.	Livraison et installation .....	13
I.	Réception et mise en service de l'équipement .....	13
J.	Admission .....	14
K.	Garantie, maintenance, étalonnage et service après-vente .....	14
IV.	Les prestations spécifiques éventuelles .....	15
A.	PSEO1 : Peson de 350 kN .....	15
B.	PSEO2 : Système de levage.....	15
C.	PSEF1 : Système de détection des pièces de sécurité.....	15
V.	Les tranches optionnelles.....	16
A.	TOF1 : Etalonnage statique .....	16
B.	TOF2 : Etalonnage extensomètre vidéo.....	16
C.	TOF3 : Vérification de l'alignement en statique .....	16
D.	TOF4 : Etalonnage dynamique.....	16
E.	TOF5 : Formation complémentaire .....	16
VI.	Adresse de livraison .....	16

# **I. Documents de référence et produits testés**

## **A. 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 une trentaine d'implantations et ses 2 500 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'actions : Expertise & ingénierie territoriale, Bâtiment, Mobilités, Infrastructures de transport, Environnement & Risques, Mer & Littoral.

Le Cerema Sud-Ouest, direction territoriale dont le siège est à Saint-Médard-en-Jalles (agglomération bordelaise), intervient de façon privilégiée sur le territoire des régions Nouvelle-Aquitaine et Occitanie grâce à ses trois départements Territoires, Mobilités et Infrastructures. Il compte environ 150 agents. Le Cerema Sud-Ouest a également une implantation située 24 rue Carton, 33200 Bordeaux qui accueille deux groupes (Surveillance des ouvrages d'art et Gestion du Patrimoine et Géotechnique) du Département Infrastructures et un groupe du Département Mobilités.

Le groupe Surveillance des Ouvrages d'Art du Département Infrastructures, situé à Bordeaux, est une équipe pluridisciplinaire dont les missions concernent l'assistance technique, l'expertise, la recherche et la méthodologie pour la construction et la gestion d'ouvrages d'art durables.

Le groupe dispose d'une plateforme d'essais mécaniques utilisée essentiellement pour des activités de certification d'aciers de construction pour les marques AFCAB et ASQPE, et pour des producteurs.

La machine de traction/fatigue de capacité 600/200 kN permet de réaliser des essais de traction sur armatures de précontrainte de diamètre 4 à 15.7 mm et de réaliser des essais de fatigue sur armatures de précontrainte de diamètre T12.5 à T15.7.

Le Cerema souhaite moderniser cette dernière en remplaçant son système de pilotage et d'acquisition et en remplaçant son extensomètre.

Des prestations supplémentaires éventuelles et des tranches optionnelles sont envisagées pour cet équipement :

- Prestations supplémentaires éventuelles obligatoires :
  - PSEO1 : un peson de 350 kN de classe 1 (norme NF EN ISO 7500-1) de 3 à 350 kN,
  - PSEO2 : système de levage pour mettre en place et retirer le peson de 350 kN sur la machine.
- Prestation supplémentaire éventuelle facultative :
  - PSEF3 : système de détection de la présence des pièces de sécurité inférieure et supérieure qui puisse s'activer après l'application d'une précharge de l'ordre de 10 kN.
- Tranches optionnelles facultatives :
  - TOF1 : Etalonnage et vérification déclarant la machine et son système électronique (toute la chaîne de mesure) conforme à la classe 1 ou meilleure de la norme NF EN ISO 7500-1 de 3 kN à 350 kN pour la machine et de 20 à 200 kN (ou 3 à 350 kN si PSEO1 levée) pour le peson utilisé lors des essais de fatigue, sous accréditation COFRAC ou équivalent, pendant 3 ans.
  - TOF2 : étalonnage et vérification déclarant l'extensomètre et son système électronique (toute la chaîne de mesure) conforme à la classe 1 ou meilleure de la norme NF EN ISO 9513, sous accréditation COFRAC ou équivalent, pendant 3 ans.
  - TOF3 : Vérification de l'alignement en statique selon la norme ASTM E1012, sous accréditation COFRAC ou équivalent, étalonnage initial avec fourniture des éprouvettes usinées et instrumentées puis étalonnage annuel pendant 3 ans.
  - TOF4 : Etalonnage de la force dynamique uniaxiale conformément à la norme ISO 4965 parties 1 et 2, sous accréditation COFRAC ou équivalent, vérification de l'application axiale de la force selon ASTM E1012, sous accréditation COFRAC ou équivalent, fourniture des matériels nécessaires à ces étalonnages/vérifications, étalonnage initial avec fourniture des éprouvettes usinées et instrumentées puis étalonnage annuel pendant 3 ans.
  - TOF5 : Formation complémentaire qui se déroulera sur site pendant une durée d'un jour.

