

---

PALAIS DE JUSTICE – PALAIS DE LA CITE NORD  
BÂTIMENTS B1 ET B5 – AMÉNAGEMENT DE LA FAÇADE OCCIDENTALE

MACROT LOT 04



CAHIER TECHNIQUE (CT) des lots :

LOT 4\_CE 6.3 FONDATIONS – COLONNES DE JET GROUTING

Indice 1

**TRANCHE OPTIONNELLE TRAVAUX INSECABLES ZONE 1**

Phase DCE

NOVEMBRE 2024 – Phase PRO-DCE



**LBA**

ARCHITECTURE  
& INGÉNIERIE

Conciergerie  
Palais de Justice

MACROLOT 04, CE 6.3 :

SOMMAIRE

|  |    |
|--|----|
| GENERALITES .....  | 1  |
| OBJET DU PRESENT DOCUMENT .....  | 1  |
| PREAMBULE.....   | 1  |
| CONSISTANCE DES TRAVAUX .....  | 2  |
| EXIGENCES REGLEMENTAIRES.....  | 3  |
| CLAUSES TECHNIQUES .....   | 4  |
| SPECIFICATIONS TECHNIQUES FONDATIONS.....                                | 4  |
| <br>   |    |
| 6.3 TRAVAUX DE REPRISES EN SOUS-OEUVRE.....                              | 8  |
| 6.3.1 PREPARATION .....  | 8  |
| 6.3.2 TERRASSEMENT, AFFOUILLEMENTS .....                                 | 11 |
| 6.3.3 OUVRAGES DE MAÇONNERIE .....                                       | 13 |
| 6.3.4 RENFORCEMENT/CONFORTATION DU SOL PAR PROCEDE DE JET GROUTING ..... | 14 |
| <br>   |    |
| INTERFACES, LIMITES DE PRESTATIONS : .....                               | 16 |

## GENERALITES

### OBJET DU PRESENT DOCUMENT

Le présent Cahier Technique (CT) a pour objet les prescriptions techniques particulières pour les lots 5 et 6 DEMOLITION, GROS ŒUVRE STRUCTURE , qui concerne l'opération « RESTRUCTURATION DU BATIMENT B5 DU PALAIS DE JUSTICE DE PARIS, SITUE SUR L'ILE DE LA CITE ET D'UNE PARTIE DU BATIMENT B6 ».

RAPPEL : Dans tous les cas, le titulaire du présent lot se doit de prendre connaissance de l'ensemble des prestations et de ce fait de l'ensemble des Cahiers Techniques (CE) et du Cahier des Clauses Techniques Communes (CCTC), formant la seule et unique opération « RESTRUCTURATION DU BATIMENT B5 DU PALAIS DE JUSTICE DE PARIS, SITUE SUR L'ILE DE LA CITE ET D'UNE PARTIE DU BATIMENT B6 ».

Le présent document ainsi que les documents contractuels, ne pouvant contenir l'énumération rigoureuse et la description détaillée de tous les matériaux, ouvrages, détails et accessoires, il reste entendu que seront compris, non seulement tous les travaux indiqués aux pièces du présent dossier, mais aussi ceux implicitement nécessaires au parfait achèvement de la construction, suivant toutes les règles de l'Art, les règlements et normes en vigueur, ainsi que les règles élémentaires de l'esthétique.

Le présent descriptif a pour but de faire connaître le programme de la construction et le mode d'exécution, il n'est pas limitatif.

### PREAMBULE

*à lire attentivement*

Le présent corps d'état comprend **l'ensemble des travaux de gros-œuvre en interface avec le sol**. Ils y sont rassemblés en raison des compétences spécifiques qu'ils requièrent et sont répartis en trois ensembles :

- **6.1.** Les travaux de **stabilisation de l'édifice**, pour partie millénaire (BET Equilibre Structures) ;
- **6.2.** Les travaux liés au **projet contemporain**, excepté l'ensemble qui suit (BET Khephren) ;
- **6.3.** Les travaux liés à la reprise en sous-œuvre de la zone dite « **façade occidentale** » (LBA Architecture et Ingénierie).

Ces travaux touchent par nature à la stabilité du monument et doivent être considérés en connaissance des contraintes et enjeux particuliers que constituent :

- **L'ancienneté de l'édifice**, bâti par itérations depuis le XI<sup>e</sup> siècle sur la base d'un palais carolingien situé à l'emplacement des vestiges antiques. Le palais été la résidence des rois de France qui l'ont peu à peu agrandi jusqu'en 1358, date à laquelle il possédait une emprise et une organisation équivalentes à celles des zones B5 et B6 actuelles. Il a été fortement transformé aux XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles à la suite d'incendies, puis entièrement restructuré au XIX<sup>e</sup> siècle pour atteindre la dimension et la forme que nous connaissons, au début du XX<sup>e</sup> siècle. Il s'agit ainsi d'un ensemble très ancien, agrégeant des constructions issues de nombreuses campagnes de travaux. Si l'histoire de la constitution de l'édifice et sa compréhension constructive sont plutôt bien documentées, comme en attestent les études et diagnostics joints au dossier, il est important de comprendre que ces connaissances restent partielles et relatives. L'entreprise devra garder à l'esprit que l'ensemble construit reste sensible et que ses comportements sont difficilement prévisibles. Il lui sera ainsi demandé de se saisir de ce premier enjeu **en s'appropriant les connaissances existantes et en prévoyant la mise en œuvre tous les moyens d'observation, de sondage, d'investigation, d'instrumentation, de modélisation qui lui paraîtraient adaptés à une meilleure compréhension constructive du monument**, avant, pendant et après les travaux. Ces moyens seront coordonnés avec la maîtrise d'œuvre dans la continuité des études réalisées à ce stade ;

