

N° d'affaire : S-2301-064
VERSION 3

CRÉATION D'UN LOTISSEMENT DE 13 LOTS ET DE SA VOIRIE ASSOCIÉE

MISSIONS G1/PGC (LOTS) + G2/AVP (VOIRIE)
LOTISSEMENT « ROSES ET JARDINS »
LOTS 1 À 13
MONTBETON (82)

Maître d'ouvrage : Les Parc Aménageur
2 Boulevard d'Arcole
31000 TOULOUSE

4 agences à votre service dans le Sud-Ouest

Montauban Siège
350 avenue du Danemark
82000 Montauban
Tél 05 63 27 28 79
info@solingeo.com

Grand Toulouse
28 av. de la Mouyssaguère
31280 Dremil-Lafage
Tél 05 61 45 96 62
info31@solingeo.com

Lot
3 boulevard Carnot
46400 Saint-Céré
Tél 06 95 17 38 47
info46@solingeo.com

Aude
80 rue Jean Fourastié
11400 Castelnaudary
Tél 04 68 94 83 84
info11@solingeo.com

SARL au capital de 6000 €
N° SIRET 519 836 803 00048
RCS Montauban 2010 B 50
Code APE 7112B
N° TVA INTRA FR02519836803



N° d'Affaire	Date	Etabli par	Vérifié par	Version	Nb. Pages
S-2301-064	1 ^{er} mars 2023	O. CAILLET	A. MONTEIL	1	34
S-2301-064	21 mars 2023	O. CAILLET	A. MONTEIL	2	40
S-2301-064	27 avril 2023	O. CAILLET	A. MONTEIL	3	40

Récapitulatif des modifications apportées à la première version

<u>N° d'affaire</u>	<u>Date</u>	<u>Version</u>	<u>Modifications apportées</u>
S-2301-064	1 ^{er} mars 2023	1 ^{ère}	Rapport provisoire
S-2301-064	21 mars 2023	2 ^{nde}	Rapport final avec ajout des essais de traitement
S-2301-064	27 avril 2023	3 ^{ème}	Rapport final avec modification du plan de localisation des sondages

SOMMAIRE

1. GÉNÉRALITÉS	4
1.1. Cadre de l'étude	4
1.2. Missions	4
1.3. Moyens d'investigations	4
1.4. Documents remis	5
1.5. Caractéristiques du projet	5
2. CONTEXTES GÉOGRAPHIQUE ET ENVIRONNEMENTAL	6
2.1. Localisation et description du site	6
2.2. Risques majeurs naturels	7
a) Mouvements des sols – Retrait / Gonflement	7
b) Mouvements des sols – Glissement de terrains	7
c) Inondabilité	7
d) Inondation par remontée des nappes	7
e) Cavités	7
f) Sismicité	8
g) Radon	8
h) Amiante environnemental	8
2.3. Contextes géologique et hydrologique	8
2.4. Zone d'Influence Géotechnique	9
2.5. Usage historique du site	9
3. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS	10
3.1. Repérage et nivellement des sondages	10
3.2. Lithologie et caractéristiques mécaniques des sols	10
3.3. Classification des matériaux	11
a) Classification des matériaux	11
b) Essai Proctor	12
c) Aptitude d'un sol au traitement à la chaux seule	12
d) Evaluation du traitement à la chaux	13
3.4. Régime hydrogéologique	14
4. GÉOTECHNIQUE – Principes Généraux de Construction	14
4.1. Principes de fondation	14
4.2. Principe de niveau bas	14
4.3. Terrassements et fouilles	15
4.4. Gestion des eaux	15
a) Phase provisoire	15
b) Phase définitive	15
4.5. Retrait/gonflement des argiles	16
5. VOIRIES	16
5.1. Fond de Forme	16
5.2. Couche de forme	17
5.3. Ébauche dimensionnelle de voirie	18
5.4. Remarques importantes	18
6. ANNEXES	19

1. GÉNÉRALITÉS

1.1. Cadre de l'étude

En vue du projet de réalisation d'un lotissement et de sa voirie associée sur la commune de MONTBETON (82), nous avons procédé à une reconnaissance ponctuelle des sols au droit des parcelles et à une étude bibliographique des risques naturels.

Cette étude résulte de l'acceptation de notre devis n° DEV08325 en date du 23/12/2022, pour lequel nous avons reçu mandat le 24/01/2023.

1.2. Missions

Conformément à notre offre, selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013 (cf. classification et enchaînement des missions d'ingénierie géotechniques présentés en annexes), ce rapport correspond à :

- une mission d'étude géotechnique préalable, de type G1/PGC, pour les lots à bâtir ;
- une mission d'étude géotechnique de conception, de type G2/AVP, pour les voiries.

Cette étude a pour objectifs :

- de faire un état des risques naturels à prendre en compte sur le secteur ;
- de reconnaître ponctuellement la lithologie superficielle au droit de la parcelle ;
- d'évaluer ponctuellement la résistance des sols rencontrés ;
- de détecter la présence éventuelle de niveaux d'eau dans le sol au cours des sondages ;
- de fournir une approche sur les principes de fondation et niveau bas envisageables ;
- de donner une ébauche de dimensionnement de la voirie du lotissement ;
- de préciser les éventuelles contraintes géotechniques liées au site.

Nous rappelons ici que la norme NF P 94-500 définit l'enchaînement des missions géotechniques destinées à suivre les différentes phases d'élaboration et de réalisation d'un projet.

À ce titre, SOLINGEO reste à la disposition des intervenants pour la réalisation d'éventuelles études géotechniques complémentaires présentées dans la Norme.

Enfin, cette étude et les annexes qui s'y rapportent, forment un tout indissociable dont l'exploitation et l'utilisation doivent respecter les « Conditions d'exploitation du rapport » portées en annexe.

1.3. Moyens d'investigations

Afin de mener à bien nos missions, nous avons procédé à la réalisation des investigations suivantes :

- **4 sondages destructifs à la pelle mécanique (PM1 à PM4)**, permettant la reconnaissance visuelle de la nature des couches de terrains au droit du projet et la détection d'éventuelles venues d'eau. Ces sondages ont été réalisés jusqu'à 2,40 / 2,50 m de profondeur ;
- **8 essais pénétrométriques (PD1 à PD8)**, destinés à mesurer la résistance mécanique en continu des terrains traversés et distinguer les différents horizons constituant le sous-sol ;
- **1 identification GTR en laboratoire**, permettant de déterminer la nature des sols et d'évaluer leur sensibilité vis-à-vis des variations hydriques ;
- **1 mesure de portance IPI** sur sol traité à la chaux afin de définir les modalités d'amélioration de la portance des sols en place ;
- **1 poinçonnement CBR à 4 jours d'immersion** afin de définir le comportement des sols traités à la chaux à long terme.

1.4. Documents remis

Les documents suivants nous ont été transmis afin de procéder à cette étude :

Documents	Date d'envoi	Emetteur	Date	Echelle
Plan de situation	20/12/2022	Transmis par M. GASTALDI Jérôme Les Parcs Aménageur	Déc. 2022	1/5000
État des lieux				1/500
Plan de composition	23/01/2023			1/500
Plan de composition définitif	24/04/2023		21/04/2023	1/500

1.5. Caractéristiques du projet

Le projet consiste en la création d'un lotissement de 13 lots de 560 m² à 985 m² de superficie constructible.

Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4	Lot 5	Lot 6
820 m ²	805 m ²	800 m ²	720 m ² en zone Ud1 730 m ² en zone A	605 m ² en zone Ud1 1160 m ² en zone A	605 m ² en zone Ud1 1135 m ² en zone A

Lot 7	Lot 8	Lot 9	Lot 10	Lot 11	Lot 12	Lot 13
665 m ² en zone Ud1 850 m ² en zone A	815 m ²	635 m ²	635 m ²	820 m ²	755 m ²	700 m ²

L'implantation et les caractéristiques des futures constructions ne sont pas connues au stade actuel du projet.

Enfin, il est prévu la création d'une voirie au sein du lotissement. Le trafic envisagé ne nous a pas été communiqué.

Nous prendrons pour hypothèses les objectifs suivants :

- trafic de classe T₅ : t = 5 PL/jour/sens ;
- taux de croissance annuel : 0 % ;
- durée de vie : 10 ans ;
- CAM = 0,4 ;
- profil rasant.



Plan de masse du projet

2. CONTEXTES GÉOGRAPHIQUE ET ENVIRONNEMENTAL

2.1. Localisation et description du site

La zone étudiée est située à l'Ouest du cœur de la commune de MONTBETON (82), en bordure du chemin des Rosiers, dans le lotissement « Roses et Jardins ». Elle est localisée dans une zone pavillonnaire. Les parcelles concernées par l'étude sont inscrites sur le plan cadastral sous la section A, n° 239, 240, 241, 242 et 1279. Le terrain est actuellement exempt de toute construction.



www.geoportail.gouv.fr/carte - Échelle graphique

D'un point de vue topographique, le terrain concerné par le projet est relativement plat et horizontal mis à part au Sud-Ouest du terrain où un tas de terre est présent. D'après la carte IGN, son altitude est de l'ordre de + 103 NGF. Son assiette est recouverte d'herbe rase et ne comporte pas de végétation arbustive significative.

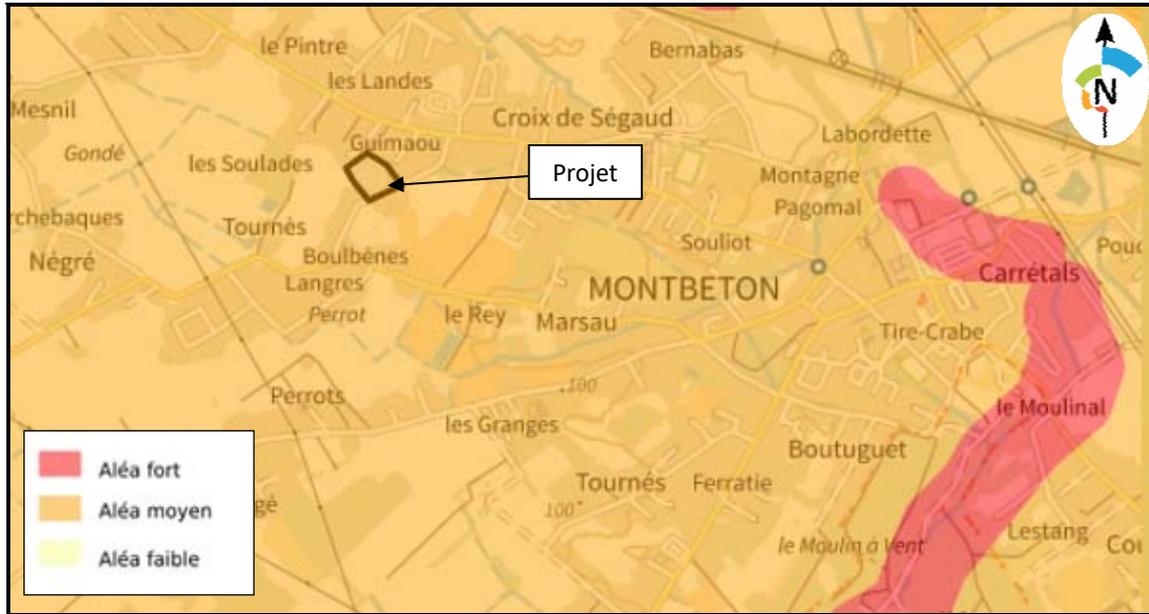


L'accès à la zone d'étude s'est fait sans difficulté. Lors de nos investigations, nous n'avons détecté aucun réseau enterré au droit des sondages réalisés.

