

HYDROGEOTECHNIQUE

Spécialistes en études de sol,
chaussée et environnement.

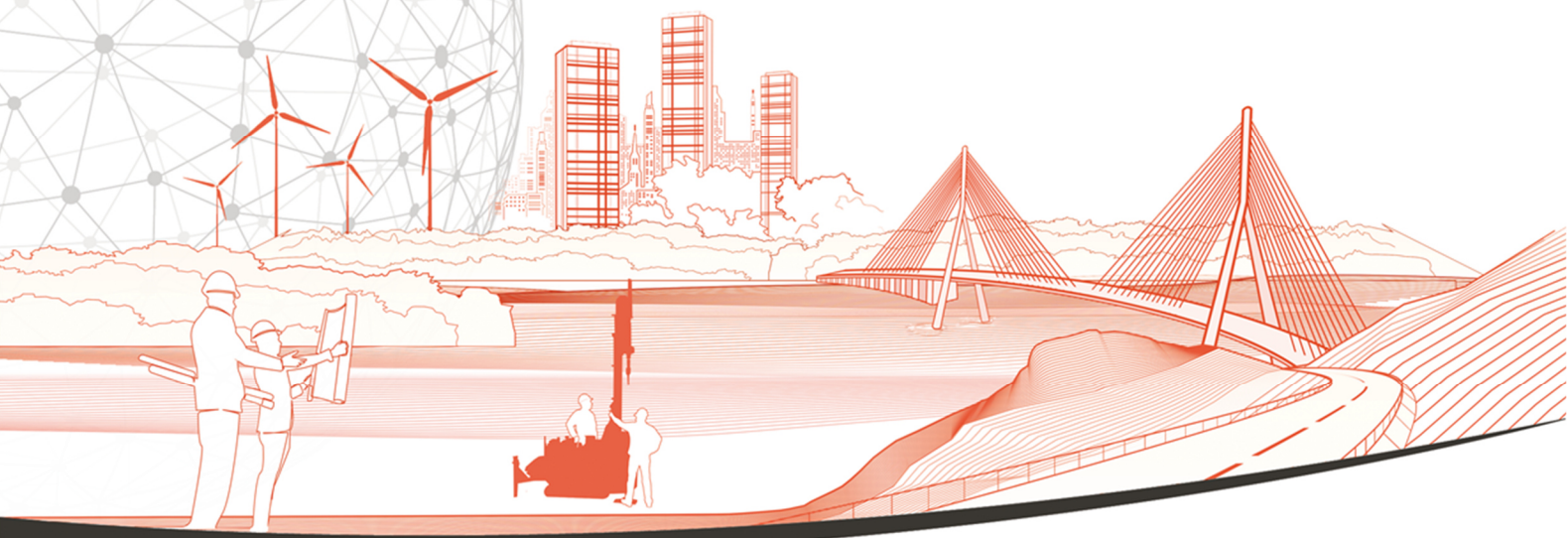


Coop
Habitat
Bourgogne
Militant de l'habitat de qualité.

CHB

69 avenue Boucicaut

71100 CHALON-SUR-SAÔNE



RAPPORT D'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE AMENAGEMENT D'UN LOTISSEMENT

Études géotechniques (G1-ES+PGC loi ELAN + G2AVP voiries)

CIEL (71)

DOSSIER N°	INDICE	DATE	RÉDACTEUR	CONTRÔLEUR	OBSERVATIONS / MODIFICATIONS
C.23.10002	0	08/03/23	G. BOULLY	L. VENARD	Première édition

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	3
1.1. MISSIONS	3
1.2. RÉFÉRENTIELS	4
1.3. DOCUMENTS FOURNIS	5
1.4. DESCRIPTION DU PROJET AU STADE DE NOTRE MISSION	5
2. ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE - MISSION G1 ES	8
2.1. CONTEXTES SITOLOGIQUE ET HISTORIQUE	8
2.2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE	11
2.3. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE	11
2.4. RISQUES NATURELS	12
2.5. SISMICITÉ	16
3. PROGRAMME SPÉCIFIQUE D'INVESTIGATIONS MIS EN ŒUVRE	17
3.1. PROGRAMME SPÉCIFIQUE	17
4. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS ET INTERPRÉTATION - MISSIONS G1 PGC	18
4.1. LITHOLOGIE ET CARACTÉRISTIQUES GÉOTECHNIQUES	18
4.2. CARACTÉRISTIQUES GÉOTECHNIQUES	19
4.3. ESSAIS EN LABORATOIRE	19
4.4. HYDROGÉOLOGIE	20
5. SENSIBILITE DU SITE AU RETRAIT/GONFLEMENT – MISSION G1 PGC	22
6. PRINCIPES GÉNÉRAUX DE CONSTRUCTION D'UN PAVILLON – MISSION G1 PGC	23
7. DIMENSIONNEMENT DES COUCHES DE FORME SOUS VOIRIES LÉGÈRES - MISSION G2-AVP	25
7.1. PRINCIPE	25
7.2. COUCHE DE FORME SOUS VOIRIES LÉGÈRES	26
ANNEXES	30
ANNEXE 1 PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES	31
ANNEXE 2 COUPES DES SONDAGES	32
ANNEXE 3 RÉSULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE	33
ANNEXE 5 MISSIONS GÉOTECHNIQUES	34

1. INTRODUCTION

1.1. MISSIONS

À la demande et pour le compte de la **commune de CHB**, l'agence Ain-Bourgogne-Jura du Bureau d'Etudes HYDROGÉOTECHNIQUE CENTRE a procédé à l'exécution des sondages, essais et études géotechniques préalables à l'aménagement d'un lotissement situé sur la commune de CIEL (71).

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 (voiries),**
 - **PRO : Phase Projet,**
 - **DCE / ACT : Phase Dossier de Consultation des Entreprises et Assistance aux Contrats de Travaux**
- **ÉTAPE 3 : études géotechniques de réalisation**
 - **Étude et suivi géotechnique d'exécution (G3)**
 - Phase étude,
 - Phase suivi.
 - **Supervision géotechnique d'exécution (G4)**
 - Phase étude,
 - Phase suivi.
- **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 ES+PGC** 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 **Gianni BOULLY ingénieur géotechnicien, et vérifié par Laurent VENARD, ingénieur diplômé de l'EUDIL.**

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 principes généraux de fondations,
- Le dimensionnement des couches de formes sous voiries légères.

Notre mission de type G1 ES+PGC loi ELAN et G2AVP voiries s'arrête à la remise de ce rapport. Elle devra être suivie des missions de type G2-Phase AVP (bâtiments), G2-PRO 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 :

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 des dispositifs d'assainissement ni l'étude de la possibilité d'infiltration des eaux pluviales.

La présence notamment de risque d'amiante présente naturellement dans les sols, d'amiante anthropique dans les remblais et d'amiante dans les enrobés n'a pas été étudiée.

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 1998-1 (septembre 2005) + A1 (mai 2013),
- 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 »,
- Arrêté du 30 décembre 2020 modifiant l'arrêté du 22 octobre 2010,
- NF P 94-261 – Calcul géotechnique – Fondations superficielles (juin 2013) ainsi que l'amendement A1 de février 2017,
- DTU 13.1 : Travaux de bâtiment - fondations superficielles P1.1 - P1.2 - P2 (septembre 2019),
- DTU 13.3 : Conception, calcul et exécution des dallages (mars 2005),
- Guide technique pour les remblais et les couches de forme (septembre 1992),
- Normes relatives aux essais in situ et essais en laboratoire.

1.3. DOCUMENTS FOURNIS

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

- Esquisse d’aménagement,
- Plan de composition et de voirie.

1.4. DESCRIPTION DU PROJET AU STADE DE NOTRE MISSION

Le projet concerne l’aménagement d’un lotissement sur la commune de **CIEL (71)**.

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

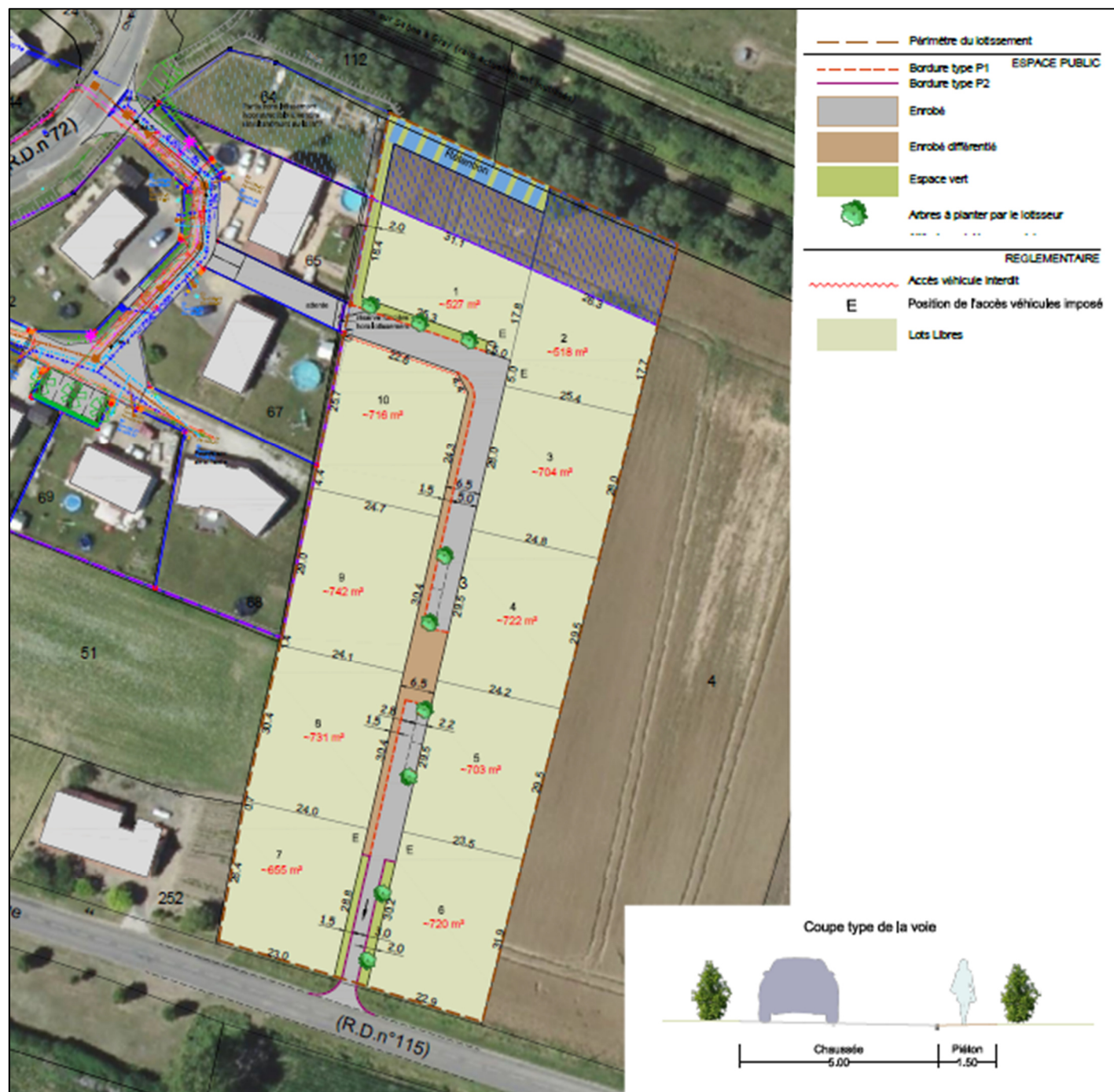
- Aménagement d'un lotissement composé de 10 lots, d'une voirie centrale ainsi qu'une zone de rétention, sur un terrain de 8770m² environ.
- Aucune information n'est connue à ce stade sur les futures constructions (calage, type, surcharges sur dallage, ...)