## B. Documents de références et produits testés

L'essai de traction a pour objectif de déterminer les caractéristiques mécaniques reprises dans les normes produits en exploitant une courbe effort-déformation.

La machine d'essais permet de réaliser des essais de traction et fatigue sur des armatures de génie civil conformément aux normes d'essais :

- NF EN ISO 6892-1 : décembre 2019 : Matériaux métalliques - Essai de traction - Partie 1 : méthode d'essai à température ambiante
- NF EN ISO 15630-3 : mars 2019 : Méthodes d'essai - Partie 3 : aciers de précontrainte

Elle doit répondre à la classe 1 ou meilleure des normes relatives à l'étalonnage des équipements de mesures :

- NF EN ISO 7500-1 : mars 2018 : Matériaux métalliques - Étalonnage et vérification des machines pour essais statiques uniaxiaux - Partie 1 : machines d'essai de traction/compression - Étalonnage et vérification du système de mesure de force
- NF EN ISO 9513 : février 2013 : Matériaux métalliques - Étalonnage des chaînes extensométriques utilisées lors d'essais uniaxiaux

Les matériaux testés sur cette machine d'essais acier du groupe SOA sont :

- Des armatures de précontrainte, sous forme de fil ou toron, qui répondent entre autres aux normes françaises : NF A 35-045-1 (nov 2018), NF A 35-045-2 (nov 2018), NF A 35-045-3 (nov 2018)

L'ensemble des essais réalisés par la plateforme sont sous accréditation COFRAC.

Ces produits peuvent être des produits neufs, sortis d'usine ou des produits prélevés sur ouvrages d'art (présence de peinture, de corrosion...).

Les caractéristiques techniques des produits testés sur cette machine sont :

			Traction				Fatigue - Valeurs approxima- tives		
	Diamètre nominal Dn (mm)	Section nominale (mm²)	Classe de résistance (MPa)	Fe (kN)	Fm (kN)	Agt (%)	Fsup = 0,7 Fme (kN)	Variation de force (200/190 MPa) (kN)	Finf (kN)
Fils	9,4	69,4	1570	94,8	109,0	≥ 3,5	76,3	13,9	62,4
	7	38,5	1670	57,0	64,3		45,0	7,7	37,3
	8	50,3	1670	75,0	84,0		58,8	10,1	48,7
	4	12,6	1770	20,0	22,3		15,6	2,5	13,1
	5	19,6	1770	31,0	34,7		24,3	3,9	20,4
	4	12,6	1860	21,0	23,4		16,4	2,5	13,9
	5	19,6	1860	32,5	36,5		25,6	3,9	21,6
Torons 3 ou 7 fils	9,3	52,0	1860	86,1	96,7		67,7	9,9	57,8
	12,5	93,0	1860	154,0	173,0		121,1	17,7	103,4
	12,9	100,0	1860	166,0	186,0		130,2	19,0	111,2
	15,2	139,0	1860	231,0	259,0		181,3	26,4	154,9
	15,7	150,0	1860	248,0	279,0		195,3	28,5	166,8
	5,2	13,6	2060	24,9	28,0		19,6	2,6	17,0
	6,85	28,2	2060	51,7	58,1		40,7	5,4	35,3
	5,2	13,6	2160	26,5	29,4		20,6	2,6	18,0
	6,85	28,2	2160	54,2	60,9		42,6	5,4	37,3
	Essais de fatigue non réalisés actuellement mais développement envisagé								

## **C. Conception du marché**

Le marché ci-dessous est défini comme suit :

Une offre de base comprenant :

- a. La fourniture d'un système de pilotage et d'acquisition
- b. La fourniture d'un système extensométrique
- c. La livraison et l'installation de ces systèmes sur le matériel existant après retrait soigneux des systèmes existants qui seront conservés par le Cerema
- d. La formation du personnel
- e. La fourniture de la documentation technique en français
- f. La réception et la mise en service des systèmes, y compris les étalonnages initiaux (force et extensomètre)
- g. La garantie, la maintenance et le service après-vente
- h. Les modalités de mise à jour des logiciels

Il est à noter que le marché fait référence à des prestations optionnelles (PSEO/PSEF : Prestation Supplémentaire Eventuelle Obligatoire/Facultative) et à des Tranches Optionnelles Facultatives (TOF).

