53, Rue du Bois d'Amour
86 280 SAINT-BENOIT

Tél : 05.49.51.24.24
contact86@geotechnique-sas.com

GÉOtechnique
sciences de la terre sas

RAPPORT D'ETUDE GEOTECHNIQUE
D'AVANT PROJET G2-AVP (VOIRIES)

Localisation
CISSE (86)
Chemin des gris

Projet
Aménagement des voiries d'un lotissement

Client
VIVAPROM

REFERENCE : ADe2023-08-117- G2 AVP Voiries

Ind.	Date	Contenu	Rédacteur	Vérificateur	Observations
A	02/11/2023	24 pages + annexes	M. LEVRON	R. FONTENEAU	Première diffusion

Référentiel document : v2 22/12/2020

PLAN DU RAPPORT

1. PRESENTATION 2
1.1. Définition de l'opération 2
1.2. Contrat – Mission géotechnique 3
1.3. Documents communiqués 3
1.4. Localisation du site 4
1.5. Caractéristiques de la zone d'étude 5
1.6. Contexte géologique 6
1.7. Risques naturels 6

2. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES 9
2.1. Implantation et nivellement 9
2.2. Investigations in situ réalisées 9
2.3. Essais en laboratoire 9

3. SYNTHESE GEOTECHNIQUE 10
3.1. Coupe géologique 10
3.2. Classification des sols 11
3.3. Sensibilité au retrait-gonflement des sols argileux 11
3.4. Niveaux des eaux souterraines 11

4. PRINCIPES GENERAUX DE TERRASSEMENTS 12
4.1. Traficabilité en phase chantier - drainage 12
4.2. Conditions de réalisation des déblais 12
4.3. Conditions de réemploi des matériaux du site 13
4.4. Conditions d'utilisation de matériaux d'apport 13

5. G2 AVP - ETUDE DE LA VOIRIE 14
5.1. Documents de référence 14
5.2. Hypothèses de calcul 14
5.3. Définition du sol support « naturel » 14
5.4. Définition de la structure support (couche de forme) 15
5.5. Prédimensionnement de la structure de chaussée 16

6. CONDITIONS GENERALES DE VALIDITE DU RAPPORT 17

Annexe 1 : **Extrait de la norme NF P94-500 de novembre 2013**
Annexe 2 : **Conditions de validité de l'étude**
Annexe 3 : **Implantation des sondages**
Annexe 4 : **Coupes de sondages**

Le présent document devient la propriété du client uniquement après paiement intégral de la prestation correspondante.

1. PRESENTATION

1.1. Définition de l'opération

Cette étude est menée dans le cadre de la construction d'un lotissement pour le compte de **VIVAPROM**.

Le terrain concerné se situe Chemin des Gris sur la commune de **CISSE (86)** et correspond à la parcelle cadastrale n°64 section AA.

Ci-après, un extrait du plan masse du projet d'aménagement :

1.2. Contrat – Mission géotechnique

À la demande et pour le compte de **VIVAPROM (promoteur), GEOTECHNIQUE SAS** a été mandatée afin de réaliser une **étude géotechnique de conception** phase avant-projet (G2 AVP), uniquement pour les voiries.

Cette mission consiste à :

- Réaliser une enquête documentaire sur les sites institutionnels ;
- Réaliser un programme d'investigations géotechniques et en assurer le suivi technique ;
- Établir la synthèse géotechnique à l'issue des investigations et le(s) modèle(s) géotechnique(s) ;
- Préciser les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet et donner les principes de construction envisageables concernant les voiries du lotissement ;
- Fournir une ébauche dimensionnelle des ouvrages géotechniques sur la base des modèles géotechniques retenus ;
- Donner les dispositions générales vis-à-vis des eaux de surface, des eaux souterraines et des avoisinants ;
- Examiner la pertinence d'application de la méthode observationnelle si nécessaire.

Il convient de rappeler que les aspects non exhaustifs suivants ne font pas partie de ces missions :

- Les études hydrogéologiques et hydrauliques ;
- Les études environnementales éventuelles (diagnostic de pollution, voisinage, etc…) ;
- La vérification de l'adéquation des dispositions constructives données avec le futur projet d'aménagement ;
- La reconnaissance des anomalies géotechniques en dehors de l'emprise des investigations.

