

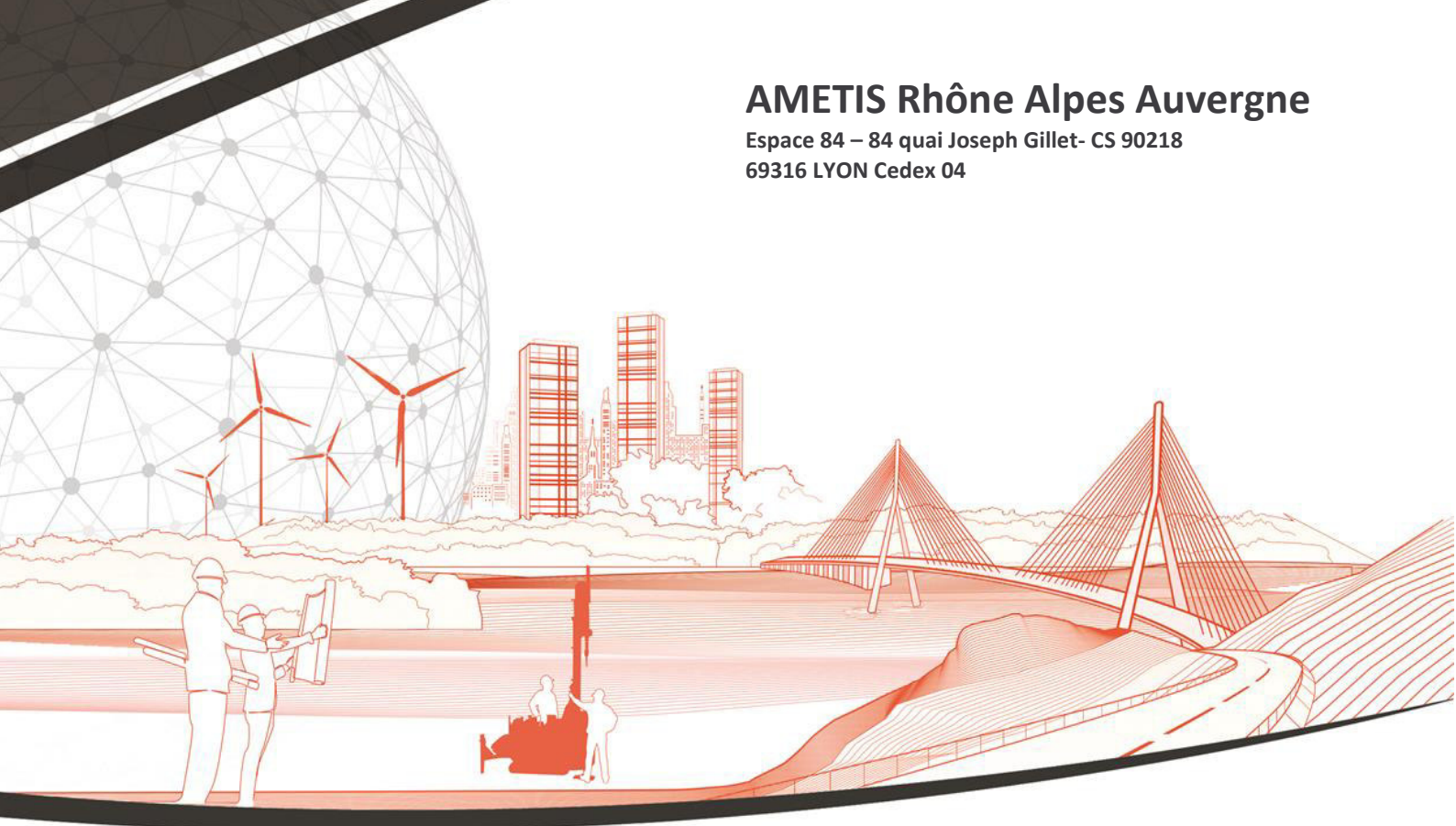
HYDROGÉOTECHNIQUE

Spécialistes en études de sol,
chaussée et environnement.



AMETIS Rhône Alpes Auvergne

Espace 84 – 84 quai Joseph Gillet- CS 90218
69316 LYON Cedex 04



RAPPORT D'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

Construction d'un bâtiment R+2 avec sous-sol

Études géotechniques G2 AVP

LES COTES D'AREY (38)

DOSSIER N°	INDICE	DATE	RÉDACTEUR	CONTRÔLEUR	SUPERVISEUR	OBSERVATIONS / MODIFICATIONS
C.22.51.013	1	15/03/2022	Alexandre BELUGOU	Patrice CHAMEL		

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	4
1.1. MISSIONS.....	4
1.2. RÉFÉRENTIELS.....	5
1.3. DOCUMENTS FOURNIS.....	5
1.4. DESCRIPTION DU PROJET AU STADE DE NOTRE MISSION	6
1.5. CHANGEMENT D'IMPLANTATION OU D'IMPORTANCE DU PROJET	11
2. ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE - MISSION G1 ES	12
2.1. CONTEXTE SITOLOGIQUE ET HISTORIQUE.....	12
2.2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE.....	13
2.3. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE	13
2.4. RISQUES NATURELS	14
2.5. SISMICITÉ.....	16
2.6. BASE DE DONNÉES DES ANCIENS SITES INDUSTRIELS ET ACTIVITÉS DE SERVICE	16
3. PROGRAMME SPÉCIFIQUE D'INVESTIGATIONS MIS EN ŒUVRE	17
3.1. PROGRAMME SPÉCIFIQUE	17
3.2. IMPLANTATION ET CALAGE ALTIMÉTRIQUE.....	17
4. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS ET INTERPRÉTATION - MISSIONS G1 PGC et G2 AVP	18
4.1. LITHOLOGIE	18
4.2. CARACTÉRISTIQUES GÉOTECHNIQUES	19
4.3. HYDROGÉOLOGIE	19
4.4. PERMÉABILITÉ	20
5. CONDITIONS SISMIQUES	21
6. SYNTHÈSE DES DONNÉES DE SOL ET ALÉAS GÉOTECHNIQUES – MISSION G1 / G2 AVP.....	22
6.1. SYNTHÈSE DES DONNÉES GÉOTECHNIQUES.....	22
6.2. ALÉAS.....	23
7. PRINCIPES GÉNÉRAUX DE FONDATION - MISSION G2 AVP.....	24
8. PRINCIPES GÉNÉRAUX DES TERRASSEMENTS - MISSION G2 AVP	25
8.1. GÉNÉRALITÉS SUR LES TRAVAUX ENVISAGÉS.....	25
8.2. TERRASSEMENTS.....	25
8.3. STABILITÉ DES TALUS PROVISOIRES	26
8.4. MURS ENTERRES	26
8.5. RÉALISATION DES SOUTÈNEMENT PROVISOIRES	27
8.6. DISPOSITIFS D'ASSAINISSEMENT ET DE DRAINAGE	27
9. ÉBAUCHE DIMENSIONNELLE DES FONDATIONS PAR RADIER general - MISSION G2 AVP.....	28
9.1. PRINCIPE.....	28
9.2. NIVEAU D'ASSISE	28

9.3.	RÉSISTANCE ULTIME ET TASSEMENTS.....	29
9.4.	MODULE DE RÉACTON SOUS RADIER.....	29
9.5.	SUJÉTIONS D'EXÉCUTION	30
10.	INCERTITUDES A LEVER EN PHASE G2 PRO	32
ANNEXES		34
ANNEXE 1 PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES.....		35
ANNEXE 2 COUPES DES SONDAGES PENETROMETRIQUES		36
ANNEXE 3 SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE		37
ANNEXE 4 RESULTATS DES ESSAIS DE PERMEABILITE		38
ANNEXE 5 MISSIONS GÉOTECHNIQUES.....		39

1. INTRODUCTION

1.1. MISSIONS

À la demande et pour le compte de la société **AMETIS**, l'agence SILLON RHODANIEN du Bureau d'Etudes HYDROGÉOTECHNIQUE SUD-EST a procédé à l'exécution des sondages, essais et études géotechniques préalables à la **construction d'un bâtiment R+2 avec sous-sol situé sur la commune des COTES d'AREY (38)**.

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la norme 94.500 des missions type d'ingénierie géotechnique de l'AFNOR-USG (Novembre 2013), qui suivent les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet, à savoir :

- ÉTAPE 1 : étude géotechnique préalable (G1)
 - ES : Phase Étude de Site,
 - PGC : Phase Principes Généraux de Construction,
- ÉTAPE 2 : étude géotechnique de conception (G2)
 - AVP : Phase Avant-Projet,
 - PRO : Phase Projet,
 - DCE / ACT : Phase Dossier de Consultation des Entreprises et Assistance aux Contrats de
- Étude d'éléments spécifiques géotechniques
 - Diagnostic géotechnique (G5).

L'étude géotechnique conduite sur le terrain, ainsi que le présent rapport correspondent à l'enchaînement des **missions G1 – G2 AVP** de l'Union Syndicale Géotechnique. Vous trouverez en annexe la classification, le contenu et le schéma d'enchaînement de ces missions.

Les hypothèses prises lors de l'établissement de ce rapport s'entendent sous réserve de la stricte application de cette norme et plus généralement de l'ensemble des normes et règlements en vigueur.

Ce rapport a été rédigé par **Alexandre BELUGOU**, Ingénieur géotechnicien et vérifié par **Patrice CHAMEL**, Ingénieur Géotechnicien ISTG.

Les objectifs de cette étude sont :

- l'appréhension des caractéristiques géologiques, hydrogéologiques et géotechniques des sols au droit du projet,
- la présentation des principes généraux de construction des ouvrages géotechniques, à savoir :
 - les fondations envisageables au droit du bâtiment,
 - les points principaux relatifs au drainage,
 - la nature et l'épaisseur des matériaux constitutifs de la plate-forme,
 - les soutènements envisagés au droit du bâtiment,
- la justification de quelques ébauches dimensionnelles des ouvrages principaux suivant les règles, normes AFNOR ou fascicules,
- l'examen de quelques exemples types de fondation en précisant les encastresments et les portances.

Notre mission de type G1 et G2-Phase AVP s'arrête à la remise de ce rapport. Elle devra être suivie des missions de type G2-PRO (qui nous a été confiée) et DCE/ACT, G4. Ponctuellement une mission G5 à définir par la Maîtrise d'Œuvre du projet pourra être réalisée. La mission G3 est à la charge de l'entreprise adjudicataire des travaux.

Limites de cette étude :

- la présence notamment de risque d'amiante anthropique dans les remblais n'a pas été étudiée,
- le caractère de cette étude est strictement de type géotechnique. Les aspects liés à la recherche de pollution éventuelle ou à la caractérisation des ouvrages enterrés et des incidences des vestiges et fouilles archéologiques sont exclus,
- notre mission n'intègre pas l'étude d'assainissement autonome,
- la présente étude peut présenter des contradictions avec les résultats de missions complémentaires (recherche de pollution notamment). Il appartiendra au Maître d'Œuvre de mettre en cohérence ces éléments, si nécessaire, à la réception des études.

1.2. RÉFÉRENTIELS

La campagne de sondages, ainsi que notre étude suivent les normes et documents français et plus particulièrement :

- Eurocodes 1 – NF-EN-1991-1 (mars 2003),
- Eurocodes 7 – NF-EN-1997-1 (juin 2005) et NF-EN-1997-2 (septembre 2007),
- Eurocodes 8 – NF-EN-1998-5 (septembre 2005),
- Arrêtés du 22 octobre 2010 et du 19 juillet 2011 relatifs à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal »,
- NFP 94-261 – Calcul géotechnique – Fondations superficielles (juin 2013) ainsi que l'amendement A1 de février 2017,
- NFP 94-262 - Calcul géotechnique – Fondations profondes (juillet 2012),
- DTU 13.12 – Règles pour le calcul des fondations superficielles,
- DTU 13.3 – Conception, calcul et exécution des dallages (mars 2005),
- DTU 20.1 - ouvrages en maçonneries de petits éléments : parois et murs (octobre 1994),
- Guide technique pour les remblais et les couches de forme (septembre 1992).

1.3. DOCUMENTS FOURNIS

Pour mener à bien notre mission, les documents suivants nous ont été fournis par le Maître d'Ouvrage :

- Dossier de demande de permis de construire, en date du 23/12/2021,
- Plan de récolements des réseaux, en date du 08/12/2021.

1.4. DESCRIPTION DU PROJET AU STADE DE NOTRE MISSION

Le projet concerne la construction d'un ensemble de 2 bâtiments en R+2 avec un niveau de sous-sol commun, semi-enterré à l'amont, sur la commune des COTES d'AREY (38).

