

MARCHE PUBLIC DE TRAVAUX

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES (CCTP)

Pouvoir adjudicateur

ETAT- Ministère chargé des transports

Direction Interdépartementale des Routes Sud-Ouest

Représentant du maître d'ouvrage (RMO)

Monsieur le Directeur Interdépartemental des Routes Sud-Ouest par
délégation de Monsieur le Préfet de la région Occitanie donnée par arrêté
préfectoral du 30 janvier 2023

Objet de la consultation

A620 Cavité de Bordelongue – Travaux d'injection des terrains



SOMMAIRE

A.	CONSISTANCE ET DESCRIPTION DES TRAVAUX	3
A.1.	Objet du marché de travaux	3
A.2.	Consistance des travaux	6
A.3.	Objectifs à atteindre	7
A.4.	Connaissance et visite du site	7
A.5.	Conformité aux normes et règlements	11
A.6.	Documents à fournir par le titulaire	11
A.7.	Variantes	15
A.8.	Surveillance de l'ouvrage	15
B.	PROVENANCE, QUALITE ET PREPARATION DES MATERIAUX	16
B.1.	Provenance et fourniture des matériaux	17
B.2.	Contrôles et essais sur matériaux	19
C.	EXECUTION DES TRAVAUX	21
C.1.	Réseaux	21
C.2.	Protection du site	21
C.3.	Stockage et dépôts	21
C.4.	Accès	21
C.5.	Travaux par injection	22
D.	CONTROLES ET ESSAIS	25
D.1.	Fréquence des contrôles	25
D.2.	Contrôles des constituants et des préparations	25
D.3.	Essais de convenance	25
D.4.	Contrôle des injections	26
D.5.	Rapports de forage et d'injection	26
D.6.	Surveillance	26
D.7.	Rebouchage des forages et remise en état des lieux	27

A. CONSISTANCE ET DESCRIPTION DES TRAVAUX

A.1. Objet du marché de travaux

Le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) concerne les travaux d'injection des terrains (remblais et sols supports) sous la chaussée de la rocade A620, sur la commune de Toulouse (31), localisée au droit du secteur de la cavité de Bordelongue (PR10+580/590). Il constitue une pièce contractuelle du dossier de consultation des entreprises.

La portion du périphérique Ouest (A620) à traiter par les travaux d'injection se situe sur la commune de TOULOUSE au niveau de l'échangeur de Bordelongue (jonction A64/A620) dans un contexte urbain très dense et relativement plat au droit des voies de chaussée de la rocade et des zones contiguës à la chaussée. La zone de travaux se limite à l'ensemble des voies de chaussée de la rocade, y compris BAU et accotements si nécessaire.

Au niveau de cet échangeur de Bordelongue, la rocade A620 est constituée de 2 x 3 voies auxquelles s'ajoutent les bretelles d'accès et de sortie ainsi que les voies d'insertion.

Les travaux se feront nécessairement de nuit compte tenu des contraintes de circulation diurne avec un trafic routier extrêmement intense (les horaires d'intervention pour travaux sur les voies de circulation sont prescrits par le Maître d'ouvrage dans les autres pièces du DCE).

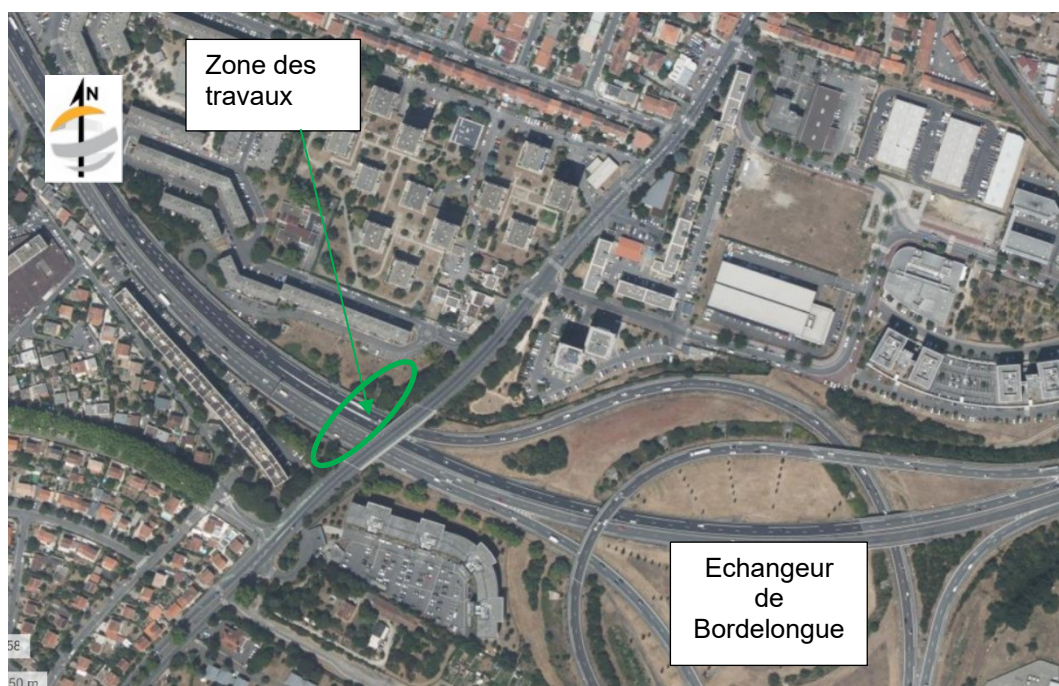
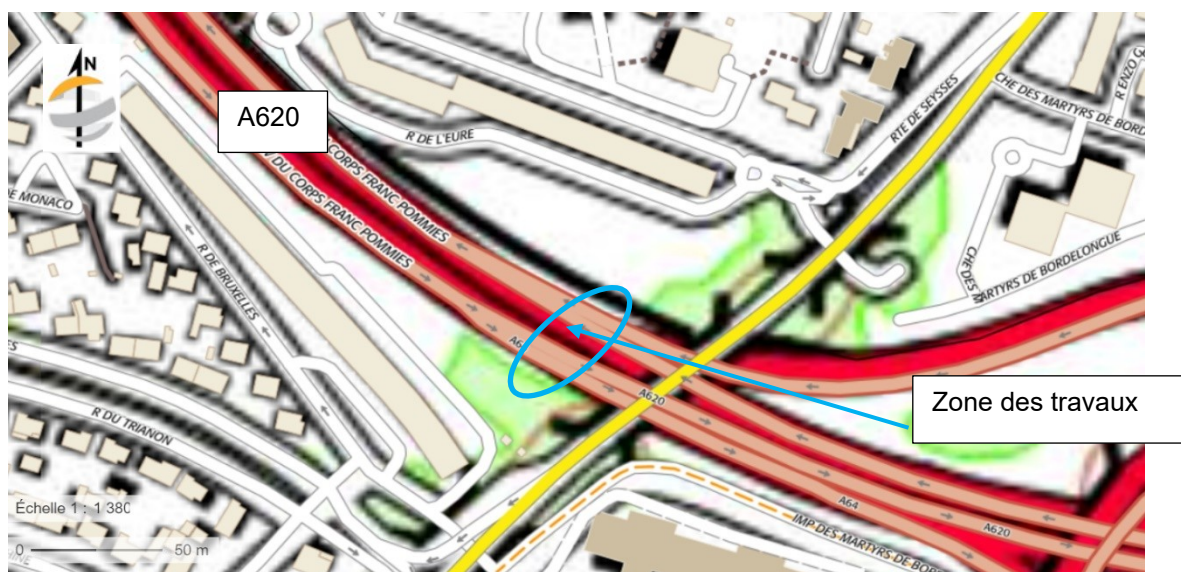
Pour une surface de 75 m² à traiter, le nombre de forages d'injection serait de 75 (maillage de 1 x 1 m) intéressant un volume de sols de l'ordre de 150 m³ maximum pour des profondeurs variant entre 1 à 2.5 m y compris comblement du vide identifié sur SDI.

