



CCI SEINE  
ESTUAIRE

## CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES (CCTP)

# MAÎTRISE D'ŒUVRE EN VUE DE L'EXÉCUTION DE TRAVAUX DE WRAPPING ET DE DÉSHUMIDIFICATION DES CÂBLES PORTEURS DU PONT DE TANCARVILLE



Numéro de consultation : CCITSE-2025-AOO-14



Procédure de passation : Appel d'offres ouvert, procédure formalisée prévue par les articles L.2124-1, L.2124-2, R.2124-2-1° et R.2161-2 à R.2161-5 du code de la commande publique

## **SOMMAIRE**

<b>Article 1 - Préambule.....</b>	<b>3</b>
<b>Article 2 - Description des ouvrages .....</b>	<b>3</b>
<b>Article 3 - Définition de la mission .....</b>	<b>4</b>
<b>Article 4 - Description de l'ouvrage terminé (spécifique aux travaux de wrapping).....</b>	<b>9</b>

## **Article 1 – Préambule**

Le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) définit les conditions d'exécution du marché de maîtrise d'œuvre pour :

- Les travaux de wrapping des câbles porteurs du pont suspendu de Tancarville, afin d'assurer leur étanchéité à l'air au moyen d'un système de déshumidification active limitant le taux d'humidité le long du câble pour garantir l'absence de développement de la corrosion des fils.

Pour toute la suite du présent document et en vue de faciliter sa lecture, le code de la commande publique issu de l'ordonnance n°2018-1074 du 26 novembre 2018 modifiée portant partie législative du code de la commande publique, des décrets n°2018-1075 du 3 décembre 2018 modifié portant partie réglementaire du code de la commande et 2018-1225 du 24 décembre 2018 portant diverses mesures relatives aux contrats de la commande publique, est désigné par « le code ».

La CCIT Seine Estuaire exploite les ouvrages de la concession du pont de Tancarville en tant que concessionnaire de l'Etat.

Le titulaire du marché public de services de maîtrise d'œuvre est désigné sous le vocable de maître d'œuvre ou de titulaire.

Le pouvoir adjudicateur est la CCIT Seine Estuaire. Elle est désignée sous le vocable de maître d'ouvrage.

## **Article 2 - Description des ouvrages**

La concession est notamment composée :

### **➤ Un pont suspendu :**

Le pont suspendu de Tancarville a été mis en service en 1959, c'est un ouvrage à 2x2 voies de 12,50 mètres de largeur de chaussée ;

La largeur de chaque trottoir est de 1,37 mètre ;

La hauteur des poutres de rigidité est de 6 mètres ;

La longueur du pont est de 960 mètres, dont 608 mètres de travée centrale et 2x176 mètres de travées latérales ;

La hauteur en tête de pylônes est de 132,60 mètres pour la rive gauche et 134,80 mètres en rive droite.

Chaque nappe de suspension est constituée de 2 câbles de 90 torons chacun. Chaque toron est composé de 37 fils :

- Diamètre des fils : 5.54 mm (hors galvanisation)
- Diamètre des torons 39.7mm.
- Section d'un câble : 892 mm<sup>2</sup> (hors galvanisation)
- Masse linéique d'un câble : 7.31 kg/ml (y compris galvanisation)

Chaque suspente est constituée de deux câbles identiques. Les caractéristiques d'un câble sont les suivantes :

- - Section d'un câble : 2 133 mm<sup>2</sup>
- - Masse linéique d'un câble : 18 kg/ml

L'espacement des suspentes est d'environ 10.66 m

La longueur cumulée des quatre câbles est de 4 400 m (4 fois 1,1 Km).

Ces chiffres ne sont donnés qu'à titre d'indication, il appartiendra au titulaire, si il le juge utile, de vérifier ces quantités.

**➤Un viaduc d'accès de type VIPP :**

Le viaduc est composé de 8 travées indépendantes de 50 mètres ;

Le tablier d'une largeur utile de 15 mètres dont 12,50 mètres de chaussée est constitué d'un hourdis précontraint ;

Le tablier repose sur 5 poutres précontraintes dont l'inter-distance est de 3,45 mètres et la hauteur de 3,00 mètres ;

Les poutres reposent sur les piles par l'intermédiaire d'appuis comprenant chacun 5 plaques de néoprène superposées et horizontales de 5 mm d'épaisseur, séparées par des grillages en fil d'acier.

Le Pont de Tancarville supporte un trafic moyen journalier de 17 000 véhicules dont 20 % de poids lourds.

**Article 3 - Définition de la mission**

Les données sur le VIPP d'accès sont données à titre indicatif uniquement, car cette partie de la concession ne fait pas partie du présent marché de Maîtrise d'œuvre.

**3.1 Contenu de la mission**

La mission de maîtrise d'œuvre attribuée au titulaire est composée des éléments de missions ci-dessous et prévus à l'article R. 2431-1 du code.

**La mission de maîtrise d'œuvre porte sur la mise en œuvre d'un système de protection anticorrosion par wrapping, destiné aux câbles porteurs du pont de Tancarville, en vue d'assurer leur étanchéité à l'air et de permettre l'intégration d'un système de déshumidification active.**

**Cette mission inclut les prestations suivantes :**

**Missions de base :**

<b>Sigle</b>	<b>Intitulé de l'élément de mission</b>
DIA	Études de diagnostic technique et d'inspection préparatoire (état du mastic, état des câbles, des colliers de suspension)
AVP	Avant-projet du système de wrapping (composition, méthode, faisabilité, accès, chiffrage, planning)
PRO	Projet
ACT	Assistance à la passation des contrats de travaux
VISA	Visa des études d'exécution réalisées par les entrepreneurs de travaux avec contrôle de niveau renforcé (v3)
DET	Direction de l'exécution des contrats de travaux
AOR	Assistance lors des opérations de réception

**Missions complémentaires :**

<b>Sigle</b>	<b>Intitulé de l'élément de mission</b>
OPC	Ordonnancement, pilotage et coordination
Chantier test	Chantier test de mise en place du wrapping et de l'éventuelle protection au feu sur une portion des câbles porteurs
Feu	Etudes complémentaires liées à l'incorporation au wrapping d'un système de protection au feu sur les portions de câbles porteurs situées à moins de 15m du tablier

Chacun des éléments de mission détaillés ci-dessus est considéré comme une phase technique au terme de laquelle, il est possible d'arrêter la mission soit à l'initiative du maître d'ouvrage soit à la demande du titulaire. La décision d'arrêt est matérialisée par écrit par le maître d'ouvrage au titulaire. L'arrêt de la mission au terme d'une de ses phases entraîne la résiliation du marché sans indemnité pour le titulaire.