À ce stade, les informations connues sur le projet sont les suivantes :

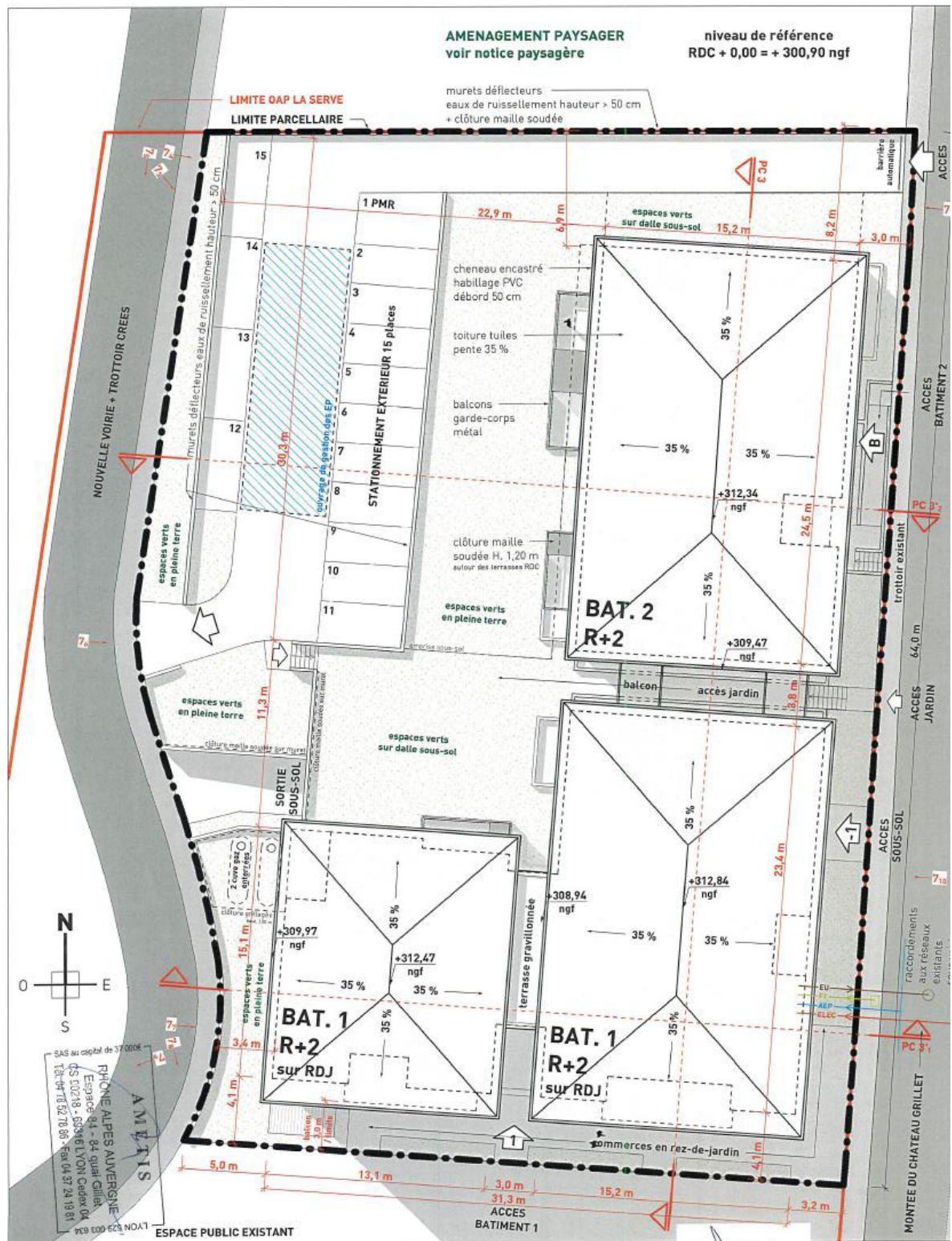
- Surface aménagée par AMETIS de 2610m²,
- bâtiments de type R+2,
- un niveau de sous-sol à usage de stationnement sur sa partie enterrée et à usage commerciale sur sa partie non enterrée,
- niveau fini du sous-sol à 298.00 NGF en moyenne,
- niveau fini RDC à 300.90 NGF,
- niveau du terrain naturel allant de 297.78 à 302.00m NGF,
- surcharges sur dallages et descentes de charges des fondations non fournies (hypothèses de 250 kg/m²).

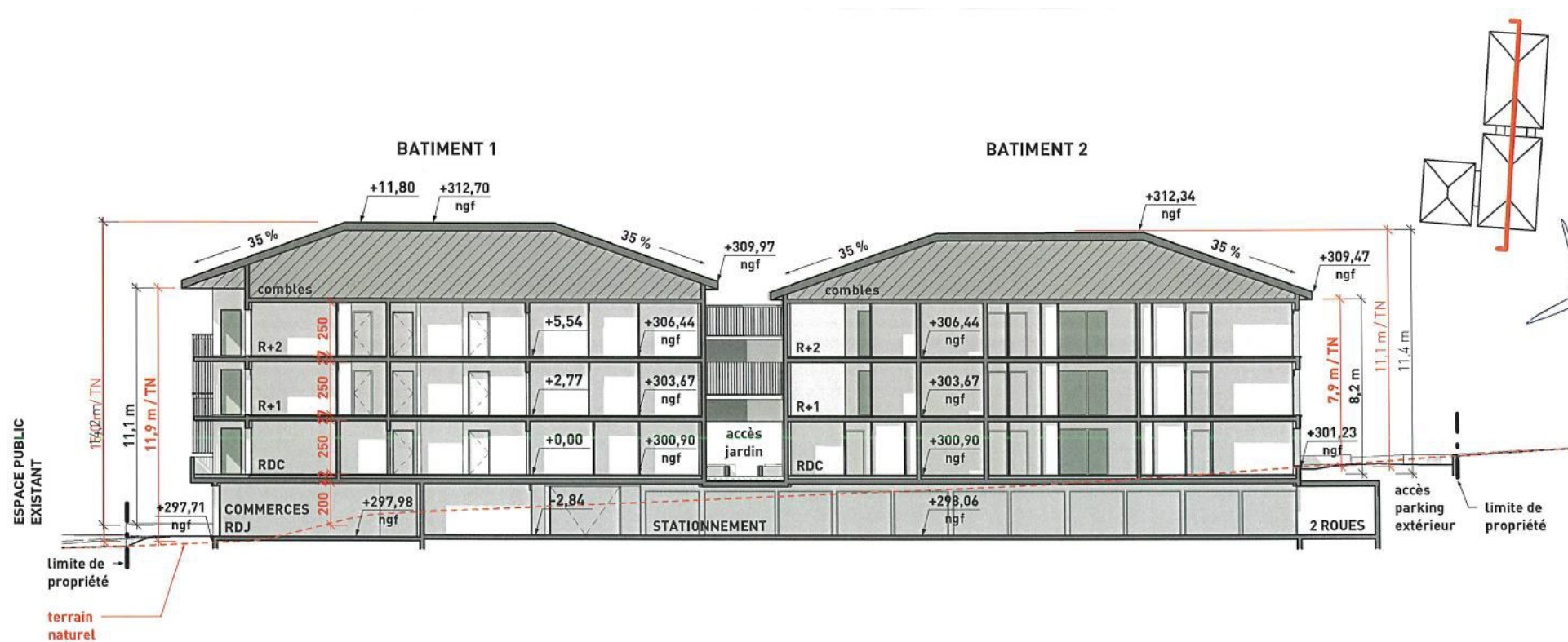
Le plan de masse et le plan du sous-sol est fourni à la page suivante.

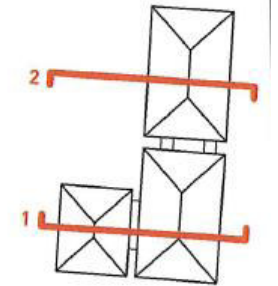
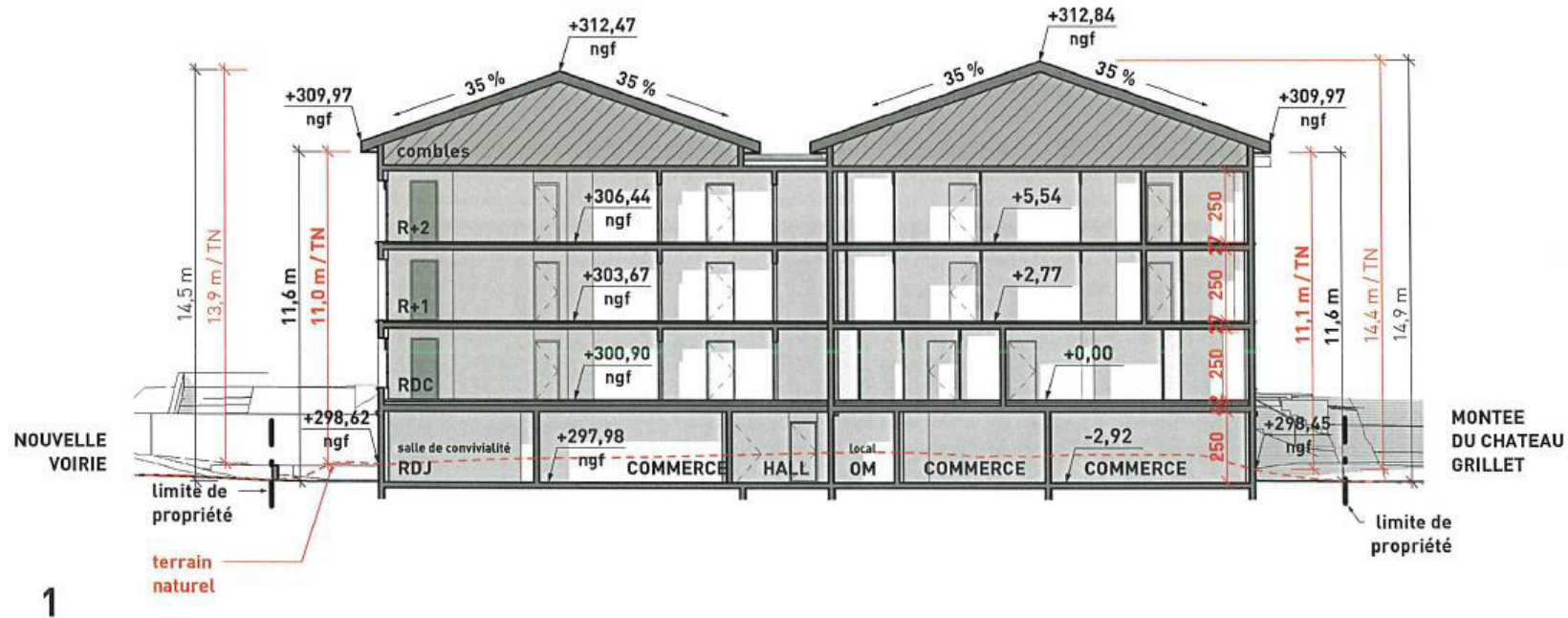
D'après les informations fournies par le Maître d'Ouvrage, le projet étudié est classé en catégorie géotechnique 2.

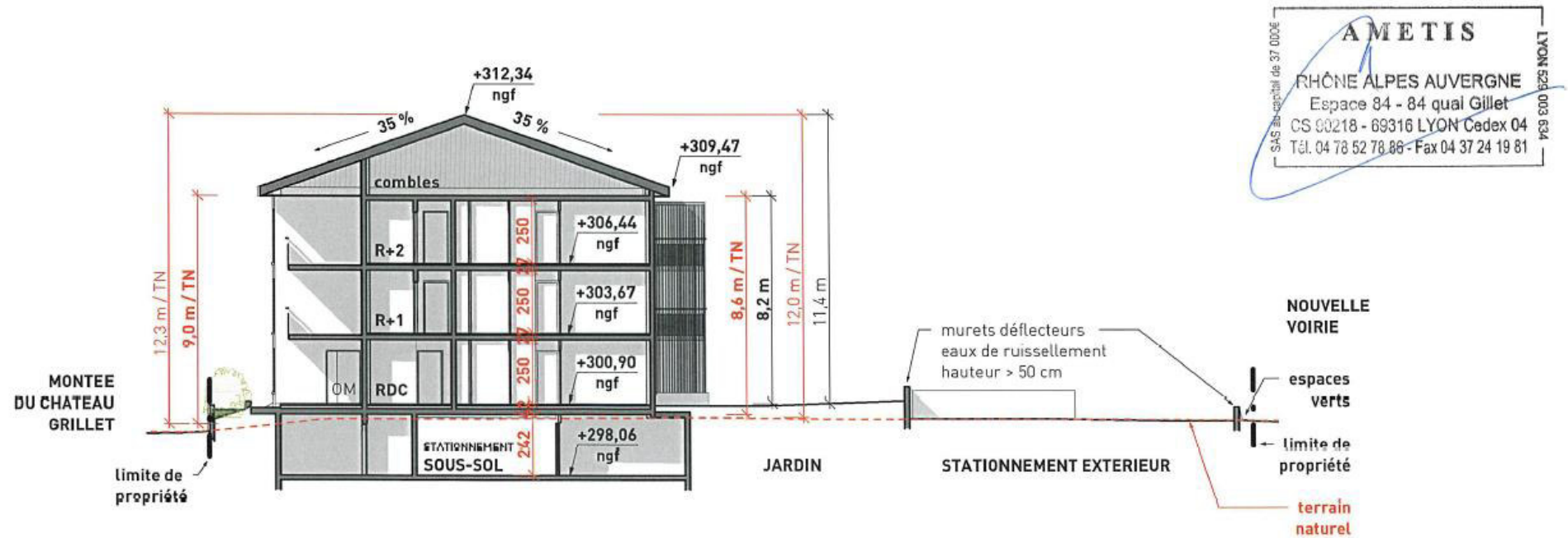
Classe de conséquence	Conditions de site	Catégorie géotechnique*	Base des justifications
CC1	Simples et connues	1	Expérience et reconnaissance géotechnique qualitative admises
CC1	Complexes	2	Reconnaissance géotechnique et calculs nécessaires
CC2	Simples		
CC2	Complexes	3	Reconnaissance géotechnique et calculs approfondis
CC3	Simples ou complexes		

* Cette classification est à confirmer par le Maître d'Ouvrage.