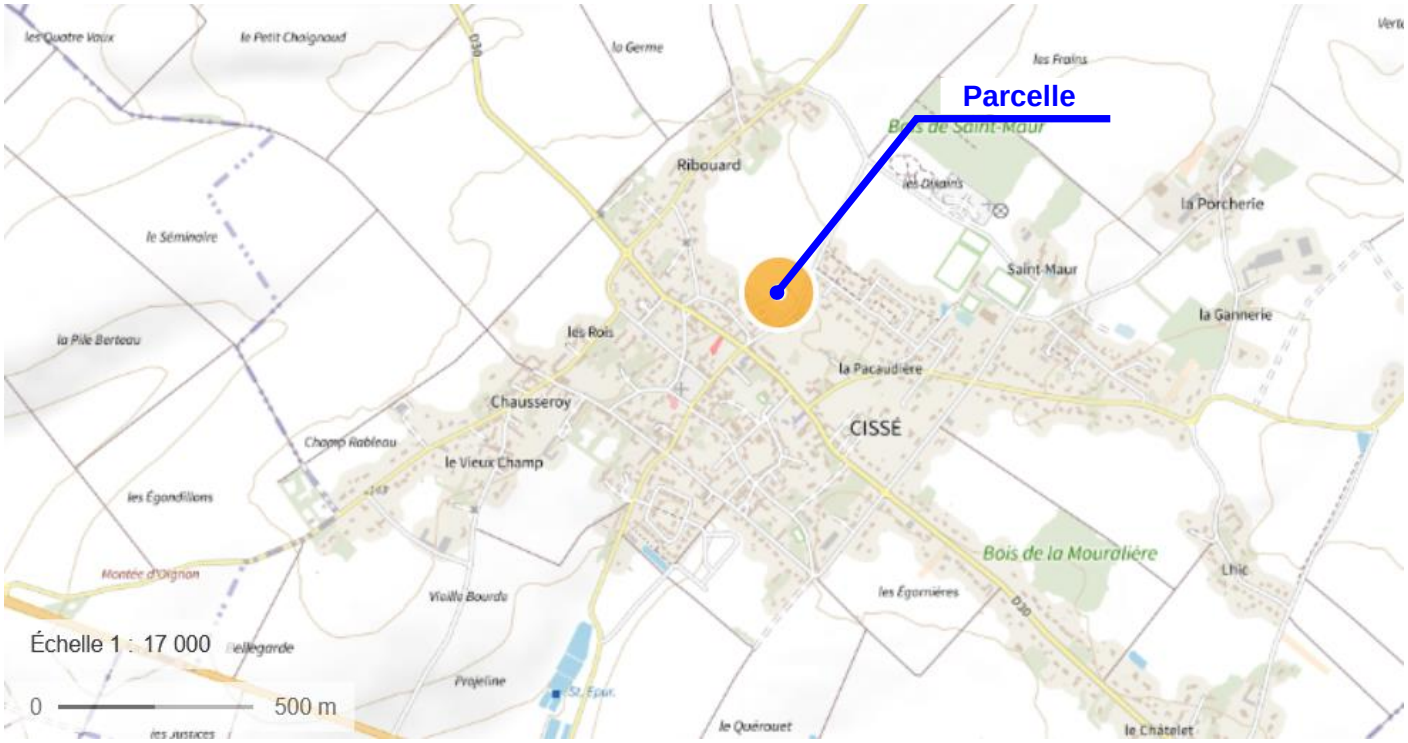
1.3. Documents communiqués

Les documents suivants nous ont été communiqués :

Document	***Echelle***	***Fourni par***	***Format***	***Date***
Plan de situation	1/2000e	VIVAPROM	PDF	03/08/2023
Plan topographique actuel	Suivant plan			
Plan de composition	1/500e			
Profils terrain	Suivant plan			
Photographies	-			
Insertion dans le site	-			
Plan des travaux	Suivant plan			
Hypothèse d'implantation	1/500e			

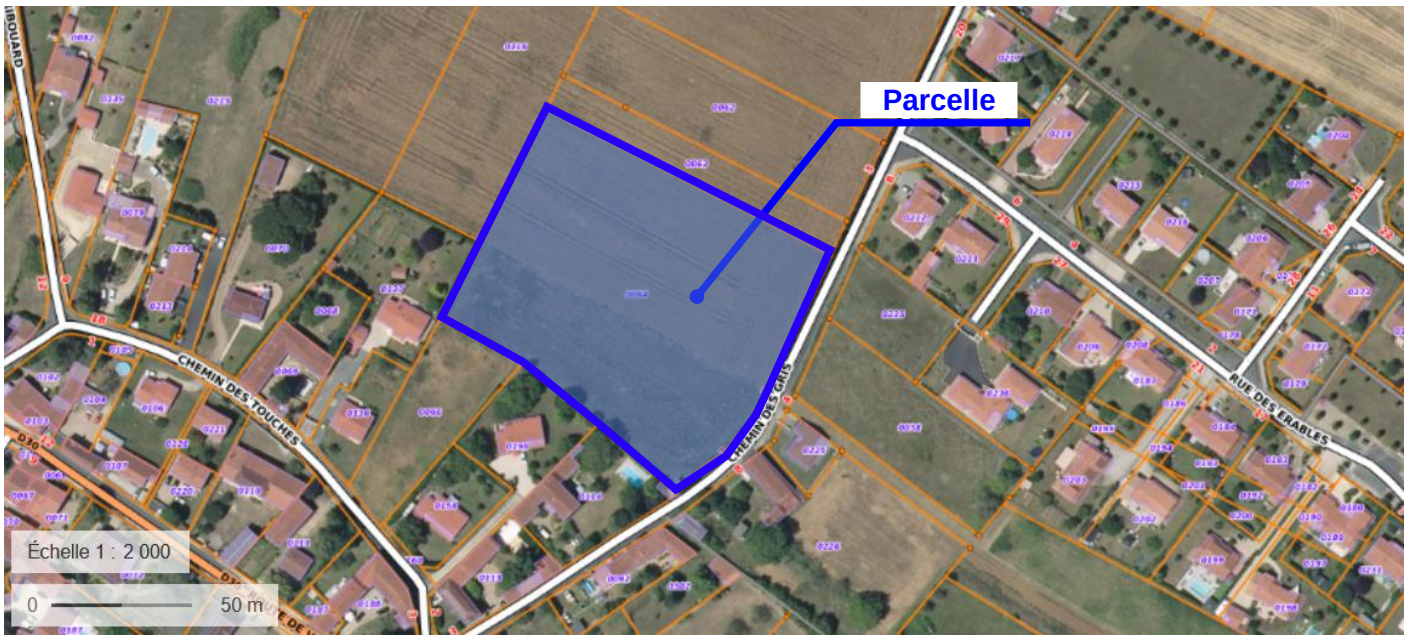
1.4. Localisation du site

Ci-après, un plan de localisation de l'opération :



Source : www.géoportail.fr (échelle modifiée)

Ci-après, un extrait du plan cadastral du secteur :



Source : www.géoportail.fr (échelle modifiée)

1.5. Caractéristiques de la zone d'étude

Les éléments principaux à retenir concernant la configuration du site sont les suivants :

