

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES (CCTP)

Pouvoir adjudicateur exerçant la maîtrise d'ouvrage

VOIES NAVIGABLES DE FRANCE

Direction de l'ingénierie et de la maîtrise d'ouvrage

Représentant du pouvoir adjudicateur (RPA)

Monsieur le directeur des Voies Navigables de France

Objet du marché

**Travaux de restauration des défenses de berges des canaux d'Ardres et
d'Audruicq**

LOT 2_Travaux de défenses de berges sur le canal d'Audruicq

Table des matières

1	CONSISTANCE ET DESCRIPTION DES TRAVAUX	3
1.1	Généralités	3
1.2	Localisation et objet du marché.....	3
1.3	Consistance des travaux.....	4
2	Spécifications des matériaux et produits.....	6
2.1	Généralités	6
2.2	Provenance des matériaux.....	6
2.3	Qualité des matériaux.....	6
2.4	Nom des marques	6
2.5	Craie Marneuse	7
2.6	Matériau de remblai	7
2.7	Géotextile.....	7
2.8	Tunage.....	8
2.9	Géonatte de coco	8
2.10	Mélange grainiers	8
2.11	Boudins d'hélophytes	8
2.12	Pieux bois	9
2.13	Enrochements.....	9
2.14	Grillage anti fouisseur	10
3	Mode d'exécution des travaux	10
3.1	Données générales.....	10
3.1.1	Dossiers préparatoires.....	10
3.1.2	Constat d'huissier avant et après travaux	10
3.1.3	Plan d'Assurance Qualité	10
3.2	Travaux préparatoires.....	11
3.2.1	Dégagement des emprises.....	11
3.2.2	Débroussaillage, défrichage, abattage et dessouchage.....	12
3.3	Terrassements	12
3.4	Aménagement des berges en tunage bois.....	13
3.5	Aménagement des berges en enrochements et boudins d'hélophytes	14
3.6	Adaptations particulières des aménagements.....	15
3.6.1	Points de rejets	15
3.6.2	Zone de frayère.....	16

1 CONSISTANCE ET DESCRIPTION DES TRAVAUX

1.1 GÉNÉRALITES

La présente opération concerne les travaux de restauration des défenses de berges des canaux d'Ardres et d'Audruicq.

Ce lot 2 est centré sur le canal d'Audruicq et vise à la restauration de ses défenses de berges.

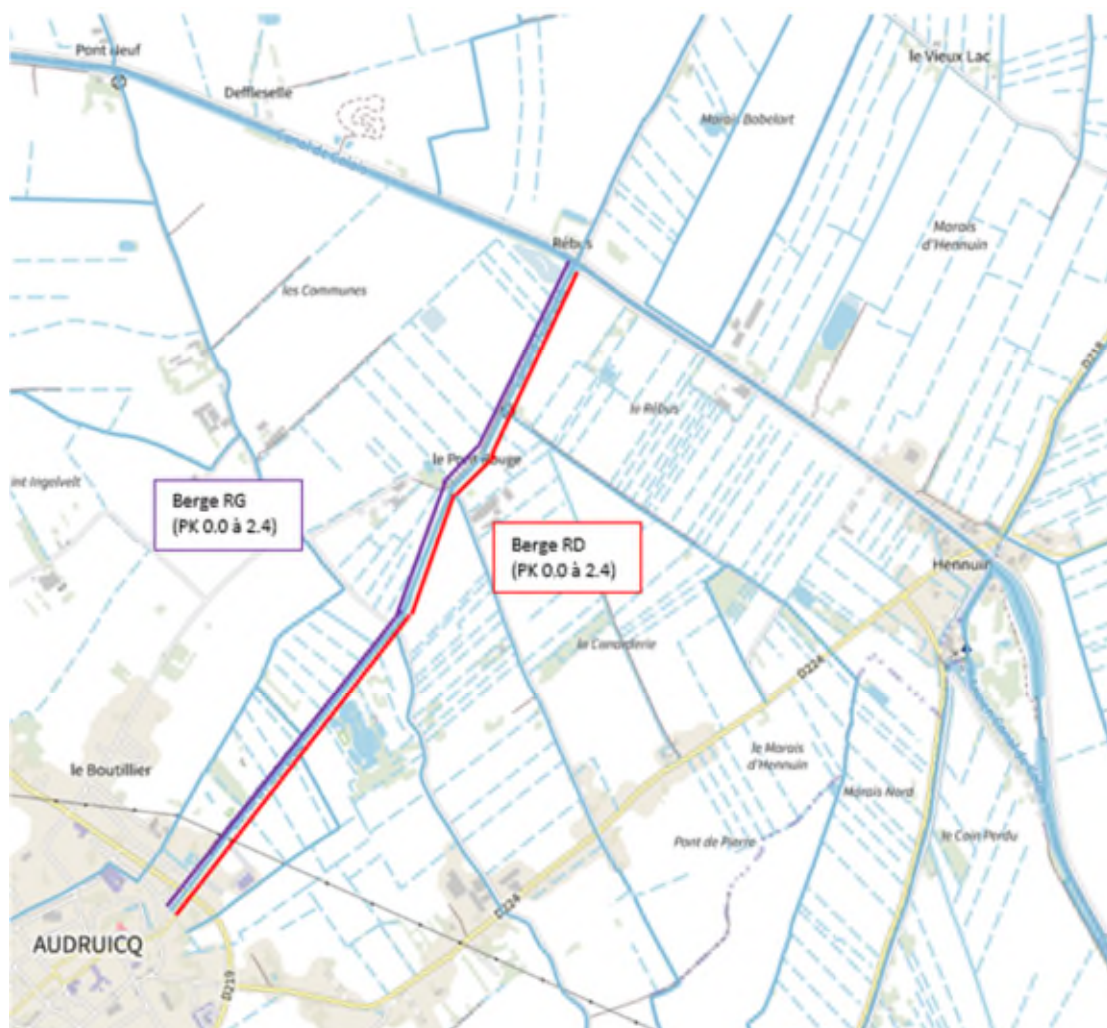
Le présent CCTP concerne les prescriptions du lot 2.