2



Vue vers le Nord Est, parking et pelouse



Vue vers l'Est, terrain de sport

1.5. CHANGEMENT D'IMPLANTATION OU D'IMPORTANCE DU PROJET

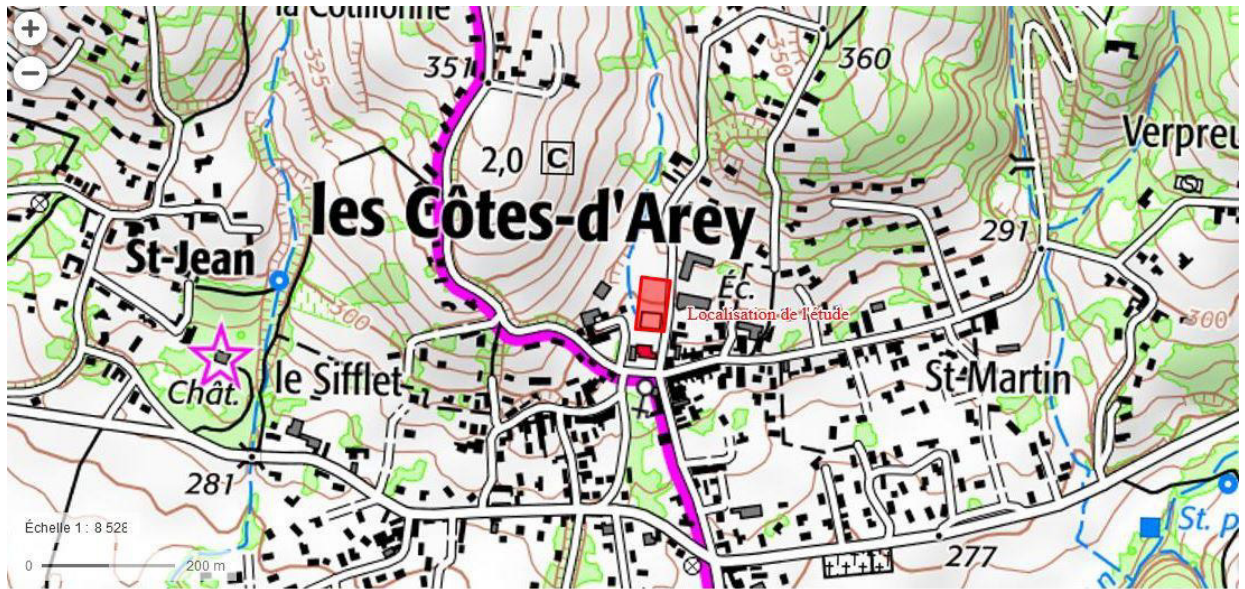
Tout changement d'implantation ou d'importance du projet par rapport aux hypothèses prises lors de l'établissement de ce rapport doivent nous être communiqués et recevoir notre accord par écrit et faire l'objet d'une mission spécifique complémentaire. Ces changements peuvent modifier les conclusions de notre étude.

Nous attirons l'attention sur le fait qu'un certain nombre de paramètres peuvent évoluer dans la durée (environnement notamment). Au-delà d'un délai de 1 an, nous recommandons fortement une actualisation de nos conclusions.

2. ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE - MISSION G1 ES

2.1. CONTEXTE SITOLOGIQUE ET HISTORIQUE

Le site se trouve Montée du Château Grillet, sur la commune des COTES D'AREY (38).



Carte IGN

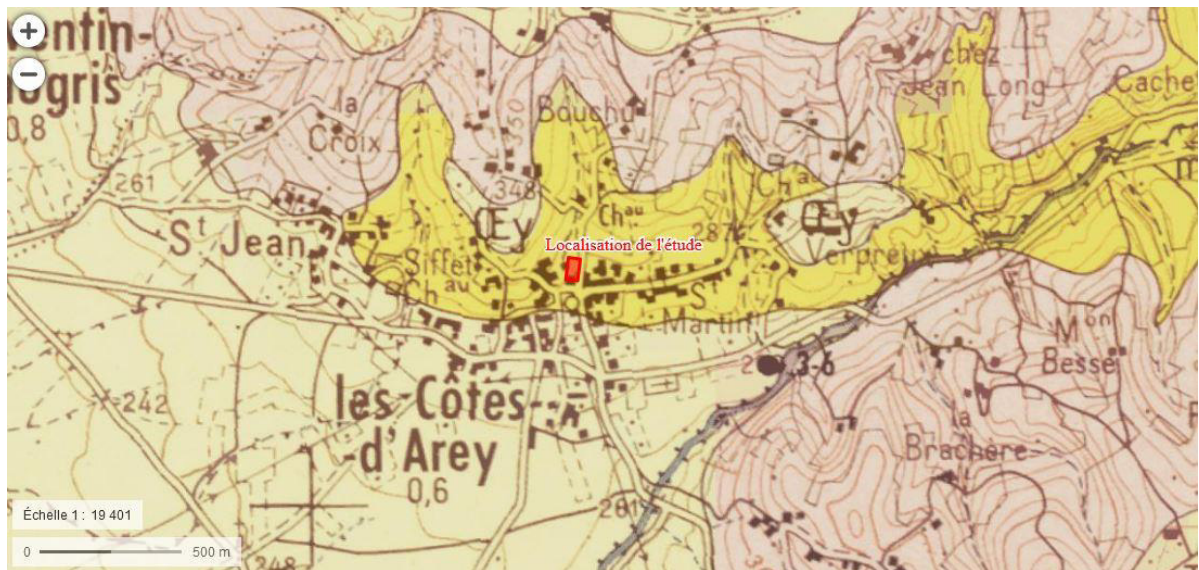


Vue aérienne

Le site est actuellement occupé par un parking sur sa partie supérieure et par un terrain de sport sur sa partie inférieure. Le terrain naturel actuel forme trois terrasses de niveaux différents. En partie nord le parking est globalement plat à 300.50 NGF, en partie intermédiaire une zone enherbée à 299.50 NGF et en partie sud le terrain de sport à 297.80 NGF.

2.2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE

La carte géologique du BRGM au 1/50 000 montre que la zone d'étude se situe en contexte de molasse sablo-gréseuse à lentilles conglomératiques (Tortonien).



Carte géologique

2.3. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

Dans ce contexte, des ruissellements et circulations erratiques sont possibles en liaison avec la pluviométrie et la topographie du site. Le site se situe dans un léger talweg orienté Nord-Sud.

Il est à noter que de nombreuses sources sont présentes dans les environs du projet.

2.4. RISQUES NATURELS

Selon le portail de prévention des risques majeurs du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire, les arrêtés de catastrophes naturelles pris sur la commune sont les suivants :

Glissement de terrain : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
38PREF19940045	05/10/1993	15/10/1993	27/05/1994	10/06/1994

Inondations et coulées de boue : 9

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
38PREF20070008	04/06/2007	04/06/2007	22/11/2007	25/11/2007
38PREF20030013	23/11/2002	24/11/2002	26/06/2003	27/06/2003
38PREF20000108	10/06/2000	11/06/2000	06/11/2000	22/11/2000
38PREF20000023	25/10/1999	25/10/1999	03/03/2000	19/03/2000
38PREF20000022	22/10/1999	23/10/1999	03/03/2000	19/03/2000
38PREF19930059	05/10/1993	10/10/1993	19/10/1993	24/10/1993
38PREF19830501	24/04/1983	31/05/1983	20/07/1983	26/07/1983
38PREF19830130	15/03/1983	25/03/1983	21/06/1983	24/06/1983
38PREF19820600	26/11/1982	27/11/1982	24/12/1982	26/12/1982

Mouvements de terrain : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
38PREF20030014	24/11/2002	25/11/2002	26/06/2003	27/06/2003

Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols : 2

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
38PREF20210013	01/07/2020	30/09/2020	18/05/2021	06/06/2021
38PREF20190048	01/07/2018	31/12/2018	13/12/2019	19/12/2019

Tempête : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
38PREF19820125	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982	19/11/1982

2.4.1. REMONTÉES DE NAPPES

D'après le portail Internet, le site est classé dans l'enveloppe approchée des zones potentiellement sujettes aux débordements de caves.

On veillera à se rapprocher des services communaux pour connaître le niveau des PHEC. Notre étude ne comporte pas de volet hydrogéologique spécifique au stade G2 AVP. La pose d'un piézomètre est planifiée lors de la campagne complémentaire en vue de la mission G2 PRO.

2.4.2. RISQUE INONDATIONS

La commune est soumise à un PPRN Inondations. La commune n'est pas sur un territoire à risque important d'inondation. La commune ne fait pas l'objet d'un programme de prévention.

2.4.3. LES PHÉNOMÈNES DE RETRAIT/GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX

D'après la cartographie de l'aléa des sols argileux aux phénomènes de retrait gonflement, le site est classé en aléa faible.



Carte de l'aléas retrait gonflement

2.4.4. BASE DE DONNÉES DES CAVITÉS SOUTERRAINES

Aucune cavité souterraine n'a été recensée par le BRGM au droit de la zone d'étude et à proximité (rayon 500m). Cependant, la commune est concernée par un PPRN risque mouvements de terrains, affaissements et effondrements prescrit.

2.4.5. RISQUE DE GLISSEMENT DE TERRAIN

Aucun mouvement de terrain n'a été recensé par la BRGM au droit de la zone d'étude et à proximité (rayon 500m). Cependant, la commune est concernée par un PPRN risque mouvements de terrains, prescrit.

2.4.6. RISQUE RADON

D'après le site www.irsln.fr, la commune des COTES D'AREY présente un potentiel de présence de radon de catégorie 1.

Les communes à potentiel radon de catégorie 1 sont celles localisées sur les formations géologiques présentant les teneurs en uranium les plus faibles. Ces formations correspondent notamment aux formations calcaires, sableuses et argileuses constitutives des grands bassins sédimentaires (bassin parisien, bassin aquitain) et à des formations volcaniques basaltiques (Massif Central, Polynésie Française, Antilles...).

Sur ces formations, une grande majorité de bâtiments présente des concentrations en radon faibles. Les résultats de la campagne nationale de mesure en France métropolitaine montrent ainsi que seulement 20% des bâtiments dépassent 100 Bq. m^{-3} et moins de 2% dépassent 400 Bq. m^{-3} .

2.5. SISMICITÉ

Depuis le 22 octobre 2010, la France dispose d'un nouveau zonage sismique divisant le territoire national en cinq zones de sismicité croissante en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes (articles R563-1 à R563-8 du Code de l'Environnement modifiés par les décrets n°2010-1254 du 22 octobre 2010 et n°2010-1255 du 22 octobre 2010, ainsi que par l'Arrêté du 22 octobre 2010).

Ici, le décret n°2010-1255 classe la zone étudiée en zone 2 aléa faible.

Ces règles doivent être appliquées au moyen d'un coefficient d'importance γ_1 attribué à chacune des catégories d'importance du bâtiment. Les valeurs de ces coefficients sont données par le tableau suivant :

CATÉGORIE D'IMPORTANCE	COEFFICIENT D'IMPORTANCE γ_1
I	0,8
II	1
III	1.2
IV	1.4

Ici, on retiendra $\gamma_1 = 1.2$ pour une catégorie d'importance III.

Le mouvement dû au séisme est représenté par un spectre de réponse élastique en accélération. Il est caractérisé au niveau d'un sol rocheux (sol de classe A) par la valeur d'accélération a_{gr} . Les valeurs des accélérations a_{gr} sont données dans le tableau suivant :

ZONES DE SISMICITÉ	a_{gr} (en m/s^2)
1 (très faible)	0,4
2 (faible)	0,7
3 (modérée)	1,1
4 (moyenne)	1,6
5 (forte)	3,0

Dans le cadre de cette étude $a_{gr} = 1.1 m/s^2$.

L'accélération horizontale de calcul est déterminée à partir d'un sol référence de classe A rocheux. Elle est égale au produit de l'accélération a_{gr} par le coefficient d'importance γ_1 .

On retiendra donc : $a_g = a_{gr} \times \gamma_1 = 1.2 \times 1.1 = 1.32 m/s^2$.

2.6. BASE DE DONNÉES DES ANCIENS SITES INDUSTRIELS ET ACTIVITÉS DE SERVICE

Plusieurs anciens sites industriels ont été recensés par le BRGM à proximité de la zone d'étude (rayon 500m).