2.2. Risques majeurs naturels

a) Mouvements des sols – Retrait / Gonflement

D'après la carte du risque de « retrait/gonflement des argiles » sur la commune de MONTBETON (82), éditée par le BRGM, la parcelle étudiée se situe dans une **zone d'aléa moyen**.



Carte d'aléa retrait/gonflement des argiles – Source BRGM – Échelle graphique

Aussi, à la date d'élaboration de cette étude, la commune de MONTBETON (82) a fait l'objet de **8 arrêtés de catastrophes naturelles** relatifs aux mouvements de terrains consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols.

Par ailleurs, un PPR relatif aux mouvements de terrain par tassements différentiels est en vigueur sur la commune depuis le 25/04/2005.

b) Mouvements des sols – Glissement de terrains

Le site **n'est pas répertorié** en zone à risque de mouvements des sols de type glissement de terrains.

c) Inondabilité

Selon les cartes présentées sur le site du BRGM, le site **n'est pas classé** en zone inondable.

Par ailleurs, un PPR relatif au risque d'inondation par crue à débordement lent de cours d'eau est en vigueur sur la commune depuis le 21/12/1999.

d) Inondation par remontée des nappes

Selon le site du BRGM, le terrain n'est pas inscrit en zone sujette aux inondations de cave ou aux débordements de nappe.

e) Cavités

Le terrain n'est pas situé sur un secteur spécifiquement concerné par le risque de présence de cavités souterraines naturelles. Aucune cavité naturelle n'est répertoriée dans un rayon de 500 m autour du site.

f) Sismicité

Le zonage sismique édité par la Délégation aux risques majeurs du Ministère de l'Environnement, insère la parcelle dans une **zone 1**, caractérisée par une « sismicité très faible ». Les prescriptions parasismiques ne sont donc pas obligatoires.

g) Radon

Le radon est un gaz radioactif issu de la désintégration de l'uranium et du radium présents naturellement dans le sol et les roches. Il s'agit d'un gaz inodore et incolore. Au vu du risque sanitaire associé à l'inhalation de ce gaz, des dispositions sont à prendre en compte lorsque le projet est localisé sur une commune à risque.

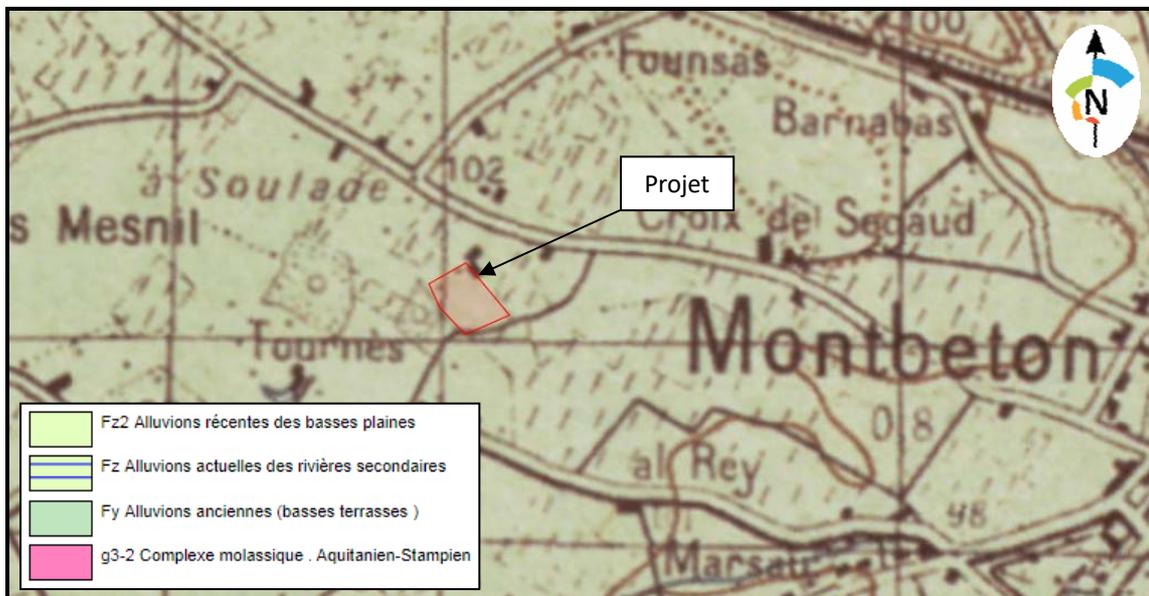
D'après la cartographie établie par l'IRSN, le terrain objet de notre étude présente un potentiel radon de catégorie **1 (faible)**.

h) Amiante environnemental

Le secteur **n'a pas fait l'objet d'étude** de susceptibilité vis-à-vis de la présence d'amiante environnemental. Les formations géologiques en présence ne sont pas spécifiquement concernées par ce risque.

2.3. Contextes géologique et hydrologique

Les informations portées sur la carte géologique N°930 au 1/50.000^{ème} feuille de MONTAUBAN, indiquent que le terrain est géologiquement inclus au sein des alluvions des basses terrasses, notées Fy, surmontant le substratum molassique de l'Aquitainien/Stampien, noté g₃₋₂. Le complexe alluvionnaire est généralement constitué d'horizons supérieurs limono-argileux plus ou moins sableux, et d'un soubassement plus grossier (graves, graviers et sable, plus ou moins argileux).



Carte géologique – Échelle graphique

D'un point de vue hydrogéologique, les terrasses alluviales sont généralement pourvues d'une nappe irrégulièrement établie dans leur soubassement caillouteux. Le niveau de cette nappe est susceptible de varier de manière notable au cours des saisons et en fonction des événements climatiques.

Enfin, au vu de la nature des couches en présence, une saturation des sols superficiels ou l'apparition de circulations d'eau anarchiques sont possibles en période climatique défavorable.

2.4. Zone d'Influence Géotechnique

Au vu de la topographie du secteur et sous réserve que les terrassements liés au projet soient négligeables, la zone d'influence géotechnique sera limitée à la parcelle et ses abords immédiats.

En cas de fouilles au droit ou à proximité des limites de propriété, la Zone d'Influence Géotechnique est susceptible de concerner les parcelles voisines. En ce sens, il conviendra de s'assurer de la stabilité des sols et des éventuels ouvrages sur les parcelles voisines.

2.5. Usage historique du site

Au vu des photographies aériennes disponibles sur le site <https://remonterletemps.ign.fr>, il semble que, depuis les environs des années 1950, le site ait toujours été vierge de construction.

Ceci n'exclut pas l'existence d'ouvrages enterrés ou la présence de bâtiments avant ou entre ces prises de vue.



Extrait de photographies aériennes disponibles

3. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS

3.1. Repérage et nivellement des sondages

Les sondages ont été répartis sur l'ensemble du terrain. Leur position respective est repérée sur le plan de localisation porté en annexe.

Nous rappelons qu'au stade actuel, la position des futures constructions n'est pas connue.

Par ailleurs, nous avons recalé l'altitude relative du terrain actuel au droit de chaque sondage, par rapport à un point local particulier pris comme référence. Comme indiqué sur le plan de localisation des sondages, ce point de référence correspond à l'angle Sud du lotissement.

Nous obtenons le nivellement suivant :

Sondages	Cote relative (m/référence)
Référence : Angle parcelle	100,00
PM1	99,90
PM2	100,25
PM3	100,20
PM4	99,70
PD1	100,05
PD2	100,30
PD3	100,35
PD4	100,15
PD5	99,95
PD6	99,80
PD7	99,70
PD8	99,45

Enfin, avant le début des travaux, nous conseillons d'assurer une correspondance des cotes du projet avec celles mentionnées ci-dessus.

3.2. Lithologie et caractéristiques mécaniques des sols

La coupe géologique représentative du sous-sol au droit du projet a été établie à partir des observations recueillies dans les sondage destructifs PM1 à PM4 descendus jusqu'à 2,40 / 2,50 m de profondeur / TA (Terrain Actuel). À ces résultats, nous avons couplé les informations obtenues par les essais pénétrométriques PD1 à PD8. Cette synthèse géologique est présentée dans le tableau ci-dessous sous 0,10 m de terre végétale :

Coupe géologique	Lithologie	Profondeur (m/TA)	q _d (MPa)	Etat de consistance
Recouvrement	<i>Limon, légèrement argileux, marron foncé, humide à très humide</i>	De 0,10 à 0,50 / 1,00	< 2 à 3	<i>Mou</i>
Alluvions fines	<i>Argile +/- limoneuse, marron gris ocre, légèrement humide à humide</i>	De 0,50 / 1,00 à 4,50 / > 6,00	3 à 5 (chute < 2)	<i>Fermes</i>
Alluvions moyennes	<i>Non visualisé</i>	Au-delà de 4,50 / > 6,00	4 à 8	<i>Lâches à moyennement denses</i>

Les sondages ont mis en évidence la présence d'une couche de recouvrement de compacités très faibles jusqu'à 0,50 / 1,00 m de profondeur / TA. Au-delà, des alluvions fines sont traversées jusqu'à 4,50 / 4,90 m de profondeur / TA au droit des essais PD1 à PD4 et jusqu'à l'arrêt des essais PD5 à PD8 stoppés entre 5,10 et 6,00 m de profondeur / TA.

À partir de 4,50 / 4,90 m de profondeur / TA au droit des essais PD1 à PD4, des alluvions moyennes semblent être atteintes et présentent des compacités faibles à moyennes.

Nous proposons une synthèse stratigraphique au droit de chaque sondage dans le tableau suivant :

Sondages	Recouvrement /Toit des couches	Alluvions fines / Toit des couches	Alluvions moyennes /Toit des couches
	m/TA	m/TA	m/TA
PM1	0,10	0,50	/
PM2	0,10	0,60	/
PM3	0,10	0,50	/
PM4	0,10	0,60	/
PD1	0,10	0,60	4,50
PD2	0,10	0,70	4,70
PD3	0,10	0,60	4,50
PD4	0,10	0,70	4,90
PD5	0,10	1,00	/
PD6	0,10	0,50	/
PD7	0,10	1,00	/
PD8	0,10	0,50	/

Les coupes au niveau des sondages pénétrométriques ont été établies par interprétations des pénétrogrammes associés aux sondages à la pelle mécanique.

Les sondages à la pelle et les essais PD5 à PD8 ont été arrêtés dans les alluvions fines à des profondeurs comprises entre 2,40 / 6,00 m/TA.

Aussi, il s'agit de coupes au droit de nos points de sondages qui n'exclut pas d'approfondissement et/ou de remontrée du toit des différentes couches.

3.3. Classification des matériaux

a) Classification des matériaux

Des échantillons ont été prélevés au droit des différents sondages afin de réaliser des analyses en laboratoire. Les résultats de ces essais, dont les procès-verbaux sont fournis en annexe, sont présentés dans le tableau suivant :

Référence sondage	PM1 + PM3	
Profondeur d'échantillonnage (m)	0,50 à 1,00	
Nature	Argile +/- limoneuse	
Teneur en eau - Wn	20,0 %	
Granulométrie % de passant à	50 mm	100,0 %
	20 mm	100,0 %
	10 mm	100,0 %
	5 mm	100,0 %
	2 mm	99,9 %
	1 mm	99,3 %
	0,4 mm	94,7 %
	0,2 mm	88,3 %
	80 µm	82,7 %
VBS sur la fraction 0/50 mm	3,36	
Type de sol selon la classification AFNOR-GTR	A2	

Les argiles +/- calcaires prélevées correspondent à des sols de **classe A₂** selon la classification GTR.

