



INRAE

Construction d'une chaufferie bois

à VILLENAVE D'ORNON (33)

Avenue du Bourlaux

Rapport d'étude SBX2.P.0023

étude géotechnique de conception (G2 AVP)

28/02/2025



Agence de Bordeaux – 50/52 Avenue Gustave Eiffel 33610 CANEJEAN
Tél. 33 (0) 5 56 12 98 10 • cebtb.bordeaux@groupeginger.com



| | | | | | | | |
|---|----------|------------------|------|-----------------------|------|-----------------------|--------------|
| INRAE | | | | | | | |
| CONSTRUCTION D'UNE CHAUFFERIE BOIS | | | | | | | |
| VILLENAVE D'ORNON (33) | | | | | | | |
| RAPPORT - étude géotechnique de conception (G2) – phase AVP | | | | | | | |
| Dossier : SBX2.P.0023 | | | | Contrat : SBX2.P.0051 | | | |
| Indice | Date | Chargé d'affaire | Visa | Vérifié par | Visa | Contenu | Observations |
| 1 | 28/02/25 | J. PERELLE | | N. DUCROT | | 40 pages 4 annexes | - |

A compter du paiement intégral de la mission, le client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser à condition de respecter et de faire respecter les limites d'utilisation des résultats qui y figurent et notamment les conditions de validité et d'application du rapport.

Sommaire

| | |
|---|-----------|
| I. CONTEXTES..... | 5 |
| I.1. Contexte du projet..... | 6 |
| I.1.1. Données générales..... | 6 |
| I.1.2. Description du projet | 7 |
| I.1.3. Documents communiqués | 7 |
| I.1.4. Ouvrages projetés | 8 |
| I.1.5. Sollicitations | 8 |
| I.2. Mission Ginger CEBTP | 8 |
| I.3. Description du site | 9 |
| I.3.1. Extrait de carte IGN | 9 |
| I.3.2. Image aérienne | 9 |
| I.3.3. Historique du site..... | 10 |
| I.3.4. Topographie..... | 11 |
| I.3.5. Description du site | 12 |
| I.4. Contextes géologique, géotechnique, contexte hydrogéologique, risques majeurs. | 13 |
| I.4.1. Contextes géologique et géotechnique prévisionnels..... | 13 |
| I.4.2. Contexte hydrogéologique..... | 13 |
| I.4.3. Risques majeurs naturels ou anthropiques..... | 14 |
| II. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES..... | 20 |
| II.1. Préambule | 21 |
| II.2. Implantation et nivellement..... | 21 |
| II.3. Sondages, essais et mesures in situ | 21 |
| II.3.1. Investigations in situ | 21 |
| II.3.2. Essais de perméabilité et d'infiltration in situ | 22 |
| II.4. Essais en laboratoire | 22 |
| II.4.1. Identification et caractéristiques mécaniques des sols | 22 |
| III. INTERPRETATIONS ET SYNTHESE DES INVESTIGATIONS – MODELE GEOTECHNIQUE..... | 23 |
| III.1. Synthèse des investigations - Interprétations | 24 |
| III.1.1. Lithologie | 24 |
| III.1.2. Caractéristiques pénétrométriques | 25 |
| III.1.3. Caractéristiques physiques des sols | 25 |

| | |
|--|-----------|
| III.2. Interprétation et synthèse hydrogéologique | 26 |
| III.2.1. Niveaux d'eau..... | 26 |
| III.2.2. Perméabilité | 26 |
| III.3. Modèle géotechnique | 27 |
| IV. ETUDE DES OUVRAGES | 28 |
| IV.1. Zone d'Influence Géotechnique : ZIG | 29 |
| IV.2. Traitement des risques majeurs ou anthropiques | 29 |
| IV.2.1. Argiles (retrait / gonflement) | 29 |
| IV.2.2. Risque sismique | 29 |
| IV.3. Adaptations du terrain au projet - Calage altimétrique | 30 |
| IV.4. Terrassements généraux - Fouilles | 30 |
| IV.4.1. Traficabilité en phase chantier..... | 30 |
| IV.4.2. Terrassabilité des matériaux | 31 |
| IV.4.3. Drainage de la plateforme en phase chantier et en phase définitive | 31 |
| IV.5. Fondations..... | 32 |
| IV.5.1. Fondations superficielles par semelles filantes ou isolées | 32 |
| IV.6. Dispositions constructives vis-à-vis du retrait gonflement | 36 |
| IV.7. Niveau bas | 38 |
| IV.8. Protection des ouvrages vis-à-vis de l'eau | 38 |
| V. ENCHAINEMENT DES ETUDES ULTERIEURES | 39 |

ANNEXES

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

ANNEXE 3 – SONDAGES ET ESSAIS IN SITU

ANNEXE 4 – PROCES VERBAUX DES ESSAIS EN LABORATOIRE

I. CONTEXTES

I.1. Contexte du projet

I.1.1. Données générales

I.1.1.1. Généralités

Nom de l'opération : Construction d'une chaufferie bois
Localisation : 71 Avenue du Bourlaux
Commune : VILLENAVE D'ORNON (33)
Code postal : 33140
Client : INRAE

I.1.1.2. Intervenants

Maître d'ouvrage : INRAE

I.1.1.3. Phase du projet

D'après les éléments communiqués, le projet est au stade d'avancement suivant :

| Etudes d'esquisse | Etudes d'avant-projet sommaire | Etudes d'avant-projet définitif | Etudes de projet | Etablissement DCE | Consultation ACT | Réalisation des ouvrages |
|-------------------|--------------------------------|---------------------------------|------------------|-------------------|------------------|--------------------------|
| | X | | | | | |

I.1.2. Description du projet

D'après les informations fournies par le client, le projet porte sur la construction d'une chaufferie bois pour des bâtiments industriels à proximité (bâtiments 9, 11, 19, 44 et 48) sur le site de l'INRAE (parcelle AI 0061).



I.1.3. Documents communiqués

Les documents qui nous ont été communiqués et ont été utilisés dans le cadre de ce rapport sont les suivants :

- plan de masse daté du 07/04/2020, transmit par ENER LAB le 23/01/2025 par mail,
- plan de masse avec repérage géodétection daté du 07/04/2020, transmit par ENER LAB le 23/01/2025 par mail,
- Photographie des zones de sondages, transmit par ENER LAB le 23/01/2025 par mail,
- Plan minute structure de la chaufferie, transmit par ENER LAB le 24/02/2025 par mail.

I.1.4. Ouvrages projetés

Les ouvrages géotechniques et travaux nécessaires à la construction du projet sont les suivants:

- préparation du terrain, terrassements (déblais et remblais), épuisement des fouilles,
- fondations, niveaux bas.

Le présent rapport traite de leur étude au stade de l'avant-projet (mission G2 AVP).

I.1.5. Sollicitations

Les sollicitations appliquées aux fondations ne sont pas connues au stade actuel de l'étude. Il conviendra donc de s'assurer que les systèmes de fondations préconisés et les dispositions retenues sont compatibles avec les charges réellement apportées et les caractéristiques de l'ouvrage.

I.2. Mission Ginger CEBTP

La mission de Ginger CEBTP est conforme au contrat n°SBX2.P.0051.

Il s'agit d'une étude géotechnique de conception (G2) réalisée en phase Avant-Projet (AVP), selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique.

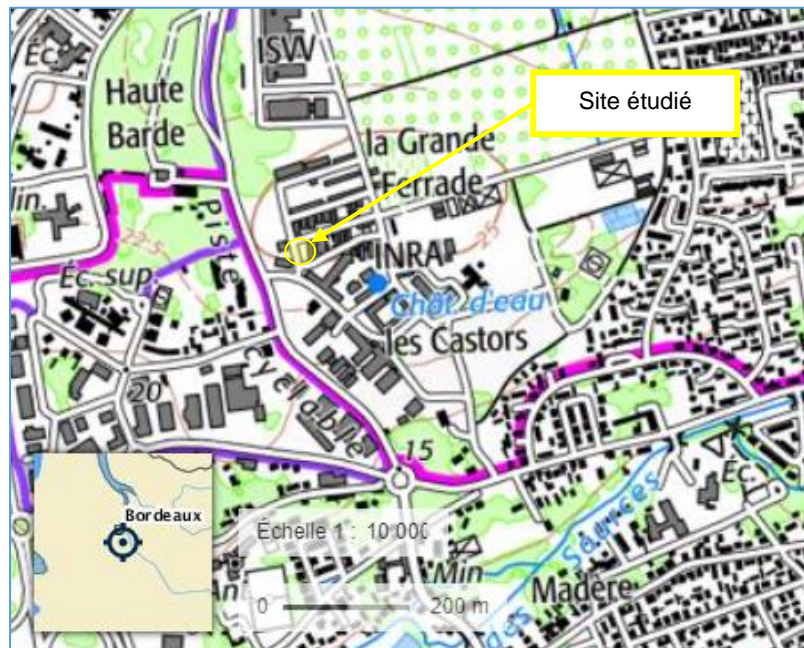
Les résultats de l'étude réalisée au stade de la phase Avant-Projet (G2 AVP) ne sont pas suffisants pour être utilisés dans le DCE (Dossier de Consultation des Entreprises) car les risques importants sont traités à la fin de la mission G2 intégrant les phases PRO, DCE et ACT. De ce fait, cette étude d'Avant-Projet devra être suivie des études G2-PRO et G2-DCE/ACT.

L'étude comprend, conformément au contrat et à la Norme NF P 94-500 de Novembre 2013, les prestations suivantes :

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique et le réaliser et en assurer le suivi technique,
- Donner les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet,
- Donner les principes de construction envisageables (terrassements, fondations, assises des dallages, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants),
- Fournir une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique.

I.3. Description du site

I.3.1. Extrait de carte IGN



Source : Géoportail

I.3.2. Image aérienne



Source : Géoportail

I.3.3. Historique du site

A l'aide de l'outil « remonter le temps » du site IGN.fr, nous avons relevé les évolutions de la parcelle depuis 1924.



Photographie aérienne de 1924



Photographie aérienne de 1950



Photographie aérienne de 1956



Photographie aérienne de 1961



Photographie aérienne de 1996

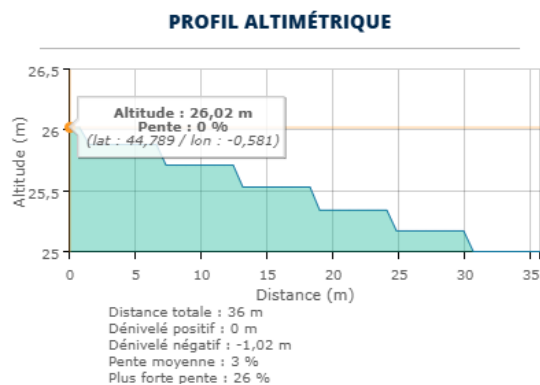
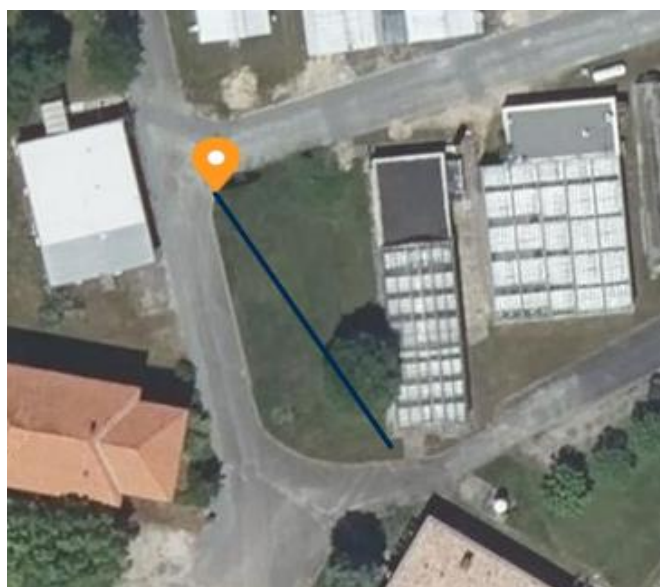


Photographie aérienne de 2024

Les observation majeures suivantes ont pu être relevées :

- Entre 1924 et 1956, la zone d'étude était recouverte de champs agricoles, à proximité de quelques bâtiments encore présents aujourd'hui.
- Entre 1956 et 1961, aménagement des terres agricoles pour la création de bâtiments voisins à la zone d'étude.
- Depuis au moins 1924, la zone d'étude est resté un terrain vierge de toute construction, cependant il n'est pas exclu de rencontrer des remblais issus des travaux de construction des voiries et bâtiments voisins.

