

MARCHE PUBLIC DE SERVICES

CAHIER DES CLAUSES TECHNIQUES PARTICULIERES

*Etabli en application des articles L2113-10 (Allotissement),
L2124-2, R2124-2, R2161-2 à R2161-5 (Appel d'offres ouvert),
Et L2125-1, R2161-1 à R2162-6, R2162-13 et R2162-14 (Accord-cadre à bons de commande)
du Code de la commande publique*

Pouvoir adjudicateur :

**Centre hospitalier Bretagne Atlantique
Fonction Achat mutualisée – Secteur Travaux
20, boulevard Général Maurice Guillaudot
BP 70555
56017 VANNES cedex**

En qualité d'Etablissement support du Groupement hospitalier Brocéliande Atlantique

Bénéficiaires :

**Le Centre hospitalier Bretagne Atlantique (VANNES et AURAY)
L'Etablissement Public de Santé Mental du MORBIHAN (SAINT AVE)
Le Centre Hospitalier Alphonse GUERIN (PLOERMEL)
L'EHPAD de MALESTROIT
Le Centre Hospitalier de JOSSELIN**

Objet du marché public :

LOT 3 ETUDES GEOTECHNIQUES ET DIAGNOSTICS DE POLLUTION DES SOLS

SOMMAIRE

1. Dispositions générales	3
2. Objectifs	3
2.1 – Objectifs des travaux de sondages et essais géotechniques	3
2.2 – Objectifs des études et missions d’assistance géotechnique	4
2.3 – Objectifs des diagnostics de pollution des sols	5
3. Travaux de sondages et essais in situ	5
3. Essais en laboratoire.....	14
3.1– Dispositions générales	14
3.2– Réalisation des essais	15
4. Etudes géotechniques	16
4.1 – Enchaînement des missions d’ingénierie géotechnique.....	16
4.2 – Contenu des éléments de mission	17
5 – Prestations préalables	20
6 – Les moyens d’investigations géotechniques	21
7 – Remise des documents.....	21
7.1 – Livrables intermédiaires	21
7.2 – Rapports finaux	21
8 – Diagnostics de pollution des sols.....	22
8.21– Contenu du rapport de diagnostic de pollution des sols	22
8.2 – Visite sur site A100	22
8.3 – Etude historique documentaire et mémorielles A110	23
8.5 – Programme prévisionnel d’investigation A130	23
8.6 – Prélèvements mesures observations et interprétations d’analyses	24
9– Mission de conseil et d’assistance ponctuels	26
10– Annexes au CCTP.....	27

1. Dispositions générales

Le présent Cahier des Clauses Techniques Particulières (CCTP) a pour objet de définir le contenu des différentes prestations qui peuvent être confiées, au titulaire de l'accord-cadre du lot 3 – Missions d'études géotechniques et diagnostics de pollution des sols.

L'accord-cadre s'exécute au fur et à mesure de l'exécution des bons de commande en fonction des besoins.

Chaque bon de commande indique, selon les caractéristiques du projet et des besoins, les missions confiées et définit les éléments qui n'ont pu être spécifiés dans les pièces constitutives de l'accord-cadre.

Les bénéficiaires de l'accord cadre sont les établissements du Groupement Hospitalier Brocéliande Atlantique suivants :

- Le Centre hospitalier Bretagne Atlantique (VANNES et AURAY) ;
- L'Etablissement Public de Santé Mental du MORBIHAN (SAINT AVE) ;
- Le Centre Hospitalier Alphonse GUERIN (PLOERMEL) ;
- Le Centre Hospitalier de MALESTROIT ;
- Le Centre Hospitalier de JOSSELIN.

Le titulaire intervient dans le cadre :

- Des opérations d'aménagement, de construction neuve, de cessions ou d'acquisitions de patrimoine bâti ou non ;
- Des opérations de restructuration, de réhabilitation de bâtiments existants ou de gros travaux et diverses prestations nécessaires aux activités de gestion de l'établissement partie.

Le Titulaire est réputé avoir constitué une équipe pluridisciplinaire dotée des qualifications et certifications nécessaires à relever la configuration de lieux et à en dresser la carte sur supports 2D et 3D.

Quelle que soit la mission faisant l'objet du bon de commande, le Titulaire du Marché assure une prestation générale de conseil. Elle ne peut en aucun cas se traduire par la réalisation d'étude, analyse ou synthèse autres que celles prévues expressément dans la définition de chaque mission.

Intervention sur site

Pour l'exécution de sa mission, le prestataire doit adapter au mieux les méthodes et le type de matériel à utiliser, à la situation du lieu des investigations.

Le titulaire, préalablement à toute intervention, prend connaissance auprès du représentant de l'établissement des conditions particulières à respecter et établit avec ce dernier un plan de prévention au sens articles R4512-2 à 12 du code du travail (inspection commune préalable et plan de prévention).

Le prestataire doit tenir le maître d'ouvrage informé de tous les aléas éventuellement rencontrés.

Le titulaire veille au respect des règles de sécurité. Il apporte une attention particulière aux procédures de protection des patients et du personnel travaillant au-dessus de la zone concernée.

Les nuisances et/ou les dommages sur l'environnement doivent être réduits au maximum et notamment : le bruit / la vibration du sol / la poussière.

Durant la mission, les voiries attenantes restent en fonctionnement, et les capacités de stationnement voisines ne doivent pas être réduites. Pendant toute l'intervention sur site, l'entreprise doit fournir un interlocuteur unique, joignable par téléphone, connaissant le projet et à même de régler tout litige.

Il convient également de garantir que les éléments constitutifs de la sécurité incendie de l'établissement soient constamment en service : il faut en particulier laisser libres les issues de secours, les voies pompiers et les poteaux incendie.

2. Objectifs

2.1 – Objectifs des travaux de sondages et essais géotechniques

Une connaissance fine des caractéristiques géotechniques de site peut être requise dans le cadre de la maîtrise d'œuvre de travaux.

Le présent accord-cadre à bons de commande concerne la réalisation d'investigations géotechniques (ancienne G0 au sens de la norme NF P 94-500) visant à caractériser les sols en place, afin d'alimenter les études d'ingénierie géotechnique conduites par l'établissement partie ou conduites par des prestataires spécialisés dans le cadre de prestations d'ingénierie externalisées.

Le marché comprend :

- La réalisation de sondages géotechniques in situ ;
- La réalisation d'analyse et essai de caractérisation des matériaux (essai in situ et en laboratoire) ;
- La pose et le suivi de sondes piézométriques ;
- La pose et le suivi de tubes inclinométriques.

Les reconnaissances géotechniques doivent permettre de :

- Définir la stratigraphie détaillée des terrains ;
- Identifier le matériau de chacune des couches de sol ;
- Quantifier les propriétés mécaniques statiques des matériaux (angles de frottement, cohésions, modules, raideurs, ...).

Différents types de sondages et essais in situ peuvent être à réaliser :

- Sondages carottés ;
- Sondages à la tarière ;
- Fouilles ;
- Sondages destructifs avec enregistrement des paramètres de forage pour la reconnaissance géologique détaillée des terrains et le prélèvement d'échantillons remaniés ;
- Sondage au pénétromètre statique ;
- Sondage au pénétromètre dynamique ;
- Essais de pénétration au carottier (SPT) ;
- Essais pressiométriques ;
- Essais scissométriques ;
- Essais phicométriques ;
- Détections géoradar.

Les essais en laboratoire ont pour but d'identifier les sols prélevés lors des sondages carottés ou des fouilles et de déterminer leurs caractéristiques mécaniques.

Remarque : les sujétions spécifiques d'intervention liées à la présence éventuelle de revêtements amiantés ou de milieux pollués et destinées à assurer la sécurité des personnels et usagers sont réputées comprises dans les prix.

2.2 – Objectifs des études et missions d'assistance géotechnique

Dans le cadre de ses missions de maîtrise d'œuvre ou de maître d'ouvrage, l'établissement partie doit régulièrement analyser la stabilité d'ouvrages existants. Il doit également concevoir et superviser la réalisation d'ouvrages neufs ou d'adaptation et réparation d'ouvrages existants (infrastructures et/ou bâtiments).

Le présent accord cadre à bons de commande concerne ainsi également la réalisation d'études géotechniques G1 à G5 définies selon la norme NF P 94-500.

Ces prestations doivent notamment permettre, selon les cas :

- En phase d'étude :
 - De diagnostiquer un ouvrage géotechnique existant ;
 - D'estimer des tassements de sol prévisibles sous l'action d'une surcharge d'exploitation ;
 - D'évaluer la stabilité d'un ouvrage géotechnique sous l'action d'une surcharge d'exploitation ;
 - De dimensionner des solutions techniques de renforcement de sol.
- En phase travaux :
 - D'assister le maître d'œuvre dans la délivrance des visas relatifs aux ouvrages géotechniques ;
 - D'assister le maître d'œuvre pour la supervision des travaux géotechniques.

2.3 – Objectifs des diagnostics de pollution des sols

Il concerne la réalisation de sondages de sol et d'analyses en laboratoire des sols afin de cerner au mieux les possibilités et les contraintes liées à l'implantation d'un bâtiment dans le respect des enjeux sanitaires et de gestion des déblais.

Les missions sont effectuées conformément :

- Aux normes existantes,
- Aux prescriptions réglementaires,
- Aux guides et méthodologies de l'état de l'art.

