

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIÈRES

ACCORD-CADRE MULTI-ATTRIBUTAIRE DE SERVICES

**Prestations géotechniques sur le réseau fluvial Nord-Pas-
de-Calais de Voies Navigables de France**

**Lot n° 01 : Marché d'investigations géotechniques et
de réalisation de missions d'ingénierie géotechnique
en phase de conception**

L'ESSENTIEL DU CONTRAT












	Objet	ACCORD-CADRE MULTI-ATTRIBUTAIRE DE SERVICES
	Type de contrat	Accord-cadre
	Nombre de lots	2
	Tranches optionnelles	Sans tranches optionnelles
	Clauses sociales	Avec
	Clauses environnementales	Avec
	Durée	2 ans renouvelable une fois pour 2 ans soit une durée totale maximale de l'accord-cadre de 4 ans.
	Reconduction	Avec
	Prix	Prix unitaires et forfaitaires
	Variation des prix	Avec
	Avance	Avec

Table des matières

ARTICLE 1 – PREAMBULE	6
ARTICLE 2 – ORGANISATION GENERALE	6
Article 2.1 – Intervenants.....	6
Article 2.1.1 – Pour l’exécution du marché	6
Article 2.1.2 – Dans le cadre de l’exécution des bons de commande	7
Article 2.2 – Périodes de préparation	7
Article 2.2.1 – Période de préparation du marché.....	7
Article 2.2.2 – Echanges préalables à l’émission des bons de commande.....	9
Article 2.2.3 – Formalités administratives et techniques liées aux investigations terrain .	11
Article 2.3 – Période d’exécution des investigations	16
Article 2.3.1 – Installations de chantier et d’hygiène.....	16
Article 2.3.2 – Signalisation de chantier.....	16
Article 2.3.3 – Gestion des voies de circulation terrestre et des accès.....	16
Article 2.3.4 – Amené, repliement du matériel et ruptures de charge	17
Article 2.3.5 – Mise en station et avant-trou	17
Article 2.3.6 – Interventions en dehors des heures ouvrables et immobilisation de l’atelier	18
Article 2.3.7 – Remise en état des lieux	19
Article 2.3.8 – Réunions en cours d’exécution des investigations	19
Article 2.4 – Période d’exécution de la commande.....	20
Article 2.5 – Modification des prestations en cours d’exécution ou prestations imprévues.	20
ARTICLE 3 – INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES.....	21
Article 3.1 – Forages et sondages	21
Article 3.1.1 – Observations générales sur l’exécution des forages et la gestion des prélèvements	21
Article 3.1.2 – Forages destructifs.....	23
Article 3.1.3 – Sondages à la tarière continue	23
Article 3.1.4 – Sondages carottés.....	24
Article 3.1.5 – Sondages ponctuels et tranchées pour fouille à la pelle mécanique.....	24
Article 3.1.6 – Carottage dans la maçonnerie ou le béton.....	26
Article 3.1.7 – Rebouchage des forages.....	26
Article 3.2 – Essais in-situ.....	26
Article 3.2.1 – Généralités	26
Article 3.2.2 – Essais de pénétration statique et au piézocône.....	26

Article 3.2.3 – Essai de pénétration dynamique	27
Article 3.2.4 – Essais pressiométriques.....	27
Article 3.2.5 – Essais scissométriques.....	28
Article 3.2.6 – Essais d'eau.....	28
Article 3.2.7 – Essais à la plaque	30
Article 3.3 – Instrumentation et suivi.....	30
Article 3.3.1 – Piézométrie.....	30
Article 3.3.2 – Inclinométrie	31
Article 3.3.3 – Tassométrie	31
Article 3.3.4 – Suivi des pressions interstitielles	32
Article 3.4 – Mesures géophysiques	32
Article 3.4.1 – Radio Activité Naturelle	32
Article 3.4.2 – Micro-gravimétrie.....	32
Article 3.4.3 – Prospection radar géologique ou électro-magnétique.....	33
Article 3.4.4 – Prospection par méthode électrique.....	33
Article 3.4.5 – Prospection par polarisation spontanée.....	34
Article 3.4.6 – Prospection sismique de surface	34
Article 3.4.7 – Mesures sismiques en forage	35
Article 3.4.8 – Diagnostics non destructifs d'ouvrages	35
Article 3.5 – Procès-verbaux de sondages et d'essais in-situ	36
Article 3.6 – Essais en laboratoire.....	37
Article 3.6.1 – Généralités	37
Article 3.6.2 – Essais d'identification	38
Article 3.6.3 – Essais de perméabilité	38
Article 3.6.4 – Essais de compactage et de portance.....	38
Article 3.6.5 – Essais de cisaillement	39
Article 3.6.6 – Essai de compressibilité et de gonflement	39
Article 3.6.7 – Essais sur sol traité.....	39
Article 3.6.8 – Autres essais en laboratoire.....	39
ARTICLE 4 – RAPPORT DE SYNTHESE DES INVESTIGATIONS.....	40
Article 4.1 – Rapport factuel de synthèse des investigations.....	40
Article 4.2 – Rapport de synthèse des investigations avec analyse.....	41
ARTICLE 5 – INGENIERIE GEOTECHNIQUE.....	42
Article 5.1 – Types d'ouvrage	42
Article 5.1.1 – Ouvrages concernés par le marché	42

Article 5.1.2 – Types d’ouvrages géotechniques à considérer	42
Article 5.1.3 – Mode de rémunération de l’ingénierie géotechnique.....	43
Article 5.2 – Missions géotechniques normalisées	43
Article 5.2.1 – Généralités	43
Article 5.2.2 – Missions d’ingénierie géotechnique en phase préliminaire	44
Article 5.2.3 – Missions d’ingénierie géotechnique en phase de diagnostic, d’avant-projet ou de projet	45
Article 5.2.4 – Mission d’ingénierie géotechnique en phase DCE.....	46
Article 5.2.5 – Autres missions d’ingénierie géotechnique de type G5 (hors enchaînement).....	47
Article 5.4 – Prestations complémentaires	50
Article 5.4.1 – Participation aux réunions	50
Article 5.4.2 – Prestation ponctuelle pour réponse à une question ou pour intervention sur site	50
Article 5.4.3 – Prestations urgentes	51
ARTICLE 6 – REFERENTIEL TECHNIQUE	51
Article 6.1 – Généralités	51
Article 6.2 – Normes Françaises.....	51
Article 6.3 – Normes d’origine Européenne.....	52

ARTICLE 1 – PREAMBULE

Les prescriptions techniques particulières d'exécution des prestations font référence aux normes françaises homologuées, transposant, si elles existent, les normes européennes.

Il peut arriver que les normes auxquelles il est fait référence soient entre temps modifiées, annulées voire remplacées. Dans ce cas, il sera fait usage des dernières normes en vigueur. Elles prévaudront sur toute autre disposition entrant dans leur champ d'application.

Les prestations doivent respecter les normes en vigueur (et plus particulièrement celles précisées dans le présent marché) dans leur intégralité. Les prestations seront réceptionnées conformément aux prescriptions du marché et aux normes en vigueur au moment de l'exécution des prestations. Elles seront rémunérées au bon établissement de cette conformité. Dans le cas contraire, elles ne seront rémunérées qu'à hauteur de ce que le maître d'ouvrage considère comme étant représentatif de la conformité attendue, ainsi elles pourront le cas échéant ne pas être rémunérées du tout.

L'intégralité des prestations doivent être en cohérence et respecter les stipulations figurant dans les dossiers de déclarations définis à l'article 2.2.3.2.5 du présent document.

Pour rappel, au sein du lot n°1, les missions d'ingénierie peuvent faire l'objet de dérogations au principe d'exclusivité (voir article 4-2 de l'Acte d'Engagement du présent marché) ainsi pour certaines opérations le titulaire aura en charge les prestations d'investigations qui seront utilisées par un tiers pour la réalisation des missions d'ingénierie (par le prestataire définit dans l'équipe de maîtrise d'œuvre lors de la passation du marché de maîtrise d'œuvre).

Au sein du lot n°1, un certain nombre de commandes en simultané sont prévisibles (voir article 4-3 de l'Acte d'Engagement).

Il est à noter que lorsqu'il est fait référence à des réunions dans le présent document, ces réunions pourront, si le présentiel n'est pas nécessaire, être réalisées par visioconférence (sur demande du titulaire et après accord de VNF).

ARTICLE 2 – ORGANISATION GENERALE

Article 2.1 – Intervenants

Article 2.1.1 – Pour l'exécution du marché

Lors de son offre, le titulaire a complété l'annexe 3 de l'acte d'engagement avec l'équipe dédiée à la réalisation des prestations précisant les noms et qualifications du responsable/référent du marché, de son suppléant et des **intervenants spécialistes** qui pourront le cas échéant être mobilisés ponctuellement sur les thématiques concernées.

Le **responsable/référent pour l'ensemble du marché** (ou son suppléant en cas d'absence) sera chargé d'assurer l'articulation et la coordination de l'ensemble des interventions et prestations intellectuelles et assurera l'interface entre VNF et les personnes en charge de la réalisation des prestations.

En cas de modification de l'équipe en cours d'exécution du marché, le(s) nouveau(x) membre(s) de l'équipe dédiée sera(ont) soumise(s) à validation du maître d'ouvrage conformément à l'article 9 du CCAP sur la base des justifications en terme de compétences et expériences suivantes :

- une formation minimale Bac + 5 dans le domaine concerné à justifier ;
- une liste d'études récentes réalisées directement par l'intervenant ;

- une pratique professionnelle de plus de 3 ans dans le domaine.

A noter que les personnes en charge de l'ingénierie géotechnique doivent avoir les connaissances suffisantes sur les aspects géophysiques pour pouvoir élaborer des propositions techniques et financières avec les méthodes adaptées et intégrer ensuite le cas échéant les résultats des mesures géophysiques dans leur mission d'ingénierie.

Les sondages et essais in-situ ou en laboratoire seront réalisés par des intervenants qualifiés, possédant les compétences et une solide expérience.

La liste et les qualifications des personnes qui pourront être amenées à intervenir sur le terrain seront également soumises à validation du maître d'ouvrage.

La liste et les qualifications des personnes indiquées au Plan d'Assurance Qualité (voir article 2.2.1) devront être conformes aux éléments fournis à l'offre.

En cas d'évolution de l'équipe entre l'offre et le démarrage du marché ou durant l'exécution du marché, le PAQ sera mis à jour en conséquence.

Article 2.1.2 – Dans le cadre de l'exécution des bons de commande

Pour chaque bon de commande, le référent ou son suppléant désignera un **responsable pour l'exécution du bon de commande** en fonction des disponibilités. En cas de commande successives pour une même opération, le responsable devra, autant que possible, être le même.

Il devra répondre aux éventuelles interrogations du maître d'ouvrage ou du maître d'œuvre sur les points suivants :

- l'organisation et l'état d'avancement de l'exécution des prestations (investigations, essais et ingénierie) ;
- les méthodes employées ;
- les contacts avec les propriétaires, exploitants, concessionnaires et mairies ;
- les résultats et conclusions, partiels et définitifs.

A cet effet, il sera tenu de participer à des réunions de travail ou de présentation des résultats sur demande du Maître d'ouvrage ou du Maître d'Œuvre.

Article 2.2 – Périodes de préparation

Article 2.2.1 – Période de préparation du marché

Article 2.2.1.1 – PAQ

Le titulaire établira et soumettra au visa du maître d'ouvrage le Plan d'Assurance Qualité (PAQ) qui sera établi pour l'ensemble des prestations dont il a la charge.

A noter que le titulaire doit justifier que tous ses salariés et ceux de ses sous-traitants en préparation ou exécution des travaux à proximité des réseaux, y compris les ouvriers en charge de l'exécution des prestations sur le terrain, justifient d'une attestation AIPR « Concepteur » ou « Opérateur » conformément à la réforme du 01/10/2018 et s'engage à respecter le guide d'application de la réglementation relative aux travaux à proximité des réseaux (fascicule NF S 70-003). Le titulaire devra sur simple demande du maître d'ouvrage, fournir la copie des attestations AIPR de ses intervenants et de ceux de ses sous-traitants.

Le P.A.Q sera composé :

- d'une note d'organisation générale, comprenant notamment :
 - la désignation des parties concernées ;
 - les références du marché ;

- le référent et son suppléant pour l'exécution du marché ;
 - l'affectation des tâches, le nom et les qualifications des responsables d'opération ainsi que des personnes qui pourront être amenées à intervenir sur les chantiers ou en laboratoire ;
 - la liste des logiciels à disposition pour la réalisation des missions d'ingénierie ;
 - la liste des procédures d'exécution.
- d'une note de présentation du matériel utilisé. Le matériel affecté sera détaillé sous forme de fiche par type de sondages, mesures ou essais et sera soumis à l'approbation du maître d'ouvrage (les fiches devront être « extractibles » pour pouvoir être réutilisées de manière indépendante pour chaque bon de commande) ;
 - d'une note descriptive des installations de chantier et d'hygiène prévues pour respecter les prescriptions en matière de santé et de sécurité au travail (pour le cas d'un chantier de plus de 4 mois et de moins de 4 mois avec description des moyens à disposition des ouvriers pour respecter les mesures d'hygiène et de sécurité minimales) ;
 - d'une note de présentation des procédures d'exécution établies conformément aux normes en vigueur et détaillées sous forme de fiches par type de sondages, mesures ou essais et soumises à l'approbation du maître d'ouvrage (les fiches devront être « extractibles » pour pouvoir être réutilisées de manière indépendante pour chaque bon de commande) ; cette note devra préciser selon le matériel, les étalonnages à réaliser leur fréquence et la méthodologie employée pour les réaliser.
 - d'une note d'organisation des contrôles intérieurs et externes avec mise en évidence des points critiques et points d'arrêt et incluant des fiches type de non-conformités et de mesures correctives ;
 - d'une note de présentation des procédures de gestion des documents. Pour chaque document devront être précisés :
 - le contenu, la forme et la finalité du document ;
 - les modalités d'établissement, d'émission, de diffusion après validation par la personne désignée (les détails et les circuits de transmissions) ;
 - pour les documents concernés, les modalités de visa par le maître d'ouvrage ;
 - les conditions d'exploitation, de classement, d'actualisation et d'archivage des documents ;
 - les modalités d'évaluation : le titulaire doit préciser les modalités d'évaluation, tant auprès de ses agents (audit de l'application du P.A.Q du titulaire), qu'auprès de ses sous-traitants et fournisseurs. Cette évaluation peut se concrétiser sous forme de rapports périodiques.

Lors de chaque renouvellement du marché, le PAQ sera mis à jour ou complété en cas de changements organisationnels ou des modes opératoires.

Le PAQ sera soumis à agrément du maître d'ouvrage. Le titulaire effectuera toutes les reprises demandées par la maîtrise d'ouvrage. Durant toute la période d'exécution du marché, le PAQ sera mis à jour autant de fois que nécessaire selon les évolutions au sein de l'équipe, des moyens logiciels ou matériels et lors de la passation des éventuels avenants au marché.

Article 2.2.1.2 – sous-détails de prix

L'ensemble des sous-détails de prix sont à fournir durant la période de préparation.

Le format à utiliser est le cadre des sous-détail fourni dans le DCE à l'exception des prix des missions d'ingénierie (série 900) qui ont déjà été fournis à l'offre à l'aide du cadre de décomposition analytique fourni au DCE.

Article 2.2.2 – Echanges préalables à l'émission des bons de commande

Article 2.2.2.1 – Généralités

Le marché prévoit différentes configurations pour la préparation des bons de commandes :

1. VNF peut demander une proposition technique et financière (prestation rémunérée) à partir de l'expression d'un besoin et la transmission d'éléments par VNF sur les prestations à chiffrer qui comprennent a priori des investigations dont la quantification et la localisation est à définir et de l'ingénierie à réaliser à partir de ces investigations.
2. VNF peut demander un simple devis préalable à l'émission du bon de commande (prestation non rémunérée) lorsque les prestations attendues concernent :
 - a. Soit uniquement des prestations d'ingénierie. La proposition du titulaire ne traitera que de la proposition de la durée de la mission d'ingénierie et du nombre et du type de forfait ou de prix unitaires à indiquer dans le bon de commande pour répondre au besoin exprimé par VNF.
 - b. Soit uniquement des investigations de terrain et essais en labo sans prestation d'ingénierie. La proposition du titulaire consistera à retranscrire le programme d'investigation produit par le maître d'œuvre et/ou son prestataire ou cotraitant en charge de la mission d'ingénierie.

Article 2.2.2.2 – Réalisation d'une proposition technique et financière

Au regard de la demande du maître d'ouvrage et de l'enquête préliminaire basée sur les données fournies par le maître d'ouvrage, le titulaire réalisera une proposition technique et financière permettant de répondre aux besoins du maître d'ouvrage. Cette proposition technique et financière préalable à l'émission du bon de commande devra être justifiée et argumentée en lien avec le projet et les données disponibles et permettre la bonne réalisation des prestations géotechniques selon les règles en vigueur et de la mission normalisée conformément aux prescriptions de la NF P 94-500.

Le maître d'ouvrage formalisera sa demande par email avec transmission des éléments techniques et entrants permettant au titulaire de comprendre le besoin et de chiffrer les prestations permettant d'y répondre. Le délai commence à compter de la réception de la demande par le titulaire (soit au plus tard 24h après l'envoi de la demande).

L'enquête préliminaire comprendra :

- l'exploitation de la carte géologique au 1/50000^{ème} et des archives du B.R.G.M ;
- l'enquête sur l'historique du site et les demandes auprès des services compétents ;
- l'étude des risques naturels majeurs correspondant au contexte de la zone du projet ;
- la réutilisation des études existantes disponibles dans la base de données du titulaire ;
- l'exploitation des études antérieures fournies par le Maître d'ouvrage ;
- l'examen de tout élément permettant d'alimenter la proposition technique et financière.

La proposition technique et financière comprendra :

- la désignation du responsable de l'exécution des prestations
- concernant les investigations de terrains :
 - le projet d'implantation des sondages, mesures et essais in-situ ainsi que le maillage et la localisation des profils pour les mesures géophysiques.
 - la profondeur des investigations et les essais envisagés

- la justification de la proposition au regard des entrants
- les matériels envisagés pour l'exécution des prestations
- une première approche des problématiques éventuelles liées au contexte du site (accès via le choix des mises en station normale ou difficile et avant-trou éventuels) et aux éventuelles ruptures de charge (liées à des accès complexes ou à des transferts de matériel d'une rive à l'autre ou de la voie terrestre vers la voie fluviale)
- concernant les missions d'ingénierie géotechnique :
 - le nombre et la typologie du (ou des) ouvrage(s) géotechnique(s) sur le(s)quel(s) portera(ont) les prestations d'ingénierie.
 - le nombre de profil à étudier a priori
 - les moyens logiciels a priori à utiliser pour la réalisation de la mission
- un calendrier d'exécution prévisionnel de la prestation qui doit justifier et préciser la durée des différentes étapes à compter de la notification du bon de commande :
 - les démarches administratives (DICT ou Dossier de Déclaration) ;
 - la réalisation des sondages et essais in-situ ;
 - la réalisation des essais en laboratoire ;
 - la réalisation de la mission d'ingénierie et la restitution des résultats des sondages et essais.