Toute proposition qui ne répond pas aux exigences du CCTP (avec la formulation « doit ... »), dont les prestations supplémentaires éventuelles obligatoires sera déclarée comme irrégulière et ne sera pas examinée.

## **II. Description de la machine existante**

### **A. La machine de traction et le système de pilotage**

La machine de traction existante est un système d'essais Schopper 600 kN, installée en 1968. Le dernier rétrofit du système de pilotage/acquisition date du début des années 2000.

Le système d'essais Schopper est composé de la traverse du haut qui maintient une partie de l'échantillon grâce à des mors. L'autre extrémité de l'échantillon est maintenu par des mors sur la traverse du milieu.

Il y a aussi la traverse du bas ainsi que la sécurité contre l'éjection des échantillons lors de la rupture. En hauteur, face aux échantillons en place, se trouve l'extensomètre vidéo ainsi que l'éclairage affilié pour mesurer la déformation de l'échantillon.

Le système d'essais Schopper 600kN est utilisé en traction et en fatigue sur armature de précontrainte.

Lors de la traction d'un échantillon, la machine est dans la configuration suivante :



Lors des essais de traction, les éprouvettes sont fixées à l'aide de clavettes à chaque extrémité. Ces clavettes sont ensuite glissées dans des ancrages spécifiques aux essais de traction.





Lors d'un essai de fatigue, un peson de 40 kg environ est ajouté sur la traverse du bas.



La configuration de la machine est donc la suivante en fatigue (partie inférieure) :



Pour les essais de fatigue, les extrémités de l'éprouvette sont collées à des pièces cylindriques (temps de séchage de 72h), qui sont ensuite positionnées dans des grosses clavettes qui viennent se glisser dans des ancrages spécifiques aux essais de fatigue.



Le système de pilotage est le servocontroller ZWICK K7500 :



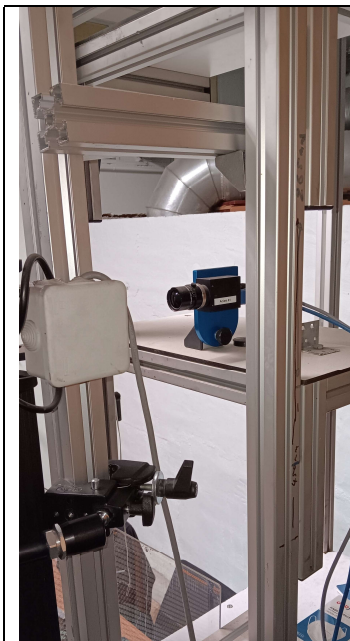
Le matériel est relié au PC par une chaîne de mesure :



## B. Le système extensométrique

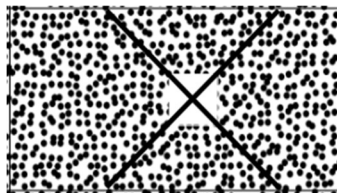
L'extensomètre vidéo Kilonewton est un extensomètre fonctionnant en 2 dimensions avec des étiquettes imprimées et collées sur les échantillons pour créer un contraste.

L'extensomètre vidéo est placé face aux échantillons à environ 2 mètres du sol.



Les deux étiquettes placées sur chaque échantillon sont les suivantes :

La sensibilité vis à vis de l'éclairage est forte.



