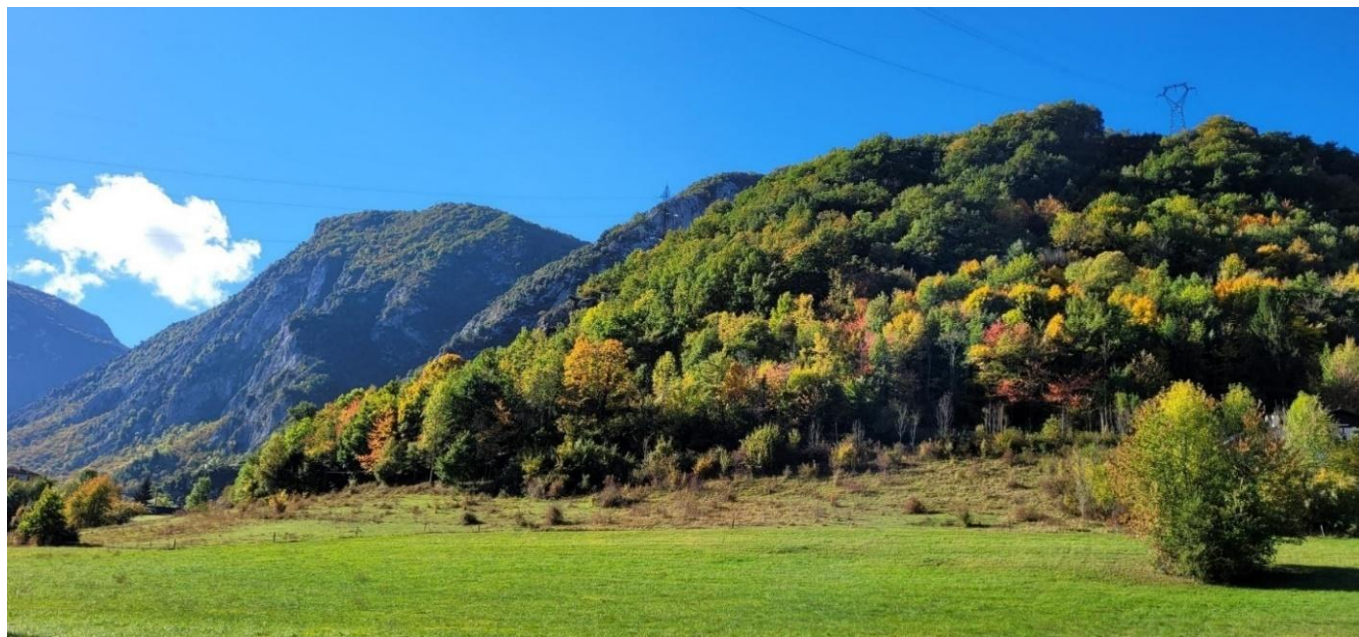


DOSSIER DE CONSULTATION DES ENTREPRISES (DCE)

Marché de Travaux - Planches d'essais géotechniques



A05. CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES (CCTP)

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES (CCTP)

Suivi des modifications

Indice	Date	Suivi des modifications	Rédaction	Vérifié	Approuvé
A	30/07/2025	Mises à jour	SETEC	RRA	ADE
0	27/05/2025	Première émission	SETEC	RRA	ADE

Références

Nom du fichier : 58431_ALS_DCE_GEN_GEN_CTP_00040_0 - A05.0 CCTP_Modif_relu-jma.docx

58431	ALS	DCE	GEN	GEN	CTP	0040	A
Projet	Emetteur	Phase	Domaine	Zone	Type doc	Numéro	Indice

SOMMAIRE

1. OBJET DU MARCHÉ	10
2. DESCRIPTION DU PROJET DE DEVIATION DE TARASCON-SUR-ARIEGE ET DU TUNNEL DE QUIÉ	12
2.1. LA TRAVERSEE DE TARASCON AUJOURD'HUI	12
2.2. LA TRAVERSEE DE TARASCON DANS LE <i>PROJET COMPLET DE LA RN20</i>	12
2.3. LA DEVIATION DE TARASCON-SUR-ARIEGE A TERME	12
2.4. LE TUNNEL DE QUIÉ.....	13
3. DONNEES GENERALES	14
3.1. NIVELLEMENT ET PLANIMETRIE	14
3.2. DONNEES GEOLOGIQUES, GEOTECHNIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES.....	14
3.2.1. Données géologiques et géotechniques.....	14
3.2.2. Description de la formation fluvioglaciaire du secteur Balières à traiter (FG-b)	15
3.2.2.1. <i>Résistance au cisaillement</i>	19
3.2.2.2. <i>Essais d'injection en laboratoire</i>	20
3.3. DONNEES METEOROLOGIQUES	26
3.4. DOCUMENTS TECHNIQUES APPLICABLES	26
4. DESCRIPTION DES TRAVAUX	27
4.1. PLANCHES D'ESSAI D'INJECTION	27
4.1.1. Objectifs des planches d'essai.....	27
4.1.2. Essais préliminaires	27
4.1.3. Planche d'essais « principale ».....	28
4.1.4. Planche d'essais « hybride » ou « secondaire »	29
4.1.5. Essais de contrôles	31
4.1.5.1. <i>Essais d'eau</i>	31
4.1.5.2. <i>Essais géotechniques</i>	31
4.2. SONDAGES COMPLEMENTAIRES POUR PRECISION D'INTERFACE T7-9/N4.....	32
4.2.1. Objectifs	32
4.2.2. Description des travaux.....	32
5. CONSISTANCE DES TRAVAUX	33
5.1. PRESTATIONS GENERALES	33
5.2. TRAVAUX PREPARATOIRES	33

5.3.	PLOT D'ESSAI D'INJECTION DANS LA ZONE BALIERES.....	34
5.4.	SONDAGES COMPLEMENTAIRES.....	34
5.5.	TRAVAUX DE REMISE EN ETAT.....	34
6.	QUALITE	35
7.	RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT	35
8.	DISPOSITIONS EN MATIERE DE SECURITE ET DE PROTECTION DE LA SANTE 35	
9.	CONTRAINTES ET DISPOSITIONS SPECIFIQUES DU MARCHÉ	36
9.1.	GENERALITES.....	36
9.2.	CONTRAINTES ET DISPOSITIONS LIEES A L'ETAT INITIAL DU SITE	36
9.2.1.	Conditions météorologiques et hydrologiques	36
9.2.2.	Contraintes géotechniques	36
9.2.3.	Contraintes liées aux fouilles archéologiques.....	36
9.2.4.	Contraintes liées aux réseaux.....	36
9.2.5.	Contraintes liées à la présence d'amiante environnemental	37
9.3.	CONTRAINTES ET DISPOSITIONS LIEES A L'ORGANISATION DU CHANTIER	37
9.3.1.	Horaires de travail	37
9.3.2.	Contraintes liées aux travaux à proximité de riverains et du centre de Quié	37
9.3.2.1.	Généralités.....	37
9.3.2.2.	Service de secours et défense incendie	38
9.3.3.	Contraintes liées aux voiries	38
9.3.4.	Contraintes environnementales	38
9.3.4.1.	Limitation des nuisances sonores	38
9.3.4.2.	Rejet des eaux d'exhaure et pompage	39
9.3.4.3.	Autres contraintes environnementales	39
9.4.	CONTRAINTES GENERALES DE PLANNING ET D'EXPLOITATION	39
9.5.	CONTRAINTES ET DISPOSITIONS LIEES AUX PROJETS EN INTERFACES	39
10.	GEODESIE	40
11.	PRESCRIPTIONS LIEES AUX INSTALLATIONS DE CHANTIER	40
11.1.	PRESCRIPTIONS GENERALES.....	40
11.1.1.	Emprises de chantier	42
11.1.2.	Branchements	43
11.1.3.	Clôture de chantier, palissages de chantier et panneaux d'information	43
11.1.4.	Alimentation électrique.....	44

11.1.5. Eclairage extérieur	44
11.1.6. Propreté du chantier.....	44
11.1.7. Etat général des matériels	45
11.1.8. Contraintes liées aux visites du chantier.....	45
11.1.9. Signalisation intérieure à mettre en place.....	45
11.1.10. Cantonnements et bureaux du Titulaire	46
11.1.11. Circulation de chantier et circulations sur les voies publiques	46
11.1.12. Mesure de pluviométrie et de température en surface	47
11.2. INSTALLATIONS A METTRE A DISPOSITION DU MAITRE D'OUVRAGE OU DE SES REPRESENTANTS	47
11.3. CONSTATS D'ETAT DES LIEUX ET REMISE EN ETAT.....	48
12. PRINCIPE D'EXECUTION ET PHASAGE DE REALISATION	49
12.1. TRAVAUX PREPARATOIRES	49
12.1.1. Mise en défens et mesures conservatoires	49
12.1.1.1. Mise en défens	49
12.1.1.2. Prévention et gestion des espèces exotiques envahissantes (EEE)	49
12.1.2. Dégagement des emprises	50
12.1.3. Installations de chantier générales	50
12.1.4. Terrassement pour réalisation des pistes d'accès et plateforme de travail	50
12.1.5. Création d'une fosse à déblais amiantés	50
12.2. PLOTS D'ESSAI D'INJECTIONS	50
12.2.1. Essais initiaux pour les 2 plots	50
12.2.2. Forage du 1 ^{er} plot.....	51
12.2.3. Injection du 1 ^{er} plot.....	51
12.2.4. Essais de contrôle du 1 ^{er} plot.....	51
12.2.5. Forage du 2 nd plot	51
12.2.6. Injection du 2 nd plot	51
12.2.7. Essais de contrôle du 2 nd plot	51
12.3. SONDAGES GEOTECHNIQUES COMPLEMENTAIRES	51
12.4. REMISE EN ETAT.....	52
13. PREPARATION ET ORGANISATION DE TRAVAUX.....	53
13.1. OPERATIONS A EXECUTER PAR LE MAITRE D'ŒUVRE	53
13.2. OPERATIONS A EXECUTER PAR LE TITULAIRE	53
13.2.1. Opérations à exécuter pendant la période de préparation des travaux.....	53
13.2.2. Opérations à exécuter pendant le déroulement des travaux	54
13.2.3. Opérations à effectuer à la fin des travaux	55

13.3.	PRINCIPAUX DOCUMENTS GENERAUX A FOURNIR	55
13.3.1.	Plans d'installation de chantier	55
13.3.2.	Echéancier financier prévisionnel	55
13.3.3.	Registre de chantier	55
14.	ETUDES D'EXECUTION	56
14.1.	GENERALITES.....	56
14.2.	DEVOIR DE CONSEIL ET SUPERVISION	56
14.3.	ORGANISATION.....	57
14.4.	CRITERE DE RECEVABILITE D'UN DOCUMENT	57
14.5.	QUALITE.....	57
14.5.1.	Contrôle intérieur.....	57
14.5.2.	Contrôle extérieur.....	58
14.6.	DOCUMENTS GENERAUX	58
14.6.1.	Dossier ICPE.....	58
14.6.2.	Dégradations causées aux voies publiques	58
14.7.	EXIGENCES PARTICULIERES POUR LES TRAVAUX D'INJECTION	58
14.7.1.	Dispositions générales	58
14.7.2.	Méthodes et procédures d'exécution	58
14.7.2.1.	<i>Mémoire technique d'exécution des injections</i>	58
14.7.2.2.	<i>Dossier d'établissement des plans de tir</i>	59
14.7.2.3.	<i>Stratégie vis-à-vis de l'amiante environnemental</i>	59
14.7.2.4.	<i>Fiches produit</i>	60
14.7.2.5.	<i>Atelier de forage</i>	60
15.	DOSSIER DES OUVRAGES EXECUTES – RECOLEMENT – RAPPORTS DE SYNTHESE	61
15.1.	TRAVAUX D'INJECTION	61
15.2.	RAPPORT DE SYNTHESE AMIANTE	61
15.3.	RAPPORT DE SYNTHESE GEOTECHNIQUE	61
15.4.	CONTROLES	62
16.	AMIANTE ENVIRONNEMENTAL	63
16.1.	CONTEXTE	63
16.2.	PRESCRIPTIONS TECHNIQUES GENERALES	63
16.2.1.	Textes réglementaires concernant l'amiante	63
16.2.2.	Guides	64

16.2.3. Rappel de la détermination de la catégorie réglementaire à appliquer en présence d'amiante	64
16.2.4. Formation amiante	64
16.2.5. Mission type A3	65
16.2.6. Organisation	65
16.3. DESCRIPTION ET CONSISTANCE DES TRAVAUX CONCERNES PAR L'AMIANTE ENVIRONNEMENTAL	65
16.3.1. Dégagement des emprises	65
16.3.2. Installations de chantier générales	65
16.3.3. Terrassements de surface et assainissement provisoire	65
16.3.4. Forage des tubes d'injection	66
16.3.5. Injection dans les tubes	66
16.3.6. Essais initiaux (précédents les forages) et essais de contrôle (suivants les injections)	66
16.3.7. Réalisation des sondages complémentaires	67
16.3.8. Remise en état	67
16.3.9. Synthèse des sous-sections par type de travaux	67
16.4. INSTALLATIONS ET EQUIPEMENTS SPECIFIQUES AMIANTE	68
16.4.1. EPI	68
16.4.2. Division de la zone de chantier	68
16.4.3. Matériels	68
16.4.4. Gestion des déblais et déchets amiantés et des eaux	68
16.5. ESSAIS	69
16.5.1. Mesures de l'air	69
16.5.2. Plaquettes de dépôt	69
16.6. LIMITES DE PRESTATIONS	70
17. DEGAGEMENT DES EMPRISES	71
17.1. QUALITE	71
17.1.1. Consistance du PAQSE. : partie relative au dégagement des emprises	71
17.1.2. Points critiques et points d'arrêt	71
17.2. ETAT DES LIEUX PREALABLE	71
17.2.1. Etat des lieux avant démolitions diverses	71
17.2.2. Etat des lieux des équipements existants	71
17.2.3. Etat des lieux des voies publiques	71
17.3. CLOTURES	72
17.3.1. Mode d'exécution des travaux	72
17.3.1.1. Dépose des clôtures existantes	72
17.3.1.2. Caractéristiques techniques et spécifications des clôtures provisoires et barrières amovibles	72

17.3.1.3.	Exécution des travaux de pose des clôtures	73
17.3.1.4.	Entretien	74
17.4.	DEBROUSSAILLAGE ET ENLEVEMENT D'ARBRES	74
17.5.	DEMOLITION DE CONSTRUCTIONS ET D'OUVRAGES	74
17.5.1.	Nature des travaux	74
17.5.2.	Réglementation	74
17.5.3.	Mode d'intervention	75
17.5.3.1.	Méthodologie d'intervention	75
17.5.3.2.	Déconstruction des superstructures et des infrastructures	76
17.5.3.3.	Dépose de réseaux existants	76
17.5.3.4.	Evacuation des produits et réutilisation	76
17.5.3.5.	Moyens et méthodes	76
17.5.3.6.	Assainissement	77
17.5.4.	Nuisances et dommages causés aux tiers	77
17.6.	ETAT FINAL ATTENDU APRES DEGAGEMENT DES EMPRISES	77
18.	INJECTION DE TERRAIN	78
18.1.	TEXTES NORMATIFS	78
18.2.	MATERIAUX	78
18.2.1.	Eau de gâchage	78
18.2.2.	Coulis d'injection à base de ciment / planche d'essai hybride ou secondaire	79
18.2.2.1.	Ciments	79
18.2.2.2.	Adjuvants	79
18.2.2.3.	Composition	80
18.2.3.	Coulis d'injection de type gel de silice / planche d'essais principale et secondaire	80
18.2.4.	Autres matériaux	80
18.3.	CONDUITE ET SUIVI DES TRAVAUX	80
18.3.1.	Pilotage du chantier	80
18.3.2.	Programme des travaux	81
18.3.3.	Suivi de réalisation	81
18.4.	METHODES ET PROCEDURES D'EXECUTION DES TRAVAUX	82
18.4.1.	Procédures	82
18.4.2.	Préparation du site	83
18.4.3.	Devoir de conseil	83
18.4.4.	Critère de réception	83
18.4.5.	Dispositions particulières pour la réalisation des forages	83
18.4.5.1.	Généralités	83
18.4.5.2.	Paramètres de forage	83
18.4.5.3.	Réalisation des forages	84
18.4.5.4.	Equipements de forages	84

18.4.6. Dispositions techniques particulières pour injections au coulis de ciment pour étanchement et/ou consolidation des terrains.....	85
18.4.6.1. <i>Généralités</i>	85
18.4.6.2. <i>Injection</i>	85
18.4.7. Dispositions techniques particulières pour injections au gel de silice	85
18.4.8. Dispositions techniques particulières pour la préparation des coulis de ciment.....	86
18.5. DISPOSITIONS TECHNIQUES PARTICULIERES POUR LE SYSTEME D'ACQUISITION DES PARAMETRES D'INJECTION DE COULIS DE CIMENT	87
18.6. CONTROLE DE QUALITE DES TRAVAUX.....	87
18.6.1. Dispositions générales	87
18.6.2. Essais de convenueance	87
18.6.3. Contrôle en cours d'exécution	88
18.6.3.1. <i>Approvisionnement</i>	88
18.6.3.2. <i>Essais sur les coulis</i>	88
18.6.3.3. <i>Essais sur les gels de silice</i>	88
18.6.3.4. <i>Contrôle du matériel</i>	88
18.6.4. Documents de contrôle	88
18.6.4.1. <i>Contrôle des quantités</i>	88
18.6.4.2. <i>Contrôle du matériel</i>	89
18.6.4.3. <i>Contrôle de qualité des produits et des coulis</i>	89
18.6.4.4. <i>Contrôle de la mise en œuvre</i>	89
19. AUSCULTATIONS	90
19.1. AUSCULTATIONS A PREVOIR	90
19.1.1. Suivi piézomètre.....	90
19.1.2. Mesures environnementales.....	90
19.2. DOCUMENTS DE REFERENCE.....	90
19.3. ORGANISATION ET GESTION DE L'AUSCULTATION	90
19.3.1. Généralités	90
19.3.2. Présentation et disponibilité des résultats de mesure	90
19.3.3. Format des données	90
19.3.4. Sujétions sur les auscultations.....	91
19.3.5. Dossier de récolement	91
19.4. SPECIFICATIONS TECHNIQUES DE L'INSTRUMENTATION	91
19.4.1. Spécifications générales	91
19.4.2. Périodicité des mesures.....	92
19.4.3. Mesures de taux de poussières	92
19.4.4. Mesures piézométriques	92
19.4.5. Mesures topographiques en surface.....	92
20. REMISE EN ETAT ET NETTOYAGE FINAL	93

1. OBJET DU MARCHÉ

L'objet du présent marché est la réalisation de planches d'essais géotechniques, en lien avec le projet du tunnel de Quié. Ces planches d'essais géotechniques comprennent :

- la réalisation de 2 plots d'essai d'injection à proximité du tunnel de Quié en projet, dans le secteur Balières, afin de tester l'injectabilité du terrain in situ et de fiabiliser les risques associés,
- la réalisation d'une campagne géotechnique complémentaire, composée de 2 sondages carottés complémentaires afin d'affiner les interfaces entre les couches géologiques au droit du tunnel de Quié, dans le secteur sud de Balières, et de préciser le caractère amiantifère de certaines couches géologiques.

Les objectifs du marché sont multiples :

- Maîtriser les incertitudes sur l'injectabilité in situ des terrains, en validant la procédure retenue sur la base des résultats des essais au laboratoire en phase PRO, notamment :
 - Valider la maille des forages de traitement,
 - Vérifier la faisabilité des forages à grande profondeur,
 - Valider l'adéquation des produits d'injection envisagés avec les terrains in situ (liant ultra-fin gel de silice ou coulis bentonite-ciment),
 - Valider la procédure d'injection in situ, hors nappe,
 - Valider la procédure d'injection in situ, en présence de gradient hydraulique,
 - Expérimenter in situ une procédure hybride et optimisée, mêlant des injections primaires au coulis de bentonite-ciment et secondaires au gel de silice,
 - Etablir un retour d'expérience des coûts et des délais,
 - Suivre le régime hydrogéologique au droit du plot d'essai.
- Consolider la structure géologique au sud de la zone Balières, grâce à 2 sondages carottés, afin de :
 - Préciser l'attitude des contacts entre les couches FG-b et t7-9,
 - Préciser l'attitude des contacts entre les couches FG-b et n4.
- Déterminer le risque amiantifère de la couche t7-9 à partir des 2 sondages carottés.
- Maîtriser les incertitudes sur la connaissance des phénomènes hydrogéologiques, en exploitant les piézomètres précédemment installés dans la zone du projet et les quelques piézomètres qui seront installés dans le cadre de ce marché :
 - Affiner le modèle hydrogéologique à l'échelle du bassin versant associé au vallon de Balières,
 - Améliorer la définition des niveaux haut et bas des nappes au droit de Balières et Sillon Glaciaire,
 - Estimer la réactivité des nappes en fonction des conditions météo.
- Maîtriser les risques et les impacts sur les travaux induits par le contexte amiantifère de la zone de travaux, notamment :
 - Définir les besoins et les modalités des installations spécifiques à l'amiante,
 - Définir les modes opératoires associés au travail en sous-section,
 - Confirmer les niveaux de sous-section à retenir par type de travaux,
 - Mesurer les niveaux d'empoussièrement environnemental,
 - Gérer les déchets amiantés non sortant et/ou sortant du chantier,
 - Rédiger un mémoire de retour d'expérience sur les travaux en contexte amiantifère.

Afin de réaliser ces objectifs, il est primordial que le Titulaire engage une approche scientifique et consciencieuse dans la réalisation de ces travaux.

Le présent marché regroupe :



setec
als

setec
tpi

setec
terrasol

STRATES
architecture ouvrages d'art

- Les travaux préparatoires, comprenant notamment les dégagements d'emprises, la réalisation des pistes d'accès et les installations de chantier principales et spécifiques ;
- Les travaux des plots d'essai d'injection réalisés depuis la surface dans le secteur Balières, à proximité d'amiante environnemental ;
- Les essais définis dans la campagne géotechnique complémentaire, à proximité d'amiante environnemental.

Sont inclus dans le présent Marché, lorsque nécessaires à la bonne réalisation des travaux dans les conditions techniques spécifiées, et à l'obtention des résultats attendus :

- tous les transports, de toute nature, au sein des emprises du projet et entre emprises de projet,
- la réalisation de toutes les études d'exécution et l'établissement de tous les documents d'exécution (notes de calcul, procédures, plans, etc.),

Le Titulaire du présent Marché de travaux est désigné par « Titulaire ».

2. DESCRIPTION DU PROJET DE DEVIATION DE TARASCON-SUR-ARIEGE ET DU TUNNEL DE QUIE

2.1. LA TRAVERSEE DE TARASCON AUJOURD'HUI

Aujourd'hui la RN20 passe à l'intérieur du centre-ville de Tarascon-sur-Ariège ce qui provoque de façon récurrente un engorgement significatif du trafic affectant à la fois les usagers de la RN20 en transit et les habitants de la CCPT (Communauté de Communes du Pays de Tarascon).

Les week-ends et en période de vacances, ces ralentissements peuvent conduire à des temps de parcours de plus de 30 min pour moins de 3km à parcourir.

2.2. LA TRAVERSEE DE TARASCON DANS LE PROJET COMPLET DE LA RN20

La RN20 est une route nationale entre Pamiers et Bourg-Madame, passant notamment par Foix, Tarascon-sur-Ariège et Ax-les-Thermes.

Cet axe permet d'assurer la liaison entre Toulouse, Andorre et l'Espagne.

C'est un axe majeur du département de l'Ariège qui porte la Route Européenne n°9 (E9) qui relie Orléans à Barcelone.



Figure 1 : Plan de situation du projet

2.3. LA DEVIATION DE TARASCON-SUR-ARIEGE A TERME

Le projet de **la déviation de Tarascon-sur-Ariège** (en bleu ci-dessous) a pour principal objectif de désengorger **l'itinéraire actuel de la RN20** (en rouge ci-dessous).

La déviation est prévue à l'Ouest de Tarascon-sur-Ariège via la création d'un tunnel sous la commune de Quié, donnant son nom au tunnel.

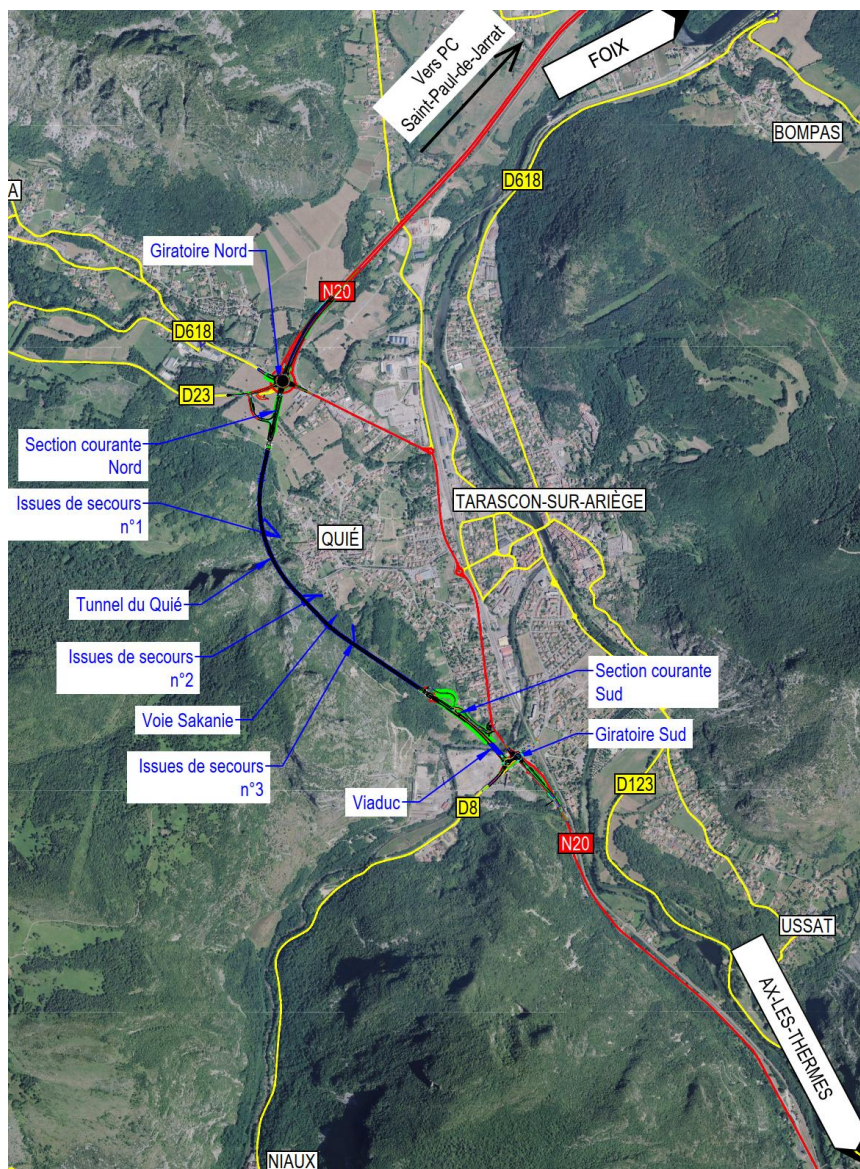


Figure 2 : Vue en plan globale du projet

Le projet s'établit principalement sur 2.3 km de portion neuve entre deux giratoires existants au Nord et Sud de Tarascon-sur-Ariège à reconfigurer. Il comprend également des travaux de reprise de l'infrastructure existante RN20 sur environ 400 ml au Nord du giratoire Nord et 365 ml au Sud du giratoire Sud. Un ouvrage d'art courant (Passage Inférieur de Cagnac) est prévu au Nord pour le rétablissement d'un chemin piétons / cycles et un ouvrage d'art non-courant (multipoutre mixte isostatique de 60ml de portée) est prévu au sud pour le franchissement du Vicdessos.

2.4. LE TUNNEL DE QUIÉ

D'une longueur de 1490 ml, le tunnel de Quié comprendra une largeur roulable de 9 m (2 voies en bidirectionnel avec bande médiane élargie à 1m) ainsi que deux trottoirs d'environ 1 m de largeur. Associé à un gabarit vertical de 4.50 m et une vitesse maximale de 70 km/h, il sera interdit aux piétons et aux cycles.

Il sera équipé de 3 galeries d'issues de secours régulièrement espacé débouchant à l'Est sur la commune de Quié ainsi que des locaux techniques et une usine de désenfumage enterrés à chaque tête.

3. DONNEES GENERALES

3.1. NIVELLEMENT ET PLANIMETRIE

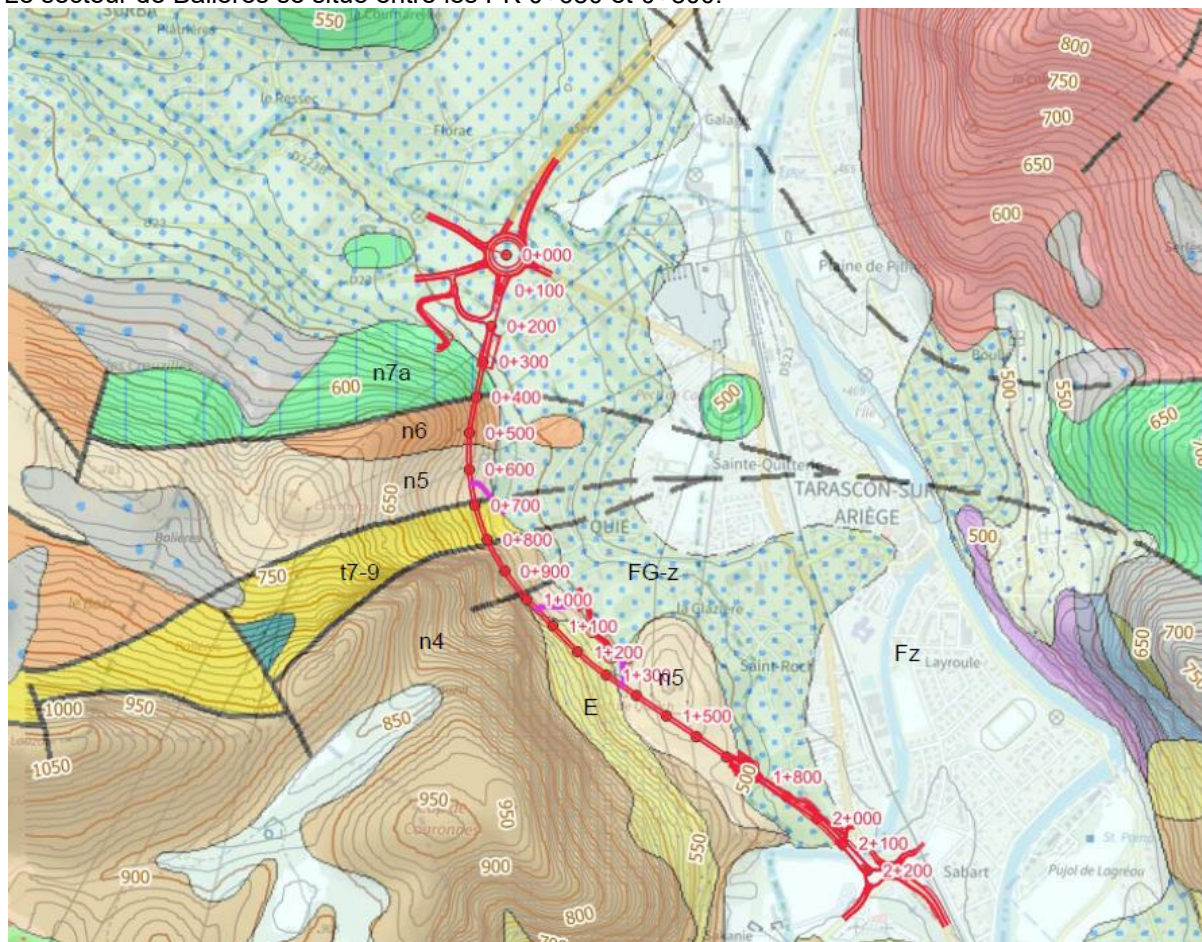
Toutes les côtes de nivellement figurant sur les plans sont rapportées au zéro du Nivellement Général de la France, dans le système NGF - IGN 69. Toutes les côtes sont exprimées en mètres.

Le système dans lequel sont données les coordonnées X et Y de tout point est le système RGF 93 - CC 43.

3.2. DONNEES GEOLOGIQUES, GEOTECHNIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES

3.2.1. Données géologiques et géotechniques

La carte ci-dessous illustre la géologie de surface rencontrée le long du tracé actuellement étudié. Le secteur de Balières se situe entre les PK 0+680 et 0+800.