- **Le contexte géotechnique** défavorable et partiellement appréhendé, en partie à l'origine des désordres observés. Les rapports géotechniques les plus aboutis menés dans le cadre des études mettent en évidence des phénomènes de stabilisation hypothétiques et précaires, justifiant un parti pris d'intervention lourd, qui vise à restructurer entièrement les sols des parties identifiées comme à consolider. « Nous pouvons supposer, du fait de la construction du Palais de Justice par phases successives et selon des durées de travaux relativement longues [...], que les terrains ont dû subir une consolidation dans le temps permettant d'établir progressivement un équilibre sous les charges mises en œuvre. Néanmoins, au vu des désordres observés, nous pouvons également supposer que l'équilibre de portance reste très limite et que le bâtiment nécessite un confortement de ses fondations » ([IC-14], G2- PRO TERRASOL, Octobre 2024, p.19). **L'objectif de l'intervention est la stabilisation à long terme d'un édifice aux usages multiples et essentiels à la vie de la cité**, ne pouvant souffrir de dégradations ou d'incapacités qui porteraient atteinte à ces usages
- **La très haute valeur archéologique** du site, étant donnée son importance historique, sa très grande valeur patrimoniale et le peu de fouilles archéologiques ayant pu être réalisées par le passé selon les exigences scientifiques actuelles. Aussi, *l'ensemble des interventions ayant pour résultat de porter atteinte au sol existant (traversée, remaniement, déblaiement) doivent être soumis au diagnostic et à l'avis du Service Régional d'Archéologie (SRA) de la Direction Régionale des Affaires Culturelles (DRAC)*. En principe, la fouille préventive qui sera prescrite comprendra l'ensemble des terrains amenés à être traversés ou remaniés par le projet, qui devront ainsi avoir été préalablement fouillés par les archéologues, de même que l'ensemble des opérations de déblaiement, qui seront en fait des fouilles réalisées par les archéologues eux-mêmes (i.e. un opérateur en archéologie préventive mandaté par le maître d'ouvrage). **Sauf prescription contraire du SRA, aucun terrassement ne sera donc directement réalisé par l'entreprise titulaire du présent lot.** Cette contrainte devra être intégrée aux propositions méthodologiques de l'entreprise, qui interviendra en interface constante avec les archéologues, ceci étant par exemple particulièrement dimensionnant pour les travaux de fondation à effectuer par passes alternées. Les délais estimatifs de fouilles joints au présent dossier sont ainsi donnés à titre indicatif, l'entreprise devra se coordonner au plus tôt avec l'ensemble des interlocuteurs concernés afin d'aboutir à une méthodologie adaptée.

## CONSISTANCE DES TRAVAUX

L'entrepreneur est chargé d'assurer la réalisation complète des ouvrages du présent CE. Ses prestations comprennent les travaux accessoires nécessaires découlant des études détaillées, même si ces travaux ne figurent pas sur les plans et documents. La localisation des ouvrages résulte des plans, coupes et détails établis par le Maître d'œuvre, le présent descriptif complétant ceux-ci pour ce qui concerne la nature des matériaux et leur mise en œuvre.

Les travaux du présent CE comprennent pour l'essentiel les éléments suivants, y compris toutes les sujétions qui s'y rapportent (liste non exhaustive) :

Pour le lot 6 :

- La réalisation de l'ensemble des travaux d'infrastructure et de fondations, sous les niveaux +30.30 de la zone du volume intérieur de la **Façade Occidentale**, en complément de travaux décrits dans le CE5.3, regroupant l'ensemble des travaux situés au dessus du niveau +30.30.
- La réalisation des installations de chantier spécifiques non prévues dans les installations générales et liées à la réalisation de ses ouvrages
- L'ensemble des tâches nécessaires à la réalisation des ouvrages de fondations des ouvrages de la zone
- L'ensemble des tâches nécessaires à la réalisation des confortations de sol par jet-grouting ou reprise en sous-œuvre liés aux travaux de la zone.
- Tous ouvrages ou moyens nécessaires à la protection des parements à forte valeur patrimoniale de la zone pendant les opérations de forages des colonnes de Jet-grouting.

Pour mémoire (cf Préambule ci-dessus), l'ensemble des terrassements, affouillements sous le niveau de l'assise basse des locaux (+30.30) seront réalisés par des archéologues et ne sont donc **a priori** pas dus au présent lot.

En complément elle devra les prestations suivantes communes à tous les lots :

- Les études, documents et plans d'exécution (comprenant plans, coupes, élévations, détails, etc.)
- La fourniture de toutes les fiches techniques, avis techniques, procès-verbaux, etc. nécessaires à la validation des ouvrages
- Le chargement, transport, déchargement à pied œuvre des matériaux constituant les ouvrages du présent lot
- L'interface avec les lots concernés par les ouvrages du présent lot
- Les protections provisoires de chantier nécessaires à l'intervention du lot
- Les protections individuelles et spécifiques au lot pour sécuriser son intervention durant le marché.
- La réception des supports par constat contradictoire entre les parties.
- La préparation des supports : nettoyage, dégraissage, si nécessaire
- La fourniture et la pose des ouvrages divers liés aux ouvrages concernés
- La protection des ouvrages achevés jusqu'à réception
- Tous les essais nécessaires et obligatoires avant réception, suivant DTU
- Le nettoyage hebdomadaire des zones d'intervention du présent lot.
- Le tri des déchets suivant les catégories connus
- Le repliement du lot et l'enlèvement de tous les déchets/gravats restants
- La fourniture des DOE au 1er jour des OPR
- Les compléments des DOE pour validation finale
- La signature du procès-verbal de réception
- La présence de l'entreprise titulaire durant la phase de GPA

## EXIGENCES REGLEMENTAIRES

Suivant CCTC.

En particulier :

### Documents normatifs généraux

L'entrepreneur devra se conformer à l'ensemble de la législation en vigueur et en particulier :

- Eurocode 1.2.2 : actions
- Eurocode 3
- Eurocode 5
- Règles C.B. 71, juin 1984 avec modifications depuis 1985
- Constructions métalliques : DTU 32.1
- Règles CM 66, additif 80
- Charges : règles NV 65-67 révisées 1984 normes NFP 06004.
- Règles DTU P 92-702- F.A (comportement au feu)

Les matériaux utilisés seront conformes aux normes homologuées correspondantes et en particulier:

- NFA 35.501 aciers de constructions d'usage général, nuances et qualités,
- NFA 49.501 tubes en profils creux étirés à chaud pour la construction,
- NFE 22.701 et 27.711 pour la boulonnerie HR.
- Respect des normes relatives aux assemblages par boulons à serrage contrôlé, en particulier : NFP 22460 à 22462, 22466, 22468, 22469, 27701 à 703.
- Respect des normes relatives aux assemblages soudés : NFP 22470 à 22472, NF 088-110, NFP 22-250 à NFP 22250, 22255, 22258.
- Préparation des pièces en atelier selon norme NFP 22.800

- Joints de soudage selon document de l'institut de soudure, réf. 79/61
- Sécurité Incendie, NFP 92-0702 méthode de prévisions par le calcul de comportement au feu des structures en acier et annexes.

### **Normes et documents techniques de référence pour les ouvrages de fondations et de reprise en sous-œuvre**

Les travaux seront exécutés selon les règles de l'art en conformité avec l'ensemble des règlements et normes suivants (liste non limitative).

