
Fourniture et installation d'un banc d'essais mécaniques avec sa centrale hydraulique et leurs pilotages pour sollicitations cycliques de câbles synthétiques

Cahier des Clauses Particulières

Marché n° 2025FOUR008NTE

La présente consultation est lancée sous forme d'appel d'offres ouvert en application des articles R.2124.2, de R.2161.2 à R.2161.5 du code de la commande publique en vigueur le 1 ^{er} avril 2019
--

Pouvoir Adjudicateur :

UNIVERSITE GUSTAVE EIFFEL

5 Boulevard Descartes
Champs-sur-Marne
77454 MARNE-LA-VALLEE Cedex 2

Représenté par Monsieur Gilles ROUSSEL, Président

Table des matières

Article 1 - Désignation du maître d'ouvrage	3
Article 2 - Contexte	3
Article 3 - Objet du marché	3
Article 4 - Pièces constitutives du marché	3
Article 5 - Durée du marché	4
Article 6 - Montant et forme du marché	4
Article 7 - Spécificités techniques des installations existantes.....	4
7.1. Description du hall d'essais mécaniques	4
7.2. Descriptif du banc de 200 mètres.....	5
Article 8 - Spécificités techniques des fournitures objet du marché	6
8.1. Objectifs des essais dans le cadre du projet HT-20MW	6
8.2. Description générale du dispositif d'essai	6
8.3. Description d'un essai type	7
8.4. Caractéristiques du groupe hydraulique.....	8
8.5. Caractéristiques du système de pilotage	9
8.6. Caractéristiques du système de rattrapage de déformation et ancrages	10
8.6.1. Rattrapage de déformation	10
8.6.2. Ancrage coté actif.....	10
Article 9 - Calendrier prévisionnel d'exécution	17
Article 10 - Conditions de livraison et d'admission	17
10.1. Livraison	17
10.2. Modalités de stockage	18
10.3. Installation et Mise en Ordre de Marche (MOM)	18
10.4. La Vérification d'Aptitude (VA)	19
10.5. La Vérification de Service Régulier (VSR)	19
Article 11 - Modalités de règlement	19
11.1. Présentation des factures	19
11.2. Modalité de paiement.....	20
11.3. Délai de paiement.....	20
11.4. Intérêts moratoires.....	20
11.5. Échéancier de paiement pour l'équipement	21
Article 12 - Garantie	21
Article 13 - Pénalités	21
Article 14 - Assurance	22
Article 15 - Confidentialité	22
Article 16 - Main d'œuvre illicite	22
Article 17 - Conditions de résiliation.....	23
Article 18 - Transfert de propriété	23
Article 19 - Litige et juridiction compétente	23
Article 20 - Signatures des parties	23

Article 1 - Désignation du maître d'ouvrage

La personne publique :

UNIVERSITE GUSTAVE EIFFEL
5 Boulevard Descartes, Champs-sur-Marne
77454 MARNE-LA-VALLEE Cedex 2

Représenté par Gilles ROUSSEL, Président

Site concerné par le marché :

Université Gustave Eiffel – Campus de Nantes
Laboratoire SMC
Allée des Ponts et Chaussées – CS5004
44344 BOUGUENNAIS Cedex

Article 2 - Contexte

Le laboratoire SMC (Structures Métalliques et à Câbles) de l'Université Gustave Eiffel – Campus de Nantes dispose notamment d'un banc d'essai en béton armé de 200 mètres de long permettant la réalisation d'essais à taille réelle sur des câbles en aciers utilisés dans les ouvrages d'arts. Ces essais, dans le cadre de projets de recherche avec des industriels ont permis de faire avancer la caractérisation des câbles, favoriser le développement de solutions de monitoring et bien d'autres encore.

Depuis quelques années et le développement florissant de la production d'énergie offshore, des nouveaux défis se présentent concernant les câbles synthétiques servant d'ancrages pour des plateformes flottantes. L'objectif du laboratoire SMC avec ses partenaires est d'améliorer la compréhension et la prédiction de l'usure des matériaux. Les besoins pour réaliser des essais sur ces prototypes sont nouveaux et nécessitent des équipements robustes pour résister à des ruptures d'échantillons ainsi que de bons paramétrages pour en assurer un pilotage précis.

Article 3 - Objet du marché

Le présent marché a pour objet la fourniture, la livraison, l'installation, la mise en ordre de marche, et l'aide à l'utilisation d'un banc d'essais mécaniques avec sa centrale hydraulique et son pilotage pour sollicitations cycliques de câbles synthétiques. Il comprend un système de pilotage (puissance et commande) avec acquisition de données ainsi qu'un assemblage permettant la mise en tension de câbles de différentes longueurs pour des chargements allant jusqu'à 5000kN.

Article 4 - Pièces constitutives du marché

Les pièces constitutives du marché comprennent par ordre de priorité décroissante :

- L'acte d'engagement et son annexe 1 (Délais)
- Le présent cahier des clauses particulières valant Cahier des Clauses Administratives Particulières (CCAP) et Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP)
- Les plans des pièces mécaniques

- La proposition financière et technique du titulaire
- Arrêté du 30 mars 2021 portant approbation du cahier des clauses administratives générales des marchés publics de fournitures courantes et de services

Toute clause portée dans le catalogue/tarifs ou documentation quelconque du titulaire qui serait contraire aux dispositions des pièces constitutives du marché est réputée non écrite. Les conditions générales de vente du titulaire sont concernées par cette disposition.

En cas de contradiction entre les clauses des différents documents contractuels du marché, la clause à retenir est celle qui figure sur le document de priorité supérieure.

Article 5 - Durée du marché

Le présent marché prend effet à partir de sa date de notification.
La date de notification est la date de réception du marché par le titulaire.

Le marché se termine à l'issue de la garantie mentionnée à l'annexe 1 à l'acte d'engagement.

Article 6 - Montant et forme du marché

Le montant du marché est indiqué à l'acte d'engagement.
Ce montant est décomposé dans l'offre financière du titulaire.

Il comprend tous les frais afférents : conditionnement, emballage, livraison, installation, la garantie, la formation, le déplacement et les frais de douane éventuels.

Le transport et le conditionnement s'effectuent sous la responsabilité du titulaire, jusqu'au lieu de livraison et de l'installation.

Il est ferme et forfaitaire sur toute la durée du marché en ce qui concerne l'équipement.

Article 7 - Spécificités techniques des installations existantes

7.1. Description du hall d'essais mécaniques

Le hall d'essais regroupe plusieurs équipements permettant la caractérisation géométrique et mécanique des matériaux, notamment les aciers utilisés dans le génie civil ainsi que les composites. Quatre machines de traction-compression allant de 250 à 2500kN de capacité d'effort servent ainsi à la réalisation d'essai dans le cadre de certification d'armatures mais aussi pour la recherche et le développement, accompagné de capteurs d'instrumentation (extensométrie vidéo / jauges de déformations / lasers / fibre optique / émission acoustique...).

Le bâtiment, à charpente béton mesurant 25x20m est doté d'un pont roulant d'une capacité de 10 Tonnes, sur sa façade Ouest-Nord-Ouest, une porte sectionnelle de 4m de large s'ouvre sur la partie extérieur du banc de 200 mètres (voir figure 1).

