MARCHÉ PUBLIC DE TRAVAUX

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES (CCTP)

L'acheteur exerçant la maîtrise d'ouvrage
Direction Interdépartementale des Routes Atlantique

Représentant du Maître d'Ouvrage (RMO)
Madame la Directrice Interdépartementale des Routes Atlantique

Objet de la consultation
RN 10 – Travaux de comblement partiel par « Cavibac » de remblais sous-cavés à proximité de l'ouvrage hydraulique de Chierzac

S O M M A I R E

ARTICLE 1. OBJET DE LA CONSULTATION ET CONSISTANCE DES TRAVAUX….4
1.1. Objet de la consultation....4
1.2. Consistance des travaux....5
1.3. Délai, déroulement des travaux et points d'attention sur la fragilité du terrain……7
ARTICLE 2. LIMITATION DES NUISANCES ET RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT.9
ARTICLE 3. EXPLOITATION SOUS CHANTIER....10
ARTICLE 4. ÉTAT DES LIEUX PRÉALABLE....10
ARTICLE 5. ÉTUDES....10
ARTICLE 6. CONDITIONS D'IMPLANTATION DES FORAGES....10
ARTICLE 7. TYPES DE FORAGES À RÉALISER....11
7.1. Pré-forage en destructif pour passage camera....11
7.2. Coupes de sondages....11
7.3. Forages ODEX....12
7.4. Fluide de forage et tubage provisoire éventuel....12
7.5. Rebouchage des têtes de forages et prise en compte des dégâts sur le terrain 12
ARTICLE 8. TUBE DE POSE....12
ARTICLE 9. TUBE D'INJECTION ÉQUIPÉ DE TYPE « CAVIBAG »....15
9.1. Préparation et organisation du chantier....15
9.2. Provenance, qualité et préparation des matériaux....15
9.2.1.Tube d'injection....15
9.2.2. Ligatures annulaires....16
9.2.3. Caractéristiques du coulis de comblement....16
9.2.4. Sac de confinement / chemisage en géosynthétique....16
9.3. Exécution des travaux....17
9.3.1. Mise en place des Cavibags....17
9.3.2. Remplissage gravitaire du géosynthétique dans le forage et temps de séchage....19
ARTICLE 10. PRÉPARATION DES AUSCULTATIONS PAR CAMÉRA DE FORAGE 20
10.1. Qualité des forages et de l'enregistrement des paramètres nécessaire pour l'inspection caméra....20
10.2. Condition de réalisation des images de paroi....20
ARTICLE 11. COORDINATION ENTRE LES INTERVENANTS....20
ARTICLE 12. COMPTES-RENDUS DE CHANTIER....21
ARTICLE 13. RAPPORTS D'EXÉCUTION....21

ARTICLE 14. CONDITIONS D'ACCÈS AU SITE ET MESURES D'EXPLOITATION SOUS CHANTIER.....21
ARTICLE 15. RÉCAPITULATIF DES POINTS D'ARRÊT.....22
ARTICLE 16. DOSSIERS DES OUVRAGES EXÉCUTÉS.....22
ARTICLE 17. DOCUMENTS A REMETTRE EN FIN DE CHANTIER.....23
ARTICLE 18. REMISE EN ÉTAT DES LIEUX.....23
ANNEXES.....24
Plan de localisation de la zone de travaux.....24
Plan de localisation des cavibags.....25

Article 1. Objet de la consultation et consistance des travaux

1.1. Objet de la consultation

Le présent Cahier des Charges définit l'opération de comblement partiel, par cavibags, de vides situés sous la chaussée en remblais de la RN 10 – secteur CHIERZAC en Charente-Maritime (voir plan de localisation en annexe du présent CCTP).

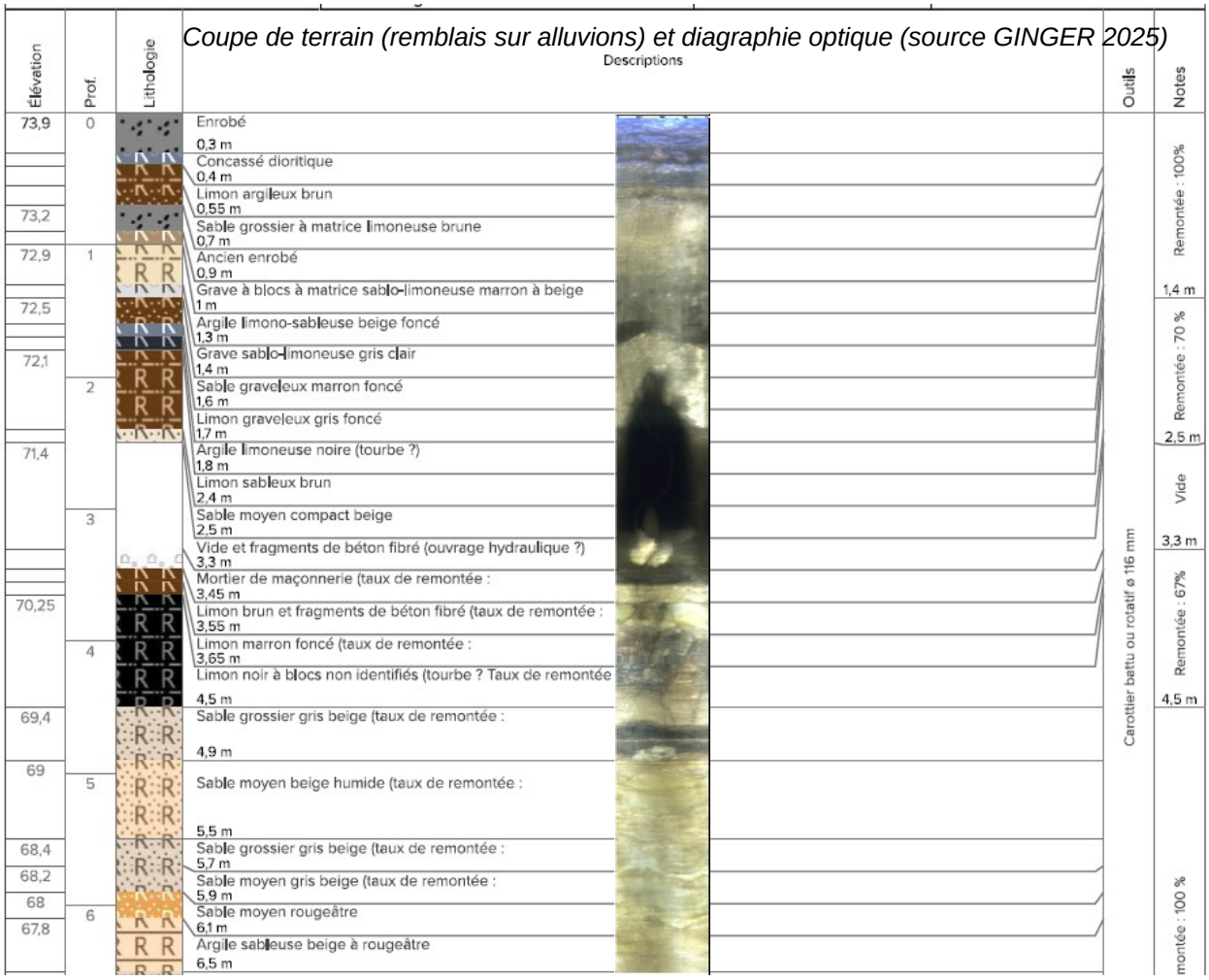
Ces travaux associent les techniques classiques de foration avec tubage à l'avancement (de type odex) et de comblement confiné dans un géosynthétique tubulaire, en chemisage souple du tube d'injection crépiné.