La réalisation de la proposition technique et financière sera rémunérée lors de l'émission du bon de commande qui découlera de la proposition technique et financière.

En l'absence de commande suite à une proposition technique et financière du fait d'un choix du maître d'ouvrage, cette prestation sera rémunérée dans un bon de commande spécifique (ou à défaut, par le biais d'une régularisation dans le bon de commande suivant) à l'exception du cas où la non passation de la commande serait liée à une qualité insuffisante de la proposition du titulaire ou à une proposition inadaptée (choix laissé à l'appréciation du maître d'ouvrage, en tenant compte de l'analyse du maître d'œuvre de l'opération ou du prestataire en charge de l'assistance à maîtrise d'ouvrage géotechnique - titulaire du lot 2 du présent accord-cadre).

A noter que même si la demande de proposition technique et financière est réalisée alors que les conditions maximales en terme de simultanéité sont réunies (3 campagnes d'investigations ou de mesures in-situ, 3 campagnes d'essais laboratoire et 8 missions d'ingénierie en cours) le titulaire est tenu de remettre une proposition (au risque, à défaut, de se voir appliquer les pénalités prévues au CCAP). En effet, VNF peut dans ce cas :

- **décider de prioriser cette demande par rapport à d'autres prestations qui n'auraient pas encore démarré (décalage de bons de commandes moins urgents – le cas échéant un bon de commande modificatif pourra être émis),**
- **ou décaler dans le temps le démarrage de la prestation objet de la demande afin que d'autres missions puissent être terminées entre temps (à préciser dans le bon de commande).**

Article 2.2.2.3 – Fourniture d'un devis

Dans le cas où VNF demande au titulaire un simple devis, le devis devra comporter en introduction une description en quelques lignes des choix faits et l'interprétation de la demande de VNF (sur les types de prestations, le nombre de forfait, etc...) et une proposition de délai associé (conformément aux délais maximums prévus au marché).

Article 2.2.2.4 – Echanges à prévoir

Que ce soit dans le cas d'une proposition technique et financière ou dans le cas d'un simple devis, VNF ou son AMO voire le maître d'œuvre de l'opération pourront émettre des observations (en cas de

mauvaise compréhension du besoin, d'interprétation erronée de la demande ou du type d'ouvrage à traiter ou des limites de la prestation demandée). Si nécessaire un échange téléphonique ou une réunion pourront être organisées afin de caler les choses avant émission du bon de commande.

Article 2.2.3 – Formalités administratives et techniques liées aux investigations terrain

Article 2.2.3.1 – Organisation technique du bon de commande

Article 2.2.3.1.1 – Calendrier d'exécution

Durant la période de préparation du bon de commande, le titulaire établira un calendrier d'exécution de la prestation qui doit préciser la date et la durée des étapes suivantes :

- les démarches administratives (DICT ou Dossier de Déclaration) ;
- la préparation des prestations (amenée du matériel et le cas échéant la mise en place de la signalisation) ;
- la réalisation des sondages et essais in-situ ;
- la réalisation des essais en laboratoire ;
- l'analyse des résultats des investigations ;
- la réalisation de la mission d'ingénierie ;
- la restitution des résultats des sondages et essais et de la mission d'ingénierie géotechnique.

Le calendrier d'exécution fera apparaître tous les points de contrôle intérieurs ou externes en lien avec le PAQ. Il est soumis à validation du Maître d'ouvrage.

Article 2.2.3.1.2 – Notes d'exécution

Lors de la période de préparation de chaque bon de commande, le titulaire établira les notes d'exécution propres aux prestations commandées.

Elles comprendront :

- le matériel utilisé et la procédure d'exécution des sondages, mesures et essais concernés ainsi que les appareils et les méthodes de prélèvement.
- l'implantation des sondages, mesures et essais in-situ ainsi que le maillage et la localisation des profils pour les mesures géophysiques.

La note d'exécution est soumise à validation du Maître d'ouvrage.

Article 2.2.3.1.3 – Projet d'installation de chantier

Le cas échéant (durée d'investigations de plus de 4 mois - voir 2.3.1), lors de la période de préparation de chaque bon de commande, le titulaire est tenu d'établir le projet d'installation de chantier et de circulation de chantier contenant l'ensemble des plans et documents permettant d'appréhender la mise en place de ces installations : listes du matériel mis en œuvre, plan de mise en œuvre notamment des clôtures de chantier et base vie, documents proposés pour le suivi de ces installations (cahier de suivi), documents de mise en sécurité de ces installations, le respect des normes en vigueur.

Article 2.2.3.1.4 – Accès et circulation de chantier

Le titulaire proposera au Maître d'Ouvrage les propositions d'accès au chantier et de circulation sur le chantier ainsi que les copies des constats d'huissier d'état des lieux réalisés par le titulaire.

Ces éléments permettront le cas échéant de confirmer les éventuelles ruptures de charge nécessaires à l'exécution des prestations.

Article 2.2.3.2 – Formalités administratives

Article 2.2.3.2.2 – Recensement des réseaux

Conformément au décret du 05 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité d'ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Maître d'Ouvrage effectuera les déclarations de travaux préalables à l'exécution de chaque bon de commande.

Dès le démarrage de la période de préparation de chaque bon de commande et en fonction des déclarations de travaux transmises par le Maître d'Ouvrage, le titulaire établira et déposera les DICT (Déclaration d'intention de commencer les travaux). Conformément à la législation en vigueur ; les réponses des concessionnaires devront lui être parvenues au moins 10 jours ouvrables avant la date de démarrage de l'intervention sur site. Dans ce délai, le titulaire remettra au maître d'ouvrage une synthèse de différentes réponses des concessionnaires aux DICT.

Pour les travaux affectant les services de l'assainissement, de distribution d'eau, de voirie, de l'EDF, GDF, de FRANCE TELECOM, et télédistribution, le titulaire devra avant l'exécution des ouvrages, prendre les contacts nécessaires auprès des représentants de ces Administrations et se soumettre le cas échéant aux Cahiers des Charges correspondants.

Le titulaire devra soigneusement repérer la position de tous ces ouvrages. Il se renseignera pour cela auprès des administrations et services concernés.

Si les travaux nécessitent l'interruption de la distribution d'eau, de gaz, d'électricité, etc ... le titulaire sera tenu d'indiquer aux administrations et aux divers services intéressés, au moins un mois avant la période, la date et la durée des travaux.

Selon les retours de DICT, l'implantation des sondages proposée initialement pourra être ajustée afin d'éviter au maximum les risque d'interaction avec les réseaux existants.

Article 2.2.3.2.3 – Plan de signalisation et autorisations auprès des gestionnaires d'infrastructures

Lors de la période de préparation de chaque bon de commande, le titulaire est tenu d'établir les plans de signalisation terrestre et/ou fluvial pour validation par le maître d'ouvrage ou les différents gestionnaires de voirie autres que le maître d'ouvrage.

Pour établir le plan de signalisation terrestre, le titulaire devra se référer aux textes réglementaires en vigueur et en particulier au « manuel du chef de chantier » édité par le SETRA (édition 2000), document disponible sous référence DT5934, 46 avenue Aristide Briand 92225 Bagneux.

Pour établir le plan de signalisation fluviale, le titulaire devra se référer aux textes réglementaires en vigueur et en particulier au Règlement Général de la Police de la navigation (RGP) et au Règlement Particulier de la Police de la navigation (RPP).

Aucune intervention ne sera possible sans obtention des autorisations nécessaires (avis batellerie ou arrêté préfectoral si nécessaire).

Le titulaire devra par ailleurs obtenir auprès de VNF les autorisations de circuler sur le Domaine Public Fluvial.

Article 2.2.3.2.4 – Prescriptions particulières d'hygiène et de sécurité

Il est fait application des dispositions suivantes :

- Les dispositions des articles R.4511-1 à 11, R.4512-1 à 16, R.4513-1 à 13, R.4514-1 à 10, R.4515-1 et 4 à 11 du Code du Travail n'ont pas pour effet d'affecter les règles relatives aux responsabilités respectives des chefs d'entreprises à l'égard de leur propre personnel.
- Dans la suite du présent article et en application de l'article R.4511-9 du Code du Travail, le terme "chef d'entreprise" s'applique au chef d'entreprise ou à son représentant habilité.

Informations préalables à l'inspection commune des lieux de travail

Dans un délai de 20 jours à compter du début de la période de préparation, le titulaire transmet par écrit au chef de l'entreprise utilisatrice :

- La date de leur première intervention sur le site ;
- La durée prévisible de leur intervention ;
- Le nom et qualification de la personne chargée de diriger l'intervention sur le site ;
- Les noms de tous les sous-traitants ainsi que l'identification des prestations sous-traitées ;
- Le nombre prévisible de salariés affectés aux prestations se déroulant sur le site, y compris ceux des sous-traitants ;
- Le nombre total prévisible d'heures de travail pour réaliser ces prestations, y compris les sous-traitants ;
- Le nom et lieu de travail des membres du comité d'hygiène, de sécurité et des conditions de travail de chaque entreprise extérieure ;

Inspection préalable des lieux de travail - Analyse des risques

A l'initiative du chef de l'entreprise utilisatrice, il est procédé à une inspection commune des lieux de travail conformément aux articles R.4512-2 à 5 du Code du Travail.

Le chef de l'entreprise utilisatrice communique au titulaire les consignes de sécurité applicables aux prestations et concernant le personnel du titulaire.

Les chefs d'entreprises se communiquent toutes les informations nécessaires à la prévention des risques pouvant résulter de l'interférence entre les activités, les installations et les matériels.

Le même jour, à l'issue de cette inspection et au vu des informations communiquées, les chefs d'entreprises procèdent en commun à une analyse des risques pouvant résulter de l'interférence entre les activités, les installations et matériels

Plan de prévention

Le titulaire procédera à une visite du site avec le représentant du maître d'ouvrage afin d'évaluer les risques encourus durant le chantier et de renseigner le plan de prévention du chantier.

Ce plan de prévention sera signé des deux parties. Aucune activité ne pourra avoir lieu sans que le plan de prévention ait été renseigné et dûment signé par l'ensemble des intervenants.

Le titulaire s'engagera à respecter la réglementation en vigueur, les termes du plan de prévention et notamment de sensibiliser les travailleurs sur :

- le contenu du présent document, particulièrement les risques et les mesures de préventions prises, respecter et faire appliquer les consignes et mesures de prévention.
- les risques spécifiques de chute à l'eau ou dans les sédiments et leurs conséquences souvent irréversibles (hydrocution, noyade, enlèvement ...). Il convient de rappeler que ces risques sont présents autant au poste de travail proprement dit que pendant les trajets (accès, circulation, transport) et qu'ils sont accentués du fait de l'instabilité éventuelle des aires de travail et de l'état des surfaces souvent mouillées ou gelées.

Plus particulièrement, le titulaire :

- sensibilisera les travailleurs à la spécificité de certains modes opératoires et à la présence de zones dangereuses dans l'emprise chantier ainsi que les moyens adopter pour les matérialiser, ne pas oublier les voies à emprunter pour accéder au chantier, les locaux et installations mises à disposition ainsi que, s'il y a lieu, les issues de secours et points de rassemblement ;
- présentera l'ensemble des installations et matériels du chantier et les consignes s'y rattachant ;
- veillera à ce que tout le matériel employé lors du chantier soit adapté, en bon état et conforme à la réglementation et aux normes en vigueur ;

- veillera aux ports d'EPI spécifiques bord voie d'eau, aux moyens de premiers secours et à éviter tous travailleurs isolés.

Article 2.2.3.2.5 – Dossiers de déclaration

Lors de la période de préparation de chaque bon de commande, le titulaire établira les déclarations au titre des articles L411.1 et suivants du code minier (versement des données à la Banque du Sous-Sol). Cette déclaration est incluse dans le prix général de formalités administratives liées aux investigations et est à réaliser systématiquement pour tous les sondages (au-delà de la limite théorique du versement à la BSS des sondages de plus de 10 mètres). Le N° BSS devra figurer dans les PV de sondages ou d'essais in-situ ou dans le rapport de synthèse des investigations (voir 3.5).

Pour ce qui concerne, les dossiers de déclaration relative à la loi sur l'eau au titre des articles L214.1 à L214.3 du code de l'environnement, le titulaire établira, durant la phase de préparation du bon de commande, les dossiers de déclarations en prenant en considération les données fournies par le maître d'ouvrage afin de réaliser une note technique conformément aux contenus attendus du dossier de déclaration et présentant notamment :

- l'identification du demandeur ;
- les ouvrages et les techniques mise en œuvre ;
- le contexte réglementaire et environnemental de la prestation ;
- les incidences des ouvrages ;
- les éventuelles mesures de réduction et de compensation à mettre en œuvre ;
- un résumé non technique de la prestation ;
- la remise en état ;
- les plans et cartes utiles à la compréhension du dossier ;
- les mesures de surveillance (pose de piézomètres) ;
- la fin d'utilisation des ouvrages (pose de piézomètres).

Cette note sera soumise à agrément du maître d'ouvrage avant soumission à l'autorité compétente par le titulaire. Le titulaire effectuera toutes les reprises demandées par le maître d'ouvrage et/ou l'autorité compétente.

La constitution des dossiers de déclaration est rémunérée spécifiquement au bordereau des prix selon que la déclaration concerne :

- la pose de piézomètres ;
- la réalisation d'essais d'eau ;
- la réalisation d'essais de pompage ;
- la réalisation de sondages dans le lit d'une rivière

Article 2.2.3.3 – Travaux ou investigations préalables

Article 2.2.3.3.1 – Etat des lieux

Lors de la période de préparation de chaque bon de commande, il appartient au titulaire :

- de se rendre compte par lui-même et sous sa seule responsabilité de l'état des lieux de la zone d'investigation et des différentes sujétions liées à la situation des ouvrages en place,
- de mettre à disposition du maître d'œuvre l'ensemble des moyens matériels et humains utiles à la constatation des états des lieux sur les périmètres d'investigation.

Un PV d'état des lieux contradictoire sera dressé avant le début des travaux. Les lieux devront être restitués à l'identique à l'issue des travaux.

A la demande du maître d'ouvrage, le titulaire sera tenu de faire réaliser des constats d'huissier vis à vis des habitations riveraines concernées par les investigations de terrain. L'établissement de ces constats d'huissier fait partie intégrante du prix forfaitaire des formalités administratives et techniques en lien avec les investigations de terrain.

Toutes les emprises d'intervention seront nettoyées et débarrassées des gravas, détritiques et ordures de toutes natures, et les produits évacués vers les centres de traitement agréés par le maître d'ouvrage.

Les déchets amiantés feront l'objet d'un traitement particulier de la part du titulaire qui produira un mode opératoire d'évacuation pour visa du maître d'ouvrage. Ce mode opératoire devra suivre la réglementation en vigueur de façon à ce que ces déchets soient manipulés et transportés avec toutes les précautions permettant de les conserver dans leur intégrité et d'éviter la formation de débris et d'éléments fins susceptibles de libérer des fibres.

Toutes les remises en état sont réputées incluses dans les prix d'installation de chantier (et dans les prix unitaires de investigations pour la partie rebouchage). Aucune réclamation fondée sur des insuffisances de renseignements de la part du maître d'ouvrage ne pourra être prise en considération.

Le titulaire est tenu de se conformer aux différentes prescriptions telles que les cheminements et la position des sondages dans la parcelle.

En cas de difficultés particulières, le titulaire est tenu d'informer immédiatement le maître d'ouvrage. Il est formellement interdit au titulaire d'entamer toute négociation pouvant engager le maître d'ouvrage, à quelque titre que ce soit, avec les collectivités, les propriétaires et les exploitants.

Article 2.2.3.3.2 – Reconnaissances et implantation

Préalablement aux investigations, le titulaire organisera une reconnaissance des points de sondages, d'essais in-situ, d'instrumentation ou de mesures géophysiques envisagés avec le responsable du chantier et un représentant de l'assistant de la maîtrise d'ouvrage. Cette reconnaissance permettra entre autres :

- De valider les implantations envisagées et les cheminements d'accès aux différents sites. A cet effet, le titulaire devra tenir compte des contraintes d'occupation du site, gêner le moins possible les occupants et riverains et limiter les dégâts aux cultures (ces implantations pourront être modifiées en fonction des réseaux rencontrés).
- De confirmer les types de mise en station (normale ou difficile).
- De réaliser un balisage par jalons. Le repérage en XYZ de ces différents points de sondages est compris dans les prestations du présent marché. Les jalons devront être retirés avant la sortie du terrain, sauf cas particulier précisés par le maître d'ouvrage (piézomètres, ...).

La précision demandée est de 100 cm en X et Y et 10 cm en Z.

Les coordonnées seront données en Lambert 93 et le référentiel d'altitude sera le système IGN 69.

Les différents rapports devront inclure, dans les systèmes Lambert 93 et IGN 69, le repérage de l'ensemble des sondages et essais in-situ effectués.

Article 2.2.3.3.3 – Investigations complémentaires pour recherche de réseaux

Lors de la période de préparation de chaque bon de commande, en fonction des retours des exploitants de réseaux et sur demande du Maître d'Ouvrage, le titulaire mènera des investigations complémentaires aux DT/DICT afin d'identifier le cas échéant de manière plus précise les réseaux en présence.

Ces investigations complémentaires seront de 2 types :

- Techniques non intrusives (à privilégier).
- Sondages mécaniques et manuels, lorsque la localisation n'est pas concluante en techniques non intrusives ou lorsqu'elles ne sont pas adaptées au contexte.

Ces investigations complémentaires permettront d'atteindre une précision en x, y, z de classe A conformément à l'arrêté du 27 décembre 2016.

Ces investigations respecteront le guide d'application de la réglementation relative aux travaux à proximité des réseaux (fascicule NF S 70-003).

Ces prestations sont rémunérées à l'aide de prix spécifiques au bordereau des prix.

Article 2.3 – Période d'exécution des investigations

Les investigations respecteront le guide d'application de la réglementation relative aux travaux à proximité des réseaux (fascicule NF S 70-003) et les opérateurs en charge de la réalisation des investigations sur le terrain devront être titulaire d'une attestation AIPR « Opérateur » conformément à la réforme du 01/10/2018.

Article 2.3.1 – Installations de chantier et d'hygiène

Dans le cas où, conformément au Code du travail, le chantier le nécessiterait et où VNF ne serait pas en mesure de mettre à disposition des locaux, le titulaire mettra en place des installations d'hygiène pour ses ouvriers (sanitaires, réfectoire, etc...).

