



CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES

ACCORD-CADRE DE TRAVAUX

**Travaux d'étanchéité par géomembrane sur le Canal
d'Alimentation du Réservoir de Bouzey**

VOIES NAVIGABLES DE FRANCE
Direction Territoriale Nord Est
Bâtiment Skyline
169 rue de Newcastle
CS 80062
54036 NANCY CEDEX

SOMMAIRE

1 – Objectifs et contexte de l’opération	3
1.1 – Objectifs	3
1.2 - Contexte	4
1.3– Zonages du patrimoine naturel.....	4
2 – Présentation générale du CARB	4
2.1 – Description générale	4
2.2 – Typologie d’ouvrages rencontrées	5
2.3 – Géométrie de la rigole.....	7
2.4 – Caractérisation des portions en remblais et à flanc de coteau	7
3 – Dispositions générales	8
3.1 – Prescriptions générales.....	9
3.2 – Contexte de l’opération.....	9
4 – Généralités	9
4.1 – Accès.....	9
4.2 – Installations de chantier	9
4.3 – Batardage – Gestion des eaux	9
4.4 – Travaux-Phasage.....	9
5 – Consistance des travaux	10
5.1 – Etudes d’exécution – travaux préparatoires – contrôles	10
5.2 – Remise en état des lieux et nettoyage final	10
6 – Spécifications ou provenance des matériaux et produits	10
6.1 – Fourniture, provenance, essais de contrôle des matériaux.....	10
6.2 – Conditions de manutention et de stockage des produits	11
6.3 – Géotextile.....	11
6.4 – Géomembrane	11
6.5 – Géogrille	12
6.6 – Système d’ancrage	12
6.7 – Géotextile coco	12
7 - Réception	13

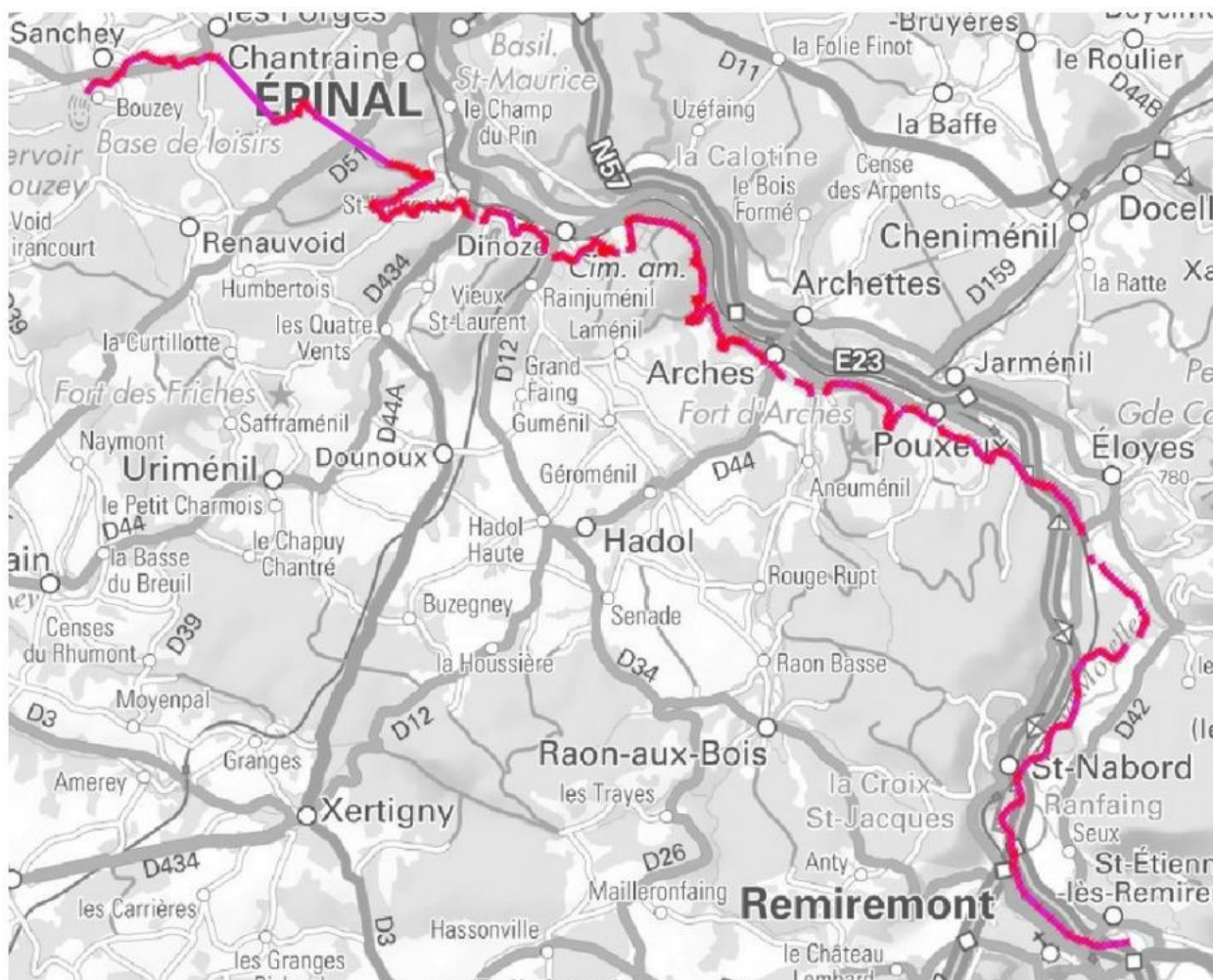
1 – Objectifs et contexte de l'opération

