

RAPPORT D'ETUDE GEOTECHNIQUE

MISSION | G2 AVP

ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION PHASE AVANT-PROJET

AFFAIRE

Client : Territoire 25 Besançon

Adresse : Rues des Cités, des Beaux-Prés, du Casino et Grande Rue

BADEVEL (25)

Rapport : G2_2023031453



RAPPORT D'ETUDE GEOTECHNIQUE

MISSION - G2 AVP

ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION PHASE AVANT-PROJET



AFFAIRE	
Client	Territoire 25 Besançon
Objet	Projet d'aménagement d'un éco lotissement, d'un chemin d'accès et d'un parking
Adresse	Rues des Cités, des Beaux-Prés, du Casino et Grande Rue BADEVEL (25)
Sections cadastrales	AC/AD
Parcelles	294, 295, 367, 494, 510, 8, 27, 28, 95, 111, 274
Investigations sur site	2 mai 2023

SUIVI DES MODIFICATIONS

RAPPORT N° G2_2023031453						
Indice	Date	Nombre de pages	Observations/Modifications	Etabli par	Vérifié par	Approuvé par
1	22 mai 2023	69	-	F. PALOPOLI	A.GHOSSOUB	A.COLIN

CONTENU

1. OBJET DE LA MISSION.....	4
2. DEROULEMENT DE LA MISSION.....	5
3. ETUDE DE SITE	6
3.1. CONTEXTE GEOGRAPHIQUE ET CONDITIONS DE SITE	6
3.2. CONTEXTE SITOLOGIQUE.....	9
3.3. CONTEXTE GEOLOGIQUE	10
3.4. ALEA RETRAIT/GONFLEMENT.....	11
3.5. ZONAGE SISMIQUE	11
3.6. RISQUES INONDATIONS/REMONTEE DE NAPPE/PPRN	12
3.7. AUTRE ARRETE :	14
3.8. AUTRES RISQUES :	14
4. DESCRIPTION DES OUVRAGES	15
5. RESULTATS DE LA CAMPAGNE D'ANALYSE	16
5.1. IMPLANTATION DES SONDAGES ET DES ESSAIS GEOTECHNIQUES	16
6.1. SONDAGES DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE A LA PELLE MECANIQUE	20
6.2. SONDAGE DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE A LA TARIERE MECANIQUE	21
6.3. CARACTERISTIQUES MECANQUES DES SOLS	21
6.4. NIVEAUX D'EAU	24
6.5. ESSAIS EN LABORATOIRE.....	24
7. ANALYSES ET RECOMMANDATIONS	27
7.1. TERRASSEMENTS.....	27
7.2. FONDATIONS	27
7.3. DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES	29
7.4. NIVEAU BAS : ECO-LOTISSEMENT	29
7.5. VOIRIES D'ACCES AU <i>SMART GRID</i> (ZONE 2) ET PARKING (ZONE 3).....	31
7.6. DRAINAGE	32
7.7. ACCELERATION SISMIQUE	33
8. LIMITES DE LA MISSION CONFIEE	34

1. OBJET DE LA MISSION

Le groupe **Territoire 25 Besançon** (50 Avenue Wilson - BP11125 - 25201 MONTBELIARD Cedex) représenté par **Monsieur Pascal MARTINET** a confié à SOCNA SOLS la réalisation d'une **étude géotechnique de conception phase avant-projet** (G2 AVP) selon la norme NFP 94-500 (Missions Ingénieries Types - Révision de novembre 2013) par la convention **G2_2023031453** et le contrat s'y afférant.

La présente étude concerne **le projet d'aménagement d'un éco lotissement, d'un chemin d'accès et d'un parking**, sur la commune de **BADEVEL (25)**.

Cette mission a pour objectifs de :

- Définir le contexte géologique et hydrogéologique du site
- Définir les caractéristiques lithologiques et mécaniques des couches de sols rencontrées au droit des projets
- De présenter les toutes premières adaptations des futurs ouvrages de l'éco-lotissement aux spécificités du site.
- Proposer le système de fondation le mieux adapté aux structures des ombrières du parking (zone 3)
- Déterminer les niveaux d'assise possibles des fondations
- Fournir les principales dispositions constructives (terrassements, fondations, niveau bas, drainage, sismicité).

2. DEROULEMENT DE LA MISSION

Nous avons effectué les investigations géotechniques sur le site le **2 mai 2023**.

Il a été réalisé les prestations suivantes :

- **6 sondages de reconnaissance géologique** à la pelle mécanique notés PM1 à PM6
- **7 essais au pénétromètre dynamique lourd** notés PD1 à PD7 (NF P94-115)



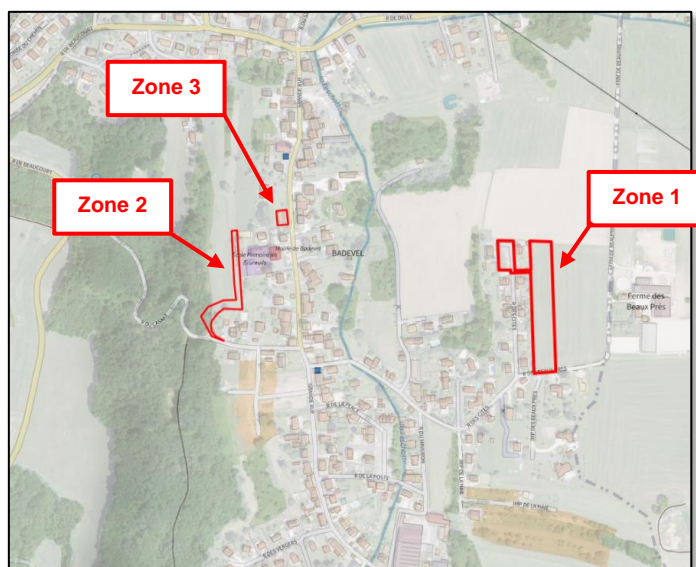
02/05/2023 : Essai au pénétromètre dynamique de type B

- **1 sondage de reconnaissance géologique à la tarière mécanique** noté RG1
- **Prélèvements d'échantillons pour analyses en laboratoire** : teneurs en eau (NF P94-050), analyses granulométriques (NF P94-056), et limites d'Atterberg (NF P94-051).

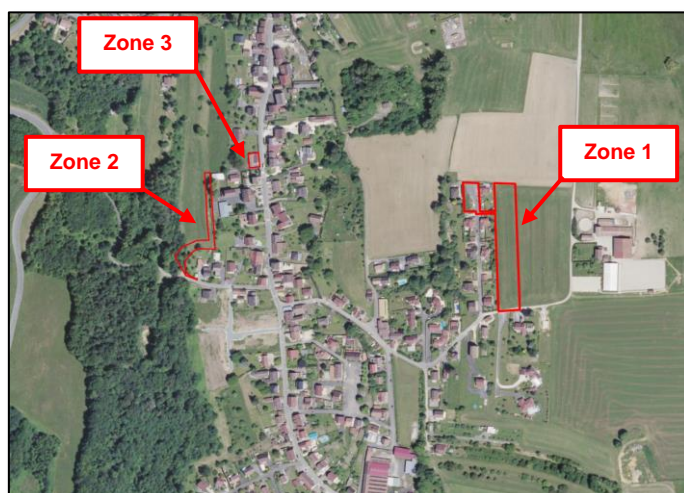
3. ETUDE DE SITE

3.1. Contexte géographique et conditions de site

Le projet concerne 3 zones d'études situées rues des Cités, des Beaux-Prés, du Casino et Grande Rue sur la commune de **BADEVEL (25)** ; il s'agit des parcelles référencées AC/AD 294, 295, 367, 494, 510, 8, 27, 28, 95, 111, 274.

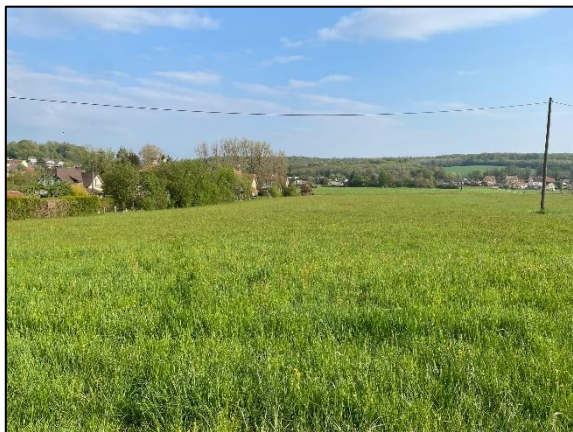


Localisation générale des zones d'étude– Source : www.geoportail.gouv.fr



Vue aérienne– Source : www.geoportail.gouv.fr

Zone 1



02/05/2023 : Vue générales de la zone 1

Zone 2



02/05/2023 : Vue générale de la zone 2

Zone 3



02/05/2023 : Vue générale de la zone 3

Les terrains actuels au droit des différentes zones correspondent :

- Pour les zones 1 et 2, à des terrains enherbés localement plus ou moins arborés. Notons la présence en limite de parcelle Est de poteaux téléphoniques. Le terrain est relativement plat et horizontal au niveau de la zone 1 tandis qu'il est en légère pente vers l'Est au niveau de la zone 2.
- Pour la zone 3, à une plateforme de remblais graveleux de type 0-31.5 mm. A noter que cette parcelle était auparavant occupée par un bâtiment de type agricole, aujourd'hui démoli (cf § 3.2). Le terrain est relativement plat et horizontal.

Les Zones d'Influence Géotechnique (ZIG au sens de la norme NFP 94-500) sont constituées par :

➤ Pour la zone 1 :

- Côté Est : par des terrains herbeux à usage agricole puis par la voirie de la Ferme de Beaupré
- Côté Nord : par des terrains herbeux à usage agricole
- Côté Ouest : par les parcelles voisines partiellement aménagées par des maisons d'habitation et des zones herbeuses plus ou moins arborées
- Côté Sud : par la voirie de la rue des Beaux Prés

• **Pour la zone 2 :**

- Côté Ouest : par des terrains herbeux puis une zone boisée
- Côté Nord : par des terrains herbeux à usage agricole
- Côté Est : par les parcelles voisines partiellement aménagées par des maisons d'habitation et des zones herbeuses plus ou moins arborées
- Côté Sud : par la voirie de la rue du Casino.

• **Pour la zone 3 :**

- Côté Ouest : par des terrains herbeux plus ou moins arborés
- Côtés Nord et Sud : par les parcelles voisines partiellement aménagées par des maisons d'habitation et des zones herbeuses plus ou moins arborées
- Côté Est : par la voirie de la Grande Rue.

3.2. Contexte sitologique

D'après l'analyse des anciennes photographies aériennes, la zone d'étude 3 était anciennement occupée par un bâtiment à usage agricole qui a été récemment démoli. Aucune information relative à la démolition de ce bâtiment qui aurait pu induire un remaniement important des sols ne nous a été transmise. La présence de surépaisseurs de remblais voire de vestiges de fondations pourraient être localement rencontrés.



Anciennes vues aériennes (à gauche : 2019 ; à droite : 2023) - Source : www.remonterletemps.ign.fr

3.3. Contexte géologique

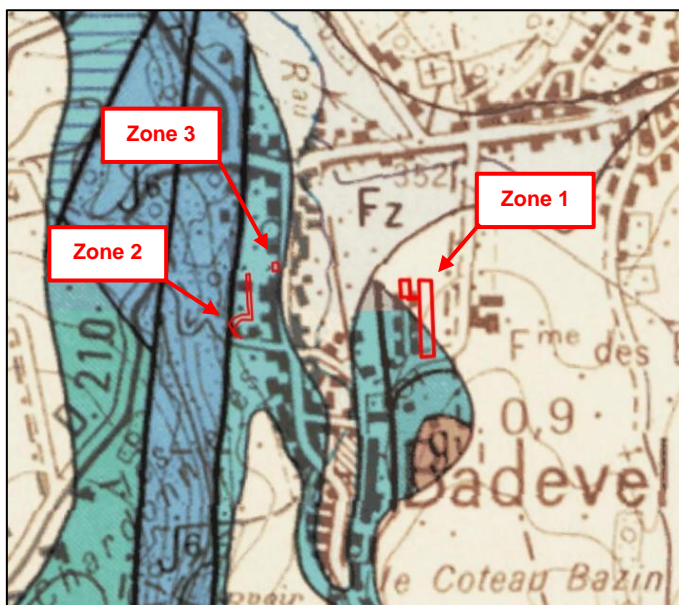
Suivant la carte géologique de DELLE N°475 au 1/50.000, et d'après le site www.infoterre.brgm.fr, les sols naturels du secteur sont majoritairement constitués par les formations suivantes :

- **Pour la zone 1 :**
 - LP : « Limons des plateaux »
 - j6 : « Oxfordien supérieur : Faciès périrécifal : calcaires bioclastiques, oolithiques oncolitiques, sublithographiques à Polypiers. Au sommet : calcaires crayeux récifal (Craie de Saint-Ursanne) »
- **Pour les zones 2 et 3 :**
 - j7 : « Kimméridgien inférieur : marnes à Astartes, marnes grises à plaquettes gréseuses, passées calcaires et marno-calcaires à la base »

Les sites d'étude se trouvent à proximité des formations suivantes :

- Fz : « Limons des plateaux »

→ Les sites de trouent à proximité de failles

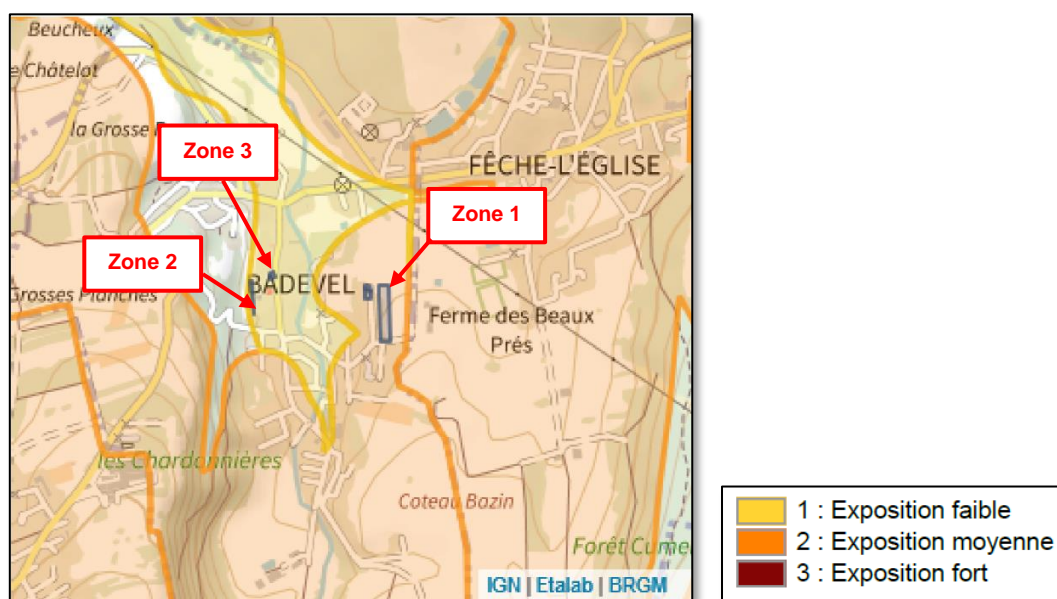


Extrait de la carte géologique – Source : www.infoterre.gouv.fr

3.4. Aléa retrait/gonflement

Après consultation du site du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire sur les risques majeurs (www.georisques.gouv.fr) et le site du BRGM (infoterre.brgm.fr - cf. extrait ci-dessous), il apparaît que le terrain est situé :

- pour la zone 1 en **exposition moyenne**
- pour les zones 2 et 3 en **exposition faible**.