À l'intérieur du bâtiment, sur environ 15m, le banc se prolonge et se termine par une fosse plus large où se place le fût du vérin hydraulique existant, l'essentiel du dispositif de rattrapage de jeu se trouvera à l'intérieur du hall d'essai.

La visite obligatoire prévue permettra aux candidats de voir plus précisément la disposition des lieux.

Les fournitures objet du marché devront prendre en compte les installations existantes, notamment pour l'implantation de la centrale hydraulique et du poste de pilotage du moyen d'essai.

Le raccordement électrique doit tenir compte de l'existant, il convient d'utiliser la puissance déjà disponible (le coffret électrique sera alimenté par un disjoncteur magnétothermique Schneider COMPACT NSX100F).

Dans le cas où la puissance électrique disponible n'est pas suffisante pour la nouvelle installation, l'offre technique doit intégrer les prestations liées à son raccordement.

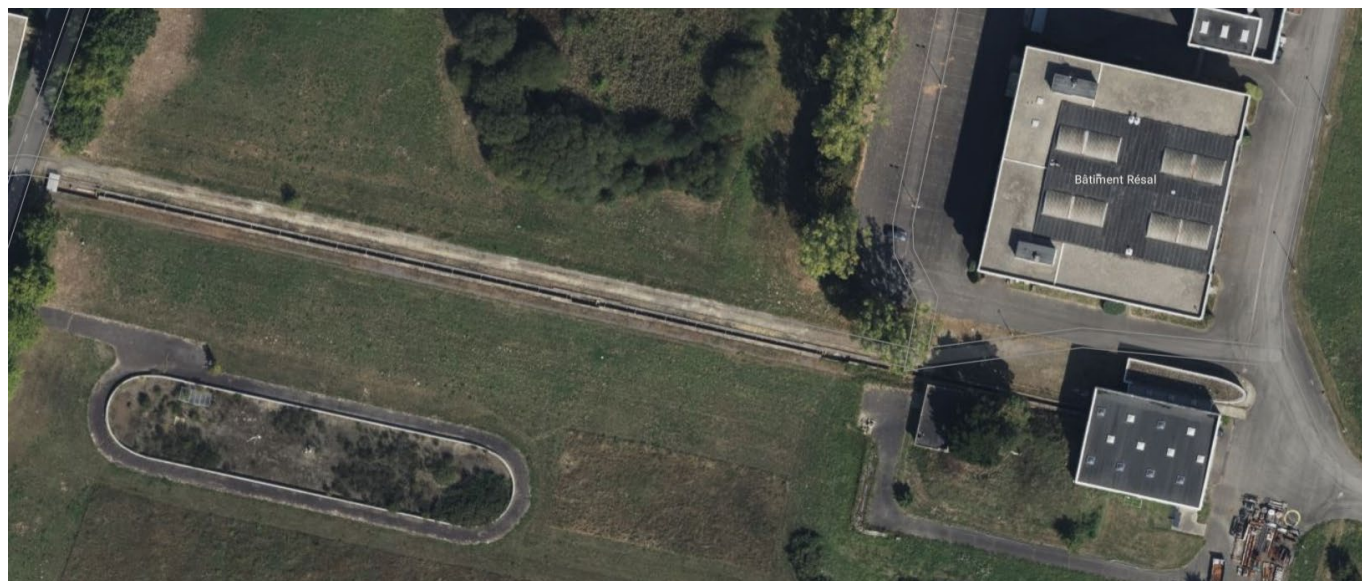


Figure 1 : Vue aérienne du hall d'essais (en bas à droite) et du banc de 200m

7.2. Descriptif du banc de 200 mètres

Le banc d'essais d'une longueur totale de 200 mètres a été construit en 1976 afin de réaliser des essais de traction sur câbles métalliques à taille réelle. Il est constitué d'une fosse d'une profondeur de 80cm par rapport au niveau du sol accueillant les échantillons en son centre. Sa structure en béton armé de 40 à 80cm d'épaisseur par endroit permet des essais jusqu'à rupture pour 5000kN.

Cette force est mesurée grâce à un peson de capacité suffisante relié au pilotage du dispositif. Dans sa configuration initiale, un unique vérin de 3m de course et sa centrale hydraulique (aujourd'hui Hors Service) servait à mettre les câbles en tension. Une salle abritait anciennement le système de pilotage et tous ses équipements destinés à la réalisation des essais. Aucune modification structurelle du génie civil du banc n'est envisagée.



Figure 2 : Photo du banc de 200m

Article 8 - Spécificités techniques des fournitures objet du marché

8.1. Objectifs des essais dans le cadre du projet HT-20MW

Il s'agit de pouvoir réaliser des essais sur câbles synthétiques de grande longueur et fort diamètre afin d'évaluer différentes caractéristiques de ce type de câble à l'échelle 1.

Le banc d'essai doit reproduire en laboratoire les conditions extrêmes d'utilisation. Les principales sollicitations seront de la traction, de la relaxation, du fluage avec une ouverture vers des essais de fatigue oligocyclique.

Certains essais nécessiteront à l'avenir une immersion totale ou partielle du câble soumis aux essais dans l'eau. Il faudra s'assurer que les fournitures objet du marché ne soient pas incompatibles avec cette contrainte future.

8.2. Description générale du dispositif d'essai

Le dispositif d'essai comprendra un système de pilotage et d'acquisition permettant de réaliser les essais mentionnés, une nouvelle centrale hydraulique permettant d'atteindre des déplacement et force en adéquation avec les propriétés des câbles synthétiques.

Un bâti mécanique est associé à ce dispositif prenant en compte les modalités d'ancrage de ces câbles sur œil épissé et comprenant également un système de rattrapage de la déformation du câble lors des fortes charges appliquées (déformation du matériau Nylon pouvant atteindre 25 %).

Les longueurs des échantillons qui seront testés dans ce banc dépendent notamment de leurs diamètres, un dispositif adaptable doit permettre la mise en tension de câbles de longueur située entre 16 et 42 mètres.

La sécurité de l'environnement du banc d'essai doit être prise en compte, pour son bon fonctionnement et pour la sécurité du personnel utilisant le dispositif. Pour cela, un ou plusieurs systèmes de protection devront être adaptés, notamment pour anticiper les cas de ruptures de câbles et dissiper les énergies de ruptures et les coups de fouets potentiels en dehors du banc.

Les zones identifiées comme sensibles sont, sans être exhaustif, la zone de verrouillage (goupilles) de la pièce mobile susceptible de se déformer (matage) et la zone située coté passif (rallonge) dont le déplacement doit être maîtrisé par absorption de l'énergie. Des

systèmes de sécurité comme l'emploi d'un matériau fusible dans le premier cas et de blocs massifs amovibles le long de la rallonge dans le deuxième pourraient être envisagés. Néanmoins, le prestataire retenu devra prendre en charge cet aspect sécurité (étude, solutions) dans son intégralité.