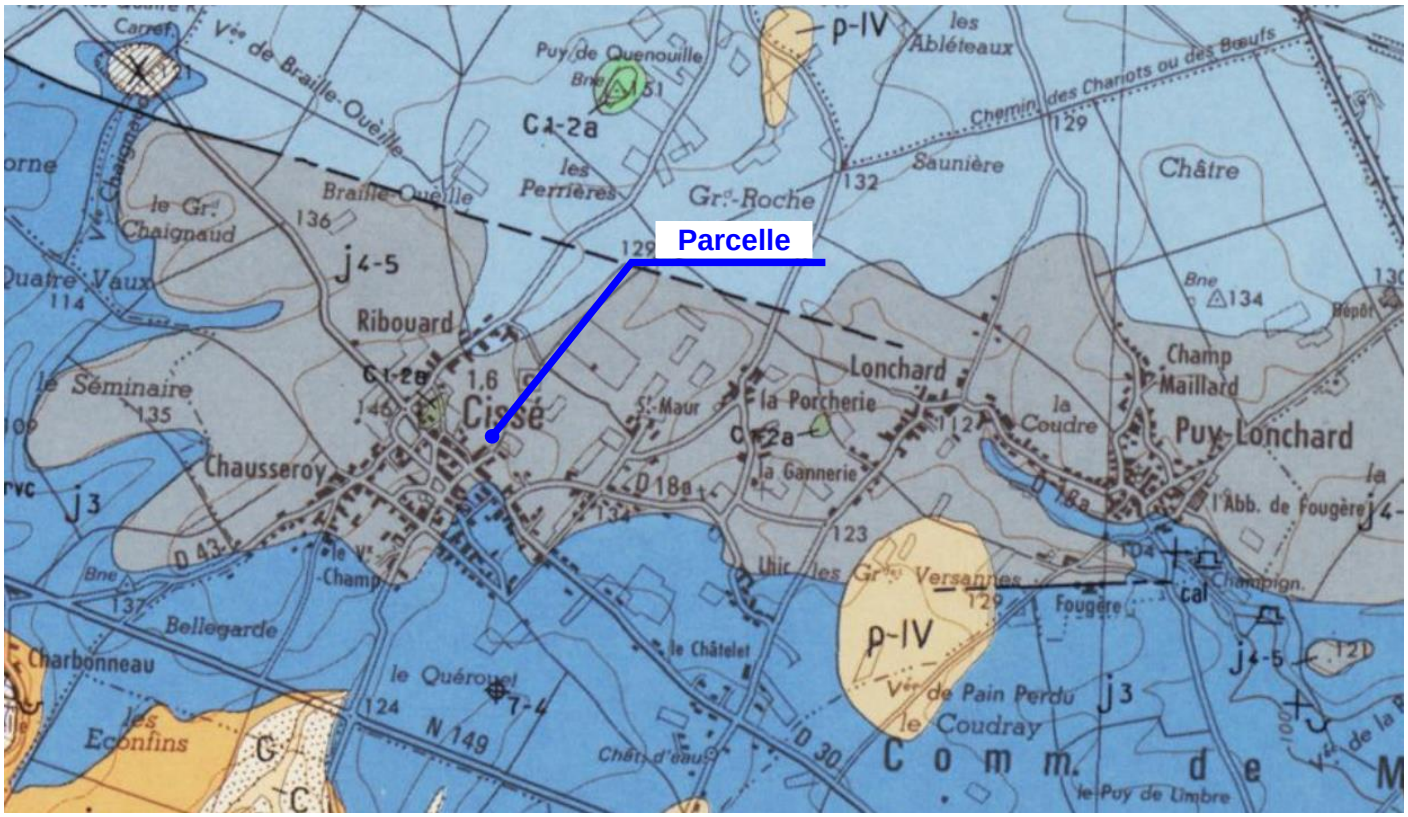
- Il s'agit d'un terrain en friche, libre de toute construction,
- L'altimétrie de la parcelle varie de 141.4 à 139.2 m NGF avec un dénivelé de 2.2 m environ de l'Ouest (amont) vers l'Est (aval),
- La parcelle est délimitée par :
  - Le chemin des Gris à l'Est,
  - Des parcelles privées construites au Sud,
  - Des terrains agricoles sur les autres côtés.

Ci-après, quelques photographies du site prises le jour de notre intervention (octobre 2023) :

1.6. Contexte géologique

D'après les données de la carte géologique au 1/50 000e du secteur (cf. extrait inséré ci-après), la succession lithologique attendue est la suivante :

- Des formations superficielles de couverture (terre végétale, argiles et limons de recouvrement, …),
- Le substratum rocheux représenté des calcaires argileux, généralement altérés en tête.



Extrait de la carte géologique au 1/50 000e

1.7. Risques naturels

1.7.1. Risques d'inondation et de remontée de nappe

D'après les indications recueillies sur Géorisques, le site est en dehors des zones d'inondation, et n'est pas situé au sein d'une zone potentiellement sujette aux remontées de nappe ou inondations de cave (entité imperméable à l'affleurement).

Il est de la responsabilité du Maitre d'Ouvrage de se renseigner sur le risque réel d'inondation auprès des services d'urbanisme (P.L.U. notamment). Des dispositions de protection des ouvrages peuvent être prescrites et devront être dimensionnées par un bureau d'étude hydraulique.

1.7.2. Présence de cavités

Aucune présence de cavité n'est répertoriée dans un rayon de 500 m autour de la parcelle.

1.7.3. Mouvements des terrains

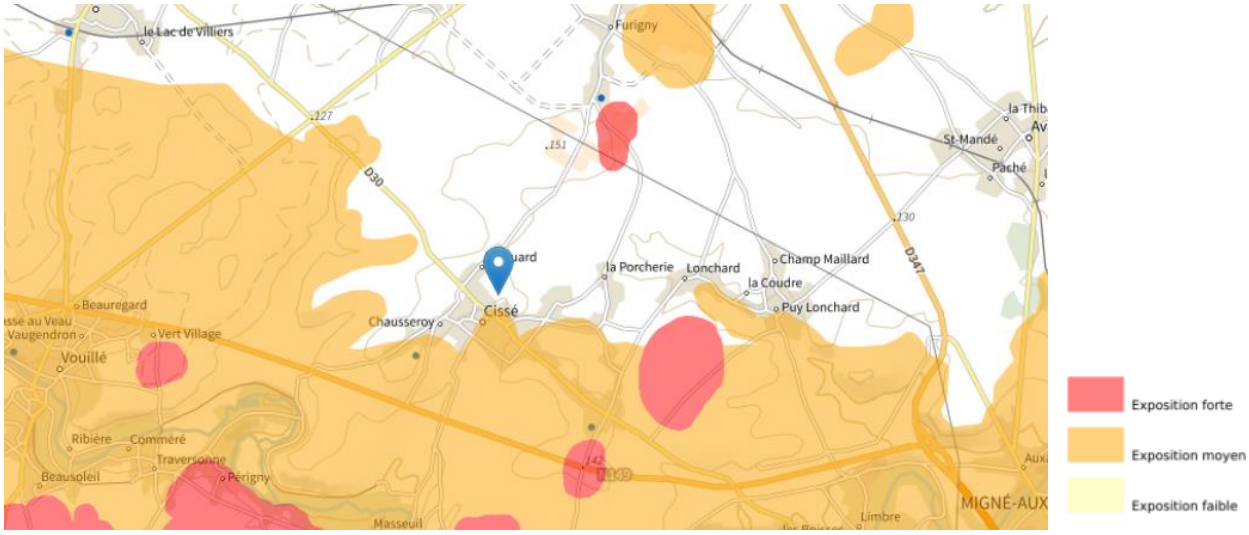
Aucun mouvement de terrain n'est signalé sur le site Géorisques dans un rayon de 500 m autour de la parcelle.