3. PROGRAMME SPÉCIFIQUE D'INVESTIGATIONS MIS EN ŒUVRE

3.1. PROGRAMME SPÉCIFIQUE

Afin de répondre aux caractéristiques du projet, nous avons mis en œuvre les investigations suivantes :

- **5 sondages au tractopelle**, notés PM.1 à PM.5, descendus entre 3.5 et 3.9m de profondeur avec relevé des coupes lithologiques, observations sur les difficultés de terrassement (éboulement, compacité, refus...), observation du contexte hydrogéologique et prélèvement d'un échantillon pour analyse en laboratoire.
- **5 essais pénétrométriques**, notés PD.1 à PD.5, descendus au refus entre 4.0 et 5.4m de profondeur avec un train de tiges BORRO, suivant la norme NF P 94-115.
- **2 essais d'infiltration MATSUO**, réalisés dans les sondages à la pelle PM.4 à 3.9m de profondeur et PM.5 à 3.5m de profondeur,

3.2. IMPLANTATION ET CALAGE ALTIMÉTRIQUE

Le plan d'implantation des sondages est présenté en annexe du rapport. Les cotes NGF des têtes des sondages sont extrapolées sur la base du plan topographique de récolement des réseaux.

Sondages	Cote de tête de sondage (m NGF)	Cote de pied de sondage (m NGF)	Cote du niveau bas des bâtiments (m NGF)
PD 1	299.4	295.2	298.0
PD 2	300.3	296.3	298.0
PD 3	301.0	296.6	298.0
PD 4	300.2	294.8	298.0
PD 5	301.0	296.0	298.0

Altimétries des sondages pénétrométriques

4. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS ET INTERPRÉTATION - MISSIONS G1 PGC ET G2 AVP

4.1. LITHOLOGIE

Le site présente la superposition de couches de sols à dominante limoneuses avec des intercalations plus graveleuse ou blocailleuse. Il s'agit toutefois du même horizon lithologique. Un horizon résistant a été atteint sur l'ensemble des essais au pénétromètre sans que l'on puisse en déterminer la nature. Le substratum répertorié étant constitué de molasse, il est possible qu'il s'agisse de cette formation sans certitude toutefois.

L'analyse de l'ensemble des résultats permet de schématiser la lithologie de la manière suivante :

- **Couche 0-TV** : des limons marrons à radicelles :

sondage	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5
profondeur (m)	0.0 à 0.4	0.0 à 0.4	0.0 à 0.6	0.0 à 0.5	-

- **Couche 0-R** : des graves sableuses type couche de forme :

sondage	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5
profondeur (m)	-	-	-	-	0.0 à 0.7

- **Couche 1** : des limons marron :

sondage	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5
profondeur (m)	-	0.4 à 3.5	0.6 à 3.2	0.5 à 1.6	0.7 à 2.5

- **Couche 2** : des limons graveleux ocres :

sondage	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5
profondeur (m)	0.4 à 1.5 et 2.6 à 3.5*	3.5 à 3.7*	-	1.6 à 3.5	2.5 à 3.5*

- **Couche 3** : des limons argileux bigarrés :

sondage	PM 1	PM 2	PM 3	PM 4	PM 5
profondeur (m)	1.5 à 2.6	-	3.2 à 3.5*	3.5 à 3.9*	-

* fin de sondage

On gardera à l'esprit que :

- compte-tenu du nombre limité de points d'investigations, cette esquisse reste schématique et que l'épaisseur des différentes couches n'est certaine qu'au droit des sondages.

4.2. CARACTÉRISTIQUES GÉOTECHNIQUES

Les essais pénétrométriques montrent, au-delà des terrains de couverture (terre végétale et couche de forme du parking), les horizons de compacités suivantes :

- **Couche 1 : compacités faibles à médiocres** ($2 \leq q_d \leq 5$ MPa) :

sondage	PD.1	PD.2	PD.3	PD.4	PD.5
profondeur (m)	0.4 à 3.6	1.0 à 3.6	0.8 à 3.0	1.2 à 4.6	1.4 à 4.6

- **Couche 2 : compacités médiocres à moyennes** ($5 \leq q_d \leq 10$ MPa) :

sondage	PD.1	PD.2	PD.3	PD.4	PD.5
profondeur (m)	-	-	3.0 à 3.8	4.6 à 5.2	-

- **Couche 3 : compacités élevées à très élevées** ($10 \leq q_d \leq 30$ MPa) :

sondage	PD.1	PD.2	PD.3	PD.4	PD.5
profondeur (m)	3.6 à 4.2*	3.6 à 4.0*	3.8 à 4.4*	5.2 à 5.4*	4.6 à 5.0*

*refus

Commentaires : On note une assez bonne homogénéité des formations repérées dans les sondages à la pelle mécanique malgré la présence de blocs. Le comportement mécanique semble dicté par la matrice limoneuse avec des résistances dynamiques plutôt médiocres ($q_{d\text{moyen}}$ proche de 2,5 MPa). On note un creux peu marqué au droit de PD5 entre 2,6 et 3,4m ($q_d = 1,5$ MPa), correspondant aux limons graveleux ocres à petits galets.

4.3. HYDROGÉOLOGIE

Les sondages à la pelle mécanique n'ont pas permis d'observer d'éventuelles arrivées d'eau mais les couches de limons argileux bigarrés étaient sensiblement plus humides que les autres horizons.

Des circulations erratiques au sein de tous les horizons sont néanmoins possibles en liaison avec la pluviométrie et la perméabilité des terrains.

Remarques :

Les sondages de reconnaissance se font sur une période de courte durée et la présence ou l'absence de venue d'eau ne reflète pas systématiquement la réalité.

L'origine des venues d'eau possibles est, soit naturelle (sécheresse, crue de nappe en relation avec la situation météorologique par exemple), soit dues à des travaux ou une modification de l'environnement aux alentours immédiats (pompages, rejets, effets barrages, etc. ...).

On notera, par ailleurs :

- les risques effet piscine liés à la présence de matériaux perméables dans un environnement de matériaux moins perméables,
- des circulations d'eau fortement conditionnées par la météorologie et la topographie.

4.4. PERMÉABILITÉ

Deux essais d'infiltration de type MATSUO ont été réalisés. On obtient :

- **PM 4 à 3.9m,**
 - Couche testée : limons argileux (couche 3)
 - Perméabilité : 1×10^{-8} m/s, correspondant à un sol très peu perméable à imperméable.
- **PM 5 à 3.5m,**
 - Couche testée : limons graveleux (couche 2)
 - Perméabilité : 1×10^{-8} m/s, correspondant à un sol très peu perméable à imperméable.

Commentaires : les sols du site ont des perméabilités très faibles. Aucun niveau plus perméable n'a été atteint jusqu'à 3,5m de profondeur.

5. CONDITIONS SISMIQUES

Le tableau ci-après décrit les différentes classes de sol disponibles dans la norme NF-EN-1998-1.

Classe de sol	Description du profil stratigraphique	Paramètres		
		Vs.30 (m/s)	NSPT (coupes /30cm)	Cu (kPa)
A	Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5m de matériau moins résistant	>800	-	-
B	Dépôts raides de sable, de gravier ou d'argile sur-consolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur	360 – 800	> 50	>250
C	Dépôts profonds de sable de densité moyenne, de gravier ou d'argile moyennement raide, ayant des épaisseurs de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres	180-360	15 - 50	70-250
D	Dépôts de sol sans cohésion de densité faible à moyenne (avec ou sans couches cohérentes molles) ou comprenant une majorité de sols cohérents mous à fermes	< 180	< 15	< 70
E	Profil de sol comprenant une couche superficielle d'alluvions avec des valeurs de Vs de classe C ou D et une épaisseur comprise entre 5m environ et 20m reposant sur un matériau plus raide avec Vs > 800 m/s			
S1	Dépôts composés ou contenant une couche d'au moins 10m d'épaisseur d'argiles molles/vases avec un indice de plasticité élevé (PI > 40) et une teneur en eau importante	< 100 (valeur indicative)		10 – 20
S2	Dépôts de sols liquéfiables d'argiles sensibles ou tout autre profil de sol non compris dans les classes A à E ou S1			

Tableau 3.1 de la norme NF EN 1998-1

On retiendra que le sol est à priori de **classe D** ce qu'il conviendrait le cas échéant de valider par une mesure directe du VS30 par méthode MASW par exemple. Dans le cas de la découverte du substratum rocheux entre 4 et 5,5m, une modification de la classe de sol serait à envisager (classe A).

Les terrains ont donc un paramètre de sol $S = 1.6$.

Concernant la liquéfaction des sols, le site n'est a priori pas concerné par ce risque puisque les matériaux sous nappe peu compacts de la couche 2 sont plutôt limoneux et argileux (fraction sableuse a priori peu présente) puis les matériaux plus sableux et graveleux de la couche 3 montrent de bonnes compacités.

6. SYNTHÈSE DES DONNÉES DE SOL ET ALÉAS GÉOTECHNIQUES – MISSION G1 / G2 AVP

6.1. SYNTHÈSE DES DONNÉES GÉOTECHNIQUES

Compte-tenu des investigations menées, le site est marqué par la succession lithologique et les caractéristiques mécaniques suivantes :

Lithologie	Terre végétale/Couche de forme	Alluvions			Rocher ?
Description	Limons marron à radicelles ou graves sableuses	Limons marron	Limons graveleux ocre	Limons argileux bigarrés	Limons graveleux puis Molasse ?
N° Couche	0-TV – 0-R	1	2	3	4
Limites des couches (m)	0 à 0.4/0.7	0.7 à 1.6/3.5	0.4/3.5 à 3.5/3.7	1.5/3.5 à 2.6/3.9	A partir de 4.0/5.4 ?
Compacités	médiocre à élevées	Faibles à médiocres	médiocres à élevées		Très élevées
Résistance dynamique de pointe -qd- (MPa)	3 < qd < 15	2 ≤ qd ≤ 5 MPa	5 ≤ qd ≤ 15 MPa		qd > 15 MPa
Hydrogéologie	Circulations erratiques				-

6.2. ALÉAS

6.2.1. LA GÉOLOGIE

Les aléas sont liés :

- aux variations d'épaisseurs des différentes couches entre les sondages et la présence de poches plus blocailluses,
- aux importantes et fréquentes variations latérales de faciès au sein des alluvions entraînant :
 - des variations d'épaisseur des couches,
 - des variations de nature et de granulométrie par lentilles au sein d'une même couche (sables, limons, tourbes,...),

6.2.2. LA NATURE DES MATÉRIAUX

Les aléas sont liés à :

- la sensibilité à l'eau et à l'affouillement des sols de toutes les couches,
- la sensibilité au remaniement mécanique à l'exécution de toutes les couches,
- la présence de matériaux limoneux et argileux sensibles au phénomène de variations hydriques.

6.2.3. L'HYDROGÉOLOGIE

Les aléas sont liés :

- à des arrivées d'eau parasites en périodes pluvieuses, et à la formation possible de poches de stagnation en relation avec le contexte de versant peu penté,
- au caractère erratique et intermittent des circulations susceptibles d'affecter les sols des différentes couches.

6.2.4. L'ENVIRONNEMENT ET L'HISTORIQUE DU SITE

Les aléas sont liés :

- à la présence possible d'anciennes fouilles archéologiques non communiquées par le Maître d'Ouvrage,
- à l'existence de vestiges de fondations et d'ouvrages enterrés ou d'ouvrages creux désaffectés (conduites, réseaux, caves ...),
- à la présence de remblais anthropiques divers au sein de la couche C1 et potentiellement au sein de la couche C2.

6.2.5. LES RISQUES NATURELS

- prise en compte du risque sismique.

7. PRINCIPES GÉNÉRAUX DE FONDATION

- MISSION G2 AVP

Les solutions proposées sont celles qui semblent les meilleures à ce stade en fonction des données en notre possession.

D'autres solutions pourraient cependant être proposées en fonction de critères non pris en compte dans une étude de faisabilité et qui peuvent apparaître en phase conception ou d'exécution (problèmes de délais ou de phasage, variante locale économique, modification de l'environnement, caractéristiques particulières du projet non portées à notre connaissance). Si cela était le cas, nous conseillons à la Maîtrise d'œuvre ou à la Maîtrise d'Ouvrage de nous confier une mission pour valider les modifications apportées :

- les principes généraux de réalisation des **terrassements**, les dispositifs d'assainissement et de drainage à adopter et les **solutions de soutènements provisoires envisageables** sont développés au chapitre 8,
- pour ce qui concerne les **fondations du bâtiment**, compte-tenu du contexte géotechnique, des résultats obtenus et du niveau bas du projet, nous vous proposons une solution de **fondation par radier général** ancré au sein de la couche 1 ou 2 des limons à limons graveleux. Cette solution est développée au chapitre 9.

Les voiries d'accès ne font pas partie de notre mission et leur conception n'a pas été étudiée.

8. PRINCIPES GÉNÉRAUX DES TERRASSEMENTS - MISSION G2 AVP

8.1. GÉNÉRALITÉS SUR LES TRAVAUX ENVISAGÉS

Le niveau bas du bâtiment devrait se tenir à environ 0.5/3.6m de profondeur par rapport au terrain actuel. Les travaux de terrassement consisteront :

- à décaisser le terrain sur 1.5m en talutant à 1H/1V,
- à réaliser les soutènements provisoires, estimés à 50m linéaires, sur une plateforme à la cote approximative de 299.50NGF,
- à décaisser le terrain jusqu'au niveau du fond de forme, environ 297.40 NGF (avec une hypothèse d'un radier de 25cm et d'une couche de forme de 40cm),
- à la réalisation de la couche de forme,
- à la réalisation du radier,
- au remblaiement des sur-volumes une fois les élévations du niveau du sous-sol réalisées.