1.2 LOCALISATION ET OBJET DU MARCHÉ

Cette opération découle des inondations exceptionnelles qu'a connu le département du Pas-de-Calais durant l'hiver 2023-2024. Le delta de l'Aa, fortement impacté par ces dernières, abrite 3 canaux non navigables qui ont fait l'objet de dragages d'urgence durant le printemps 2024. Cependant, ces événements ont également fragilisé les berges, mettant en péril les biens et personnes à proximité.

Les travaux viseront donc à la restauration des berges dégradées par la mise en œuvre de techniques mixtes et végétales (tunage bois et enrochements avec boudins d'hélophytes) au sein des linéaires suivants :

- Rive droite : PK 0.000 au PK 2.400
- Rive gauche : PK 0.000 au PK 2.400



1.3 CONSISTANCE DES TRAVAUX

L'emprise des travaux du LOT2 comprend :

- Rive droite : **2087 ml**
- Rive gauche : **2061 ml**

La carte des linéaires à aménager du LOT2 est joint en Annexe du CCTC.

Les travaux de restauration des défenses de berges du canal d'Audruicq comprennent :

- **Installation de chantier et préparatifs administratifs**
 - Etudes d'exécution
 - Etablissement du calendrier d'exécution,
 - Mise au point du plan d'assurance qualité (PAQ),
 - Mise au point de l'organisation du suivi et de l'évacuation des déchets de chantier (obtention des certificats d'acceptation préalables),
 - Démarches et procédures administratives (inspection commune, PPSPS, autorisation de voirie, autorisation pour travaux par voie fluviale, organisation des coupures de circulation nécessaires, ...),
 - L'implantation des ouvrages et piquetage général,
 - Mise en place de la signalisation terrestre et fluviale de chantier
 - Fourniture et mise en place des panneaux d'information
 - La dépose et repose des barrières ou glissières de sécurité,
 - Constat d'huissier avant travaux,
 - DICT, piquetage des ouvrages souterrains, sondages,
 - Installation base de vie,
 - Amenée du matériel terrestre et de l'ensemble des ateliers fluviaux,
 - Raccordement aux réseaux,
 - Aménagement de la zone de mise à l'eau et de stockage, et remise en état
 - Clôture du chantier
 - Suivi de la qualité des eaux
- **Travaux préparatoires et terrassements**
 - Dégagement d'emprise y compris évacuation
 - Abattage et dessouchage d'arbres de circonférence ≤ 50 cm y compris évacuation
 - Abattage et dessouchage d'arbres de circonférence ≥ 50 cm y compris évacuation
 - Débroussaillage, élagage, y compris évacuation
 - Reprofilage et dressage des talus rive droite
 - Reprofilage et dressage des talus rive gauche
 - Création d'une zone de frayères
- **Travaux de restauration des berges en tunage bois**
 - Fourniture et mise en œuvre d'une craie marneuse en remblai sous eau
 - Fourniture et mise en œuvre d'un matériau terreux en remblai derrière le tunage
 - Fourniture et mise en œuvre d'un géotextile
 - Amenée et repli d'un atelier de fonçage de pieux bois
 - Fourniture et mise en œuvre d'un tunage avec pieux bois entre 3 et 5 m
 - Plus value tunage pour pieu bois de 6 à 7 m
 - Fourniture et mise en œuvre d'une géonatte de coco sur talus
 - Fourniture et mise en œuvre d'un grillage anti fouisseur
 - Ensemencement des talus
 - Sujétion de raccordement du tunage sur ouvrages existants (type cadre béton)
 - Sujétion d'adaptation des canalisations de rejets
- **Travaux de restauration des berges en enrochements et boudins d'hélophytes**
 - Fourniture et mise en œuvre d'une craie marneuse en remblai sous eau
 - Fourniture et mise en œuvre d'un matériau terreux en remblai sur le haut de talus
 - Fourniture et mise en œuvre d'un géotextile

- Fourniture et mise en œuvre de pieux en bois de 2 à 3 m
- Fourniture et pose d'enrochements type 20 - 80 Kg
- Fourniture et mise en œuvre de boudins d'hélophytes pré-végétalisés
- Fourniture et mise en œuvre d'une géonatte de coco sur talus
- Fourniture et mise en œuvre d'un grillage anti fouisseur
-
- Ensemencement des talus
- Sujétion d'adaptation des points de rejets
- **Travaux divers et Finitions :**
 - Constat d'huissier après travaux,
 - Nettoyage général du site
 - Repliement du matériel fluvial et terrestre
 - Elaboration DOE et plan de récolement topographique et bathymétrique après travaux

2 SPÉCIFICATIONS DES MATÉRIAUX ET PRODUITS

2.1 GÉNÉRALITÉS

Tous les matériaux nécessaires à la réalisation des travaux devront satisfaire aux conditions fixées par le CCTG, les fascicules et DTU intéressés par la nature des travaux et prestations du présent marché et complétées par les dispositions du présent chapitre.