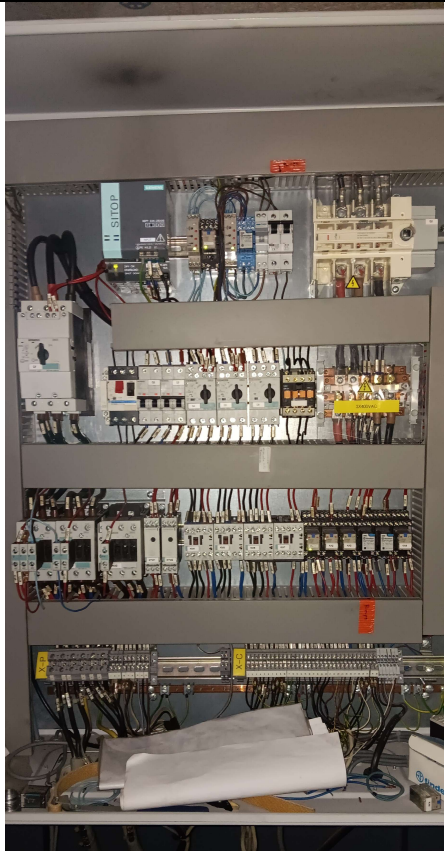
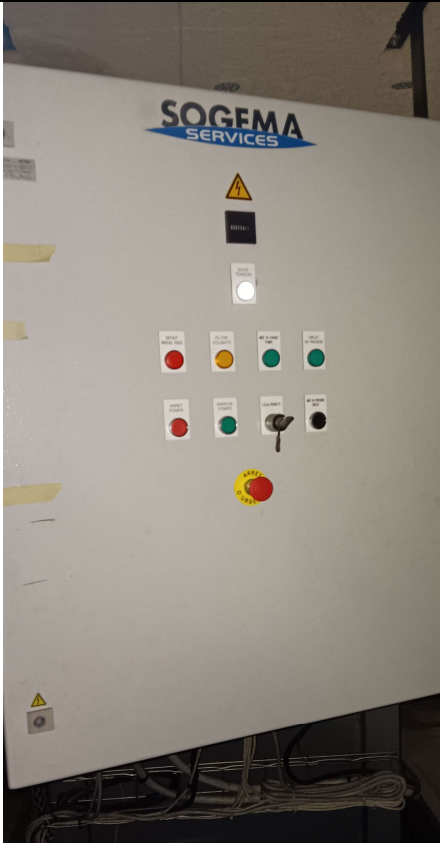
Le système est relié au PC pour l'analyse des données via un boîtier d'acquisition.



## C. Le groupe hydraulique

Un groupe hydraulique est utilisé pour le fonctionnement de la machine. Une maintenance est réalisée tous les ans.





### **III. Offre de base**

#### **A. Les besoins**

Les besoins comportent les points suivants :

- Un extensomètre sans contact avec une longueur de mesure ajustable et au moins égale à 600 mm de classe 1 selon la norme NF EN ISO 9513 (février 2013) au moins de 0,3 à 90 mm pouvant mesurer les allongements sur des éprouvettes pouvant présenter des mouvements de rotation en cours d'essai jusqu'à rupture des éprouvettes, sans subir d'endommagement.
- Un rétrofit complet du système de pilotage et d'acquisition en traction et en fatigue qui soit flexible et paramétrable avec l'ajout de capteurs de température (un surfacique et un d'ambiance).

#### **B. Le système de pilotage et d'acquisition**

Le système de pilotage doit permettre de piloter la machine en force et en déplacement.

Le pilotage doit pouvoir être réalisé en méthode A1, par vitesse de déformation de l'éprouvette, de la norme d'essais NF EN ISO 6892-1 (boucle fermée). La gamme de vitesses spécifiées dans la norme NF EN ISO 6892-1 est à respecter.

La vitesse de déformation doit être vérifiée avec une tolérance relative de  $\pm 20\%$ . Une vérification/étalonnage devra être réalisé sous accréditation COFRAC ou équivalent (si possible) pour la mise en ordre de marche de la machine.

Pour le pilotage en force, la vitesse de mise en charge (méthode B) doit être ajustable notamment entre 6 et 60 MPa.s<sup>-1</sup> conformément aux prescriptions de la norme NF EN ISO 6892-1 (décembre 2019).

La vitesse d'essai (mise en charge ou déformation) doit pouvoir être définie par réglage de l'opérateur et être contrôlée.

Le système comprendra un ordinateur avec les logiciels nécessaires et tout élément électronique nécessaire au pilotage de la machine.

Matériel informatique :

Le candidat proposera l'ensemble du matériel informatique (ordinateur, souris, clavier, 2 écrans de taille minimale de 24 pouces, câbles, ...) nécessaire au pilotage, à l'acquisition des données d'essais, et à la télémaintenance. Le matériel informatique devra disposer d'une carte réseau ou équivalent permettant de relier l'ordinateur à un réseau sans fil haut débit (Wifi et Bluetooth).

L'ordinateur devra fonctionner avec un système d'exploitation récent (Windows 11 ou plus) et comporter au moins 2 ports USB-C disponibles après branchement de tous les accessoires. Il devra être fourni a minima avec le logiciel Excel de la suite Microsoft Office, dans une version récente (2021 ou plus). Toutes les licences devront être fournies.

Logiciel :

Le logiciel d'essais doit permettre de piloter les essais, réaliser l'acquisition des mesures et leur traitement.