1.1 – Objectifs

L'opération concerne la réhabilitation de l'étanchéité par mise en place de géomembrane sur des tronçons du Canal d'Alimentation du Réservoir de Bouzey (CARB).

Le CARB est une rigole, construite entre 1882 et 1887, assurant l'alimentation en eau du canal des Vosges. Le canal et sa rigole d'alimentation sont gérés par Voies Navigables de France (VNF).

La prise d'eau située à Saint-Etienne-lès-Remiremont consiste en un prélèvement d'une partie du débit de la Moselle, qui alimente ensuite gravitairement via un linéaire d'environ 42 km le réservoir de Bouzey, ce dernier constituant la principale ressource d'alimentation du canal des Vosges.



Par arrêté préfectoral n°541/2019/DDT du 12 août 2019, l'ensemble du linéaire du CARB a fait l'objet d'un classement en barrage de classe C au titre du décret 2015-526 du 12/05/2015 relatif aux règles de sûreté des ouvrages hydrauliques.

Au moment de la remise en eau, à la suite d'une longue période où le CARB a été asséché en raison de l'étiage et du chômage, des infiltrations d'eau ont été constatées dans les caves des habitations riveraines situées en contrebas du CARB ainsi que des résurgences d'eau au niveau du terrain naturel.

L'apparition de ces fuites est vraisemblablement liée à la dessiccation des terrains en place avec l'apparition d'importantes fissures en période prolongée de fortes chaleurs, puis à leur réhumidification lors de la remise en eau, qui ont certainement favorisé et intensifié des cheminements souterrains jusqu'aux caves des habitations et résurgences naturelles.

La présente opération a pour objet la réalisation de travaux d'étanchéité, avec pour objectif de résorber l'intégralité des fuites, de garantir la pérennité de la solution technique mise en œuvre et de sa fonctionnalité.

Ces travaux de confortement permettront d'une part de protéger les enjeux aval du risque d'inondation du fait des fuites et d'autre part de garantir la sûreté de cette digue au titre du décret relatif aux règles de sûreté des ouvrages hydrauliques.

1.2 - Contexte

Depuis juin 2022, le traitement des fuites a donné lieu à la réalisation de campagnes de travaux d'étanchéité de différentes natures, de l'amont vers l'aval du CARB.

En effet, l'étanchéité de certaines zones a été améliorée par la mise en place d'argile, les zones maçonnées ont fait l'objet de travaux de rejointoiement alors que d'autres zones ont été traitées par la mise en place de géomembrane. Cinq secteurs ont fait l'objet de travaux consistant en la pose d'un dispositif d'étanchéité par géomembrane.