Tous les matériaux fournis devront être soumis à l'agrément du Maître d'œuvre en temps utile pour respecter le délai d'exécution contractuel et au maximum dans un délai de vingt jours ouvrables à compter de la notification de la période de préparation. Cet agrément ne dégage en aucun cas la responsabilité de l'entreprise.

Hormis pour les motifs énoncés au CCTP, l'entreprise ne pourra arguer des difficultés d'approvisionnement, de transport pour quelque cause que ce soit, afin de justifier les retards dans l'exécution des travaux qui lui sont prescrits.

2.2 PROVENANCE DES MATÉRIAUX

L'Entreprise aura libre choix de la provenance des matériaux, qui devront correspondre aux qualités en vigueur et être soumis en temps utile au visa du Maître d'œuvre qui, dispose d'un délai de 10 jours pour faire connaître sa réponse.

Les matériaux devront provenir de carrières, ballastières ou usines garantissant une production conforme aux normes et spécifications applicables à ces fournitures et définies aux articles du CCTP ci-après.

L'entreprise sera tenue de justifier la provenance des matériaux au moyen de bons de livraison délivrés par le responsable de la carrière ou de l'usine ou à défaut, par un certificat d'origine ou autres preuves authentiques.

Les transports et manœuvres seront faits de manière à ne pas dégrader la voie publique ni les installations existantes. Dans le cas où des dégradations seraient commises, elles devront être réparées par les soins et aux frais de l'entreprise dans un délai qui sera fixé par le maître d'ouvrage.

2.3 QUALITÉ DES MATÉRIAUX

Tous les matériaux, matières ou fournitures à la charge de l'Entreprise, incorporés dans les ouvrages, satisferont aux conditions du CCTG ou, à défaut, aux normes françaises. D'une manière générale, ils seront de tout premier choix et exempts de défauts. En l'absence de « certificat de conformité » des matériaux utilisés, les fournisseurs et matériaux seront soumis à l'agrément du maître d'œuvre.

Le maître d'œuvre se réserve le droit de demander à l'Entreprise de compléter les spécifications qui lui paraîtraient insuffisantes. Il pourra, à tout moment, faire procéder aux essais ou épreuves qui lui paraîtraient nécessaires. Les frais de ces essais seront à la charge de l'Entreprise.

2.4 NOM DES MARQUES

Il est précisé que le nom de marques ou de référence à des catalogues ou types d'équipements d'un fabricant particulier, qui pourraient figurer dans le présent marché, ne sont donnés qu'à titre indicatif.

Toutes les variantes de matériel ou de matériaux pourront être étudiées par la maîtrise d'œuvre, à condition que leurs caractéristiques soient équivalentes à celles prescrites et offrent des garanties au moins égales en qualité et performances.

2.5 CRAIE MARNEUSE

La craie marneuse est utilisée en remblai sous eau pour la reconstitution du talus des berges. Il s'agit d'un mélange naturel de craie argileuse et marne, local présentant une bonne tenue immergée avec absence de dissolution rapide.

Les principales caractéristiques du matériau sont :

- Granulométrie 0/200 mm avec 20 à 30% d'éléments > 20 mm afin d'assurer une bonne cohésion.
- Perméabilité 10^{-7} à 10^{-8} m/s
- Teneur en eau naturelle (wn) : 20 à 30%
- Cohésion non drainée (Cu) : 20 à 80 kPa
- Porosité totale : 10 - 40%
- Masse volumique ≥ 1.4 t/m³

L'entreprise fournit la fiche d'analyse du laboratoire pour le matériau ainsi que son origine géologique pour agrément au maître d'œuvre avant sa mise en œuvre.

2.6 MATÉRIAU DE REMBLAI

Le matériau de remblai utilisé en remblai hors d'eau pour reconstitution des hauts de talus et sous les boudins d'hélophytes est de type terre végétalisable.

Il sera exempt de blocs de calcaire trop volumineux et respectera la prescription suivante : $D_{max} < 200$ mm.

Il renfermera un pourcentage de 25% à 35% maximum de terres argileuses.

En aucun cas ces matériaux n'ont vocation à être mis sous eau du fait de leur caractère sensible à l'eau qui ne permet pas d'assurer la pérennité des ouvrages.

Ce matériau doit respecter les exigences suivantes :

- Absence de débris végétaux, de produits de démolitions et produits chimiques,
- Exempte de tout ou partie d'espèces exotiques envahissantes,
- Absence de nocivité par rapport aux matériaux métalliques et à l'eau,
- Facilité de mise en œuvre et de réglage fin.