Les résultats de chaque essai doivent être enregistrés dans une base de données, comprenant tous les paramètres et valeurs de l'essai, ainsi que les éléments d'identification relatifs à l'échantillon (identification, traçabilité, type d'essai...).

Dans l'interface utilisateur du logiciel, il convient de prévoir des champs de saisie libres (observations) lors de la saisie des paramètres d'essais et à la fin de chaque essai.

Le système doit comporter une bibliothèque de programmes d'essais issue des principales normes d'essais et produits et a minima des documents de référence cités ci-dessus. Ces programmes devront être modifiables afin de suivre les évolutions des normes.

Le logiciel doit présenter plusieurs programmes d'essais de base :

- Traction – ISO 15630-3 + ISO 6892-1 méthode A (acier précontraint)
- Traction – ISO 15630-3 + ISO 6892-1 méthode B (acier précontraint)
- Fatigue – ISO 15630-3

De plus, il doit proposer toutes les fonctionnalités de programmation libre pour écrire des programmes (traction, cycles, paliers de forces...).

Une fonction ou un programme d'étalonnage statique et dynamique de la machine de l'extensomètre et des capteurs doit permettre l'affichage de la voie dédiée et l'ajustage éventuel des coefficients de sensibilité des capteurs.

Le logiciel doit permettre de définir des limites en force et déplacement.

Le logiciel doit permettre les exports des données au format modifiable (csv, xls, ...).

Les données doivent pouvoir être synchronisées (déformation, force, image...).

Pour les essais de traction, le logiciel doit afficher le graphique effort/déformation en temps réel durant l'essai. Il doit également afficher à minima les valeurs individuelles de force, d'allongement, de temps, de vitesse d'essai, température ambiante, en temps réel.

Pour les essais de fatigue, le logiciel doit afficher le graphique effort/temps en temps réel durant l'essai. Il doit également afficher à minima les valeurs individuelles de force max, moy, min, d'amplitude de force, de temps, de nombre de cycles, de fréquence, température ambiante, température de surface de l'échantillon, en temps réel. Le logiciel doit également permettre de régler le PID. Le logiciel doit permettre de poursuivre un essai interrompu de manière inopinée.

Toutes ces données doivent être enregistrées et exportables.

Le logiciel doit laisser la possibilité à l'opérateur de vérifier l'exploitation des courbes pour définir manuellement les résultats d'essais suivants :

- Force limite supérieure d'écoulement,
- Force limite conventionnelle d'élasticité pour une extension plastique ( $F_{p0.1}$ ,  $F_{p0.2}$ ),
- Force limite à la rupture,
- Allongement à la force maximale,
- Module d'élasticité.

Le traitement et l'exploitation des courbes doivent pouvoir être ajustés/corrigés par un responsable d'essais, avec un accès par mot de passe.

Le logiciel doit permettre de gérer les accès aux modifications des programmes et aux paramètres d'exploitation des données à deux niveaux : le niveau opérateur et le niveau responsable d'essais.

De même, les paramètres de réglage/ajustage lors des étalonnages (force, extensomètre) doivent être accessibles au niveau responsable d'essais. La méthode et l'emplacement de ces paramètres doivent être explicités dans la documentation technique fournie.

Le système doit permettre de connecter et d'enregistrer en temps réel et en simultané d'autres signaux de capteurs externes.

Le logiciel doit permettre de tracer les courbes d'essais de traction classiques effort/déformation et les courbes d'essais de fatigue (solicitation sinusoïdale).

D'autre part, il doit permettre de faire une acquisition numérique et d'afficher des graphiques, en choisissant les capteurs à utiliser (association d'entrées différentes).

Les mises à jour des logiciels faisant partie de l'offre doivent être fournies régulièrement, sans supplément de prix, pendant au minimum 5 ans à compter de la réception du matériel pour :

- Corriger les éventuels bugs signalés ;
- Garantir le fonctionnement des logiciels en cas d'évolution des versions du système d'exploitation Windows.

## **C. Le système extensométrique**

L'extensomètre doit être sans contact et pouvoir mesurer les allongements jusqu'à rupture des échantillons, sans subir d'endommagement. Il doit pouvoir suivre l'allongement sur des éprouvettes présentant des mouvements de rotation en cours d'essai. Les informations sur cette capacité devront être mentionnées dans le mémoire technique.

