

GIRONDE HABITAT

Projet Caillavet 2

Allée Caillavet
à MERIGNAC (33)

Rapport d'étude SBX2.M.0150.0010 Indice 2

Etude géotechnique de conception (G2) - phase AVP

18/09/2024



Agence de Bordeaux • 50-52 Avenue Gustave Eiffel 33610 CANEJAN
Tél. 33 (0) 5 56 12 98 10 • cebtp.bordeaux@groupeginger.com

GIRONDE HABITAT PROJET CAILLAVET 2 MERIGNAC (33) RAPPORT - Etude géotechnique de conception (G2) - phase AVP							
Dossier : SBX2.M.0150.0010			Réf. rapport : SBX2.M.0150.0010			Contrat : SBX2.O.0312	
Indice	Date	Chargé d'affaire	Visa	Vérifié par	Visa	Contenu	Observations
1	07/08/24	A. DESSEMOND		A. BARRIERE		52 pages 4 annexes	-
2	18/09/24	A. DESSEMOND		F. LE TERTRE		52 pages 4 annexes	Ajout de deux essais d'infiltration de type Porchet

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.	Documents communiqués	6
I.1.3.	Description du projet	6
I.1.4.	Ouvrages projetés.....	7
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.	Photographies aériennes.....	10
I.3.4.	Description de la parcelle actuelle (2024)	13
I.3.5.	Topographie.....	16
I.4.	Contextes géologique, géotechnique, contexte hydrogéologique, risques majeurs.....	17
I.4.1.	Contextes géologique et géotechnique prévisionnels.....	17
I.4.2.	Contexte hydrogéologique.....	19
I.4.3.	Risques majeurs naturels ou anthropiques.....	20
II.	INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES.....	25
II.1.	Préambule	26
II.2.	Implantation et nivellement.....	26
II.3.	Sondages, essais et mesures in situ	26
II.3.1.	Investigations in situ	26
II.3.2.	Essais de perméabilité et d'infiltration in situ	28
II.3.3.	Piézométrie	28
II.4.	Essais en laboratoire	28
II.4.1.	Identification et caractéristiques mécaniques des sols	28
II.4.2.	Agressivité chimique du milieu.....	29
III.	INTERPRETATIONS ET SYNTHESE DES INVESTIGATIONS – MODELE GEOTECHNIQUE.....	30
III.1.	Synthèse des investigations - Interprétations.....	31
III.1.1.	Lithologie	31
III.1.2.	Caractéristiques physiques des sols	36

III.1.3. Agressivité chimique de l'eau.....	36
III.2. Interprétation et synthèse hydrogéologique	36
III.2.1. Piézométrie, niveaux d'eau	36
III.2.2. Perméabilité	37
III.3. Modèle géotechnique	38
IV. ETUDE DES OUVRAGES	39
IV.1. Zone d'Influence Géotechnique : ZIG	40
IV.2. Analyse du contexte et principes d'adaptation	40
IV.2.1. Analyse du contexte géologique et géotechnique.....	40
IV.2.2. Caractéristiques du projet et principes de construction.....	41
IV.3. Traitement des risques majeurs ou anthropiques	41
IV.3.1. Inondations - Débordement de cours d'eau	41
IV.3.2. Argiles (retrait / gonflement)	42
IV.3.3. Risque sismique	42
IV.4. Adaptations du terrain au projet - Calage altimétrique	42
IV.5. Terrassements généraux - Fouilles	43
IV.5.1. Traficabilité en phase chantier.....	43
IV.5.2. Terrassabilité des matériaux	43
IV.5.3. Drainage de la plateforme en phase chantier et en phase définitive	43
IV.6. Fondations.....	44
IV.6.1. Fondations profondes par pieux	44
IV.7. Niveau bas	48
IV.8. Protection des ouvrages vis-à-vis de l'eau	48
IV.9. Zones de voiries et réseaux divers (VRD).....	48
IV.9.1. Partie Supérieure des Terrassements (PST) et classe d'arase.....	48
IV.9.2. Couche de forme.....	49
IV.9.3. Sujétions de conception et de réalisation	50
V. ENCHAINEMENT DES ETUDES ULTERIEURES	51

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 : Projet Caillavet 2
Localisation : Allée Caillavet
Commune : MERIGNAC (33)
Code postal : 33700
Client : GIRONDE HABITAT

I.1.1.2. Intervenants

Maître d'ouvrage : GIRONDE HABITAT

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. Documents communiqués

Les documents utilisés dans le cadre de cette étude sont les suivants :

- Plan de masse, INSOLITES ARCHITECTURES, phase APS, échelle 1/500, 10/04/24,
- Plan d'état des lieux altimétrique, planche n°2, SARL AUIGE, échelle 1/250, document provisoire au 01/12/2016,
- Présentation détaillée de l'opération, version 9.0, GIRONDE HABITAT, 02/12/21,
- Extrait de plan cadastral, GIRONDE HABITAT, échelle 1/2000, septembre 2022,
- Extrait du plan de situation, GIRONDE HABITAT, septembre 2022,
- Plan topographique, SARL GEXIA FONCIER EXPERT, échelle 1/200, 17/11/2023,

I.1.3. Description du projet

D'après les informations fournies par le client, le projet prévoit la construction de 2 bâtiments de logements collectifs et d'une salle commune au niveau de l'allée Caillavet sur la commune de Mérignac (33). Le projet s'intègre dans l'opération d'ensemble Les Allées Caillavet.

Les différents éléments du projet sont les suivants :

- 2 bâtiments collectifs de type R+1 à R+4, sans sous-sol,
- 36 logements collectifs destinés à des familles,
- Une salle commune de 60 m² SU au RDC ERP avec kitchenette, sanitaires et un local rangement.
- Des locaux poussettes, vélos, 2 roues, et ordures ménagères,
- Des locaux rangements, entretien et techniques,
- Des voiries et réseaux nécessaires à la desserte et à l'insertion dans le quartier de l'opération,
- 36 places de stationnement aérien,
- Les espaces communs avec jardins, aménagements paysagers et cheminements piétons...



Extrait du plan de masse projet, source INSOLITES ARCHITECTURES

L'étude des structures de voiries ne fait pas partie de la mission qui nous a été confiée. Toutefois, les recommandations concernant le sol support des VRD sont abordées dans le présent rapport.

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 et couche de forme des voiries.

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.O.0312.

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.

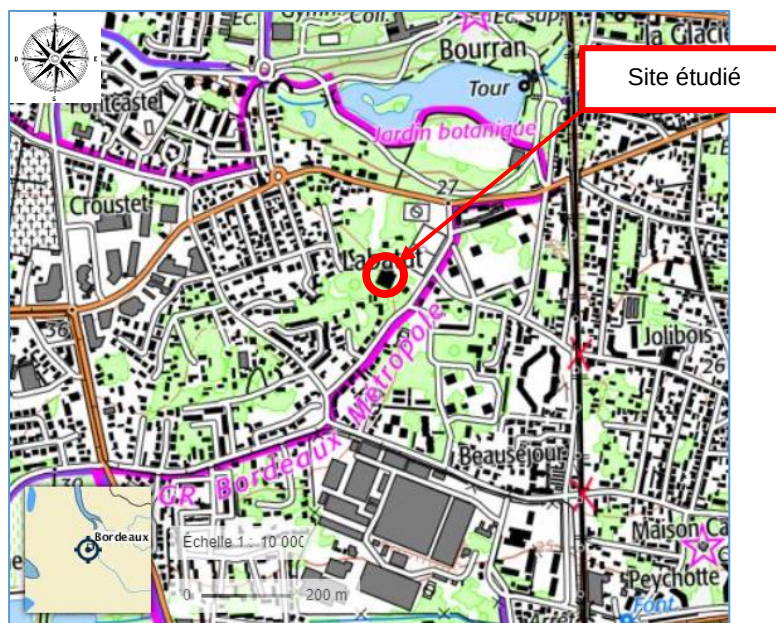
L'étude comprend, conformément au contrat et à la Norme NF P 94-500 de Novembre 2013, les prestations suivantes :

- 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 et voiries, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants),
- Fournir une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique.

NOTA : Nous rappelons que les ouvrages de gestion EP, assainissement, réseaux divers ainsi que le dimensionnement des structures de chaussée ne font pas partis de la mission géotechnique.

I.3. Description du site

I.3.1. Extrait de carte IGN



Extrait de la carte IGN du secteur, source Géoportail.fr

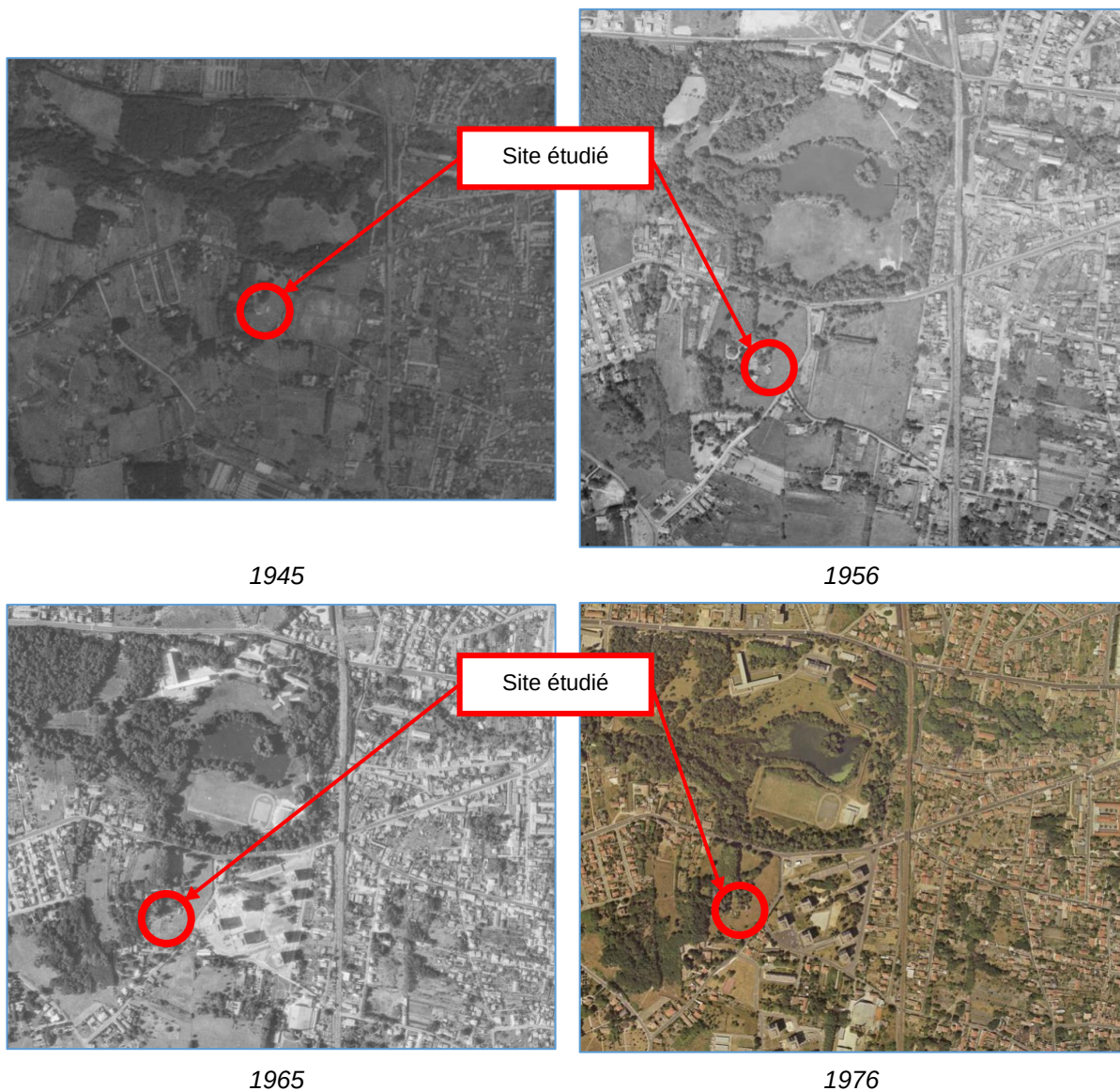
I.3.2. Image aérienne

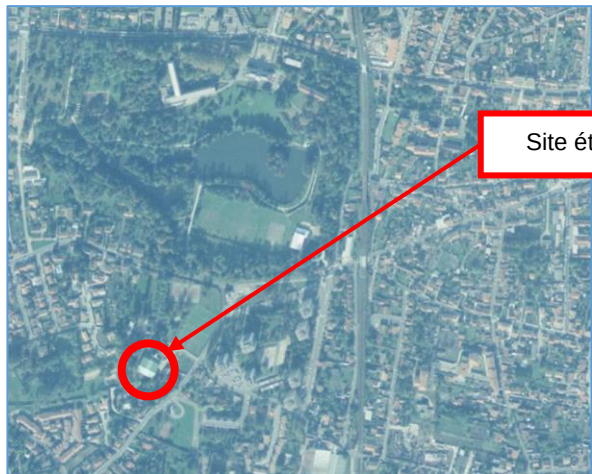


Extrait d'une photographie aérienne, source Géoportail.fr

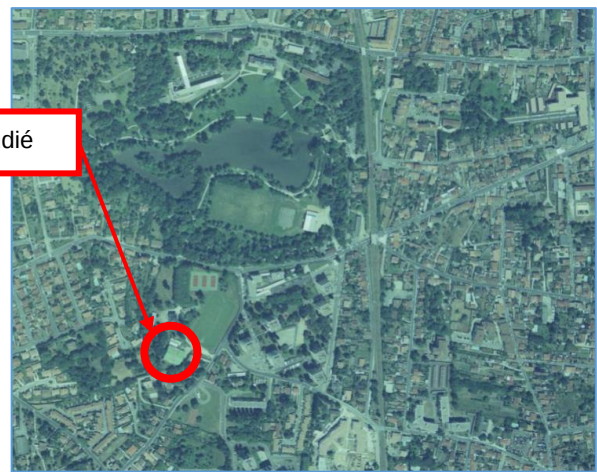
I.3.3. Photographies aériennes anciennes