Ces sols sont sensibles aux variations hydriques. Leur portance peut chuter progressivement en cas d'hydratation excessive. Ils présentent par ailleurs une sensibilité marquée vis-à-vis du phénomène de retrait/gonflement.

b) Essai Proctor

Nous avons réalisé un essai Proctor à teneur en eau naturelle, les résultats sont repris ci-dessous sur le mélange des échantillons :

Référence sondage		PM1 + PM3
Nature		Argile +/- limoneuse
Profondeur d'échantillonnage (m)		0,50 à 1,00
Teneur en eau - Wn		20,0 %
Essai Proctor	W _{OPN} (%)	15,70
	ρ _{OPN} (t/m ³)	1,73
Type de sol selon la classification AFNOR-GTR		A₂

Compte tenu de la teneur en eau à l'optimum Proctor, nous pouvons définir les classes hydriques ci-après pour les argiles à concrétions calcaires :

Type de sol	Etat hydrique	Faciès argileux PM1 + PM3
Argile +/- limoneuse	Très sec	W < 12,7 %
	Sec	W : De 12,7 % à 16,4 %
	Moyen	W : De 16,4 % à 20,0 %
	Humide	W : De 20,0 % à 23,7 %
	Très humide	W : > 23,7 %

Vu la teneur en eau naturelle, leur état hydrique peut être qualifié de :

- **Moyen « m » limite humide « h »** pour les échantillons PM1 et PM3, correspondant à des argiles limoneuses à limons argileux au moment du prélèvement.

c) Aptitude d'un sol au traitement à la chaux seule

Selon la norme NFP 94-100 relative aux matériaux traités à la chaux et/ou aux liants hydrauliques, l'aptitude au traitement peut s'interpréter conformément aux recommandations définies ci-après :

Type de traitement	Aptitude du matériau au traitement	Paramètres considérés	
		Gonflement volumique Gv 7 j %	Résistance en compression diamétrale R _{tb} (MPa)
Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux	Adapté	≤ 5	≥ 0,2
	Douteux	5 ≤ Gv 7 j ≤ 10	0,1 ≤ R _{tb} ≤ 0,2
	Inadapté	≥ 10	≤ 0,1
Traitement à la chaux seule	Adapté	≤ 5	Paramètre non considéré pour ce type de traitement du fait de la lenteur de la prise pouzzolanique
	Douteux	5 ≤ Gv 7 j ≤ 10	
	Inadapté	≥ 10	

Le gonflement mesuré sur le matériau traité à 1,5 % de CaO sur l'échantillon en PM1 + PM3 de nature argilo-limoneuse est de 0,73 %.

Le traitement à 1,5 % de chaux peut être qualifié **d'adapté pour les échantillons testés**.

d) Evaluation du traitement à la chaux

Afin d'évaluer l'aptitude des sols au traitement à la chaux, nous avons procédé à la réalisation d'essais avec immersion d'un mélange de sol traité à 1,5 % de chaux. Les essais réalisés sont répertoriés dans les tableaux ci-après et sont réalisés sur la fraction 0/20 du matériau.

➤ Mesure d'IPI sur sol traité à 1,5 % de chaux :

Echantillons	PM1 + PM3
Nature des sols	Argile +/- limoneuse
Teneur en eau naturelle (%)	16,4 %
Densité sèche (kN/m ³)	1,74
Indice Portant immédiat (IPI)	30,9

➤ Mesure CBR à 4 jours d'immersion sur sols traités à 1,5 % de chaux (CaO) :

Echantillons	PM1 + PM3
Nature des sols	Argile +/- limoneuse
Densité sèche (kN/m ³)	1,73
Teneur en eau initiale (%)	15,1
Teneur en eau avant immersion (%)	14,3
Teneur en eau après immersion (%)	18,6
Indice CBR à 4 jours d'immersion (ICBR)	36,8
Gonflement en cours d'immersion	0,73 %

Pour une réutilisation en couche de forme d'après le guide technique de traitement des sols du LCPC/Setra de janvier 2000, le traitement doit permettre de satisfaire les critères suivants :

Premier critère :

$$I_{\text{CBR}} \geq 20$$

$$I_{\text{CBR}}/I_{\text{PI}} \geq 1$$

Remarque importante 1 : le second critère qui est le suivant n'a pas été étudié et qui correspond à la date probable d'apparition du gel sur le chantier :

$$R_c \geq 2,5 \text{ MPa}$$

Pour l'utilisation en remblais, d'après le guide technique de traitement des sols du LCPC/Setra de janvier 2000, le traitement peut être envisagé dans le cas où l'IPI est inférieur à 5. Les performances à rechercher sont :

$$I_{\text{PI}} \text{ sur le matériau traité} = 15$$

$$I_{\text{CBR}}/I_{\text{PI}} \geq 1$$

Le traitement à 1,5 % de CaO est efficace à moyen terme pour une utilisation des matériaux A₂ pour une teneur en eau autour de 15 %.

Remarque importante 2 : le traitement peut être perturbé par des produits chimiques agricoles (nitrates, sulfates...) et par la présence de matière organique (anciennes racines et arbres environnants). Il conviendra de réaliser des analyses en laboratoire et de mesurer les teneurs en produits chimiques qui peuvent altérer l'efficacité du traitement.

3.4. Régime hydrogéologique

Aucune venue d'eau n'a été constatée au droit de nos sondages et essais, aux profondeurs investiguées lors de notre intervention en février 2023. Néanmoins, des circulations anarchiques sont toujours possibles au sein des horizons superficiels, notamment en cas de précipitations importantes.

Par ailleurs, l'existence d'une nappe est possible plus en profondeur au sein des alluvions grossières, sur le toit du substratum. Son niveau est susceptible de varier au cours de l'année et en fonction des événements climatiques.

4. GÉOTECHNIQUE – Principes Généraux de Construction

Avant de présenter notre approche sur les principes généraux de construction, nous précisons ici que la pérennité du futur ouvrage ne pourra être assurée qu'en considérant un horizon d'assise unique, homogène tant en nature qu'en compacité, suffisamment porteur pour reprendre les charges induites par le projet. La présente étude se base sur des relevés ponctuels qui devront impérativement être complétés par des investigations complémentaires, dans le cadre d'une étude géotechnique de conception (Mission G2). Nous rappelons que les principes définitifs de la construction dépendront également de ses caractéristiques (type de structure, nombre de niveaux, descentes de charges, etc...) et de sa configuration (cote de niveau bas, terrassements, aménagements du site, etc...).

4.1. Principes de fondation

Au vu du contexte géologique et des caractéristiques mécaniques des sols superficiels, il apparaît, sous réserve d'homogénéité des faciès d'assise sur toute l'emprise définitive du projet, que les principes de fondation suivants devraient être envisageables pour un projet de maison de type RDC ou R+1 sans sous-sol :

- ***fondations superficielles par semelles filantes, ancrées dans les alluvions fines, reconnues à partir de 0,50 / 1,00 m/TA de profondeur au droit de nos sondages. La mise en œuvre de cette solution nécessitera le respect des dispositions constructives associées ;***
- ***en cas d'hétérogénéité ou d'anomalie au droit d'un projet (chute de compacités des faciès alluvionnaires fins...), réalisation de fondations profondes de type pieu ou micropieu ancrées dans le substratum local non détecté au droit de nos essais. Nous rappelons que le dimensionnement de ces fondations nécessitera la réalisation d'un sondage pressiométrique.***

Les principes constructifs définitifs devront être étudiés dans le cadre d'une mission G2/AVP, permettant de s'assurer de l'homogénéité et des caractéristiques mécaniques des sols au droit de l'emprise réelle du projet.

4.2. Principe de niveau bas

Au vu de la nature et des caractéristiques mécaniques des sols superficiels, pour le niveau bas des surfaces habitables, il conviendra de s'orienter vers un principe de plancher porté sur vide sanitaire.

4.3. Terrassements et fouilles

L'amplitude des terrassements n'est pas connue au stade actuel.

Dans tous les cas, les terrassements devront être réalisés selon les règles de l'Art.

Ces terrassements pourront être réalisés à l'aide d'engins classiques de terrassement de type pelle mécanique ou tractopelle dans les limons et argiles.

Les fouilles de fondations pourront être réalisées dans le cas de fondations superficielles à l'aide d'engins classiques de terrassement de type pelle mécanique ou tractopelle dans les faciès argileux. Dans le cas de fondations profondes, l'intervention d'une entreprise spécialisée sera nécessaire.

Il conviendra de tenir compte des probables problèmes de traficabilité des engins de chantier en période pluvieuse. Il est vivement recommandé de réaliser les travaux dans des conditions climatiques favorables.

Au regard de la nature des terrains rencontrés, les talus de faible hauteur (1,50 m maximum) secs et non surchargés en tête pourront être dressés avec une pente de 3 de base pour 2 de hauteur en phase provisoire dans les limons et argiles +/- limoneuses. Des hétérogénéités peuvent entraîner des éboulements locaux. Dans tous les cas, il conviendra de protéger les talus des intempéries.

4.4. Gestion des eaux

Lors de notre intervention en février 2023, nous n'avons observé aucun niveau d'eau au droit des essais réalisés.

Par ailleurs, l'existence d'une nappe est possible plus en profondeur au sein des alluvions grossières, sur le toit du substratum. Son niveau est susceptible de varier au cours de l'année et en fonction des événements climatiques.

a) Phase provisoire

Du fait de la nature des matériaux, un drainage du terrain sera réalisé pour assainir le site en phase travaux et/ou provisoire. Il pourra s'agir soit de tranchées drainantes soit de fossés. La pente sera au minimum de 5 mm/m. Ces ouvrages tiendront compte de la topographie du site et seront raccordés à un exutoire dimensionné de manière suffisante et implanté de manière non dangereuse pour le projet et les avoisinants.

En fonction de la cote du projet et de la période de réalisation des terrassements, des arrivées d'eau dans les fouilles restent malgré tout possibles. Le cas échéant, un pompage provisoire sera nécessaire afin d'épuiser les venues d'eau et d'assécher la fouille des terrassements généraux.

b) Phase définitive

Toute infiltration d'eau au niveau des fondations sera proscrite. Les eaux de ruissellement et de toiture seront soigneusement collectées (gouttières, contre-pente, ...) et évacuées vers un exutoire dimensionné de manière suffisante et implanté de manière non dangereuse pour le projet et les avoisinants.

Le NPHE devra être défini précisément dans le cas où des parties enterrées seraient prévues au projet.

4.5. Retrait/gonflement des argiles

Compte tenu de la sensibilité des sols rencontrés vis-à-vis du phénomène de retrait/gonflement des argiles, il conviendra de respecter les dispositions suivantes :

Dans le cas de fondations superficielles :

- si des arbres sont plantés, mise en place d'écrans anti-racines descendus à 2,5 m minimum entre les arbres et la construction ou respect d'une distance de 10 m et 1,5 fois la hauteur de l'arbre adulte entre celui-ci et le bâti ;
- mise en œuvre d'étanchements périphériques suffisamment larges (1,5 m), permettant de limiter les variations hydriques au droit du bâtiment ;
- coulage des fondations à pleine fouille, afin d'optimiser les frottements de la fondation et de limiter les circulations d'eau ;
- respect d'un encastrement minimal de 1,5 m par rapport au terrain extérieur fini.

Dans le cas de fondations profondes :

- protection des longrines vis-à-vis de la pression de gonflement (absence de contact direct entre le sol en place et la base de la longrine).

Dans tous les cas :

- mise en œuvre d'un principe de plancher porté ou de dalle portée sur vide sanitaire. Pour les parties peu sensibles (garages, ateliers...), un principe de dallage sur terre-plein reste possible, sous réserve de la désolidariser des structures porteuses et d'accepter des désordres potentiels (fissuration, pianotage, affaissement...);
- étanchéification des réseaux enterrés, en :
 - choisissant des matériaux souples susceptibles de subir des déformations sans rupture ;
 - s'assurant que les canalisations ne soient pas bloquées dans le gros œuvre ;
 - positionnant les entrées ou les sorties des canalisations perpendiculairement aux murs du bâtiment.