Le moyen d'essai comportera (liste non exhaustive) :

- Un système de mise en pré-tension du câble ajustable
- Un pilotage permettant au vérin hydraulique la mise en mouvement du bâti mécanique
- Un système de rattrapage de la déformation du câble
- Des capteurs avec des résolutions permettant à minima de mesurer les déplacements au mm et les efforts à 0,1kN (avec certificats d'étalonnage / rapports de vérification des capteurs)
- L'enregistrement des données collectées sur un ordinateur dédié
- Un système d'arrêt automatique de l'essai à détection de rupture de l'échantillon ou paramétrable depuis un signal externe
- Un moyen d'extraction des données d'essais, paramètres et résultats
- Un dispositif ajustable au diamètre de l'échantillon permettant d'assurer l'étanchéité de la zone immergée pendant l'essai
- Un fichier « évènements » reprenant et enregistrant l'ensemble des informations en lien avec le fonctionnement du banc d'essai
- Un fichier « paramètres d'essai » récapitulant les informations de caractérisation, de paramétrage, de vitesse, de cyclage, etc...
- Un logiciel de pilotage et d'acquisition, comprenant une licence d'utilisation si besoin est, et dont l'offre précisera le coût de mise à jour et sa fréquence, afin de piloter l'essai et d'avoir accès à l'ensemble des données en continu pour répondre aux fonctionnalités demandées

Le titulaire du marché prendra à sa charge la remise en place du vérin de 3 m dans son emplacement existant. Il est actuellement posé en attente juste à côté de ce dit emplacement (fosse) il devra aussi effectuer son raccordement à la centrale hydraulique, aux organes de pilotage et au système de rattrapage de déformation et ancrage.

8.3. Description d'un essai type

Plusieurs types d'essais devront être réalisables avec ce dispositif.

Voici un exemple complet combinant différentes possibilités de sollicitations décrites au travers des phases ci-dessous :

- Phase 1 :
 - Après mise en place de l'échantillon et réglage de l'écartement entre ancrage, mise en prétension du câble côté statique.
 - Traction du câble à l'aide du système de rattrapage de déformation jusqu'à un effort $F < 800\text{kN}$.
 - Maintien en effort constant du câble en tension ($10\text{kN} < F < 800\text{kN}$)
 - Cyclages à l'aide des treuils avec pilotage, soit en déplacement, soit entre différents niveaux de forces (compris entre 10kN et 800kN).
- Phase 2 :
 - Traction du câble à l'aide des treuils jusqu'à une position prédéfinie correspondant à l'alignement entre un trou de la pièce 9101 et la pièce 9103 permettant la mise en place de la goupille dans la position désirée.

- Détente des treuils et reprise de la charge par le vérin de 3m maintenu en position.
 - Cyclage ou maintien en effort constant du câble en tension ($100\text{kN} < F < 3000\text{kN}$) à l'aide du vérin de 3m.
- Phase 3 :
 - Traction simple, ou cyclage du vérin de 3m, soit en pilotage en déplacement, soit en pilotage entre deux (ou plus) niveaux de forces.
- Phase 4 :
 - Traction à une vitesse de déplacement constante jusqu'à rupture totale du câble garantissant l'intégrité du moyen d'essai (résistance mécanique maximale du câble $> 3500\text{kN}$)
- Phase 5 :
 - Suite à la réalisation de l'essai, arrêt de l'acquisition et enregistrement des données des différents capteurs. Démontage de l'essai. Vérification visuelle de la non détérioration des éléments (pas de déformation plastiques des pièces, pas de problème de peinture, etc.). Repositionnement du banc dans son état initial (rattrapage de déformation sorti et vérin en position rentré).
- Phase 6 :
 - Analyse des données de l'essai (détermination de la force maximale en cours d'essai, valeur de déplacement maximale, traçage de courbe de cyclage, de boucle d'hystérésis (illustration de la viscoélasticité des matériaux synthétiques), etc.)

8.4. Caractéristiques du groupe hydraulique

Capacités demandées au groupe hydraulique :

- Mise en action d'un vérin hydraulique de course 3 mètres (plans en annexe A), avec un volume d'environ 300L.
- En Basse-Pression (25 bars), les essais sont effectués en grande vitesse (débit utile : 206 l/min).
- En Haute-Pression (500 bars), les essais sont effectués en petite vitesse (débit utile : 12 l/min).
- Système de refroidissement de l'huile permettant un usage cyclique 24/24 sur plusieurs jours.
- Possibilité de déporter la centrale hydraulique ou le système de refroidissement en dehors du bâtiment pour les besoins thermiques ou acoustiques.
- Niveau sonore maximum de 85 dB(A) à 1 mètre.
- Asservissement de deux treuils hydrauliques de 20T.
- Télécommande sans fil avec retour d'info pression accompagnée d'un pupitre.
- Huile Azolla ZS46.
- Afficheurs de température (Maxi et marche/arrêt refroidisseur) et pression coté tige et fût.
- Soupapes anti-choc et clapets pilotés sur le vérin.
- Système HP/BP, PV/GV.
- Filtration permanente, indicateur de colmatage mano contact (voyant).
- Système manuel de pilotage du vérin en cas de coupure de courant. (Mode sans PC)
- Niveau d'huile mano contact (voyant).
- Thermo plongeur pour la chauffe avec système de démarrage au seuil demandé.

- Pressostat de sécurité pression basse.
- Vanne de vidange.
- Compteur de particules

8.5. Caractéristiques du système de pilotage

Les fournitures devront permettre le pilotage du vérin de la machine soit en force (capteur SCAIME de type MS02 5000 KN) soit en déplacement (capteur SCAIME de type PTSA), ainsi que les deux treuils de 20T et une seconde voie restant disponible, par exemple, pour le pilotage d'un deuxième vérin ou un moteur hydraulique.

Le système de pilotage devra posséder un mode sans PC pour assurer le fonctionnement en manuel si besoin.

Le contrôle du pilotage sera déporté vers une salle vitrée existante se trouvant à l'intérieur du hall d'essai, proche de la porte sectionnelle et située à environ 10 mètres du groupe hydraulique et de l'armoire de commande.



Figure 3 : Salle où sera installé le système de pilotage et armoire de commande pour branchements électriques.

L'écran de contrôle du système (synoptique) devra permettre une visualisation immédiate des informations suivantes :

- Course et force du vérin
- Température d'huile, niveau d'huile du réservoir, colmatage filtre, démarrage groupe hydraulique
- Position du système de rattrapage de jeu

Ainsi que la possibilité d'affichage d'autres informations jugées utiles. Dans cet objectif, le titulaire inclura dans son offre l'ajout de capteurs de mesures utiles au pilotage du dispositif à vide ou en essais.

Il devra comprendre en termes de voies entrée/sortie :

- 6 voies d'entrée analogique ± 10 V
- 6 voies de sortie analogique ± 10 V
- 6 entrées logiques
- 6 sorties logiques
- 6 Entrées TOR (Tout-Ou-Rien)
- 6 Sorties TOR (Tout-Ou-Rien) à relais.

Il devra comprendre en termes de raccordements :

- Un panneau équipé de BNC pour la recopie des signaux analogiques et TOR (entrées et sorties).
- Les raccordements au peson et au LVDT avec passage de câble en goulotte.

Le système de pilotage sera fourni avec un logiciel de pilotage et d'acquisition, un ordinateur, un écran, une souris et un clavier. Une documentation en français sera également fournie. La prestation comprend la mise en service du système de pilotage, la formation des utilisateurs au logiciel de pilotage et d'acquisition et la fourniture des schémas.

L'ensemble du matériel du marché sera fourni neuf.