I.3.4. Topographie



Profil altimétrique de la zone d'étude, géoportail.gouv.fr

D'après géoportail.gouv.fr, le site concerné par les investigations présente une pente de 3%, orientée vers le Sud Est. Son altitude varie de 26 à 25 mètres NGF.

I.3.5. Description du site

Lors de nos intervention (Février 2025), le site où est projeté la construction de la chaufferie bois était enherbé avec un arbre de grande taille partie Sud. La parcelle est bordée par des voiries sauf en partie Est où elle est mitoyenne à un bâtiment à priori type RDC.



Photographie de l'emplacement de la future chaufferie (des bâtiments 9,11,19,44,48), février 2025

I.4. Contextes géologique, géotechnique, contexte hydrogéologique, risques majeurs.

I.4.1. Contextes géologique et géotechnique prévisionnels

D'après notre expérience locale et la carte géologique de PESSAC à l'échelle 1/50000, le site serait constitué des formations suivantes, de haut en bas :

- Des formations de couverture (remblais d'aménagement ou faible épaisseur de terre végétale),
- Des formations du système de la Garonne, sables argileux, graviers et galets (Fxb2).



Extrait de la carte géologique imprimée 1/50000, source : Infoterre

I.4.2. Contexte hydrogéologique

D'après les vues aériennes ainsi que le site Infoterre, le site est localisé dans la vallée de l'eau Bourde, situé à environ 500m au Sud.

I.4.3. Risques majeurs naturels ou anthropiques

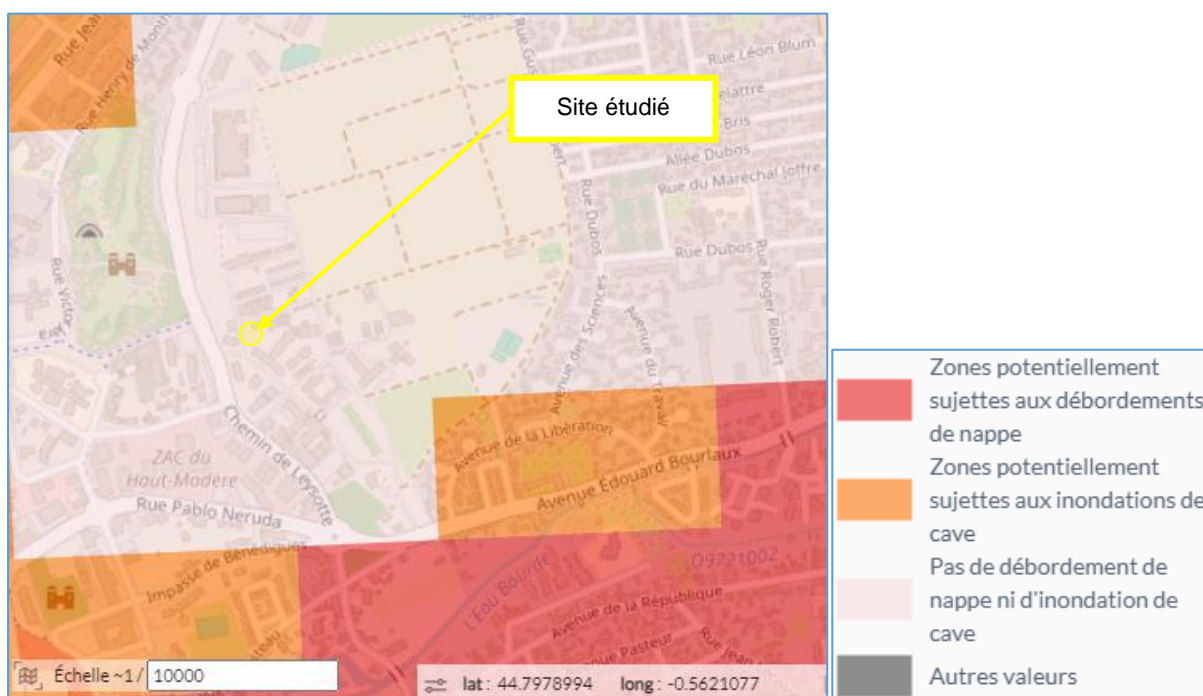
Les informations recueillies sur les sites internet consultés (www.georisques.gouv.fr et site de la préfecture) sont consignées dans le tableau ci-dessous.

| Risques majeurs | Informations documentaires |
|---|---|
| Inondations/débordement de cours d'eau | Hors zone inondable identifiée (PPRI en vigueur approuvé par arrêté préfectoral le 23 février 2022) Zone non sujette aux débordements de nappes et aux inondations de cave * |
| Cavités naturelles ou anthropiques carrières | Pas de présence de cavités connues à proximité du projet * |
| Argiles (retrait/gonflement - carte 2020) | Niveau exposition : moyen * |
| Mouvements de terrains Instabilité – Glissement – Chute de blocs | Pas de présence de mouvements de terrains connus à proximité du projet * |
| Séismes | Zone 2 * |
| Radon | Zone potentiellement sujette de catégorie 1 * |
| Remblais | La présence de remblais est signalée sur une faible épaisseur (<1.0m)* |

* cf. détail et illustrations ci-après

I.4.3.1. Inondation /débordement de cours d'eau

D'après la carte établie par le site Géorisques.gouv.fr concernant l'aléa remontée de nappe phréatique, le site étudié est localisé dans une zone non sujette aux débordements de nappes et aux inondations de caves.

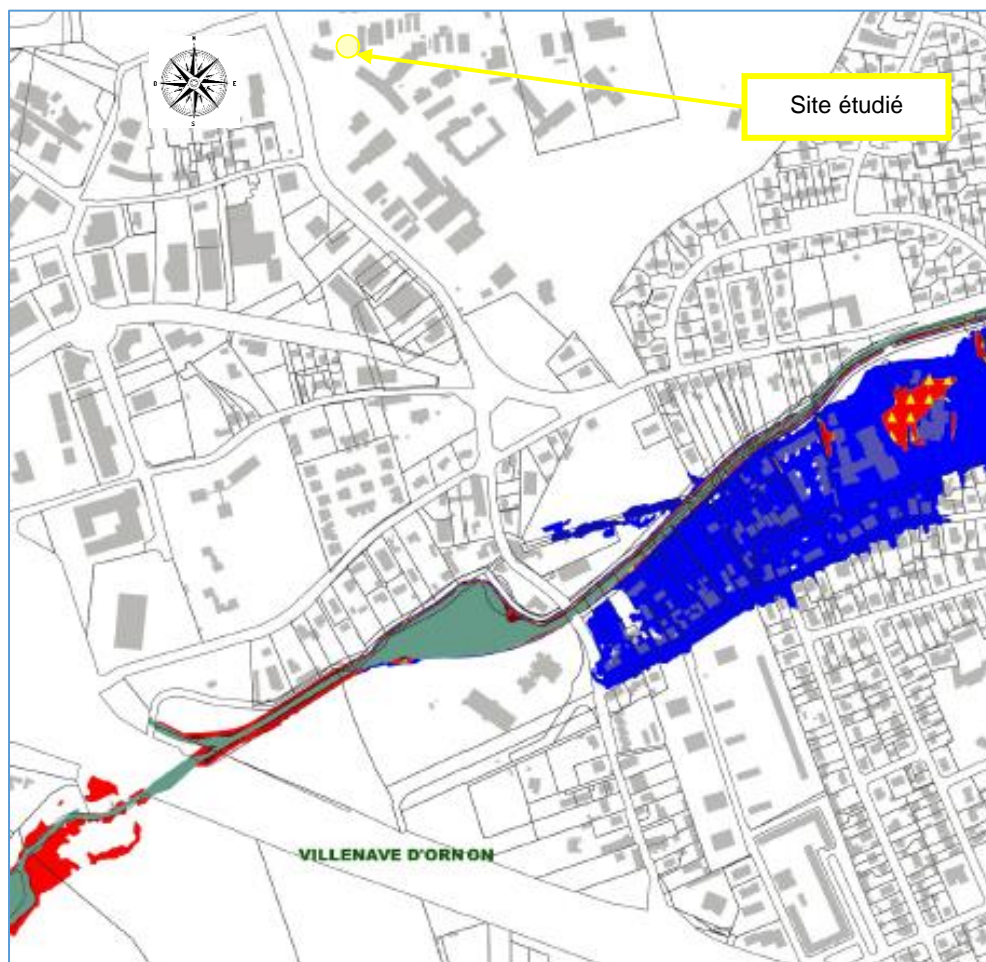


Extrait de la carte des remontées de nappes, source Géorisques.gouv.fr

Par ailleurs des informations précises sur le risque réel d'inondation peuvent être fournies dans les documents d'urbanisme (P.L.U.) et dépendent des travaux de protection réalisés, donc susceptibles de varier dans le temps. S'agissant de données d'aménagement hydraulique et non de données hydrogéologiques, elles ne font pas partie de notre mission d'étude géotechnique.

La commune de Villenave d'Ornon fait partie d'un TRI et a fait l'objet de 15 arrêtés de type « Inondations et/ou coulées de boue » parus sur le journal officiel entre 1982 et 2013. Elle a également fait l'objet de 2 arrêtés de type « Chocs mécaniques liés à l'action des vagues » parus au journal officiel entre 1999 et 2009.

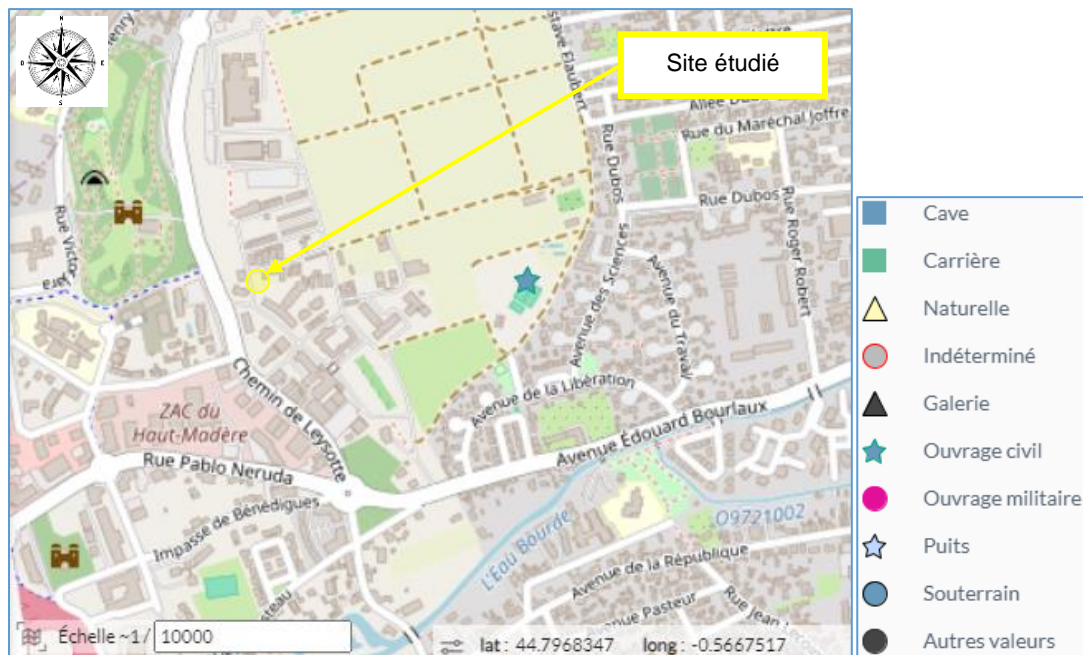
La commune de Villenave d'Ornon est soumise à un PPRi approuvé par arrêté préfectoral du 23 février 2022. Cependant, le site d'étude n'est pas concerné par ce zonage.