Les photographies aériennes depuis 1945, issues du site remonterletemps.ign.fr, sont présentées ci-dessous :

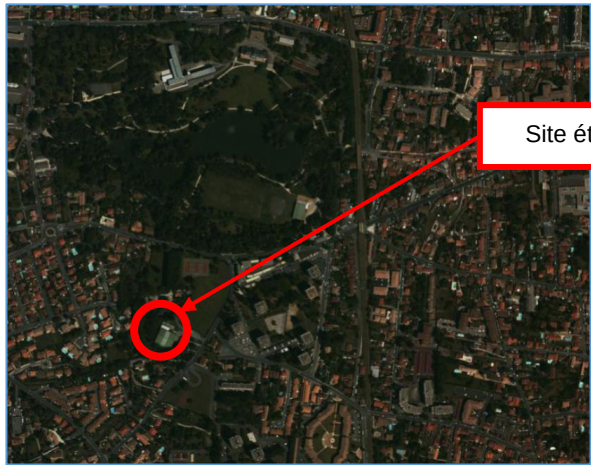




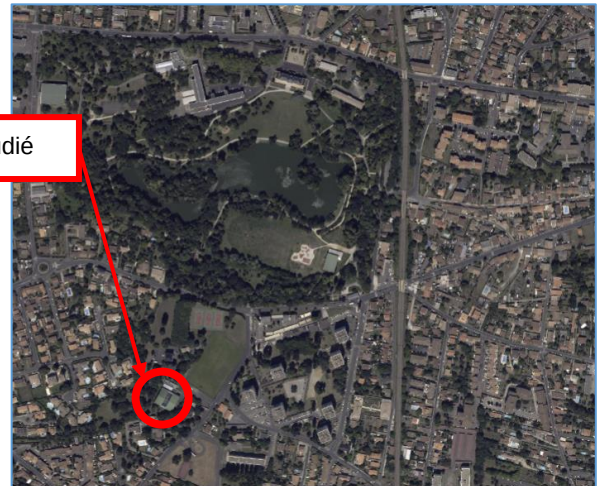
1988



1996



2004



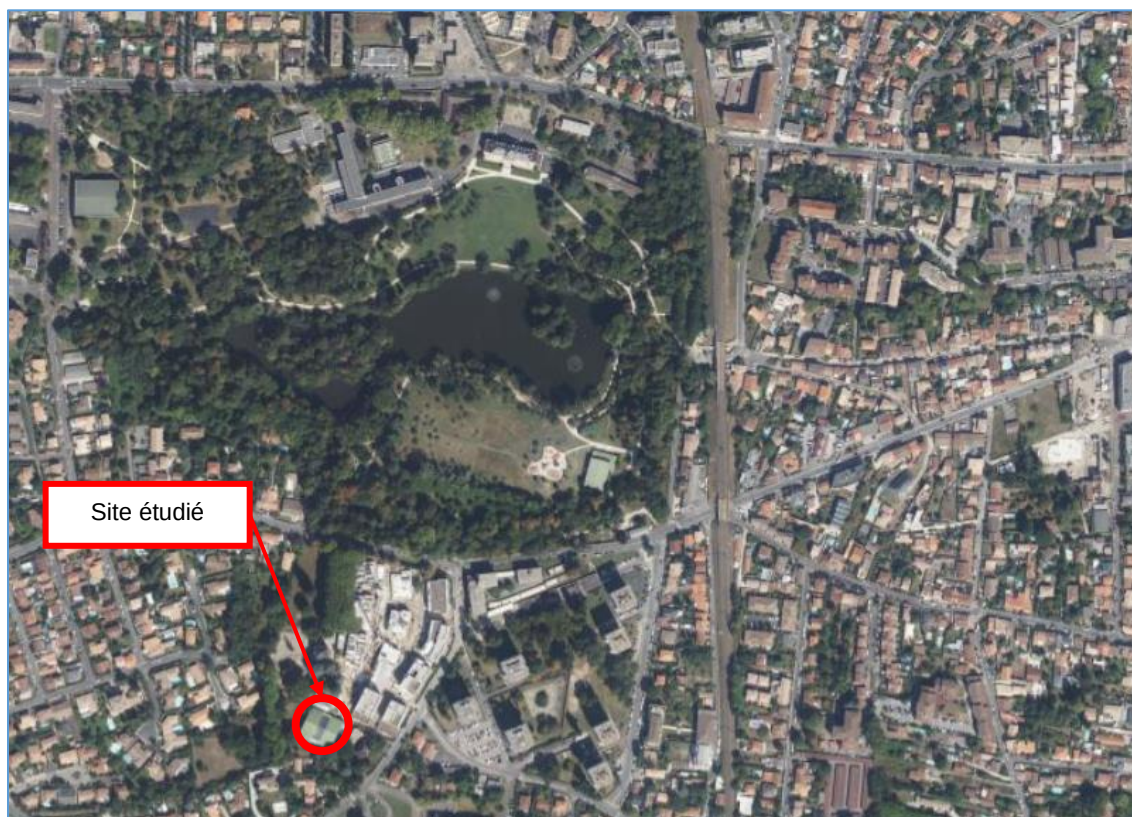
2012



Septembre 2017



Juin 2020



Aujourd'hui

Les observations majeures suivantes ont pu être relevées :

- Jusque dans les années 1970/1980, se trouvaient, au droit du site, des champs agricoles avec des bâtiments individuels,
- A partir de la fin des années 1980, au droit du site a été construit le gymnase actuel au sein d'un complexe sportif et d'un parc,
- Jusqu'à environ 2019, le site et ses alentours ne semblent pas avoir connu de grands changements,

- A partir de 2020, la construction de bâtiment de logements (opération d'ensemble Les Allées Caillavet) a débuté au Nord du site d'étude.

I.3.4. Description de la parcelle actuelle (2024)

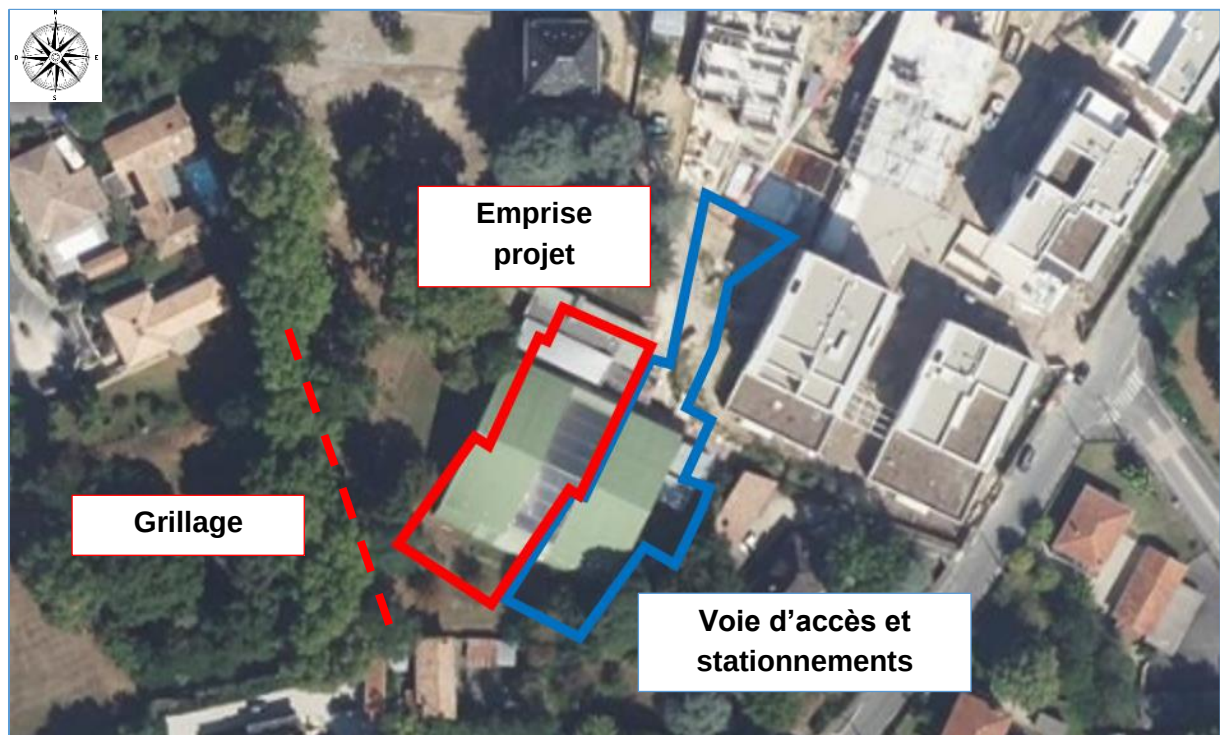
Le projet de notre étude est localisé sur les parcelles cadastrales n°939, n°930 et en partie n°937 section BY, Allée Caillavet, sur la commune de Mérignac (33).

Le terrain est actuellement occupé par un gymnase qu'il est prévu de démolir en raison d'une insuffisance structurelle empêchant sa restructuration et dont l'emprise au sol est d'environ 1116 m² (36 mètres de longueur sur 31 mètres de largeur). La zone Sud-Ouest est fermée par un grillage et est donc inaccessible.

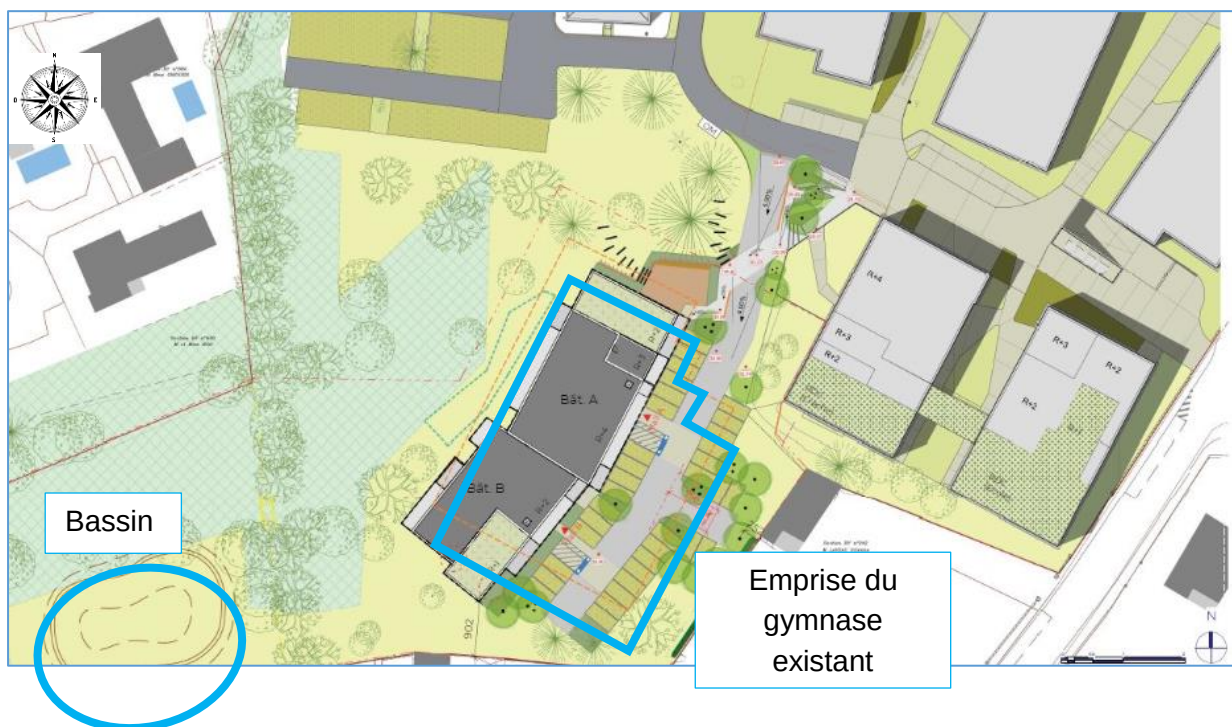
L'emprise de bâtiments et voie d'accès projetés est situé au droit de cette démolition.