Toutefois, les chantiers de moins de 4 mois (qui correspondent à la grande majorité des interventions liées au présent marché) peuvent déroger aux articles R.4228-2 à 7, R.4228-10 à 18 et R.4228-22 à 25 conformément au code du travail (article R.4534-137). Dans ce cas, un véhicule de chantier aménagé permettant aux salariés de disposer de vestiaires et WC (si possible douches) est toléré.

Dans le cas où des installations de chantier s'avérerait nécessaires, celles-ci seront éloignées au maximum du cours d'eau et seront situées hors zone inondable. La localisation est soumise à validation du Maître d'Oeuvre et devra préférentiellement être choisie sur le Domaine Public Fluvial. Dans le cas contraire, un accord écrit des propriétaires concernés est nécessaire avant toute installation.

Le titulaire aura à sa charge l'installation et le repli du chantier y compris dans le cas où des locaux auraient été mis à la disposition du titulaire par le maître d'ouvrage.

Les installations de chantier et d'hygiène sont rémunérées au bordereau des prix à l'aide d'un prix au mois jusqu'à 4 mois de chantier et d'un prix au mois pour les chantiers au-delà de 4 mois.

Ces prix sont réputés inclure tous les frais en lien avec les mises en état éventuellement nécessaires après l'exécution des investigations de terrain.

Article 2.3.2 – Signalisation de chantier

Les équipements nécessaires à la signalisation du chantier seront mis en place avant le début des sondages et seront maintenus pendant toute la durée de ces derniers conformément aux prescriptions des exploitants (et/ou issues des éventuelles autorisations obtenues durant la phase de préparation). Certains sondages pourront durer plusieurs jours voire être réalisés à cheval sur un week-end : la signalisation devra être maintenue pendant toute la durée nécessaire.

La signalisation fera l'objet d'une vérification journalière, y compris samedi, dimanche et jours fériés. Cette vérification sera transcrite dans une main courante qui sera présentée au gestionnaire de l'infrastructure à sa demande.

Article 2.3.3 – Gestion des voies de circulation terrestre et des accès

Il appartient au titulaire de se rendre compte par lui-même et sous sa seule responsabilité des voies et moyens de circulation terrestre et des accès au chantier et des différentes sujétions liées à la situation des ouvrages en place.

Les voies de circulation et accès empruntés devront être restitués à l'identique à l'issue des travaux. Il est tenu de procéder immédiatement à tous les nettoyages, balayages et décrottages d'engins de circulation terrestre nécessaires avant leur sortie de chantier pour éviter les salissures des voies de circulation.

Toutes les voies de circulation, accès empruntés et périphéries susceptibles d'être circulés seront à remettre en état en fin de travaux en fonction des états des lieux réalisés préalablement.

Le maître d'ouvrage se réserve le droit de demander des notes d'exécution, des fiches d'agrément et les bons de livraisons et d'évacuation de matériaux concernant ces remises en état si nécessaire.

La remise en état et le nettoyage des accès sont inclus dans le prix des installations de chantier et/ou d'aménagé et repli des matériels.

Aucune réclamation fondée sur des insuffisances de renseignements de la part du maître d'ouvrage ou d'œuvre ne pourra être prise en considération.

Article 2.3.4 – Aménagé, repliement du matériel et ruptures de charge

Il est prévu un forfait d'aménagé de matériel par type de machine (foreuse, pelle, pénétromètre, etc...) selon les investigations à réaliser. Il ne sera pris en compte qu'un seul aménagé et repli par type de machine et par bon de commande.

Le prix d'aménagé et repliement d'un ponton flottant intègre les dispositifs d'ancrage et de signalisation adéquat, les équipements de sécurité adaptés (gilets de sauvetage, rames, etc..) et ce conformément à la réglementation fluviale. Il comprend aussi le transport et la mise à disposition du matériel, la recherche des zones de mise à l'eau du ponton, la mise en œuvre du matériel pour la mise à l'eau et sa sortie et pendant la réalisation des investigations ainsi que l'obtention des éventuelles autorisations administratifs de navigation.

Le cas échéant, afin de permettre l'exécution des travaux dans des délais contraints, il sera possible de manière exceptionnelle de compter plusieurs aménagés et repliement correspondant au nombre de machines nécessaires en simultané à la bonne réalisation des prestations.

En cas de nécessité d'une rupture de charge, celle-ci est à justifier et peut faire l'objet d'une rémunération spécifique. Il est possible de prendre en compte :

- une rupture de charge terrestre par exemple en cas de passage d'une rive à l'autre ou d'un coté à un autre d'un ouvrage sur une même rive (si l'accès par le chemin de halage n'est pas possible).
- une rupture de charge fluviale en cas de nécessité de sortie et de remise à l'eau du ponton en vue d'un déplacement du ponton (si la navigation n'est pas possible) par exemple pour passer d'un coté à l'autre d'une écluse ou pour réaliser un long déplacement.
- une rupture de charge entre la voie terrestre et fluviale par exemple si des sondages par voie terrestre sont réalisés puis des sondages par voie fluviale et qu'un transfert du matériel est nécessaire ou si différentes machines doivent être successivement installés sur le ponton

Concernant le matériel « portable » nécessaire à la réalisation de prestations spécifiques (mesures géophysiques, pénétromètre léger, carottage béton, etc...), des prix forfaitaires en cas d'utilisation sont prévus. Il ne sera pris en compte qu'un forfait par type de matériel et par bon de commande.

Article 2.3.5 – Mise en station et avant-trou

Il est prévu une mise en station sur chaque point de sondage.

Elle comprend :

- la reconnaissance préalable et l'implantation du point de sondage,
- la réalisation de l'accès au point de sondage ou les travaux d'aménagement de la plateforme de travail,

- l'installation du matériel de sondage et le repli du matériel de sondage,
- l'approvisionnement des fournitures nécessaires à l'exécution (eau, combustible...),
- le rebouchage du forage (si non équipé),
- le relevé et le repérage topographique du sondage après exécution (coordonnées Lambert + NGF) dès la fin du sondage, sans retour ultérieur sur le site, particulièrement lorsqu'il s'agit de propriétés privées,
- la signalisation par des piquets, signaux ou repères de manière suffisamment visible en toutes périodes végétatives pour les piézomètres, inclinomètres ou autres ouvrages devant être maintenus en fonctionnement sur site,
- le déplacement du matériel de sondage jusqu'à la prochaine mise en station,
- la remise en état de la plate-forme et de l'accès, et le nettoyage des lieux et abords immédiats.

Les travaux nécessaires à la mise en station doivent respecter les conditions définies au cours des visites préalables d'implantation des sondages.

On distingue 6 types de mise en station :

- En site terrestre :
 - Normale (accessible à un véhicule 4 x 4) et sur points rapprochés, distance inter-points inférieure à 100 mètres (≤ 100 m).
 - Normale (accessible à un véhicule 4 x 4) et sur points éloignés, distance inter-points supérieure à 100 mètres (> 100 m).
 - Difficile (non accessible en 4 x 4) et sur points rapprochés, distance inter-points inférieure à 100 mètres (≤ 100 m).
 - Difficile (non accessible en 4 x 4) et sur points éloignés, distance inter-points supérieure à 100 mètres (> 100 m).
- En site fluvial avec mise en place d'un ponton :
 - Normale : si la distance entre les 2 sondages est inférieure à 2 km (≤ 2 km) ou ne nécessite pas le passage d'une écluse
 - Pour points éloignés : si la distance dépasse 2 km (> 2 km) ou le déplacement du ponton nécessite le passage d'une écluse. Ce prix ne s'applique que le nombre de fois strictement nécessaire à la réalisation des prestations prévues au bon de commande.

La première mise en station ne s'effectuant pas forcément à proximité du lieu de mise à l'eau du ponton, le déplacement (via une barque motorisée par exemple) de celui-ci est inclus dans la première mise en station normale. Le ponton est positionné au GPS et ancré durant la prestation de sondage.

Si le sondage nécessite des manutentions, montages et démontages de matériel ou si le titulaire doit réaliser une piste d'accès (plaques ou autres dispositifs) alors la mise en station s'apparente à une mise en station difficile.

Il est prévu, si nécessaire (présence d'une structure de type chaussée ou ouvrage en béton par exemple empêchant la réalisation de forage en surface), d'exécuter un avant-trou à la main ou au compresseur, à une profondeur permettant de s'assurer de l'absence de tout obstacle au forage. Les prestations intègrent l'évacuation des matériaux, le rebouchage ultérieur, le compactage et la remise en état de la surface. Les prix comprennent la réalisation d'un avant-trou jusqu'à une profondeur de 1.5 m.

Article 2.3.6 – Interventions en dehors des heures ouvrables et immobilisation de l'atelier

Sur demande du Maître d'ouvrage en cas de problème de réalisation de sondages et essais in-situ lié à l'exploitation de la voie d'eau (chenal de navigation ou ouvrage), des interventions peuvent être programmées en dehors des heures ouvrables (de nuit, le week-end ou les jours fériés). Le surcoût

associé par rapport à des interventions classiques est rémunéré en plus-value à la demi-journée ou demi-nuit (6 heures de travail) par atelier.

Les heures ouvrables sont considérées du lundi au samedi de 07 h à 19 h, on considère donc les périodes d'interventions sur lesquelles s'appliquent la plus-value comme :

- En heures nuit : en cas de réalisation de prestations entre 19 h 00 et 07 h 00
- En heures non ouvrables : en cas de réalisation de prestations les samedis, dimanches et/ou les jours fériés

Sur demande du Maître d'Ouvrage, il peut être nécessaire pour des questions d'exploitation du réseau fluvial, routier ou d'un concessionnaire d'arrêter les prestations. De plus, en cas d'intempéries exceptionnelles (justifiées par le titulaire sur l'amplitude, la durée et l'impossibilité effective de réaliser les prestations). Dans ces cas, il est prévu une indemnisation pour immobilisation d'un atelier de sondages. Pour tous les autres cas, l'arrêt des prestations du fait du titulaire pour des problèmes de moyens matériels ou humains), cette indemnisation ne pourra être demandée par le titulaire.

Dans le cas où les coûts d'immobilisation seraient supérieurs à un aménagement et remplacement du matériel, il pourra être demandé au titulaire le remplacement du matériel pendant la durée d'interruption des travaux.

Article 2.3.7 – Remise en état des lieux

En fin d'intervention sur site, le titulaire sera tenu de remettre les lieux en état, en particulier de procéder à un rebouchage soigné de tous les trous de forage et de prendre toute précaution destinée à éviter tout dommage aux personnes et animaux et de manière générale à l'environnement (les détritiques seront évacués en filière adaptée, aucun matériau ne sera laissé sur place par le titulaire).

L'attention du titulaire est attirée sur les points suivants :

- Il devra veiller à ne provoquer aucune pollution accidentelle des eaux souterraines et superficielles. Les peines prévues par la réglementation générale et en particulier la loi sur l'eau incomberont totalement au titulaire.
- Il sera responsable de toute détérioration et des dégâts éventuels apportés de son fait, en particulier en cas de non-respect des cheminements définis en phase préparatoire pour accéder jusqu'aux points de sondages.

Un état des lieux final, avec si nécessaire constat d'huissier à la charge du titulaire, sera également dressé par le maître d'ouvrage en présence du titulaire.

Cet état des lieux est réputé inclus dans le prix d'installation de chantier.

Article 2.3.8 – Réunions en cours d'exécution des investigations

Toutes les réunions (sur site ou dans les locaux du maître d'ouvrage) nécessaires à la bonne exécution des prestations d'investigations géotechniques seront organisées par le maître d'ouvrage. Elles sont réputées comprises dans les prix d'investigations géotechniques.

Le responsable d'opération représentant du titulaire devra être nécessairement présent aux réunions organisées par le maître d'ouvrage et auxquelles il aura été convoqué au moins 48h à l'avance.

A chaque réunion, le titulaire remettra notamment au maître d'ouvrage :

- le calendrier d'exécution avec l'état d'avancement,
- les procès-verbaux provisoires des sondages et essais in-situ réalisés,
- le tableau d'activité hebdomadaire.

Article 2.4 – Période d'exécution de la commande

Durant l'exécution le titulaire est tenu de fournir au maître d'ouvrage et d'œuvre les éléments relatifs à l'avancement de la prestation selon les termes de la commande (procès-verbaux de sondages, d'essais in-situ ou d'essais de laboratoire bruts et/ou interprétés, rapports intermédiaires).

A minima, il doit préciser l'état d'avancement au début et à la fin de chacune des grandes phases de la mission (démarrage des investigations sur site, fin des investigations sur site, ouverture des prélèvements et choix des échantillons, fin des essais en laboratoire, etc...). Ces informations doivent dans le cas de dates butoires définies dans le bon de commande être transmises de manière officielle afin de confirmer le respect des délais (courrier ou email).

Le maître d'ouvrage peut formuler des observations sur les documents produits par le titulaire. Le délai de transmission des observations est de 15 jours pour les documents intermédiaires (PV de sondages et d'essais bruts et rapports intermédiaires) et de 2 mois pour les documents finaux (rapports d'étude et ses annexes).

Le titulaire devra effectuer les reprises demandées par la maîtrise d'ouvrage, le maître d'œuvre ou l'assistant à maîtrise d'ouvrage ou d'œuvre sur les documents rendus dans les délais prévus au CCAP.

En cas de besoin, des réunions peuvent être demandées par le Maître d'Ouvrage pour faire un point d'avancement sur les prestations en cours.

Article 2.5 – Modification des prestations en cours d'exécution ou prestations imprévues

Le titulaire est tenu de mener à son terme la réalisation des prestations commandées conformément aux spécifications du bon de commande afférant qui est dans certains cas, lui-même issu d'une proposition du titulaire.

Néanmoins, dans de rares cas où une divergence entre les quantités des prestations réalisées et les quantités prévues dans le bon de commande sera constatée (ou sur le type de prestation), le titulaire est tenu d'en aviser le maître d'ouvrage dès connaissance de l'écart et au minimum 10 jours avant la date d'achèvement des prestations en question par la fourniture d'une note détaillant et justifiant les écarts constatés.

Le maître d'ouvrage analysera la note justificative produite par le titulaire afin d'établir une éventuelle modification de bon de commande (ou acceptation de facture modifiée).

Aucune de ces modifications ne pourra être établie en l'absence de note justificative remise dans le délai imparti.

ARTICLE 3 – INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

Article 3.1 – Forages et sondages

Article 3.1.1 – Observations générales sur l'exécution des forages et la gestion des prélèvements

Article 3.1.1.1 – Généralités

Les prestations de sondage, les essais et mesures seront exécutés conformément à la réglementation en vigueur (Eurocode 7 parties 1 et 2 ainsi que les normes européennes et normes française spécifiques à chaque type de prestations) ainsi qu'aux recommandations existantes et aux règles de l'art.

Le choix des outils et de la technique pour la réalisation des prélèvements ainsi que la gestion, le transport et la conservation des échantillons seront réalisés conformément à la norme XP 94-202 « Sols : reconnaissance et essais - Prélèvement des sols et des roches - Méthodologie et procédures ».

Article 3.1.1.2 – Classes de prélèvement et choix du mode de prélèvement

Les classes de prélèvement sont définies conformément à la norme XP P 94-202 « Sols : reconnaissance et essais - Prélèvement des sols et des roches - Méthodologie et procédures » :

- les sondages carottés doivent permettre de réaliser des prélèvements intacts de classe 1 (ou 2 selon les conditions)
- les tarières et les sondages à la pelle doivent permettre de réaliser des prélèvements remaniés de classe 3 (ou 4 pour les sondages à la pelle sous nappe)
- les sondages destructifs induisent des prélèvements totalement remaniés de classe 4 ou 5.

Le marché prévoit la rémunération des prélèvements d'échantillon selon le mode de prélèvement mais avec un objectif de résultat en terme de classe de prélèvement en vue de réaliser les essais de laboratoire associés. Le cas échéant, si le mode de prélèvement (choix de la machine, des outils, des éventuels fluides ou de l'utilisation ou non d'un tubage, etc...) utilisé par le titulaire n'est pas adapté au contexte géotechnique et à l'objectif de classe d'échantillon, le mode de prélèvement rémunéré peut être rétrogradé en conséquence.

Article 3.1.1.3 – Étiquetage, conservation, transport des échantillons, conservation avant essai.

Les échantillons devront être conditionnés dans leur étui conteneur sans délai et avec soin. Leur conditionnement devra notamment comprendre les éléments suivants :

- le paraffinage des extrémités,
- la mise en place de bouchons et de rubans adhésifs aux extrémités,
- l'inscription sur l'étui de :
 - la désignation du site,
 - la désignation du sondage,
 - la côte du haut et du bas de l'échantillon intact,
 - la date de prélèvement.

Quelque soit la classe de prélèvement liée à l'adéquation du matériel utilisé pour le prélèvement au contexte géotechnique, si le conditionnement des échantillons ne respecte pas l'étanchéité nécessaire à la réalisation des essais de caractérisation de l'état hydrique, le forage sera déclassé en classe 4 ou 5 et donc rémunéré comme un forage destructif.

Tout forage rémunéré à l'aide des prix de sondage carotté doit permettre de réaliser un échantillon dans lequel les paramètres d'état peuvent être mesurés et des essais de comportement mécanique réalisés.

Tout forage rémunéré à l'aide des prix de sondage à la tarière ou à la pelle doit permettre de réaliser un échantillon dans lequel les paramètres de nature peuvent être mesurés ainsi que l'état hydrique (teneur en eau).

Les échantillons prélevés sont étiquetés de la manière suivante :

- nom du chantier,
- numéro du sondage, date, numéro et type de prélèvement, profondeurs ou niveaux entre lesquels l'échantillon a été prélevé,
- nature du sol.

Le stockage temporaire sur chantier et le transport au laboratoire devra garantir la protection des échantillons contre le gel et les températures élevées, l'humidité excessive ou le dessèchement, et contre les chocs et les vibrations. Un lieu de stockage provisoire des échantillons sera soumis à agrément du maître d'ouvrage.

En cas de constatation par le Maître d'Ouvrage ou l'AMO en charge du contrôle de non-respect des conditions de transport, stockage ou de conservation des échantillons, les prélèvements pourront être déclassés en conséquence.

Article 3.1.1.4 – Transfert des échantillons au laboratoire et conservation des échantillons après ouverture

L'acheminement des échantillons vers le laboratoire devra être assuré dans le plus brefs délais. Le transport devra garantir une bonne protection des échantillons contre les excès de température, les chocs et les vibrations. Le rythme sera au moins hebdomadaire.

Les échantillons n'ayant pas été utilisés pour les essais seront conservés au laboratoire dans des conditions telles que leur représentativité ne sera pas modifiée, sauf en ce qui concerne la teneur en eau.

