

REFECTION DE LA BRANCHE « AERO » DU RESEAU DE CHALEUR DU CAMPUS
UNIVERSITAIRE TOULOUSE - RANGUEIL

CAHIER DES CHARGES

MISSION GEOTECHNIQUE G2AVP/G2PRO/G4

11 février 2026



Cabinet **ARRAGON**
Groupe MERLIN

Suivi du document :

03250047 – RCU AERO_CDC_geotechnique_G2AVP_PRO_G4

| Indice | Établi par | Approuvé par | Le | Objet révision |
|--------|------------|--------------|------------|--|
| B | T. SIERRA | M. SCHUELLER | 11/02/2026 | Modification suite remarques MOA |
| A | T.SIERRA | M. SCHUELLER | 09/02/2026 | Établissement |

Sommaire

| | | |
|-------------|---|-----------|
| I. | OBJET..... | 4 |
| II. | SITUATION | 4 |
| II.1. | CONTRAINTES DU SITE..... | 5 |
| II.2. | NIVEAU D’EAU DANS LES SOLS..... | 5 |
| III. | CARACTERISTIQUES DES TRAVAUX PROJETES..... | 6 |
| IV. | DEFINITION DU CONTENU DES MISSIONS GÉOTECHNIQUES | 7 |
| IV.1. | OBJECTIFS ET CONTENU DE LA MISSION G2AVP..... | 7 |
| IV.1.1. | INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES POUR LA MISSION G2AVP | 9 |
| IV.2. | OBJECTIFS ET CONTENU DE LA MISSION G2PRO | 10 |
| IV.2.1. | INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES POUR LA MISSION G2PRO | 10 |
| IV.2.2. | RAPPORT D’ETUDE G2PRO | 11 |
| IV.3. | OBJECTIFS ET CONTENU DE LA MISSION G4 (EN OPTION) | 11 |
| IV.3.1. | PHASE 1 – SUPERVISION DE L’ETUDE D’EXECUTION | 12 |
| IV.3.2. | PHASE 2 – SUPERVISION DU SUIVI D’EXECUTION | 12 |
| IV.3.3. | MODALITÉS GÉNÉRALES D’EXECUTION DES INVESTIGATIONS..... | 13 |
| IV.3.4. | RAPPORT D’ÉTUDES..... | 13 |
| V. | DOCUMENTS A ETABLIR PAR LE CANDIDAT DANS SON OFFRE | 14 |
| VI. | ANNEXE | 15 |

I. OBJET

Le présent Cahier des Charges concerne l'exécution d'une mission géotechnique de type G2AVP avec réalisation des investigations géotechniques, d'une mission de type G2PRO et une mission de type G4.

Elles ont pour objet de préciser les contraintes d'exécution des travaux projetés pour la construction de tous les bâtiments, voiries et réseaux divers enterrés.

Le titulaire du marché dont les prestations sont décrites au présent cahier des charges est nommé « le Géotechnicien ».