8.2. TERRASSEMENTS

Les matériaux concernés sont des matériaux meubles mélangés (limoneux, argileux et parfois à graves). Nous conseillons :

- démolition des existants,
- réalisation du décaissement à la pelle puissante en rétro, en excluant toute circulation d'engins à pneus sur l'arase terrassée,
- utilisation ponctuelle du brise roche hydraulique (blocs, niveaux indurés, vestiges de fondations, etc),
- réalisation des soutènements provisoires en parallèle du décaissement,
- purge des éventuelles poches de matériaux foisonnés, décomprimés ou organiques,
- comblement des purges par des matériaux de qualité (cf couche de forme 0/60mm) soigneusement compactés,
- mise en décharge des matériaux extraits pour les matériaux non pollués ou vers un site adapté en cas de pollution.

Nous préconisons la réalisation des terrassements en situation météo favorable. En cas de météo défavorable, compte-tenu de la sensibilité des sols supports au remaniement, nous préconisons l'arrêt du chantier. **L'arase sera réceptionnée par le géotechnicien dans le cadre d'une mission G4 pour s'assurer de l'absence d'anomalie (zone de remblais, fouilles archéologiques, vestiges, ...).**

Il lui sera donné des formes de pentes afin d'évacuer les eaux de ruissellement et il sera mis en place un système d'assainissement de la plateforme.

8.3. STABILITÉ DES TALUS PROVISOIRES

À court terme, on retiendra une pente des talus de déblais limitée à 1H/1V en l'absence d'arrivée d'eau et de signe d'instabilité, avec vérification quotidienne de la tenue. Dans le cas contraire, les pentes de talus seront adoucies à 3H/2V. Au-delà d'une exposition des talus de 2 mois, il sera nécessaire de procéder à une visite par un géotechnicien. Pour des talus provisoires laissés nus plus de 6 mois, nous préconisons de réduire la pente à 3H/2V quel que soit les terrains meubles en surface.

Compte-tenu de la sensibilité des matériaux à l'eau, on prévoira tous dispositifs permettant d'éviter toute arrivée d'eau sur ces talus comme par exemple :

- protection par film polyane, solidement arrimé au talus,
- mise en place d'une rigole ou d'un solin béton en haut du talus pour canaliser les eaux.

Ces dispositions seront complétées par la réalisation de masques ou d'éperons drainants préventifs lorsque les conditions l'exigent.

La réalisation de talus semble envisageable partout sauf le long de la montée du château Grillet. Si l'emprise disponible pour la réalisation des talus n'est pas suffisante, on optera pour la réalisation de soutènements provisoires.

À long terme, on limitera les pentes de talus à 2H/1V en déblai.

Compte-tenu de la sensibilité des matériaux à l'érosion, on veillera à une végétalisation rapide des talus.

8.4. MURS ENTERRES

Les murs enterrés, même sur de faibles hauteurs, devront être dimensionnés comme des soutènements. Ils devront être dimensionnés en admettant :

- mur libre en tête : $C'=0$, $\phi'=30^\circ$ à l'arrière du soutènement (remblai graveleux noble de qualité)
- mur non libre en tête : $K_0=0,5$ pour un terre-plein horizontal, et prise en charge des poussées supplémentaires liées à la pente générale du terrain fini et surcharges éventuelles.

Les ouvrages enterrés devront être imperméabilisés.

Les ouvrages enterrés formant un soutènement devront être munis d'un système de drainage vertical et périphérique calé au niveau de pose des fondations avec évacuation des eaux de drainage gravitairement vers un exutoire sûr. Le remblai contre ouvrage enterré devra être en matériaux nobles graveleux (grave D3) et drainant toute hauteur. La couche superficielle des remblais sera toutefois peu perméable afin d'éviter de favoriser l'infiltration des eaux pluviales en pied des ouvrages enterrés.

8.5. RÉALISATION DES SOUTÈNEMENT PROVISOIRES

Afin d'inscrire le niveau bas du sous-sol dans l'environnement du projet, des soutènements provisoires seront nécessaires, et notamment :

- en limite Est vis-à-vis de la rue Montée du château Grillet,

Ces soutènements devront être adaptés au phasage d'exécution et aux caractéristiques des sols en présence et du site. On pourra s'orienter vers :

- parois berlinoises ou parisiennes, tirantées si nécessaire.

Attention : la mise en œuvre de tirants nécessitera des autorisations de tréfonds et une connaissance parfaite des réseaux en présence afin de ne pas les endommager.

D'autres solutions de soutènements peuvent être envisageables, mais nous paraissent moins adaptées.

En première approche au stade AVP, on retiendra les paramètres suivants pour le dimensionnement des soutènements, à réaliser en phase PRO :

	C' en kPa	ϕ' en °	γ en kN/m ³
Couche 1	0	27°	19
Couche 2	0	29°	19
Couche 3	5	25°	19

8.6. DISPOSITIFS D'ASSAINISSEMENT ET DE DRAINAGE

En phase chantier, les dispositifs d'assainissement correspondent à la nécessité de protéger la plateforme et les talus, des ruissellements et des précipitations directes.

Les fouilles ne seront pas laissées ouvertes en cas d'intempéries ou feront l'objet de mesure de protection.

En phase définitive, compte tenu des caractéristiques hydrogéologiques du site, on s'orientera vers les préconisations suivantes, conformes avec le DTU 20.1 de la protection des fondations contre les eaux de ruissellement et d'infiltration (réalisation d'une protection superficielle périphérique pour éviter toute infiltration parasite).

On réalisera également un drainage périphérique des parties enterrées raccordé au réseau d'évacuation des eaux pluviales.

Les dispositions de la couche de forme sont développées plus loin.

9. ÉBAUCHE DIMENSIONNELLE DES FONDATIONS PAR RADIER GENERAL - MISSION G2 AVP

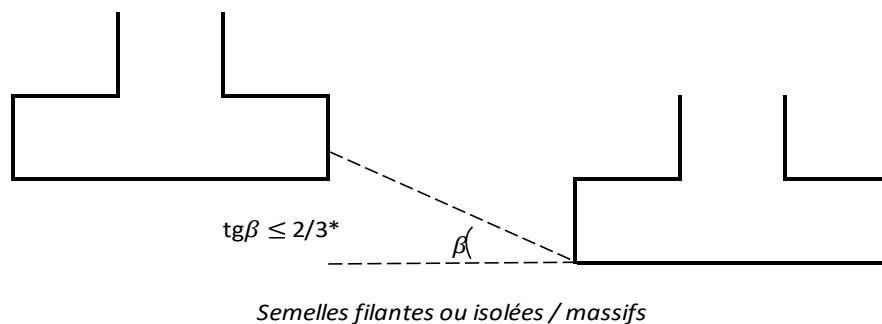
9.1. PRINCIPE

Cette solution consiste à envisager des **fondations par radier**. Un géotextile possédant une résistance à la rupture de 20 kN/m à minimum sera déroulé sur l'arase terrassée, complété par des matériaux drainants de type 0/60 ou 0/80 ($D_{10} > 1\text{mm}$, $VBS < 0.1$ et passant à $80\text{ }\mu\text{m} < 5\%$) à but d'homogénéisation sur 40cm d'épaisseur.

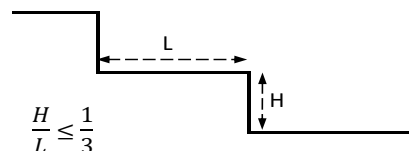
9.2. NIVEAU D'ASSISE

On veillera à respecter les critères suivants :

- un niveau d'assise calé systématiquement au sein de la couche 1 ou 2,
- respect d'un ancrage de 0.30m minimum dans la couche 1 ou 2,
- respect d'un ancrage minimal de 0.30m par rapport à l'arase terrassement,
- mise hors gel et garde hydrique des fondations projetées, (respect de 0.75m par rapport au sol périphérique fini),
- respect des règles sur les fondations à niveaux décalés.



** hors sollicitations sismiques*



9.3. RÉSISTANCE ULTIME ET TASSEMENTS

En référence au DTU 13.12, le calcul de la contrainte ultime q_u est établi par la formule suivante :

$$\begin{aligned} q_u &= q_d / 5 \text{ à } 7 \\ q_{ELU} &= q_d / 10 \text{ à } 14 \\ q_{ELS} &= q_d / 15 \text{ à } 21 \end{aligned}$$

Compte-tenu du contexte géotechnique, il est retenu une résistance dynamique caractéristiques de 2 MPa. On limitera volontairement la contrainte à :

- $q_u \leq 0.285 \text{ MPa} \times i_\delta$
- $q_{ELU} \leq 0.140 \text{ MPa} \times i_\delta$
- $q_{ELS} \leq 0.1 \text{ MPa} \times i_\delta$

Avec :

- $i_\delta = 1$ pour une charge verticale centrée (à confirmer au stade de la mission G2-PRO).

Tassement :

Les essais au pénétromètre dynamique ne permettent pas le calcul des tassements. Seule la réalisation d'essais pressiométriques permet de donner une estimation de la déformabilité des sous d'assise du radier.

En considérant un bâtiment en R+2 avec un niveau de sous sol, il est possible d'estimer les charges permanentes à environ 45 KPa aux ELS (à confirmer par BET structure). Dans des conditions de déblai sur 3m d'épaisseur, la décharge correspondante du terrain est évaluée à $3 \times 19 = 57 \text{ kPa}$ et les tassements du projet seront faibles. Le tassement de la partie sud peu ou pas enterrée va tasser d'une amplitude qui reste à déterminer. En retenant un module élastique moyen E' de 8 MPa sur 4m d'épaisseur, il vient, en première approximation, un tassement de 2,25cm.

A ce stade du projet, le BET structure émettra un avis sur la base d'un tassement compris entre 2 et 3cm. Toutefois en l'absence de niveau d'eau ces tassements devraient être acquis pour partie pendant la phase de construction des deux bâtiments.

Nous préconisons de mettre en place un joint de dilatation entre les parties Nord et Sud des bâtiments. Ce joint sera marqué et traité pour être imperméable en cas de remontées d'eau dans les sols.

9.4. MODULE DE RÉACTON SOUS RADIER

Le module de réaction sous radier est de $k = \frac{P}{s}$ avec :

- p : contrainte apportée par le radier = 0.045 MPa
- s : tassements sous le radier = 0.025 m

soit $k = 1 \text{ à } 2 \text{ MPa/m}$.

9.5. SUJÉTIONS D'EXÉCUTION

Elles sont liées :

- au respect d'un niveau d'ancrage de 0.30m au sein de la couche 1 ou 2 et des critères développés au chapitre 9.2,
- aux variations du niveau d'assise des fondations, en relation avec la fluctuation du toit du niveau d'ancrage,
- à l'environnement nécessitant :
 - la purge et la substitution par un gros béton en cas de découverte de vestiges enterrés,
 - la purge des niveaux décomprimés et des sols organiques,
 - la purge et l'extraction des souches d'arbres et sols foisonnés associés,
 - le comblement des sondages à la pelle si ceux-ci se retrouvent au droit des fondations du projet.
- au blindage des fouilles des massifs ou semelles au-delà de 1.30m de profondeur, (voire moins en cas de remblais)
- à l'utilisation d'un brise roche hydraulique en cas de rencontre de blocs de grande dimension ou vestiges,
- au terrassement de la fouille et à la tenue des parois ou à la réalisation de soutènements provisoires. On tablera sur des pentes de talus à 1 de base pour 1 de hauteur pour des fouilles provisoires avec vérification quotidienne de la tenue, protection des talus par film polyane et absence de surcharges en crête de talus (stockage des terres, engins, grue,...),
- à l'emprise des talus vis-à-vis des mitoyens, conduisant à la réalisation de soutènements provisoires (parois berlinoises, palplanches, mise en place de tirants, ...),
- au respect de l'interdiction de circulation des engins sur le fond de fouille,
- à l'interdiction de stockage de matériaux en crête de fouille,
- à une finition soignée des fouilles, au godet sans dents ou manuelle,
- à l'utilisation d'un béton fortement dosé en cas de présence d'eau, on prévoira la mise en place de béton en repoussant l'eau dans un angle de la fouille pour permettre son évacuation par pompage,
- au risque de surconsommation de béton liée à des hors profils (vestiges, remblais...),
- à la réalisation en phase chantier d'un dispositif de drainage en cas d'arrivée d'eau en veillant à démarrer les travaux de terrassement par le point bas,
- aux poussées horizontales sur les parties enterrées. Pour un matériau de remblaiement granulaire de qualité présentant un angle de frottement d'au moins 35°, on tablera sur une valeur de coefficient de poussée horizontale K_0 de 0.4. Pour les murs libres en tête il conviendra

de retenir un coefficient de poussée des terres égal à K_a en intégrant les effets de pente éventuels,

- à la mise en place d'un système de drainage périphérique des niveaux enterrés calé au niveau de l'arase supérieure des fondations et réalisé conformément au DTU 20.1,
- au respect des règles relatives à l'imperméabilisation des parties enterrées,
- à la mise en place de dispositions constructives contre les remontées capillaires éventuelles,
- à l'interaction du projet avec les avoisinants et au mode de fondation de la grue.