NOTA : le maître d'œuvre devra au titre de l'AVP, déterminer le coût prévisionnel des travaux dans son intégralité en tenant compte que le mandataire des travaux aura à sa charge l'étude, la conception et la mise en place des moyens d'accès et balisages de chaussées.

**Enjeux spécifiques de la mission :**

Le maître d'œuvre devra :

- S'assurer que les conditions de pose du wrapping sur les câbles porteurs hexagonaux du pont de Tancarville sont compatibles avec la qualité exigée et la géométrie des câbles,
- Intégrer la **préparation préalable** des câbles : retrait du mastic dégradé si besoin, nettoyage et pose de bandes de remplissage entre torons,
- Veiller à la **coordination entre les systèmes de wrapping et de déshumidification** (points d'injection et d'extraction de l'air, gestion de l'étanchéité au passage des colliers, connexion aux chambres d'ancrages, etc.),
- Analyser les impacts sur l'environnement, la santé et la sécurité (présence de plomb et d'amiante) et intégrer les mesures HSE dans la méthodologie,
- Élaborer une **estimation prévisionnelle des coûts** intégrant les accès, la gestion du trafic, les protections environnementales et les aléas techniques liés aux câbles existants.
- Maîtriser et réduire l'impact sur l'exploitation lors du chantier test et lors des travaux de wrapping.
- Proposer des dispositions nécessaires pour garantir la sécurité des usagers du pont de Tancarville et des opérateurs lors du chantier test et lors des travaux de wrapping.
- Garantir la résistance de l'ouvrage pendant et après les travaux de wrapping (prise au vent sur les systèmes d'accès pendant les travaux, y compris les travaux concomitants, effet du vent sur la structure modifiée en service, etc...)

Le titulaire devra également fournir les justifications techniques relatives à la **durabilité du système** (objectif > 50 ans), sa **compatibilité avec les matériaux existants** et les contraintes propres au site (vent, hauteur, accès limités, etc.).

### 3.2- Travaux de wrapping des câbles porteurs

Les travaux de wrapping visent à assurer l'étanchéité à l'air des câbles porteurs du pont de Tancarville en vue de la mise en œuvre d'un système de gainage couplé à un système de déshumidification interne active, dans un objectif de protection anticorrosion à long terme. Ces travaux remplacent les techniques traditionnelles de masticage et de peinture.

#### Étendue des travaux

Les prestations comprennent :

- La préparation des surfaces des câbles porteurs entre les colliers de suspension, incluant le retrait éventuel du mastic ou des revêtements dégradés, ainsi que le nettoyage et la préparation de surface pour garantir l'adhérence du matériau d'enrobage ;
- La mise en œuvre de bandes de remplissage dans les interstices entre les torons extérieurs des câbles, afin d'assurer une base régulière pour l'application du wrapping ;
- L'installation du système de wrapping sur les câbles ; Le collage par couverture chauffante gonflable afin d'assurer une parfaite étanchéité et une liaison homogène entre les bandes de wrapping.

Le wrapping s'étend sur la totalité de la longueur des câbles porteurs, à l'exclusion des zones de colliers, des selles et des ancrages, qui feront l'objet d'un traitement spécifique (voir ci-dessous).

#### Traitement des colliers de suspension

Les colliers de suspension feront l'objet d'un traitement spécifique afin d'assurer la continuité de l'étanchéité du système de wrapping au droit des colliers. En cas de désordres sur la protection anticorrosion des colliers, et selon la nature de la connexion entre le wrapping des câbles et les colliers, un traitement de surface localisé, incluant des réparations ponctuelles du revêtement anticorrosion existant sur les colliers et application d'une finition adaptée, si nécessaire, seront à prévoir.

En cas de présence de substances dangereuses (plomb notamment dans les anciennes peintures ou mastics), l'entreprise devra mettre en œuvre toutes les précautions HSE requises.

#### Méthodologie et contraintes d'exécution

- La pose du wrapping devra prendre en compte la géométrie hexagonale des câbles existants, et les contraintes que cela induit en termes de cadences de pose et de précautions particulières sur la qualité d'exécution ;
- L'accès aux câbles sera réalisé par une combinaison de plateformes légères, échafaudages et nacelles élévatrices ;
- Les travaux devront être planifiés de manière à minimiser l'impact sur la circulation ;
- L'ensemble des matériaux mis en œuvre devront être compatibles avec une durée de vie d'au moins 50 ans sans entretien majeur, sous conditions de déshumidification permanente.

Exigences de performance :

- Le système de wrapping devra présenter des références en exploitation sur des ouvrages similaires ;
- Le système de wrapping devra présenter des références pour s'adapter avec la forme hexagonale du câble existant, avec les sujétions de mise en œuvre que cette forme amène ;
- Les matériaux devront être conformes aux exigences de durabilité, de résistance UV, à l'ozone, à l'érosion éolienne, à l'usure, à la résistance aux agents chimiques selon les normes applicables.

- Certaines parties du système de wrapping (portions de câbles et colliers situés à moins de 15m du tablier) devront être complémentées par un système de protection au feu.