II. SITUATION

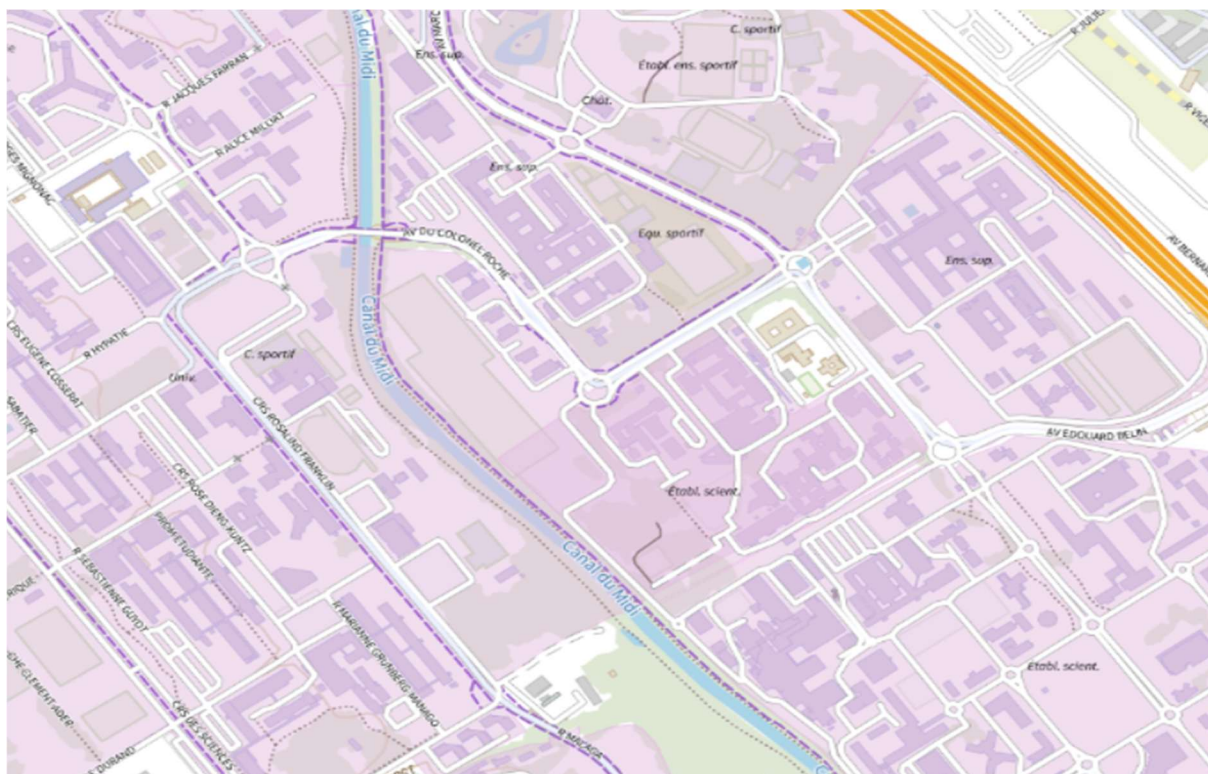


Figure 1 : Plan de situation (source : Géoportail)



Figure 2 : Plan de localisation (source : Géoportail)

II.1. CONTRAINTES DU SITE

Le site est localisé au sud de Toulouse (31) au niveau de l'Avenue du Colonel Roche, au sein du campus de l'université Toulouse – Rangueil.

Les zones sont définies selon la réglementation et les préconisations réglementaires en découlant doivent être respectées.

- ▶ Séisme :
 - > Faible (zone 1)
 - > Catégorie de bâtiment : II
- ▶ Mouvement de terrain : Existant (Glissement)
- ▶ Retrait-gonflement des argiles : Important
- ▶ Radon : Faible
- ▶ ICPE : Non concerné
- ▶ Canalisations de transport de matières dangereuses : Concerné pour le gaz naturel (Réseau de chaleur actuel)
- ▶ Pollution des sols : Anciens sites industriels et activités de service présents aux abords

II.2. NIVEAU D'EAU DANS LES SOLS

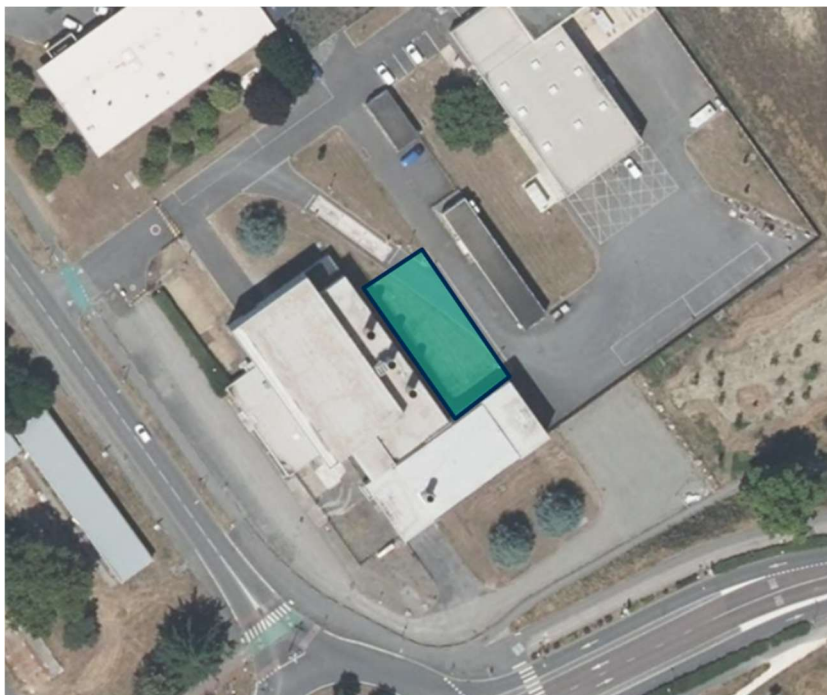
Une étude géotechnique de type G2-PRO a été réalisée pour l'extension d'un bâtiment situé à environ 180 m au sud du site d'études par la société GFC le 11/07/2022.