La démarche est conforme aux textes du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement (MEDDTL) en date du 08 février 2007 concernant la politique nationale de gestion des sites et sols pollués, ainsi qu'à la norme NFX 31-620-2 Qualité du Sol « Prestation de services relatives aux sites et sols pollués ». La mission de type LEVE repose sur une étape d'étude historique et documentaire suivie d'une campagne d'investigations du milieu sol avec les prestations s'inscrivant dans la norme NFX 31-620 :

- 1ère étape comportant notamment les prestations :
 - o Visite du site.
 - o Enquête historique sommaire sur les activités passées potentiellement polluantes sur le site.
 - o Enquête documentaire sommaire concernant la vulnérabilité du site et de ses environs.
- 2ème étape comportant les prestations :
 - o Investigations sur site.
 - o Prélèvements, mesures, observations et analyses des sols.

La méthodologie préconisée par la circulaire en date du 8 février 2007 est un processus progressif et itératif.

3. Travaux de sondages et essais in situ

A) Normes

Pour la réalisation des sondages et essais in situ, il faut se reporter aux dernières révisions en vigueur des normes suivantes :

- Prélèvement des sols et roches – Méthodologie et procédures : XP P 94-202 ;
- Essai au pénétromètre statique : NF P 94-113 ;
- Piézocône : NF P 94-119 ;
- Essai au pressiomètre Ménard : norme XP P94-110 ;
- Essai au pénétromètre dynamique, selon l'appareillage :
 - Type A : NFP 94-114 ;
 - Type B : NFP 94-115.
- Mesures piézométriques, tube ouvert : NF P 94-157 ;
- Essai de perméabilité à l'eau Lugeon : NF P 94-131.

Sauf mention contraire explicitement prévue dans le bon de commande qui est notifié au préalable de chaque campagne de sondage, les essais in situ sont réalisés :

- Jusqu'au refus s'agissant des essais pénétromètres statique et dynamique ;
- Jusqu'à une profondeur de 2m dans le substratum s'agissant des essais destructifs (et pressiométriques) et carottés.

Pour la réalisation des essais laboratoire sur les sols, il faut se reporter aux recommandations des dernières révisions en vigueur des normes suivantes (liste non exhaustive) :

- Description, identification et dénomination des sols : XP P 94-011 et NF P 11-300 ;
- Détermination de la teneur en eau : NF P 94-049 et NF P 94-050 ;
- Détermination des limites d'Atterberg : NF P 94-0.51 et NF P 94-052 ;
- Détermination de la masse volumique des sols : NF P 94-0.53 et NF P 94-0.54 ;
- Détermination de la teneur en matière organique : NF P 94-0.55 ;
- Analyse granulométrique : NF P 94-0.56 et NF P 94-0.57 ;
- Mesure de la capacité d'adsorption de bleu de méthylène : NF P 94-068 ;
- Essai de cisaillement rectiligne à la boîte : NF P 94-071 ;
- Essai de compression simple : NF P 94-077 ;
- Essai oedométrique : XP P 94-090 ;
- Essai à l'appareil triaxial de révolution : NF P 94-070 et NF P 94-074 ;
- Indices portants (IPI et I.CBR après immersion) : NF P 94-078 ;
- Essai Proctor Normal : NF P 94-0.93.

Pour la réalisation des essais laboratoire sur les roches, il faut se reporter aux recommandations des dernières révisions en vigueur des normes suivantes :

- Dénomination et classification des roches : NF EN ISO 14689 ;
- Détermination de la teneur en eau, de la masse volumique et de la porosité : NF P 94-410 ;
- Détermination de la résistance à la compression uniaxiale : NF P 94-420 ;
- Détermination de la résistance à la compression triaxiale : NF P 94-423 ;
- Détermination du module d'Young et du coefficient de Poisson : NF P 94-425 ;
- Détermination de la résistance sous charge ponctuelle : XP P 94-429.

B) Modalités de réalisation des travaux in situ

1 Conditions techniques de réalisation et prescriptions techniques générales

Il s'agit d'une mission « investigations » (ancienne G0) au sens de la norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013.

La prestation comprend notamment :

- L'ensemble des personnels et matériels nécessaires à la bonne préparation et exécution des sondages et essais géotechniques, dans le respect des normes ;
- La visite préalable, l'étude des conditions d'accès, l'implantation précise des sondages, leur relevé topographique en X, Y, Z, la préparation des accès, le débroussaillage éventuel, l'alimentation en eau, en électricité et en énergie du chantier, l'entretien, la remise en état des lieux (notamment évacuation des déchets et détritiques, le nivelage des terrains défoncés), la réalisation des DICT, la signalisation du chantier ;
- La réalisation des sondages et des essais in situ ou relevés ;
- L'adaptation des moyens de forage et d'essais aux difficultés et sols et roches réellement rencontrés, les relevés des venues d'eau en forage, des niveaux d'eau dans tous les sondages (en cours de forage, en début et en fin de journée, avant pose des cellules) ;
- Le transport, stockage et conservation des échantillons, cuttings et carottes dans un local provisoire dédié à la charge du Titulaire pendant la durée du chantier, à l'abri des intempéries ou des actes de vandalisme éventuels ; leur photographie intégrale, en couleur ;
- La remise en état du terrain après réalisation des sondages et notamment le remblaiement et compactage des fouilles réalisées, la remise en état des terres pleines (selon leurs caractéristiques initiales), et le rebouchage au coulis des sondages ;
- Le dépouillement des mesures et essais, leur interprétation, à intégrer dans un rapport, factuel récapitulatif global, donnant l'intégralité des résultats.

Pendant toute la durée du chantier de sondage, un rapport journalier d'exécution de travaux est transmis.

2 Contraintes et spécifications particulières liées à la sécurité

L'entreprise est tenue, dès la réception du bon de commande ordonnant le début des prestations de travaux géotechniques et avant chaque intervention :

- De s'informer auprès de l'établissement partie ou de son représentant des modalités spécifiques liées aux travaux demandés (conditions d'accès, de sécurité, d'interférence avec l'exploitation sur la zone des travaux,...) ;
- D'effectuer toutes les démarches administratives nécessaires au bon déroulement des travaux demandés (D.I.C.T, Arrêté de circulation, plan de prévention,...) ;
- De participer aux éventuelles réunions de sécurité ;
- De fournir les certificats nécessaires aux autorisations d'accès et au travail dans les sites d'activité, ainsi qu'un plan de prévention préalable.
- De fournir l'annexe au présent CCTP : demande d'intervention sur réseaux en activité

Une copie de toutes correspondances, attestations, certificats et autres pièces échangées avec ces services sont transmises au Maître d'Œuvre ou son représentant.

L'établissement partie attire tout particulièrement l'attention au titulaire de l'accord-cadre sur l'importance du respect des règles de sécurité internes à chaque site, règles destinées à éviter tout accident lors des prestations demandées.

Ces règles de sécurité sont indiquées ou rappelées à l'entreprise lors de certaines interventions, si nécessaire.

L'entreprise doit être en conformité avec le code du travail et notamment concernant le sujet des Equipements de Protection individuelle (E.P.I.).

Avant tous travaux à réaliser sur route circulée, en bordure et aux abords de chaussées, sur l'emprise de zone d'activité ou de terre-pleins en exploitation, ou à chaque demande de la part de l'établissement partie ou de son représentant, l'entreprise a pour obligation de mettre en place avant le début du chantier, et durant tout le temps de réalisation de celui-ci, une signalisation temporaire de chantier conforme à la réglementation en vigueur.

Toutes ces démarches (liste non exhaustive) sont réputées comprises dans les prix remis par l'entreprise.

3 Implantation et accès aux points de sondages

L'implantation des sondages et forages sur la base des plans d'implantation fournis dans le bon de commande, ainsi que leur nivellement et leur repérage en coordonnées géographiques incombent au titulaire du marché. Le coût correspondant est donc inclus dans les prix de mise en station prévus au bordereau de prix.

Le maître d'œuvre se réserve la possibilité de modifier en cours de campagne, et en fonction des résultats observés, le nombre et les implantations de sondages et forages prévus initialement.

Les implantations prévisionnelles des sondages feront l'objet d'une visite commune en tout début de préparation de chantier. Un état des lieux est réalisé à cette occasion. Les accès sont proposés par le Titulaire lors de cette réunion de démarrage ; les accès difficiles éventuels doivent également être identifiés et signalés par le Titulaire à ce moment-là. L'agrément définitif de l'établissement partie est donné suite à la visite commune sur le terrain avec le Titulaire.

Le Titulaire est en charge du démontage/remontage des clôtures.

4 Déclaration d'intention de commencer les travaux

Le titulaire doit effectuer une déclaration d'intention de commencement des travaux (DICT), avant la date de commencement des travaux de chaque bon de commande, en respectant le délai de la réglementation en vigueur.

C) Prescriptions techniques pour les travaux préparatoires

1 Installation de chantier

Dans le cas de prestations géotechniques nécessitant la mise en place d'installations de chantier, la zone prévue pour ces installations est définie par le Maître d'œuvre ou le maître d'ouvrage lors de la réunion préparatoire.

Sa prise de possession se traduit par un transfert de responsabilité avec la charge d'assurer la garde et le bon fonctionnement des installations mises en place dans cette zone, leur démontage et la remise en état du site et des terrains sous-jacent. Un état des lieux de cette zone est réalisé en début de chantier.

La mise en place ou pas d'installations de chantier est décidée en accord avec le Maître d'œuvre ou son représentant.

Les travaux de raccordements aux réseaux (eaux, électricité, ...) sont à la charge de l'entreprise.

Les raccordements et installations réalisés par l'entreprise doivent être conformes aux prescriptions et réglementations en vigueur.

2 Amenée et rempli des matériels

Du fait de l'établissement de son offre, Le titulaire de l'accord-cadre est réputé avoir pris, connaissance des spécificités d'accès et de la nature des sols pouvant être rencontrés sur les différents sites.