E : Dépôts récents, Eboulis
FG-z : Würm, alluvions fluvio-glaciaires récentes (comprenant les FG-b)
n7a : Albien, marnes noires albiennes de Coustarous
n6b : Aptien, marno-calcaires de Coustarous
n5a : Aptien, marnes noires de Coustarous
n4 : Barrémien, calcaire urgo-barrémien de Lauzet
t7-9 : terrains triasiques des Balières avec inclusions d'Ophite dans le Trias supérieur au droit des fractures

Figure 3 : Extrait de la carte géologique du BRGM et situation du projet étudiée

L'extrait de profil en long ci-dessous illustre les reconnaissances disponibles dans le secteur de Balières :

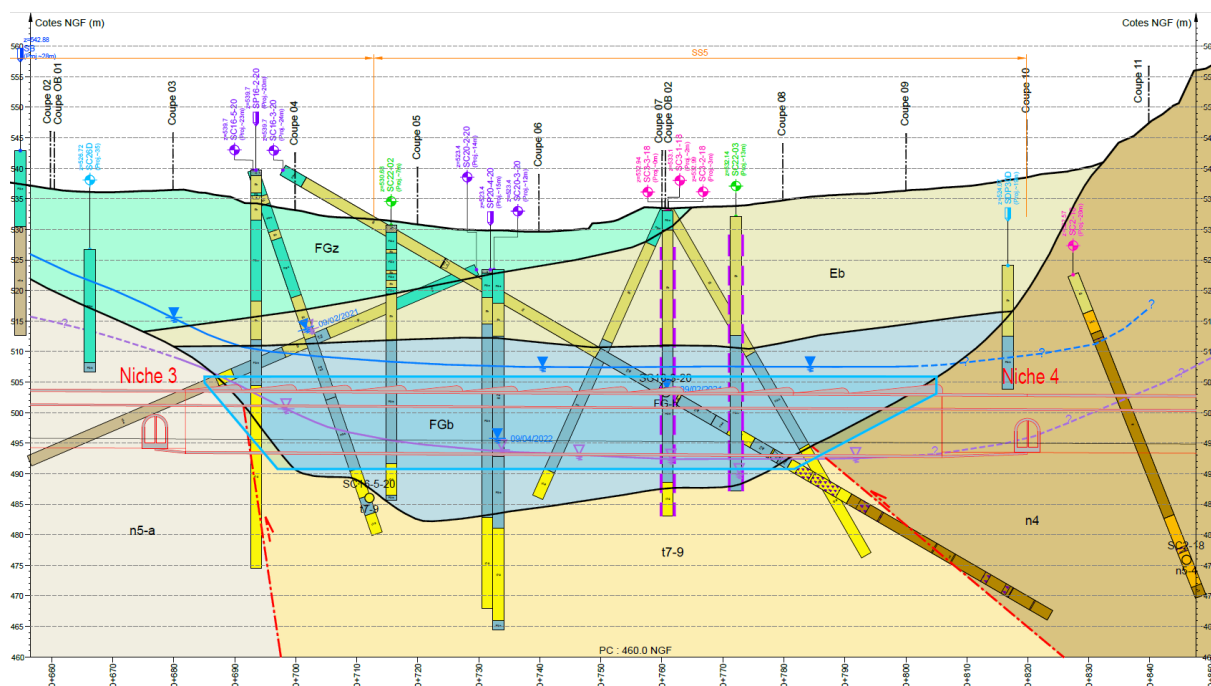
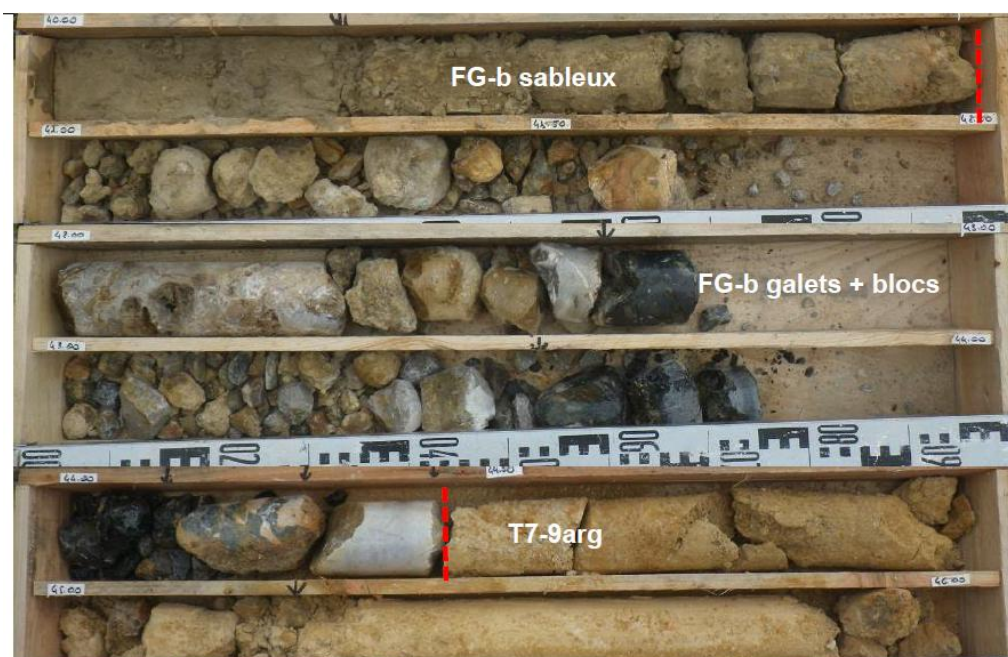


Figure 4 : Extrait du profil en long dans le secteur de Balières

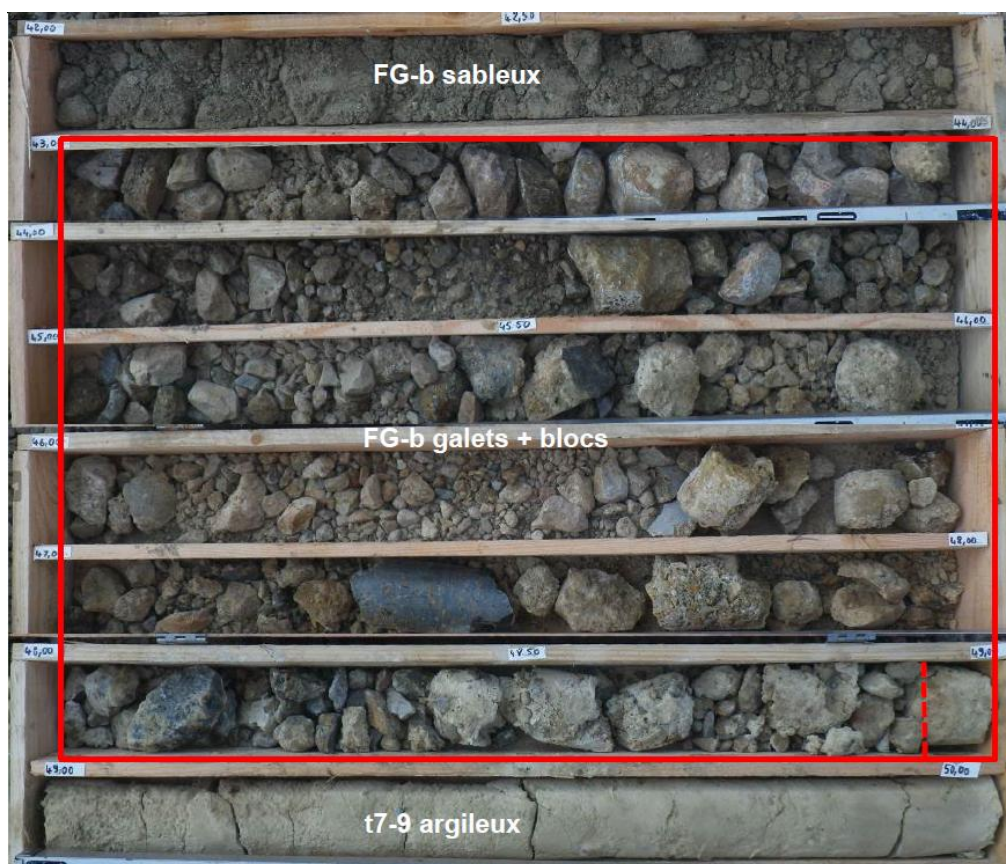
3.2.2. Description de la formation fluvio-glaciaire du secteur Balières à traiter (FG-b)

La nature du dépôt d'alluvions fluvio-glaciaire du secteur de Balières FG-b est assez hétérogène du fait des conditions de dépôt variables. Ils sont majoritairement qualifiés de sables brun-beige pouvant être tantôt fins à moyens, tantôt grossiers voire graveleux, associés à une matrice limon-argileuse en faible quantité (5 à 30 % maximum). Des passages fréquents comportent également des galets arrondis de quartz centimétriques. Il a été observé qu'en s'approchant du substratum du trias, le FG-b présente une frange (plusieurs mètres) à gros galets crus (fortement délavés par le forage) ou blocs émoussés polygéniques.



SC3-1-18 entre 40 m et 46 m : passage FG-b à gros galets et blocs entre 42 et 44,5 m sur substratum t7-9 (faciès argileux)

Figure 5 : Extrait d'une photo de la caisse de carotte du SC3-1-18 entre 40 et 46 m de profondeur montrant les variations de granulométrie rencontrées au sien de FGb



SC3-3-18 entre 42 m et 50 m : passage FG-b à galets et blocs polygonaux entre 43 m et 49 m sur substratum t7-9 (faciès argileux)

Figure 6 : Extrait d'une photo de la caisse de carotte du SC3-3-18 entre 42 et 50 m de profondeur montrant les variations de granulométrie rencontrées au sien de FGb

Les caractéristiques principales qui peuvent être retenues pour cette formation sont :

- un poids volumique humide : $\gamma_h = 18 \text{ kN/m}^3$
- un poids volumique sec : $\gamma_d = 16,5 \text{ kN/m}^3$
- une teneur en eau naturelle : $w_n = 8,5\%$
- une porosité : $n = 38,9\%$
- une valeur au bleu de méthylène : $VBS = 0.2$
- un indice de plasticité : $IP = 8,5\%$

Il est important de noter que ces valeurs sont représentatives de la fraction « non graveleuse » et « non caillouteuse » testée.

FG-b	gh (kN/m ³)			gd (kN/m ³)		
Secteur	N	X _m	s _x	N	X _m	s _x
Balières	27	18.2	3.1	28	16.6	2.8
N : nombre de valeurs, X _m : moyenne arithmétique, s _x : écart type						
FG-b	wn (%)			n (%)		
Secteur	N	X _m	s _x	N	X _m	s _x
Balières	29	8.5	6.7	28	38.9	10.2
N : nombre de valeurs, X _m : moyenne arithmétique, s _x : écart type						

	Granulo. et Sédimento.						Val. au bleu		Limites d'Atterberg				
FG-b		< 5 mm	< 2 mm	< 0,2 mm	< 80 µm	< 2 µm		VBS		Wp (%)	WI (%)	IP (%)	IC (-)
Secteur	N	X _m	X _m	X _m	X _m	X _m	N	X _m	N	X _m	X _m	X _m	X _m
Balières	31	69.8	58.6	23	17.4	3.8	28	0.2	12	22.9	32.2	8.5	NaN
N : nombre de valeurs, X _m : moyenne arithmétique													

N : nombre de valeurs. X_m : moyenne arithmétique

Figure 7 : Extrait des statistiques de la synthèse géotechnique
(51998_TER_PRO_GET_STU_NTT_00906_B Cahier B1)

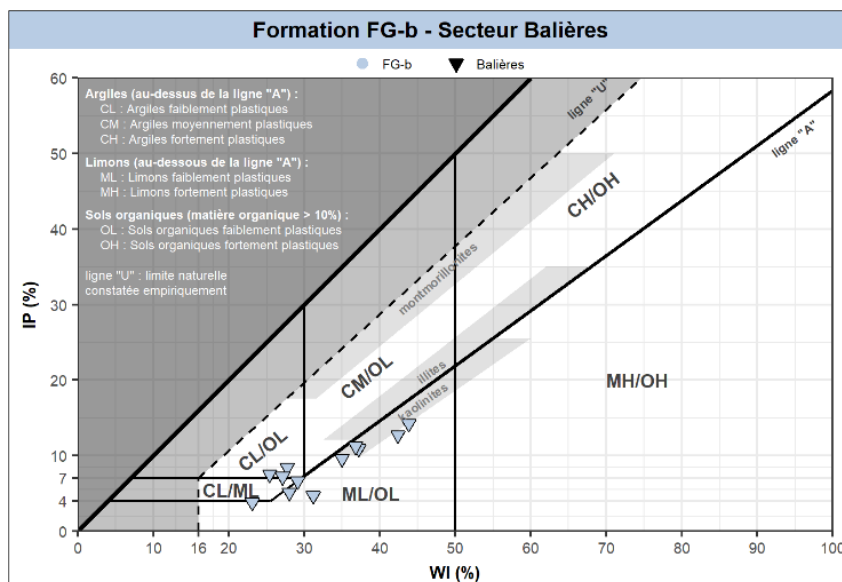


Figure 8 : Diagramme de plasticité des FGb extrait de la synthèse géotechnique
(51998_TER_PRO_GET_STU_NTT_00906_B Cahier B1)

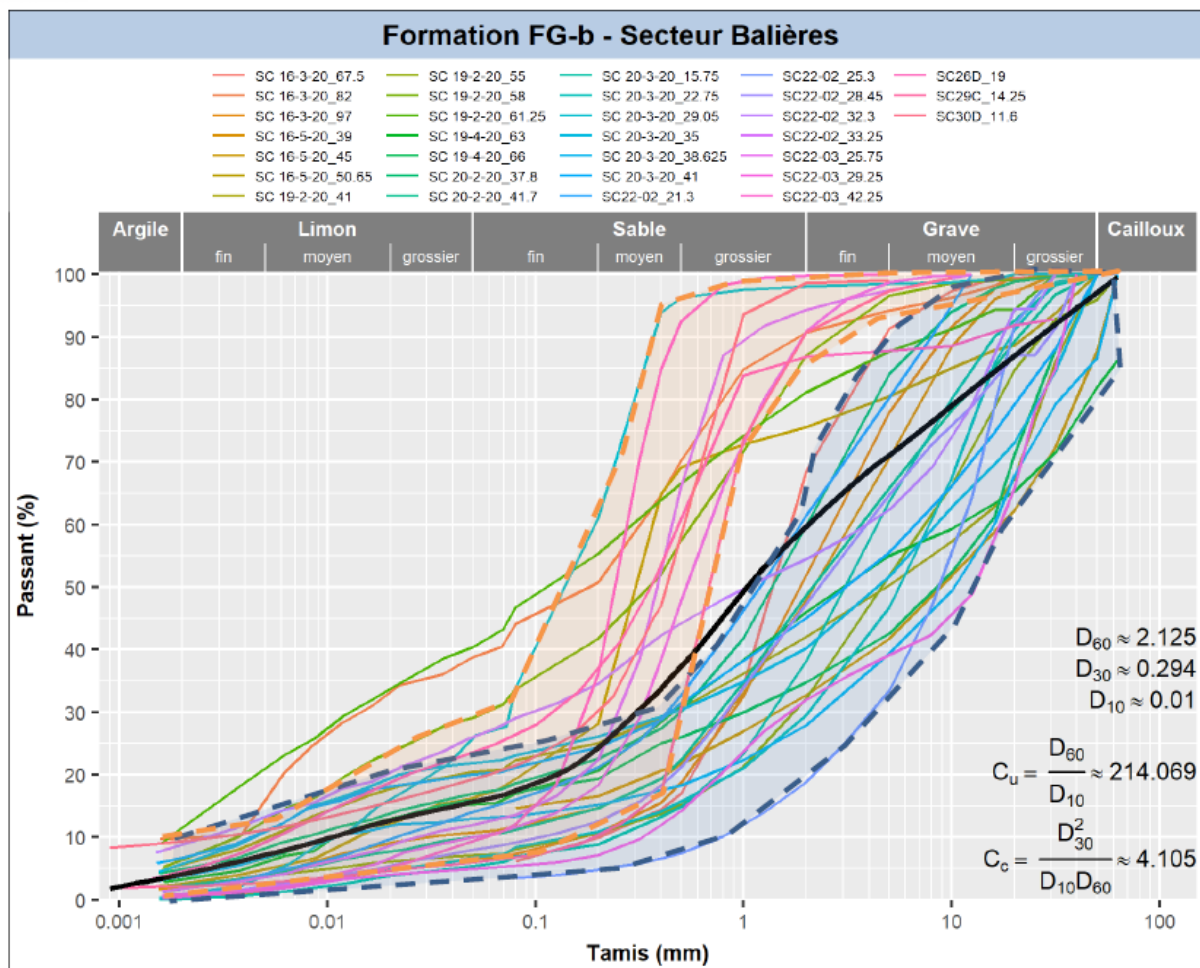


Figure 9 : Courbes granulométriques des FGb extraites de la synthèse géotechnique (51998_TER_PRO_GET_STU_NTT_00906_B Cahier B1)

Le graphique suivant la projection des grandeurs granulométriques d_{10} , d_{20} et d_{60} mesurées à la côte de prélèvement des échantillons. La profondeur du tunnel est également reportée. Il semble se dégager une certaine organisation en termes de granulométrie des dépôts. En particulier, si l'on fait l'hypothèse que les dépôts sont horizontaux, on peut s'attendre sur la hauteur de la section du tunnel, à retrouver :

- sur les tiers inférieurs et supérieurs de la section, un matériau relativement grossier de sable moyen à gravales, exempt de fines ;
- sur un gros tiers central, un sable limoneux globalement plus fin.

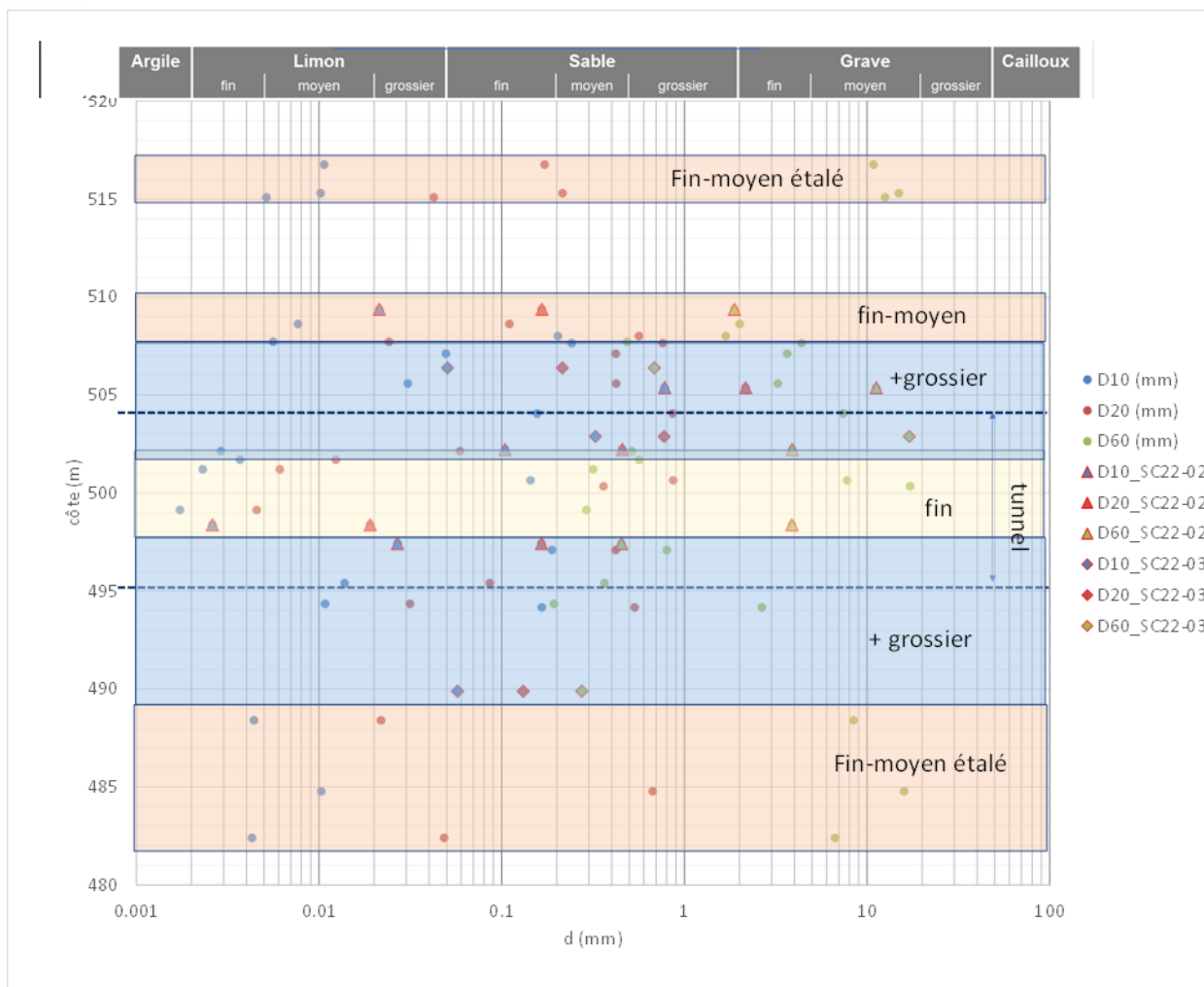


Figure 10 : Répartition des grandeurs caractéristiques de granulométrie du FG-b en fonction de la côte

3.2.2.1. Résistance au cisaillement

Trois essais triaxiaux consolidés drainés (CD) ont été réalisés dans les formations du FG-b, dont les résultats sont projetés dans le diagramme de Lamb (Figure 11).

Nous disposons également d'un essai de cisaillement direct à la boîte donnant une valeur d'angle de frottement résiduel de 33° (Figure 12). Cependant le procès-verbal de l'essai indique que l'échantillon a été fortement remanié lors de la confection des éprouvettes, les résultats étant à prendre avec précaution.

On en déduit une valeur raisonnablement prudente de l'angle de frottement de $\phi' = 35^\circ$. De façon sécuritaire, on retient une cohésion c' nulle (mesurée sur un des échantillons) pour l'ensemble de la formation même si les essais menés sur des passées plus riches en fraction silteuse montrent vraisemblablement une certaine cohésion à court-terme.

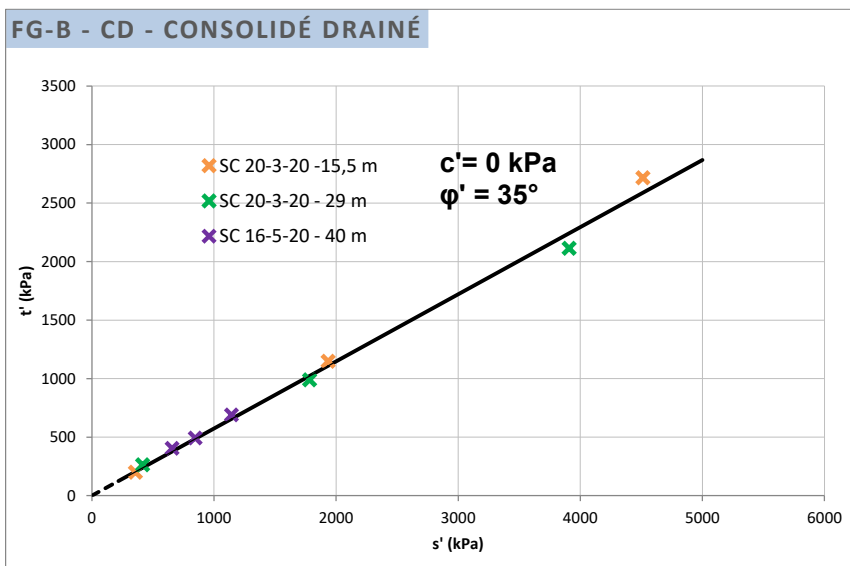


Figure 11 : Résultats des essais triaxiaux CD dans le diagramme de Lamb pour FG-b

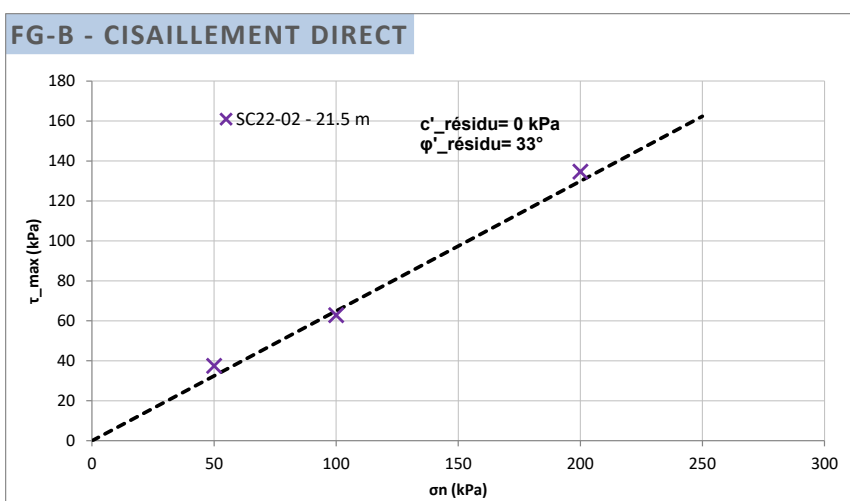


Figure 12 : Résultats de l'essai de cisaillement direct à la boîte dans le FG-b

3.2.2.2. Essais d'injection en laboratoire

Principe des essais

L'objectif du programme des essais d'injection sur échantillon est de tester l'injectabilité des terrains fluvioglaciaires meubles de Balières avec différents produits, et d'évaluer l'efficacité de l'injection en termes de perméabilité et de résistance en conditions de laboratoire.

Le programme d'essais sur échantillons prélevés au carottier sonique consiste en plusieurs étapes :

- 1) Mesure des densités et granulométries
- 2) Essai de perméabilité sur échantillon reconstitué (même densité et volume)
- 3) Étuvage
- 4) Reconstitution d'un échantillon pour injection
- 5) Imprégnation du produit d'injection (pression maximale de 1,50 bars)
- 6) Temps de prise de 7 jours
- 7) Prélèvement d'éprouvettes dans le terrain traités
- 8) Essai de perméabilité sur terrain traité après le temps de prise
- 9) Essais de résistance sur terrain traité.

Échantillons et produits testés

Trois échantillons intacts prélevés dans les sondages SC22-02 et SC22-03 ont fait l'objet d'essais d'injection. Ils sont localisés dans la formation FG-b entre 25,50 et 32,50 m de profondeur, soit à la côte du tunnel. Le choix des échantillons soumis aux essais d'injection s'est aussi fait sur la base des granulométries de telle sorte à tester différents faciès présents au sein des FG-b:

- L'échantillon SC02-EI7 représentatif d'une granulométrie bien graduée avec une proportion de fines de l'ordre de 15 % (granulométrie G3) ;
- L'échantillon SC03-EI2 représentatif d'une granulométrie à tendance sableuse (granulométrie G4) ;
- L'échantillon SC02-EI5 représentatif d'une granulométrie à tendance graveleuse (granulométrie G1 et G2).

La figure ci-après localise les échantillons et les portions soumises à une mesure de granulométrie.

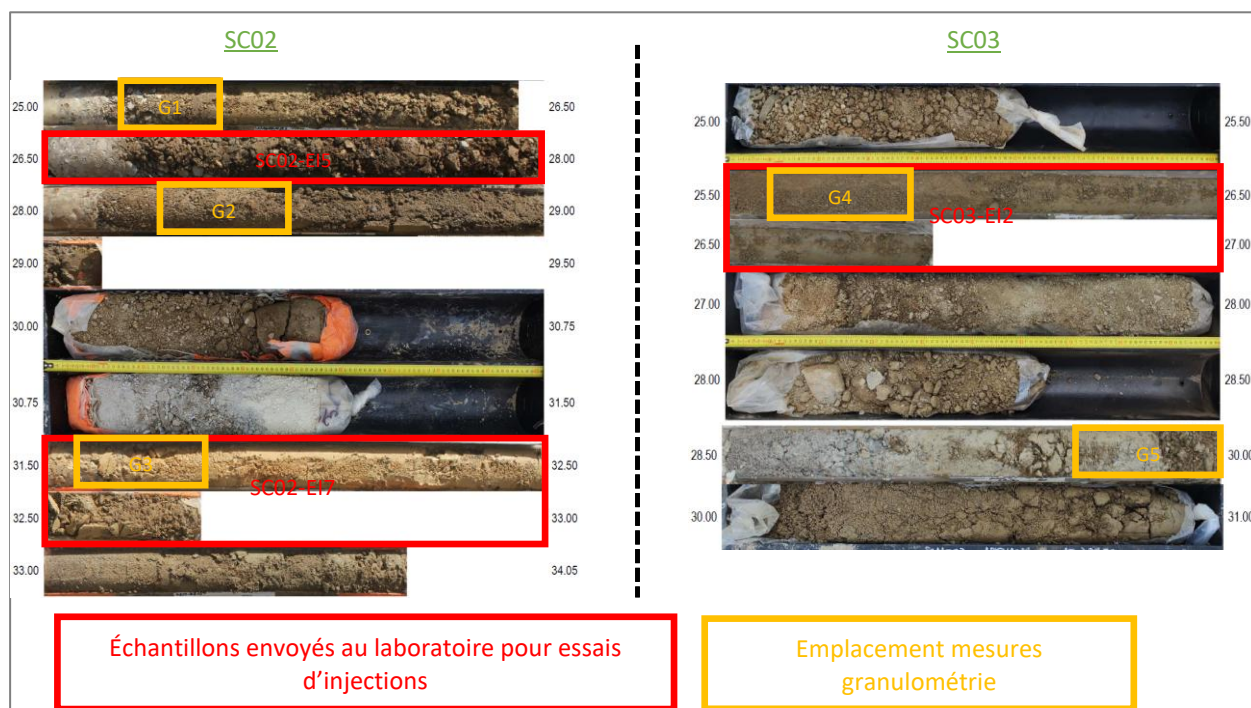


Figure 13 : Localisation des échantillons intacts et des granulométries soumis à essai d'injection

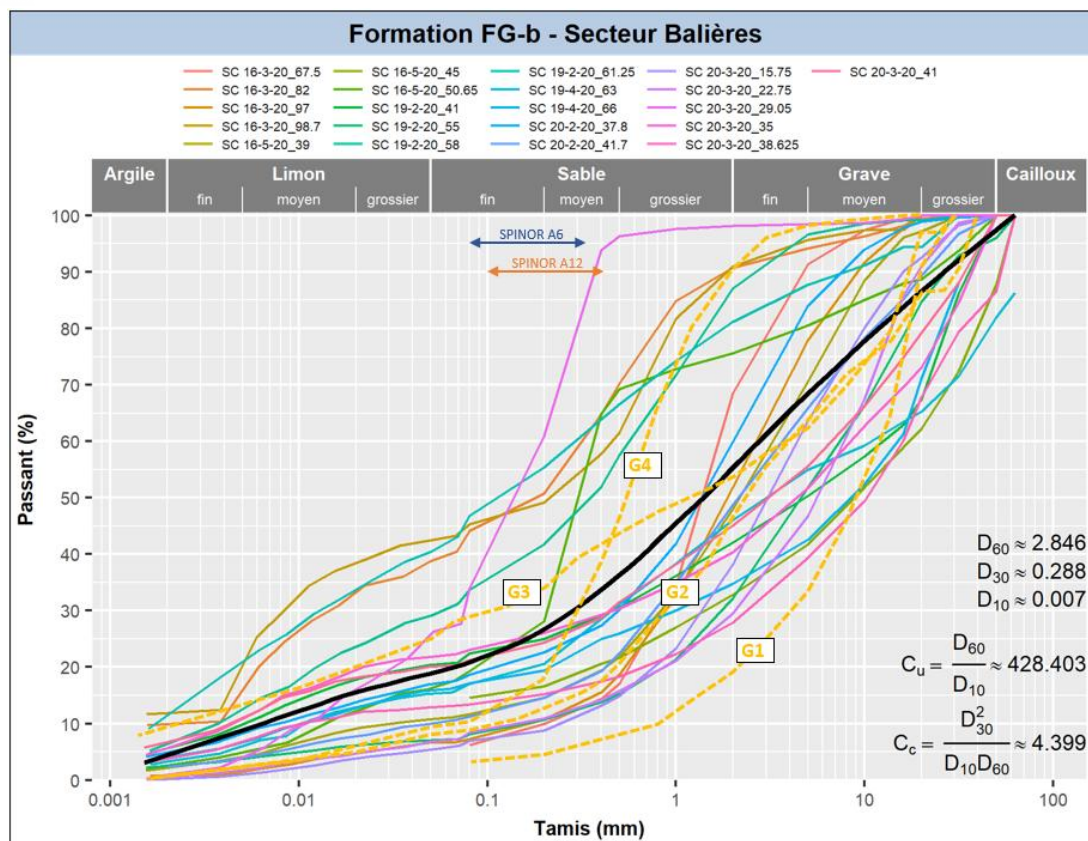


Figure 14 : Granulométrie des échantillons testés en pointillés jaunes

Dans chacun des trois échantillons retenus, deux éprouvettes ont été reconstituées pour injections de deux fluides distincts :

- Un micro-ciment avec fluidifiant (MAPEI) :
 - Microcem 1200 (en remplacement SPINOR A12 initialement prévu)
 - c/e=1 (formulation standard du fabricant en remplacement du dosage c/e=0,4 initialement prévu)
 - + 0.5% Dynamon Easy 11 (fluidifiant)
- Un gel siliceux (MAPEI) :
 - bi-composan
 - Mapejet System n°1 + 3% n°2

Résultats des essais d'imprégnation

Des deux mélanges utilisés, seul l'injection du gel siliceux a réussi, avec une pression d'injection de 0,10 à 0,85 bars. Le dosage du mélange de micro-ciment s'est avéré trop dense pour pénétrer le terrain, la pression maximale de 1,5 bars ayant été atteinte.