La nature des travaux du marché est un traitement par injection de comblement d'une cavité vide reconnue et d'imprégnation des terrains « décomprimés ». Les caractéristiques du produit injecté devront être définies par l'entreprise titulaire, avec la réalisation d'un plot d'essai en vraie grandeur, pour justifier une mise en œuvre optimale et répondre aux objectifs d'imprégnation des sols décomprimés.

Les incertitudes sur le taux d'injection (10 à 20 %) à retenir compte tenu de l'absence de données sur les indices des vides et les perméabilités des sols peuvent être gérées en faisant varier le diamètre et le maillage des injections et en procédant par phases selon les recommandations en vigueur (injections primaires, injections secondaires, etc.).

Concernant le comblement du vide décelé par le sondage destructif SDI, la technique d'exécution sera adaptée avec une opération préalable d'injection gravitaire, dit d'incorporation au tube plongeur, avec un produit différent du produit d'injection et adapté au volume et forme de la cavité à retrouver.

Localisation de la zone des travaux :



Les désordres anciens survenus (aux environs du PR10+580/590) sur la rocade, objets des présents travaux ne sont plus visibles. Seule la photo aérienne ci-après (pas de date, extrait google earth), permet de localiser la zone de réfection des enrobés au droit des désordres :

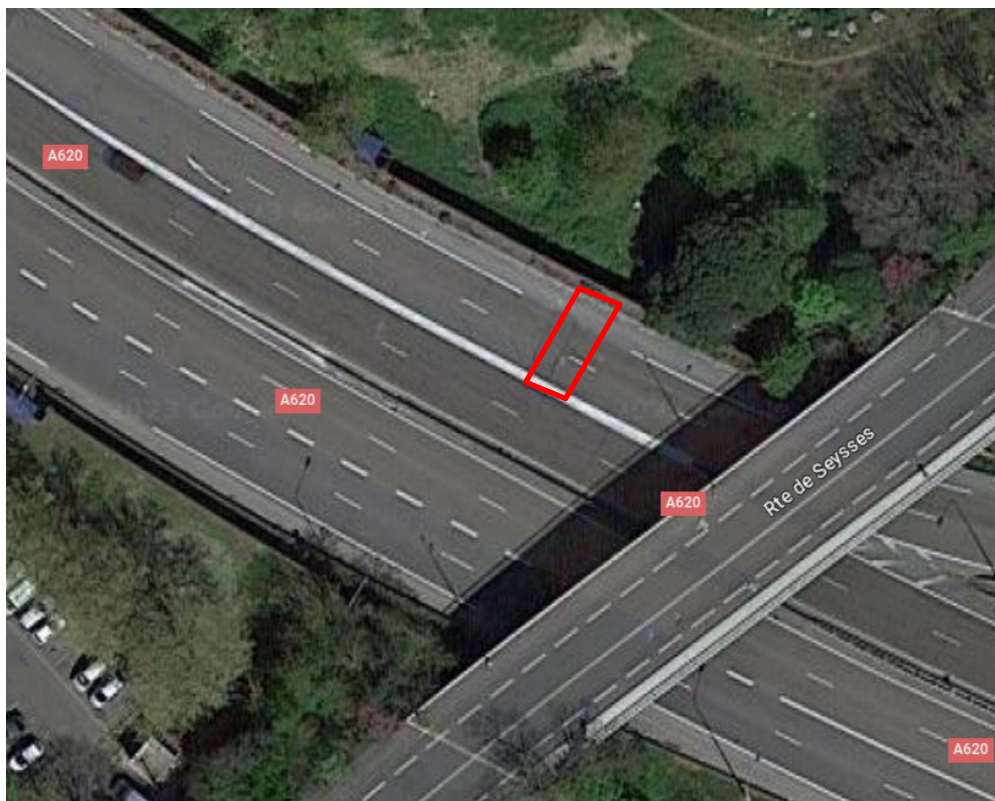


Figure 1 : Extrait photo aérienne Google Earth sans date

D'un point de vue topographique, le terrain est quasiment plat ; d'après le site Géoportail, l'altitude varierait de 143.5 NGF côté sud à 143 NGF côté Nord.

Un état des lieux des voies devra être fait au démarrage des travaux par référé préventif ou constat d'huissier.

A.2. Consistance des travaux

D'une manière générale, les travaux comprennent toutes les fournitures et mises en œuvre nécessaires à la complète réalisation des travaux objets du présent marché, ainsi que la remise en état des lieux mis à la disposition de l'entrepreneur à l'exclusion de celles mentionnées à l'article « Travaux non compris dans l'entreprise » du présent CCTP.

Elle couvre en particulier :

- les installations de chantier,
- la sécurité du chantier ainsi que la signalisation propre aux travaux de l'entreprise,
- l'étude des ouvrages définitifs,
- le contrôle interne,
- les ouvrages provisoires ou éléments provisoires et tous les ouvrages mis au marché et qui ne font pas partie de l'ouvrage proprement dit,
- les contraintes liées aux travaux de nuit.

Les forages et les injections devront être réalisés selon les Règles de l'Art par une entreprise spécialisée et qualifiée en travaux d'injections des sols, conformément aux normes en vigueur.

L'entreprise devra mettre en œuvre le matériel et les moyens adaptés au contexte géologique, géotechnique et hydrogéologique du site. Les méthodes et phasages des travaux ne devront engendrer aucun désordre sur les infrastructures et ouvrages existants présents dans la Z.I.G., y compris les réseaux enterrés.

A.2.1. Travaux compris

Les travaux comprennent notamment :

- La réalisation des études d'exécution, avec en particulier l'établissement d'une note technique explicite et détaillé relatif aux méthodes, aux matériaux et aux matériels utilisés pour l'exécution des travaux,
- La réalisation des missions géotechniques G3 phase étude et G3 phase suivi d'exécution,
- La réalisation de toutes les investigations géotechniques nécessaires et préalables aux études précitées,
- l'entretien des chaussées existantes mises à disposition ainsi que les branchements des installations,
- l'aménagement d'aires de stockage des matériaux et leur approvisionnement,
- la clôture de ces aires réservées au chantier,
- la fourniture, la surveillance et l'entretien de jour comme de nuit y compris les jours non ouvrés de la signalisation spécifique du chantier,
- les installations de chantier pour les travaux d'injections y compris les mesures et les contraintes liées aux travaux de nuit (éclairage, horaires, ...) ;
- la réalisation des forages de différentes inclinaisons et leurs équipements,
- l'injection des passages décomprimés y compris des fontis ou vides éventuels,
- le suivi géométrique de l'ouvrage pendant toute la durée des travaux,
- les contrôles en cours et en fin de travaux (matériaux, pressions, sondages après travaux),
- le nettoyage et le rebouchage adapté des forages après chaque intervention de nuit,
- la remise en état en fin de chantier.

A.2.2. Travaux non compris

Ne sont pas compris dans l'entreprise :

- La signalisation spécifique à la gestion de la circulation sur l'ouvrage (rocade),
- La remise en état autre que les accès, aires de stockage et zones de travaux spécifiques à ce chantier.

A.3. Objectifs à atteindre

Les injections devront satisfaire aux impératifs suivants :

- Traitement des terrains décomprimés et des vides éventuels ;
- Non modification des profils en long et en travers de la Rocade ;

- Respect des distances de sécurité vis-à-vis des réseaux existants.

La satisfaction aux objectifs fixés sera appréciée par des sondages de préférence pénétrométriques voire pressiométriques ou pénétrométriques, réalisés immédiatement après la fin des injections par l'entreprise dans le cadre de son contrôle. Ces essais seront au nombre minimum de 5. Pour comparaison, 5 essais devront également être réalisés au préalable.

Ceux-ci devront établir l'absence ou la réduction des zones décomprimées. L'entreprise devra tous les travaux complémentaires nécessaires à l'accomplissement des objectifs fixés si les contrôles s'avèrent révéler des insuffisances.

Un objectif de $q_c > 3$ MPa dans les zones de traitement de vides et un objectif de $q_c > 5$ MPa dans les zones d'imprégnation sont requis.