1.3– Zonages du patrimoine naturel

Libellé et sites	Linéaire du CARB concerné
Périmètre réglementaire	
Site Natura 2000 (Directive habitats)	
FR4100228 - Confluence Moselle – Moselotte	~ 8 km
Périmètre d'inventaire	
Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique de type 2	
410030449 – Vallée de la Moselle de la source à Epinal	~ 7.6 km
410030456 – Voge et Bassigny	~ 25 km
Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique de type 1	
410030196 – Confluence Moselle – Moselotte à Remiremont	~ 8 km
410015889 – Gîte à chiroptères à Pouxoux	~ 4.4 km
410030253 – Réservoir du Bouzey	.
Périmètre de planification – Schéma Régional de Cohérence Ecologique (SRCE)	
Corridors écologiques - humides	~ 10 km
Corridors écologiques - boisés	~ 1.3 km
Réservoirs de biodiversité	~ 7.8

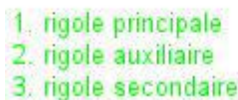
2 – Présentation générale du CARB

2.1 – Description générale

Le Canal d'Alimentation du Réservoir de Bouzey, nommé CARB par la suite, a été construit entre 1882-1887. Dans la terminologie actuelle, nous devrions parler d'une rigole.

L'alimentation du canal se fait par dérivation d'une partie de l'eau de la Moselle au niveau de la prise d'eau située sur la commune de Saint-Etienne-lès-Remiremont. Le débit moyen dans la rigole est de 1,5 m³/s et est régulé par un ouvrage vanné.

L'exutoire de la rigole se situe dans le réservoir du Bouzey situé à l'Ouest d'Epinal et destiné à l'alimentation en eau du canal de l'Est, qui relie la Meuse et la Moselle à la Saône.



Une rigole auxiliaire, longue de 1,054 km, permet d'alimenter directement le canal des Vosges sans passer par le réservoir. Un système de vannage manuel situé au PK 0,929 permet de faire transiter le débit via cette rigole en cas de besoin.

A partir de Pouxieux, la rigole quitte la vallée de la Moselle et serpente entre les collines. Pour s'adapter au relief et permettre l'écoulement gravitaire de l'eau, de nombreux ouvrages hydrauliques ont été construits sur le parcours comme l'illustre le schéma hydraulique suivant.



Ouvrage complexe permettant l'alimentation gravitaire du réservoir de Bouzey, le CARB présente différentes typologies sur l'ensemble de son linéaire :

- Des rigoles creusées dans le terrain naturel ou localement en remblai ;
- Des souterrains/galeries ;
- Des siphons.

On retrouve également le long du CARB :

- Des déversoirs ou ouvrages de décharge, le plus souvent au droit des ruisseaux existants ;
- Des ouvrages hydrauliques qui permettent le rétablissement des écoulements naturels interceptés par la rigole. Il peut s'agir :

- o De traversées sous-fluviales : buses ou siphons selon le contexte topographique ;
- o D'ouvrages en encorbellement au droit des ponts routiers.

- Des ponts routiers de type maçonnerie pour la plupart et passerelles piétonnes.

En dehors des passages souterrains et des siphons, la rigole présente trois configurations bien distinctes :

Configuration	Description	Illustration
Déblai	Rigole aménagée par excavation du terrain naturel. Le niveau d'eau est inférieur au niveau du terrain naturel de part et d'autre des berges. Sur ces portions, les berges ne sont pas revêtues.	 <i>Photo du CARB à Eloyes</i>
Remblai	Rigole aménagée par ajout de matériau au-dessus du terrain naturel. Le niveau d'eau est situé au-dessus du terrain naturel de part et d'autre des berges. Sur ces portions, les berges ne sont pas revêtues.	 <i>Profil altimétrique en travers d'une portion en remblai du CARB (à Bertraménil, commune d'Epinal)</i>
Flanc de coteau	Rigole réalisée à flanc de coteau en déblai-remblai. Le niveau de l'eau dans la rigole est situé au-dessus du niveau du terrain naturel d'un seul côté de la berge. Les matériaux excavés pour la construction du CARB sont déposés pour constituer le chemin d'exploitation. Certaines portions sont revêtues de pierres maçonnées ou d'un cuvelage béton, d'autres sont simplement étanchées par une couche d'argile (cf. paragraphe 2.4).	 <i>Photo du CARB à Pouxoux</i>