Le prix de transport et prise en charge des échantillons et carottes est un prix forfaitaire qui s'applique une seule fois pour l'ensemble de la campagne d'investigation.

Ils seront conservés au moins jusqu'à 2 mois après la remise du rapport final.

Le cas échéant, il pourra être demandé au titulaire de préparer la préparation et l'envoi d'échantillon pour analyse de pollution (analyse non prévue dans le présent marché mais relevant d'un autre prestataire n'ayant pas les moyens de réaliser des prélèvements profonds). Un prix spécifique est prévu au bordereau pour couvrir ces prestations.

Article 3.1.1.5 – Procès-verbal de prélèvement

Un procès-verbal de prélèvement sera établi conformément à la norme XP 94-202 à l'issue du forage.

Une « coupe sondeur » provisoire/brute devra être remise au fur et à mesure de l'avancement des travaux de reconnaissance, dès la fin de la réalisation de chaque forage.

En phase définitive, la description et la représentation en coupe devront détailler les différents facies rencontrés verticalement pour une même formation et devront être établies par l'un des géologues désignés dans le Plan d'Assurance Qualité (PAQ).

Le procès-verbaux de sondage sera soumis à l'agrément du maître d'ouvrage.

Le prix d'ouverture et de description des échantillons et carottes est un prix unitaire qui s'applique à l'unité de sondage et ce quelque soit le linéaire du sondage.

Le maître d'ouvrage se réserve le droit de réclamer les procès-verbaux de chantier, le titulaire doit être en mesure d'envoyer ces éléments sur demande sous 48h.

Article 3.1.2 – Forages destructifs

Ces forages destructifs sont susceptibles d'être utilisés pour :

- l'enregistrement des paramètres de forage,
- la réalisation d'essais pressiométriques,
- les diagraphies RAN,
- la réalisation d'essais d'eau,
- la pose de tube piézométrique ou inclinométrique.
- L'utilisation du forage pour tout autre investigation ou essai.

Les forages destructifs seront réalisés au moyen d'un taillant ou d'un tricône dont le diamètre sera adapté à la mise en œuvre ultérieure des éventuels équipements ($D_{\text{mini}} = 90 \text{ mm}$). Ils seront réalisés avec injection d'eau claire, ou, si la paroi de forage s'avérait instable, injection de fluide de forage non argileux. L'injection de fluide de forage argileux est acceptée pour les forages non équipés.

Si nécessaire un tubage pourra être mis en œuvre.

Ce type de forage pourra également être utilisé pour la réalisation des essais d'eau.

Une coupe indicative devra nécessairement être établie pour chaque forage, reprenant la nature indicative des terrains rencontrés en fonction des cuttings, les observations éventuelles des sondeurs (perte d'injection, etc.), ainsi que les moyens utilisés pour la réalisation du forage (outil, fluide d'injection, etc.).

Les enregistrements des paramètres de forage suivants sont obligatoires, quel que soit l'objectif du sondage destructif :

- vitesse d'avancement,
- couple de rotation,
- poussée sur l'outil,
- pression de fluide d'injection.

La réalisation des enregistrements des paramètres de forage comprend la location de l'enregistreur permettant la mesure de la vitesse d'avancement, de la pression sur l'outil, de la pression d'injection et du couple de rotation. Il comprend aussi la fourniture des enregistrements numériques et les traces des diagrammes.

L'ensemble de ces informations doivent être repris au procès-verbal incluant les diagraphies et faisant apparaître :

- les différentes couches de terrain rencontrées,
- les outils de forage et leurs caractéristiques (nature et dimensions),
- les modes de soutien des parois éventuels (boue, tubage),
- les enregistrements des paramètres.

Par ailleurs, les enregistrements de paramètres doivent être fournis au maître d'ouvrage sous format tableur.

Article 3.1.3 – Sondages à la tarière continue

Le terme « sondages à la tarière » comprend la réalisation de sondages à la tarière hélicoïdale continue mais aussi la réalisation de sondages à la tarière à main et la réalisation de sondages à la tarière mécanique courte montée sur train de tige ($L \leq 1,00 \text{ m}$).

L'usage de la tarière hélicoïdale continue nécessite obligatoirement des machines équipées de cages de protection. L'ouverture de la cage de protection doit commander l'arrêt des éléments mobiles dangereux de la machine (rotation et translation verticale du train de tiges).

Le diamètre des tarières continues sera de 110 mm minimum.

Ces investigations doivent permettre une description précise des différents horizons et le prélèvement d'échantillons remaniés mais homogènes et représentatifs (classe 3) tous les mètres et à chaque changement de terrain, conditionnés, permettant de conserver la teneur en eau et soigneusement étiquetés (masse d'au moins 2 kg, conditionnement et étiquetage selon les prescriptions de l'article 3.1.1.3, en particulier en ce qui concerne l'étanchéité de l'emballage).

Si nécessaire, un tubage provisoire devra être mis en œuvre afin de maintenir les parois du forage et d'éviter la contamination des échantillons par les terrains de surface. L'utilisation d'un tubage est rémunérée en plus value dans le bordereau des prix.

Article 3.1.4 – Sondages carottés

La technique et le matériel de carottage devront être adaptés à la nature des terrains ainsi qu'à la présence d'eau. Ainsi, afin d'obtenir des échantillons de classe 1, le forage pourra être réalisé selon les terrains avec un fluide de forage (eau ou boue) et si nécessaire avec la mise en œuvre d'un tubage (cf XP 94-202).

L'utilisation d'un tubage ou d'un fluide de forage est rémunéré en plus-value dans le bordereau des prix.

Les échantillons prélevés seront obligatoirement des échantillons intacts, conditionnés sous gaine P.V.C. et paraffinés afin d'assurer une bonne étanchéité de l'enveloppe protectrice en P.V.C. En cas d'impossibilité technique d'obtenir des prélèvements de classe 1, des échantillons de classe 2 sont tolérés.

Les prélèvements qui s'avéreront remaniés (classe 3) du fait d'un matériel inadapté au contexte géotechnique seront rémunérés comme des forages à la tarière.

Le diamètre minimal de la carotte sera de 90 mm, sa longueur maximale sera de 1 m. Le taux de récupération sera au minimum de 85 %.

En cas de sols très raides, l'emploi de couronne diamantées sera rémunéré en plus-value.

Il sera apporté un soin particulier, au stockage provisoire des échantillons et aux conditions de transport de ceux-ci vers le laboratoire d'essais (voir 3.1.1).

En complément du 3.1.1.5, dès son ouverture au laboratoire, chaque carotte sera photographiée (chaque cliché possédant une charte des couleurs. Le cumul de 2 carottes par cliché sera accepté) et fera l'objet d'une description fine effectuée par un géologue reprise sur la coupe dans le PV de sondage. Dans le rapport final, les photos des carottes seront fournies en plus du procès-verbal de sondages dans lequel devra figurer la description précise des échantillons.

Article 3.1.5 – Sondages ponctuels et tranchées pour fouille à la pelle mécanique

Article 3.1.5.1 – Réalisation des sondages ponctuels ou tranchées

Ce type de sondages comprend :

- les sondages de reconnaissance des terrains pour prélèvement remaniés (classe 3 ou 4),
- les fouilles d'essais pour réalisation de mesures de la perméabilité des sols,
- les fouilles menées pour la reconnaissance des fondations d'ouvrages.

Ces sondages seront réalisés à la pelle mécanique jusqu'à une profondeur pouvant atteindre 3 à 4 m.

Chaque fouille fera l'objet d'une coupe de sondage et d'une photographie avec échelle indiquant la nature des sols rencontrés en fonction de la profondeur, la tenue des parois, les venues d'eau.

Les fouilles de reconnaissance de fondations seront exécutées de manière à ne pas endommager les ouvrages existants et à ne pas mettre en péril leur stabilité.

Pour le cas spécifique des reconnaissances de fondations, est compris également :

- les côtes de l'ouvrage reconnu via un croquis coté,
- les niveaux d'assise et identification des terrains d'assise,
- les caractéristiques des remblais en contacts avec les ouvrages,
- les matériaux constitutifs et état visuel de la fondation,
- les photos des ouvrages mis à nus avec arêtes mises en valeur à la peinture et échelle,
- les observations spécifiques : tenue des parois, arrivées d'eau.

Les terres extraites seront stockées à proximité en tas réguliers avec enlèvement en filière adaptée. Le rebouchage et le compactage éventuel seront réalisés suivant les règles de l'art avec remise en état de la surface à l'identique.

Article 3.1.5.2 – Mise en œuvre de blindage

Au-delà de 1m30 de profondeur, la mise en œuvre d'un blindage de la fouille ou de tranchée est obligatoire conformément au décret du 8 janvier 1965 modifié intitulé «travaux de terrassement à ciel ouvert».

Si nécessaire, le titulaire présentera à l'agrément du maître d'ouvrage le « plan de blindage » permettant de présélectionner un(des) type(s) de blindage et son dimensionnement en fonction de :

- la durée du chantier,
- l'état réel du terrain,
- les paramètres externes (intempéries, température, durée du chantier...),
- la présence de nappe phréatique,
- les points singuliers tels les franchissements qui imposent des blindages particuliers,
- la présence d'ouvrages existants dans le sous-sol,
- la nécessité ou non de présence humaine dans la fouille,
- la surface du terrassement.

Les dimensions de la fouille doivent intégrer l'épaisseur des panneaux de blindage.

Les préconisations d'exécution sont les suivantes :

- aucune présence humaine dans la fouille, pendant les phases de pose et de dépose de blindage,
- prévoir un nombre suffisant d'éléments de blindage et organiser leur rotation.
- respecter le plan de blindage et le mode opératoire remis par le fabricant du blindage,
- faire toujours guider visuellement l'installation du blindage en fouille par une personne située à l'extérieur de la fouille,
- travailler par étapes successives, avec des points d'attention prédéterminés,
- plaquer les panneaux de blindage contre le terrain avec parois verticales (pas d'espace),
- laisser dépasser le blindage de la fouille de 15 cm minimum,
- choisir des blindages adaptés à la profondeur (utiliser si nécessaire une réhausse),
- interdire l'appui de blindage sur un réseau.
- éviter tout dommage aux ouvrages existants (y compris leur revêtement et organes connexes).
- retirer le blindage par étapes successives, sans décompresser le terrain.
- penser à fixer les accessoires de levage (chaînes, élingues...) sur chacun des éléments avant de commencer la dépose (y compris en cas de réhausse),
- laisser des bermes libres de déblais sur une largeur minimale de 40 cm le long de la tranchée,

- organiser la circulation des véhicules à plus de 3 m des parois de la tranchée.

Article 3.1.6 – Carottage dans la maçonnerie ou le béton

Dans le cadre d'opérations nécessitant l'auscultation d'ouvrages existants, le titulaire pourra être amené à réaliser des carottages dans de la maçonnerie ou du béton pour permettre l'observation de l'état général des matériaux (fracturation, altération, etc..) et la réalisation le cas échéant d'essais sur les prélèvements (chimiques, physiques ou mécaniques).

En cas de carottage sur du béton armé, l'implantation du forage tiendra compte de la position des armatures (utilisation si nécessaire d'un ferroskan) afin d'éviter de fragiliser la structure.

Le diamètre de forage sera à adapter selon les besoins des essais à réaliser.

L'exécution du carottage, la conservation des échantillons devra respecter les exigences de la NF EN 12504-1.

Article 3.1.7 – Rebouchage des forages

Le rebouchage soigné des forages non valorisés (hors piézomètres, inclinomètres ou autre instrument placé dans un forage) est obligatoire et intégré aux prix de forage.

Après relevé du niveau d'eau en fin de forage, le forage doit être rebouché sur toute sa hauteur avec les cuttings de forage, par ordre de reconnaissance, complété si besoin par un apport de matériaux.

En fonction du contexte de chaque site (afin par exemple de ne pas mettre en communication 2 nappes d'eau différentes ou de gérer une nappe d'eau sous pression), il pourra s'avérer nécessaire d'employer des techniques spécifiques pour le rebouchage des forages (bouchon argileux par exemple).

Dans le cas particulier des carottages au sein d'une structure spécifique (sur chemin de halage ou sur chaussées), le rebouchage sera réalisé en respectant la nature des différentes assises et en apportant un soin particulier à l'étanchéité de la couche de surface.

Dans les sondages réalisés dans les maçonneries ou ouvrages en béton, une injection coulis ciment de type CEMIII 32,5 sera réalisée depuis le fond du sondage par tube plongeur ou flexible sur toute la hauteur du forage.

Article 3.2 – Essais in-situ

Article 3.2.1 – Généralités

Si un forage préalable est nécessaire pour la réalisation de l'essai in-situ, ce forage sera rémunéré par les prix de forages destructifs.

Les prestations de réalisation des essais comprennent notamment :

- les étalonnages préalables à la réalisation des essais in-situ,
- la fourniture sur demande des PV d'essais bruts (et des étalonnages préalables) correspondant aux sorties chantier,
- la fourniture en annexe du rapport final relatif à la commande des PV d'essai interprétés et des PV d'étalonnages conformément aux normes en vigueur.

Les résultats des essais de pénétrations devront être transmis sous format informatique de type tableur avec un pas de mesure adapté au type d'essai (de 1 cm à 20 cm).

Article 3.2.2 – Essais de pénétration statique et au piézocône

L'essai de pénétration statique sera exécuté conformément à la norme NF EN ISO 22476-12.

L'essai au piézocône sera exécuté conformément à la norme NF EN ISO 22476-1

L'équipement sera de type pénétromètre lourd 200 kN et devra être capable d'accéder à des endroits où la portance du sol est mauvaise.

Lors de la mise en place de l'équipement, l'entrepreneur veillera à s'assurer de l'absence d'obstacles pouvant empêcher la pénétration (dalle, conduites ...). Si nécessaire, il procèdera à un avant-trou et il déplacera son équipement en cas de présence d'obstacle. Lorsqu'un essai sera bloqué à moins de 3 mètres de profondeur sur un obstacle infranchissable par simple pénétration, l'essai sera déplacé et recommence au frais du titulaire. Les dégâts éventuels ainsi que les conséquences de ceux-ci occasionnés des tiers (conduites, câbles ...) seront à la charge du titulaire.

L'essai pourra être conduit jusqu'à 30 m ou au refus ainsi la pénétration continuera tant que l'un des trois critères suivants ne sera pas atteint :

- effort total de 200 kN sur le train de tiges,
- contrainte sur la pointe de 60 MPa,
- profondeur atteinte 30 mètres maxi.

En cas de blocage du train de tiges du à une augmentation trop importante du frottement latéral, l'opérateur pratiquera un coulissage du train de tige pour briser le frottement. Cette opération sera pratiquée au minimum deux fois par essai. Si le phénomène se répète trop souvent, la maîtrise d'ouvrage pourra imposer le placement d'un anneau anti-frottement. Dans ce cas, le dispositif sera muni d'un manchon de frottement. Ces techniques font partie intégrante du prix remis par le titulaire.

L'entrepreneur n'utilisera la pointe mécanique qu'en cas de passage de remblais durs, de silex et de graves pouvant détériorer la pointe électrique. La pointe électrique sera obligatoirement utilisée dans tous les autres cas.

Dans le cas de l'utilisation d'une pointe électrique, les enregistrements suivants seront fournis en fonction de la profondeur : résistance à la pointe, frottement latéral unitaire et rapport de frottement.

Dans le cas de l'utilisation d'une pointe mécanique, les paramètres fournis seront en fonction de la profondeur : résistance à la pointe et l'effort total. Si un anneau anti-frottement est utilisé, la mesure de l'effort total est remplacée par la mesure du frottement latéral local et du rapport de frottement.

Article 3.2.3 – Essai de pénétration dynamique

L'essai de pénétration dynamique à énergie variable ou constante sera exécuté conformément à la norme NF EN ISO 22476-2.

Le contrôle de la qualité du compactage avec pénétromètre dynamique à énergie variable (essai PANDA) sera exécuté conformément à la norme NF P 94-105.

Le contrôle de la qualité du compactage avec pénétromètre dynamique à énergie constante sera exécuté conformément à la norme NF P 94-063.

L'essai au carottier battu (SPT) sera exécuté conformément à la norme NF EN ISO 22476-3. Il devra permettre le prélèvement d'échantillons de classe 4 (remaniés) et ainsi la réalisation d'essais d'identification et l'établissement d'une coupe lithologique précise.

Article 3.2.4 – Essais pressiométriques

Les forages et essais pressiométriques seront exécutés conformément à la norme NF EN ISO 22476-4. L'acquisition des données devra être automatique (SPAD ou équivalent). Tout essai réalisé sans cet enregistrement sera à recommencer aux frais du titulaire.

De plus il faudra :

- une rotation parfaite sans jeu,
- un diamètre de tiges nettement inférieur au diamètre du trou de forage (≤ 40 mm),
- une pompe pour injection de bentonite très sensible afin de pouvoir régler le débit et la pression d'injection, ce qui est très important pour la qualité du trou.

Les minutes d'essais pourront être demandées au titulaire. Ces minutes devront être restituées sous un format lisible dans les 48h suivant la demande.

La profondeur des essais pressiométriques devra être ajustée en fonction des cotes de rencontre des différentes formations lors du forage (pas d'essais réalisés à la jonction des différentes couches de sols).

Le titulaire devra prendre en compte dans ses prix unitaires les paramètres suivants :

- les sondages pour essais pressiométriques effectués à la tarière en présence d'eau seront interdits,
- en cas d'éclatement de la sonde, si la pression de fluage n'est pas atteinte, l'essai sera refait 0,75 m plus bas, sans supplément de prix,
- si entre deux essais réalisés dans une même formation géologique et pour des pressions limites inférieures à 1 MPa, on obtient un doublement de la pression limite, il sera nécessaire d'effectuer, à mi-hauteur, un essai intermédiaire, sans supplément de prix.

Les essais haute pression (5 MPa à 10MPa) pourront également être exécutés conformément à la norme NF EN ISO 22476-4. Un prix en plus-value est prévu à cet effet au bordereau des prix.

Le titulaire devra justifier via la fourniture des feuilles « minute » de chantier, tout essai dont la pression maximum brute en cours d'essai atteinte sur chantier sera inférieure à 4,5 bars.

Le titulaire sera tenu de présenter sur demande les supports d'enregistrement ainsi que les courbes pression/volume (même si le système d'enregistrement des données ne permet pas de sortie graphique de la courbe).

Article 3.2.5 – Essais scissométriques

Les essais seront menés à l'aide d'un scissomètre de chantier dans des pré-forages jusque 10 m de profondeur, suivant la norme d'essai NF EN ISO 22476-9.

Les essais seront menés avec un moulinet constitué de pales disposées à angle droit de largeur totale 70 mm pour une hauteur de 140 mm.