Cette technique, proposée pour la DIR Atlantique par le Cerema du Sud-Ouest / Département Infrastructure de BORDEAUX, est nommée « cavibag ».

Les terrains rencontrés sous les couches de chaussée et de forme sont des remblais très hétérogènes (argiles, sables et graves), localement décomprimés ou montrant des vides pluri-centimétriques formés par renard hydraulique/soutirage (circulations d'eaux souterraines en pied de remblais, présence d'anciens ouvrages hydrauliques).

Ces remblais à traiter par comblement reposent sur des alluvions de nature sableuse, gorgés d'eaux (terrain naturel/zone humide).

À titre d'exemple, ci-dessous une coupe des terrains traversés lors des études géotechniques avec diagraphie de forage (auscultation optique à droite montrant les vides à traiter).



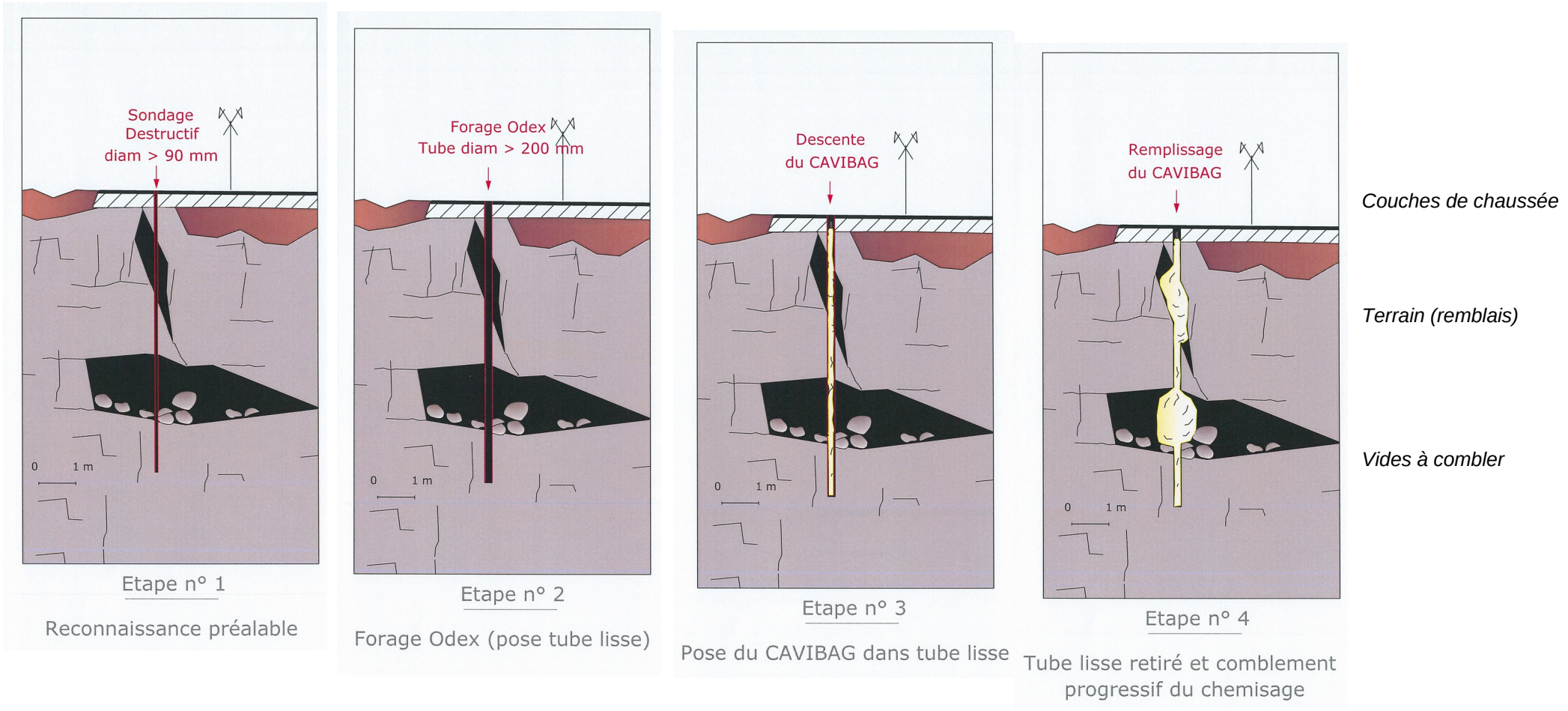
Coupe de terrain (remblais sur alluvions) et diagraphie optique (source GINGER 2025)

1.2. Consistance des travaux

Les travaux, objet du présent marché et dont le schéma de principe est joint ci-après, comprennent :