Extrait du plan de situation, source GIRONDE HABITAT



Emprise approximative du projet sur l'existant



Emprise approximative de l'existant sur le projet

Lors de notre intervention (juillet 2024), la zone d'étude était occupée par :

- Au centre : le gymnase à démolir,
- Au Nord et à l'Est : les nouveaux bâtiments construits,
- Au Sud et à l'Ouest : un « parc » enherbé et végétalisé avec de grands arbres et un bassin (ou une « noue »).

Il sera primordial de protéger les espaces verts existants et notamment séquoia centenaire présent sur la parcelle.

Ci-dessous quelques photographies de la zone d'étude :



Photo 1



Photo 2



Photo 3



Photo 4



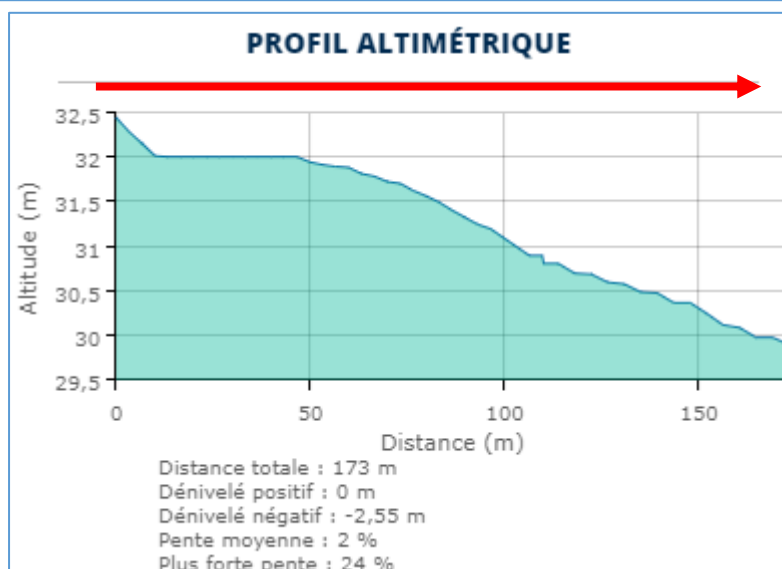
Photo 5

Le projet possède les avoisinants suivants :

- Au Nord : l'allée Caillavet,
- Au Sud et à l'Est : Des habitations individuelles et bâtiments de logements de type R+4,
- A l'Ouest : un espace boisé et des habitations individuelles

I.3.5. Topographie

D'après le plan d'état des lieux altimétrique planche n°2 et le site Géoportail.fr, le site concerné par les investigations présente une pente orientée vers le Nord-Est qui varie environ entre les cotes altimétriques 32.5m NGF et 30.0m NGF sur une distance d'environ 170m. Au droit du bassin, l'altimétrie varie de 32.5m NGF à 29.43m NGF.



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 BORDEAUX à l'échelle 1/50000, le site serait constitué des formations suivantes, de haut en bas :

- Des formations de couverture (faible épaisseur de terre végétale ou remblais d'aménagement),

- Des formations fluviatiles de la Garonne composées de sables peu argileux, graviers et galets (Fxb1G),
- Des formations du substratum du Miocène, composés d'accumulation de dépôts très variables sablo-argileux à débris de coquilles et à passages indurés (faluns) notées (m1a)
- Le substratum de l'Oligocène constitué par des marnes blanches et calcaires (g3)

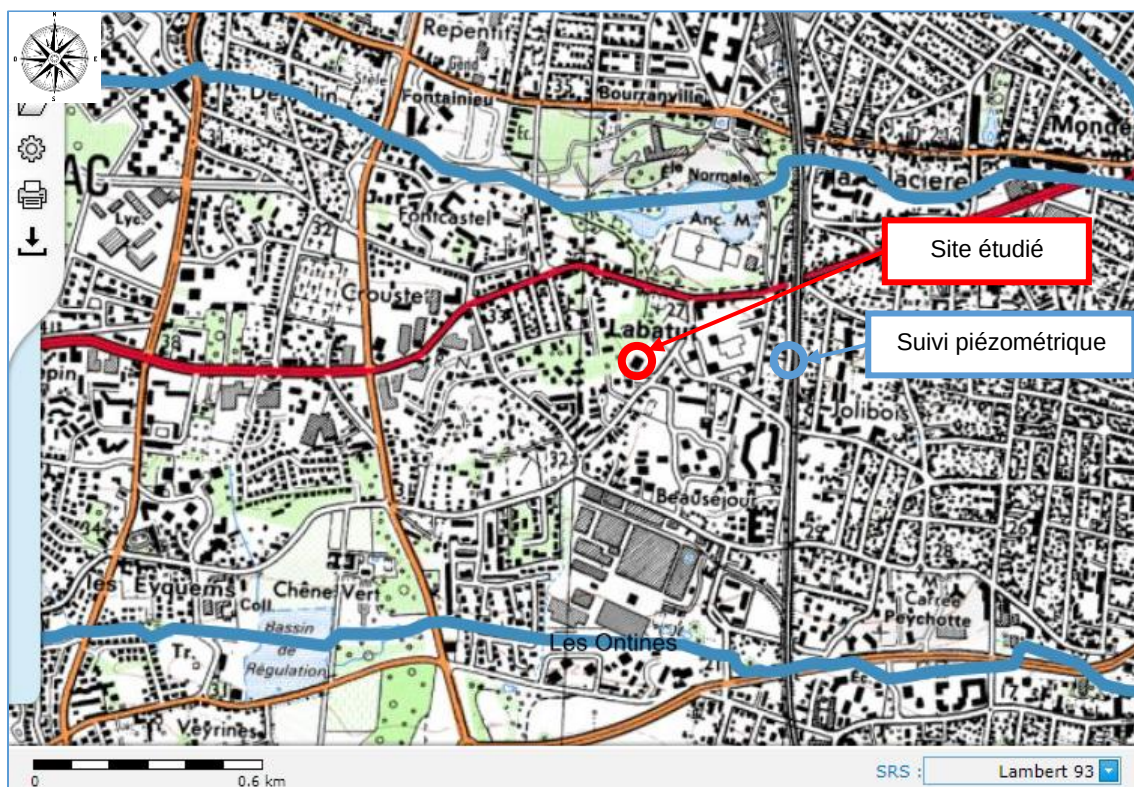


Extrait de la carte géologique, source : Infoterre.fr

I.4.2. Contexte hydrogéologique

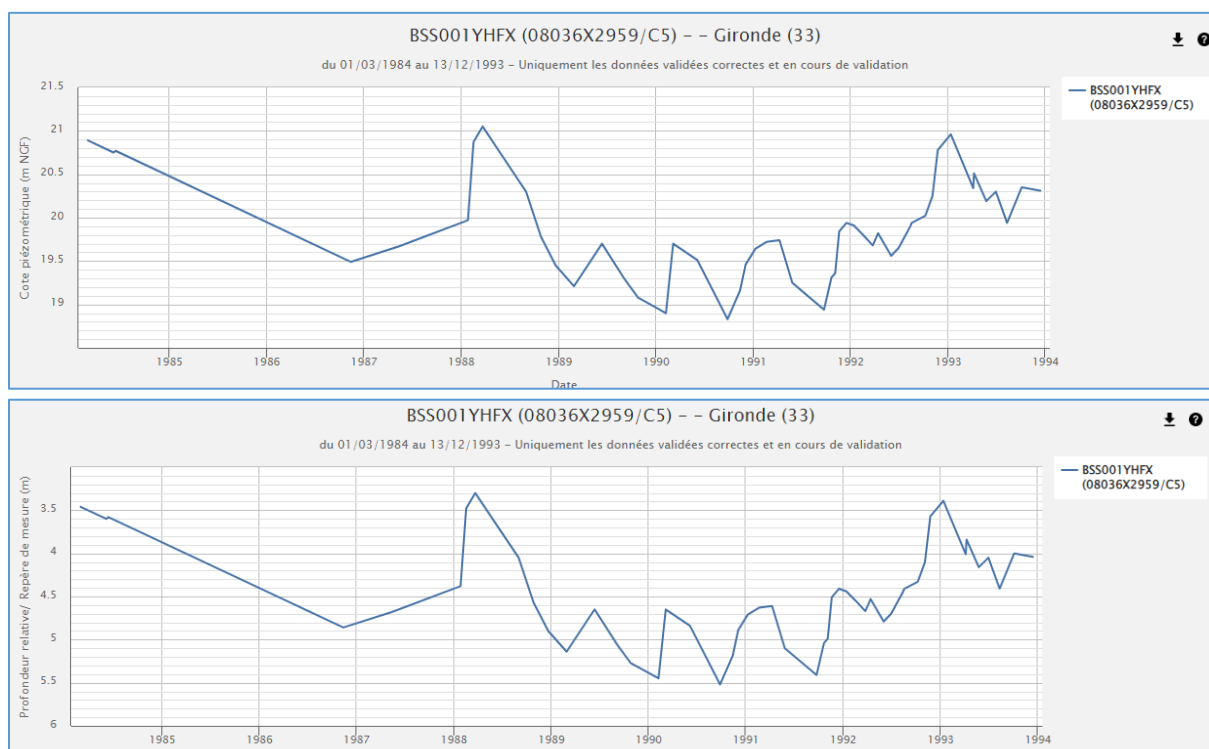
D'après le cartographie du site SIGES Aquitaine, 2 cours d'eau sont localisés à proximité du site :

- Le cours d'eau « Les Ontines » à environ 600m au Sud,
- Le cours d'eau « La Devèze » à environ 300m au Nord.



Extrait de la carte des cours d'eau, source : SIGES Aquitaine

D'après l'ensemble de ces données et d'un point de vue hydrogéologique, la nappe rencontrée dans le secteur d'étude serait contenue au sein des alluvions et colluvions sableuses. Un suivi piézométrique localisé à environ 300m à l'Est de la zone d'étude et situé à une cote altimétrique d'environ 24.5m NGF a révélé, entre le 01/03/1984 et le 13/12/1993, des variations du toit de l'aquifère comprises entre environ 18.8m NGF et 21.1m NGF.



Par ailleurs des circulations anarchiques / ponctuelles ne sont pas exclues au sein des formations superficielles, avec alimentation par la pluviométrie.

Nota :

- Le Niveau des Plus Hautes Eaux (NPHE) ne peut être estimé qu'à partir d'une étude hydrogéologique. Cette étude ne fait pas partie de la présente mission.
- Le régime hydrogéologique (débit et niveau) peut varier en fonction de la saison et de la pluviométrie ; des circulations ou rétentions d'eau peuvent survenir dans les remblais pendant ou après des périodes pluvieuses.

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.

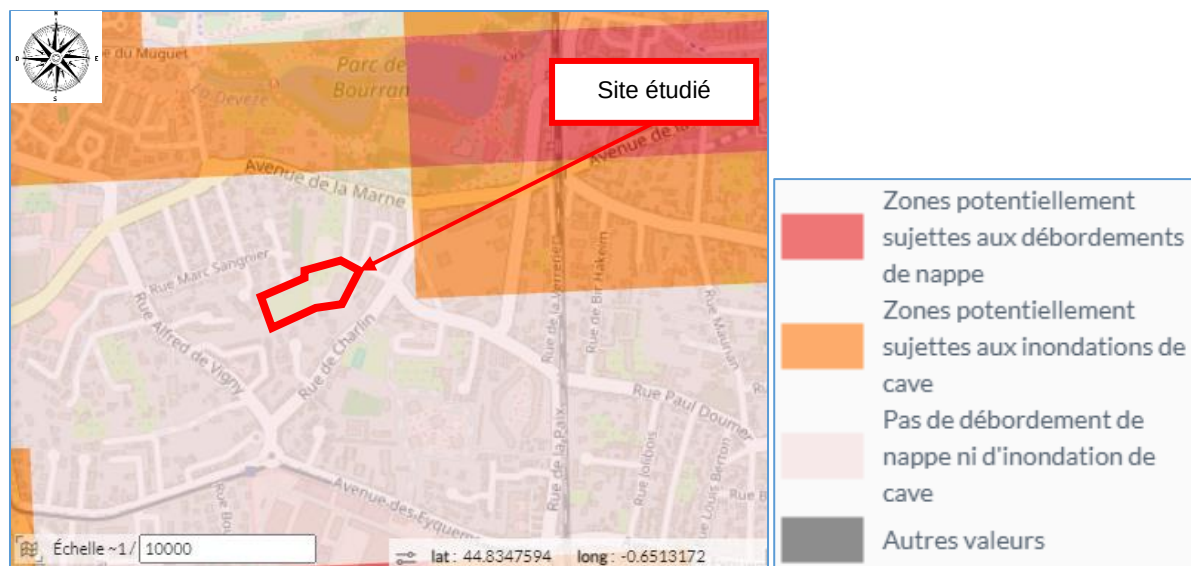
Risques majeurs	Informations documentaires
Inondations/débordement de cours d'eau	Hors zone inondable identifiée (pas de PPRi en vigueur) Zone potentiellement non sujette aux débordements de nappe et inondations de caves *
Cavités naturelles ou anthropiques carrières	Pas de présence de cavités connues à proximité du projet *
Argiles (retrait/gonflement - carte 2020)	Niveau exposition : Moyen *
Mouvements de terrains	Pas de présence de mouvements de terrains connus à proximité du projet *

Instabilité – Glissement – Chute de blocs	
Séismes	Zone 2 (Faible) *
Radon	Zone potentiellement sujette de catégorie 1*
Pollution – Chimique - Pyrotechnique	La présence de pollution est possible *

* 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, le site étudié n'est pas sujet aux débordements de nappes, ni aux inondations de caves. Il est important de noter qu'il est en limite d'une zone potentiellement sujette 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 Mérignac a fait l'objet de 20 arrêtés de type « Inondations et/ou coulées de boues » entre 1982 et 2022.