Les accessoires nécessaires au bon fonctionnement de l'extensomètre devront être fournis et installés par le titulaire (lumières, fond noir, etc.).

Le système extensométrique doit permettre une détection automatisée de la base de mesure, ou à défaut sa mise en œuvre rapide et simple.

L'extensomètre devra obligatoirement permettre de définir des longueurs de base de mesure de 200 et 600 mm.

Les systèmes présentant une possibilité de fonctionner avec une longueur de base depuis 100 mm jusqu'à au moins 600 mm seront privilégiés.

A titre informatif, par retour d'expérience les valeurs d'allongement  $\Delta\epsilon$  relevées sur certains essais de traction peuvent atteindre 10% pour de l'acier de précontrainte.

Le système extensométrique doit garantir une classe 1 ou meilleure, au sens de la norme NF EN ISO 9513 (février 2013), sur toute son étendue de mesure, avec un premier point de mesure à 0.05% de la longueur de base et un dernier point de mesure à 15% de la longueur de base. Un certificat d'étalonnage sous accréditation COFRAC ou équivalent est obligatoire pour des longueurs de base de 600 et 200 mm.

Une description détaillée du système extensométrique, de son fonctionnement, son paramétrage, son mode d'acquisition, son raccordement au logiciel d'acquisition, etc. doit être fournie dans le mémoire technique.

## **D. Capteurs de température**

Le titulaire devra fournir une sonde pour mesurer la température de la surface de l'éprouvette au cours des essais de fatigue ainsi qu'une sonde de température pour mesurer la température ambiante au cours des essais de traction et de fatigue. Ces deux sondes de température devront être raccordées au système d'acquisition. Les données de température devront pouvoir être enregistrées.

Le titulaire décrira dans son offre technique les types de sonde envisagés. Ils devront être étalonnés sous accréditation Cofrac et leur résolution devra être au minima de 0,1°C et leur erreur de justesse de  $\pm 1^\circ\text{C}$  sur la plage de 5 à 50°C. La première vérification, sous accréditation COFRAC, du respect de ces exigences métrologiques par la chaîne de mesure de la température doit être incluse dans l'offre.

## **E. Éléments pour le raccordement électrique**

La fourniture des éléments pour les raccordements électriques et toutes sujétions pour raccordement au réseau électrique existant dans la salle d'essais sont à inclure dans l'offre. Les caractéristiques électriques disponibles sur le site de Bordeaux sont de 220-230 V, 50 Hz.

Si le matériel proposé nécessite des installations spécifiques ou des modifications électriques sur le réseau, cela doit apparaître très clairement dans l'offre technique et cette sujétion sera prise en compte dans l'analyse de l'offre.

Toutes les modifications à apporter en dehors du réseau sont à prendre en compte dans l'offre.

La proposition doit inclure le raccordement électrique des matériels lors de leur installation par du personnel ayant les habilitations électriques suffisantes.

## **F. Formation du personnel**

L'offre doit comporter une formation complète dispensée sur site pour les agents du Cerema utilisateurs de la machine d'essais, de 5 à 8 utilisateurs, pendant 1 jour minimum. Cette formation sera programmée lors de l'installation du matériel, lors de la mise en ordre de marche du matériel. L'offre doit détailler :

- Le temps de formation consacrée,

- Le plan de formation qui devra comprendre notamment la présentation du matériel et de la documentation technique, une partie pratique avec la présentation des logiciels et la réalisation d'au moins 3 essais de traction et la présentation des spécificités du logiciel pour les étalonnages.

La tranche optionnelle 5 prévoit une formation complémentaire. Cette formation complémentaire sera à destination d'environ 5 agents, elle sera dispensée sur site et devra permettre d'approfondir certains points techniques.

## **G. Fourniture de la documentation technique**

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

- Notices d'utilisation et d'emploi du système de pilotage et d'acquisition, de l'extensomètre et des accessoires.
- Les certificats d'étalonnage
- Le certificat de conformité CE

L'ensemble de ces documents devra être rédigé en langue française et fourni en versions papier et numérique.

## **H. Livraison et installation**

La livraison comprend l'acheminement des matériels jusqu'au laboratoire de l'acheteur.

L'installation correspond à l'installation complète des matériels, y compris les branchements électriques dans le lieu prévu à cet effet.

Afin que les candidats prennent connaissance du matériel existant et des conditions d'installation, une visite sur site est recommandée. En tout état de cause, le candidat sera réputé parfaitement connaître le matériel existant et inclura dans son offre les adaptations nécessaires.