### **3.3 - Équipages mobiles et leurs moyens d'accès**

#### **Préambule**

L'exécution des travaux de wrapping sur les câbles porteurs du pont de Tancarville nécessite la mise en œuvre de moyens d'accès spécifiques, adaptés aux contraintes de l'ouvrage et à la configuration des câbles. Ces accès sont indispensables pour permettre l'intervention sécurisée et efficace des équipages mobiles chargés de la préparation des câbles, de la pose des bandes de remplissage, de l'enroulement du wrapping et des opérations de calfeutrage sur les colliers.

#### **Moyens d'accès prévus**

Les accès aux câbles porteurs seront assurés par une combinaison de dispositifs suivants :

- Échafaudages fixes installés. Ces structures permettront un accès prolongé et sécurisé aux zones les plus sollicitées ;
- Plates-formes légères suspendues avec système de levage motorisé, déployées entre les colliers de suspension.
- Nacelles élévatrices destinées aux travaux ponctuels et de finition.

L'utilisation d'une passerelle à câble pourra également être étudiée.

#### **Contraintes d'utilisation**

- Les plateformes devront garantir la sécurité des opérateurs, tout en minimisant la prise au vent. Ces dispositions sont particulièrement importantes à proximité des pylônes, où les butées au vent sont sensibles aux charges supplémentaires ;
- L'ensemble du matériel devra être conçu pour ne pas obstruer la circulation sur le tablier au-delà des plages prévues. Une fermeture de la voie adjacente au trottoir concerné pourra être nécessaire pendant les travaux, avec une restriction temporaire de deux voies lentes lors des phases de montage/démontage (envisagées de nuit sur des zones limitées à 100 m) ;
- Les plateformes seront équipées de protections latérales, filets de sécurité et dispositifs antichute d'objets conformes à la réglementation en vigueur.
- Ces dispositifs seront conçus pour répondre aux contraintes de stabilité au vent, avec des structures légères et ajourées/
- Le système d'accès devra garantir une sécurité maximale pour les intervenants tout en limitant l'impact sur la circulation.

























#### **Contraintes météorologiques**

Les conditions météorologiques ont une influence directe sur l'exécution des travaux. Le wrapping et le collage par couverture chauffante ne peuvent être réalisés efficacement que dans des conditions climatiques stables :

- Interdiction de travaux en cas de pluie, humidité excessive ou vent fort, susceptibles d'affecter la qualité d'adhérence du wrapping et la sécurité des opérateurs.
- Une période effective de chantier limitée aux 8 mois les plus favorables, de mars à octobre, est prévue.
- Le planning d'exécution devra intégrer une marge suffisante liée aux arrêts pour intempéries.

### 3.4 - Documents annexes au CCTP

#### Concernant les travaux de wrapping :

-  Annexe 3 – Diagnostic du revêtement anticorrosion SIXENSE IPRS
-  Annexe 4 – Diagnostic amiante et plomb du revêtement anticorrosion Bureau Veritas
-  Annexe 5 – Notes de calculs sur les passerelles 2015
-  Annexe 6 – Notices d'utilisation des équipements
-  Annexe 7 – Rapport Egis – corrosion & venues d'eau
-  Annexe 8 – Plan de la travée centrale – garde-corps (tronçon type d'exécution)
-  Annexe 9 – Tableau des désordres et représentation schématique
-  Annexe 10 – Repérage amiante câble AR-23-NM-000634-01 rapport ISODIAG 05012023
-  Annexe 11 – T\_PT\_SUSPENSION\_E10\_C\_1996 – Chambre d'ancrage
-  Annexe 12 – Sellette acier moulé
-  Annexe 13 - Documentation technique sur les passerelles de visite
-  Annexe 14 - Plan d'ensemble et de repérage de l'ouvrage du pont
-  Annexe 1 – Plan de la travée centrale 12 pont rive gauche
-  Annexe 2 – Plan d'ensemble accès câbles porteurs plan câble Est & Ouest
-  Annexe 15 - Diagnostic amiante DES
-  Annexe 16 - Diagnostic plomb DES
-  Annexe 17 - T\_PT\_SUSPENSION\_PN213\_D\_1996 – Colliers type 4 trous
-  Annexe 18 - T\_PT\_SUSPENSION\_PN214\_C\_1996 – Colliers type 8 trous
-  Annexe 19 - T\_PT\_SUSPENSION\_PN215\_D\_1996 – Colliers type 12 trous
-  Annexe 20 - T\_PT\_SUSPENSION\_PN1\_D\_1997 – Géométrie après travaux
-  Annexe 21 - T\_PT\_SUSPENSION\_PN217\_D\_1996 – Suspente centrale
-  Annexe 22 - T\_PT\_SUSPENSION\_PN219\_C\_1996 – Colliers sup centraux
-  Annexe 23 - T\_PT\_SUSPENSION\_PN200\_B\_1996 – Remplacement suspente courante
-  Annexe 25 - T\_PT\_SUSPENSION\_PN301\_F\_1996 – Selles acier moulé

Les résultats de toutes les analyses, études, éventuellement lancées par le Maître d'ouvrage seront communiquées aux candidats en cours de consultation ou, le cas échéant, au titulaire si les résultats de ces études intervenaient après l'attribution du présent marché.

### 3.5 - Maîtrise d'ouvrage

Les ouvrages de la concession du pont de Tancarville sont exploités par la Chambre de Commerce et d'Industrie Territoriale (CCIT) Seine Estuaire agissant comme concessionnaire de l'Etat. La CCIT Seine Estuaire, pouvoir adjudicateur, est maître d'ouvrage des travaux au sens des dispositions de l'article 2 du CCAG-Travaux.

Cette dernière est représentée par son Président en exercice, Monsieur Yves LEFEBVRE. Le Président a délégué sa signature à M. François SAYARET, Vice-Président Industrie, Représentant du Pouvoir Adjudicateur.



## **Article 4 - Description de l'ouvrage terminé (spécifique aux travaux de wrapping)**

### **4.1 – Description des travaux de wrapping achevés**

À l'issue des travaux, l'ouvrage disposera d'un système complet de protection anticorrosion des câbles porteurs, basé sur la **mise en œuvre d'un wrapping étanche et durable**, en vue de l'installation et du fonctionnement pérenne d'un **système de déshumidification interne**.