Cette étude est jointe à la présente consultation.

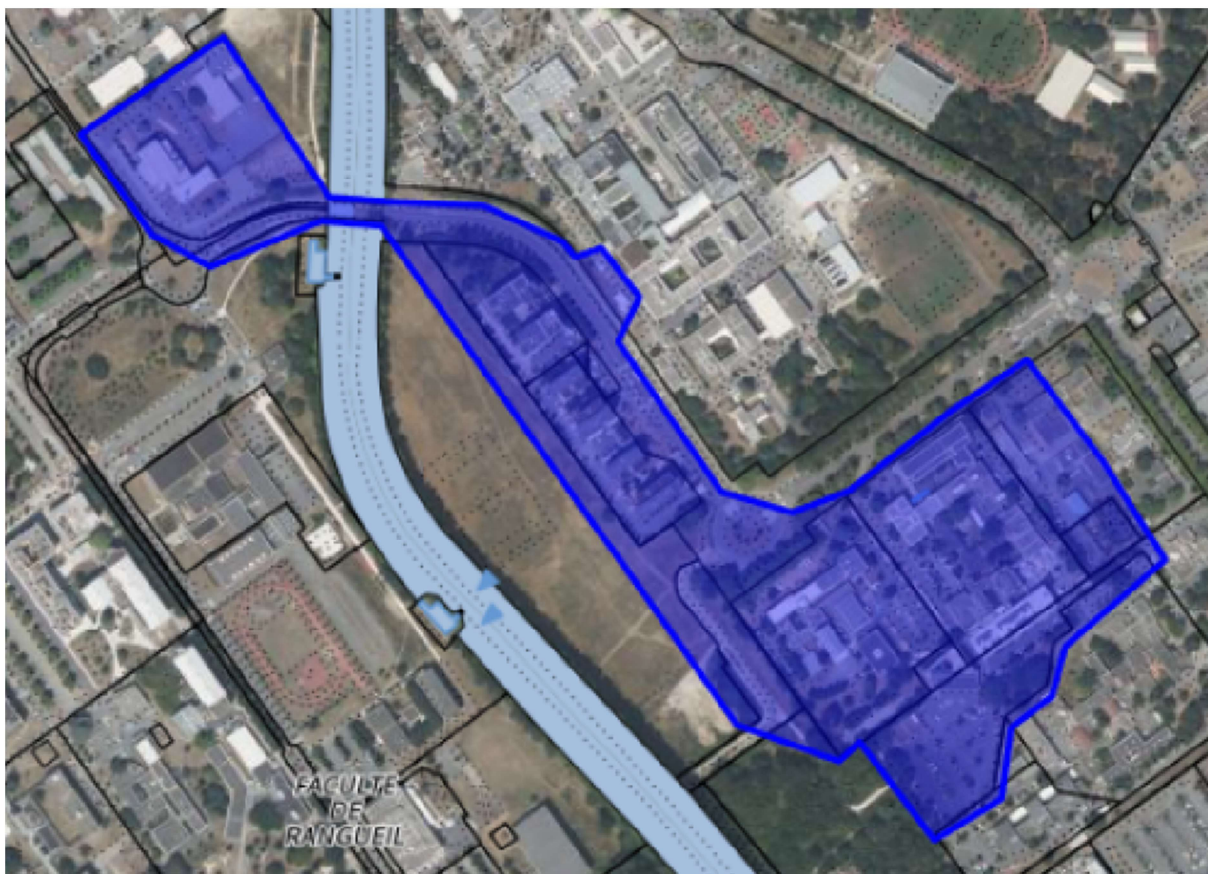
III. CARACTERISTIQUES DES TRAVAUX PROJETES