- la reconnaissance du lieu d'exécution des travaux,
- la réunion préparatoire de chantier,
- la mise en œuvre de tous les moyens matériels et humains permettant le respect des consignes de sécurité émises par le responsable d'exploitation de la DIRA,
- les levés topographiques des cavibags par un géomètre (pré-implantation et récolement),
- les mesures de protection de surface (platelage si nécessaire sur la chaussée),
- la reconnaissance par sondages en destructif Ø intérieur ≥ 90 mm (y compris tubage transparent provisoire si nécessaire au passage de la caméra de forage) avec enregistrement des paramètres de forage sur toute la profondeur (du début à la fin du forage),
- la préparation du forage pour l'auscultation caméra par le Cerema de Bordeaux, permettant d'établir une coupe précise des terrains traversés et du type de vide à traiter (y compris réimplantation des cavibags si besoin),
- le forage avec tubage à l'avancement selon la technique ODEX, Ø extérieur ≥ 200 mm. Le tubage Odex servira de tube de pose lisse (Ø intérieur ≥ 190 mm) dans le trou de forage, sur toute la hauteur du forage (longueur variable, fonction des reconnaissances au destructif). Il permettra d'éviter l'éboulement du trou de forage et de faciliter la descente du cavibag sans déchirure du chemisage. Le diamètre du forage et du tubage provisoire devra être adapté pour permettre le passage ultérieur du tube d'injection et du chemisage géosynthétique,
- la fourniture et la préparation sur chantier des tubes en PVC (pour tube d'injection), munis de trous pour les comblements. Le tube d'injection sera équipé du géosynthétique en chemisage souple (modèle CHAB 002-400 obligatoire) sur toute sa longueur (« cavibag »), avec maintien en tête de tube par ligatures annulaires, et fermeture de la chaussette à sa base (par nœud/ligature),
- la mise en place du « cavibag » dans le trou de forage sans coulis de gaine (introduction par le tube de pose lisse), reposant en fond de forage,
- la remontée du tube de pose lisse,
- les contrôles qualité du produit de comblement (coulis),
- le comblement gravitaire, au coulis à base de ciment, du géosynthétique (chaussette). Le comblement sera poursuivi jusqu'à la couche de forme, y compris complément éventuel,
- l'arasement du tube/cavibag (30 cm minimum sous la couche de roulement),
- la remise en état de la chaussée qui comprend la mise en œuvre de 15 cm d'épaisseur d'enrobé à chaud en 3 couches compactées pour le rebouchage des trous, sur un bouchon de béton, le nettoyage et balayage de la chaussée,
- le document de récolement.

1.3. Délai, déroulement des travaux et points d'attention sur la fragilité du terrain



Les étapes du renforcement CAVIBAG (Cerema 2026)

Les travaux seront exécutés sur trois semaines.

Les étapes chronologiques de cette opération sont présentées ci-avant.

Nous attirons l'attention de l'entreprise sur le risque de mouvements de terrain en cours de chantier (zone en pathologie de type fontis). La méthodologie a été conçue de manière à limiter les risques d'effondrement des parois. Nous précisons que chaque forage devra être comblé le plus rapidement possible après dépose du tubage provisoire.

Des reconnaissances géotechniques ont été effectuées dans le cadre des études de projet. Compte-tenu du caractère innovant de ce plot d'essai, des renseignements géologiques et géotechniques relatifs aux travaux sont fournis en ANNEXE (COPIL du 6 mai 2026).

La DIRA mandate le Cerema du Sud-Ouest / Département Infrastructure de Bordeaux pour réaliser le contrôle extérieur de ces travaux géotechniques.

Article 2. Limitation des nuisances et respect de l'environnement

L'un des objectif du recours à ce procédé technique est la protection de la ressource en eaux et du patrimoine souterrain par l'absence de perte de matériaux dans le milieu naturel et la préservation de la transparence hydrogéologique.

À ce titre, le titulaire est tenu de respecter tout au long des travaux l'ensemble des prescriptions relatives au respect de l'environnement, à la gestion des déchets et à la maîtrise de l'impact des nuisances.

Les actions qu'il entreprend doivent être exécutées en tenant compte notamment de la nécessité :

- d'assurer un écoulement correct des eaux de ruissellement pendant toute la durée des travaux ;
- de protéger l'environnement de l'ouvrage contre toute pollution qui pourrait être due au chantier.

Toutes les conséquences relatives au non-respect de ces sujétions seront à la charge du titulaire.

Pendant la période de préparation, le titulaire soumet au visa du maître d'œuvre un Plan de Respect de l'Environnement conforme au 4.2.3 du fascicule 65 du CCTG. Il contient notamment un volet sur la gestion des déchets, qui décrit de manière détaillée :

- les méthodes employées pour ne pas mélanger les déchets ;
- les moyens de contrôle, de suivi et de traçabilité mis en œuvre pendant les travaux ;
- les centres de stockage ou centres de regroupement ou unités de recyclage vers lesquels sont acheminés les différents déchets.

Tous les déchets à évacuer doivent l'être en respectant les modalités prévues dans ce document.

Article 3. Exploitation sous chantier

Les travaux seront réalisés sous basculement de la circulation. La chaussée située dans le sens Bordeaux/Poitiers sera fermée à la circulation pendant toute la durée des travaux. Les mesures d'exploitation sous chantier nécessaires seront mises en place par la DIRA à ses frais.

Article 4. État des lieux préalable

Avant le démarrage des travaux, un état des lieux de la zone d'intervention sera réalisé contradictoirement avec le maître d'œuvre.

L'entreprise devra faire réaliser à ses frais les réparations à l'identique de tous les éléments détériorés à cause des travaux. Les procédures de ces réparations seront soumises à l'agrément du maître d'œuvre.

Article 5. Études

Les études d'exécution nécessaires à la réalisation des différents travaux prévus à la consultation seront réalisées durant la période de préparation.

Le prix des études comprend :

- les frais de bureaux d'études ;
- la fourniture des documents suivants pendant la période de préparation :
- les plannings,
- les plans,
- les procédures ,
- les demandes d'agréments des fournitures.

Tous les documents devront être remis par l'entreprise et validés par la maîtrise d'œuvre avant le commencement des travaux. Ils seront remis à jour par l'entreprise autant que nécessaire pendant la durée du chantier.

Article 6. Conditions d'implantation des forages

Sur la base du plan d'implantation fourni par le maître d'œuvre, l'implantation précise de chaque forage sur site sera à la charge de l'entreprise et réalisée par un géomètre en début de chantier, en présence du Maître d'Ouvrage (DIR Atlantique) et de son contrôle extérieur (Cerema de Bordeaux) chargé du suivi des travaux. Les points de forages seront matérialisés par l'entreprise à l'aide d'un marquage au sol.

Les sondages pourront être déplacés et réimplantés par le géomètre à l'avancement du chantier en fonction des premiers résultats liés à la phase de reconnaissance par sondage destructif et aux diagraphies de forage réalisées par le Cerema (passage caméra).

Article 7. Types de forages à réaliser

7.1. Pré-forage en destructif pour passage camera

Préalablement à la réalisation des cavibags, l'entreprise réalisera des sondages destructifs pour reconnaissance des sols et des vides par diagraphie optique du Cerema (observation du type et épaisseur des différentes couches géologiques, profondeur des vides).