Extrait du zonage du PPRi de la commune de Villenave d'Ornon

I.4.3.2. Cavités naturelles ou anthropiques – Carrières

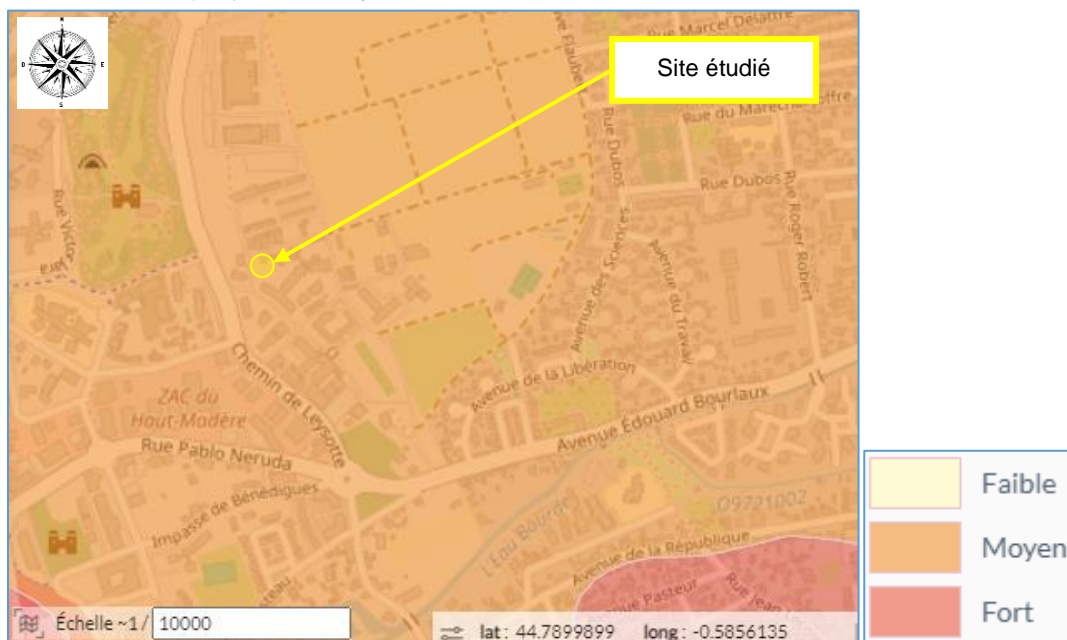
De plus, les informations issues du site www.georisques.gouv.fr, la parcelle destinée à accueillir le projet n'est pas concernée par la présence de cavités naturelles ou anthropiques à proximité du site. Un aqueduc antique (représenté ouvrage civil sur la carte ci-dessous) est localisé à environ 300m à l'Est.



Extrait de la carte des cavités souterraines, source Géorisques.gouv.fr

I.4.3.3. Argiles (retrait/gonflement - carte 2020)

A noter que, d'après les informations données par le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), le niveau d'exposition vis-à-vis du retrait / gonflement des terrains argileux au droit du projet est Moyen.



Extrait de la carte d'exposition au retrait gonflement des argiles, source Géoportail.gouv.fr

La commune de Villenave d'Ornon à fait l'objet de 15 arrêtés de type « Sécheresse » paru sur le journal officiel entre 1990 et 2023.

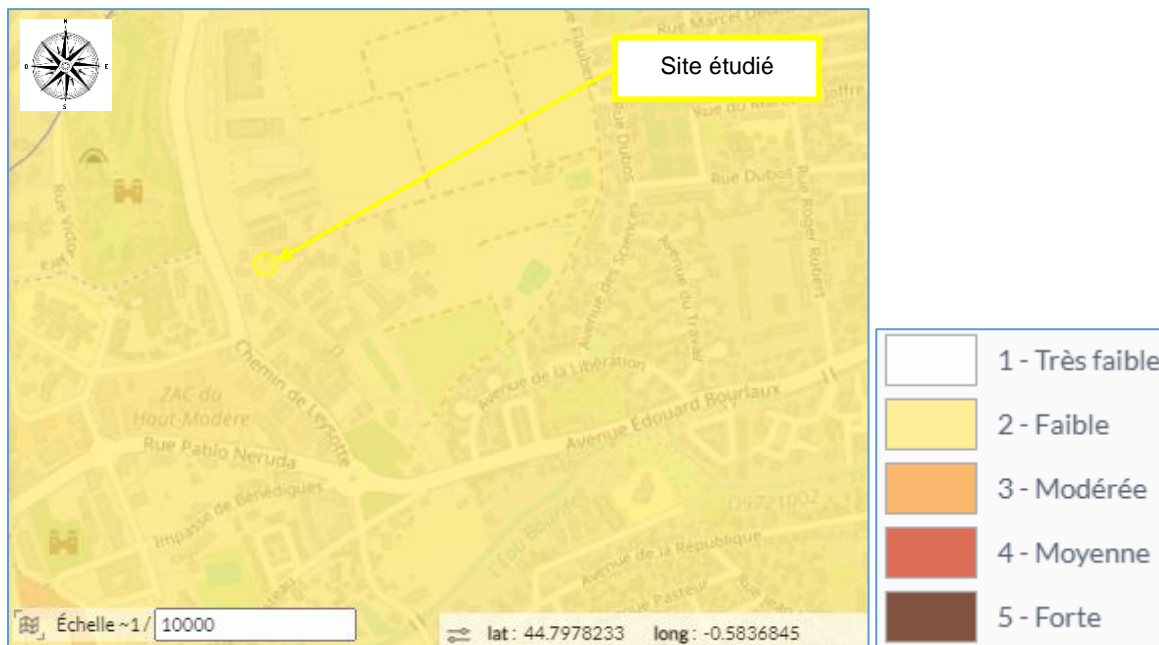
I.4.3.4. Mouvements de terrains – Instabilité – Glissement – Chute de blocs

La cartographie établie par le BRGM n'indique pas d'évènement de ce type dans la zone proche du terrain retenu pour le projet.

Cependant, la commune a fait l'objet d'un arrêté de type « mouvement de terrain » paru sur le journal officiel en 1999 (non localisé).

I.4.3.5. Séisme

Le site étudié est classé en zone de sismicité 2 (faible).



Extrait de la carte de zonage sismique, source GéoRisques.gouv.fr

I.4.3.6. Radon

Le radon est un gaz radioactif, inodore, incolore et inerte chimiquement, présent naturellement dans la croûte terrestre dont l'activité radiologique est mesurée en becquerels par mètre cube (Bq/m³).

Le code de la santé publique et de l'environnement intègre désormais le radon en tant que risque naturel dans l'information préventive du public et des travailleurs. Pour certains ouvrages, des dispositions doivent être prises à toutes les phases de la vie d'un ouvrage si la commune est concernée par le risque radon (bâtiment existant, réhabilitation, vente).

Le potentiel radon à l'échelle communale est défini par l'Institut de Radioprotection et de Sécurité Nucléaire (www.irs.fr). Le terrain situé dans la commune de Villenave d'Ornon (33) présente un potentiel radon de catégorie 1.



Extrait de la carte potentiel radon, source Irsn.fr

I.4.3.7. Remblais

D'après les informations issues des études réalisées, le site présente un risque modéré de remblais (Ceux-ci ont été identifiés jusqu'à environ -0.6m de profondeur au droit du sondage ST2).

II. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

II.1. Préambule

La campagne d'investigations a été définie par Ginger CEBTP en accord avec le client.

En complément, 2 sondages à la tarière manuelle supplémentaires ont été réalisés déterminer si les matériaux argileux identifiés sur le sondage ST1 étaient ponctuels ou non.

En raison d'une couverture en concassé calcaire de forte compacité, l'essai de perméabilité P3 a été déplacé et renommé P3bis.

II.2. Implantation et nivellement

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan d'implantation joint en annexe 2. Elle a été définie et réalisée par Ginger CEBTP en fonction du projet.

L'altitude des têtes de sondages correspond au niveau du terrain au moment des investigations, noté « TA » dans la suite de ce rapport.

Les coordonnées des têtes de sondages ont été relevées en X, Y et Z par GINGER CEBTP.

II.3. Sondages, essais et mesures in situ

II.3.1. Investigations in situ

Les investigations suivantes ont été réalisées :

| Type de sondage | Quantité | Noms | Prof. / TN | Altitude NGF |
|---|----------|------|------------|--------------|
| Sondage à la tarière manuelle | 3 | ST1 | 1.2® | 26.0 |
| | | ST2 | 0.8 | 26.0 |
| | | ST3 | 0.9 | 26.0 |
| Essai au pénétromètre statique lourd de 200 kN Norme NF EN ISO 22476-12 | 2 | CPT1 | 10.0 | 26.0 |
| | | CPT2 | 10.0 | 26.0 |

® : Refus

Les coupes des sondages et les pénétrogrammes sont présentés en annexes 3.

II.3.2. Essais de perméabilité et d'infiltration in situ

Les essais suivants ont été réalisés :

| Type d'essai in situ | Dénomination | Prof. / TN | Altitude NGF |
|--------------------------------------|--------------|------------|--------------|
| Essai d'infiltration de type Porchet | P1 | 1.2 | 26.0 |
| | P2 | 0.7 | 23.9 |
| | P3 | 0.05® | - |
| | P3bis | 0.5 | 22.3 |

Les résultats des essais de perméabilité sont fournis en annexe 3.

II.4. Essais en laboratoire

II.4.1. Identification et caractéristiques mécaniques des sols

Les essais suivants ont été réalisés :

| Identification des sols | Nombre | Norme |
|--------------------------------------|--------|-------------------|
| Teneur en eau pondérale W | 1 | NF EN ISO 17892-1 |
| Analyse granulométrique par tamisage | 1 | NF EN ISO 17892-4 |
| Valeur au bleu du sol (VBS) | 1 | NF P94-068 |
| Classification des sols (GTR) | 1 | NF P11-300 |

Nota : les prélèvements d'échantillons sont la propriété du client. Ils seront conservés pendant un mois à compter de l'envoi du rapport. S'il le souhaite, le client pourra donc soit récupérer ses prélèvements, soit demander à ce qu'ils soient conservés. A défaut de demande expresse, les prélèvements seront mis au rebus.

Les résultats des essais en laboratoire sont présentés en annexe 4.

III. INTERPRETATIONS ET SYNTHESE DES INVESTIGATIONS – MODELE GEOTECHNIQUE

III.1. Synthèse des investigations - Interprétations

Cette synthèse pourra être affinée par l'ingénierie géotechnique lors de l'étude géotechnique de conception en phase PROJET (G2 PRO), puis en phase d'élaboration du dossier de consultation des entreprises et assistance au contrat de travaux (G2 DCE/ACT).

III.1.1. Lithologie

A noter que la profondeur des formations est donnée par rapport au terrain naturel tel qu'il était au moment de la reconnaissance (Février 2025).

L'analyse et la synthèse des résultats des investigations réalisées ont permis de dresser la coupe géotechnique schématique suivante :

Formation n°0 : Terre végétale

Epaisseur : environ 10 cm.

Formation n°1 : Remblais

Profondeur de la base : 0.6 (réf. ST2) à 0.7m (réf. ST1, CPT1),

- Sous 10cm de terre végétale, on retrouve un horizon anthropique qui pourrait correspondre à des matériaux remaniés (stockages de remblais lors de la construction des bâtiments voisins). Des variations d'épaisseurs sont toujours possibles.

Formation n°2a : Argile sableuse à graves

Profondeur de la base : 1.2m (réf. CPT2),

Altitude de la base : +24.8 mNGF.

Commentaires :

- Formation attribuée au système de la Garonne, composée d'argiles sableuses +/- graveleuse, généralement de bonnes caractéristiques mécaniques, avec :

$$1 \text{ MPa} < q_c < 10 \text{ MPa}$$

Formation n°2b : Grave sableuse à passages argileux

Profondeur de la base : >10 m (réf. CPT2 et CPT1),

Altitude de la base : > +16mNGF.

Commentaires :

- Formation attribuée au système de la Garonne, composée de graves sableuses +/- argileuses en tête, généralement de bonnes caractéristiques mécaniques, avec :

$$5 \text{ MPa} < q_c < 30 \text{ MPa}$$

Remarques :

- Nous rappelons qu'il n'est pas toujours évident de distinguer les variations horizontales et/ou verticales éventuelles, inhérentes aux changements de faciès, compte tenu de la surface investiguée par rapport à celle concernée par le projet. De ce fait, les caractéristiques indiquées précédemment ont un caractère représentatif mais non absolu,

III.1.2. Caractéristiques pénétrométriques

L'analyse des essais au pénétromètre statique disponibles aboutit aux valeurs suivantes :

| Formation / type de sol | q _c (MPa) | | | R _f (%) | | |
|-------------------------|----------------------|-----|-------|--------------------|-----|-------|
| | Min | Max | Moyen | Min | Max | Moyen |
| 0 – TV | - | - | - | - | - | - |
| 1 – Remblais | 0.5 | 10 | 2 | 1 | 3 | 1.5 |
| 2a – Argile sableuse | 1 | 10 | 2 | 1 | 1 | 1 |
| 2b – Graves sableuses | 5 | >30 | 15 | 1 | 3 | 1.5 |

III.1.3. Caractéristiques physiques des sols

Les procès-verbaux des essais en laboratoire sont insérés en annexe 4.