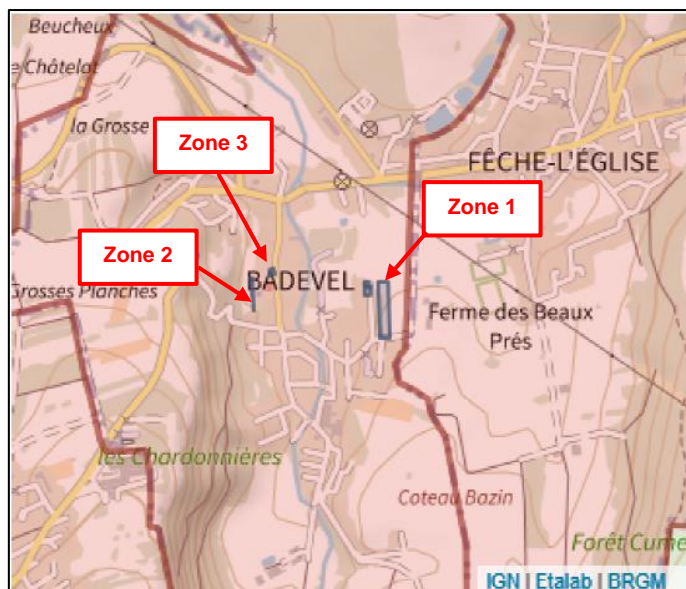


Extrait de l'exposition au retrait / gonflement des argiles – Source : www.georisques.gouv.fr

3.5. Zonage sismique

Le site d'étude est classé en **zone sismique 4** (moyenne).

Selon l'Eurocode 8, l'accélération horizontale de référence a_{gr} est égale à **1,6 m.s⁻²**.




Zonage sismique – Source : www.georisques.gouv.fr

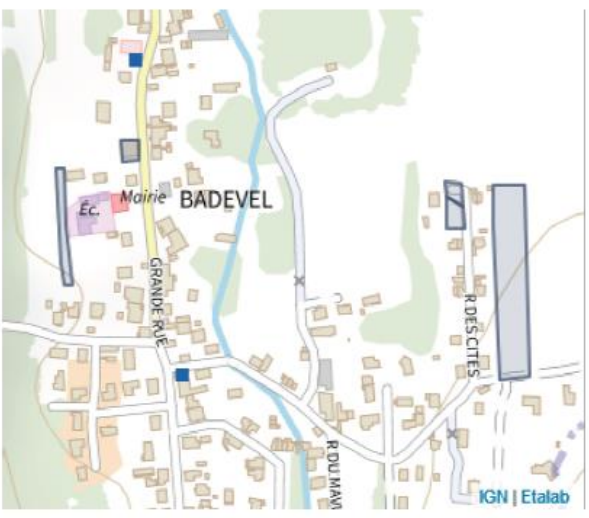
3.6. Risques inondations/remontée de nappe/PPRN

Après consultation du site du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire sur les risques majeurs (www.georisques.gouv.fr), il apparaît que le terrain est situé sur une commune soumise à PPRI.

INONDATION

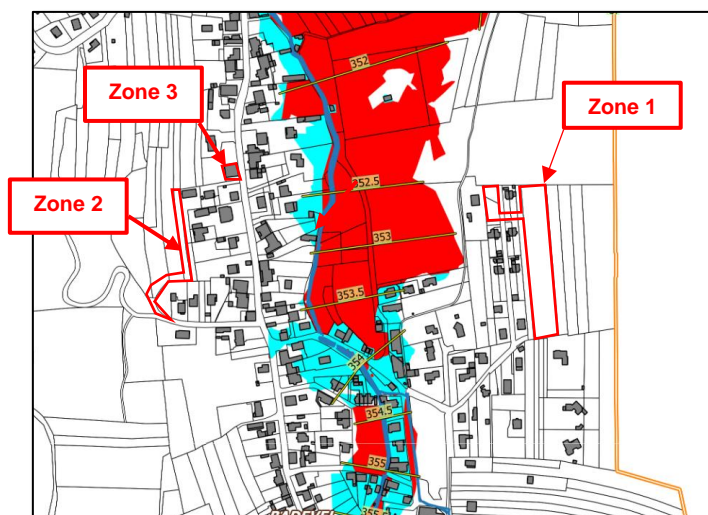


Le Plan de prévention des risques naturels (PPR) de type Inondation nommé PPRI de la Feschotte a été approuvé sur le territoire de votre commune, mais n'affecte pas votre bien.
Date de prescription : 25/12/2012
Date d'approbation : 14/05/2017
Un PPR approuvé est un PPR définitivement adopté.
Le PPR couvre les aléas suivants :
Inondation
Par une crue à débordement lent de cours d'eau
Le plan de prévention des risques est un document réalisé par l'Etat qui interdit de construire dans les zones les plus exposées et encadre les constructions dans les autres zones exposées.



BADEVEL (25) | G2_2023031453 | Territoire 25 Besançon

D'après le PPRI sur la commune de BADEVEL (25), les zones d'étude ne sont à priori pas situées en zones à risque d'inondation. Toutefois, une partie de la zone 1 est située à forte proximité d'une zone à risque d'inondation.



Zonage réglementaire du PPRI – Source : www.doubs.gouv.fr

A la date du présent rapport, la commune a fait l'objet de **3 arrêtés** de catastrophe naturelle liées aux inondations et/ou coulées de boue :

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE9000113A	14/02/1990	17/02/1990	16/03/1990	23/03/1990
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
NOR19830621	23/05/1983	27/05/1983	21/06/1983	24/06/1983

Compte tenu du contexte sitologique et géologique, il est probable que des circulations d'eau puissent s'établir :

- Sous forme de nappes de stagnation dans les remblais et les formations superficielles
- A la faveur de la perméabilité des différentes couches de sol
- Sous forme de nappes d'eau d'accompagnement des réseaux hydrographiques proches.

3.7. Autre arrêté :

A la date du présent rapport, la commune a fait l'objet d'un **arrêté** de catastrophe naturelle lié à un mouvement de terrain :

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

3.8. Autres risques :

POLLUTION DES SOLS (500 m)



Les pollutions des sols peuvent présenter un risque sanitaire lors des changements d'usage des sols (travaux, aménagements, changement d'affectation des terrains) si elles ne sont pas prises en compte dans le cadre du projet.

Dans un rayon de 500 m autour de votre parcelle, sont identifiés :

- 3 site(s) référencé(s) dans l'inventaire des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)
- 28 site(s) potentiellement pollué(s), référencé(s) dans l'inventaire des sites ayant accueilli par le passé une activité qui a pu générer une pollution des sols (CASIAS).



RADON : 2/3



- 1 : potentiel radon faible
- 2 : potentiel radon moyen
- 3 : potentiel radon significatif

Le radon est un gaz radioactif naturel inodore, incolore et inerte. Ce gaz est présent partout dans les sols et il s'accumule dans les espaces clos, notamment dans les bâtiments.



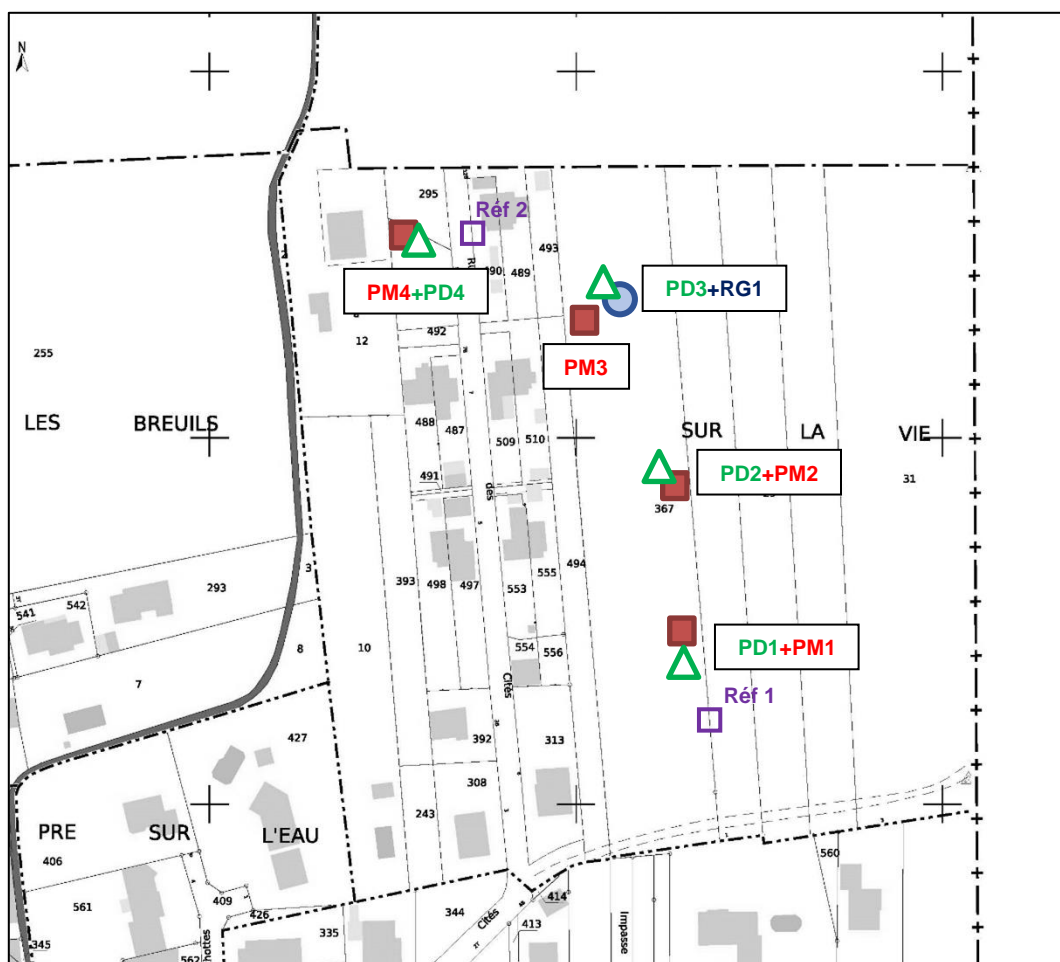
5. RESULTATS DE LA CAMPAGNE D'ANALYSE

5.1. Implantation des sondages et des essais géotechniques




L'implantation des sondages et des essais géotechniques a été choisie en fonction des possibilités d'accès et de mise en station, et de la position des réseaux enterrés existants.

Les plans ci-dessous récapitule leur localisation :

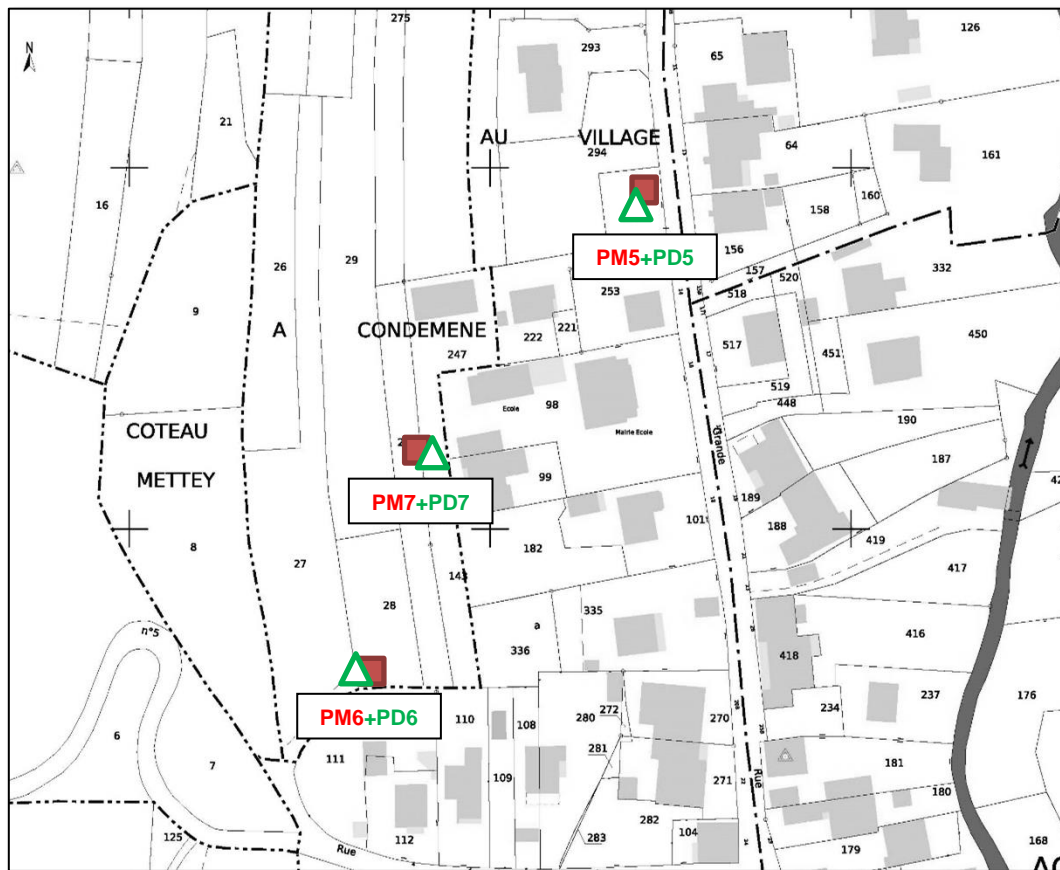
➤ Zone 1





Implantation des sondages et essais géotechniques (zone 1)

	<i>PM – Sondage de reconnaissance géologique à la pelle mécanique (x4)</i>
	<i>PD – Essai pénétrométrique de type B (x4)</i>
	<i>RG - Sondage de reconnaissance géologique à la tarière mécanique (x1)</i>

➤ **Zones 2 et 3**



Implantation des sondages et essais géotechniques (zones 2 et 3)

	<i>PM – Sondage de reconnaissance géologique à la pelle mécanique (x3)</i>
	<i>PD – Essai pénétrométrique de type B (x3)</i>

En l'absence de plan topographique, les sondages et essais *in situ* ont été nivelés en nivellement indépendant en prenant comme référence :

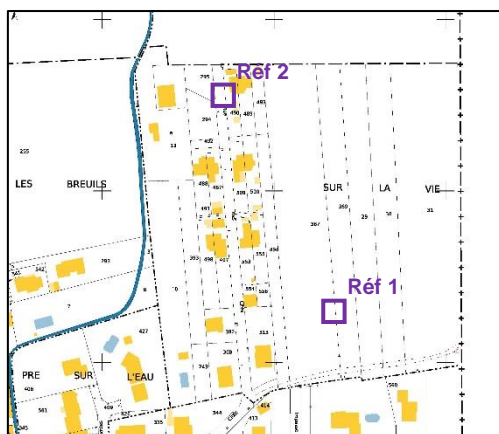
• **Pour la zone 1* :**

- Pour le nivellement de la parcelle AC367, le pied d'un poteau téléphonique situé côté Est, nommée **Réf 1** et considérée à la cote de référence 100.
- Pour le nivellement AC294, le pied d'un poteau électrique situé au niveau de la parcelle AC490, nommée **Réf 2** à la cote de référence 200.