Le mode de forage $\phi \geq 90$ mm devra être adapté à la nature des terrains traversés. Toutefois, comme décrit dans la méthode d'essai des lpc n° 79 « Paramètres de forage en géotechnique », on retiendra un forage par rotation pure. La rotopercussion pourra être choisie dans le cas de roche dure comme le calcaire, en utilisant le paramètre « vibrations Réfléchies » E_{VR} et après accord du maître d'œuvre.

Un calage au vide (chute libre) en tête de forage devra être effectué à plusieurs pressions de translation (30, 40, 50 et 60 bars).

Le fluide de forage sera de l'eau, voire non mouillant de type GSP dans les cas le justifiant (après accord du maître d'œuvre). L'air sera systématiquement refusé.

Tous les paramètres suivants seront enregistrés, notés sur les coupes géologiques et fournis sous format papier et numérique :

- vitesse d'avancement (V_A)
- poussée sur l'outil corrigée (P_O)
- pression du liquide d'injection corrigée (P_I)
- couple de rotation corrigée (C_R)

La pression de retenue corrigée (P_R) peut remplacer le couple de rotation corrigée (C_R) car jugée plus représentative du phénomène de cavité.

L'enregistrement doit être continu et automatique.

Les enregistrements des paramètres de forage en fonction des profondeurs devront être imprimables sur papier en cours de chantier.

7.2. Coupes de sondages

Elles sont établies par le sondeur en indiquant :

➔ **Renseignements généraux**

- désignation et localisation du chantier,
- repérage du forage : numérotation, implantation,
- la date du début et de la fin de l'exécution du forage,
- le niveau d'eau avec la date et la cote/TN et observations sur les arrivées d'eau et les pertes de fluide de forage. Dans le cas où il n'y a pas d'eau en fin de forage, la coupe le mentionnera.
- la ou les méthodes de forage (avec leurs profondeurs), la nature de l'outil utilisé et l'indication du fluide de forage,
- le diamètre de forage,
- les paramètres de forage enregistrés.

➔ **Examen des échantillons**

La coupe de sondage mentionne dans les colonnes spécifiques :

- la description détaillée des terrains rencontrés à la vue des cuttings,
- les enregistrements des paramètres de forage,
- les natures et les niveaux lithologiques des sols traversés.

7.3. Forages ODEX

Le mode de forage ϕ extérieur $\geq$ 200 mm avec tubage à l'avancement selon la technique ODEX est une technique indispensable compte-tenu de l'hétérogénéité des sols traversés et des instabilités des terrain (zone de fontis).

Le tube de revêtement, qui servira du tube lisse pour la descente du cavibag sans déchirure, aura un diamètre intérieur $\geq$ 190 mm (de type TUBEX XL-190).

Nous attirons l'attention de l'entreprise sur le fait que le tube de revêtement sera retiré du trou de forage après la descente du Cavibag, et préalablement aux phases de comblement du chemisage souple.

7.4. Fluide de forage et tubage provisoire éventuel

La fourniture des fluides de forage et les tubages éventuels de forage sont à la charge de l'entreprise.

7.5. Rebouchage des têtes de forages et prise en compte des dégâts sur le terrain

Le rebouchage sera réalisé une fois les comblements au coulis terminés et les compléments éventuels.

Les têtes de trous de forage seront rebouchées par le titulaire de la commande selon les recommandations du Maître d'ouvrage fixées en période de préparation.

Le présent marché comprend 15 cm d'épaisseur d'enrobé à chaud, sur un bouchon de béton d'au moins 15 cm d'épaisseur.

L'entreprise fera valider le rebouchage des têtes de forages par le Maître d'œuvre.

Nous portons l'attention sur ce point important, car il n'est pas envisagé de reprendre la couche de roulement au droit de la zone de travaux. La qualité et la durabilité du rebouchage des trous de forage devront ainsi permettre aux usagers de circuler en toute sécurité.

Sur le terrain, les travaux doivent être faits avec le minimum de dégâts sur la couche de roulement. Le titulaire du marché assurera l'indemnisation des dégâts.

La prestation de l'entreprise comprend le nettoyage et le balayage de la chaussée.

Article 8. Tube de pose

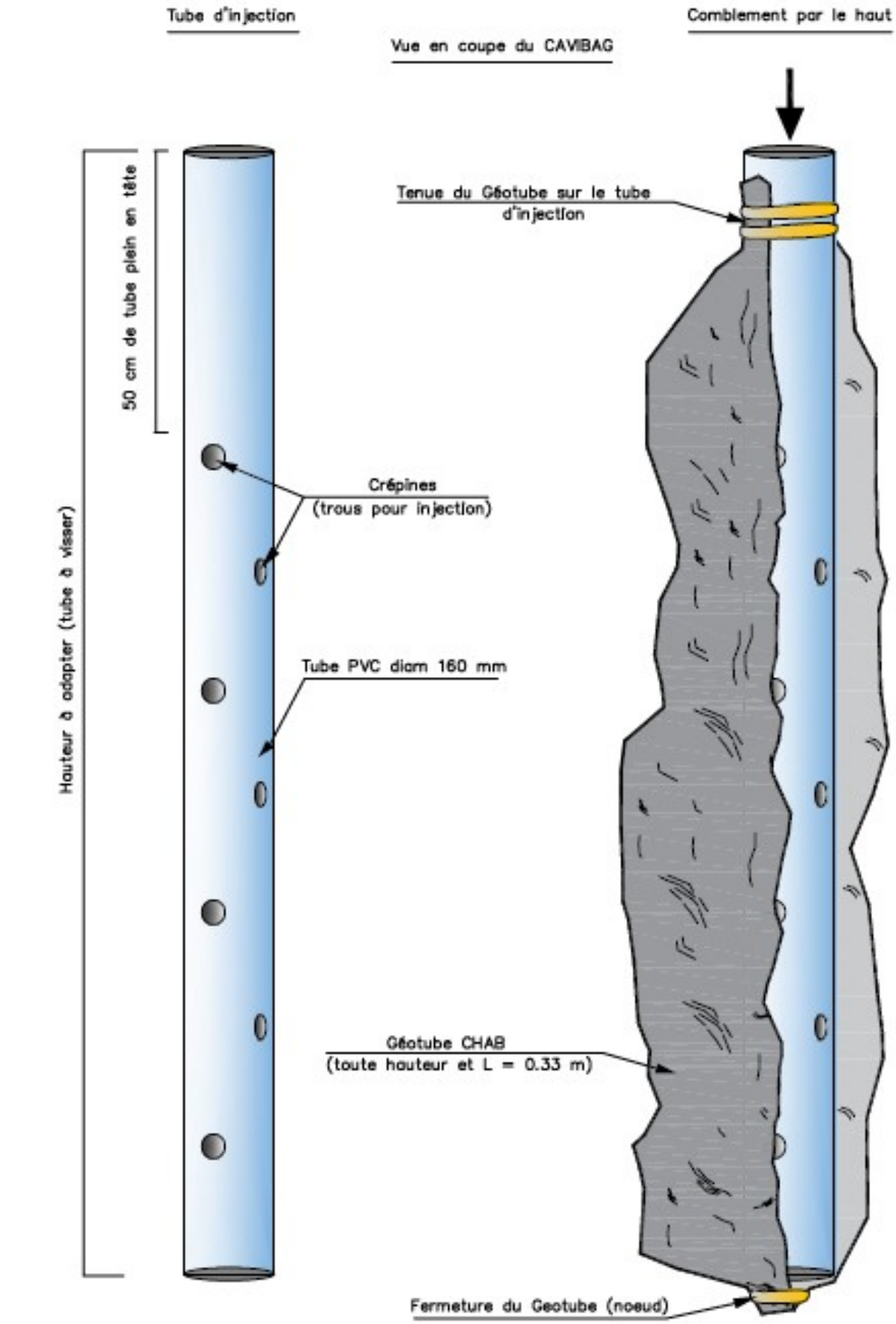
La prestation consiste en la fourniture, la préparation et l'installation d'un tube de pose lisse en diamètre extérieur (ϕ ext) $\geq$ 200 mm. Ce tube de pose lisse doit favoriser la mise en place et la descente jusqu'au fond de forage du tube d'injection (équipé du géosynthétique en chemisage souple).