I.4.3.2. Cavités naturelles ou anthropiques - Carrières

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

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 Géorisques.gouv.fr

La commune de Mérignac a fait l'objet de 17 arrêtés de type « Sécheresse » parus au journal officiel entre 1990 et 2023.

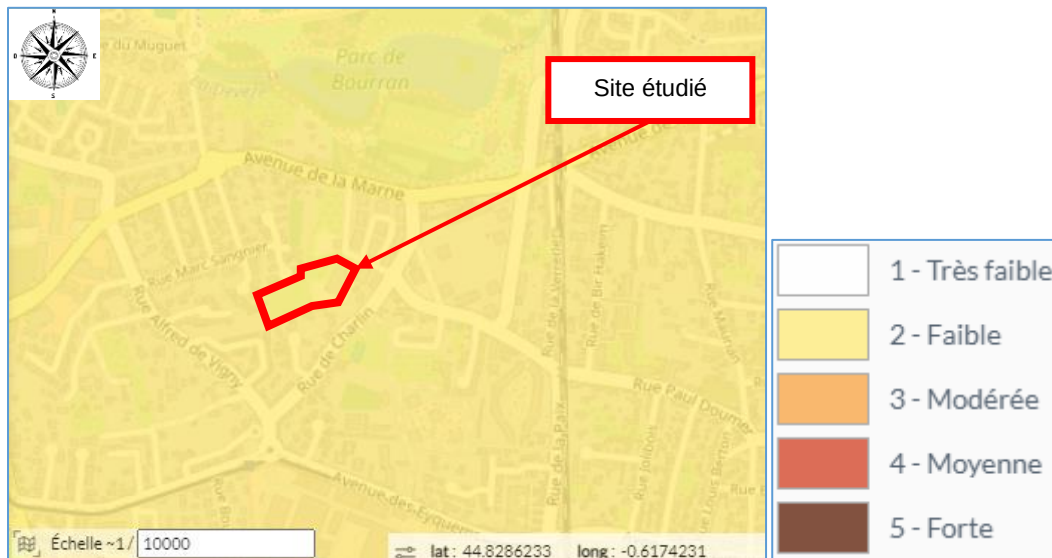
I.4.3.4. Mouvements de terrains – Instabilité – Glissement – Chute de blocs

D'après les informations données par le BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières), il n'est pas signalé la présence de mouvements de terrain notable à proximité du site.

La commune a fait l'objet d'un arrêté de type « mouvement de terrain » en 1999.

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 Mérignac (33) présente un potentiel radon de catégorie 1.



Extrait de la carte potentiel radon, source Irsn.fr

I.4.3.7. Pollution – Chimique – Pyrotechnique

D'après les informations du site Géorisques.gouv.fr, 2 anciens site industriel ou activités de service sont situés à moins de 500m du site, au Nord et au Sud.

Une étude spécifique de pollution du site pourrait être nécessaire afin de définir la teneur, l'étendue d'une pollution éventuelle des terrains et les modalités avant travaux.

II. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

II.1. Préambule

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

Les investigations ont toutes été réalisées en périphérie du projet.

Des essais CPT supplémentaires et un sondage pressiométrique complémentaire seront à réaliser au droit du gymnase une fois celui-ci démoli afin de préciser les éventuelles variations du contexte géotechnique.

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 altitudes des têtes de sondages ont été estimées d'après le plan topographique qui nous a été transmis.

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. / TA (m)	Altitude NGF
Sondage destructif avec enregistrement des paramètres en continu et prélèvement de cuttings Exécution d'essais pressiométriques. Norme NF EN ISO 22476-4	2	SP1+Pz SP2	26.0 26.0	≈+30.2 ≈+30.8
	22			
Puits à la pelle hydraulique, à la mini-pelle ou au tractopelle	5	PM1	3.0	≈+30.0
		PM2	3.0	≈+30.2
		PM3	3.0	≈+30.7
		PM4	3.0	≈+30.7
		PM5	3.0	≈+30.6
Essai au pénétromètre statique lourd de 200 kN Norme NF EN ISO 22476-12	4	CPT1	9.9®	≈+30.2
		CPT2	9.6®	≈+30.7
		CPT3	6.6®	≈+30.7
		CPT4	9.6®	≈+30.0

® : Arrêt au refus

Il convient de revenir sur site après (démolition) afin de réaliser des investigations complémentaires.

- **Sondages destructifs :**

- Coupe approximative des sols*,
- Formations géologiques correspondantes,
- Diagraphie des paramètres de forage enregistrés :
 - V.A. : vitesse d'avancement instantanée (m/h),
 - P.O. : pression sur l'outil (bars),
 - P.I. : pression d'injection (bars),
 - C.R. : couple de rotation (bars).

- **Essais pressiométriques :**

- Module pressiométrique : E_M (MPa),
- Pression limite nette : p_l^* (MPa),
- Pression de fluage nette p_r^* (MPa),
- Rapport E_M/p_l^* .

- **Puits de reconnaissance à la pelle :**

- Coupe détaillée des sols,
- Tenue des fouilles,
- Prélèvements d'échantillons intacts et/ou remaniés,
- Photographies de la fouille et des sols extraits.

- **Essais au pénétromètre statique de 200 kN :**

- Coupe approximative des sols (coupe interprétative par corrélation avec les sondages à la tarière, le contexte géologique et les diagraphies/diagrammes pénétrométriques),
- 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 f_s/q_c en %.

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

Par ailleurs, les forages destructifs de cette campagne d'investigation étant réalisés à l'eau (ou boue de forage, bentonite...), les niveaux d'eau en forage ne sont pas toujours identifiables ou peuvent être biaisés en raison de leur interférence avec les fluides de forage injectés. Des piézomètres spécifiques sont nécessaires pour caractériser les nappes concernées par le projet (piézomètres sélectifs, en gros diamètre...)

Nous attirons l'attention sur la nécessité de reboucher les piézomètres ou les forages équipés avant le démarrage des travaux lorsque ces ouvrages se trouvent dans l'emprise du terrassement. En effet, recouper un forage équipé ou un piézomètre lors du terrassement en déblais peut conduire à des arrivées d'eau dans la fouille.

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

Les essais suivants ont été réalisés :

Type d'essai in situ	Dénomination	Prof. / TA (m)
Essai d'infiltration de type Porchet	P1	0.7
	P2	0.7
	P3	0.5
	P4	0.7

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

II.3.3. Piézométrie

L'équipement suivant a été mis en place :

Sondage de référence	Description de l'équipement piézométrique mis en place			
	Equipement en tête	Ø du Tube	Profondeur du tube (m/TA)	Niveau de la partie crépinée (m/TA)
SP1+Pz	Capot métallique de protection scellé au terrain	Ø52/60 mm	6.0	Tube crépiné de 1.0 m à 6.0 m de profondeur

Les relevés des niveaux d'eau effectués ainsi que le détail des équipements mis en place sont indiqués sur les coupes de forage correspondantes.

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	2	NF EN ISO 17892-1
Analyse granulométrique par tamisage	2	NF EN ISO 17892-4
Valeur au bleu du sol (VBS)	2	NF P94-068
Classification des sols (GTR)	2	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.

II.4.2. Agressivité chimique du milieu

Sur les échantillons prélevés, les essais suivants ont été réalisés :

Agressivité de l'eau	Nombre	Norme
Analyse chimique	1	NF EN 206-1

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 devra être affinée par l'ingénierie géotechnique lors de l'étude géotechnique de conception en phase PROJET (G2 PRO).

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 (juillet 2024).

L'analyse et la synthèse des résultats des investigations réalisées (hors emprise du gymnase) ont permis de dresser la coupe géotechnique schématique suivante :

Formation n°0 : **Terre végétale sablo-graveleuse et formations de couvertures**

Epaisseur : d'environ 0.20m à 0.25m

Commentaires :

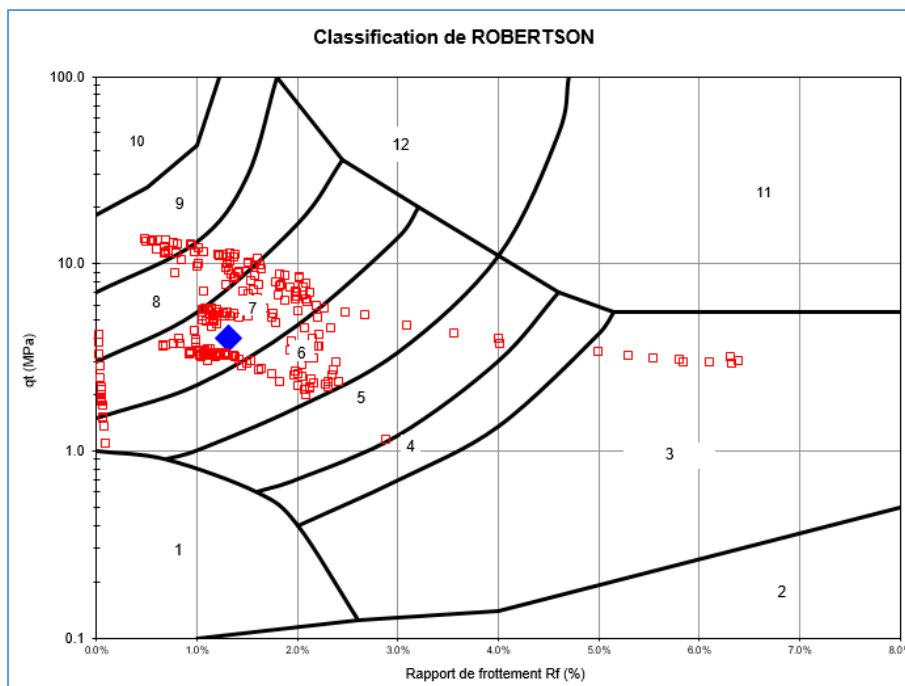
- De couleur grise, cette formation a été repérée au droit de l'ensemble des fouilles à la pelle mécanique.

Formation n°1 : **Remblais gravelo-sableux argileux à sable graveleux +/- argileux**

Profondeur : de 0.2m/0.25m à 0.5m/1.1m

Commentaires :

- Un remblais gravelo-sableux argileux marron/beige est repéré au droit des sondages destructifs SP1+Pz et SP2. Au droit des fouilles à la pelle mécanique, une couche de forme calcaire est repérée surmontant des sables graveleux +/- argileux,
- Cette horizon est difficilement identifiable au droit des sondages au pénétromètre statique,
- De par son origine, la nature et l'épaisseur de cet horizon sont susceptibles de varier sensiblement et brutalement,
- Les profondeurs pour cet horizon remblayé sont données à titre indicatif ; le passage entre les remblais et le sol support sous-jacent peut correspondre à des matériaux plus ou moins poinçonnés et/ou remaniés sur une frange superficielle dont l'épaisseur n'est pas connue. De plus, compte tenu du caractère anthropique de ces matériaux, il faut s'attendre à des variations d'épaisseurs de cet horizon dans l'emprise du projet, avec des répartitions aléatoires sur le site,
- Au droit des sondages au pénétromètre statique, la classification de Robertson montre un sol principalement sablo-silteux. Nous considérons une valeur représentative de résistance de pointe q_c d'environ 5.4 MPa.



qc (MPa)			Rf (%)		
Min	Max	Moyen*	Min	Max	Moyen*
<1.0	13.5	5.4	<1.0	14.0	1.6

* Valeur obtenue par moyenne arithmétique

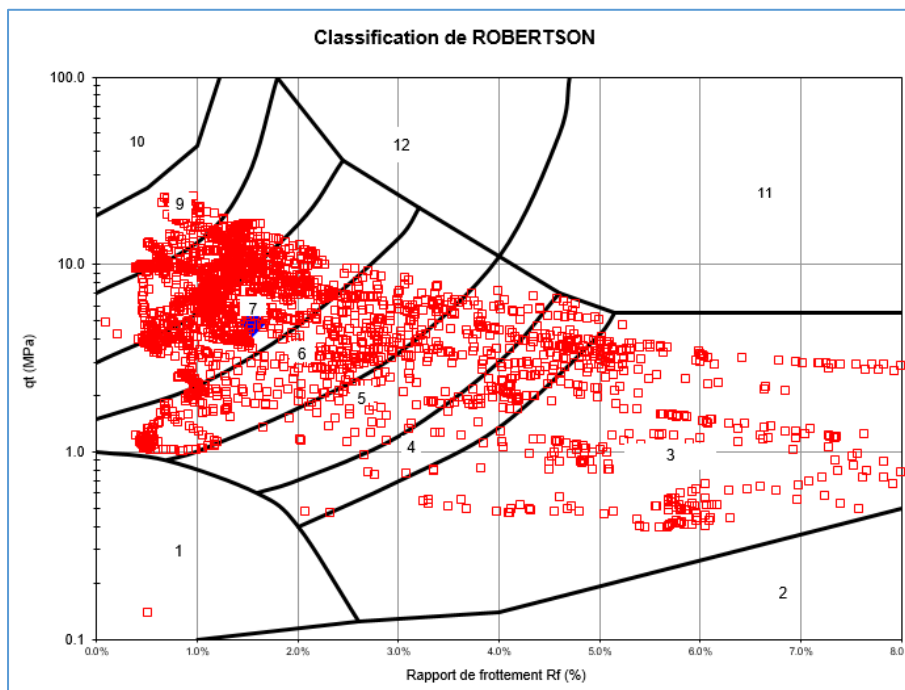
Formation n°2 : **Alluvions argilo-sableuses à sablo-argileuses +/- graveleuses**