1.7.4. Risque sismique

Selon la réglementation parasismique applicable depuis le 1er mai 2011, le projet se trouve sur une commune classée en zone de sismicité 3, soit un aléa modéré.

1.7.5. Sensibilité au retrait-gonflement des argiles

D'après les indications du BRGM, le projet se trouve dans une zone d'aléa a priori nul, vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement des argiles, mais est situé à proximité de zones moyennement sensibles.



Extrait de la carte d'aléa retrait / gonflement des argiles

1.7.6. Arrêtés de catastrophes naturelles

A titre informatif, ci-dessous, la liste des arrêtés de catastrophes naturelles survenues sur la commune :

Inondations et/ou Coulées de Boue : 5

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE1322057A	27/07/2013	27/07/2013	10/09/2013	13/09/2013
INTE1529936A	31/08/2015	01/09/2015	23/12/2015	22/01/2016
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
IOCE1005933A	27/02/2010	01/03/2010	01/03/2010	02/03/2010
NOR19830111	08/12/1982	31/12/1982	11/01/1983	13/01/1983

Sécheresse : 8

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE0400656A	01/01/2002	30/09/2002	25/08/2004	26/08/2004
INTE0400656A	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
INTE1228647A	01/04/2011	30/06/2011	11/07/2012	17/07/2012
INTE1824834A	01/01/2017	31/12/2017	18/09/2018	20/10/2018
INTE9500410A	01/06/1989	31/12/1993	18/08/1995	08/09/1995
IOCE0804637A	01/01/2005	31/03/2005	20/02/2008	22/02/2008
IOCE0804637A	01/07/2005	30/09/2005	20/02/2008	22/02/2008
IOME2308745A	31/03/2022	29/09/2022	02/04/2023	02/05/2023

Mouvement de Terrain : 2

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
IOCE1005933A	27/02/2010	01/03/2010	01/03/2010	02/03/2010

2. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

2.1. Implantation et nivellement

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan d'implantation joint en annexe 3. Elle a été définie en fonction des emprises disponibles sur le site et de la localisation des réseaux enterrés.

Les têtes de sondages ont été nivelées en prenant comme point de référence l'angle Nord du transformateur électrique, coté à 139.2 NGF d'après le plan topographique communiqué. Son emplacement est indiqué sur le plan d'implantation des sondages

Pour la suite du rapport, les cotes altimétriques indiquées dans le texte correspondront donc au référentiel NGF.

2.2. Investigations in situ réalisées

Les investigations suivantes ont été réalisées dans le cadre de la présente mission :

Type de sondage	***Référence***	***Cote (m NGF)***	***Prof. (m/TN)***
Sondages géologiques à la pelle mécanique	PM1 PM2 PM3 PM4 PM5	139.5 139.3 139.9 139.7 139.8	0.5 2.0 2.0 1.1 2.0
Essais de perméabilité à la fosse « MATSUO »	Ei1 Ei4	139.5 139.7	0.5 1.1

Les résultats détaillés des sondages et essais sont insérés en annexe 4.

2.3. Essais en laboratoire

Les essais en laboratoire décrits dans le tableau ci-dessous ont été effectués :

Type d'essai	***Quantité***
Teneur en eau naturelle - NF P94-050	7
Analyse granulométrique par tamisage - NF P94-056	2
Valeur au bleu du sol (VBS) - NF P94-068	3
Classification des sols (GTR) - NF P11-300	2

3. SYNTHESE GEOTECHNIQUE

La description lithologique des terrains a été établie à partir des résultats des investigations effectuées et par corrélation entre les éléments suivants :

- la visualisation des sols dans les sondages à la pelle ;
- les essais en laboratoire, notamment la valeur au bleu qui permet d'appréhender le degré d'argilosité des sols ;
- les analyses granulométriques des sols.

Nota : la profondeur des formations est donnée par rapport au terrain tel qu'il était au moment des investigations.

3.1. Coupe géologique

➢ **TV : Terre végétale**

Cette formation est reconnue sur 0.1 m d'épaisseur environ. Elle est impropre à toute construction. Des variations d'épaisseur, parfois importantes, de la couche de ***terre végétale*** *(TV) sont à possibles dans l'emprise du projet (haies arrachées, fossés comblés, zones d'emprunt, …).*

➢ **H1 : Argiles limoneuses**

Cette formation correspond au recouvrement superficiel du site, sous forme d'argiles limoneuses à cailloutis, observées sur 0.3 à 0.5 m d'épaisseur environ au droit de tous les sondages.

- Aspect visuel : Argiles limoneuses marron à cailloutis ;
- Niveau du toit : de 139.8 à 139.2 m NGF,
- Profondeur du toit : 0.1 m/TA,
- Perméabilité K= 6,2 E^{-07} m/s.

➢ **H2 : Calcaires altérés**

Cette formation correspond au substratum calcaire altéré, reconnu jusqu'en fin de tous les sondages hors PM1 et PM5, arrêtés entre 0.5 m et 2.0 m/TA de profondeur.

- Aspect visuel : Calcaires marneux beiges ; Marnes calcaires à calcaires marneux beiges,
- Niveau du toit : de 139.4 à 138.7 m NGF,
- Profondeur du toit : de 0.5 à 0.6 m/TA,
- Perméabilité K= 3,7 E^{-06} m/s.

➢ **H3 : Argiles**

Cette formation correspond à des argiles bariolées, rencontrées uniquement au droit du sondage PM5, et jusqu'en fin de la fouille arrêtée à 2.0 m/TA de profondeur.

- Aspect visuel : Argiles marron clair à cailloutis ; Argiles plastiques bariolées à cailloutis,
- Niveau du toit : environ 139.4 m NGF,
- Profondeur du toit : environ 0.4 m/TA.