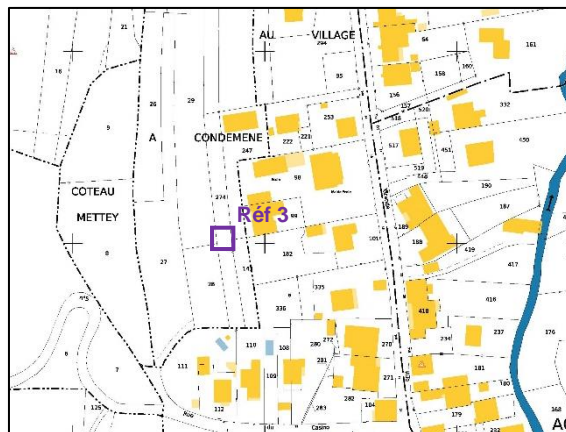
** Du fait de l'impossibilité de relier les parcelles AC367 et 294 composants la zone 1, il a été nécessaire de considérer deux références topographiques différentes.*



02/05/2023 : Référence de nivellement (à gauche : Réf 1 ; à droite : Réf 2)

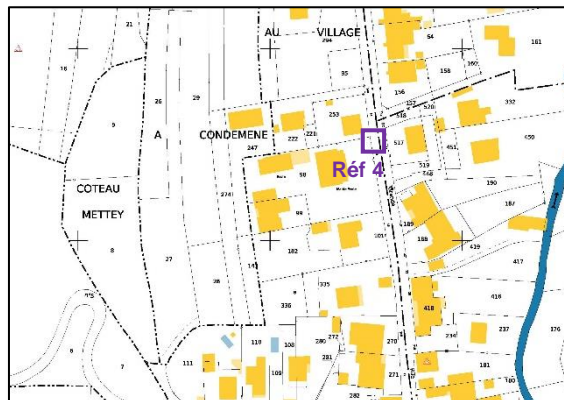


- **Pour la zone 2** : la limite parcellaire entre les parcelles AD 143 et 247 à l'Est, nommée Réf 3 et à la cote de référence 100.



02/05/2023 : Référence de nivellement

- **Pour la zone 3 :** le pied d'un poteau électrique situé sur le trottoir de la Grande Rue, nommée **Réf 4** et à la cote de référence 100.



02/05/2023 : Référence de nivellement

Nous obtenons les niveaux altimétriques suivants en nivellement indépendant (NI) :

Pour la zone 1

Sondages	Réf 1	PM1/PD1	PM2/PD2	PM3/PD3
Cote NI	100	99,05	97,95	96,05

Essais	Réf 2	PM4/PD4
Cote NI	200	198,8

Pour la zone 2

Sondages	Réf 3	PD6	PD7
Cote NI	100	103	99,1

Pour la zone 3

Sondages	Réf 4	PM5/PD5
Cote NI	100	99,95

6.1. Sondages de reconnaissance géologique à la pelle mécanique

Nous avons réalisé **7 sondages de reconnaissance géologique à la pelle mécanique** notés **PM1 à PM7**. Ceux-ci ont permis de mettre en évidence les terrains suivants du plus superficiel au plus profond :

Pour la zone 1 :

	Profondeur base de la couche (m)			
Lithologie	PM1	PM2	PM3	PM4
Terre végétale	0,3	0,2	0,3	-
Remblais graveleux de type 0-31.5 mm	-	-	-	1
Remblais limoneux divers avec morceaux de bois et fers	-	-	-	1,4
Limons argileux marron	0,8	-	-	-
Limons sableux marron	-	0,7	-	2 ^(*) (1)
Sables limoneux à quelques passées argileuses	-	-	2 ^(*)	-
Argile limono-sableuse orangé à quelques cailloutis	2 ^(*)		-	-

(*) Base du sondage

(1) jaunâtres et à passées argileuses grises

Pour la zone 2 :

	Profondeur base de la couche (m)	
Lithologie	PM6	PM7
Terre végétale	0,3	0,3
Limons argileux marron orangé	1,8	-
Sable limoneux marron brun	-	0,6
Limons sableux marron clair avec quelques passées argileuses	-	2 ^(*)
Argiles grises	2 ^(*)	-

Pour la zone 3 :

	Profondeur base de la couche (m)
Lithologie	PM5
Couche de forme graveleuses de type 0-20 mm	0,2
Couche de forme graveleuses de type 0-80 mm avec géotextile anti-contaminant à sa base	0,8
Sable limono-argileux marron	2 ^(*)

Nota : Nous avons constaté une bonne tenue des parois pour l'ensemble des sondages excepté ponctuellement en tête au sein des remblais graveleux.

6.2. Sondage de reconnaissance géologique à la tarière mécanique

Nous avons réalisé **un sondage de reconnaissance géologique à la tarière mécanique** noté **RG1**. Celui-ci a permis de mettre en évidence les terrains suivants :

	Profondeur base de la couche (m)
Lithologie	RG1
Limons sableux marron	1
Sables fins limoneux à lentilles argileuses grises	2,5
Sables limono-argileux marron orangé	3
Sables argileux	3,5^(*) (**)

* Base de sondage - **Refus

La description des faciès n'est basée que sur la description des cuttings issus de ces sondages destructifs, mais ne résultent en aucun cas d'une description visuelle du matériau in-situ telle que celle pouvant être effectuée au droit de puits à la pelle mécanique ou à l'aide de sondages carottés (échantillons intacts).

De cette interprétation résulte également le fait que les cotes ou profondeurs indiquées ne sont que des estimations et non des références absolues.

6.3. Caractéristiques mécaniques des sols

Nous avons réalisé **7 essais au pénétromètre dynamique de type B** notés **PD1 à PD7** (norme NF P94-115 → Voir pénétrogrammes en annexe 2).

L'essai pénétrométrique consiste à enfoncer dans le sol par battage automatique (foreuse), un train de tiges muni à son extrémité inférieure d'une pointe conique de section connue, et à mesurer la résistance dynamique à l'enfoncement du matériau en place en fonction du nombre de coup en continu. Le battage se fait par un poids appelé « mouton », avec une masse et hauteur de chute fixe. La résistance en pointe q_d (MPa) est calculée selon la formule de « Redtenbacher » suivante :

$$q_d = \frac{M \cdot g \cdot h}{A \cdot e} \cdot \frac{M}{M + M'}$$

avec :

M, masse du mouton,

g, accélération de la pesanteur (9,8 ms⁻²),

- h**, hauteur de chute libre (75 cm),
A, section droite de la pointe (20 cm²),
e, l'enfoncement par coup,
M' masse cumulée restante.

Ils ont permis de mettre en évidence les caractéristiques mécaniques suivantes :

Pour la zone 1 :

- Uniquement en PD4, faibles à moyennes jusqu'à la profondeur et cote ci-après avec :

Valeurs de qd (MPa)	1,2 ≤ qd ≤ 12			
Essai	PD1	PD2	PD3	PD4
Profondeur (m/TA*)	-			1,4
Altimétrie **	-			197,4

(*) Terrain Actuel au moment des investigations (**) nivellement indépendant

Il s'agit vraisemblablement de la couche de remblais graveleux puis celle des remblais limoneux.

- Très faibles à faibles jusqu'aux profondeurs et cotes ci-après avec :

Valeurs de qd (MPa)	0,9 ≤ qd ≤ 10 (très ponctuellement)			
Essai	PD1	PD2	PD3	PD4
Profondeur (m/TA*)	1,65	2,9	3,9	4,4
Altimétrie **	97,4	95,05	92,15	193,5

(*) Terrain Actuel au moment des investigations (**) nivellement indépendant

Il s'agit probablement de la couche de « limons argileux ± sableux ».

- Moyennes à bonnes, jusqu'aux **refus** aux profondeurs et cotes ci-après avec :

Valeurs de qd (MPa)	5 ≤ qd ≤ 40 (ponctuellement)			
Essai	PD1	PD2	PD3	PD4
Profondeur (m/TA*)	3,3	3,6	4,7	5
Altimétrie **	95,75	94,35	91,35	193,8

(*) Terrain Actuel au moment des investigations (**) nivellement indépendant

Il s'agit probablement de la couche d'« argiles et sables à cailloutis ».

Pour la zone 2 :

- Très faibles à faibles en tête jusqu'aux profondeurs et cotes ci-après avec :

Valeurs de qd (MPa)	1,2 ≤ qd ≤ 3,5	
Essai	PD6	PD7
Profondeur (m/TA)	4,2	2,7
Altimétrie	98,8	96,4

Il s'agit probablement d'une couche à dominante limono-argileuse.

- Faibles à moyennes jusqu'aux profondeurs et cotes ci-après avec :

Valeurs de qd (MPa)	1,5 (ponctuellement) ≤ qd ≤ 10 (ponctuellement)	
Essai	PD6	PD7
Profondeur (m/TA)	5,6	5
Altimétrie	97,4	94,1

Il s'agit probablement d'une couche à dominante limono-sableuse.

- Moyennes à bonnes jusqu'en fins d'essais aux profondeurs et cotes ci-après avec :

Valeurs de qd (MPa)	6 ≤ qd ≤ 40 (ponctuellement)	
Essai	PD6	PD7
Profondeur (m/TA)	6,1	6
Altimétrie	96,9	93,1

Il s'agit probablement d'une couche à dominante argilo-limoneuse-sableuse à cailloutis.

Pour la zone 3 :

- Moyennes jusqu'à la profondeur et cote ci-après avec :

Valeurs de qd (MPa)	8 ≤ qd ≤ 40 (très ponctuellement)
Essai	PD5
Profondeur (m/TA*)	0,6
Altimétrie **	99,35

(*) Terrain Actuel au moment des investigations (**) nivellement indépendant

Il s'agit probablement de la couche de remblais graveleux de la plateforme existante.

- Faibles et relativement homogènes jusqu'à la profondeur et cote ci-après avec :

Valeurs de qd (MPa)	$2,5 \leq qd \leq 5$
Essai	PD5
Profondeur (m/TA*)	2,7
Altimétrie **	97,25

(*) Terrain Actuel au moment des investigations (**) nivellement indépendant

Il s'agit probablement d'une couche à dominante limono-argileuse.

- Très bonnes jusqu'au **refus** à la profondeur et cote ci-après avec :

Valeurs de qd (MPa)	$qd > 10$
Essai	PD5
Profondeur (m/TA*)	2,9
Altimétrie **	97,05

(*) Terrain Actuel au moment des investigations (**) nivellement indépendant

Nota : Il n'est pas exclu que ces refus soient obtenus suite à la rencontre du toit du substratum calcaire \pm altéré et/ \pm fracturé.

6.4. Niveaux d'eau

Le jour de notre intervention, la présence n'a pas été observée au droit de nos essais et sondages réalisés in-situ.

Ces relevés, ayant un caractère ponctuel et instantané, ne permettent toutefois pas de préciser l'amplitude des variations du niveau d'eau qui peut remonter fortement en période pluvieuse.

6.5. Essais en laboratoire

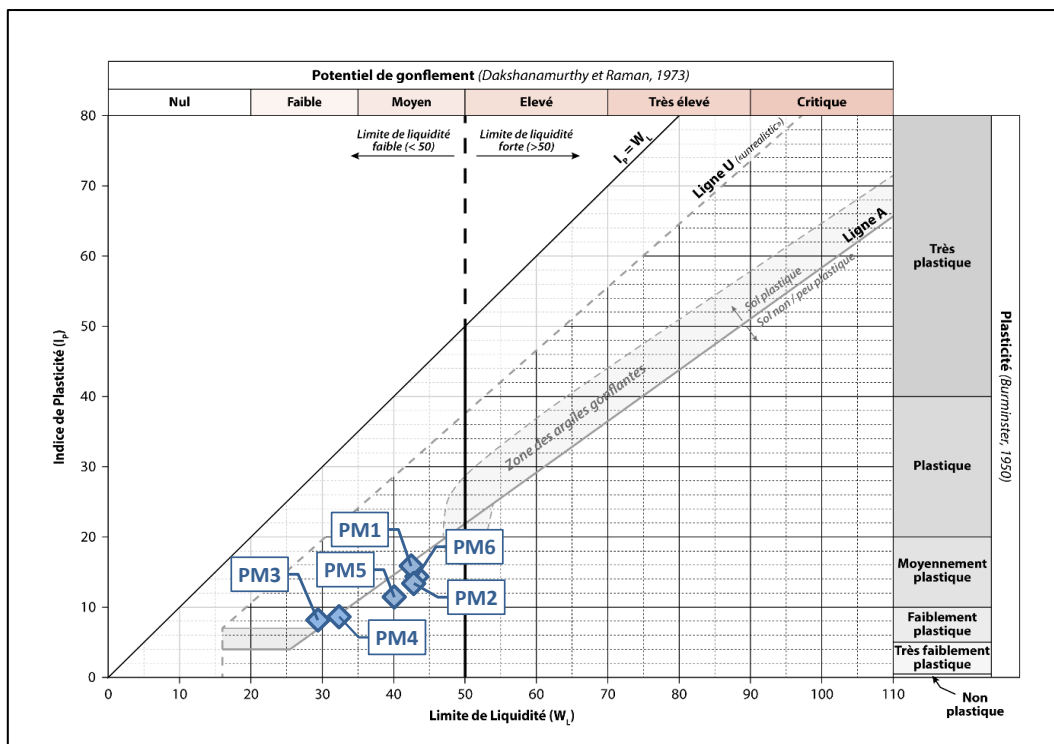
Des prélèvements d'échantillons ont été réalisés au droit des sondages **PM1** à **PM6** en vue d'effectuer, en laboratoire, les analyses suivantes (voir PV d'essais en annexe 3) :

- Teneurs en eau pondérales des matériaux (NF P94-050)
- Analyses granulométriques (NF P94-056)
- Limites d'Atterberg (NF P94-051)

Les résultats sont les suivants :

Sondage	Profondeur du prélèvement	Nature du prélèvement	W _n %	Limites d'Atterberg				Granulo.		GTR
				W _p %	W _l %	I _p	I _c	% > 2mm	% < 80µm	
PM1	entre 1 et 1,2 m	Limon sableux légèrement graveleux	21,1	26,4	42,2	15,9	1,33	10,7	59,7	A2
PM2	entre 0,8 et 1 m	Limon légèrement sableux	25,3	29,2	42,6	13,4	1,29	0,2	90,0	A2
PM3	entre 0,8 et 1 m	Limon très légèrement sableux	19,3	21,0	29,2	8,2	1,21	0,1	94,7	A1
PM4	entre 1,4 et 1,5 m		27,5	23,5	32,1	8,6	0,54	0,4	95,0	A1
PM5	entre 1 et 1,3 m	Limon	26,9	28,4	39,9	11,4	1,14	0,0	98,7	A1
PM6	entre 0,8 et 1 m		27,9	28,6	43,0	14,4	1,05	0,1	99,1	A2

- Les analyses granulométriques par tamisage (voir PV en annexe 3) montrent que les sols prélevés sont de type :
 - « **limons sableux légèrement graveleux** » au droit de **PM1**
 - « **limons ± sableux** » au droit de **PM2, PM3 et PM4**
 - « **limoneux** » au droit de **PM5 et PM6**
- Au droit des échantillons **PM1 à PM3, PM5 et PM6**, les teneurs en eau mesurées sont **inférieures** aux limites de plasticité respectives. Toutefois, pour **PM3, PM5 et PM6**, elles restent proches des limites de plasticité. Notons que la teneur en eau au droit de l'échantillon **PM4** est supérieure à la limite de plasticité.
- Le diagramme de Casagrande ci-après montre que les sols prélevés se situent **en dehors** de la zone dite des « **argiles-gonflantes** ».
- ➔ Toutefois, il est donc vraisemblable que ce sols soient sensibles au phénomène de **retrait**.



7. ANALYSES ET RECOMMANDATIONS

7.1. Terrassements

Les travaux de terrassement seront relativement faibles compte tenu de la nature des projets.

Les précautions suivantes seront à respecter et à adopter :

- Eviter la circulation des engins sur le fond de forme non protégé pour ne pas provoquer de remaniement avec protection des fonds de forme des intempéries.
- Aucune stagnation d'eau ne sera tolérée : la mise en place d'un système de pompage sera à prévoir dans ce cas.
- Réaliser les travaux hors période pluvieuse et en dehors des périodes où le niveau de la nappe phréatique est susceptible d'être au plus haut.
- Mettre en place des matériaux sur un sol sain, non remanié et sec, à l'avancement des terrassements dans des conditions météorologiques favorables, hors période de pluie.