Le linéaire de rigole en déblai concerne les 14 premiers km du CARB (jusqu'au déversoir de la Vacherie) et les 5,6 derniers km (à partir du souterrain de la Benaveau) soit 47% du linéaire total.

Les portions en remblai sont très rares sur l'ensemble du linéaire. Elles représentent un linéaire de 200 m sur les 42 km, soit moins de 1 % du linéaire. Elles permettent le franchissement de petits thalwegs. Des passages busés ou des dalots sont aménagés pour rétablir l'écoulement des eaux de ruissellement, comme à Pouxoux, au niveau du déversoir de la Vacherie au PK 28.

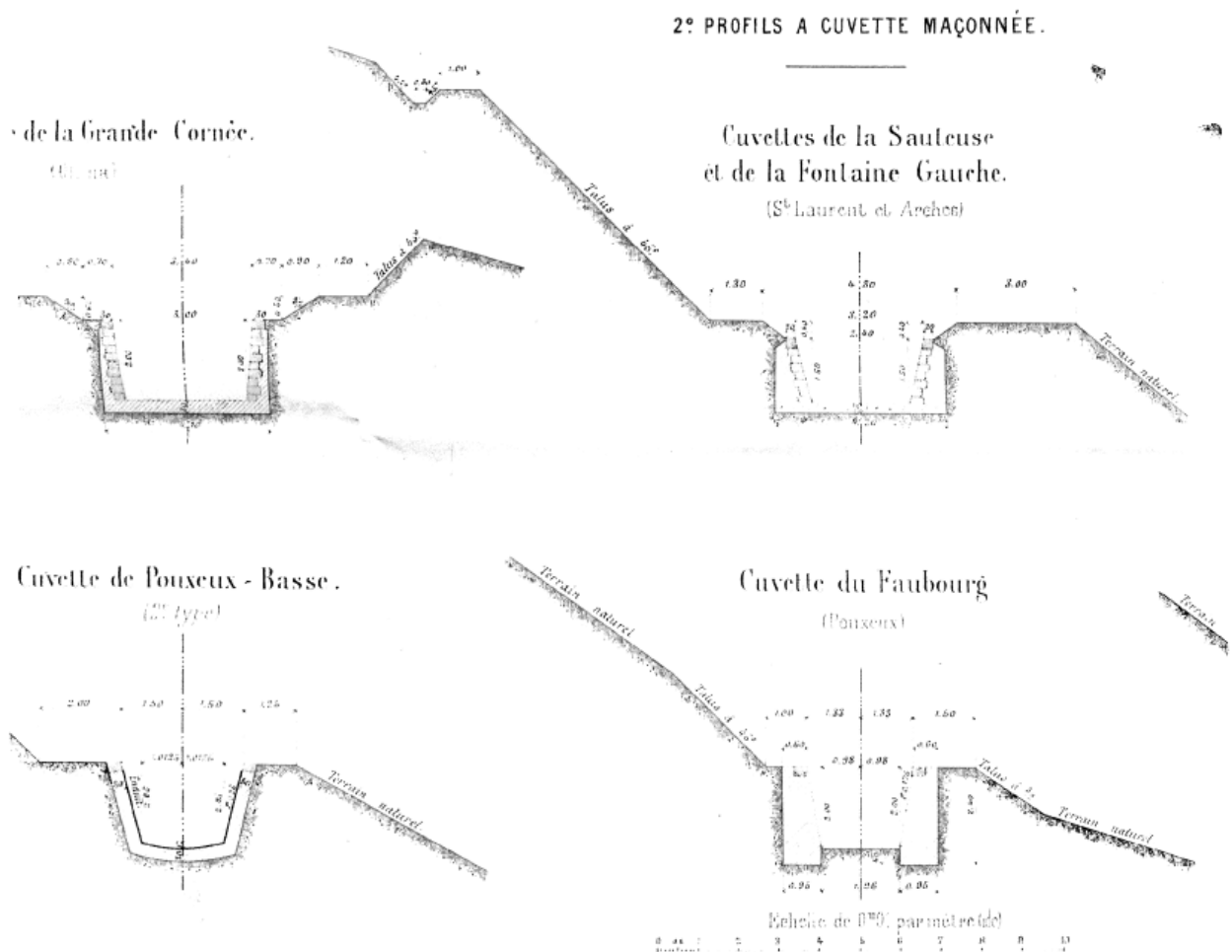
Les portions à flanc de coteau totalisent environ 20 km soit près de 48 % du linéaire de la rigole. La rigole surplombe notamment les communes de Pouxoux, Arches, Dinozé, Saint-Laurent et Chantraine.