A.4. Connaissance et visite du site

Par le fait de sa soumission, l'entrepreneur reconnaît avoir pris connaissance du site et de son environnement. Il reconnaît avoir pris connaissance des accès, des contraintes liées à la situation du chantier, des contraintes liées aux travaux de nuit.

Pour établir son étude de prix, l'entrepreneur devra obligatoirement se rendre sur les lieux afin d'évaluer ses travaux en toute connaissance de cause en fonction des conditions d'accès, de l'état réel du site et des difficultés d'exécution.

Il devra formuler toutes réserves qu'il jugera utiles aussi bien sur le quantitatif ou les prestations techniques prévues au dossier avant de remettre son offre.

Il ne pourra se prévaloir d'omissions, de reconnaissances des lieux ou de difficultés d'exécution quelconques pour présenter des suppléments en cours de travaux.

Le fait de commencer les travaux constitue pour l'entreprise une acceptation sans restriction des conditions suivantes :

- de la nature et de la situation géographique des travaux,
- des conditions physiques propres au site et des conditions d'accès à la zone de travaux,
- de la nature des voies, des zones d'accès, des terrains et des revêtements qui devront être remis en l'état initial après l'exécution des travaux,
- des matériels et équipements nécessaires en début et pendant l'exécution des travaux, et de toutes autres circonstances susceptibles d'avoir une incidence sur la conduite et la réalisation de son travail.

En particulier, l'entrepreneur justifiera et précisera les précautions qu'il compte mettre en œuvre pour assurer le respect des délais impartis, des objectifs des travaux et de la remise en circulation de la rocade après chaque nuit d'intervention.

Les différentes investigations ont permis d'établir la synthèse de surface des réseaux détectés au droit du secteur d'étude présentée ci-après :

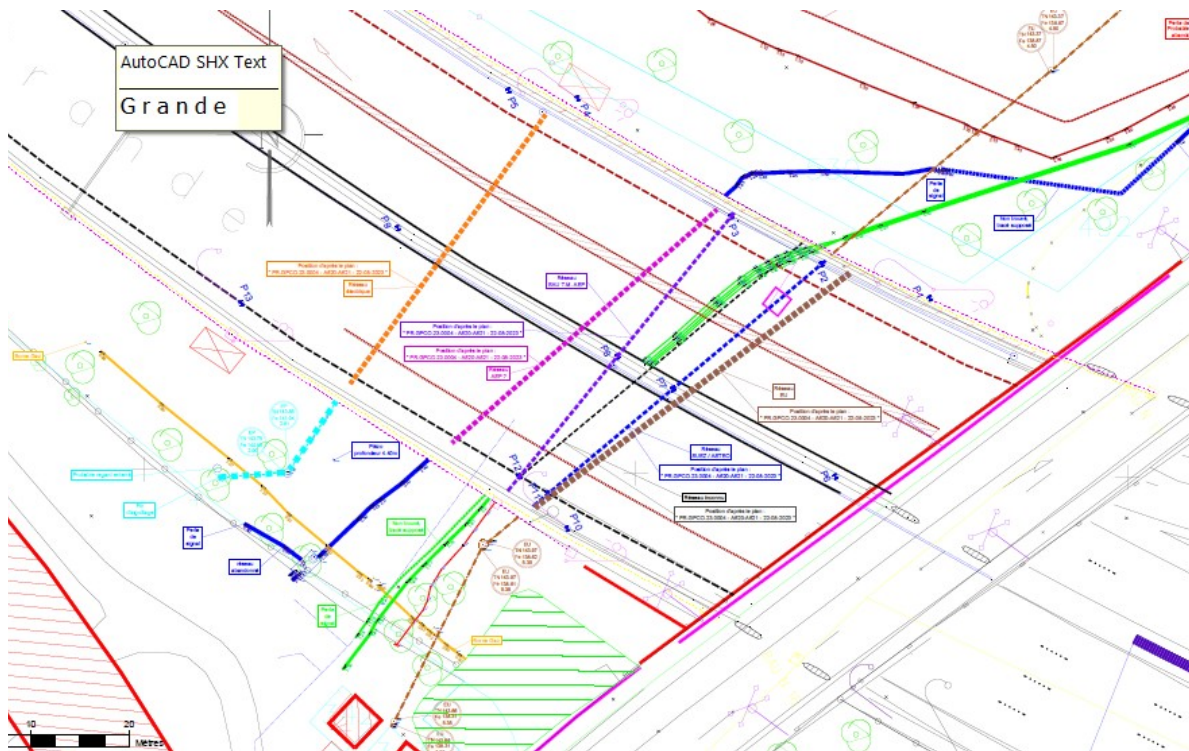


Figure 2 : Carte de synthèse des détections

On se reportera également aux plans de la consultation où sont reportés la position des réseaux à partir des plans des DICT anciennes et récentes, les résultats des investigations géophysiques de 2024 et 2023, les sondages existants (2014 et 2019) ainsi que les résultats des investigations géophysiques multi-méthodes du BRGM.

L'entreprise devra établir son propre récolement en 3D intégrant les diamètres et profondeurs des différents réseaux.

A.4.1. Contexte géotechnique du site

Les rapports d'étude sont joints à la présente consultation afin que le titulaire du marché de travaux puisse établir son offre sous son entière responsabilité.

Les documents fournis par la présente consultation ont pour but de renseigner l'entrepreneur sur la nature et la localisation des ouvrages à exécuter. L'entrepreneur est réputé avoir pris connaissance de l'ensemble du dossier.

La description n'a pas un caractère limitatif et les entreprises devront exécuter comme étant dans leur prix, sans exception ni réserve, tous les travaux nécessaires à la compréhension et l'achèvement complet des travaux.

L'entreprise adressera au Maître d'ouvrage toute demande de renseignements complémentaires qui lui apparaîtrait nécessaire. Elle ne pourra se prévaloir d'une quelconque imprécision ou omission pour remettre en cause le caractère forfaitaire de son offre.

D'après la carte géologique de TOULOUSE-UEST (BRGM n° 983), la géologie attendue est la suivante :

- Alluvions quaternaires et modernes de la basse plaine de la Garonne (Fz1) ; elles sont composées en surface de limons voire de sables limoneux puis de graves pouvant atteindre 4 à 6 m d'épaisseur ; du fait de leur mode de dépôt lenticulaire, elles peuvent présenter des variations latérales de faciès ;
- Substratum molassique régional daté de l'Aquitainien-Stampien (g2-3) constitué de marnes, d'argiles et de molasses datées de l'Oligocène ; Le toit du substratum peut présenter des sur-profondeurs locales.

D'autre part, compte tenu de l'occupation ancienne du site, il est vraisemblable de rencontrer des remblais qui seront, de par nature, hétérogènes ; ils sont généralement présents dès la surface mais peuvent également se substituer aux limons de surface. Ils peuvent également contenir des vestiges de construction (fondation, éléments béton, anciens réseaux...) notamment du fait de la démolition de bâtiments anciens en limite nord du site.

D'un point de vue hydrogéologique, les alluvions de la Garonne renferment une nappe dont le niveau varie de manière saisonnière en s'écoulant au toit du substratum, réputé imperméable, en direction de la Garonne à l'Est. Les alluvions fines et/ou remblais peuvent également être le siège de circulations d'eau à la faveur d'épisodes pluvieux.

A.4.2. Contraintes particulières du site

A.4.2.1. Règles de sécurité

L'Entrepreneur sera tenu de respecter les règles générales de sécurité imposées aux Entrepreneurs exécutant des travaux sur la rocade.

En cas de manquement à ces règles, sa responsabilité sera engagée. En outre, le Maître d'Œuvre, le Maître d'Ouvrage ou le SPS pourront interrompre le chantier jusqu'à ce que les mesures de sécurité soient appliquées.

Pour ses interventions ou accès hors de la rocade, l'Entrepreneur devra prendre les dispositions nécessaires avec le gestionnaire de la voie concernée pour assurer la sécurité de son personnel et celle des usagers de la voirie.