De ce fait, il ne peut prétendre à aucune indemnisation pour des sujétions inhérentes aux caractéristiques des sites.

Le titulaire de l'accord-cadre mettra en œuvre les matériels et dispositions techniques nécessaires à l'amenée et au repli des différents ateliers de sondages. Il peut notamment être utilisé des moyens de levage afin de positionner ces ateliers dans des zones difficiles d'accès.

Tous les frais liés à cette prestation (location de matériels de transport, assurance, carburant, personnels...) sont réputés compris dans les prix d'amené/repli des ateliers et matériels nécessaires à la bonne et entière exécution des prestations du présent marché.

Le titulaire de l'accord-cadre doit s'assurer avant l'amenée sur site des matériels et matériaux prévus pour la réalisation des travaux, de l'état, du bon fonctionnement et de l'intégrité des moyens nécessaires à la mission.

Tous matériels transportés sur site se trouvant défectueux ou incomplets, nécessitant un report de délai ou un nouvel amené/repli de matériels est de la responsabilité et aux frais de l'entreprise. Selon les types d'essais à réaliser et en conformité avec les normes en vigueur, tous les matériels utilisés doivent être étalonnés et testés. Le titulaire de l'accord-cadre doit fournir, à chaque demande du Maître d'œuvre ou de son représentant, les certificats d'étalonnage des appareils utilisés.

Nota : si un même engin est utilisé pour plusieurs types d'essais, il n'est rémunéré qu'une prestation " amenée et repliement du matériel ".

3 Mise en station du matériel

La mise en station d'un atelier de sondage consiste :

- À l'implantation topographique du point de sondage (x, y, z), et son nivellement pour le report cartographique dans le rapport final, à la mise en place ou au déplacement d'un atelier de sondage (ateliers de carottage, pressiométrique, pénétrométriques, et autres machines d'essais de géotechnique en place) sur un point préalablement implanté par l'entreprise ;
- À déployer tous les accessoires nécessaires à la réalisation de l'essai ;
- À réaliser tous les raccordements nécessaires en eau, boues, électricité ou autres ;
- À replier tous ces accessoires en fin de sondage ;
- Au nettoyage du matériel ;
- À l'enlèvement des matériaux restant issus du forage et remise en état de la zone d'essai, le rebouchage du forage par boue, coulis ciment, ou enrobé à froid pour les forages réalisés sur voiries ;
- Au transport et au déchargement du matériel de forage et d'essais en place ;
- Au déplacement du personnel.

D) Prescriptions techniques pour l'exécution des essais in situ

1 Sondages carottés

Les sondages carottés doivent être réalisés conformément aux normes en vigueur et notamment à la norme XP P 94-202 « Prélèvement des sols et des roches - Méthodologie et procédures ».

Les sondages carottés sont réalisés avec un carottier de diamètre 131mm (jusqu'au rocher inclus) permettant d'obtenir des carottes d'un diamètre supérieur ou égal à 90 mm.

Le type de carottier utilisé est adapté de façon à obtenir la qualité d'échantillon intact demandé conformément à la norme XP P 94-202 (carottier double, triple enveloppe ou carottier poinçonneur, carottier à piston stationnaire).

Le pourcentage de récupération doit être au moins égal à 90% et 100% pour les prélèvements d'échantillons.

Les sondages peuvent être tubés si nécessaire ou réalisés à la boue benthonique. Les prestations de fournitures et de mise en œuvre de tubages ou de boues de forage sont incluses dans le prix au mètre linéaire, défini au bordereau des prix unitaires et forfaitaires du présent marché.

L'entreprise indique pour chaque sondage le moyen utilisé pour la tenue des parois de forages (journal de chantier et rapports).

Une coupe sondeur des terrains est établie au fur et à mesure de l'avancement et remis au Maître d'œuvre ou à son délégué à toute demande.

Les sondages carottés réalisés feront l'objet d'une coupe géologique détaillée, indiquant entre autres :

- La profondeur et l'altitude des changements de nature de sols ;
- La description lithologique et la représentation symbolique des sols ;
- Le pourcentage de récupération de carottage et le RQD (Rock Quality Designation) pour les roches ;
- Les niveaux aquifères.

Par convention, on choisit une longueur de passe carottée égale à 1,00 m. Les RQD doivent donc être réalisés tous les mètres.

Il importe que le taux de récupération soit proche de 100 %.

Si les sondages rencontrent des terrains consolidés ou rocheux, il peut être nécessaire d'utiliser un carottier à couronne diamantée. L'utilisation et les profondeurs de sondage réalisées avec une couronne diamantée doivent apparaître sur les coupes sondeurs.

Les carottages doivent permettre l'extraction de carottes de sol sur toute la hauteur du sondage afin de caractériser la stratigraphie des terrains en place et de permettre le prélèvement d'échantillons intacts en vue de réaliser des essais en laboratoires.

Les carottes sont rangées dans des caisses en bois (maximum 3 m de carottage par caisse sur 3 rangées d'1m séparées par une cloison) avec couvercle sur charnières.

Elles sont renseignées comme il se doit :

- Les caisses sont renseignées à l'intérieur et à l'extérieur de manière imputrescible (indication du nom du chantier, du nom de l'entreprise, du numéro de sondage et numéro d'ordre de la caisse, des cotes de passe et des échantillons ;
- Les photographies couleur des caisses (avec plaquette de référence des couleurs, indications des références chantier, sondages et profondeurs) sont faites dès la mise en caisse des carottes. Un dossier photographique couleur est fourni en 2 exemplaires papier et un CD ou DVD ROM.

Les caisses sont stockées à l'abri des intempéries, mais bien accessibles pendant la durée du chantier.

Le conditionnement en caisse et le transport des caisses vers un lieu défini par l'établissement partie sont à la charge de l'entreprise.

A la fin du chantier, les caisses de carottes sont déposées et stockées dans un local désigné par l'établissement partie.

2 Forages destructifs

Les forages destructifs sont en principe réalisés jusqu'à une profondeur de 2m dans le substratum rocheux.

Cette profondeur peut être modulée à la demande du maître d'œuvre, dans chaque bon de commande ou lors des opérations de reconnaissance, en fonction de la nature et de l'épaisseur des couches de terrains rencontrées.

Le matériel et les méthodes de réalisation des forages doivent être conformes à la norme NF P 94-110 et en particulier aux spécifications en annexe de cette dernière.

Les forages sont conduits avec enregistrement automatique des paramètres.

Lors du forage, le paramètre de pression sur l'outil, la vitesse de rotation et la vitesse instantanée d'avancement doivent être enregistrés en continu.

Les conditions de fonctionnement de l'outil et la méthode de commande de l'outil (notamment la poussée sur l'outil) doivent être maintenues aussi stables que possible pendant toute la reconnaissance géotechnique.

Les paramètres enregistrés lors des forages destructifs feront l'objet d'une analyse précise et détaillée.

Lors de l'exécution du forage destructif, le titulaire de l'accord-cadre relève les différents types de déblais remontés en les associant à leur position altimétrique exprimée cotes marines (CM.) et établit une coupe précisant la nature approximative des horizons traversés.

Le carnet de forage établi par le titulaire de l'accord-cadre précise :

- La méthode de forage ainsi que les paramètres de pression sur l'outil, la méthode de commande de l'outil, la vitesse de rotation et la vitesse instantanée d'avancement ;
- Les variations de vitesse de l'outil ;
- Les changements d'outils ;
- Les changements de couleur du terrain, la nature des terrains traversés et la cote respective des différents horizons rencontrés.

Les résultats présentent pour chaque forage une coupe des sols traversés comportant l'ensemble des informations recueillies pendant le forage, en particulier tout ce qui concerne la position du substratum rocheux.

3 Essais de pénétration statique avec piézocône

L'essai de pénétration statique avec piézocône est réalisé conformément à la norme NF P 94-119.

Il permet de mesurer la résistance à la pénétration du cône, les paramètres de frottement latéral et la pression interstitielle engendrée dans le sol au voisinage de la pointe lors du fonçage.

Les essais de relaxation sont réalisés tous les 3 mètres environ.

Le titulaire de l'accord-cadre soumet au Conducteur d'Opération pour approbation préalable, les caractéristiques des divers matériels concourant à la réalisation des essais :

- Structure de réaction permettant de transmettre l'effort de fonçage au train de tige ;
- Système de fonçage à vitesse constante du train de tige ;
- Train de tiges et système de guidage ;
- Pointe ;
- Instruments de mesure : longueur de pénétration, résistance à la pénétration du cône,
- Frottement latéral local, pression interstitielle et inclinaison de la pointe.

Le titulaire de l'accord-cadre précise dans son PAQ les modalités et le contrôle interne qu'il mettra en œuvre pour la détermination de la pression interstitielle (méthode de saturation de la cellule, etc.).

Il précise également les choix et durées à respecter pour les essais de relaxation. Le rapport d'essai doit préciser le type d'appareil utilisé qui doit être adapté aux horizons rencontrés sur le site.

Les résultats des essais au piézocône doivent être corrélés en particulier avec les sondages carottés.

Au cours du fonçage, les lectures des données et leur enregistrement doivent être quasi simultanés.

Les lectures comprennent :

- La profondeur et la résistance à la pénétration au cône ;
- L'effort de fonçage, l'effort de frottement latéral local, la pression interstitielle et l'inclinaison de la pointe.

Une lecture continue est recommandée. L'intervalle de profondeur entre deux lectures consécutives ne doit en aucun cas être supérieur à 20 cm.