Le projet se décompose de la façon suivante :

- Création d'une sous-station d'échanges eau surchauffée / eau chaude entre la chaufferie existante et la branche Aéro, à proximité directe de la chaufferie actuelle gaz. Son emprise au sol sera de l'ordre de 40 m²



- Création d'un nouveau cheminement du réseau de chaleur. Il chemine de la sous-station d'échanges située au niveau de la chaufferie centrale gaz avenue de Ranguel, emprunte les espaces verts jusqu'au Canal du Midi, le traverse, puis remonte en parallèle de l'avenue du Colonel Roche. Le site d'études à considérer est celui-ci-dessous, le cheminement du réseau de chaleur n'étant pas encore défini.



- Rénovation des sous-stations clients adaptées aux nouveaux besoins
- Vannes en attente sur le feeder pour une future connexion du bâtiment OMP Belin

IV.DÉFINITION DU CONTENU DES MISSIONS GÉOTECHNIQUES

IV.1. OBJECTIFS ET CONTENU DE LA MISSION G2AVP

Il s'agit d'une mission de type G2AVP, selon la norme NF P 94-500 avec de surcroît des exemples de dimensionnement qui sont précisés ci-dessous. Elle porte sur la réalisation des ouvrages décrit ci-avant.

La mission, objet du présent cahier des charges, comprend :

1. La réalisation des investigations géotechniques : voir paragraphe ci-après.
2. La **définition des différentes couches de sols** en place, de leur épaisseur, de leur profondeur et de leurs caractéristiques.
3. La **définition des sujétions de réalisation des terrassements** :
 - ▶ Modes de réalisation ;
 - ▶ Techniques d'excavations les plus adaptées au vu des sols en présence, des ouvrages à réaliser et des avoisinants ;

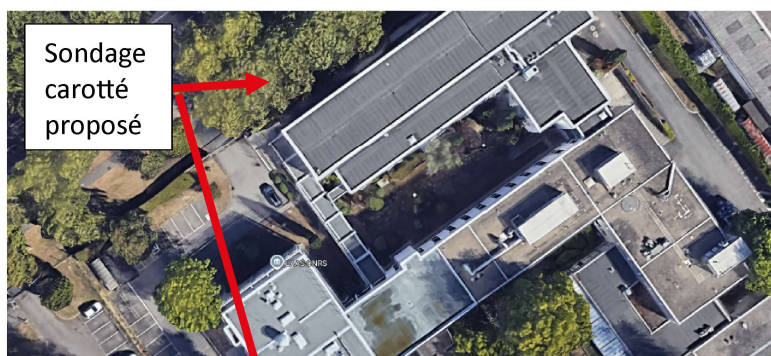
- ▶ Précautions à prendre vis à vis des avoisinants avec définition des seuils de vibrations admissibles si nécessaires ;
 - ▶ Nécessité ou non de soutènements provisoires de chantier ; pentes admissibles des talus dans les sols en phase définitive ;
 - ▶ Définition des conditions de réutilisation des matériaux de déblais en remblais (classification selon NF P 11-300 des sols en place).
4. La **définition des techniques à mettre en œuvre pour les soutènements** provisoires de chantier (lorsqu'ils s'avèrent nécessaires) et pour les soutènements définitifs, la définition des caractéristiques des sols nécessaires au dimensionnement des parois formant soutènement (en phase chantier comme en phase définitive).
 5. La **définition des contraintes et sujétions à adopter liées à la présence éventuelle d'une nappe d'eau souterraine** :
 - ▶ En phase chantier : définition des risques liés à l'arrivée d'eau pendant la réalisation des excavations, estimation des débits pouvant arriver dans les fouilles, techniques d'exhaure à adopter.
 - ▶ **En phase définitive** : les ouvrages enterrés doivent être stables à vide. **Définition des niveaux d'eau à prendre en compte (EE, EH, EB)**. Définition des dispositions à adopter afin d'assurer cette stabilité à vide.
 6. La **définition des travaux d'amélioration de sols** à envisager pour le projet et fournir un exemple de dimensionnement.
 7. La **définition du type de fondations** à envisager par ouvrage au vu des charges rapportées et des tassements admissibles, et la définition des caractéristiques de sols nécessaires aux dimensionnements des fondations. Fournir un exemple de dimensionnement.
 8. La **définition des solutions structurelles particulières** et nécessaires vis-à-vis de l'**aléa radon**.
 9. La réalisation d'une étude laboratoire permettant la caractérisation physico-chimique des sols avec notamment un « pack ISDI » et la **définition de l'agressivité des eaux et des sols** vis-à-vis des bétons.
 10. La **définition** des caractéristiques des sols nécessaires au dimensionnement des **dallages** et **voiries**, notamment valeurs des modules de déformation des couches de sols.
 11. La **définition** des dispositions générales à prendre en compte vis-à-vis des **avoisnants**.
 12. La **définition** des risques naturels et risques sismiques, et notamment la détermination de la classe de sol selon l'Eurocode 8.