Seuls les trois échantillons injectés au gel siliceux ont donc pu être soumis aux essais de perméabilité et de résistance après traitement. Ils sont visibles sur la Figure 16 après les sept jours de prise.

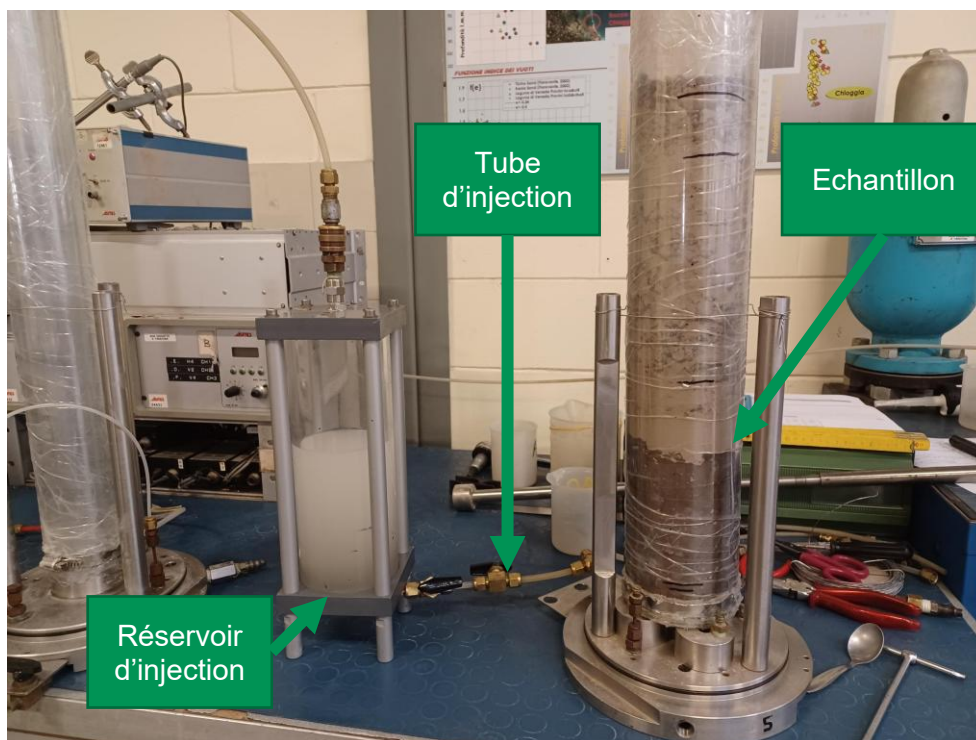


Figure 15 : Dispositif d'injection d'un échantillon de sol

Résultats des essais de perméabilité

Les essais de perméabilités réalisés sont de deux types :

- Des essais à gradient hydraulique constant (charge constante) au perméamètre, employés pour les sols sableux (SC22-02-EI5 et SC22-03-EI2) ;
- Des essais à charge variable à la cellule triaxiale, employés dans le cas des sols fins (SC22-02-EI7) et des échantillons injectés.

Les mesures de perméabilité avant et après injection au gel siliceux sont résumés dans le tableau ci-dessous. Nous observons une réduction des perméabilités en laboratoire d'un facteur 10^{-4} . Cela confirme que les différents échantillons testés, couvrant les granulométries types G1 à G4 représentatives des FG-b, sont injectables par des produits de type gel, et atteste de l'adéquation du traitement aux objectifs de perméabilités visés pour assurer la faisabilité.

FG-b								
Echantillon	Caractéristiques pondérales sur sol non traité (éch. reconstitués)			Caractéristiques pondérales sur sol traité au gel (éch. reconstitués)			Perméabilité sol non traité	Perméabilité sol traité au gel siliceux
	γ_h	γ_d	w	γ_h	γ_d	w	k	k
	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[%]	[kN/m ³]	[kN/m ³]	[%]	[m/s]	[m/s]
SC22-02 EI7	18,5	15,5	19	20,9	18,0	16	$1,0 \cdot 10^{-7}$	$5,7 \cdot 10^{-11}$
SC22-03 EI2	19,8	18,8	5	21,1	18,5	14	$6,7 \cdot 10^{-5}$	$1,1 \cdot 10^{-9}$
SC22-02 EI5	20,5	19,5	5	21,3	19,0	12	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$1,9 \cdot 10^{-8}$

Tableau 1 : Résultats des essais de perméabilités en laboratoire avant et après injection au gel siliceux

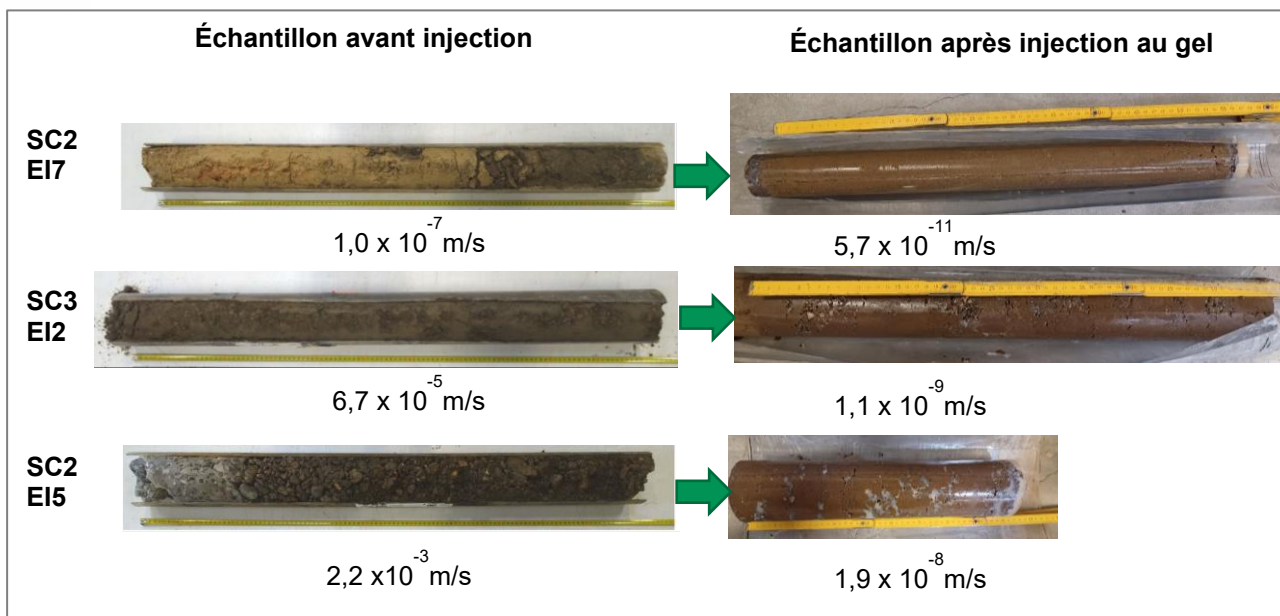


Figure 16 : Allure des échantillons avant et après injection au gel siliceux après 7 jours de prise

Résultats des essais de cisaillement

Les graphiques et tableaux ci-dessous résument les résultats des essais de cisaillement triaxiaux opérés sur les éprouvettes après traitement au gel de silice (4 essais CU+u et 3 essais UU).

Par rapport aux essais sur FG-b non remanié et non traité (voir §3.2.2.1), l'injection au gel siliceux en laboratoire permet le développement d'une cohésion intrinsèque de l'ordre de 25 kPa. La cohésion en condition non drainée obtenue est d'une centaine de kilopascals.

Par sécurité vis-à-vis des conditions réelles in situ, on retiendra pour le FG-b traité les caractéristiques de calcul suivantes :

- Cohésion : $c' = 10 \text{ kPa}$
- Angle de frottement : $\phi' = 35^\circ$

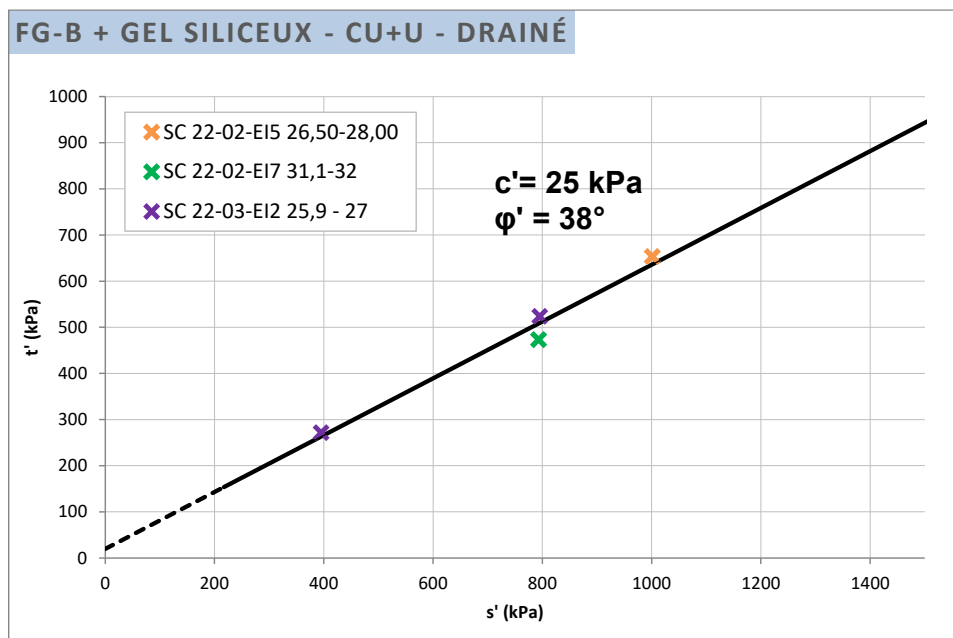


Figure 17 : Synthèse des essais triaxiaux CU+u sur échantillons de FG-b injectés au gel de silice

ID	TX UU		TX CU+u		
	Cu (kPa)	Photo après essai	c' (kPa)	φ' (°)	Photo après essai
SC2 EI7	95		25	38	
SC3 EI2	137				
SC2 EI5	99				 (Déstructuré lors du démontage)

Tableau 2 : Epruvettes injectées au gel siliceux après essais de cisaillement triaxial

D'après la synthèse géotechnique, une pression limite nette moyenne $p_l^* = 3MPa$ peut-être retenue ainsi qu'un module $E_M = 40MPa$ pour cette formation.

Il est important de noter qu'en s'approchant de la base de la formation alluviale, une frange de transition avec alternance avec des blocs ou bancs de faible épaisseur du trias t7-9 peut être rencontrée dans la formation des FG-b.

En complément de cette synthèse les éléments factuels suivants sont disponibles pour la présente consultation :

- SC2-18, 2018. Log du sondage carotté, photos Haute Résolution des caisses de carottes, coupe détaillée, diagraphies et résultats des essais en laboratoire ;
- SC3-1-18, 2018. Log du sondage carotté, photos Haute Résolution des caisses de carottes, coupe détaillée, diagraphies et résultats des essais en laboratoire ;
- SC3-2-18, 2018. Log du sondage carotté, photos Haute Résolution des caisses de carottes, coupe détaillée, diagraphies et résultats des essais en laboratoire ;
- SC3-3-18, 2018. Log du sondage carotté, photos Haute Résolution des caisses de carottes, coupe détaillée, diagraphies et résultats des essais en laboratoire ;
- SC16-3-20, 2020. Log du sondage carotté, photos Haute Résolution des caisses de carottes, diagraphies, log composite et résultats des essais en laboratoire ;
- SC16-5-20, 2020. Log du sondage carotté, photos Haute Résolution des caisses de carottes, diagraphies, log composite et résultats des essais en laboratoire ;
- SC20-2-20, 2020. Log du sondage carotté, photos Haute Résolution des caisses de carottes, diagraphies, essais dilatométriques + essai slug test, log composite et résultats des essais en laboratoire ;
- SC20-3-20, 2020. Log du sondage carotté, photos Haute Résolution des caisses de carottes, diagraphies, essais lefranc, log composite et résultats des essais en laboratoire ;
- SP20-4-20, 2020. Essais pressiométriques, log du sondage ;
- ISMGEO, 2023. Rapport sur les essais d'injection réalisés en laboratoire ;
- Suivis piézométriques de 2018 à 2024.

3.3. DONNEES METEOROLOGIQUES

Outre les prescriptions du CCAG Travaux et notamment de ses articles 31, 34 et 35, le Titulaire doit également, sous sa responsabilité, assurer la protection de son chantier contre les eaux de toutes provenances et en assurer le traitement et l'évacuation, par tous moyens et ouvrages nécessaires.

3.4. DOCUMENTS TECHNIQUES APPLICABLES

Le Titulaire doit se conformer aux différents règlements applicables au jour de la remise de l'offre.

Sont notamment applicables :

- L'ensemble des fascicules du CCTG dont :
 - le fascicule n°2 « Terrassements généraux »,
 - le fascicule n°68 « Exécution des travaux de fondation des ouvrages de génie civil »,
- Les recommandations AFTES dont :
 - Recommandations de l'AFTES GT8 « travaux d'injection des sols et des roches »
 - Recommandations de l'AFTES GT16 « Tassements et vibrations induits par les ouvrages souterrains »
 - Recommandations de l'AFTES GT19 « Auscultations des ouvrages souterrains »
 - Recommandations de l'AFTES GT24 « Reconnaissances géotechniques »
 - Recommandations de l'AFTES GT35 « Gestion et Emploi des Matériaux Excavés »

4. DESCRIPTION DES TRAVAUX

La description et la consistance des travaux concernés par l'amiante environnemental sont décrites au §16.

4.1. PLANCHES D'ESSAI D'INJECTION

4.1.1. Objectifs des planches d'essai

Les planches d'essai s'inscrivent dans le contexte du projet de contournement de Tarascon-sur-Ariège, et particulièrement dans le contexte de sécurisation du creusement du tunnel dans le secteur de Balières. C'est pourquoi les objectifs et méthodologies sont précisées en ce sens dans le présent document. Les variantes sont admises, dans la mesure où elles permettent de répondre aux mêmes objectifs.

L'objectif des plots d'essai est de tester « en vraie grandeur » et dans des conditions hydrauliques souterraines réelles (en eau en présence de gradient, et hors d'eau), le traitement par injection des alluvions fluvioglaciaires anciennes du secteur de Balières (FGb).

Les objectifs principaux sont :

- Une réduction minimale de la perméabilité d'un facteur 100 (ou 10^{-7} m/s) ;
- Une amélioration de la cohésion de 10 kPa dans la bande traitée.

Et toutes autres constatations utiles pour le projet qui seront découvertes lors des planches d'essai.

En effet, des essais en laboratoire ont permis d'identifier une gamme de produits susceptible d'imprégner suffisamment ces sols pour limiter les venues d'eau en phase travaux, mais les conditions hydrauliques in-situ font craindre des difficultés de réalisation. De plus, comme décrit au paragraphe 3.2.2, la granulométrie des terrains concernés est très variable et des tests en vraie grandeur avec différents produits (coulis de bentonite-ciment et gel) sont nécessaires.

L'objectif du plot d'essai est donc de confirmer (ou d'infirmer) la possibilité de traitement des alluvions afin de creuser le tunnel du Quié dans le secteur de Balières sans venue d'eau ingérable.

Les deux planches d'essais prévues sont :

- La première pour injection d'un gel de silice uniquement, dite « planche principale » (cf. §4.1.3) ;
- La seconde pour injection d'un coulis de bentonite-ciment puis de gel de silice, dite « planche hybride » ou « secondaire » (cf. §4.1.4).

4.1.2. Essais préliminaires

Avant la réalisation de chacune des deux planches d'essai, et afin de déterminer avec précision les profondeurs à injecter et déterminer la similitude des alluvions FG-b avec ceux présents le long du futur tracé, 2 sondages carottés réalisés au carottier triple tube rotatif de diamètre intérieur minimal 100 mm, seront réalisés dans un coin, en dehors des zones injectées. Ils seront situés à au moins 5 m du sondage d'injection le plus proche afin d'éviter la pollution des futurs piézomètres.

Ils auront chacun une profondeur maximale de 45,0 m, même si le trias t7-9 n'est pas rencontré en fin de forage.

Les sondages verticaux feront l'objet d'une diagraphie « RAN » afin d'identifier notamment les passées plus argileuses et avant la pose de l'équipement piézométrique.

Un échantillonnage en continu des FG-b sera réalisé. Ils seront prélevés et mis sous gaine. Des essais d'identification seront réalisés sur les échantillons intacts :

- Détermination des caractéristiques pondérales (masses volumiques apparentes sur sols) ;
- Détermination de la teneur en eau naturelle ;
- Détermination de la Valeur au Bleu ;

- Détermination des limites d'Atterberg ;
- Granulométrie ;
- Sédimentométrie ;
- Essais de cisaillement à l'appareil triaxial consolidé non drainé à σ'_{v0} , $2 \times \sigma'_{v0}$ et $3 \times \sigma'_{v0}$ de pressions de confinement ;
- Essais de cisaillement à la boîte consolidés non drainés σ'_{v0} , $2 \times \sigma'_{v0}$ et $3 \times \sigma'_{v0}$ de pression verticale ;
- Détermination de la présence d'amiante (dans les carottes remontées, quelle que soit la formation (e_b ou FG-b ou t7-9) !).

Un log détaillé des carottes remontées sera réalisé par un géologue expérimenté (de plus de 10 ans d'expérience) ayant une bonne connaissance de la région. Tout élément potentiellement amiantifère identifié devra être immédiatement signalé, pour prélèvements spécifiques et recherche d'amiante (notamment par lames minces).

Les photos des caisses de carottes et des Echantillons Intacts seront réalisées en Haute Résolution, sans reflet, avec échelle métrique et colorimétrique, et les carottes seront lavées et ou pelées.

Les caisses de carottes, les EI non testés et les chutes d'EI seront conservés dans des conditions optimales de conservation (local tempéré, non exposé aux conditions météorologiques, protégés de toutes dégradations) jusqu'à instruction de destruction par le Maître d'Ouvrage. Ils seront conservés dans les locaux de l'entreprise jusqu'à ce que le MOA indique un local d'entreposage dédié et il faudra alors prévoir le transfert vers ce nouveau site de stockage.

Les deux sondages initiaux seront équipés de tube piézométrique PVC crépiné entre 10,0 et 40,0 m de profondeur pour permettre la mesure du niveau de la nappe. Ils seront nettoyés et développés. Ils seront balisés et fermés à l'aide d'un capot cadenassable.

Ces deux piézomètres seront équipés de sondes automatiques avec enregistrement et système de transmission des données à distance. C'est-à-dire que les données pourront être lues depuis la tête du piézomètre sans retrait de la sonde. La fréquence des mesures sera toutes les heures. La capacité de stockage des données sera au minimum d'une année de mesures.

En complément, il est demandé au Titulaire de remettre en état les 9 piézomètres existants dans la zone des futurs travaux. A savoir à minima les nettoyer et les développer et vérifier qu'ils sont toujours mesurables/interrogeables. Les données des sondes automatiques actuellement en place devront récupérer et mises à disposition du MOE.

L'identification des 9 piézomètres déjà en place équipés de sondes automatiques est rappelée ci-dessous :

- SC22-01 ; SC22-03 et SC22-05 ;
- SD1-1-18 ; SC4-1-18 ; SC5-18 et SC20-3-20 ;
- SC3-1-18 et SC7-18.

4.1.3. Planche d'essais « principale »

Le plot d'essai principal a pour objectif de tester « en vraie grandeur » un premier produit (gel de silice) composé d'un liant bi-composant de chez MAPEI à base de minéraux inorganiques qui favorisent l'absorption des cations présents dans la solution et a pour conséquence la gélification puis le durcissement de la structure siliceuse.

Le produit d'injection à tester est du type Mapejet System N 1 + 3% de N 2, ou équivalent. Ce mélange a été testé en laboratoire, mais il peut être adapté pour les conditions de site.

Les adjuvants sont autorisés. Le mélange effectivement testé sur site devra être scrupuleusement consigné pour pouvoir être reproduit le long du tracé en cas de succès.

La planche d'essai sera composée de 10 sondages verticaux pour injection (représentant la maille la plus lâche atteinte au niveau le plus bas du tunnel). Ils atteindront la profondeur de 45,0 m.

La première ligne d'injection située le plus en amont, composée de 4 sondages, a pour objectif de former une première ligne d'étanchéité. Elle sera réalisée au début des injections et dans sa totalité.

Derrière la première ligne d'étanchéité, 4 mailles triangulaires de côté 1,50 m et hauteur 1,50 m représentatives du maillage à la plus grande profondeur du tunnel seront formées, en respectant l'alternance entre maillage primaire (en vert sur la Figure 18) et secondaire (en rose sur la Figure 18).

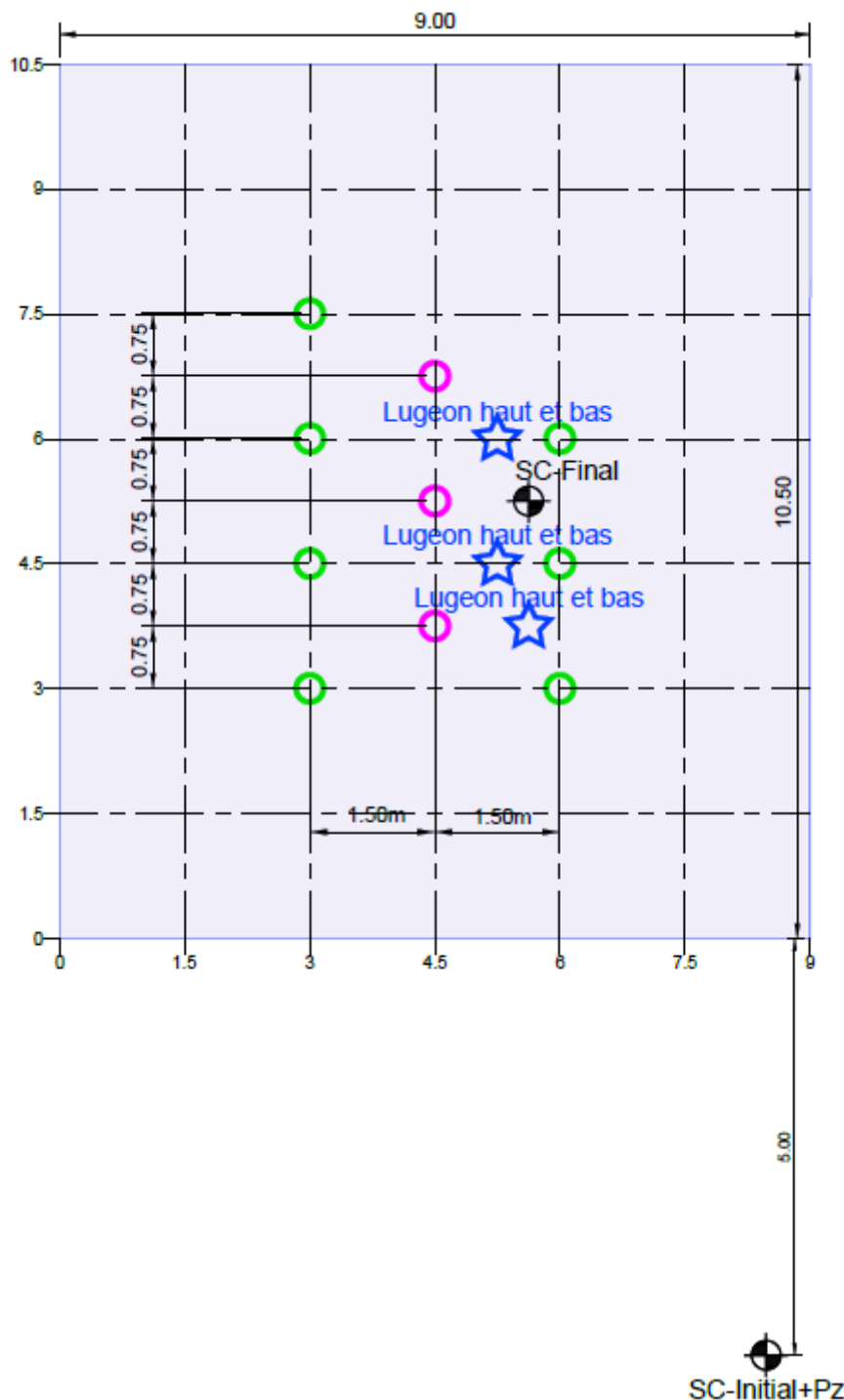


Figure 18 : Emprise et maillage de la planche d'essai principale. En vert le maillage primaire et en rose le maillage secondaire

4.1.4. Planche d'essais « hybride » ou « secondaire »

La planche d'essai secondaire sera débutée seulement une fois que les résultats de la planche d'essai principale seront interprétés, afin de pouvoir l'adapter en conséquence.

La planche d'essai secondaire vise à diminuer l'injection de gel de silice. Une première série d'injection consistera donc à injecter un mélange de bentonite-ciment au niveau du maillage primaire et une seconde série d'injection consistera à injecter le liant Mapejet System N ou équivalent.

Le réseau primaire sera composé d'injections de coulis de bentonite-ciment. L'objectif étant d'imperméabiliser les alluvions anciennes dans un contexte d'écoulements souterrain, on commencera toujours par réaliser la ligne la plus en amont dans sa totalité et en premier lieu pour constituer une barrière d'étanchéité.

La maille, disposition de la planche d'essai, ainsi que les sondages de contrôle sont les mêmes que pour la planche principale. A savoir, 10 sondages verticaux pour injection (représentant la maille la plus lâche atteinte au niveau le plus bas du tunnel). Ils atteindront la profondeur de 45,0 m.

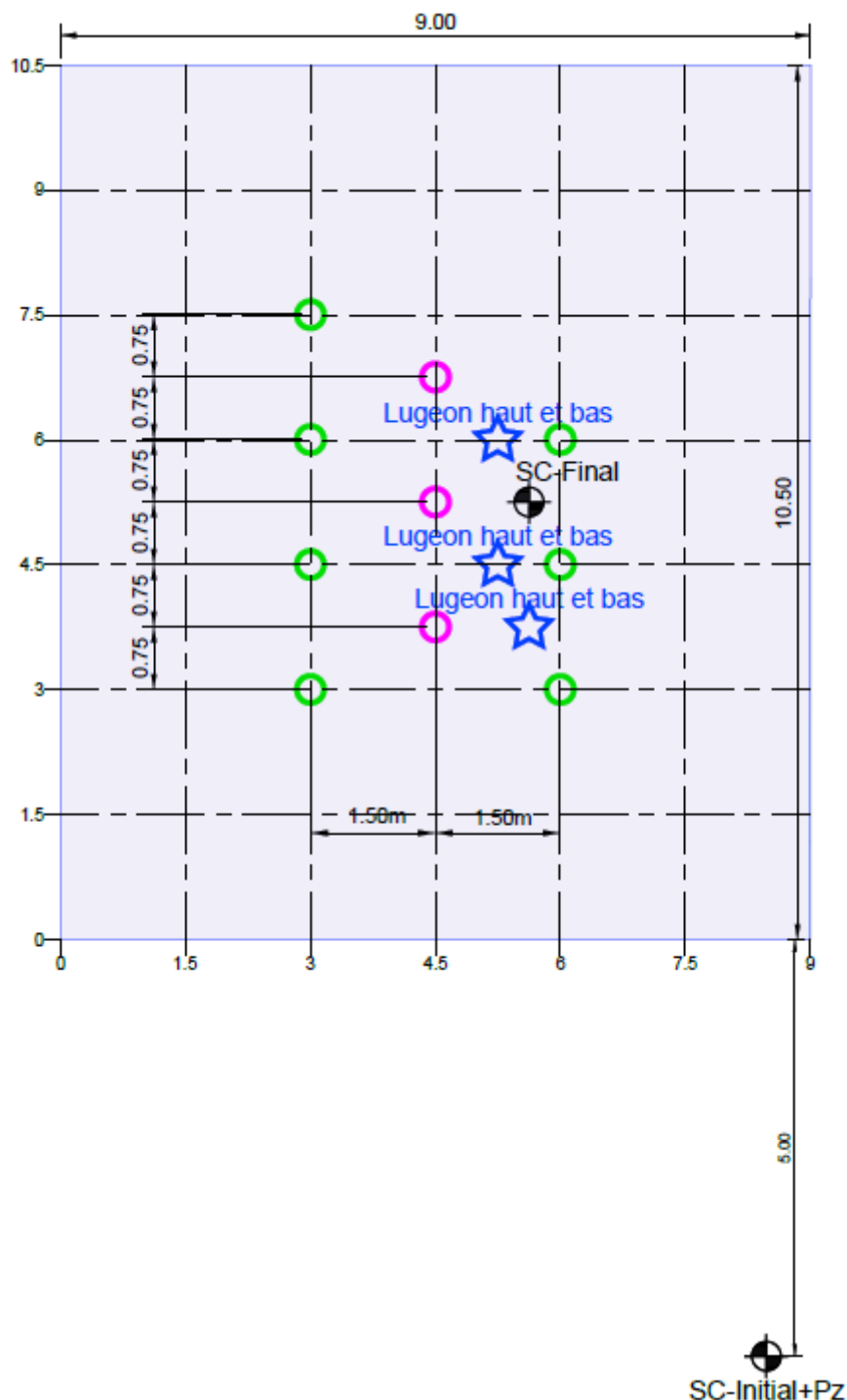


Figure 19 : Emprise et maillage de la planche d'essai hybride ou secondaire. En vert le maillage primaire et en rose le maillage secondaire

4.1.5. Essais de contrôles

Les essais de contrôle de la planche principale seront faits à l'issue de celle-ci et avant le démarrage des injections de la planche secondaire. En effet, les résultats serviront à l'adaptation de la planche secondaire si besoin.

4.1.5.1. Essais d'eau

Afin de déterminer la perméabilité « en grand » des formations avant traitement, au minimum 3 tests de vitesse de remontée de nappe seront réalisés dans les piézomètres des planches d'essai.

Afin d'estimer l'efficacité du traitement par injection, 6 essais de perméabilité type Lugeon, en 3 points différents, et à 2 profondeurs en chaque point sont prévus après traitement.

Les profondeurs d'essais seront précisées après la détermination du niveau piézométrique grâce aux piézomètres installés au coin de chacune des deux planches d'essai avant la réalisation des essais d'eau type Lugeon. En effet, le premier essai d'eau sera réalisé au-dessus du niveau de la nappe et le second, au même point, en-dessous du niveau de la nappe (déterminé grâce au suivi piézométrique).

En première approche et à des fins de chiffrage, on estime la première profondeur à 15,0 m et la seconde à 30,0 m.

Les essais Lugeon seront positionnés préférentiellement au cœur des mailles triangulaires d'injection, c'est-à-dire entre le tiers et la moitié de la hauteur du triangle.

L'objectif est d'atteindre une réduction minimale de la perméabilité d'un facteur 100 (équivalent à environ 10^{-7} m/s).

4.1.5.2. Essais géotechniques

Les mesures de perméabilité seront complétées par la réalisation d'un sondage carotté par plot. Le carottier sera un carottier triple tube rotatif de diamètre intérieur minimal 100 mm.

Un log détaillé des carottes remontées sera réalisé par un géologue expérimenté (de plus de 10 ans d'expérience) ayant une bonne connaissance de la région.

Les sondages verticaux feront l'objet d'une diagraphie « RAN » afin d'identifier notamment les passées plus argileuses.

Des échantillons intacts seront prélevés en continu entre 10,0 et 40,0 m de profondeur.

En laboratoire, les essais suivants seront réalisés sur les matériaux injectés situés au-dessous et en dessous de la nappe et dans chacun des deux sondages de contrôle après traitement :

- Essais de cisaillement à l'appareil triaxial consolidé non drainé à σ'_{v0} , $2 \times \sigma'_{v0}$ et $3 \times \sigma'_{v0}$ de pressions de confinement ;
- Essais de perméabilité en laboratoire à saturation au perméamètre à paroi rigide et à gradient hydraulique constant et variable ;
- Essais d'identification (détermination des caractéristiques pondérales).

La sélection des échantillons et le programme des essais sera soumis à l'approbation du MOE.

4.2. SONDAGES COMPLEMENTAIRES POUR PRECISION D'INTERFACE T7-9/N4

4.2.1. Objectifs

Il résulte des reconnaissances précédentes une incertitude résiduelle sur l'attitude (nature, profondeur, pendage, orientation) du contact entre les terrains triasiques du Keuper t7-9 et celle des calcaires barrémien n4 (Au nord du rocher de l'horloge, au niveau du secteur de Balières). Les sondages complémentaires prévus au marché ont pour but de préciser l'attitude de ces contacts.

4.2.2. Description des travaux

Deux sondages carottés verticaux au carottier triple tube rotatif de diamètre intérieur minimal 100 mm sont donc demandés en complément des planches d'essai.

Un premier sondage de 60,0 m de profondeur sera réalisé au Nord du PK 0+800 du tracé du tunnel Le critère d'arrêt de ce sondage est une pénétration d'au moins 3,0 m dans le trias t7-9.

En fonction des remontées de ce premier sondage, un second sondage sera réalisé au Sud du PK 0+800 du tracé du tunnel. La position sera confirmée après exécution du premier sondage ainsi que la profondeur, estimée à des fins de chiffrage à 60,0 m également.

Un log détaillé des carottes remontées sera réalisé par un géologue expérimenté (de plus de 10 ans d'expérience) ayant une bonne connaissance de la région. Tout élément potentiellement amiantifère identifié devra être immédiatement signalé, pour prélèvements spécifiques et recherche d'amiante (notamment par lames minces).