7.2. Fondations

Zone 1 : Eco-lotissement

Dans le contexte géologique et géotechnique présent, nous proposons la solution de fondation décrite ci-après :

- Fondations superficielles par **semelles** avec si besoin **rattrapages en gros béton** voire localement **puits** dans le secteur de PD1* notamment et de PD4**

** Notons que dans le secteur de PD1 il sera nécessaire d'approfondir les fondations jusqu'aux matériaux argilo-graveleux et au-delà des matériaux limoneux qui présentent de faibles qualités mécaniques*

*** Zone de remblais*

Afin de s'affranchir des risques de retrait (voir paragraphe 6.5), l'assise des fondations devra se situer au minimum à - **1,2 m/sol fini extérieur**.

A cette profondeur, la garde hors-gel sera de facto respectée.

Les fondations seront calculées en fonction des contraintes de calcul suivantes :

q_{ELS} (MPa)	q_{ELU} (MPa)
0,10	0,16

Bien que le pénétromètre dynamique ne permette pas le calcul des tassements, nous pouvons estimer que ceux-ci seront inférieurs au centimètre.

Ces hypothèses devront être validées une fois que les projets auront été fixés et qu'ils nous auront été communiqués. En effet, il conviendra d'adapter et de valider le système de fondation proposé ainsi que la capacité portante à la nature de chaque projet.

Zone 3 : Ombrières du parking

Dans le contexte géologique et géotechnique présent, nous proposons la solution de fondation décrites ci-après :

- Fondations superficielles par **semelles** avec si besoin **rattrapages en gros béton**

Afin de s'affranchir des risques de retrait (voir paragraphe 6.5), l'assise des fondations devra se situer au minimum à **- 1,2 m/sol fini extérieur**.

A cette profondeur, la garde hors-gel sera de facto respectée.

Dans tous les cas, l'assise des fondations des ombrières devra être située au-delà de tous remblais ou matériaux remaniés par la récente démolition, et ancrée d'au moins 0,2 m dans le terrain naturel de nature limono-argileuse.

Les fondations seront calculées en fonction des contraintes de calcul suivantes :

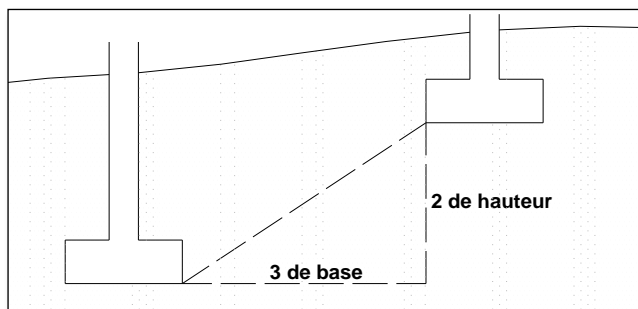
q_{ELS} (MPa)	q_{ELU} (MPa)
0,10	0,16

Bien que le pénétromètre dynamique ne permette pas le calcul des tassements, nous pouvons estimer que ceux-ci seront inférieurs au centimètre.

7.3. Dispositions constructives

Les dispositions constructives suivantes devront être respectées :

- Aucune stagnation d'eau ne sera tolérée : en cas d'arrivée d'eau, la mise en place d'un système de pompage sera à prévoir
- Les fondations seront coulées sur un sol sain, non remanié et hors d'eau
- Le sol d'assise devra être uniformément constitué d'un sol de nature **homogène**
- La garde hors-gel sera de facto respectée
- En aucun cas les fonds de fouilles ne devront être laissés ouverts sans la mise en place au minimum d'un béton ou d'une couche de propreté. Dans ce dernier cas, tout matériau éboulé sur le BP devra être évacué avant coulage
- Pour permettre le bon contact fondations/sol, la largeur des semelles ne devra pas être inférieure à 40 cm pour des semelles filantes, et 60 cm dans le cas de semelles isolées
- Pour les fondations dénivelées, une pente maximale de **3H/2V** sera respectée entre 2 fondations voisines ou 2 redans successifs.



- La présence d'un géotechnicien pourra être prévue pour valider la nature de la pleine masse et les assises de fondation dans le cadre d'une mission adaptée type supervision géotechnique **G4**.

7.4. Niveau bas : Eco-lotissement (zone 1)

- Il est envisageable de traiter le niveau bas en **dallage sur terre-plein** sous réserve de respecter les dispositions suivantes :
 - Purge complète de la couverture végétale et de la couche de remblais reconnue uniquement au droit du sondage PM4
 - Terrassement de la pleine masse jusqu'à une profondeur permettant de réaliser le complexe décrit ci-après
 - Compactage du fond de forme **sans vibration**

- En fonction de l'état du fond de forme, un cloutage pourrait s'avérer nécessaire
- Mise en œuvre d'un géotextile **anti-contaminant**
- Mise en œuvre à l'avancement d'une plate-forme d'épaisseur minimale 0,45 m avec un matériau naturel 0/80 (ou équivalent) type D31 au sens du GTR 92, à granulométrie étendue et continue contenant moins de 12% de fines inférieures à 80 µm mis en place par couches compactées suivant les règles de l'Art (épaisseur à adapter au compacteur et à l'état des fonds de forme)
- Finition en 0/31⁵ (ou équivalent) sur une épaisseur de **0,05 m**

La plate-forme sera contrôlée par des essais de chargement à la plaque. Leur coût sera intégré dans le budget du projet. Le dallage sera justifié conformément au DTU 13.3 (nouvelle version de décembre 2021).

Les valeurs à obtenir devront être les suivantes (plaque de diamètre 60 cm) :

- $EV2 \geq 50 \text{ MPa}$ (*)
- $EV2/EV1 \leq 2,2$

(*) *En supposant des charges réparties sur le dallage inférieures à 20 kN/m² et des charges concentrées inférieures à 20 kN. Dans le cas où les charges seraient supérieures à ces valeurs, il conviendra d'obtenir :*

- $EV2 \geq 70 \text{ MPa}$

SOCNA SOLS se tient à disposition pour réaliser les essais de chargement à la plaque.

Estimation des modules d'Young sous le dallage

En l'absence de sondages pressiométriques, les modules d'Young $E_s = EM/\alpha$ sont donnés à titre indicatif. Ils peuvent être estimés à :

Nature du sol	Couche de forme	Limons argileux ± sableux	Argiles et sables à cailloutis
Base de couche (m)	0,5	4,4	5
Es (MPa)	EV2 obtenu*	12	60

(*) *Pour la couche de forme, la valeur E_s peut être prise égale au module EV2 obtenu lors de l'essai de chargement à la plaque sous réserve d'obtenir un rapport de compactage $EV2/EV1 \leq 2$. Si $2 < EV2/EV1 \leq 2,2$ il est proposé d'adopter $E_s = 0,9 \times EV2$.*

- A noter que la solution de **dalle portée sur vide sanitaire** ventilé pourra également être envisagée, notamment dans le secteur de PD4 du fait de la présence de remblais possiblement évolutifs (remblais avec morceaux de bois) et qui impliquerait localement des purges importantes.

Nous rappelons que toutes ces dispositions et ces valeurs sont données à titre indicatif. Il conviendra de les adapter une fois que les projets seront fixés.

7.5. Voiries d'accès au *Smart Grid* (zone 2) et parking (zone 3)

Pour les **parkings et voiries destinés à accueillir des véhicules légers**, il convient de mettre en œuvre les structures sous enrobés suivantes (ou techniquement équivalentes) :

- **Parking (zone 3)**

Compte tenu de la présence d'une couche de forme, compactage de la pleine masse et contrôle de celle-ci par des essais de chargement à la plaque (plaque de diamètre 60 cm) dans le but de vérifier si les critères suivants sont atteints :

- $EV2 \geq 50 \text{ MPa}$
- $EV2/EV1 \leq 2,2$

Si les critères mentionnés ci-avant ne sont pas atteints, les dispositions constructives énoncées dans le paragraphe qui suit devront être mises en œuvre, après la purge de la couche de forme existante.

- **Voirie d'accès au *Smart Grid* (zone 2)**

- Purge complète de la couverture végétale et des remblais et limons lâches
- Terrassement de la pleine masse jusqu'à une profondeur permettant de réaliser le complexe décrit ci-après
- Compactage du fond de forme sans vibration (si pas de cloutage)
- En fonction de l'état du fond de forme, mise en place d'un **cloutage**
- Mise en œuvre d'un géotextile **anti-contaminant**

- Couche de forme GNT 0/80 concassé sur une épaisseur minimale de **0,4 m** pour obtenir au minimum $EV2 > 40 \text{ MPa}$
- GNT 0/31.5 concassé - $ES > 50$ (cat 2)* (ou équivalent) sur une épaisseur de **0,1 m**

Les plateformes des voiries légères seront contrôlées par des essais de chargement à la plaque. Leur coût sera intégré dans le budget du projet.

Les valeurs à obtenir devront être les suivantes (plaque de diamètre 60 cm) :

- $EV2 \geq 50 \text{ MPa}$
- $EV2/EV1 \leq 2,2$

*Quoiqu'il en soit, nous recommandons la réalisation de plusieurs **planches d'essais de chargement à la plaque** avant la mise en œuvre de ces différentes couches d'assise de chaussée.*

SOCNA SOLS reste à disposition pour la réalisation des essais de chargement à la plaque.

7.6. Drainage

En supposant que les niveaux bas soient calés au-dessus des terrains finis extérieurs, la mise en œuvre de complexes drainants ne s'avèreront pas nécessaire.

Le cas échéant, il sera nécessaire de prévoir des systèmes de drainage qui consisteront à mettre en œuvre des drain PVC crépinés type drain à cunette de diamètre suffisant (drain agricole interdit) installés de préférence à minima 0,6 m latéralement de la base des fondations. Dans le cas du choix du vide sanitaire, des barbacanes devront être mises en œuvre, espacées uniformément et raccordées au drainage périphérique.

Le remblaiement autour du collecteur mis en œuvre sera réalisé sur au moins 0,30 m à l'aide d'un matériau drainant de granulométrie serrée 20/40. L'ensemble sera emballé dans un géotextile anti-contaminant. Un Delta MS ou similaire sera fixé contre les murs enterrés après mise en œuvre d'une imperméabilisation par enduit hydrofuge. Il sera raccordé au drainage périphérique. Les parties en soubassement seront protégées au minimum par un revêtement d'imperméabilisation avec une arase étanche.

7.7. Accélération sismique

Nous avons considéré comme hypothèse des ouvrages de catégorie d'importance **II** (à confirmer par le maître d'ouvrage et/ou le maître d'œuvre). Le coefficient d'importance **γ_I** est égal à **1**.

Pour la catégorie des sols et en fonction des résultats de nos investigations (voir paragraphe 3), nous retiendrons la **classe C**. Le coefficient d'amplification de la sollicitation sismique **S** vaut donc **1,5**.

L'accélération sismique maximale en surface **a_g** sera donc pour ce site :

$$\Rightarrow a_{gr} \times \gamma_I \times S = 1,6 \times 1 \times 1,5 \text{ soit } \mathbf{2,4 \text{ m.s}^{-2}}$$

8. LIMITES DE LA MISSION CONFIEE

Les calculs et valeurs donnés dans le présent rapport ne sont que des ébauches destinées à donner un premier aperçu des directions techniques d'exécution et ne constituent pas un dimensionnement du projet. Par ailleurs, l'ensemble des dispositions énoncées dans le présent rapport n'est valable qu'au droit de nos sondages et de nos essais. En effet, des variations latérales d'épaisseur et de caractéristiques sont toujours possibles.

Selon la norme NF P 94-500, ce rapport conclut la mission **G2 AVP** qui nous a été confiée pour cette affaire. A cet effet, la mise en œuvre de l'ensemble des missions géotechniques issues de la norme NF P94-500 (G2PRO, G2 DCE/ACT, G3 (à la charge de l'entreprise) et G4 (à la charge du maître d'ouvrage, pour supervision géotechniques d'exécution) devra suivre la présente étude.

SOCNA SOLS reste à l'entière disposition des Responsables du Projet pour tout renseignement complémentaire.

Pour SOCNA SOLS, le 22 mai 2023

Francisco Palopoli
Ingénieur Géotechnicien

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'F. Palopoli'.

Akram Ghossoub
Ingénieur Civil
Géotechnicien

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'Akram Ghossoub'.

Anthony Colin
Ingénieur Géotechnicien -
Gérant

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Anthony Colin'.

ANNEXES

ANNEXE 1

Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Norme NF P94-500 (Novembre 2013)

BADEVEL (25) | G2_2023031453 | Territoire 25 Besançon

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

BADEVEL (25) | G2_2023031453 | Territoire 25 Besançon

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

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

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)
- ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).
- Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

BADEVEL (25) | G2_2023031453 | Territoire 25 Besançon

Phase Suivie

- Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)

- SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

- Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3).
- Donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'état de l'état général de l'ouvrage existant.

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

ANNEXE 2

Implantation des sondages et des essais

-

Essais in situ :

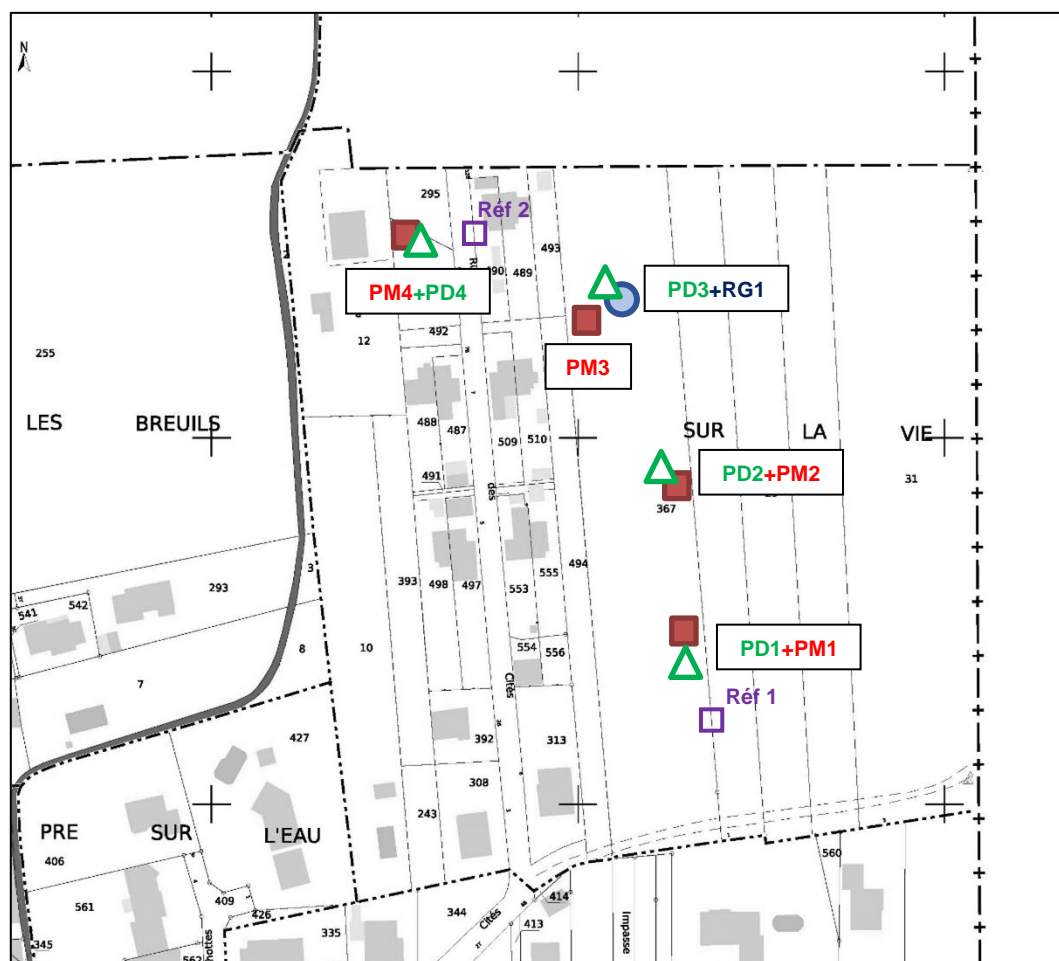
Sondages de reconnaissance géologique à la pelle mécanique