#### **DTU**

- DTU : 13.2 : Fondations profondes
- DTU : 13.1 : Fondations superficielles

#### **NORMES**

- Pr NF P 94-261 Norme de justification des fondations - CFMS
- NF P 94-262 Normes d'application nationale de l'Eurocode 7
- 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.

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

Les normes NF EN 12715 P94-330 et NF EN 12716 P94-331 comportent également d'autres références normatives qui sont aussi applicables dans le cadre des travaux de Jet Grouting.

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 ».

Au cas où certains textes seraient modifiés en cours d'exécution des travaux, l'entrepreneur devra le notifier par écrit au Maître d'Ouvrage qui prendra la décision d'appliquer ou non la modification en fonction de ses incidences sur le prix et sur le déroulement de l'opération.

#### **Sécurité incendie**

Pour mémoire, Ppar référence à l'article CO12 du règlement de sécurité, la stabilité au feu des structures principales de l'établissement sera de degré 1½ heure au moins :

- Mise en place plafond CF 1h30
- structures SF 1h30

### **CLAUSES TECHNIQUES**

Suivant CCTC

### **SPECIFICATIONS TECHNIQUES FONDATIONS**

Confère §Prescriptions liées à la réalisation de jet-grouting / CE6

#### **Implantation - piquetage**

L'entrepreneur a à sa charge l'implantation.

Celle-ci est matérialisée par des repères rapprochés constitués par des tiges en laiton de section minimale 10 mm x 10 mm scellés dans des massifs de béton de 500 mm x 500 mm x 500 mm et protégés par des chaises.

La précision de l'implantation des repères rapprochés est de :

- 5 mm en plan
- 3 mm en altitude

La conservation des bornes, pôles et repères est à la charge de l'entrepreneur.

En cas de destruction d'un de ces pôles ou repères, celui-ci rétabli par un géomètre agréé par le maître d'œuvre aux frais de l'entrepreneur

L'entrepreneur établira à partir des documents généraux, un plan de piquetage général ou épure d'implantation, indiquant la position des repères. Il sera soumis au visa du maître d'œuvre dans les mêmes délais que le plan d'installation de chantier.

#### Le piquetage général :

Le piquetage général de l'axe de l'ouvrage à construire sera effectué par l'entrepreneur et à sa charge contradictoirement avec le maître d'œuvre avant le commencement des travaux et dans les conditions suivantes :

- Le maître d'œuvre notifie à l'origine du délai d'exécution, les documents généraux d'implantation des ouvrages.
- L'entrepreneur établira des documents généraux, un plan de piquetage général ou épure d'implantation.
- L'entrepreneur fournira les moyens et matériaux nécessaires, fabriquera les repères, vérifiera les éléments qui lui sont fournis et assurera le contrôle périodique des repères.

Il appartiendra ensuite à l'entrepreneur de faire exécuter et contrôler à ses frais tous les piquetages complémentaires nécessaires à la bonne exécution des travaux. Les cotes de nivellement seront repérées dans le repère précisé dans le dossier du canevas de base.

#### **Remise en état du terrain**

L'Entrepreneur du présent lot aura implicitement à sa charge la remise en état du terrain pour toutes les zones ayant été utilisées pour les installations de chantier, tant celles propres à son entreprise que celles de tous les corps d'état, ainsi que celles utilisées pour les installations communes.

Cette remise en état comprendra tous les travaux nécessaires de dépose et de démolition de tous ouvrages, tant en élévation qu'en surface, ainsi que la démolition de tous les ouvrages enterrés, et l'enlèvement de tous les gravois.

Ces travaux de remise en état devront restituer un terrain absolument libre.

Ces travaux sont à exécuter à la demande du maître d'œuvre, soit en une seule fois, soit par phases successives, en fonction du déroulement du chantier.

#### **Coulis pour les travaux de Jet Grouting.**

Le coulis obtenu doit répondre aux spécifications de la norme NF EN 12715 (Exécution des travaux géotechniques spéciaux – Injection).

#### Eau de gâchage

L'eau satisfait aux exigences de la norme EN 1008. L'eau doit être reconnue potable pour la préparation des coulis car elle ne doit pas contenir d'impuretés qui affectent de manière significative 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 et doit contrôler régulièrement la qualité de cette eau à la satisfaction du Maître d'œuvre. Les résultats des contrôles sont conservés dans le dossier de suivi des coulis.

Le rapport E/C est usuellement égal à 1,00. Un contrôle des propriétés du coulis est effectué au laboratoire et sur site à la centrale, avant démarrage des travaux, confère essais de contrôle et validation, décrits au Chapitre 6.

#### Adjuvants

L'emploi d'adjuvants fluidifiants / réducteurs d'eau peut être utilement envisagé, afin d'améliorer les propriétés du coulis de ciment, en particulier pour assurer les fonctions suivantes :

- Amélioration de la stabilité par réduction de l'eau libre, afin de réduire à minima la ressuée du mélange final sol / ciment,
- Augmentation de la résistance à l'essorage et au délavage des matériaux.

Les adjuvants utilisés doivent répondre aux spécifications de la norme NF EN 934- 2+A1.

L'emploi de chlorure de calcium et d'adjuvants chlorés n'est autorisé que dans les limites prévues par le DTU n° 21-4.

L'emploi d'adjuvants tels que réducteurs d'eau, stabilisateurs, plastifiants, d'étanchéité ou antidélavant dans les coulis, ne doit pas exercer d'action préjudiciable à leur qualité, notamment en ce qui concerne la régularité de prise et durcissement ainsi que sa résistance finale. Les substances utilisées ne doivent en aucun cas dégrader la qualité chimique intrinsèque des terres environnantes.

#### Autres matériaux.

Dans le cas de matériaux non définis au présent livret, le Maître d'œuvre 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 Marché, 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.

### **Contrôles particuliers Jet grouting**

#### Points d'arrêt.

Dans le cas où la qualité des travaux réalisés ne satisfait pas aux critères définis dans le présent document, le Titulaire est tenu de reprendre, à ses frais, les colonnes jusqu'à ce que les contrôles soient conformes au Marché, sans que le délai contractuel puisse être pour autant prolongé et sans que cela puisse donner lieu à réclamation.

Selon la sensibilité du terrain constaté (affaissement), il est imposé au Titulaire de respecter un phasage respectant un délai de consolidation des colonnes (primaires) avant réalisation des colonnes suivantes (secondaires), afin d'assurer la maîtrise des déformations (tassements).