A.4.2.2. Contraintes d'exécution

Les travaux d'injection seront réalisés de nuit depuis les voies de la rocade fermées à la circulation entre 22h (soir) et 5h (matin) ; les contraintes inhérentes à cette situation sont :

- distance de sécurité minimale à respecter par rapport aux réseaux selon les prescriptions des concessionnaires ;
- co-activité possible avec d'autres intervenants sur la rocade ;
- présence de réseaux dont les plans disponibles seront fournis à l'entreprise, mais celle-ci fera une enquête préalable auprès du Maître d'Ouvrage et aura à sa charge les DICT avant tous démarrages des travaux ;
- présence éventuelle d'anciens ouvrages enterrés et/ou d'éléments de remblais ;
- nécessité de mettre en œuvre un éclairage efficace,
- nécessité à chaque fin de nuit de reboucher les forages réalisés et de nettoyer le site pour une remise en circulation en toute sécurité.

L'entreprise doit inclure dans son offre toutes ces sujétions sans aucune restriction et tiendra compte dans son étude et sa remise de prix des prescriptions de sécurité applicables aux travaux projetés.

L'entreprise devra tenir compte de :

- la présence de remblais et probablement d'ouvrages enterrés non reconnus,
- la compacité des sols plus ou moins bonne avec présence de niveaux graveleux,
- la mauvaise tenue en forage de certains sols (remblais, passages graveleux, passages sableux, ...)
- la perméabilité non-connue des terrains et la présence d'une nappe au sein des alluvions soumise aux variations météorologiques,
- les variations de la profondeur des différentes formations,
- l'éventuelle agressivité des sols et des eaux,
- les avoisinants sensibles : voies et chaussées de la rocade et ses ouvrages annexes (GBA, murs anti-bruit) et certains réseaux.

Des surconsommations de produit d'injection sont à prévoir dans les niveaux sablo-graveleux et/ou très décomprimés, voire dans des vides. En cas de surconsommation trop importante, il pourra s'avérer nécessaire de changer de produit et/ou de technique.

L'enregistrement en continu des paramètres de forages et des paramètres d'injection est obligatoire.

La présence d'une nappe soumise à un écoulement peut conduire à un lessivage des injections.

A.4.3. Entretien des voies publiques

L'entretien et le maintien en état permanent de viabilité des voies/chaussées de circulation routière (cyclables piétonnes aux abords ?) empruntées pour les besoins du chantier sont à la charge de l'entreprise.

A.4.4. Accès et circulation de chantier

Les travaux se situent dans les emprises des ouvrages de la DIRSO.

L'Entrepreneur, ses cotraitants et leurs sous-traitants devront respecter les consignes de sécurité et de circulation imposées par le maître d'œuvre et le SPS.

Les allées et venues de véhicules sur le chantier seront limitées autant que possible. Aucune gêne à la circulation sur les autres voies ne devra avoir lieu.

Les accès au chantier s'effectueront selon les indications de l'exploitant de la rocade.

L'Entrepreneur sera seul responsable des dégâts qu'il pourrait engendrer dans les parcelles et voies riveraines n'appartenant pas au maître d'ouvrage.

Le plan de circulation et le dossier d'exploitation sous chantier, qui seront établis en accord avec le Maître d'Œuvre et le SPS, devront être signés et respectés.

A.5. Conformité aux normes et règlements

D'une façon générale, l'exécution des travaux et les conditions de réception seront conformes aux règlements officiels en vigueur un mois avant remise de la soumission, et en particulier :

- Au Code du Travail,
- Au Code de l'Environnement,
- A l'arrêté du 14 novembre 1988, relatif à la protection des travailleurs.
- Aux normes françaises en vigueur,
- Aux recommandations professionnelles,
- Au Cahier des Prescriptions Communes applicables aux marchés des travaux publics de l'Etat, relatifs aux ouvrages du présent lot.
- Aux fascicules du CCTG.

Cette liste n'est pas exhaustive.

A.6. Documents à fournir par le titulaire

Les pièces à fournir par l'entreprise sont énumérées succinctement ci-dessous.

- Documents généraux :
 - Planning d'exécution des travaux,
 - Plan d'hygiène et de sécurité,
 - Dossier des documents conforme à l'exécution,
- Documents des études d'exécution et de projet de l'entreprise :
 - Projet des installations de chantier,
 - Projet des ouvrages provisoires,
 - Projet d'exécution des ouvrages définitifs et, en particulier, la justification des travaux d'injection et de remise en état,
 - Mission Géotechnique G3 phases étude et suivi,
- PAQ :
 - Organisation générale,
 - Documents d'exécution : procédures particulières et fiches de suivi d'exécution.

Ces documents seront à fournir en versions papier et informatique au maître d'œuvre et au maître d'ouvrage.

En fin de travaux, l'entreprise fournira les plans, les notes de calcul et le P.A.Q. définitif qui auront été rendus conformes à l'exécution.

Les études d'exécution, y compris les divers plans d'exécution (maillage, implantation, ...) sont à la charge de l'entreprise. Le titulaire du présent marché est tenu de produire son étude en temps utile avant tout commencement des travaux.

L'entreprise tiendra un carnet d'injection sur lequel figureront :

- la position des points d'injection,
- les 4 paramètres de forages (enregistrement numérique) : vitesse d'avancement, pression sur l'outil, pression du fluide de forage, couple de rotation ou autre,

- la composition du produit d'injection,
- les quantités de matériaux fabriqués,
- les quantités de matériaux injectés,
- les pressions et débits d'injection (enregistrement numérique).

A.6.1. Phasage / Planning

Le phasage de l'opération est défini comme suit :

- Notification du marché prévu : dernier trimestre 2025
- Délai de réalisation : 2 semaines in situ hors période de préparation

A.6.2. Programme

L'entrepreneur titulaire devra soumettre au visa du maître d'œuvre, le programme détaillé d'exécution des travaux.

Le maître d'œuvre retournera ce programme à l'entrepreneur soit revêtu de son visa, soit, s'il y a lieu, accompagné de ses observations dans un délai de dix (10) jours. Les rectifications qui seraient demandées à l'entrepreneur devront être faites dans le délai qui lui sera imparti.

Le programme détaillé d'exécution des travaux sera présenté de telle sorte qu'apparaissent les tâches critiques et leur enchaînement.

A.6.3. PAQ

Une proposition du PAQ sera remise au maître d'œuvre lors de la remise des offres. L'établissement de ce PAQ sera conforme à l'annexe T 12.1 du fascicule 65 du C.C.T.G.

Le PAQ détaillé fourni par l'entrepreneur au titre du programme d'exécution (article 30.3 du fascicule 65) comprendra les fiches types de contrôle interne qu'il compte utiliser en cours de travaux pour :

- les contrôles de qualité des injections,
- les fiches d'implantation.

A.6.4. Installations de chantier

L'entrepreneur soumettra le projet des installations de chantier à l'agrément du maître d'œuvre dans le même délai que celui prévu pour le programme d'exécution.

Les installations de chantier se situeront dans la limite des terrains mis à la disposition de l'entrepreneur inclus dans les terrains libres de toutes constructions de part et d'autre de la rocade au-delà des murs anti-bruit. A cet égard, l'entrepreneur devra réaliser un état contradictoire des lieux en prenant rendez-vous avant le démarrage des travaux avec le maître d'ouvrage DIRSO. Un état des lieux sera également réalisé après la remise en état du site.

L'entreprise devra établir et produire, dans un délai de 10 jours à dater de la signification de sa désignation, un plan des installations qu'elle envisage d'implanter pour l'exécution des travaux en prenant en compte le phasage imposé pour ceux-ci.

Sur ce plan figurera :

- l'emplacement des stockages et approvisionnement,
- l'emplacement de la centrale de fabrication et d'injection,
- l'emplacement des baraques de chantier,
- le système de traitement des eaux de décantation et de rejet.

A.6.5. Etudes d'exécution y compris mission G3 étude

Le référentiel retenu par le maître d'Ouvrage dans le cadre du présent projet est l'Eurocode 7.

L'entrepreneur aura à sa charge toutes les études d'exécution nécessaires à la réalisation du projet. Les calculs justificatifs seront conduits conformément aux prescriptions des textes visés au présent C.C.T.P.