Les pentes et hauteurs des coteaux traversés sont également très variables suivant les profils :

- La pente du talus varie entre 4H/1V et 1H/1V ;
- La hauteur du remblai varie entre 1 et 3 m environ.

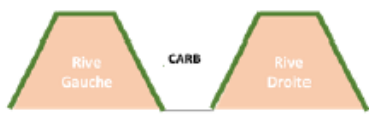
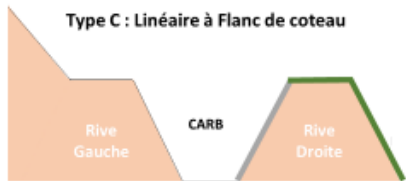
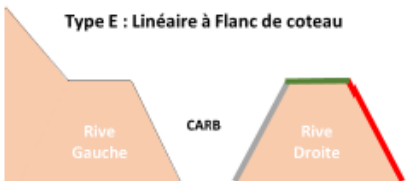
2.3 – Géométrie de la rigole

Sur l'ensemble du linéaire, la géométrie de la rigole est assez variable et semble directement liée à la nature des matériaux traversés et à ce qu'ils imposent en termes de stabilité des berges. La section mouillée est comprise entre 2.7 et 4.2 m²



2.4 – Caractérisation des portions en remblais et à flanc de coteau

Une inspection visuelle a permis d'identifier sept tronçons types le long du linéaire d'étude :

	Linéaire	Schématisation	Description
A	Remblais	Type A : Linéaire en Remblais 	Rive Droite Talus amont : Terre plus ou moins végétalisée Talus aval : Terre plus ou moins végétalisée Rive Gauche Talus amont : Terre plus ou moins végétalisée Talus aval : Terre plus ou moins végétalisée
B	Flanc de coteau	Type B : Linéaire à Flanc de coteau 	Rive Droite Talus amont : Terre plus ou moins végétalisée Talus aval : Terre plus ou moins végétalisée Rive Gauche Sans objet
C	Flanc de coteau	Type C : Linéaire à Flanc de coteau 	Rive Droite Talus amont : Maçonnerie sur tout ou partie de la hauteur Talus aval : Terre plus ou moins végétalisée Rive Gauche Sans objet
D	Flanc de coteau	Type D : Linéaire à Flanc de coteau 	Rive Droite Talus amont : Maçonnerie sur tout ou partie de la hauteur Talus aval : Maçonnerie sur tout ou partie de la hauteur Rive Gauche Sans objet
E	Flanc de coteau	Type E : Linéaire à Flanc de coteau 	Rive Droite Talus amont : Maçonnerie sur tout ou partie de la hauteur Talus aval : Rideau de palplanches Rive Gauche Sans objet
F	Flanc de coteau	Type F : Linéaire à Flanc de coteau 	Rive Droite Talus amont : Tunage bois sur tout ou partie de la hauteur Talus aval : Terre plus ou moins végétalisée Rive Gauche Sans objet

3 – Dispositions générales

3.1 – Prescriptions générales

Les présentes spécifications sont générales et applicables à tous les travaux. Les différentes descriptions et exigences ne sont pas nécessairement repérées pour chaque partie de travaux.