Le ratio de friction est calculé et précisé sur les procès-verbaux d'essais.

Le procès-verbal d'essai, rédigé conformément à la norme, comporte pour chaque sondage les éléments suivants :

- La référence à la norme ;
- L'identification de l'essai, la date, la référence du plan d'implantation et les coordonnées planimétriques ;
- Le niveau du début de l'essai par rapport à la surface du sol, et la cote altimétrique du sol exprimé en cotes marines (CM.) ;
- La profondeur de l'eau dans le trou de sondage ou le niveau de la nappe s'il est connu par ailleurs ;
- La durée de l'essai de relaxation et le type de matériel utilisé ;
- Les différents résultats présentés sous forme graphique avec échelle arithmétique ;
- Les observations liées à la réalisation de l'essai ainsi que les incidents et les détails opératoires non prévus dans la norme et susceptibles d'avoir une influence sur le résultat.

4 Essais au pénétromètre dynamique

L'objectif des essais au pénétromètre dynamique est d'apprécier la succession des différentes couches de terrain, leur homogénéité ou la présence d'anomalies. Il permet de définir la résistance dynamique de pointe, qd.

A cette fin, les essais au pénétromètre dynamique sont réalisés conformément à la norme NF P 94-114.

Le titulaire de l'accord-cadre soumet au maître d'œuvre pour visa préalable, les caractéristiques des divers matériels concourant à la réalisation des essais :

- Dispositif de battage : mouton, enclume et guidage du mouton, système de relevage et de déclenchement de la chute ;
- Tiges de battage ;
- Pointe ;
- Système d'injection ;
- Instruments de mesure : compteur de nombre de coups de mouton et repérage de la profondeur.

Un système d'enregistrement automatique du nombre de coups et de l'enfoncement du train de tiges peut être utilisé pour autant qu'il permette un contrôle visuel permanent.

Le procès-verbal d'essai, rédigé conformément à la norme NF P 94-114, comporte les informations minimales suivantes :

- La référence à la norme NF P 94-114 ;
- La date de l'essai ;
- L'identification de l'essai, la référence du plan d'implantation et les coordonnées planimétriques ;

- Le niveau du début de l'essai de pénétration dynamique par rapport à la surface du sol, et la cote altimétrique du sol exprimée en cotes marines (CM.) ;
- Les valeurs de la résistance dynamique de pointe, q_d , ainsi que les valeurs des masses du mouton et de la tige, m et m' , de l'enfoncement par coup, e , de la hauteur de chute, h , et de l'aire de la section droite de pointe, A . Les valeurs de q_d en fonction de la profondeur sont présentées sous forme graphique avec des échelles arithmétiques ;
- La masse du mouton utilisé en fonction de la profondeur ;
- Les caractéristiques des différents éléments du pénétromètre (masse des tiges, de la pointe, du portepointe, de l'enclume) ;
- Les observations liées à la réalisation de l'essai ainsi que les incidents et les détails opératoires non prévus dans la norme.

5 Sondages à la tarière

Les sondages à la tarière sont en principe réalisés jusqu'à une profondeur de trois à quatre mètres par rapport au niveau du terrain naturel. L'objectif est de déterminer l'épaisseur de la couche de remblais disponibles, cette profondeur peut donc être modulée à la demande du maître d'œuvre dans chaque bon de commande ou lors des opérations de reconnaissance, en fonction de la nature et de l'épaisseur des couches de terrains rencontrés.

Lors de l'exécution des sondages à la tarière, Le titulaire de l'accord-cadre relève les différents types de déblais remontés en les associant à leur position altimétrique exprimée en cotes MGF et établit une coupe précisant la nature des horizons rencontrés.

Les paramètres de sondage doivent être enregistrés en continu.

Ces renseignements doivent être consignés dans le carnet d'essais et de forages établi par le titulaire de l'accord-cadre. Ce carnet doit également préciser le matériel utilisé et la méthode de sondage, les variations de vitesse de l'outil, les changements éventuels d'outils et les changements de couleur du terrain.

6 Fouille à la pelle mécanique

Les fouilles à la pelle mécanique sont réalisées avec un engin permettant de descendre à 5 m de profondeur par rapport au TN actuel.

Ces fouilles permettront le prélèvement des échantillons à chaque changement de couche et tous les 50 cm de profondeur en quantité suffisante pour la réalisation des essais de laboratoire.

Le titulaire de l'accord-cadre doit fournir :

- Un relevé de coupe des terrains mis à jour par la fouille ;
- Une photographie de qualité en couleur, avec l'identification de fouille et une mire mise au fond pour échelle, est réalisée pour visualiser les horizons traversés et leurs épaisseurs ;
- Les indications relatives aux venues d'eau (niveau d'apparition de l'eau en fond de fouille ;
- Niveau de stabilisation du niveau d'eau, temps de stabilisation).

Les fouilles à la pelle mécanique sont programmées et précisément implantées en concertation avec le maître d'ouvrage ou son représentant.

En aucun cas le titulaire de l'accord-cadre ne laisse un sondage à la pelle ouvert sans protection. Chaque sondage doit être soigneusement remblayé (et suffisamment compacté) avant de se déplacer sur un autre point sauf sous demande expresse du maître d'ouvrage ou de son représentant. Le rebouchage soigné (coulis de béton, enrobé à froid,...) de la partie supérieure du sondage ainsi que le nettoyage fait partie intégrante de la prestation de l'entreprise et est réputé inclus dans les prix.

7 Essais de pénétration au carottier (essais SPT)

L'objectif des essais de pénétration au carottier est de connaître le niveau des différentes couches de sols et d'apprécier la résistance au battage de ces couches ainsi que leur compacité.

A cette fin, des essais SPT sont réalisés conformément à la norme NF P 94-116 à des intervalles de profondeur de 2 m sauf indication contraire du Conducteur d'Opération.

Le titulaire de l'accord-cadre soumettra au Conducteur d'Opération pour approbation préalable, les caractéristiques des divers matériels concourant à la réalisation des essais :

- Equipement du forage (procédé, outil, etc.) ;
- Système éventuel de stabilisation des parois de forage ;
- Dispositif de battage : mouton, enclume, système de relevage du mouton ;
- Carottier ;
- Instrument de mesure (nombre de coups, profondeur du carottier dans le forage, enfoncement du carottier pendant le battage).

Le carottier et la trousse coupante qui le termine doivent impérativement avoir un diamètre intérieur identique et constant. L'utilisation d'un carottier, à la trousse coupante de diamètre inférieur à celui du tube central est proscrite.

Le comptage des coups et la régulation de la hauteur de chute du mouton doivent être automatisés.

Tout procédé de forage comportant une injection de fluide du haut vers le bas est proscrit.

Le procès-verbal d'essai, rédigé conformément à la norme NF P 94-116, comporte pour chaque sondage les informations suivantes :

- La référence à la norme ;
- La date de l'essai ;
- L'identification de l'essai, la localisation du forage et des essais en x, y, z ;
- La méthodologie de forage, le tubage éventuel etc. ;
- Les caractéristiques du dispositif de battage et des tiges ;
- Pour chaque profondeur d'essai, les nombres de coup de mouton nécessaires pour chacune des trois phases d'enfoncement du carottier sur 15 cm ainsi que la somme des coups correspondant aux dernières phases (enfoncement compris entre 15 et 45 cm) ;
- Pour chaque profondeur d'essai, la hauteur d'eau et les niveaux de nappes rencontrées ainsi que leur état de pression ;
- La description des terrains traversés, avec en particulier, au niveau de chaque essai, la description détaillée de l'échantillon remonté par le carottier.

L'essai est arrêté pour un nombre de coups supérieur à 50 en prenant soin de noter l'enfoncement correspondant.

8 Essais au scissomètre

L'essai au scissomètre est adapté aux sols mous (argiles, limons, vases...), afin de déterminer la cohésion non drainée.

Essais scissométriques de chantier :

Ils sont conformes à la Norme NF P94-112, NF EN 1977-2 (Eurocode 7 – Annexe 1).

Le type de matériel utilisé (système de mise en place du moulinet, formes et dimensions du moulinet, tiges et tubes utilisés, système de mesure...) est décrit et proposé au Maître d'œuvre ou son représentant avant travaux.

Le choix des pales utilisées est adapté à la nature des terrains rencontrés.

Les essais scissométriques réalisés apportent les résultats suivants :

- Résistance au cisaillement non drainée (non corrigée) (cfv) ;
- Résistance au cisaillement non drainée remaniée (crv) ;
- Courbe couple-rotation.

Les caractéristiques mesurées correspondent à la cohésion non drainée C_u et dans certains cas à la cohésion remaniée C_r .

Un procès-verbal de l'essai est remis au Maître d'œuvre ou son représentant conformément à la norme NF P 94- 112 (article 8 et annexe D) et est intégré dans le rapport factuel.

L'étalonnage et la vérification du matériel et des appareils de mesure sont conformes à l'annexe B de la norme NF P 94-112. L'entreprise fournit ces éléments à toutes demandes du Maître d'Œuvre ou de son représentant.

9 Essai au phicomètre

Cet essai de cisaillement en place est réalisé conformément à la norme XP P 94-120.

Cet essai en place a pour objectif de déterminer l'angle de frottement interne du terrain, ainsi que sa cohésion.

- Forage préalable :

Le choix entre les différentes techniques et outils de forage est effectué en fonction de la nature des sols et de l'état des terrains rencontrés afin de remanier, le moins possible le sol au voisinage de la sonde.