L'entrepreneur est tenu de fournir un document définissant les bases de ses études qui comprendra a minima :

- la liste des méthodes de calculs utilisées,
- la valeur des différents paramètres ou coefficients retenus,
- la liste et une présentation des différents calculs électroniques envisagés et les méthodes de calcul.

La liste des plans et notes de calculs sera régulièrement tenue à jour et constituera le dossier d'exécution.

L'en-tête des plans comportera toutes les références habituelles relatives à la désignation de l'opération, du maître d'ouvrage et l'entrepreneur ainsi que la désignation du plan lui-même, les noms des exécutants du plan, le numéro et la date du plan, les indices des modifications avec dates et modifications, la date du visa définitif (Bon pour exécution).

L'entrepreneur fournira un dossier comportant :

- des notices techniques détaillées sur le mode d'exécution des divers travaux :
 - forages,
 - manchettes,
 - injections.

Tous les calculs seront établis avec les unités suivantes :

- le mètre (m) pour les longueurs,
- le Newton (N) pour les masses,
- le Pascal (Pa) pour les pressions,
- la seconde (sec) pour le temps,
- la poiseuille (poise) pour la viscosité dynamique

A.6.6. Journal de chantier

Un journal de chantier sera tenu sur le site à la disposition du maître d'œuvre. A ce journal sera annexé un compte-rendu journalier détaillé, établi par le représentant de l'entreprise, sur lequel seront indiqués par poste de travail :

- les horaires de travail, l'effectif et la qualification du personnel et le matériel présents sur le chantier, la durée et la cause des arrêts d'exécution, l'évaluation des quantités de travaux quotidiennes,
- les incidents de chantier susceptibles de donner matière à réclamation de la part de l'entreprise.

A.6.7. Délais

L'entrepreneur doit soumettre au visa du maître d'œuvre les calculs et les dessins d'exécution des ouvrages provisoires et définitifs dans le délai de préparation. Le maître d'œuvre les retournera à l'entrepreneur s'il y a lieu, accompagnés de ses observations, dans un délai de huit (8) jours ouvrables.

Les rectifications qui sont demandées à l'entrepreneur doivent être faites dans le délai qui lui sera imparti.

A.6.8. Dossier des Ouvrages Exécutés

Après l'achèvement des travaux, l'entrepreneur remettra au maître d'œuvre un rapport descriptif relatif à ce chantier. Il décrira et commentera dans le détail, avec l'aide de croquis et de plans, les éléments suivants :

- l'organisation générale du chantier,
- la nature et les caractéristiques des divers matériels et engins employés,
- les méthodes et moyens utilisés pour exécuter :
 - les repérages,
 - la surveillance des ouvrages,
 - les forages,
 - les injections des sols avec le phasage, les quantités d'injection par phase, les pressions, les dates des diverses interventions.

Un plan de récolement sera établi récapitulant la position des forages ainsi que la quantité d'injection mise en œuvre pour chaque forage. Ce plan sera obligatoirement repéré en NGF et en coordonnées CC43.

Un tableau récapitulatif des injections par forage (format tableur informatique) complétera le plan ainsi qu'un dossier de récolement des essais et contrôles de qualité réalisés pendant le chantier.

Un certificat de l'origine des produits, notamment en cas d'utilisation de produits prêt à l'emploi.

Ce Dossier des Ouvrages Exécutés (DOE) sera à remettre au Maître d'Ouvrage en 3 exemplaires papier (+ 1 (une) version informatique texte, pdf et DWG) et fourni dans le mois suivant la réception des travaux.

A.7. Variantes

Seules les variantes sur les produits d'injection sont autorisées ; toutefois, compte tenu des délais impartis et de la remise en circulation de la Rcade immédiatement après achèvement de chaque intervention de nuit, des produits type coulis de ciment ou de bentonite-ciment nécessitant un délai de prise ne pourront pas être acceptés sauf à démontrer par l'entrepreneur que leur prise est assez rapide pour permettre une remise en circulation.

A.8. Surveillance de l'ouvrage

L'entrepreneur supportera l'intégralité des dépenses relatives aux réparations des dégradations de toute nature causées à toutes les voies utilisées par les engins de chantier.

Un état des lieux contradictoire devra être établi avant le démarrage des travaux aux frais de l'entreprise en ce qui concerne l'état de l'ouvrage existant : voiries, réseaux, accès, ... avec photos et rapport circonstancié à l'appui.

L'entreprise veillera pendant tout le temps du chantier à l'entretien et au nettoyage des chaussées et accès.

Elle procédera à la remise en état des ouvrages qu'elle aura détérioré et devra inclure, dans son forfait, tous les travaux de protection nécessaires et toutes les sujétions de signalisation et de sécurité. Les dégâts occasionnés aux constructions voisines et aux ouvrages publics devront être réparés immédiatement.

B. PROVENANCE, QUALITE ET PREPARATION DES MATERIAUX

Les matériaux devront, d'une manière générale, satisfaire aux conditions du C.C.T.G. (fascicule 65 pour la plupart des travaux prévus). Ce fascicule 65 est rendu contractuel.

L'article 21 du fascicule 65 est complété comme suit : "Le P.A.Q. précisera la provenance de tous les matériaux en donnant la justification de celle-ci."

Les matériaux et produits normalisés, doivent être titulaires de la marque NF de l'agrément SP ou d'un certificat de qualité attribué par un organisme agréé par le ministère de l'Industrie.

Les matériaux non normalisés, ne faisant pas l'objet d'un "Avis technique favorable" délivré par la commission interministérielle ou d'un certificat de qualité attribué par un organisme agréé par le Ministère de l'Industrie, sont soumis au préalable à l'approbation du Maître d'œuvre, qui peut effectuer une réception des lots concernés sur la base d'un échantillonnage conforme aux prescriptions de la norme NF X06-021.

Les propositions d'agrément devront être faites en temps voulu, pour ne pas retarder la préparation et l'exécution des fournitures et travaux.

Le Maître d'œuvre pourra exiger le prélèvement contradictoire du nombre d'échantillons qu'il jugera nécessaire pour présenter la qualité moyenne des diverses fournitures, et qui serviront aux analyses et essais de laboratoire, toutes ces opérations étant effectuées aux frais de l'entreprise. Au vu des résultats, le Maître d'œuvre notifiera à l'entrepreneur l'ordre de commencer les approvisionnements.

Toute livraison anticipée sera faite aux risques et périls de l'entrepreneur.

Celui-ci sera tenu de communiquer à tout moment au Maître d'œuvre ou à son représentant, les lettres de commande, factures ou autres documents permettant d'authentifier la provenance des fournitures.

Tout changement d'origine demeurera expressément subordonné à l'accord préalable du Maître d'œuvre dans les conditions susvisées, sous peine de refus immédiat des fournitures correspondantes.

L'entrepreneur prendra les précautions nécessaires contre le vandalisme ou le vol sur le chantier.

Les frais résultants des prestations prévues au présent article, sont réputés inclus dans les prix.

B.I. Provenance et fourniture des matériaux

B.I.1. Généralités

Les matériaux destinés à la construction des ouvrages devront satisfaire aux conditions fixées par le C.C.T.G. et complétées par le présent C.C.T.P.

A défaut de stipulation du C.C.T.G. ou du C.C.T.P., concernant certains matériaux, l'entrepreneur devra préciser au moment de la présentation de son offre, les conditions auxquelles devront répondre ces matériaux et les essais de contrôle auxquels ils devront être soumis.

B.I.2. Provenance des matériaux

La provenance des matériaux et des produits ainsi que leurs caractéristiques et le choix de l'approvisionnement, 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 dix (10) jours ouvrables à compter de la notification de l'ordre de Service.

Les matériaux dont l'origine n'est pas imposée devront faire l'objet de proposition d'agrément par l'entrepreneur, étant entendu que l'agrément ne pourra être donné que pour les meilleures carrières, les usines ayant les meilleures références, les lieux de production dont la qualité n'a pas donné lieu à des difficultés au cours des années précédentes.

L'entrepreneur sera tenu de justifier à tout moment, sur demande du maître d'œuvre, la provenance des matériaux au moyen de lettres de voiture signées du fournisseur ou par toute autre pièce en tenant lieu.