Profondeur : de 0.5m/1.1m à 5.8m/8.7m,

Commentaire :

- Cette formation est repérée au droit de l'ensemble des sondages,
- L'épaisseur de cette couche semble décroître vers le Sud (épaisseur plus faible au droit du sondage CPT3),
- De couleur ocre/orangé/jaunâtre/marron à passages gris, cette formation se caractérise par une alternance de bancs argileux et de bancs sableux comme au droit des essais au pénétromètre statique, notamment le CPT1. Un horizon d'argile molle (voire vasarde) est repéré sur l'ensemble des sondages au pénétromètre statique d'épaisseur comprise entre environ 1.5m et 1.9m et également au droit du sondage SP2 entre 5.0m/TA et 6.8m/TA (d'après les enregistrements de paramètres),
- Cette couche se caractérise par une hétérogénéité de nature et de caractéristiques mécaniques. Afin de prendre en considération ces variations, la résistance de pointe moyenne a été définie par moyenne harmonique pour prendre en considération les couche de faible voire très faible caractéristique. Nous considérons la valeur

représentative de résistance de pointe q_c d'environ 2.0MPa. La classification de Robertson illustre cette hétérogénéité de nature entre des sols argileux et des sols sableux.



q_c (MPa)			R_f (%)		
Min	Max	Moyen*	Min	Max	Moyen**
<1.0	25.2	1.7	<1.0	>10.0	3.7

* Valeur obtenue par moyenne harmonique

** Valeur obtenue par moyenne arithmétique

Formation n°3a : **Marno-calcaire altéré argileux**

Profondeur : de 5.8m/8.7m à 10.4m/13.0m (au droit des sondages SP1+Pz et SP2),

Commentaires :

- Cette formation est repérée au droit des sondages pressiométriques et des sondages pénétrométriques où elle est à l'origine de leur refus,
- D'après les caractéristiques mécaniques de cette couche, celle-ci est raide avec une valeur de pl^* d'environ 3.3MPa et une valeur de résistance de pointe q_c d'environ 8.4MPa,
- Au droit des sondages au pénétromètre statique, des passages argileux de faibles caractéristiques mécaniques sont repérés.

Nbr d'essais	PI*			EM		
	Min	Max	Moy*	Min	Max	Moyen**
5	2.8	4.8	3.3	79	164	111

* Valeur obtenue par moyenne harmonique écrêtée de 0.5 fois l'écart type

** Valeur obtenue par moyenne géométrique

q _c (MPa)			R _f (%)		
Min	Max	Moyen*	Min	Max	Moyen*
0.8	25.2	8.4	<1.0	5.4	2.1

* Valeur obtenue par moyenne harmonique

** Valeur obtenue par moyenne arithmétique

Formation n°3b : **Marno-calcaire compact**

Profondeur : de 10.4m/13.0m à au moins 26.0m (au droit des sondages SP1+Pz et SP2),

Commentaires :

- Cette formation a été mise en évidence au droit des sondages les plus profonds, à savoir SP1+Pz et SP2,
- D'après les essais réalisés, cette couche possède de très bonne caractéristiques mécaniques, avec un pl limité à 4.5MPa dans notre modèle.

Nbr d'essais	PI*			EM		
	Min	Max	Moy*	Min	Max	Moyen*
19	4.7	>4.9	4.8	92	262	203

* Valeurs obtenues par moyenne arithmétique

Pour une meilleure analyse, il a été établi ci-après une classification des formations décrites ci-dessus au droit de chaque sondage.

Sondage	CPT4 (+30.0)	PM1 (+30.0)	SP1+Pz (+30.2)	CPT1 (+30.2)	PM2 (+30.2)	CPT2 (+30.7)	SP2 (+30.8)	PM3 (+30.7)	CPT3 (+30.7)	PM4 (+30.7)	PM5 (+30.6)
Formation	Profondeur de la base en mètre par rapport au TA au moment des investigations (profondeur en m NGF)										
n 0 : Terre végétale sablo-graveleuse et formations de couvertures		0.25 (+29.75)			0.25 (+29.95)			0.25 (+30.45)		0.2 (+30.5)	0.25 (+30.35)
n 1 : Remblais gravelo-sableux argileux	0.5* (+29.5)	0.5 (+29.5)	0.6 (+29.6)	0.6* (+29.6)	0.55 (+29.65)	0.7* (+30.0)	0.7 (+30.1)	0.6 (+30.1)	0.8* (+29.9)	0.8 (+29.9)	1.1 (+29.5)
n°2 : Alluvions argilo-sableuses à sablo-argileuses +/- graveleuses	7.8 (+22.2)	≥3.0 (≤+27.0)	8.1 (+22.1)	7.8 (+22.4)	≥3.0 (≤+27.2)	8.0 (+22.7)	8.7 (+22.1)	≥3.0 (≤+27.7)	5.8 (+24.9)	≥3.0 (≤+27.7)	≥3.0 (≤+27.6)
n°3a : Marno-calcaire altéré argileux	≥9.6 (≤+20.4)		10.4 (+19.8)	≥9.9 (≤+20.3)		≥9.6 (≤+21.1)	13.0 (+17.8)		≥6.6 (≤+24.1)		
n°3b : Marno-calcaire compact			≥26.0 (≤+4.2)				≥26.0 (≤+4.8)				

* D'après les limites de couche des sondages avoisinants

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 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 (g de bleu pour 100)	Passant à 80 µm (%)	Dmax (mm)	Classe G.T.R.
PM1	Sable argileux	0.5/3.0	19.8	4.7	37.0	8	A2
PM3	Argile légèrement sableuse	0.6/3.0	19.0	2.1	58.5	3	A1/limite A2

Les sols de classe GTR A1 / A2 correspondent à des matériaux fins argileux peu plastiques. En revanche, ils sont très 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 sensibles au phénomène de retrait-gonflement lors des périodes de sécheresse.

III.1.3. Agressivité chimique de l'eau

Analyse en cours de traitement

III.2. Interprétation et synthèse hydrogéologique

III.2.1. Piézométrie, niveaux d'eau

Des niveaux d'eau non stabilisés ont été rencontrés à une profondeur comprise entre 3.3m et 3.8m au moment des investigations (juillet 2024).

Les niveaux d'eau relevés s'établissent comme suit :

Sondage	SP1+Pz		SP2	
Altitude NGF relative au niveau du TN	+30.2		+30.8	
Date	Prof.	Cote NGF	Prof.	Cote NGF
15/07/24	3.8*	+26.4		
16/07/24			3.3*	+27.5
31/07/24	3.5	+26.7		

* Niveau d'eau non stabilisé mesuré à la fin de la réalisation du sondage

Il est à noter que les niveaux d'eau dans le sol peuvent varier en fonction de la saison et de la pluviométrie. Les niveaux d'eau relevés correspondent à une mesure ponctuelle réalisée au moment des investigations (juillet 2024).

Les niveaux d'eau relevés correspondent vraisemblablement à la nappe au sein des alluvions argilo-sableuses.

Pour mieux préciser ce niveau, un suivi piézométrique avec mesure mensuelle est en cours pour une durée de 6 mois dans le piézomètre mis en place dans le sondage SP1+Pz.

Les niveaux d'eau normatifs (EB, EH, EE) devront être déterminés dans le cadre d'une étude hydrogéologique.

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 des terrains en place 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 (m/TA)	Coefficient de perméabilité K
			m/s
P1	Sable argileux	0.55/0.7	$\approx 1 \times 10^{-5}$
P2	Argile sableuse	0.55/0.7	$\approx 1 \times 10^{-5}$
P3	Remblais sablo-limoneux	0.3/0.5	$\approx 1.5 \times 10^{-5}$
P4	Sable graveleux légèrement limoneux	0.3/0.7	$\approx 3 \times 10^{-5}$

Nota :

- Les essais de perméabilité ont été réalisés dans des forages de faible diamètre (140mm), 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 de perméabilité de l'aquifère, il est nécessaire de réaliser un essai de pompage.
- La perméabilité des sols est fortement liée à leur compacité. A titre indicatif, un sol peut voir sa perméabilité divisée par 100 par un simple compactage. Il faut donc proscrire le compactage ou le remaniement des sols au droit des zones d'infiltrations.

III.3. Modèle géotechnique

Le modèle géotechnique retenu pour le pré-dimensionnement des fondations est le suivant :

Formation	Prof. De la base (m/TA)	Qc (MPa)	Pl* (MPa)	Em (MPa)	Coef. Rhéologique α
n 0 : Terre végétale sablo-graveleuse et formations de couvertures	0.2/0.25				
n 1 : Remblais gravo-sableux argileux	0.5/1.1	5.4	-	-	1/3
n°2 : Alluvions argilo-sableuses à sablo-argileuses +/- graveleuses	5.8/8.7	2.0	-	-	1/2
n°3a : Marno-calcaire altéré argileux	10.4/13.0	8.4	2.8*	111	2/3
n°3b : Marno-calcaire compact	≥ 26.0		4.5	203	2/3

* Valeur limitée dû à l'altération de la formation

Nous attirons l'attention sur les modules pressiométriques Em. Ils sont élevés dans les marno-calcaires compacts et devront être pris en considération par l'entreprise de fondation spéciale

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 :

- Au centre : le gymnase à démolir,
- Au Nord et à l'Est : les nouveaux bâtiments construits,
- Au Sud et à l'Ouest : un « parc » enherbé et végétalisé avec de grands arbres et un bassin (ou une « noue »).

Nous demandons au MOA de nous communiquer la sensibilité de ces ouvrages, leurs tolérances aux déformations afin de les prendre en considération dans l'étude d'avant-projet.

IV.2. Analyse du contexte et principes d'adaptation

IV.2.1. Analyse du contexte géologique et géotechnique

Compte-tenu de ce qui a été indiqué dans les paragraphes précédents, les points essentiels ci-dessous sont à prendre en compte et conduiront les choix d'adaptation du projet :

- D'après le plan topographique et nos relevé GPS, le site présente une légère pente vers le Nord-Est avec des cotes altimétriques entre environ 32.5m NGF et 30.0m NGF.
- Un enchaînement lithologique identifié suivant :
 - Des **terrains de couverture** (terre végétale sablo-graveleuse) d'épaisseur comprise entre 0.2m et 0.25m,
 - Des **remblais gravelo-sableux et argileux** d'épaisseur variable sur le site et repéré jusqu'à environ 1.1m de profondeur par rapport au TA au Sud,
 - Une **alternance de bancs argilo-sableux** dont l'épaisseur diminue vers le Sud et de caractéristiques mécaniques globalement faibles. Elle est repérée jusqu'à environ 5.9m/TA au Sud et 8.7m/TA au Nord,
 - Une **formation de transition de marno-calcaire altéré argileux** dont les caractéristiques mécaniques sont bonnes et repérée jusqu'à environ 13.0m/TA,
 - Le **marno-calcaire compact** jusqu'à l'arrêt de nos sondages, à savoir 26.0m/TA.
- Un niveau d'eau stabilisé à environ 3.5m de profondeur par rapport au terrain actuel en juillet 2024 correspondant vraisemblablement à la nappe des alluvions argilo-sableuses ont été mesurés à la période des sondages.

IV.2.2. Caractéristiques du projet et principes de construction

Le projet prévoit la construction de 2 bâtiments de logements collectifs et d'une salle commune au niveau de l'allée Caillavet sur la commune de Mérignac (33) :

- 2 bâtiments collectifs de type R+1 à R+4, sans sous-sol,
- 36 logements collectifs destinés à des familles,
- Une salle commune de 60 m² SU au RDC ERP avec kitchenette, sanitaires et un local rangement.
- Des locaux poussettes, vélos, 2 roues, et ordures ménagères,
- Des locaux rangements, entretien et techniques,
- Des voiries et réseaux nécessaires à la desserte et à l'insertion dans le quartier de l'opération,
- 36 places de stationnement aérien,
- Les espaces communs avec jardins, aménagements paysagers et cheminements piétons...

Compte tenu des caractéristiques des remblais au droit du site (épaisseur, hétérogénéité...), de la démolition du gymnase et des épaisseurs de sols remaniés associés, un mode de fondation de type superficiel n'est pas adapté à la capacité portante hétérogène des sols rencontrés jusqu'à environ 9m/TA. Il conviendra de réaliser des fondations profondes de type pieux.

Ces principes sont détaillés dans les paragraphes suivants.

Nous rappelons que toute modification du projet ou des sols peut entraîner une modification partielle ou complète des adaptations préconisées.

Concernant les niveaux bas, nous nous orienterons vers un plancher porté par les fondations en raison des remblais hétérogènes.