Dans le tableau ci-dessous sont reportés les résultats des essais d'identification sur matériaux non rocheux :

| Référence échantillon | Formation / type de sol | Prof. (m) échantillon | W (%) | VBS | Tamisat < 80 µm | Dmax | Classe G.T.R. |
|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------|------|-----------------|------|---------------|
| ST1 | 2a – Argile sableuse à grave | 0.7 à 1.2 | 17.2 | 3.68 | 51.2 | 20 | A2 |

Les sols de classe GTR A2 correspondent à des matériaux fins argileux peu plastiques. Ils sont sensibles aux variations de la teneur en eau et peuvent se dégrader rapidement suite à un apport même modéré d'eau, en perdant leur portance et leur consistance. En général, ils sont très sensibles au phénomène de retrait lors des périodes de sécheresse.

III.2. Interprétation et synthèse hydrogéologique

III.2.1. Niveaux d'eau

Aucune arrivée d'eau n'a été observée dans les sondages lors des investigations (Février 2025). Toutefois, des écoulements de surface peuvent se produire, notamment en période pluvieuse.

Il est à noter que les niveaux d'eau dans le sol peuvent varier en fonction de la saison et de la pluviométrie. De plus, des circulations d'eau ponctuelles / anarchiques ne sont pas à exclure au sein des différentes formations, notamment en cas de précipitations.

L'étude du contexte hydrogéologique ne fait pas partie de la présente mission et doit faire l'objet d'une étude spécifique (cf. annexe A1 de la norme NFP 94-500).

III.2.2. Perméabilité

Afin d'estimer l'ordre de grandeur de la perméabilité des terrains en place, des essais de perméabilité relatifs aux normes ISO 22282-2 à 6, ont été réalisés.

Les résultats de ces essais de perméabilité sont donnés dans le tableau ci-dessous :

| Sondage | Nature du sol | Profondeur de l'essai | Coefficient de perméabilité K | |
|---------|--------------------------|-----------------------|-------------------------------|----------|
| | | | m/s | mm/h |
| P1 | Argile sableuse à graves | 1.2 | 4.42 | 1.23E-06 |
| P2 | Sables limono-graveleux | 0.7 | 421.8 | 1.17E-04 |
| P3bis | Sables limono-graveleux | 0.5 | 196.15 | 5.45E-05 |

Comme les essais de perméabilité ont été réalisés dans des forages de faible diamètre (150 mm), la perméabilité obtenue est locale car elle intéresse un volume très limité par rapport au terrain étudié. Des variations latérales ne sont donc pas exclues et cette valeur ne peut être retenue pour l'ensemble de la formation. Pour obtenir une valeur pertinente de perméabilité de l'aquifère, il est nécessaire de réaliser un essai de pompage. En effet, cet essai permet de mesurer la perméabilité en grand du massif et d'obtenir une estimation raisonnable des débits à prévoir, notamment dans l'hypothèse d'un rabattement provisoire ou permanent de la nappe.

III.3. Modèle géotechnique

A ce stade de l'étude, nous retenirons le modèle géotechnique suivant, basé sur les investigations géotechniques.

| Formation / type de sol | Profondeur de la base (m/TA) | qc (MPa) | Coefficient rhéologique α |
|-------------------------------|------------------------------|----------|----------------------------------|
| 0 – TV | -(1) | -(1) | -(1) |
| 1 - Remblais | -0.7 (+25.3 mNGF) | 1.5 | 1/3 |
| 2a – Argile sableuse à graves | -1.2 (+24.8 mNGF) | 2 | 1/3 |
| 2b – Graves sableuses | >10 (+16 mNGF) | 15 | 1/3 |

⁽¹⁾ : Horizon négligé

IV. ETUDE DES OUVRAGES

IV.1. Zone d'Influence Géotechnique : ZIG

Compte tenu des éléments communiqués au stade de l'Avant-projet, la zone d'influence géotechnique intègre les avoisinants suivants :

- Un bâtiment à l'Est de la zone, de type Rdc à priori sans niveau de sous-sol,
- Les éventuels réseaux enterrés.

Il appartient au MOA de communiquer la sensibilité de ces ouvrages, leurs tolérances aux déformations afin de les prendre en considération lors des études.

IV.2. Traitement des risques majeurs ou anthropiques

IV.2.1. Argiles (retrait / gonflement)

Les projets sont situés dans une zone où le niveau d'exposition vis-à-vis du retrait / gonflement des terrains argileux au droit du projet est Moyen.

Les sols mis en évidences par les sondages sont principalement sablo-graveleux. Cependant, une lentille gravo-argileuse a été identifiée sur les sondages ST1, ST2 et ST3. D'après les essais de laboratoire réalisés dessus, elle serait classée A2 selon le GTR. Par conséquent, des dispositions spécifiques sont à prévoir pour le niveau bas et les fondations.

Ces dispositions sont décrites dans les paragraphes des ouvrages géotechniques étudiés.

IV.2.2. Risque sismique

IV.2.2.1. Données réglementaires

Selon le décret n°2010-1255 et la norme NF EN 1998 (EUROCODE 8), les principales données parasismiques déduites des éléments du projet et des reconnaissances effectuées dans le cadre de cette étude et présentées dans les paragraphes précédents, figurent dans le tableau ci-dessous :

| Zone de sismicité | 2 - (Faible) |
|-------------------------|--------------|
| Catégorie d'importance* | II |
| Type de sol | C |

*A confirmer par le Maître d'Ouvrage

La classe d'ouvrage devra être confirmée à *minima* avant les études de la phase projet.

IV.2.2.2. Liquéfaction

Le site étant classé en zone sismique 2 (faible), l'étude de la liquéfaction des sols sous séisme n'est pas requise d'après l'EUROCODE 8.

IV.3. Adaptations du terrain au projet - Calage altimétrique

Nota : les indications données dans les chapitres suivants, qui sont fournies en estimant des conditions normales d'exécution pendant les travaux, seront forcément adaptées aux conditions réelles rencontrées (intempéries, niveau de nappe, matériels utilisés, provenance et qualité des matériaux, phasages, plannings et précautions particulières).

Nous rappelons que les conditions d'exécution sont absolument prépondérantes pour obtenir le résultat attendu et qu'elles ne peuvent être définies précisément à l'heure actuelle. A défaut, seules des orientations seront retenues.

A l'heure actuelle et compte tenu des informations communiquées, les cotes finies du projet ne sont pas connues.

Nous supposons que les terrassements concerneront un simple reprofilage du terrain (+/- 0,3m) hors encastrement des fondations.

IV.4. Terrassements généraux - Fouilles

IV.4.1. Traficabilité en phase chantier

D'après les résultats d'essais d'identification des sols, les matériaux concernés par les terrassements sont associés à la classe GTR A2 selon la norme NF P11-300.

Les sols de classe A2 correspondent à des sols argileux, ils sont sensibles aux variations hydriques.

Il conviendra de réaliser des pistes de chantier pour assurer cette traficabilité.

Dans tous les cas, nous préconisons la réalisation des travaux en période de faible pluviométrie et favorable.

IV.4.2. Terrassabilité des matériaux

Afin de garantir l'exécution des travaux dans des conditions optimales, il conviendra de réaliser les travaux lors de périodes climatiques favorables (faible pluviométrie, hors période de gel/dégel), et de prévoir les aménagements nécessaires à l'évacuation des eaux de ruissellement et au trafic des engins de chantier.

La réalisation des terrassements concernant les formations superficielles (terre végétale et sols remaniés, voire remblais) ne présentera pas de difficulté particulière d'extraction. Les terrassements pourront donc se faire à l'aide d'engins classiques de moyenne puissance.

Il n'est cependant pas exclu de rencontrer des vestiges de constructions en phase travaux. Cela pourra nécessiter alors l'emploi d'engins adaptés ou d'outils adaptés tels qu'éclateur, BRH...

Il conviendra de prévoir l'évacuation de tout vestige enterré (fondations, réseaux, souches...) au droit du projet. Une attention particulière sera apportée au comblement des fouilles ainsi créées. Dans tous les cas, les fondations projetées devront être descendues sous le niveau des fouilles afin d'être ancrées dans les sols en place et non remaniés.

Les matériaux, ainsi que les procédures de mise en œuvre et de contrôle devront répondre aux recommandations des normes et guides en vigueur.

IV.4.3. Drainage de la plateforme en phase chantier et en phase définitive

Les conditions de drainage seront fonction des terrassements et des conditions météorologiques.

En phase travaux, en cas de venues d'eau lors des terrassements, un dispositif de drainage provisoire devra être mis en place dès le démarrage du chantier (rigoles, épis, épuisement périphérique, etc...). La maîtrise d'œuvre vérifiera que les eaux d'exhaures peuvent être gérées (évacuation au réseau, rejet parcelle, infiltration sur site; etc.) et que dans le cas contraire, des solutions pour réduire le débit voire s'affranchir de l'exhaure peuvent être nécessaire. De plus, les travaux devront être réalisés en périodes climatiques favorables afin de garantir une exécution des travaux dans des conditions optimales.

Les dispositions spécifiques prévisibles seront adaptées au cas par cas pour assurer la mise au sec de la plateforme de travail à tout moment (notamment merlon ou fossé périphérique pour protéger le chantier des eaux extérieures)

Toute zone décomprimée fera l'objet d'un traitement spécifique si elle doit recevoir un élément de l'ouvrage à porter (purge, compactage).

Pour la phase définitive, il convient de prévoir un drainage adapté au recueillement des eaux météoriques.

IV.5. Fondations

Compte tenu de la présence d'alluvions gravelo-sableuses +/- argileuses de bonnes caractéristiques mécaniques, un système de fondations superficielles par semelles isolées ancrées dans la formation n°2b à partir de 1.2 m de profondeur par rapport au TA est envisageable.

De par la présence de sols argileux A2, le niveau bas devra être en plancher porté par les fondations. Ce dernier pourra être coulé en place.

IV.5.1. Fondations superficielles par semelles filantes ou isolées

IV.5.1.1. Justifications

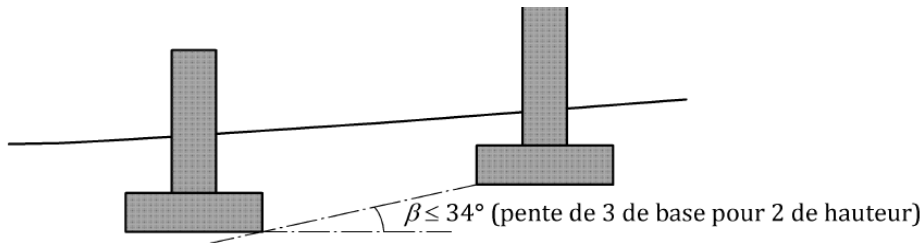
Suivant la NF P 94 261, les vérifications doivent porter sur :

- Pour les situations à l'ELU :
 - Poinçonnement,
 - Glissement,
 - Excentrement de la charge,
- Pour les situations à l'ELS :
 - Limitation de la charge,
 - Excentrement de la charge,
 - Tassement.

IV.5.1.2. Prescriptions générales

Comme critères définissant le niveau d'assise, on retiendra, parmi les suivants le plus restrictif :

- encastrement de 1,2m/terrain fini pour le risque retrait/gonflement des sols,
- ancrage minimal de 0.2 m dans l'horizon porteur (formation n°2b),
- respect de la norme NFP 94-261 pour les fondations à niveaux décalés, mitoyennes ou à proximité de talus :



Il appartient au BET structure de prendre en compte les tassements différentiels et de concevoir une éventuelle rigidification de l'ouvrage.

IV.5.1.3. Ebauche dimensionnelle des fondations

Le dimensionnement aux ELS et ELU des fondations est mené à partir des résultats pressiométriques, conformément à la norme NF P 94-261 de juin 2013 (Justification des ouvrages géotechniques – Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations superficielles).