La fourniture à pied d'œuvre de tous les matériaux et produits nécessaires à la réalisation de l'ensemble des travaux faisant l'objet du présent marché fait partie de l'entreprise.

B.I.3. Produit d'injection

Les coulis utilisés pour les injections des sols pourront être des coulis, résines, gels de silicate ou équivalent. Les caractéristiques précises de tous les produits seront soumises à l'agrément du maître d'œuvre avant toute utilisation.

L'emploi de tout adjuvant, fluidifiant, accélérateur ou retardateur de prise et plus généralement de tout produit d'addition devra faire l'objet de l'agrément du maître d'œuvre après essais de laboratoire aux frais de l'entrepreneur montrant les avantages et dangers éventuels de leur emploi.

B.I.4. Produit de rebouchage

Les produits utilisés pour finir de reboucher les forages sur la hauteur des couches de chaussée seront de type hydrocarbonés ou équivalent voire des bétons bitumineux ou hydrauliques ou mortiers injectables. Les caractéristiques précises de tous les produits seront soumises à l'agrément du maître d'œuvre avant toute utilisation et notamment leur performance à long terme.

B.I.5. Forages

Les forages d'injection seront équipés de tubes à manchettes métalliques ou PVC. Les forages seront verticaux et pourront être inclinés au maximum à 30° pour permettre l'injection en présence de réseaux à contourner.

Le diamètre des forages devra permettre une mise en œuvre convenable de tout le matériel d'injection en particulier des tubes à machettes et des obturateurs afin de répondre aux objectifs.

L'entreprise devra faire connaître les caractéristiques du matériel de forage.

Elle devra, lors des opérations de forage, s'être assurée, au besoin au moyen d'avant-trous de longueur appropriée, qu'il n'existe pas dans le sous-sol de réseaux. Elle fera son affaire du passage des ouvrages enterrés éventuels.

Les paramètres du forage devront être enregistrés (analogiques + numériques) et communiqués au Maître d'Œuvre.

Les caractéristiques mécaniques des forages (équipement, exécution, ...) seront conformes aux prescriptions de la norme NF EN12715 « Exécution des travaux géotechniques spéciaux – injection » de Novembre 2020.

Les forages seront positionnés de manière à respecter le maillage primaire prévu (1 m x 1 m).

En cas de découverte de cavités vides, l'Entreprise adaptera la technologie d'exécution et le maillage pour combler chaque cavité vide découverte.

Le plan d'implantation des forages fourni par l'entreprise devra être approuvé par le Maître d'Œuvre.

B.2. Contrôles et essais sur matériaux

B.2.1. Produit d'injection

L'entreprise devra disposer de moyens de contrôle des quantités des divers produits injectés. Tous les matériaux d'injection seront conservés et manipulés à l'abri des intempéries de façon à éviter qu'ils ne subissent des altérations de leur qualité et de leur composition.

L'entrepreneur indiquera de manière détaillée dans son P.A.Q., le matériel et les installations de dosage, malaxage et injection qu'il compte utiliser. Ce matériel et ces installations devront être soumis à l'agrément du maître d'œuvre par une épreuve de convenance avant le démarrage effectif du chantier.

B.2.2. Contrôle des quantités injectées

La production du coulis d'injection sera effectuée par un système automatisé et informatisé. Les quantités mises en œuvre seront mesurées et contrôlées sur place en cours de travaux.

- par enregistrement des quantités pesées sur la bascule,
- ou par pesage des quantités introduites dans le malaxeur,
- par pesage du malaxeur en permanence,
- par enregistrement des volumes sortant du malaxeur pour les quantités de coulis mis en œuvre,
- par mémorisation dans une centrale de mesures des quantités introduites dans le malaxeur gachées par gachées, le nombre de gachées et les quantités globales mises en œuvre journallement. Le dosage de chaque constituant sera effectué au poids net avec un contrôle de tolérance en plus et en moins,

En cas de dépassement de cette tolérance, un système d'alerte sera activé et l'opérateur effectuera la correction sur la gachée suivante. L'incident sera mémorisé et retransmis ultérieurement pour contrôle.

- par installation d'un capteur de débit à la sortie de chaque presse d'injection (matériel étalonné avant et en cours de chantier) et de chaque centrale-relais éventuelle,
- par fourniture de l'ensemble des bons de livraison des matériaux remis hebdomadairement.

Un débit mètre général sera installé à la sortie de l'unité de fabrication.

B.2.3. Agrément du matériel

Avant le démarrage du chantier, le maître d'œuvre procédera à une vérification de conformité de l'installation, de son parfait état de marche et des possibilités de réglage. En particulier, il sera procédé aux vérifications suivantes :

- doseurs de matériaux des produits d'injection,
- doseurs volumétriques (vérification du volume, du réglage, du compteur, du système de déclenchement),
- doseurs pondéraux : on exigera un étalonnage des balances,
- pompes doseuses : la vérification portera sur le volume des cylindres, leur réglage,
- malaxeurs et mélangeurs : les vérifications porteront sur les capacités, les dispositifs d'alimentation, la liaison avec la cuve tampon, la vitesse de rotation et la nature des turbines,
- cuves tampons : vérifications des volumes, liaison et nombre en fonction des produits à injecter,
- pompes et presses : étalonnage du volume du cylindre et vérification des capacités (pression, débit, cadence et conformité),
- doseurs de produits d'injection : la vérification portera sur le compteur de coups et le doseur volumétrique,
- les manomètres : contrôle de leur état de fonctionnement, de leur gamme adaptée et de leur nombre (fournir l'étalonnage),
- manographes à disques : vérification du nombre, de l'implantation, de la vitesse de rotation, de la gamme de mesure et de l'étalonnage.

B.2.4. Essai de convenance

L'entrepreneur soumettra à l'agrément du maître d'œuvre le matériel, les installations de dosage, malaxage et injection qu'il compte utiliser. Ce matériel fera l'objet d'une convenance avec essai de préparation de produit de 1 m³ au minimum.

L'entreprise réalisera des études de formulation des produits d'injection avec les matériaux approvisionnés sur le chantier. Ces essais serviront de base pour l'agrément des formules. L'essai de convenance portera sur la fabrication de deux gâchées complètes de coulis. Au cours de ces essais, il sera procédé aux contrôles et agréments du matériel, aux contrôles des différents constituants et au contrôle des produits préparés.

C. EXECUTION DES TRAVAUX

C.1. Réseaux

Avant tout démarrage des travaux, l'entreprise procédera au repérage des ouvrages (enterrés notamment) et au piquetage des forages d'injection contradictoirement avec le maître d'œuvre.

L'entrepreneur est tenu de rétablir, à tout moment, les axes et les bornes qui pourraient être détruites.

Les erreurs maximales d'implantation pouvant être tolérées seront les suivantes :

- axe des forages d'injection ± 5 cm (cinq)

C.2. Protection du site

L'entrepreneur devra reconstruire à ses frais, tout élément d'ouvrage endommagé ou détruit du fait des travaux.

Dans ses travaux d'exécution des injections, l'entrepreneur devra assurer la non-salissure des voies de circulation adjacentes ne faisant pas l'objet des travaux. Il assurera, à ses frais, le nettoyage des voies qui seraient souillées y compris celles faisant l'objet des travaux.

L'entrepreneur prendra les précautions nécessaires pour qu'aucun dommage ne soit causé aux installations des réseaux souterrains ou aériens de toute nature. Il est précisé notamment qu'il devra éventuellement prendre toutes les mesures nécessaires pour le soutien de ces canalisations et conduites et pour leur maintien en service.

L'entrepreneur ne sera pas admis à présenter de réclamation du fait que le tracé ou l'emplacement imposé par les ouvrages l'obligerait à prendre ces mesures de soutien de canalisations ou de conduites sur quelque longueur qu'elles puissent s'étendre.

C.3. Stockage et dépôts

L'entrepreneur devra dans un délai de dix (10) jours à compter de la notification du marché, fournir au maître d'œuvre, l'adresse et la distance par rapport au chantier, de la décharge publique ou privée où il compte évacuer les déblais et déchets. Il devra également préciser les itinéraires qu'il compte emprunter.