Le tube de pose lisse doit descendre jusqu'au fond du forage pour combler tous les vides présents. La longueur sera donc variable, fonction des résultats du sondage de

reconnaissance au destructif. Le choix de sa longueur au droit de chaque Cavibag sera validé par la DIRA qui à cet effet prendra l'attache du Cerema de Bordeaux pour chaque implantation.

Ces tubes ne seront pas scellés, de manière à pouvoir les désinstaller une fois le Cavibag mis en place dans le forage et préalablement aux opérations de comblement.

IMPORTANT : La technique ODEX étant une technique indispensable compte-tenu de l'hétérogénéité et des instabilités des terrains, ce tube de pose sera le tube de revêtement Odex (diamètre intérieur ≥ 190 mm - type TUBEX XL-190).



Cerema du Sud-Ouest / DINF de BORDEAUX / GPG 2026

Article 9. Tube d’injection équipé de type « cavibag »

9.1. Préparation et organisation du chantier

Préalablement aux travaux, l’entreprise définit pour validation du Maître d’ouvrage :

- la nature et les performances du matériel de forage et d'injection,
- les caractéristiques des ligatures annulaires du chemisage en pointe du tube d’injection,
- l'origine et la qualité des constituants (tube d’injection, ciment, eau, géosynthétique),
- le mode de forage,
- le détail de la procédure de comblement et les critères d’arrêt (aucune perte de coulis dans le milieu n’est autorisée),
- les caractéristiques du coulis, et les modalités des épreuves (composition, viscosité, temps de prise, décantation à trois heures, résistance à la compression simple à 7, 14, 28 jours).

9.2. Provenance, qualité et préparation des matériaux

9.2.1.Tube d’injection

Le tube d’injection est un tube en PVC Ø extérieur 160 mm, muni de trous ou crépines adaptées au comblement (schéma ci-avant).

Les tubes en PVC seront aisément raboutables sur chantier (manchonnés mâle/femelle en longueur adaptable) de façon à permettre la mise en place du chemisage sur chantier (longueur à adapter en fonction des résultats de la reconnaissance des sols en destructif).

Le tube d’injection équipé sur chantier du géosynthétique est glissé dans le trou de forage le long du tube de pose lisse de Ø int $\geq$ 190 mm.



Le tube d’injection en PVC avec chemisage (Cerema 2026)

Pour exécuter le remplissage au coulis dans le tube d'injection équipé du chemisage souple et de ligatures annulaires, l'entrepreneur peut retenir le procédé suivant ou similaire :

- tube PVC équipé de minimum trois trous cylindriques Ø > 10 mm, tous les mètres.

Aucun clapet caoutchouté ne sera utilisé (pas de claquage du coulis en phase de remplissage).

9.2.2. Ligatures annulaires

Le chemisage souple en géosynthétique (sac de confinement) sera maintenu le long du tube d'injection par un dispositif d'accrochage, de type ligature annulaire. Ce dispositif sera de diamètre limité afin de ne pas contraindre la descente du cavibag dans le trou de forage (Ø ext des ligatures ≤ 180 mm).

La qualité de ces ligatures annulaires devra permettre :

- le maintien du sac de confinement sur le tube d'injection, notamment durant le remplissage au coulis (charge importante lors des comblements),
- de supprimer le risque de déchirure du sac de confinement en chemisage, sous peine de perte importante du coulis dans les terrains et de difficulté de poursuite des comblements dans la partie supérieure.

9.2.3. Caractéristiques du coulis de comblement

Tous les composants du matériau d'injection de comblement (sans déplacement des terrains) seront conformes à l'article 6 de la norme NF EN 12715 d'octobre 2000.

Le coulis de ciment pour remplissage du géosynthétique dans les vides (FD P18-011 et EN 206-1) aura :

- une résistance minimale à 28 jours de 16 MPa sur éprouvette cylindrique
- C/E = 2
- Densité minimale de 1,8
- 15 secondes au cône d'ajutage 3,5''

Le contrôle extérieur pourra réaliser un contrôle régulier de la qualité du coulis sur chantier (épreuves de contrôle).

Pour des raisons de sécurité (risque de poussières, manutention, etc …), aucun béton / coulis ne sera fabriqué sur le chantier sans la mise en place de mesures de protection adaptées, agréées par la DIRA.

9.2.4. Sac de confinement / chemisage en géosynthétique

L'entreprise devra fournir obligatoirement un sac de confinement CHAB 002-400 conforme à la fiche produit ci-après.

Les avantages de ce « géotube CHAB 002-400 » sont :

- un faible encombrement (matériau assez fin et très souple) pour une bonne résistance à la déchirure et son étanchéité,
- sa capacité de déformation,
- et une adaptabilité toute hauteur.

Nota : Une souplesse est nécessaire pour que la pression du coulis plaque sans résistance notable le sac de confinement/chemisage contre les irrégularités du terrain et se gonfle correctement en présence des vides.

Aucune perte de coulis ne sera acceptée.