3.2. Classification des sols

Le tableau suivant présente les résultats des essais en laboratoire :

Sondage	Prof. (m/TN)	Nature		Teneur en eau W_{nat} (%)	Valeur au bleu (g/100g)	Passant à 80µm (%)	Classe GTR
PM2	0.5	H1	*Argiles limoneuses marron à cailloutis*	18.6	5.9	92.8	A3
	0.8	H2	*Calcaires marneux beiges à cailloutis*	9.9	-	-	-
	1.2	H2	*Marnes calcaires beiges*	13.2	2.8	-	-
PM5	0.5	H1	*Argiles marron*	19.2	-	-	-
	1.0	H3	*Argiles plastiques bariolées*	22.5	>9.8	82.3	A4
	1.5	H3	*Argiles plastiques bariolées*	20.8	-	-	-
PM4	1.0	H2	*Calcaires beiges à cailloutis*	12.5	-	-	-

3.3. Sensibilité au retrait-gonflement des sols argileux

Les résultats des essais en laboratoire détaillées précédemment permettent d'évaluer le risque de retrait-gonflement des argiles en période sèche en se basant sur le référentiel établi par le LCPC en 2000 dans son bulletin de liaison 229 (bl229) et sur notre retour d'expérience alliant la nouvelle cartographie du BRGM d'août 2019 et les diagnostics géotechniques effectués ces dernières années.

Le tableau ci-dessous rappelle les caractéristiques obtenues :

Formation	Passant à 80µm (%)		*Valeur au bleu (g/100g)*		*Sensibilité du sol à la variation de volume*
H1 – Argiles limoneuses	92.8	> 80	5.9	> 4	Forte
		> 40		1.5 à 4	Moyenne
		< 40		< 1.5	Faible
H2 – Calcaires marneux	-	> 80	2.8	> 4	Forte
		> 40		1.5 à 4	Moyenne
		< 40		< 1.5	Faible
H3 – Argiles plastiques	82.8	> 80	>9.8	> 4	Forte
		> 40		1.5 à 4	Moyenne
		< 40		< 1.5	Faible

Il résulte que les sols en place sont <u>moyennement à très fortement</u> sensibles au phénomène du retrait-gonflement. Il y a donc lieu de prévoir des dispositions constructives spécifiques concernant les ouvrages au sol et des précautions concernant l'aménagement général de la propriété (végétation, gestion des eaux…). Ces éléments seront présentés ultérieurement dans ce rapport.

3.4. Niveaux des eaux souterraines

Aucune arrivée d'eau n'a été observée dans les sondages lors des investigations réalisées en octobre 2023.

Toutefois, des circulations erratiques d'eaux ne sont pas à exclure au sein des formations superficielles notamment en période pluvieuse.

4. PRINCIPES GENERAUX DE TERRASSEMENTS

Avant tout travaux de terrassement en déblai, il conviendra de recenser la position de l'ensemble des réseaux enterrés et de veiller à leur neutralisation, leur pontage ou à leur dévoiement.

4.1. Traficabilité en phase chantier - drainage

Afin de garantir la qualité des plateformes de travail, les travaux de terrassement devront être réalisés par temps sec, d'autant plus que les sols affectés par les terrassements sont particulièrement sensibles à l'eau.

Par voie de conséquence, en période pluvieuse, une chute de la portance des sols, actuellement confinés par la terre végétale, peut survenir en phase travaux.

Les plateformes devront être nivelées en conservant des pentes suffisantes pour éviter toute stagnation d'eau et permettre l'évacuation des eaux pluviales vers un exutoire.

Des dispositions spécifiques devront être prises pour assurer à tout moment la mise au sec de la plate-forme par un épuisement périphérique ou un réseau drainant.

En cas de précipitations sur les matériaux sensibles à l'eau, le chantier pourrait rapidement devenir impraticable et nécessiter la mise en œuvre de dispositions particulières (surépaisseurs en matériaux insensibles à l'eau, cloutage, drainages, etc…).

4.2. Conditions de réalisation des déblais

Afin de garantir la qualité des plateformes en déblai, les travaux de terrassement devront être réalisés par temps sec.

La réalisation de travaux de terrassements en période hivernale peut être un facteur aggravant en particulier pour ce qui concerne les circulations d'eau, les remontées de nappe et la pluviométrie.

Les terrassements en déblai pourront être réalisés à l'aide d'engins classiques de moyenne puissance dans les sols superficiels limoneux H1 et argileux H3.

Les déblais à réaliser dans les calcaires H2 nécessiteront l'utilisation d'engins ou de procédés adaptés (éclateur, pelle puissante, brise-roche hydraulique, marteau pneumatique,…). L'incidence des vibrations induites par ces procédés devra être prise en compte vis-à-vis des avoisinants. Le cas échéant, des mesures de protection devront être mises en œuvre.

Les sols de couverture (terre végétale) devront être purgés.

La méthodologie suivante de terrassement en déblai devra être respectée :

- procéder au terrassement de la dernière couche de sol « en retro », sans faire évoluer les engins sur la pleine masse définitive.
- interrompre les travaux des conditions météorologiques trop défavorables.

La surveillance de l'évolution des conditions météorologiques en incombe au terrassier qui devra prévoir à l'avance les mesures et dispositions conservatoires visant à protéger la qualité et la compacité de la plateforme dans le cas d'une dégradation pluvieuse (arrêt anticipé du chantier, protection et fermeture du fond de fouille, conservation d'une garde protectrice de terrassement, etc…).

4.3. Conditions de réemploi des matériaux du site

Nous rappelons que les sols du site qui seront recoupés par les opérations de terrassement en déblais sont les suivants :

- La terre végétale,
- Les limons argileux H1,
- Les calcaires H2,
- Les argiles H3.

La terre végétale ainsi que les matériaux organiques seront mis en dépôt ou réutilisés uniquement dans le cadre des aménagements paysagers.

Si les sols doivent faire l'objet d'un traitement préalable (chaux et/ou liant hydraulique), il conviendra notamment de vérifier que les matériaux ne contiennent pas de sulfates, pouvant entraîner la formation de sels expansifs.

Les modalités de mise en œuvre des matériaux devront respecter les principes et exigences du Guide de réalisation des remblais et des couches de forme – GTR, et du Guide de traitement des sols – GTS.

4.4. Conditions d'utilisation de matériaux d'apport

La mise en œuvre de matériaux d'apport de carrière, dont la qualité sera maitrisée, est conseillée pour la réalisation de la couche de forme.

Les apports devront être granulaires, insensibles à l'eau et de granulométrie continue. Il peut s'agir de matériaux de type D_2 / D_3 ou R_{21} / R_{61}.

La granulométrie des matériaux employés en couche de forme doit être comprise entre 0/40 et 0/80. La couche de réglage doit être de granulométrie 0/31.5.

5. G2 AVP - ETUDE DE LA VOIRIE

5.1. Documents de référence

Le prédimensionnement des structures types de voirie est effectué à partir des règlements suivants :

- Le Guide Technique de réalisation des remblais et des couches de forme SETRA & LCPC de septembre 1992 (GTR),
- Le guide pour la construction des voies et places en lotissement (CETE Ouest).