Les photos des caisses de carottes et des Echantillons Intacts seront réalisées en Haute Résolution, sans reflet, avec échelle métrique et colorimétrique, et les carottes seront lavées et ou pelées.

Les caisses de carottes, les EI non testés et les chutes d'EI seront conservés dans des conditions optimales de conservation (local tempéré, non exposé aux conditions météorologiques, protégés de toutes dégradations) jusqu'à instruction de destruction par le Maître d'Ouvrage. Ils seront conservés dans les locaux de l'entreprise jusqu'à ce que le MOA indique un local d'entreposage dédié et il faudra alors prévoir le transfert vers ce nouveau site de stockage.

Les sondages verticaux feront l'objet d'une diagraphie « RAN » afin d'identifier notamment les passées plus argileuses.

Les deux sondages seront géoréférencés dans le système de coordonnées RGF93-CC43 n° EPSG 3943 et IGN69 pour l'altimétrie.

Dans ces deux sondages carottés, des prélèvements d'Echantillons Intacts tous les 5 mètres de profondeur sont prévus (soit 22 EI à des fins de chiffrage).

Les essais en laboratoire suivants sont également prévus sur les sols et les roches :

- Détermination de la masse volumique apparente ;
- Détermination de la teneur en eau ;
- Détermination de la Valeur au Bleu ;
- Détermination des limites d'Atterberg ;
- Granulométrie ;
- Sédimentométrie ;
- Essais de cisaillement à l'appareil triaxial consolidé non drainé à σ'_{v0} , $2 \times \sigma'_{v0}$ et $3 \times \sigma'_{v0}$ de pressions de confinement ;
- Essais de cisaillement à la boîte consolidés non drainés σ'_{v0} , $2 \times \sigma'_{v0}$ et $3 \times \sigma'_{v0}$ de pression verticale ;
- Résistance à la compression simple plus détermination du module d'Young (jauges extensométriques) ;
- Essais Brésilen ;
- Détermination de la présence d'amiante (dans les carottes remontées, quelle que soit la formation (e_b ou FG-b ou t7-9) !).

Le site retenu pour l'emplacement des deux sondages requiert une préparation préalable. Des pistes d'accès sont à aménager ainsi que du débroussaillage et du nivellement/terrassement pour réaliser les plateformes pour la réalisation des sondages et entreposer le matériel nécessaire.

Une provision pour 3 sondages complémentaires de 60,0 de profondeur est faite, si les deux premiers sondages ne permettent de préciser l'interface. Il est important de noter que les sondages complémentaires pourront être inclinés pour améliorer la recherche d'interface, et de ce fait être plus longs. Dans le cas de sondages inclinés, les mesures de diagraphies RAN seront complétées par des mesures de trajectométrie. Ces sondages supplémentaires ne seront pas, pour le moment, provisionnés financièrement, mais indiqués dans le DE pour mémoire.

5. CONSISTANCE DES TRAVAUX

La description et la consistance des travaux concernés par l'amiante environnemental sont décrites au §16.

Par le recours à un marché en lot unique, il est précisé que l'ensemble des prestations décrites dans les pièces du marché (CCAP et ses annexes, NMP et ses annexes, NRE, CCTP et ses annexes ainsi que dans le PGCSPPS) sont incluses dans le marché et notamment :

5.1. PRESTATIONS GENERALES

Prestations d'études, de coordinations, pour l'ensemble des ouvrages et équipements et l'ensemble des domaines techniques, y compris toutes spécifications de la NMP et notamment :

- CET : Coordination études travaux y compris établissement du Calendrier Prévisionnel de diffusion des documents d'études, son suivi et sa mise à jour durant toute l'opération,
- Réalisation des études d'exécution.

5.2. TRAVAUX PREPARATOIRES

Les travaux préparatoires comprennent :

- Mise en défens et mesures conservatoires,
- Dégagements d'emprise :
 - un état des lieux précis préalable au démarrage des travaux,
 - l'implantation provisoire des emprises,
 - le débroussaillage, le dessouchage, le déboisement et l'enlèvement d'arbres selon les autorisations obtenues,
 - l'évacuation en décharge des détritiques et des produits de démolition,
 - la dépose et la mise en décharge des clôtures existantes ou éventuellement leur stockage en vue de leur réutilisation,
 - la réalisation de clôtures pour interdire l'accès du public sur le chantier et sur les infrastructures routières en circulation et leur enlèvement en fin de chantier,
 - la dépose et le stockage soigné des équipements de sécurité et d'exploitation existants et de la signalisation verticale en vue de leur réutilisation, ou leur évacuation en décharge selon les cas,
 - le nettoyage des emprises.
- Installations de chantier générales,
- Les terrassements de surface pour réalisation des pistes d'accès et plateforme de travail,
- La création d'une fosse à déblais amiantés.

La démolition d'ouvrages et bâtis de toute nature n'est pas prévue au marché. Si le Titulaire éprouve le besoin de démolir des ouvrages ou bâtis afin de simplifier les travaux, sous réserve d'accord de la Maîtrise d'œuvre, la démolition de ces ouvrages et bâtis et l'évacuation en décharge des produits, l'évacuation en décharge des détritiques et des produits de démolition sont à sa charge.

5.3. PLOT D'ESSAI D'INJECTION DANS LA ZONE BALIERES

Les travaux d'injection dans le cadre du plot d'essai dans la zone Balières comprennent :

- Installations spécifiques aux injections,
- Installations spécifiques au contexte amiantifère,
- Essais initiaux, composés d'un carotté et d'un piézomètre par plot d'essai,
- 10 forages par plot depuis la surface pour réalisation des injections de terrain,
- Injection de terrain par un produit unique (gel de silice) pour le premier plot,
- Injection de terrain hybride pour le deuxième plot, mêlant des injections primaires au coulis de bentonite-ciment et secondaires au gel de silice,
- Essais de contrôles de l'efficacité des travaux d'injection, composés de 3 x 2 essais Lugeons et 1 carotté par plot,
- Stockage provisoire des déblais amiantés dans une fosse à déblais amiantés
- Enfouissement sur site des déblais amiantés et/ou évacuation des déchets amiantés en décharge en fonction des accords obtenus.

Les travaux d'injection sont réalisés conformément aux prescriptions du chapitre 18.

5.4. SONDAGES COMPLEMENTAIRES

Les travaux à réaliser dans le cadre des essais complémentaires sont les suivants :

- 2 sondages carottés,
- Le suivi des 9 piézomètres existants.

5.5. TRAVAUX DE REMISE EN ETAT

Les travaux de remise en état comprennent la remise en état des zones travaux à l'identique, sauf pour les pistes d'accès en terrain amiantifère, rechargée en GNT, pour reprise des circulations publiques hors risque amiante.

6. QUALITE

Voir pièce A03 Notice de Management de Projet

7. RESPECT DE L'ENVIRONNEMENT

Voir pièce A04 Notice de Respect de l'Environnement

8. DISPOSITIONS EN MATIERE DE SECURITE ET DE PROTECTION DE LA SANTE

Voir le PGCSPS (pièce A09).

9. CONTRAINTES ET DISPOSITIONS SPECIFIQUES DU MARCHÉ

Le chapitre ci-après a pour but de préciser et de synthétiser un certain nombre de contraintes existantes et de dispositions à respecter dans le cadre du présent Marché.

9.1. GENERALITES

Le Titulaire est réputé avoir pris connaissance par ses propres moyens de toutes les contraintes liées à la situation des travaux.

Outre les contraintes décrites dans les paragraphes ci-après, le Titulaire reconnaît notamment avoir pris connaissance des contraintes suivantes.

- conditions physiques propres à l'emplacement des travaux,
- contraintes liées au respect du Management de la Qualité, décrites notamment dans la Notice de Management de Projet (NMP),
- contraintes liées à l'environnement décrites notamment dans la Notice de Respect de l'Environnement (NRE),
- contraintes liées à la sécurité et à la protection de la santé décrites notamment dans le PGCSPS.

9.2. CONTRAINTES ET DISPOSITIONS LIEES A L'ETAT INITIAL DU SITE

9.2.1. Conditions météorologiques et hydrologiques

Se référer à l'article 3.2.2.

9.2.2. Contraintes géotechniques

Se référer à l'article 3.2.

9.2.3. Contraintes liées aux fouilles archéologiques

Aucune fouille préventive n'est exigée.

Le Titulaire doit tenir compte :

- de la législation applicable en matière d'archéologie préventive pour toutes les emprises supplémentaires (occupation temporaire et emprises définitives).
- des fouilles de sauvegarde induites par les découvertes fortuites en cours de travaux,

En cas de découverte archéologique, le Titulaire applique les dispositions prévues au Marché.

9.2.4. Contraintes liées aux réseaux

Le Titulaire se réfère, à titre indicatif, au sous-dossier DT-Réseaux, joint en pièce non-contractuelle, pour la liste détaillée mais non exhaustive des réseaux existants et les projets de dévoiement envisagés et en partie réalisés.

Concernant la précision d'implantation de réseaux, celle-ci est fixée par le concessionnaire et ne peut être modifiée sur la base des investigations complémentaires effectuées par le Maître d'Ouvrage ; le dossier réseaux des pièces non contractuelles peut apporter une aide sans pour autant pouvoir l'opposer au Maître d'Ouvrage.

Le Titulaire doit dans tous les cas faire sa déclaration d'intention de commencement des travaux (DICT) et effectuer sa propre synthèse avant le démarrage des travaux. Tout forage ou terrassement effectué depuis la surface doit faire l'objet d'une fouille manuelle préalable sur minimum un mètre et d'un

repérage précis sur le terrain des réseaux concessionnaires. Le repérage préalable des réseaux doit être considéré comme un point d'arrêt.

Les réseaux découverts dans la fouille (canalisations, galeries) et abandonnés sont déposés après accord de la maîtrise d'œuvre et des concessionnaires concernés. Il est mis en place un dispositif servant à obstruer les parties restant en terre (murs masques, fonds bombés...).

Si des réseaux (concessionnaires, privés, tiers) en exploitation étaient identifiés sur l'emprise du chantier, le Titulaire adapte ses méthodes pour ne pas réaliser de dévoiement de réseaux.

9.2.5. Contraintes liées à la présence d'amiante environnemental

Les contraintes liées à l'amiante environnemental sont décrites au chapitre 16.

Un rapport de repérage A0 avec préconisation d'investigations supplémentaires a été réalisé par Bureau GDA en 2023. Ce rapport est fourni à titre informatif (non contractuel) dans le sous-dossier B (pièce B04.2). Les conclusions sont données au chapitre 16.

Un plan de repérage des zones amiantifères est fourni dans le sous-dossier B (pièce B04.1) comme une pièce non contractuelle mais facilitant la compréhension du projet.

9.3. CONTRAINTES ET DISPOSITIONS LIEES A L'ORGANISATION DU CHANTIER

9.3.1. Horaires de travail

L'ensemble des prestations réalisées par le Titulaire doit respecter la réglementation en vigueur sur les sites de travaux pour les horaires de travail, notamment en ce qui concerne les nuisances vis-à-vis des tiers.

Le tableau ci-après synthétise, pour chaque activité, les horaires de travail applicables.

Les jours de travail sont du lundi au vendredi.

Désignation de l'activité	Plage horaire de travail autorisé
Zone d'injection depuis la surface	7h-18h
Essais complémentaires	7h-18h

Dans les cas où le Titulaire souhaite étendre les plages horaires de travail précisé dans le tableau ci-dessus (ex. : travail le dimanche), il est en charge de demander les dérogations réglementaires nécessaires aux services compétents. Par ailleurs, des événements divers peuvent exiger l'interruption des travaux, ou gêner leur desserte, sans que cela remette en cause le prix et le respect du planning.

Ces sujétions sont réputées incluses dans les prix du marché.

9.3.2. Contraintes liées aux travaux à proximité de riverains et du centre de Quié

9.3.2.1. Généralités

Il est précisé que les travaux associés à nuisances sonores ou vibratoires pour les riverains sont à limiter à plage horaire 7h-18h, et notamment : trépanage, criblage, concassage, etc.

Les matériels et engins de chantier utilisés doivent satisfaire aux normes en vigueur, notamment aux textes pris en application de directives CEE : arrêté du 3 juillet 1979 et arrêté du 2 janvier 1986 et modificatifs ; le Maître d'œuvre se réserve le droit d'interdire l'utilisation des engins qui ne répondent pas à ces dispositions et d'exiger leur remplacement immédiat aux frais du Titulaire,

Les avertisseurs de recul des engins seront de type Cri du Lynx®.

Toutes les sujétions résultant de ces contraintes liées aux travaux en site urbain, notamment en matière d'emprise de chantier, d'itinéraires de circulation des camions et engins de chantier et d'horaires de travail, sont réputées incluses dans le prix établi par le Titulaire, y compris le guidage et la signalisation de chantier.

L'ensemble des demandes d'autorisations administratives et arrêtés de travaux sont demandés par le Titulaire aux services compétents (Préfectures, Service de police, mairies, pompiers, direction de la voirie...).

Un tableau d'avancement de ces démarches est remis par le Titulaire au Maître d'œuvre lors de chaque réunion de chantier. Une copie de ces demandes et des autorisations obtenues peut être demandée par le Maître d'œuvre.

Le chantier doit être le moins impactant possible sur l'environnement et sur la vie des riverains. Dans ce cadre, le Titulaire prend les mesures nécessaires en vue d'une gestion responsable du chantier. Les exigences en termes de réduction des impacts sur les fonctionnalités de la ville et de respect des dispositions relatives au développement durable se traduisent, pour le Titulaire dans le cadre du présent Marché, sous forme d'obligation de résultats. Les moyens permettant d'atteindre, d'évaluer et de mesurer le respect des objectifs sont inclus dans les prix du Marché.

9.3.2.2. Service de secours et défense incendie

Le Titulaire doit, préalablement à toute activité sur son chantier, prendre contact avec le SDIS 09 et solliciter ses instructions.

Il doit, à ses frais, prendre toutes les précautions utiles et observer toutes les consignes prescrites par le SDIS 09. Il supporte seul toutes les conséquences des incendies qui sont provoqués ou qui se propagent par l'inobservation des consignes données ou par sa négligence.

Le Titulaire est tenu de laisser en permanence libres de tout obstacle, matériel ou matériaux, les voies de circulation intérieures au chantier identifiées comme nécessaires aux interventions des services de secours. Il est donc formellement interdit de faire stationner les engins sur la voie de chantier en dehors des horaires de travail, de stocker quelques matériaux que ce soit.

9.3.3. Contraintes liées aux voiries

Le Titulaire a la pleine connaissance des encombrements importants et fréquents du réseau routier à proximité du site.

Le Titulaire en tire toutes les conséquences dans son organisation et dans ces prix et notamment :

- Prend en compte le retard pouvant être induit sur certains approvisionnements,
- Organise ses livraisons et transports de matériaux en dehors des pics d'affluence prévisibles sur le réseau routier.

Aucun véhicule ou engin de chantier ne doit stationner à l'extérieur des emprises.

Quelle que soit leur durée, les chantiers doivent être isolés en permanence des espaces réservés aux personnes et aux véhicules par la mise en place de barrières agréées, résistantes et continues.

9.3.4. Contraintes environnementales

9.3.4.1. Limitation des nuisances sonores

Voir Notice de Respect de l'Environnement.

9.3.4.2. Rejet des eaux d'exhaure et pompage

Voir Notice de Respect de l'Environnement.

9.3.4.3. Autres contraintes environnementales

Voir Notice de Respect de l'Environnement.

9.4. CONTRAINTES GENERALES DE PLANNING ET D'EXPLOITATION

Le débroussaillage est autorisé uniquement pendant l'automne. Il sera fait en amont des travaux lors d'un marché préalable, extérieur à ce présent marché.

Le début des travaux, y compris les installations de chantier, ne peuvent commencer qu'une fois l'ensemble des études d'exécution terminées et validées par la Maîtrise d'œuvre.

9.5. CONTRAINTES ET DISPOSITIONS LIEES AUX PROJETS EN INTERFACES

Le Titulaire du présent Marché sera présent aux réunions d'interfaces organisées par le MOA ou le MOE.

Les sujétions liées à la gestion des interfaces sont réputées comprises dans les prix du Marché.

Plusieurs types d'interfaces externes au projet sont à prendre en compte par le Titulaire :

- Les interfaces avec les AMOT du Maître d'Ouvrage :
 - L'écologue du MOA,
 - Le CETU,
- Les interfaces liées au voisinage :
 - Habitants de Quié et de Tarascon à proximité des emprises travaux,
 - Bâtis spécifiques : réservoir de Quié et Lignes et Pylônes RTE.

10. GEODESIE

Tous les sondages et essais devront être géoréférencés dans le système de coordonnées RGF93-CC43 n° EPSG 3943.

Les emprises et abords des planches d'essais seront elles-mêmes cartographiées (par relevé topographique), avant et après injection afin d'observer un éventuel soulèvement du terrain.

Concernant les relevés topographiques au droit des planches d'essais, ils s'inscrivent dans un rectangle de 9,0 m x 10,5 m « centré » sur les points d'injection primaire. Les relevés topographiques seront réalisés selon un maillage carré régulier 1,50 m x 1,50 m recoupant le maillage d'injection primaire. Soit un total de 56 points, relevés 4 fois pour les 2 planches d'essai, soit 224 points.

La précision demandée sur les X, Y et Z pour ces zones de faible extension est inférieure à 2 mm.

11. PRESCRIPTIONS LIEES AUX INSTALLATIONS DE CHANTIER

Ce chapitre a pour objet de :

- Rappeler les conditions d'installation et de fonctionnement des installations de chantier,
- Préciser leur organisation, leur niveau d'équipement, leurs impacts sur l'environnement ainsi que les dispositions prises pour en limiter les nuisances.

11.1. PRESCRIPTIONS GENERALES

Conformément à l'échéancier défini, le Titulaire devra soumettre au Maître d'œuvre pendant la période de préparation, le projet d'installations de chantier, établi conformément aux stipulations de la NMP, du CCAP et du présent CCTP.

Les plans des installations de chantier devront recevoir l'accord préalable du Maître d'œuvre et du CSPS.

Ils devront être affichés et mis à jour par le Titulaire, autant que de besoin pendant toute la durée où il sera responsable du site.

Ces plans feront apparaître notamment :

- Une prévision de leurs moyens humains et matériels pour les études d'exécution et de synthèse.
- Une prévision de leurs moyens humains pour les travaux par mois.
- Un calendrier détaillé des travaux propres à leurs ouvrages.
- Une prévision de leurs moyens de levage.
- Une préfiguration de la cinématique (notamment en matière d'accès et de circulation, de moyens de levage, d'échafaudages, de besoins d'aire de stockage et d'atelier).
- Une prévision de leur trafic et moyens d'approvisionnement vers le site.
- Une évaluation de leurs surfaces en magasins, containers et parcs de stockage.
- Un bilan estimatif de leur consommation électrique.
- La nature et l'implantation des clôtures, portails, barrières et panneaux de chantier.
- Les voiries et plateformes de chantier, ainsi que leur assainissement.
- Les circulations piétonnes.
- Les circuits d'accès des camions.
- Les engins de levage, dépôt de matériaux, dépôt de gravois, etc.
- Les emplacements des magasins, bureaux, cantine et tous les locaux d'hygiène réglementaires communs ou propres à chaque entreprise.

- Les emplacements de stockage provisoire des différents corps d'état.
- Les emprises de travaux selon les besoins communiqués.

Le Titulaire établit pour chaque emprise des plans d'emprise de chantier.

Les plans des installations et emprises de chantier comportent notamment :

- L'implantation et le type des clôtures de chantier.
- Les dispositions envisagées pour :
 - le gardiennage,
 - les installations concernant l'hygiène et la sécurité,
 - l'éclairage extérieur,
- Les voiries internes au chantier et leur évolution.
- Les installations de lavage des roues des engins et camions.
- Les moyens de liaison avec l'ensemble de chantier (radio).
- Les zones d'évolution des camions et engins prévus pour le transport des matériaux
- Les dispositions envisagées pour éviter les nuisances aux riverains des installations et à l'environnement.
- La liste du matériel qui est employé pour l'exécution des travaux.
- Les plans d'exécution des voies et réseaux divers liés aux installations de chantier.
- Le tracé des VRD nécessaires (y compris les mesures de raccordement) aux installations et emprises de chantier ainsi que les réseaux existants aériens et souterrains.
- Le détail des mesures d'exploitation, signalisation horizontale, verticale et de jalonnement (y compris dans l'environnement proche de l'emprise).
- La position des supports divers (éclairage, feux, armoires etc..) maintenus dans l'emprise et dans les cheminements attenants.
- L'implantation et l'affectation des bureaux, ateliers et magasins.
- L'implantation et l'aménagement des aires de stockage et des installations fixes (centrale pour les injections de sol, ...).
- L'implantation et le type de l'ensemble des dispositifs nécessaires à la protection de l'environnement (installations de décantation, installations de nettoyage des engins, ...) avec mention des points de rejet des eaux.
- Les accès et sorties des emprises (piétons, véhicules, engins) à partir de la voie publique.
- Les dispositions concernant les circulations automobiles (VL, PL, transports en commun, convois, ...) véhicules et les cheminements des piétons y compris des PMR, et les dispositifs de retenue le cas échéant.
- Les dispositions concernant l'accès des moyens de secours.
- Les protections collectives qui doivent être conçues et mises en œuvre par le Titulaire.

Le Maître d'œuvre se laisse la possibilité de faire indiquer par le Titulaire tous éléments complémentaires rendus nécessaires par la réalisation des travaux

Pour l'établissement du projet des installations de chantier, le Titulaire tient notamment compte des éléments figurant dans les différents livrets du CCTP.

Le projet des installations de chantier générales et particulières est accompagné de toutes explications et justifications utiles, notamment sur la bonne adaptation des installations et du matériel aux conditions du marché ; en outre, il tient compte des contraintes indiquées aux pièces contractuelles particulières et au dossier de plans.

Toute proposition d'aménagement de l'organisation du chantier, et tendant à faciliter la bonne marche et l'organisation des travaux, pourra être soumise à la MOE, pour autant qu'elle soit accompagnée d'un dossier justificatif et des plans correspondants et qu'elle prenne en compte notamment :

- Le respect des délais fixés à l'acte d'engagement.
- La compatibilité avec le calendrier contractuel.

- La conformité avec les autres documents contractuels, notamment en matière de stabilité des ouvrages et de sécurité des personnes.
- Les prescriptions de qualité environnementale.

11.1.1. Emprises de chantier

Les emprises mises à disposition du Titulaire figurent dans le dossier de plans. Elles sont divisées en 3 zones :

- Une emprise hors zone amiantifère, destinée aux installations de chantier générales,
- Une emprise spécifique aux travaux d'injections, partiellement en zone amiantifère,
- Une emprise spécifique pour la réalisation des sondages complémentaires, entièrement en zone amiantifère.

Le Titulaire est réputé avoir soigneusement visité avant la remise de son offre les différentes zones d'intervention mises à sa disposition et tous les ouvrages existants dans lequel il est prévu qu'il intervienne.

L'attention du Titulaire est attirée sur la non-extensibilité de ces emprises.

D'une manière générale, le Titulaire doit se conformer, sans qu'en résulte pour lui de droit à indemnité, aux prescriptions des articles 31 et 35 du CCAG Travaux, ainsi qu'aux conditions imposées par la localisation des travaux, notamment en ce qui concerne :

- L'étendue et le fractionnement des emprises attribuées.
- L'obligation de procéder à ses frais exclusifs aux démarches administratives et à l'aménagement de la totalité de la desserte des emprises et à leur remise en état après travaux, en particulier en ce qui concerne les branchements d'eau, téléphone et d'électricité, ainsi que les dispositifs d'exhaure des eaux.
- L'obligation d'installer dans ses emprises tous les dispositifs nécessaires pour ne rejeter à l'égout ou dans le milieu naturel que des eaux parfaitement décantées et déshuilées, d'assurer l'entretien et le curage de ces dispositifs, de prendre en charge la surveillance et le curage du système d'assainissement à ses frais,
- L'obligation de permettre, à l'intérieur des emprises, l'intervention sur leurs ouvrages ou installations, des agents des services publics (services des espaces verts, RTE, ENEDIS, ERDF, opérateurs Télécom, service des eaux, ...).
- L'obligation de maintenir et de libérer de tout stockage les accès pompiers, les voies échelle et bouches à incendie et organes de gestion des réseaux (vannes, chambres, ...).
- L'obligation de maintenir en permanence les emprises, leurs abords et les panneaux d'informations institutionnels en parfait état de propreté, ainsi que la chaussée si celle-ci est salie par des véhicules desservant le chantier.
- L'obligation de réaliser les clôtures du chantier (sur le pourtour de l'emprise) au moyen de barrières d'un type agréé et d'équiper celles-ci des moyens de signalisation et de protection nécessaires : éclairage, chasse-roues ; ces dispositifs sont renforcés dans les zones où les palissades se trouvent à proximité immédiate d'une fouille.

Un relevé initial comportant la topographie, le détail de tous les réseaux et installations est effectué par le Titulaire. Il en est de même au départ du Titulaire. Il est précisé que les réseaux rencontrés lors des travaux doivent tous être identifiés et ce même s'ils ne sont plus ou pas utilisés.

Le Titulaire est entièrement responsable des dégâts qui peuvent survenir aux ouvrages construits et équipements installés dans la zone d'aménagement au cours de l'exécution des travaux qui lui sont confiés.

Cette responsabilité s'applique à l'ensemble des existants et notamment aux arbres, murs, clôtures et bâtiments existants ; aux réseaux à proximité tels qu'ouvrages d'assainissement, regards, aux canalisations d'eau, de gaz, d'électricité, télécom, et leurs accessoires ainsi qu'aux riverains.

Les éléments extérieurs verticaux sont protégés par des protections de 2,50 m de hauteur chaque fois que nécessaire. Des protections spéciales contre les risques de projections et émanations de toutes sortes sont mises en œuvre en cas de besoin.

Les travaux complémentaires d'abattage des arbres ou arbustes qui sont rendus nécessaires pour la réalisation des travaux par le phasage retenu sont à charge du Titulaire qui doit obtenir l'autorisation auprès des services concernés. Ces abattages sont limités au strict nécessaire et sont, dans la mesure du possible, effectués en période hivernale.

Le Titulaire doit faire son affaire des contacts à prendre éventuellement avec les autorités administratives locales et avec les propriétaires. Il est seul responsable des incidents ou accidents qui peuvent résulter d'une insuffisance ou d'une absence des dispositifs de clôture retenus par le Titulaire.

Le Titulaire fait son affaire des procédures administratives nécessitées par les déclarations et autorisations préalables indispensables pour toutes les installations, ouvrages, travaux et aménagements soumis au code de l'environnement, autres que celles faisant l'objet du dossier élaboré par le Maître d'Ouvrage. Ces éventuelles démarches complémentaires sont à soumettre préalablement, pour information au Maître d'Ouvrage.

Le Titulaire intègre dans ses prix les besoins des différents intervenants de tous les corps de métiers intervenants dans le cadre de son marché, comprenant les phases de coactivités avec les entreprises de second œuvre, corps d'état technique et systèmes.

11.1.2. Branchements

Les amenées de réseaux sont réalisées par le Titulaire à partir des réseaux existants, et ce sur l'ensemble des sites où cela est nécessaire.

A ce titre, le Titulaire demande les autorisations nécessaires à ces raccordements et réalise à ses frais les connexions aux réseaux publics de distribution électrique, d'assainissement, de distribution d'eau potable, de télécommunication...

Le Titulaire est tenu de se renseigner auprès des concessionnaires concernés, dès la période d'établissement de son offre, afin de déterminer les points de branchement éventuels, de s'assurer de leur présence et de l'importance des capacités relatives. Aucune fourniture de fluide n'est effectuée par le Maître d'Ouvrage ou par les exploitants des ouvrages existants.

Les réseaux électriques ou téléphoniques alimentant les installations de chantier, doivent être disposés, lorsqu'ils sont aériens, à une hauteur minimale conforme aux dispositions réglementaires, soient être enterrés. En cas de nécessité ou de demande des concessionnaires, un balisage et une protection des réseaux aériens et enterrés doivent être mis en place et maintenus.

Le Titulaire doit contracter un abonnement par site.

11.1.3. Clôture de chantier, palissages de chantier et panneaux d'information

Il est rappelé que le Titulaire a pour obligation de rendre étanche à toute pénétration les zones d'emprises à l'exception des acteurs projet.

Quelle que soit leur durée, quel que soit le phasage, les chantiers doivent être isolés en permanence des espaces réservés à la circulation des personnes et des véhicules. Cette disposition s'applique également aux installations annexes (zones de stockage et autres).

Chaque emprise est clôturée et dotée d'accès composés d'un portail et d'une porte pour piétons, séparée. Ces accès sont verrouillables, d'aspect extérieur identique aux clôtures et palissades de chantier.

Le Titulaire propose à l'agrément du Maître d'œuvre le type de panneaux, ses poteaux et son contreventement. Ces derniers sont modifiés et remis en état autant que nécessaire pendant toute la durée des travaux.

Toute publicité sur le site pour des tiers ou le Titulaire intervenant, autre que les mentions et renseignements obligatoires (adresse, téléphone, spécialité et qualification des intervenants) doit avoir obtenu l'accord du Maître d'Ouvrage, tant sur son contenu que sur sa localisation.

Par ailleurs, le Titulaire élabore pour le MOA les supports suivants :

- Courriers d'information riverains afin de les avertir personnellement des phases délicates à venir et des gênes occasionnées.
- Réalisation de plaquettes d'information sur l'avancement du chantier.

Certaines communes ou collectivités peuvent demander d'implanter des supports publicitaires sur les palissades et clôtures de chantier. Ces besoins ne pourront faire l'objet de demandes de rémunération complémentaires de la part du Titulaire.

11.1.4. Alimentation électrique

Le Titulaire réalise en début d'opération et à ses frais, depuis ces points d'alimentations un réseau de distribution principal de chantier et l'installation nécessaire à ses propres besoins et aux besoins de la base-vie.

Cette installation comprend notamment :

- Installation électrique liée aux bases vie (bureaux MOE, MOA et le Titulaire ainsi que les cantonnements propres au titulaire...).
- Les installations nécessaires en termes de force, lumière, éclairage des postes de travail et éclairage de sécurité de circulation.
- Les modifications de toutes natures, maintenance et consommations, à partir des cellules des postes EDF.
- Les démarches administratives.

Le Titulaire devra à ses frais et au titre de son marché, et jusqu'à la réception finale du marché :

- Une armoire générale avec comptage et disjoncteur différentiel dont le tableau général de distribution électrique comportera suffisamment de départs afin d'alimenter de façon indépendante chaque partie du chantier (atelier d'injection de sol, coffret de chantier, outillage et éclairage de chantier...).
- L'entretien, les adaptations, les compléments éventuels et la maintenance des réseaux.
- Les consommations liées aux installations électriques.
- La dépose et l'évacuation des installations mises en place par ses soins.

Le Titulaire détermine ses besoins et déploie la puissance suffisante pour l'ensemble des installations.

11.1.5. Eclairage extérieur

Un éclairage extérieur sera mis en place par le titulaire afin d'éviter toutes zones d'ombre dans les cheminements jusqu'aux accès du chantier et dans la base vie par le Titulaire à ses frais, dès le début de l'opération :

- Sur la périphérie de la base vie et à chaque entrée dans le bâtiment.
- Sur le linéaire des cheminements piétons.

Le Titulaire assure l'entretien, les adaptations, les compléments éventuels et la maintenance de l'éclairage extérieur.

11.1.6. Propreté du chantier

Le Titulaire doit assurer une bonne tenue des installations de chantier (palissades, baraques de chantier, matériels, panneaux d'informations et leurs supports, etc ...) et particulièrement veiller à l'enlèvement journalier des affiches et des graffiti. Il veille à ce que les sols aux abords ne soient pas souillés notamment par les véhicules transportant les déblais et remblais. Il prend toutes dispositions à cet égard y compris l'installation d'équipements particuliers de nettoyage des roues des véhicules.

Le tri et l'évacuation des déchets liés à la base vie et à son activité, y compris ceux de ses sous-traitants, sont à la charge intégrale du Titulaire :

- L'enlèvement des gravois et la livraison des produits doivent être exécutés en respectant les contraintes d'utilisation des services concernés.

- Aucune fuite de polluant dans le sol n'est admise ; tout produit polluant, notamment carburant et lubrifiant, est conservé en bidon fermé et stocké dans une structure étanche (bac métallique ou cuvelage).

Le Titulaire met en œuvre pour chacune des emprises de chantier et pendant toute la durée des travaux une aire de lavage pour les véhicules. Les véhicules sortant du chantier sont systématiquement nettoyés.

En outre, les dispositions nécessaires sont prises par le Titulaire, notamment en termes d'assainissement, de revêtement et de nettoyage régulier des emprises de chantiers, pour que les véhicules circulant dans ces dernières ne viennent en aucun cas polluer les voies d'accès.

Les camions d'évacuation des déblais ou des boues de forages sont par ailleurs systématiquement équipés de bennes étanches et soigneusement bâchés. Les boues de forage sont systématiquement décantées avant évacuation.

En cas de souillure des voiries attenantes par le Titulaire, le Titulaire est tenu, à ses frais, de mettre en œuvre dans l'heure suivante une balayeuse mécanique (avec aspiration) à disposition et d'effectuer le nettoyage des voiries polluées. Il encourt de surcroît l'application des pénalités prévues au Marché.