Capacité portante :

On s'assurera que la charge verticale transmise par la fondation superficielle au terrain V_d est inférieure à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle $R_{v;d}$:

$$V_d - R_0 \leq R_{v;d} \qquad R_{v;d} = \frac{R_{v;k}}{\gamma_{R;d}} \qquad R_{v;k} = \frac{A' q_{net}}{\gamma_{R;d,v}}$$

Avec :

- R_0 est la valeur du poids de volume de sol constitué du volume de la fondation sous le terrain après travaux et des sols compris entre la fondation et le terrain après travaux – ici négligé,
- $R_{v;d}$ est la valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle,
- $\gamma_{R;d,v}$ est un facteur partiel à considérer, égal à 2.30 à l'ELS quasi-permanent et caractéristique et 1.40 à l'ELU pour les situations durables et transitoires,
- $R_{v;k}$ est la valeur caractéristique de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle,
- A' est la surface effective de la base d'une fondation superficielle,
- q_{net} est la contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle,
- $\gamma_{R;d,v}$ est le coefficient de modèle lié à la méthode de calcul utilisée pour le calcul de la contrainte q_{net} (1.20 pour la méthode penetrométrique).

Calcul de q_{net} , contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle :

La contrainte q_{net} du terrain sous une fondation est déterminée à partir de la relation suivante :

$$q_{net} = k_c q_{ce} i_\delta i_\beta$$

Avec :

k_c est le facteur de portance pénétrométrique qui dépend des dimensions de la fondation, de son encastrement relatif et de la nature du sol,

q_{ce} est la pression limite nette équivalente,

i_δ est le coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement (on considère ici une charge verticale centrée, soit $i_\delta = 1.00$),

i_β est le coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus de pente β (pour une fondation éloignée d'un talus, $i_\beta = 1.00$).

En première approche, pour les pré-études béton, on pourra retenir les taux de travail suivant

- taux de travail ELU de 428 kPa,
- taux de travail ELS quasi-permanent et caractéristique de 260 kPa.

Exemples de calculs :

Les résultats sont donnés dans le tableau ci-dessous d'après la modélisation géotechnique présente au paragraphe 5.1 en considérant un encastrement de 1.2 m dans la couche d'assise (formation n°2b) et une fondation totalement comprimée ($A'=A$).

Les calculs ont été réalisés selon « l'approche 2 » au sens de l'Eurocode 7, avec :

- Q_{ce}^* : Résistance en pointe équivalente,
- k_c : facteur de portance pénétrométrique

| Type de fondation | Largeur B (m) | Prof. assise (m) | Formation d'ancrage | q_{ce} (MPa) | k_c | q_{net} (kPa) | $R_{v;d}$ ELS (kN ou kN/ml) | $R_{v;d}$ ELU (kN ou kN/ml) | Vd (kN ou kN/ml) |
|-------------------|---------------|------------------|---------------------|----------------|-------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------|
| Semelle filante | 0.8 | 1.2 | 2b | 7 | 0.09 | 900 | 255 | 419 | 208 |
| | 1,0 | | | | | | 308 | 507 | 260 |
| Semelle isolée | 0.7 | | | | 0.11 | 1100 | 171 | 281 | 127 |
| | 1,0 | | | | | | 332 | 546 | 260 |

Estimations des tassements

Les tassements ont été calculés selon les recommandations de l'annexe J de la norme NF P 94-261 (méthode de Sanglerat) pour des charges verticales centrées et pour des sollicitations et dimensions de semelles précises.

Conformément aux exemples donnés :

- pour une semelle isolé de largeur 0.7 m chargée à 208 kN, le tassement estimé est inférieur à 1 cm.
- pour une semelle isolée de largeur 1 m chargée à 260 kN, le tassement estimé est inférieur à 1 cm.
- pour une semelle filante de largeur 0.8 m chargée à 127 kN, le tassement estimé est inférieur à 1 cm.
- pour une semelle filante de largeur 1 m chargée à 260 kN, le tassement estimé est inférieur à 1 cm.

On rappelle que les tassements sont dimensionnant pour les ouvrages. Ainsi, en fonction de l'admissibilité des tassements, une limitation de charge pourra s'appliquer.

Limites du pré-dimensionnement :

Dans le cas où les charges seraient inclinées, il conviendra d'appliquer les coefficients minorateurs i_α et i_β (cf. les recommandations de l'annexe D de la norme NFP 94-261).

IV.5.1.4. Dispositions constructives

Les choix constructifs ne peuvent être faits que par le BET structure mais les points suivants sont toutefois à signaler :

- il est recommandé de ne pas descendre la largeur des fondations en dessous de 0.5 m avec une surface au sol (assise) de 0.5 m² minimum pour une semelle isolée (soit 0.7 m x 0.7 m pour des semelles carrées), ceci pour des raisons de bonnes exécution (cela permet notamment d'assurer un enrobage correct des armatures standards)
- il appartient au BET structure de vérifier que les tassements déterminés précédemment sont acceptables par l'ouvrage et les avoisinants,
- il est impératif de récupérer les eaux météoriques et les éloigner des sols de fondation par un réseau d'évacuation spécifique.

Concernant le bâtiment présent à l'Ouest du projet, nous rappelons que des fondations établies à des niveaux différents doivent respecter la règle des 3 de base pour 2 de hauteur entre arêtes de fondations (NF P 94-261 et NF DTU 13.1 cf schéma ci-dessous).

La géométrie des fondations de la serre actuelle, et leur niveau d'assise est à vérifier (conformité avec les plans du DOE) pour ne pas déstabiliser cet ouvrage lors des travaux.

La présence d'eau pourra entraîner des sujétions de blindage des parois et de pompage pour épuisement des fouilles et/ou rabattement de la nappe lors des travaux de fondation.

Au démarrage des travaux de fondation, les premiers fonds de fouille ouverts feront l'objet d'une visite afin de faire valider l'horizon d'assise visé. A tout moment du chantier, en cas de doute sur les matériaux observés, une nouvelle visite pourra être nécessaire. Ginger CEBTP se tient à la disposition du Maître d'œuvre pour assurer les vacations de contrôle de fonds de fouille, dans le cadre d'une mission générale de supervision de l'exécution (mission G4),

Des sur-profondeurs du toit de la couche d'ancrage sont toujours possibles et pourront nécessiter un rattrapage en gros béton et, par conséquent, des surconsommations de béton.

Afin d'éviter une décompression du sol de fondation, un béton de propreté sera immédiatement coulé après terrassement afin de le protéger.

La justification du dimensionnement devra faire l'objet d'une étude spécifique dans le cadre d'une étude de projet géotechnique (G2 PRO).

IV.6. Dispositions constructives vis-à-vis du retrait gonflement

Il conviendra de retenir les dispositions suivantes pour les sols sensibles au retrait/gonflement :

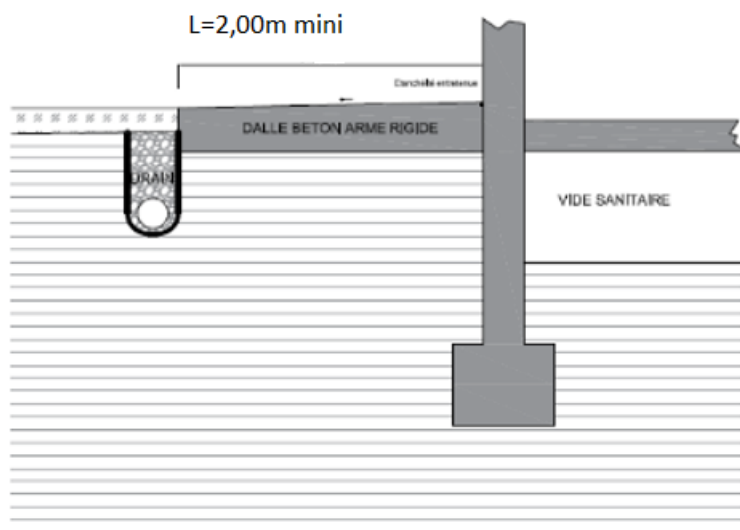
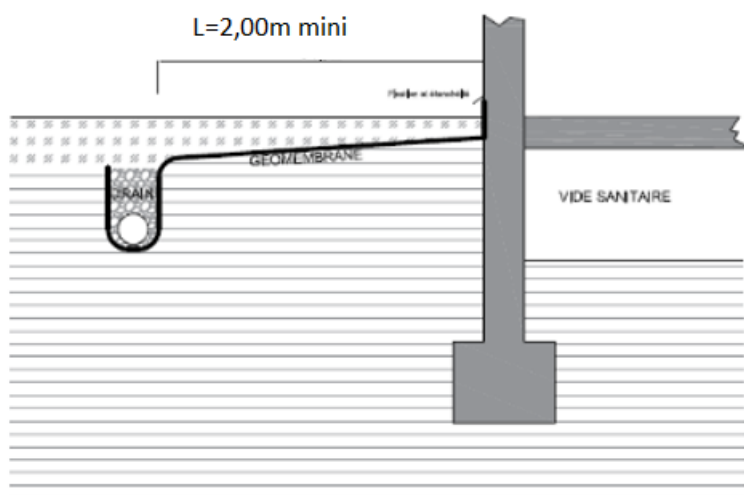
- Les fondations superficielles seront descendues à une profondeur minimale de 1.2 m par rapport au terrain fini extérieur. La profondeur de la dessiccation est une donnée très approximative au stade actuel des connaissances scientifiques. De ce fait, l'encastrement demandé des fondations doit impérativement être respecté ainsi que le chaînage,

Les fondations seront coulées à pleine fouille sur toute la hauteur afin de garder le sol d'assise à l'abri des variations hydriques. Les longrines seront disposées sans contact avec le sol en place pour être protégées vis-à-vis du gonflement du terrain.

- Il sera mis en œuvre une protection périphérique, d'au moins 2 m de largeur, avec une pente vers l'extérieur de telle sorte à récupérer et évacuer les eaux, par un drain en extrémité de protection,

Cette protection pourra être une géomembrane étanche située environ à 10 cm de profondeur au droit du voile et descendant selon une pente régulière jusqu'au drain. Cette géomembrane sera recouverte de terre sur toute sa surface.

Cette protection pourra aussi être un trottoir en béton. Dans ce cas, il devra être suffisamment ferrailé de telle sorte à éviter toute fissuration due au tassement différentiel lié aux sols décomprimés en surface (fonctionnement comme un bloc rigide). On veillera à l'étanchéité de la liaison protection périphérique / voile de la maison, pour éviter toute infiltration au niveau des fondations,



- Les eaux de toiture seront collectées avec un système de gouttières, et évacuées à distance des fondations,
- Les arbres seront éloignés des fondations, à une distance qui dépend de la nature de l'arbre et de son réseau racinaire. Ils pourraient nécessiter la mise en place d'un écran pour protéger les fondations des racines,

- Respecter une distance minimale de 1.5 fois la hauteur adulte de l'arbre entre l'ouvrage et l'arbre,
- On procédera à la rigidification de l'infrastructure du niveau bas, la rigidité maximale dans le sens de la plus grande portée,
- Des joints structurels seront mis en place sur toute la hauteur du bâtiment (y compris les fondations) au niveau de toute variation de descentes de charges ou du profil géologique,
- On envisagera un vide sanitaire pour éviter de générer des efforts sur le niveau bas
- Proscrire toute infiltration d'eau et tout pompage à proximité de la construction,
- La structure sera rigidifiée (fondations, soubassement, plancher, chainages horizontaux et chainages verticaux) de telle sorte que l'ouvrage réagisse comme un bloc.

La définition exacte des dispositions à prendre en compte ne fait pas partie de la présente mission et devra faire l'objet d'une mission complémentaire dans le cadre d'une étude en phase projet (G2 PRO).

IV.7. Niveau bas

Compte tenu de la présence de sols sujets au phénomène de retrait, il conviendra de s'orienter vers une solution de plancher porté par les fondations. Ce dernier pourra être coulé en place.

IV.8. Protection des ouvrages vis-à-vis de l'eau

Le projet n'étant pas enterré, les variations du niveau de la nappe n'auront pas d'influence.

Il n'a pas été rencontré d'eau dans les sondages au moment des investigations. Il sera cependant nécessaire de prévoir un système de drainage périphérique pour protéger les parties enterrées du projet (sous-sol, galeries techniques, cours anglaises, etc...). Il permettra de collecter les eaux et de les évacuer vers un exutoire adapté (cf. DTU 20.1).