Les mesures devront permettre de déterminer notamment la résistance maximale au cisaillement (cohésion scissométrique) et la résistance résiduelle (cohésion remaniée) du sol.

Il pourra être demandé de mener, au sein d'un même forage, plusieurs essais scissométriques, à différentes profondeurs (tous les mètres par exemple), à la manière d'un sondage pressiométrique.

Article 3.2.6 – Essais d'eau

Article 3.2.6.1 – Essais de perméabilité à l'eau et essai de pression dans les roches

L'essai de perméabilité à l'eau dans un forage en tube ouvert sera exécuté conformément aux normes NF EN ISO 22282-1 et NF EN ISO 22282-2.

L'essai de perméabilité à l'eau dans un forage de type fermé (piézomètre) sera exécuté conformément aux normes NF EN ISO 22282-1 et NF EN ISO 22282-6.

L'essai de pression d'eau dans les roches sera exécuté conformément aux normes NF EN ISO 22282-1 et NF EN ISO 22282-3.

L'essai d'infiltration sera exécuté conformément aux normes NF EN ISO 22282-1 et NF EN ISO 22282-5.

Par dérogation à la norme, de façon à lever l'incertitude sur l'étanchéité incertaine d'un tubage, l'isolation de la partie supérieure de la cavité sera réalisée à l'aide d'un obturateur dilatable ou au moyen d'un noyau d'argile placé au-dessus de la cavité.

Afin d'éviter les fuites, la gaine de l'obturateur aura une longueur supérieure ou égale à 10 fois le diamètre du forage. Son diamètre avant dilatation est supérieur ou égal à 0,7 fois le diamètre du forage. Il doit permettre d'atteindre des pressions de dilatation d'au moins 2 MPa.

En fonction des formations rencontrées, le forage réalisé à l'aide d'un taillant, bicône ou tricône d'un diamètre de 110 mm, de façon à éviter le colmatage de la paroi du forage. Le forage à la tarière est prohibé.

On favorisera, dans la mesure du possible, l'essai par pompage du niveau d'eau existant ou injection d'eau claire à charge constante.

Article 3.2.6.2 – Essai de pompage

Le forage du puits sera réalisé au tricône de diamètre 250 à 350 mm. Le puits sera équipé d'un tube PVC de diamètre minimal 185/200 mm. Il devra être crépiné sur toute la hauteur de l'aquifère concerné par l'essai de pompage. Le puits sera gravillonné sur toute cette hauteur et pourra atteindre une profondeur de 25 m.

Le reste du forage sera équipé d'un tube PVC plein de même diamètre. Un bouchon étanche à base de bentonite de 1 m de hauteur minimum isolera la partie crépinée du reste du forage. La partie supérieure du tube PVC sera scellée au terrain au coulis de ciment. La tête de puits sera équipée d'un capot de protection métallique cadenassé.

Le nombre, la longueur et l'implantation des piézomètres de mesure sera soumise à l'agrément du maître d'ouvrage et rémunérée à part de l'essai de pompage.

L'essai de pompage proprement dit sera réalisé conformément aux normes NF EN ISO 22282-1 et NF EN ISO 22282-4.

La durée de l'essai sera adaptée au contexte de chaque site, afin d'atteindre un régime permanent. La détermination du débit de pompage sera réalisée durant la phase préparatoire.

Lors de l'essai, une pompe de capacité minimale sera mise en place dans le puits de pompage, permettant d'assurer un rabattement suffisant de la surface piézométrique.

La durée minimale de l'essai sera de 4h.

Le prix prévu au bordereau des prix s'applique pour tout essai de pompage nécessitant un débit inférieur à 50 m³/h et/ou un rabattement local maximum de 10 m de la nappe.

Article 3.2.6.3 – Slug test

Le principe est de tester des terrains dont la perméabilité est faible à très faible (entre 10⁻⁵ m/s et 10⁻⁹ m/s). Ce test permet de caractériser la perméabilité et le coefficient d'emmagasinement de couches pour lesquelles il n'est pas possible de réaliser un essai de pompage classique.

Le mode opératoire consiste à injecter de l'eau dans un ouvrage unique, pour créer un choc hydraulique instantané dans une partie d'un forage.

On suit alors la variation de charge en fonction du temps, qui permet de déterminer la transmissivité et le coefficient d'emmagasinement de chaque couche testée.

La cavité de l'ouvrage sera mise en eau préalablement dans le cas où les tranches à tester ne seraient pas saturées. La norme décrit le cas échéant l'équipement à prévoir en cas d'instabilité de la paroi du forage.

On isole une cavité dans le forage, qui est reliée à la surface par un tube de liaison de diamètre inférieur à celui du forage.

Ensuite après avoir vérifié que la pression dans la cavité est stabilisée on applique un choc hydraulique.

On suit alors l'évolution de la pression dans la cavité jusqu'à stabilisation.

Le rapport produit la courbe expérimentale d'évolution des pressions en fonction du temps dans la cavité.

L'exploitation des résultats permet de déterminer pour chaque passe du forage la transmissivité et le coefficient d'emménagement. Puis à la perméabilité en fonction de la longueur verticale de la cavité testée.

Article 3.2.6.4 – Essai au micromoulinet

Le micromoulinet pour forage d'eau est un appareil utilisé pour mesurer les vitesses de circulations d'eau verticales dans un piézomètre crépiné sur toute sa hauteur.

Il permet de localiser les contrastes de perméabilité au sein de formations aquifères. Les circulations verticales apparaissent dès lors que l'ouvrage traverse plusieurs nappes de charges différentes ou qu'il recoupe plusieurs équipotentielles. La vitesse du flux mesurée résulte ainsi d'un retour à l'équilibre des charges à l'intérieur du piézomètre.

Le mode opératoire consistera à exécuter des mesures de vitesses à un pas de distance régulier le long de l'ouvrage. L'appareil mesurera le flux naturel.

Puis une dépression par pompage est créée dans l'ouvrage afin de créer une vitesse suffisante pour mettre en mouvement l'hélice. Il est alors nécessaire d'attendre le régime permanent, c'est-à-dire la stabilisation des niveaux d'eau dans l'ouvrage.

Une série de mesure est effectuée avec un pas adapté à la coupe lithologique.

L'enregistrement sera réalisé dans le trou nu avec pompage pour déclencher les circulations d'eau. La mesure de vitesse se fera de bas en haut. Dans le cas où la tenue des terrains le nécessiterait un tubage crépiné provisoire sera prévu.

En ce cas, le forage sera équipé d'un tube PVC crépiné et gravillonné afin que la sonde soit protégée d'un éventuel effondrement des parois du forage.

Le dimensionnement du diamètre du carottage devra permettre l'insertion d'une pompe pour l'essai.

Les vitesses mesurées et l'interprétation de l'essai au micromoulinet seront intégrées au rapport. Une illustration du diagramme des vitesses à côté du log stratigraphique sera également présentée dans le rapport.

L'exploitation des données fournit ensuite des informations qualitatives : part de production par niveau de mesure. Une corrélation avec la perméabilité moyenne de la tranche mesurée (déterminée au préalable par un essai spécifique) permettra une extrapolation hydrodynamique.

Article 3.2.7 – Essais à la plaque

L'essai statique à la plaque EV2 sera réalisé conformément à la norme NF P 94-117-1.

L'essai dynamique à la plaque Ed sera réalisé conformément à la norme NF P 94-117-2.

Ces essais comprennent la mise en place du massif de réaction nécessaire à l'essai.

Des prix différents sont prévus au bordereau selon que le nombre de mesure soit inférieur ou supérieur ou égal à 10.

Article 3.3 – Instrumentation et suivi

Article 3.3.1 – Piézométrie

La fourniture et la pose de piézomètre simple seront réalisés conformément à la norme NF EN ISO 22475-1.

La fourniture et la pose de piézomètre environnementaux seront réalisés conformément à la norme NF X 31-614. L'attention du titulaire est attirée sur le fait que l'utilisation de la boue, même biodégradable, est proscrite lors de l'exécution de ce forage.

Le nettoyage du tube piézométrique sera effectué par pompage de préférence à l'émulsion d'air ou le lavage.

Par défaut, l'équipement en tête de piézomètre simple sera réalisé par la pose d'une bouche à clef comme fermeture supérieure.

Selon le besoin (contexte et localisation du piézomètre), un équipement spécifique avec un hors sol pourra être demandé :

- protection par un tube métallique hors sol cadenassé et revêtu de couleur vive.
- protection par un regard ou un massif en béton et revêtu de couleur vive.

Lorsqu'un hors-sol sera réalisé, le piézomètre sera signalé par des piquets, signaux ou repères de manière suffisamment visible en toutes périodes végétatives. Le hors sol devra être suffisamment solide pour résister à un choc accidentel avec un véhicule.

En cas de reconstitution d'une protection d'un piézomètre dégradé, le prix de pose de protection comprend le démontage et l'évacuation de l'ancienne tête de protection dégradée.

Une réception du fonctionnement du piézomètre sera effectuée en injectant un volume d'eau et en vérifiant le retour à l'équilibre au bout d'un certain temps. Cette réception doit être formalisée et jointe à la coupe de pose du piézomètre.

Le suivi piézométrique manuel ou automatique sur piézomètre simple sera réalisé conformément à la norme NF EN ISO 22475-1.

Le suivi piézométrique manuel ou automatique sur piézomètre environnemental sera réalisé conformément à la norme NF X 31-614.

Le suivi manuel des piézomètres sera réalisé pendant au minimum une année et de manière mensuelle.

Le suivi automatique des piézomètres sera mis en place selon les besoins afin d'avoir des données plus nombreuses et plus précises au cours du temps. A cet effet, la fréquence d'acquisition sera adaptée au besoin (sera généralement de quelques mesures par jour) et pourra être dans certains cas être très grande (jusqu'à des mesures toutes les minutes en cas de suivi du niveau piézométrique aux abords d'une écluse par exemple pour observer les effets de sasses).

Article 3.3.2 – Inclinométrie

La pose de l'inclinomètre et le suivi inclinométrique sera réalisé conformément à la norme NF EN ISO 18674-3.

Le suivi de l'inclinomètre comportera nécessairement une mesure de l'état initial de la déformée de l'inclinomètre dès que le scellement sera stabilisé.

Par défaut, la fréquence de suivi est mensuelle. Toutefois elle sera précisée dans le bon de commande et respectée durant toute la durée du suivi. Des adaptations (ralentissement ou accélération de la fréquence du suivi) pourront être décidées en cours de suivi conjointement et en concertation entre le titulaire, l'AMO, le Maître d'œuvre et le Maître d'ouvrage selon les résultats observés. Le bon de commande pourra alors faire l'objet d'une modification (cf 2.5).

Les mesures sont réalisées deux fois par position (à la descente puis lors de la remontée de la sonde), afin de contrôler les données et de compenser les erreurs propres à chaque mesure.

Les mesures inclinométriques seront réalisées tous les 50 cm.

A la demande du maître d'ouvrage, un tubage combiné pourra être mis en place afin de mesurer non seulement les déplacements horizontaux X et Y mais aussi les déplacements axiaux Z.

Article 3.3.3 – Tassométrie

A la demande du maître d'ouvrage, un tassomètre de surface pourra être mis en place afin de mesurer les tassements au cours du temps dans le cadre de travaux de remblaiement ou de construction de digue par exemple.

Dans le cadre de la mise en place d'un suivi tassométrique, un tassomètre de référence devra systématiquement être installé afin de pouvoir corriger les mesures par rapport à une zone en dehors de la zone d'influence géotechnique des travaux.

Le suivi tassométrique sera réalisé à une fréquence constante indiquée par le maître d'ouvrage dans le bon de commande afin que les variations puissent être interprétées et le tassement final recalculé en projection.

Article 3.3.4 – Suivi des pressions interstitielles

A la demande du maître d'ouvrage, des capteurs de pression interstitielle perdus pourront être mis en place dans le terrain afin de mesurer l'évolution des surpressions au cours du temps dans le cadre de travaux de remblaiement ou de construction de digue par exemple.

Le bordereau des prix prévoit à cet effet des prix de fourniture et pose de capteurs et de la centrale d'acquisition associée ainsi que pour la mise à disposition de la centrale et les relevés mensuels.

Dans le cadre de la mise en place d'un suivi des surpressions, un capteur de référence devra systématiquement être installé en dehors de la zone d'influence géotechnique des travaux afin de pouvoir corriger les mesures le cas échéant.

Le suivi sera réalisé à une fréquence adaptée proposée par le MOe et indiquée par le maître d'ouvrage dans le bon de commande afin que les mesures puissent être interprétées correctement par le titulaire.

Article 3.4 – Mesures géophysiques

D'une manière générale, les prestations de mesures géophysique et leur interprétation doivent respecter les règles de l'art et plus particulièrement le code de bonne pratique de l'AGAP (ancienne version de 1992 ainsi que les fiches géophysiques par technique mises à jour).

Article 3.4.1 – Radio Activité Naturelle

Les diagraphies Radio Activité Naturelle (RAN) seront exécutées conformément à la Fiche Géophysique Gamma Ray Naturelle 92.1 DIA 11 du « Code de Bonne Pratique du 15 janvier 1992 ».

Le tube de réservation sera un tube en PVC de diamètre 52-60 mm permettant la descente de la sonde de diagraphies en toute sécurité au fond du forage.

Les mesures seront transmises sous forme d'enregistrements numériques avec les tracés de diagrammes.

Les résultats des mesures seront interprétés dans le rapport de synthèse afin de rattacher les observations à la lithologie théorique (carte géologique) ou observée par ailleurs (sondages historiques ou réalisés lors des investigations).

Article 3.4.2 – Micro-gravimétrie

Lors de la campagne de mesures micro-gravimétriques, 33 % minimum des mesures seront réalisées une seconde fois afin d'éviter les risques d'erreur.

Cette reprise des mesures ne sera pas comptabilisée dans la rémunération du titulaire du marché. Cette mesure est considérée comme une disposition minimale du contrôle interne du titulaire qui devra apporter les justifications au maître d'ouvrage.

La densité des points de mesures dépendra de la profondeur d'investigation.

Le gravimètre aura une précision de mesure de l'ordre de 2 microgals et devra permettre de détecter une anomalie de 10 microgals.

Un rapport sera transmis au terme de cette campagne de mesures. Il déterminera la localisation des anomalies positives et négatives à contrôler par sondages.

Le titulaire sera tenu de justifier du niveau de précision et de détection possible des cavités ou des zones décomprimées, en fonction de la profondeur, de son appareillage, du type de cavités et des anomalies pouvant être mesurées.

Article 3.4.3 – Prospection radar géologique ou électromagnétique

Ces prestations ont pour but d'identifier dans le sous-sol, à faible profondeur (2 à 3 m), la présence d'anciennes fondations, vestiges, canalisations, réseaux, etc.

Il pourra également être recherché la présence de zones d'anomalies dans les terrains (vides ou hétérogénéités dans les remblais, etc.) ou d'une transition de couche.

La méthode d'auscultation sera adaptée en fonction de la problématique liée à chaque projet et la profondeur d'investigation souhaitée.

Ces mesures devront permettre d'obtenir des contrastes nets définissant précisément les interfaces ou les ouvrages recherchés.

Article 3.4.3.1 – Prospection par méthode électromagnétique

Les mesures seront réalisées à l'aide d'appareil de type EM38, EM31 ou EM34 permettant une profondeur d'investigation respectivement d'environ 1,5 m, 6 m et 15 m.

L'ensemble des profils devront être localisés en x, y et z (10 cm de précision).

L'ensemble des anomalies devront être décrites et interprétées.

Le matériel sera défini selon l'ouvrage étudié et les objectifs recherchés.

Des profils électromagnétiques seront fournis avec la résistivité en fonction de la distance.

Article 3.4.3.2 – Prospection par radar géologique

L'ensemble des profils relevés devront être localisés en x, y et z (10 cm de précision).

L'ensemble des anomalies devront être décrites et interprétées.

Des radar-grammes devront être fournis pour chaque profil étudié.

Le choix du type de radar sera adapté selon la profondeur d'investigation recherché et le contexte géotechnique.

Article 3.4.4 – Prospection par méthode électrique

Le maillage ainsi que la localisation des profils seront définis en collaboration avec le maître d'ouvrage.

La tomographie électrique horizontale sera réalisée dans le but d'améliorer la définition du contexte géotechnique des ouvrages. Elle devra permettre de détecter de manière fine les anomalies de résistivité.

Le type de dispositif utilisé (dipôle-dipôle, Wenner, Pôle-pôle) sera soumis préalablement à l'agrément du maître d'ouvrage.

L'ensemble des profils devront être implantés en x, y et z (10 cm de précision).

L'interprétation des profils devra être réalisée en fonction des résultats de la campagne géotechnique.

Les données attendues sont en outre les suivantes :

- description du protocole de mesure et du matériel utilisé,
- localisation des profils sur un fond topographique,
- bonne prise en compte de la topographie au niveau des profils,

- l'ensemble des profils interprétés avec une échelle des résistivités identique pour chaque profil.

Article 3.4.5 – Prospection par polarisation spontanée

La polarisation spontanée est une méthode électrique passive qui consiste à mesurer la distribution du potentiel électrique naturel du sol, sans injection de courant. L'enregistrement de la différence de potentiel entre différents points du sol permet d'obtenir une courbe de potentiel spontanée.

Ces mesures peuvent être effectuées de manière linéaire : réalisation de profils ponctuels ou en surface (réalisation de cartes par cumul de profils rapprochés). Deux profils sont prévus à cet effet au bordereau.

Dans le cadre du présent marché, les principales applications de la mesure de polarisation spontanée sont :

- La localisation des limites d'extension des zones ou des couches perméables;
- La recherche de fuite dans un ouvrage ;
- L'estimation de la résistivité de l'eau
- Une indication qualitative de l'argilosité des formations.

Les profils de mesure devront être, dans la mesure du possible, perpendiculaires à la direction des anomalies recherchées, avec une distance entre points de mesure comprise entre 3 et 30 m.

Les mesures doivent se faire par rapport à une station de référence pour permettre de corriger les dérives et de réduire les erreurs de mesure.

Lors de la mesure sur chaque nouvelle station, la valeur moyenne issues de mesures présentant des fluctuations sont considérées comme valables si la différence inférieure entre 2 valeurs consécutives est inférieure à 0,1 mV. Si les mesures deviennent instables, l'opérateur peut raccourcir la longueur du profil en changeant de base pour permettre de continuer les mesures.

Le rapport d'étude présentera :

- Les conditions d'intervention sur site (perturbations électromagnétiques, débroussaillage, etc.).
- Une carte de localisation des points de mesure géo référencée.
- Les résultats bruts.
- Les résultats interprétés avec les cartes ou profils résultants
- L'interprétation et les éventuelles propositions (investigations complémentaires par exemple)

Article 3.4.6 – Prospection sismique de surface

La configuration de mesure (longueur des profils, espacement des électrodes, source utilisée etc...) proposée devra être présentée et justifiée pour chaque profil en fonction des objectifs des reconnaissances.