5. VOIRIES

5.1. Fond de Forme

Après décapage de la couverture végétale, le fond de forme sera soit constitué par des limons, soit par des argiles +/- limoneuses.

Les analyses en laboratoire ont montré que les sols supports seront de classe GTR A₂ et étaient dans un état hydrique moyen limite humide au moment des sondages en février 2023.

En période climatique défavorable, la portance des sols et l'état hydrique des matériaux conduit à classer la plateforme en PST1/AR1 ou PST0/AR0, on prévoira une couche de blocage par incorporation d'éléments 200/300mm sur 50 cm minimum, de manière à reclasser le nouveau support obtenu au moins en classe AR1.

Pour la préparation du fond de forme, on procédera de la façon suivante pour un sol support **autre que des remblais** :

- compactage du fond de forme ;
- *si nécessaire en fonction de l'état hydrique réalisation d'une couche de blocage.*

Pour la préparation du fond de forme, on procédera de la façon suivante pour un sol support contenant **des remblais** :

- toute poche décomprimée, de matériau évolutif ou de moindre consistance ou remblais rencontrés sera purgé sur 0,80 m d'épaisseur minimum ;
- élimination des éléments grossiers empêchant un réglage correct de la plateforme ;
- contrôle du fond de forme afin de définir d'éventuelles purges supplémentaires ;
- compactage du fond de forme ;
- si nécessaire, en fonction de l'état hydrique réalisation d'une couche de blocage ;
- pose d'un géotextile (assurant à la fois une fonction anti-contaminante et de renforcement) sur tout le fond de forme (après le cloutage éventuel).

5.2. Couche de forme

Nous considérons que la cote finie de la voirie sera approximativement celle du terrain actuel. L'objectif est l'obtention d'une plate-forme PF2 (au sens du GTR 92).

Les analyses en laboratoire ont montré que les sols supports sont de classe GTR A₂ et étaient dans un état hydrique moyen limite humide au moment des sondages en février 2023.

Afin d'atteindre une portance suffisante à long terme, une couche de forme devra être mise en œuvre. Aussi, afin de contribuer à l'amélioration de la portance en évitant une contamination de la couche de forme, un géotextile pourra être disposé sur le fond de forme. Ce dernier facilitera l'exécution des travaux.

L'épaisseur de la couche de forme variera de la manière suivante, en fonction de la nature et de l'état de la PST :

Cas d'un sol support composé sols limoneux ou argileux de classe A₂ :

Portance initiale du fond de forme		PST1 / AR1	PST2 / AR1
Couche de forme	Epaisseur	≥ 0,75 m ou 0,60 m sur géotextile	≥ 0,50 m ou 0,40 m sur géotextile ou 0,35 m de matériaux traités*
	Nature	Matériaux insensibles à l'eau D₂ ou D₃	Matériaux insensibles à l'eau D₂ ou D₃ Ou matériaux argilo-limoneux traités à 1,5 % de CaO*

*Remarque importante :

- d'après les informations fournies par le Maître d'Ouvrage, il est prévu une couche de forme traitée seulement à la chaux. Les essais en laboratoire ont montré que le traitement à 1,5 % de CaO est efficace sur des matériaux A₂ pour une teneur en eau autour de 15 %. Par ailleurs ces essais laboratoires ne sont valables que pour le fond de forme. Dans le cas où la couche de forme serait traitée à la chaux, il sera impératif de réaliser ce traitement pour une teneur en eau de 15 % et de respecter les dispositions constructives associées (contrôle de la portance par des essais à la plaque etc...). **Par ailleurs, nous ne pouvons engager une pérennité de l'ouvrage dans le temps sur un traitement chaux seule avec ce type de matériaux ;**
- seul un traitement chaux + liant permettrait de garantir cette pérennité sous condition que les résultats d'essais en laboratoire soient adaptés.

Cas d'un sol support composé de remblais :

- compte tenu des sols sous-jacents, cette couche aura une épaisseur de 0,60 m minimum ;
- le remblai sera constitué d'un matériau noble insensible à l'eau, non gélif, de type D2 ou D3 selon le GTR par exemple et comportant moins de 5 % de fines. Les qualités de ce matériau devront être contrôlées au démarrage du chantier (identification GTR, planche d'essai, examen par un ingénieur géotechnicien). Le matériau sera mis en place par couches soigneusement compactées selon le GTR ;
- une couche de finition constituée par un matériau propre de granulométrie 0/20 sur une épaisseur minimale de 0,10 m soigneusement compactée (assise de voirie) sera ensuite mise en place ;
- des essais de contrôle à la plaque devront être prévus pour s'assurer de la qualité du compactage. Ils seront réalisés tous les 0,50 m d'élévation. La valeur minimale à obtenir est EV2 ≥ 50 MPa sur la hauteur courante et au niveau de l'assise des voiries.

La portance du fond de forme après mise en œuvre de la couche de forme devra dans tous les cas être vérifiée à l'aide d'essais à la plaque. Les critères de réception à vérifier seront les suivants :

- **rapport EV2/EV1 ≤ 2,0 ;**
- **module de réaction EV2 > 50 MPa.**

SOLINGEO se tient à la disposition du Maître d'Ouvrage et du Maître d'œuvre pour assurer ce contrôle (mission complémentaire).

5.3. Ébauche dimensionnelle de voirie

Nous rappelons que l'objectif avant réalisation de la structure de voirie sera d'obtenir une plate-forme PF2 (au sens du GTR 92). La plateforme devra être validée à l'aide d'essais à la plaque, par l'obtention d'un module de réaction $EV2 > 50 \text{ MPa}$, avec un rapport $EV2/EV1 \leq 2$.

Les structures de voirie ont été dimensionnées comme voies de desserte avec un trafic maximal de 5 PL/jour/sens. Nous avons modélisé une structure envisageable en prenant en compte les hypothèses suivantes :

- trafic : $t = 5 \text{ PL/jour/sens}$;
- durée de service : 10 ans ;
- taux de croissance annuel : 0 % ;
- coefficient d'agressivité du trafic : $CAM = 0,40$.

Si l'objectif de la PF2 est atteint, il pourra être mis en œuvre la structure suivante :

Classe de plate-forme support		PF2
Exemple de structure	Couche de fondation	0,15 m de Grave Non Traitée de classe 1
	Couche de base	
	Couche de roulement	0,04 m de BBSG de classe 2 ou 3

5.4. Remarques importantes

Le présent rapport ne saurait engager SOLINGEO sur une obligation de résultats en ce qui concerne les voiries. Trop de critères entrent en jeu et sont à maîtriser en phase chantier :

- suivi qualité des matériaux : homogénéité et état hydrique ;
- matériel de mise en œuvre et de compactage : nombre de passes, intensité de compactage ;
- conditions de mise en œuvre : épaisseur des couches, pentes ;
- conditions extérieures : météo, ... ;
- ...

En ce sens, ces exemples de prédimensionnements devront faire l'objet d'une validation par le titulaire du marché, au commencement des travaux. Afin d'obtenir les résultats escomptés, l'entreprise en charge du chantier procédera à un suivi rigoureux des travaux et s'assurera qu'ils sont réalisés selon les règles de l'Art (normes, guides techniques ...).

Nous rappelons que lorsque le sol support sous la couche de forme sera constitué par des remblais ces derniers pourront tasser dans le temps ce qui pourra nécessiter des rechargements de chaussée dans le temps.

Dans les zones de manœuvres, il serait préférable de mettre en œuvre du BBME afin de pouvoir reprendre les efforts tangentiels.

De même, dans le cas de poinçonnement statique (zone de stationnement), il conviendra de mettre en œuvre des matériaux capables de reprendre ces efforts en fonction des caractéristiques des camions (nombre d'essieux, charges par essieux...).

Un drainage soigné des accotements empêchant des infiltrations d'eaux météoriques sous la structure de voirie devra être assuré afin de garantir la pérennité de la structure. Dans ce cas, l'imperméabilisation pourra être effectuée sur une largeur minimale de 2,50 m.

Si les hypothèses retenues s'avéraient différentes de celles finalement retenues lors de la conception, il serait alors nécessaire de refaire le dimensionnement.

6. ANNEXES

- Plan de localisation des sondages
- Sondages destructifs PM1 à PM4
- Essais pénétrométriques PD1 à PD8
- Identification GTR
- PV d'essais d'aptitude au traitement à la CaO (PROCTOR, IPI, CBRI)

ΛΥΛΥΛΥΛ

SOLINGEO reste à votre disposition pour tout renseignement complémentaire.

Fait à MONTAUBAN le 27/04/2023

Rédigé par

Océane CAILLET



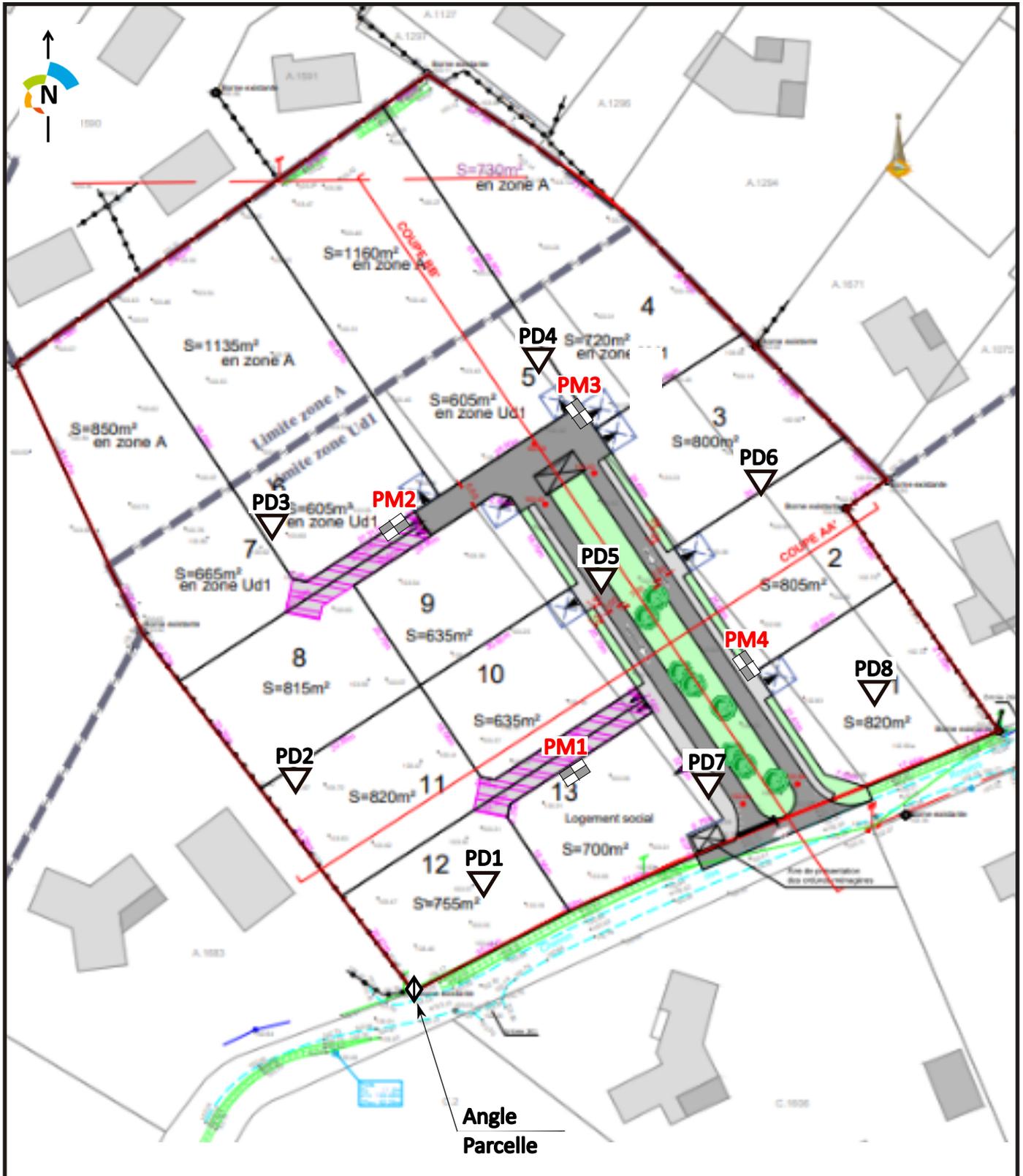
Vérfifié par

Arnaud MONTEIL



PLAN DE LOCALISATION DES SONDAGES

Adresse chantier : Lotissement "Roses et Jardins" - Chemin des Rosiers
82290 MONTBETON
Maître d'Ouvrage : Les Parcs Aménageur
N° de dossier : S-2301-064 - Version 3