Le matériau est soumis à la validation du maître d'œuvre avant sa mise en œuvre.

2.7 GÉOTEXTILE

Ce géotextile drainant et anticontaminant est prévu sous les enrochements et sous le matériau de remblai

La certification ASQUAL est requise. Les fonctions certifiées devront être la filtration, la séparation et le drainage / filtration.

Les caractéristiques minimums requises sont :

- Epaisseur nominale sous 2 kPa (mm) selon la norme NF EN ISO 9863-1 devra être supérieure ou égale à 3,2 mm.
- Masse surfacique (g/m²) nominale selon Norme NF EN ISO 9864 devra être supérieure ou égale 400 g/m².
- Résistance à la traction (kN/m) nominale selon Norme NF EN ISO 10319 SP & ST devra être supérieure ou égale 30 kN/m.
- Perforation dynamique (mm) nominale selon Norme NF EN ISO 13433 devra être inférieure ou égale 6 mm.
- Résistance au poinçonnement statique CBR (KN) nominal selon Norme NF EN ISO 12236 devra être supérieure ou égale 2.90 kN.

L'ouverture de filtration (μ m) nominale selon la norme NF EN ISO 12956 devra être supérieure ou égale 95 μ m.

2.8 TUNAGE

Le tunage sera réalisé avec du bois de classe IV (conformément à la norme NF 50 105– 3) et répondant aux spécifications suivantes :

- Pieux en châtaignier ou robinier, de 16 cm de diamètre et d'une longueur entre 3 à 5 m en zone courante et entre 6 à 7 m sur les zones avec une grande hauteur de tourbe (voir caractéristiques de sol dans la G2 AVP/PRO), espacés de 1 m.
La longueur des pieux sera ajustée selon les zones en fonction de la profondeur de la tourbe.
- Planches en chêne d'une épaisseur de 4 cm, formant un parement d'une hauteur de 60 cm. Celui-ci est pré assemblé avant d'être fixé sur les pieux et positionné 30 cm au-dessus et 30 cm en dessous du NNN.

Une garantie fournisseur minimale de 10 ans devra être fournie pour les bois non-traités.

2.9 GÉONATTE DE COCO

Le géotextile biodégradable en coco tissé est utilisé en recouvrement des hauts de talus des berges. Ses principales caractéristiques sont :

- Masse surfacique 900 g/m²
- Ouverture des mailles : 5 mm x 10 mm
- Construction par dm² : 12 x 7

Ils sont livrés en rouleaux d'une longueur de 50 m et largeur standard de 2 m

2.10 MÉLANGE GRAINIERS

Les mélanges grainiers seront composés d'espèces locales et seront conformes aux prescriptions de l'article 2.2.4.2 du fascicule 35 du CCTG.

Le mélange grainier utilisé devra être de type spécial berges adapté aux conditions écologiques du site. Ces compositions permettent d'avoir un verdissement rapide, une bonne adaptation à l'environnement (humidité, sécheresse, qualité de sol), un entretien nul ou limite à deux fauches/an. Suivant les emplacements, les mélanges suivants sont préconisés.

bas de berges Mélange adapté aux zones humides . Il convient très bien en berges humides et supportera l'immersion provisoire.	berges supérieures Mélange adapté aux zones continentales ; à fort pouvoir de fixation des sols et à forte tolérance au manque de lumière.	talus Mélange adapté aux zones sèches : à fort pouvoir de fixation des sols, à très haute résistance à la sécheresse.
30% R.G. Anglais 15% Fétuque élevée 15% Fétuque rouge 10% Fétuque ovine 5% Paturin commun 5% Agrostide 10% Lotier corniculé 10% Minette (Luzerne)	30% R.G. Anglais 29% F.R. Traçante 20% Fétuque élevée 7% Trèfle hybride 5% Pimprenelle 3% Plantain lancéolé 2% Lotier corniculé 3% Trèfle Blanc nain 1% Achillée millefeuille	20 % R.G. Anglais 20 % Dactyle 15 % Fétuque élevée 10 % F.R. ½ traçante 12 % Pimprenelle 10% Sainfoin 5 % F.Ovine durette 4 % Lotier 3 % Plantain lancéolé 1 % Achillée millefeuille

Les périodes optimales de semis sont le printemps et l'automne. (Fin mars/fin mai et août/mi-novembre), néanmoins, les travaux de semis devront être réalisés le plus tôt possible afin d'éviter le ruissellement et l'érosion des talus.

2.11 BOUDINS D'HÉLOPHYTES

Les boudins d'hélophytes sont localisés en pied de berges, en zone de connexion avec le niveau d'eau. Ses caractéristiques sont :

- Natte composée d'un filet coco 400 g/m² enfermant de la fibre de coco biodégradable
- dimension : l = 5 m et L = 1 m
- Substrat incorporé dans la natte
- plantation de mini-mottes et racines nues d'hélophytes (20 à 25 plantes /m²)
- Fourniture des nattes roulées dès que le système racinaire a parfaitement colonisé la natte
- poids final de la natte d'environ 50/80 kg
- fixation par des agrafes

Le choix des espèces devra respecter les contraintes du site et seront à valider par le Moe. Elles seront du type Phragmitaie, Caricaie, Glycéràie, Phalaridaie.