Essais au pénétromètre dynamique de type B




Sondage de reconnaissance géologique à la tarière mécanique

IMPLANTATION DES SONDAGES ET ESSAIS GEOTECHNIQUES

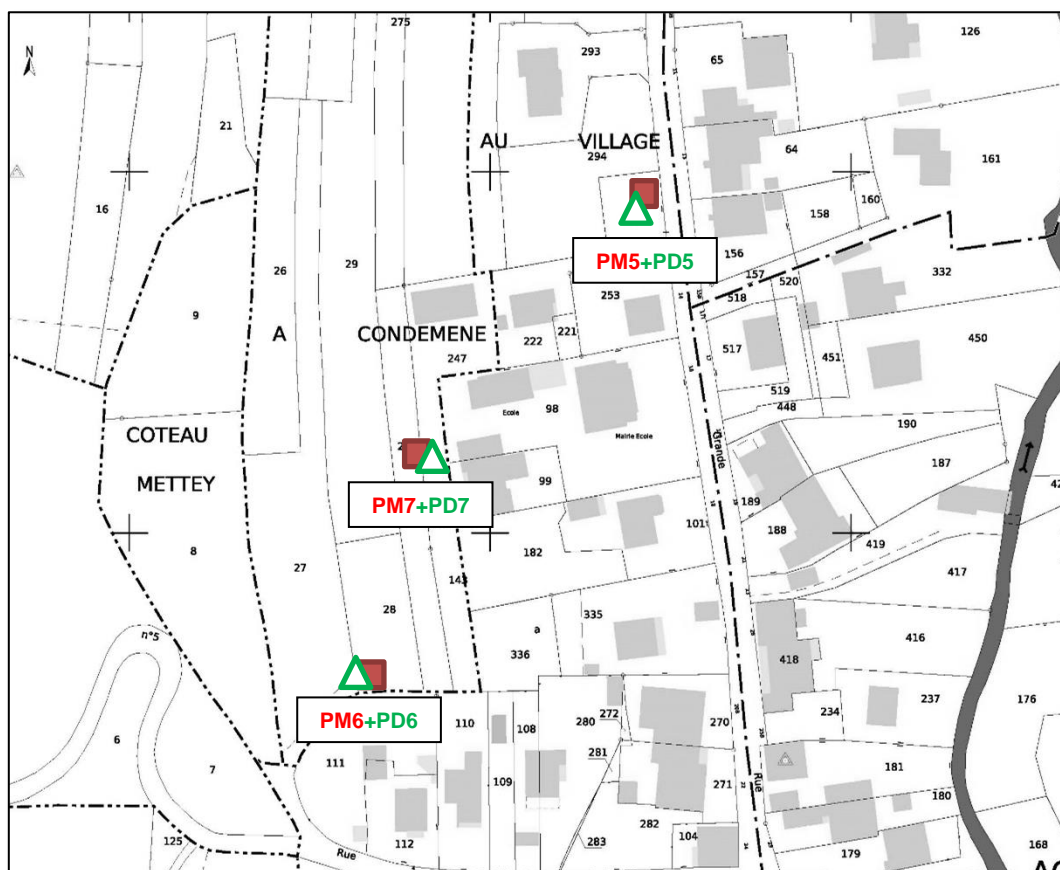
➤ **Zone 1**





Implantation des sondages et essais géotechniques (zone 1)

	<i>PM – Sondage de reconnaissance géologique à la pelle mécanique (x4)</i>
	<i>PD – Essai pénétrométrique de type B (x4)</i>
	<i>RG - Sondage de reconnaissance géologique à la tarière mécanique (x1)</i>

➤ **Zones 2 et 3**



Implantation des sondages et essais géotechniques (zones 2 et 3)

	<i>PM – Sondage de reconnaissance géologique à la pelle mécanique (x3)</i>
	<i>PD – Essai pénétrométrique de type B (x3)</i>

SONDAGES DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE A LA PELLE MECANIQUE

PM1 (ZONE 1)



02/05/2023 : Sondage PM1

PM2 (ZONE 1)



02/05/2023 : Sondage PM2

PM3 (ZONE 1)



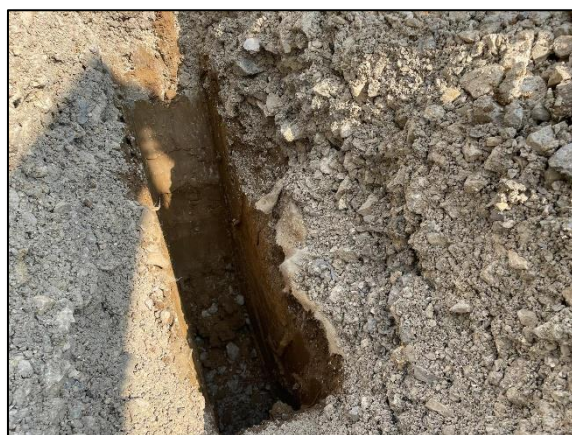
02/05/2023 : Sondage PM3

PM4 (ZONE 1)



02/05/2023 : Sondage PM4

PM5 (ZONE 3)



02/05/2023 : Sondage PM5

PM6 (ZONE 2)



02/05/2023 : Sondage PM6

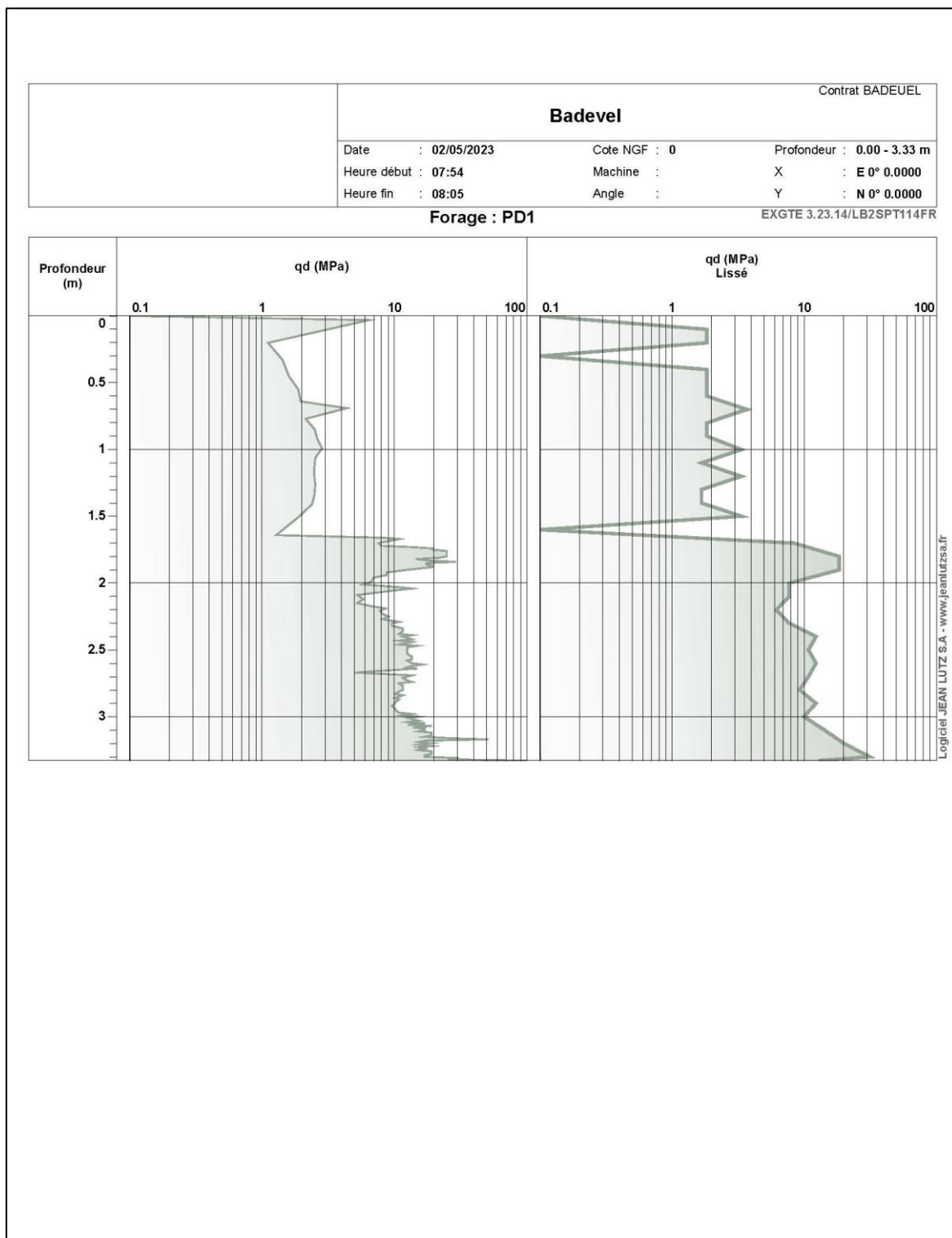
PM7 (ZONE 2)



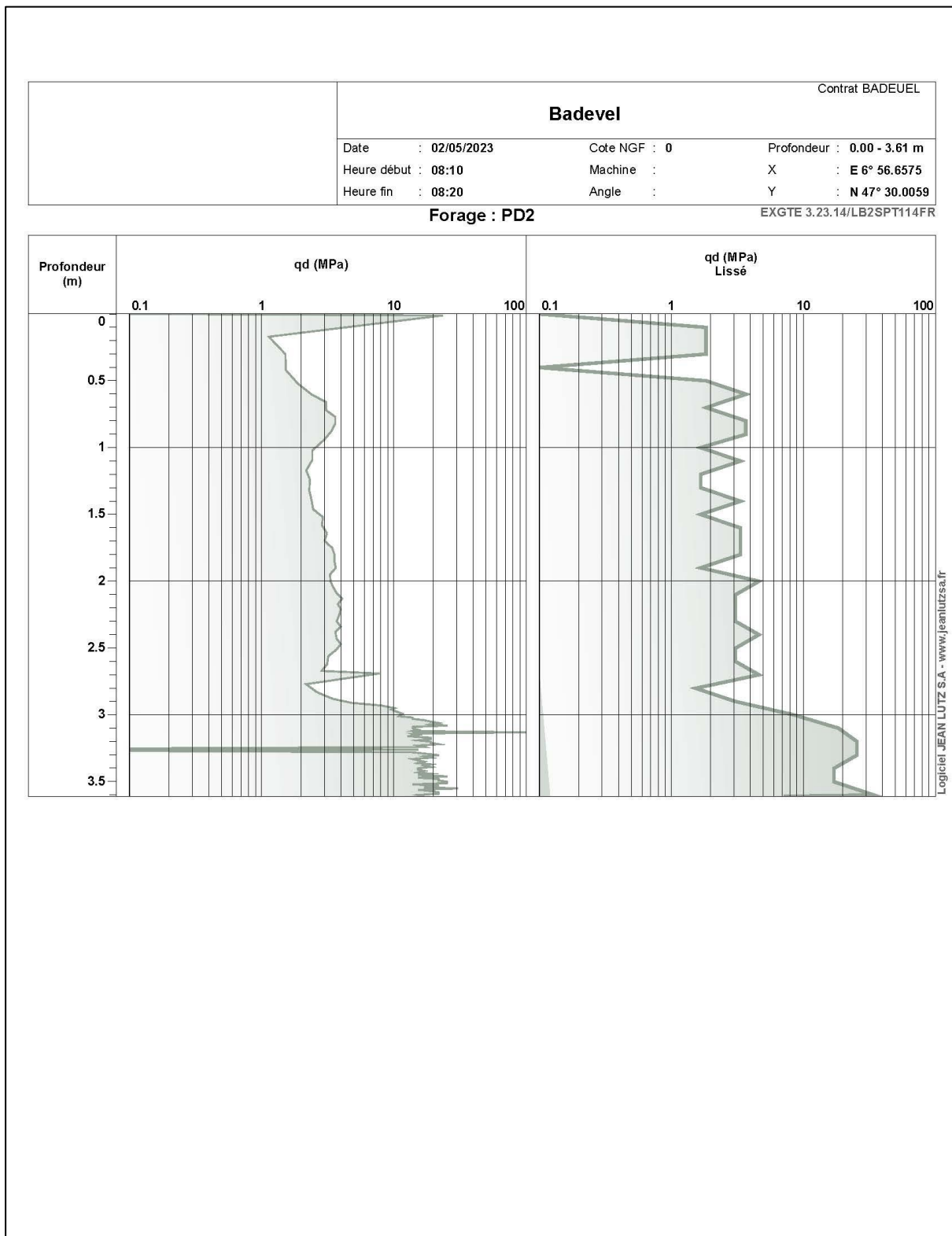
02/05/2023 : Sondage PM7

ESSAIS AU PENETROMETRE DYNAMIQUE DE TYPE B

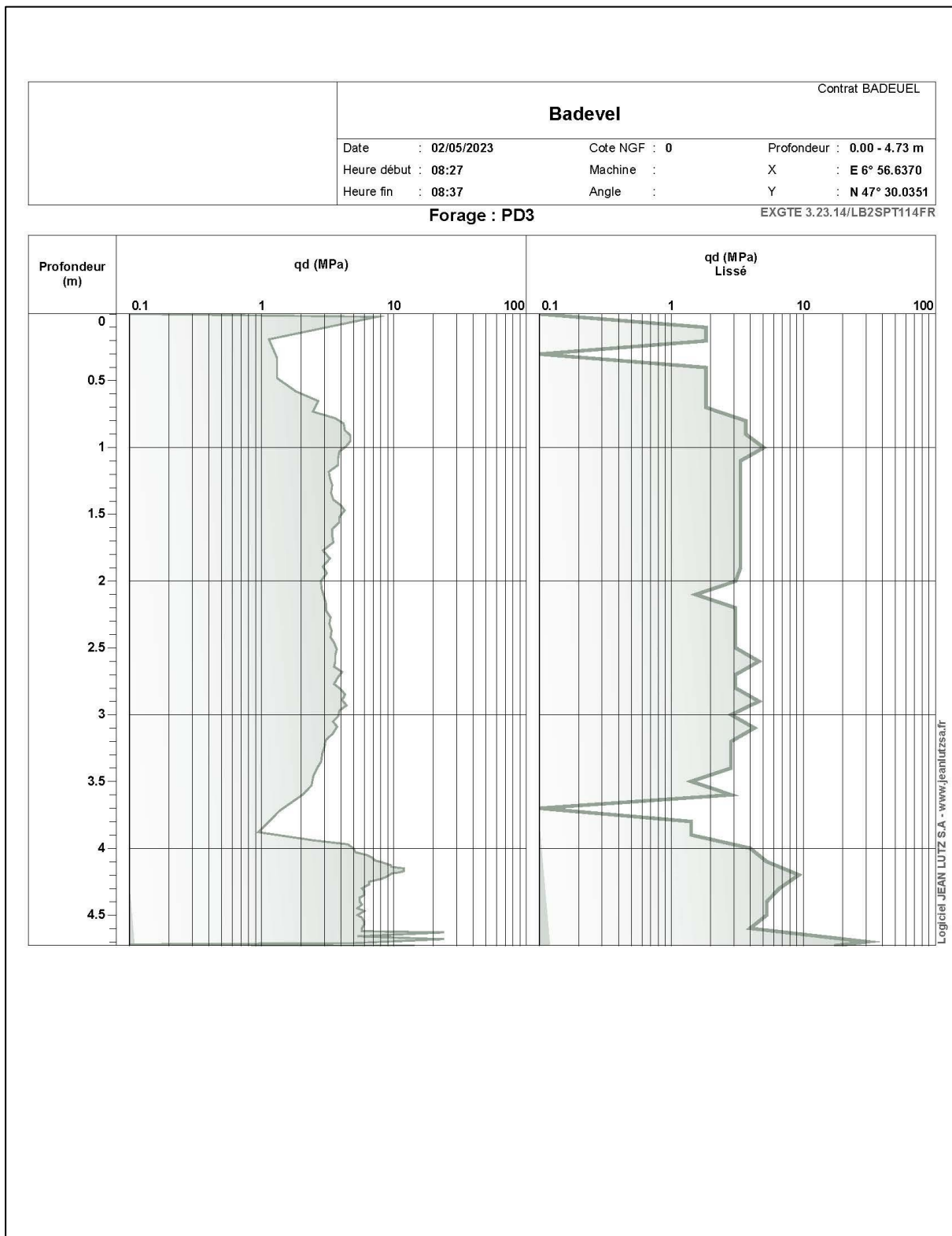
PD1 (ZONE 1)