D’après les informations fournies par le Maître d’Ouvrage, le projet étudié est classé en catégorie géotechnique 1 :

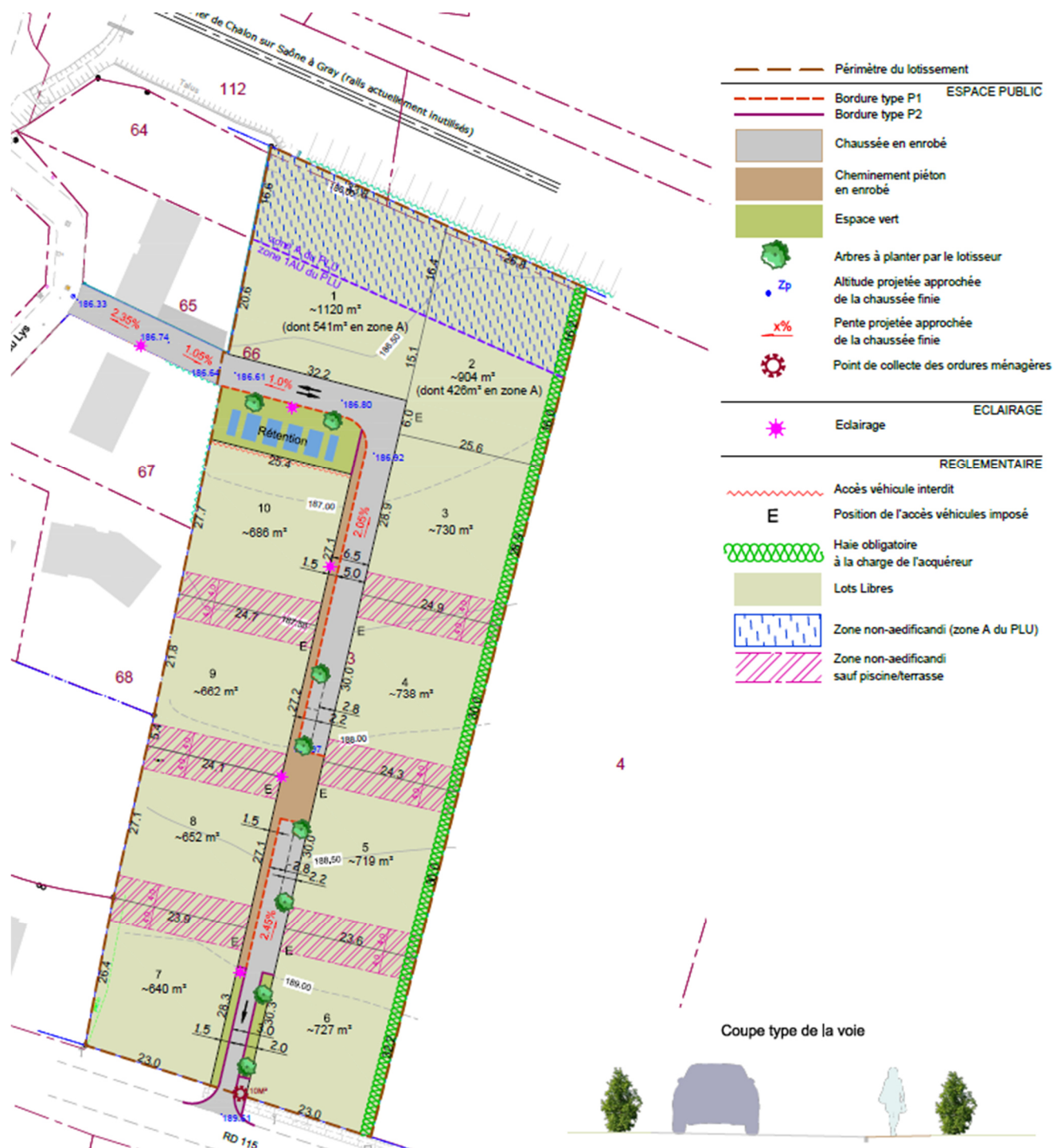
Classe de conséquence	Conditions de site	Catégorie géotechnique*	Base des justifications
CC1	Simple et connues	1	Expérience et reconnaissance géotechnique qualitative admises
CC1	Complexes	2	Reconnaissance géotechnique et calculs nécessaires
CC2	Simple		
CC2	Complexes	3	Reconnaissance géotechnique et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

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

Esquisse d'aménagement :



Plan de composition et de voirie !



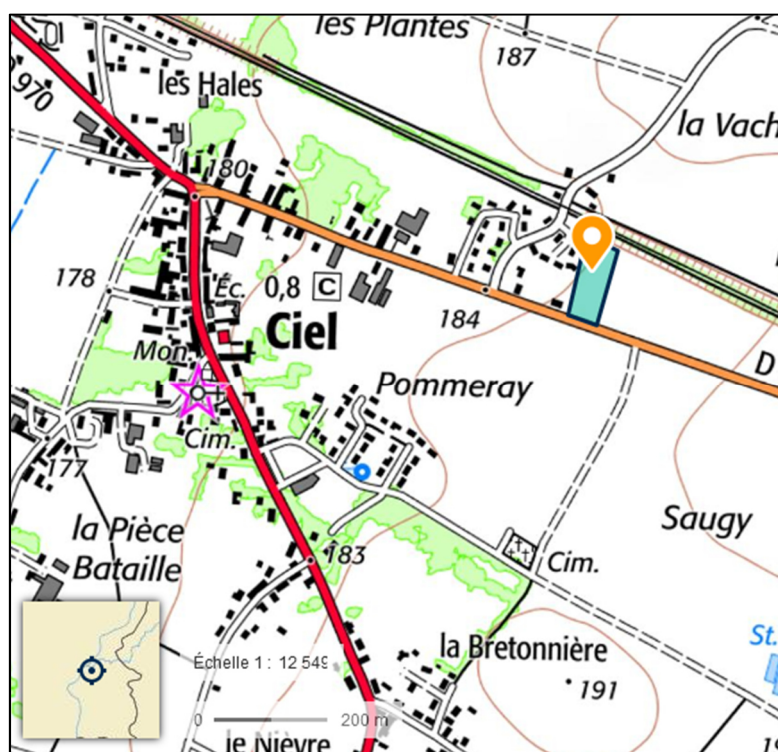
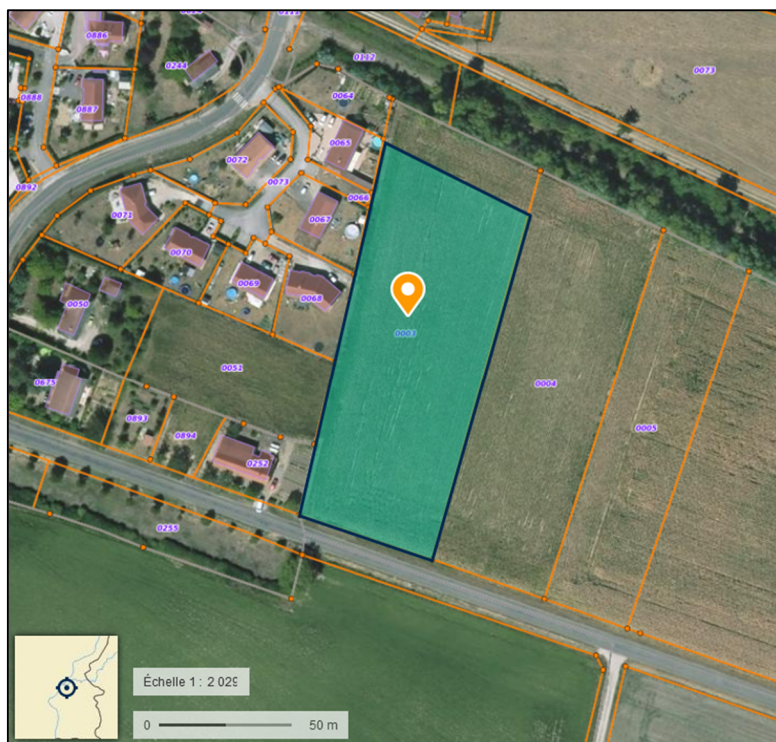
Tout changement d'implantation ou d'importance du projet par rapport aux hypothèses prises lors de l'établissement de ce rapport doit nous être communiqué et recevoir notre accord par écrit et faire l'objet d'une mission spécifique complémentaire. Ces changements peuvent modifier les conclusions de notre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

Cette étude a été réalisée en date du 08/03/23. 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. CONTEXTES SITOLOGIQUE ET HISTORIQUE

Le site correspond à la parcelle cadastrale ZC-003 située entre la Grande Rue et la rue du Lys sur la commune de **Ciel (71)**. La parcelle est actuellement un champ dont la topographie générale présente une légère pente de 2% vers le Nord Nord-Est. On notera également la présence d'une voie ferrée et d'arbres au Nord du terrain.



L'analyse des photos aériennes disponibles permet de mettre en évidence les éléments suivants :

- Le terrain correspondait déjà à un champ dans les années 1950-1965,
- La Rue du Chapot existait déjà dans les années 1950-1965,
- La construction d'une maison au Nord du terrain d'étude entre 1980 et 1991,
- La construction d'une maison au Nord du terrain d'étude entre 1991 et 2005,
- La construction d'une maison au Nord du terrain d'étude entre 2000 et 2010,
- La construction de deux lotissements de maisons individuelles à l'Ouest du terrain entre 2006 et 2020.



2020



2006-2010



2000-2005



1991



1980



1970

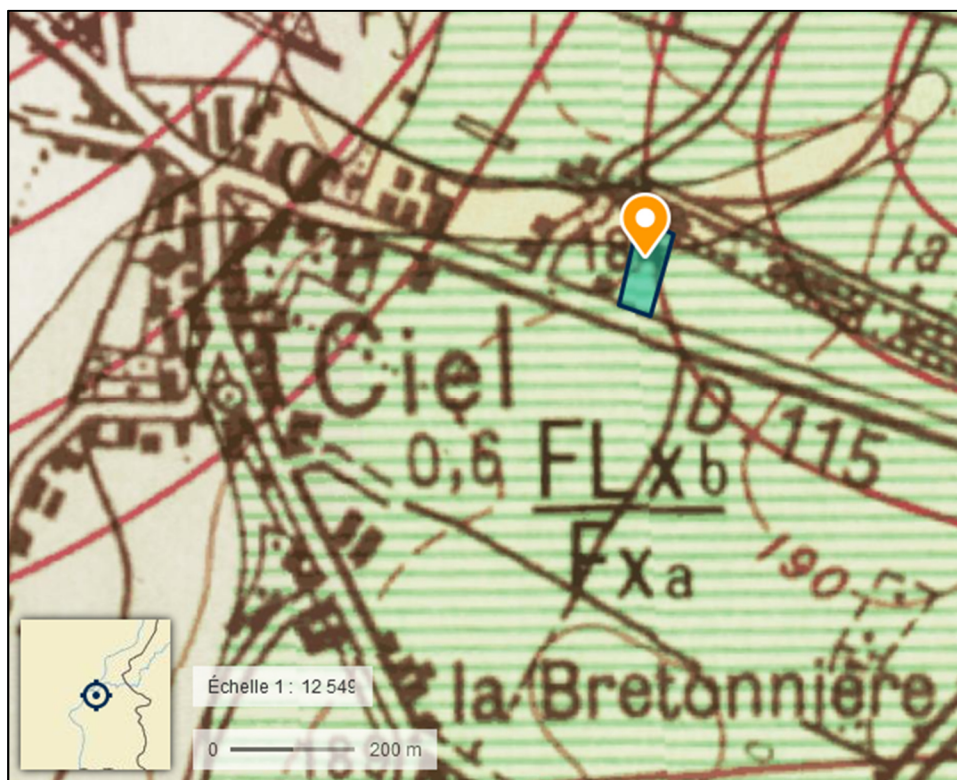


1950-1965

2.2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE

La carte géologique (éditions du BRGM) au 1/50 000^{ème} de Pierre-de-Bresse montre que la zone d'étude se situe au niveau des formations suivantes, sous les remblais / formations de surface et d'altération non mentionnées par le document :

- C : Colluvions de fonds de vallon,
- FLxb/Fxa : silts, marnes argiles et intercalations locales sableuses sur base fluviatiles Fxa : graviers et galets, sables.