L'ouvrage terminé comprendra notamment :

- Un **enrobage complet des câbles porteurs** sur toute leur longueur entre colliers de suspension;
- La **préparation des surfaces** préalablement à l'enrobage, incluant l'élimination du mastic (si besoin) et des revêtements dégradés, le nettoyage de la surface des câbles (si besoin), ainsi que la pose de bandes de remplissage pour uniformiser la surface extérieure des câbles ;
- Une **étanchéité renforcée au niveau des colliers de suspension**, assurée par :
  - la reprise ou le remplacement du calfeutrage entre les moitiés de colliers et à leurs extrémités ;
  - la mise en œuvre de plaques de recouvrement adaptées à la géométrie des colliers ;
  - un traitement localisé du revêtement anticorrosion existant si nécessaire (notamment si des matériaux toxiques sont identifiés) ;
- Des **interfaces compatibles avec le système de déshumidification**, incluant les points de raccordement pour l'injection et l'extraction d'air sec.
- Une surface antidérapante sur la partie supérieure des câbles principaux après wrapping.

L'ensemble du système d'enrobage doit présenter une **durée de vie supérieure à 50 ans sans entretien majeur**, dans les conditions de fonctionnement définies (déshumidification permanente, surpression intérieure, inspections régulières). L'ouvrage terminé constituera un système actif de protection contre la corrosion, sans composants mécaniques ou électriques actifs sur les câbles eux-mêmes.

### **4.2 Objectif de la mission de maîtrise d'œuvre**

L'objectif principal de la mission de maîtrise d'œuvre est d'assurer, pour le compte du maître d'ouvrage, la **conception détaillée**, le **suivi de la réalisation** et la **vérification de la conformité** des travaux de wrapping, en coordination avec la mise en place ultérieure du système de déshumidification.

La mission comprend notamment :

- La finalisation du **dossier de consultation des entreprises (DCE)**, en intégrant les contraintes techniques, les exigences de durabilité et les enjeux liés aux matériaux potentiellement toxiques (plomb, amiante, anciens mastics) ;
- La **validation des méthodes d'accès et de phasage** proposées par l'entreprise, en coordination avec la gestion du trafic et les exigences de sécurité sur ouvrage en service ;
- Le **contrôle de la qualité d'exécution des travaux** : préparation des câbles, pose des bandes de remplissage, application du wrapping, collage à chaud, jonctions avec les colliers, finitions et essais d'étanchéité ;
- La supervision de la **gestion environnementale et HSE**, via le respect du PGC géré par le CSPS, en particulier sur la manipulation ou le retrait éventuel de matériaux toxiques ;
- La réception des travaux avec contrôle documentaire, rapport d'essais, PV de conformité, et plan de maintenance prévisionnelle.

La maîtrise d'œuvre aura également pour rôle d'assurer la **coordination des interfaces techniques** avec le système de déshumidification (tracés, connexions, points d'accès) et d'anticiper toute incompatibilité avec les futurs équipements ou interventions sur le pont.

Le coût financier pour la réalisation des essais par une entreprise extérieure est à la charge du pouvoir adjudicateur.

Les annexes n°24 à 26 concernent les diagnostics plomb amiante de diverses parties de la suspension. En cas de présence avérée de matériaux toxiques, la maîtrise d'œuvre devra prendre en compte l'obligation d'avoir du personnel intervenant sur site, habilité aux travaux en présence de matériaux toxiques.

En phase DET, la Maitrise d'œuvre devra être présente en moyenne 3 jours par semaine, avec une durée prévisionnelle de travaux de 8 mois pour les travaux principaux et 2 mois pour le chantier test. Il appartient à la maîtrise d'œuvre de moduler sa présence sur chantier en fonction des phases critiques et des levées de points d'arrêt. La maîtrise d'œuvre devra également être présente en tant que de besoin (voir provisions prévues dans le BPU à cet effet) en cas de travail de l'entreprise les jours fériés, le week-end, le travail de nuit, ou en cas de travail posté.

## **Article 5 – Description et contenu des études**

### **5.1 Diagnostic (DIAG)**

Le titulaire devra faire réaliser l'ensemble des diagnostics nécessaires à la conduite des études et à la définition du programme des travaux de wrapping des câbles porteurs avec toutes ses contraintes. A ce titre, le maître d'œuvre rédige le cahier des charges techniques des diagnostics. La partie administrative du marché de diagnostic et le coût des diagnostics est à la charge du Maître d'ouvrage.

Au titre de la phase DIA, la maîtrise d'œuvre devra faire réaliser, par une entreprise spécialisée, une inspection des câbles porteurs aussi précise et complète que possible. Cette inspection devra porter sur les faces externes des câbles mais aussi sur la condition interne des câbles, ainsi que sur la recherche de matériaux polluants (amiante, plomb).

#### **Inspection interne des câbles**

La condition interne des câbles porteurs est importante car une fois que le système de wrapping est installé, ils ne peuvent plus être inspectés sans devoir retirer le gainage. L'air insufflé par le système de wrapping circule entre les fils et entre les torons. L'inspection interne permet de vérifier la condition interne du câble porteur avant mise en place du système de wrapping. L'inspection interne des câbles porteurs nécessite l'utilisation de cales et l'intervention d'une entreprise spécialisée. Le titulaire pourra se reporter au document « Primer for the Inspection and Strength Evaluation of Suspension Bridge Cables Publication No. FHWA-IF-11-045 » ou équivalent.

Le titulaire devra réaliser un cahier des charges technique pour cette intervention, en précisant les modalités d'accès, les conditions de réalisation et objectifs de cette inspection, et les attendus sur le rapport d'inspection. Le périmètre précis de l'inspection interne et le nombre de zones à inspecter est à définir par le titulaire dans le cahier des charges. Le coût des interventions pour la réalisation de cette inspection interne est à la charge du maître d'ouvrage.