9.3. Exécution des travaux

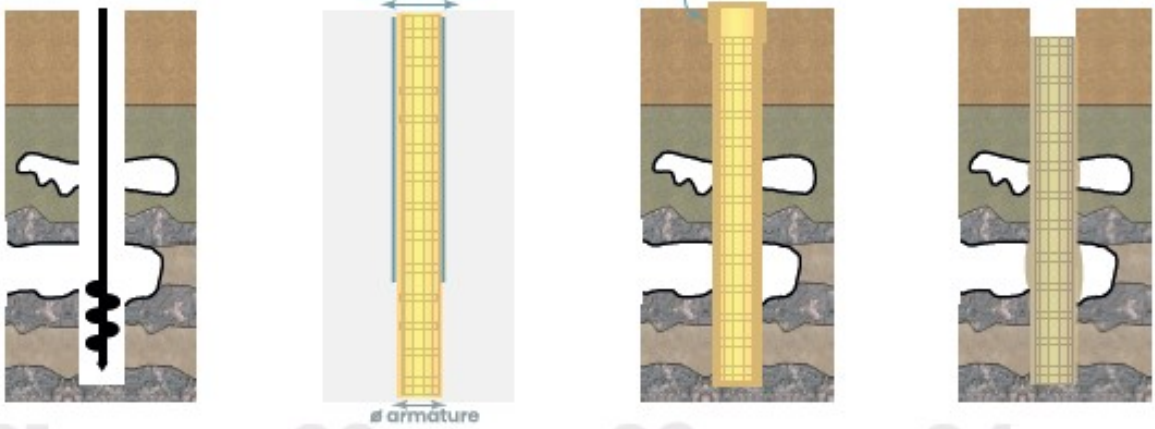
9.3.1. Mise en place des Cavibags

La mise au point de la méthode définitive est soumise à l'acceptation du maître d'œuvre (DIRA) en phase préparation, après réalisation du test hors sol.

Préalablement aux opérations de comblement au coulis du géosynthétique (sac de confinement), les Cavibags (armature micropieu équipée du sac de confinement) sont descendus dans le trou de forage **sans scellement** (aucun coulis de gaine, descente dans le tube de revêtement provisoire type Odex).

L’entreprise garantira un bon centrage de l’armature dans le trou de forage et sa verticalité lors de la descente du Cavibag. L’utilisation éventuelle de centreurs est refusée afin de ne pas s’opposer aux opérations de comblement.

CHAB 002-400



01 **Forage**

02 **Mise en place** de la chaussette sur la cage d'armature.

03 **Mise en place** de la cage d'armature.

04 **Coulage du béton**

Diamètre de la chaussette : 330 mm

Diamètres comptabibles cage armature

400 mm	600 mm	800 mm	1 000 mm
X	X		

Longueur moyenne	25 mètres
Encombrement	52cm
Poids moyen	15,5 kg
Poids maximal	20 kg

Composition
100% polyester haute tenacité

Mise en oeuvre
Voir notice technique au verso

Poids : selon NF 12 127 = 550g/m²

ISO 10319
Force de rupture :
P = 52.8kN/m T = 12.1 kN/m
Déformation max :
P = 45,2% T = 380%

Déformation max P :
à 2% = 0,684 kN/m
à 5% = 1,10kN/m
à 10% = 2,57 kN/m

Déformation max T :
à 2% = 0,0140 N/m
à 5% = 0,0140 kN/m
à 10% = 0,0140 kN/m

Au cours de comblement (remplissage au coulis du sac de confinement en géosynthétique), un suivi instantané des volumes et de la durée du remplissage sera demandé.

Une fiche de comblement du sac de confinement en géosynthétique est établie pour chaque Cavibag. Cette fiche précise le volume injecté (méthode gravitaire).

En début de chantier, **le premier Cavibag** sera réalisé par l'entreprise en présence du Maître d'ouvrage et du Cerema de Bordeaux pour vérifier la qualité de la procédure d'exécution et proposer d'éventuelles adaptations avant poursuite du chantier (avec forage de contrôle en périphérie et passage caméra).

L'entreprise mettra tout en œuvre pour garantir le bon déroulement du chantier et le respect du délai. Elle disposera de trois semaines au plus pour exécuter les travaux durant lesquelles la circulation sera fermée sur la chaussée concernée par les travaux et un basculement sera mis en place à cet effet.

Le matériel de forage et d'injection doit être conforme à celui prévu dans la procédure d'exécution. Le matériel d'injection doit comporter impérativement un manographe et un totalisateur de quantités injectées.

9.3.2. Remplissage gravitaire du géosynthétique dans le forage et temps de séchage

Le sac de confinement en géosynthétique étanche (chemisage souple CHAB) sera accroché le long du tube d'injection par un dispositif au choix de l'entreprise, par exemple des ligatures annulaires anti-déchirures. Un schéma de principe est joint précédemment.

Le dispositif d'accrochage comportera le tube d'injection PVC, muni de trous cylindriques/crépines. Les embouts seront vissés ou collés sur le tube (longueur d'environ 1,5 à 3 mètres pour permettre le maintien du Cavibag pendant le comblement et la prise du coulis).

Le chemisage sera mis en place préalablement à la descente du tube d'injection dans le trou de forage, à l'intérieur du tube provisoire de pose anti-déchirure.

L'ensemble reposera en fond de forage. L'entreprise devra mettre en place le cavibag en évitant toute déchirure du chemisage, notamment la perforation du géosynthétique en fond. En cas de déchirure lors de sa descente dans le forage, un nouveau chemisage sera mis en place avant comblement par injection.

Le comblement du géosynthétique par du coulis sera gravitaire (remplissage délicat du sac de confinement pour ne pas colmater les trous du tube supérieur sans clapets).

Pour ne pas déchirer le géosynthétique, le remplissage pourra être réalisé en plusieurs fois, en fonction du gonflement du sac de confinement dans les vides et des volumes injectés.

Pour permettre la mise en forme progressive du géosynthétique dans le trou de forage et les vides rencontrés, **le remplissage sera effectué par phases successives de 300 litres de coulis.**

Le nombre de remplissage, le volume de coulis lors de chaque phase de remplissage et le temps de séchage seront validés par le Maître d'ouvrage, qui à cet effet prendra l'attache du Cerema de Bordeaux en cours de chantier (fonction des observations *in situ* lors du premier cavibag et des reconnaissances préalables en destructif).

L’entreprise veillera à ce qu’aucune perte de coulis hors du cavibag ne soit possible (maîtrise totale des volumes). Aucune perte de coulis n’est autorisée (comblement confiné dans le géosynthétique étanche en chemisage du tube d’injection).

Après un temps de séchage jugé suffisant (à valider par le Maître d’œuvre avec l’appui de son contrôle extérieur en cours de chantier et fonction des observations in situ), l’entreprise réalisera la poursuite des phases de remplissage jusqu’en surface.