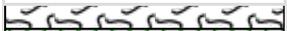
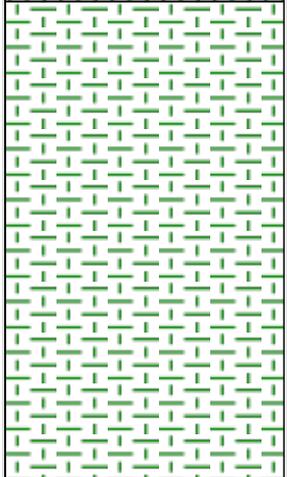


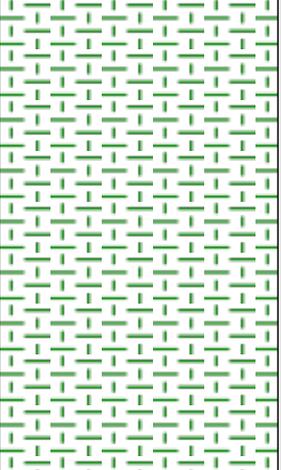
Légende :
(sans échelle)

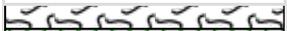
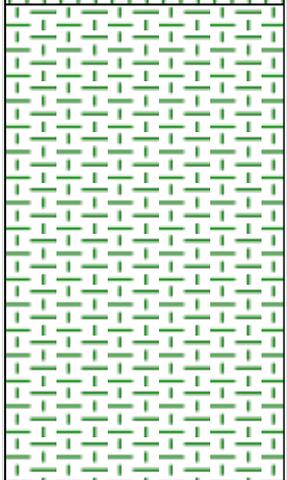
▽ Sondage pénétrométrique type B

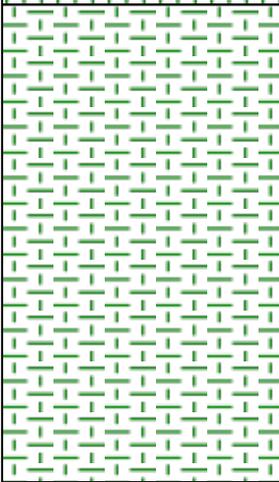
▣ Sondage à la pelle mécanique

◇ Référence nivellement

Prof. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Observations de forage	Outils de forage	Niveaux d'eau (m)	Numéro d'échant
0	0.1		Terre végétale.	Tenue des parois			
			Limons légèrement argileux, marron foncé, humide à très humide.	Moyenne			
0.5	0.5		Argile +/- limoneuse, marron gris ocre, légèrement humide à humide.	Bonne	Godet		X
1							
1.5							
2							
2.5	2.4						
3							
3.5							
4							
4.5							
5							
5.5							
6							
6.5							

Prof. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Observations de forage	Outils de forage	Niveaux d'eau (m)	Numéro d'échant
0	0.1		Terre végétale.	Tenue des parois			
0.5	0.6		Limons légèrement argileux, marron foncé, humide à très humide.	Moyenne			
1			Argile +/- limoneuse, marron gris ocre, légèrement humide à humide.	Bonne	Godet		
2.5	2.5						
3							
3.5							
4							
4.5							
5							
5.5							
6							
6.5							

Prof. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Observations de forage	Outils de forage	Niveaux d'eau (m)	Numéro d'échant
0	0.1		Terre végétale.	Tenue des parois			
			Limons légèrement argileux, marron foncé, humide à très humide.	Moyenne			
0.5	0.5		Argile +/- limoneuse, marron gris ocre, légèrement humide à humide.	Bonne	Godet		X
1							
1.5							
2							
2.5	2.4						
3							
3.5							
4							
4.5							
5							
5.5							
6							
6.5							

Prof. (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Observations de forage	Outils de forage	Niveaux d'eau (m)	Numéro d'échant
0	0.1		Terre végétale.	Tenue des parois			
			Limons légèrement argileux, marron foncé, humide à très humide.	Moyenne			
0.5	0.6		Argile +/- limoneuse, marron gris ocre, légèrement humide à humide.	Bonne	Godet		
1							
1.5							
2							
2.5	2.5						
3							
3.5							
4							
4.5							
5							
5.5							
6							
6.5							



Chantier
Lotissement "Roses et Jardins" - Chemin des Rosiers - 82290 MONTBETON

Client
Les Parcs Aménageur

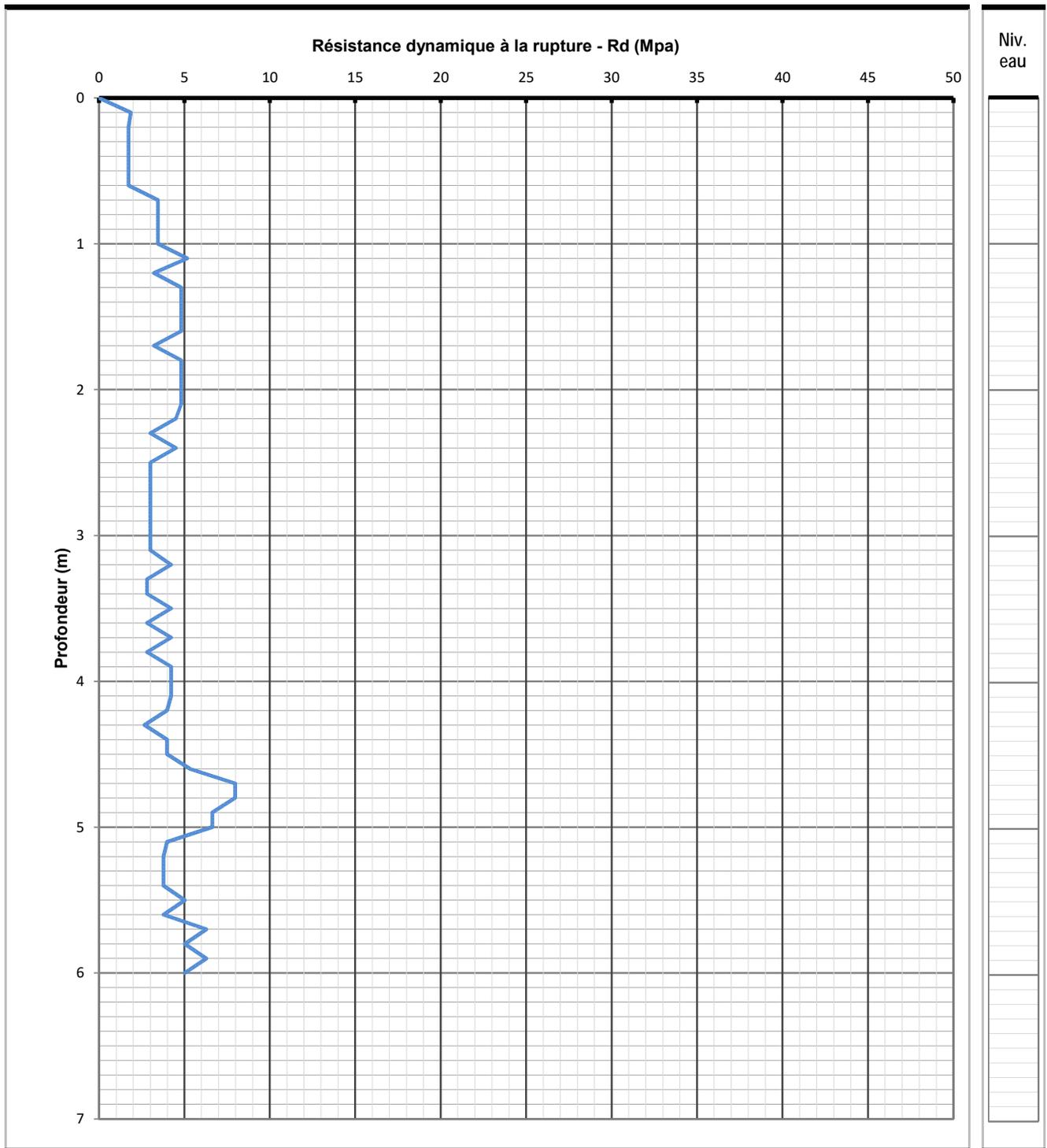
Observations
Arrêt volontaire à 6m/TA. Pas de venue d'eau immédiate constatée. Pas de frottement latéral constaté.

Forage
PD1 - 100,05 Réf.

Dossier
S-2301-064

Date des essais
06/02/2023

SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE LOURD
TYPE B - Norme NF P 94-115



• Masse du mouton : 64kg • Hauteur de chute : 0,75m • Masse de la tige : 6,5kg •
• Masse de l'enclume : 9,9kg • Section pointe : 0,002m² • Masse de la pointe : 0,56kg •



Chantier
 Lotissement "Roses et Jardins" - Chemin des Rosiers - 82290 MONTBETON PD2 - 100,3 Réf.