## **I. Réception et mise en service de l'équipement**

La réception sera réalisée en 2 phases :

### Mise en Ordre de Marche (MOM)

Directement à la suite de l'installation, une vérification sera réalisée par le titulaire en présence du Cerema.

Cette vérification porte sur :

- L'effectivité des raccordements électriques et la mise sous tension de l'équipement et ses organes annexes.
- Le bon fonctionnement et connectivité du logiciel.
- Le logiciel d'acquisition sera réceptionné selon l'annexe A de la norme NF EN ISO 6892-1.
- Les tests de fonctionnement en force, en déplacement, organe de sécurité, ...

La MOM est aussi le moment des étalonnages, de la livraison de toute la documentation technique, de la formation du personnel d'essais.

Les étalonnages devront avoir lieu sur le site d'implantation, après installation.

Le titulaire réalisera ou fera réaliser les étalonnages sur site des différentes chaînes de mesure. Il devra fournir également des certificats d'étalonnage ou de vérification conformes :

- Etalonnage et vérification déclarant la machine et son système électronique (toute la chaîne de mesure) conforme à la classe 1 ou meilleure de la norme NF EN ISO 7500-1 de 5 kN à 350 kN sur la machine et de 20 à 200 kN sur le peson (ou 3 à 350 kN si PSEO1 levée) utilisé lors des essais de fatigue, sous accréditation COFRAC ou équivalent,
- Etalonnage et vérification déclarant l'extensomètre et son système électronique (toute la chaîne de mesure) conforme à la classe 1 ou meilleure de la norme NF EN ISO 9513, sous accréditation COFRAC ou équivalent,



- Etalonnage et vérification des sondes de température (erreur de justesse de  $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ), sous accréditation COFRAC ou équivalent,
- Etalonnage et vérification de la chaîne de mesure des températures, sous accréditation COFRAC ou équivalent.

## **J. Admission**

Après la mise en ordre de marche, l'admission sera conditionnée par la réalisation conforme des essais sur des matériaux de référence, sur des échantillons issus de campagnes interlaboratoires et/ou sur des échantillons en stock, fournis par le groupe SOA :

- Les essais inter laboratoires permettront de s'assurer de la validité des résultats fournis par le matériel ;
- Les autres essais permettront de tester le bon fonctionnement du matériel.

L'admission de l'ensemble des équipements ne pourra être prononcée qu'après exécution conforme des essais d'admission : les résultats ne devront pas faire l'objet de signalement de la part du fournisseur d'essais inter-laboratoires (organisme agréé).

Le titulaire doit assurer toutes les prestations nécessaires à la mise au point de l'installation, jusqu'à cette exécution conforme.

L'admission sera prononcée dans les conditions décrites au CCAP.

## **K. Garantie, maintenance, étalonnage et service après-vente**

L'offre du candidat devra inclure une garantie pièces, main d'œuvre et déplacement pour 2 ans.

Le service après-vente devra permettre, le cas échéant :

- Les réparations des systèmes de pilotage et d'acquisition, et de l'extensomètre, incluant la fourniture et la pose des éléments défectueux, déplacements inclus,
- Un délai maximal d'intervention en cas de panne pendant la période de garantie de 5 jours ouvrés,
- Télémaintenance en haut débit,
- Assistance à distance pendant 2 ans à compter de la réception,
- Disponibilité des pièces de rechange et réparation pendant au moins 5 ans,
- La garantie du matériel contre toute panne ou défaut,
- La mise à jour logiciel pendant 5 ans.

## **IV. Les prestations spécifiques éventuelles**

### **A. PSEO1 : Peson de 350 kN**



La PSEO1 devra inclure la fourniture et l'installation d'un peson de 350 kN. Ce peson devra remplacer le peson de 200 kN utilisé actuellement pour les essais de fatigue et devra pouvoir être installé et retiré de la machine. Le système de pilotage/acquisition devra permettre de récupérer la force via la machine et via le peson de 350 kN. La pièce au-dessous du peson permettant de mettre en place les échantillons pour les essais de fatigue devra être fixée à ce peson. Pour la partie au-dessus du peson, le titulaire pourra proposer des améliorations de la pièce permettant de fixer l'ensemble sur la machine tout en conservant un poids de l'ensemble similaire ou inférieur.

L'étalonnage statique sous accréditation COFRAC du peson sur la gamme 3 à 350 kN devra être réalisé lors de la mise en ordre de marche (en remplacement de l'étalonnage du peson de 200 kN de l'offre de base).