Article 10. Préparation des Auscultations par caméra de forage

10.1. Qualité des forages et de l’enregistrement des paramètres nécessaire pour l’inspection caméra

Lors des reconnaissances préalables en destructif, l’entreprise devra veiller à la qualité du forage et des enregistrements des paramètres de foration adaptés au contexte. En effet, l’objectif de la campagne de destructif est l’auscultation par caméra de forage (réalisée par le Cerema de Bordeaux) pour préciser :

- la nature des vides à traiter avant comblement,
- le niveau de comblement des vides,
- l’implantation précise des cavibags.

Pour ce faire, un tubage en PVC transparent de diamètre $\geq$ 90 mm nécessaire à la tenue des parois des trous de forages pendant les diagraphies optiques du Cerema, est inclus dans le marché.

10.2. Condition de réalisation des images de paroi

Les mesures de diagraphie optique seront réalisées par le Cerema à l'avancement des forages de contrôle, en présence de l’entreprise.

Une fois l'opération de forage avec pose d'un tubage provisoire éventuel $\phi \geq$ 90 mm (tubage en PVC transparent) effectué pour tenue des parois, le Cerema de Bordeaux se mettra en place et réalisera sa prestation.

Article 11. Coordination entre les intervenants

Pour la bonne coordination des intervenants, l’entrepreneur fournira un planning d’opération décrivant en détail les différentes phases du travail qu’il compte réaliser en tenant compte des objectifs du marché.

L’entrepreneur gère la coordination entre les différents intervenants assurant les prestations faisant l’objet du marché (levé de sondage, foration, auscultation optique, renforcement par Cavibags). Il s’assure en particulier que le forage accepte les outils d’essais divers. Il s’engage à nettoyer le forage si nécessaire.

Il lui appartient de prévenir en temps utile le Cerema de Bordeaux responsable des diagraphies de forage pour l’auscultation optique, de la date et de l'heure prévisible de sa prestation.

Le mandataire désignera en période préparatoire la personne en charge de la coordination des tâches et de la gestion des interfaces.

Nota : Lors des travaux, et en coordination avec les intervenants de l’entreprise, le Cerema pourra réaliser des diagraphies complémentaires dans les forages.

Article 12. Comptes-rendus de chantier

L’entreprise réalisera des comptes-rendus de chantier conformément à l’article 10 de la norme NF EN 12715 d’octobre 2000.

Article 13. Rapports d’exécution

À l’issue des travaux, l’entreprise remettra un dossier de récolement du chantier en trois exemplaires et une version informatique (fichiers pdf, Autocad 2019). Ce dossier comprendra :

- plan d’implantation des cavibags,
- les coupes de forages destructifs renseignées selon les indications de l’article 4.1 du Cahier des Charges, et les enregistrements des paramètres de forage,
- les longueurs des équipements pour chacun des cavibags,
- le nombre de phases de remplissage, les volumes et les temps de séchage pour le comblement confiné dans les géosynthétiques.

Les fichiers informatiques seront adressés à la DIRA et au Cerema de Bordeaux. Le délai de remise des rapports sera de 15 jours à compter de la fin du chantier.

Article 14. Conditions d'accès au site et mesures d’exploitation sous chantier

La DIRA a effectué la Déclaration de Travaux (DT) dont le numéro est : 2026061502509DE7.

Le titulaire effectuera la DICT.

Les 10 premiers points de forages seront positionnés sur chantier par l’entreprise conformément au plan d’implantation qui sera transmis par le Cerema. Les coordonnées des autres points lui seront transmises à l’avancement des travaux par le Cerema suite aux passages caméra qu’il effectuera.

La signalisation des travaux sera mise en place par la DIRA à ses frais. La circulation sera basculée sur la chaussée opposée et sera fermée sur la chaussée faisant l’objet de travaux.

L’entreprise veillera à respecter les consignes de sécurité émises par le responsable d’exploitation de la DIRA, et à adapter ses moyens d’intervention en conséquence.

Le titulaire de la commande devra veiller à la bonne coordination entre les différents intervenants.

Le PPSPS de l’entreprise consignant ses moyens d’intervention sera validé par le Maître d’ouvrage avant le début du chantier.

La remise en état de la chaussée (rebouchage des têtes de forages et nettoyage de la chaussée) par le prestataire doit être réalisée avant la réouverture de la circulation.

Un point météo sera fait en début de semaine pour confirmer ou annuler l'intervention. En cas d'annulation, l'entreprise ne pourra pas prétendre à l'indemnité intempérie. La prestation sera reportée ultérieurement dans les mêmes conditions de prix.

Article 15. Récapitulatif des points d'arrêt

Les points suivants feront l'objet d'un point d'arrêt - validation par le maître d'œuvre en cours de la période de préparation du chantier, qui prendra à cet effet l'attache du Cerema de Bordeaux :

- le PPSPS de l'entreprise, notamment les moyens d'intervention,
- la nature et les performances du matériel de forage et d'injection,
- la constitution du tube d'injection en PVC,
- l'origine et la qualité des constituants (tubes, ciment, eau, géosynthétique CHAB),
- le mode de forage,
- les caractéristiques du dispositif d'accrochage du chemisage sur le tube d'injection (ligature annulaire),
- les caractéristiques techniques du sac de confinement (CHAB 002-400),
- la préparation du cavibag (gestion des longueurs, accrochage et pliage du géosynthétique),
- le détail de la procédure de comblement, notamment les critères d'arrêt du remplissage (aucune perte de coulis dans le milieu n'est autorisée),
- les caractéristiques du coulis, et les modalités des épreuves (composition, viscosité, temps de prise, décantation à trois heures, résistance à la compression simple à 7, 14, 28 jours),
- la technique de rebouchage des trous de forages,
- l'implantation des sondages de reconnaissance en destructif.

Les points suivants feront l'objet d'un point d'arrêt - validation par le maître d'œuvre en cours du chantier (après les auscultations caméra et le premier Cavibag), qui prendra à cet effet l'attache du Cerema de Bordeaux :

- l'implantation des cavibags (fonction des reconnaissances préalables),
- la méthode définitive de l'entreprise,
- la longueur des différents équipements, fonction des reconnaissances géotechniques au destructif,
- la méthode de mise en place du cavibag dans le trou de forage, et son positionnement dans le forage (fonction des observations *in situ*),
- la méthode de remplissage gravitaire du géosynthétique (sac de confinement en chemisage souple) dans le trou de forage, notamment les différentes phases de comblement au coulis, les volumes et les temps de séchage (fonction des observations *in situ*), les moyens de surveillance de cette phase de remplissage et de gestion des volumes (aucune perte de béton n'est autorisée).