Le titulaire sera responsable du comportement des ouvrages provisoires et définitifs pendant et après les phases de travaux et ce jusqu'à la fin de la période de garantie. Il devra prévoir tous les dispositifs, accessoires et toutes les modalités d'exécution nécessaires pour limiter les sollicitations afin que la stabilité des structures ne soit pas compromise et que les contraintes de déformation restent admissibles.

Le titulaire est réputé s'être rendu sur les lieux au stade de son offre et avoir pris connaissance de toutes sujétions relatives aux sites et à leur environnement (visite obligatoire).

3.2 – Contexte de l'opération

Le présent CCTP concerne la réalisation de travaux pour l'étanchéification par géomembrane du Canal d'Alimentation du Réservoir de Bouzey.

4 – Généralités

4.1 – Accès

Les accès aux différents sites se feront via les voies de circulation publiques.

Puis, par les chemins de halage / contre-halage du Canal d'Alimentation du réservoir de Bouzey situés sur le Domaine Public Fluvial.

4.2 – Installations de chantier

Les installations de chantier se feront préférentiellement sur le Domaine Public Fluvial.

En cas d'impossibilité, le titulaire se chargera de chercher un site approprié et demander les autorisations nécessaires auprès des collectivités territoriales compétentes.

4.3 – Batardage – Gestion des eaux

Les travaux seront réalisés lors d'une période de mise en assec du Canal d'Alimentation du Réservoir de Bouzey.

Cependant, afin de se prémunir de potentielles inondations liées aux intempéries, les zones de travaux seront batardées au moyen d'un batardeau constitué d'argile et les eaux résiduelles seront pompées.

4.4 – Travaux-Phasage

Les travaux seront réalisés suivant un profil en travers trapézoïdal régulier de longueur développée d'environ 16 ml.

Les pentes des talus seront de 2V/3H.

Le profil en long général doit scrupuleusement respecter celui en place actuellement. Les raccordements se feront au niveau des ouvrages existants, le profil en long respectera une pente uniforme sur la totalité du linéaire traité.

Afin de gérer de façon plus fluide les déblais/remblais, les travaux pourront être réalisés par sous-trançons.

Les travaux prévoient :

- les terrassements sur une épaisseur de 0.30 m liés à la préparation du support suivant le profil en travers défini, le cas échéant les apports de terre dans les zones fortement érodées ;
- les terrassements afférents aux tranchées latérales d'ancrage ;

- la mise en place du complexe d'étanchéité composé d'une géomembrane entre deux couches de géotextile, puis d'une accroche-terre ;
- la remise en place des déblais extraits sur une épaisseur de 0.30m ;
- l'ensemencement et la remise en état des abords.

5 – Consistance des travaux

5.1 – Etudes d'exécution – travaux préparatoires – contrôles

Le marché comprend :

- L'établissement des documents contractuels à remettre au Maître d'œuvre ;
- La recherche et le positionnement de toutes les installations existantes par demande auprès des concessionnaires. Les DICT sont à la charge de l'entrepreneur
- L'installation et repli de l'ensemble du matériel nécessaire aux travaux de la présente opération ;
- L'installation et le repli des locaux de chantier ;
- L'alimentation provisoire des baraquements en électricité et eau potable, ainsi que le traitement des eaux usées ;
- L'amenée des panneaux et clôtures de chantier nécessaires à la signalisation provisoire durant les travaux, et à la délimitation des zones de travaux ;
- La fourniture et mise en place de clôtures provisoires pour fermeture du chantier au public ;
- L'enlèvement des installations, le repli du matériel, le nettoyage et l'évacuation des matériaux excédentaires ;
- Les démarches administratives auprès des autorités concernées, nécessaires à l'exécution du chantier ;
- L'établissement du plan de prévention ;
- Les études exécution (dimensionnement, notes de calcul, plans) nécessaires à la réalisation des ouvrages
- Les demandes d'agrément de produits à mettre en œuvre
- Les opérations de piquetage et d'implantation des ouvrages ;
- L'ensemble des contrôles afférents à la mise en œuvre des différents matériaux, notamment ceux concernant la qualité des soudures des lés de géomembrane ;
- La remise en état du site et réparations en cas de dégradation.