2.3. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

Des circulations erratiques et intermittentes sont susceptibles de se développer à différentes profondeurs, à la faveur des niveaux sableux, graveleux et de galets.

On note que le Doubs s'écoule à environ 1.15km au Nord du terrain d'étude. Le Doubs se jette dans la Saône à environ 2.5km au Nord-Ouest.

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 :

Nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles (CAT-NAT) : 10

Source : CCR

Inondations et/ou Coulées de Boue : 5

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE0100232A	17/03/2001	19/03/2001	27/04/2001	28/04/2001
NOR19821118	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982	19/11/1982
NOR19830111	08/12/1982	31/12/1982	11/01/1983	13/01/1983
NOR19830516	01/04/1983	28/04/1983	16/05/1983	18/05/1983
NOR19830720	01/05/1983	31/05/1983	20/07/1983	26/07/1983

Sécheresse : 2

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE0400656A	01/07/2003	30/09/2003	25/08/2004	26/08/2004
INTE1920338A	01/10/2018	31/12/2018	16/07/2019	09/08/2019

Tempête : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
NOR19821118	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982	19/11/1982

Poids de la Neige : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
NOR19830124	26/11/1982	28/11/1982	24/01/1983	29/01/1983

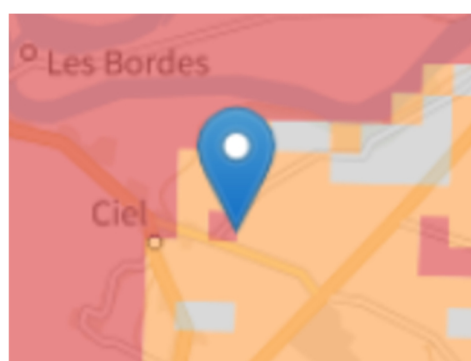
Glissement de Terrain : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
NOR19830720	01/05/1983	31/05/1983	20/07/1983	26/07/1983

On notera la prise de deux arrêtés de catastrophe naturelle concernant les mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols.

2.4.1. REMONTÉES DE NAPPES

Le portail Internet Géorisques classe le site en zone potentiellement sujette aux inondations de cave et en zone potentiellement sujette aux débordements de nappe.



Zones potentiellement sujettes aux débordements de nappe fiabilité FAIBLE	Zones potentiellement sujettes aux inondations de cave fiabilité FORTE
Zones potentiellement sujettes aux débordements de nappe fiabilité INCONNUE	Zones potentiellement sujettes aux inondations de cave fiabilité MOYENNE
Pas de débordement de nappe ni d'inondation de cave fiabilité FORTE	Zones potentiellement sujettes aux inondations de cave fiabilité FAIBLE
Pas de débordement de nappe ni d'inondation de cave fiabilité MOYENNE	Zones potentiellement sujettes aux inondations de cave fiabilité INCONNUE
Pas de débordement de nappe ni d'inondation de cave fiabilité FAIBLE	Zones potentiellement sujettes aux débordements de nappe fiabilité FORTE
Pas de débordement de nappe ni d'inondation de cave fiabilité INCONNUE	Zones potentiellement sujettes aux débordements de nappe fiabilité MOYENNE

On veillera à se rapprocher des services communaux pour connaître le niveau des PHEC.

2.4.2. RISQUE INONDATIONS

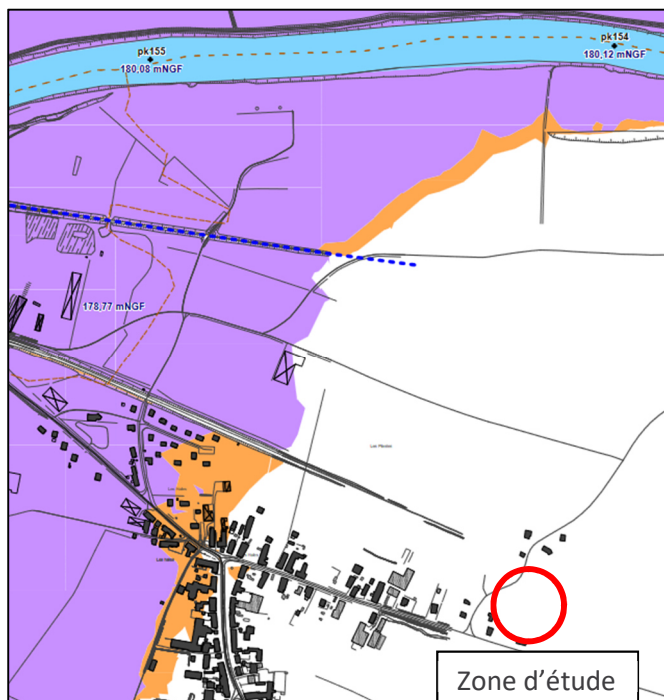
La commune est concernée par un PPRI :

CARTE DE L'ALEA DE REFERENCE - INONDATION DU DOUBS ET DE LA SAONE -

CRUE DE RÉFÉRENCE

Neublans : 186.51 mNGF Verdun-sur-le-Doubs : 180.01 mNGF Chalon : 178.24 mNGF

Commune de
CIEL (71)

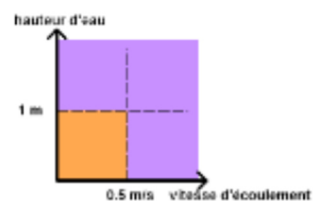


Légende :

- pk135 Pk Navigation
- 177.86 mNGF Cote de la crue de référence
- Délimitation du casier dans lequel la cote de référence est différente de celles dans le lit des cours d'eau
- Cours d'eau ou plan d'eau
- Limites communales
- Limite de la zone de cartographie de l'Aléa

Classes d'Aléa

- Aléa modéré
- Aléa fort



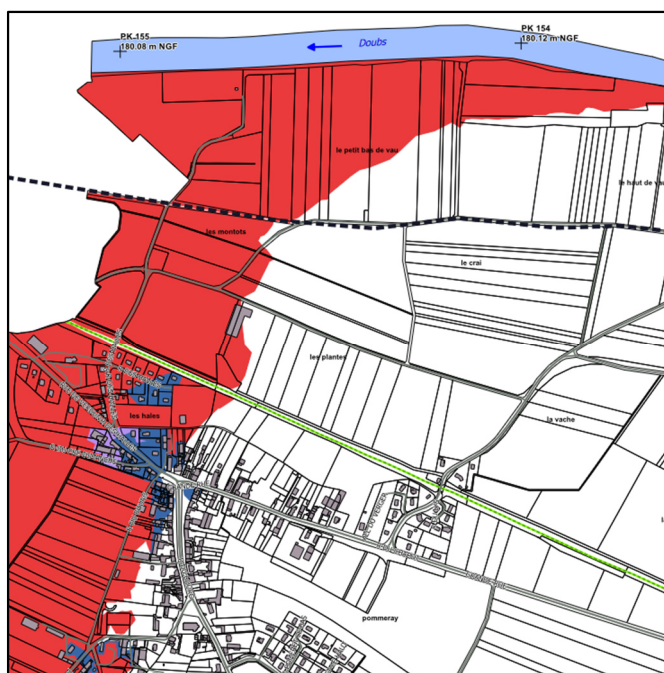
L'Aléa est qualifié par les débordements de la Saône. Localement les affluents peuvent induire un Aléa de niveau différent non représenté sur le plan.

PLAN DE PREVENTION DES RISQUES D'INONDATION DE LA SAONE ET DE SES AFFLUENTS

CARTOGRAPHIE DE ZONAGE REGLEMENTAIRE

Approuvé le 22 mars 2019 par arrêté préfectoral n°71-2019-03-22-008

Commune de Ciel



Légende

- Réseau routier
- Réseau ferré
- Réseau hydrographique
- Zonage
 - Zone Bleue
 - Zone Rouge
 - Zone Violette
- Contour casier à cote de référence unique
- Pk XXX : Points kilométriques
- XXX.XX m NGF : cote de référence crue centennale modélisée

D'après les cartes du PPRI, le terrain d'étude n'est pas situé en zone à risque d'inondation.

2.4.3. LES PHÉNOMÈNES DE RETRAIT/GONFLEMENT DES SOLS ARGILEUX

La commune est exposée en aléa moyen vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement d'après le BRGM.

ARGILE : 2/3



- 1 : Exposition faible
- 2 : Exposition moyenne
- 3 : Exposition forte



2.4.4. BASE DE DONNÉES DES CAVITÉS SOUTERRAINES

Aucune cavité n'a été recensée sur la commune par le BRGM.

2.4.5. RISQUE DE MOUVEMENT DE TERRAIN

Un glissement et deux érosions de berges ont été recensés sur la commune par le BRGM, mais aucun à proximité de la zone d'étude.



2.4.6. RISQUE RADON

D'après le site www.irs.fr, la commune présente un potentiel faible 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.

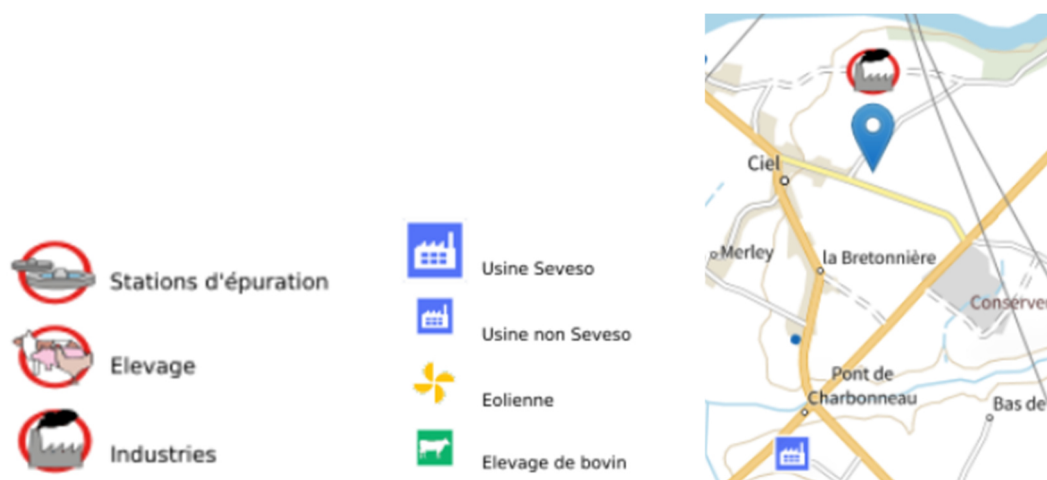
2.4.7. BASE DE DONNÉES DES ANCIENS SITES INDUSTRIELS ET ACTIVITÉS DE SERVICE

Un ancien site industriel n'a été recensé sur la commune par le BRGM.

2.4.8. ÉTABLISSEMENTS DÉCLARANT REJETER DES POLLUANTS ET CLASSÉS

Un site classé non Seveso a été recensé sur la commune (au Sud du terrain d'étude) par le BRGM.

Un site déclarant rejeter des polluants a été recensé sur la commune (au Nord du terrain d'étude) par le BRGM.