V. ENCHAINEMENT DES ETUDES ULTERIEURES

Les conclusions du présent rapport ne sont valables que sous réserve de nos conditions générales et des missions d'ingénierie géotechnique selon la norme NF P94-500 de novembre 2013 (extrait en annexe).

Nous rappelons que cette étude est une mission de niveau G2 menée en phase Avant-Projet.

Les aléas et incertitudes subsistantes concernent principalement :

- Les caractéristiques techniques des ouvrages à créer (projet neuf et réhabilitation).

Ginger CEBTP se tient à disposition pour la réalisation des missions géotechniques suivantes.

Conformément à la norme NF P94-500 de novembre 2013, il est nécessaire d'enchaîner les études d'ingénierie géotechniques avec les phases suivantes :

- Etude géotechnique de conception phase PROJET (G2 PRO),
- Etude géotechnique de conception phase DCE/ACT (G2 DCE / ACT),
- Puis, après attribution du marché de travaux, les études géotechniques de réalisation G3 et G4.

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

- Classification des missions types d'ingénierie géotechnique,
- Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique.

4.2.4 Tableaux synthétiques

Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

| Enchaînement des missions G1 à G4 | Phases de la maîtrise d'œuvre | Mission 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) | | Première adaptation 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 justifications du projet | | Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs) |
| | DCE/ACT | Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT | | Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux | | |
| Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4) | | À la charge de l'entreprise | À 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 |
| À 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 |

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique

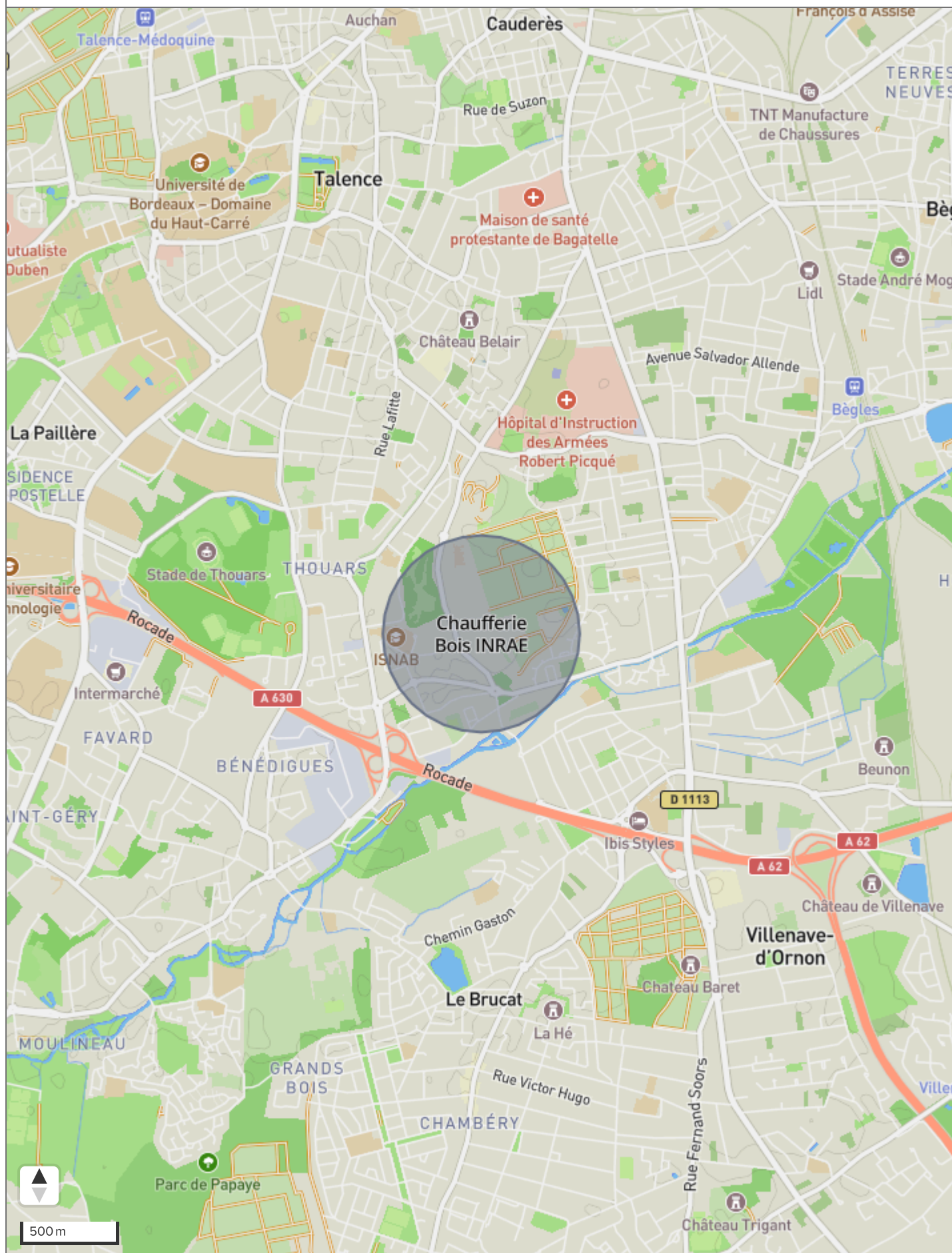
| |
|--|
| <p>L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.</p> |
| <p>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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). |
| <p>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. |

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

| |
|--|
| <p>ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)</p> <p>ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Étude</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase Suivi</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — 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) <p>SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Supervision de l'étude d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase Supervision du suivi d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p>DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)</p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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). |
|--|

ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

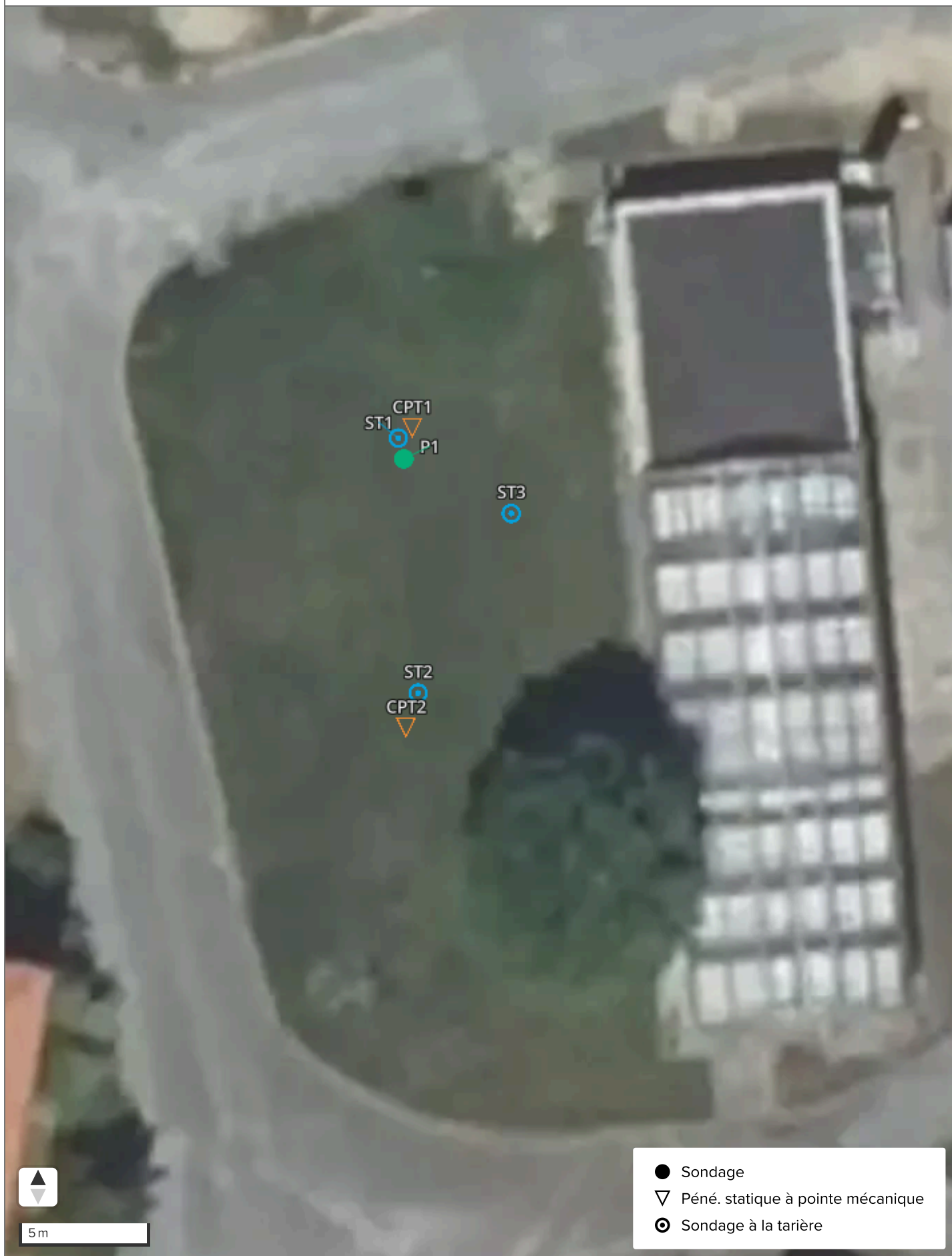
PLAN DE LOCALISATION



PLAN D'IMPLANTATION



PLAN D'IMPLANTATION







ANNEXE 3 – SONDAGES ET ESSAIS IN SITU





- Essais de pénétration statique :
 - diagramme donnant la résistance statique q_c en fonction de la profondeur,
 - diagramme donnant le frottement latéral sur le manchon f_s en MPa,
 - diagramme donnant le rapport de frottement $R_f = f_s/q_c$ en %,
- Sondages à la tarière manuelle :
 - Coupes détaillées des sols,
 - Niveau d'eau éventuel.
- Essais d'infiltration et de perméabilité :
 - Coupe des sols,
 - Valeur de perméabilité.


PLAN D'IMPLANTATION

| | |
|----------------------------------|---------------------|
| Précision des relevés (X / Y) | Relevé par géomètre |
| Non renseigné | Non |
| Système de coordonnées du projet | Nivellement |
| RGF93 / CC45 | Non renseigné |

| Nom | WGS 84 | | RGF93 / CC45 | | Élévation [m] |
|-------|--------------|--------------|--------------|-----------|---------------|
| | Longitude | Latitude | X | Y | |
| P1 | -0,580434682 | 44,788731148 | 1416 773 | 4 182 782 | 26,02 |
| P2 | -0,57831752 | 44,788172461 | 1416 938 | 4 182 713 | 23,9 |
| P3 | -0,579748902 | 44,787386061 | 1416 821 | 4 182 631 | Non renseigné |
| P3bis | -0,580297869 | 44,787643851 | 1416 778 | 4 182 661 | 22,3 |
| ST1 | -0,580437443 | 44,788738323 | 1416 773 | 4 182 783 | 26,02 |
| ST2 | -0,580427822 | 44,78865105 | 1416 773 | 4 182 774 | 26,0 |
| ST3 | -0,580382974 | 44,788712488 | 1416 777 | 4 182 780 | 26,0 |
| CPT1 | -0,580430694 | 44,78874164 | 1416 773 | 4 182 784 | 26,03 |
| CPT2 | -0,580433668 | 44,788639017 | 1416 773 | 4 182 772 | 26,02 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|-----------|---|--------------------------------------|--------|---------------|----------------------------|--|--|-----------|----------------|--|
|  | | Chaufferie Bois INRAE SBX2.P.0023 | | | | | | | | | |
| ST1 | X | Y | Système de coordonnées | | | Précision des relevés | | Niveau d'eau | | | |
| | 1416 773 | 4 182 783 | RGF93 / CC45 | | | Non renseigné | | <input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> En cours de forage | | | |
| | Élévation | Prof. atteinte | Angle | Azimut | Nivellement | Précision des nivellements | | <input type="checkbox"/> Stabilisé <input type="checkbox"/> Non stabilisé <input type="checkbox"/> Sec | | | |
| | +26,02 m | 1,2 m | - | - | Non renseigné | Non renseigné | | | | | |
| Début | | | Fin | | | Machine | | | Opérateur | | |
| 18/02/2025 | | | 18/02/2025 | | | - | | | - | | |
| Élévation | Prof. | Lithologie | Descriptions | | | | | | | Outils | |
| 26,02 | 0 |  | Terre végétale sableuse marron foncé | | | | | | | Tarière Ø150mm | |
| | | | 0,1 m | | | | | | | | |
| 25,92 | |  | Remblais sablo-graveleux marron | | | | | | | | |
| | | | 0,7 m | | | | | | | | |
| 25,32 | |  | Argile grise graveleuse | | | | | | | | |
| | 1 | | 1,2 m | | | | | | | 1,2 m | |
| 24,82 | | | | | | | | | | | |
| soilcloud.tech | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|---|-----------|---|--|--------|---------------|----------------------------|--|--|----------------|
|  | | Chaufferie Bois INRAE SBX2.P.0023 | | | | | | | |
| ST2 | X | Y | Système de coordonnées | | | Précision des relevés | | Niveau d'eau | |
| | 1416 773 | 4182 774 | RGF93 / CC45 | | | Non renseigné | | <input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> En cours de forage | |
| | Élévation | Prof. atteinte | Angle | Azimet | Nivellement | Précision des nivellements | | <input type="checkbox"/> Stabilisé <input type="checkbox"/> Non stabilisé <input type="checkbox"/> Sec | |
| | +26,0 m | 0,8 m | - | - | Non renseigné | Non renseigné | | | |
| Début | | | Fin | | | Machine | | Opérateur | |
| 25/02/2025 | | | 25/02/2025 | | | - | | - | |
| Élévation | Prof. | Lithologie | Descriptions | | | | | | Outils |
| 26 | 0 |  | Terre végétale sableuse marron foncé | | | | | | Tarière Ø150mm |
| | | | 0,1 m | | | | | | |
| 25,9 | |  | Remblais sablo-limoneux marron à graves et briques | | | | | | |
| | | | 0,6 m | | | | | | |
| 25,4 | |  | Graves argileuses grises | | | | | | |
| | | | 0,8 m | | | | | | 0,8 m |
| 25,2 | | | | | | | | | |
| soilcloud.tech | | | | | | | | | |