11.1.7. Etat général des matériels

Les véhicules et engins doivent être facilement identifiables, et présenter en permanence un bon aspect. Ils doivent être entretenus régulièrement y compris si cela s'avère nécessaire au niveau de la réfection des peintures. Leur propreté à la sortie des chantiers ou de leur base d'origine fait l'objet d'une vérification systématique.

Tous les matériels, même ceux à postes fixes, sont régulièrement révisés. Ils doivent répondre à tous les règlements en vigueur en matière de nuisances (niveau sonore, émanation de gaz d'échappement, production de vibrations, etc.).

En complément de ces préconisations, la NRE traite de l'ensemble des contraintes environnementales à respecter.

11.1.8. Contraintes liées aux visites du chantier

Le chantier est susceptible de faire l'objet de visites organisées par le Maître d'Ouvrage et le Maître d'œuvre.

Le Titulaire est tenu de se conformer à ces documents en particulier pour toute opération de communication à son initiative ainsi que pour la communication de crise en cas d'incident ou d'accident.

Sur ce sujet, le Titulaire est tenu de se conformer au CCAP « Règles de communication ».

Eu égard à l'importance des travaux, le Titulaire doit désigner un correspondant communication disponible autant que de besoin en fonction des phases du chantier et chargé d'accompagner les visites organisées par le Maître d'Ouvrage et de préparer les outils et moyens nécessaires à l'accompagnement et au bon déroulement de ces visites. Le Titulaire fournit également les EPI (casques, bottes, combinaisons, baudriers) et les salles de réunions et vestiaires nécessaires pour accueillir 20 personnes.

11.1.9. Signalisation intérieure à mettre en place

Le Titulaire met en place la signalisation intérieure, qui comprend les panneaux suivants :

- Accès aux zones de cantonnement.
- Accès aux bureaux, salle de réunion.
- Accès aux sanitaires intérieurs et extérieurs.
- Accès aux zones chantier et aux zones de bennes.
- Repérage et fléchage du bureau MOE sur le chantier avec mise en place d'un plan général de repérage des bureaux à l'entrée de la base-vie.
- Signalétique Amiante, identification des zones situées en contexte amiantifère et identification de la fosse à déblais amiantés.

11.1.10. Cantonnements et bureaux du Titulaire

Le Titulaire doit l'installation des cantonnements propres aux ouvriers ainsi que ses bureaux selon ses besoins. Il doit aussi l'entretien et la gestion de ses installations. Ses installations de chantier sont à déposer à son départ.

Les surfaces affectées aux vestiaires et aux réfectoires doivent être adaptées aux effectifs présents sur le site en respectant les règlements en vigueur.

Ces installations devront être positionnées sur les niveaux au-dessous ou à côté de ceux destinée à la MOA ou MOE.

Aucune installation provisoire supplémentaire ne pourra être implantée sans l'accord du Maître d'Ouvrage, du Maître d'œuvre et de l'OPC.

Toute extension des installations devra être soumise également aux approbations d'un organisme agréé. Le titulaire communiquera les rapports de vérification par un organisme agréé à la Maîtrise d'œuvre, l'OPC et au CSPS.

11.1.11. Circulation de chantier et circulations sur les voies publiques

Le Titulaire doit supporter les sujétions énumérées ci-après :

- Le Titulaire est tenu d'aménager les pistes de chantier nécessaires pour la circulation de ses engins. Il doit en effectuer l'entretien pendant toute la durée du chantier de façon à permettre une circulation permanente et leur tracé ne doit pas gêner la construction des ouvrages. En fin de chantier, le Titulaire doit assurer, sauf ordre contraire du Maître d'œuvre, la remise en état des lieux.
- Les itinéraires empruntés doivent être impérativement soumis à l'accord du Maître d'œuvre qui peut imposer des itinéraires obligatoires.
- Conformément aux prescriptions du marché, ces travaux sont conduits en tenant compte de ces contraintes spécifiques et notamment, de façon à maintenir en permanence la circulation et la desserte des riverains. Ces travaux sont également menés conformément à la réglementation en vigueur des villes concernées et autorisations des services compétents,
- La circulation des camions (pour l'acheminement des matériels, les livraisons, l'enlèvement des déblais ...) doit se faire conformément aux indications données sur les différents plans d'emprises et s'effectuer de jour et/ou de nuit selon les demandes des services compétents,
- Le Titulaire doit soumettre aux autorités compétentes un dossier de circulation comprenant notamment les itinéraires, le planning, le nombre prévisionnel de camions et leur planification, les convois exceptionnels... Une copie du dossier, ainsi que les autorisations obtenues est transmise au Maître d'œuvre.
- Toutes les sujétions résultant de ces contraintes liées aux travaux en site urbain, notamment en matière d'itinéraires de circulation des engins de chantier et d'horaires de travail, sont réputées incluses dans le prix établi par le Titulaire, y compris le guidage et la signalisation de chantier.

Le Titulaire est tenu de respecter les limites de gabarit sur toutes les voiries attenantes au chantier et pendant toute l'exécution des travaux.

La mise en œuvre de câbles aériens, le stationnement sur la voie publique pour des opérations de déchargement et le survol de toutes les voiries sont rigoureusement interdits.

Les circulations de chantier sur la voie publique ne sont autorisées que dans le cadre prescrit localement. Cependant des autorisations exceptionnelles, limitées au maximum et impérativement justifiées par des raisons de sécurité ou de contraintes de réalisation spécifiques induites par l'exploitation d'ouvrages existants, peuvent être accordées par le Maître d'œuvre, sous réserve de ne pas générer de nuisances sonores.

De plus, le Titulaire a à sa charge l'établissement de toutes les demandes d'occupation provisoires de voirie ainsi que de la rédaction des dossiers d'exploitation sous chantier correspondants. Il participe à toutes les réunions d'organisation des chantiers. A cet effet, il prépare tous les documents nécessaires : planning et itinéraires de circulation, chronogramme des évacuations de déblais et des approvisionnements de chantier.

11.1.12. Mesure de pluviométrie et de température en surface

Le Titulaire est tenu d'installer à ses frais une station météorologique au niveau des installations principales de chantier.

11.2. INSTALLATIONS A METTRE A DISPOSITION DU MAITRE D'OUVRAGE OU DE SES REPRESENTANTS

Le Titulaire installe et maintient un bureau MOE pendant toute la durée du chantier. Pour cela, il met à disposition, à l'intérieur des emprises de chantier, et pendant toute la durée du chantier, des locaux équipés en mobilier de bureau, équipements divers, chauffage, climatisation, assainissement, eau potable, relais cellulaire (si mauvaise réception du signal téléphonique), internet...

Il est spécifié que les locaux ne devront comporter aucune mention ou charte graphique du Titulaire ou de toutes entreprises.

Le Titulaire met à disposition du du Maître d'œuvre les locaux et fournitures suivants. Ces installations sont situées sur la même emprise que celle choisie par le Titulaire pour abriter les bureaux de l'encadrement de chantier et connectés au réseau informatique :

- Besoins MOE :
 - **Un (1) bureau** de 18 m² minimum équipé de deux bureaux et de deux fauteuils, de deux caissons de rangement à placer sous le bureau pouvant être fermé à clé, d'un tableau à dessin et d'une armoire.

Les installations suivantes sont à mutualiser pour la maîtrise d'ouvrage, pour la maîtrise d'œuvre et pour le Titulaire :

- **Une (1) salle de réunion** de 20 m² minimum avec tables et chaises en, nombre suffisant pour accueillir 5 personnes, un grand tableau à dessin, matériel de visioconférence et un vidéoprojecteur avec l'écran de projection correspondant ou écran plat de grande dimension.
- **Une (1) pièce de stockage pour les EPI visiteurs** dans laquelle se trouve un stock d'EPI visiteurs comprenant des bottes, des casques, des gants, des lunettes et des bouchons d'oreilles ainsi que la structure de rangement des EPI et des bancs.
- Des sanitaires hommes et femmes en nombre suffisant.
- Des fontaines à eau avec échange des bidons et fourniture des gobelets.

L'ensemble des locaux est climatisé et chauffé de manière à pouvoir y assurer en toute circonstance une température de 20°C. Les locaux sont également éclairés. Les bureaux comportent des tiroirs. Ceux-ci, ainsi que les armoires et les portes de tous les bureaux, ferment à clef. Les cloisonnements permettent l'accrochage de plans au moyen d'aimants.

Le Titulaire a également à sa charge :

- Les raccordements à tous les réseaux (électriques, téléphoniques, eau potable, eaux usées...).
- Toutes les consommations électriques, téléphoniques et en eau potable (y compris les bonbonnes d'eau minérale pour les fontaines).
- Le nettoyage journalier de l'ensemble des locaux y compris les vestiaires, douches et sanitaires.
- La mise en réseau des postes informatiques de chaque zone d'installation.
- Les raccordements fibre à internet (1 Gbits minimum avec adresse IP public fixe spécifique aux installations du Maître d'Ouvrage ou de ses représentants) de chaque poste informatique et les frais correspondants. Le MOE doit également en permanence pouvoir accéder :
 - À la base de données de gestion des documents techniques du Titulaire.
 - À l'ensemble des résultats d'essais ou de mesures effectués par le Titulaire.
- Le WIFI avec un accès correct dans tous les bureaux et dans toutes les salles de réunion.
- Les licences, l'installation et la mise à jour des logiciels utilisés par le Titulaire que le Maître d'œuvre n'a pas en sa possession et nécessaires pour le suivi des travaux, dans les versions utilisées par le Titulaire pendant toute la durée des travaux.

- La protection informatique et la maintenance du réseau et du matériel informatique ainsi que de la photocopieuse et du traceur, et son remplacement en cas de panne.

L'ensemble des matériels informatiques, matériels et consommables mis à disposition doit être de qualité au moins égale à celle utilisée par l'encadrement du Titulaire.

11.3. CONSTATS D'ETAT DES LIEUX ET REMISE EN ETAT

Préalablement à l'occupation des sites par le Titulaire, le Maître d'œuvre organise un constat d'état des lieux par un huissier. Ce constat est établi contradictoirement entre le Maître d'œuvre et le Titulaire, en présence des représentants du Maître d'Ouvrage et des services municipaux des villes concernées ou communautaires ou métropolitains ou des propriétaires des parcelles privées. Il concerne principalement l'état apparent des voiries, des dispositifs de fermeture des chambres, avaloirs et regards, des équipements urbains et clôtures ainsi que des végétaux, et, lorsque ceux-ci sont visitables, des ouvrages d'assainissements (sanitaires, pluviaux ou unitaires) avoisinants les ouvrages à réaliser y compris ceux situés à l'extérieur des emprises. Lorsque ces derniers ouvrages ne sont pas visitables, préalablement à ce constat d'état des lieux, le Titulaire fait établir, à ses frais, directement par l'exploitant ou par un prestataire agréé par ce dernier, un contrôle desdits ouvrages par caméra.

En l'absence du Titulaire dûment convoqué pour ce constat, les lieux et les installations diverses qu'ils peuvent contenir sont réputés étant « en bon état initial » et dans le cas où, lors de la restitution des sites à l'expiration du délai d'occupation, il est demandé au Titulaire de procéder à des réparations, celui-ci ne peut ni contester ni présenter une demande de rémunération ou de prolongement de délai liée à ces remises en état.

L'attention du Titulaire est attirée sur le fait que ce « bon état initial » des emprises de chantier, des sites de travaux et des réseaux doit être maintenu en permanence.

En cas de défaillance du Titulaire pour l'exécution des travaux d'entretien ou de remise en état, ceux-ci sont effectués par une entreprise du choix du Maître d'Ouvrage et aux frais du défaillant.

Lors de toute libération de site, le Titulaire laisse les lieux dans un état compatible avec leur affectation immédiate et ne peut être libéré de ses engagements et de sa responsabilité concernant leur usage, avant qu'il ait fait constater et formaliser ce bon état par le Maître d'œuvre et l'intervenant devant lui succéder le cas échéant. A cet effet, il est fait référence aux constats d'état des lieux précités ci-avant. Concernant plus particulièrement les ouvrages d'assainissements non visitables, le Titulaire doit fournir, un nouveau contrôle par caméra effectué juste avant la libération des emprises.

Sauf stipulations contraires spécifiques, le marché comprend la restitution après remise en état conformément à la configuration constatée avant l'intervention du Titulaire et suivant les règlements municipaux ou métropolitains, des espaces affectés par et au voisinage des travaux.

Les dispositions de remise en état sont définitivement arrêtées dans le détail après concertation entre le Titulaire, les services compétents de la ville concernée, les propriétaires et les gestionnaires des ouvrages concernés et le Maître d'œuvre.

Les chaussées, trottoirs, caniveaux et autres ouvrages remis à la disposition des usagers même pour une durée limitée sont remis en parfait état compatible avec leur destination, même provisoire. Le Titulaire fait constater et formaliser ce bon état par le Maître d'œuvre et les services municipaux ou communautaires ou métropolitains concernés.

L'accord des propriétaires et des gestionnaires concernés par les travaux de remise en état est impératif et conditionne le prononcé de la réception par le Maître d'Ouvrage.

Le Maître d'Ouvrage se réserve le droit de soustraire du marché du Titulaire tout ou partie des travaux de remise en état provisoire ou définitive des emprises, notamment en cas de maintien ou de rescindements de celles-ci pour d'autres intervenants sans que cela ouvre droit à une quelconque indemnisation du Titulaire.

Les pistes d'accès réalisées dans le cadre du marché pourront être rendu en l'état, après nettoyage.

12. PRINCIPE D'EXECUTION ET PHASAGE DE REALISATION

Les principes d'exécution et phasage de réalisation décrits dans ce chapitre sont informatifs afin de faciliter la compréhension du Projet et les enjeux. Des éléments complémentaires sont joints au présent Marché dans le sous-dossier B – Pièces facilitant la compréhension du projet, pièces B03.1.

Le Titulaire a pris connaissance de ces dispositions après les avoir vérifiées dans le cadre de son offre. En tout état de cause, il ne peut prétexter des principes et phasages définis ci-après pour déposer une éventuelle demande de rémunération complémentaire ou une prolongation de délai.

Les travaux sont divisés en 4 phases principales :

- Travaux préparatoires
- Plots d'essai d'injections
- Sondages géotechniques complémentaires
- Remise en état.

Les phases décrites ci-après sont données dans l'ordre chronologique imaginé pour les travaux. Les plots d'essais d'injections et les sondages géotechniques complémentaires peuvent en revanche être réalisés en parallèle.

12.1. TRAVAUX PREPARATOIRES

12.1.1. Mise en défens et mesures conservatoires

12.1.1.1. Mise en défens

Sur la base des données connues des emprises travaux les zones à enjeux et zones sensibles seront balisées de manière à être visibles de l'ensemble des acteurs du chantier. Les dispositifs pourront être des clôtures herbagères (piquets bois et fil de ronce), des rubalises, etc. Ils feront l'objet de surveillance et d'entretien durant toute la durée des travaux.

Les zones sensibles seront particulièrement délimitées et balisées en phase préparatoire des travaux, afin de rendre visibles les sites à enjeux et les préserver durant toute la durée du chantier.

Concernant la flore, ces mises en défens viseront également les espèces exotiques envahissantes, également en attendant leur éradication si besoin est. Si de nouvelles stations devaient être recensées et ne pouvoir être éradiquées, elles seront mises en défens pour éviter toute propagation aux abords du fait des mouvements d'engins et de sols.

Concernant la faune, ces mises en défens viseront notamment les amphibiens, en installant des barrières spécifiques empêchant l'intrusion des spécimens.

Au droit des zones boisées non impactées (zones d'hivernage), la mise en défens sera mise en place simultanément aux opérations de défrichage et de dégagements d'emprises, afin de réduire le risque d'intrusion d'espèce sur les zones de travaux ensuite.

En milieu forestier, les pistes de chantier ne seront pas clôturées, seules les plateformes d'installation de chantier disposeront de ces dispositifs, afin de ne pas fragmenter les milieux.

12.1.1.2. Prévention et gestion des espèces exotiques envahissantes (EEE)

Les espèces exotiques, notamment le Buddleja du père David, devront faire l'objet d'une veille active sur l'ensemble des emprises de travaux et si nécessaire d'une gestion adaptée afin de limiter leur propagation et éviter l'apparition de nouveaux foyers :

- Identification et signalisation des secteurs contaminés non concernés par les travaux ;
- Intervention le plus précocement possible avant la période de floraison des espèces ciblées afin d'éviter la dissémination du pollen et des graines. Cette intervention ciblée et ponctuelle sur les espèces exotiques envahissantes est compatible avec le planning des interventions sur la faune ;

- Mise en œuvre de mesures préventives plutôt que curatives.

Par ailleurs, les surfaces mises à nu seront à revégétaliser rapidement (par exemple à l'aide de semences d'espèces herbacées indigènes et locales). La provenance des matériaux extérieurs fera l'objet d'une vigilance accrue vis-à-vis de la présence d'EEE dans ceux-ci.

Les emprises travaux feront l'objet de prospections d'un écologue avant démarrage des travaux de terrassements, afin d'identifier les plants en place et de dresser un état zéro des sites.

La phase chantier est un vecteur fort de propagation d'EEE mais permet aussi d'éradiquer localement des plantes recensées, notamment quand leur présence est ponctuelle et avec un nombre de pied restreint. Des interventions spécialisées seront menées à la suite de ce diagnostic pour gérer les espèces.

Avant toute action d'éradication de la plante, il conviendra de s'assurer que la zone ne soit pas évitable par les travaux (passage des engins et réalisation des forages et injection). En cas d'évitement possible, une mise en défens des plants sera réalisée en phase de préparation des travaux et une surveillance sera réalisée régulièrement pour s'assurer de la bonne mise en place des défenses.

12.1.2. Dégagement des emprises

Les emprises travaux seront déboisés et défrichés dans la limite du nécessaire pour réaliser les travaux. Les desouchements ne sont pas souhaités. Si le Titulaire en éprouve le besoin, les ouvrages et bâtis existants peuvent être démolis sous réserve d'accord avec le Maître d'œuvre.

12.1.3. Installations de chantier générales

Une fois les emprises dégagées, les installations de chantier générales, tels que la base vie, les WC, les zones de stockage des matériels, etc. seront installés dans l'emprise chantier du bas, qui se trouve entièrement hors zone amiantifère.

12.1.4. Terrassement pour réalisation des pistes d'accès et plateforme de travail

Les pistes d'accès aux emprises spécifiques aux essais d'injections et aux sondages complémentaires seront ensuite réalisées. Les pistes d'accès aux 2 emprises se trouvent en zone amiantifère et seront donc réalisées en remblais avec mise en place d'un géotextile entre le sol en place potentiellement amiantifère et le matériau rapporté.

La plateforme de travail de la zone travaux des sondages complémentaires se trouve aussi en zone amiantifère et sera aussi réalisée en remblais comme les pistes d'accès.

La plateforme de travail de la zone travaux des essais d'injection n'est pas en zone amiantifère et peut subir des terrassements en remblais ou déblais.

12.1.5. Création d'une fosse à déblais amiantés

Une fosse à déblais amiantés est à créer à la fin des travaux préparatoires, pour stocker provisoirement les déchets amiantés pendant les travaux.

Les prescriptions et contraintes relatives à cette fosse sont données au §16.4.4.

12.2. PLOTS D'ESSAI D'INJECTIONS

12.2.1. Essais initiaux pour les 2 plots

Préalablement à la réalisation des 2 plots d'essai d'injection, un sondage carotté est réalisé à proximité de chaque plot et un piézomètre y est installé.

Les carottés traversent des couches de terrain amiantifère, impliquant de travailler en sous-section 4. Les déchets des forages sont évacués vers la fosse à déblais amiantés.

Le suivi des piézomètres permet de statuer sur le niveau de la nappe. Le suivi des piézomètres fera l'objet d'un point d'arrêt afin de vérifier les conditions hydrauliques pour la réalisation des injections et le test en conditions saturées avec gradient hydraulique.

12.2.2. Forage du 1^{er} plot

Les 10 forages du 1^{er} plot sont réalisés en sous-section 4. Les déblais de forage sont confinés et renvoyés vers la fosse à déblais amiantés.

A la fin des forages, l'ensemble de la zone est nettoyé des déblais de forage pour rendre la zone propre d'amiante.

12.2.3. Injection du 1^{er} plot

Une fois le point d'arrêt du piézomètre du 1^{er} plot levé, les injections du 1^{er} plot peuvent commencer. Les injections sont réalisées entièrement avec un gel de silice.

Aucune disposition particulière vis-à-vis de l'amiante n'est à prendre si la zone a été correctement nettoyée dans la phase précédente.

12.2.4. Essais de contrôle du 1^{er} plot

Une fois que les injections ont suffisamment séché, des essais de contrôle sont réalisés sur le 1^{er} plot injecté.

Comme pour les essais initiaux, ces essais nécessitent de travailler en sous-section 4 et les déchets des forages sont évacués vers la fosse à déblais amiantés.

12.2.5. Forage du 2nd plot

Les forages du 2nd plot peuvent démarrer lorsque les essais de contrôle du 1^{er} plot sont terminés et que le REX du plot a été fait (ce qui constitue un point d'arrêt). Comme précédemment, les déblais de forage sont confinés et renvoyés vers la fosse à déblais amiantés.

A la fin des forages, l'ensemble de la zone est nettoyé des déblais de forage pour rendre la zone propre d'amiante.

12.2.6. Injection du 2nd plot

Une fois le point d'arrêt du piézomètre du 2nd plot levé, les injections du 2nd plot peuvent commencer. Les injections sont réalisées avec 2 produits, tel que défini au chapitre 4.

Aucune disposition particulière vis-à-vis de l'amiante n'est à prendre si la zone a été correctement nettoyée dans la phase précédente.

12.2.7. Essais de contrôle du 2nd plot

Une fois que les injections ont suffisamment séchées, des essais de contrôle sont réalisés sur le 2nd plot injecté.

Comme pour les essais initiaux, ces essais nécessitent de travailler en sous-section 4 et les déchets des forages sont évacués vers la fosse à déblais amiantés.

12.3. SONDAGES GEOTECHNIQUES COMPLEMENTAIRES

Les sondages géotechniques complémentaires peuvent être réalisés en parallèle des essais d'injection, ou de manière différée.

L'ensemble de ces travaux seront réalisés en sous-section 4.

Les déblais des forages seront confinés et évacués vers la fosse à déblais amiantés.

12.4. REMISE EN ETAT

Chaque emprise travaux sera remise en état une fois les travaux terminés. Les pistes d'accès en terrain amiantifère qui ont été remblayés seront conservés en l'état.

13. PREPARATION ET ORGANISATION DE TRAVAUX

Les listes d'opérations à exécuter et de documents à fournir du présent paragraphe sont non exhaustives. Elles ne priment pas sur les demandes formulées dans les autres chapitres du CCTP.

Les études d'exécutions sont traitées au §14 du présent CCTP.

13.1. OPERATIONS A EXECUTER PAR LE MAITRE D'ŒUVRE

Opération à effectuer ou document à fournir	Délai maxi ou date limite	Type de document à établir
Polygonale (principale)	En début de période de préparation	Dossier

13.2. OPERATIONS A EXECUTER PAR LE TITULAIRE

13.2.1. Opérations à exécuter pendant la période de préparation des travaux

Opération à effectuer ou document à fournir	Délai maxi ou date limite	Type de document à établir
Caution et RIB compte commun	10 jours calendaires (avant le 1 ^{er} projet de décompte)	Caution, RIB
Assurances	15 jours calendaires	Attestations d'assurance
PAQ, Note d'Organisation Générale (délégations de signature des représentants de l'entreprise en annexe)	20 jours calendaires	Note
Plan de Respect de l'Environnement, y compris les plans de gestion des déchets	40 jours calendaires	Mémoire / Fiches / Plans
Plan du management de la qualité	40 jours calendaires	Mémoire / Fiches
Planning prévisionnel des reconnaissances menées en période de préparation	15 jours calendaires	Planning, programme, Note
PPSPS de chaque co-traitant, et sous-traitant intervenant dès la fin de la période de préparation	30 jours calendaires	Mémoire / Fiches / Schéma
Planning prévisionnel de l'ensemble des travaux	30 jours calendaires	Planning, Note
Programme des études d'exécution	15 jours calendaires	Tableau détaillé, planning
Projet des installations de chantier et des circulations de chantier (incluant le projet des accès, circulations et balisages, franchissement piéton, pistes de chantier, plates-formes de travail)	20 jours calendaires	Plans, Note, Programme
Programme financier	15 jours après l'émission du planning prévisionnel de l'ensemble des travaux	Tableau
Sous-détail des prix	60 jours calendaires	Tableau
Projet d'implantation de la polygonale de précision par le Titulaire et	45 jours calendaires	Plan, Note

Opération à effectuer ou document à fournir	Délai maxi ou date limite	Type de document à établir
établissement du plan de piquetage général		
Levés topographiques	45 jours calendaires	Plans, Fichiers Autocad (.dwg) Tableau
Signalement des erreurs éventuelles dans les plans et profils du projet	45 jours calendaires	Plan, Note
Projet des ouvrages provisoires	45 jours calendaires	Plan, Note, Programme
Demande d'agrément des matériaux	2 mois avant l'utilisation des matériaux (1 mois pour les matériaux à utiliser dès la fin de la période de préparation)	Note
Plan de piquetage spécial	60 jours calendaires	Plan, Note
Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux (DICT) aux services et gestionnaires de réseaux et aux communes concernées	15 jours	Imprimé CERFA
Détection et repérage in-situ des réseaux situés dans l'emprise des travaux, en présence du concessionnaire concerné.	40 jours calendaires	Repères in-situ (avec mention de la profondeur du réseau) et report sur plan DWG Rapport de l'organisme auteur de la prestation
Notification aux services et gestionnaires de réseaux de l'opération de piquetage	15 jours calendaires avant l'intervention sur le site	Lettre, plan
Etat des lieux de la voirie et des parcelles occupées avant le démarrage des travaux	15 jours calendaires avant l'utilisation par le Titulaire de la voirie et desdites parcelles	Procès-verbal
Demande d'agrément des sous-traitants et acte spécial	40 jours calendaires avant la première intervention	Imprimé type, liste documents
Documents d'exécution nécessaires au démarrage des travaux prévus dès la fin de la période de préparation	40 jours calendaires avant la première intervention	Plan - Note
Dispositions détaillées du PAQ général	45 jours calendaires	Plan - Note Fiches de contrôle
Procédure d'astreinte	45 jours calendaires avant le démarrage des premiers travaux nécessitant la pose d'équipements de sécurité provisoires	Synoptique-Notice

13.2.2. Opérations à exécuter pendant le déroulement des travaux

Voir CCAP.

13.2.3. Opérations à effectuer à la fin des travaux

Opération à effectuer ou document à fournir	Délai maxi ou date limite	Type de document à établir
Dossier des ouvrages exécutés (DOE)	1 mois après la date de réception	Suivant nature du document
Demande de réception	20 jours calendaires avant la date demandée pour la réception (partielle et définitive)	Lettre
Repliement des installations de chantier et remise en état des lieux	Fin des DP	Procès-verbal
Si location de terrain à des propriétaires privés : quitus		
Etat des lieux des voies publiques à la fin des travaux	Fin des DP et DG	Procès-verbal
Quitus des sous-traitants	Fin des DP et DG	
Documents de traçabilité des déchets y compris produits issus de la déconstruction (cf. notice environnementale)	A la date de réception	Formulaires Cerfa, bordereaux et bons de suivi des déchets, ...
Données d'émissions carbone vérifiées de chaque matériaux	Avec la mise à jour des bilans carbone	Fiches FDES
Retours d'expérience sécurité et environnement	1 mois après la date de réception des travaux	Rapport

13.3. PRINCIPAUX DOCUMENTS GENERAUX A FOURNIR

13.3.1. Plans d'installation de chantier

Voir le §10.

13.3.2. Echancier financier prévisionnel

15 jours après l'émission du planning, le Titulaire remet un échancier financier prévisionnel faisant apparaître le montant des dépenses mensuelles prévisibles établi en fonction du programme d'exécution de chaque ouvrage et de chaque famille de travaux concernés. Ce programme financier est mis à jour tous les trois (3) mois ou à chaque mise à jour importante du programme général d'exécution des travaux et sur demande du Maître d'œuvre dans un délai maximal de deux (2) semaines.

13.3.3. Registre de chantier

Un registre de chantier est tenu sur le chantier par un représentant du Titulaire conformément à la NMP.

14. ETUDES D'EXECUTION

14.1. GENERALITES

Le présent chapitre du CCTP complète la Notice de Management de Projet concernant l'organisation retenue pour l'établissement des documents d'exécution et définit leur consistance pour ce qui concerne l'ensemble des travaux du présent Marché.

Chaque tâche à exécuter doit faire l'objet de documents d'exécution visés par le Maître d'œuvre. Tous les ouvrages sont concernés, y compris les ouvrages provisoires, même s'ils ne sont pas explicitement mentionnés dans le CCTP.

Tous les documents d'exécution adressés au Maître d'œuvre sont à lui envoyer en nombre et sous la forme prévue au Marché. Les coordonnées des destinataires sont communiquées au Titulaire pendant la période de préparation.

L'ensemble des plans est fourni au format PDF. Le Titulaire réalise systématiquement des extractions 2D des maquettes numériques respectant la charte du Marché.

Le présent chapitre fixe le contenu non exhaustif des pièces à fournir avant exécution des ouvrages.

Le Titulaire est responsable de ses plans d'exécution, notes de calcul et études, la responsabilité du Maître d'œuvre n'étant en rien engagée par son visa. Le Titulaire est chargé de la réalisation de toutes les vérifications et investigations nécessaires pour une complète et correcte définition des ouvrages, conformément aux contenus du présent Marché.

Tout document doit être émis avec une grille de modification qui est incorporée, pour les plans, au-dessus du cartouche, et pour les autres documents, en deuxième page, la première étant constituée par le cartouche.

Il est rappelé que le Titulaire doit fournir :

- un PAQSE études d'exécution qui peut être intégré au PAQSE général,
- un programme des études d'exécution avec la liste prévisionnelle des documents et le calendrier correspondant,
- les bases des études d'exécution (fascicule 65 du CCTG).

Les règles à respecter par le Titulaire et le Maître d'œuvre pour le visa des documents d'étude par le Maître d'œuvre sont donnés dans la NMP.

Les dispositions relatives aux études d'exécution sont développées au Marché. Les règles de dimensionnement concernent :

- les conditions d'établissement des études,
- les bases des études,
- la liste minimale des plans et notes de calculs à fournir.

14.2. DEVOIR DE CONSEIL ET SUPERVISION

L'Entreprise s'appropriera les méthodes et procédures prévues au présent CCTP. En particulier, elle pourra soumettre au MOE les adaptations de méthode et de produit qu'elle juge pertinentes, compte-tenu des objectifs du présent marché, et des conditions géotechniques décrites au §3.2. Notamment les produits d'injection eux-mêmes peuvent-être adaptés par l'Entreprise, sous réserve de validation par le MOE. La réalisation des planches d'essai s'inscrit dans le cadre d'une mission G3 - Suivi géotechnique d'exécution au sens de la norme NF P 94-500.

Dans cet objectif de « regard critique » ou « second regard », un rapport d'analyse critique au stade de l'offre est demandé.

La Maitrise d'Œuvre assurera quant à elle la supervision (mission G4) avec notamment des visites de site régulières, des levés géologiques contradictoires ainsi que la supervision des essais.

Un suivi à pied d'œuvre par un géotechnicien de l'entreprise est demandé pour la mission G3.

14.3. ORGANISATION

Le calendrier prévisionnel de diffusion des documents pendant la phase d'exécution est donné dans la NMP. Une GED sera fournie par le Maître d'œuvre. Se référer à la NMP.

Les documents à fournir pendant la période de préparation sont indiqués au §13 du présent CCTP.

14.4. CRITERE DE RECEVABILITE D'UN DOCUMENT

Le délai d'instruction des documents par le Maître d'œuvre démarre à partir de la réception par celui-ci d'un ensemble cohérent de documents (plans et note de calculs) d'une partie d'ouvrage.

Pour être examiné par le Maître d'œuvre, chaque document descriptif d'un ouvrage doit :

- comprendre toutes les vues nécessaires à la définition de la partie d'ouvrage concernée avec la cotation afférente,
- comporter toutes les indications découlant des méthodes d'exécution du Titulaire,
- indiquer la nature, les caractéristiques et les dimensions des produits entrant dans la composition de l'élément considéré,
- être accompagné de :
 - la note d'hypothèses générales,
 - la note de calculs justificatifs de la partie d'ouvrage objet du dessin descriptif.

14.5. QUALITE

14.5.1. Contrôle intérieur

Il est rappelé que les stipulations du Marché concernant l'exécution des parties sous-traitées (ici les études) doivent être portées à la connaissance des sous-traitants (ici les bureaux d'études) avant la signature du contrat de sous-traitance. Ces dispositions sont vérifiées lors de l'acceptation du sous-traitant.