Les renseignements concernant les traitements, recueillis et relevés par le Titulaire sont consignés dans un rapport journalier. Suivant les résultats obtenus, le Maître d'œuvre se réserve la possibilité de faire procéder à des forages ou traitements complémentaires

Localisation : Ensemble des colonnes.

#### Tolérances de déviation et de verticalité.

La technique de contrôle et de vérification est à définir par le Titulaire et à valider par le Maître d'œuvre.

En cas de déviation ou de réalisation de forage hors des normes définies aux présentes spécifications, le Titulaire doit respecter les dispositions correctives suivantes :

- Remplissage des forages et injection au coulis C/E  $\leq 2,0$ ,
- Reforage après 24 heures.

### **Réalisation des forages et essais de contrôle après exécution**

#### Équipement de mesure.

Le contrôle des travaux est effectué par enregistrement de paramètres de forage, chacune des machines doit être équipée d'un matériel numérique avec enregistrement sur carte mémoire avec lecture instantanée des données suivantes : vitesse instantané, couple, pression de l'outil, pression du fluide de forage, pression en fonction débit & pression en fonction du volume injection

#### Type de contrôle.

Des sondages de contrôle sont réalisés à la charge du Titulaire et sont effectués à raison d'un sondage par colonne d'essai et, en production, deux sondages par zone ou sur demande du Maître d'œuvre :

- Sondage destructif de contrôle avec pressiomètre (diamètre 63 mm),



- Sondage carotté de contrôle.

#### Points de contrôle.

Le contrôle des équipements et des travaux porte systématiquement sur les points suivants :

- Contrôle de l'implantation générale des travaux,
- Contrôle des repères implantés,
- Contrôle du positionnement des forages,
- Vérification du respect des tolérances.

#### Contrôle de continuité.

Le Titulaire assure l'efficacité du traitement réalisé et notamment de la continuité des colonnes et de la qualité de l'arase supérieure des colonnes (absence de ressuée), afin de garantir les fonctionnalités mécaniques de l'ouvrage créé et éviter des travaux additionnels au recépage.

- Contrôle qualité : Ces contrôles sont effectués par sondage carotté et prélèvements d'échantillons pour contrôle. Rc (7 j & 28 j).
- Contrôle de contact à l'avancement : Le contrôle du bon contact entre l'ouvrage et la tête des colonnes de jet grouting ou de compactage horizontal statique s'effectue par carottage.

#### Contrôle du diamètre de colonne

Le Titulaire doit prévoir une méthode d'auscultation non destructive permettant d'évaluer rapidement le diamètre de la colonne encore fraîche.

La méthode proposée est proposée à l'agrément du Maître d'œuvre. Deux solutions peuvent être proposées :

- La première, mécanique, est dite méthode du parapluie : elle consiste à déployer (à plusieurs niveaux) un appareillage dans l'axe de la colonne liquide à l'aide de la foreuse, jusqu'à rencontrer le terrain. Au moins 4 à 5 mesures doivent être réalisées par ml de colonne,
- La seconde, géophysique, est dite méthode du « cylindre électrique » ou équivalent : cette méthode consiste à mesurer la résistivité électrique du milieu autour d'un forage réalisé dans une colonne encore fraîche. Elle permet d'évaluer rapidement le diamètre de la colonne en estimant la frontière entre la colonne dont la résistivité est faible et le terrain en place, moins conducteur. Avant de retenir cette méthode, le Titulaire doit avoir réalisé des étalonnages dans le terrain.

Nota : la prestation comprise dans le prix global et forfaitaire.

#### Contrôle de la préparation du coulis

Les matériaux doivent répondre aux stipulations exposées au chapitre II des Normes

Européennes et Recommandations de l'AFTES, concernant les travaux d'injection.

Les opérations à effectuer dans le cadre des contrôles matériels au moins une fois par semaine sont :

- Contrôle des matériels de dosage pondéral,
- Contrôle des matériels de dosage volumétrique.

Nota : la prestation comprise dans le prix global et forfaitaire.

## 6.3 TRAVAUX DE REPRISES EN SOUS-OEUVRE

### 6.3.1 PREPARATION

#### 6.3.1.1 Installations de chantier

#### Avertissement concernant les installation de chantier :

##### ***Installations de chantier liées au jet-grouting***

L'entreprise proposera des emplacements de stockage des matériaux approvisionnés avant commencement des travaux, lesquels sont soumis à l'approbation de l'OPC et du maître d'œuvre. L'entreprise aura à sa charge l'aménagement desdits emplacements, lesquels doivent assurer la conservation parfaite des matériaux jusqu'au moment de leur utilisation. La prise en charge des installations spécifiques liées au *jet-grouting* comprend :

- L'optimisation des installations au vu des surfaces d'emprises limitées. Le stockage des poudres en silos doit être optimisé en considérant un flux d'approvisionnement journalier ou *a minima* 3 jours par semaine.
- Pour les opérations d'injection, le plan général de traitement des rejets (*spoils*) produits par le *jet-grouting* avec les moyens de captage des rejets pendant le *jet-grouting*, la caractérisation, le traitement et l'évacuation du spoil, qui seront à soumettre à l'approbation de l'OPC et du maître d'œuvre ;
- L'ensemble des études nécessaires à la synthèse des installations de chantier, comprenant la fourniture de plans et coupes des installations spécifiques de chantier à l'échelle 1:100 ainsi que de l'ensemble des détails nécessaires à l'échelle 1:20, et leur mise à jour suite aux réunions de synthèse auxquelles l'entreprise devra participer, suivant les demandes de l'OPC et de la maîtrise d'œuvre ;
- La mise en place de l'ensemble des installations de chantier spécifiques elles-mêmes, suite à la validation de la méthodologie proposée par l'ensemble des interlocuteurs concernés, la maîtrise d'ouvrage et l'Architecte en Chef. Pour ces installations, voir le détail des **prescriptions liées la réalisation de *jet-grouting*** ci-après.