Le forage préalable à l'essai phicométrique, dans le cas de forage destructif, est réalisé avec enregistrement des paramètres de forage tel que décrit dans le présent CCTP. L'entreprise fournit les mêmes résultats que ceux demandés dans cet article pour les forages destructifs (diagraphies,...).

Le forage est tubé si nécessaire, les profondeurs de tubage sont inscrites dans le journal de chantier.

- Etalonnage et vérifications du matériel :

L'étalonnage et la vérification du matériel et des appareils de mesure sont conformes à l'annexe B de la norme XP P 94-120. L'entreprise fournira ces éléments à toutes demandes du Maître d'œuvre ou de son représentant.

- Essai phicométrique:

L'essai est réalisé par paliers conformément à la norme.

Il comporte une phase de dilatation de la sonde sous une pression suffisante, puis une phase d'essai comprenant une succession de cisaillements sous des pressions radiales et d'une traction axiale. Un procès-verbal de mesure est fait et rapporté au Maître d'œuvre, conformément à la norme en vigueur.

10 Contrôle des bétons

Le contrôle des bétons comprend la confection d'éprouvettes normalisées, le transport de ces éprouvettes au laboratoire d'essais et les essais de rupture en compression simple sur béton durci. Ils peuvent également concerner le relevé d'un ferrailage avec densité d'armatures, l'évaluation du potentiel de corrosion, le contrôle de section des armatures, le contrôle de l'enrobage des aciers, la détermination des caractéristiques chimiques et mécaniques du matériau avec tests à la carbonations, ainsi que les prélèvements d'acier.

L'ensemble de ces investigations est réalisé conformément aux normes en vigueur et plus particulièrement à la norme NF EN 12 504-1 (essais pour béton dans les structures – Partie 1 : Carottes– Prélèvement, examen et essais en compression). Aussi, le carottage ne doit pas affaiblir la structure au point de la mettre en danger.

Les essais de compression simple sur les échantillons de maçonnerie sont réalisés selon les normes et recommandations en vigueur.

11 Suivi piézométrique

Les essais et mesures piézométriques concernés par le présent marché sont conformes aux normes en vigueur et plus particulièrement aux normes NF EN ISO 22475-1, NF P 94-157-1.

Il s'agit ici de piézomètres à systèmes ouverts.

Les forages destructifs sont effectués à l'outil de diamètre adapté pour permettre leur équipement avec un piézomètre. Il est procédé au tubage provisoire des sondages partout où cela s'avère nécessaire à la pose du piézomètre.

Comme pour les forages carottés, toutes les informations relatives à leur exécution sont reportées dans le calepin de chantier, mis à la disposition du maître d'œuvre ou de son représentant, et la présence d'un géotechnicien lors de l'exécution effective des forages est exigée, notamment pour l'examen des cuttings.

L'appareillage est contrôlé et un mode opératoire est fourni au maître d'œuvre avant la réalisation des essais et mesures.

L'entreprise fournit un procès-verbal conformément aux normes pour chaque piézomètre réalisé.
Les têtes de tube sont scellées et levées en X, Y et Z (nivellement NGF).

Chaque tête est équipée d'un boîtier de protection cadenassé dont les clés sont remises au maître d'œuvre à l'issue de la mission.

L'entreprise fournit un rapport d'installation du piézomètre (Cf. article 12.1.7 de la norme NF EN ISO 22475-1).

Les mesures sont réalisées selon les normes en vigueur et respecteront les fréquences et périodes de levés définis par le Conducteur d'Opération ou son représentant.

Les suivis piézométriques sont en principe réalisés en continu ou semi-continu par pas de 20 minutes.

Le Conducteur d'Opération peut toutefois, dans le cadre du bon de commande, définir des conditions de relevés différentes, pour répondre à chacune des problématiques qui peuvent être rencontrées.

Des relevés ponctuels peuvent également être commandés.

12 Suivi inclinométrique

Les essais et mesures inclinométriques sont réalisés conformément à la norme NF P 94-156.

Dans le cas de mise en place d'un tube inclinométrique dans un forage préalable, celui-ci est réalisé en destructif avec enregistrement des paramètres de forages.

L'entreprise propose à l'établissement partie ou son représentant, avant travaux, le matériel inclinométrique complet prévu, ainsi que la méthodologie et les moyens qu'il compte mettre en œuvre pour la pose et le suivi des mesures de tubes inclinométriques.

La tête du tube inclinométrique est protégée conformément à la norme (bouche à clé ou similaire), l'entreprise définit dans une procédure la méthodologie, les moyens et matériaux mis en œuvre pour réaliser cette prestation.

L'implantation du tube inclinométrique fera l'objet d'un levé topographique (x, y, z).

Le tube inclinométrique est scellé conformément aux recommandations de la norme NF P 94-156 (annexe B).

Les appareils de mesure sont contrôlés et vérifiés (article 8 NF P 94-56), les mesures inclinométriques relevées sont conformes à l'annexe A de cette norme. Un procès-verbal de mesure est fait.

L'entreprise effectuera des mesures de points zéro sur chaque tube inclinométrique posé et fournira un compte rendu sur le matériel et la méthodologie employée ainsi qu'un rapport d'interprétation des résultats.

Lors des mesures de suivi de l'évolution de l'inclinomètre, l'entreprise remet à l'établissement partie ou à son représentant, un rapport de visite ainsi que le procès-verbal et les fiches de suivi conformément aux prescriptions de la norme NF P 94-156.

L'ensemble des mesures effectuées dans le cadre d'une campagne de reconnaissance est disponible à chaque demande du SMPPPC et ce durant toute la période de validité du présent marché.

13 Reconnaissance géophysique par méthode électromagnétique EM31

Les opérations sont conformes aux recommandations de l'AGAP et, en l'absence d'une norme française pour ces essais, et doivent être réalisés conformément à la norme américaines ASTM D6639-18.

14 Détection géo-radar (ou radar géologique)

La détection géoradar peut être utilisée afin notamment de localiser les armatures ou câbles de précontrainte dans les ouvrages en béton armé avant réalisation de forages destructifs.

Elle peut également être employée afin de détecter des hétérogénéités et/ou les vides :

- Dans les structures en béton ;
- Dans les digues en maçonnerie ;
- Dans les sols en arrière des murs de soutènement ;
- Dans les remblais en arrière de quais.

Les fréquences utilisées sont déterminées par le titulaire en fonction des objectifs recherchés (contexte géologique, attendus,...).

Les résultats sont présentés sous forme de « coupe-temps » ou « profil radar », qui schématiquement représentent l'image des interfaces et hétérogénéités présentes dans la tranche de terrain auscultée.

Les résultats sont présentés dans un rapport qui reprend :

- La localisation des profils radar réalisés ;
- Les images radar ;
- Un tableau ou une cartographie indiquant la position des éléments détectés, de classe de précision A.

Lorsque la mesure ne nécessite pas de traitement particulier, les éléments détectés peuvent être directement matérialisés sur l'ouvrage à l'aide de peinture, clous... (Implantation d'aciers par exemple).

3. Essais en laboratoire

3.1– Dispositions générales

Les essais en laboratoire ont pour but d'identifier les sols prélevés lors des sondages carottés ou lors des fouilles et de déterminer leurs caractéristiques mécaniques.

Les échantillons intacts prélevés lors de la campagne de forage in situ sont sélectionnés et analysés par le titulaire de l'accord-cadre pour obtenir une caractérisation correcte des grands faciès rencontrés.

Pour chaque carotte sélectionnée, il est établie une fiche technique précisant tous les essais d'identification et mécaniques à réaliser en fonction des caractéristiques apparentes de l'échantillon.

Cette fiche est établie sur le site immédiatement après les prélèvements.

Le choix des échantillons et les analyses à effectuer sont proposés à l'agrément du maître d'œuvre.

Le laboratoire doit proposer une modification ou des adaptations du programme d'essais en fonction des premiers résultats obtenus. Ces modifications doivent être proposées à l'agrément du maître d'œuvre.

Le laboratoire doit être en mesure de réaliser les essais suivants :

- Pour les essais d'identifications, la détermination :
 - De la courbe granulométrique des matériaux par granulométrie et/ou sédimentométrie ;
 - Des limites d'Atterberg ;
 - De la teneur en eau ;
 - Des masses volumiques humide et sèche du sol et masse volumique des particules solides ;
 - De l'indice des vides ;
 - De la teneur pondérale en matière organique.
- Pour les essais de résistance mécanique, la détermination :
 - De la résistance à la compression simple ;
 - Des essais de cisaillement à la boîte de Casagrande ;
 - Des essais triaxiaux.
- Consolidés drainés ;
- Consolidés non drainés avec mesure de pression interstitielle ;
- Non consolidés non drainés ;
- Des essais de compressibilité œdométrique ;
- Des essais de perméabilité.

3.2– Réalisation des essais

A) Essais d'identification

L'objectif de ces essais est de permettre de classer les sols rencontrés à partir des paramètres de nature et des paramètres d'état. Outre la classification selon les dénominations locales (Jalle, etc.), le titulaire doit dans son étude, classer les sols selon la norme XP P 94-011 ou NF P 11-300 (classification GTR) selon les indications qui sont inscrites dans le bon de commande.

- Courbes granulométriques : Les courbes granulométriques sont établies par tamisage et/ou sédimentométrie. Les modes opératoires doivent être conformes à la norme NF P 94-056 pour l'analyse des sols par tamisage et à la norme NF P 94-057 pour l'analyse des sols par sédimentation.
- Limites d'Atterberg : Le mode opératoire doit être conforme à la norme NF P 94-051. Il est effectué au moins quatre mesures à teneur en eau différentes pour la détermination de la limite de liquidité d'un échantillon. La limite de plasticité fait l'objet d'au moins deux déterminations.
- Teneurs en eau : Le mode opératoire utilisé doit être conforme à la norme NF P 94-050. La température de dessiccation des échantillons est fixée à 105° C. La durée d'étuvage est d'au moins 24 heures. Les teneurs naturelles ainsi que les teneurs de saturation doivent être déterminées.