IV.1.1. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES POUR LA MISSION G2AVP

IV.1.1.1. Implantation et nivellement

Il est proposé au titulaire de réaliser le programme d'essai ci-dessous. Ce programme peut être adapté par le titulaire selon la connaissance qu'il a du site et selon les données qu'il juge nécessaires de recueillir pour atteindre les objectifs de la mission.

- ▶ 1 sondage destructif avec essais pressiométriques jusque 10 m de profondeur avec essais tous les mètres. Ce sondage aura pour but d'établir une coupe approximative des sols en place, leur module pressiométriques, la pression limite nette, la pression de fluage nette ainsi que le rapport EM/PI.
- ▶ 1 sondage carotté à 10 m de profondeur avec la réalisation d'un essai Matsuo à 3 m et 6m de profondeur et mise en place d'un piézomètre. Le carottage aura pour but de prélever des échantillons de sol et les essais Matsuo pour mesurer la perméabilité du sol dans les sols argileux. Le piézomètre aura pour but de mesurer du niveau d'eau après stabilisation.
- ▶ 2 sondages à la pelle :
 - > 1 sondage au droit du bâtiment chaufferie gaz pour détecter les fondations existantes.
 - > 1 sondage sur le site du CNRS LAAS situé au 7 Av. du Colonel Roche, 31400 Toulouse pour détecter les fondations existantes dans le but d'installer le réseau de chaleur projeté.



- ▶ Des essais de laboratoire ;
- ▶ 1 analyse du sol et de l'eau souterraine (valeurs à mesurer : se référer à la norme EN 206-1 et FD P 18-011) afin de déterminer la classe d'exposition correspondant aux attaques chimiques des sols naturels et eaux souterraines.

Les coordonnées seront relevées en X, Y (RGF93 – CC50) et en Z (NGF IGN69) à l'aide d'un GPS de précision, et seront reportées sur les coupes de sondage correspondantes.

IV.1.1.2. Sondages, essais et mesures

Chaque nouveau sondage devra être détaillé et répertorié dans une annexe dédiée avec les résultats, pour laisser une trace claire et détaillée afin de permettre l'expertise du géotechnicien.

Remarque : les feuilles de sondages peuvent également contenir des informations complémentaires dont les niveaux d'eau éventuels, les pertes de fluide d'injection, les incidents de forage, etc...

Un suivi piézométrique sur 12 mois sera prévu au sein d'un sondage carotté.

Le suivi sera annexé au rapport G2AVP.

IV.1.1.3. Essais en laboratoire

Le sondage devra être détaillé et répertorié dans une annexe dédiée avec les résultats, pour laisser une trace claire et détaillée afin de permettre l'expertise du géotechnicien.

Les prélèvements d'échantillons seront conservés pendant un mois à compter de l'envoi du rapport. S'il le souhaite, le maître d'ouvrage pourra soit récupérer ses prélèvements, soit demander à ce qu'ils soient conservés. A défaut de demande expresse, les prélèvements seront mis au rebut.

Les essais laboratoire devront permettre la réalisation d'une étude laboratoire « pack ISDI » avec la définition de l'agressivité des eaux et des sols vis-à-vis des bétons.

Les essais en laboratoires seront en nombre suffisant pour caractériser les sols.