2.4.9. CANALISATION TRANSPORT DE MATIÈRES DANGEREUSES

La zone d'étude est concernée par une canalisation de transport de matière dangereuse



Une canalisation de matières dangereuses (gaz naturel, produits pétroliers ou chimiques) est située dans un rayon de 500 m autour de votre parcelle. La carte représente les implantations présentes autour de votre localisation. Il convient de rechercher une information plus précise en se rendant en mairie.



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) :

- une zone de sismicité 1 où il n'y a pas de prescription parasismique particulière pour les bâtiments à risque normal (l'aléa sismique associé à cette zone est qualifié de très faible),
- quatre zones de sismicité 2 à 5, où les règles de construction parasismique sont applicables aux nouveaux bâtiments, et aux bâtiments anciens dans des conditions particulières.

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

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 $\gamma_1 = 1$.

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 $a_{gr} = 0.7 m/s^2$.

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 :

$$a_g = a_{gr} \times \gamma_1 = 0.7 \times 1 = 0.7 m/s^2.$$

3. PROGRAMME SPÉCIFIQUE D'INVESTIGATIONS MIS EN ŒUVRE

3.1. PROGRAMME SPÉCIFIQUE

Conformément au cahier des charges, nous avons mis en œuvre les investigations suivantes :

- **5 sondages de reconnaissances géologiques à la pelle mécanique**, notés de PM1 à PM5, menés 3.0m de profondeur par rapport au terrain existant.
 - Avec relevé des coupes lithologiques,
 - Observations sur les difficultés de terrassement (éboulement, compacité, refus...),
 - Observations des conditions hydrogéologiques,
 - Prélèvement d'échantillons pour des analyses et essais en laboratoire,
- **2 sondages à la tarière mécanique**, notés de RG1 et RG2, menés à 3m de profondeur, avec relevé des coupes lithologiques, observation du contexte hydrogéologique,
- **5 essais pénétrométriques**, notés PD1 à PD5, descendus à 3m de profondeur, avec un train de tiges APAGEO, suivant la norme NF P 94-115.
- Enfin, **en laboratoire** :
 - 3 teneurs en eau (NF P 94-050),
 - 3 mesures des limites d'Atterberg (NF EN ISO 17892-12).

Les forages ont été réalisés à l'aide d'une sondeuse de type H200.

4. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS ET INTERPRÉTATION - MISSIONS G1 PGC

4.1. LITHOLOGIE ET CARACTÉRISTIQUES GÉOTECHNIQUES

L'analyse des coupes lithologiques des différents sondages permet de schématiser la lithologie de la manière suivante :

- En tête de sondages, une **couche 0** de « **terre végétale** » correspondant à des **limons sableux marron**, reconnue comme suit :

Sondage	RG1	RG2	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5
Profondeur du toit (m/TA)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Profondeur du mur (m/TA)	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5
Épaisseur (m)	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5

- Puis au droit des sondages RG2, PM4 et PM5, une **couche 1.1 : Limons marron** reconnue comme suit :

Sondage	RG2	PM4	PM5
Profondeur du toit (m/TA)	0.5	0.5	0.5
Profondeur du mur (m/TA)	1.0	1.0	1.0
Épaisseur (m)	0.5	0.5	0.5

- Puis, une **couche 1.2 : limons argilo-sableux marron ocre beige gris**, reconnue comme suit :

Sondage	RG1	RG2	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5
Profondeur du toit (m/TA)	0.5	1.0	0.4	0.4	0.4	1.0	1.0
Profondeur du mur (m/TA)	2.0	2.0	0.8	2.0	1.0	2.0	2.0
Épaisseur (m)	1.5	1.0	0.4	1.6	0.6	1.0	1.0

- Puis, une **couche 1.3 : argiles limono-sableuses à argiles sableuse à argiles beige marron ocre blanc**, reconnue comme suit :

Sondage	RG1	RG2	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5
Profondeur du toit (m/TA)	2.0	2.0	0.8	2.0	1.0	2.0	2.0
Profondeur du mur (m/TA)	3.0*	3.0*	2.0	3.0*	3.0*	3.0*	3.0*
Épaisseur (m)	1.0*	1.0*	1.2	1.0*	2.0*	1.0*	1.0*

* Épaisseurs et profondeurs partielles (refus)

- Puis, une **couche 2 : limons sableux beige jaune**, reconnue comme suit :

Sondage	PM1
Profondeur du toit (m/TA)	2.0
Profondeur du mur (m/TA)	3.0*
Épaisseur (m)	1.0*

* Épaisseurs et profondeurs partielles (refus)

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.
- les sondages ont été réalisés en (semi) destructif et en petit diamètre, que les limites de couches sont approximatives et que la blocométrie des formations n'a pu être mesurée.

4.2. CARACTÉRISTIQUES GÉOTECHNIQUES

L'analyse des sondages pénétrométriques permet de retenir les niveaux de compacité suivants :

- **Un niveau de compacité d'une épaisseur de 0.5m, correspondant à la couche de terre végétale :**

Compacité faible à modeste

0.9 MPa < qd < 1.9 MPa

- **Un niveau de compacité d'une épaisseur de 2.5m, correspondant aux couches 1 et 2 :**

Compacité faible à moyenne

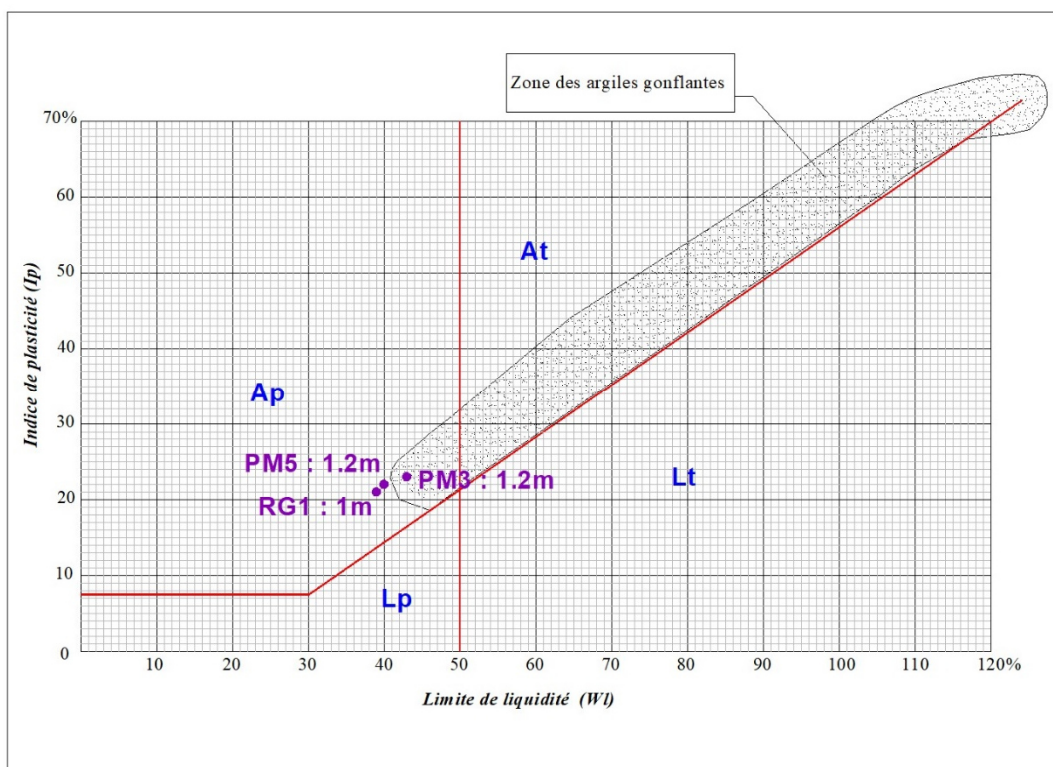
0.8 MPa < qd < 4.8 MPa

4.3. ESSAIS EN LABORATOIRE

3 mesures des limites d'Atterberg ont été réalisés sur les échantillons prélevés au droit des sondages RG1, PM3 et PM5 respectivement à 1.0m, 1.2m et 1.2m de profondeur par rapport au terrain actuel (**couche 1.2 et couche 1.3**) donnent les résultats suivants :

ESSAIS D'IDENTIFICATION			Teneur en eau	Teneur en eau	Limites d'Atterberg		
Sondages	Prof (m)	Nature	94-050	94-050	NF EN ISO 17892-12		
			W% (0/D)	W% (0/20)	WL%	IP	IC
RG1	1,00	Limon sablo-argileux marron brun	18,7	18,7	39	21	0,96
PM3	1,20	Limon sablo-argileux à argilo-sableux fin marron beige gris	20,0	20,0	43	23	1,01
PM5	1,20	Limon sablo-argileux à argilo-sableux marron brun	19,7	19,7	40	22	0,91

Soit des matériaux considérés comme moyennement plastiques (**A2** au sens GTR avec un état hydrique humide « h » le jour de la réalisation des sondage (17/01/23), présentant des risques de sensibilité vis à vis des variations de teneur en eau et du phénomène de retrait-gonflement.



Le report des couples de valeurs (Wl ; Ip) dans le diagramme de Casagrande ci-après indique que les matériaux présents au droit des sondages RG1, PM3 et PM5 respectivement à 1.0m, 1.2m et 1.2m sont sensibles vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement.

4.4. HYDROGÉOLOGIE

Aucune arrivée d'eau n'a été observée lors de la réalisation des sondages. Dans ces conditions, des circulations d'eau sont possibles au sein de toutes les couches, à la faveur des niveaux sableux.

Remarques :

Les sondages de reconnaissance se font sur une période de courte durée et le niveau de la nappe indiqué dans le rapport ne reflète pas forcément le niveau maximum.

L'origine des fluctuations 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 (pompes, rejets, effets barrages, etc.).

En forages à la tarière mécanique, les observations d'ordre hydrogéologique sont peu précises : le lissage des parois par la tarière mécanique et la faible perméabilité des sols argileux et marneux, comparée à la vitesse de foration, ont tendance à masquer ou retarder les venues d'eau.

Essais de perméabilité : 2 essais de perméabilité à l'eau a été réalisé au droit des sondages PM1 et PM5 entre 1.30m et 1.50m de profondeur. Il donne les résultats suivants :

Sondage	PM1	PM5
Profondeur du sondage (m/TA)	1.35-1.50m	1.30-1.45m
Couche lithologique	1.3	1.2
K (m.s ⁻¹)	3E-07	5E-07

Les perméabilités des couches 1.2 et 1.3 est donc faible, **hors du domaine de l'infiltration**. Cette valeur est à prendre en compte avec précaution compte tenu des variations latérales et en profondeur de faciès.

5. SENSIBILITE DU SITE AU RETRAIT/GONFLEMENT – MISSION G1 PGC

Dans l'environnement de la parcelle, nous observons les éléments défavorables suivants :

	Eléments défavorables
Pente pouvant concentrer les écoulements de surface	
Existence points bas qui pourraient favoriser l'infiltration des eaux	X
Nappe peu profonde (< 4m)	
Arbres, arbustes, haie sur parcelle ou parcelle mitoyenne	X
Parcelle à déboiser	
Effet talus	
Présence de désordres sur bâti environnant	Non observé

L'environnement de la parcelle est donc défavorable vis-à-vis de l'aléa retrait / gonflement.

Compte tenu de l'ensemble de ces éléments et des caractéristiques des sols, on peut caractériser la parcelle selon sa sensibilité au retrait / gonflement :

Non sensible	Sensible	Très sensible
	X	

6. PRINCIPES GÉNÉRAUX DE CONSTRUCTION D'UN PAVILLON – MISSION G1 PGC

A ce stade des missions géotechniques, le mode de fondation envisagé est incertain et devra être défini en G2AVP. L'étude G2AVP pourrait conclure à un mode de fondation et/ou de plancher bas différents. Par exemple, en cas de remblais ou sols de compacité insuffisante en profondeur, aléa géotechnique à confirmer ou préciser suite à la mission G1, de contraintes d'implantation ou d'adaptation au sol du projet particulières (cas d'un niveau enterré ou semi-enterré par exemple), descentes de charges élevées...