Si la PSEO1 est levée, la procédure de mise en ordre de marche et admission se fera en même temps que les prestations principales.

### **B. PSEO2 : Système de levage**

La PSEO2 devra inclure la fourniture et l'installation d'un système de levage de l'ensemble peson et pièces inférieure et supérieure. Ce système de levage devra permettre de mettre en place l'ensemble pour la réalisation des essais de fatigue et limiter les efforts humains à fournir. Il devra être décrit dans le mémoire technique.

### **C. PSEF1 : Système de détection des pièces de sécurité**

La PSEF1 consistera à mettre en place un système de détection de la présence des pièces de sécurité inférieure et supérieure qui puisse activer le blocage de la machine dès le lancement de l'essai en cas d'absence d'une ou 2 pièces de sécurité, après l'application d'une précharge de l'ordre de 10 kN.

Le système devra permettre l'application d'une précharge en l'absence des pièces de sécurité et sans blocage de la machine.

Des capteurs de détection de la présence des pièces devront être fournis et mis en place. L'électronique et le logiciel devront permettre de détecter la présence de ces pièces en cours d'essais et d'empêcher sa réalisation en cas d'absence. Néanmoins, le blocage de la machine ne devra être activé qu'à partir d'un effort supérieur à 10 kN ou au lancement de l'essai.

## **V. Les tranches optionnelles**

### **A. TOF1 : Etalonnage statique**

La TOF1 consistera à réaliser l'étalonnage et vérification déclarant la machine et son système électronique (toute la chaîne de mesure) conforme à la classe 1 ou meilleure de la norme NF EN ISO 7500-1 de 5 kN à 350 kN pour la machine et de 20 à 200 kN (ou 3 à 350 kN si PSEO1 levée) pour le peson utilisé lors des essais de fatigue, sous accréditation COFRAC ou équivalent, pendant 3 ans. L'étalonnage se fera pour la première fois lors de la MOM et sera obligatoirement inclus dans l'offre de base.

### **B. TOF2 : Etalonnage extensomètre vidéo**

La TOF2 consistera à réaliser l'étalonnage et vérification déclarant l'extensomètre et son système électronique (toute la chaîne de mesure) conforme à la classe 1 ou meilleure de la norme NF EN ISO 9513, sous accréditation COFRAC ou équivalent, sur toute son étendue de mesure, avec un premier point de mesure à 0.05% de la longueur de base et un dernier point de mesure à 15% de la longueur de base (200 et 600 mm), pendant 3 ans. L'étalonnage se fera pour la première fois lors de la MOM et sera obligatoirement inclus dans l'offre de base.

### **C. TOF3 : Vérification de l'alignement en statique**

La TOF3 consistera à réaliser la vérification de l'alignement (application axiale de la force) selon la norme ASTM E1012, sous accréditation COFRAC ou équivalent, en fonctionnement statique.

Les éprouvettes nécessaires à la réalisation de cette vérification et leurs instrumentations devront être incluses dans la TOF3 et seront la propriété du client à l'issue du premier étalonnage.

La TOF3 inclut également la vérification de l'alignement en statique pour les 3 années suivant le premier étalonnage.

### **D. TOF4 : Etalonnage dynamique**

La TOF4 consistera à réaliser l'étalonnage de la force dynamique uniaxiale du peson mis en place sur la machine lors des essais de fatigue conformément à la norme ISO 4965 parties 1 et 2, sous accréditation COFRAC ou équivalent, et la vérification de l'application axiale de la force selon ASTM E1012, sous accréditation COFRAC ou équivalent.

Les éprouvettes nécessaires à la réalisation de ces étalonnages et leurs instrumentations devront être incluses dans la TOF4 et seront la propriété du client à l'issue du premier étalonnage.

La TOF4 inclut également l'étalonnage de la force dynamique uniaxiale du peson mis en place sur la machine et la vérification de l'alignement pour les 3 années suivant le premier étalonnage.

### **E. TOF5 : Formation complémentaire**

La TOF5 consistera à dispenser une formation complémentaire d'une durée d'un jour sur site à environ 5 agents afin d'approfondir certains points techniques.

## **VI. Adresse de livraison**

Cerema – Direction Territoriale Sud-Ouest – Site de Bordeaux

Département Infrastructures / Groupe Surveillance des Ouvrages d'Art

24 rue Carton

33200 BORDEAUX

France