Le PAQSE précise les dispositions à prendre pour assurer la qualité des études d'exécution dans le respect des prescriptions suivantes :

- Signature du marché : Le Titulaire fournit le cadre du PAQSE études, les nom et qualité du Directeur des études (coordination et contrôle interne), les noms et qualités des ingénieurs affectés aux tâches d'études, la liste prévisionnelle des documents et le calendrier correspondant.
- Début de la période de préparation (réunion(s) de coordination) : le Titulaire fournit la procédure des études et le modèle de document de suivi. La procédure fait apparaître entre autres :
 - le Directeur des études d'exécution désigné par le mandataire et responsable de la production et de la coordination des études et les différents chargés d'études (CV, coordonnées, ...),
 - la liste des documents et le calendrier correspondant corrigés,
 - les conditions de diffusion et de contrôle des documents (délais de visa, points critiques, points d'arrêt ...),
 - les bases de calculs (hypothèses, logiciels ...),
 - le modèle de document de suivi doit préciser sur quoi a porté le contrôle intérieur, les références des documents d'observation du Maître d'œuvre et les remarques sur les conditions prises en compte (la non-prise en compte doit être justifiée).
- Fin de la période de préparation : Les études d'exécution doivent être achevées à la fin de la période de préparation. En cas de modification du calendrier d'exécution, de l'ordre ou du phasage des travaux acceptés par le Maître d'œuvre après conseil du bureau d'études de contrôle, les notes de calculs sont mises à jour en tant que besoin.

Le contrôle des études d'exécution est réalisé et formalisé conformément à la norme NF EN ISO 9001.

14.5.2. Contrôle extérieur

Le marché ne prévoit pas de contrôle extérieur.

14.6. DOCUMENTS GENERAUX

14.6.1. Dossier ICPE

Le Titulaire précisera pour chaque installation si celle-ci fait l'objet d'une autorisation préalable ou d'une simple déclaration.

Il devra déposer les dossiers en temps utile à la Préfecture et en transmettre une copie, ainsi qu'une copie des arrêtés, au Maître d'Ouvrage et au Maître d'Œuvre. Une version informatique sera déposée sur la GED.

La partie de chantier concernée ne pourra démarrer qu'après obtention de l'arrêté. Les moyens que le Titulaire mettra en œuvre pour respecter ces arrêtés sont supposés compris dans les prix.

L'attention du Titulaire est attirée sur le fait que le stockage provisoire de matériaux, selon leur durée et leur volume, peuvent faire l'objet d'une procédure ICPE.

14.6.2. Dégradations causées aux voies publiques

En ce qui concerne l'usage des voies publiques, les dispositions particulières qui sont à respecter par le Titulaire pour les transports routiers ou pour les circulations d'engins exceptionnels nécessitées par les travaux, sont les suivantes : un état des lieux de chaque voie devra être établi par un huissier, aux frais du titulaire, avant toute utilisation de la voie et communiqué au maître d'œuvre. À défaut et par dérogation à l'article 34.1 du CCAG, le Titulaire devra assurer seule la charge financière des réparations nécessaires pour remettre en état la voie.

Les réparations des dégradations apportées aux voies publiques, notamment avant et après utilisation des voies communautaires autorisées pour les transports des matériaux, devront être réalisées dans un délai maximum de 4 heures, après injonction du Maître d'œuvre.

14.7. EXIGENCES PARTICULIERES POUR LES TRAVAUX D'INJECTION

14.7.1. Dispositions générales

Les documents à fournir par le Titulaire sont ceux indiqués au présent chapitre et, à défaut, tous les plans et notes de calculs nécessaires à la bonne exécution des travaux.

Les études et essais requis pour l'agrément des matériaux nécessaires à la réalisation des travaux font partie des études d'exécution.

14.7.2. Méthodes et procédures d'exécution

Les documents à fournir par le Titulaire concernant les méthodes d'exécution liées au traitement par injections et pour toutes les phases de chantier sont listés et décrits ci-après.

14.7.2.1. Mémoire technique d'exécution des injections

Le Titulaire propose à l'agrément de la maîtrise d'œuvre un mémoire technique des injections de sols, définissant les dispositions qu'il propose de mettre en œuvre pour garantir le respect des objectifs de traitement des sols visés. Ce mémoire technique doit indiquer :

- les moyens et procédures d'exécution,
- l'étendue et l'implantation des moyens d'exécution,

- les moyens d'acquisition continue et d'interprétation des paramètres de perforation et d'injection,
- les critères de réception du traitement,
- le traitement journalier des données de perforation et d'injections,
- les dispositions correctives adoptées en fonction des résultats de mesures.

Les procédures d'exécution des travaux d'injection doivent détailler en particulier les méthodes, matériels et moyens mis en œuvre pour les aspects suivants :

- méthode et précision d'implantation des forages,
- méthode, contrôle de l'implantation et précision de l'exécution du forage,
- équipement des forages,
- fabrication du coulis : durée et lieu de stockage des matériaux, dosage, précision du dosage, malaxage (vitesse, durée, méthode, etc...), contrôle de qualité (viscosité, décantation, temps de prise),
- transport des coulis,
- méthodes d'injection et critères d'arrêt,
- acquisition et enregistrement des données numériques,
- contrôle et interprétation des paramètres de perforation et d'injection,
- surveillance des déplacements relatifs,
- essais in-situ, y compris contrôle de la qualité après injection.

En outre, plusieurs étapes doivent être identifiées par le Titulaire dans son plan qualité pour obtenir la validation des procédés et l'autorisation d'engager les travaux. Des points d'arrêt définis dans la NMP sont à lever à chaque étape.

14.7.2.2. Dossier d'établissement des plans de tir

Le mémoire technique est complété par un dossier d'établissement des plans de tir. Il doit être remis au Maître d'œuvre pour visa avant le commencement des travaux d'exécution, selon les délais définis au marché. Le visa de la maîtrise d'œuvre conditionne le début de l'exécution.

Ce dossier comprend :

- Le projet d'injection détaillant l'implantation, le maillage des forages, les critères de traitement à respecter, la nature et la composition des coulis utilisables pour chaque zone en fonction de l'objectif à atteindre (consolidation et/ou étanchement) et le programme prévisionnel de réalisation assorti des cadences et ordre de réalisation des forages (Primaires et Secondaires),
- les vues en plan et en coupes de tous les forages à l'échelle 1/100ème, figurant les constructions existantes, les terrains, la géologie estimée, le niveau de la nappe (sous rabattement le cas échéant), les travaux prévus et les limites du traitement,
- les caractéristiques des forages (coordonnées XYZ, azimuth, inclinaison, longueur totale),
- l'identification des forages inclus dans le plot d'essai,
- un métré prévisionnel des forages au global et par zone,
- un programme récapitulatif (format Excel) indiquant par ordre chronologique, par zone et par type de travaux (consolidation ou étanchement) : dates de forage, dates des différentes phases d'injections.

14.7.2.3. Stratégie vis-à-vis de l'amiante environnemental

Le Titulaire propose à l'agrément du MOE un document précisant sa stratégie vis-à-vis de l'amiante environnemental. Ce document sera partagé au MOA et présenté à l'Inspection du Travail.

Les spécifications liées à l'amiante environnemental sont décrites au §16.

14.7.2.4. Fiches produit

Le mémoire technique des injections est complété par des fiches techniques des matériaux, faisant l'objet d'une demande d'agrément soumise au visa du MOE. Les fiches produit doivent comporter notamment :

- la provenance du matériau,
- la nature chimique et les caractéristiques physiques et mécaniques du matériau,
- son mode de conditionnement, de transport et de stockage,
- ses conditions d'utilisation,
- les références d'utilisation,
- les contrôles à effectuer,
- une note du fabricant.

14.7.2.5. Atelier de forage

Le Titulaire indique dans son mémoire technique les caractéristiques principales de son ou de ses ateliers de forage :

- la puissance totale de la foreuse,
- le couple maximal de la tête de forage,
- l'énergie utilisée,
- le niveau sonore émis,
- la méthode d'exécution du forage et les outils de forage définis en fonction des différents contextes du traitement : marteau, odex, sous sas, etc.,
- les moyens de stabilisation du forage (fluide ou tubage),
- l'équipement du forage en vue de définir le type d'injection en relation avec les conditions réelles rencontrées.

15. DOSSIER DES OUVRAGES EXECUTES – RECOLEMENT – RAPPORTS DE SYNTHESE

Les généralités concernant les DOE sont traitées dans la NMP.

L'ensemble des récolements sera calé dans le système CC43 en planimétrie et IGN69 en altimétrie.

Des plans de récolement de l'ensemble des travaux, sondages et essais exécutés seront fournis dans les rapports au format PDF ainsi qu'au format numérique géoréférencé DWG.

Toute remarque et/ou observation devra être scrupuleusement renseignée dans le rapport de fin de mission rendant compte du déroulement des essais et des résultats.

15.1. TRAVAUX D'INJECTION

Les documents suivants sont établis par le Titulaire en fin de chaque phase et transmis au Maître d'œuvre sous un mois après la fin des travaux :

- le rapport d'exécution des forages et leur équipement,
- le rapport d'enregistrement et d'analyse des injections,
- les rapports de réalisation des injections,
- les résultats d'essais et contrôles,
- le rapport de suivi topographique,
- une étude statistique des paramètres et des ratios permettant la mise en évidence des anomalies,
- les résultats des investigations complémentaires,
- les caractéristiques des forages,
- les plans de récolement des implantations des injections telles qu'elles ont été exécutées avec des vues en plan (échelles 1/200 et 1/50) ainsi que des profils faisant apparaître les différents paramètres d'injection (au minimum, volumes injectés, pressions d'injections) tous les 1 m sur la profondeur injectée, avec position contractuelle et position réellement exécutée.

Tous les plans et dessins sont convenablement cotés et comportent tous les repères, symboles et coordonnées nécessaires à leur exploitation.

15.2. RAPPORT DE SYNTHESE AMIANTE

Un rapport de synthèse sur le sujet amiante est établi par le Titulaire à la fin des travaux. Ce rapport doit fournir un retour d'expérience sur les travaux en contexte amiantifère. Ce rapporte comporte :

- Les procédures générales de gestion du risque amiantifère, détaillant les protocoles adaptés selon les niveaux d'empoussièrement identifiés, validées par l'Inspection du Travail,
- Le phasage travaux retenu,
- L'évaluation de l'impact du contexte amiantifère sur les cadences de réalisation, pour chaque tâche travaux,
- L'évaluation de l'impact du contexte amiantifère sur les coûts de réalisation,
- Tous les résultats des mesures d'air réalisées pendant les travaux, corrélés avec les dispositions et mesures mises en place,
- Les adaptations éventuelles pendant les travaux permettant la maîtrise des niveaux d'empoussièrement et des risques amiante.

15.3. RAPPORT DE SYNTHESE GEOTECHNIQUE

4 rapports distincts sont attendus :



setec
als

setec
tpi

setec
terrasol

STRATES
architecture ouvrages d'art

1. Un rapport des reconnaissances géotechniques au droit des deux planches d'essai incluant :
 - a. Les deux logs corrigés des sondages carottés initiaux équipés de piézomètre fournis 5 jours suivant leur réalisation ;
 - b. Tous les résultats des sondages et essais réalisés avec PV, référencement, plan d'implantation, etc ... ;
2. Un rapport de synthèse de la planche d'essais principale (avec résultats factuels, interprétation et proposition d'adaptation si besoin pour la planche secondaire) ;
3. Un rapport de synthèse de la planche d'essais secondaire (avec résultats factuels et interprétation) ;
4. Un rapport des reconnaissances pour la précision de l'interface trias t7-9 avec calcaires barrémien n4.

15.4. CONTROLES

Après vérification par le Titulaire, le Maître d'Ouvrage se réserve le droit de procéder à une vérification de l'ensemble de données numériques. Ce contrôle s'applique sur :

- Le respect de la charte graphique,
- Le géoréférencement,
- La précision centimétrique,
- La lisibilité des plans

L'intégration des fichiers est considérée comme positive si :

- Toute la précision et la richesse d'informations sont récupérées sans autre manipulation que celle de l'intégration dans le fichier,
- Les éléments de construction doivent figurer sur un seul et même plan,
- Les données sont organisées conformément à la charte graphique validée préalablement par le MOE,
- Le plan informatique ne doit pas contenir de références externes (Xref, photos)

Si le contrôle fait apparaître une exécution non-conforme, des fautes ou omissions, les fichiers défectueux seront à rectifier par le titulaire à ses frais et dans les délais prévus entre les parties, jusqu'à obtention de fichiers jugés conformes.

Le Maître d'Ouvrage se réserve le droit de réaliser, en régie directe ou par un prestataire des contrôles sur le terrain.

16. AMIANTE ENVIRONNEMENTAL

Ce chapitre définit les spécifications dues à la présence d'amiante environnemental.

16.1. CONTEXTE

Un repérage a été effectué par Bureau GDA en 2023 afin d'identifier les zones à risque au niveau de l'amiante. Un rapport A0-A2 a été publié en février 2023. Il est fourni à titre informatif dans le sous-dossier B.

Ce rapport a conclu qu'une partie de la zone de chantier est impactée par la présence d'ophite avérée dans les Eboulis Balières (Eb) qui contiennent des minéraux amiantifères (actinolite, chrysotile). En conséquence, les opérations de terrassement effectuées dans cette zone et les opérations de foration traversant les couches d'Eboulis Balières devront répondre aux exigences de protection des travailleurs en domaine amiantifère. La zone impactée en surface par la présence d'ophite est donnée sur la figure ci-après. Les couches d'Eboulis Balières (Eb) sont aussi présents en profondeur (inférieur à 25 m) sur une zone plus étendue que représentée sur la figure.

La mission de l'entreprise Bureau GDA a aussi classé le Trias supérieur (t7-9) avec une susceptibilité « faible » de contenir de l'amiante environnemental selon la norme NF P94-001. Cette couche se trouve en profondeur (vers 40-45 m).

L'origine de l'amiante dans ces terrains provient de l'ophite. Ce qui donne le caractère amiantifère des Eboulis Balières (Eb) est la présence de blocs d'ophite. Il est possible que des blocs d'ophites soient aussi présents dans les terrains du fluvio-glaciaire (Fgb) mais aucun n'a été observé jusqu'à présent. De même, il est possible qu'un pointement d'ophite soit inséré dans les terrains du Trias supérieur (t7-9), c'est ce qui a poussé l'entreprise Bureau GDA à classer le t7-9 en susceptibilité « faible » de contenir de l'amiante environnemental. En dehors des blocs d'ophite potentiels, le t7-9 n'est pas amiantifère.

Le Titulaire se fera une interprétation du rapport effectué par Bureau GDA et établira un zonage des zones amiantifères lors de sa mission A3.

16.2. PRESCRIPTIONS TECHNIQUES GÉNÉRALES

16.2.1. Textes réglementaires concernant l'amiante

Le Titulaire procédera à toutes les vérifications nécessaires pour que les travaux soient réalisés en respect de l'ensemble des lois, décrets, arrêtés, règlements, circulaires, et normes applicables à la présente opération et des règles de l'art, à savoir :

Code du travail

- Principes généraux de prévention
- (Maître d'ouvrage) : art. L.4531-1.
- Principes généraux de prévention (employeur) : art. L.4121-2.
- Document unique d'évaluation des risques : art. R.4121-1 à R.4121-4.
- Coordination SPS : art. R.4532-1 à R.4532-98.
- Plan de prévention : art. R.4511-1 à R.4511-12, R.4512-1 à R.4512-16 et R.4513-1 à R.4513-13.
- Risque chimique : art. R.4412-1 à R.4412-93
- Risque amiante : art. R.4412-94 à R.4412-148
- Travailleurs de moins de 18 ans : art. D.4153-28
- Salariés en CDD ou temporaires : art. D.4154-1.
- Examens médicaux et fiche d'aptitude : art. R.4412-44 à R.4412-58.
- Surveillance médicale renforcée : art. R.4624-18, R.4624-19.
- Fiche d'exposition : art. R.4412-120, L.4121-3-1, D.4121-6 à D.4121-9.

Textes législatifs

- Décret amiante n° 2012-639 du 4 mai 2012 relatif aux risques d'exposition à l'amiante.
- Décret amiante n° 2013-594 du 5 juillet 2013 relatif aux risques d'exposition à l'amiante.

- Arrêté du 8 avril 2013 relatif aux règles techniques, aux mesures de prévention et aux moyens de protection collective à mettre en œuvre par les entreprises lors d'opérations comportant un risque d'exposition à l'amiante.
- Arrêté du 7 mars 2013 relatif au choix, à l'entretien et à la vérification des équipements de protection individuelle utilisés lors d'opérations comportant un risque d'exposition à l'amiante.
- Arrêté du 14 décembre 2012 fixant les conditions de certification des entreprises réalisant des travaux de retrait ou d'encapsulation d'amiante, de matériaux, d'équipements ou d'articles en contenant.
- Arrêté du 14 août 2012 relatif aux conditions de mesurage des niveaux d'empoussièrément, aux conditions de contrôle du respect de la valeur limite d'exposition professionnelle aux fibres d'amiante et aux conditions d'accréditation des organismes procédant à ces mesurages.
- Décrets n° 2012-639 du 4 mai 2012 et n° 2013-594 du 5 juillet 2013 relatifs aux risques d'exposition à l'amiante.
- Arrêté du 23 février 2012 définissant les modalités de la formation des travailleurs à la prévention des risques liés à l'amiante.

Normes

- NF X43-050 (2021) : Qualité de l'air - Détermination de la concentration en fibres d'amiante par microscopie électronique à transmission - Méthode indirecte
- XP X43-269 (2017) : Qualité de l'air - Air des lieux de travail - Prélèvement sur filtre à membrane pour la détermination de la concentration en nombre de fibres par les techniques de microscopie : MOCP, MEBA et META - Comptage par MOCP

16.2.2. Guides

- INRS, Travaux en terrain amiantifère – Opérations de génie civil de bâtiment et de travaux publics – Guide de prévention, 2020.
- FD X46-033 (2023) : Guide d'application de la norme NF EN ISO 16000-7 - Partie 7 : Stratégie d'échantillonnage pour la détermination des concentrations en fibres d'amiante en suspension dans l'air
- Cerema - La mesure de l'amiante dans l'air par microscopie MET - Retour d'expérience sur la méthodologie et points de vigilance

16.2.3. Rappel de la détermination de la catégorie réglementaire à appliquer en présence d'amiante

Travaux de sous-section 3 :

Tout travail d'importance (terrassements en pleine masse, dépose de réseaux, démolition ou création de voiries, etc.) ; ces travaux doivent être réalisés par une entreprise certifiée.

Travaux de sous-section 4 :

Tout travail limité dans le temps et dans l'espace (fouilles et trous ponctuels, petit terrassement pour socle ou radier, interventions sur des matériaux, des équipements, des matériels ou des articles susceptibles de provoquer l'émission de fibres d'amiante, etc.)

Définition proposée par l'OPBTP sur la base des directives général du travail – Bureau des risques chimiques, physiques et biologiques (CT2) – 4 mars 2015

16.2.4. Formation amiante

L'ensemble des personnes intervenant sur le projet devra avoir reçu au préalable une formation au risque amiante conforme à l'arrêté du 23 février 2012 définissant les modalités de la formation des travailleurs à la prévention des risques liés à l'amiante.

Les zones de travaux en sous-section sont par conséquent strictement interdit à toute personne non formée au risque amiante.

16.2.5. Mission type A3

Extrait GUIDE INRS, 2020 - Travaux en terrain amiantifère. Opérations de génie civil de bâtiment et de travaux publics – Guide de prévention

Une mission type A3 est effectuée par le Titulaire, en deux phases indissociables :

- avant le début des travaux, pour définir les procédures de chantier et le plan de contrôle à proposer au Maître d'oeuvre par un repérage indépendant. Il se fera notamment une interprétation des données disponibles et proposera un plan identifiant les zones amiantifères.
- lors des travaux, pour réaliser le suivi de chantier, par le géologue du Titulaire (contrôle interne). L'analyse du géologue, en cours de chantier, s'appuyant sur l'étude préalable, a pour objet d'individualiser visuellement les zones d'amiante ou susceptibles d'en contenir et de marquer ces zones par exemple à la peinture, de façon à éviter d'y réaliser des forations et coups de pelles si non nécessaire. Cette mesure est destinée à limiter le taux de dégagement de fibres, le chantier étant de toute façon, en présence d'amiante, assujéti aux règles de prévention et de sécurité. Elle a aussi pour but de proposer le dossier de fin de travaux et les recommandations de maintenance.

16.2.6. Organisation

Les procédures générales de gestion du risque amiantifère, détaillant les protocoles adaptés selon les niveaux d'empoussièrement identifiés, seront présentées à l'Inspection du Travail, la Caisse d'assurance retraite et de la santé au travail (Carsat) et à l'Organisme Professionnel Prévention Bâtiment Travaux Publics (OPPBTP) avant le démarrage des travaux.

Le Titulaire est responsable de l'ensemble des procédures administratives liées à l'amiante.

16.3. DESCRIPTION ET CONSISTANCE DES TRAVAUX CONCERNES PAR L'AMIANTE ENVIRONNEMENTAL

16.3.1. Dégagement des emprises

Les travaux de dégagement des emprises comprennent le défrichage et le débroussaillage plus particulièrement au droit des pistes d'accès et des plateformes de travail.

Les engins de défrichage et de débroussaillage se déplaceront sur pneus afin de limiter le risque d'altération des roches lors de leurs circulations pouvant conduire à libérer des fibres dans l'air.

Le dessouchage d'arbre n'est a priori pas nécessaire dans la zone amiantifère et n'est pas souhaitable en zone amiantifère. Les plots d'essai d'injection ne sont pas, a priori, en interface avec des arbres. Les 2 sondages complémentaires pourront être décalés de quelques mètres afin d'éviter une souche d'arbre. Si malgré tout il est nécessaire de dessoucher en zone amiantifère, les dispositions relatives à la catégorie réglementaire de type SS3 seront à mettre en place.

16.3.2. Installations de chantier générales

Les installations de chantier générales, tels que la base vie, les WC, les conteneurs, le stockage d'outils et de matériaux, etc. seront positionnées sur l'emprise basse qui se trouve hors zone amiantifère.

16.3.3. Terrassements de surface et assainissement provisoire

Afin d'éviter le risque amiante, les terrassements en déblais dans les zones avec présence d'amiante environnemental sont à proscrire. Ainsi, les pistes d'accès (une piste d'accès pour la plateforme de travail des plots d'injection et une piste d'accès pour les sondages géotechniques) et la plateforme de travail pour la réalisation des 2 sondages géotechniques seront créées, après dégagement des emprises, uniquement en remblais, un géotextile permettant d'isoler du sol en place potentiellement

amiantifère. Ces travaux de terrassement en milieu amiantifère nécessiteront de mettre en place les dispositions relatives à la catégorie réglementaire de type SS3.

Les positions des plots d'injection ne sont pas situées dans la zone amiantifère en surface. Les éventuels terrassements à réaliser pour les plateformes de forage ne nécessitent donc pas de dispositions particulières.

Une fosse à déblais amiantés assurant l'infiltration des boues de forage et leur stockage définitif est à réaliser conformément au §16.4.4.

16.3.4. Forage des tubes d'injection

Ces forages sont en interface avec la couche amiantifère (Eb) et peuvent atteindre en profondeur la couche avec risque faible de présence d'amiante (t7-9). Ces forages sont aussi en interface avec la couche Fg-b qui est classé comme présentant un risque amiantifère.

Les boues de forage sont confinées à l'aide de boudins en limite de la zone de travail et canalisées vers un caniveau à grille assurant l'assainissement et la conduite des boues de forage vers la fosse à déblais.

A chaque fin de poste de forage, le caniveau assurant l'écoulement des boues de forage est rincé à l'eau claire pour envoyer tous les résidus vers la fosse à déblais.

Une zone de forage est définie autour de chaque plot d'essai comprenant :

- La zone d'évolution de la machine,
- La zone de confinement / redirection des résurgences de boues de forage,
- L'UMD (unité mobile de décontamination, permettant le passage de la zone sale à la zone propre).

L'analyse des risques pour cette phase nous conduit à proposer de mettre en place les dispositions relatives à la catégorie réglementaire de type SS4 afin de prendre en compte les forages traversant la couche d'éboulis présentant de l'amiante. L'objectif premier de cette tâche n'étant pas de manipuler et d'intervenir sur des matériaux amiantifères, et les quantités impliquées étant limitées, la catégorie SS3 ne semble pas appropriée.

Une fois l'ensemble des forages terminé pour une zone donnée, l'ensemble de la zone sera nettoyé afin d'évacuer toutes les boues de forages résiduels, afin de rendre une zone propre d'amiante.

16.3.5. Injection dans les tubes

Les travaux d'injection de terrain reposent sur des opérateurs à pied manipulant les canules d'injection. Les déplacements se font à pied sur les plateformes d'injection et les pistes.

Les stockages de matériaux (silos) sont implantés hors zone amiantifère et ravitaillés par camion. Des conduites sont posées le long des pistes de plateformes afin d'alimenter les points d'injection.

L'analyse des risques pour cette phase nous conduit à ne retenir aucune disposition particulière, à condition que les boues de forage de la précédente phase soient correctement évacuées et nettoyées.

16.3.6. Essais initiaux (précédents les forages) et essais de contrôle (suivants les injections)

Les essais initiaux et essais de contrôle nécessitent la réalisation de forage et d'essais in situ pour contrôle.

Les modalités d'intervention sont similaires à celles du §16.3.4.

La détection d'amiante sera réalisée sur les échantillons des sondages afin de confirmer ou non la présence d'amiante. Si la présence d'amiante est confirmée, l'ensemble des opérations suivantes sont classées SS4. Si non, l'échantillon peut être déclassé de son caractère amiantifère.

Si l'échantillon est classé SS4, cela implique aussi que le géologue, que ce soit côté MOE ou Entreprise, soit qualifié SS4 pour réaliser et superviser les essais.

Les déchets amiantés seront évacués vers la fosse à déblais amiantés.

Ainsi de façon analogue l'analyse des risques pour cette phase nous conduit à proposer de mettre en place les dispositions relatives à la catégorie réglementaire de type SS4.

16.3.7. Réalisation des sondages complémentaires

Les sondages complémentaires nécessitent la réalisation de forage et suit les mêmes modalités d'intervention que le §16.3.4.

Les déchets amiantés seront évacués vers la fosse à déblais amiantés.

Ainsi de façon analogue l'analyse des risques pour cette phase nous conduit à proposer de mettre en place les dispositions relatives à la catégorie réglementaire de type SS4.

La détection d'amiante sera réalisée sur les échantillons des sondages afin de confirmer ou non la présence d'amiante. Si la présence d'amiante est confirmée, l'ensemble des opérations suivantes sont classées SS4. Si non, l'échantillon peut être déclassé de son caractère amiantifère.

Si l'échantillon est classé SS4, cela implique aussi que le géologue, que ce soit côté MOE ou Entreprise, soit qualifié SS4 pour réaliser et superviser les essais.

16.3.8. Remise en état

Les travaux de remise en état comprennent :

- La dépose des installations de chantier y compris clôtures réseaux d'assainissement provisoire.
- Le comblement de la fosse à déblais amiantés avec des matériaux inertes, s'il a été retenu un enfouissement sur site, ou l'évacuation des déchets amiantés vers une décharge agréée. Le comblement de la fosse à déblais implique la mise en place des dispositions relatives à la catégorie réglementaire de type SS4.
- La revégétalisation des emprises comme à l'existant.

Les travaux de remise en état, intervenant après l'ensemble des phases travaux ayant sécurisé les zones de travaux soit en recouvrant soit en déplaçant puis recouvrant les matériaux amiantifères. Il n'est pas envisagé de mettre en place de dispositif particulier vis-à-vis de l'amiante

16.3.9. Synthèse des sous-sections par type de travaux

Les sous-sections retenues sont les suivantes pour chaque type de travaux :

- Dégagement des emprises : SS3 pour les dessouchages éventuels en zone amiantifère ;
- Installations de chantier générales : pas de disposition particulière
- Terrassement de surface : SS3 en zone amiantifère
- Forage des tubes d'injections : SS4
- Injection dans les tubes : pas de disposition particulière
- Essais initiaux et essais de contrôle : SS4 pour les forages
- Sondages complémentaires : SS4 pour les forages
- Remise en état : SS4 pour le comblement de la fosse à déblais amiantés

Le Titulaire se réserve le droit d'adapter, à son risque, les sous-sections indiquées ci-dessous (qui sont des minimums requis) afin d'optimiser les travaux.

16.4. INSTALLATIONS ET EQUIPEMENTS SPECIFIQUES AMIANTE

16.4.1. EPI

Les EPI obligatoires sont déterminés selon le niveau d'empoussièrement mesuré dans l'air, conformément au §16.5.1, lors d'une phase travaux.

L'empoussièrement est classé en 3 catégories :

- Niveau faible : empoussièrement inférieur à 5 fibres d'amiante par litre ;
- Niveau moyen : empoussièrement compris entre 5 et 100 fibres d'amiante par litre ;
- Niveau élevé : empoussièrement supérieur à 100 fibres d'amiante par litre.

Pour les travaux en sous-section 3 et 4, les EPI par défaut sont des appareils respiratoires isolants et des équipements ventilés.

Si le Titulaire veut adapter les EPI à un contexte plus favorable, il soumettra à l'accord du MOE les EPI retenus en fonction du niveau d'empoussièrement et d'autres conditions.

16.4.2. Division de la zone de chantier

Pour chaque phase de travaux réalisé en sous-section, la zone de chantier sera divisée en 3 zones :

- Une zone sale, englobant la zone des travaux réalisés en sous-section. Cette zone est confinée des autres zones.
- Une zone intermédiaire, permettant la douche des opérateurs et le lavage des matériels sortants de la zone sale à destination de la zone propre.
- Une zone propre qui ne présente pas de risque amiante.

Le phasage des travaux implique que la zone sale soit traitée et nettoyée de toutes fibres, résidus et déchets d'amiante, entre plusieurs phases, afin de rendre cette zone propre et de réduire le recours à la sous-section pour chaque phase.

16.4.3. Matériels

Afin de réduire les quantités de poussières, les points d'émissions de poussières seront humidifiés en continu.

Des équipements spécifiques seront installés dans la zone intermédiaire, permettant la douche des opérateurs et le lavage de tout matériel sortant de la zone sale. Une unité mobile de décontamination (UMD) peut être envisagée.

Le matériel en contact avec de l'amiante sera nettoyé et lavé après chaque opération et après chaque sortie d'une zone sale.

16.4.4. Gestion des déblais et déchets amiantés et des eaux

La gestion des déchets amiantés s'effectue par 2 moyens :

- Une évacuation d'une partie des déchets amiantés dans une décharge agréée (environ 1/3 du volume total de déchets amiantés), impliquant des moyens de transport adaptés aux transports de matériaux amiantés ;
- Un enfouissement et un comblement d'une partie des déchets amiantés (environ 2/3 du volume total de déchets amiantés) dans une fosse à déblais créée par l'entreprise dans les emprises travaux.

Ces 2 moyens seront utilisés afin d'en avoir un retour d'expérience pour les travaux futurs du tunnel de Quié.

La fosse à déblais amiantés, assurant l'infiltration des boues de forage et leur stockage provisoire et définitif, est à réaliser dans la zone d'emprise des travaux d'injection. La fosse sera positionnée au fond de la zone, au niveau d'un point bas, afin de faciliter l'évacuation des déchets amiantés. Cette fosse ne se trouve pas dans la zone amiantifère et ne nécessite donc pas de dispositions particulières pour sa

réalisation. La dimension de la fosse sera calculée par le Titulaire afin de pouvoir recevoir, au moins provisoirement, l'ensemble des déchets amiantés des travaux.

Cette fosse sera positionnée à une distance d'au moins 20 m des axes de l'issue de secours n°1 du tunnel de Quié en projet. La position de la fosse sera soumise à l'accord du MOE.

Les parois de la fosse seront autostables et ne nécessiteront donc pas de soutènement.

La fosse à déblais est maintenue humide en permanence, jusqu'à son comblement.

Le Titulaire devra délimiter physiquement cette fosse à déblais amiantés et apposer une signalétique AMIANTE en périphérie de la fosse.

Pour l'évacuation en décharge d'une partie des déchets amiantés :

- Le Titulaire doit obtenir, avant le démarrage des travaux, une autorisation de mise en décharge et fournir une copie de cette autorisation au MOE.
- Les règles relatives au transport et la mise en décharge sont celles relatives aux substances et préparations dangereuses. Le Titulaire devra assurer le transport jusqu'à la décharge ainsi que tout travail de manutention pour charger et décharger les camions. Il tiendra à jour des bordereaux de suivi des déchets qui seront visés à la dépose par le responsable de la décharge. L'ensemble de ces bordereaux sera restitué au Maître d'Ouvrage en fin de chantier, dans le cadre du DOE.

Toutes les eaux sur le chantier seront récupérées et confinées, afin d'être redirigées à un point précis pour être décantées. Une fois les eaux décantées, elles pourront être rejetées dans le terrain. Les déchets récupérés du décanteur seront traités comme des déchets amiantifères.

16.5. ESSAIS

16.5.1. Mesures de l'air

Dans le cadre du présent projet il est imposé la réalisation de mesure d'air par un organisme accrédité Cofrac en complément des mesures à la réglementation en vigueur.

Ces mesures de l'air sont à réaliser comme suit :

- Pour les travaux qui ne sont pas réalisés en sous-section, une (1) mesure par jour est à réaliser dans la zone de travaux afin de justifier le contexte non amiantifère.
- Pour les travaux en sous-section 3 et 4 :
 - o 1 mesure par jour et par poste de travaux en limite de zone sale,
 - o 1 mesure par jour en zone propre, à quelques mètres à l'extérieur de la zone sale,
 - o 1 mesure par jour en zone tiers, à quelques mètres à l'extérieur des emprises travaux.