Si en cours d'exécution des travaux, l'entrepreneur doit modifier son lieu de décharge, il devra en faire part au maître d'œuvre pour validation.

C.4. Accès

Les accès se feront obligatoirement par les voies de la rocade à l'intérieur de la zone fermée à la circulation chaque nuit.

Lors de la visite du site préalable à l'établissement de son offre, les modalités d'accès seront précisées à l'entreprise.

C.5. Travaux par injection

Les objectifs sont :

- Comblement de la cavité vide reconnue au droit du sondage SD1,
- Traitement des terrains décomprimés et des vides éventuels ;
- Non modification des profils en long et en travers de la Rcade ;
- Respect des distances de sécurité vis-à-vis des réseaux enterrés.

Les critères d'exécution sont le volume de sol à traiter ($\sim 150 \text{ m}^3$), les profondeurs à atteindre (2.5 m en prévisionnel) et la pression maximale à respecter (0.3 MPa) ainsi que la non-déformation des ouvrages constitués par la rocade ($< 5 \text{ mm}$ en tassement et soulèvement) et les réseaux enterrés sous celle-ci. Il est rappelé qu'après chaque nuit d'intervention, la rocade sera remise en circulation ; l'entreprise devra donc prendre toutes les dispositions nécessaires pour assurer que cette remise en circulation puisse être faite en toute sécurité et en temps et en heure.

Le choix du matériel (type d'outil, diamètre, ...) reste de la responsabilité de l'entreprise en fonction de son expérience locale et des contraintes géotechniques du site. Le phasage des travaux devra prendre en compte l'environnement du site au moment de leur réalisation (circulation, réseaux, ouvrages existants...) et toutes les précautions devront être mises en œuvre pour que cette méthode ne crée pas de désordres aux avoisinants.

C.5.1. Principes d'exécution

Lors de la réalisation, les contrôles porteront sur les critères d'exécution précités : profondeurs et pressions d'injection, absence de déformation des voies, respect du maillage dimensionné, qualité des produits...

Sur la base des éléments de dimensionnement, une planche d'essai sera réalisée au préalable afin de valider les critères de dimensionnement ; des forages de contrôle seront alors menés par l'entreprise et soumis à l'approbation du maître d'œuvre.

En conséquence, l'entrepreneur mettra en œuvre un coulis de ciment, de bentonite-ciment, de résine ou de gel de silicate, sous faible pression. Néanmoins, l'entrepreneur devra justifier par des références et une note technique justificative, la qualité du travail envisagé. En cas de recours à un produit de type résine, la pression d'expansion devra être maîtrisée pour éviter toute atteinte aux réseaux potentiellement anciens et/ou en mauvais état.

C.5.2. Forages

L'opération consistera à exécuter à partir des voies de la rocade dans la zone d'anomalies prédéfinie, des forages dont le diamètre reste à l'appréciation de l'entreprise en fonction des objectifs et des caractéristiques de sols, selon un maillage primaire régulier.

Les forages seront verticaux et pourront être éventuellement inclinés au maximum à 15° en limites de la zone définie afin de traiter l'ensemble du volume de sol.

La définition de la zone est reportée sur le plan de masse joint à la consultation.

La technique de foration devra être adaptée au contexte géologique. En aucun cas, les forages ne seront réalisés sous air comprimé ou sous eau claire ou sous eau chargée de bentonite.

Avant le début des travaux de forage, l'entrepreneur soumettra un plan de forage aussi précis et explicite que possible à l'agrément du maître d'œuvre.

Les forages pour injection seront équipés de tubes à manchettes ou équivalent permettant de reprendre les travaux d'injection en plusieurs passes selon les quantités et pressions mesurées. Il y aura 3 manchettes par mètre linéaire sur la hauteur. Les forages seront équipés et maintenus en état pendant les injections.

L'entreprise devra faire connaître les caractéristiques du matériel de forage.

Les paramètres du forage devront être enregistrés (analogiques + numériques) et communiqués au Maître d'Œuvre.

C.5.3. Travaux d'injection

C.5.3.1. Matériel d'injection

La centrale d'injection comportera obligatoirement les éléments suivants :

- matériels de pesage ou de mesure des volumes des différents constituants,
- cuve de malaxage à haute turbulence (vitesse de rotation supérieure à 1 500 t/mn),
- cuve de reprise des coulis avec agitateur,
- presse d'injection permettant de régler le débit et la pression.

Le matériel d'injection sera maintenu en permanence en excellent état d'entretien et le chantier sera approvisionné en pièces de recharge et d'usure nécessaires pour éviter tout arrêt du matériel par suite de panne.

Le matériel devra être pourvu de doseurs volumétriques et pondéraux permettant la réalisation de mélanges avec une précision de l'ordre de 1 à 2 %.

Les presses d'injection devront permettre de respecter les pressions d'injection maximales de 0.3 MPa et de pomper éventuellement des coulis denses.

Les manomètres équipant le matériel d'injection devront, afin qu'il soit possible d'obtenir une précision de lecture suffisante, être pourvus d'échelles dont l'amplitude totale n'excède pas deux fois la pression maximale de refus autorisée pour l'injection effectuée.

Les manomètres seront branchés en tête de tubes d'injection. Les presses d'injection seront munies d'électrovannes pré-réglées : la précision de réglage sera de l'ordre de 20 kPa.

Toutes les canalisations, branchements, raccords, équipements divers devront être capables de résister à une pression de 5 MPa.

La presse d'injection permettra d'injecter des coulis et/ou des mortiers avec des cadences comprises dans les gammes suivantes : 50 l/h débit 400 l/h.

La ou les presses d'injection ainsi que la cane d'injection seront munies de tous les dispositifs de contrôle avec enregistrement continu des débits et des pressions sur disques enregistreurs et sur disquette avec sortie sur bande ou sur graphe.

L'emploi de graisse pour lubrifier les tiges de sondages n'est pas autorisé pour les forages d'injection. L'emploi de lubrifiants destinés à faciliter la perforation ou à réduire l'usure des outils devra être soumis à l'agrément du maître d'œuvre. Ces produits ne devront pas nuire à la qualité des injections ou à la prise et à la résistance des coulis. La composition chimique et le dosage de ces lubrifiants devront être indiqués avec précision.

C.5.3.2. Programme et ordre d'injection

L'entrepreneur devra fournir au maître d'œuvre une note technique descriptive et justificative de la réalisation et de l'efficacité de l'injection. Dans cette note, devront notamment figurer l'ordre de réalisation des forages et la pression d'injection, les précautions prises pour éviter l'inclusion d'air, les produits envisagés et le débit d'injection.

Le processus d'injection sera soumis à l'agrément du maître d'œuvre.

L'injection sera effectuée en plusieurs passes. Les injections seront effectuées par passes remontantes. L'injection se fera à partir des forages impairs (un sur deux) en suivant la ligne d'implantation puis on reprendra à partir des forages pairs (ou inversement). L'injection se fera à partir de la manchette inférieure et en remontant sur une hauteur adaptée à la profondeur prévue du forage. A minima, le demi-mètre supérieur ne fera pas l'objet d'une injection (couches de chaussée). Les injections dans les forages secondaires ne seront entreprises qu'après un délai coïncidant avec le temps de prise du produit injecté suite à la fin de l'injection primaire.

Les spécifications exactes des travaux d'injection, en particulier les pressions, les débits d'injection du coulis, l'application graduelle des pressions, la composition des coulis, l'ordre des opérations de percement et d'injection des divers forages, en dehors de celles qui relèvent des règles de l'art et de l'expérience de l'entrepreneur, seront décidées par le maître d'œuvre, sur proposition de l'entrepreneur et ce, au fur et à mesure du déroulement des travaux. L'entrepreneur s'engagera sur le résultat de ses injections. Les modalités d'engagement seront définies par le maître d'œuvre.

C.5.3.3. Pression, débit et volume d'injection

Les pressions d'injection seront déterminées par l'entreprise et proposées au visa du maître d'œuvre pour acceptation préalable à l'exécution. Les pressions d'injection seront limitées à une valeur de 3 bars (0.3 MPa) en tête de l'injecteur et à la contrainte isostatique du poids des terrains au niveau de chaque manchette d'injection.