5.2 – Remise en état des lieux et nettoyage final

Au fur et à mesure des travaux, le titulaire devra procéder à ses frais au dégagement, au nettoyage et à la remise en état des emplacements mis à sa disposition pour l'exécution des travaux.

Il procédera également, à la fin des travaux, à un nettoyage général des chantiers, de façon à livrer les routes, les chemins et leurs abords et les zones occupées en phase travaux en parfait état de propreté.

6 – Spécifications ou provenance des matériaux et produits

6.1 – Fourniture, provenance, essais de contrôle des matériaux

Les constituants servant à la fabrication des divers ouvrages prévus au titre du présent marché proviendront des carrières, gravières, usines agréées par le Maître d'Oeuvre.

Lors de la remise de son offre, le candidat fournira les caractéristiques et la provenance des constituants prévus au présent CCTP qu'il compte utiliser pour les travaux.

D'une manière générale, tous les travaux définis dans le présent CCTP devront répondre aux spécifications des CCTG, CPC, directives, normes et circulaires en vigueur, avis du CSTB.

Les matériaux utilisés dans l'exécution des travaux devront satisfaire aux conditions fixées par les fascicules des Cahiers des Clauses Techniques Générales applicables aux marchés publics de travaux. Ils devront également satisfaire aux conditions fixées dans le présent CCTP et les normes homologuées afférentes.

Les différents matériaux, composants ou équipements, entrant dans la composition des ouvrages ou ayant des incidences sur leur aspect définitif, sont proposés par l'entrepreneur à l'acceptation du Maître d'œuvre.

Ces matériaux et équipements sont définis par :

- leurs caractéristiques ;
- leur conditionnement ;
- leur provenance ;
- les dispositions prises pour le transport et la mise en stock ;
- les dispositions prises pour le contrôle interne (traçabilité, relation entre le bordereau de livraison et la partie d'ouvrage dans laquelle les matériaux seront mis en œuvre, respect des consignes, fiche de contrôle interne, conformité aux spécifications) ;
- les demandes d'agrément de fournisseurs ou de producteurs concernés devront être adressés au Maître d'œuvre par l'entrepreneur titulaire du marché, au plus tard deux semaines avant toute utilisation.

6.2 – Conditions de manutention et de stockage des produits

Les produits doivent être manipulés et stockés dans des conditions non susceptibles de les détériorer. En particulier, leur manutention sera effectuée avec des outils adaptés conformément aux indications du fabricant.

L'approvisionnement du chantier se fera dans l'enceinte des installations de chantier.

Les conditions de stockage, sur dépôt comme le long de la zone de travaux, devront respecter les préconisations du fabricant/fournisseur.

Le titulaire occupera le Domaine Public Fluvial pour le dépôt des matériaux aux emplacements qui lui seront validés par le Maître d'œuvre.

6.3 – Géotextile

Le géotextile placé sous et sur la géomembrane devra correspondre aux caractéristiques suivantes :

Caractéristiques	Norme	Valeur
Masse surfacique	NF EN ISO 9864	300g/m ²
Epaisseur	NF EN ISO 9863-1	3,0 mm
Résistance à la perforation dynamique	NF EN ISO 13433	12 mm
Résistance au poinçonnement statique	EN ISO 12236	1,8 kN
Ouverture de filtration	EN ISO 12956	77 µm

6.4 – Géomembrane

La géomembrane souple, d'épaisseur 1.5 mm ASQUAL devra correspondre aux caractéristiques suivantes :