##### ***Usage de la Seine pour les travaux de jet-grouting***

Le présent dossier prévoit la possibilité d'utiliser le transport fluvial pour les travaux de *jet-grouting*, qui nécessitent des volumes d'approvisionnement et d'évacuation très importants de matériaux pour partie non-solides. Ceux-ci paraissent difficilement gérables par transport routier. Si l'entreprise reste libre de proposer une méthodologie différente, le choix de l'usage de la Seine impliquera d'intégrer à son offre :

- La prise de contact avec *Voies Navigables de France (VNF)*, gestionnaire des voies navigables de la Seine, et *HAROPA Port Paris Seine (Haropa)*, agence portuaire en charge de la gestion des berges, pour validation des dispositions prévues. L'ensemble des démarches à effectuer auprès de ces deux interlocuteurs est à la charge de l'entreprise, de même que la fourniture de l'ensemble des études qui pourraient lui être réclamés dans le cadre de ces démarches. A noter parmi ces démarches l'avis requis de la sous-commission locale des usagers ;
- Le paiement des redevances en vigueur à *VNF* et *Haropa* ;
- Les études d'arrachement nécessaires à réaliser sur le quai, selon les demandes de *Haropa*, ainsi que la mise en place de l'ensemble des moyens d'amarrage nécessaires, en coordination avec le reste des installations de chantier, pour partie fondées sur le quai de l'Horloge ;
- L'ensemble des études nécessaires à la synthèse des installations de chantier, comprenant la fourniture de plans et coupes des installations spécifiques de chantier à l'échelle 1:100 ainsi que de l'ensemble des détails nécessaires à l'échelle 1:20, et leur mise à jour suite aux réunions de synthèse auxquelles l'entreprise devra participer, suivant les demandes de l'OPC et de la maîtrise d'œuvre ;
- La mise en place de l'ensemble des installations de chantier spécifiques elles-mêmes, suite à la validation de la méthodologie proposée par l'ensemble des interlocuteurs concernés, la maîtrise d'ouvrage et l'Architecte en Chef.

##### ***Protection des différentes zones de réalisation de jet-grouting***

Les travaux de *jet-grouting* étant pour partie prévus depuis l'intérieur des bâtiments, et notamment dans certains espaces à très haute valeur patrimoniale (salle des Gens d'Armes, salle des Gardes de la Conciergerie, hall et escalier Aile Dauphine), l'entreprise devra intégrer un confinement de protection contre les rejets de *spoils* en ossature type poutrelles de coffrage bois et OSB fixés par vis auto-foreuse, protections des sols par des membranes, dans toutes les zones de travail, permettant d'éviter la dégradation des ouvrages existants par ces travaux. A savoir :

- La protection parfaitement étanche des sols et des parements dans les zones d'intervention, compris le plafond des zones intérieures, qui pourraient être atteints par des projections ou des coulis de spoils. La mise au point de ces ouvrages de protection devra intégrer l'ensemble des contraintes du site, à savoir par exemple l'encombrement de la Salle des Gens d'Armes par des cintres de reprise des arcs au moment des travaux de jet-grouting ;
- La protection parfaitement étanche de l'ensemble des cheminements et zones de transit des spoils, en intérieur et en extérieur, permettant de garantir l'absence de dégradation des parements ainsi que l'évacuation rapide des spoils en cas de fuite, de rupture ou de purge des réseaux d'évacuation.

**L'ensemble des mesures de protection prévues devront être soumises à la validation de l'Architecte en Chef.**

#### 6.3.1.1.1 Installations de chantier spécifiques Fondations

L'entrepreneur devra prévoir toutes les installations nécessaires à la sécurité du personnel chargé des travaux du présent, et à la préservation de l'édifice

A cet effet il devra tous les échafaudages, platelages, bardages, bâchages, étalements, cintres et blindages de protections contre les accidents corporels et matériels, et contre tous jets ou fuite de matériaux pouvant être dus à la technique utilisée (Jet Grouting)

#### 6.3.1.1.2 Protections des ouvrages pendant les travaux fondations

L'entreprise doit l'ensemble des dispositifs de protection, de type panneaux de bois fixés sur la charpente en place, ou toile tendue, permettant de protéger mes parements « nobles » du volume des éclaboussures de rejet de coulis. Elle mettra donc en œuvre toutes les dispositions permettant de protéger les parements du mur médiéval et de ses contreforts.

#### 6.3.1.1.3 Dispositifs de stabilité des ouvrages

Du au lot 5.3

#### 6.3.1.1.4 Préparation et aménagements pour travaux de jet Grouting

Préparations et accès dus au lot 5.3

### 6.3.1.2 **Sondages, investigations complémentaires**

#### 6.3.1.2.1 Relevés complémentaires

Les informations géométriques figurant dans les plans du dossier de consultation devront être confirmés par des relevés effectués par l'entreprise.

L'entreprise devra prévoir un relevé contradictoire complet de l'ensemble du volume intérieur, comprenant de manière exhaustive l'ensemble des ouvrages existants impliqués dans le projet.

#### 6.3.1.2.2 Sondages Complémentaires

L'entreprise devra effectuer, par moyens adaptés, l'ensemble des sondages complémentaires nécessaires à la justification de ses travaux et des ouvrages à réaliser.

#### 6.3.1.2.3 Géotechnique (mission G3)

L'entreprise réalisera une étude géotechnique de type G3 conformément à la NFP 94-500 au titre de ses études d'exécution, en complément des études géotechniques réalisées au préalable. L'entreprise procédera à sa propre analyse du contexte géotechnique et hydrogéologique sur la base des rapports d'investigations géotechniques et d'ingénierie existants, ou si elle le juge nécessaire, sur la base d'investigations nouvelles. Cette étude viendra compléter le dossier technique d'exécution en détaillant notamment :

- La note d'hypothèses géotechniques ;
- La définition des ouvrages, leur dimensionnement (calculs justificatifs) et les plans d'exécution ;
- Les méthodes et les conditions d'exécution, le phasage, les spécifications et les plans correspondants,
- L'identification et le management des risques résiduels réalisés lors de l'Étude Géotechnique de Conception (G2 AVP/PRO) et repris dans le contrat de Travaux,
- Le plan de suivi et contrôle des travaux avec définition des auscultations à réaliser et des valeurs seuils ainsi que des dispositions constructives complémentaires nécessaires en cas d'atteinte de celles-ci dans le cas d'application de la méthode observationnelle.
- Cette étude réalisée en amont des travaux fera l'objet d'un visa de la maîtrise d'œuvre après avis de l'ingénierie géotechnique en charge de la mission G4. Au titre de ses études d'exécution, l'entreprise réalise à ses frais tous les sondages et reconnaissances complémentaires nécessaires à la réalisation de ses études notamment les reconnaissances complémentaires des sols et des fondations des existants conservés (nature, dimensions, implantation, niveau d'assise, réseaux divers...).