Le débit d'injection sera strictement limité à la valeur maximale de 150 l/h.

Les volumes d'injection seront limités systématiquement au niveau de chaque manchette.

D. CONTROLES ET ESSAIS

Les contrôles porteront sur les critères d'exécution précités : profondeurs atteintes et pressions d'injection, débit d'injection, absence de déformation des voies et des ouvrages, respect du maillage dimensionné, qualité des produits... Les volumes injectés par phases ainsi que le phasage feront également l'objet de relevés et de contrôles.

Le contrôle de l'exécution des injections se fera à l'aide de forages pour vérifier l'imprégnation des sols en place et de mesures géophysiques permettant de montrer la réduction du nombre et de la surface des anomalies.

Pour valider les critères de dimensionnement, une planche d'essai devra être réalisée et des forages de contrôle pourront alors être menés.

Une procédure d'exécution détaillant les opérations d'injection, le phasage et les contrôles devra être établie au préalable de la planche d'essai ; les résultats de cette dernière permettront de valider aussi bien la procédure que les critères de dimensionnement et de réception.

D.1. Fréquence des contrôles

L'entrepreneur prélèvera régulièrement à la demande du maître d'œuvre et au moins une fois par nuit d'injection du coulis d'injection en tête des forages pour vérifier à ses frais qu'il est bien conforme aux spécifications. Les essais seront effectués en présence d'un représentant du maître d'œuvre.

La température des coulis ne devra pas dépasser 20° Celsius en aucun point de leur parcours, ni être inférieure à 5° Celsius.

D.2. Contrôles des constituants et des préparations

Coulis, bentonite, résines, gels de silicate : selon note technique du fabricant.

D.3. Essais de convenance

Des essais seront réalisés périodiquement au cours de l'exécution des travaux, au moment et à l'emplacement qui apparaîtront le plus opportun au maître d'œuvre et donneront lieu à l'établissement de procès-verbaux dressés en double exemplaire par les représentants de l'entreprise et du maître d'œuvre.

Les contrôles et les essais définis au présent C.C.T.P. et au C.C.T.G. seront réalisés conformément aux normes du Laboratoire Central des Ponts et Chaussées (L.C.P.C.) sauf stipulation contraire. Les mesures de suivi de non-déplacements des ouvrages et de contrôle du bon comportement seront assurées par l'entrepreneur ou un bureau agréé. Ces mesures seront regroupées dans un cahier.

L'entreprise réalisera des études de formulation des produits d'injection avec les matériaux approvisionnés sur le chantier. Ces essais serviront de base pour l'agrément des formules. Au cours des essais de convenance, il sera procédé à une planche d'essais d'injection.

L'essai de convenance portera sur la fabrication de quatre gâchées complètes de coulis. Au cours de ces essais, il sera procédé aux contrôles et agréments du matériel, aux contrôles des différents constituants et aux contrôles des produits préparés.

D.4. Contrôle des injections

En fin de chantier, il sera procédé aux sondages de contrôle des injections. Ils seront :

- au nombre de 5 au minimum (type pénétromètre statique de préférence ou pressiomètre) + 1 sondage pressiométrique en cas de vide avéré,
- réalisés avec enregistrement des paramètres,
- nécessitant le carottage préalable de la chaussée puis son rebouchage,
- implantés au centre des mailles des forages d'injection.

Leur implantation sera définie par le Maître d'Œuvre. L'entreprise pourra proposer à l'approbation du maître d'œuvre un autre type de sondage (pénétrométrique, pressiométrique) dans la mesure où il permet d'effectuer la même qualité de contrôle.

Ces forages font partie des présents travaux. Ceux-ci devront prouver l'absence de vides et décompressions avec une vitesse de forage qui ne sera pas supérieure à :

- 1/3 de la vitesse du forage correspondant au vide franc,
- 1/2 de la vitesse du forage correspondant au sol décomprimé avant injection dans la tranche de hauteur correspondante,
- au triple de la vitesse correspondant au terrain en place non remanié à la profondeur correspondante,
- ne seront pas pris en compte les "pics" de vitesse de hauteur inférieure à 0,20 m.

L'acceptation définitive de la conformité des travaux sera du seul ressort du Maître d'Œuvre.

En cas de contestation, il sera demandé l'exécution d'essais pressiométriques, le résultat minimum demandé étant que la pression limite soit supérieure à 1,3 fois le poids des terres au niveau de chaque essai réalisé.

Par contre, il est précisé que l'entreprise est tenue à une obligation de résultats et qu'en cas d'obtention de résultats non satisfaisants, la réalisation de nouveaux forages (maillage secondaire), avec injections sous pression sera due sans supplément de prix par le titulaire.

D.5. Rapports de forage et d'injection

Pour chaque injection, l'entrepreneur établira, par nuit, un rapport détaillé indiquant en particulier :

- le numéro de forage, les dates et heures du début et de la fin de l'opération,
- la position de l'obturateur,
- le dosage du coulis, la pression d'injection, le débit de l'injection (exprimé par exemple à partir du nombre de coups de piston de la pompe à la minute) et l'heure à laquelle l'un de ces paramètres a varié, ainsi que les quantités injectées entre deux variations de l'un de ces paramètres,
- le graphique enregistré des pressions d'injection en tête du forage avec indication du numéro de forage, de la date et des heures,
- l'absorption totale de l'injection,
- les remarques et incidents en cours d'injection.

D.6. Surveillance

L'entrepreneur doit soumettre à l'acceptation du maître d'œuvre, une instrumentation adaptée capable de suivre les mouvements de l'ouvrage pendant toute la durée des travaux.

Le suivi permanent des déformations des voies de la rocade sera obligatoire pendant les travaux d'injection au moyen de repères. Les observations issues de ce suivi au cours des travaux permettront d'adapter éventuellement les méthodes.

Il s'agit d'un suivi par levé topographique mesurant les déplacements en x, y et z de repères à mettre en place ainsi que de points caractéristiques à définir avec le maître d'œuvre au démarrage des travaux. Deux points fixes « amont » et deux points fixes « aval » seront à choisir.

Un suivi complet et continu de tous les points est demandé pendant chaque nuit de travaux. A ce titre, l'emplacement des points doit être choisi judicieusement pour que les ouvrages provisoires et les matériels de chantier ne soient pas une gêne.

Tous les essais, contrôles et mesures à effectuer pendant les travaux, que ce soit les approvisionnements, les fabrications, les mises en œuvre, la bonne exécution ou que ce soit les suivis du bon comportement des sols et de l'ouvrage, sont à la charge de l'entrepreneur (contrôle interne).

Le maître d'ouvrage fera exécuter, à ses frais, des contrôles sur les produits, les fabrications et la surveillance de l'ouvrage (contrôle externe) s'il le juge nécessaire.

La précision des mesures est fixée à 1 mm.

Tous ces dispositifs de suivi sont à installer suffisamment tôt pour effectuer un point « zéro » avant le démarrage des travaux.

Les mesures sont communiquées quotidiennement au maître d'œuvre. Elles doivent également être consignées dans un cahier de suivi d'analyse et de synthèse mis à jour quotidiennement.

D.7. Rebouchage des forages et remise en état des lieux

L'entrepreneur devra remettre en état, à ses frais, l'emprise des travaux mise à sa disposition.

Tous les forages exécutés seront soigneusement rebouchés sur toute la hauteur des couches de chaussées (bitumineuses et granulaires) à l'aide d'un matériau adapté soumis à l'agrément du maître d'ouvrage. La rocade étant en circulation, les travaux auront lieu de nuit (22h-5h) et la rocade sera remise en circulation entre chaque nuit.

Les voies de circulation feront donc l'objet d'un nettoyage très soigné après chaque nuit d'intervention et un constat final en présence du maître d'ouvrage et du maître d'œuvre sera effectué en fin de travaux.

Toute dégradation de la couche de roulement fera l'objet d'une réparation soumise à l'agrément du maître d'ouvrage