Au minimum réalisations d'essais de laboratoire pour répondre aux objectifs fixés par l'étude, notamment :

- ▶ Granulométrie,
- ▶ Teneur en eau,
- ▶ Valeur au bleu,
- ▶ Masse volumique,
- ▶ Mesure de PH,
- ▶ Essais de cisaillement,
- ▶ Essais de perméabilités,
- ▶ Caractérisation de l'agressivité de l'eau pour les bétons (suite à la réalisation du prélèvement d'eau)

IV.2. OBJECTIFS ET CONTENU DE LA MISSION G2PRO

IV.2.1. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES POUR LA MISSION G2PRO

En cas de sondages complémentaires à réaliser, ceux-ci seront définis en fonction des résultats des investigations de la mission précédente et des adaptations et avancées du projet.

Elles seront rémunérées par applications des prix indiqués dans le Détail Quantitatif Estimatif.

IV.2.2. RAPPORT D'ETUDE G2PRO

Dans le cadre d'une G2PRO, il est demandé d'élaborer et de fournir les notes de calcul de dimensionnement de niveau projet pour les ouvrages géotechniques concernés avec notamment :

- ▶ Un rappel des hypothèses de calcul, notamment :
 - > La raideur verticale de sol k_v sous ouvrage avec prise en compte, le cas échéant, du remblai de forme ;
 - > La raideur horizontale k_h si pertinent (dimensionnement des structures sensibles au vent)
 - > Les raideurs dynamiques (k_v , k_h) pour les études sismiques et éventuellement pour les études au second ordre.
 - > En particulier, pour des sols hétérogènes horizontalement, une cartographie sommaire des k_v .
- ▶ Les valeurs caractéristiques nécessaires au dimensionnement des ouvrages retenus. Le dimensionnement du nouveau projet doit concerner en particulier :
 - > Les dispositifs de la maîtrise de la nappe et les niveaux EE, EH et EB ;
 - > La stabilité des talus et des soutènements ;
 - > La force portante des fondations (sécurité par rapport à la rupture) ;
 - > Le comportement des fondations soumises aux diverses sollicitations prévues (déplacements verticaux et horizontaux, moments et autres) ;
 - > Les valeurs seuils associées au projet et aux avoisinants notamment lors de la mise en place de la méthode observationnelle.
- ▶ Des précisions sur les méthodes de calculs avec mention des documents de références utilisés (normes, recommandations, DTU et autres).
- ▶ La mise en évidence des incertitudes qui subsistent et les risques géotechniques résiduels et recommandations sur les études à faire pour la poursuite du projet.
- ▶ La réalisation d'une approche des quantités résultant des notes de dimensionnement.
- ▶ La réalisation d'une approche des coûts correspondants.
- ▶ La définition des moyens souhaitables à mettre en œuvre, des cadences des travaux et des délais partiels possibles.
- ▶ L'établissement des valeurs de ressorts de sol sous sollicitations statiques et dynamiques.

IV.3. OBJECTIFS ET CONTENU DE LA MISSION G4 (EN OPTION)

En référence à la norme NF P 94-500 du 30 novembre 2013 relative aux missions d'ingénierie géotechnique, il sera demandé au géotechnicien, de proposer une mission de supervision d'exécution G4.

Les prestations à réaliser dans le cadre de la mission G4 seront définies en fonction des résultats des investigations des missions précédentes et des adaptations et avancées du projet. Elles seront notifiées

au titulaire par bon de commande et seront rémunérées par application aux quantités de prestations ainsi définies et des prix mix forfaitaires identifiés dans le bordereau des prix du marché.

Le géotechnicien doit compter un suivi d'au minimum 12 semaines pour les opérations d'amélioration du sol ou de fondations spéciales. Il devra compter un temps suffisant pour la réalisation des ouvrages provisoires et définitifs pendant les travaux de gros œuvre.

L'objectif de la mission de supervision géotechnique d'exécution est la vérification de conformité de l'étude et du suivi géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques G3 (réalisés par le mandataire du marché de travaux) dans le respect des règles de l'art, pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques.

En référence à la norme NF P 94-500, les phases 1 et 2 décrivent et complètent le contenu des prestations à assurer dans le cadre du présent marché.