5.2. Hypothèses de calcul

« La *conception et le dimensionnement des structures de lotissements* » sont réglementés par le guide pour la « construction des voies et places en lotissement » de juillet 1983 publié par le SETRA et le STU.

Ce guide prévoit que le dimensionnement est réalisé en utilisant la « méthode rationnelle » et en considérant les caractéristiques réelles des matériaux utilisés dans chaque couche du corps de chaussée. Ces caractéristiques varient en fonction de la nature, de la provenance et du procédé de fabrication de ces matériaux, paramètres qui ne sont pas pour l'instant connus.

Les voiries de ce lotissement peuvent être considérées comme voies de desserte (lotissement de moins de 30 parcelles).

Nota : Ce guide admet qu'une voie qui dessert entre 1 et 30 logements doit pouvoir supporter jusqu'à 1 passage de poids lourds par jour pendant sa durée de service.

Par ailleurs, la portance retenue après mise en place de la couche de forme est P3 (équivalent PF2).

5.3. Définition du sol support « naturel »

La Partie Supérieure des Terrassements (PST) est constituée par des sols argileux classés A3 à A4 selon le GTR, ou par des calcaires.

Lorsque les terrassements sont exécutés, la PST peut être estimée, en fonction des sols en présence et des conditions météorologiques, pour le sol support sans drainage ni amélioration, entre PST1 AR1 et PST2 AR1 (et ponctuellement PST0 AR0 si on trouve des zones très humides).

Les travaux devront être réalisés en période météorologique favorable afin d'obtenir des matériaux en état hydrique moyen à sec et pour permettre une circulation des engins sur la PST sans difficulté.

Si, toutefois, les travaux sont réalisés en période défavorable, des sujétions seront à prévoir afin d'augmenter la portance avant la réalisation de la couche de forme. Les sols du site étant sensibles aux phénomènes de retrait / gonflement, il conviendra de s'assurer de la bonne collecte des eaux de ruissellement.

Une vérification de la portance de la P.S.T. est conseillée par essais à la plaque **(Objectif EV2 > 30 MPa)**.

5.4. Définition de la structure support (couche de forme)

5.4.1. Couche de forme type

Les caractéristiques de la couche de forme (matériaux utilisés et épaisseurs) sont fournies dans le fascicule II du GTR 92, en fonction des classes de PST et AR.

Pour obtenir une PF2 (EV2 ≥ 50 MPa), il est nécessaire d'appliquer les préconisations suivantes :

Sur les argiles limoneuses H1 et/ou argiles H3			
État hydrique de la PST	***Classe de PST / AR***	***Amélioration de la PST***	***Couche de forme type***
th ou h	PST0 / AR0 PST1 / AR1	Drainage latéral + cloutage	0.40 m de matériaux de type R21 (0/60 ou 0/100) au-dessus d'un géotextile
m	PST2 / AR1	Pas nécessaire	
s	PST3 / AR1		
ts			

Sur le substratum rocheux H2	
Préparation du fond de forme	Purge des sols résiduels de mauvaise qualité ou détériorés
Contrôle du fond de forme	Vérification visuelle de l'absence de poches résiduelles de mauvaise qualité
Mise en œuvre de la couche de forme	0.20 m de couche de forme en concassé R_{21} / R_{61} ou GNT D_2 / D_3, de granulométrie 0/31.5

On veillera à respecter les recommandations du guide GTR.

5.4.2. Recommandations vis-à-vis du risque argileux

A noter qu'en zone d'aléa retrait-gonflement du sol, il est recommandé d'augmenter les épaisseurs de couche de forme au droit des zones argileuses sensibles pour limiter au maximum les déformations liées au phénomène de mouvement du sol qui peuvent être hétérogènes en fonction de la variabilité de nature du sol, du plan de drainage du projet, des linéaires de réseaux enterrés…

L'épaisseur minimale recommandée au regard de la sensibilité du sol est de 1.0 m pour une couche de forme granulaire (voirie PL et VL). En cas de couche de forme granulaire, l'épaisseur globale pour se prémunir des phénomènes de retrait-gonflement pourra comprendre la couche de forme mais également les épaisseurs de structure granulaire sous chaussée (couche de base et couche de fondation).

Ces épaisseurs globales induites par le risque de déformation par retrait-gonflement du sol sont indépendantes des critères de réception à obtenir, indiqués au paragraphe suivant.

5.5. Prédimensionnement de la structure de chaussée

5.5.1. Définition de la structure

Le prédimensionnement suivant peut être proposé pour les voiries à partir du catalogue :

	Structure type 1	***Structure type 2***
Couche de surface	6 cm de BBSG (0/10)	5 cm de BBSG (0/10)
Couches de base / fondation	20 cm de GNT	10 cm de GB2 (0/14)
Plateforme	PF2 (EV2 > 50 MPa)	PF2 (EV2 > 50 MPa)

BBSG : béton bitumineux semi grenu ; GNT : grave non traitée ; GB : grave bitume

L'entreprise pourra proposer des structures différentes dans la mesure où elles sont équivalentes (à justifier par une note technique).

5.5.2. Vérification au gel / dégel

La structure de chaussée devra être vérifiée en fonction de la circulation effective prévue sur les voiries et de la tenue au gel.

5.5.3. Recommandations

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

- Contrôle du niveau de portance de la plateforme,
- Respect des épaisseurs préconisées,
- Contrôle de la qualité des matériaux mis en œuvre et de leur compacité.

Par ailleurs, les GB et les BBSG devront être conformes à la norme NF EN 13 108 – 1.

Les granulométries des matériaux hydrocarbonés seront fonction des épaisseurs mises en œuvre, qui pourront être les suivantes :

- GB (0/14 pour des épaisseurs de 8 à 14 cm),
- BBSG (0/10 pour des épaisseurs de 5 à 7 cm).

Leurs conditions de mise en œuvre sont définies par la norme NF P98-150. Les liants utilisés pour la couche d'accrochage seront adaptés au matériau hydrocarboné choisi.

6. CONDITIONS GENERALES DE VALIDITE DU RAPPORT

Ce rapport retranscrit l'étude effectuée par GEOTECHNIQUE S.A.S. dans le cadre d'une étude géotechnique préalable (G1) pour la vente ou l'aménagement d'un terrain constructible.