- Masses volumiques humide et sèche du sol et masse volumique des particules solides : Les masses volumiques humide et sèche du sol sont systématiquement mesurées sur tous les échantillons utilisés pour les essais de résistance mécanique. La masse volumique des particules solides du sol est mesurée systématiquement sur tous les échantillons soumis à l'essai œdométrique.
- Les modes opératoires de détermination des masses volumiques sont conformes aux normes NF P94-053 et NF P 94-054.
- L'indice des vides est déterminé à partir des masses volumiques.
- Teneur pondérale en matières organiques : Le mode opératoire doit être conforme à la norme NF P94-055.

B) Essais de résistance mécanique

- Résistance à la compression simple : Les essais de résistance à la compression simple sont réalisés conformément aux normes AFNOR XP CEN ISO/TS 17892-6 (P 94-512-7) (E) et NF P 94077. Les échantillons ont au maximum un diamètre de 35 mm et un élanement minimum de 2. La vitesse de déformation est fixée à 0.5 mm/minute sauf indication complémentaire du maître d'œuvre. Chaque essai donnera lieu à la réalisation de 3 éprouvettes.
- Essai de cisaillement à la boîte de Casagrande : Les modes opératoires sont conformes aux normes NF P 94-071-1 et NF P 94-071-2. Chaque essai donne lieu à la réalisation de 3 éprouvettes, chaque éprouvette étant consolidée sous une pression différente. La plus faible des pressions doit être au moins égale à la pression normale de la terre au repos. La différence entre deux pressions de consolidation est d'au moins 0.1 Mpa. La consolidation est menée jusqu'à stabilisation des variations de volume. La vitesse de cisaillement est déterminée en fonction du temps de consolidation. Elle est établie afin qu'à chaque instant la pression interstitielle soit nulle. Les résultats sont présentés sous forme de graphes qui indiquent la contrainte de cisaillement en fonction de la contrainte normale. Les courbes contraintes/déformations sont fournies pour chaque éprouvette. L'interprétation vise à donner les valeurs de la cohésion et de l'angle de frottement interne. Le titulaire de l'accord-cadre doit proposer à l'agrément du maître d'œuvre la méthodologie de réalisation de l'essai (vitesse de cisaillement, pression de consolidation, etc.).
- Essais triaxiaux : Le mode opératoire et la présentation des résultats sont conformes aux normes NF P 94-070 et NF P94-074. Chaque essai donne lieu à l'exécution de 3 éprouvettes à des conditions de pressions différentes. Les sols sont considérés comme saturés. La pression de consolidation la plus faible est équivalente à la contrainte moyenne subie par les matériaux. L'objectif de cet essai est de déterminer les caractéristiques mécaniques des sols (cohésion et angle de frottement interne non drainés et effectifs) et le coefficient de pression interstitielle (coefficient de Skempton) au moment de la rupture. Sauf indications contraires du maître d'œuvre, les essais triaxiaux à priori réalisés dans le cadre du présent marché, sont des essais non drainés après consolidation avec mesure de pression interstitielle. Le titulaire de l'accord-cadre doit proposer à l'agrément du maître d'œuvre la méthodologie de réalisation des essais (en particulier en ce qui concerne la mesure de pression interstitielle, la vitesse de chargement, etc.).
- Essais de compressibilité œdométriques : Le mode opératoire est conforme à la norme XP P 94-090-1. Durant l'essai, la perméabilité et le coefficient de consolidation doivent être mesurés à plusieurs paliers de chargement. Les résultats feront apparaître clairement la valeur de l'indice des vides initial, e_0 , l'indice de compression, C_c , l'indice de décompression, C_s , l'indice de fluage, C_α , ainsi que la courbe de perméabilité en fonction de l'indice des vides.

4. Etudes géotechniques

4.1 – Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Les différentes missions dans lesquelles le titulaire intervient, entrent dans le cadre des missions types d'ingénierie géotechnique G1, G2, G4 et G5 telles que définies par la norme NFP 94-500 de novembre 2013. Les principaux objectifs et livrables attendus de chacune de ces missions sont décrits ci-après, étant entendu, que ces derniers sont précisés préalablement à chaque bon de commande, en fonction du contexte et de la nature de chaque opération objet de la mission géotechnique.

Rappel extrait norme NF P 94-500 de novembre 2013

Enchaînement des mission G1 à G4	Phase de la maîtrise d'œuvre	Missions d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase étude de site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, Esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Premières adaptations des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justification du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCF/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCF/ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Étude géotechnique de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE / VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET / AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
A toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

4.2 – Contenu des éléments de mission

A. Mission G1 – études géotechniques préalables

Mission G1 ES Etude de site : réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'une étude d'esquisse ou d'un avant-projet sommaire, elle permet de définir le modèle géologique préalable du site ainsi que les recommandations en vue d'y implanter un ouvrage non encore défini et de faire la première identification des risques géologiques d'un site à travers une enquête documentaire.

Mission G1 PGC Principes généraux de construction : réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'une étude d'esquisse ou d'un avant-projet sommaire, elle permet de définir les principes généraux de construction envisageables pour le projet. Elle s'appuie sur la définition, la réalisation et/ou le suivi d'un programme d'investigations géotechniques.

B. Mission G2 – étude géotechnique de conception

Mission G2 AVP : Elle étudie les principes constructifs et d'adaptation du projet au sol envisageables et fournit l'ébauche dimensionnelle d'un profil type pour chaque ouvrage géotechnique. Elle s'appuie sur la définition, la réalisation et/ou le suivi d'un programme d'investigations géotechniques. Elle permet une première approche des quantités.

Mission G2 PRO : elle fournit une synthèse actualisée du site, les méthodes d'exécution pour les ouvrages géotechniques et les valeurs seuils associées, ainsi que les notes de calcul de dimensionnement optimisé pour tous les ouvrages géotechniques et pour toutes les phases de construction. Elle permet une approche des quantités/délais/coûts d'exécution de ces ouvrages.

Mission G2 DCE/ACT : elle consiste en l'établissement des documents nécessaires à la consultation des entreprises pour l'exécution des ouvrages géotechniques et en l'assistance du client pour la sélection des entreprises et pour l'analyse technique des offres.

C. Mission G3 – étude et suivi géotechnique d'exécution

Les missions géotechniques G3, qui font partie de la catégorie étude et suivi géotechnique d'exécution, ont pour but de réduire les risques géotechniques. La réalisation de missions de type G3 vise à confirmer les hypothèses géotechniques, à déterminer les dimensions (calculs justificatifs), ainsi que les méthodes et conditions d'exécution (phasage, suivi, contrôle, auscultation d'après les valeurs seuils associées, dispositions constructives complémentaires, etc.).

Une mission géotechnique G3 comprend deux phases :

- La phase Étude ;
- La phase Suivi.

La phase Étude s'appuie sur l'étude géotechnique de conception G2. En collaboration avec la société de travaux, une mission de type G3 a pour objectif l'analyse détaillée des ouvrages géotechniques. Cette phase comprend également la recherche de solutions techniques et de campagnes de sondage, avec élaboration de plans d'exécution.

La phase Suivi est un moyen de superviser le chantier de construction et de veiller à la bonne exécution des ouvrages géotechniques, grâce à l'organisation d'interventions régulières sur place.

D. Mission G4 – supervision géotechnique d'exécution

Elle permet de vérifier la conformité aux objectifs du projet, de l'étude et du suivi géotechnique d'exécution.

En phase de supervision de l'étude d'exécution : elle consiste en des avis sur l'étude géotechnique d'exécution, sur les adaptations potentielles des ouvrages géotechniques proposées par l'entreprise, sur le programme d'auscultation et les valeurs seuils associés.

En phase de supervision du suivi d'exécution : elle consiste en des avis, à l'issue d'interventions ponctuelles sur le chantier, sur le contexte géotechnique, sur le comportement observé de l'ouvrage et des avoisinants et sur l'adaptation ou l'optimisation de l'ouvrage géotechnique.

E. Mission G5 – diagnostic géotechnique

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, cette mission consiste, dans le cadre d'une mission ponctuelle à étudier un ou plusieurs éléments géotechniques dans le cadre d'un diagnostic, mais sans aucune implication dans d'autres éléments géotechniques.

Extrait norme N F P 94-500

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Supervision de l'étude d'exécution

- Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

5 – Prestations préalables

Le prestataire doit faire une reconnaissance des sites, vérifier l'accessibilité du chantier et établir un schéma de principe d'implantation des sondages de reconnaissance.

Cette visite doit permettre au titulaire de recueillir tous les renseignements sur :

- La présence et l'état des ouvrages existants, des ouvrages mitoyens et sur voies publiques ;
- La présence et l'état des constructions, des constructions voisines et de leurs éventuels sous-sols et / ou caves ;
- La nécessité de reprises en sous œuvre, de soutènement, de confortements et /ou d'étaisements..... ;
- Les possibilités d'accès au site en vue de l'éventuelle exécution ultérieure d'une campagne de reconnaissance du sol.

Le titulaire effectuera toutes les recherches de documentation nécessaires aux études selon :

- L'atlas cartographique du secteur géographique concerné ;
- La carte géologique du secteur géographique concerné ;
- La carte hydro géologique du secteur géographique concerné ;
- Sa propre documentation personnelle, y compris, s'il y a lieu, les résultats des études et sondages qu'il aurait déjà effectué à proximité du terrain.