8.6. Caractéristiques du système de rattrapage de déformation et ancrages

8.6.1. Système de rattrapage de déformation

Ce système doit permettre de fournir un moyen de récupération de la déformation du câble se produisant suivant le type d'essai réalisé.

Coté actif, il est constitué d'un sous-système mobile avec blocage en position du câble par un système de plaque trouée/goupille avec entraînement du câble par deux treuils hydrauliques de 20T. Ce système permet d'avoir différentes positions de rattrapage. L'offre technique du titulaire devra faire mention des références choisies.

Coté passif, un sous-système permettra la récupération de la déformation du câble lors de la mise en place ainsi que le maintien en position de l'ancrage « fixe ». Il sera équipé d'un treuil électrique de minimum 2T et son pilotage déporté sans fil. Le moyen d'alimentation, si différent de courant monophasé, devra être inclus. La géométrie du treuil est laissée libre. Cependant, si son intégration nécessite des pièces d'adaptations, elles devront être incluses dans la proposition.

Les caractéristiques demandées aux treuils hydrauliques de 20 T (deux treuils) sont les suivantes :

- Leurs géométries doivent permettre leurs installations sur la pièce dédiée (cf. Annexe A « pièce 8202 ») et figure 5 ci-dessous.
- Leurs caractéristiques hydrauliques doivent correspondre aux capacités du groupe hydraulique décrit au paragraphe 8.3.
- La longueur de câble des treuils minimale est de 30 m
- Si le treuil nécessite un contrôle pneumatique (embrayage), celui-ci devra être fourni.
- L'extrémité du câble du treuil devra se fixer à un anneau (cf. Annexe A « pièce 8204-1 ») de capacité 20T, le choix de ce mode de fixation est laissé libre, mais devra permettre une manutention pour montage/démontage purement manuelle (exemple sur figure 6).

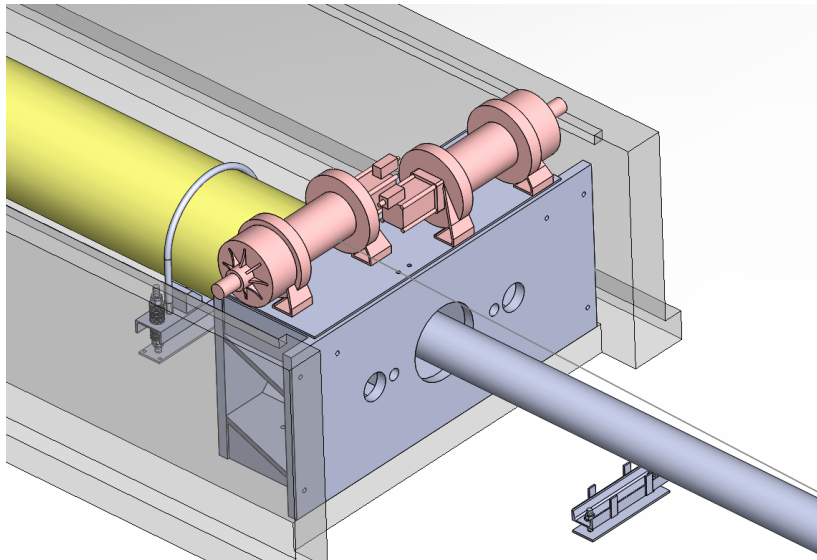


Figure 4 : Image 3d de la possible installation des treuils sur la pièce 8202

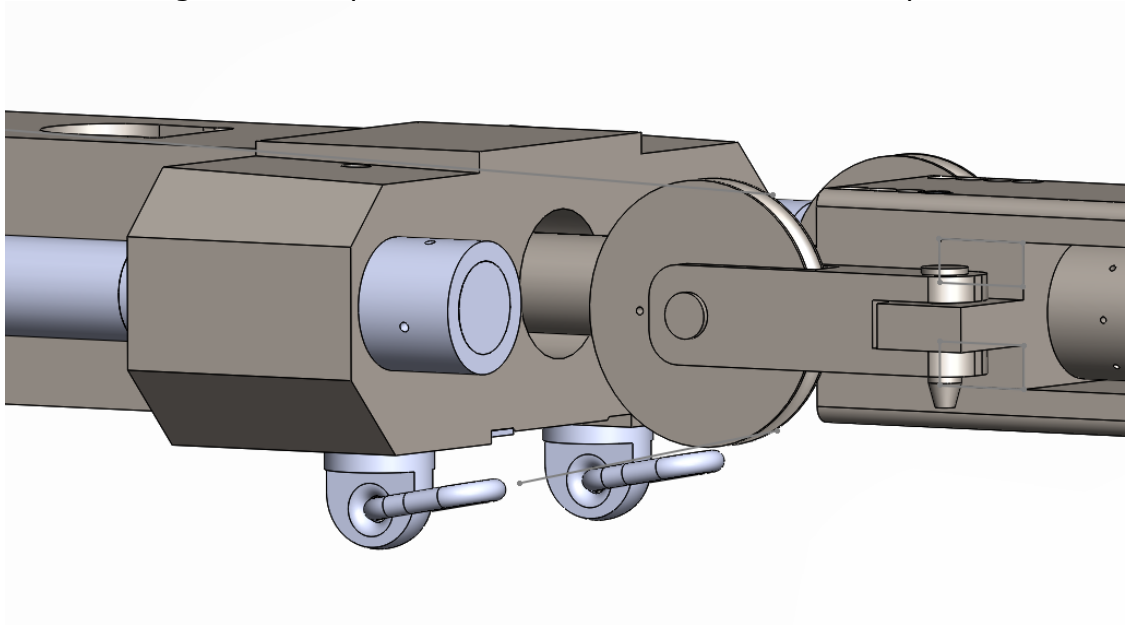


Figure 5 : Image 3d de la possible installation des treuils sur la pièce 8204-1

Les caractéristiques demandées au treuil électrique de 2 T (valeur minimale en état d'enroulement complet) sont les suivantes :

- Longueur de câble minimale de 30 m
- Géométrie libre tant que l'empreinte au sol reste inférieure à 0.9m x 0.5m

8.6.2. Descriptif des pièces mécaniques des sous-systèmes

Ce paragraphe concerne la description fonctionnelle de pièces mécaniques avant leur mise en fabrication et assemblage. Les dessins réalisés en interne tiennent compte de la géométrie des pièces existantes et de l'encombrement disponible, en considération des sollicitations attendues. Elles ont été dimensionnées avec SolidWorks 2021.

Il a les objectifs suivants :

- Garantir la conformité de la pièce avec les spécifications fonctionnelles.
- Respecter et ou définir les tolérances permettant l'assemblage précis.

- Utiliser des matériaux répondant aux critères de performance et de sécurité.
- Protéger les pièces par un revêtement type peinture adéquat.

La liste des pièces à réaliser, leurs spécifications techniques, les matériaux utilisés sont décrits dans les sous-paragraphe suivants. Suivant les cotes des différentes pièces, une vérification du bon assemblage devra être effectué avant livraison. Des modifications fonctionnelles ou géométrique (tolérances) mineures de certaines pièces pourront être effectuées suite à l'acceptation du marché.