**Dispositions distinguées au bordereau :**

#### 6.0.1. Géotechnique mission G3

#### 6.3.1.3 Études d'exécution

Les plans joints au dossier ne constituent en aucun cas des plans d'exécution, mais sont des schémas de principe ; à ce titre, l'entreprise devra réaliser ses propres études d'exécutions et produire les plans d'exécution, d'atelier et de chantier nécessaires à la réalisation de ses travaux ainsi que les plans de détails, notes de calculs, etc... Tous ces documents devront être soumis à l'accord du Maître d'Œuvre et de du bureau de contrôle avant exécution.

Le montant de cette prestation sera réputé inclus dans la proposition globale et forfaitaire de l'entreprise.

L'entreprise est tenue de vérifier les points suivants :

- Si les détails de construction définis les documents du marché (plans et CCTP) sont pertinents
- Si les systèmes constructifs choisis sont appropriés et s'ils présentent les caractéristiques requises à l'utilisation prévue. Ceci s'applique également aux raccords à la maçonnerie et aux sollicitations auxquelles ils sont soumis.

Elle doit vérifier les données définies dans les documents du marché et la cohérence entre les différents plans.

Comprend en particulier :

- Le dimensionnement des ouvrages sur la base des descentes de charges fournies par le lot 5.3.
- Production des notices techniques des matériels utilisés,
- Les relevés topographiques obligatoires,
- Établissement de toutes les études nécessaires à la réalisation des travaux y compris les notes de calcul justificatives des ouvrages en phases provisoires et définitives,
- Production des mémoires techniques relatifs aux méthodes d'exécution des travaux,

- La réalisation et la fourniture du PAQ, la réalisation des essais (étude, convenance, contrôle...) sur les matériaux et produits. La production et la fourniture des rapports d'analyse afférents,
- La réalisation des procédures et vérifications nécessaires à la réalisation des différents essais prévus au sein du CCTP
- Le suivi et l'interprétation des différentes phases de travaux, la fourniture des plans et notes de calcul des ouvrages provisoires et définitifs,
- L'élaboration et la fourniture des Plans Particuliers de Sécurité et de Protection de la Santé,
- La prise en compte des remarques du Maître d'œuvre sur les documents émis par le Titulaire, et l'édition de documents indicés intégrant ces observations,

Il comprend également :

- Les frais d'édition, de reprographie et d'envoi des documents, sous forme papier et informatique, autant que nécessaire,
- Les frais de déplacement sur le site du chantier ou en tout autre lieu, des équipes d'études et les frais annexes (primes, indemnités...),
- La participation aux réunions relatives aux études organisées par le Titulaire, le Maître d'œuvre, quel qu'en soit le nombre et la localisation
- L'établissement et la fourniture des documents de méthode,

Il comprend également tous les déplacements et relevés complémentaires nécessaires à la mise au point des études d'exécution.

La rémunération sera effectuée après VISA des études par le maître d'œuvre ou son bureau de contrôle.

Ce prix intègre également le dossier des ouvrages exécutés (DOE),

Ce dossier DOE comprend notamment :

- L'ensemble des plans conformes à exécution, mis à jour conformément aux adaptations et levés réalisés en cours de travaux, les documents sont visés par le Maître d'œuvre,
- Le PAQ définitif dans son intégralité,
- Les notes de calcul conformes à l'exécution,
- Le dossier de récolement géotechnique,
- Les plans de câblage et de raccordement des installations électriques
- Le dossier des épreuves,
- Le dossier de point zéro des ouvrages nivellement final rattaché au NGF 93.

#### 6.3.1.4 Piquetage et implantations

Comprend :

- L'implantation précise et le contrôle par relevé topo de l'ensemble des ouvrages
- L'ensemble des points topo nécessaires à l'implantation ou au contrôle des ouvrages (maçonnerie, escalier, passerelle, Corolles, coffrages, garde-corps)

#### 6.3.2 TERRASSEMENT, AFFOUILLEMENTS

NOTA :

*Comme précédemment stipulé, l'ensemble des terrassements compris les démolitions d'ouvrages existants, l'évacuation et le traitement des déblais, les remblais, le rabattement de nappe sont théoriquement pris en charge par les archéologues dans le cadre de fouilles préventives prescrites par le SRA. Les postes 6.1.3.1 à 6.1.4.1. qui suivent figurent néanmoins au présent CCTP afin d'offrir des provisions au cas où des terrassements sous simple surveillance archéologique seraient autorisés par le SRA.*

*Dans le cadre de ses études d'exécution, l'entreprise devra la fourniture de plans de terrassement phasés et d'une note méthodologique en début chantier pour organiser la coordination avec le prestataire d'archéologie préventive qui les réalisera dans le cadre de fouilles préventives ; l'entreprise organisera et animera les réunions nécessaires auprès des différents interlocuteurs. Sauf prescription contraire*

*du SRA, aucun terrassement ne sera directement réalisé par l'entreprise titulaire du présent lot. Ceci comprend la mise en place de fouilles blindées, la réalisation des fouilles, le stockage, l'évacuation et le traitement des déblais, le remblaiement par déblais existants stockés sur site, le rabattement de nappe à prévoir pour les terrassements de la cour de la Conciergerie. De faibles quantités de terrassement sont néanmoins prévus au marché faisant l'objet du présent CCTP, dans le cas où le SRA autoriserait l'entreprise à réaliser à la marge des terrassements sous simple surveillance archéologique.*

Ainsi, les travaux nécessitant affouillements ou tranchées seront réalisés par des archéologues, et ne sont donc pas dus au présent lot.

Cette prestation comprend notamment :

- L'entretien des plates-formes réalisées par le présent corps d'état,
- Le terrassement défini du niveau de finition prévu +30.0.
- Évacuation en décharge adaptée des déblais excédentaires.

Tout matériau impropre ou non nécessaire au remblai est évacué et mis-en en décharge adaptée par le présent corps d'état. Les terres déblayées sont stockées sur site si elles sont utilisées en remblai, dans la mesure où le site et l'organisation des travaux admet ce stockage provisoire.

Les remblais pourront être réalisés par les déblais provenant des terrassements à condition que ces derniers soient de qualité suffisante.

Localisation : Suivant carnet « démolition – gros œuvre – structure » architecte, et notamment :

#### **6.3.2.1 Sondages pour reconnaissance de fondations existantes par fouilles blindées sous suivi archéologique**

Réalisation de fouilles blindées de reconnaissance de la base des fondations existantes, permettant d'identifier la nature et la profondeur de fondation, l'état de dégradation des maçonneries enterrées et la nature de la couche de sol d'assise, comprenant :

- La détection préalable des réseaux ;
- Le creusement et le stockage provisoire des terres ;
- La fourniture et mise en œuvre des dispositifs de blindage des terres type planches/madriers/butons en sapin ;
- Toutes sujétions liées à la présence d'un suivi archéologique permanent ;
- La couverture provisoire des fouilles par platelage ;
- L'accompagnement de la maîtrise d'œuvre pour les visites de relevés et la mise à disposition de moyens d'accès sécurisés (échelle, stop-chute).