10. INCERTITUDES A LEVER EN PHASE G2 PRO

La présente campagne de reconnaissances a permis de décrire le contexte géotechnique de sols au droit du projet. Il subsiste toutefois des incertitudes suivantes en phase de conception :

- la présence ou la remontée du niveau d'eau dans les sols,
- le calcul de la contrainte admissible des sols sur la base de d'essais pressiométriques ou au pénétromètre statique,
- la déformabilité des sols afin de permettre l'estimation des tassements sous les descentes de charges à nous transmettre,
- le prédimensionnement de l'écran de soutènement provisoire sur le côté Est du projet,
- les dispositions spécifiques concernant les terrassements, les soutènements et l'assise du radier sur couche de forme.

Nous restons à votre disposition pour vous assister lors de cette mission.

Notre mission se termine à la remise du présent rapport qui constitue un ensemble indissociable.

Nous restons à la disposition de **AMETIS** et de tous les intervenants pour tous renseignements complémentaires.

Dressé par les Ingénieurs soussignés

Ingénieur
en charge de l'opération
Alexandre BELUGOU

Ingénieur
en charge du contrôle interne
Patrice CHAMEL

ANNEXES



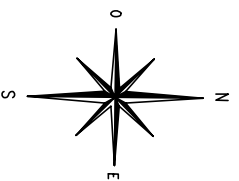
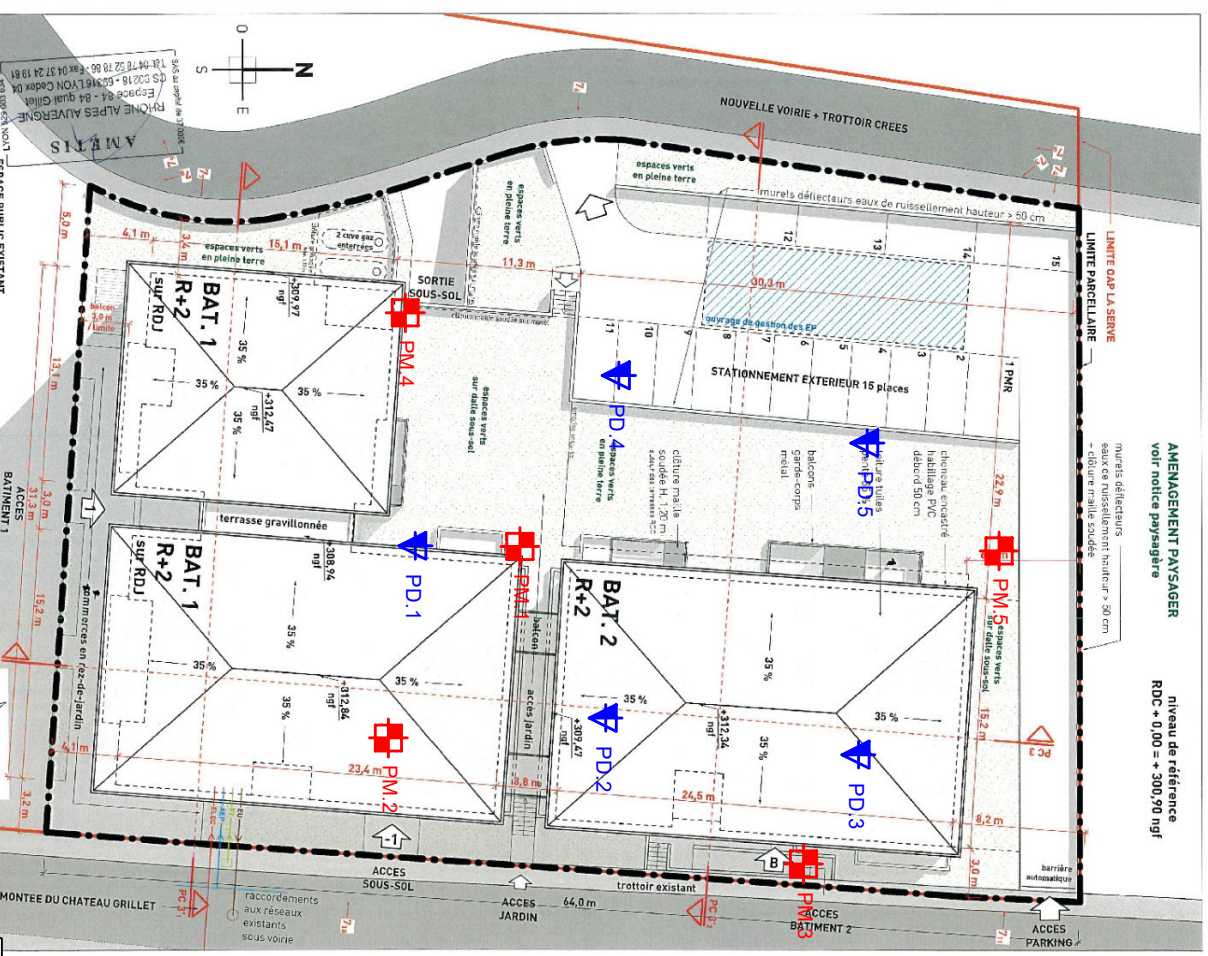
ANNEXE 1

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES



IMPLANTATION DES SONDAGES

- PD essai de pénétration dynamique
- PM sondage à la pelle mécanique
- SP sondage destructif avec essais pressiométriques



Amétis
Rhône Alpes Avenir
11, rue de la République - 69001 LYON
Tél : 04 78 32 79 86 - Fax : 04 78 32 79 87
www.ametis-lyon.com

PHASE : **PC** 21-01-6
VERSION : **01**
DOCUMENT : **PC 2**
DATE : 23.12.2021
ESCALE : 1 : 200

PLAN MASSE

AMETIS LES CÔTES D'AREY

HYDROGÉOTECHNIQUE

5, rue Gaspard Monge
42100 Saint-Nicolas
38850 Saint-Nicolas
Tél : 04 77 45 17 41 - Fax : 04 77 45 53 45
silv@hydrogectechnique.com

Construction de deux bâtiments de
logements de type R+2

Les côtes d'arey (38)

Echelle : 1/500
Dossier : C.22.51.013
Date : le 16 février 2022

ANNEXE 2

COUPES DES SONDAGES

PENETROMETRIQUES



HYDRO-GEOTECHNIQUE
LABORATOIRES REGIONAUX DE RECONNAISSANCE ET D'INGENIERIE
DE L'EAU, DES SOLS, DES FONDATIONS ET DE L'ENVIRONNEMENT

ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

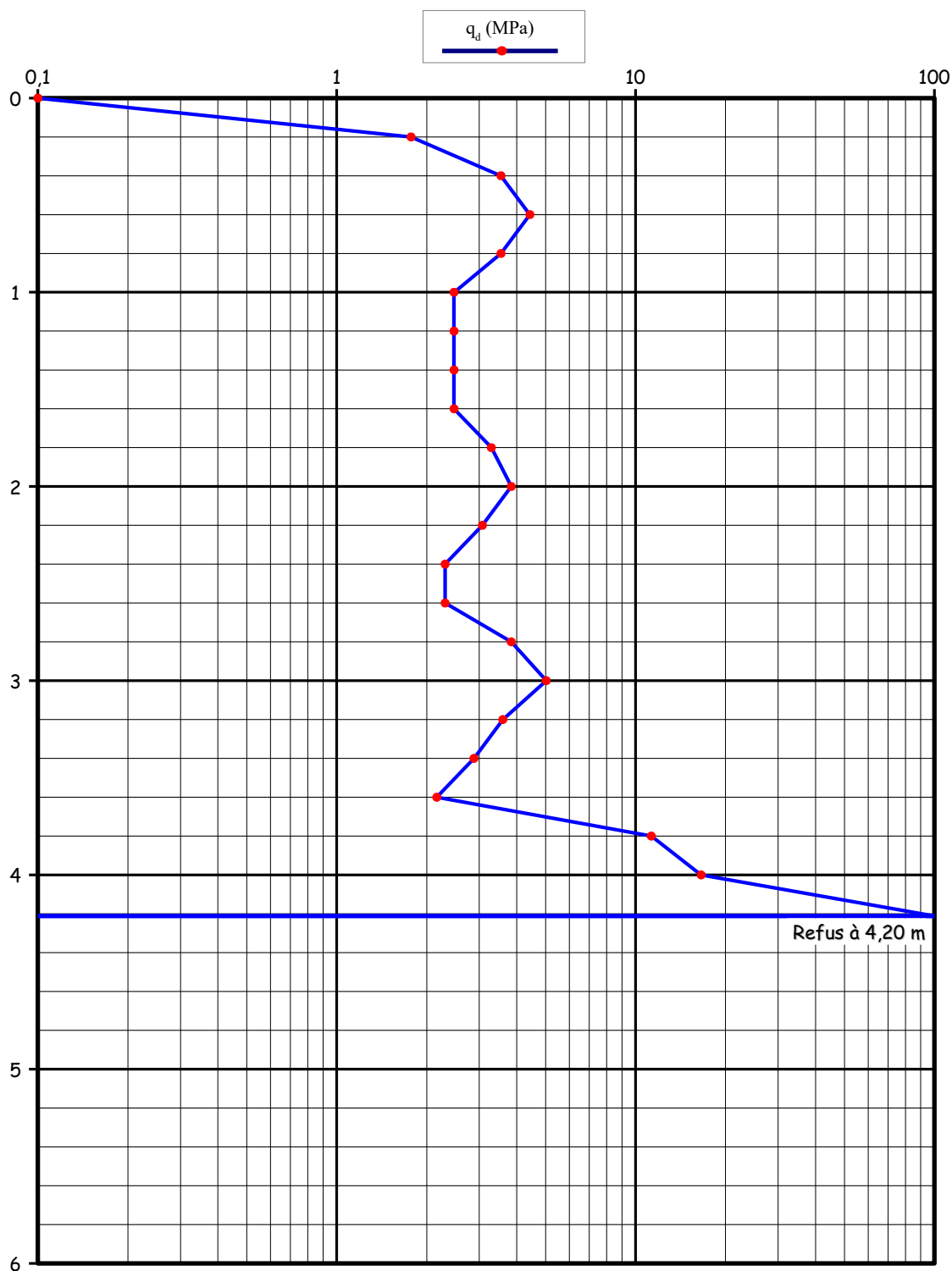
Client SAS AMETIS
Chantier LES COTES D'AREY (38) – Bâtiments
Dossier C.22.51.013
Date 24 février 2022

Sondage PD.1

qd : Resistance de pointe
Formule de Redtenbacher

X : Y : Z :

Couple N.m





HYDRO-GEOTECHNIQUE
LABORATOIRES REGIONAUX DE RECONNAISSANCE ET D'INGENIERIE
DE L'EAU, DES SOLS, DES FONDATIONS ET DE L'ENVIRONNEMENT

Document Qualité N° 09.40.02

ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

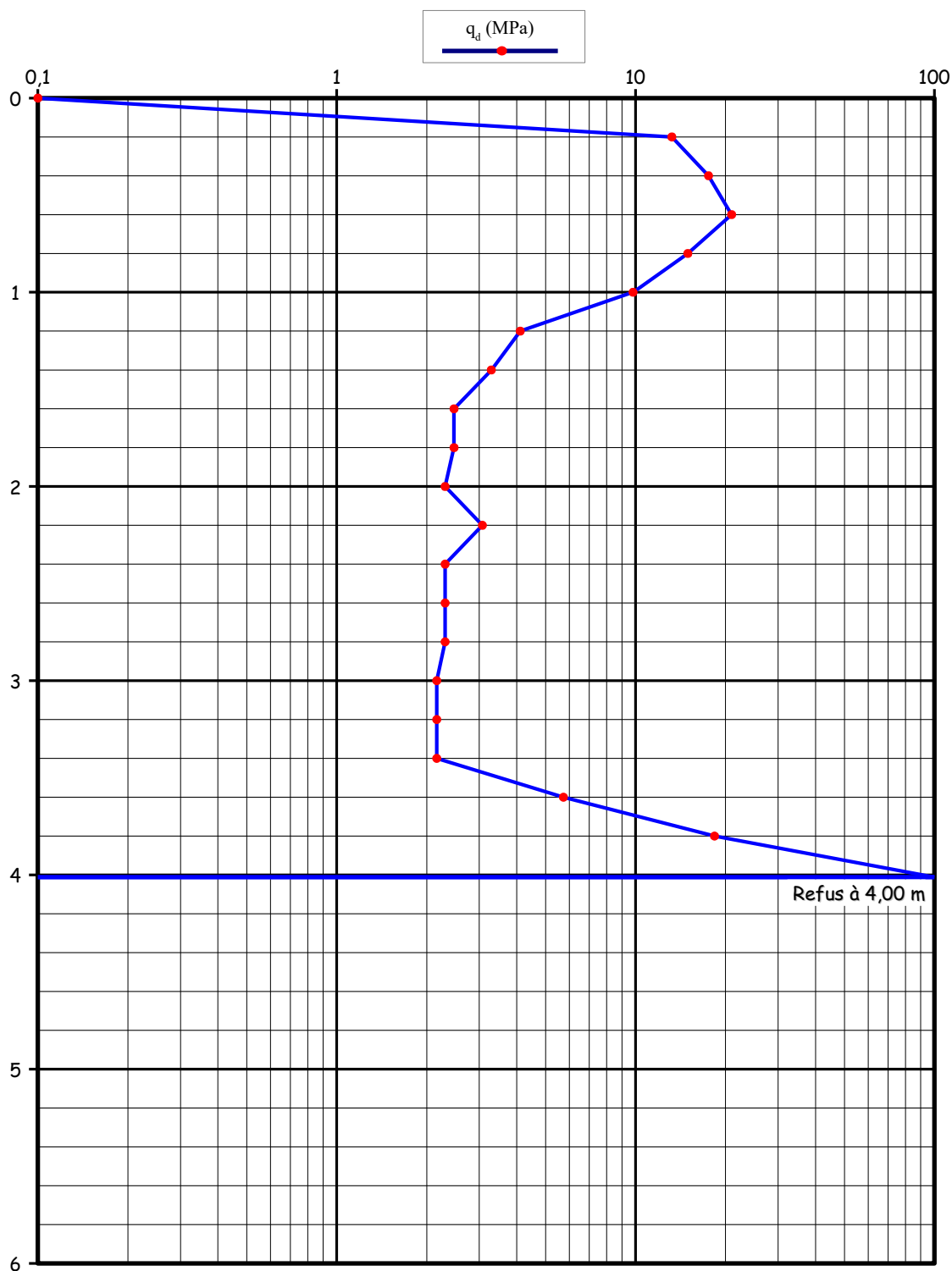
Client SAS AMETIS
Chantier LES COTES D'AREY (38) – Bâtiments
Dossier C.22.51.013
Date 24 février 2022