Chaufferie Bois INRAE

SBX2.P.0023

ST3

| | | | | | | | | |
|-----------|----------------|------------------------|--------|---------------|----------------------------|--|--|--|
| X | Y | Système de coordonnées | | | Précision des relevés | | Niveau d'eau | |
| 1416 777 | 4182 780 | RGF93 / CC45 | | | Non renseigné | | <input type="checkbox"/> Néant <input type="checkbox"/> Non mesuré <input type="checkbox"/> En cours de forage | |
| Élévation | Prof. atteinte | Angle | Azimut | Nivellement | Précision des nivellements | | <input type="checkbox"/> Stabilisé <input type="checkbox"/> Non stabilisé <input type="checkbox"/> Sec | |
| +26,0 m | 0,9 m | - | - | Non renseigné | Non renseigné | | | |

Début

25/02/2025

Fin


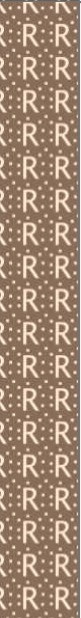
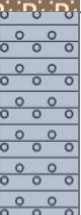
25/02/2025

Machine

-

Opérateur

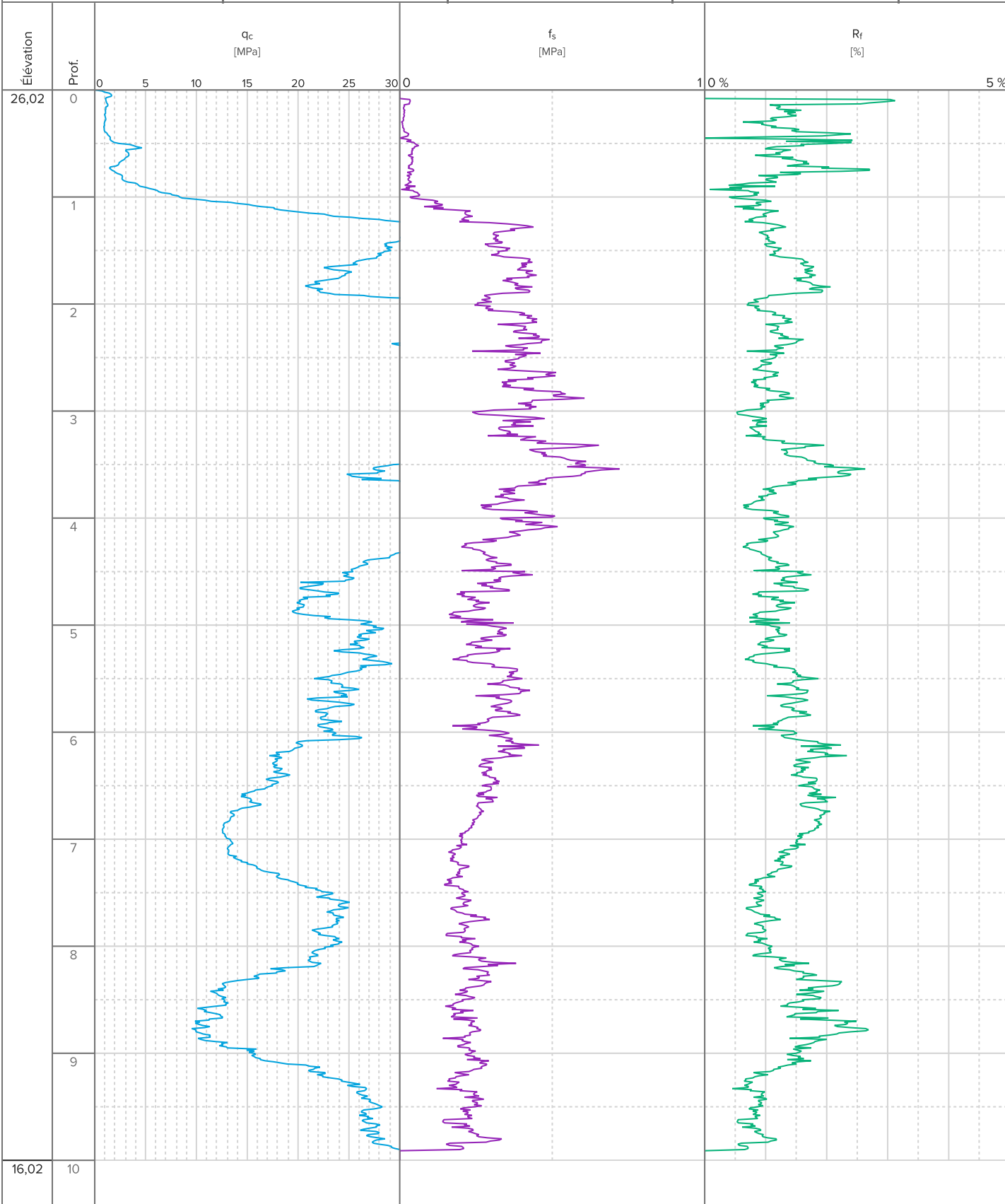
-

| Élévation | Prof. | Lithologie | Descriptions | Outils |
|-----------|-------|---|---|----------------|
| 26 | 0 |  | Terre végétale sableuse marron foncé | Tarière Ø150mm |
| | | | 0,1 m | |
| 25,9 | |  | Remblais sableux marron à quelques graves | |
| | | | 0,7 m | |
| 25,3 | |  | Graves argileuses grises | |
| | | | 0,9 m | 0,9 m |
| 25,1 | | | | |

soilcloud.tech

| Élévation | Prof. | Niveau d'eau | q_c [MPa] | f_s [MPa] | R_f [%] |
|-----------|-------|--------------|----------------|----------------|--------------|
| 26,03 | 0 | | | | |
| | 1 | | | | |
| | 2 | | | | |
| | 3 | | | | |
| | 4 | | | | |
| | 5 | | | | |
| | 6 | | | | |
| | 7 | | | | |
| | 8 | | | | |
| | 9 | | | | |
| 16,03 | 10 | | | | |

| | | | | | | | | |
|-------------|-----------|------------------------|------------------------|--------|------------------------|------------------------------------|--|---|
| CPT2 | X | Y | Système de coordonnées | | | Niveau d'eau | | |
| | 1416 773 | 4182 772 | RGF93 / CC45 | | | <input type="checkbox"/> Néant | <input type="checkbox"/> Non mesuré | <input type="checkbox"/> En cours de forage |
| | Élévation | Nivellement | Angle | Azimut | Prof. atteinte | <input type="checkbox"/> Stabilisé | <input type="checkbox"/> Non stabilisé | <input type="checkbox"/> Sec |
| | +26,02 m | Non renseigné | - | - | 10,0 m | | | |
| Données | | Type | Début | | Fin | Machine | | Opérateur |
| CPT-CPT2 | | CPT | 18/02/2025 | | 18/02/2025 | - | | - |
| Avant-trou | | Ydry | Ywet | | Ywater | a | | |
| - | | 16,0 kN/m ³ | 18,0 kN/m ³ | | 10,0 kN/m ³ | 0,85 | | |

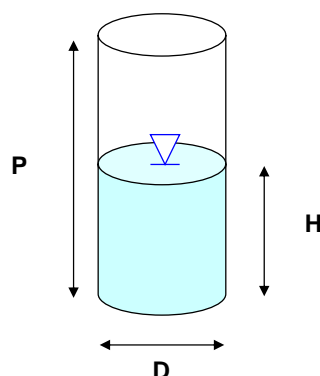


Rapport d'essai de perméabilité de type Porchet

| | | | |
|-----------|-------------------|--------------|-----------|
| Dossier : | SBX2.P.0023 | Client : | INRAE |
| Date : | 18/02/2025 | Technicien : | Réda ABID |
| Commune : | VILLENAVE D'ORNON | Sondage : | P1 |

| D (mm) | P (mm) | H(mm) | S (mm ²) | Référence |
|--------|--------|-------|----------------------|-----------|
| 140 | 1200 | 150 | 81 367 | |

| T (min) | Graduation (L) | V (ml) | K (mm/h) | K (m/s) |
|------------------|----------------|--------|----------|-----------|
| 1 | 22 | | - | - |
| 2 | 21.9 | 100 | 36.87 | 1.024E-05 |
| 3 | 21.88 | 120 | 29.50 | 8.193E-06 |
| 4 | 21.88 | 120 | 22.12 | 6.145E-06 |
| 5 | 21.85 | 150 | 22.12 | 6.145E-06 |
| 10 | 21.8 | 200 | 14.75 | 4.097E-06 |
| 15 | 21.76 | 240 | 11.80 | 3.277E-06 |
| 20 | 21.72 | 280 | 10.32 | 2.868E-06 |
| 25 | 21.7 | 300 | 8.85 | 2.458E-06 |
| 30 | 21.68 | 320 | 7.87 | 2.185E-06 |
| | | | | |
| 2.504E-06 | | | | |



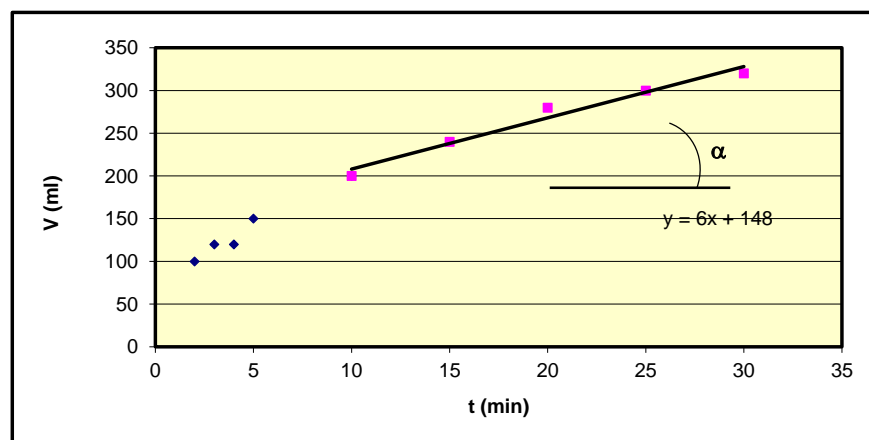
| | |
|-----------------|---------------------------------|
| Nature du sol : | Sables limono-argileux à graves |
|-----------------|---------------------------------|

$$K \text{ (mm/h)} = \frac{1\,000 \cdot V}{S_i \cdot t}$$

- K est la perméabilité des sols (mm/h)
- V est le volume d'eau introduit pour assurer un volume constant dans la cavité (m³)
- Si : Surface d'infiltration de la cavité (fond et côté) (m²)
- t : Durée de l'essai (h)