2.12 PIEUX BOIS

Des pieux bois sont utilisés pour stabiliser les boudins d'hélophytes en pied de berges. Il s'agit de bois de classe IV (conformément à la norme NF 50 105– 3) en châtaignier ou robinier, de 14 cm de diamètre, d'une longueur de 2 à 3 m et espacés de 1.50 m.

2.13 ENROCHEMENTS

Pour la protection et le renforcement des berges, le blocage des enrochements par leurs arêtes (blocs sur blocs) est le facteur principal de stabilité. Les enrochements seront à angles marqués, de forme voisine du tétraèdre.

Les matériaux utilisés devront être constitués de roche saine et répondant aux exigences de la norme NF EN 13 383 d'Août 2003.

Les essais seront réalisés conformément aux dispositions définies dans les documents suivants :

- norme NF EN 13 383-1 enrochements spécifications
- norme NF EN 13 383-2 enrochements méthode d'essais
- norme FD p18 662 guide d'utilisation des normes NF EN 13 383-1 et NF EN 13 383-2

L'entreprise en charge des travaux devra notamment apporter les éléments suivants :

- Résistance à la fragmentation > 80 Mpa (catégorie CS80)
- Résistance à l'Usure : Micro deval <30 (catégorie MD30)
- Résistance au gel dégel : (absorption d'eau <0.5% (catégorie WA0.5)
- Les blocs doivent répondre aux spécifications de l'article 9 du fascicule 64 du CCTG.

Les matériaux utilisés seront des roches saines, non gélive. Leur résistance mécanique doit permettre d'éviter la fragmentation lors du transport, de la mise en place et des déplacements sous l'effet des courants. Les blocs seront propres sans inclusion de terre ou de matières organiques.

Les enrochements à mettre en œuvre seront de classe granulaire 20 à 80 kg.

La distribution de masse de ces enrochements, sera conforme à la norme NF EN 13383-1

Les enrochements satisferont aux caractéristiques suivantes:

- masse volumique suivant la norme P 18-554
- indice de continuité suivant la norme P 18-556 (moyenne IC = 81.5)
- fragilité – essai Los Angeles suivant la norme P 18-573 (25 < LA < 33)
- densité apparente ≥ 2,2 tonnes/m³
- essai de résistance au gel / dégel conforme à la norme NF EN 13383-1
- Résistance à la compression : les échantillons contrôlés devront présenter une résistance moyenne égale à 18 MPa (180 bars).
- ne pas présenter de clivages préférentiels
- ne pas être mélangé à une matrice argileuse ou terreuse
- être de forme homogène
- être de géométrie compatible avec le projet.

L'ensemble de ces éléments fera l'objet d'une fiche d'agrément soumise par l'entreprise de travaux au maître d'œuvre avant réalisation.

2.14 GRILLAGE ANTI FOUISSEUR

Le grillage métallique anti-fouisseur galvanisé dispose d'une maille serrée, destinée à empêcher le creusement de terriers en haut de berge végétalisée. Il doit être compatible avec le passage de tontes, fauchage ou végétalisation.

Ses caractéristiques techniques sont :

- grillage galvanisé torsadé ou soudé, maille serrée
- Maille : carrée ou rectangulaire 25 x 25 mm à 50 x 50 mm
- Fil en acier galvanisé à chaud, diamètre 1,9 à 2,5 mm
- Largeur : 1,00 m à 1,20 m selon configuration du talus
- Retour enterré : minimum 30 cm dans le sol
- Galvanisation : classe A selon EN 10244-2 ($\geq 275 \text{ g/m}^2$)

La fiche d'agrément sera soumise à la validation du maître d'œuvre.

3 MODE D'EXÉCUTION DES TRAVAUX

3.1 DONNÉES GÉNÉRALES

3.1.1 Dossiers préparatoires

Voir les dispositions prévues au CCTC.

L'entrepreneur devra établir et soumettre pour visa au Maître d'œuvre l'ensemble des documents listés ci-après, dans des délais compatibles avec les délais d'examen et de vérification fixés dans le C.C.A.P :

- la remise des attestations d'assurance, conformément à ce qui est prévu au CCAP ;
- l'établissement du procès-verbal faisant suite à l'inspection commune des lieux d'exécution des travaux en présence du Maître d'œuvre et/ou du maître d'ouvrage
- le projet d'assurance qualité (PAQ) de l'entreprise,
- l'établissement et remise au Maître d'œuvre du plan de piquetage et d'implantation des ouvrages,
- l'établissement et présentation au visa du Maître d'œuvre du projet de panneau d'information,
- l'établissement et remise au Maître d'œuvre des listes du personnel (+ copie des cartes d'identité),
- l'établissement et remise au Maître d'œuvre de la liste des travaux sous-traités et des dossiers d'agrément des sous-traitants susceptibles d'intervenir dans les deux premiers mois de travaux,
- les demandes d'agrément (ou fiches produit) des matériaux, produits et fournitures utilisés

3.1.2 Constat d'huissier avant et après travaux

Les constats d'huissier (un constat avant travaux et un constat après travaux) seront réalisés à la charge de l'Entrepreneur et porteront notamment sur :

- Les constructions avoisinants l'emprise des travaux,
- L'état des parcelles alentours,
- L'état des réseaux apparents et des VRD,
- L'état des accès au site,
- Toutes autres sujétions,

Les constats d'huissier seront remis en deux exemplaires au maître d'œuvre et un exemplaire de chaque constat sera remis au DOE (dossier des ouvrages exécutés).