Sondage PD.2

qd : Resistance de pointe
Formule de Redtenbacher

X : Y : Z :

Couple N.m





HYDRO-GEOTECHNIQUE
LABORATOIRES REGIONAUX DE RECONNAISSANCE ET D'INGENIERIE
DE L'EAU, DES SOLS, DES FONDATIONS ET DE L'ENVIRONNEMENT

ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

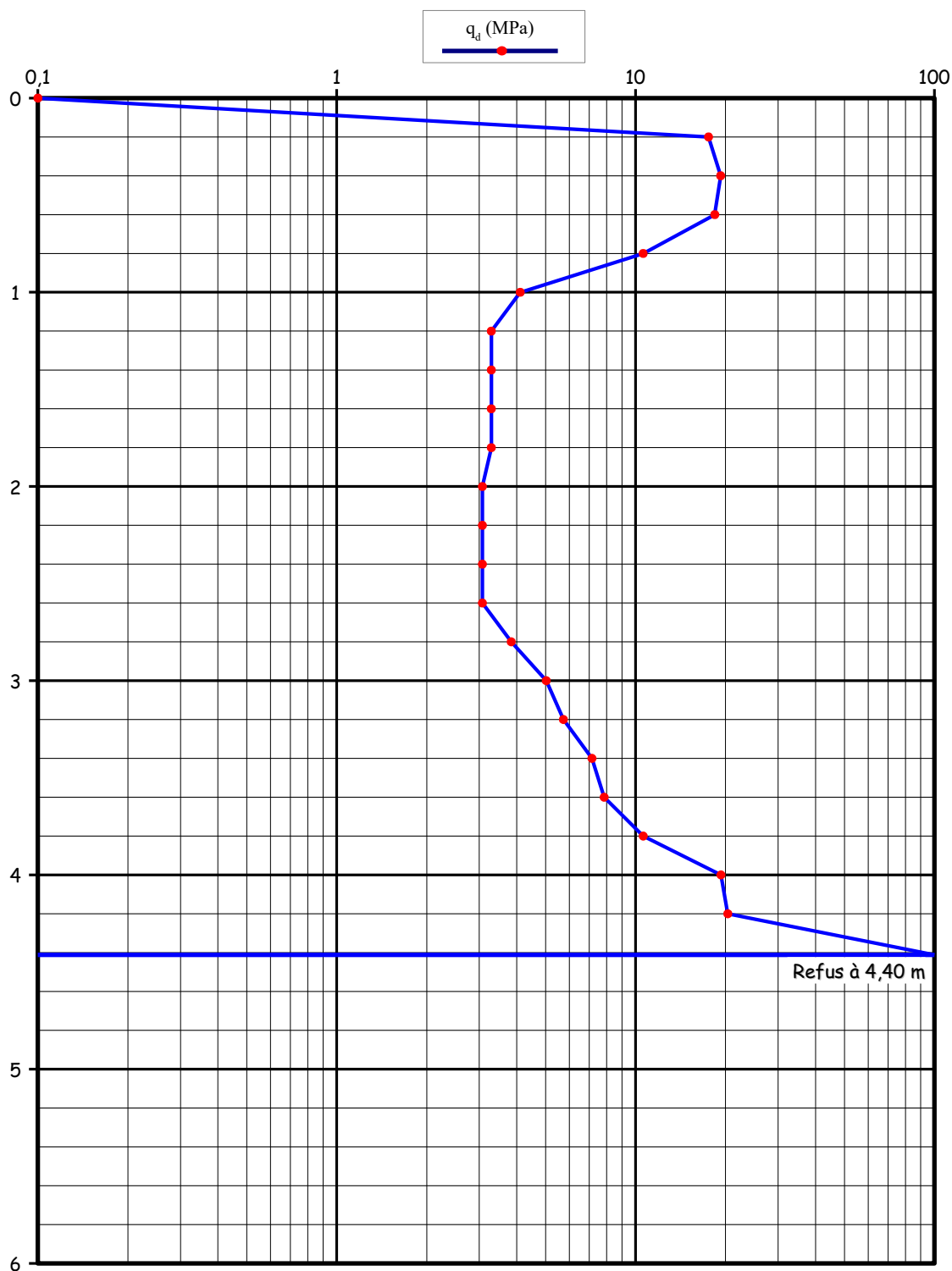
Client SAS AMETIS
Chantier LES COTES D'AREY (38) – Bâtiments
Dossier C.22.51.013
Date 24 février 2022

Sondage PD.3

qd : Resistance de pointe
Formule de Redtenbacher

X : Y : Z :

Couple N.m





HYDRO-GEOTECHNIQUE
LABORATOIRES REGIONAUX DE RECONNAISSANCE ET D'INGENIERIE
DE L'EAU, DES SOLS, DES FONDATIONS ET DE L'ENVIRONNEMENT

ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

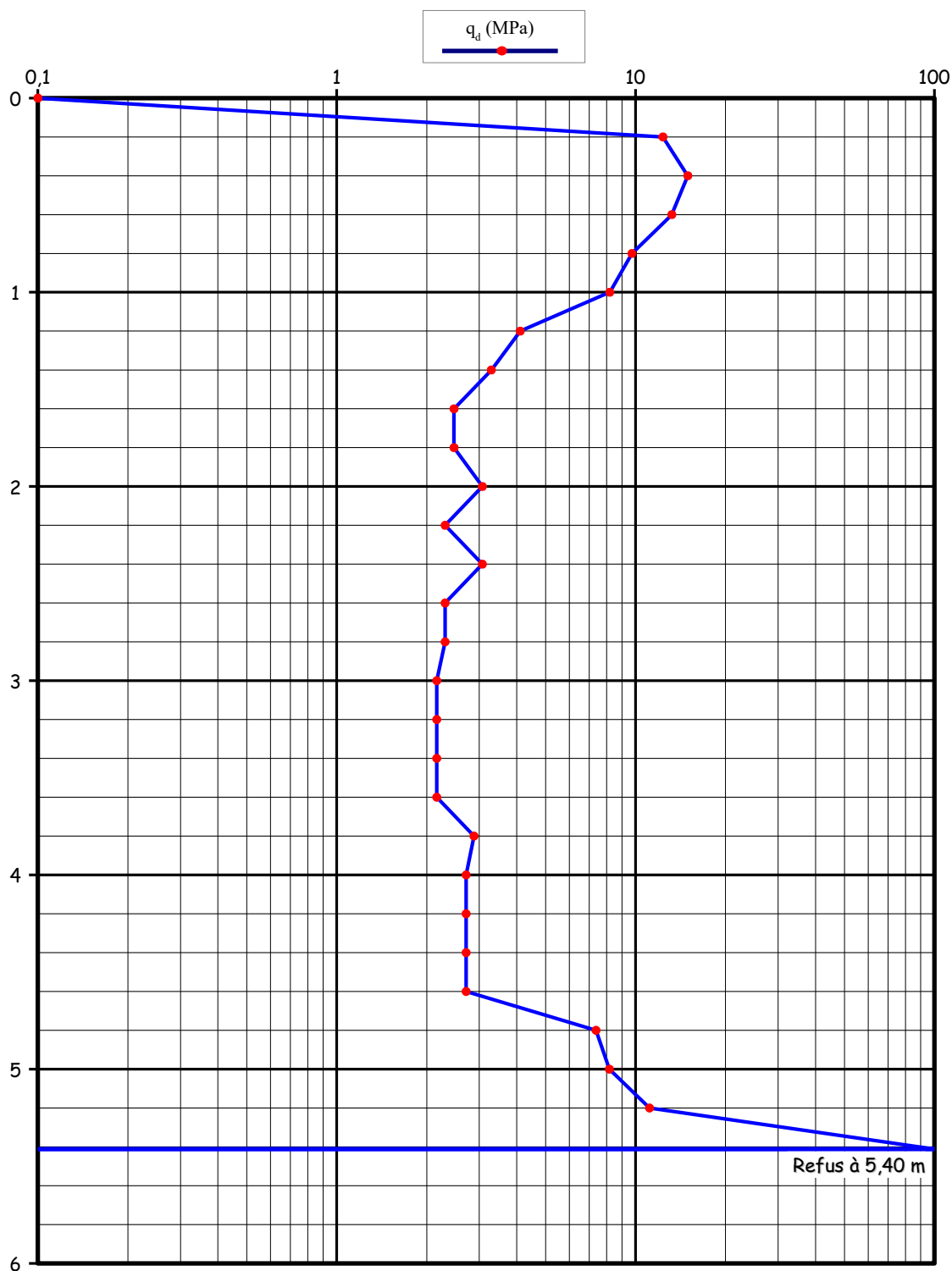
Client SAS AMETIS
Chantier LES COTES D'AREY (38) – Bâtiments
Dossier C.22.51.013
Date 24 février 2022

Sondage PD.4

qd : Resistance de pointe
Formule de Redtenbacher

X : Y : Z :

Couple N.m





HYDRO-GEOTECHNIQUE
LABORATOIRES REGIONAUX DE RECONNAISSANCE ET D'INGENIERIE
DE L'EAU, DES SOLS, DES FONDATIONS ET DE L'ENVIRONNEMENT

ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

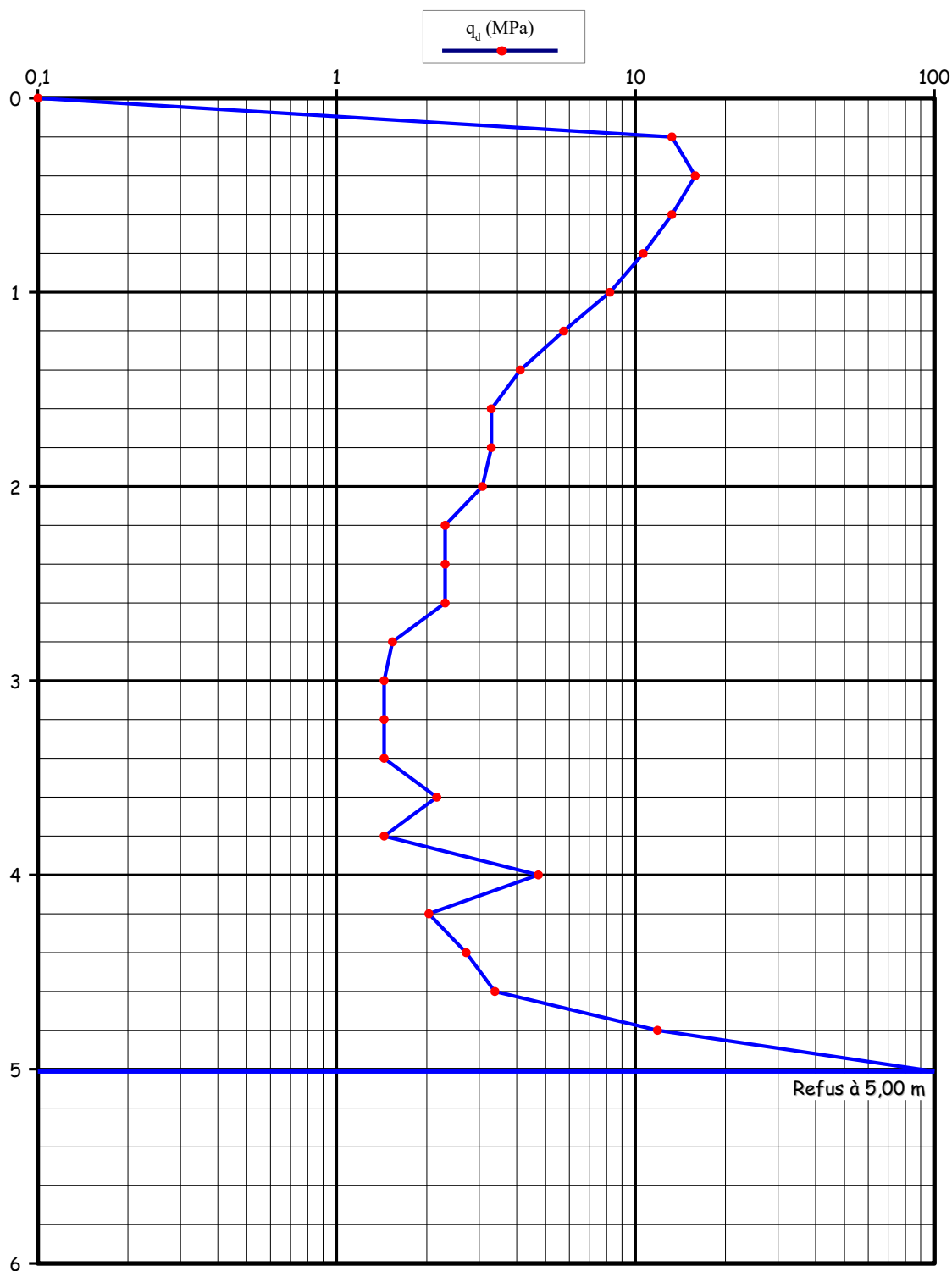
Client SAS AMETIS
Chantier LES COTES D'AREY (38) – Bâtiments
Dossier C.22.51.013
Date 24 février 2022