Liste des pièces à réaliser :

Système de rattrapage de déformations

- **Pièce 9101**

Description succincte : Cette pièce principale de l'assemblage « rattrapage de jeux », elle doit supporter les efforts transmis par la pièce 9107 à la pièce 8204-1 via la pièce 9103. Quantité : 1

- **Pièce 9102**

Description succincte : Goupille mobile, faisant la jonction entre la pièce 9101 et la pièce 9103 Quantité : 2

- **Pièce 9103**

Description succincte : Pièce de jonction entre la pièce 9101 et la pièce 9102 Quantité : 1

- **Pièce 9104**

Description succincte : Pièce de jonction entre 9101 et 9107 permettant de bloquer la rotation de cette dernière par rapport à la première Quantité : 1

- **Pièce 8204-1**

Description succincte : Chevêtre tirant de traction, faisant la jonction entre la pièce 9101 et les barres de maintiens du système de traction (pièce existantes) Quantité : 1

- **Pièce 9105**

Description succincte : Constitue, avec la pièce 9106 un ensemble de maintien latéral de la pièce 9101 sur les barres de maintien du système de traction Quantité : 8

- **Pièce 9106**

Description succincte : Constitue, avec la pièce 9105 un ensemble de maintien latéral de la pièce 9101 sur les barres de maintien du système de traction Quantité : 16

- **Pièce 9107**

Description succincte : Axe faisant la transition entre la partie système rattrapage de jeux et ancrage du câble. Quantité : 1

- **Pièces 9108/9109/9110/9111**

Description succincte : Constitue l'assemblage de jonction entre les treuils et l'ancrage du câble, permettant le transfert des efforts dans les câbles des treuils via un système de pivot double, à l'ancrage coté système de rattrapage des déformations. Quantité : 1

Ancrages

- **Pièce 9301**

Description succincte : Constitue en duo avec la pièce 9302 le cœur de l'assemblage d'ancrage du câble. Ces pièces sont similaires que ce soit coté vérin de traction ou coté ancrage fixe. Quantité : 2

- **Pièce 9302**

Description succincte : Constitue en duo avec la pièce 9301 le cœur de l'assemblage d'ancrage du câble. Ces pièces sont similaires que ce soit coté vérin de traction ou coté ancrage fixe. Quantité : 2

- **Pièce 9303**

Description succincte : Permet le transfert d'effort du duo de pièce 9301/9302 à la pièce 9304. Ces pièces sont similaires que ce soit coté vérin de traction ou coté ancrage fixe. Quantité : 3

- **Pièce 9304**

Description succincte : Permet le transfert d'effort la pièce 9303 au câble. Cette pièce est similaire que ce soit coté vérin de traction que coté ancrage fixe. Quantité : 2

Partie statique

- **Pièces 8202**

Description succincte : Modification d'une pièce existante avec création de deux trous de diamètre 64mm et réalésage de deux trous existants (Diamètre 60mm → diamètre 64mm) ainsi que 4 trous taraudés débouchant diamètre M30. Récupération de la pièce d'origine sur site : Allée des pont et chaussées 44340 Bouguenais Quantité : 1

- **Pièces 9201**

Description succincte : Pièces d'appuis permettant le transfert des efforts (et centrage) de l'ancrage coté statique sur de la barre d'ancrage. Quantité : 3

- **Pièces 9202**

Description succincte : Pièce d'appui permettant le transfert des efforts de la pièce 9203 sur le peson. Quantité : 2

- **Pièces 9203**

Description succincte : Pièce d'appui en U faisant office d'entretoise, pour absorber le mou initial de mise en place de câble. Quantité : 5

- **Pièces 9204**

Description succincte : Pièce en Nylon ou Teflon permettant le centrage de la barre d'ancrage (partie fixe) sur le peson. Quantité : 2

- **Pièces 9205**

Description succincte : Rondelle épaisse de jonction entre la pièce 9203 et l'écrou de fin de barre. Quantité : 1

- **Pièces 9206**

Description succincte : Entretoise de grande longueur pour l'assemblage de la plaque de support du treuil de prétention Quantité : 4

- **Pièces 9207**

Description succincte : Plaque de fixation du treuil électrique de prétention du câble. Des trous de fixation seront à effectuer en accord avec le treuil qui sera fourni. Quantité : 1

- **Treuil électrique 2T**

Treuil électrique de capacité minimal de 2T, vitesse d'avance supérieur à 5 mm/sec. Pilotage déporté (sans fil de préférence) Monophasé ou 24V (prévoir alimentation en sus) Quantité : 1

Spécifications techniques :

A/ Dimensions et tolérances

Toutes les pièces doivent respecter les dimensions indiquées dans les plans techniques fournis (voir annexes PIECES MECA).

- **Tolérances**

Dimensionnelles si non indiqué sur plan:

- ± 0.05 mm si cote annoncée < 0.1 m
- ± 0.1 mm si $0.1\text{m} < \text{cote} < 0.5\text{m}$
- ± 0.2 mm si $0.5\text{m} < \text{cote} < 1\text{m}$
- ± 0.5 mm si $1\text{m} < \text{cote} < 2\text{m}$
- ± 1 mm si cote $> 2\text{m}$

- Les cotes d'ajustage avec contraintes de concentricités pour assemblage doivent garantir un assemblage manuel possible.
- Des contraintes de tolérance supplémentaires peuvent être énoncés dans les plans
- Géométriques : Perpendicularité, planéité, cylindricité, etc. selon normes ISO 1101.

- **Finitions**

- La mise en peinture devra suivre les recommandations de l'ACQPA (FASCICULE N° 56), classe IM 1.
- Si le suivi de ces recommandations devait modifier la géométrie globale d'une pièce (ajout de courbure à la place d'une arrête, modification d'un diamètre d'un

alésage/dressage), ces modifications devront être notifiées en s'assurant de ne pas modifier le comportement global de la pièce au sein de l'assemblage.

- Pour chaque pièce, si des précisions ne sont pas apportées sur les plans, l'ensemble des surfaces de chaque pièce devra être peint et la proposition du choix du système de peinture devra être adapté au type d'acier de chaque pièce et sera laissé ouvert pour proposition.
- Une exception de la règle ci-dessus est à noter pour l'ensemble des taraudages qui devront rester exempté de finitions.
- Des contrôles des conditions de mises en peinture seront effectués lors de la fabrication, ainsi qu'à réception, aléatoirement sur une série de pièces.

• **Processus de production :**

Le processus de fabrication (type d'usinage, soudage, moulage) de chaque pièce est laissé à la libre appréciation du fournisseur tant qu'aucune précision n'est apportée spécifiquement pour une pièce donnée. Des détails seront à fournir si assemblage par processus de soudage. Des modifications fonctionnelles ou géométrique (tolérances) mineures de certaines pièces pourront être effectuées lors de l'étape de fabrication après accord de l'Université Gustave Eiffel.

B / Matériaux

- Les matériaux doivent être conformes aux spécifications énoncées dans les plans
- Le choix des matériaux devra être effectué en relation avec le choix du système de peinture
- Dans le cas d'une spécification d'une protection anti corrosion par galvanisation à chaud (cf plan « pièce2 »), la sélection d'une nuance d'acier apte à la galvanisation devra être effectuée suivant la norme NF EN 10025 pour une galvanisation de classe 1
- Certificats de qualité ou traçabilité des matériaux exigés.