Le titulaire informe le Maître d'Ouvrage au moins une semaine à l'avance, de la date prévue de la visite et/ou de la prospection sur le site.

6 – Les moyens d'investigations géotechniques

Le prestataire doit disposer de tous les moyens nécessaires pour réaliser les reconnaissances, les essais in situ et en laboratoire, les mesures, les modélisations et calculs.

Pour l'exécution de sa mission, le géotechnicien doit adapter au mieux les méthodes et le type de matériel à utiliser, à la situation du lieu des investigations : site hospitalier en activité.

7 – Remise des documents

Les livrables attendus et leurs contenus sont listés dans l'extrait de la norme N F P 94-500.

Les bons de commande précisent si besoin les documents particuliers complémentaires à fournir ainsi que les modalités particulières de leur remise.

7.1 – Livrables intermédiaires

Le titulaire de l'accord cadre doit présenter au maître d'ouvrage tous les justificatifs et procès-verbaux de contrôle, d'étalonnage et de calibrage des matériels d'essais utilisés pour les essais in situ et ceux en laboratoire.

Il peut être demandé au titulaire les résultats provisoires de certains essais (in situ et en laboratoires) ou études réalisées, ceci dans l'attente des rapports finaux définitifs qui peuvent être rendus dans un délai assez long du fait de la réalisation de certains essais nécessitant un temps important tels que les essais en laboratoires (essais triaxiaux) ou le suivi piézométrique.

7.2 – Rapports finaux

A la fin des investigations géotechniques, un rapport d'étude conforme à la norme NF P 94-500 est rédigé et comprend au moins les éléments suivants :

- Un plan d'implantation des sondages,
- Les coupes des sondages avec la nature des terrains traversés et le nivellement des têtes de sondages,
- Le relevé des niveaux d'eau en cours et en fin de forage,
- Les résultats des essais effectués in situ et au laboratoire,
- La description et l'interprétation de la géologie du site avec un profil géotechnique,
- L'interprétation de l'aspect mécanique du site assortie des valeurs caractéristiques du sol à prendre en compte dans les calculs,
- Les modalités d'exécution des travaux : technique de terrassement, blindage, présence d'eau (type de nappe, mode d'épuisement),
- Les tronçons nécessitant l'emploi du BRH avec indication de la profondeur de la roche compacte,
- Les conditions de réemploi des sols extraits,
- L'influence des conditions climatiques sur la mise en œuvre des matériaux d'apports préconisés ou sur les conditions des sols extraits,

- Une proposition sur les types et les caractéristiques des fondations à envisager (semelles, puits, pieux, ...). Cette proposition comporte, en particulier, les niveaux d'assise, les taux de travail admissible du sol aux E.L.S. et la contrainte de calcul aux E.L.U., l'évaluation des tassements absolus et des tassements différentiels, les précautions essentielles à prendre lors de l'exécution des travaux,
- La classification sismique du site...

Ces éléments sont à adapter en fonction du contenu de la mission d'étude réalisée et en fonction du programme mis au point préalablement à la commande.

Le titulaire doit être en mesure de remettre les documents en 1 exemplaire papier, un support numérique contenant les documents finalisés et complets ainsi que la version native non protégée.

8 – Diagnostics de pollution des sols

8.21– Contenu du rapport de diagnostic de pollution des sols

Le rapport est conforme à la norme NF X31-620-2 et au contenu minimal décrits dans les paragraphes suivants. Les diagnostics de pollution des sols correspondent aux missions définies ci-après.

Les données recueillies ainsi que les résultats des analyses sont synthétisés et présentés dans un rapport. Le constat de la qualité des sols est établi et présenté clairement. Ce constat fait référence aux normes et réglementations en vigueur en France sur les sols pollués. Le rapport rassemble les données des investigations qui ont été menées sur le site. Il comprend en outre les éléments suivants :

- Une synthèse de l'étude de vulnérabilité de l'environnement et de l'étude historique ;
- Une description de la stratégie et du programme d'investigations réalisées ;
- Une description des moyens d'investigations mis en œuvre ;
- Une description des reconnaissances des sols ;
- Une synthèse des résultats ;
- Un constat de la qualité des sols sur la base des valeurs de gestion réglementaire en France ;
- Des préconisations en terme de mesures de gestion ;
- Des figures couleurs, illustrant le diagnostic (plan de situation, plan du site, localisation des sources de contamination, etc...)
- Des annexes intégrant à minima :
 - Un plan des sondages,
 - Les coupes des sondages,
 - Les procès-verbaux d'analyses.
- Un résumé non technique

8.2 – Visite sur site A100

Une visite préliminaire permet de réaliser un état des lieux sur les activités potentiellement polluantes à la date de visite afin :

- D'obtenir les premières informations permettant d'orienter la recherche documentaire et historique de la zone d'étude ;
- De constater les sources potentielles de pollution présente au moment de la visite ;
- De vérifier les possibilités d'accès afin d'orienter la stratégie d'investigation ;
- D'établir les conditions d'accès et les protocoles nécessaires en cas d'intervention ;

- D'obtenir les premières informations quant à l'historique de la zone étudiée ;
- De définir si besoin les actions et procédures pour une mise en sécurité du site en cas de pollution importante constatée.

8.3 – Etude historique documentaire et mémorielles A110

Les études historiques, documentaires et mémorielles ont pour but de reconstituer, à travers l'histoire des pratiques industrielles et environnementales du site, d'une part les zones potentiellement polluées et d'autre part les types de polluants potentiellement présents au droit du site concerné. Elles permettent par ailleurs d'identifier les restrictions et contraintes d'usages qui pourraient être imposées au terrain.

Cette phase a pour objet de collecter les renseignements nécessaires à la description du contexte et des activités sur le site, de déterminer l'état des terrains avant et pendant l'activité du site, de dresser une liste des polluants susceptibles d'être retrouvés dans les sols ainsi que leurs propriétés physico-chimiques (solubilité, volatilité, dégradabilité, etc...) et d'identifier les zones susceptibles d'être polluées. En outre, l'historique s'intéresse également aux activités et aux entreprises situées au voisinage du site. Dans ce cadre, la recherche historique a pour moyens l'exploitation :

- Des plans et documents dont dispose le maître d'ouvrage, éventuellement les archives départementales et les archives communales ;
- La consultation des photographies aériennes IGN (uniquement celles disponibles sur le site internet de l'IGN)
- La consultation de différentes bases de données sur les sites pollués : BASOL, BASIAS, DREAL.

Ces informations corrélées avec une étude du milieu naturel permettent de caractériser les sources potentielles de contamination, les voies de transfert, les facteurs favorisant les transferts et d'identifier les cibles potentielles (notamment les captages en eau potable / eau industrielle / eau agricole, les habitations proches, les eaux superficielles).

8.4 – Etude de vulnérabilité des milieux A120

Cette étape vise à définir la vulnérabilité du milieu naturel à partir d'un examen des contextes géologique, hydrogéologique, hydrologique, (identification des nappes, des usages de l'eau, des données piézométriques existantes, etc...) et les voies de transfert et les cibles potentielles.

La recherche de ces informations se fait auprès des différents organismes concernés : banque de données du Sous-sol (Service Géologique Régional), DRIEE, Agence de l'Eau, etc...

8.5 – Programme prévisionnel d'investigation A130

Le programme prévisionnel a pour objectif d'auditer les potentielles sources de pollution identifiées, de vérifier des voies de transfert, et de valider ou non des hypothèses posées à l'issue du schéma conceptuel.

Ce programme, adressé au Maître d'Ouvrage, doit être argumenté et justifié pour s'avérer être le plus précis possible. Il fait notamment apparaître :

- La liste exhaustive et l'implantation précise des investigations sur et hors site du réaliser (nature, profondeur...)
- La liste exhaustive des essais et mesures à réaliser
- La liste exhaustive des prélèvements et analyses en laboratoire à réaliser
- La position recommandée des lieux de prélèvement à l'intérieur et à l'extérieur du site reportée sur un fond cartographique à une échelle adaptée.

8.6 – Prélèvements mesures observations et interprétations d'analyses

A200 : Prélèvements, mesures, observations et analyses sur les sols ;

A210 : Prélèvements, mesures, observations et analyses sur les eaux souterraines ;

A220 : Prélèvements, mesures, observations et analyses sur les eaux superficielles et/ou sédiments ;

A230 : Prélèvements, mesures, observations et analyses sur les gaz de sol ;

A240 : Prélèvements, mesures, observations et analyses sur l'air ambiant et les poussières atmosphériques ;

A250 : Prélèvements, mesures, observations et analyses sur les denrées alimentaires ;

A260 : Prélèvements, mesures, observations et analyses sur les terres excavées ;

A270 : Interprétation des résultats d'investigations comprenant :

- ✗ La mise en perspective des résultats par rapport aux risques pour la santé humaine et éventuellement aux critères d'acceptation des terres excavées hors site,
- ✗ Une cartographie des anomalies,
- ✗ Un schéma conceptuel,
- ✗ Les conclusions sur la compatibilité sanitaire avec éventuellement les préconisations pour la réalisation de missions complémentaires dans le but de déterminer l'ampleur de la pollution et de proposer la mise en œuvre de moyens proportionnés afin de traiter les milieux affectés dans le cadre d'un plan de gestion (PG) ou d'une interprétation de l'état des milieux (IEM).

La préparation et le suivi des analyses sont réalisés par un technicien de l'environnement pour les missions A200 sur les sols, A210 sur les eaux souterraines, A220 sur les eaux superficielles et/ou sédiments, A230 sur les gaz de sol, A240 et A260.