GEOTECHNIQUE S.A.S. reste à la disposition de la maîtrise d'ouvrage et des éventuels acquéreurs pour les études ultérieures (G2, G4) et définir, ainsi, les modes de construction réellement adaptés à leur projet.

GEOTECHNIQUE S.A.S. reste donc à la disposition de la maîtrise d'ouvrage pour la réalisation des missions ultérieures en collaboration avec la maitrise d'œuvre.

Rédacteur	Vérificateur
M. LEVRON	R. FONTENEAU
Chargée d'affaire	Chargé d'affaire

Annexe 1 : **Extrait de la norme NF P94-500 de novembre 2013**

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

— Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

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

Phase Projet (PRO)

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

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

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

— Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).

— Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

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 :

Phase Étude

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).

— Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

— Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.

— Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).

— Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

— donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

— Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.

— Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

Annexe 2 : **Conditions de validité de l'étude**

1 - Le présent rapport et ses annexes sont indissociables. Il est basé sur un nombre limité de sondages et de mesures et sur les renseignements concernant le projet remis à GEOTECHNIQUE SAS au moment de la reconnaissance géotechnique. L'analyse et les recommandations soumises dans ce rapport sont basées sur les résultats obtenus à partir des sondages dont l'emplacement est indiqué sur le plan d'implantation joint en annexe, et sur toutes les informations données dans ce rapport.

2 - Ce rapport ne peut pas prendre en compte les variations éventuelles entre sondages. L'étude de sol étant basée sur un nombre limité de sondages, la continuité des couches de sols entre sondages ne peut être garantie et une adaptation du projet de fondation en fonction de l'hétérogénéité des sols est normale et ne peut être reprochée à GEOTECHNIQUE SAS.

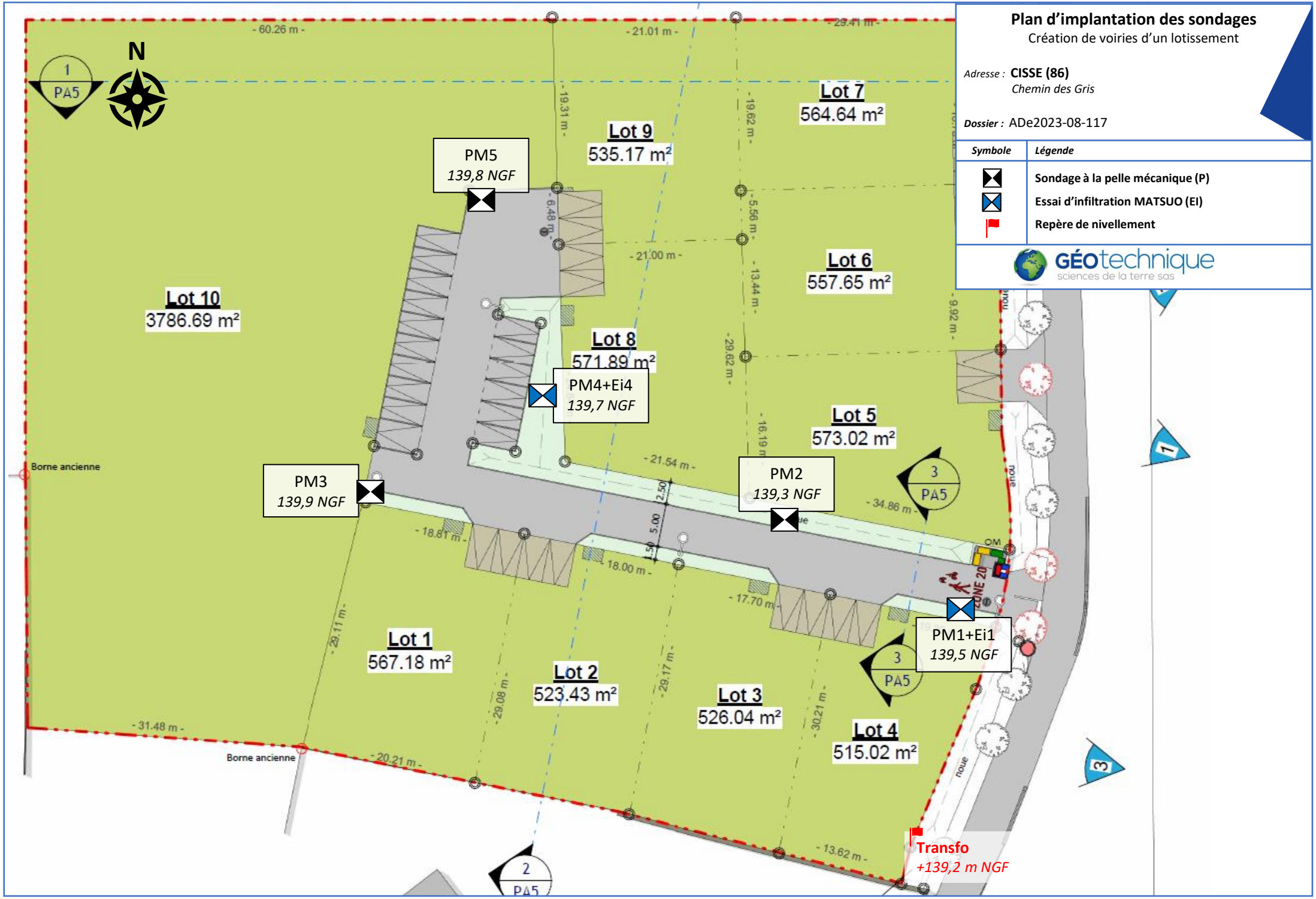
3 - Toute étude réalisée à partir d'une esquisse ou d'un plan de principe nécessitera une seconde étude spécifique adaptée au projet retenu. Le but de ce rapport est limité au projet et à la localisation décrite ci-avant.

4 - Tout changement d'implantation ou de structure des constructions par rapport aux hypothèses de départ sera communiqué à GEOTECHNIQUE SAS qui donnera ou non son accord, selon que ces changements modifient les conclusions de l'étude.

5 - Les éléments nouveaux mis à jour en cours des travaux de fondations et non détectés lors de la reconnaissance devront être signalés à GEOTECHNIQUE SAS afin d'étudier les adaptations nécessaires.

6 - Nous recommandons que toutes les opérations de construction en relation avec les terrassements et les fondations soient inspectées par un ingénieur géotechnicien afin d'assurer que les dispositions constructives soient totalement accomplies pendant les travaux.