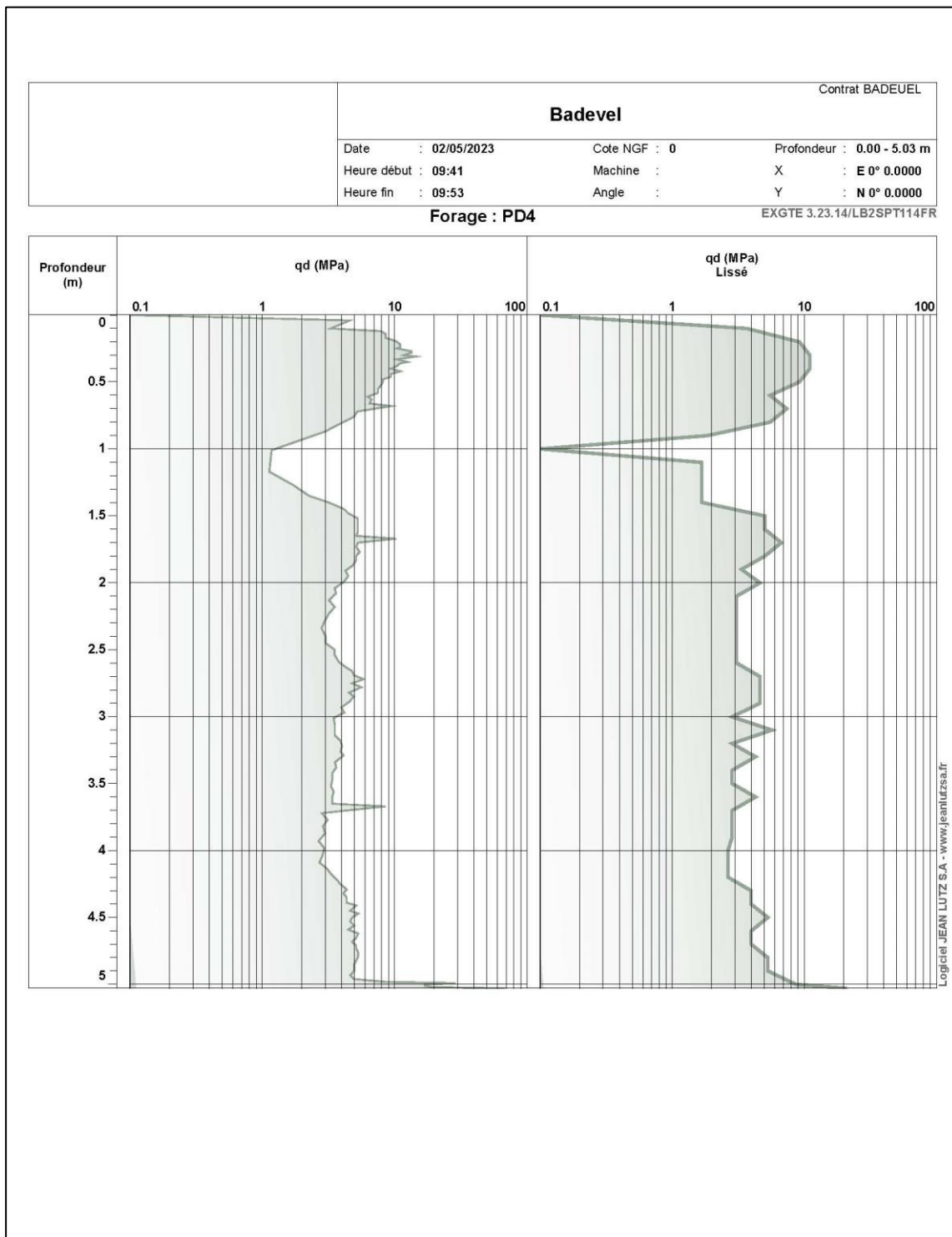
PD2 (ZONE 1)



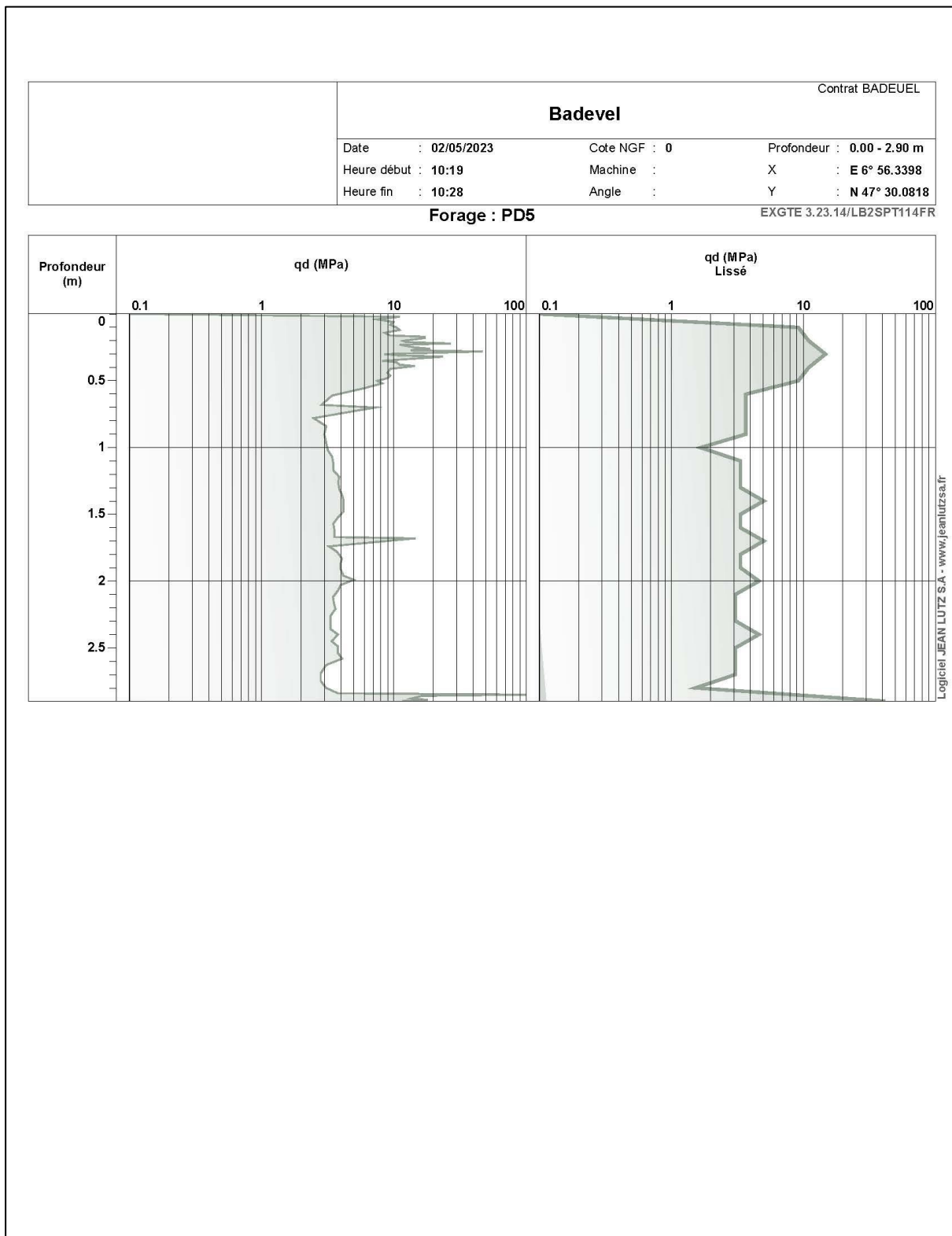
PD3 (ZONE 1)



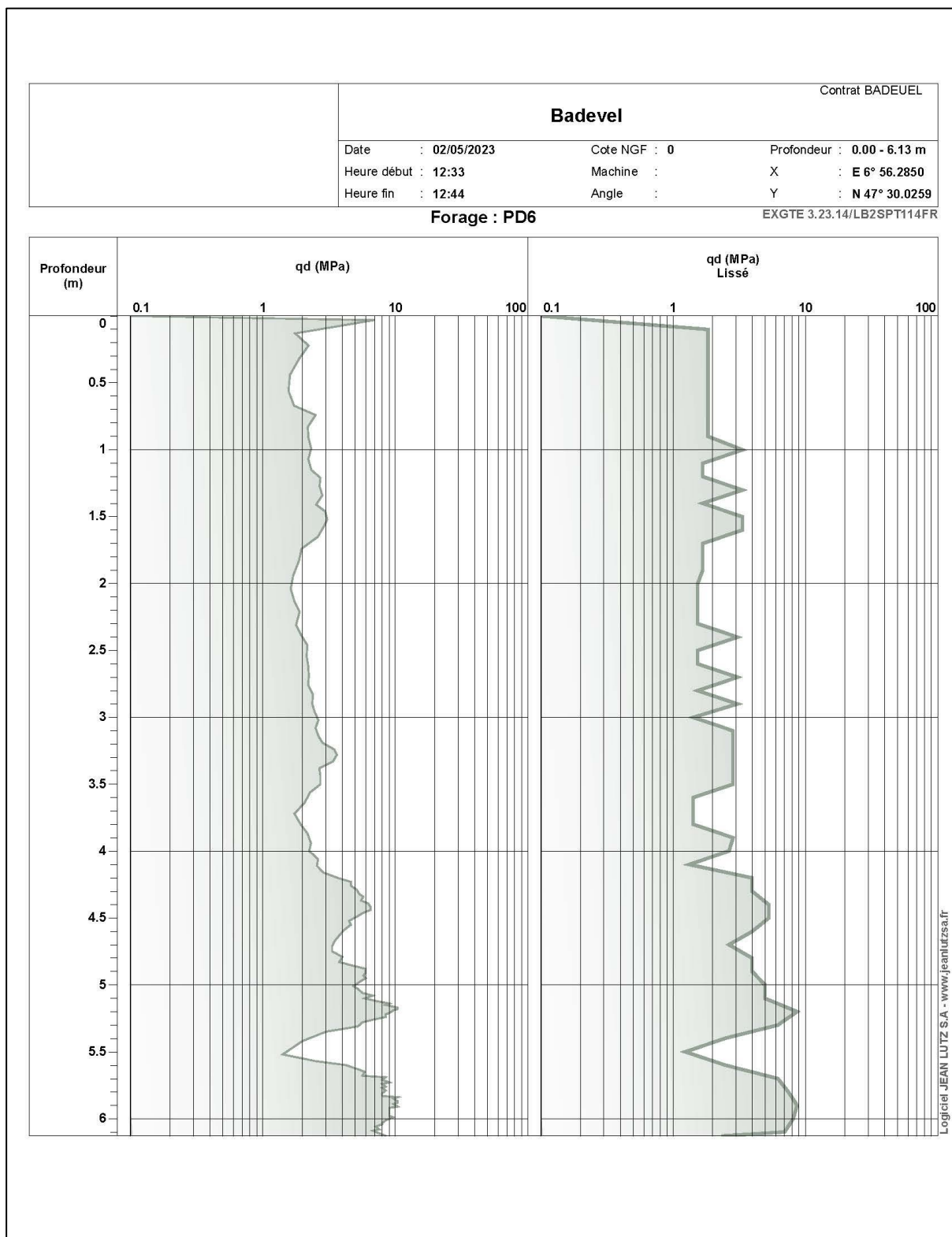
PD4 (ZONE 1)



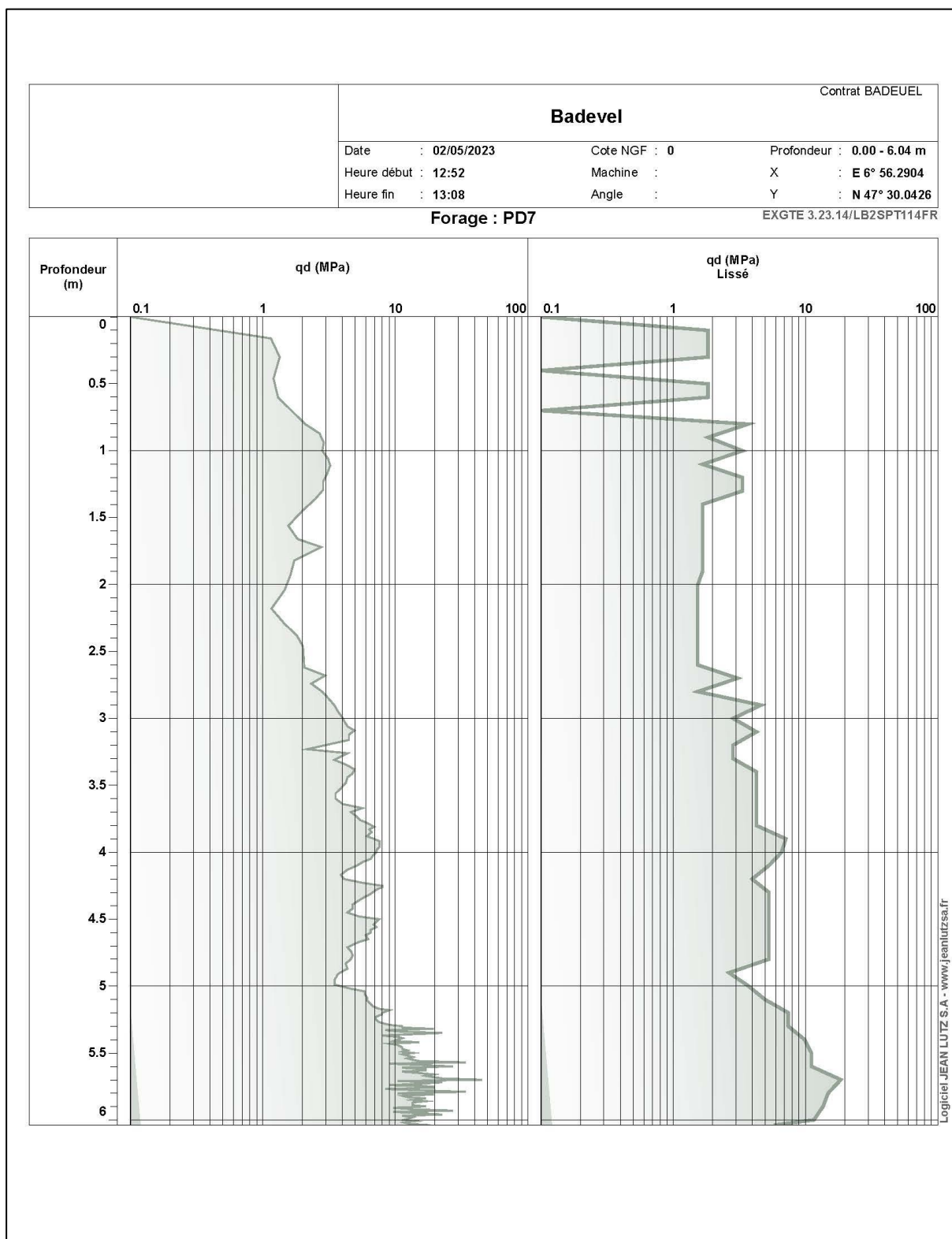
PD5 (ZONE 3)



PD6 (ZONE 2)



PD7 (ZONE 2)