Les visites d'huissier avant travaux devront obligatoirement être réalisées avant toute intervention sur site.

3.1.3 Plan d'Assurance Qualité

Voir les dispositions prévues au CCTC

La liste des points d'arrêt et points critiques concernant les travaux sont, non exhaustivement :

- **Liste des Points d'arrêt minimum :**
 - Implantation des ouvrages
 - Réception du fond de forme de terrassement
 - Validation planches d'essais

- **Liste des Points critiques minimum :**
 - Relevés de fonçage
 - Contrôle des remblais (qualité et mise en oeuvre)
 - Contrôle de la qualité de l'eau

3.2 TRAVAUX PRÉPARATOIRES

3.2.1 Dégagement des emprises

Les travaux de dégagement d'emprises comprennent la dépose des enrochements qui ont glissés sur la zone de défenses de berges refaite récemment en rive gauche.

Ces enrochements seront stockés provisoirement en bord de berges pour être réutilisés dans le cadre des travaux du présent marché. L'entreprise a également à sa charge la reprise et le transport de ces matériaux pour la mise en œuvre dans les zones d'aménagement des berges en enrochements.



ancien tunage_canal Audruicq
place.

D'autre part, les pieux bois, vestiges d'anciens tunages seront laissés en place s'ils n'entravent pas la mise en place des aménagements.

Dans le cas contraire, ils seront retirés et évacués en filière adaptée.

Les plots bétons présents sur la berge, en amont du pont rouge, seront laissés en



talus en enrochements_rive
gauche canal Audruicq



3.2.2 Débroussaillage, défrichage, abattage et dessouchage

L'entrepreneur est chargé, avant d'effectuer l'implantation et le piquetage des ouvrages, de réaliser une fauche de la végétation, l'élagage, l'abattage et le dessouchage d'arbres et arbustes présent sur la zone d'emprise des travaux. Les arbres à élaguer, abattre ou dessoucher auront été repérés au préalable lors d'une visite contradictoire au début de la période de préparation.

Lors de ces travaux, l'entrepreneur devra veiller à ce que d'éventuelles embâcles n'entraînent pas de désordre préjudiciable aux ouvrages publics ou particuliers ainsi qu'aux propriétés riveraines.

En ce qui concerne les travaux d'abattage d'arbres et de débroussaillage, il est strictement interdit de travailler au moyen d'un godet sur pelle hydraulique ou d'un bulldozer.

Toute utilisation de produit chimique et/ou phytosanitaire est totalement proscrite.

Ces prestations comprennent le façonnage du bois, le broyage des déchets et/ou l'évacuation des résidus en filière appropriée, dans le respect de la réglementation et selon les dispositions du SOSED rédigé par l'entrepreneur.

Les arbres sont principalement situés sur la rive gauche, en amont du pont rouge. Une visite sur le terrain sera effectuée durant la phase de préparation avec l'entreprise afin de valider les sujets à enlever.

Il est à noter que deux à trois arbres conséquents (notamment des saules pleureurs) sont présents au niveau du pont et devraient pouvoir être conservés à condition qu'ils n'entravent pas l'implantation du tunage.



3.3 TERRASSEMENTS

Le titulaire du marché a à sa charge les travaux de reprofilage du talus des défenses de berges.

La prestation comprend le retalutage des berges, le dressage des talus ainsi que :

- L'ensemble des terrassements pour la globalité des travaux,
- Cela comprend les modelages, les raccords au terrain existant, les nivellements, l'enlèvement des éléments inappropriés dans la zone de travaux, les créations des assises, les reprises de pente et de berge, ...
- L'ensemble des terrassements nécessaires à la mise en œuvre des ouvrages et à la remise en état,
- L'ensemble des terrassements hors d'eau et sous-eau nécessaires aux aménagements de berges et leur reprofilage,

- Les raccords au terrain naturel, les nivellements,
- Le stockage éventuel des déblais avant reprise,
- L'évacuation des déblais de toute nature sous-eau en filière adaptée y compris toutes sujétions de fournitures, de matériel et de main d'œuvre.

3.4 AMÉNAGEMENT DES BERGES EN TUNAGE BOIS

Le linéaire aménagé en tunage bois sur le canal d'Audruicq est :

- Rive droite : 2 087 ml (du profil 1 au profil 105)
- Rive gauche : 963 ml (du profil 3 au profil 14 et du profil 69 au profil 104).

L'entreprise reconstitue le talus de la défense de berge en restaurant un accotement minimum de 1 m entre le bord de la route et le haut de talus. Celui est reformé avec un matériau de remblai végétalisable et une pente de 5/2 allant de la côte existante jusqu'au sommet du pieu du tunage à +1,64 m NGF.

De manière générale, les côtes de haut de talus ne sont pas modifiées.

Un géotextile anti-poinçonnant est placé sous le remblai en remontant le long du tunage.

Le talus sous-eau est reformé avec de la craie marneuse, depuis le fond du canal jusqu'à la base du tunage selon le cas.