Annexe 3 : **Implantation des sondages**


Plan d'implantation des sondages
Création de voiries d'un lotissement
Adresse : CISSE (86)
Chemin des Gris
Dossier : ADe2023-08-117
Symbole
Légende
Sondage à la pelle mécanique (P)
Essai d'infiltration MATSUO (EI)
Repère de nivellement
GÉOtechnique
sciences de la terre sas
N
Lot 7
564.64 m²
Lot 9
535.17 m²
Lot 6
557.65 m²
Lot 10
3786.69 m²
Lot 8
571.89 m²
Lot 5
573.02 m²
Lot 1
567.18 m²
Lot 2
523.43 m²
Lot 3
526.04 m²
Lot 4
515.02 m²
PM5
139,8 NGF
PM4+Ei4
139,7 NGF
PM3
139,9 NGF
PM2
139,3 NGF
PM1+Ei1
139,5 NGF
Borne ancienne
Borne ancienne
Transfo
+139,2 m NGF
- 60.26 m -
- 21.01 m -
- 29.41 m -
- 19.31 m -
- 19.62 m -
- 6.48 m -
- 5.56 m -
- 21.00 m -
- 13.44 m -
- 9.92 m -
- 29.62 m -
- 16.19 m -
- 21.54 m -
- 34.86 m -
- 18.81 m -
- 18.00 m -
- 17.70 m -
- 29.11 m -
- 29.08 m -
- 29.17 m -
- 30.21 m -
- 31.48 m -
- 20.21 m -
- 13.62 m -
2.50
5.00
1.50
noue
ZONE 20
1
PA5
2
PA5
3
PA5

Annexe 4 : **Coupes de sondages**

GÉOtechnique
sciences de la terre sas

SONDAGE SEMI-DESTRUCTIF PM1+Ei1

Opération : **CISSE (86)**
Chemin des Gris

Client : VIVAPROM
Dossier : *ADe2023-08-117*
Echelle : ***1/10***
Profondeur atteinte :

Cote altimétrique : **139.5 NGF**
Coordonnée en X :
Coordonnée en Y :
Date du sondage : **19/10/2023**

Cote	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau	Outil
139,40	0	TV - Terre végétale limoneuse (0,1 m)	SEC	Pelle mécanique 8T
139,00	0,5	H1 - Argiles limoneuses marron à cailloutis calcaire sur calcaires en blocs (0,5 m)		
138,5	1			
138	1,5			
	2			

Observation : Bonne tenue des parois. Perméabilité K=6,2E-07 m/s

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.23

GÉOtechnique
sciences de la terre sas

SONDAGE SEMI-DESTRUCTIF PM2

Opération : **CISSE (86)**
Chemin des Gris

Client : VIVAPROM
Dossier : *ADe2023-08-117*
Echelle : ***1/10***
Profondeur atteinte :

Cote altimétrique : **139.3 NGF**
Coordonnée en X :
Coordonnée en Y :
Date du sondage : **19/10/2023**

Cote	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau	Outil
139,20	0	TV - Terre végétale limoneuse (0,1 m)	SEC	Pelle mécanique 8T
139		H1 - Argiles limoneuses marron à cailloutis calcaire		
	0,5			
138,70		(0,6 m)		
138,5		H2 - Calcaires marneux beiges compacts à très compacts		
	1			
138				
	1,5			
137,5				
137,30	2	(2,0 m)		

Observation : Bonne tenue des parois.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.23

GÉOtechnique
sciences de la terre sas

SONDAGE SEMI-DESTRUCTIF PM3

Opération : **CISSE (86)**
Chemin des Gris

Client : **VIVAPROM**
Dossier : ***ADe2023-08-117***
Echelle : ***1/10***
Profondeur atteinte :

Cote altimétrique : **139.9 NGF**
Coordonnée en X :
Coordonnée en Y :
Date du sondage : **19/10/2023**

Cote	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau	Outil
139,80	0	TV - Terre végétale limoneuse (0,1 m)	SEC	Pelle mécanique 8T
139,40	0,5	H1 - Argiles limoneuses marron à cailloutis calcaire (0,5 m)		
139	1	H2 - Marnes calcaires à calcaires marneux beiges compacts à très compacts		
138,5	1,5			
138				
137,90	2	2,0 m		

Observation : Bonne tenue des parois.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.23

GÉOtechnique
sciences de la terre sas

SONDAGE SEMI-DESTRUCTIF PM4+Ei4

Opération : **CISSE (86)**
Chemin des Gris

Client : VIVAPROM
Dossier : *ADe2023-08-117*
Echelle : ***1/10***
Profondeur atteinte :

Cote altimétrique : **139.7 NGF**
Coordonnée en X :
Coordonnée en Y :
Date du sondage : **19/10/2023**

Cote	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau	Outil
139,60	0	TV - Terre végétale limoneuse (0,1 m)	SEC	Pelle mécanique 8T
139,20	0,5	H1 - Argiles limoneuses marron à cailloutis calcaire (0,5 m)		
138,60	1,1 m	H2 - Calcaires marneux beiges à blocs		

139 — 1 — 138,5 — 1,5 — 138 — 2

Observation : Bonne tenue des parois. Perméabilité K=3,7E-06.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.23

GÉOtechnique
sciences de la terre sas

SONDAGE SEMI-DESTRUCTIF PM5

Opération : **CISSE (86)**
Chemin des Gris

Client : VIVAPROM
Dossier : *ADe2023-08-117*
Echelle : ***1/10***
Profondeur atteinte :

Cote altimétrique : **139.8 NGF**
Coordonnée en X :
Coordonnée en Y :
Date du sondage : **19/10/2023**

Cote	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau	Outil
139,70	0	TV - Terre végétale limoneuse (0,1 m)	SEC	Pelle mécanique 8T
139,40		H1 - Argiles limoneuses marron à cailloutis calcaire (0,4 m)		
139,00	0,5	H3 - Argiles plastiques marron clair à cailloutis (0,8 m)		
139				
138,5	1	H3 - Argiles plastiques bariolées à cailloutis		
138	1,5			
137,80	2	(2,0 m)		

Observation : Bonne tenue des parois.

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr
EXGTE 3.23

NOTRE SIÈGE SOCIAL

170 rue du Traité de Rome CS 80131
84918 AVIGNON Cedex 9
Tél. : 04 90 01 39 02
contact@geotechnique-sas.com

Retrouvez toutes nos agences sur
www.geotechnique-sas.com

0 805 690 989

GÉOtechnique
sciences de la terre sas