Le marché prévoit la réalisation de prospection sismique de surface par réflexion ou réfraction ou par MASW.

Les profils devront être implantés sur un fond topographique de la zone étudiée. L'interprétation des mesures devra être réalisée en fonction des conditions topographiques réelles du site.

Le titulaire doit réaliser le layonnage (le cas échéant) pour permettre la réalisation des profils sismiques conformément à l'implantation qui sera transmise et intégrer les éventuelles difficultés d'accès selon le site et/ou la zone investiguée.

Dans le cas de la réalisation d'un profil en long sismique par l'intermédiaire de plusieurs profils de mesure, une interprétation de l'ensemble est demandée et non une interprétation individuelle de chaque profil.

L'interprétation des données devra être réalisée en prenant en compte les résultats des reconnaissances géotechniques le cas échéant qui seront fournis préalablement par le Maître d'ouvrage ou réalisées dans le cadre de l'étude.

Les données attendues sont en outre les suivantes :

- description du protocole de mesure et du matériel utilisé,
- nature de la source utilisée (explosive ou marteau),
- localisation des profils sur un fond topographique,
- bonne prise en compte de la topographie au niveau des profils,
- l'ensemble des profils interprété avec une échelle des vitesses identique pour chaque profil.

Article 3.4.7 – Mesures sismiques en forage

Le but de ces essais est de mesurer les temps de propagation des ondes sismiques de compression (ondes P) et cisaillement (ondes S) et de déterminer, en fonction de la profondeur, les vitesses sismiques et les paramètres géodynamiques des sols, à savoir :

- module d'Young E
- module de cisaillement G
- coefficient de Poisson ν

Pour cela, il est recommandé de réaliser 2 essais pour mesurer les ondes P (vitesse de balayage rapide et réglage de gain haut) et les ondes S (vitesse de balayage moins rapide et réglage de gain bas) séparément.

On prévoira la mise en place de tubes PVC de diamètre intérieur 80 mm et d'épaisseur 4 à 5 mm, scellés aux parois des forages au coulis de ciment toute hauteur (injection au tube plongeur).

Les tubes seront bouchés en pieds, étanches, avec raccords vissés et collés.

Une vigilance sur la verticalité des forages est à avoir. Celle-ci doit être respectée à 1% près afin de ne pas perturber les résultats des essais.

On veillera à apporter une attention particulière à la qualité du scellement. Les essais seront réalisés, au plus tôt, 1 semaine après le scellement des tubes PVC au terrain.

Les mesures sont sauf avis contraire du maître d'ouvrage effectuées tous les mètres.

Le titulaire veillera à la qualité et la précision des résultats en évitant les premiers mètres de terrain (généralement déconsolidés) ou certains terrains hors nappe (comme les alluvions par exemple).

Le bordereau des prix prévoit la possibilité de réaliser des essais cross-hole et down-hole.

L'essai cross-hole sera réalisé à partir de 2 à 3 forages équipés. L'essai se fera idéalement avec 3 forages en ligne. Lors de l'essai, la mesure du temps « zéro » (instant d'émission de l'onde dans le forage « émetteur ») sera faite soigneusement et de manière précise.

Si une anisotropie est suspectée sur le site, il sera envisagé de compléter le dispositif de 3 forages avec 2 forages disposés perpendiculairement et en ligne avec le forage émetteur.

L'essai down-hole sera quant à lui réalisé entre une source en surface et un forage équipé.

Article 3.4.8 – Diagnostics non destructifs d'ouvrages

Article 3.4.8.1 – Mesure de longueur d'ouvrages métalliques

Article 3.4.8.1.1 – Méthode Sismique Parallèle

L'essai MSP sera utilisé pour la détermination de la profondeur de fondations en béton, béton-armé ou métal, conformément à la norme NF P 94-160-3.

Le forage d'essai devra être placé à une distance inférieure à 1.50 m de l'élément de fondation ausculté.

Le forage d'essai sera réalisé en diamètre minimum 90 mm, équipé de tubes PVC de diamètre 40/50 mm, scellés aux parois des forages au coulis de ciment toute hauteur (injection au tube plongeur).

Les tubes seront bouchés en pieds, étanches, avec raccords vissés et collés.

On veillera à apporter une attention particulière à la qualité du scellement.

Le pas des mesures (0.30 m, 0.50 m, 1.00 m) sera affiné en fonction de la précision attendue pour chaque opération.

Les données attendues sont en outre les suivantes :

- graphe des signaux reçus tracés en fonction de la profondeur et du temps,
- graphe des droites moyennes (temps de parcours des ondes) tracées en fonction de la profondeur et du temps,
- plan schématique de la fondation, du tube et de son positionnement avec report des résultats des mesures,
- vitesses sismiques dans le sol et dans la fondation.

Article 3.4.8.1.2 – Mesure par impédance mécanique

L'essai sera réalisé conformément à la norme NF P 94-160-4.

La prestation comprend 2 mesures par pieu.

Les données attendues sont en outre les suivantes :

- description de la méthode d'essai,
- fondements théoriques et hypothèses prises pour l'analyse,
- résultat des mesures de profondeur de l'ouvrage ainsi que l'incertitude de la mesure.

L'essai pourra être réalisé sous eau selon le contexte du site (si partie haute de l'ouvrage sous le niveau du canal au moment des essais). Dans ce cas, une plus-value sera appliquée.

Le nombre de mesure réalisé devra être suffisant pour réduire les incertitudes liées à la méthode de mesure.

Article 3.4.8.2 – Mesures par ultrasons d'épaisseur d'acier

L'essai sera réalisé conformément à la norme NF EN 14127.

En plus du résultat de la mesure, le titulaire précisera et analysera l'incertitude de la mesure. Le nombre de mesure réalisé devra être suffisant pour réduire les incertitudes.

Article 3.4.8.3 – Mesures au radar génie-civil

Dans le cadre d'investigations sur une structure existante en béton armé, le radar génie-civil (ferroscan) pourra être utilisé pour rechercher les armatures (préalablement à un carottage du béton par exemple) ou pour reconstituer le ferrailage.

L'ensemble des profils relevés devront être localisés en x, y et z (1 cm de précision).

Un croquis de synthèse sera fourni permettant de localiser les fers détectés (position, diamètre, profondeur).

Les incertitudes résiduelles sur la position, les sections et la profondeur des aciers seront précisées.

Article 3.5 – Procès-verbaux de sondages et d'essais in-situ

Les résultats des coupes de sondages et les résultats d'essais in-situ seront présentés conformément aux normes AFNOR. Ils doivent comporter tous les renseignements relatifs au sondage ou à l'essai in-situ, à savoir :

- le référencement du sondage (nom du chantier, nom du sondeur, numéro et date du sondage, etc),

- le repérage du sondage (coordonnées X, Y en coordonnées LAMBERT avec une précision de 100 cm, coordonnée Z en coordonnée IGN 69 avec une précision de 10 cm),
- le type d'outil utilisé et les méthodes mises en œuvre pour la réalisation du sondage,
- les paramètres enregistrés lors du sondage le cas échéant,
- les profondeurs des différents terrains et niveaux d'eau rencontrés avec un calage en IGN 69,
- la description des terrains et leur rattachement stratigraphique (d'après la carte géologique locale au 1/50000^{ième}),
- les zones éventuelles où le tubage a été nécessaire,
- l'utilisation de fluide et le fluide utilisé (type de boue utilisée),
- les éventuelles pertes de fluides de forage, les venues d'eau ou la localisation des vides éventuels ou zones de décompressions,
- les incidents en cours de sondage (blocage de l'outil de foration),
- les renseignements sur l'équipement piézométrique utilisé,
- le pourcentage de récupération des carottes,
- les prises d'échantillons et la cote de chaque zone d'essais,
- la figuration du numéro d'enregistrement dans la BSS (fourni par le BRGM lors de la déclaration).

La fourniture du PV de sondage des sondages et essais in-situ sans prélèvements (et dont la lithologie est issue uniquement des minutes chantier) est réputée incluse dans le prix de constitution du rapport factuel ou de synthèse des investigations (et dans les prix des essais in-situ pour les résultats d'essais apparaissant dans les PV).

Pour les PV de sondages avec prélèvements devant faire l'objet d'une description plus précise (que les minutes chantier) par un géologue à l'ouverture des carottes et des échantillons, un prix spécifique est prévu au bordereau.

En l'absence de fourniture du N°BSS ou des coordonnées (X,Y et Z) dans les PV de sondages ou le rapport de synthèse des investigations, les prestations de sondages et d'essai in-situ ou de pose d'instrumentation et de suivi ne pourront pas être rémunérées en totalité. Un abattement pouvant aller jusqu'à 50% du montant des prestations concernées pourra être appliqué.

Article 3.6 – Essais en laboratoire

Article 3.6.1 – Généralités

Les différents essais de laboratoire et analyses, seront réalisés suivant les normes, modes opératoires ou protocoles d'essais en vigueur qu'il s'agisse :

- d'essais d'identification des sols,
- d'essais de perméabilité,
- d'essais de compactage et de portance,
- d'essais de cisaillement,
- d'essais de compressibilité ou de gonflement,
- d'essais sur sols traités.

Les résultats de ces essais seront reportés sur les feuilles de sondages correspondantes et les procès-verbaux des essais (analyses granulométriques, essais de cisaillement, ...) feront l'objet de pièces annexes au rapport d'étude.

On prévoira nécessairement un tableau de synthèse permettant de rattacher les résultats des essais à la nature des sols testés, à la profondeur de l'échantillon, ainsi qu'à ses caractéristiques géo-mécaniques mesurées in-situ.

Le nombre et la nature des essais de laboratoire, qu'ils soient d'identification, de comportement, ou de mécanique des sols, dépendent de la nature des terrains qui seront rencontrés au long du projet. Il reste de la responsabilité du titulaire d'adapter le programme prévisionnel d'essais à la réalité des terrains afin d'atteindre les objectifs liés à l'étude.

Cette adaptation ne devra en aucun cas conduire à un dépassement du montant prévu pour chaque opération. Si les adaptations nécessaires sont significatives, le titulaire en informera le maître d'ouvrage afin de confirmer la modification des quantités ou types d'essais (voir article 2.5).

A l'ouverture des échantillons, la localisation des prélèvements en vue de la réalisation des essais sera réalisée de manière à obtenir des résultats représentatifs des sols en présence. Le cas échéant, il pourra être demandé la présence de l'assistant à maîtrise d'ouvrage géotechnique (titulaire du lot 2) ou du maître d'œuvre à l'ouverture des carottes.

Lors du rendu de la synthèse, si des essais sont jugés comme étant ratés (échantillons hétérogènes / mal prélevés / remaniés ou résultats non cohérents avec la typologie du terrain) par le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre et/ou l'assistant à maîtrise d'ouvrage (titulaire du lot 2), l'essai ne sera pas rémunéré ou fera l'objet d'un abattement en conséquence.

Une analyse critique des résultats des essais est demandée au titulaire. Ainsi, les essais dont les résultats seront jugés peu pertinents ne seront pas utilisés dans la synthèse et pour la réalisation des missions d'ingénierie géotechnique de conception.

Article 3.6.2 – Essais d'identification

Les essais d'identification prévus au bordereau des prix sont les suivants :

- Teneur en eau pondérale
- Masse volumique apparente d'un sol fin
- Passant à 80 micron
- Granulométrie
- Sédimentométrie
- Valeur au bleu
- Equivalent de sable
- Limites d'Atterberg
- Limite de retrait
- Teneur en matières organiques
- Teneur en carbonate
- Teneur en sulfate
- Essai Los Angeles ou microdeval
- Masse volumique des grains

Article 3.6.3 – Essais de perméabilité

Les essais de perméabilité en laboratoire sont prévus au bordereau des prix.

Selon la typologie du sol, des essais à charge constante ou variable seront réalisés afin d'avoir une mesure fiable de la perméabilité. Pour ces essais, la fourniture des incertitudes de mesure et la justification de l'adéquation du protocole pourra être demandé par le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre ou l'assistant à maîtrise d'ouvrage.

Article 3.6.4 – Essais de compactage et de portance

Les essais de compactage ou de portance prévus au bordereau des prix sont les suivants :

- Essai proctor normal ou modifié
- Indice Portant Immédiat (IPI) - il est prévu des prix au point de mesure ou la constitution de la courbe (5 points).
- Essai d'aptitude au traitement des sols

L'essai d'aptitude au traitement doit permettre d'étudier les possibilités de traitement des sols en place à la chaux et/ou aux liants hydrauliques pour la réutilisation de sols trop humides en remblais. Ces études comprennent, suivant les recommandations du GTS (guide technique SETRA/LCPC sur le « traitement des sols à la chaux et/ou aux liants hydrauliques – Application à la réalisation des remblais et des couches de forme ») :

- le transport des échantillons prélevés vers le laboratoire d'analyses ;
- les essais d'identification et de comportement hydrique du sol ;
- la confection d'éprouvettes en nombre suffisant avec choix des dosages en fonction de la caractérisation des sols et des objectifs à atteindre pour l'opération, y/c mélange à la chaux et/ou aux liants hydrauliques ;
- la réalisation des essais de formulation (essais de comportement et/ou essais mécaniques) tel que détaillé en Partie B du GTS 2000 ;;
- la synthèse de l'étude sous forme de tableaux, graphiques et préconisations vis-à-vis des résultats obtenus

Chaque étude devra être menée pour 2 à 3 dosages différents.

Article 3.6.5 – Essais de cisaillement

Les essais prévus au bordereau des prix sont les suivants :

- Essai de cisaillement direct à la boîte de Casagrande
- Essai de cisaillement alterné à la boîte de Casagrande
- Essai triaxial de type CU
- Essai triaxial de type CU+U
- Essai triaxial de type CD
- Essai au scissomètre de laboratoire

Article 3.6.6 – Essai de compressibilité et de gonflement

Les essais prévus au bordereau des prix sont les suivants :

- Essai oedométrique à drainage vertical
- Essai oedométrique à drainage radial
- Essai de fluage
- Essai de gonflement
- Essai de gonflement conformément au protocole Huder Amberg
- Essai oedométrique haute pression

Article 3.6.7 – Essais sur sol traité

Les essais réalisés sur sols traités (proctor, IPI, cisaillement et perméabilité) nécessitent la confection d'éprouvettes qui sont donc rémunérés à l'aide de prix spécifiques en plus-value aux prix des essais en question.

Article 3.6.8 – Autres essais en laboratoire

Les essais spécifiques suivants sont prévus au bordereau des prix :

- Résistance à la compression uniaxiale avec mesure de E_y

- Dureté et abrasivité Cerchar
- Essais d'agressivité des sols vis-à-vis du béton
- Détermination de l'acidité selon Baumann Gully
- Essai d'agressivité des eaux vis-à-vis du béton
- Analyse par diffraction au rayons X
- Essai Hole Erosion Test
- Essai Cross Erosion Test

ARTICLE 4 – RAPPORT DE SYNTHÈSE DES INVESTIGATIONS

Pour tout bon de commande avec réalisation d'investigations géotechniques (sondages, essais et mesures-in-situ ou en laboratoire), un rapport de synthèse des investigations est à fournir par le titulaire. Les investigations ne pourront être rémunérées qu'après la fourniture des rapports factuels avec ou sans analyse, provisoires ou définitif récapitulant les investigations réalisées. Aucune facture ne pourra être traitée sans la fourniture d'un rapport (même partiel) des investigations effectivement réalisées.

Ce rapport est rémunéré au pourcentage par rapport au montant des investigations géotechniques réalisés selon l'un des 2 cas de figures (non cumulatif) explicités ci-après.

Dans tous les cas, le titulaire transmettra un tableur reprenant l'ensemble des sondages et essais-comprenant les différentes informations nécessaires à la tenue d'une base de données géoréférencées (le modèle de tableur à compléter sera fourni par le Maître d'ouvrage au démarrage du marché).

Article 4.1 – Rapport factuel de synthèse des investigations

Ce type de rapport ne concerne que les investigations réalisées en dehors des missions normalisées d'ingénierie géotechnique. Il permet de présenter le contenu des investigations et de compiler l'ensemble des procès-verbaux de sondages et d'essais in-situ.

Le rapport de présentation des reconnaissances (sondages, essais in-situ et de laboratoire) sera réalisé conformément à la norme NF P 94-500 (paragraphe 6.1).

Ce rapport comprendra à minima :

- une synthèse du contenu des investigations (sondages, essais et mesures in-situ et essai de laboratoire) en terme de nombre et de longueur,
- un plan de situation de la campagne (l'échelle sera définie par le maître d'ouvrage),
- un plan d'implantation des reconnaissances (l'échelle sera définie par le maître d'ouvrage),
- un rappel des moyens mis en œuvre pour l'exécution des prestations et des événements survenus pendant leur exécution,
- les procès-verbaux des forages et des essais réalisés conformément aux normes en vigueur comprenant notamment les aléas survenus au cours des travaux et essais,
- les résultats des essais et les coupes de sondages avec lithologie,
- les points singuliers, les difficultés rencontrées dans l'exécution des investigations et essais,

- les photographies en couleur des carottes (elles seront prises sous format numérique et intégrées dans le rapport).

Le cas échéant (si une facture partielle est prévue ou souhaitée), le titulaire réalisera un **rapport factuel intermédiaire** qui sera remis au maître d'ouvrage au plus tard 15 jours après l'achèvement des sondages et essais in-situ (ne comprenant pas les résultats des essais en laboratoire).

Le titulaire fournira le **rapport factuel final** (intégrant les essais en laboratoire) avant la fin du délai d'exécution du bon de commande.

Le titulaire fournira sur demande les données brutes des investigations.

Le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre ou l'assistant à maîtrise d'ouvrage pourront émettre des observations sur ces rapports et les résultats des essais en lien avec la qualité des prestations ou les écarts avec le bon de commande initial ou la facture présentée. Le titulaire devra intégrer ces observations dans une nouvelle version du rapport ou si nécessaire via une modification de la facture intégrant d'éventuelles moins-value en lien avec des prestations non conformes aux normes en vigueur ou aux prescriptions du cahier des charges.

Article 4.2 – Rapport de synthèse des investigations avec analyse

Un rapport de synthèse des investigations en vue d'intégration dans une mission normalisée est à réaliser au préalable à la réalisation de la mission d'ingénierie normalisées dès lors que la mission aura nécessité la réalisation d'investigations géotechniques.