IV.3.1. PHASE 1 – SUPERVISION DE L'ETUDE D'EXECUTION

La phase 1 de supervision de l'étude géotechnique d'exécution permet de vérifier que les documents établis dans le cadre de cette étude respectent les dispositions du projet géotechnique et sont conformes aux objectifs du projet. L'ingénierie géotechnique chargée de cette supervision donne un avis sous forme de rapport, le cas échéant contradictoire en réunion avec le MOE et le mandataire de la mission G3, sur :

La note d'hypothèse géotechnique d'exécution et de dimensionnement, la définition et les plans des ouvrages géotechniques, les méthodes et les notices d'exécution et les phasages.

Les adaptations ou les optimisations potentielles (voire économiques) des ouvrages géotechniques proposés.

Le programme d'investigation complémentaire et d'auscultation proposé.

Les valeurs seuils et la procédure de leur suivi.

En cas d'application de la méthode observationnelle, les dispositions constructives complémentaires lorsqu'une des valeurs seuils est atteinte.

IV.3.2. PHASE 2 – SUPERVISION DU SUIVI D'EXECUTION

La phase 2 de supervision du suivi géotechnique d'exécution a pour objectif, par une intervention périodique et continue sur le chantier, de vérifier que le suivi géotechnique d'exécution, continu et à la charge de l'entreprise permet de confirmer à l'avancement des travaux le modèle géotechnique et le contexte géotechnique retenus ainsi que la similitude entre comportement prévu et comportement observé de l'ouvrage et des ouvrages avoisinants, et ainsi de contribuer à la maîtrise des risques géotechniques.

L'ingénierie géotechnique chargée de la présente supervision donne un avis, le cas échéant contradictoire sur :

- ▶ Le contexte géotechnique observé dans le cadre des investigations complémentaires et lors des travaux de réalisation des ouvrages géotechniques, ce contexte observé étant synthétisé dans le cadre du suivi géotechnique d'exécution.
- ▶ Le comportement de l'ouvrage et des avoisinants concernés tels qu'observés dans le cadre du suivi géotechnique d'exécution.
- ▶ Toute adaptation ou optimisation (solutions variantes ou adaptation aux conditions réelles de chantier) que l'entreprise serait amenée à proposer pour un ouvrage géotechnique du projet en cours de réalisation dont le comportement observé ne serait pas conforme aux prévisions faites au stade de l'étude géotechnique d'exécution.
- ▶ L'utilité et la définition d'une campagne d'investigation géotechnique complémentaire proposée par l'entreprise en charge des travaux dans le cadre du suivi géotechnique d'exécution.

IV.3.3. MODALITÉS GÉNÉRALES D'EXECUTION DES INVESTIGATIONS

Tous les sondages, essais, mesures, prélèvement et conditionnement d'échantillons, seront réalisés conformément aux normes NF les concernant.

Il est important que tous les sondages (carottages, forages), non équipés en piézomètres, soient soigneusement et entièrement rebouchés au coulis de ciment injecté : en effet, des sondages non rebouchés sont souvent sources de difficultés lors de travaux d'ouvrages enterrés (arrivées d'eau non prévues en fond de fouille, notamment).

Les piézomètres devront être dans la mesure du possible implantés hors des emprises des ouvrages, de façon à ne pas être détruits durant le chantier.

Les Déclarations d'Intention de Commencer les Travaux sont à la charge du Géotechnicien et sont systématiquement réalisées.

Le Géotechnicien devra se mettre d'accord avec les autorités compétentes (services techniques voiries, exploitants de réseaux, etc...) afin de programmer son intervention.

En domaine privé, le Maître d'ouvrage se chargera d'établir les conventions de passage nécessaires ou les autorisations d'occupation temporaire du terrain.

Le Géotechnicien devra prendre toutes les dispositions nécessaires à une remise en état des terrains en vue de les restituer à leur usage initial ; les revêtements de surface seront reconstitués à l'initial, les abords soigneusement nettoyés.

Préalablement au démarrage des travaux, un état des lieux contradictoire sera établi en présence du Maître d'ouvrage, du Géotechnicien et des partis concernés.

Après réalisation des investigations, un état des lieux contradictoire sera de nouveau réalisé. En cas de détériorations qui seraient dues à l'intervention du Géotechnicien, les réparations seraient à sa charge.

Le Géotechnicien mettra en œuvre tous les moyens techniques nécessaires à la réalisation de sa mission. Il mettra notamment en place des équipes spécialisées et un matériel en état de marche dont la puissance et les performances seront suffisantes pour exécuter les sondages quelle que soit la nature des sols rencontrés.