Le tunage se compose d'une file de pieux en bois de robinier d'une longueur entre 3 à 5 m en zone courante et entre 6 à 7 m sur les zones avec une grande hauteur de tourbe, de 16 cm de diamètre et espacés d'un mètre.

NB : Les résultats des sondages géotechniques ont révélé la présence de couches tourbeuses de plus de 3 m d'épaisseur sur une partie du site. Environ 40% de la zone a une profondeur de tourbe sur plus de 3 m rencontrée jusqu'à une profondeur comprise entre 4,60 à 6,80 m, et 40% a une épaisseur de 1,50 m avec une profondeur jusqu'à 2,90 m sous le TN. La longueur des pieux sera donc ajustée selon les zones en fonction de la profondeur de la tourbe. Ces éléments seront confirmés à l'issue de la G2 AVP/PRO transmise en phase préparation au titulaire.

Les pieux sont implantés à la cote + 1.64 m NGF soit environ 30 cm au-dessus du NNN. Un parement en chêne de 60 cm de haut pré assemblé (épaisseur 4 cm) sera fixé sur les pieux et positionné 30 cm au-dessus et 30 cm en dessous du NNN

Le haut du talus de la berge reconstituée est couvert d'un grillage anti fouisseur et d'une géonatte de coco biodégradable. L'entreprise ensemence cette zone avec des graminées et légumineuses telles que fétuque rouge, agrostide, pâturin et luzerne.

La mise en œuvre du tunage sera réalisée exclusivement par voie d'eau selon le phasage proposé suivant :

- Première phase de terrassement sous l'eau pour la reconstitution du talus fluvial avec de la craie marneuse.
- L'installation des pieux en bois du tunage sera effectuée selon l'implantation indiquée sur les plans joints en annexe. L'écartement entre les pieux sera **de 1 m d'axe à axe**. Ils seront enfoncés par battage mécanique en utilisant une cloche adaptée placée sur le brise-roche de la pelle hydraulique. Le battage des pieux à la masse ou avec le godet de la pelle hydraulique est interdit.
- Installation du parement bois de 60 cm de hauteur, fixé sur les pieux à 30 cm au-dessus et en dessous du NNN avec des clous et vis en inox pour assurer le maintien.
- Le géotextile de filtration doit être installé à l'arrière, contre les planches et les pieux, couvrant toute la hauteur des planches. Il doit ensuite être étendu sur la risberme terrassée (cette banquette doit être inclinée vers la berge) ainsi qu'une partie du talus, afin de prévenir le départ de particules fines. Le géotextile doit être fixé par agrafage et attaché aux planches avec des clous ou vis en inox. Les recouvrements latéraux et longitudinaux devront être pris en compte.
- Deuxième phase de travaux de terrassement visant la reconstitution du sommet du talus.

Le reprofilage et dressage du haut de talus est réalisé avec un matériau terreux végétalisable.

- Mise en œuvre du grillage anti fouisseur et de la géo-natte de coco sur le haut de talus pour éviter les ravinements. La géonatte est placée en bandes successives parallèles au sens d'écoulement du cours d'eau. Le recouvrement des lés se fait de haut en bas et dans le sens du courant. Les recouvrements seront d'au moins 20 cm latéralement et 40 cm longitudinalement. Les bandes sont fixées à raison de deux agrafes au moins par m².
- Ensemencement des haut de talus des berges

Voir l'ensemble des profils aménagés sur le canal d'Audruicq et les vues en plans des linéaires sont joints en Annexe.

3.5 AMÉNAGEMENT DES BERGES EN ENROCHEMENTS ET BOUDINS D'HÉLOPHYTES

Le linéaire aménagé en enrochements et boudins d'hélophytes sur le canal d'Audruicq est :

- Rive droite : 1 098 ml (du profil 15 au profil 68 et du profil 105 au profil 106)

L'entreprise reconstitue le talus de la défense de berge en restaurant un accotement minimum de 1 m entre le bord de la route et le haut de talus. Le profil de la défense de berge est reconstitué à partir d'un matériau de remblai végétalisable, avec une pente de 5/2 allant du haut du talus jusqu'au niveau du NNN.

Une risberme d'environ 1 m de largeur est créée pour l'installation de boudins d'hélophytes prévégétalisés au niveau de l'eau.

La défense de berges est consolidée par la reconstitution du talus sous-eau avec des enrochements de type 20-80 kg posés sur un géotextile. Les boudins d'hélophytes sont stabilisés par des pieux en bois de 2 à 3 m de longueur, diamètre 14 cm et espacés de 1,50 m afin de prévenir leur déplacement dû au courant.

Le haut du talus de la berge reconstituée est couvert d'un grillage anti fouisseur et d'une géonatte de coco biodégradable. L'entreprise sème cette zone avec des graminées et légumineuses telles que fétuque rouge, agrostide, pâturin et luzerne.