Méthode graphique

| α | K (mm/h) | K (m/s) |
|----------|----------|----------|
| 6.0 | 4.42 | 1.23E-06 |



Nom du chargé d'affaires :
Julian PERELLE

Visa du chargé d'affaires :

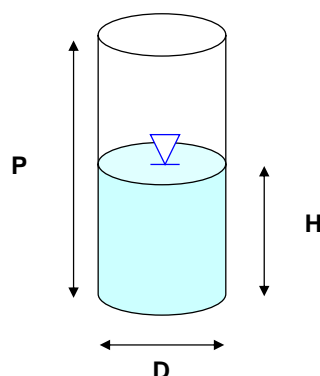
Rapport d'essai de perméabilité de type Porchet

| | | | |
|-----------|-------------------|--------------|-----------|
| Dossier : | SBX2.P.0023 | Client : | INRAE |
| Date : | 18/02/2025 | Technicien : | Réda ABID |
| Commune : | VILLENAVE D'ORNON | Sondage : | P2 |

| D (mm) | P (mm) | H(mm) | S (mm ²) | Référence |
|--------|--------|-------|----------------------|-----------|
| 140 | 700 | 150 | 81 367 | |

| T (min) | Graduation (L) | V (ml) | K (mm/h) | K (m/s) |
|---------|----------------|--------|----------|------------------|
| 1 | 21 | | - | - |
| 2 | 20.55 | 450 | 165.91 | 4.609E-05 |
| 3 | 19.9 | 1100 | 270.38 | 7.511E-05 |
| 4 | 19.3 | 1700 | 313.39 | 8.705E-05 |
| 5 | 18.85 | 2150 | 317.08 | 8.808E-05 |
| 10 | 16.3 | 4700 | 346.58 | 9.627E-05 |
| 15 | 13.2 | 7800 | 383.45 | 1.065E-04 |
| 20 | 10.4 | 10600 | 390.82 | 1.086E-04 |
| 25 | 7.2 | 13800 | 407.04 | 1.131E-04 |
| 30 | 5 | 16000 | 393.28 | 1.092E-04 |
| | | | | 1.093E-04 |

| | |
|-----------------|------------------------|
| Nature du sol : | Sable graveleux marron |
|-----------------|------------------------|

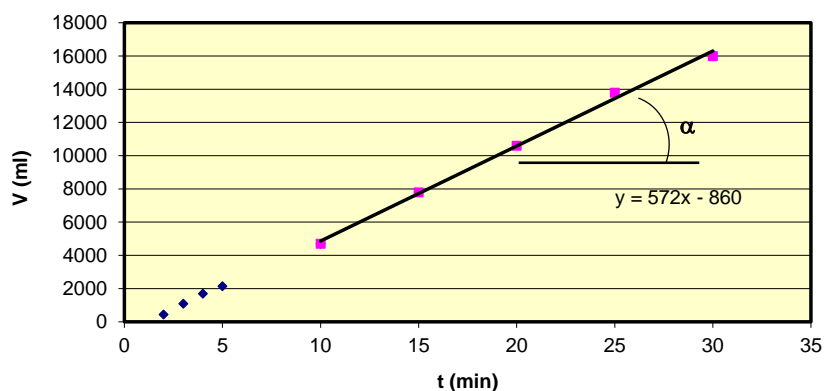


$$K \text{ (mm/h)} = \frac{1\,000 \cdot V}{S_i \cdot t}$$

- K est la perméabilité des sols (mm/h)
- V est le volume d'eau introduit pour assurer un volume constant dans la cavité (m³)
- S_i : Surface d'infiltration de la cavité (fond et côté) (m²)
- t : Durée de l'essai (h)

Méthode graphique

| α | K (mm/h) | K (m/s) |
|--------------|---------------|-----------------|
| 572.0 | 421.79 | 1.17E-04 |



Nom du chargé d'affaires :
Julian PERELLE

Visa du chargé d'affaires :

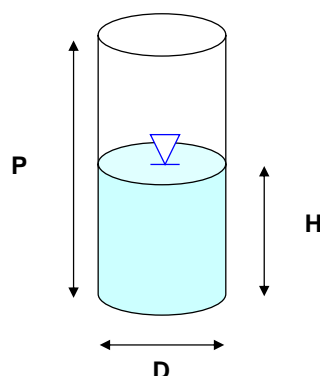
Rapport d'essai de perméabilité de type Porchet

| | | | |
|-----------|-------------------|--------------|-----------|
| Dossier : | SBX2.P.0023 | Client : | INRAE |
| Date : | 18/02/2025 | Technicien : | Réda ABID |
| Commune : | VILLENAVE D'ORNON | Sondage : | P3bis |

| D (mm) | P (mm) | H(mm) | S (mm ²) | Référence |
|--------|--------|-------|----------------------|-----------|
| 140 | 500 | 150 | 81 367 | |

| T (min) | Graduation (L) | V (ml) | K (mm/h) | K (m/s) |
|---------|----------------|--------|----------|------------------|
| 1 | 21.6 | | - | - |
| 2 | 21.1 | 500 | 184.35 | 5.121E-05 |
| 3 | 20.7 | 900 | 221.22 | 6.145E-05 |
| 4 | 20.2 | 1400 | 258.09 | 7.169E-05 |
| 5 | 19.9 | 1700 | 250.72 | 6.964E-05 |
| 10 | 18.5 | 3100 | 228.59 | 6.350E-05 |
| 15 | 17.3 | 4300 | 211.39 | 5.872E-05 |
| 20 | 16 | 5600 | 206.47 | 5.735E-05 |
| 25 | 14.6 | 7000 | 206.47 | 5.735E-05 |
| 30 | 13.2 | 8400 | 206.47 | 5.735E-05 |
| | | | | 5.769E-05 |

| | |
|-----------------|---------------------------------|
| Nature du sol : | Sable graveleux limoneux marron |
|-----------------|---------------------------------|

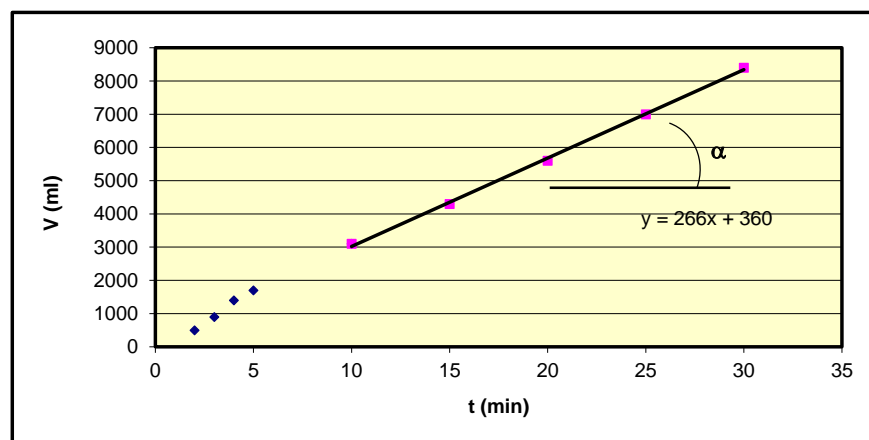


$$K \text{ (mm/h)} = \frac{1\,000 \cdot V}{S_i \cdot t}$$

- K est la perméabilité des sols (mm/h)
- V est le volume d'eau introduit pour assurer un volume constant dans la cavité (m³)
- S_i : Surface d'infiltration de la cavité (fond et côté) (m²)
- t : Durée de l'essai (h)

Méthode graphique

| α | K (mm/h) | K (m/s) |
|--------------|---------------|-----------------|
| 266.0 | 196.15 | 5.45E-05 |



Nom du chargé d'affaires :
Julian PERELLE

Visa du chargé d'affaires :

ANNEXE 4 – PROCES VERBAUX DES ESSAIS EN LABORATOIRE

- Essais d'identification et paramètres d'état :
 - teneur en eau,
 - courbe granulométrique,
 - mesure de la VBS,

CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

GINGER CEBTP

50-52 Avenue Gustave Eiffel
33610 CANEJAN

Informations générales

N° dossier : **SBX2.P0023.0001**

Client / MO : **INRAE**

Désignation : CHAUFFERIE BOIS - BATIMENTS 9 - 11 - 19 - 44 & 48

Localité : VILLENAVE D ORNON

Demandeur / MOE : **INRAE**

Chargé d'affaire : PERELLE JULIAN

Informations sur l'échantillon N° 25BDX-0111

Mode de prélèvement : Sondage tarière

Sondage : ST1

Prélevé par : GINGER CEBTP

Profondeur : 0.70/1.20 m

Date prélèvement : 20/02/25

Mode de conservation : Ech. prélevé en sac

Date de livraison : 20/02/25

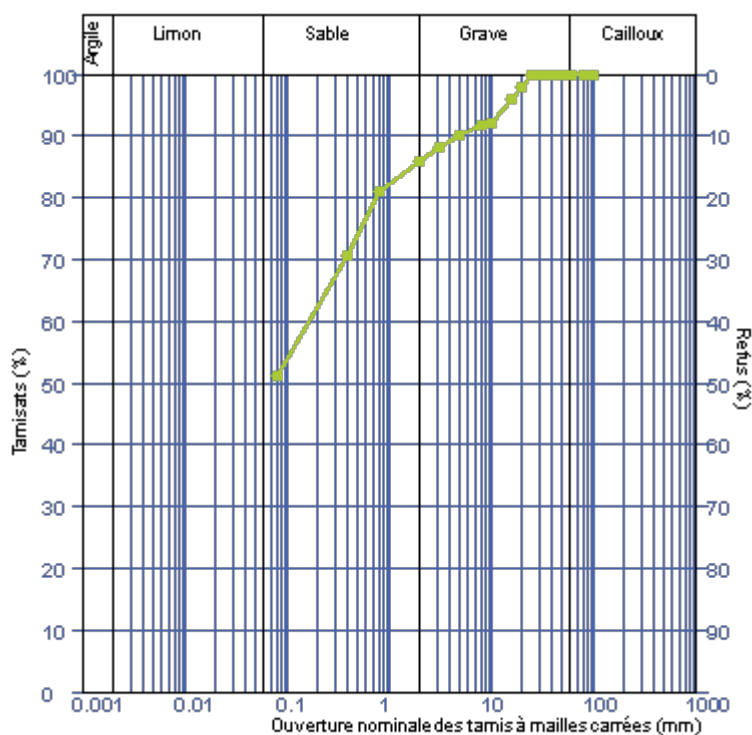
Description : Argile sableuse marron à grise

Paramètres de nature

| Désignation de l'essai | Norme | Résultat | Unité |
|------------------------------------|--------------------|----------|--------------------|
| Dmax | ME selon NFP94-056 | 20 | mm |
| Passant à 50 mm | ME selon NFP94-056 | 100.0 | % |
| Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm) | ME selon NFP94-056 | 85.8 | % |
| Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm) | ME selon NFP94-056 | 51.2 | % |
| Passant à 2 µm | ME selon NFP94-057 | | % |
| Limite de liquidité - WL | ME selon NFP94-051 | | % |
| Limite de plasticité - WP | ME selon NFP94-051 | | % |
| Indice de plasticité - IP | WL - WP | | |
| VBS | NF P94-068 | 3.86 | g de bleu pour 100 |

Paramètres d'état hydrique

| Désignation de l'essai | Norme | Résultat | Unité |
|-------------------------------|-------------------|----------|-------|
| Teneur en eau naturelle - w | NF EN ISO 17892-1 | 17.2 | % |
| Indice Portant immédiat - IPI | NF P94-078 | | |
| Indice de Consistance - Ic | (WL - Wn) / IP | | |
| Wn / W OPN | NF P94-093 | | |



Pour information:

| | |
|--|--|
| Teneur en eau Optimale W OPN (%) : | |
| Masse volumique sèche Optimale ρ OPN (Mg/m3) : | |

CLASSIFICATION NF P 11-300: A2

Observations:

TECHNICIENNE LABO
CHLOE ROBERT





www.groupe-cebtp.com

CONTACT

Agence de Bordeaux

50/52 Avenue Gustave Eiffel

33610 CANEJAN

Tél. : +33 (0) 5 56 12 98 10

www.ginger-cebtp.com