Le titulaire veillera à ce que l'entreprise en charge de l'inspection interne des câbles porteurs soit expérimentée en la matière.

#### **Inspection externe des câbles**

Les objectifs de l'inspection externe des câbles porteurs sont les suivants :

- Vérifier l'état de surface des couches externes des câbles porteurs (écaillage de la protection, corrosion des fils, état de surface, éclats de peinture, etc...)
- Vérifier la présence, l'état et la tenue du mastic et faire des prélèvements (à minima 5 unités, 1 dans chaque travée de rive, 3 en travée centrale) de mastic en vue d'essais de caractérisation matériaux et recherche de polluants.
- Les sujétions propres au passage du câbles porteurs au droit des points singuliers (colliers, selles, entrées des massifs d'ancrage, points d'accroche des câbles de traîle).

Les accès pour cette inspection externe se feront en cheminant sur les nappes de câbles et en respectant les contraintes de sécurité (les câbles de traille constituent une ligne de vie pour le cheminement le long des câbles porteurs).

Le titulaire devra réaliser un cahier des charges technique pour cette intervention, en précisant les modalités d'accès, les conditions de réalisation et objectifs de cette inspection, et les attendus sur le rapport d'inspection. Le périmètre précis de l'inspection externe et le nombre de zones à inspecter est à définir par le titulaire dans le cahier des charges. Le coût des interventions pour la réalisation de cette inspection externe est à la charge du maître d'ouvrage.

### **Autres diagnostics, relevés, investigations**

Dans le cadre de cet élément de mission, le maître d'œuvre doit solliciter le maître d'ouvrage pour la réalisation de l'ensemble des relevés et diagnostics techniques complémentaires qu'il estime être nécessaires à la poursuite de la mission de maîtrise d'œuvre et à la réalisation des travaux dans les règles de l'art.

Cela concerne par exemple l'état des câbles de traille, potelets et ancrages pouvant servir aux accès pendant les travaux de wrapping.

Le Maître d'ouvrage se réserve le droit de commander ou non ces diagnostics, relevés, investigations, en fonction de leur pertinence vis-à-vis du présent marché et des informations déjà disponibles en sa possession. La rédaction du cahier des charges de ces investigations est à la charge du titulaire. Le coût de ces investigations est à la charge du maître d'ouvrage.

### **Synthèse**

Il sera demandé au titulaire de produire une note de synthèse de tous les diagnostics qui auront été réalisés.

Suite à cette synthèse le titulaire rédigera le programme des travaux s'appuyant sur les diagnostics réalisés.

## **5.2 – Avant-Projet (AVP)**

Les études d'avant-projet, fondées sur la solution d'ensemble retenue et le programme précisé à l'issue des diagnostics comprennent notamment :

- vérifier la compatibilité de la solution retenue avec les contraintes du programme et du site
- proposer les dispositions techniques pouvant être envisagées
- proposer des solutions d'accès pour réaliser les travaux
- préciser un calendrier de réalisation
- établir une estimation provisoire du coût prévisionnel des travaux
- vérifier le respect des différentes réglementations et des contraintes d'exploitation
  
- permettre au maître d'ouvrage d'arrêter définitivement le programme

Dans les études d'avant-projet, le titulaire fera l'inventaire des différents systèmes de wrapping disponibles sur le marché. Il les comparera à l'aide d'une analyse multicritères portant a minima sur les points suivants :

- Performances en termes de durabilité des matériaux constitutifs du wrapping ;
- Performances en termes de protection anticorrosion des câbles porteurs ;
- Coût (installation et maintenance) ;

- Retour d'expérience sur des ouvrages similaires de grande portée ;
- Habilité à être déployé sur un câble existant de forme hexagonale ;
- Difficultés de mise en œuvre et impact sur l'exploitation en phase travaux.

Le titulaire formulera dans le mémoire de synthèse une recommandation sur le système de wrapping préconisé en fonction des conclusions de la première analyse multicritère.

Le titulaire étudiera aussi l'implantation le long des câbles porteurs des unités de déshumidification, des points d'injection et d'extraction d'air. Il devra justifier de l'implantation optimale vis-à-vis du fonctionnement du système de déshumidification.

Le titulaire devra justifier le taux d'humidité cible à atteindre en tout point du câble porteur vis-à-vis de l'objectif global de durabilité (>50 ans), les caractéristiques de l'air insufflé aux points d'injection et les moyens de contrôle associés pour garantir le taux d'humidité atteint en tout point du câble porteur.

Le titulaire devra produire une deuxième étude comparative multicritère des solutions wrapping avec les autres types de protection (galvanisation plus peinture plus mastic, pâte de zinc inhibitrice plus surliure avec fil galvanisé plus peinture, etc...), afin de confirmer que le wrapping est la solution offrant la meilleure protection anticorrosion des câbles porteurs et le meilleur équilibre coût bénéfice sur le long terme pour le maître d'ouvrage.

En fonction des diagnostics (état des revêtements anticorrosion, présence éventuelle d'amiante et de plomb), les études d'avant-projet devront définir si la reprise en peinture des points singuliers le long des câbles porteurs (colliers des suspentes, selles en tête de pylône, points d'attaches des câbles de traille) est nécessaire ou non. Si tel est le cas, les études de reprise en peinture de ces points singuliers feront partie intégrante du présent marché de maîtrise d'œuvre.

Les problématiques d'accès pour les travaux de wrapping et d'impact sur l'exploitation devront être abordées dès la phase avant-projet.

### 5.3 – Projet (PRO)

L'étude Projet est réalisée sur la base du programme des travaux et les choix éventuels formulés par le Maître d'Ouvrage à l'issue de la phase d'avant-projet.