C/ Traitements thermiques et de surface

Si spécifié dans les plans

D / Contrôle qualité

- Inspection visuelle pour les défauts apparents.
- Contrôle dimensionnel sur un échantillon de chaque pièce.
- Rapport de contrôle qualité fourni par le fabricant.

E / Conditions de fabrication

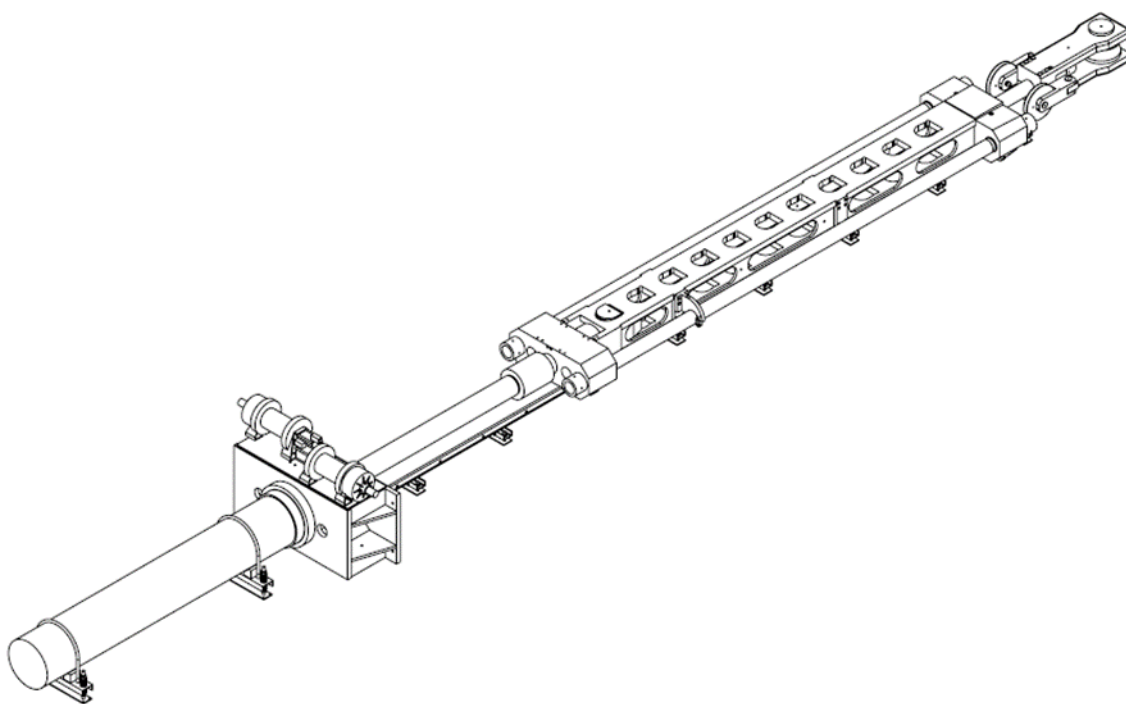
- Respect des normes de fabrication en vigueur (ISO 2768) ou équivalent.
- Le choix du type de machines-outils utilisées est laissé à la libre appréciation du titulaire du marché tant que les contraintes géométriques sont respectées. Si un processus additif, ou assemblage est réalisé pour la fabrication d'une pièce, il devra être notifié avec une garantie sur l'intégrité structurale de ladite pièce.

F / Conditions de livraison

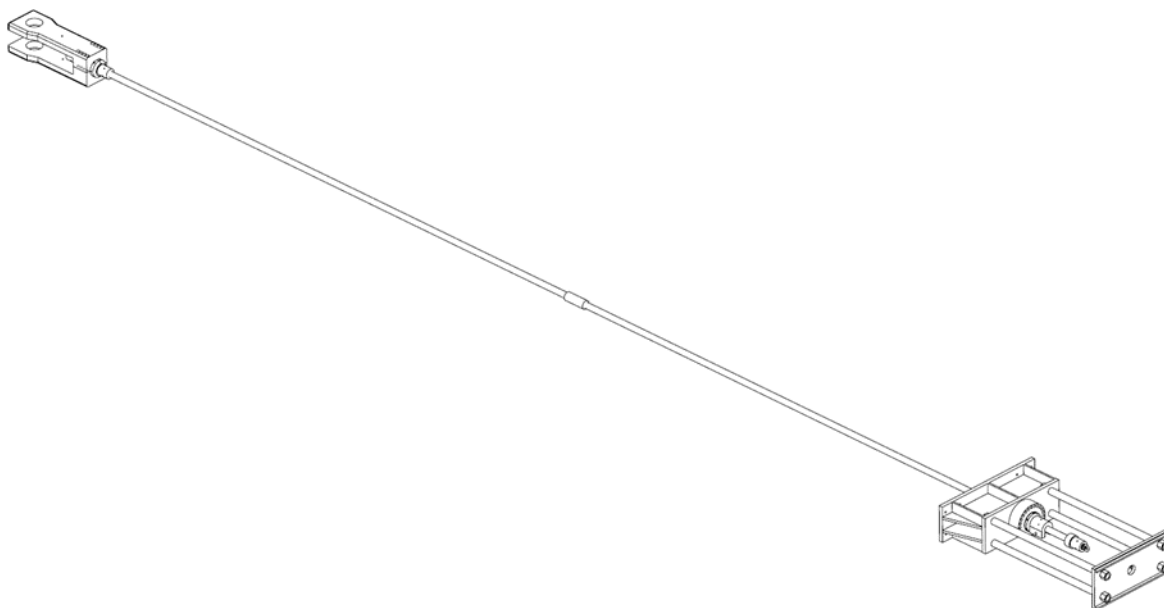
- Conditionnement des pièces pour éviter tout dommage pendant le transport.
- Documentation requise :
 - Plans validés.
 - Certificats matériaux.

- Rapport de contrôle qualité.
- Recommandation de montage

G / Vues isométriques de l'assemblage



Ancrage coté rattrapage de déformation



Ancrage coté statique

H / Spécifications supplémentaires (CAO format numérique)

Toutes les pièces doivent être fabriquées selon les plans techniques fournis au format PDF (voir annexes PIECES MECA). S'il le souhaite, le titulaire, pourra demander en plus les fichiers CAO en 3D relatif à ces plans.

I / Plans techniques des pièces

Les plans des pièces mentionnées ainsi que la vue en coupe du vérin de 3m sont disponibles dans l'annexe jointe nommée « PIECES MECA » qui regroupe l'ensemble de ces plans au format pdf.

J / Vérification des plans techniques des pièces

Une vérification des ajustages, contraintes géométriques de chaque pièce, de chaque sous-assemblage ainsi que la faisabilité de l'ensemble des pièces mécaniques à réaliser sera effectuée. Chaque manque portant atteinte au bon assemblage selon les plans proposés devra être notifié et des solutions devront être proposées pour acceptation.

K / Réunion de démarrage

A la notification de l'accord-cadre, il est prévu une réunion obligatoire de lancement entre le titulaire et l'Université Gustave Eiffel afin d'échanger sur les modalités d'exécution du présent marché (notamment les étapes de fabrication).

Article 9 - Calendrier prévisionnel d'exécution

Le calendrier prévisionnel est annexé à l'acte d'engagement.