IV.3. Traitement des risques majeurs ou anthropiques

IV.3.1. Inondations - Débordement de cours d'eau

La parcelle d'étude se trouve dans une zone potentiellement non sujette aux inondations de cave et aux débordements de nappe.

IV.3.2. Argiles (retrait / gonflement)

Pour rappel, le niveau d'exposition vis-à-vis du retrait / gonflement des terrains argileux au droit du projet est moyen. Néanmoins, les sondages et essais de laboratoire ont mis en évidence des passages d'argile plus ou moins plastique avec des sols A1/A2.

Un plancher porté par fondations profondes est donc préconisé.

IV.3.3. Risque sismique

IV.3.3.1. 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
Type de sol	C
Paramètre de sol S	1,5
Catégorie d'importance*	II

* A confirmer par le Maître d'Ouvrage

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

Les accélérations sismiques ont été définies par corrélations avec les essais réalisés à ce stade. Le cas échéant, compte tenu de l'ouvrage et du contexte sismique, dans un objectif de meilleure précision et conformément aux recommandations de l'Eurocode 8, des mesures de type géophysiques adaptées sont envisageables : cross-hole, down-hole, voire MASW si l'environnement le permet, notamment pour un ouvrage III ou IV avec des sols D et E.

IV.3.3.2. 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.4. Adaptations du terrain au projet - Calage altimétrique

Au droit de la démolition du gymnase, il est prévu des purges et terrassements dont la profondeur n'est pas connue mais peut être estimée de l'ordre du mètre. En dehors de son emprise, il n'est pas prévu de terrassements autres que le simple reprofilage du terrain l'encastrement des fondations (+/- 0,3 m).

IV.5. Terrassements généraux - Fouilles

IV.5.1. Traficabilité en phase chantier

D'après l'essai de laboratoire réalisé dans le cadre de cette étude, les matériaux concernés par les terrassements sont associés à la classe GTR A1/A2, selon la norme NF P11-300.

Ces sols sont très 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 sensibles au phénomène de retrait-gonflement lors des périodes de sécheresse.

Ils possèdent une traficabilité mauvaise en cas de conditions climatiques défavorables. Il conviendra donc de réaliser des plateformes et pistes de chantier à l'aide de matériaux granulaires insensibles à l'eau.

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

IV.5.2. Terrassabilité des matériaux

La réalisation des déblais concernant la formation n°0 et éventuellement la formation n°1 ne présentera pas de difficulté particulière d'extraction. Les terrassements pourront donc se faire à l'aide d'engins classiques de moyenne puissance. Cependant, sans connaissance des fondations de l'existants, il n'est pas exclu de rencontrer des points durs, des fondations et blocs en phase travaux. Cela nécessitera alors l'emploi d'engins ou d'outils adaptés.

IV.5.3. Drainage de la plateforme en phase chantier et en phase définitive

Nous avons observé des niveaux d'eau stabilisé à environ 3.5m de profondeur par rapport au TA ($\approx +26.7\text{m NGF}$) en juillet 2024.

Suite à ces observations, le terrain devrait en principe être sec dans les formations superficielles. Cependant, des venues d'eau peuvent apparaître exceptionnellement en cours de terrassement. Elles seront alors collectées en périphérie et évacuées en dehors de la fouille (captage).

Pour les travaux VRD, en fonction des matériaux utilisés en couche de forme, il faudra éviter autant que possible les stagnations d'eau sur les plateformes. Des formes de pente pour les pistes et plateformes de chantier devront donc être réalisées.

Les travaux devront préférentiellement avoir lieu en période météorologique favorable.

IV.6. Fondations

Compte tenu des éléments précédents, on s'orientera donc vers un système de fondations profondes par pieux ancrés dans le marno-calcaire compact (formation n°3b).

Forabilité des matériaux :

Nous attirons l'attention sur la présence de réseaux enterrés et de potentiels vestiges non reconnus pendant nos investigations dans les formations superficielles. L'entreprise devra mettre en place les moyens nécessaires afin de traverser ces matériaux lors des opérations de forage (pieux, canalisations...)

Dans les couches sous-jacentes aux remblais, nous attirons l'attention sur la présence de matériaux plus lâches, sans cohésion, qui peuvent présenter des **difficultés de forage et de tenues des parois**. En profondeur, L'entreprise devra mettre en place les moyens nécessaires afin de traverser ces matériaux lors des opérations de forage.

IV.6.1. Fondations profondes par pieux

Compte tenu des résultats des investigations, nous retenons un système de fondations profondes par **pieux tarière creuse** ancrées dans la formation n°3b.

Note : D'autres types de pieux sont envisageables. Il appartiendra à l'Entrepreneur de s'assurer de l'adéquation de cette technologie de mise en œuvre et de son matériel avec les sols en présence révélés par les investigations géotechniques.

Nous développons ci-après une ébauche dimensionnelle des fondations profondes, selon la Norme NF P 94-262 de Juillet 2012 (EUROCODE 7) de classe 2 - catégorie 6, correspondant à des pieux tarière creuse.

A noter que les pieux devront respecter les conditions d'ancrage de la Norme NF P 94-262.

IV.6.1.1. Calcul de la capacité portante

Nous développons ci-après un exemple de calcul de la capacité portante de fondations Dans le cadre du pré dimensionnement, les pieux sont ici considérés :

- Sous sollicitations axiales et verticales uniquement (pas de sollicitations transversales ou inclinées),
- Travailler uniquement en compression,
- Avec un comportement isolé, ce qui implique :

- Une distance entre pieux supérieure à 3 fois le diamètre entraxe (entre les pieux du projet ; entre les pieux du projet et les pieux de la structure existante),
- L'absence d'effet de groupe,
- Un ancrage de 3B (pour des pieux de diamètre inférieur à 500mm) ou 1,5 m (pour des pieux de diamètre supérieur à 500mm) dans la formation n°3b,
- Aucun frottement latéral ne sera considéré dans la formation n°1.

L'approche retenue est celle du « modèle de terrain ».

IV.6.1.2. Coefficients de modèle

S'agissant d'une procédure « modèle de terrain » avec analyse statistique des données, on retiendra :

Procédure Modèle de terrain		
Coefficient	Compression	Traction
$\gamma_{R,d1}$	1.15	1.40
$\gamma_{R,d2}$	1.10	1.10

IV.6.1.3. Caractéristiques géo-mécaniques

Nous retiendrons les modèles suivants :

Formation	Prof. de la base (m/terrain actuel)	qc (MPa)	Pl* (MPa)	Courbe	Kpmax	q _{si} (kPa)
n 1 : Remblais gravelo-sableux argileux	1.1	5.4	-	-	-	-
n°2 : Alluvions argilo-sableuses à sablo-argileuses +/- graveleuses	8.7	2.0	-	Q1	1.3	42*
n°3a : Marno-calcaire altéré argileux	13.0	8.4	2.8**	Q4	1.6	163
n°3b : Marno-calcaire compact	>26.0		4.5	Q4	1.6	185

* Valeur obtenue par la méthode pénétrométrique

** Valeur limitée dû à l'altération de la formation

Aux Eurocodes, la vérification de la capacité portante d'un pieu sans refoulement se fait en vérifiant l'inégalité suivante :

$$F_d \leq R_{c;cr;d} = \frac{1}{\gamma_{cr} \times \gamma_{R;d1} \times \gamma_{R;d2}} \left(0,5 \times A_b \times q_b + 0,7 \times \sum_i A_{s;i} \times q_{s;i} \right)$$

Avec :

F_d : Effort transmis par la structure sur la fondation ;

A_b : La section de la fondation profonde ;

q_b : La valeur de la pression résistante limite à la base de la fondation ;

A_s : La surface à prendre en compte pour le calcul du frottement latéral unitaire ;

q_s : La valeur de frottement axial unitaire limite de la fondation profonde ;

γ_{cr} , $\gamma_{R;d1}$, $\gamma_{R;d2}$: Les coefficients partiels définis dans la Norme NF P 94-262 de Juillet 2012.

IV.6.1.4. Facteurs partiels

Aux Etats Limites Ultimes :

Facteurs partiels de résistance	γ_b	γ_s	γ_t	$\gamma_{s;t}$
Situations durables et transitoires	1.10	1.10	1.10	1.15
Situations accidentelles	1.00	1.00	1.00	1.05

Aux Etats Limites de Services :

Facteurs partiels de résistance	Résistance	Symboles	Valeurs
ELS Caractéristiques	Fût en compression	γ_{cr}	0.9
	Fût en traction	$\gamma_{s;cr}$	1.1
ELS quasi permanents	Fût en compression	γ_{cr}	1.1
	Fût en traction	$\gamma_{s;cr}$	1.5*

* Si l'effort $F_{t;d}$ est supérieur à 0,15 Rs, se reporter au tableau 8.9.2 de la NF P 94 262 pour les essais à mener.

IV.6.1.5. Ebauche dimensionnelle

Pour différents diamètres de pieux, selon la Norme NF P 94-262 de juillet 2012, les tableaux ci-dessous donnent la portance admissible pour les deux modèles suivants :

Type de pieu	Diamètre (mm)	Ancrage (m)	Formation d'ancrage	Prof. base du pieu (m/TA)	R _{c,cr,d} ELS QP. (kN)	R _{c,cr,d} ELS carac. (kN)	R _{c,cr,d} ELU Fond. (kN)
FTC, FTCD classe 2 et catégorie 6	420	1.5	Formation n°3b	14.5	879*	879*	1874
	520	1.5	Formation n°3b	14.5	1348*	1348*	2452
	620	1.5	Formation n°3b	14.5	1905	1916*	3081

* Contrainte limitée par le béton

Remarque :

- Ce pré-dimensionnement ne prends pas en compte d'éventuelles surcharges liées au frottement négatif (remblaiement du site par exemple),
- On veillera à ne pas dépasser la contrainte admissible dans le béton pour chaque situation,

Cette ébauche dimensionnelle devra être confirmée en phase G2-PRO, une fois les descentes de charges définitives du projet connues, afin d'optimiser le type et la fiche des fondations.

IV.6.1.6. Dispositions constructives

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

- **L'entrepreneur vérifiera que le type de pieux et la puissance du matériel qu'il propose permettront de réaliser les ancrages demandés pour assurer les capacités portantes retenues ($E_m > 200$ MPa).** Il conviendra si nécessaire de modifier les diamètres des pieux afin de diminuer les ancrages.
- L'entreprise de fondations spéciales prendra toutes les mesures nécessaires pour ne pas déstabiliser les fondations voisines (reconnaissance complémentaires de fondations, déport de la machine, tonnage limité),
- Le dimensionnement des pieux doit tenir compte de la présence ou non de longrines permettant de recentrer les charges sur l'axe des pieux.

Conformément aux prescriptions de la norme NF P 94-262, un contrôle de continuité et de la qualité du fût des pieux en béton pourra être prévu par carottage sonique ou impédance. Ginger CEBTP se tient à la disposition du client pour la réalisation de ces essais de contrôle.

Lors de la réalisation des pieux, il conviendra :

- D'utiliser une technique de forage adaptée aux sols rencontrés (tubage, préforage au mortier...),
- De vérifier précisément la nature des matériaux extraits ainsi que les paramètres d'enregistrement pour s'assurer du bon ancrage dans la formation n°3 dans le cadre d'une mission de suivi géotechnique d'exécution G3 ou G4 que Ginger CEBTP est en mesure de réaliser ;
- De curer soigneusement la base des pieux avant coulage du béton, ce dernier devant absolument être coulé dans la foulée,

D'armer impérativement les pieux sur toute la hauteur s'ils doivent être soumis à des efforts horizontaux et/ou des moments ou des efforts de traction (NF P 94-262 §12.2.1).

IV.7. Niveau bas

L'épaisseur variable de terrains remaniés/remblais, leur hétérogénéité et la démolition à venir du gymnase conduisent à retenir une solution de plancher porté par les fondations pour le niveau bas du projet.

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.

IV.9. Zones de voiries et réseaux divers (VRD)

Pour l'ébauche dimensionnelle de la plateforme, nous avons utilisés le guide technique de réalisation des remblais et des couches de forme SETRA & LCPC (GTR).

IV.9.1. Partie Supérieure des Terrassements (PST) et classe d'arase

La partie supérieure des terrassements est constituée par des sols de classe GTR A1/A2. La portance de la plateforme sera fonction de l'état hydrique de ces matériaux sensibles à l'eau, en fonction des conditions météorologiques. En période météorologique favorable et de basses eaux, avec une plateforme drainée (drainage sur le long terme), la PST pourra être considérée en PST1-AR1. Elle pourra chuter rapidement en PST0-AR0 sous mauvaises conditions météorologiques et/ou mauvaises préparations du fond de forme et d'un drainage insuffisant.

Des essais de contrôle de portance des arases (EV2 minimum de 20 MPa pour AR1) seront à prévoir pour réceptionner l'arase. Un recompactage de l'arase sera réalisé avant la mise en place de la couche de forme.

Dans le cas d'une PST0-AR0 (période défavorable), une amélioration de la plateforme sera indispensable pour arriver au minimum à une PST1-AR1 et pourra être de type :

- Substitution à l'aide de matériaux d'apport de bonne qualité géotechnique (granulométrie continue, insensibles à l'eau, compactés selon les règles de l'art),
- Traitement avec un liant adapté (essais en laboratoire d'aptitude au traitement nécessaires).