Client
 Les Parcs Aménageur

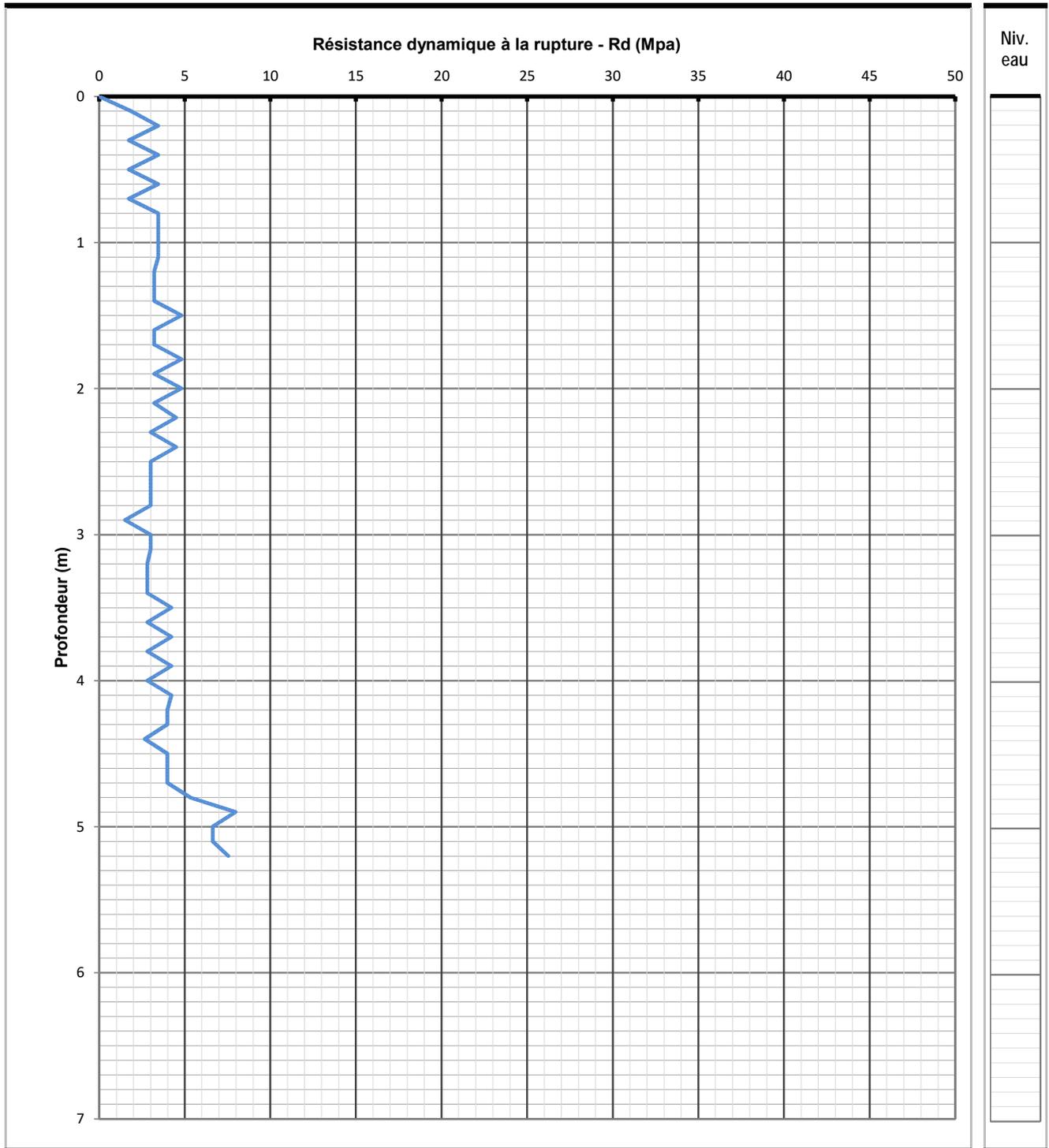
Observations
 Arrêt volontaire à 5,2m/TA. Pas de venue d'eau immédiate constatée. Pas de frottement latéral constaté.

Forage
 PD2 - 100,3 Réf.

Dossier
 S-2301-064

Date des essais
 06/02/2023

SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE LOURD
 TYPE B - Norme NF P 94-115



• Masse du mouton : 64kg • Hauteur de chute : 0,75m • Masse de la tige : 6,5kg •
 • Masse de l'enclume : 9,9kg • Section pointe : 0,002m² • Masse de la pointe : 0,56kg •



Chantier
Lotissement "Roses et Jardins" - Chemin des Rosiers - 82290 MONTBETON

Client
Les Parcs Aménageur

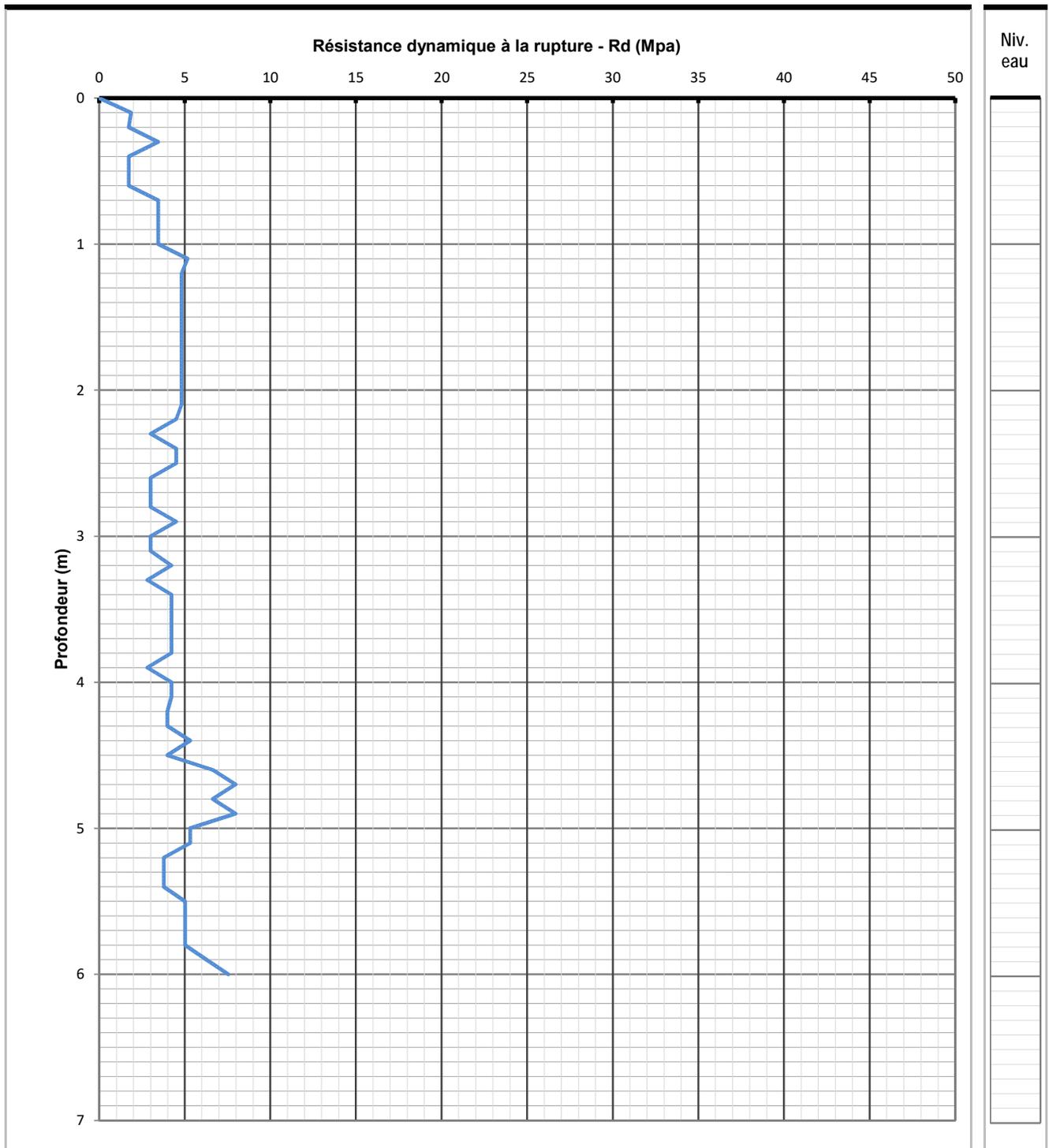
Observations
Arrêt volontaire à 6m/TA. Pas de venue d'eau immédiate constatée. Pas de frottement latéral constaté.

Forage
PD3 - 100,35 Réf.

Dossier
S-2301-064

Date des essais
06/02/2023

SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE LOURD
TYPE B - Norme NF P 94-115



• Masse du mouton : 64kg • Hauteur de chute : 0,75m • Masse de la tige : 6,5kg •
• Masse de l'enclume : 9,9kg • Section pointe : 0,002m² • Masse de la pointe : 0,56kg •



Chantier
Lotissement "Roses et Jardins" - Chemin des Rosiers - 82290 MONTBETON

Client
Les Parcs Aménageur

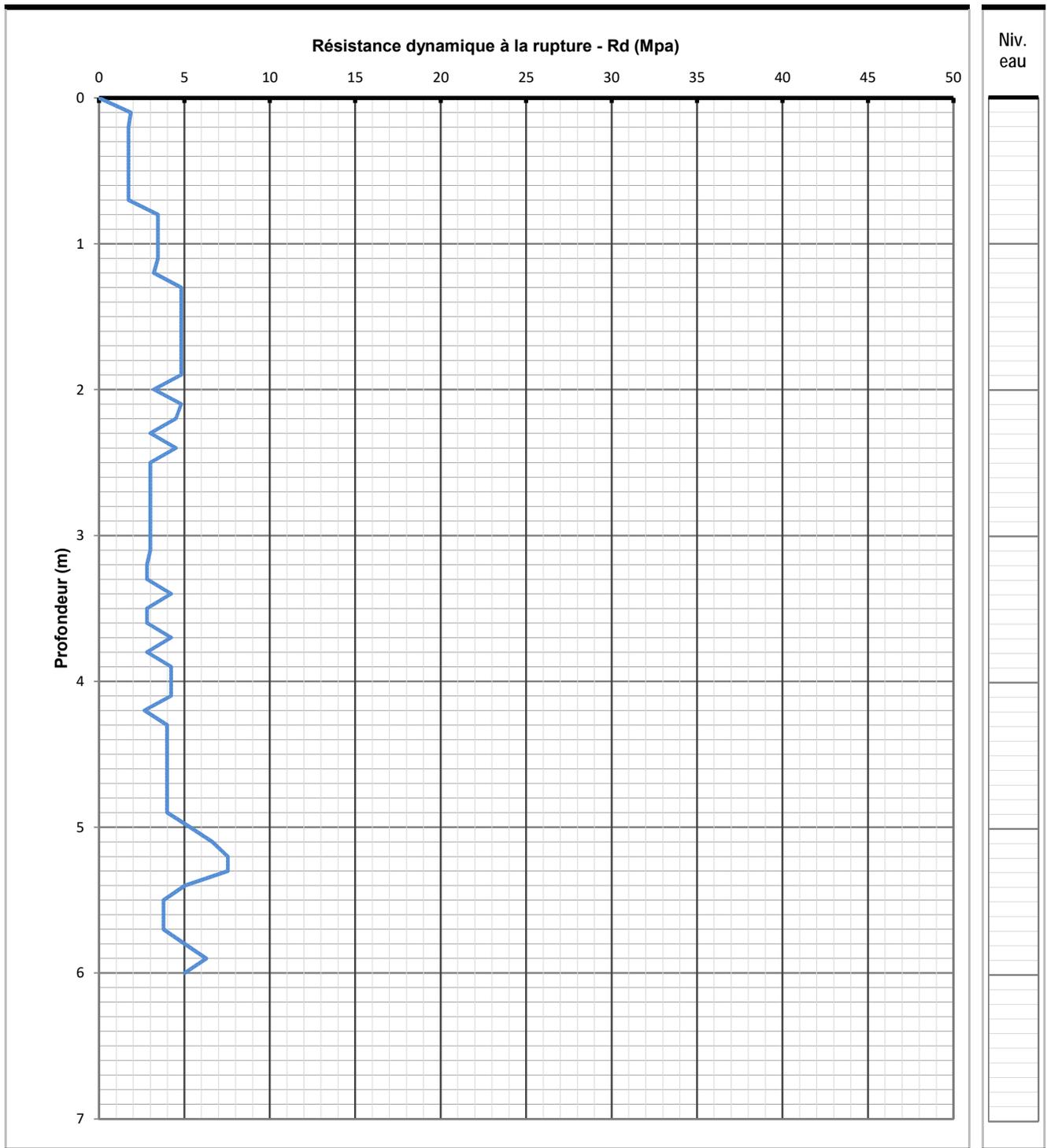
Observations
Arrêt volontaire à 6m/TA. Pas de venue d'eau immédiate constatée. Pas de frottement latéral constaté.

Forage
PD4 - 100,15 Réf.

Dossier
S-2301-064

Date des essais
06/02/2023

SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE LOURD
TYPE B - Norme NF P 94-115



• Masse du mouton : 64kg • Hauteur de chute : 0,75m • Masse de la tige : 6,5kg •
• Masse de l'enclume : 9,9kg • Section pointe : 0,002m² • Masse de la pointe : 0,56kg •



Chantier
 Lotissement "Roses et Jardins" - Chemin des Rosiers - 82290 MONTBETON PD5 - 99,95 Réf.