Le dossier Projet s'attachera à :

- Synthétiser l'ensemble des contraintes techniques et environnementales ;
- Vérifier la faisabilité technique du programme des travaux ;
- Affiner l'estimation du coût des travaux ;
- Détailler le système de wrapping en section courante et aux points singuliers (colliers, selles en tête de pylône,
- Détailler le système de déshumidification, son alimentation, les conduits d'air, les points d'injection et d'extraction d'air, les capteurs ;

Les études de projet devront :

- Confirmer les choix techniques et préciser la nature et la qualité des matériaux (résistance aux UV, à l'ozone, à l'érosion éolienne et à l'usure notamment) et équipements ainsi que les conditions de leur mise en œuvre ;
- Fixer, avec toute la précision nécessaire, les caractéristiques et dimensions des différents ouvrages de première catégorie ainsi que leurs implantations topographiques,
- Vérifier, au moyen de notes de calculs appropriées, que la stabilité et la résistance des ouvrages de première catégorie sont assurées dans les conditions d'exploitation auxquelles ils pourront être soumis,
- Préciser les dispositions générales et les spécifications techniques des équipements répondant aux besoins de l'exploitation,

- Définir les plans de phasage de déroulement des travaux,
- Définir le calendrier prévisionnel des travaux en tenant compte des contraintes météorologiques,
- Optimiser définitivement le coût prévisionnel des travaux décomposés en éléments techniquement homogènes (détail estimatif justifiant le coût du projet), afin de permettre au Maître d'Ouvrage d'arrêter l'enveloppe budgétaire de la solution proposée « projet » ou, le cas échéant, de chaque tranche de réalisation et d'évaluer les coûts d'exploitation et de maintenance,
- Définir précisément les emprises nécessaires au projet et à l'organisation des travaux.
- Etablir la conception du système électrique d'alimentation des déshumidificateurs dans sa globalité, ainsi que le raccord de l'alimentation au réseau électrique.
- Des capteurs de contrôle devront être disposés de façon à garantir en temps réel et sans interruption l'efficacité du système de déshumidification. La conception de ces capteurs est incluse dans les missions du titulaire. Une notice sur le principe de maintenance et d'entretien est à fournir.

La partie calcul du dossier projet comprendra :

- Note de calcul justifiant le pont suspendu de Tancarville en service avec le système de wrapping (coefficient de trainée modifié sur les câbles porteurs), y compris avec l'effet du vent turbulent en service, en particulier pour les butées au vent réputées critiques.
- Note de calcul justifiant le pont suspendu de Tancarville pendant les phases de travaux de wrapping et les éventuels travaux concomitants (charges provisoires de chantier, prise au vent sur les équipages mobiles, etc...), en particulier pour les butées au vent réputées critiques.
- Note de calcul des ouvrages provisoires de première catégorie.
- Note de calcul de dimensionnement du système de déshumidification et son alimentation.

La partie Plans du dossier Projet comprendra :

- Plan de situation à l'échelle adéquate ;
- Plans de l'ouvrage existant ;
- Plans des ouvrages de première catégorie ;
- Plan de préparation de surface des câbles porteurs ;
- Plans de détail du système de wrapping en section courante ;
- Plan de détail de la connexion du système de wrapping aux différents colliers des suspentes ;
- Plan de détail du passage du système de wrapping au droit des points d'attache des câbles de traille (à mi-travée et à proximité des chambres d'ancrage) ;
- Plan de détail du passage du système de wrapping au droit des selles en tête de pylône ;
- Plan de détail de la connexion du système de wrapping aux chambres d'ancrage ;
- Plan de détail des points d'injection d'air ;
- Plan de détail des points d'extraction d'air ;
- Plan d'implantation des unités de déshumidification et leur alimentation ;
- Plan de raccord des câbles électriques jusqu'au réseau et conception dans sa globalité du système électrique nécessaire au fonctionnement des déshumidificateurs (échanges avec les opérateurs réseaux à prévoir) ;
- Plans d'ensemble et de détail (y compris fixations) des conduits d'amenée et de retrait d'air ;
- Plan des éventuelles reprises de peinture sur les points singuliers le long du câble porteur (colliers, selles, points d'attache du câble de traille).
- Coupes diverses nécessaires à la bonne compréhension des travaux ;

- Plans de phasage des travaux y/c la gestion des déchets ;
- Plans illustrant les différents accès envisagés ;
- Plans illustrant les installations de chantier et les modifications temporaires de circulation sur l'ouvrage ;
- Coupes transversales autorisées en phase travaux.

La partie pièces écrites techniques du Projet :

- Notice de présentation générale du projet décrivant et justifiant les différentes options techniques (système de wrapping, système de déshumidification, phasage d'exploitation, rétablissement des réseaux, environnement, hydraulique, sécurité, organisation des travaux, estimation du coût de fonctionnement etc....) ;
- Notices d'inspection et de maintenance du système de wrapping et de déshumidification ;
- Avant-métrés détaillés ;
- Estimation prévisionnelle détaillée des travaux ;
- Planning prévisionnel des travaux ;

#### **5.4 – Assistance pour la passation du Contrat de Travaux (ACT)**

##### **a) Dossier de consultation des entreprises (DCE) :**

Après validation du Projet, les pièces du DCE seront préparées en complétant les documents graphiques du projet. Ces pièces décriront avec précision les travaux à réaliser.

Le titulaire doit la rédaction complète des pièces techniques (CCTP, BPU, DE, Plans). Le Maître d'Ouvrage rédige les pièces administratives. Le Titulaire doit une assistance au Maître d'Ouvrage pour la rédaction des pièces administratives notamment pour ce qui concerne les critères de choix des offres.

##### **b) Analyse des offres :**

Pendant la période de consultation des entreprises, le maître d'œuvre répondra aux questions posées par les entreprises suivant les modalités définies avec le Maître d'Ouvrage.

Après remise des offres par les entreprises, et validation des candidatures par le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre doit analyser les offres :

- Etablissement d'un tableau récapitulatif des détails estimatifs des offres, avec écarts par prix et % de cet écart afin de mettre en évidence les prix anormalement bas ou hauts,
- Analyse et notation des mémoires techniques selon les critères définis dans le RC.
- Analyse des éventuelles variantes, vérification de la validité technique et financière des variantes.