Article 16. Dossiers des ouvrages exécutés

(art. 40 du CCAG-T, norme NF EN 13670/CN, 4.2.4.2 du fasc. 65 du CCTG)

Le dossier des ouvrages exécutés (DOE) est établi conformément au 4.2.4.2 du fascicule 65 du CCTG, qui intègre notamment les dossiers de fin d'exécution relatifs au management de la qualité (4.2.4.2.2 du fasc. 65 du CCTG) et au respect de l'environnement (4.2.4.2.3 du fasc.65 du CCTG).

Il comprend en outre :

- la documentation établie en cours d'exécution, conformément au 4.2.4.1 du fasc. 65 du CCTG ;
- le journal de chantier ;
- un rapport récapitulant l'ensemble des incidents du chantier et les actions correctives auxquels ils ont donné lieu ;
- le dossier photographique du chantier ;
- les coordonnées des points d'implantation des Cavibags ;
- les paramètres de forages ;
- le volume de coulis injecté dans chaque Cavibag ;
- les résultats des divers essais de chantier et de laboratoire ;
- les contrôles effectués.

Article 17. documents a remettre en fin de chantier

À l'issue du chantier, l'entreprise devra remettre au maître d'œuvre le Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE).

Le dossier devra contenir : le PAQ et les procédures mis à jour si nécessaire, les fiches de non-conformité, les documents de levé des points d'arrêt, les plans, les fiches techniques des produits, les fiches de sécurité des produits, le journal de chantier…

Ces documents seront fournis en format papier en un exemplaire et sur format informatique (CD) en deux exemplaires (les formats : dwg, dxf pour Autocad, les autres documents, ppt, doc, xls, pour Microsoft Office sxw, sxc, odc, odp, odt, pour LibreOffice, pdf. Ils ne doivent pas comporter de macros et peuvent être compressés dans des fichiers d'archives au format Zip. Leurs noms devront être suffisamment explicites).

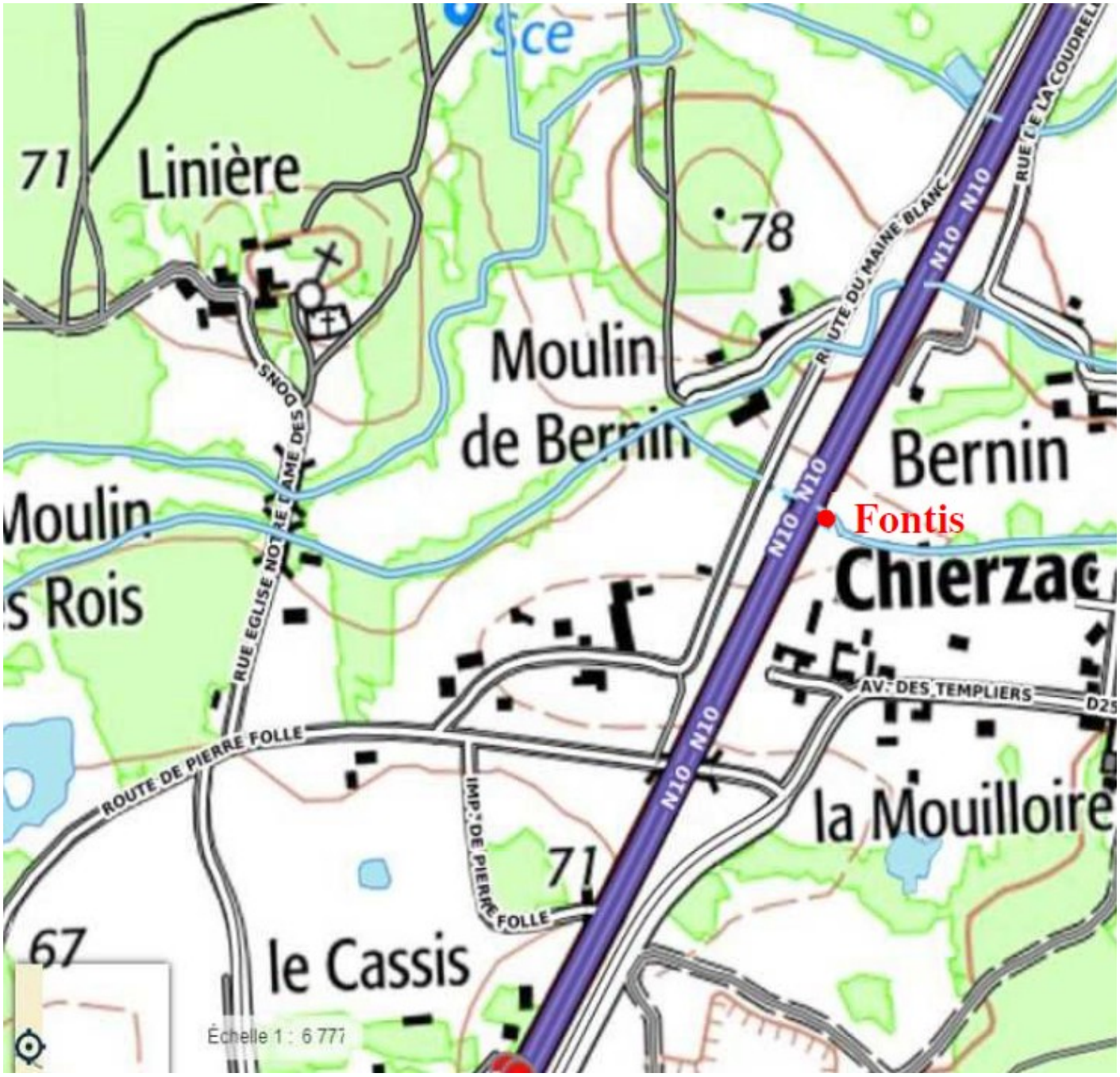
Article 18. Remise en état des lieux

Après avoir réalisé ses prestations, le titulaire est tenu de remettre en état les lieux, d'évacuer et de traiter tous les déchets générés par son chantier conformément à la législation. La chaussée devra être nettoyée. En cas de présence d'huile ou de graisse sur la chaussée l'entreprise devra mettre du produit absorbant en quantité suffisante pour éviter aux véhicules de glisser.

Le non-respect de ces règles entraînera outres les pénalités définies à l'article 4 du CCAP, le paiement des frais engendrés par la remise en état les lieux, l'évacuation des déchets et leurs traitements conformément à la législation

ANNEXES

Plan de localisation de la zone de travaux



Plan de localisation des cavibags