Ces travaux d'amélioration devront être associés à un drainage global de la plateforme.

IV.9.2. Couche de forme

La mise en œuvre d'une couche de forme en matériaux granulaires, insensibles à l'eau permettra d'obtenir une portance de plateforme PF2, moyennant une préparation conforme aux règles de l'art (purge, cylindrage, drainage...). Les matériaux mis en œuvre devront respecter les prescriptions du GTR et seront compactés selon les règles de l'art (matériaux insensibles à l'eau, de granulométrie étalée et résistants par exemple D21 / D31 ou R21).

Concernant les couches de forme, les matériaux mis en œuvre en niveau q_3 (couche de forme) devront répondre aux exigences de compactage suivantes :

- Densité sèche moyenne de la couche $\geq 98.5\%$ pd_{OPN} ;
- Densité sèche en fond de couche $\geq 96\%$ pd_{OPN} ;

Les critères de réception des couches de forme seront :

- Confirmation de la classe GTR des matériaux mis en œuvre ;
- un module EV2 ≥ 50 MPa pour les voiries de dessertes et parking (PF2) ; **valeur à confirmer par le maître d'ouvrage.**

Nous préconisons la mise en place d'un géotextile à l'interface PST – Couche de forme.

Les caractéristiques de la couche de forme (matériaux utilisés et épaisseurs) sont fournies dans le fascicule II du GTR, en fonction des classes de PST et AR.

Pour obtenir une PF2 pour les parkings et voies d'accès (EV2 ≥ 50 MPa) à partir d'une PST1/AR1, il est nécessaire d'appliquer les préconisations suivantes (GTR 2023) :

Classe PST / AR	Couche de forme
PST 1 ⁽¹⁾ / AR 1	0.65 m de matériaux de type D21 bien gradué sur géotextile

⁽¹⁾ Rappel : Dans le cas d'une PST1, les épaisseurs de la couche de forme préconisées en matériaux granulaires non traités supposent une portance minimale au niveau de l'arase des terrassements de 20 MPa au moment de l'exécution.

Lors de la réalisation des travaux, la plus grande attention sera portée aux points suivants :

- Respect des épaisseurs préconisées,
- Contrôle de la qualité des matériaux mis en œuvre et de leur compacité,
- Drainage de la PST en phase chantier et définitive,
- Contrôle de la portance des plateformes.

Dans tous les cas, des planches d'essais devront être réalisées en début de chantier afin de valider la nature et l'épaisseur de la couche de forme.

IV.9.3. Sujétions de conception et de réalisation

Les dispositions constructives seront adaptées en fonction des solutions retenues et devront être étudiées en phase travaux.

Néanmoins, on veillera à respecter les préconisations suivantes :

- Purge de la terre végétale, des poches de caractéristiques médiocres et substitution par des matériaux insensibles à l'eau,
- On privilégiera une réalisation des travaux sous bonnes conditions météorologiques ;
- L'entreprise chargée des travaux veillera à prendre les dispositions nécessaires pour éviter toute stagnation d'eau sur les plateformes ;
- L'assainissement latéral des chaussées à créer devra permettre de rendre pérenne, à long terme, la portance au niveau de l'arase terrassement ;
- Hors plateformes de chantier, des problèmes de traficabilité sont prévisibles en période de forte pluviométrie.

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 épaisseurs variables des remblais et des sols remaniés,**
- **L'épaisseur variable de la formation d'altération n°3a : des sondages complémentaires (essais au pénétromètre statique, essais pressiométriques...) sont à prévoir, notamment au droit du projet,**
- **La nature et les caractéristiques mécaniques des sols au droit du gymnase à vérifier par des sondages après démolition.**

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

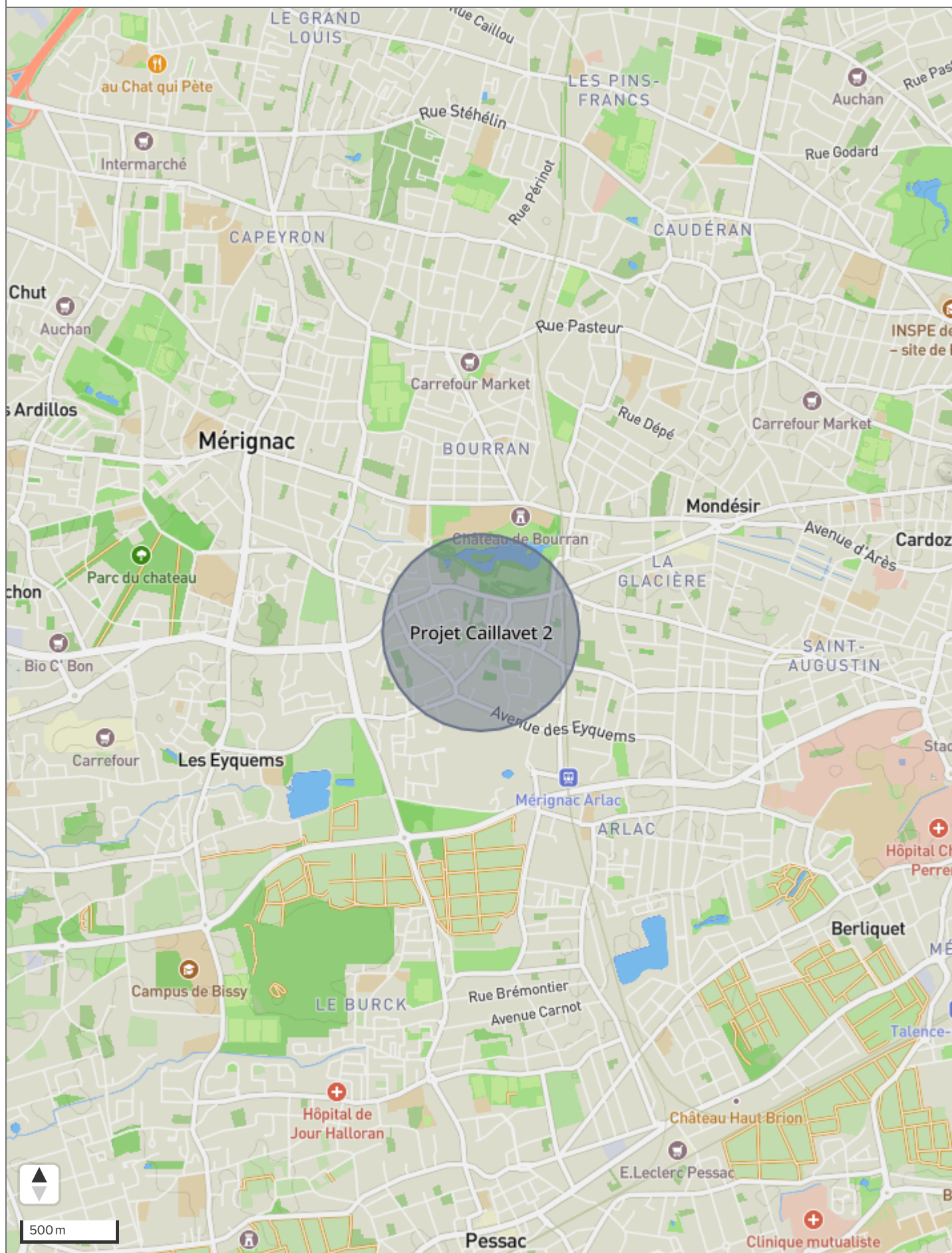
L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.
ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1) Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases : <u>Phase Étude de Site (ES)</u> Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site. — Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours. — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs. <u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u> Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées. — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).
ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2) Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases : <u>Phase Avant-projet (AVP)</u> Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées. — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques. <u>Phase Projet (PRO)</u> Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site. — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités. <u>Phase DCE / ACT</u> Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques. — Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notes 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)

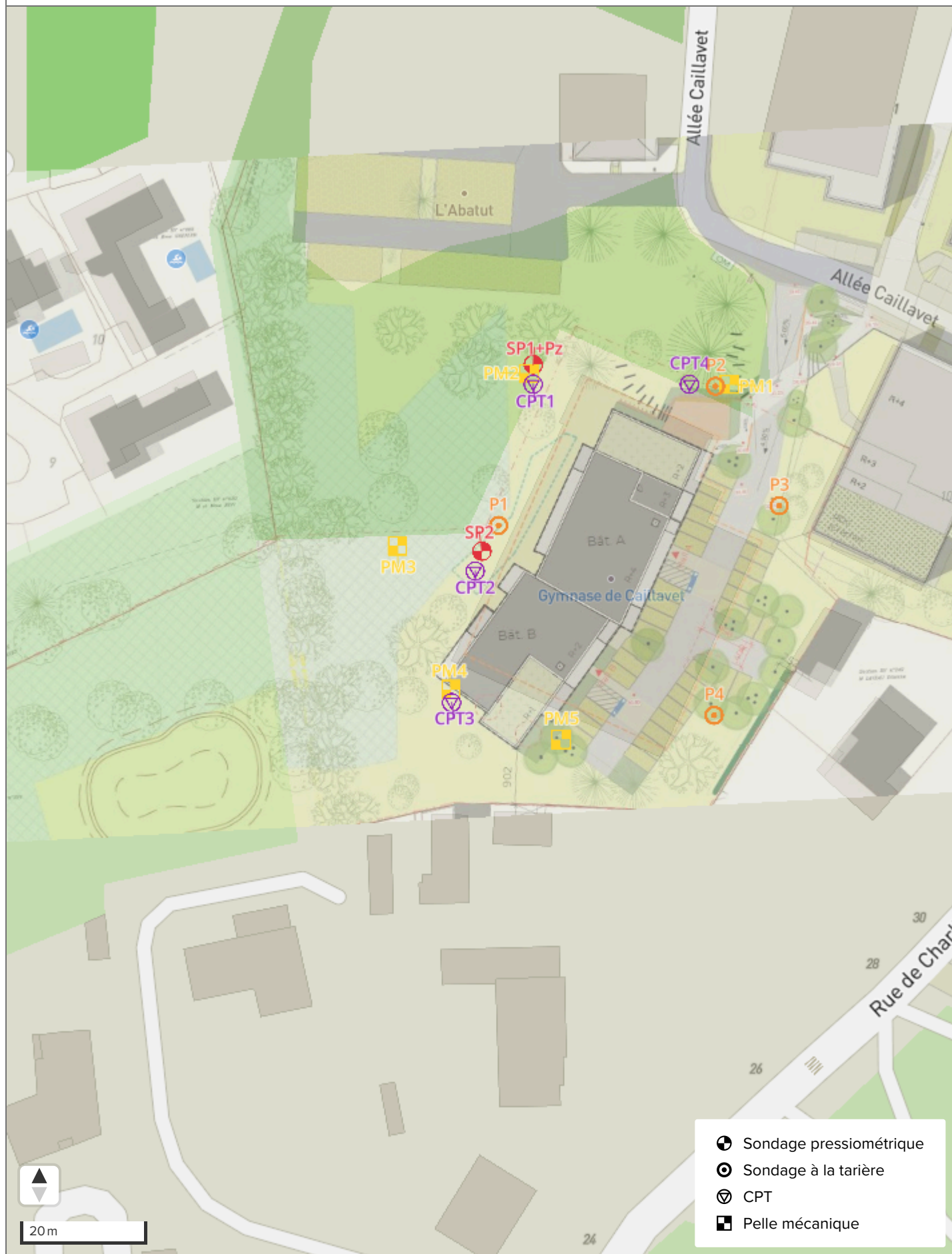
ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3) Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives : <u>Phase Étude</u> — 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. <u>Phase Suivi</u> — Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude. — Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats). — Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO) SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4) Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives : <u>Phase Supervision de l'étude d'exécution</u> — 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. <u>Phase Supervision du suivi d'exécution</u> — Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3). — donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO. DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5) Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant. — Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant. — Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

PLAN DE LOCALISATION



PLAN D'IMPLANTATION



ANNEXE 3 – SONDAGES ET ESSAIS IN SITU

- Sondages destructifs :
 - Coupes des sondages destructifs,
 - Niveau d'eau éventuel,
 - Courbes pressiométriques éventuelles (p_r^* , p_l^* , E_M et E_M/p_l^*),
 - Diagrammes des enregistrements de paramètres :
 - V.I.A. : vitesse instantanée d'avancement (m/h),
 - P.O. : pression sur l'outil (bars),
 - P.I. : pression d'injection (bars),
 - C.R. : couple de rotation (bars).
- Sondages à la pelle mécanique :
 - Coupes détaillée des sols,
 - Tenue des fouilles,
 - Niveau d'eau éventuel,
 - Prélèvements d'échantillons intacts et/ou remaniés,
 - Photographies des puits à la pelle et des matériaux extraits.
- 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 %.
- Essais d'infiltration et de perméabilité :
 - Coupe des sols,
 - Valeur de perméabilité.