Ce rapport comprendra à minima :

- un rappel des objectifs de la reconnaissance,
- un rappel du contexte géologique,
- un plan de situation de la campagne (l'échelle sera définie par le maître d'ouvrage),
- une synthèse du contenu des investigations (sondages, essais et mesures in-situ et essai de laboratoire) en terme de nombre et de longueur,
- un plan d'implantation des reconnaissances (l'échelle sera définie par le maître d'ouvrage),
- un rappel des moyens mis en œuvre pour l'exécution des prestations et des événements survenus pendant leur exécution,
- les procès-verbaux des forages et des essais réalisés conformément aux normes en vigueur comprenant notamment les aléas survenus au cours des travaux,
- les résultats des essais et les coupes de sondages **avec le rattachement des couches à la géologie locale ainsi qu'à la classification de la norme NF P 11-300 lorsque c'est possible**,
- les photographies en couleur des carottes (elles seront prises sous format numérique et intégrées dans le rapport),
- **une ou plusieurs coupes géologiques (selon l'hétérogénéité de la zone d'étude) et pour les ouvrages linéaires, un profil en long géologique (ou plusieurs selon les dimensions de la zone d'étude),**
- **les couches figurées sur la coupe et le profil en long devront être rattachées à la géologie et à un classement GTR probable selon la norme NF P 11-300,**
- les points singuliers, les difficultés rencontrées, **les incertitudes résiduelles de l'étude,**
- **une analyse critique des données issues des sondages et essais (par rapport au contexte géologique attendu ou aux résultats obtenus précédemment ou à la cohérence d'ensemble des résultats).**

Le cas échéant (si une facture partielle est prévue ou souhaitée), le titulaire peut réaliser :

- un **rapport factuel intermédiaire** (ne comprenant pas les résultats des essais en laboratoire) qui sera remis au maître d'ouvrage au plus tard 15 jours après l'achèvement des sondages et essais in-situ (ou du délai partiel d'exécution des sondages).
- un **rapport factuel complet** qui sera remis au maître d'ouvrage au plus tard 15 jours après l'achèvement des essais en laboratoire (ou du délai partiel d'exécution des essais).

Le maître d'ouvrage, le maître d'œuvre ou l'assistant à maîtrise d'ouvrage pourront émettre des observations sur ces différents rapports et les résultats des essais en lien avec la qualité des prestations ou les écarts avec le bon de commande initial ou la facture présentée. Le titulaire devra intégrer ces observations dans une nouvelle version du rapport ou si nécessaire via une modification de la facture intégrant d'éventuelles moins-value en lien avec des prestations non conformes aux normes en vigueur ou aux prescriptions du cahier des charges.

Dans tous les cas, le titulaire fournira avant démarrage de la phase d'exécution de la mission d'ingénierie le **rapport de synthèse avec l'analyse** associée afin de permettre au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à l'assistant à maîtrise d'ouvrage d'émettre le cas échéant des observations sur ce rapport (qui sera considéré comme la note d'hypothèse géotechnique avant démarrage de la mission d'ingénierie normalisée). Le titulaire devra tenir compte des éventuelles observations sur ce rapport dans le cadre de l'exécution de la mission d'ingénierie géotechnique normalisée associée.

ARTICLE 5 – INGENIERIE GEOTECHNIQUE

Article 5.1 – Types d'ouvrage

Article 5.1.1 – Ouvrages concernés par le marché

Les prestations géotechniques de l'accord-cadre concernent toutes les opérations de relatives aux ouvrages fluviaux ou aux ouvrages associés (sur le domaine public fluvial) voire aux bâtiments ou sites à aménager (en dehors du domaine public fluvial), il peut s'agir :

- D'ouvrages linéaires du type : Défenses de berge, Chemins de halage ou voirie d'accès aux ouvrages, Quais, appontements, Zone de stationnement ou garage d'écluse, Digue, Berges au droit de ponts.
- D'ouvrages ponctuels du type : Ecluses, Ponts canaux, Barrages de navigation, bâtiments, Bassins de virement, passes à poisson, Installations de transit et de stockage, Aménagements d'ancien sites de stockage.

Article 5.1.2 – Types d'ouvrages géotechniques à considérer

On peut distinguer 3 grandes familles d'ouvrages géotechniques au sein desquels il y a des types d'ouvrages différents :

Famille d'ouvrages	Ouvrages en terre	Ouvrages de soutènement	Fondations
Ouvrages géotechniques	Voies	Palplanches autostables	Fondations profondes
	Berges – enrochements ou génie-végétal	Palplanches ancrées	Fondations superficielles
	Déblais – casiers, bassins de virement	Tunages bois	
	Remblais – digues	Gabions	

On considérera donc ces 10 types d'ouvrages géotechniques différents en lien avec des méthodes de dimensionnement différentes ou des thématiques différentes à traiter.

Article 5.1.3 – Mode de rémunération de l'ingénierie géotechnique

La rémunération des missions d'ingénierie géotechnique doit permettre de traiter toutes les situations de projet qui sont très variables en termes de :

- Linéaires et surfaces d'opération ;
- Complexité et hétérogénéité du contexte géotechnique de la zone d'étude
- Variabilité topographique géométrique sur la zone d'étude ;
- Types d'ouvrages géotechniques et complexité associée selon l'opération ;

Ainsi, on ne peut pas considérer les types d'ouvrages fluviaux ou assimilés (présentés au 5.1.1) pour rémunérer de manière juste l'ingénierie géotechnique mais il faut s'appuyer sur les types d'ouvrages géotechniques et leur multiplicité (voir 5.1.2).

De manière générale, les missions d'ingénierie seront ainsi rémunérées selon les cas à l'aide d'un forfait de base qui comprend l'étude d'un seul type d'ouvrage géotechnique et des plus-value pour gérer les ouvrages supplémentaires, la multiplication des profils de calcul ou des solutions variantes à traiter. Ce forfait de base comprend toutefois par défaut l'étude de 3 profils de calcul.

Article 5.2 – Missions géotechniques normalisées

Article 5.2.1 – Généralités

Les missions géotechniques normalisées selon la norme NF P 94-500 dont le titulaire du présent lot assurera la réalisation sont les missions géotechniques en phase de conception :

- G1 ES - Phase étude de site (ES) ;
- G1 PGC - Phase Principes Généraux de Construction (PGC) ;
- G2 AVP - Etudes géotechniques en phase avant-projet (AVP) ;
- G2 PRO - Etudes géotechniques en phase projet (PRO) ;
- G2 DCE - Participation à la rédaction des documents techniques en phase DCE
- G5 – Diagnostic sur ouvrage avec désordres ou sinistre (DIA)

Certaines missions normalisées prévues dans le présent accord cadre peuvent cependant intervenir en dehors des phases de conception ou en dehors de l'enchaînement classique des missions d'ingénierie géotechnique :

- G5 de suivi et d'analyse de relevés (piézométrique, inclinométrique, tassométrique, suivi pression interstitielle) ou d'interprétation d'investigations géophysiques,
- G5 pour analyse d'une problématique ou d'un élément géotechnique spécifique.

Ces missions peuvent d'ailleurs être intégrées dans les missions d'ingénierie géotechnique de conception le cas échéant. La répartition des missions entre les titulaires des différents lots figurent dans l'article 1.3 du CCAP.

Toutes les missions d'ingénierie géotechniques normalisées seront réalisées conformément à la norme NF P 94-500 et feront l'objet d'un rapport d'étude prenant en compte l'ensemble des données relatives

aux archives existantes et aux investigations réalisées précédemment sur (ou à proximité de) la zone d'étude ainsi que celles menées dans le cadre du projet.

Le rapport de synthèse et d'analyse des investigations (voir article 4.2) constituera le préambule du rapport de la mission d'ingénierie normalisée.

Le cas échéant, selon les besoins des opérations et leur niveau d'avancement (AVP ou PRO), les missions G1 pourront être intégrées au rapport d'étude de niveau G2 (AVP ou PRO). Elles seront toutefois bien rémunérées spécifiquement conformément au bordereau des prix et à l'article 5.1.3.

Le prix forfaitaire de réalisation des missions inclus la participation à une réunion de lancement de la mission et à une réunion de présentation des résultats de la mission.

Les missions normalisées en phase de conception ayant une forte interaction avec la conception des ouvrages, les échanges avec la maîtrise d'œuvre pourront nécessiter des calculs itératifs et des reprises partielles des rapports (modifications des côtes, du phasage, des charges d'exploitation) qui sont réputées incluses dans les prix forfaitaires remis par le titulaire.

Le rôle de l'ingénierie géotechnique de conception est de proposer des solutions optimales en terme de dimension et optimisées en terme de phasage et d'exécution (et donc en aucun cas de surdimensionner systématiquement les ouvrages). En effet, un surdimensionnement est préjudiciable pour le maître d'ouvrage (en termes de cout) mais aussi pour l'entreprise en charge de l'exécution des travaux (que ce soit en terme de moyens matériel et humains qu'en terme de cadence de réalisation). A vouloir être trop sécuritaires, on peut mettre en péril la faisabilité technique ou financière de certains ouvrages.

Afin d'atteindre cet objectif, le maître d'œuvre, le maître d'ouvrage ou son assistant à maîtrise d'ouvrage pourront émettre des observations sur le rapport d'étude et demander le cas échéant la reprise des dimensionnements jusqu'à ce que les ouvrages soient optimisés et leur faisabilité assurée sans que cela puisse donner lieu à une rémunération complémentaire.

Si le rendu n'est pas conforme à la NF P 94-500 ou qu'il ne tient pas compte de l'ensemble des données d'entrée voire qu'il s'appuie sur une mauvaise interprétation des données, le titulaire devra reprendre sa mission sans rémunération complémentaire.

Si le rapport d'étude fait état de phasages inadaptés ou de calculs erronés, le titulaire devra reprendre sa mission sans rémunération complémentaire jusqu'à ce qu'il soit jugé recevable par VNF.

Article 5.2.2 – Missions d'ingénierie géotechnique en phase préliminaire

Pour les missions G1 ES et G1 PGC, le mode de rémunération dépend du linéaire ou de la surface de la zone à investiguer mais aussi le cas échéant de la quantité de données à prendre en compte.

Le forfait de base comprend les linéaires de canaux jusqu'à 1 km et les surfaces jusqu'à 1 ha.

On considère le linéaire de berges sur lequel porte effectivement la mission (l'étude de 2 rives compte double car il s'agit de 2 profils d'étude différents et 2 zones séparées se cumulent et sans tenir compte du linéaire qui les sépare).

Les plus-value s'appliquent par tranche de 2 km ou de 4 hectares supplémentaires.

On considérera de plus, une plus-value en cas de données d'archives conséquentes à intégrer dans la G1 ES. Cette plus-value s'applique si la quantité de sondages à prendre en compte pour l'établissement du modèle, des profils en long et coupes géotechniques est supérieure à 20 sondages à l'hectare ou au kilomètre. Cette plus-value est forfaitaire (quel que soit le nombre de forfaits et ne s'applique qu'une seule fois (sur la G1 ES uniquement).

Exemples :

1. *Pour un projet de défenses de berges de 1.5 km sur les 2 rives, on considérera un forfait de base (1km) ainsi qu'une plus-value pour les 2 km au-delà du premier km ($2 \times 1.5 - 1 = 2$ km donc une seule plus-value)*

2. *Pour un projet d'aménagement de site de dépôt de 7 ha, on considérera un forfait de base (1 ha) ainsi que 2 plus-value pour les 6 ha supplémentaires ($<2 \times 4ha$).*
3. *Pour un site éclusier de moins de 1 ha mais comprenant une cinquantaine de sondages d'archives, on considérera un forfait de base ($<1 ha$) ainsi qu'un plus-value pour données d'archives conséquentes.*

Article 5.2.3 – Missions d'ingénierie géotechnique en phase de diagnostic, d'avant-projet ou de projet

Il est prévu pour rémunérer les missions d'ingénierie géotechnique G2 AVP, G2 PRO ou G5 (diagnostic sur ouvrage avec désordres) :

- une rémunération forfaitaire de base pour un ouvrage simple c'est-à-dire pour lequel l'étude comprend la réalisation, la présentation et l'analyse jusqu'à 3 profils de calculs différents pour un seul et même type d'ouvrage (profils géotechniques et/ou géométriques différents)

Par défaut pour l'étude d'un profil donné, il est attendu une recherche itérative pour obtenir une solution optimisée et optimale (*par exemple : pour les enrochements sur la pente du talus ou la géométrie de la bêche ou de la risberme ; pour les palplanches sur la fiche, l'inertie et la nuance ; pour les tirants sur la position, l'entraxe, les longueurs scellée/libre et l'inclinaisons, etc...*). **Le rapport devra présenter au minimum 3 résultats issus de cette étude itérative et les comparer pour justifier le choix de la solution optimale et ce pour chacun des profils.**

- une rémunération complémentaire pour le traitement d'un type d'ouvrage géotechnique supplémentaire en plus-value à la mission de base selon les besoins de la mission et de l'opération.

Le traitement d'un ouvrage géotechnique supplémentaire comprend par défaut l'étude de 3 profils de calcul différents et la recherche d'une solution optimale (comme pour le forfait de base).

- et une rémunération complémentaire pour la réalisation de 3 profils supplémentaires ou de la recherche de 3 solutions alternatives (ou variantes) pour un même type d'ouvrage géotechnique en plus-value à la mission de base selon les besoins de la mission et de l'opération.

La réalisation de profils supplémentaires ou la recherche de solutions alternatives (ou variantes) correspond au sein d'un même type d'ouvrage :

- à la réalisation, de la présentation et de l'analyse de profils géotechniques et/ou géométriques différents (pour gérer des hétérogénéités sur la zone d'étude)
- ou à la recherche de solutions techniques « alternatives ou variantes ».

Sont considérés comme des solutions alternatives ou variantes, par exemple :

- *Pour une solution de type « palplanche » en jouant sur les talus et la hauteur libre (palplanche toute hauteur, avec un petit talus hors d'eau ou palplanche sous sous-eau) ou la position en coupe de l'ouvrage (plus ou moins en recul par rapport à la berge, devant ou derrière la berge existante) ou le phasage d'exécution (démontage de la berge existante avant ou après avec les ouvrages provisoires associés), etc...*
- *Pour un profil en enrochement en recherchant une solution avec la création d'une lagune ou l'intégration de techniques de génie-végétal, etc...*

Ne sont pas considérés comme des variantes, par exemple :

- *Pour les palplanches, l'étude d'un changement de type de palplanche ou l'étude de la sensibilité de la longueur de fiche,*
- *Pour les tirants, l'étude de l'influence de la position ou de l'inclinaison du tirant,*

- *Pour les ouvrages en terre, les ajustements de pentes de talus ou d'épaisseur d'enrochement en lien avec la conception de l'ouvrage demandé.*

Lors de l'établissement de la proposition technique et financière ou du devis, le titulaire aura en charge de proposer (et de justifier) le nombre de type d'ouvrage géotechniques, de profils de calcul ou de variantes a priori à réaliser selon les données à sa disposition (archives et études déjà menées) et la demande formulée par VNF ou le MOE de l'opération. Ce chiffrage pourra faire l'objet, sur justification (voir article 2.5), d'une régularisation à posteriori à la hausse comme à la baisse dans le déroulement de la mission.

Exemples :

4. Pour un projet de défenses de berges avec :

- a. Une zone à traiter en enrochement (avec analyse de 3 solutions géométriques différentes selon la réalisation ou non d'une risberme et la pente du talus associé)*
- b. Une zone en palplanches autostables (avec calcul de 2 implantation distinctes : devant ou derrière le perré existant)*

On considérera un forfait de base (3 solutions géométriques différentes) ainsi qu'une plus-value pour ouvrage géotechnique supplémentaire (solution palplanches avec 2 géométries différentes)

5. Pour un projet d'aménagement de site de dépôt avec :

- a. La création d'une voirie lourde*
- b. La création d'un bassin de rétention (avec analyse de 3 géométries différentes)*
- c. La création de casiers et de digues (avec 6 profils de calcul différents)*

On considérera un forfait de base (création d'une voirie lourde) ainsi que 2 plus-value pour ouvrage géotechnique supplémentaire (bassin avec 3 solutions et digues avec 3 profils inclus) et une plus-value pour profils différents (6 profils en tout pour la digue mais 3 profils sont déjà compris dans la plus-value pour ouvrage géotechnique et 3 sont compris dans la plus-value)

6. Pour un projet de recalibrage avec :

- a. Un linéaire important à traiter en palplanches avec réalisation de 10 profils type selon les zones (géotechnique et géométrique)*
- b. La réalisation de l'étude d'une zone de quai tirantée (intégrant par défaut l'étude de 3 profils différents)*

On considérera un forfait de base (3 profils en palplanches) avec une plus-value pour ouvrage géotechnique supplémentaire (palplanches avec tirants) et 3 plus-value pour profils différents (3 profils de palplanches dans le forfait de base plus 7 profils complémentaires donc 3 plus-values).

Article 5.2.4 – Mission d'ingénierie géotechnique en phase DCE

Pour les missions G2 DCE, le mode de rémunération dépend du nombre d'ouvrages géotechniques différents sur l'opération et donc des prescriptions sont à intégrer dans le DCE (quel que soit le nombre de profils de calcul).

Le forfait de base comprend un seul type d'ouvrage géotechnique et les plus-value s'appliquent selon le nombre de type d'ouvrages géotechniques en plus de l'ouvrage principal.

Exemples :

1. Pour un projet de défenses de berges avec :

- a. Deux zones à traiter en enrochement*

b. Trois zones à traiter en palplanches autostables (de 8 m, 10 m et 11 m)

On considérera un forfait de base ainsi qu'une plus-value pour ouvrage géotechnique supplémentaire.

2. Pour un projet d'aménagement de site de dépôt avec :

a. La création d'une voirie lourde

b. La création d'un bassin de rétention

c. La création de casiers et de digues

On considérera un forfait de base ainsi que 2 plus-value pour ouvrage géotechnique supplémentaire.

Article 5.2.5 – Autres missions d'ingénierie géotechnique de type G5 (hors enchaînement)

Article 5.2.5.1 – Rapport et note de synthèse du suivi piézométrique

Les rapports de suivi piézométrique (rapports intermédiaires sans analyse) comprennent à minima :

- le rappel du contexte du suivi,
- la localisation des piézomètres,
- les résultats du suivi (profondeur et diamètre du piézomètre, coordonnées, côte en tête d'ouvrage, niveau d'eau, côte de la nappe),
- les graphes d'évolution dans le temps des niveaux d'eau par piézomètre.

La note de synthèse et d'analyse des suivis comprend en plus des rapports de suivi :

- le cas échéant, les références des différents rapports de suivi,
- la présentation et l'analyse des incertitudes de mesure,
- l'interprétation des résultats dans le but de conclure sur le comportement de la nappe en fonction des éléments de contexte connus (contexte de l'étude, géologique, hydrogéologique, météorologique, sens d'écoulement de la nappe, niveau d'eau dans le canal, veau d'eau de référence, niveau en période d'étiage...) fournis ou non par le maître d'ouvrage.

Cette interprétation s'appuiera sur une recherche bibliographique réalisée par le titulaire et sur les données issues des reconnaissances éventuellement réalisés dans le cadre de l'étude.