02/05/2023 : Essai au pénétromètre dynamique PD1



02/05/2023 : Essai au pénétromètre dynamique PD2



02/05/2023 : Essai au pénétromètre dynamique PD3



02/05/2023 : Essai au pénétrömètre dynamique PD4



02/05/2023 : Essai au pénétrömètre dynamique PD5



02/05/2023 : Essai au pénétrömètre dynamique PD6



02/05/2023 : Essai au pénétromètre dynamique PD7

SONDAGE DE RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE A LA TARIERE MECANIQUE




02/05/2023 : Sondage à la tarière mécanique RG1

ANNEXE 3

Essais en laboratoire

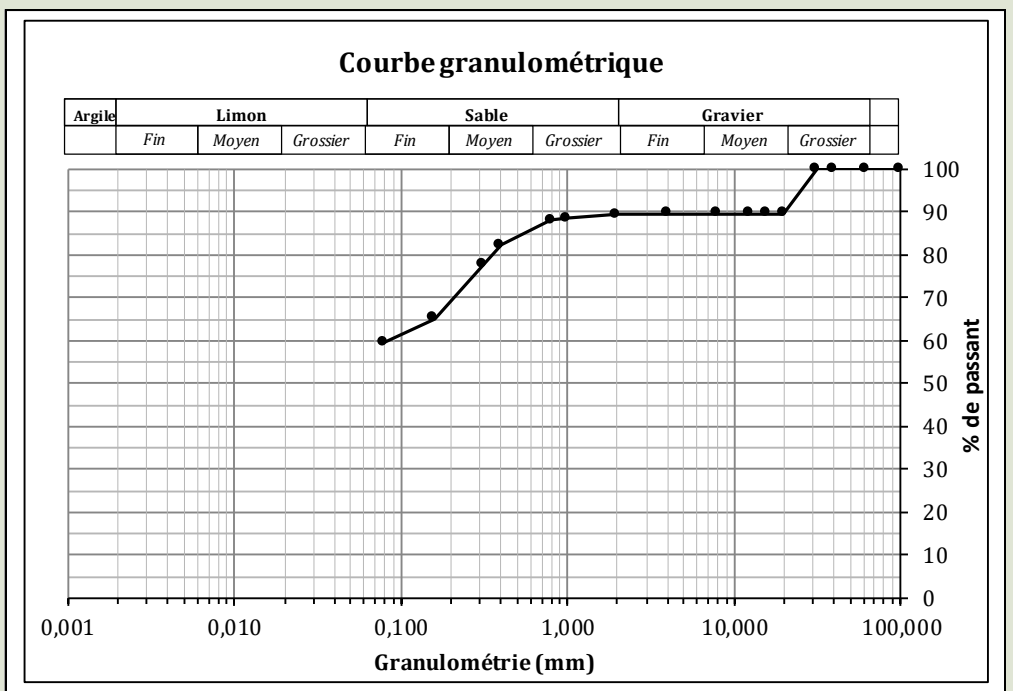
(Granulométries, teneurs en eau, limites d'Atterberg)


PM1 (ZONE 1)


<p>Mission G2</p>  <p>SOCNA SOLS G2AVP_2023031453</p>	<p align="center">PROCÈS VERBAL D'ESSAI</p> <p>Norme NF P94-512-4 / EN ISO 17892-4 <i>Reconnaissance et essais géotechniques</i> Essais de laboratoire sur les sols - Partie 4 : Détermination de la distribution granulométrique des particules - Méthode par tamisage</p>	<p align="center">SEDIA</p>
---	---	-----------------------------

<p>Chantier : BADEVEL (25)</p> <p>Date de prélèvement : 02/05/2023</p> <p>Date de réalisation : 04/05/2023</p> <p>Caractéristiques des matériaux : Limon sableux légèrement graveleux</p>	<p>Lieu de prélèvement : PM1</p> <p>Origine des matériaux : Pelle mécanique</p> <p>Opérateur : S. Chevallier</p>
---	---

Distribution granulométrique par tamisage - pourcentage de passant															
Ø tamis (mm)															
100	63	40	31,5	20	16	12,5	8	4	2	1	0,8	0,4	0,315	0,16	0,08
100,0	100,0	100,0	100,0	89,5	89,5	89,5	89,5	89,5	89,3	88,4	88,0	82,3	77,8	65,2	59,7
Masse totale (sèche)						103,92 g		> 2 mm		10,7%		< 80 µm		59,7%	



<p>Observations :</p> <p>Prélèvement entre 1 et 1,2 m de profondeur</p>	<p>Fait à Beaune le 04/05/2023</p> <p>Le responsable des essais</p> <p align="center">A. Colin</p> 
--	---

Mission G2  SOCNA SOLS G2AVP_2023031453	PROCÈS VERBAL D'ESSAI Norme NF EN ISO 17892-12 <i>Reconnaissance et essais géotechniques</i> Essais de laboratoire sur les sols : Partie 12 : Détermination des limites de liquidité et de plasticité	SEDIA
--	---	-------

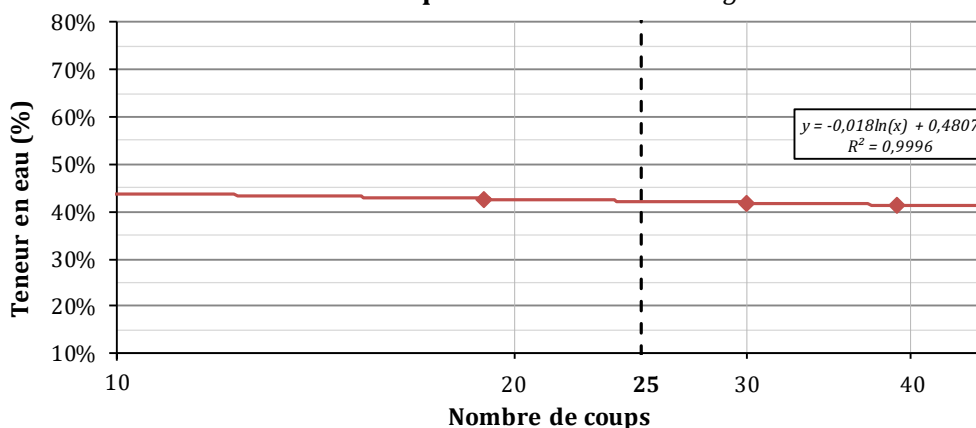
Chantier : Date de prélèvement : Date de réalisation : Caractéristiques des matériaux :	BADEVEL (25) 02/05/2023 03/05/2023 Limon sableux légèrement graveleux	Lieu de prélèvement : Origine des matériaux : Opérateur :	PM1 Pelle mécanique S. Chevallier
--	--	--	--

Limites d'Atterberg : plasticité et liquidité


Teneur en eau pondérale (W%) 21,1%

Limites	
Limite de plasticité (W _p)	26,4%
Limite de liquidité (W _L)	42,2%

Indices	
Indice de liquidité (I _L)	-0,33
Indice de consistance (I _c)	1,33
Indice de plasticité (I _p)	15,9%

Limite de liquidité - méthode de Casagrande

Observations :

Prélèvement entre 1 et 1,2 m de profondeur


Fait à Beaune

le 03/05/2023

Le responsable des essais

A. Colin


PM2 (ZONE 1)

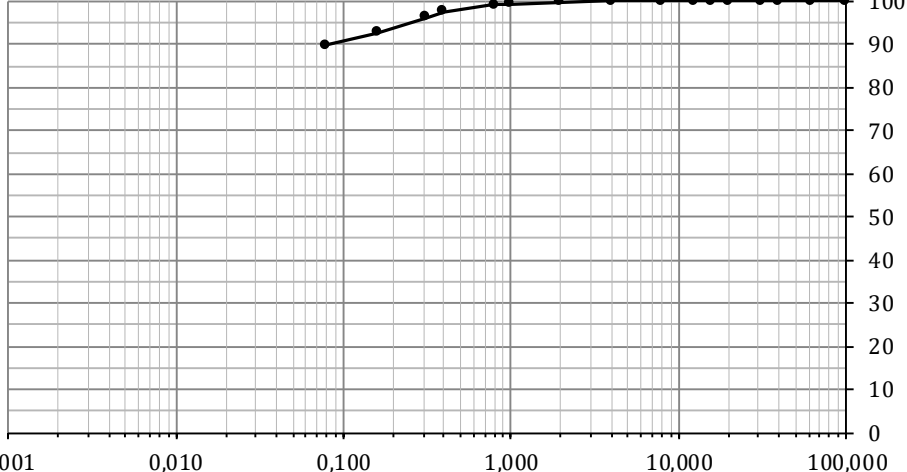
Mission G2  SOCNA SOLS G2AVP_2023031453	PROCÈS VERBAL D'ESSAI Norme NF P94-512-4 / EN ISO 17892-4 <i>Reconnaissance et essais géotechniques</i> Essais de laboratoire sur les sols - Partie 4 : Détermination de la distribution granulométrique des particules - Méthode par tamisage	SEDIA
---	--	-------

Chantier : BADLEVEL (25) Date de prélèvement : 02/05/2023 Date de réalisation : 04/05/2023 Caractéristiques des matériaux : Limon légèrement sableux	Lieu de prélèvement : PM2 Origine des matériaux : Pelle mécanique Opérateur : S. Chevallier
---	--


Distribution granulométrique par tamisage - pourcentage de passant															
Ø tamis (mm)															
100	63	40	31,5	20	16	12,5	8	4	2	1	0,8	0,4	0,315	0,16	0,08
100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,8	99,4	99,2	97,6	96,4	92,7	90,0
(asse totale (sèche 107,53 g											> 2 mm 0,2%		< 80 µm 90,0%		


Courbe granulométrique

Argile	Limon			Sable			Gravier		
	Fin	Moyen	Grossier	Fin	Moyen	Grossier	Fin	Moyen	Grossier



Granulométrie (mm)

Observations : Prélèvement entre 0,8 et 1 m de profondeur	Fait à Beaune le 04/05/2023 Le responsable des essais A. Colin 
---	---

Mission G2  SOCNA SOLS G2AVP_2023031453	PROCÈS VERBAL D'ESSAI Norme NF EN ISO 17892-12 <i>Reconnaissance et essais géotechniques</i> Essais de laboratoire sur les sols : Partie 12 : Détermination des limites de liquidité et de plasticité	SEDIA
---	---	-------

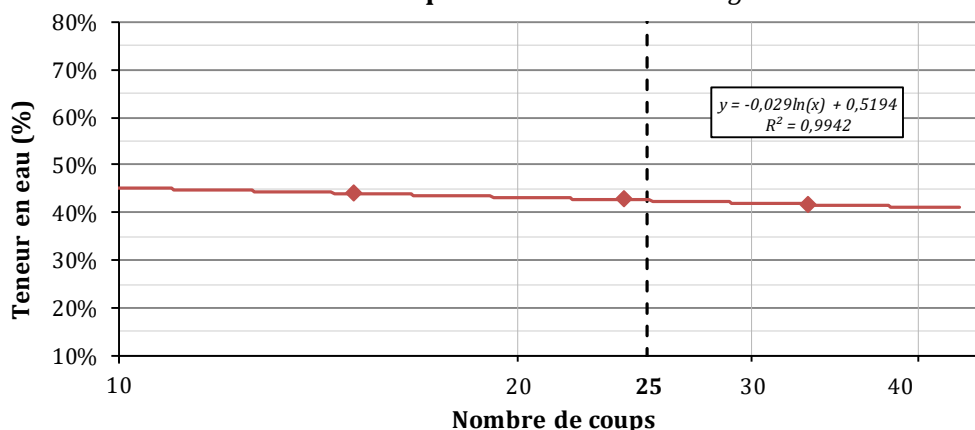
Chantier : Date de prélèvement : Date de réalisation : Caractéristiques des matériaux :	BADEVEL (25) 02/05/2023 03/05/2023 Limon légèrement sableux	Lieu de prélèvement : Origine des matériaux : Opérateur :	PM2 Pelle mécanique S. Chevallier
--	--	--	---

Limites d'Atterberg : plasticité et liquidité


Teneur en eau pondérale (W%) 25,3%

Limites	
Limite de plasticité (W _p)	29,2%
Limite de liquidité (W _L)	42,6%

Indices	
Indice de liquidité (I _L)	-0,29
Indice de consistance (I _C)	1,29
Indice de plasticité (I _p)	13,4%

Limite de liquidité - méthode de Casagrande

Observations :

Prélèvement entre 0,8 et 1 m de profondeur


Fait à Beaune

le 03/05/2023

Le responsable des essais

A. Colin


PM3 (ZONE 1)

Mission G2  SOCNA SOLS G2AVP_2023031453	PROCÈS VERBAL D'ESSAI Norme NF P94-512-4 / EN ISO 17892-4 <i>Reconnaissance et essais géotechniques</i> Essais de laboratoire sur les sols - Partie 4 : Détermination de la distribution granulométrique des particules - Méthode par tamisage	SEDIA
---	--	-------

Chantier : BADLEVEL (25)	Lieu de prélèvement : PM3	
Date de prélèvement : 02/05/2023	Origine des matériaux : Pelle mécanique	
Date de réalisation : 04/05/2023	Opérateur : S. Chevallier	
Caractéristiques des matériaux : Limon très légèrement sableux		

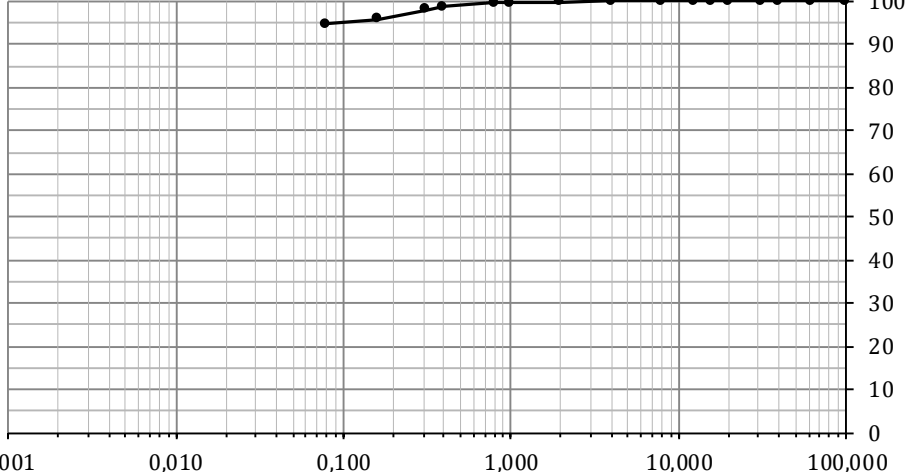
Distribution granulométrique par tamisage - pourcentage de passant

Ø tamis (mm)															
100	63	40	31,5	20	16	12,5	8	4	2	1	0,8	0,4	0,315	0,16	0,08
100	100	100	100	100	100	100	100	100	99,9	99,7	99,6	98,7	98	95,8	94,7


Masse totale (sèche) : 0,00 g	> 2 mm : 0,1%	< 80 µm : 94,7%
-------------------------------	---------------	-----------------


Courbe granulométrique

Argile	Limon			Sable			Gravier		
	Fin	Moyen	Grossier	Fin	Moyen	Grossier	Fin	Moyen	Grossier



Granulométrie (mm)

Observations : Prélèvement entre 0,8 et 1 m de profondeur	Fait à Beaune le 04/05/2023 Le responsable des essais A. Colin 
---	---

Mission G2  SOCNA SOLS G2AVP_2023031453	PROCÈS VERBAL D'ESSAI Norme NF EN ISO 17892-12 <i>Reconnaissance et essais géotechniques</i> Essais de laboratoire sur les sols : Partie 12 : Détermination des limites de liquidité et de plasticité	SEDIA
--	---	-------