SP1+PZ		X		Y	Système de coordonnées		Niveau d'eau			
		1412928		4187953	RGF93 / CC45		☐ Néant	☐ Non mesuré	☒ En cours de forage	
		Élévation		Nivellement	Angle	Azimut	Prof. atteinte	☐ Stabilisé	☐ Non stabilisé	☐ Sec
		+30,2 m		Non renseigné	0,0°	-	26,0 m			
Début		Fin		Machine		Opérateur				
15/07/2024		15/07/2024		M397		-				
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Tubages	Equipements	Niveau d'eau	Prof.		
15,2	15		Marno-calcaire gris blanc	Tricône diam.60mm				15		
	16							16		
	17							17		
12,7	18		Marno-calcaire gris	Tricône diam.60mm				17		
	19							18		
	20							19		
	21							20		
	22							21		
	23							22		
	24							23		
	25							24		
4,2	26							25		
								26		

soilcloud.tech

SP2		X		Y	Système de coordonnées		Niveau d'eau											
		1412 919		4 187 924	RGF93 / CC45		☐ Néant ☐ Non mesuré ☒ En cours de forage	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec										
		Élévation	Nivellement	Angle	Azimut	Prof. atteinte												
		+30,8 m		Non renseigné		0,0°		26,0 m										
Début		Fin				Machine		Opérateur										
16/07/2024		16/07/2024				M397		-										
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Tubages	Niveau d'eau	Prof.	Vitesse d'avancement [m/h]	Pression de poussée [bar]	Pression d'injection [bar]	Couple de rotation [bar]	Em [MPa]	p _{lm} * [MPa]	p _{lm} * [MPa]	Em/p _{lm} *			
15,8	15		Marno-calcaire blanc	Tricône diam.65mm			15											
	16		16,6 m				16											
14,2	17		Marno-calcaire gris blanc				17											
	18						18											
	19						19											
	20						20											
	21						21											
	22						22											
	23						23											
	24						24											
	25						25											
4,8	26		26 m															26

		Projet Caillavet 2 SBX2.M.0150-0010										
P1	X	Y	Système de coordonnées			Précision des relevés		Niveau d'eau				
	1412921	4187928	RGF93 / CC45			Non renseigné		☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage				
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements		☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec				
	+30,7 m	0,7 m	0,0°	-	Non renseigné	Non renseigné						
Début			Fin			Machine			Opérateur			
11/07/2024			11/07/2024			Tarière manuelle			-			
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions							Perméabilité		
30,7	0		Terre végétale sablo-graveleuse grise							0,55 m		
			0,25 m									
30,45			Sable argileux beige foncé									
			0,7 m							0,7 m		
30												
soilcloud.tech												

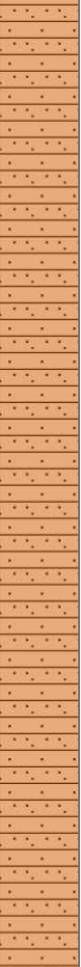
*PCC = Porchet charge constante

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Perméabilité
30	0		Terre végétale sablo-graveleuse grise	
		0,25 m		
29,75			Sable à quelques graves	
		0,5 m		
29,5			Argile sableuse ocre/grise	0,55 m
			0,7 m	(C)

0.7 $k = 1,1 \times 10^{-5} \text{ m/s (*PCC)}$

Début	Fin	Machine	Opérateur
11/09/2024	11/09/2024	Tarière manuelle	–

0,7 m $k = 3,2 \times 10^{-5} \text{ m/s (*PCC)}$

		Projet Caillavet 2 SBX2.M.0150-0010									
PM1	X	Y	Système de coordonnées			Précision des relevés		Niveau d'eau			
	1412 959	4187 948	RGF93 / CC45			Non renseigné		☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage			
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimet	Nivellement	Précision des nivellements		☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec			
	+30,01 m	3,0 m	0,0°	-	Non renseigné	Non renseigné					
Début			Fin			Machine			Opérateur		
10/07/2024			10/07/2024			Mini-pelle			-		
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions							Notes	
30,01	0		Terre végétale sablo-graveleuse grise								
			0,25 m Remblais calcaire								
29,71			0,3 m Sable à quelques graves gris et racines								
			0,5 m								
29,51											
	1		Argile sableuse ocre à passages gris							Bonne tenue des parois	
	2										
27,01	3		3 m							3 m	
soilcloud.tech											

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
PM1	Autre	+30,01 m	3,0 m





Projet Caillavet 2
SBX2.M.0150-0010

PM2

X	Y	Système de coordonnées			Précision des relevés	Niveau d'eau	
1412 927	4187 952	RGF93 / CC45			Non renseigné	☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage	
Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec	
+30,2 m	3,0 m	0,0°	-	Non renseigné	Non renseigné		

Début

10/07/2024

Fin

10/07/2024

Machine

Mini-pelle

Opérateur

-

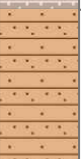
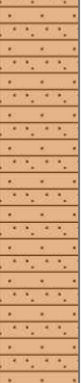
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Notes
30,2	0		Terre végétale sablo-graveleuse	Bonne tenue des parois
			0,25 m Couche calcaire	
29,9			0,3 m Sable graveleux gris	
			0,55 m	
29,65			Sable à matrice argileuse et mottes d'argiles	
	1			
	2			
	3		3 m	3 m
27,2				

soilcloud.tech

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
PM2	Autre	+30,2 m	3,0 m



		Projet Caillavet 2 SBX2.M.0150-0010									
PM3	X	Y	Système de coordonnées			Précision des relevés		Niveau d'eau			
	1412 905	4187 925	RGF93 / CC45			Non renseigné		☒ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage			
	Élévation	Prof. atteinte	Angle	Azimut	Nivellement	Précision des nivellements		☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec			
	+30,7 m	3,0 m	0,0°	-	Non renseigné	Non renseigné					
Début			Fin			Machine			Opérateur		
10/07/2024			10/07/2024			Mini-pelle			-		
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions							Notes	
30,7	0		Terre végétale sablo-graveleuse grise							Bonne tenue des parois	
			0,25 m								
30,45			Sable argileux beige foncé à quelques cailloux								
			0,6 m								
30,1											
	1		Argile sableuse bariolée ocre/grise								
	2										
			3 m								
27,7	3									3 m	
soilcloud.tech											

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
PM3	Autre	+30,7 m	3,0 m



Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Notes
30,7	0		Terre végétale sableuse grise 0,2 m	Bonne tenue des parois
30,5			Sable gris à quelques graves 0,4 m	
30,3			Sable à quelques graves beiges et racines 0,8 m	
29,9			Sable à matrice argileuse et mottes d'argiles ocre/grises 3 m	
	1			
	2			
				3 m

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
PM4	Autre	+30,7 m	3,0 m





CEBTP

Projet Caillavet 2

SBX2.M.0150-0010

PM5

X

Y

Système de coordonnées

Précision des relevés

Niveau d'eau

1412 930

4187 894

RGF93 / CC45

Non renseigné

☒ Néant

☐ Non mesuré

☐ En cours de forage

Élévation

Prof. atteinte

Angle

Azimut

Nivellement

Précision des nivellements

☐ Stabilisé

☐ Non stabilisé

☐ Sec

+30,6 m

3,0 m

0,0°

-

Non renseigné

Non renseigné

Début

Fin

Machine

Opérateur

10/07/2024

10/07/2024

Mini-pelle

-

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Notes
30,6	0		Terre végétale sablo-graveleuse gris foncée	Bonne tenue des parois
			0,25 m	
30,35			Sable graveleux à légère matrice argileuse marron	
	1		1,1 m	
29,5			Sable argileux ocre/gris bariolée à mottes d'argiles	
	2			
			3 m	
27,6	3			3 m

soilcloud.tech

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
PM5	Autre	+30,6 m	3,0 m



Refus

ANNEXE 4 – PROCES VERBAUX DES ESSAIS EN LABORATOIRE

- Identifications des sols,
- Agressivité chimique de l'eau vis-à-vis du béton.

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.M0150.0010**

Client / MO : **GIRONDE HABITAT**

Désignation : **PROJET CAILLAVET 2 - G2 AVP/PRO/DCE/ACT+G4**

Localité : **MERIGNAC**

Demandeur / MOE : **GIRONDE HABITAT**

Chargé d'affaire : **ARNAUD DESSEMOND**

Informations sur l'échantillon **N° 24BDX-1604**

Mode de prélèvement : **Sondage à la Pelle Mécanique**

Sondage : **PM1**

Prélevé par : **GINGER CEBTP**

Profondeur : **0.50/3.00 m**

Date prélèvement : **15/07/24**

Mode de conservation : **Ech. prélevé en sac**

Date de livraison : **15/07/24**

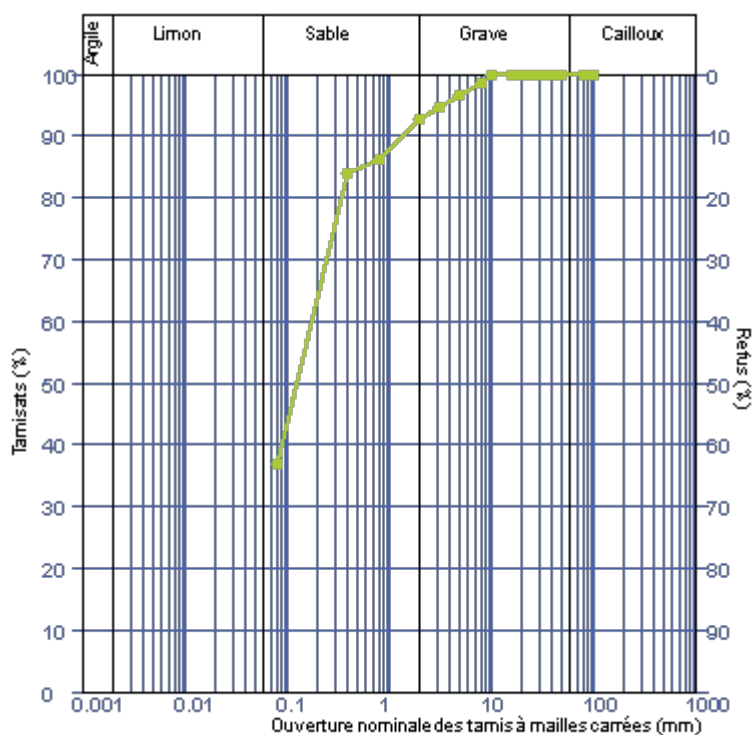
Description : **Sable argileux gris-bleueté à orangé**

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultat	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	8	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	92.7	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	37.0	%
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	4.79	g de bleu pour 100

Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultat	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P 94-050	19.8	%
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



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.M0150.0010**

Client / MO : **GIRONDE HABITAT**

Désignation : **PROJET CAILLAVET 2 - G2 AVP/PRO/DCE/ACT+G4**

Localité : **MERIGNAC**

Demandeur / MOE : **GIRONDE HABITAT**

Chargé d'affaire : **ARNAUD DESSEMOND**

Informations sur l'échantillon N° 24BDX-1605

Mode de prélèvement : **Sondage à la Pelle Mécanique**

Sondage : **PM3**

Prélevé par : **GINGER CEBTP**

Profondeur : **0.60/3.00 m**

Date prélèvement : **15/07/24**

Mode de conservation : **Ech. prélevé en sac**

Date de livraison : **15/07/24**

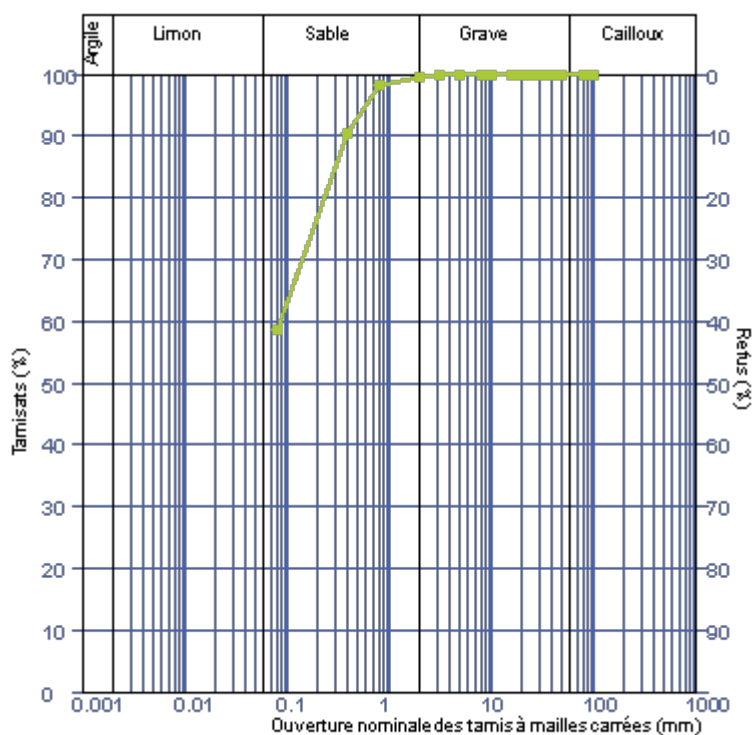
Description : **Argile légèrement sableuse grise-orangée rougeâtre**

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultat	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	3	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	99.7	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	58.5	%
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	2.18	g de bleu pour 100

Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultat	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P 94-050	19.0	%
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: A1

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

Fax. : +33 (0) 5 56 13 07 31

www.ginger-cebtp.com