Localisation : provision pour 5 unités de 1.5x1.5x5m et 5unités de 1x1x2m

**Dispositions distinguées au bordereau :**

6.1.3.1.1 **Sondage de reconnaissance en fouille blindée – prof. 5m (U)**

6.1.3.1.2 **Sondage de reconnaissance en fouille blindée – prof. 2,5m (U)**

#### **6.3.2.2 Tranchées**

Non compris :

- Les terrassements et travaux de sols nécessaires à la réalisation des tranchées pour permettre la mise en place des structures ou réseaux enterrés (10 cm minimum de recouvrement de sol fini) sous le niveau +40.30.
- Les démolitions des divers éléments rencontrés lors de ce terrassement.
- Le rebouchage après réalisation des ouvrages

#### 6.3.2.2.1 Tranchées pour passage réseaux

Non compris, : Selon plans réseaux

#### 6.3.2.2.2 Tranchées pour structures passerelle

Non compris : Selon plans détail passerelles

#### 6.3.2.2.3 Tranchées pour Tirants

Non compris : selon plan détail d'appui des Corolles

### 6.3.2.3 Fouilles

Non compris : l'ensemble des fouilles, y compris toutes dispositions de blindage et de soutènement nécessaires à la réalisation des ouvrages situés sous le niveau fini +30.30 :

- Mise en place des ancrages des tirants côté projet et côté Conciergerie
- Fouilles nécessaires à la Réalisation des ouvrages enterrés sous le niveau +30.30

#### 6.3.2.3.1 Fouilles blindées pour mise en place tirants

#### 6.3.2.3.2 Fouilles pour mise en place galerie enterrée

Terrassement en déblais/remblais de type fouilles blindées par passes alternées, compris dépose de tous les réseaux anciens et ouvrages enterrés légers existants rencontrés pendant les terrassements, toutes sujétions liées à la présence d'un suivi archéologique permanent, stockage des terres à proximité, blindage traditionnel type planches/madriers/butons en sapin, remblaiement par couches compactées de 30cm maximum, évacuation en décharge adaptée des déblais excédentaires.

Méthodologie : par outillage manuel et mini-pelle (selon possibilités), remblaiement après injections de régénération des maçonneries de fondation et réalisation des élargissements de semelles ou frettages sur le linéaire de fouille

Localisation : selon plans

Dispositions distinguées au bordereau :

#### 6.1.3.2.1 Terrassement en déblai/remblai par fouille blindée et passes alternées (m³)

### 6.3.3 OUVRAGES DE MAÇONNERIE

#### 6.3.3.1 Renforcement de fondations par semelles BA connectées par profils HEB (par passes alternées)

Confère article 6.1.5.3 CE 6.1 :

Fourniture et mise en œuvre d'élargissements de semelles de fondations existantes en béton armé réalisés par passes alternées, compris connexion par profils transversaux type HEB acier galvanisé scellés au béton dans carottages à tête diamantée courts gros diamètre (D400mm mini), coffrage/ferraillage courant, coulage par béton de centrale, chaînage transversal et d'extrémité par tiges filetées D30mm mini en inox Duplex type ANCON avec platines d'extrémité et coupleurs dans carottages à tête diamantée longs D80mm injectés au mortier ciment, mise en œuvre de tubages PVC pour réalisation des colonnes de *jet-grouting*.

Localisation :

Dispositions distinguées au bordereau :

#### 6.1.5.3.1 Carottages D400mm (U)

- 6.1.5.3.2 Connexion par HEB cis scellement (ml)
  - 6.1.5.3.3 Carottages D80mm (U)
  - 6.1.5.3.4 Chainage par tiges filetées cis platines, coupleurs et scellement (ml)
  - 6.1.5.3.5 Semelles BA cis coffrage et ferrailage (m³)
- L'incorporation des tubes PVC en attente est compris dans le PU des colonnes de jet-grouting.

### 6.3.3.2 Création de tirants définitifs post-contraints, avec chevêtre d'appui

Fourniture et mise en œuvre de tirants actifs définitifs en tiges de type DYWIDAG 40 mm, compris carottages dans murs traversés courts à tête diamantée D80mm, chevêtres d'appui en béton armé, y compris toutes dispositions de gainage (type PEHD), injection coulis ciment.

Mise en œuvre progressive, par vérinage adapté selon phasage de mise en place des structures de reprise « Corolle ». cf 5.3.

Y compris réalisation, après mise en tension définitive, longrine BA de protection (arase haute +30.20)

Dispositions distinguées au bordereau :

- 6.3.3.2.1 Carottages long
- 6.3.3.2.2 Chevêtre d'appui
- 6.3.3.2.3 Tirants définitifs, y compris gaine, platines, et mise en tension
- 6.3.3.2.4 Longrine BA de protection

### 6.3.4 RENFORCEMENT/CONFORTATION DU SOL PAR PROCEDE DE JET GROUTING

L'entreprise réalisera le confortement sous les fondations des façades de la Cour de la Conciergerie, de la galerie Dauphine et du pignon ouest de la Salle des Pas Perdus au moyen de colonnes de *jet-grouting* de 1m à 1.4m de diamètre, selon les **prescriptions liées à la réalisation de jet-grouting** du présent CCTP, les **préconisations du Rapport G2-PRO de TERRASOL** [IC14] ainsi que les plans d'implantation du **BET LBA** joints au présent dossier. Toute incohérence qui serait relevée par l'entreprise entre ces documents devra être signalée au maître d'œuvre qui arbitrera.