En complément, 1 mesure par jour sur la durée du chantier est réalisée dans la zone des installations de chantier générales.

Le positionnement des points de mesure se fera dans le sens du vent dominant par rapport à l'activité en sous-section en cours, de sorte à maximiser la capacité à détecter une fibre d'amiante.

La mesure de l'amiante dans l'air se fera par le biais de prélèvement d'air analysé par microscopie électronique à transmission analytique (META), conformément aux normes NF X43-050 (notamment l'annexe I pour l'amiante environnemental) et XP X43-269.

16.5.2. Plaquettes de dépôt

Afin d'apprécier l'exportation éventuelle des fibres dans l'environnement extérieur du chantier, des plaquettes de dépôt (dites plaquettes DIEM - capteurs passifs) peuvent être utilisées. Elles ne permettent pas de quantifier la pollution mais sont utilisées comme des marqueurs de pollution car elles mesurent les retombées atmosphériques d'aérosols solides. Les conditions d'échantillonnage et d'analyse sont décrites dans Norme NF X43-007 «Qualité de l'air - Air ambiant - Détermination de la

masse des retombées atmosphériques sèches - Prélèvement sur plaquettes de dépôts - Préparation et traitement (décembre 2008).

Cette méthode n'est pas directement corrélable aux mesures d'empoussièrement par des méthodes de prélèvements par aspiration sur des membranes filtrantes, mais permet aisément, sur une période de 1 à 2 semaines, de hiérarchiser les situations par rapport aux taux d'empoussièrement et la proportion de particules asbestiformes présentes dans les poussières sédimentables.

Trois plaquettes de dépôts seront installés en dehors des emprises chantier, afin de suivre l'évolution de la pollution et seront renouvelés de manière hebdomadaire, pendant la durée des travaux effectifs.

16.6. LIMITES DE PRESTATIONS

Les stipulations de ce chapitre concernent toutes dispositions à mettre œuvre pour la protection des travailleurs ainsi que les fournitures nécessaires à l'exécution des travaux prévues dans le cadre du présent projet.

Pour l'ensemble des travaux détaillés dans ce chapitre, les prestations à la charge du Titulaire comprennent notamment :

- L'établissement et/ou la mise à jour des procédures d'exécution propre aux travaux en présence d'amiante environnemental,
- La formation si nécessaire de son personnel devant intervenir dans les zones en présence d'amiante environnemental,
- La fourniture à pied d'œuvre et la mise en place d'appareil de mesures d'air.
- La rédaction d'un rapport amiante, afin de fournir un retour d'expérience et une quantification de l'impact du contexte amiantifère sur la réalisation des travaux, tel que décrit au §15.2.

Et, d'une manière générale, tous travaux et fournitures nécessaires à la réalisation parfaite et complète du projet, tel qu'il est défini dans le marché et dans ce présent CCTP.

17. DEGAGEMENT DES EMPRISES

17.1. QUALITE

17.1.1. Consistance du PAQSE. : partie relative au dégagement des emprises

Le PAQSE devra traiter en particulier des travaux préparatoires suivants :

- Etats des lieux préalables ;
- Implantation des emprises ;
- Débroussaillage, dessouchage ;
- Dépose d'équipements ;
- Démolition d'ouvrages et bâtis ;
- Mise en place de clôtures.

17.1.2. Points critiques et points d'arrêt

Le PAQSE précisera les points critiques et points d'arrêt. Il intégrera nécessairement les points définis dans la NMP.

Cette liste ne constitue qu'une liste minimum et non exhaustive ; elle devra être complétée par le Titulaire en période de préparation lors de l'établissement de son PAQSE.

La levée des points critiques par le contrôle interne impliquera, le cas échéant, une intervention du laboratoire du groupement.

Les délais de préavis pour les points d'arrêt sont valables pour le Maître d'Œuvre.

17.2. ETAT DES LIEUX PREALABLE

Le Titulaire est réputé avoir visité les lieux avec la plus grande attention et pris l'exacte mesure des travaux à réaliser et des contraintes imposées par l'environnement. Il ne pourra prétendre à aucun supplément, sous prétexte d'une méconnaissance quelconque de l'état des lieux, des abords, du voisinage, des clôtures, accès, ouvrages, réseaux publics et autres à proximité des travaux.

17.2.1. Etat des lieux avant démolitions diverses

Les bâtiments, chaussées et ouvrages divers situés au voisinage de ceux à démolir ne doivent en aucun cas subir de désordre, même léger, du fait des travaux de démolition. Le Titulaire prendra donc toutes les dispositions nécessaires et supportera toutes les conséquences des désordres qu'elle aurait causés. Il est donc impératif de faire un état des lieux contradictoire avec les différents responsables publics et privés avant le début des travaux.

17.2.2. Etat des lieux des équipements existants

Le Titulaire soumettra au Maître d'œuvre et selon le cas, à la DIR, au Conseil Départemental ou aux services techniques des communes ou aux propriétaires concernés, un état des panneaux, candélabres, clôtures, portails, glissières avant démontage.

17.2.3. Etat des lieux des voies publiques

Un état des lieux sera effectué avant les travaux entre le Titulaire et les services gestionnaires (DIR, commune ou Conseil Départemental, etc.) des voies situées dans la zone proche des travaux en présence du Maître d'œuvre. Un état des lieux de ces mêmes voies sera effectué après travaux, à l'issue duquel le Titulaire devra réparer les dégradations constatées, dans les quinze jours.

17.3. CLOTURES

17.3.1. Mode d'exécution des travaux

17.3.1.1. Dépose des clôtures existantes

Le Titulaire réalisera les travaux de dépose des clôtures existantes situées dans les emprises.

Les clôtures de chantier posées par le Titulaire au début des travaux et devenues inutiles à la fin du marché seront déposées par le Titulaire sur instruction du Maître d'Œuvre. Cette dépose sera incluse au prix de la clôture de chantier.

Les produits de dépose de clôtures seront évacués selon le plan de gestion des déchets.

17.3.1.2. Caractéristiques techniques et spécifications des clôtures provisoires et barrières amovibles

Les clôtures de chantier sont de types suivants :

- clôtures herbagères de hauteur hors sol 1,50 m avec 4 rangs de fils de ronce,
- barrières type HERAS.

Provenance des matériaux

Le Titulaire proposera, dans le cadre du PMQ, la liste des fournisseurs et les caractéristiques des divers éléments nécessaires pour réaliser les clôtures (nature et qualité des matériaux constitutifs et dimensions entre autres).

Il devra fournir, pour les éléments qui font l'objet en usine d'autocontrôles ou de contrôles de la part des organismes compétents, les fiches correspondantes au fur et à mesure des approvisionnements sur chantier.

Clôtures herbagères

Qu'il s'agisse de clôtures posées en rétablissement de clôtures herbagères existantes ou de clôtures provisoires de chantier, les clôtures herbagères seront constituées de piquets de bois (acacia, chêne ou châtaigner fendu), de section suffisante pour résister à une charge effective de 180 kg au mètre linéaire, et de quatre (4) rangées de fils de ronce.

La hauteur hors sol sera de 1,50 m.

Les piquets d'environ 2.10 m de hauteur (1,50 m hors sol et 0,60 m de fiche) auront un diamètre d'environ 8 à 12 cm. Ils seront espacés de 3,00 m.

Des piquets d'arrêt avec jambes de force enfoncées de 1,00 m dans le sol seront implantés :

- à chaque extrémité de section ;
- aux changements de direction ;
- tous les 50 mètres au maximum.

Les piquets d'arrêt et d'angle auront un diamètre d'environ 15 cm. Ils seront renforcés par des jambes de force de mêmes caractéristiques que les piquets intermédiaires.

L'implantation de jambes de force perpendiculaires aux panneaux de clôture sera évitée au maximum.

Les fils de ronce seront en acier galvanisé (classe B minimum), avec 2 fils torsadés à 4 picots tous les 10 cm. Ils seront conformes à la norme NF EN 10223-1. Ils seront fixés aux piquets par l'intermédiaire de « clous cavaliers » (crampillons) de quarante (40) millimètres en acier, de qualité au moins équivalente à celle des fils de ronce.

Les fils de ronce seront mis en œuvre à l'extérieur des supports (côté riverains) et devront pouvoir coulisser dans les crampillons.

Les éléments métalliques entrant dans la composition des clôtures seront en acier et galvanisés à chaud par immersion dans le zinc fondu conformément aux prescriptions des normes en vigueur. Les percements des éléments devront être réalisés avant galvanisation.

Clôtures grillagées

Des clôtures grillagées de type barrière HERAS ou équivalent seront prévues aux endroits définis par le Maître d'Œuvre. Elles seront de hauteur 2,00 m et en acier galvanisé. Les clôtures seront équipées de collier anti-vandalisme.

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

Le grillage sera conforme à la norme NF EN 10223-5.

Barrières amovibles

Des barrières amovibles destinées aux accès à des parcelles riveraines ou des zones de chantier seront mises en œuvre aux emplacements définis par le Maître d'Œuvre.

Elles auront cinq mètres (5 m) de longueur et une hauteur identique à la clôture de chantier accolée.

Pour les clôtures type herbagères, seront constituées soit de quatre (4) rangs de fils de ronces, soit de grillage à moutons, conformément aux clôtures adjacentes, posés sur six (6) piquets de bois (acacia, chêne ou châtaignier) espacés tous les mètres. Ces barrières seront fixées à la clôture de chantier par des liens de fil galvanisé.

Pour les clôtures grillagées type barrière HERAS, il s'agira de prévoir la mise en place d'un portail offrant une ouverture de 5 m avec un dispositif de fermeture anti-intrusion (cadenas par exemple).

17.3.1.3. Exécution des travaux de pose des clôtures

Implantation

Le plan de pose et sa tenue à jour au cours des travaux (poses et déposes) seront réalisés par le Titulaire.

En cours de chantier ou à la fin de celui-ci, le Maître d'Œuvre pourra faire enlever et/ou remettre de nouvelles clôtures.

Pose des piquets

- Clôtures herbagères

Le fonçage des piquets sera exécuté soit à la masse, soit par tout autre moyen laissé à l'initiative du Titulaire, mais soumis préalablement à l'agrément du Maître d'Œuvre.

Le défaut de verticalité des piquets ne devra pas excéder cinq centimètres (5 cm) par mètre. Le défaut d'alignement ne devra pas excéder dix centimètres (10 cm) par rapport à l'alignement théorique, et la clôture ne devra en aucun cas dépasser l'extérieur des emprises.

Si la nature du sol rencontré ne permet pas un fonçage suffisant, le Titulaire proposera à l'agrément du Maître d'Œuvre une solution de scellement. Les modes de pose seront à préciser au PMQ en fonction des sols traversés. La difficulté des travaux due à la variation de ces caractéristiques ne donnera lieu à aucune plus-value.

- Clôture grillagée type HERAS

Les barrières seront maintenues hors-sol à l'aide de socles en béton. Les clôtures seront aussi maintenues par des bras ou jambes de force fixées entre les clôtures et le sol.

Raccordement aux clôtures existantes

Lors de la pose des clôtures de chantier, le Titulaire procédera au raccordement de celles-ci avec les clôtures existantes.

A l'intersection des deux clôtures sera mis en place un piquet d'arrêt maintenu par des jambes de force orientées suivant l'angle de raccordement.

17.3.1.4. Entretien

Pendant toute la durée du chantier, le Titulaire devra, à ses frais, procéder par sondage et de manière périodique à la vérification de l'état des clôtures, raccordements, portes d'accès ou piquets isolés, et exécuter sans délai les travaux de réparation qui s'avèreraient nécessaires. Le Titulaire devra en outre, sur demande du Maître d'Œuvre, **exécuter sous 48 H** tous les travaux de réparation qui s'avèreraient nécessaires.

17.4. DEBROUSSAILLAGE ET ENLEVEMENT D'ARBRES

Il y a 3 types de zones à débroussailler :

- Les zones boisées :

Dans ces zones boisées, les arbres, les broussailles, taillis, vergers, haies seront coupés ou arrachés, dessouchés, débités et broyés dans la limite du besoin puis rassemblés et évacués en décharge au fur et à mesure de l'avancement des travaux. Le Titulaire est également chargé de débiter, dessoucher tous les arbres coupés préalablement à son arrivée.

- Les zones non boisées :

Dans ces zones non boisées, les broussailles, taillis, vergers, haies et cultures seront arrachés, débités et broyés puis rassemblés et évacués en décharge au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

Les produits restent la propriété du Maître d'Ouvrage. Le bois résultant de ces travaux sera débité sur place puis évacué en décharge réglementaire ou vers une zone de stockage sur instruction du Maître d'œuvre.

Toutes les souches situées dans l'emprise des travaux doivent être broyées et enlevées. Dans le cas où ces souches seraient mélangées avec des matériaux de déblais (réalisés par le présent marché ou des marchés extérieurs), un tri préalable pour isoler les souches est à la charge du Titulaire et est réputé inclus dans les prix de dégagement d'emprise. Le Titulaire devra obligatoirement évacuer les souches en décharge réglementaire.

Dans le cas où d'anciennes souches isolées seraient mises à jour par les travaux, le Titulaire procédera également à leur extraction et leur destruction ou leur évacuation.

Tous les vides résultant des opérations décrites ci-dessus seront comblés jusqu'au niveau du terrain naturel décapé par :

- de la grave soigneusement compactée sous l'assiette du projet lorsqu'il est en remblai,
- de la terre végétale hors assiette du projet.

17.5. DEMOLITION DE CONSTRUCTIONS ET D'OUVRAGES

17.5.1. Nature des travaux

Les démolitions de constructions et d'ouvrages concernent :

- démolition de construction de toute nature située dans l'emprise des travaux, telle que maçonnerie, massifs en béton armé ou non, hangar, structures bois, etc. ; celle-ci sera exécutée jusqu'au niveau arase de terrassement ;
- démolition des réseaux abandonnés ; celle-ci sera effectuée après accord du Maître d'Œuvre et conformément aux dispositions du Règlement Sanitaire Départemental relatif au comblement et à l'obstruction au ciment des branchements d'assainissement existants.

A priori, l'emprise des travaux est dépourvue de réseaux.

17.5.2. Réglementation

Les démolitions seront réalisées conformément aux prescriptions des textes en vigueur au moment du début des travaux et notamment :

- le décret n° 65-48 du 8 janvier 1965 portant sur le règlement d'administration publique pour l'exécution des dispositions du livre II du Code du Travail, Titre II Hygiène et Sécurité des travailleurs,
- la circulaire du 29 mars 1965 relative à l'application du décret n° 65-48,
- les recommandations du 11 juin 1980 de l'OPPBTP concernant les travaux de démolition de bâtiments et les mesures de prévention et d'hygiène,
- la loi n° 93-1418 du 31 décembre 1993 et ses décrets d'application n° 94-1139 du 26 décembre 1994 et n° 95-543 du 04 mai 1995 concernant l'hygiène et la sécurité sur les chantiers du BTP,
- textes relatifs aux travaux de démolition des constructions comportant des produits amiantés et en particulier :
 - Circulaire DPPR/5DPD/BGTD/LT n°970321 du 12 mars 1997 : Elimination des déchets contenant de l'amiante (Modification et rappel des annexes des circulaires du 19 juillet 1996 et du 9 janvier 1997).
 - Circulaire du 19 juillet 1996 (Environnement) relative à l'élimination des déchets générés lors des travaux relatifs aux flocages et calorifugeages contenant de l'amiante dans le bâtiment.
 - Circulaire du 9 janvier 1997 (Environnement) relative à l'élimination des déchets d'amiante-ciment générés lors des travaux de réhabilitation et de démolition du bâtiment et des Travaux Publics, des produits amiante-ciment retirés de la vente et provenant des industries de fabrication d'amiante-ciment.
 - Arrêté du 9/09/97 relatif aux décharges existantes et aux nouvelles installations de stockage de déchets ménagers et assimilés - Annexes I et II.
 - Arrêté du 17 octobre 1977 relatif aux consignes de sécurité pour le transport de l'amiante (Transports).
 - Arrêté du 5 décembre 1996 relatif au transport des matières dangereuses par route (A.D.R.).
 - Arrêté du 26 décembre 1997 relative aux règles techniques que doivent respecter les entreprises effectuant des activités de confinement et de retrait d'amiante,
 - Instruction DRT n° 97.10 du 4/07/97 relative à l'arrêté du 14/05/96 (confinement et retrait).
 - Circulaire DRT n° 98/10 du 5/11/98 relative aux modalités d'application des dispositions relatives à la protection des travailleurs contre les risques liés à l'amiante.
 - Recommandation adoptée par le Comité Technique National des Industries du Bâtiment et des Travaux Publics lors de la réunion du 04/11/97 (voir annexe 1).

Cette liste n'est pas limitative.

Il sera tenu compte également des recommandations des services suivants :

- préfecture de Police,
- services techniques des communes traversées par le projet,
- CRAM,
- inspection du travail,
- pompiers.

Cette liste n'est pas limitative.

17.5.3. Mode d'intervention

17.5.3.1. Méthodologie d'intervention

Pendant la période de préparation, le Titulaire devra établir une méthodologie d'intervention pour la déconstruction des différents ouvrages, à savoir :

- planification envisagée pour la déconstruction des différents bâtiments,
- méthode envisagée (sciage...) et moyens matériels associés,
- modalités de gestion des déchets : collecte, tri, stockage, évacuation.

Cette méthodologie sera soumise à l'avis du Maître d'œuvre, de l'Ecologue et du Coordonnateur SPS, pour accord avant démarrage des travaux.

17.5.3.2. Déconstruction des superstructures et des infrastructures

Le Titulaire aura à sa charge la déconstruction de l'ensemble des superstructures bâtiments (toitures, murs porteurs, cloisons...) et des infrastructures (fondations, dalles...). Cette déconstruction comprendra les opérations suivantes :

- le tri et l'évacuation des éléments divers présents dans les bâtiments (portes, fenêtres, éviers, sanitaires...),
- la démolition des cloisons et des murs porteurs,
- le tri secondaire des éléments démolis (résidus de DIB tels que les bois, les métaux),
- la démolition des fondations, dalles, ...

17.5.3.3. Dépose de réseaux existants

Le Titulaire sera chargé de démolir l'ensemble des réseaux des habitations. Toutes les précautions seront prises pour éviter la dispersion d'une pollution via ces réseaux. Le Titulaire interviendra sur les fosses septiques des habitations, à savoir :

- investigations pour localiser les fosses,
- pompage et évacuation du contenu des fosses selon une filière adéquate,
- nettoyage des fosses,
- retrait et évacuation des fosses selon une filière spécifique, remblaiement des excavations.

Pour ce qui concerne la démolition des ouvrages hydrauliques, le Titulaire devra s'assurer au préalable de l'absence de risque d'inondation. Le Titulaire doit s'assurer avant dépose des réseaux d'alimentation des ouvrages à démolir (EDF, régies électriques, gaz, eau...) que celles-ci ne sont pas en charge ou qu'elles ne sont pas à conserver ou à protéger.

17.5.3.4. Evacuation des produits et réutilisation

Tous ces travaux de démolition comprennent en outre le tri et l'évacuation et traitement des déchets conformément à la NRE.

Tous les gravats, déblais et autres produits de ces démolitions, de quelque nature que ce soit, doivent être triés et évacués en dépôt provisoire ou définitif ou en décharge agréée, au fur et à mesure de l'avancement des travaux, ou éventuellement stockés en vue de leur réutilisation (cas des superstructures des ouvrages d'art, etc ...).

Le Titulaire doit s'acquitter de tous les frais, taxes et redevances nécessaires. Il n'est pas autorisé de dépôt provisoire des produits bruts de démolition de constructions sur le site : ceux-ci doivent être triés immédiatement et évacués au fur et à mesure.

Lors de la démolition, les bois et matériaux combustibles devront être évacués.

Si des produits contiennent des termites, une déclaration en mairie sera effectuée par le Titulaire selon l'article L.133-4 et article L.133-5 du Code de la Construction et de l'Habitation. Les bois contaminés seront traités avant tout transport (leur destruction par incinération sur place est interdite).

17.5.3.5. Moyens et méthodes

L'emploi d'explosif est strictement interdit et les démolitions ne peuvent être réalisées que par des moyens manuels ou, lorsqu'il n'y a pas de risques vis à vis des tiers, mécaniquement à l'aide d'engins mécaniques (pelles, scies, carotteuses, pinces, etc.).

Les méthodes de démolition sont laissées à l'appréciation du Titulaire qui adoptera les dispositions qui lui conviennent.

Le Titulaire devra lors de ce choix, tenir compte qu'il devra assurer dans tous les cas :

- la sécurité du personnel et la sécurité du public ;
- la conservation sans dommages des propriétés voisines bâties ou non bâties ;

- la protection des ouvrages et constructions conservés contigus ou situés à proximité ;
- et toutes autres obligations qui lui seraient imposées par les conditions particulières du chantier.

17.5.3.6. Assainissement

L'évacuation des eaux pluviales ou usées incombe au Titulaire pendant toute la durée des travaux.

Cet assainissement doit s'effectuer dans les conditions réglementaires. Les dispositions techniques doivent être soumises à l'agrément du Maître d'Œuvre et dans le cas de rejet dans les réseaux publics, aux services techniques des communes concernées et du Conseil Général.

Le Titulaire ne pourra déverser dans les ouvrages publics que les eaux débarrassées de tous dépôts solides.

Le Titulaire ne pourra arguer de l'absence du réseau d'assainissement desservant le ou les terrains pour se dérober à ses obligations.

Pour ce qui concerne la démolition des ouvrages hydrauliques d'assainissement / drainage, le Titulaire devra s'assurer au préalable du rétablissement des écoulements dans d'autres ouvrages et de l'absence de risque d'inondation des chaussées en circulation.

17.5.4. Nuisances et dommages causés aux tiers

Le Titulaire prendra toutes les dispositions nécessaires pour que les bâtiments, chaussées et ouvrages divers, situés à proximité de ceux à déconstruire ne subissent pas de désordre, même léger, du fait des travaux de déconstruction. Le Titulaire supportera toutes les conséquences des désordres qu'il aurait causés.

Une attention particulière sera apportée aux nuisances engendrées par le chantier aux riverains. Ainsi, le Titulaire devra prévoir des mesures permettant de limiter celles-ci et notamment en ce qui concerne la poussière et le bruit.

Dans le cas de travaux de démolition dégageant des poussières, le Titulaire aura à prendre toutes mesures pour éviter la propagation de ces poussières, par mise en place d'écrans en bâche, film vinyle, arrosage des gravats, etc.

Le Maître d'œuvre se réserve toutefois le droit, si les dispositions prises lui semblent insuffisantes, d'imposer au Titulaire de prendre des mesures de protection complémentaires.

Le Titulaire prévoira toutes les modalités de protections nécessaires à la déconstruction, y compris la protection de la parcelle voisine et de ses occupants. Le Titulaire devra notamment à minima prévoir un périmètre sécurité côté riverain à définir.

Le Titulaire devra en permanence maintenir le passage d'accès à la maison praticable.

Le Titulaire prendra toutes les dispositions nécessaires au respect des règles de sécurité liées à ces opérations de démolition (ainsi qu'à la protection contre les émissions de poussières pouvant nuire à l'environnement ou à la circulation).

17.6. ETAT FINAL ATTENDU APRES DEGAGEMENT DES EMPRISES

L'emprise du projet sera nettoyée afin d'éliminer tout dépôt incontrôlé de matériaux de toute nature (ferrailles, carcasses diverses, immondices, tas de terre et de matériaux divers, blocs rocheux, murets en pierres sèches...). Les produits de nettoyage seront chargés et évacués en décharge contrôlée ou éventuellement stockés en vue de leur réutilisation à la demande du Maître d'œuvre (cas de blocs rocheux, par exemple). Le nettoyage des emprises est inclus dans les prix du marché et notamment dans les prix de débroussaillage, d'installation de chantier, de démolitions diverses.

Il est rappelé par ailleurs que le Titulaire a la garde du chantier et en particulier en termes de prévention de dépôts incontrôlés réalisés par des tiers.

Le nettoyage inclus dans les prix de dégagement d'emprise en zones déjà déboisées, comprend notamment l'évacuation en décharge du paillage réalisé avec les produits du broyage des végétaux lors du déboisement préalable.

18. INJECTION DE TERRAIN

Le présent chapitre définit les spécifications techniques à appliquer pour la réalisation des deux planches d'essai visant à déterminer les produits et paramètres optimaux pour le traitement de la formation d'éboulis fluvioglaciers du secteur de Balières (FGb).

Les procédures d'exécution, de suivi et de contrôle sont proposées par le Titulaire et soumises au visa du MOE.

Les opérations d'injection, le matériel et les matériaux mis en œuvre et l'assurance de la qualité doivent être conformes à la norme NF EN 12715.

18.1. TEXTES NORMATIFS

Normes applicables pour ces travaux :

- Norme NF EN 12715 P94-330 relative à l'exécution des travaux géotechniques spéciaux, Injections, AFNOR, Octobre 2000.
- Norme NF EN 12716 P94-331 relative à l'Exécution des travaux géotechniques spéciaux, Colonnes, panneaux et structures de sol-ciment réalisés par jet, AFNOR, Octobre 2001.
- Norme NF EN 1008 relative à l'eau de gâchage pour bétons - Spécifications d'échantillonnage, d'essais et d'évaluation de l'aptitude à l'emploi, y compris les eaux des processus de l'industrie du béton, telle que l'eau de gâchage pour béton, juillet 2003.
- Norme NF EN 934-2 relative aux adjuvants pour béton, mortier et coulis - Partie 2 : adjuvants pour béton - Définitions, exigences, conformité, marquage et étiquetage, août 2012.
- Norme NF EN 197-1 relative au ciment - Partie 1 : composition, spécifications et critères de conformité des ciments courants, avril 2012.

La norme NF EN 12715 P94-330 comporte également d'autres références normatives qui sont aussi applicables dans le cadre des travaux d'injections.

Les recommandations de l'AFTES, notamment celle publiée à la revue TOS mars-avril /mai-juin 2006 : « Conception et réalisation des travaux d'injection des sols et des roches ».

Les notices techniques de l'Inspection Générale des Carrières :

- la notice technique de l'IGC en date du 15/01/03 « Travaux de consolidations souterraines exécutés par injection pour les carrières de Calcaire Grossier, de gypse, de craie et les marnières »,
- la notice technique de l'IGC en date du 06/01/03 « Injection gravitaire, clavage et traitement des fontis préalables à la mise en œuvre de fondations profondes de type pieux ou micropieux de type supérieur ou égal à II en zone sous minée par d'anciennes carrières souterraines ou à ciel ouvert »,
- la notice technique de l'IGC en date du 31 Janvier 2016 « Travaux d'injection des anomalies liées à la dissolution du gypse antéludien ».

Le vocabulaire employé dans le présent livret fait référence aux termes utilisés dans les différentes normes et recommandations mentionnées ci-dessus.

18.2. MATERIAUX

18.2.1. Eau de gâchage

L'eau de gâchage des coulis satisfait aux exigences de la norme NF EN 1008.

L'eau doit être reconnue potable pour la préparation des coulis car elle ne doit pas contenir d'impuretés qui affectent la prise, le durcissement ou la durabilité du coulis.

Le Titulaire fournit au minimum une fois, au démarrage du chantier, une analyse de l'eau utilisée dans la composition du coulis et doit contrôler régulièrement la qualité de cette eau à la satisfaction du MOE. Les résultats des contrôles sont conservés dans le dossier de suivi des coulis.

18.2.2. Coulis d'injection à base de ciment / planche d'essai hybride ou secondaire

18.2.2.1. Ciments

Les ciments utilisés pour le coulis d'injection doivent répondre aux spécifications de la norme NF EN 197-1 et bénéficier de la marque de conformité CE, et doivent être marqués « NF-Liants hydrauliques ».

Le mélange de ciments de types différents ou de ciments de différentes sources n'est pas autorisé.

La livraison, le transport, le stockage et les contrôles à la réception des ciments doivent être conformes aux exigences du Fascicule 3 DU CCTG – TRAVAUX.

La plupart des catégories de ciment CEM I et II et CEM IIIB ou C, peuvent être utilisées, à l'exception des ciments alumineux ou ciment fondu, incompatibles avec les bentonites.

Pour les applications à faible dosage en liants, il est préférable d'employer des ciments CEM III, moins susceptibles à un défaut de prise en présence d'inhibiteurs.

Les adjuvants sont autorisés. Le mélange effectivement testé sur site devra être scrupuleusement consigné pour pouvoir être reproduit le long du tracé en cas de succès.

Le dosage des constituants (rapport C/E de 0,12 à 1,5) varie en fonction de la nature du ciment utilisé et de la résistance mécanique recherchée. Dans notre cas, c'est essentiellement la réduction de la perméabilité qui est recherchée.

18.2.2.2. Adjuvants

Fumée de silice

L'addition de fumée de silice en tant qu'adjuvant stabilisant est admise. Le dosage est limité à maximum 10% du poids du ciment.

Bentonite

L'addition de bentonite en tant que stabilisant est admise.

La bentonite est sodique et présentera des caractéristiques permettant son utilisation avec du ciment.

Il peut être effectué des modifications de bentonite afin d'optimiser l'injection. Ces modifications de composition ne peuvent être effectives qu'après accord du Maître d'œuvre.

Les bentonites à privilégier seront des bentonites « naturelles », des argiles smectiques dans lesquelles prédomine le constituant "Montmorillonite". Selon leur nature, leur gonflement apparent en présence d'eau varie de 3 à 25. Elles sont livrées sous forme de poudre avec un refus de 2 à 4% au tamis 200 ASTM et présentent généralement 80-85 % de grains inférieurs à 2 microns.

Les principaux types de bentonites naturelles sont :

- Les bentonites calciques avec un taux d'hydratation de 3 à 7 fois leur volume solide.
- Les bentonites sodiques avec un taux d'hydratation de 12 à 18 fois leur volume solide.

Le Titulaire doit fournir la courbe granulométrique du matériau employé.

Pour la préparation des coulis comportant de la bentonite, elle doit être introduite en premier lieu dans l'eau de gâchage, avant tout autre composant. Lorsque le dispositif de préparation ne permet pas l'hydratation convenable de la bentonite, le Titulaire doit procéder à une hydratation de quelques heures avant emploi.

Superplastifiants

L'addition de superplastifiant est admise. Le dosage est limité à 1-2% du poids du ciment.

Accélérateurs

Des accélérateurs peuvent être utilisés pour accélérer le temps de prise.

18.2.2.3. Composition

Les coulis d'injection sont normalement fabriqués à base de ciment seul ou avec du ciment plus addition de bentonite et éventuels adjuvants et accélérateurs.

La composition du coulis pressentie pour la planche d'essai « hybride » sera proposée par le Titulaire dans la procédure pour approbation par le MOE.

Le coulis de base doit être caractérisé par sa viscosité Marsh, sa décantation, son temps de prise et sa résistance RC à 28 jours. Des essais d'étude et de convenance sont organisés pour chaque type de coulis envisagé, ainsi qu'un plan de contrôle lors de la mise en œuvre.

18.2.3. Coulis d'injection de type gel de silice / planche d'essais principale et secondaire

Les gels de silice de type organique sont interdits.

Le produit d'injection à tester est du type Mapejet System N 1 + 3% de N 2 ou équivalent. Ce mélange a été testé en laboratoire. Il peut être adapté pour les conditions de site.

Les adjuvants sont autorisés.

La pression d'injection nécessaire estimée est entre 0,10 et 0,85 bars. Elle pourra être adaptée sur site. Les pressions d'injection (et toute autre opération attenante éventuelle) devront être scrupuleusement consignées pour pouvoir être reproduites le long du tracé en cas de succès.

Le mélange et la mise en œuvre du produit seront effectués à l'aide de malaxeur à axe vertical et d'injecteurs de type standard.

Le délai de durcissement est d'environ 1 heure, mais il reste fonction des températures et des conditions particulières du terrain.

Toute remarque et/ou observation devra être scrupuleusement renseignée dans le rapport de fin de mission rendant compte du déroulement des essais et des résultats.

Le Titulaire doit respecter un délai pour utilisation (DPU) de 75 % du temps de prise, lequel ne dépasse pas 45 min à 20°C.

Le Titulaire identifie le dosage en eau de ses mélanges et vérifie le respect de ce dosage par des essais.

18.2.4. Autres matériaux

Dans le cas de matériaux non définis au présent livret, le MOE se réserve le droit d'imposer le respect des prescriptions des normes françaises ou européennes pour ce qui concerne la qualité des matériaux, leur respect des dispositions environnementales du Contrat, leur mode d'utilisation et les moyens de contrôle de leurs caractéristiques à l'approvisionnement et après emploi. Dans ce cas, le Titulaire est tenu de réaliser, à ses frais, les essais de contrôle.

18.3. CONDUITE ET SUIVI DES TRAVAUX

18.3.1. Pilotage du chantier

Le Titulaire est tenu d'affecter sur chantier et pendant toute l'exécution des travaux, le personnel nécessaire et qualifié par rapport à la réalisation des travaux d'injection, dont le présent chapitre fait l'objet.