Le Géotechnicien fera son affaire de tous les problèmes d'alimentation en énergie et en fluide de ses engins de sondage.

Tout retour de matériel ou de personnel sur le site s'avérant nécessaire suite à une investigation incomplète, et sous réserve qu'il ait été demandé dans les deux mois suivant la remise du rapport de synthèse, ne donnerait lieu à aucune plus-value.

IV.3.4. RAPPORT D'ÉTUDES

Un exemplaire du rapport de synthèse sera soumis en version provisoire au Maître d'œuvre ou à l'Assistant au Maître d'Ouvrage qui transmettra ses éventuelles observations sous 10 jours ouvrés.

Le Géotechnicien diffusera ensuite une version finale dans les 5 jours ouvrés, en 4 exemplaires couleur.

Tout complément de rapport qui serait demandé dans le mois suivant la réception du rapport de synthèse ne donnera lieu à aucune plus-value.

La mission de supervision géotechnique d'exécution se déroule en parallèle du chantier. Le marché de travaux principal à une durée globale de 13 mois dont 2 mois de préparation pendant lesquels l'entreprise en charge des travaux fait procéder à ses frais à la mission G3.

L'ingénierie en charge de la supervision géotechnique sera mobilisée durant les étapes où les ateliers du chantier sont en interactions directs avec un contexte géologique.

La phase 1 (supervision de l'étude géotechnique d'exécution) de la mission se déroulera en parallèle de la phase préparatoire du marché de travaux. Durant la phase 1, l'ingénieur d'études géotechniques :

- ▶ Participe autant que de besoin aux réunions nécessaires à l'exécution de ses missions sur demande du maître d'ouvrage et de l'AMO. Ces réunions auront lieu sur la base vie chantier.
- ▶ Assure une présence physique sur site et suit la campagne d'investigations complémentaires réalisées par l'entreprise en charge des travaux
- ▶ Délivre son avis, de façon réactive (sous 24h) sur sollicitation par mail du maître d'ouvrage et/ou de l'AMO
- ▶ Emet un avis formalisé par visa sur tous les documents présentés par l'entreprise en charge de la mission G3, dans un délai de 10 jours ouvrés à compter de la réception du document.

La phase 2 (supervision du suivi géotechnique d'exécution) de la mission se déroulera en parallèle de la phase d'exécution du marché de travaux. Tout au long de l'exécution du chantier, l'ingénieur d'études géotechniques :

- ▶ Participe aux réunions hebdomadaires d'échange et d'analyse des données recueillies sur le contexte géologique réellement rencontré
- ▶ Participe aux visites de chantier et réunions exceptionnelles en cas de survenue d'un obstacle géologique
- ▶ Délivre son avis, de façon réactive (sous 24h) sur sollicitation par mail du maître d'ouvrage et/ ou de l'AMO.
- ▶ Emet un avis formalisé par visa sur tous les documents présentés par l'entreprise en charge de la mission G3, dans un délai de 10 jours ouvrés à compter de la réception du document

V. DOCUMENTS A ETABLIR PAR LE CANDIDAT DANS SON OFFRE

Dans son offre, le titulaire devra établir les documents suivants qui expliciteront la teneur et les conditions de réalisation de prestations.

- ▶ Un mémoire explicatif
- ▶ Un Détail Quantitatif Estimatif basé sur le cadre transmis.

Le _____ exposera :

- ▶ Les moyens dont dispose le candidat pour effectuer la mission (matériels, personnels) ;
- ▶ Le programme détaillé de la reconnaissance (natures et types des essais, forages et mesures géotechniques, ...) ;
- ▶ La carte des sondages prévus pour la mission ;
- ▶ Les références du candidat pour des missions similaires ;

- ▶ Le planning prévisionnel de réalisation de la campagne géotechnique ;
- ▶ Les moyens mis en œuvre pour l'étude de pollution et la gestion des déchets ;
- ▶ Les moyens mis en place pour éviter les nuisances (olfactive, sonore, ...) ;
- ▶ Les modalités vis-à-vis des risques et de la sécurité sur le chantier

VI.ANNEXE

- G2PRO salle de spectacle du CAP
- DQE
- Plans DP de la chaufferie gaz existante
- Descente de charges du local projeté
- Plan de masse