Le mode de fondation proposé ci-après n'est donc pas acquis.

A ce stade des missions géotechniques et compte tenu des aléas identifiés et en l'absence d'informations sur le projet (implantation, caractéristiques, adaptation au sol...), les principes généraux constructifs suivants pourraient à priori être envisagés :

Fondations superficielles ou semi-profondes en respectant les préconisations définies dans l'article N° 57 de l'arrêté du 22 juillet 2020 :

- La conception du pavillon en maçonnerie ou en béton avec une structure rigide (chainage),
- la mise en place de fondations renforcées en béton armé avec :
 - ✓ le respect d'une garde hydrique homogène à l'échelle de l'ouvrage entre la base des fondations, le vide sous dallage ou le vide sanitaire et le niveau du terrain périphérique fini. Dans notre cas précis, nous préconisons une garde hydrique minimale de 1.2m,
 - ✓ Compte tenu des faibles à modestes compacités observées, nous préconisons un niveau d'assise supérieur à 3.0m/TA dans le secteur PD1. Sur le reste du terrain, nous préconisons un niveau d'assise de 2.4m/TA minimum,
 - ✓ Un ancrage homogène sans dissymétrie sur le pourtour du bâtiment, ce qui nécessitera en cas d'adaptation à la pente le respect des règles sur les fondations décalées,
 - ✓ Coulées en continu,
 - ✓ Désolidarisées des fondations d'une construction mitoyenne éventuelle.
- Compte tenu du niveau de radon (catégorie 3) ainsi que de la sensibilité des sols au phénomène de retrait-gonflement, la réalisation d'un éventuel vide sanitaire sous la construction peut être envisageable,
- Eloignement des eaux de gouttières des façades avec un exutoire en aval du pavillon,
- Réservoirs de collecte des eaux pluviales éventuels équipés d'un système empêchant le déversement des eaux de trop plein dans le sol proche de la construction,
- Infiltration des eaux interdites sur la parcelle,
- Canalisation à distance de la maison par drainage / fossé des eaux de ruissellement superficielles et/ou souterraines,

- Imperméabilisation des abords du pavillon avec formes de pentes écartant du pavillon les ruissellements superficiels,
- Utilisation de matériaux flexibles avec joints adaptés pour éviter le risque de rupture des canalisations humides enterrées à la jonction avec la construction,
- Eloignement du champ d'influence de la végétation en respectant une distance minimale égale à une fois la hauteur de l'arbre adulte ou 1.5 fois la hauteur d'une haie. À défaut, mise en place d'un écran-anti racinaire au plus près des arbres avec une profondeur adaptée au développement du réseau racinaire et au minimum de 2 m.

7. DIMENSIONNEMENT DES COUCHES DE FORME SOUS VOIRIES LÉGÈRES - MISSION G2-AVP

7.1. PRINCIPE

La couche de forme sous voiries à trois fonctions :

- la partie inférieure a une fonction drainante pour éviter que ne s'installe dans la couche de forme un effet piscine, à installer donc sur une arase pentée et à concevoir avec des systèmes de drains à relier à un exutoire,
- une fonction globale d'homogénéisation de la portance,
- la partie supérieure par sa granulométrie plus fine (0/31.5) a une fonction de fin réglage.

Dans ce cadre, est visée une plateforme de type PF2 caractérisée par un $Ev_2 > 50\text{MPa}$ (critère de conception à valider par le constructeur) et un rapport $Ev_2/Ev_1 < 2.1$ (Ev_1 et Ev_2 étant les modules de 1er et 2ème chargement à l'essai à la plaque suivant le mode opératoire LCPC).

Le chantier de terrassement permettant la mise en œuvre de la couche de forme, se fera en situation météorologique favorable, hors séquence de pluie, neige et gel. En situation météorologique défavorable, le chantier sera arrêté.

La couche de surface ainsi que la tête des sols en place sera terrassée à l'avancement, jusqu'à une PST qualifiée par une portance attendue minimale définie soit par mesure directe (Ev_2^2) soit par une mesure de résistance à la pénétration dynamique (qd) moyennée sur 1.20m ($Ev_2^2 = 6qd$).

Sur cette base, l'épaisseur totale de la couche de forme à mettre en œuvre est donnée par la relation :

$$h = 30 \times \ln \left(\frac{1/Ev_2^2 - 1/Ev_2^1}{1/Ev_2^3 - 1/Ev_2^1} \right) + 0.6 \times \left(\frac{Ev_2^3}{Ev_2^2} - 1 \right)$$

(Formule de J.-C. GRESS)

Avec :

- h en cm,
- Ev_2^3 = module de réception sur la couche de forme,
- Ev_2^1 = module intrinsèque des matériaux d'apport compris entre 120 et 200MPa en fonction des matériaux.

En cas de réalisation des travaux suivant une période de conditions météorologiques défavorables, un épaissement de la couche de forme sera à envisager de manière à prévoir un reclassement d'arase.

Pour le terrassement, l'utilisation du boueur ou de la chargeuse chenillée est exclu, ceux-ci risquant de fortement remanier l'arase terrassement. Le terrassement se fera à la pelle mécanique chenillée, en rétro, godet avec dents, bien à plat en finition ou godet sans dents.

Il est exclu de compacter directement la PST, ce compactage pouvant créer un effet panse de vache par surcompactage et obligeant à ouvrir tout le terrassement avant mise en œuvre des matériaux des couches de forme.

7.2. COUCHE DE FORME SOUS VOIRIES LÉGÈRES

Les matériaux de couche de forme seront mis en œuvre sur un géotextile possédant une résistance à la rupture de 20 kN/m minimum, déroulé à l'avancement des terrassements. On limitera le D des matériaux de couche de forme à 80mm,

La PST sera terrassée avec formes de pentes de 2%, ménageant des lignes de points bas dans lesquelles seront placés des drains $\varnothing=150$ mm, eux-mêmes enrobés dans une gravette 5/20 entourée par un géotextile possédant une résistance à la rupture de 12 kN/m minimum et de porométrie $O_{95}>150$ μ m, les drains étant piqués sur un exutoire.

Les matériaux de couche de forme suggérés sont de type :

En matériaux drainants de type 0/80 :

- D<80mm,
- propres : VBS < 0.1,
- passant à 80 μ m < 5 %,
- drainants D10 >1 mm,
- chimiquement inertes,
- durs LOS < 45 – MDE < 45,
- non gélifs

Fermés par une couche de réglage :

- D < 31.5 mm,
- propres : VBS < 0.1,
- passant à 80 μ m < 5 %,
- chimiquement inertes,
- durs LOS < 45 – MDE < 45,
- non gélifs,
- bien gradués, s'inscrivant dans un fuseau de TALBOT-FULLER d'équation :

$$\frac{p}{100} = \left(\frac{d}{D}\right)^n$$

n étant déterminée à partir des couples :

- D=80 mm, %80 μm = 3% : courbe basse du fuseau,
- D=20 mm, %80 μm = 7% : courbe haute.

Ces matériaux compactés à q3 ont respectivement un module Ev_2^1 intrinsèque (module de la couche suffisamment épaisse pour que le bicouche n'intègre plus le sol de fondation) de :

- 150 MPa pour le 0/80 mm,
- 200 MPa pour le 0/31.5 mm.

S'il est nécessaire de procéder sous le 0/80 mm à un reclassement d'arase, celui-ci est fait au moyen d'un 0/150 mm propre (VBs <0.1 - %80 μm < 5%, bien gradué, compacté à q3). Pour ce type de matériau compacté à q3, on peut tabler sur un $Ev_2^1 = 120\text{MPa}$.

Dans ces conditions, on peut tabler sur une épaisseur h de 0/80 mm de 60cm fermée par 15cm de 0/31.5 mm pour obtenir une Ev_2^3 minimal de la plateforme de 50 MPa (PF2) en veillant à ce que $Ev_2/Ev_1 < 2.1$.

S'il est nécessaire de procéder sous le 0/80 mm à un reclassement d'arase, celui-ci est fait au moyen d'un 0/150 mm propre (VBs <0.1 - %80 μm < 5%, bien gradué, compacté à q3). Pour ce type de matériau compacté à q3, on peut tabler sur un $Ev_2^1 = 120\text{MPa}$.

Nous rappelons que notre étude donne les éléments qui permettent d'atteindre les critères de portance des plateformes. Néanmoins, il appartiendra à l'entreprise d'adapter les moyens de compactage afin de respecter ces critères tout en préservant les bâtiments et ouvrages avoisinants.

Si le critère de portance n'est pas atteint, c'est que, soit :

- la teneur en eau du matériau constitutif de l'arase est plus élevée que pendant les sondages,
- la purge n'a pas été suffisamment approfondie,
- le matériau de couche de forme sous-jacent n'est pas de qualité suffisante en nature et/ou en compactage,
- le compactage est trop intensif et a « claqué » le support.

Il convient donc d'identifier le facteur incriminé pour choisir les mesures adaptées.

8. POINTS À ÉTUDIER PARTICULIÈREMENT AU STADE G2 PHASE AVP BÂTIMENT

Au stade de la mission G2-phase AVP, il sera impératif d'étudier les points spécifiques suivants (liste non exhaustive) :

- Réalisation d'investigations complémentaires comprenant : des sondages à la pelle mécanique et des sondages au pénétromètre dynamique.

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

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

Dressé par

Gianni BOULLY

En charge de l'opération

Laurent VENARD

En charge du contrôle interne

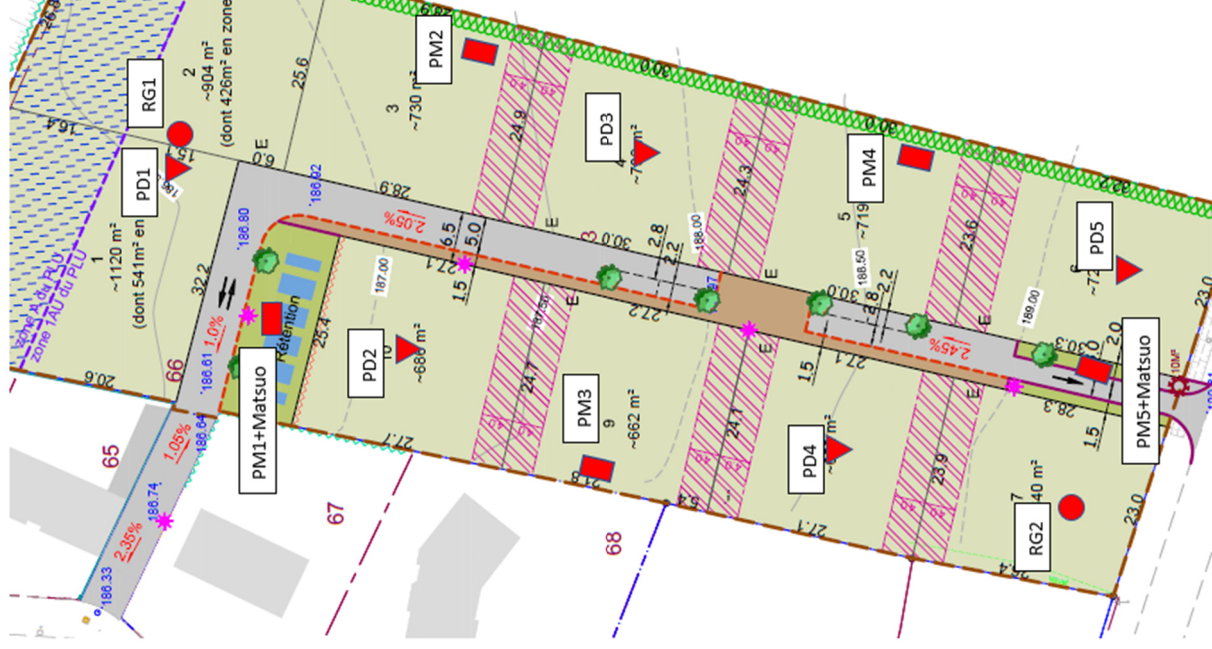
ANNEXES



ANNEXE 1

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES





Sondage à la pelle
 Sondage à la tarière mécanique
 Sondage au pénétromètre dynamique