Article 10 - Conditions de livraison et d'admission

10.1. Livraison

Les fournitures devront être livrées à l'adresse suivante :

Université Gustave Eiffel

Campus Nantes

Annexe RESAL - Hall des presses

Laboratoire Structures Métalliques et à Câbles (SMC)

Allée des ponts et chaussées - CS 5004

44344 Bouguenais Cedex • France

Le matériel fourni doit notamment être accompagné d'une documentation technique rédigée en français ou en anglais. Ce sont les composants et éléments suivants (sans être exhaustif) : groupe hydraulique, système de refroidissement, système de pilotage du banc et périphériques, logiciel, plans des pièces mécaniques fabriquées, treuils hydrauliques 20 T et treuil électrique 2 T,

Les dates de livraison, d'installation et de mise en service devront être communiquées à l'Université Gustave Eiffel avant son accord exprès. Un plan de prévention sera réalisé préalablement avec le titulaire du marché.

Lors de la livraison, l'Université Gustave Eiffel vérifie la présence de l'ensemble des pièces assemblées et des documents demandés.

10.2. Modalités de stockage

Le matériel livré, conditionné dans des emballages appropriés, est stocké à l'Université Gustave Eiffel jusqu'à son installation le cas échéant.

Le titulaire mentionne dans son offre technique les conditions de stockage afin que le matériel livré ne soit pas altéré par l'environnement (température, lieu, etc...).

L'Université Gustave Eiffel dégage toute responsabilité en cas de détérioration de l'équipement pendant le stockage. Le titulaire fera son affaire afin que la date de livraison soit le plus près possible de la date d'installation.

10.3. Installation et Mise en Ordre de Marche (MOM)

Le matériel est installé par le titulaire qui effectue également la mise en ordre de marche, les réglages et raccordement hydraulique et électrique ainsi que l'aide à l'utilisation du matériel dans le délai fixé à l'annexe 1 à l'acte d'engagement.

Cette installation et la mise en ordre de marche se feront en présence du personnel concerné de l'Université Gustave Eiffel. Un essai de montée en charge est prévu durant cette phase. Un procès-verbal de mise en ordre de marche sera établi par l'Université Gustave Eiffel.

A l'appui de cette aide à l'utilisation, une documentation technique détaillée sera fournie par le titulaire.

La formation aura lieu sur place dans le laboratoire. Elle comprendra des aspects théoriques, pratiques et de gestion au quotidien de l'appareil afin de répondre aux besoins suivants :

- utilisation de l'instrument (pilotage, réglage, installation),
- maintenance de l'équipement,
- utilisation du logiciel de pilotage et d'acquisition

Le titulaire s'engage à former le personnel utilisateur pour toutes nouvelles fonctionnalités ajoutées dans le logiciel pendant la durée d'exécution du marché.

10.4. La Vérification d'Aptitude (VA)

A l'issue de la mise en ordre de marche et de la formation, l'Université Gustave Eiffel procède à la Vérification d'Aptitude sous un délai de 45 jours calendaires maximum.

La vérification d'aptitude a pour but de constater que la fourniture présente les caractéristiques techniques qui la rend apte à remplir les fonctions précisées dans le marché. Cette vérification d'aptitude sera réalisée à une force maximale de 3 000 kN.

Si la vérification d'aptitude est négative, l'Université Gustave Eiffel prend une décision d'ajournement ou de rejet.

En cas d'ajournement, le titulaire devra mettre en œuvre tous les moyens nécessaires à la levée des réserves dans un délai fixé par l'Université Gustave Eiffel dans le procès-verbal d'ajournement.

En cas de rejet, les sommes correspondantes déjà versées au titulaire sont restituées à l'Université Gustave Eiffel. Le marché est résilié aux torts du titulaire.

Si la vérification d'aptitude est positive, l'Université Gustave Eiffel procède à la vérification du service régulier et libère le paiement de l'acompte correspondant.

10.5. La Vérification de Service Régulier (VSR)

La vérification du service régulier a pour but de constater que la fourniture objet du marché est capable d'assurer un service régulier dans les conditions normales d'utilisation. Cette vérification du service régulier sera réalisée sur essais cycliques.

A partir du constat de vérification d'aptitude, l'Université Gustave Eiffel procédera à la Vérification de Service Régulier (VSR) pendant une période de 60 jours calendaires maximum.

Pendant la VSR, l'Université Gustave Eiffel notifie au titulaire les anomalies résiduelles.

Si la VSR est positive, l'Université Gustave Eiffel prononce l'admission. L'admission de la fourniture objet du marché entraîne le transfert de propriété et libère le paiement de l'acompte correspondant.

Si la VSR est négative et que les anomalies constatées relèvent de la prestation, l'Université Gustave Eiffel prononce soit :

- l'admission avec réfaction (qui consiste en une réduction de prix selon l'étendue des imperfections constatées, décidée en concertation avec le titulaire).
- l'ajournement. Le titulaire devra mettre en œuvre tous les moyens nécessaires à la levée des réserves dans un délai fixé par l'Université Gustave Eiffel dans le procès-verbal d'ajournement.
- le rejet (lorsque des prestations sont rejetées). Le titulaire rembourse à l'Université Gustave Eiffel les sommes déjà versées. Le marché est résilié sans que le titulaire ne puisse prétendre à aucune indemnité.

Article 11 - Modalités de règlement

11.1. Présentation des factures

Conformément à l'ordonnance n° 2014-697 du 26 juin 2014 relative au développement de la facturation électronique, **toutes les factures doivent être transmises sous forme électronique.**

L'accès au portail Chorus Pro se fait par l'adresse suivante : <https://chorus-pro.gouv.fr>.

Les informations suivantes sont nécessaires :

L'identifiant unique de l'Université Gustave Eiffel sur CHORUS PRO : **130 026 123 00179**

Code service : LAB1G

Numéro d'engagement : 2025FOUR008NTE

Conformément aux dispositions de l'article 4.1 du décret n°2016-1478 du 2 novembre 2016 relatif au développement de la facturation électronique, l'utilisation du portail de facturation est exclusive de tout autre mode de transmission.

11.2. Modalité de paiement

La facture doit comporter, notamment, les renseignements suivants :

- la mention : "contrat Université Gustave Eiffel n° 2025FOUR008NTE,
- le nom et l'adresse de l'Université Gustave Eiffel,
- le numéro de compte bancaire ou postal du titulaire,

Par poste de facturation :

- la désignation en clair des fournitures concernées,
- l'acompte concerné le cas échéant,
- le prix hors taxes,

Le total HT de la facture est ensuite majoré du taux de TVA en vigueur pour former le prix total TTC à régler.

11.3. Délai de paiement

Les factures sont payées au plus tard le 30^{ème} jour suivant de la date certaine de réception de la facture acceptée sous réserve de service fait, par virement au compte du titulaire

11.4. Intérêts moratoires

Conformément au décret 2013-269 du 29 mars 2013 relatif à la lutte contre les retards de paiement dans les contrats de la commande publique, lorsque les sommes dues en principal ne sont pas mises en paiement à l'expiration du délai de paiement, le titulaire a droit, sans qu'il ait à les demander, au versement des intérêts moratoires et de l'indemnité forfaitaire pour frais de recouvrement.

Le taux des intérêts moratoires est égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque centrale européenne à ses opérations principales de refinancement les plus récentes, en vigueur au premier jour du semestre de l'année civile au cours duquel les intérêts moratoires ont commencé à courir, majoré de huit points de pourcentage.