La mise en œuvre sera réalisée exclusivement par voie d'eau selon le phasage proposé suivant :

- Pose d'un géotextile synthétique non tissé sous les enrochements pour éviter le lessivage des particules fines entre les blocs.
Il est déroulé perpendiculairement au sens d'écoulement du cours d'eau. Les recouvrements auront une largeur minimale de 30 cm dans les directions longitudinale et latérale. Le géotextile sera correctement plaqué à la berge sous le niveau de l'eau, grâce à un lestage approprié lors de sa mise en place, et remontera le long des pieux (entre les enrochements et la craie marneuse sous-eau) après mise en œuvre de ces derniers. Voir les profils en travers en annexe.
- Fonçage des pieux bois de maintien des boudins d'hélophytes
L'installation des pieux en bois sera effectuée selon l'implantation indiquée sur les plans joints en annexe. L'écartement entre les pieux sera de 1,50 m. Ils seront enfoncés par battage mécanique. Le battage des pieux à la masse ou avec le godet de la pelle hydraulique est interdit.
- Pose des enrochements jusqu'au niveau du NNN
Leur mise en œuvre sera effectuée avec précision, en commençant par la base et en progressant vers le sommet.
L'entreprise disposera les enrochements afin de constituer une bêche d'ancrage en pied pour assurer une butée à l'ouvrage. Un soin particulier sera apporté à la constitution de la bêche d'ancrage, au positionnement des blocs, afin de garantir une surface homogène et de minimiser les interstices entre eux.
- Phase de terrassement pour reconstitution du talus

Après la pose des enrochements en pied, la partie du talus sous-eau est reconstituée avec de la craie marneuse pour créer une risberme, fournissant ainsi une assise plane pour la pose du boudin d'hélophytes.

Le reprofilage et dressage du haut de talus est réalisé avec un matériau terreux végétalisable.

- Mise en œuvre du grillage anti fouisseur et de la géo-natte de coco sur le haut de talus pour éviter les ravinements. La géonatte est placée en bandes successives parallèles au sens d'écoulement du cours d'eau. Le recouvrement des lés se fait de haut en bas et dans le sens du courant. Les recouvrements seront d'au moins 20 cm latéralement et 40 cm longitudinalement. Les bandes sont fixées à raison de deux agrafes au moins par m².
- Pose des boudins d'hélophytes en pied de berges
- Ensemencement des hauts de talus des berges.

Voir l'ensemble des profils aménagés sur le canal d'Audruicq et les vues en plans des linéaires sont joints en Annexe

3.6 ADAPTATIONS PARTICULIÈRES DES AMÉNAGEMENTS

3.6.1 Points de rejets

De nombreux points de rejets sont présents le long des berges du canal d'Audruicq, sur les deux rives. Il s'agit soit de canalisations béton (Ø de 100 à 800 mm) soit de canalisation PVC (Ø de 100 à 200 mm) ou encore de cadre béton de hauteur variable.



L'entreprise adapte les aménagements de défenses de berges à chaque point de rejet en fonction de la technique utilisée (tunage ou reprise du talus avec boudins et enrochements), du type de canalisation et de la position du fil d'eau.

Pour les canalisations en PVC, l'adaptation consiste à ajouter un linéaire de tuyau supplémentaire raccordé à l'existant via un manchon de raccordement. Selon la position du fil d'eau, une ouverture

devra être réalisée soit dans le tunage, soit dans le talus en terre, en le protégeant avec quelques enrochements percolés.

Pour les canalisations en béton, dans le cas du tunage, ce dernier sera interrompu au niveau de la canalisation. Cette dernière sera protégée par des enrochements de 20 à 80 kg percolés, posés sur un géotextile. Dans le cas d'une défense intégrant la reconstitution du haut talus en remblais, des enrochements au pied du talus et des boudins hélophytes, la canalisation en béton sera protégée de manière similaire.

Pour les autres ouvrages en béton, tels que les cadres ou radiers, l'entreprise réalise une adaptation des aménagements à l'emplacement de chaque ouvrage afin d'assurer le raccordement entre la nouvelle défense de berges et l'ouvrage existant.

Toutes les dispositions et moyens pour assurer le raccordement de ces points de rejets aux nouveaux aménagements sont à la charge de l'entreprise.

3.6.2 Zone de frayère

Sur la rive gauche au début du canal (au niveau du profil 2) et de la zone d'entrée en terre, l'entreprise aménage une zone de fraie. La profondeur actuelle de cette zone est d'environ 40 cm. Les travaux consisteront à terrasser en déblai/remblai le fond à la pelle afin de créer un profil en pente douce vers le canal (pente de 2 à 5 %) pour obtenir une profondeur variant de 20 à 60 cm. L'objectif est de modeler le fond pour créer des micro-méandres et zones sinueuses favorables à la diversité des habitats.

Une couche de graviers de 10 à 50 mm sur environ 15 à 30 cm d'épaisseur sera épandue dans le fond et ponctuellement quelques galets plus gros seront positionnés pour créer de la rugosité et des caches. Un merlon en enrochements (~10 ml - ~80 cm de hauteur) sera installé et aligné avec la berge à l'interface entre la zone de frayère et le canal. Deux ouvertures (30 à 60 cm de largeur) seront créées dans le merlon afin d'assurer une circulation d'eau et permettre la circulation piscicole.

Des plantations d'hélophytes de bordure et de zone humide seront mises en place en poches de plantations dans la zone de fraie.

Toutes les dispositions et moyens sont à la charge de l'entreprise.

Voir plan de principe en annexe PL01 du présent CCTP.