IMPLANTATION DES SONDAGES

Client : CUCM

Chantier : CIEL

Dossier : C.23.10002

ANNEXE 2

COUPES DES SONDAGES





HYDROGEOTECHNIQUE CENTRE

Ingénierie géotechnique, géologique, hydrogéologique et hydrologique
appliquées aux bâtiments, génie-civil, infrastructures et à l'environnement
Sondages - Essais de sols in situ et en laboratoire

CIEL
CHB

Contrat C.23.10002

Date début : 17/01/2023

Profondeur : 0,00 - 3,00 m

1/13

Forage : PM1

EXGTE 3.22/GTE

Profondeur	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Tenue des parois	Planche photographique
0	Terre végétale: Limon sableux marron	Pelle mécanique	Absence d'eau	Bonne	
0,4	Limon argilo-sableux marron				
0,8					
1	Argile beige marron				
2,0		Pelle mécanique	Absence d'eau	Bonne	
2	Limon sableux beige jaune				
3,0					
3					



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

Lithologie **LIMON ARGILO-SABLEUX**

(TA = Terrain Actuel)

A diagram of a rectangle with a light blue fill and a black border. Below the rectangle, a horizontal double-headed arrow indicates the length. To the right of the rectangle, a vertical double-headed arrow indicates the width.

The graph shows a constant hydraulic head H of 0.15 m over a time period of 3600 seconds. The data points are as follows:

Temps (s)	Charge hydraulique H (m)
0	0.15
600	0.15
1800	0.15
3600	0.15

$$k = 3E-07 \text{ m.s}^{-1}$$



HYDROGEOTECHNIQUE CENTRE

Ingénierie géotechnique, géologique, hydrogéologique et hydrologique
appliquées aux bâtiments, génie-civil, infrastructures et à l'environnement
Sondages - Essais de sols in situ et en laboratoire

CIEL
CHB

Contrat C.23.10002

Date début : 17/01/2023

Profondeur : 0,00 - 3,00 m

1/13

Forage : PM2

EXGTE 3.22/GTE

Profondeur	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Tenue des parois	Planche photographique
0	Terre végétale: Limon sableux marron	Pelle mécanique	Absence d'eau	Bonne	
0,4					
1	Limon argilo-sableux marron				
2,0	Argile limono- sableuse marron beige gris				
3,0					



HYDROGEOTECHNIQUE CENTRE

Ingenierie geotechnique, geologique, hydrogeologique et hydrologique
appliquees aux batiments, genie-civil, infrastructures et a l'environnement
Sondages - Essais de sols in situ et en laboratoire

CIEL
CHB

Contrat C.23.10002

Date debut : 17/01/2023

Profondeur : 0,00 - 3,00 m

1/13

Forage : PM3

EXGTE 3.22/GTE

Profondeur	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Tenue des parois	Planche photographique
0	Terre végétale: Limon sableux marron	Pelle mécanique	Absence d'eau	Bonne	
0,4	Limon argilo-sableux marron				
1,0	Argile beige marron				
1,5	Argile sableuse beige blanc				
2					
3,0					



HYDROGEOTECHNIQUE CENTRE

Ingénierie géotechnique, géologique, hydrogéologique et hydrologique
appliquées aux bâtiments, génie-civil, infrastructures et à l'environnement
Sondages - Essais de sols in situ et en laboratoire

CIEL
CHB

Contrat C.23.10002

Date début : 17/01/2023

Profondeur : 0,00 - 3,00 m

1/13

Forage : PM4

EXGTE 3.22/GTE

Profondeur	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Tenue des parois	Planche photographique
0	Terre végétale: Limon sableux marron	Pelle mécanique	Absence d'eau	Bonne	
0,5	Limon marron				
1,0	Limon argilo-sableux marron ocre				
2,0	Argile limono-sableuse beige				
3,0					



HYDROGEOTECHNIQUE CENTRE

Ingénierie géotechnique, géologique, hydrogéologique et hydrologique
appliquées aux bâtiments, génie-civil, infrastructures et à l'environnement
Sondages - Essais de sols in situ et en laboratoire

CIEL
CHB

Contrat C.23.10002

Date début : 17/01/2023

Profondeur : 0,00 - 3,00 m

1/13

Forage : PM5

EXGTE 3.22/GTE

Profondeur	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Tenue des parois	Planche photographique
0	Terre végétale: Limon sableux marron	Pelle mécanique	Absence d'eau	Bonne	
0,5	Limon marron				
1,0	Limon argilo-sableux marron ocre				
2,0	Argile limono-sableuse beige				
3,0					



**GROUPE
HYDROGEOTECHNIQUE**

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

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

Dossier : **C.23.10002**

Chantier : **CIEL**

Date : **17/01/2023**

Lithologie **LIMON ARGILO-SABLEUX**

Sondage :

PM5 EE

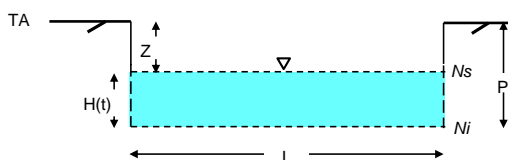
Profondeur d'essai :

de (N_s = Niveau supérieur) : 1,30 m /TA

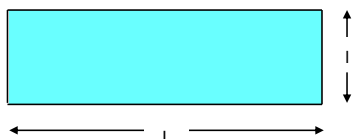
à (N_i = Niveau inférieur) : 1,45 m /TA

(TA = Terrain Actuel)

Vue en coupe



Vue en plan



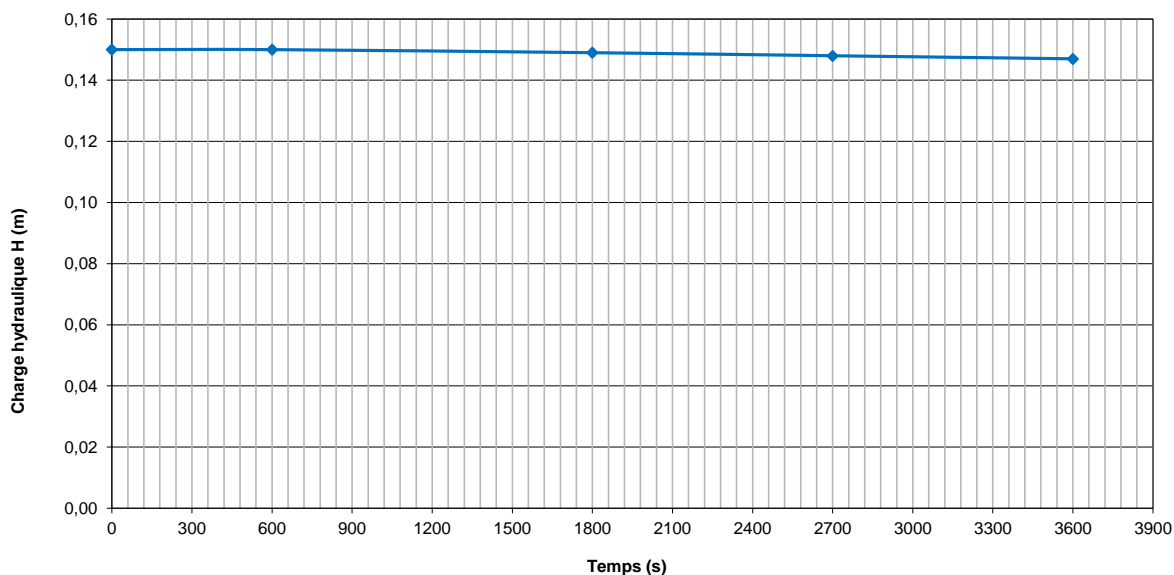
Temps t en s	Charge hydraulique H(t) en m	Variation de charge $\Delta H(t)$ en m	Observations
0	0,150	0,000	
600	0,150	0,000	
1800	0,149	0,001	
2700	0,148	0,001	
3600	0,147	0,001	

L = Longueur de la fouille (en m) = 1,55

l = Largeur de la fouille (en m) = 0,45

P = Profondeur de la fouille / TA (en m) = 1,45

H(t(0)) = Charge au démarrage de l'essai (en m) = 0,15



k = 5E-07 m.s⁻¹



HYDROGEOTECHNIQUE CENTRE

Ingenierie géotechnique, géologique, hydrogéologique et hydrologique
appliquées aux bâtiments, génie-civil, infrastructures et à l'environnement
Sondages - Essais de sols in situ et en laboratoire

CIEL
CHB

Contrat C.23.10002

Date début : 17/01/2023

Machine : H200

Profondeur : 0,00 - 3,00 m

1/13

Forage : RG1

EXGTE 3.22/GTE

Profondeur	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Commentaires
0	Terre végétale: Limon sableux marron	Tarière Ø64mm	Absence d'eau	
0,50				
1	Limon argilo-sableux marron			
2,00				
2	Argile limono-sableuse beige			
3,00				
3				



HYDROGEOTECHNIQUE CENTRE

Ingénierie géotechnique, géologique, hydrogéologique et hydrologique
appliquées aux bâtiments, génie-civil, infrastructures et à l'environnement
Sondages - Essais de sols in situ et en laboratoire

CIEL
CHB

Contrat C.23.10002

Date début : 17/01/2023

Machine : H200

Profondeur : 0,00 - 3,00 m

1/13

Forage : RG2

EXGTE 3.22/GTE

Profondeur	Lithologie	Outil	Niveau d'eau	Commentaires
0	Terre végétale: Limon sableux marron	Tarière Ø64mm	Absence d'eau	
0,50	Limon marron			
1,00	Limon argilo-sableux marron ocre			
2,00	Argile limono-sableuse beige			
3,00				



HYDROGEOTECHNIQUE CENTRE

Ingenierie géotechnique, géologique, hydrogéologique et hydrologique
appliquée aux bâtiments, génie-civil, infrastructures et à l'environnement
Sondages - Essais de sols in situ et en laboratoire

ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

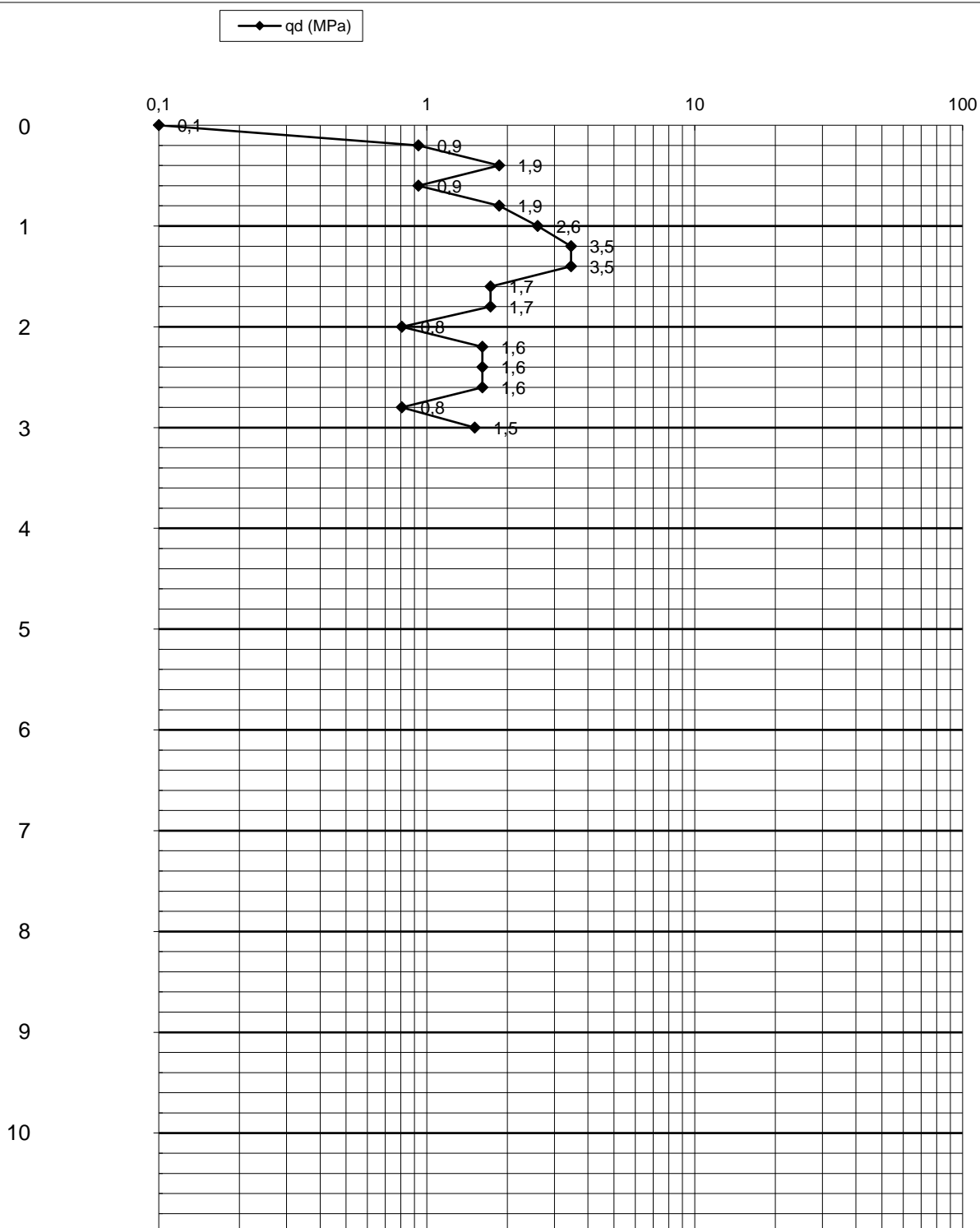
Norme NFP 94.115

Sondage PD1

Client **CHB**
Chantier **CIEL**
Dossier C.23.10002
Date 17 janvier 2023

qd= résistance de pointe en MPa
Formule de Redtenbacher

Couple N.m



Eau : pas notoire lors de la foration



HYDROGEOTECHNIQUE CENTRE

Ingenierie géotechnique, géologique, hydrogéologique et hydrologique
appliquée aux bâtiments, génie-civil, infrastructures et à l'environnement
Sondages - Essais de sols in situ et en laboratoire

ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

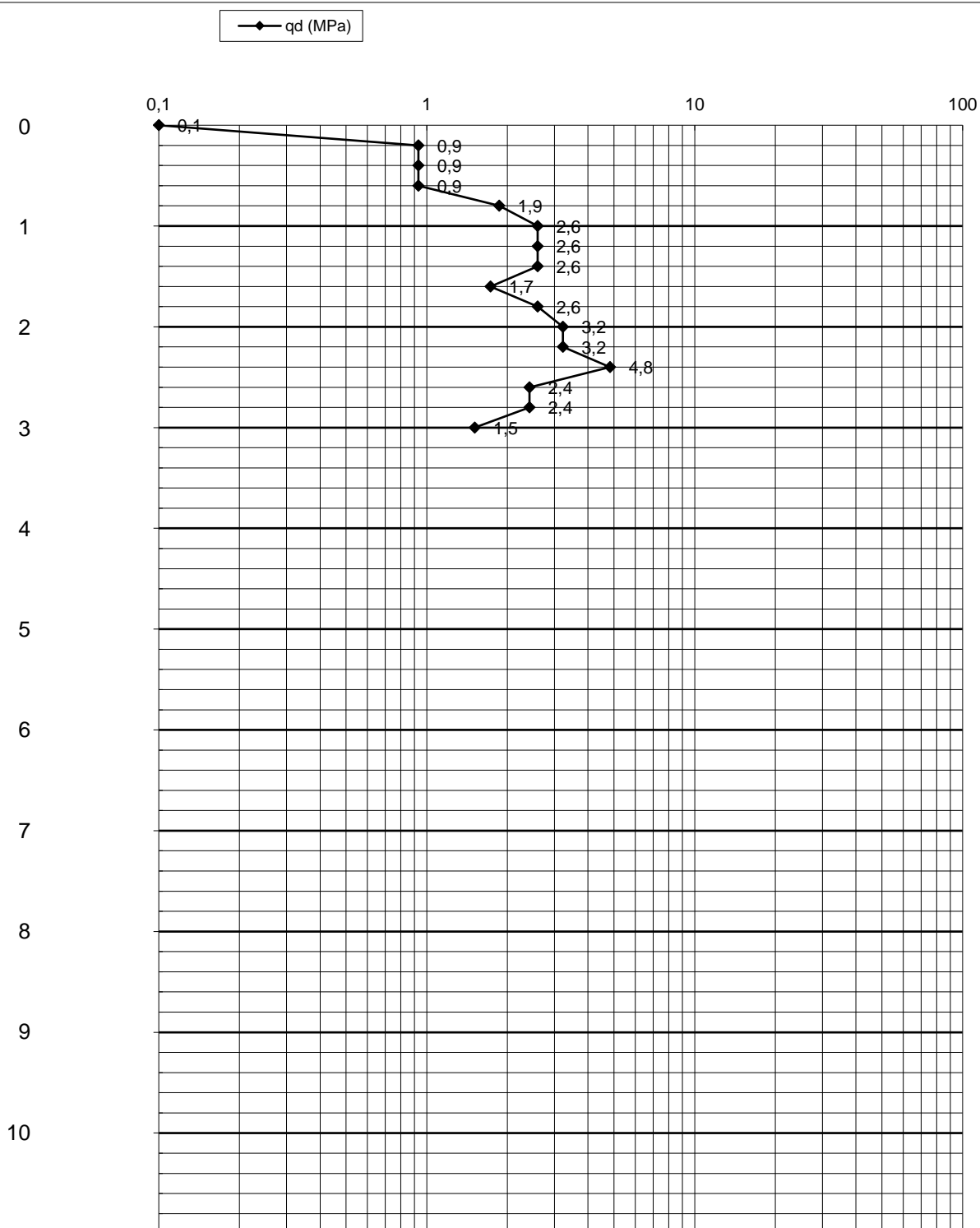
Norme NFP 94.115

Sondage PD2

Client **CHB**
Chantier **CIEL**
Dossier C.23.10002
Date 17 janvier 2023

qd= résistance de pointe en MPa
Formule de Redtenbacher

Couple N.m



Eau : pas notoire lors de la foration



HYDROGEOTECHNIQUE CENTRE

Ingenierie geotechnique, geologique, hydrogeologique et hydrologique
appliquée aux bâtiments, génie-civil, infrastructures et à l'environnement
Sondages - Essais de sols in situ et en laboratoire

ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

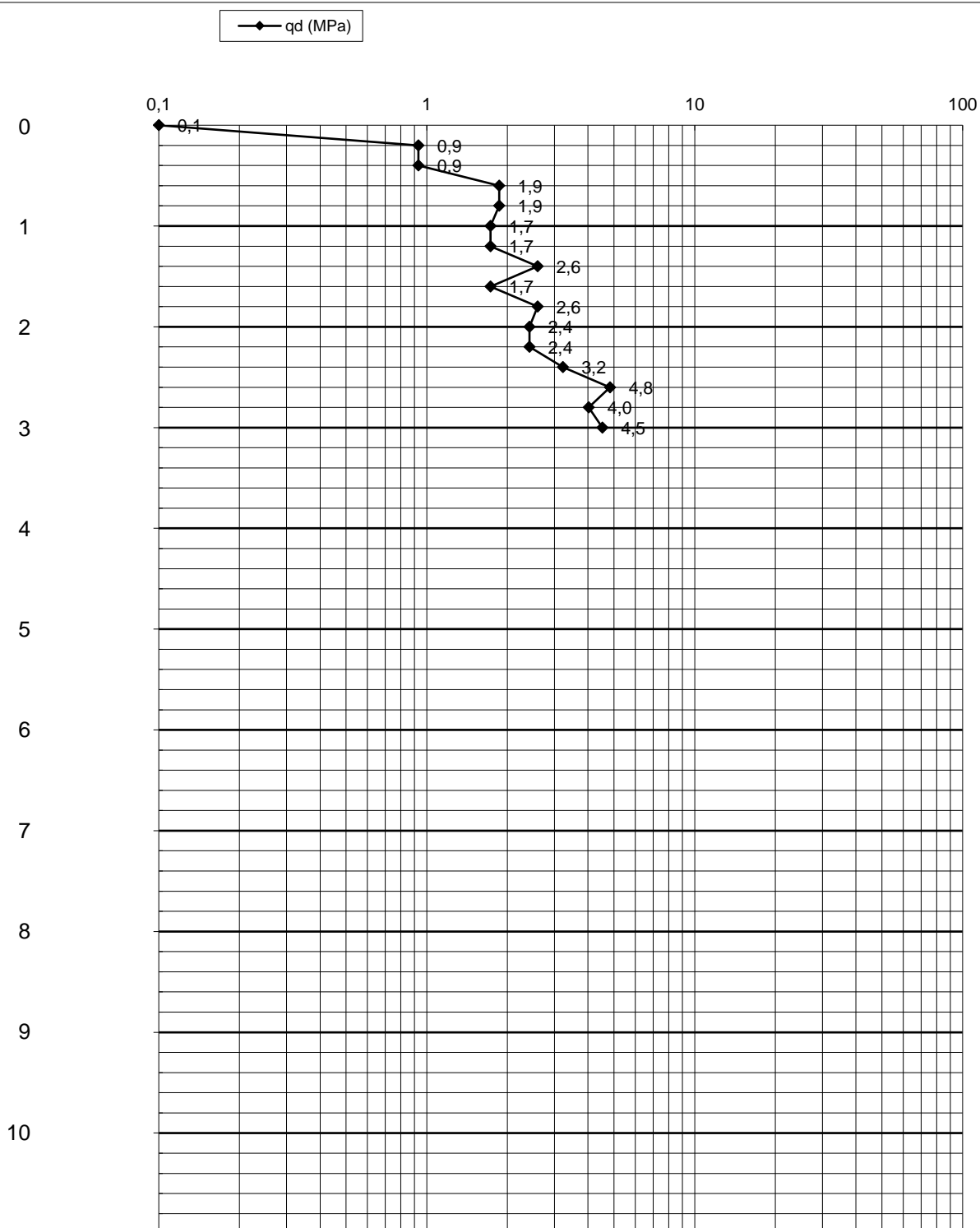
Norme NFP 94.115

Sondage **PD3**

Client **CHB**
Chantier **CIEL**
Dossier C.23.10002
Date 17 janvier 2023

qd= résistance de pointe en MPa
Formule de Redtenbacher

Couple N.m



Eau : pas notoire lors de la foration



HYDROGEOTECHNIQUE CENTRE

Ingenierie geotechnique, geologique, hydrogeologique et hydrologique
appliquée aux bâtiments, génie-civil, infrastructures et à l'environnement
Sondages - Essais de sols in situ et en laboratoire

ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

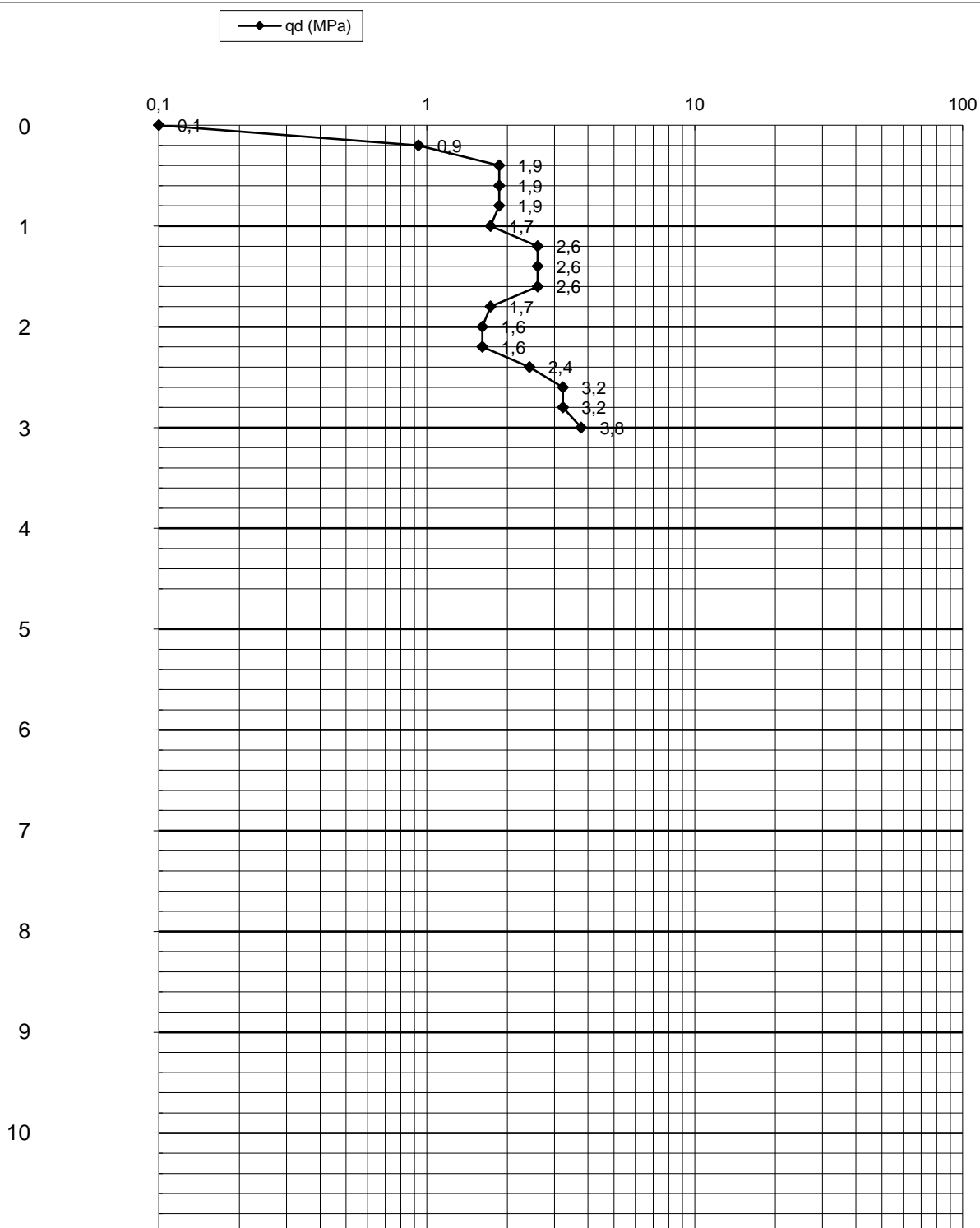
Norme NFP 94.115

Sondage PD4

Client **CHB**
Chantier **CIEL**
Dossier C.23.10002
Date 17 janvier 2023

qd= résistance de pointe en MPa
Formule de Redtenbacher

Couple N.m



Eau : pas notoire lors de la foration



HYDROGEOTECHNIQUE CENTRE

Ingenierie geotechnique, geologique, hydrogeologique et hydrologique
appliquée aux bâtiments, génie-civil, infrastructures et à l'environnement
Sondages - Essais de sols in situ et en laboratoire

ESSAI AU PENETROMETRE DYNAMIQUE

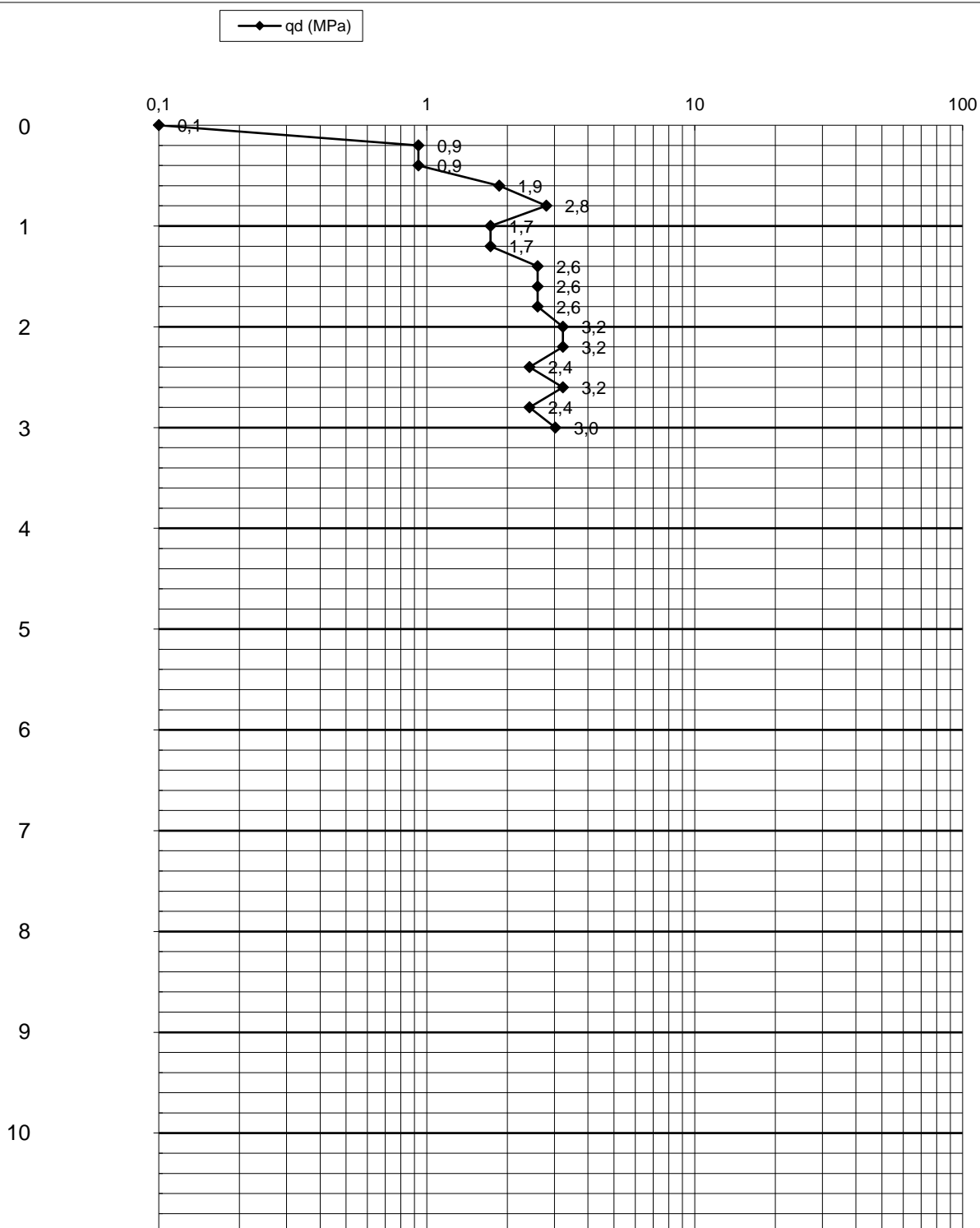
Norme NFP 94.115

Sondage PD5

Client **CHB**
Chantier **CIEL**
Dossier C.23.10002
Date 17 janvier 2023

qd= résistance de pointe en MPa
Formule de Redtenbacher

Couple N.m



Eau : pas notoire lors de la foration

ANNEXE 3

RÉSULTATS DES ESSAIS EN

LABORATOIRE

ESSAIS D'IDENTIFICATION			Teneur en eau	Teneur en eau	Limites d'Atterberg
			94-050	94-050	NF EN ISO 17892-12
Sondages	Prof (m)	Nature	W% (0/20)	W% (0/D)	WL% IP IC
RG1	1,00	Limon sablo-argileux marron brun	18,7	18,7	39 21 0,96
PM3	1,20	Limon sablo-argileux à argilo-sableux fin marron beige gris	20,0	20,0	43 23 1,01
PM5	1,20	Limon sablo-argileux à argilo-sableux marron brun	19,7	19,7	40 22 0,91



RAPPORT D'ESSAI

Affaire suivie par: Gianni BOULLY

En date du: 26/01/2023

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C/23.10002
Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques
Chantier: -
Lieu: CIEL

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Date de prélèvement: 26/01/2023
Sondage: RG1
Profondeur (m): 1,00
Nature: Limon sablo-argileux marron brun
Réaction à l'acide: -

IDENTIFICATION :

	Norme	Réalisé par
Détermination des Limites d'Atterberg : Limite de liquidité au cône de pénétration	NF EN ISO 17892-12	Opérateur Damien ABADIE
Laboratoire de :	Fontaines	

OBSERVATIONS:

Limite de liquidité	W_L	39
Limite de plasticité	W_p	18
Indice de plasticité	I_p	21



RAPPORT D'ESSAI

Affaire suivie par: Gianni BOULLY

En date du: 26/01/2023

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C/23.10002
Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques
Chantier: -
Lieu: CIEL

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Date de prélèvement: 26/01/2023
Sondage: PM3
Profondeur (m): 1,20
Nature: Limon sablo-argileux à argilo-sableux fin marron beige gris
Réaction à l'acide : -

IDENTIFICATION :

Détermination des Limites d'Atterberg : Limite de liquidité au cône de pénétration

Norme
NF EN ISO
17892-12

Réalisé par
Opérateur Damien ABADIE

Laboratoire de : Fontaines

OBSERVATIONS:

Limite de liquidité	W_L	43
Limite de plasticité	W_p	20
Indice de plasticité	I_p	23



RAPPORT D'ESSAI

Affaire suivie par: Gianni BOULLY

En date du: 26/01/2023

REFERENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C/23.10002
Affaire: Reconnaissances géologiques et géotechniques
Chantier: -
Lieu: CIEL

REFERENCES DE L'ECHANTILLONNAGE:

Date de prélèvement: 26/01/2023
Sondage: PM5
Profondeur (m): 1,20
Nature: Limon sablo-argileux à argilo-sableux marron brun
Réaction à l'acide : -

IDENTIFICATION :

Norme

Réalisé par

Détermination des Limites d'Atterberg : Limite de liquidité au cône de pénétration

NF EN ISO
17892-12

Opérateur Damien ABADIE

Laboratoire de : Fontaines

OBSERVATIONS:

Limite de liquidité	W_L	40
Limite de plasticité	W_p	18
Indice de plasticité	I_p	22

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,
- 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 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.
- 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).
- 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.
- 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).

SCHEMA D'ENCHAINEMENT DES MISSIONS GEOTECHNIQUES
(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