Que ce soit dans le cadre de la réalisation d'un rapport de suivi ou du rapport final, si les résultats de mesure indiquent explicitement un risque pour l'ouvrage ou la structure concernée, le titulaire en informera immédiatement le maître d'ouvrage afin qu'il puisse prendre le cas échéant les mesures de sécurité qui s'imposent.

Dans le cas d'un suivi réalisé dans le cadre d'une mission d'ingénierie normalisée, le rapport de synthèse sera annexé au rapport d'étude concerné.

Article 5.2.5.2 – Rapport et note de synthèse du suivi inclinométrique

Les rapports de suivi inclinométrique (rapports intermédiaires sans analyse) comprennent à minima :

- le rappel du contexte du suivi,
- la localisation des inclinomètres,

- les résultats du suivi :
 - les amplitudes de déplacement en fonction de la profondeur avec visualisation des mesures précédentes,
 - la figuration des déplacements en tête en terme d'orientation et d'amplitude,
 - le calcul des vitesses de déplacements (par rapport à la mesure précédente et par rapport à l'état initial)

La note de synthèse d'analyse comprend en plus des rapports de suivi :

- le cas échéant, les références des différents rapports de suivi,
- la présentation et l'analyse des incertitudes de mesure,
- l'interprétation des résultats en fonction des éléments de contexte connus (contexte de l'étude, géologique, météorologique, historique des surcharges existantes durant le suivi ...) fournis ou non par le maître d'ouvrage et des objectifs du suivi (recherche de la surface de glissement, positionnement de forage, déplacement de massif de sol ou de structure, ...),
- la projection des déformations éventuellement à suivre et leur comparaison avec les déplacements attendus.

Que ce soit dans le cadre de la réalisation d'un rapport de suivi ou du rapport final, si les résultats de mesure indiquent explicitement un risque pour l'ouvrage ou la structure concernée, le titulaire en informera immédiatement le maître d'ouvrage afin qu'il puisse prendre le cas échéant les mesures de sécurité qui s'imposent.

Dans le cas d'un suivi réalisé dans le cadre d'une mission d'ingénierie normalisée, le rapport de synthèse sera annexé au rapport d'étude concerné.

Article 5.2.5.3 – Rapports et note de synthèse du suivi tassométrique

Les rapports de suivi tassométrique (rapports intermédiaires sans analyse) comprennent à minima :

- le rappel du contexte du suivi,
- la localisation des tassomètres,
- les résultats du suivi (amplitudes de tassement) au cours du temps,
- une prévision ajustée des résultats à l'issue du suivi.

La note de synthèse et d'analyse comprend en plus des rapports de suivi :

- les références des différents rapports de suivi,
- la présentation et l'analyse des incertitudes de mesure,
- les amplitudes de tassement à l'issue du suivi et leur projection à échéance de la consolidation,
- l'interprétation des résultats en fonction des éléments de contexte connus (contexte de l'étude, géologique, météorologique, historique des surcharges existantes durant le suivi, objectifs de consolidation ...) fournis ou non par le maître d'ouvrage.

Que ce soit dans le cadre de la réalisation d'un rapport de suivi ou du rapport final, si les résultats de mesure indiquent explicitement une inadéquation des tassements avec les prévisions et les objectifs de l'ouvrage, le titulaire en informera immédiatement le maître d'ouvrage afin qu'il puisse prendre le cas échéant les mesures de sécurité qui s'imposent.

Dans le cas d'un suivi réalisé dans le cadre d'une mission d'ingénierie normalisée, le rapport de synthèse sera annexé au rapport d'étude concerné.

Article 5.2.5.4 – Note de synthèse de campagne géophysique

Le rapport de synthèse de la campagne géophysique comprend à minima :

- le rappel de la méthodologie et des fondements théoriques des méthodes utilisées (notamment description des corrections apportées aux mesures brutes),
- l'analyse critique (points forts et faibles) de la méthode géophysique employée en fonction du contexte (géologique mais aussi environnement du site) et du choix de l'appareil de mesures (selon la profondeur de détection souhaitée) et les incertitudes associées à l'appareil et à la méthode,
- un plan d'implantation des points ou profils de mesures avec la topographie relative,
- une cartographie des résultats des mesures avec localisation des anomalies relevées,
- l'analyse et l'interprétation des anomalies observés, compte tenu des caractéristiques du site et en lien avec les données connues ou supposées,
- une proposition d'implantation des sondages de contrôles (le cas échéant).

Les cartographies de synthèse seront fournies au maître d'ouvrage sous format *.dwg.

Article 5.2.5.5 – Rapports et note de synthèse des contrôles de compactage

Ces rapports rentrent dans le cadre d'une mission de type contrôle extérieur en phase travaux de la qualité du compactage en vue de la réception des remblais ou de la plate-forme. Il peut s'agir de contrôle avec des pénétromètre dynamique à énergie constante ou variable ou d'essais de réception à la plaque (statique ou dynamique).

Les rapports de contrôle de compactage (fréquence à définir selon le cas : journaliers ou hebdomadaires) comprennent à minima :

- le rappel du contexte des contrôles,
- la localisation des points de mesures
- les résultats des mesures,
- une conclusion indiquant l'atteinte ou non des objectifs et les éventuelles mesures correctives à mettre en place.

Le rapport de synthèse du contrôle de compactage comprend à minima :

- le rappel de la méthodologie et des fondements théoriques des méthodes utilisées,
- l'analyse des résultats et les conclusions sur la réceptionnabilité des travaux par rapport aux objectifs fixés,
- le plan d'implantation des points de mesures,
- une cartographie des résultats des mesures,
- l'analyse et l'interprétation des anomalies observés, compte tenu des caractéristiques du site et en lien avec les données connues ou supposées,
- une proposition de mesures correctives à appliquer le cas échéant pour la reprise des travaux,
- une proposition d'implantation de sondages ou contrôles complémentaires (le cas échéant).

Les cartographies seront fournies au maître d'ouvrage sous format *.dwg.

Article 5.2.5.6 – Rapports et note de synthèse du suivi des CPI

Les rapports de suivi des capteurs de pression interstitielle (rapports intermédiaires sans analyse) comprennent à minima :

- le rappel du contexte du suivi,

- la localisation des capteurs (en plan et en coupe),
- les résultats du suivi (amplitudes des surpressions) au cours du temps,
- une prévision ajustée de la fin de la consolidation.

La note de synthèse et d'analyse comprend, en plus des rapports de suivi :

- les références des différents rapports de suivi,
- la présentation et l'analyse des incertitudes de mesure,
- l'interprétation des résultats en fonction des éléments de contexte connus (contexte de l'étude, géologique, météorologique, historique des surcharges existantes durant le suivi, objectifs de consolidation ...) fournis ou non par le maître d'ouvrage.

Que ce soit dans le cadre de la réalisation d'un rapport de suivi ou du rapport final, si les résultats de mesure indiquent explicitement une inadéquation des suivis avec les prévisions et les objectifs de l'ouvrage, le titulaire en informera immédiatement le maître d'ouvrage afin qu'il puisse prendre le cas échéant les mesures de sécurité qui s'imposent.

Dans le cas d'un suivi réalisé dans le cadre d'une mission d'ingénierie normalisée, le rapport de synthèse sera annexé au rapport d'étude concerné.

Article 5.4 – Prestations complémentaires

Des prestations de participation aux réunions, de réponse ponctuelle à une question et d'intervention sur site sont prévues au bordereau des prix pour répondre à des besoins ponctuels du Maître d'Ouvrage.

Article 5.4.1 – Participation aux réunions

La participation aux réunions nécessaires en cours d'exécution des investigations in-situ sont réputées incluses dans les prix des investigations (voir article 2.3.8).

La participation aux réunions de lancement et de rendu des missions d'ingénierie géotechnique sont réputées incluses dans les prix forfaitaires des missions normalisées.

Sur demande du maître d'ouvrage, le titulaire pourra être convoqué à des réunions techniques de présentation si nécessaire dans le déroulement de l'opération ou à des réunions techniques concernant la reprise ou la validation des rapports d'études en plus des réunions déjà prévues dans les missions normalisées. Ces réunions feront l'objet d'une rémunération complémentaire.

De plus, en dehors de toute mission d'ingénierie, le Maître d'Ouvrage peut solliciter le titulaire en préparation d'une future commande ou dans le cadre des suites d'une précédente mission pour participer à une réunion de travail ou d'échange avec le MOa, le MOe, l'AMO, l'exploitant fluvial voire l'entreprise en charge des travaux.

Article 5.4.2 – Prestation ponctuelle pour réponse à une question ou pour intervention sur site

Ces prestations correspondent à la sollicitation ponctuelle du titulaire par le Maître d'Ouvrage qui nécessite :

- Soit une réponse rédigée (note) suite à une sollicitation sur un problème donné après fourniture des informations nécessaires à la compréhension du problème,
- Soit une intervention sur site pour un cas précis à l'issue de laquelle un compte-rendu (note) sera rédigé pour expliquer le problème ou phénomène observé.

Les interventions ou réponses concernent soit des cas simples, moyennement complexes ou complexes et nécessitent donc en conséquence soit une compétence adaptée à la complexité soit une durée d'intervention ou de recherche ou réflexion plus longue.

Selon la demande formulée par le maître d'ouvrage ou le maître d'œuvre, le titulaire proposera le type de cas à considérer la passation de la commande ce qui nécessitera une validation préalable du maître d'ouvrage. Le choix du type de prestation est soumis à interprétation, on considère toutefois qu'une prestation ponctuelle correspond à :

- une journée de travail d'une personne qualifiée sur le sujet (technicien) pour le cas simple,
- une journée de travail d'une personne spécialiste sur le sujet (ingénieur) pour le cas moyennement complexe,
- une journée de travail d'une personne experte sur le sujet (expert) pour le cas complexe.

Article 5.4.3 – Prestations urgentes

Sur demande du maître d'ouvrage et en complément des prestations ponctuelles d'intervention sur site ou de réponse à une question, si l'intervention est jugée urgente (intervention ou réponse dans les 24h), le titulaire pourra demander une plus-value à cette prestation pour intervention en urgence. Ce prix s'applique aux jours et heures ouvrés.

ARTICLE 6 – REFERENTIEL TECHNIQUE

Article 6.1 – Généralités

La liste des normes géotechniques applicables en France réalisée par le BNTRA est disponible sur le site du CFMS et mise à jour régulièrement.

Pour rappel, le titulaire se doit de respecter les normes en vigueur au moment de la réalisation de la prestation. A noter que toute norme européenne prévaut sur les normes françaises, ainsi en l'absence de norme européenne, les normes françaises s'appliquent et prévalent sur les CCTG qui eux même sont à appliquer avant les DTU.

Pour mémoire, les principales normes relatives aux prestations géotechniques, objet du présent marché, sont listées dans les articles 6.2 et 6.3 ci-dessous.

Article 6.2 – Normes Françaises

Méthode	Texte de référence
Missions d'ingénierie géotechnique	
« Missions d'ingénierie géotechnique – Classification et spécifications »	NF P 94-500
« Exécution des terrassements : Classification des matériaux utilisables dans la construction des remblais et des couches de forme d'infrastructures routières »	NF P 11-300
Prélèvements	
« Sols : reconnaissance et essais – Glossaire géotechnique – Définitions – Notations – Symboles »	XP 94-010
« Sols : reconnaissance et essais – Prélèvement des sols et des roches – Méthodologie et procédures »	XP 94-202
Sondages et essais in situ	
« Sols : reconnaissance et essais – Contrôle de la qualité du compactage – Méthode au pénétromètre dynamique à énergie constante – Principe et méthode d'étalonnage des pénétrodensitographes – Exploitation des	NF P 94-063

Méthode	Texte de référence
résultats – Interprétation »	
« Sols : reconnaissance et essais – Contrôle de la qualité du compactage - Méthode au pénétromètre dynamique à énergie variable – Principe et méthode d'étalonnage du pénétromètre – Exploitation des résultats – Interprétation »	NF P 94-105
« Sols : reconnaissance et essais – Portance des plates-formes – Partie 1 : module sous chargement statique à la plaque (EV2) »	NF P 94-117-1
« Sols : reconnaissance et essais – Portance des plates-formes – Partie 2 : module sous chargement dynamique »	NF P 94-117-2
« Sols : Reconnaissance et Essais – Auscultation d'un élément de fondation – Partie 3 : Méthode sismique parallèle (M.S.P).	NF P 94-160-3
« Sols : Reconnaissance et Essais – Auscultation d'un élément de fondation – Partie 4 : Méthode par impédance »	NF P 94-160-4
Instrumentation	
« Qualité du sol – Méthode de détection et de caractérisation des pollutions – Réalisation d'un forage de contrôle ou de suivi de la qualité de l'eau souterraine au droit et autour d'un site potentiellement pollué »	NF X 31-614
Essais en laboratoire	
« Sols : reconnaissance et essais – Essai de dessiccation – Partie 2 : détermination effective de la limite de retrait sur un prélèvement non remanié »	XP P 94-060-2
« Sols : Reconnaissance et essais – Détermination de la teneur pondérale en matières organiques d'un matériau – Méthode par calcination »	XP P 94-047
« Sols : Reconnaissance et essais – Essai de gonflement à l'oedomètre – Détermination des déformations par chargement de plusieurs éprouvettes »	XP P 94-091
« Sols : Reconnaissance et essais – Détermination de la teneur en carbonate – Méthode du calcimètre »	NF P 94-048
« Sols : Reconnaissance et essais – Essai scissométrique en laboratoire »	NF P 94-072
« Sols : Reconnaissance et essais – Indice CBR après immersion – Indice CBR immédiat – Indice Portant Immédiat – Mesure sur échantillon compacté dans le moule CBR »	NF P 94-078
« Sols : Reconnaissance et essais – Détermination des références décompactage d'un matériau – Essai Proctor normal – Essai Proctor modifié »	NF P 94-093
« Sols : Reconnaissance et essais – Matériaux traités à la chaux et/ou aux liants hydrauliques Missions d'ingénierie géotechnique - Classification et spécifications - Essai d'évaluation de l'aptitude d'un sol au traitement »	NF P 94-100

Article 6.3 – Normes d'origine Européenne

Méthode	Texte de référence
Sondages et essais in situ	
« Reconnaissance et essais géotechniques – Essais en place - Partie 1 – Essai au pénétromètre statique pointe électrique »	NF EN ISO 22476-1

Méthode	Texte de référence
« Reconnaissance et essais géotechniques – Essais en place – Partie 2 : Essai de pénétration dynamique »	NF EN ISO 22476-2
« Reconnaissance et essais géotechniques – Essais en place – Partie 3 : Essai de pénétration au carottier »	NF EN ISO 22476-3
« Reconnaissance et essais géotechniques – Essais en place – Partie 4 : Essai au pressiomètre Ménard »	NF EN ISO 22476-4
« Reconnaissance et essais géotechniques – Essais en place – Partie 9 : Essai au scissomètre de chantier »	NF EN ISO 22476-9
« Reconnaissance et essais géotechniques – Essais en place – Partie 12 : Essai au pénétromètre statique pointe mécanique »	NF EN ISO 22476-12
« Reconnaissance et essais géotechniques – Essais géohydrauliques – Partie 1 : règles générales »	NF EN ISO 22282-1
« Reconnaissance et essais géotechniques – Essais géohydrauliques – Partie 2 : essai de perméabilité à l'eau dans un forage en tube ouvert »	NF EN ISO 22282-2
« Reconnaissance et essais géotechniques – Essais géohydrauliques – Partie 3 : essais de pression d'eau dans des roches »	NF EN ISO 22282-3
« Reconnaissance et essais géotechniques – Essais géohydrauliques – Partie 4 : Essais de pompage »	NF EN ISO 22282-4
« Reconnaissance et essais géotechniques – Essais géohydrauliques – Partie 5 : essais d'infiltration »	NF EN ISO 22282-5
« Reconnaissance et essais géotechniques – Essais géohydrauliques – Partie 6 : essai de perméabilité à l'eau dans un forage en tube fermé »	NF EN ISO 22282-6
« Essais non destructifs – Mesurage de l'épaisseur par ultrasons »	NF EN 14127
Instrumentation	
« Reconnaissance et essais géotechniques – Méthodes de prélèvement et mesurages piézométriques – Partie 1 : Principes techniques des travaux »	NF EN ISO 22475-1
« Reconnaissance et essais géotechniques – Mesures géotechniques – Partie 3 : Mesurages des déplacements perpendiculairement à une ligne : Inclinomètres »	NF EN ISO 18674-3
Essais en laboratoire	
« Reconnaissance et essais géotechniques – Essai de laboratoire sur les sols – Partie 1 : Détermination de la teneur en eau »	NF EN ISO 17892-1
« Reconnaissance et essais géotechniques – Essai de laboratoire sur les sols – Partie 2 : Détermination de la masse volumique d'un sol fin »	NF EN ISO 17892-2
« Reconnaissance et essais géotechniques – Essai de laboratoire sur les sols – Partie 3 : Détermination de la masse volumique des grains – Méthode du pycnomètre »	NF EN ISO 17892-3
« Reconnaissance et essais géotechniques – Essai de laboratoire sur les sols – Partie 5 : Essai de chargement par paliers à l'oedomètre »	NF EN ISO 17892-5
« Reconnaissance et essais géotechniques – Essai de laboratoire sur les sols – Partie 8 : Essai triaxial non consolidé non drainé »	NF EN ISO 17892-8

Méthode	Texte de référence
« Reconnaissance et essais géotechniques – Essai de laboratoire sur les sols – Partie 9 : essai en compression à l'appareil triaxial sur sols saturés consolidés »	NF EN ISO 17892-9
« Reconnaissance et essais géotechniques – Essai de laboratoire sur les sols – Partie 10 : Essais de cisaillement direct »	NF EN ISO 17892-10
« Reconnaissance et essais géotechniques – Essai de laboratoire sur les sols – Partie 11 : Détermination de perméabilité à charge constante et à charge variable décroissante »	NF EN ISO 17892-11
« Reconnaissance et essais géotechniques – Essai de laboratoire sur les sols – Partie 12 : Détermination des limites d'Atterberg »	NF EN ISO 17892-12
« Reconnaissance et essais géotechniques – Essais de laboratoire sur les sols – Partie 4 : Détermination de la distribution granulométrie des particules »	NF EN ISO 17892-4
« Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats – Partie 8 : Evaluation des fines – Equivalent de sable »	NF EN 933-8+A
« Essais pour déterminer les caractéristiques géométriques des granulats – Partie 9 : qualification des fines – Essai au bleu de méthylène »	<i>NF EN 933-9</i>
« Essais pour déterminer les caractéristiques mécaniques et physiques des granulats – Partie 1 : Détermination de la résistance à l'usure (micro-Deval) »	NF EN 1097-1