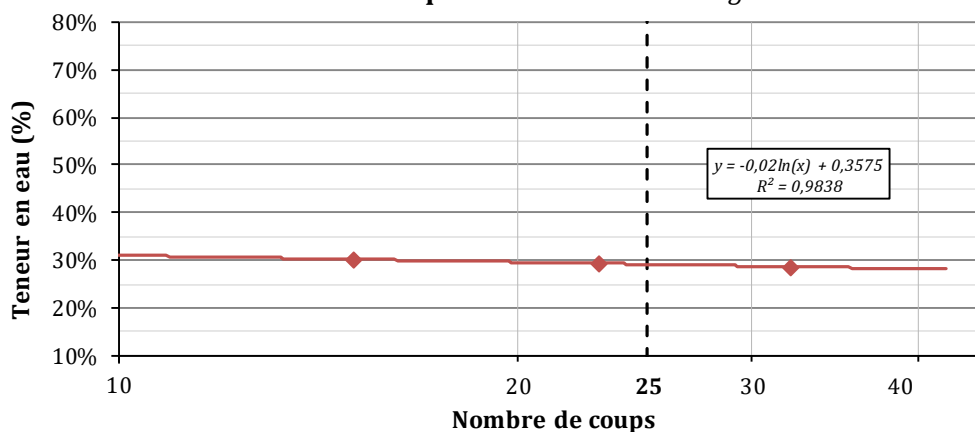
Chantier : Date de prélèvement : Date de réalisation : Caractéristiques des matériaux :	BADEVEL (25) 02/05/2023 03/05/2023 Limon très légèrement sableux	Lieu de prélèvement : Origine des matériaux : Opérateur : PM3 Pelle mécanique S. Chevallier
--	---	---

Limites d'Atterberg : plasticité et liquidité


Teneur en eau pondérale (W%) 19,3%

Limites	
Limite de plasticité (W _p)	21,0%
Limite de liquidité (W _L)	29,2%

Indices	
Indice de liquidité (I _L)	-0,21
Indice de consistance (I _C)	1,21
Indice de plasticité (I _p)	8,2%

Limite de liquidité - méthode de Casagrande

Observations :

Prélèvement entre 0,8 et 1 m de profondeur


Fait à Beaune

le 03/05/2023

Le responsable des essais

A. Colin


PM4 (ZONE 1)

Mission G2  SOCNA SOLS G2AVP_2023031453	PROCÈS VERBAL D'ESSAI Norme NF P94-512-4 / EN ISO 17892-4 <i>Reconnaissance et essais géotechniques</i> Essais de laboratoire sur les sols - Partie 4 : Détermination de la distribution granulométrique des particules - Méthode par tamisage	SEDIA
---	--	-------

Chantier : BADLEVEL (25)	Lieu de prélèvement : PM4
Date de prélèvement : 02/05/2023	Origine des matériaux : Pelle mécanique
Date de réalisation : 04/05/2023	Opérateur : S. Chevallier
Caractéristiques des matériaux : Limon très légèrement sableux	

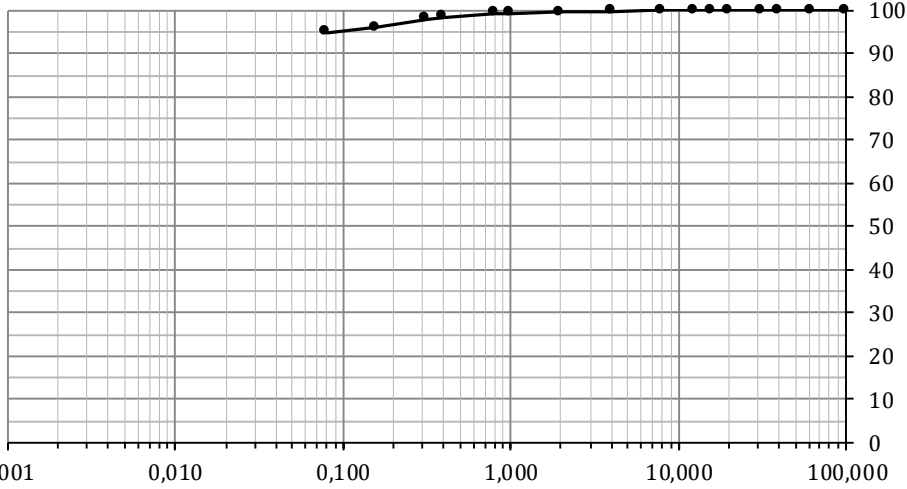
Distribution granulométrique par tamisage - pourcentage de passant

Ø tamis (mm)															
100	63	40	31,5	20	16	12,5	8	4	2	1	0,8	0,4	0,315	0,16	0,08
100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,7	99,6	99,4	99,3	98,5	97,9	96,0	95,0


masse totale (sèche) 103,92 g	> 2 mm	0,4%	< 80 µm	95,0%
--------------------------------------	------------------	------	-------------------	-------


Courbe granulométrique

Argile	Limon			Sable			Gravier		
	Fin	Moyen	Grossier	Fin	Moyen	Grossier	Fin	Moyen	Grossier



Granulométrie (mm)

Observations : Prélèvement entre 1,4 et 1,5 m de profondeur	Fait à Beaune le 04/05/2023 Le responsable des essais A. Colin 
---	---

Mission G2  SOCNA SOLS G2AVP_2023031453	PROCÈS VERBAL D'ESSAI Norme NF EN ISO 17892-12 <i>Reconnaissance et essais géotechniques</i> Essais de laboratoire sur les sols : Partie 12 : Détermination des limites de liquidité et de plasticité	SEDIA
--	---	--------------

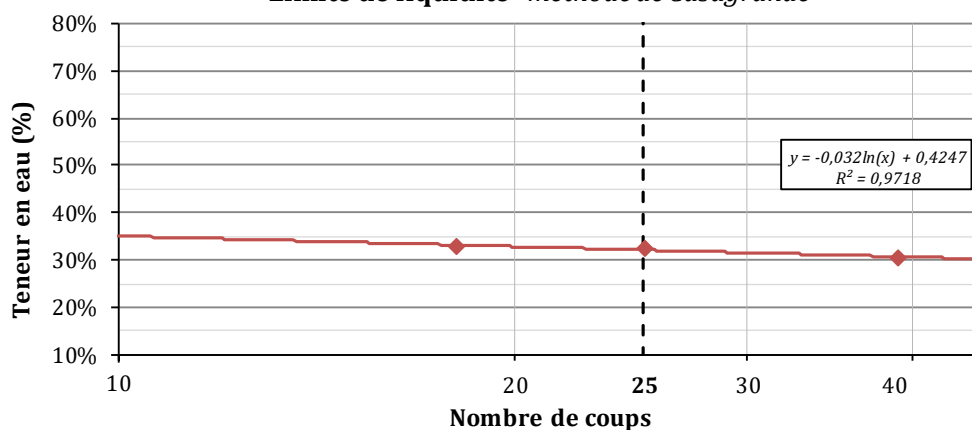
Chantier : BADLEVEL (25) Date de prélèvement : 02/05/2023 Date de réalisation : 03/05/2023 Caractéristiques des matériaux : 00/01/1900	Lieu de prélèvement : PM4 Origine des matériaux : Pelle mécanique Opérateur : S. Chevallier
---	--

Limites d'Atterberg : plasticité et liquidité

Teneur en eau pondérale (W%) 27,5%

Limites	
Limite de plasticité (W _p)	23,5%
Limite de liquidité (W _L)	32,1%

Indices	
Indice de liquidité (I _L)	0,46
Indice de consistance (I _c)	0,54
Indice de plasticité (I _p)	8,6%

Limite de liquidité - méthode de Casagrande

Observations :

Prélèvement entre 1,4 et 1,5 m de profondeur


Fait à Beaune

le 03/05/2023

Le responsable des essais

A. Colin


PM5 (ZONE 3)

Mission G2  SOCNA SOLS G2AVP_2023031453	PROCÈS VERBAL D'ESSAI Norme NF P94-512-4 / EN ISO 17892-4 <i>Reconnaissance et essais géotechniques</i> Essais de laboratoire sur les sols - Partie 4 : Détermination de la distribution granulométrique des particules - Méthode par tamisage	SEDIA
---	--	-------

Chantier : BADLEVEL (25) Date de prélèvement : 02/05/2023 Date de réalisation : 04/05/2023 Caractéristiques des matériaux : Limon	Lieu de prélèvement : PM5 Origine des matériaux : Pelle mécanique Opérateur : S. Chevallier
--	--

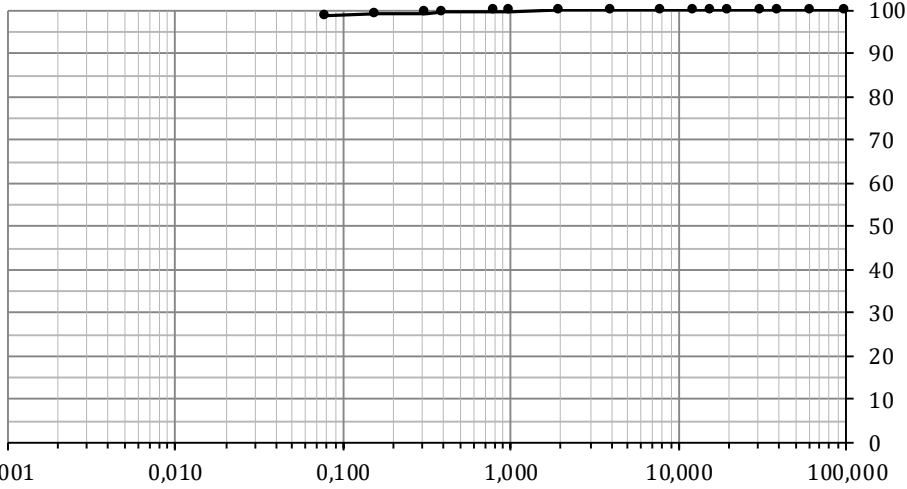
Distribution granulométrique par tamisage - pourcentage de passant

Ø tamis (mm)															
100	63	40	31,5	20	16	12,5	8	4	2	1	0,8	0,4	0,315	0,16	0,08
100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	99,8	99,5	99,4	99,0	98,7


Masse totale (sèche) : 103,92 g	> 2 mm : 0,0%	< 80 µm : 98,7%
---------------------------------	---------------	-----------------


Courbe granulométrique

Argile	Limon			Sable			Gravier		
	Fin	Moyen	Grossier	Fin	Moyen	Grossier	Fin	Moyen	Grossier



Granulométrie (mm)

Observations : Prélèvement entre 1 et 1,3 m de profondeur	Fait à Beaune le 04/05/2023 Le responsable des essais A. Colin 
---	---

Mission G2  SOCNA SOLS G2AVP_2023031453	PROCÈS VERBAL D'ESSAI Norme NF EN ISO 17892-12 <i>Reconnaissance et essais géotechniques</i> Essais de laboratoire sur les sols : Partie 12 : Détermination des limites de liquidité et de plasticité	SEDIA
--	---	--------------

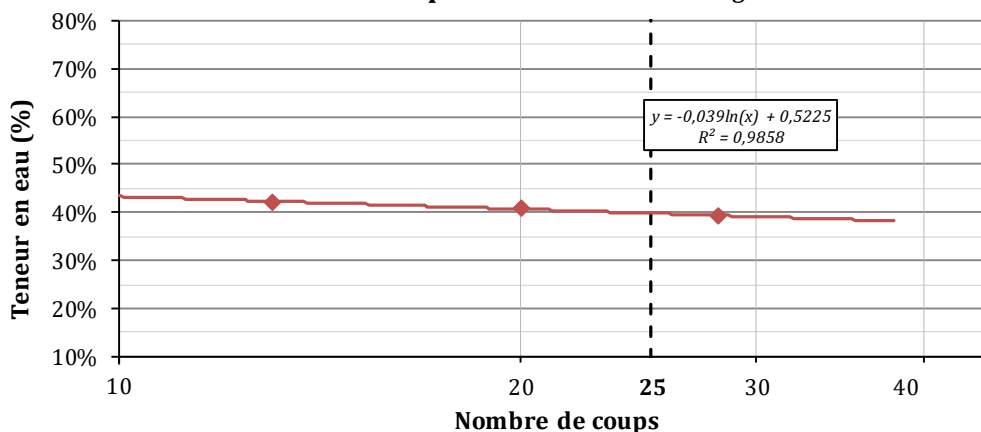
Chantier : Date de prélèvement : Date de réalisation : Caractéristiques des matériaux :	BADEVEL (25) 02/05/2023 03/05/2023 Limon	Lieu de prélèvement : Origine des matériaux : Opérateur :	PM5 Pelle mécanique S. Chevallier
--	---	--	--

Limites d'Atterberg : plasticité et liquidité

Teneur en eau pondérale (W%) **26,9%**

Limites	
Limite de plasticité (W _p)	28,4%
Limite de liquidité (W _L)	39,9%

Indices	
Indice de liquidité (I _L)	-0,14
Indice de consistance (I _C)	1,14
Indice de plasticité (I _p)	11,4%

Limite de liquidité - méthode de Casagrande

Observations :

Prélèvement entre 1 et 1,3 m de profondeur


Fait à Beaune

le 03/05/2023

Le responsable des essais

A. Colin


PM6 (ZONE 2)

Mission G2  SOCNA SOLS G2AVP_2023031453	PROCÈS VERBAL D'ESSAI Norme NF P94-512-4 / EN ISO 17892-4 <i>Reconnaissance et essais géotechniques</i> Essais de laboratoire sur les sols - Partie 4 : Détermination de la distribution granulométrique des particules - Méthode par tamisage	SEDIA
---	--	-------

Chantier : BADLEVEL (25) Date de prélèvement : 02/05/2023 Date de réalisation : 04/05/2023 Caractéristiques des matériaux : Limon	Lieu de prélèvement : PM6 Origine des matériaux : Pelle mécanique Opérateur : S. Chevallier
--	--

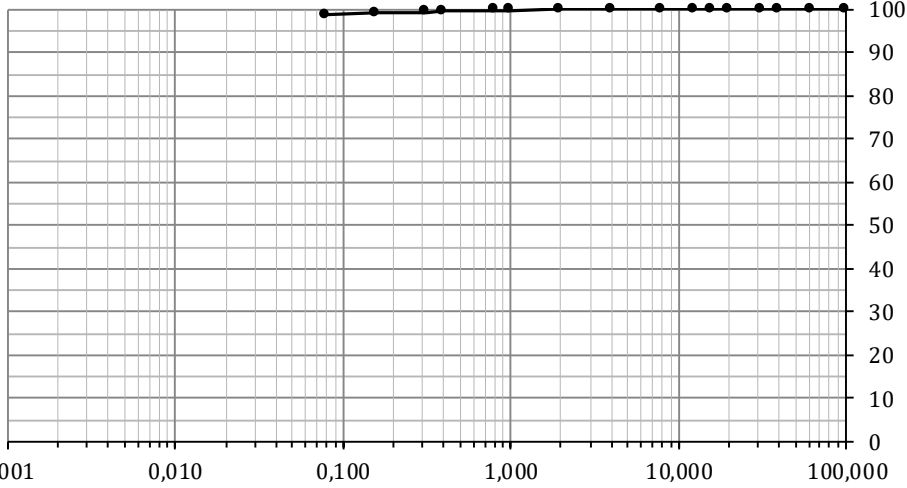
Distribution granulométrique par tamisage - pourcentage de passant

Ø tamis (mm)															
100	63	40	31,5	20	16	12,5	8	4	2	1	0,8	0,4	0,315	0,16	0,08
100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,9	99,7	99,5	99,5	99,4	99,2	99,1


Masse totale (sèche) : 106,30 g	> 2 mm	0,1%	< 80 µm	99,1%
---------------------------------	--------	------	---------	-------

Courbe granulométrique

Argile	Limon			Sable			Gravier		
	Fin	Moyen	Grossier	Fin	Moyen	Grossier	Fin	Moyen	Grossier



Granulométrie (mm)

Observations : Prélèvement entre 0,8 et 1 m de profondeur	Fait à Beaune le 04/05/2023 Le responsable des essais A. Colin 
---	---