##### **c) Mise au point du Marché :**

Assistance au Maître d'Ouvrage pour la mise au point du marché et de ses pièces constitutives, afin de prendre en compte les différents éléments variantes ou adaptations prévues par l'entreprise attributaire.

## 5.5 – Examen de conformité (VISA)

La mission de contrôle extérieur des études d'exécution demandée au Maître d'œuvre est du niveau VISA avec contrôle de niveau intermédiaire (V3) tel que l'entend le document SYNTEC de novembre 2005 « la mission Visa pour les ouvrages d'infrastructure » publié dans le moniteur des Travaux Publics n°5354 du 07 juillet 2006.

## 5.6 – Direction de l'Exécution du contrat de Travaux (DET)

La direction de l'exécution des contrats de travaux des ouvrages sera assurée par du personnel qualifié et sera réalisée à pied d'œuvre.

**Le taux de présence de la maîtrise d'œuvre est de 3 jours en moyenne sur la durée des travaux** (estimée à 8 mois) et la durée du chantier test (estimé à 2 mois).

La mission du maître d'œuvre pendant les travaux a pour but de s'assurer de la bonne exécution des travaux, dans le respect du projet validé, et devra notamment :

- S'assurer que les documents d'exécution ainsi que les ouvrages en cours de réalisation respectent les dispositions des études effectuées ;
- Suivre la réalisation des travaux et s'assurer de la qualité de ces derniers ;
- Délivrer tous ordres de service, établir tous procès-verbaux nécessaires à l'exécution du contrat de travaux ;
- Planifier les contrôles extérieurs mandatés par le maître d'ouvrage, diffuser les comptes-rendus aux entreprises concernées et s'assurer que le titulaire des travaux lève les réserves ou malfaçons constatées par ce contrôle extérieur. S'il le juge nécessaire, le maître d'œuvre pourra proposer au maître d'ouvrage de faire réaliser aux frais du maître d'ouvrage d'autres contrôles extérieurs spécifiques.
- L'établissement des constats de travaux et des métrés, indépendamment de l'intervention des contrôles extérieurs mandatés par le Maître d'Ouvrage ou des contrôles externes des Entreprises. Ces contrôles ont pour mission de formuler des avis critiques motivés, le Maître d'Œuvre demeurant responsable de la qualité de l'ouvrage et des moyens à mettre en œuvre pour assurer le résultat demandé par le Maître d'Ouvrage ;
- La mission comprend également l'intervention systématique et la présence sur site des spécialistes internes du Maître d'œuvre pour les phases importantes de l'opération ;
- L'organisation et la direction des réunions hebdomadaires de chantiers ainsi que des réunions spécifiques pour tous les points singuliers de l'opération ; la rédaction des comptes-rendus de réunion.
- La vérification et la signature des journaux de chantiers de façon hebdomadaire par le maître d'œuvre; La tenue des journaux de chantiers relatant les divers événements de l'opération dont obligatoirement tout événement susceptible de donner lieu à réclamation de la part des Entrepreneurs.
- Contrôler les actes spéciaux de sous-traitance, les faire corriger ou compléter si besoin, émettre un avis sur l'agrément des sous-traitants proposés ;
- La vérification des projets de décomptes mensuels des entrepreneurs (conformément aux dispositions de l'article 12 du CCAG Travaux 2021) sous un délai de 10 jours à compter de la date de l'accusé de réception du document ou du récépissé de remise ;
- Déterminer le montant de l'acompte mensuel à régler aux Entrepreneurs ;
- La vérification du projet de décompte final de l'entrepreneur établi conformément à l'article 12.3.1 du CCAG travaux 2021 sous un délai de 10 jours à compter de la date de l'accusé de réception du document ou du récépissé de remise ;
- L'instruction des mémoires de réclamation.

## 5.7 Assistance aux Opérations de Réception (AOR)

L'assistance apportée au maître de l'ouvrage lors des opérations de réception et pendant la période de garantie de parfait achèvement a pour objet :

- D'organiser les opérations préalables à la réception des travaux ;
- D'assurer le suivi des réserves formulées lors de la réception des travaux jusqu'à leur levée ;
- De procéder à l'examen des désordres signalés par le maître de l'ouvrage ;
- De constituer le dossier des ouvrages exécutés (DOE) nécessaires à leur exploitation.

Une attention particulière est demandée au titulaire sur les phases OPR et réception des travaux de wrapping, le titulaire devra mettre les moyens nécessaires afin de pouvoir réceptionner le traitement des points singuliers et la mise en route du système de déshumidification. A ce titre, il devra définir des critères de validation des tests d'étanchéité et assister personnellement aux essais d'étanchéité afin de valider la satisfaction de ces critères.

La mission du Maître d'œuvre est complétée par l'établissement de dossiers de récolement complet de l'opération.

En cas de défaillance de l'entreprise, le Maître d'œuvre a pour mission de relancer les entreprises et proposer au maître d'ouvrage l'application des mesures coercitives en lui fournissant les informations détaillées concernant les documents remis en retard par les entreprises ou dont il juge la qualité insuffisante. La mission d'assistance aux opérations préalables de réception est assurée par les personnes ayant réalisé la direction d'exécution des contrats de travaux, sous la responsabilité du directeur de projet.

La personne chargée du suivi pendant la garantie de parfait achèvement, sera désignée au moins 1 mois avant l'achèvement des travaux.

Le maître d'œuvre est responsable de la vérification et de la conformité des dossiers de récolement fournis par les différents intervenants aussi bien en termes de contenu que de support.