Client
 Les Parcs Aménageur

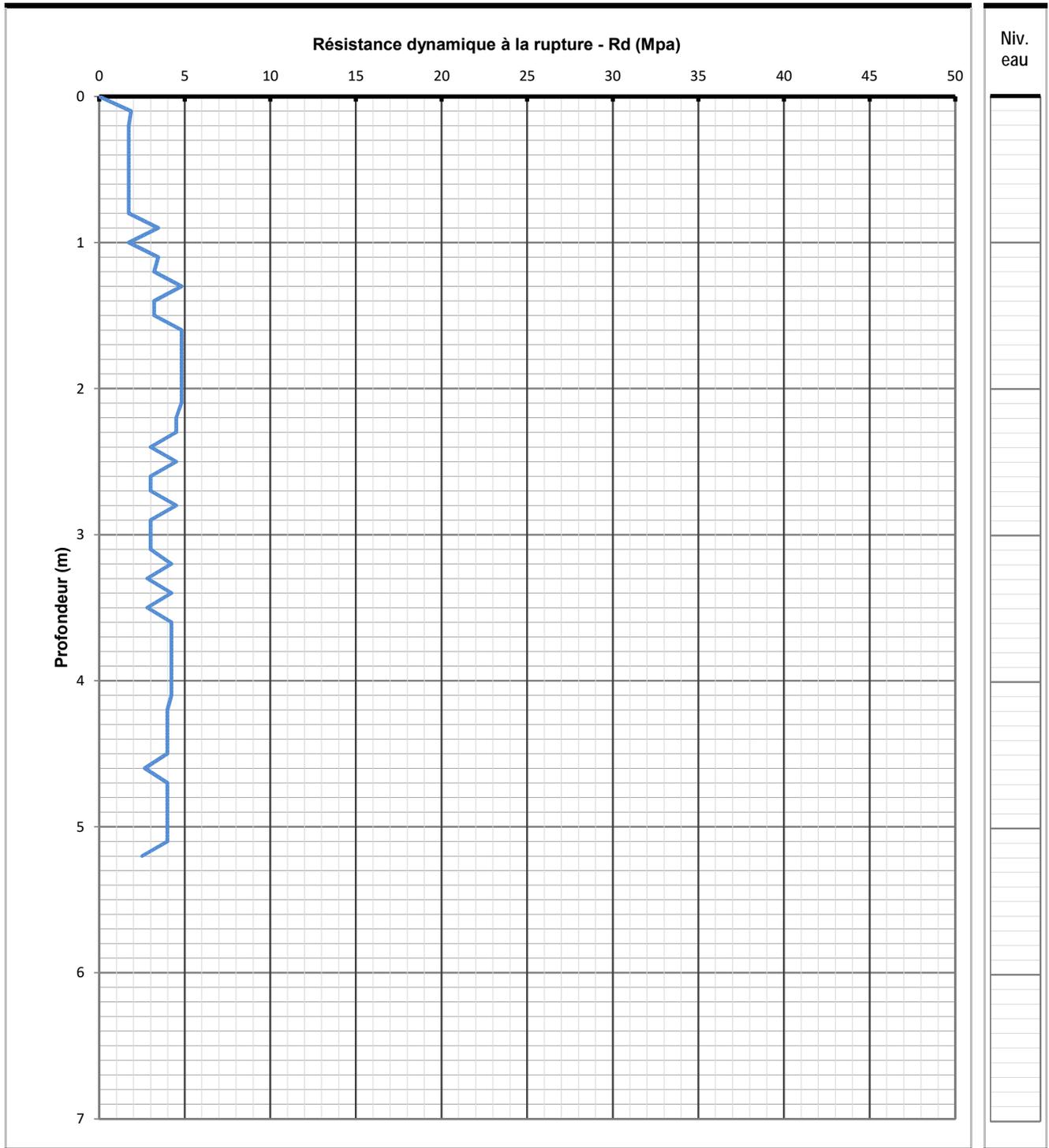
Observations
 Arrêt volontaire à 5,2m/TA. Pas de venue d'eau immédiate constatée. Pas de frottement latéral constaté.

Forage
 PD5 - 99,95 Réf.

Dossier
 S-2301-064

Date des essais
 06/02/2023

SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE LOURD
 TYPE B - Norme NF P 94-115



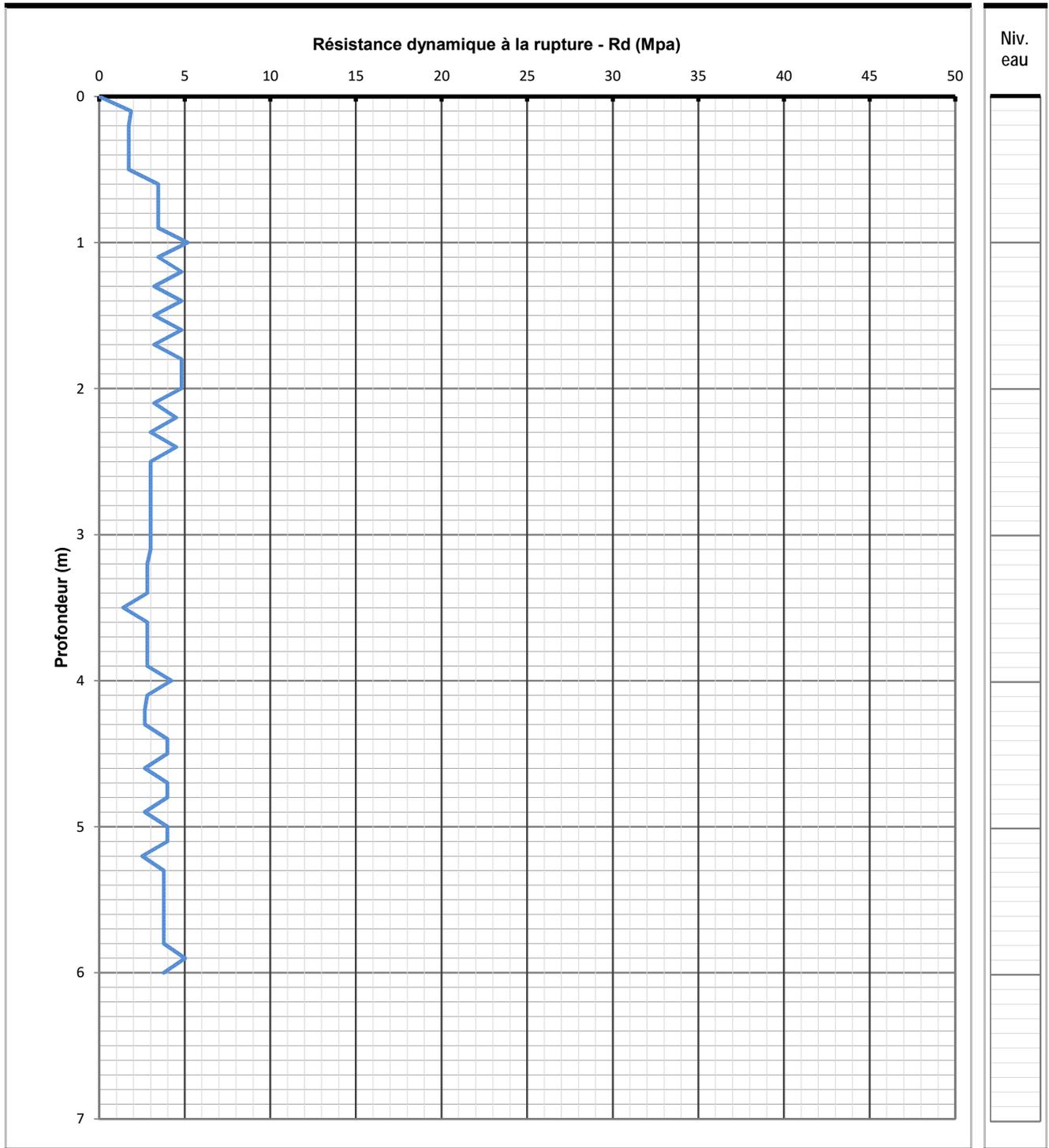
• Masse du mouton : 64kg • Hauteur de chute : 0,75m • Masse de la tige : 6,5kg •
 • Masse de l'enclume : 9,9kg • Section pointe : 0,002m² • Masse de la pointe : 0,56kg •



Chantier
Lotissement "Roses et Jardins" - Chemin des Rosiers - 82290 MONTBETON
Client
Les Parcs Aménageur
Observations
Arrêt volontaire à 6m/TA. Pas de venue d'eau immédiate constatée. Pas de frottement latéral constaté.

Forage
PD6 - 99,8 Réf.
Dossier
S-2301-064
Date des essais
06/02/2023

SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE LOURD
TYPE B - Norme NF P 94-115



• Masse du mouton : 64kg • Hauteur de chute : 0,75m • Masse de la tige : 6,5kg •
• Masse de l'enclume : 9,9kg • Section pointe : 0,002m² • Masse de la pointe : 0,56kg •



Chantier
Lotissement "Roses et Jardins" - Chemin des Rosiers - 82290 MONTBETON

Client
Les Parcs Aménageur

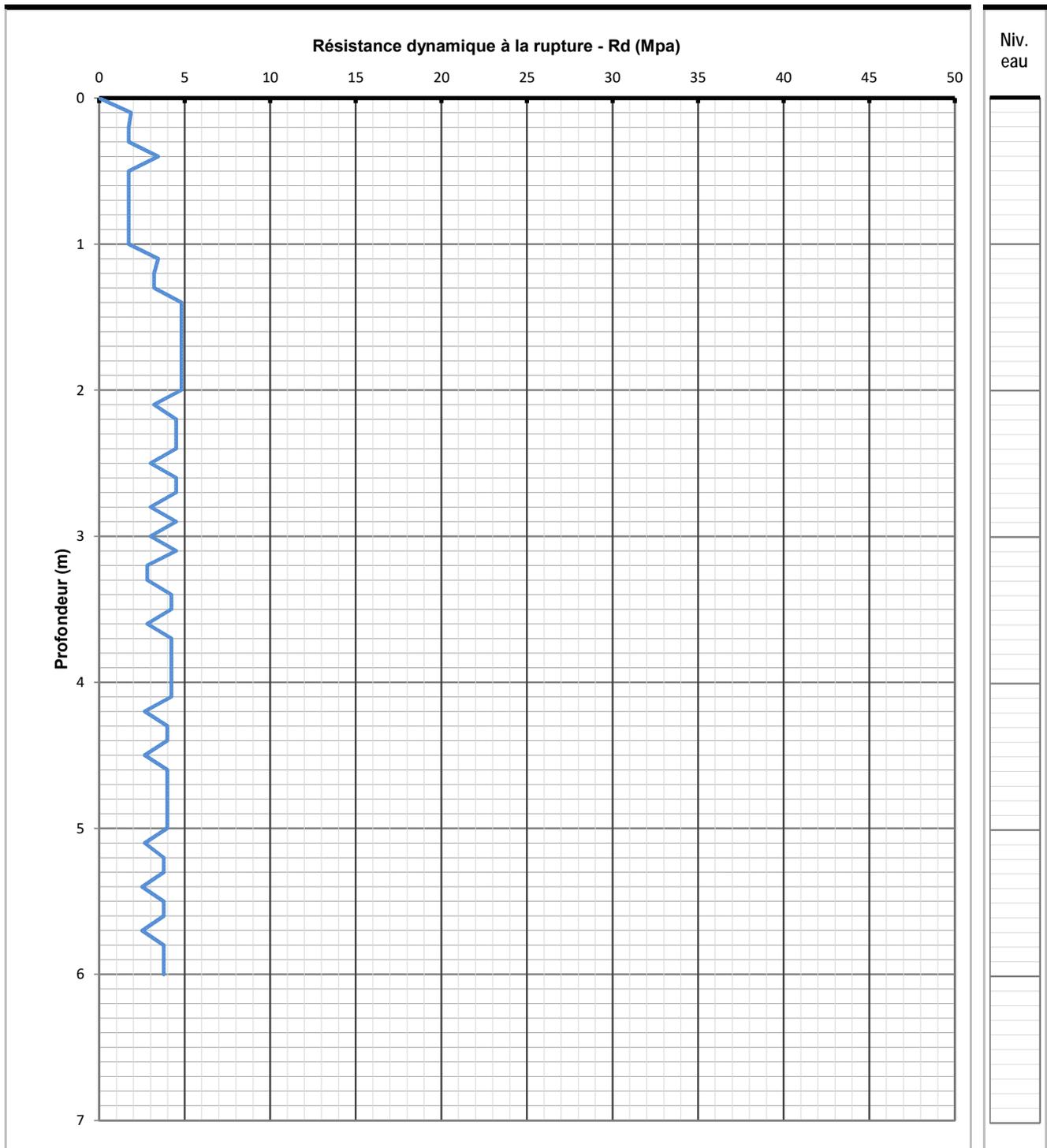
Observations
Arrêt volontaire à 6m/TA. Pas de venue d'eau immédiate constatée. Pas de frottement latéral constaté.