Avant toute investigation, une Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux (DICT) doit être réalisée par le prestataire auprès des différents concessionnaires réseaux concernés pour le repérage des réseaux en domaine public. Le prestataire fait son affaire de rechercher auprès des différents concessionnaires et opérateurs de réseaux le plan des réseaux présents au droit du terrain ainsi que des servitudes éventuellement existantes. La préparation préalablement aux investigations comprend :

- L'implantation des sondages de reconnaissances.
- Une confirmation des conditions d'accès sur le site avant intervention.
- Un contrôle interne des moyens et matériels mis en œuvre pour les reconnaissances.

Les protocoles d'échantillonnage sont réalisés conformément aux annexes 7,8 et 9 du guide méthodologique « la gestion des sites (potentiellement) pollués ».

Le prestataire réalise l'échantillonnage suivant : un premier échantillon est prélevé entre 0.0 et 0.5 m de profondeur, puis un échantillon est systématiquement prélevé par tranche de 1 m à la base du sondage ou à chaque changement lithologique.

Des échantillons sont également prélevés au niveau de zones présentant des indices organoleptiques de contaminations et en fonction des mesures au PID. Les sondages permettent de dresser les coupes lithologiques des formations traversées, d'identifier les indices organoleptiques de pollution et de confectionner les échantillons de sol. Des photographies peuvent également être réalisées lors du chantier. L'ensemble des échantillons est collecté dans des flaconnages inertes vis-à-vis des substances recherchées et disposé dans des glacières réfrigérées (<5°C) et fourni par le laboratoire. Les échantillons sont acheminés dans les 24 heures vers le laboratoire d'analyse. Les échantillons de sols sont prélevés dans des flacons étiquetés. L'étiquette comporte les informations suivantes :

- L'identification du point (n° de sondage, de l'échantillon, profondeur du prélèvement) ;
- La date du prélèvement ;
- Le nom de l'opérateur ;
- Le lieu.

Chaque emplacement de sondage est marqué, numéroté et reporté sur un plan cartographique. La prestation comporte le comblement sommaire des sondages avec les sols excavés.

Nota : le titulaire doit remettre en état le terrain à l'issue des différents sondages et reconnaissances effectuées et plus particulièrement des plateformes.

Tous les sondages doivent être rattachés au niveau NGF et en aucun cas à une côte tampon. Un plan topographique de la ZONE du PROJET est remis au titulaire qui doit implanter ses investigations sur une couche indépendante du plan topographique.

Paramètres d'analyses suivant la mission :

Mission	Analyses
A200 sur les sols A210 sur les eaux souterraines A220 sur les eaux superficielles et/ou sédiments	Composés métaux lourds (As, Cd, Hg, Cr, Pb, Zn, Cu) HAP (16) HCT C10-C40 BTEX COHV(14 composés) selon les pollutions recherchées
A230 sur les gaz de sol	Composé Hg HAP (16) HCT C05-C16 BTEX COHV(14 composés) selon les pollutions recherchées
A240 dans l'air ambiant et les poussières Analyse d'un prélèvement pour un des paramètres ci-contre	Composés métaux lourds (As, Cd, Hg, Cr, Pb, Zn, Cu) sur les poussières Composés métaux lourds Hg dans l'air ambiant HAP (16) HCT C05-C40 BTEX COHV(14 composés) selon les pollutions recherchées

Les analyses sont réalisées sur support spécifique avec mesure de la zone de mesure et de la zone de contrôle pour les supports qui en sont dotés. Cette double mesure permet de valider le prélèvement et répond aux dernières préconisations du BRGM pour cette prestation :

- Pack d'analyse ISDI + cyanure pour la mission A260 sur les terres excavées ; analyse du sol relative aux critères d'acceptation pour la mise en installation de stockage des déchets inertes selon l'arrêté du 12 décembre 2014 (relatif aux conditions d'admission des déchets inertes dans les installations relevant des rubriques 2515, 2516, 2517 et dans les installations de stockage de déchets inertes relevant de la rubrique 2760 de la nomenclature des installations classées) des terres évacuées + cyanure sur éluât ;
- Analyse pour PCB (PCB 101, PCB 153, PCB 118, PCB 180, PCB 28, PCB 138) par extraction acétone/hexane puis analyse GCMS dans les sols et les eaux souterraines ; analyses des 7 PCB dans les sols et les eaux souterraines ;
- Analyse pour HCT EC-EC10 dans les sols et eaux souterraines : analyse des hydrocarbures volatils EC5 -EC10 par extraction méthanol, analyse par GC/MS.

Analyses en laboratoire des échantillons de sol

L'ensemble des analyses est effectué par un laboratoire accrédité COFRAC et agréé par le ministère de l'Ecologie, de l'Aménagement et du Développement Durable. Les analyses seront réalisées selon les normes en vigueur en France.

Elaboration du schéma conceptuel

Dans le cadre du diagnostic, l'état initial du site est représenté par l'élaboration d'un schéma conceptuel synthétisant les données recueillies dans le cadre de l'étude. Il a pour objectif d'appréhender l'état de pollution des milieux ou du site considéré afin de préciser les relations entre les sources de pollution, les milieux de transferts et leurs caractéristiques, ainsi que les enjeux à protéger (population, usages de milieux, ressources naturelles à protéger, etc...).

L'interprétation des résultats acquis par les diagnostics doit permettre d'identifier les pollutions attribuables au site, pour les différencier, la fois des pollutions anthropiques n'impliquant pas le site et des pollutions naturellement présentes dans les sols. Une caractérisation des éventuelles pollutions anthropiques locales proches du site ou de sa zone d'effet, mais ne l'impliquant pas, ainsi que celle d'un milieu représentatif de l'état initial de l'environnement (fond géochimique naturel, qualité des eaux superficielles ou souterraines exemptes de toute pollution anthropique) peuvent s'avérer nécessaires.

Cette caractérisation permet ainsi de ramener à sa juste dimension la gestion du site dans l'environnement qui lui est spécifique.

Les résultats d'analyses seront donc interprétés par rapport aux valeurs guides en vigueur, à savoir :

- ✗ Fond géochimique en métaux issu du programme ASPITET qui présente des teneurs totales en métaux lourds dans les sols français dits ordinaires,
- ✗ « Valeurs terres banalisables génériques » - Matrice sols proposée par UPDS,
- ✗ Valeurs seuils d'acceptation en installations de stockage de déchets inertes (annexe 2 de l'arrêté du 28 octobre 2010),
- ✗ La base de données du BRGM

En tout état de cause, le prestataire titulaire du présent marché devra s'attacher à ce que les résultats d'analyses de sols soient comparés à des valeurs dont le choix et les conditions d'utilisation seront justifiés et à ce que soient respectées :

- ✗ La cohérence avec les objectifs de l'étude,
- ✗ La cohérence entre les unités de mesure des valeurs et les seuils analytiques de détection et de quantification,
- ✗ L'adéquation entre le type de sol objet du prélèvement et le type de sol objet des valeurs de référence.

8.7 – Plan de gestion – bilan des coûts avantages

Le Plan de gestion dans le cadre d'un projet de réhabilitation ou d'aménagement d'un site vise à définir des modalités de réhabilitation et d'aménagement d'un site pollué, supprimer ou, à défaut, maîtriser les sources de pollution et leur impact.

Les investigations approfondies et réalisés permettent d'établir une cartographie de l'état de pollution du site avec les problématiques engendrées.

Suite aux orientations d'aménagement validées par l'établissement, des solutions techniques pouvant être mises en œuvre pour gérer les problématiques de pollution sur le site sont proposées si l'état de pollution n'est pas compatible avec le projet.

Cette mission comprend :

- A300 analyse des enjeux sur les ressources en eaux ;
- A310 Analyses sur les ressources environnementales ;
- A320 Analyse des enjeux sanitaires ;
- A330 Identification des différentes options de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts/avantages ;
- A400 Dossier de restriction d'usages, de servitudes.

Le Titulaire se réfère utilement au guide méthodologique sur l'élaboration des bilans coûts-avantages (BCA) adaptés aux contextes de gestion des sites et sols pollués, de mars 2017, coproduit par l'UPDS (Union des Professionnels de la Dépollution des Sites) et l'ADEME (Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie).

9– Mission de conseil et d'assistance ponctuels

Le Titulaire devant assister et conseiller l'établissement pendant tout ou partie de la durée d'un projet, cette mission peut être commandée à tout moment au cours de l'Accord-cadre. Elle concerne des prestations complémentaires ou non prévues explicitement dans l'accord cadre mais entrant dans son périmètre et supplémentaires à ce dernier, demandées par l'établissement ou sur proposition du Titulaire. Elle est nécessairement relative soit de l'état des sols soit du domaine des sites et sols pollués.

Ce peut-être une des missions prévues dans les différentes normes relatives aux études géotechniques mais non reprises expressément au présent CCTP.

10– Annexes au CCTP

Annexe 1. Formulaire demande d'intervention

Annexe 2. Charte graphique 2D (applicables pour les établissements CHBA, CH ALPHONSE GUERIN, CH JOSSELIN, EHPAD MALESTROIT)

Annexe 3. Charte BIM guide de spécifications des données 3D BIM (applicables pour les établissements CHBA, CH ALPHONSE GUERIN, CH JOSSELIN, EHPAD MALESTROIT)

Annexe 4. Cahier des charges BIM (applicables pour les établissements CHBA, CH ALPHONSE GUERIN, CH JOSSELIN, EHPAD MALESTROIT) **Ce document fait l'objet d'une mise à jour.**