Caractéristiques	Norme	Valeur
Epaisseur (valeur moyenne)	DIN EN ISO 9863-1	1.50-1.59 mm
Densité	DIN EN ISO 1183-1/A	≥ 0.94 g/cm ³
Résistance au poinçonnement	NF-P 84-507	550 N
Résistance au poinçonnement statique	NF-P 84-507	16.00 mm
Teneur en noir de carbone	ASTM D 4218	2 à 3 %
Dispersion en Noir de carbone	ASTM D 5596	Catégorie 1/2
Stabilité dimensionnelle	DIN 53377 (120°C/1h)	± 2 %
Résistance à la fissure sous contrainte environnementale	EN 14576	≥ 500 h
Durée d'induction de l'oxydation	EN ISO 11357-6 (200°C ; Pur O ₂ ; 1atm)	≥ 100 min

6.5 – Géogrille

-ACCROCHE TERRE 3D DE RESISTANCE 30kN/ml

La géogrille flexible tridimensionnelle constituée de fibres en polyester haute-ténacité à faible taux de fluage et protégée par une enduction en polymère devra correspondre aux caractéristiques suivantes :

Caractéristiques	Norme	Valeur
Masse surfacique	NF EN 965	300 g/m ²
Epaisseur	NF EN 964-T1	10 mm
Résistance à la traction	NF EN ISO 10.319	≥ 30 kN/m
Allongement à la rupture	NF EN ISO 10.319	≤ 12.5%

-ACCROCHE TERRE 3D DE RESISTANCE 60kN/ml

La géogrille flexible tridimensionnelle constituée de fibres en polyester haute-ténacité à faible taux de fluage et protégée par une enduction en polymère devra correspondre aux caractéristiques suivantes :

Caractéristiques	Norme	Valeur
Masse surfacique	NF EN 965	450 g/m ²
Epaisseur	NF EN 964-T1	10 mm
Résistance à la traction	NF EN ISO 10.319	≥ 60 kN/m
Allongement à la rupture	NF EN ISO 10.319	≤ 12.5%

-ACCROCHE TERRE 3D DE RESISTANCE 90kN/ml

La géogrille flexible tridimensionnelle constituée de fibres en polyester haute-ténacité à faible taux de fluage et protégée par une enduction en polymère devra correspondre aux caractéristiques suivantes :

Caractéristiques	Norme	Valeur
Masse surfacique	NF EN 965	500 g/m ²
Epaisseur	NF EN 964-T1	10 mm
Résistance à la traction	NF EN ISO 10.319	≥ 90 kN/m
Allongement à la rupture	NF EN ISO 10.319	≤ 12.5%

6.6 – Système d’ancrage

En fonction du site des travaux, la surface disponible en crête de talus peut être insuffisante pour réaliser une pose du dispositif d’étanchéité par une tranchée d’ancrage classique.

Aussi, un ancrage au moyen d’un système type Terra Lock TL606-TLA4-2M-Z-NL de Gripple peut s’y substituer.

Ses caractéristiques sont les suivantes :

- tête de Ø 150 mm ;
- câble en zinc-aluminium de Ø 6 mm prévu pour une profondeur d’ancrage de 1.5 m ;
- ancre de surface 7 740 mm²
- charge de travail 1250 kg

6.7 – Géotextile coco

En fonction du site des travaux, on pourra utiliser un géotextile biodégradable afin de permettre la stabilisation des talus avant la repousse de la végétation.

- On utilisera comme géotextiles biodégradables :

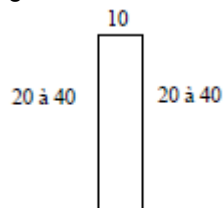
- ☐ Treillis de coco tissé type H2M9 - 900 g/m², 10 mm de maillage, cordes anjengo x aratory,

□ Natte de coco non tissé, 1000 g/m²,

Les géotextiles coco seront fixés au sol au moyen d'agrafes métalliques :

Agrafes en fer à béton recourbé,

longueur totale de 50 à 90 cm, Ø 6 mm minimum.



Le prix de fourniture et de mise en oeuvre de ces agrafes est compris dans le prix n°II-15 "fourniture et de mise en oeuvre de géotextile de coco tissé" du BPUF.

7 - Réception

La réception des travaux sera effectuée dans les conditions stipulées à l'article 13 du CCAP.