Le montant de l'indemnité forfaitaire pour frais de recouvrement est fixé à 40 euros.

En cas de changement de RIB, le nouveau RIB devra être adressé par le signataire du contrat au responsable du Service Marchés, Cité des Mobilités au 25 avenue François Mitterrand – Case 24 69675 Bron cedex.

L'ordonnateur de l'Université Gustave Eiffel est le président de l'Université Gustave Eiffel.

Le comptable assignataire des paiements est l'agent comptable de l'Université Gustave Eiffel.

11.5. Échéancier de paiement pour l'équipement

A la notification du marché, versement d'une avance de 30 % du montant TTC de la partie matériel du marché sans présentation de facture par le titulaire.

A la mise en ordre de marche (MOM) du matériel et après la formation du personnel Université Gustave Eiffel : versement d'un acompte de 70 % du montant TTC du marché sur présentation d'une facture par le titulaire et récupération de l'avance.

A la vérification d'aptitude (VA) positive : versement d'un acompte de 20 % du montant TTC du marché sur présentation d'une facture par le titulaire.

A l'admission du matériel, versement du solde du marché, soit un acompte de 10 % du montant TTC du marché sur présentation d'une facture par le titulaire.

Article 12 - Garantie

La garantie qui comprend, les pièces, la main d'œuvre et les déplacements, de l'ensemble des fournitures s'étend sur une période minimum d'un an de garantie à compter de la date d'admission.

Les déplacements, main d'œuvre et pièces visant à résoudre tout problème identifié jusqu'à la fin de la période de garantie seront à la charge de l'entreprise.

La durée de garantie est indiquée à l'annexe 1 de l'acte d'engagement. La durée de la garantie sera prolongée d'une durée égale à celle de l'immobilisation du matériel dans la mesure où la durée totale de celle-ci dépasse 30 jours.

L'offre technique doit préciser les conditions d'application de la garantie.

Article 13 - Pénalités

En cas de non-respect des délais mentionnés au présent document et à l'annexe 1 de l'acte d'engagement, du fait du titulaire, l'Université Gustave Eiffel, compte tenu de l'importance des projets de recherche, se réserve le droit d'appliquer une pénalité forfaitaire de 400 € par jour ouvré de retard.

Le montant total des pénalités est plafonné à 10% du montant TTC du contrat. Dans le cas où le cumul des pénalités appliquées dépasserait 10%, l'Université Gustave Eiffel se réserve le droit de résilier le contrat sans aucune indemnité. Dans ce cas, le titulaire restituera toutes les sommes versées au titre du contrat.

En cas de résiliation, le titulaire fera son affaire pour récupérer son matériel. Les sommes déjà versées au titulaire sont restituées à l'Université Gustave Eiffel. Le contrat est résilié sans que le titulaire ne puisse prétendre à aucune indemnité.

Par ailleurs, le titulaire devra supporter les frais engagés dans le cadre des travaux effectués sur la base des plans fournis préalablement par le titulaire.

Article 14 - Assurance

Le titulaire et ses sous-traitants éventuels doivent être garantis par une police destinée à couvrir leur responsabilité civile en cas de préjudices causés à des tiers, y compris le maître de l'ouvrage, à la suite de tout dommage corporel, matériel et immatériel consécutif ou non, du fait de l'opération en cours de réalisation ou après sa réception.

Ces garanties doivent être étendues aux dommages causés aux parties anciennes du fait de l'opération.

Pour justifier l'ensemble de ces garanties, le titulaire doit fournir avec son offre une attestation, émanant de sa compagnie d'assurance, ainsi que les attestations de ses sous-traitants répondant aux mêmes conditions de garantie.

Le titulaire doit être garanti par une police couvrant les responsabilités résultant des principes dont s'inspirent les articles 1792 à 1792-2 et 2270 du Code civil.

Article 15 - Confidentialité

Le titulaire s'engage à ne pas communiquer à des tiers, y compris ses affiliés sociétaires et contractuels, et à ne pas divulguer toutes informations reçues de l'Université Gustave Eiffel, ainsi que les connaissances et les résultats issus de l'exécution du présent marché, sans le consentement écrit de l'Université Gustave Eiffel.

Cette confidentialité sera maintenue pendant toute la durée de la présente commande, et cinq années après sa fin.

En outre, le titulaire s'engage à garder strictement confidentielles toutes autres informations non encore connues publiquement qui lui seront communiquées par l'Université Gustave Eiffel, ou par ses affiliés sociétaires ou contractuels, dans le cadre des travaux objet du présent contrat.

Les dispositions du présent paragraphe demeureront en vigueur tant que lesdites informations ne seront pas divulguées par l'entité dont elles émanent.

L'Université Gustave Eiffel s'engage à ne pas divulguer les techniques, méthodologies et savoir-faire utilisés par le titulaire dans le cadre du présent marché.

Article 16 - Main d'œuvre illicite

Le titulaire s'engage dans le cadre de l'exécution des prestations objet du contrat, à respecter toutes les dispositions du Code du travail notamment celles relatives au travail dissimulé.

A cet égard, le titulaire, et le cas échéant, ses sous-traitants, doivent s'acquitter des formalités mentionnées aux articles L.8221-3 à L.8221-5 du Code du travail :

Le titulaire, et le cas échéant, ses sous-traitants s'engagent à fournir à l'Université Gustave Eiffel :

- une attestation de fourniture de déclarations sociales ;

- et une attestation sur l'honneur relative aux déclarations fiscales et à l'emploi régulier des salariés qui réaliseront les prestations objet du contrat.

Le fait de méconnaître les interdictions définies à l'article L.8221-1 du Code du travail est puni d'un emprisonnement de 3 ans et d'une amende de 45.000 euros.

Par ailleurs, une pénalité au plus égale à 10 % du montant du contrat peut être infligée au titulaire s'il ne s'acquitte pas des formalités mentionnées aux articles L.8221-3 à L.8221-5 du Code du travail.

Article 17 - Conditions de résiliation

Le présent contrat peut être résilié par l'Université Gustave Eiffel, après mise en demeure préalable, en cas d'inexécution par le titulaire d'une ou plusieurs de ses obligations contenues dans le présent contrat.

Le présent contrat peut être également résilié par l'Université Gustave Eiffel dans les conditions fixées aux articles 10 et 13 du présent contrat.

Cette résiliation devient effective un mois après l'envoi par l'Université Gustave Eiffel d'une lettre recommandée avec accusé de réception exposant les motifs de la plainte, à moins que dans ce délai le prestataire n'ait satisfait à ses obligations ou n'ait apporté la preuve d'un empêchement consécutif à un cas de force majeure.

En cas de résiliation du marché dans les conditions précisées, le titulaire rembourse à l'Université Gustave Eiffel les sommes préalablement perçues.

Par ailleurs, la résiliation du marché n'entraîne aucune indemnité pour le titulaire.

Article 18 - Transfert de propriété

L'admission des fournitures objet du marché entraîne le transfert de propriété à l'Université Gustave Eiffel.

Article 19 - Litige et juridiction compétente

En cas de litige, le tribunal compétent sera le Tribunal Administratif du siège social de l'Université Gustave Eiffel.