Les activités à réaliser pour le suivi correspondent au minimum aux tâches suivantes :

- interlocuteur du Maître d'œuvre mandaté par le Titulaire et porteur de l'autorité pour prendre des décisions ;
- participation aux réunions de chantier et autres ;
- pilotage technique du chantier ;

- collecte des données brutes de forage-injection et transmission journalière (format papier et numérique) des paramètres de forage et d'injections à la Maîtrise d'Œuvre ;
- bilan des mesures de contrôle AQ/QC ;
- synthèse et analyse des paramètres d'exécution du forage et d'injection ;
- interprétation du système de trajectographie et définition des travaux de reprise (forage et injection) ;
- établissement du programme journalier de travaux et projection hebdomadaire ;
- établissement d'un rapport journalier des activités de forage et d'injection ;
- mise à jour de l'avancement des travaux et fourniture hebdomadaire des documents récapitulatifs :
 - avancement des travaux de forage et injection,
 - suivi altimétrique des déplacements et seuils critiques.

18.3.2. Programme des travaux

En complément des informations demandées pour la procédure d'exécution, un dossier comportant à minima les éléments suivants, doit être remis au MOE pour visa avant commencement des travaux d'injections :

- le programme de perforation et d'équipement des forages, comprenant a minima :
 - l'implantation des forages,
 - les numéros des forages et leur ordre d'exécution,
 - leur inclinaison et leur longueur,
 - leur pré-équipement (sas) à mettre en place dans le cas de forte pression d'eau,
 - le type de perforation,
 - le tubage simultané du trou de perforation ou non,
 - le fluide de perforation,
 - le type d'outil (taillants, tricône),
 - le diamètre de l'outil et des tiges,
 - l'équipement prévu pour l'injection (obturbateurs, tube à manchette, ...) ;
- le programme d'injection, comprenant a minima :
 - le numéro des forages,
 - les phases ou les tranches de traitement,
 - la nature et les caractéristiques des coulis prévus,
 - la durabilité des matériaux,
 - les spécifications de fabrication et de contrôle des coulis,
 - les dispositions prévues en fonction des sujétions liées à l'environnement,
 - le type et la longueur de ou des obturbateurs,
 - les seuils d'arrêt prévus : pression de refus ou quantité maximale par passe, rejet du coulis (viscosité maximale, temps d'utilisation) ;
- les vues en plan et en coupes de tous les forages à l'échelle 1/100^{ième}, figurant la géologie estimée, le niveau de la nappe, les travaux prévus et les limites du traitement ;
- la procédure d'exécution préconisée ;
- un métré prévisionnel des forages au global et par zone ;
- un programme récapitulatif (format Excel) indiquant par ordre chronologique, par zone et par type de travaux (consolidation ou étanchement) : dates de forage, dates des différentes phases d'injections.

18.3.3. Suivi de réalisation

Un tableau de synthèse est utilisé en phase d'exécution par le Titulaire et transmis au MOE. Le format de ce document est soumis au visa du Maître d'œuvre.

Un rapport journalier est présenté et transmis sous format papier et informatique le jour même par le Titulaire. Celui-ci comprend le rapport de perforation et d'équipement des forages et le rapport d'injection

tels que décrits ci-dessous. De plus, il comprend les quantités exécutées complétées des matériaux consommés, le matériel avec le temps d'utilisation, la main d'œuvre par poste avec les qualifications, les incidents, leurs causes et les remèdes.

En outre, le Titulaire fournira au MOE le rapport de restitution pour chacune des planches d'essai synthétisant les récapitulatifs (tableaux et graphiques) des travaux exécutés.

Rapport de perforation et d'équipement

Ce rapport doit contenir au minimum :

- les numéros des forages exécutés,
- la date et l'heure des forages exécutés,
- le personnel responsable,
- les observations du foreur,
- les modifications apportées au programme de perforation,
- la déviation mesurée dans les forages.

Les enregistrements et les interprétations des paramètres de forage sont annexés au rapport.

Rapport d'injection

Le rapport précise pour chaque forage, par tranche ou passe d'injection, au minimum les informations suivantes :

- le numéro d'identification du forage,
- le numéro d'identification de la presse d'injection,
- la date, l'heure et la durée d'injection,
- le personnel responsable,
- le positionnement de l'équipement d'injection (obturateurs, tube à manchette, ...),
- la recette et les paramètres (viscosité, température, etc.) du coulis injecté,
- l'évolution de la pression et du débit en fonction du temps (graphique),
- la quantité injectée,
- le seuil d'arrêt appliqué,
- les observations lors de la mise en œuvre des injections et les incidents divers (connexions entre les forages, fuites, ou autres incidents).

Les enregistrements et les interprétations des paramètres d'injection sont annexés au rapport.

18.4. METHODES ET PROCEDURES D'EXECUTION DES TRAVAUX

18.4.1. Procédures

Le Titulaire devra fournir avant tout démarrage d'opération de forage et d'injection, des procédures descriptives distinctes des méthodes et objectifs pour chacune de deux planches d'essais.

Les procédures devront être aussi détaillées que possible et contenir (liste non exhaustive) :

- La description du matériel qui sera acheminé et employé sur site ;
- La liste des intervenants avec CV des personnes clés ;
- Le phasage des opérations (y compris reconnaissances préliminaires, essais de contrôle, injections, etc...) ;
- La méthodologie de mise en œuvre ;
- La description des essais de contrôle ;
- Les objectifs de la planche d'essai ;
- Les REX éventuels de chantiers comparables ou d'expériences utiles ;
- La prise en compte du contexte amiantifère, conformément aux prescriptions du chapitre 16.

18.4.2. Préparation du site

Le site retenu pour l'emplacement des deux planches d'essai requiert une préparation préalable. Notamment, des pistes d'accès sont à aménager, certainement du débroussaillage et du nivellement pour réaliser les planches aux emplacements retenus et stocker le matériel nécessaire à leur bonne réalisation.

Ces opérations sont à la charge du Titulaire.

18.4.3. Devoir de conseil

Le Titulaire s'appropriera les méthodes et procédures prévues au présent CCTP. En particulier, elle pourra soumettre au MOE les adaptations de méthode et de produit qu'elle juge pertinentes, compte-tenu des objectifs du présent marché, et des conditions géotechniques décrites au §3.2. Notamment les produits d'injection eux-mêmes peuvent-être adaptés par le Titulaire. La réalisation des planches d'essai s'inscrit dans le cadre d'une mission G3 - Suivi géotechnique d'exécution au sens de la norme NF P 94-500.

18.4.4. Critère de réception

Pour l'étanchement, une réduction minimale de la perméabilité d'un facteur 100 (équivalent à environ 10^{-7} m/s). Le contrôle de l'efficacité est à réaliser par essais d'eau de type Lugeon depuis des forages réalisés depuis la surface.

Les critères d'arrêt en termes de volume et de pression seront fixés par le Titulaire dans les procédures et fiabilisés à l'issue des planches d'essais.

18.4.5. Dispositions particulières pour la réalisation des forages

18.4.5.1. Généralités

Les équipements de forage sont dimensionnés pour satisfaire aux caractéristiques de porosité des terrains à traiter (dimension et fréquence des fissures, joints ou discontinuités).

Les travaux de forage font l'objet d'un enregistrement des paramètres, permettant une analyse en temps réel du résultat des travaux afin d'optimiser les critères de traitement.

Ces enregistrements de paramètres et cette analyse font l'objet d'un récolement selon un processus décrit au PAQ du Titulaire.

18.4.5.2. Paramètres de forage

Le forage fait l'objet d'un enregistrement en continu des paramètres suivants :

- la vitesse d'avancement instantanée sur deux échelles de sensibilité,
- la poussée sur l'outil,
- la pression du fluide de per-exécution du forage,
- la pression de retenue,
- le couple de forage,
- l'énergie de percussion réfléchie (en percussion).

Cet enregistrement est analogique et numérique. Il fait l'objet d'un traitement informatique en vue de préciser la nature des terrains et le type du traitement. Les données doivent être exploitables et transmises chaque jour à la Maîtrise d'œuvre. L'interprétation et la synthèse doivent être transmises en temps réel à la Maîtrise d'œuvre.

18.4.5.3. Réalisation des forages

L'outil de forage est mis en place au droit des repères préalablement implantés par le Titulaire. L'inclinaison du mât de forage est contrôlée par un niveau à bulle et l'azimut à l'aide d'une boussole adaptée.

L'ordre d'exécution des forages, le maillage d'exécution du forage et leur évolution, le contrôle de la déviation des forages sont à soumettre au visa de la Maîtrise d'œuvre.

Le programme de per-exécution du forage par zone doit préciser :

- les numéros de forage,
- le diamètre et les caractéristiques de l'outil,
- la longueur des forages,
- les longueurs d'équipements (tubes à manchettes, tubes lisses) ou de la passe de per-exécution du forage,
- la nature et la pression maximale du fluide de perforation,
- les consignes particulières.

Le rapport de perforation comporte les travaux effectivement réalisés. Les observations, les pertes de fluide, les incidents de perforation sont indiqués.

Les perforations seront exécutées exclusivement à l'aide de sondeuses rotatives avec circulation d'un fluide thixotrope et non colmatant de densité suffisante pour maintenir les parois de forage.

Les forages seront exécutés depuis la surface et pourront être réalisés de jour au moyen de machines à moteur thermiques répondant aux normes en vigueur sur les émissions de bruit et de gaz nocifs pour l'environnement.

Les déblais de forage seront évacués par la circulation de ce fluide. Cette boue sera filtrée en permanence au moyen d'un tamis vibrant, reconditionnée et dessablée, à l'hydrocyclone si besoin est, puis recyclée. En cas de pertes systématiques ou de très mauvaise tenue du terrain, la boue sera transformée en coulis par ajout de ciment afin de créer un cake résistant et pré-remplir utilement les gros vides.

Au cas où ces procédés seraient inopérants, le tubage simultané au forage sera employé.

L'attention est attirée sur le fait que les boues seront potentiellement contaminées par de l'amiante. Les boues seront stockées provisoirement dans une fosse à proximité des chantiers. L'évacuation en décharge « agréée amiante » est peut-être à prévoir si un comblement sur place n'est pas retenu.

L'équipement des foreurs devra également être adapté en conséquence.

Le forage des bétons, maçonneries ou terrains durs, si nécessaire, sera assuré par l'incorporation d'un marteau "fond de trou" dans le train de tige ou par tout procédé plus efficace et moins bruyant.

La plus grande précision devra être recherchée dans l'implantation des forages dont la déviation devra être strictement limitée, le PAQ précisera la tolérance, les modalités de son contrôle et les dispositions en cas de dépassement de la tolérance. La procédure d'exécution intégrera les moyens mis en œuvre (pressions, rotations, vitesse, etc.), les matériaux retenus, le mode d'exécution, les moyens de contrôle et la gestion des rejets.

Des contrôles auront lieu au cours des travaux de terrassement. Un écart maximal de 35 mm par mètre sera toléré entre la position théorique et la position réelle constatée.

18.4.5.4. Equipements de forages

Après chaque fin de forage, il sera procédé à son équipement par un tube en matière plastique à manchettes dans la zone à injecter raccordés à l'orifice par un tube lisse de même nature et de même diamètre intérieur d'au moins 40 mm afin de pouvoir utiliser indifféremment des obturateurs à coupelles ou gonflables.

Les tubes devront être indéformables par les pressions internes ou externes subies. Les filetages seront assez résistants pour rendre tout déboîtement impossible.

Les manchettes en caoutchouc souple seront fixées sur les éléments de 0,25, 0,33 ou 0,50 m de longueur, en plastique, et pouvant être vissés entre eux, par des bossages moulés de part et d'autre des lumières d'injection.

Mode d'équipement suggéré : tubes PVC munis de packers injectables et de manchettes $e=0.50m$, permettant le gonflage des packers et le traitement des tranches (intervalle entre packers).

Ces tubes seront scellés au terrain dès la fin de leur mise en place, par substitution de la boue de forage par un coulis de bentonite ciment formant un coulis de gaine. Ce coulis devra être judicieusement dosé pour éviter des pressions de "claquage" trop importantes lors des injections ultérieures.

18.4.6. Dispositions techniques particulières pour injections au coulis de ciment pour étanchement et/ou consolidation des terrains

18.4.6.1. Généralités

Les travaux d'injection (base consolidation) sont effectués à l'aide de coulis de ciment, présentant les propriétés définies au paragraphe 18.2.

Les critères de traitement applicables sont à définir par le Titulaire en vue de couvrir les objectifs définis ci-avant.

La cadence d'injection est ajustée en fonction de la pression autorisée, de sorte à optimiser le délai de réalisation sans pour autant compromettre le résultat des travaux.

Le débit Q retenu par le Titulaire doit assurer que l'objectif du traitement et que les critères précédents sont respectés.

Les travaux d'injection font l'objet d'un enregistrement des paramètres, permettant une analyse en temps réel du résultat des travaux afin d'optimiser les critères de traitement.

Ces enregistrements de paramètres et cette analyse font l'objet d'un récolement selon un processus décrit au PAQ du Titulaire.

18.4.6.2. Injection

L'injection directe à l'obturateur de terrain est déconseillée dans certains cas à cause du contournement et des pertes de coulis et de matériel.

Dans le cadre de travaux d'injections sous nappe au travers d'un Preventer, la mise en place d'équipements d'injection en forage peut être remplacée par une injection directe du terrain sans équipement par passes de 1 m avec attente de prise du coulis puis forage du coulis entre chaque passe.

Le rapport d'injection indique les travaux effectivement réalisés avec les quantités injectées pour chaque tranche (intervalles entre packers). Les observations concernant les séquences d'injection, les types de coulis utilisés et les anomalies (pression anormalement basse et les résurgences ou pertes) sont nécessairement indiquées

18.4.7. Dispositions techniques particulières pour injections au gel de silice

Pour des questions de sécurité et d'efficacité, le Titulaire réalise tous les forages d'injection après installation de tubes scellés. Ces tubes sont munis de vannes de sécurité, ce qui permet de réaliser le traitement et de procéder si nécessaire à une réexécution de certains forages.

En cas de venues d'eau et matériaux, un BOP (Blow Out Preventer) est installé pour permettre le traitement des premiers forages.

L'inter-distance entre forages est de 1,5m.

Le forage est réalisé par tranche de 1,0 m lors de rencontre de venues d'eaux ou de sable et l'injection de gel de silice est effectuée directement depuis l'outil de forage.

18.4.8. Dispositions techniques particulières pour la préparation des coulis de ciment

Le matériel de préparation devra permettre de fabriquer des coulis de qualité constante afin de transformer le terrain en une masse homogène, cohérente et étanche. Il devra répondre aux spécifications suivantes.

Les liquides et les poudres constituants principaux des suspensions et des coulis liquides seront stockés dans des cuves et silos étanches sur les chantiers importants. Les charges grossières comme les sables pourront être stockées à l'air libre sur des surfaces bétonnées et propres. Pour les petits chantiers, les liquides seront approvisionnés et stockés en fûts, les poudres seront conservées en sacs étanches.

Le centraliste devra disposer d'une aire de surveillance de l'ensemble des presses, où seront groupés les dispositifs de commande à distance des pompes et appareils de fabrication des coulis ainsi que les dispositifs de contrôle des pressions, débits, quantités, par compteurs, enregistrements graphiques et manomètres.

La centrale sera raccordée aux réseaux d'électricité, d'eau potable et d'air comprimé, tous les frais étant à la charge du titulaire. Un téléphone reliera le centraliste aux points d'injection et au bureau de direction du chantier.

Le matériel devra être maintenu en parfait état de fonctionnement par un entretien suivi pendant toute la durée du chantier au moyen d'un personnel compétent et d'un stock important, à même le chantier et renouvelé, de pièces de rechange, de petites fournitures et d'outillages.

Un matériel d'écrament des poudres fera partie intégrante de la centrale d'injection, il permettra d'obtenir des granulométries minimales de l'ordre du micron.

Les silos seront équipés de vis sans fin et de bascules automatiques permettant un dosage précis des constituants des suspensions. Les pesées alimenteront un turbo malaxeur équipé de deux turbo pompes créant une haute turbulence (vitesse de rotation 2 000 à 3 000 tours minute) permettant une hydratation rapide des matériaux mis en œuvre. La bentonite ou le matériau le plus hydratable sera mis en œuvre en premier après remplissage à partir d'un doseur d'eau ; le ciment et les charges éventuelles seront hydratés et malaxés avec ce premier mélange.

Le coulis préparé sera envoyé dans un bac de reprise agité en permanence et ensuite dans un bac doseur branché sur l'aspiration d'une presse d'injection (un bac par pompe d'injection) relié à un compteur.

Tout cet ensemble sera automatique, la succession des opérations étant commandée par des électrodes de niveaux empêchant les débordements des bacs comme le manque de coulis à l'aspiration des presses.

Des pompes ou presses d'injection à pistons plongeurs opposés et à simple effet devront permettre d'obtenir des débits variables de 100 à 3 600 l/heure pour des pressions étagées de 0 à 10 MPa, par l'utilisation d'un convertisseur de couple hydraulique inséré entre le moteur électrique et la presse équipée d'un compte coups de piston. Ces pompes sont destinées à la mise en œuvre des suspensions et des coulis liquides.

Afin d'éviter la décantation des suspensions et la séparation des constituants des coulis liquides, un régime turbulent sera maintenu par l'utilisation de conduites de faible diamètre intérieur (21 mm maximum) jusqu'au point d'injection.

Le circuit de refoulement de chaque presse comprendra successivement jusqu'au point d'injection :

- une prise de pression à passage intégral sur laquelle seront fixés un manomètre 0/100 bars et une dérivation hydraulique transmettant la pression à un enregistreur graphique installé au tableau général de commande et de contrôle de la centrale d'injection,
- sur le lieu d'injection, un passage intégral avec manomètre de contrôle suivi d'un flexible haute pression à l'extrémité duquel sera vissé l'obturateur, gonflable ou à coupelles afin d'éviter les coincements et abandons de forages nuisibles à l'homogénéité des traitements. Une vanne de purge de la conduite permettra d'annuler les pressions en fin d'injection.

Les injections se font à l'aide d'obturateurs simples (packer) ou au moyen de tubes à manchette avec obturateur double et coulis de gaine ou bien avec des sacs obturateurs selon un espacement à définir par le Titulaire selon les conditions du terrain.

18.5. DISPOSITIONS TECHNIQUES PARTICULIÈRES POUR LE SYSTÈME D'ACQUISITION DES PARAMÈTRES D'INJECTION DE COULIS DE CIMENT

Le contrôle de la pression d'injection doit être fait au moyen d'un capteur de pression (ainsi qu'un manomètre à lecture directe) à la sortie de chaque pompe d'injection. Dans le cas où la distance entre les pompes et le point d'injection entraîne des pertes de charges, un capteur de pression doit être placé en ligne en tête de forage. Le dispositif placé en tête de forage doit comporter également un « T » muni d'une vanne de décharge.

Le débit d'injection doit être mesuré en ligne au moyen de débitmètres électromagnétiques.

La centrale d'injection doit être équipée d'un système informatisé assurant l'acquisition des paramètres d'injection (pression, débit, volume injecté), la gestion des critères de traitement prédéfinis et la restitution des données en temps réel.

Le centraliste devra disposer également d'un tableau ou schéma portant pour chaque tranche de chaque forage les natures, débits, pressions et quantités des coulis à injecter. Au fur et à mesure de l'injection, il complètera ce document en y mentionnant la quantité de coulis effectivement injectée, la pression maximale atteinte et la durée de l'injection de chaque tranche.

18.6. CONTROLE DE QUALITE DES TRAVAUX

18.6.1. Dispositions générales

Le Titulaire est tenu de procéder à ses propres contrôles internes de faciliter l'exécution des vérifications par le contrôle extérieur. Il est également tenu, à ses frais, de fournir les échantillons nécessaires et de mettre à disposition du personnel chargé de ces opérations ainsi que le matériel nécessaire.

Le contrôle de la pression d'injection ainsi que les circulations entre les forages permettent d'identifier les pertes de charges et d'adapter le choix et l'ordre des coulis à employer.

Ces travaux sont effectués avec un monitoring continu des paramètres d'injections (débit, volume, pression résiduelle), les résultats obtenus sont contrôlés par des essais in situ selon avis de la Maîtrise d'œuvre.

18.6.2. Essais de convenance

Des essais de convenance sur coulis sont effectués préalablement en prévision de l'emploi en fonction du programme des travaux et du risque redouté, au minimum 6 semaines avant la date anticipée de mise en œuvre du coulis concerné.

Les essais effectués sur chaque type de coulis comportent au moins 3 mesures.

Chaque type de coulis fait l'objet d'une fiche de convenance sur laquelle sont mentionnées toutes les caractéristiques du coulis testé.

Les travaux d'injection ne peuvent pas démarrer tant que les essais de convenance n'ont pas donné satisfaction.

Les essais de contrôle de convenance (initial) doivent comporter les opérations suivantes :

- mesure de cisaillement initial et évolution (viscosimètre coaxial S35 ou similaire),
- mesure de viscosité (au cône Marsh de Ø 4,75 mm),
- mesure de la densité des coulis (balance Baroïd),
- mesure de température
- mesure de ressuée des coulis de ciment à 3 heures éprouvette de 1 litre,
- mesure des résistances à la pression/filtration des coulis de ciment au filtre presse Baroïd,
- mesure de la résistance mécanique (compression simple) des coulis de ciment à 7 et 28 jours,
- mesure du temps de prise et de la durée pratique d'utilisation.

Une attention particulière doit être portée à l'influence de la température de mise en œuvre sur la viscosité et le temps de prise des coulis.

18.6.3. Contrôle en cours d'exécution

18.6.3.1. Approvisionnement

Lors des travaux concernés, le bon de livraison et la nature du produit doit être contrôlé à chaque livraison de matériaux.

18.6.3.2. Essais sur les coulis

Au démarrage de chaque plot d'essai, les contrôles suivants doivent être effectués :

- mesure de viscosité (au cône de Ø 4.75mm),
- mesure de la densité des coulis,
- mesure de ressuée des coulis de ciment à 3 heures, éprouvette de 1 litre,
- mesure du temps de prise,
- mesure de résistance mécanique par écrasement sur cubes ou cylindres (3 éprouvettes par coulis type).

18.6.3.3. Essais sur les gels de silice

Au démarrage du plot d'essai, les contrôles suivants doivent être effectués :

- mesure de viscosité (au cône de Ø 4.75mm),
- mesure de la densité des coulis,
- mesure du temps de prise,
- mesure de résistance mécanique par écrasement sur cubes ou cylindres (3 éprouvettes par coulis type).

18.6.3.4. Contrôle du matériel

Le matériel de dosage et les capteurs mis en œuvre dans les injections doivent être étalonnés avant le début des travaux.

Les opérations à effectuer dans le cadre des contrôles matériels sont au minimum les suivantes :

- contrôle des appareils de préparation des coulis deux fois par jour pour les coulis à base de ciment et deux fois par semaine pour les coulis à base de silicate ou résine :
 - contrôle des matériels de dosage pondéral,
 - contrôle des matériels de dosage volumétrique,
- contrôle du fonctionnement des presses d'injection au moins une fois par semaine :
 - contrôle de fiabilité des capteurs ou limiteurs de pression,
 - contrôle de la précision des débitmètres.

18.6.4. Documents de contrôle

18.6.4.1. Contrôle des quantités

Ce document est établi chaque jour par le Titulaire et synthétise par phase d'injection et par type de coulis :

- les quantités de produits approvisionnés et consommés,
- les volumes injectés,
- les autres fournitures consommées (tubage éventuel, coulis de gaine, etc.).

Il est inclus dans le rapport journalier transmis au MOE.

18.6.4.2. Contrôle du matériel

Le Titulaire rassemble les procès-verbaux de calibrage issus des contrôles prescrits en 18.6.3.4. Ils sont inclus dans le rapport journalier transmis au MOE.

18.6.4.3. Contrôle de qualité des produits et des coulis

Le Titulaire rassemble les fiches d'essais issues des contrôles prescrits en 18.6.3.2 et 18.6.3.3. Elles sont incluses dans le rapport journalier transmis au MOE.

18.6.4.4. Contrôle de la mise en œuvre

La synthèse des contrôles de l'efficacité du traitement de terrain détaillés dans ce chapitre est effectuée par le Titulaire et incluse dans le rapport mensuel transmis au MOE.

Suivant les résultats obtenus, le MOE se réserve la possibilité de faire procéder à des forages ou traitements complémentaires.

19. AUSCULTATIONS

Le présent chapitre décrit les prescriptions techniques liées à la fourniture, la mise en œuvre et l'exploitation de l'auscultation pendant les travaux.

Les auscultations à prévoir pendant les travaux sont décrits ci-après.

19.1. AUSCULTATIONS A PREVOIR

19.1.1. Suivi piézomètre

Le suivi des piézomètres précédemment installés dans les études antérieures sera assuré par le Titulaire pendant la durée des travaux.

19.1.2. Mesures environnementales

Des mesures acoustiques, de taux de poussières et du taux de fibres d'amiante dans l'air seront à réaliser aux abords de l'emprise travaux.

19.2. DOCUMENTS DE REFERENCE

Le Titulaire appliquera les textes normatifs et réglementations en vigueur, notamment :

- Norme NF P 94 500 – Missions d'ingénierie géotechnique – Classification et spécifications
- Recommandation GT32R2F1 – Caractérisation des incertitudes et des risques géologiques, hydrogéologiques et géotechniques, 2012
- Norme NF P94-157-2 - Sols : reconnaissance et essais - Mesures piézométriques - Partie 2 : sonde de mesure de pression interstitielle

19.3. ORGANISATION ET GESTION DE L'AUSCULTATION

19.3.1. Généralités

Le Titulaire a la responsabilité de l'organisation, de la mise en place, de l'entretien et de l'exploitation des systèmes de mesures définis dans le présent CCTP.

La mise en place des équipements, la réalisation des mesures et leur exploitation doivent être exécutées par un personnel spécialisé et agréé par le Maître d'œuvre.

Le Titulaire a la charge de mettre en œuvre, contrôler, entretenir, et si nécessaire renforcer le dispositif d'instrumentation mais également de collecter les mesures, les traiter et les exploiter en corrélation avec les paramètres d'avancement des travaux.

19.3.2. Présentation et disponibilité des résultats de mesure

Les mesures seront rassemblées dans une base de données définie en accord avec le MOE.

Les mesures sont remises avec l'heure exacte des mesures en heure et minute.

19.3.3. Format des données

L'ensemble des données d'auscultation devra être fourni :

- au format natif du logiciel correspondant ;
- au format Excel.

19.3.4. Sujétions sur les auscultations

Le Titulaire a à sa charge et à ses frais d'effectuer l'entretien et la maintenance des dispositifs d'auscultation pendant toute la période du marché.

Il doit en particulier :

- assurer l'étalonnage/vérification périodique de tous les appareils de mesures le nécessitant (capteurs, postes de lecture, etc...),
- assurer la protection physique des dispositifs vis-à-vis des agressions extérieures,
- assurer le nettoyage et l'entretien périodique,
- remplacer à ses frais tout ou partie des matériels défectueux.

En cas de pannes, les dispositifs d'acquisition de données en continu doivent pouvoir être réparés, remplacé et remis en service dans un délai de 12h00 pour les appareils non intégrés au pilotage du chantier et 6h00 pour les appareils intégrés au pilotage du chantier.

Le Maître d'œuvre se réservant la possibilité à tout moment de vérifier les mesures faites par le Titulaire, celui-ci doit lui faciliter l'accès aux ouvrages et aux appareils du système de mesure.

Le Titulaire adapte son auscultation aux phénomènes extérieurs, comme la température et le trafic, pour s'affranchir au maximum de leurs effets. Cette contrainte est plus sensible pour le suivi des ouvrages de surface où le choix de la plage horaire pour effectuer les mesures avec régularité reste important. Le Titulaire peut mettre en œuvre une station météo locale. Elle ne peut en aucun cas se substituer aux exigences du CCAP sur le recueil des informations météorologiques. Le mode de collecte de ces données est soumis à l'avis du Maître d'œuvre et doit être arrêté dès les premières mesures.

Le Titulaire devra prendre en considération l'ensemble des contraintes liées à l'environnement dans lequel les auscultations et instrumentations devront être faites et les intégrer dans la définition des moyens à mettre en œuvre pour en garantir la précision et la fiabilité nécessaire au bon suivi des travaux. A noter que le visa du MOE sur les notes et plans d'exécution d'auscultations et d'instrumentation du Titulaire ne concerne que l'adéquation des méthodes de mesures par rapport aux exigences de la conception. La compatibilité de celles-ci avec les autres activités du Titulaire et l'impact potentiel sur celles-ci reste de sa seule responsabilité.

Le Titulaire démonte et remet en état toutes les structures utilisées en tant que support au terme de la période d'auscultation.

19.3.5. Dossier de récolement

Au titre du récolement, lors de la phase de préparation, le Titulaire soumet à l'avis du MOE le sommaire du DOE comportant au moins :

- les plans avec le repérage en X, Y, Z de tous les point de mesure ;
- les fiches techniques et agréments des capteurs utilisés ;
- le recueil des rapports d'interprétation hebdomadaires et mensuels ;
- les données brutes au format informatique natif, Excel et Autocad ainsi que les éventuelles formules de conversion en grandeurs physiques utilisées.

19.4. SPECIFICATIONS TECHNIQUES DE L'INSTRUMENTATION

19.4.1. Spécifications générales

Le Titulaire devra prendre les précautions nécessaires à la protection des appareils de mesures, ainsi que des leurs éventuels supports pour que ceux-ci ne soient pas endommagés lors des travaux en cours ou ultérieurs (chocs, arrachement de câbles, etc.) et pour que les prises de mesures ne soient interrompues à aucun moment. Dans le cas contraire, toute opération de maintenance ou de remplacement d'un équipement sera à sa charge.

19.4.2. Périodicité des mesures

Par défaut et sauf avis contraire du MOE, l'acquisition de données se fera par mesures automatiques.

La périodicité de l'acquisition automatique des mesures sera proposée par le Titulaire lors des études d'exécution en fonction des phénomènes attendus. Elle sera adaptée ultérieurement à l'évolution des grandeurs mesurées en accord avec le MOE.

Le dispositif d'acquisition automatique pourra être substitué par une station manuelle dans le cas d'impossibilité pratique d'installation sous réserve de l'accord du MOE.

La fréquence des relevés manuels sera alors adaptée en accord du MOE pour être réduite.

Dans le cas de capteurs isolés, sans dispositif automatique initial, la fréquence sera définie en accord avec le MOE.

19.4.3. Mesures de taux de poussières

Le Titulaire assure la mise en place et le suivi de mesures du taux de poussières aux abords des différents sites à ciel ouvert.

Les dispositions et spécifications réglementaires à respecter sont décrites dans la NRE.

19.4.4. Mesures piézométriques

Le Titulaire est en charge de réaliser l'inspection et le nettoyage des piézomètres disposés autour du site du projet (cf. 4.1.2), en plus des deux nouveaux piézomètres à installer.

L'ensemble des piézomètres est équipé de sondes automatiques. Il faudra vérifier leur capacité de transmission et de stockage des données.

La fréquence est d'1 mesure par heure.

19.4.5. Mesures topographiques en surface

Les matériels, leur configuration de pose et leur logiciel de calcul doivent permettre une précision de +/- 2 mm en X, Y et Z.

Le nombre de stations de référence est à limiter autant que possible.

20. REMISE EN ETAT ET NETTOYAGE FINAL

Pour le constat d'état, voir le paragraphe 11.3.

La remise en état des lieux et le nettoyage final se font dans les délais prévus au Marché.

Le Titulaire doit remettre en état les terrains qu'il a utilisés pour ses installations, ses aires de stockage, ses plates-formes de travail, que celles-ci soient ou non situées dans les emplacements mis à sa disposition par le Maître d'Ouvrage. En outre, la remise en état des lieux en fin de travaux comporte un nettoyage général des emprises et des zones d'occupation. Tous les déchets, matériels ou matériaux sans emploi sont ramassés et évacués en décharge publique.

Sont à la charge du Titulaire et réputés inclus dans ses prix, tous les frais concernant la remise en état des emplacements et notamment :

- un nettoyage général des terrains utilisés ; tous les déchets, matériels ou matériaux sans emploi (chutes de ferrailles ou de coffrage, bidons, pneus, sacs de ciment, etc.) sont ramassés et évacués en décharge publique, quelles que soient les difficultés d'accès pour leur récupération (tout enfouissement in situ est à exclure sous peine de pénalités pour non-respect des sujétions d'environnement),
- l'évacuation des constructions et installations de chantier, le démontage et l'enlèvement des ouvrages provisoires, y compris les blindages et fondations, situés à moins de 1,5 m sous le niveau du terrain restitué,
- l'enlèvement des matériaux constituant les plates-formes et les pistes, hors zone amiantifère, leur remise en œuvre soit en remblai, soit sur les zones de dépôts définitifs, la réalisation le cas échéant de purges et la mise en œuvre de matériaux sains de substitution, si les emplacements utilisés ont été souillés par le Titulaire,
- le modelage du terrain pour retrouver sa topographie initiale ou le modelage paysager prévu au marché,
- la végétalisation et le ré-engazonnement comme à l'état initial, y compris la restauration des arbres préexistants,
- tous les aménagements urbains (revêtements de sols, enrobés, plantations, signalisation de toute nature, éclairage urbain, mobilier urbain...) préalablement existants ou prévus au marché.

Les pistes d'accès réalisées en remblais en zone amiantifère sont conservées.

Le Maître d'œuvre se réserve la possibilité de demander en cours de travaux la conservation de tout aménagement pouvant être utile aux chantiers suivants.

La remise en état des lieux et le nettoyage général sont inclus dans les prix d'installation.

Un état des lieux en présence des mêmes personnes et organismes que pour l'état initial est effectué.