Ce dossier comprendra :

- Une nomenclature complète des plans et documents d'exécution établis tant par le maître d'œuvre, que par les titulaires des marchés de travaux
- Les procédures, documents, notices d'entretien du maître d'œuvre
- Les documents relatifs au suivi et contrôle qualité
- Les plans et documents des prestataires extérieurs y compris les fichiers numériques
- Les plans et documents conformes à exécution, des notices de fonctionnement qui sont à remettre, au titre du CCAG travaux, par les entreprises de travaux

Les délais d'établissement des documents d'études sont fixés dans l'acte d'engagement. Le maître d'ouvrage accuse réception de la remise des études.

## 5.8 L'ordonnancement, la coordination et le pilotage du chantier (OPC)

Dans le cadre de la mission d'ordonnancement, de pilotage et de coordination des travaux, le titulaire devra :

- Analyser les tâches élémentaires portant sur les études et les travaux, et déterminer leurs enchaînements ainsi que leur chemin critique, par des documents graphiques ;
- Harmoniser dans le temps et dans l'espace les actions des différents intervenants en phase travaux.



Une attention particulière sera portée sur la gestion de l'exploitation du fait des éventuels travaux concomitants à l'opération, ainsi qu'au maintien de l'exploitation.

## 5.9 Chantier test

Au titre de la mission Chantier Test, la maîtrise d'œuvre devra rédiger les parties techniques et financières (CCTP, BPU, planning prévisionnel et DE) du chantier test de wrapping. Celui-ci sera réalisé par une entreprise spécialisée en matière de wrapping. Le chantier test permettra de vérifier les cadences de mise en place du wrapping et donc de consolider le planning d'exécution des travaux.

Le cahier des charges du chantier test est rédigé sur la base des résultats de l'AVP. Ses conclusions servent à la réalisation du dossier PRO, puis du DCE.

Sur ce point, le maître d'œuvre veille à :

- Décrire, rédiger la demande technique et à en circonscrire le périmètre et à en estimer le coût ;
- Assister le maître d'ouvrage dans les opérations de sélection de l'opérateur qui réalisera les essais (dresse la liste des entreprises à consulter, soumet cette liste à l'approbation du maître d'ouvrage et recueille les devis et chiffrages concernés) ;
- Proposer au maître d'ouvrage le choix de l'offre économiquement la plus avantageuse (le coût des interventions pour la réalisation des essais demeurant à la charge du maître d'ouvrage) ;
- Coordonner et suivre la réalisation des essais (interventions et travaux) ;
- Récupérer le DOE du chantier test incluant l'analyse de l'entreprise titulaire et organiser avec celle-ci et le maître d'ouvrage une réunion de restitution qui fera l'objet d'un compte-rendu ;

Les points décrits ci-dessus sont intégralement compris dans le forfait de rémunération auquel le titulaire s'engage.

## 5.10 Feu

### Périmètre et objectifs de la mission complémentaire

Le titulaire doit réaliser une mission complémentaire liée à l'incorporation d'une protection au feu sur les portions de câbles porteurs situés à moins de 15m du tablier (travée centrale et travées de rive). L'objectif de cette protection au feu est de garantir une température inférieure à 300°C à la surface extérieure du câble porteur pendant 60 minutes, pour une source extérieure de 1100°C.

Cette mission complémentaire se déroule pendant les phases AVP, PRO, ACT, DET, VISA, AOR.

La protection au feu doit être installée sur chacun des câbles porteurs, donc deux câbles porteurs par nappe de suspension. La protection au feu n'est pas nécessaire sur les suspentes, mais les colliers de suspension devront être également protégés au feu. L'objectif de performance thermique est à atteindre en tout point du câble porteur situé à moins de 15m du tablier, donc en section courante et au droit des points singuliers.

### Contenu de la mission en phases AVP-PRO-ACT

En phase AVP, PRO, le titulaire doit démontrer la faisabilité technique d'un système de protection au feu au moyen de calculs de transfert thermique modélisant en 2D la section courante de câble porteur et le type de matériau mis en œuvre dans le système de protection au feu, soumis à une source extérieure de 1100°C.

Une autre note de calcul de transfert thermique est demandée pour définir la type et l'épaisseur de protection au feu mise en œuvre au droit des colliers. Le nombre de colliers à modéliser, compte tenu de leur variabilité, est laissé à l'appréciation du titulaire.

L'efficacité du système de protection au feu devra être valable également à l'entrée des câbles porteurs

dans les chambres d'ancrage, qui constitue un point singulier le long des câbles porteurs.

La phase études comprend également l'interaction entre la protection au feu et le système de wrapping. Des plans de détails devront être réalisés pour illustrer comment ces deux systèmes se superposent, et comment l'on passe du système couplé de wrapping plus protection au feu (dans les portions de câble situées à moins de 15m du tablier) au système de wrapping seul (pour les portions de câbles situées à plus de 15m du câble porteur).

Toute modification des plans de détails du wrapping pour incorporer la protection au feu là où elle est nécessaire est due par le titulaire.

La mission comprend aussi :

- La définition des exigences fonctionnelles relatives à l'exploitation et à la maintenance ;
- La définition des exigences en matière de durabilité ;
- La définition des contraintes d'installation (circulation, conditions météorologiques, etc.).

### **Contenu de la mission en phases DET-VISA-AOR**

Au stade du DCE, le CCTP devra être rédigé de manière à garantir les performances thermiques attendues, en laissant aux entreprises une latitude sur le choix des matériaux à mettre en œuvre.

L'efficacité du système de protection au feu devra être démontrée (lors de la phase de préparation de la phase travaux) par un essai au feu suivant les prescriptions du PTI DC45.1-12 - Recommendations for Stay Cable Design, Testing, and Installation. Le système testé devra être identique au système mis en œuvre sur site. Le titulaire doit le cahier des charges de cet essai au feu, une présence sur site lors des essais et la validation du rapport final de l'essai au feu. Le coût des essais au feu est à la charge du maître d'ouvrage et sera intégré au marché de travaux de wrapping.

Le supplément de VISA et d'AOR requis par cette mission complémentaire est à la charge du titulaire.

Cette mission complémentaire ne modifie pas le temps de présence requis en DET.