Le prix unitaire des colonnes de *jet-grouting* intégrant l'ensemble des installations de chantier, ouvrages et prestations annexes liées à leur réalisation, sont distinguées différents types de colonnes selon leurs dimensions ainsi que les zones depuis lesquelles elles doivent être réalisées. La très haute valeur patrimoniale comme l'exiguïté des zones intérieures et extérieures nécessitent des dispositions spécifiques que l'entreprise devra intégrer à son offre. Elle devra notamment prendre en compte la présence de dispositifs temporaires de stabilisation de l'entreprise

Localisation : selon plans

Dispositions distinguées au bordereau :

- 6.1.6.1 Type 1 extérieur diamètre 1m longueur 10m
- 6.1.6.2 Type 2 extérieur diamètre 1m longueur 13m
- 6.1.6.3 Type 3 extérieur diamètre 1,4m longueur 10m
- 6.1.6.4 Type 4 extérieur diamètre 1,4m longueur 13m
- 6.1.6.5 Type 5 salles patrimoniales hauteur libre >2,5m diamètre 1m longueur 10m
- 6.1.6.6 Type 6 salles patrimoniales hauteur libre >2,5m diamètre 1,4m longueur 10m
- 6.1.6.7 Type 7 sous-sol Aile Dauphine diamètre 1m longueur 10m
- 6.1.6.8 Type 8 sous-sol Aile Dauphine diamètre 1,4m longueur 10m
- 6.1.6.9 Type 9 Pieux inclinés 25° intérieurs longueur 10 m

Les travaux à réaliser par le Titulaire comprennent toutes les fournitures, façons, main d'œuvre, matériels et transports nécessaires à l'exécution des travaux.



Notamment :

La prestation devra comprendre :

- Toutes les études complémentaires nécessaires à la bonne réalisation des travaux de consolidation,
- Toutes les protections sols, murs et autres ouvrages en complément de ceux spécifiquement protégé par le titulaire du lot: maçonnerie – pierre de taille,
- Le plan de repérage des déposes de sols nécessaires à la réalisation des avant- trous
- L'ensemble du matériel nécessaire l'exécution des colonnes tels que foreuse, pompe à mortier, pompe à eau, silo à mortier, groupe électrogène, compresseur, ateliers de carottage diamanté, pompe presse pour l'injection de coulis,
- La réalisation d'un avant trou si nécessaire pour s'affranchir de la présence des réseaux,
- La mise en place de tube pvc servant de guidage du forage,
- Le rebouchage de l'avant trou avant forage
- La mise en place de tube d'injection soit par forage soit par battage au droit des repères préalablement implantés par le titulaire,
- La vérification de l'inclinaison du mât de forage par niveau à bulle et de l'azimut par une boussole adaptée,
- L'injection sous pression dans le sol du mortier préalablement préparé en centrale adéquate à l'aide d'une pompe spéciale,
- La remontée des tubes par passes successives n'excédant pas 0.50 m (CHS), permettant au mortier de réaliser des inclusions de forme sphériques et recoupées entre elles,
- La remontée régulière et rotative de l'outil du jet grouting,
- La façon de Jet Grouting simple, double ou triple suivant les résultats d'essai,
- La confortation des fondations par l'injection de mortier de ciment au moyen d'un obturateur,
- La dépose, la mise en station et la repose de l'ensemble du matériel suivant la besoin du chantier,
- L'évacuation des gravats de carottage et du mortier excédentaire,
- La remise en état à l'identique des de la zone des travaux et de ses abords
- Toutes les mesures topographiques nécessaires aux contrôles de l'implantation et le piquetage des forages du Jet Grouting,
- Le suivi topographique des mouvements du bâti et du terrain pendant et après les phases de Jet Grouting,
- La fourniture, la mise en place et l'utilisation d'un système de mesures de surveillance suffisamment précis pour détecter les mouvements éventuels liés à la réalisation des travaux de Jet Grouting,
- Le traitement et la transmission au Maître d'œuvre des données de surveillance des mouvements liés au Jet Grouting (papier et numérique), de l'interprétation que l'on peut en faire ainsi que des mesures à prendre en cas de dépassement des seuils de déplacement des terrains. .

### Forage et implantation

Les colonnes de Jet Grouting seront implantées conformément au plan d'implantation réalisé par LBA. Les opérations de forage doivent respecter les points suivants :

- Diamètre des forages : 1m
- Profondeur des colonnes : Les colonnes doivent être réalisées jusqu'à 10m.
- Inclinaison des forages : 0°, 2°, 4°, 10° ou 25° selon plans
- Espacement des forages : selon plans

### Injection du coulis de ciment

Le coulis sera injecté sous haute pression (comprise entre 200 et 600 bars), à travers un outil rotatif installé au niveau du forage.

Le **débit d'injection** devra être ajusté en fonction des caractéristiques du sol, avec une pression suffisante pour assurer une bonne diffusion et homogénéité du mélange sol-ciment.

**Composition du coulis** : La composition du mélange sera ajustée en fonction des caractéristiques du sol et des performances mécaniques recherchées, comprenant en général :

- Ciment :
- Eau : [rapport eau/ciment].

- Additifs éventuels pour améliorer l'ouvrabilité.

**Volume d'injection** : Le volume de coulis à injecter devra être calculé en fonction du diamètre et de la longueur des colonnes et des conditions de sol.

### Rejets

Pendant les travaux de jet, le matériau excédentaire (sol, eau et coulis de ciment) est collecté en phase liquide, stocké provisoirement et caractérisé jusqu'à solidification avant évacuation vers la filière agréée par le Maître d'œuvre. Le Titulaire prend les dispositions nécessaires pour accélérer cette solidification. En cas de manque de place sur les emprises, le Titulaire doit prendre toutes les dispositions pour évacuer les déchets en phase liquide par exemple à l'aide de benne étanche.

L'équipement de production (dosage malaxage, pompage de coulis et récupération déchets) est équipé de protections appropriées de sorte à collecter les pertes de produits.

Le Titulaire s'assure qu'aucun rejet ne peut pénétrer les réseaux d'assainissement ou autre réseau. Le Titulaire doit ainsi mettre en œuvre les contrôles nécessaires à la surveillance du respect de cette disposition pendant la durée des travaux.

L'évacuation en filière agréée est assurée à raison de plusieurs rotations en fonction de la production

### Plots d'essais de validation – Contrôle préalable.

La prestation devra comprendre :

- Toutes les protections sols, murs et autres ouvrages en complément de ceux spécifiquement protégé par le titulaire du lot n°02 : maçonnerie – pierre de taille,
- Le plan de repérage des déposes de sols nécessaires à la réalisation des avant- trous à transmettre au titulaire du lot n°02 : maçonnerie – pierre de taille
- Les essais proprement dits de convenance portant sur les paramètres de jet grouting et de compactage horizontal statique validés au moins 4 semaines avant le démarrage des travaux,
- Les contrôles de diamètre moyen obtenu,
- Les contrôles de résistance mécanique par carottage et écrasement RC/RTT à 7 et 28 jours
- Une fiche de convenance pour chaque essai mentionnant toutes les caractéristiques du coulis ou du mortier testé

### INTERFACES, LIMITES DE PRESTATIONS :

#### AVEC 04 MACRO-LOT

CE 5

Descentes de charges fournies par CE5.3 à CE6.2