Sondage PD.5

qd : Resistance de pointe
Formule de Redtenbacher

X : Y : Z :

Couple N.m



ANNEXE 3

SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE





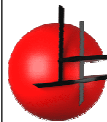
LES COTES D'AREY (38)
Construction de deux bâtiments de logements R+2

Profondeur : 0.00 - 3.50 m

Client : **AMETIS**

EXGTE B3.21.2/GTE

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

**HYDROGEOTECHNIQUE**

(Contrat C.22.51.013)

LES COTES D'AREY (38)
Construction de deux bâtiments de logements R+2

Date : 24/02/2022

Cote NGF : 299.40





Profondeur : 0.00 - 3.70 m

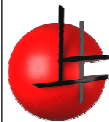
Machine : Tractopelle

Client : AMETIS

1/17

Forage : PM.2**EXGTE B3.21.2/GTE**

Profondeur	Lithologie	Venue d'eau	Observations
0	 0.40 m - NGF : 299.00 m	Absence d'eau	Bonne tenue des parois de la fouille
1	 2.20 m - NGF : 297.20 m		
2	 3.50 m - NGF : 295.90 m		
3	 3.70 m - NGF : 295.70 m		



HYDROGEOTECHNIQUE

(Contrat C.22.51.013)

LES COTES D'AREY (38)
Construction de deux bâtiments de logements R+2

Date : 24/02/2022

Cote NGF : 300.38

Profondeur : 0.00 - 3.50 m


Machine : Tractopelle

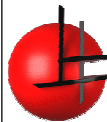
Client : AMETIS

1/17

Forage : PM.3

EXGTE B3.21.2/GTE

Profondeur	Lithologie	Venue d'eau	Observations
0	 0.60 m - NGF : 299.78 m	Absence d'eau	Bonne tenue des parois de la fouille
1			
2			
3			
	3.20 m - NGF : 297.18 m		
	Limons argileux bigaré		
	3.50 m - NGF : 296.88 m		

**HYDROGEOTECHNIQUE**

(Contrat C.22.51.013)

LES COTES D'AREY (38)
Construction de deux bâtiments de logements R+2

Date : 24/02/2022

Cote NGF : 299.29

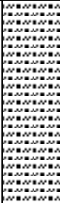



Profondeur : 0.00 - 3.90 m

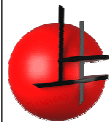
Machine : Tractopelle

Client : AMETIS

1/18

Forage : PM.4**EXGTE B3.21.2/GTE**

Profondeur	Lithologie	Venue d'eau	Observations
0	 Limons marron à radicelles 0.50 m - NGF : 298.79 m	Absence d'eau	Bonne tenue des parois de la fouille
1	 Limons marron 1.60 m - NGF : 297.69 m		
2	 Limons graveleux ocres, grave pluricentimétriques arrondies		
3	 3.50 m - NGF : 295.79 m	Essais MATSUO	
	Limons argileux bigarré, très humide 3.90 m - NGF : 295.39 m		
4			

**HYDROGEOTECHNIQUE**

(Contrat C.22.51.013)

LES COTES D'AREY (38)
Construction de deux bâtiments de logements R+2

Date : 24/02/2022

Cote NGF : 300.95

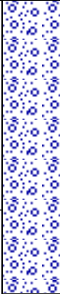


Profondeur : 0.00 - 3.50 m

Machine : Tractopelle

Client : AMETIS

1/18

Forage : PM.5**EXGTE B3.21.2/GTE**

Profondeur	Lithologie	Venue d'eau	Observations
0	 Graves sableuses sur un géotextile 0.70 m - NGF : 300.25 m	Absence d'eau	Bonne tenue des parois de la fouille
1	 Limons marron 2.50 m - NGF : 298.45 m		
2	 Limons graveleux ocres, graves pluricentimétriques arrondies 3.50 m - NGF : 297.45 m	Essais MATSUO	
3			
4			

PM.1



Vue générale de la fouille



Vue du fond de fouille



Matériaux extraits

PM.2



Vue générale de la fouille



Vue du fond de fouille



Matériaux extraits

PM.3



Vue générale de la fouille



Vue du fond de fouille



Matériaux extraits

PM.4



Vue générale de la fouille



Vue du fond de fouille



Matériaux extraits

PM.5



Vue générale de la fouille



Vue du fond de fouille



Matériaux extraits

ANNEXE 4

RESULTATS DES ESSAIS DE PERMEABILITE





**GROUPE
HYDROGEOTECHNIQUE**

**Essai de perméabilité à l'eau
en fouille de type MATSUO**

(à charge variable après arrêt d'injection)
en sols non saturés

Dossier : C.22.51.013
Chantier : Les côtes d'arey
Date : 24/02/2022
Lithologie : Limons argileux

Sondage : **PM.4**

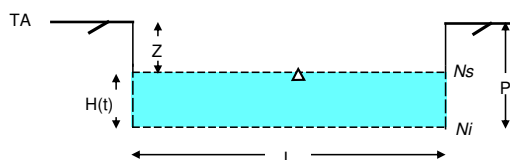
Profondeur d'essai :

de (N_s = Niveau supérieur) : 3.64 m / TA

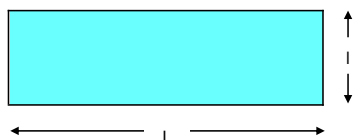
à (N_i = Niveau inférieur) : 3.90 m / TA

(TA = Terrain Actuel)

Vue en coupe

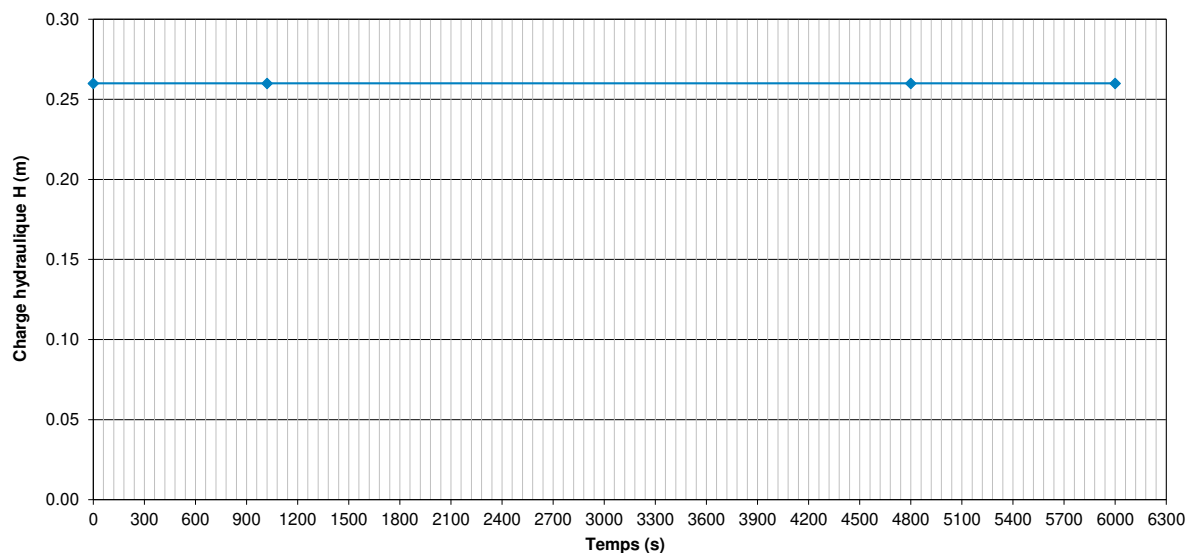


Vue en plan



Temps t en s	hydraulique H(t) en m	Variation de charge $\Delta H(t)$ en m	Observations
0	0.260	0.000	
1020	0.260	0.000	
4800	0.260	0.000	
6000	0.260	0.000	

L = Longueur de la fouille (en m) =	1.00
l = Largeur de la fouille (en m) =	0.50
P = Profondeur de la fouille / TA (en m) =	3.90
H(t(0)) = Charge au démarrage de l'essai (en m) =	0.26



k = <1E-08 m.s⁻¹



**GROUPE
HYDROGEOTECHNIQUE**

**Essai de perméabilité à l'eau
en fouille de type MATSUO**

(à charge variable après arrêt d'injection)
en sols non saturés

Dossier : C.22.51.013

Chantier : Les côtes d'arey

Date : 24/02/2022

Lithologie : Limons graveleux

Sondage :

PM.5

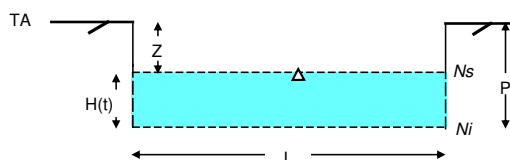
Profondeur d'essai :

de (N_s = Niveau supérieur) : 3.05 m / TA

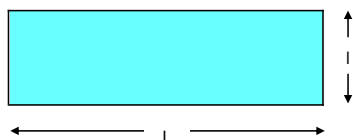
à (N_i = Niveau inférieur) : 3.50 m / TA

(TA = Terrain Actuel)

Vue en coupe



Vue en plan



Temps

t en s

hydraulique
H(t) en m

Variation
de charge
 $\Delta H(t)$ en m

Observations

0

0.450

0.000

1620

0.450

0.000

4800

0.450

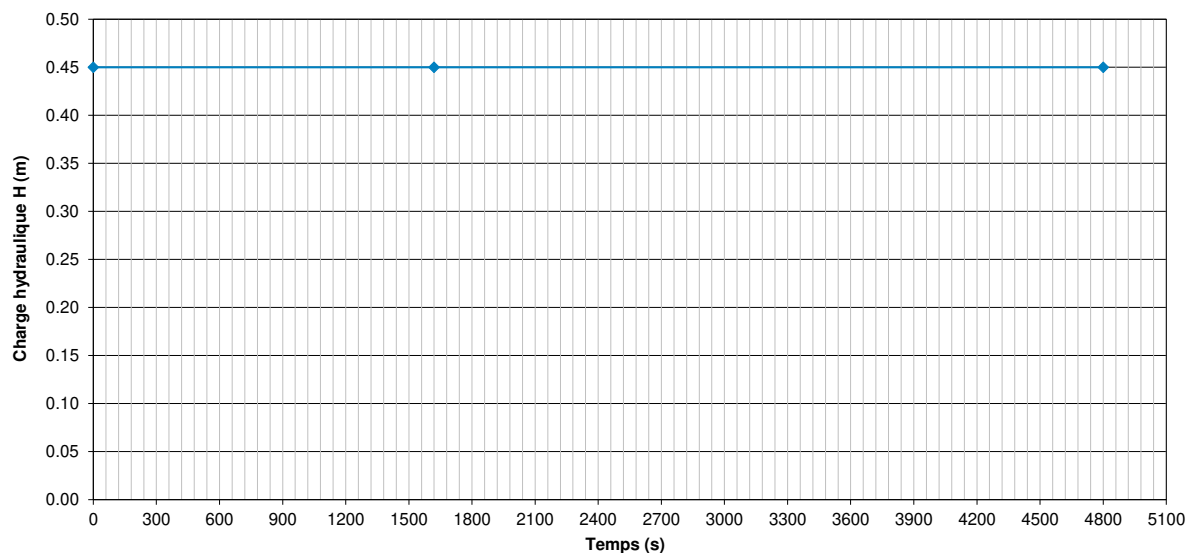
0.000

L = Longueur de la fouille (en m) = 0.70

l = Largeur de la fouille (en m) = 0.50

P = Profondeur de la fouille / TA (en m) = 3.50

H(t(0)) = Charge au démarrage de l'essai (en m) = 0.45



k = <1E-08 m.s⁻¹

ANNEXE 5

MISSIONS GÉOTECHNIQUES



CLASSIFICATION DES MISSIONS TYPE D'INGÉNIERIE GÉOTECHNIQUE**(extraite de la norme NF P 94-500 - 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,
- Dourner 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 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 G4, distinctes et simultanées)**→ ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (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.
- Etudier 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).
- Elaborer 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).
- Etablir 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'EXÉCUTION (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 par 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.
- Etudier 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).

SCHÉMA D'ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS GÉOTECHNIQUES
(extrait de la norme NFP 94-500 - Novembre 2013)

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 Etude 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, esquisses, 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 Etude (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 Etude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude 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

HYDROGÉOTECHNIQUE