Forage
PD7 - 99,7 Réf.

Dossier
S-2301-064

Date des essais
06/02/2023

SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE LOURD
TYPE B - Norme NF P 94-115



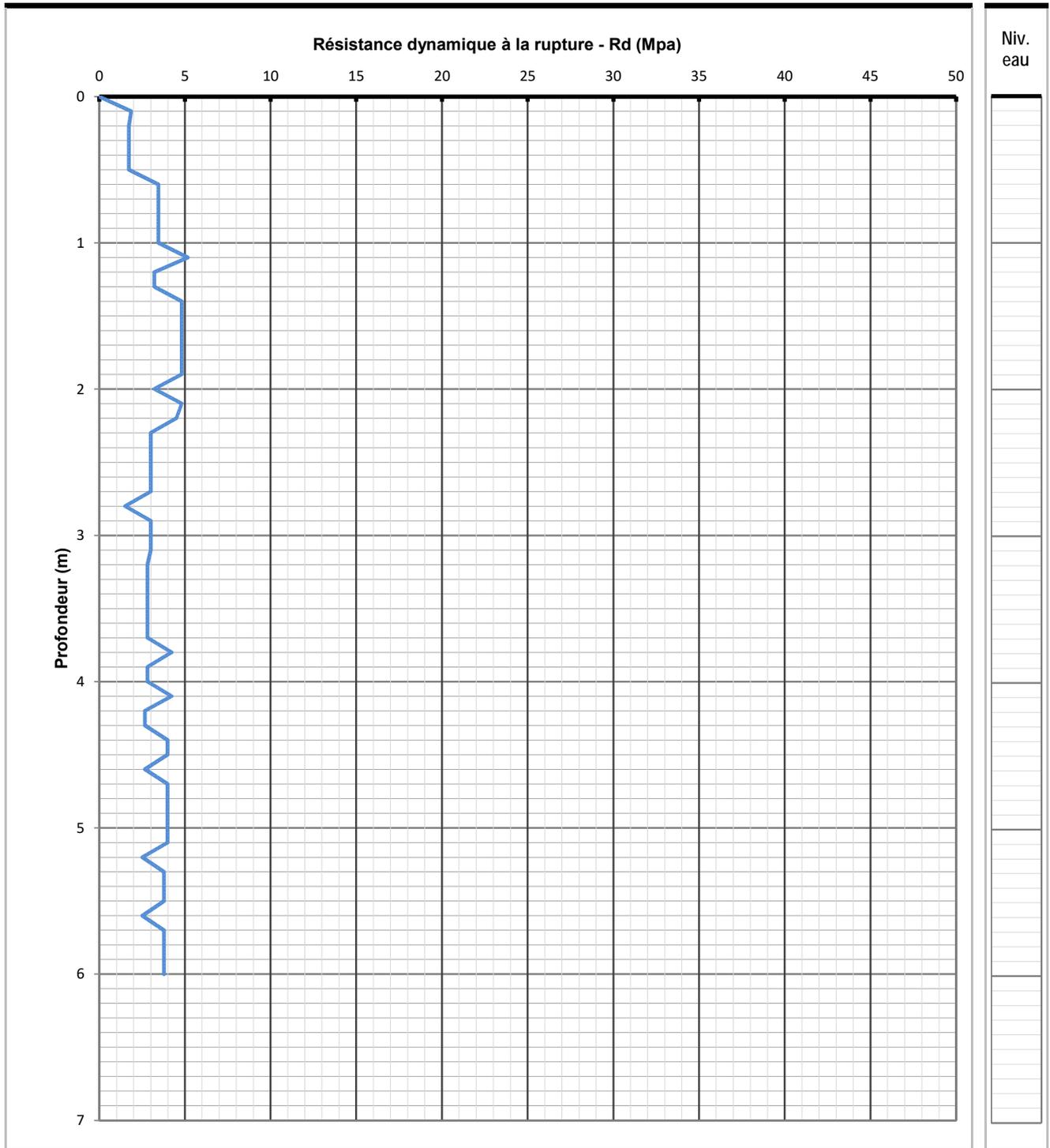
• Masse du mouton : 64kg • Hauteur de chute : 0,75m • Masse de la tige : 6,5kg •
• Masse de l'enclume : 9,9kg • Section pointe : 0,002m² • Masse de la pointe : 0,56kg •



Chantier
 Lotissement "Roses et Jardins" - Chemin des Rosiers - 82290 MONTBETON
Client
 Les Parcs Aménageur
Observations
 Arrêt volontaire à 6m/TA. Pas de venue d'eau immédiate constatée. Pas de frottement latéral constaté.

Forage
 PD8 - 99,45 Réf.
Dossier
 S-2301-064
Date des essais
 06/02/2023

SONDAGE AU PENETROMETRE DYNAMIQUE LOURD
 TYPE B - Norme NF P 94-115

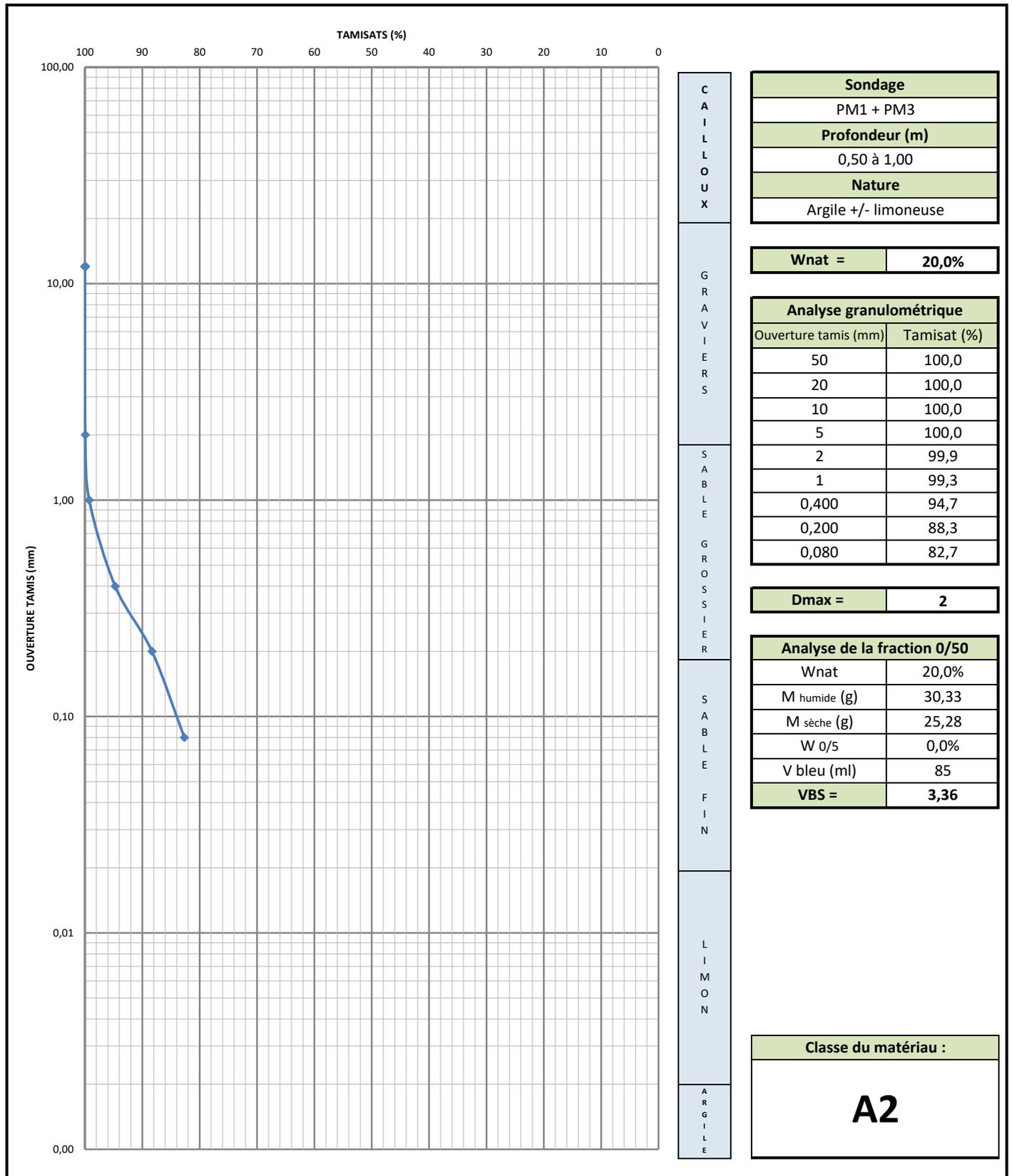


• Masse du mouton : 64kg • Hauteur de chute : 0,75m • Masse de la tige : 6,5kg •
 • Masse de l'enclume : 9,9kg • Section pointe : 0,002m² • Masse de la pointe : 0,56kg •

ANALYSE GRANULOMETRIQUE par tamisage à sec - NF P 94-056

VALEUR AU BLEU DE METHYLENE - NF P 94-068

Adresse chantier : Lotissement "Roses et Jardins" - 82290 MONTBETON
Maître d'ouvrage : Les Parcs Aménageur
N° de dossier : S-2301-064
Date des essais : 24/02/2023



C
A
I
L
L
O
U
X

 G
R
A
V
I
E
R
S

 S
A
B
L
E

 G
R
O
S
S
I
E
R

 S
A
B
L
E

 F
I
N

 L
I
M
O
N

 A
R
G
I
L
E

Sondage	
PM1 + PM3	
Profondeur (m)	
0,50 à 1,00	
Nature	
Argile +/- limoneuse	

Wnat =	20,0%
---------------	--------------

Analyse granulométrique	
Ouverture tamis (mm)	Tamisat (%)
50	100,0
20	100,0
10	100,0
5	100,0
2	99,9
1	99,3
0,400	94,7
0,200	88,3
0,080	82,7

Dmax =	2
---------------	----------

Analyse de la fraction 0/50	
Wnat	20,0%
M humide (g)	30,33
M sèche (g)	25,28
W 0/5	0,0%
V bleu (ml)	85
VBS =	3,36

Classe du matériau :
A2

ESSAI DE COMPACTAGE TYPE PROCTOR

Norme NF P 94-093

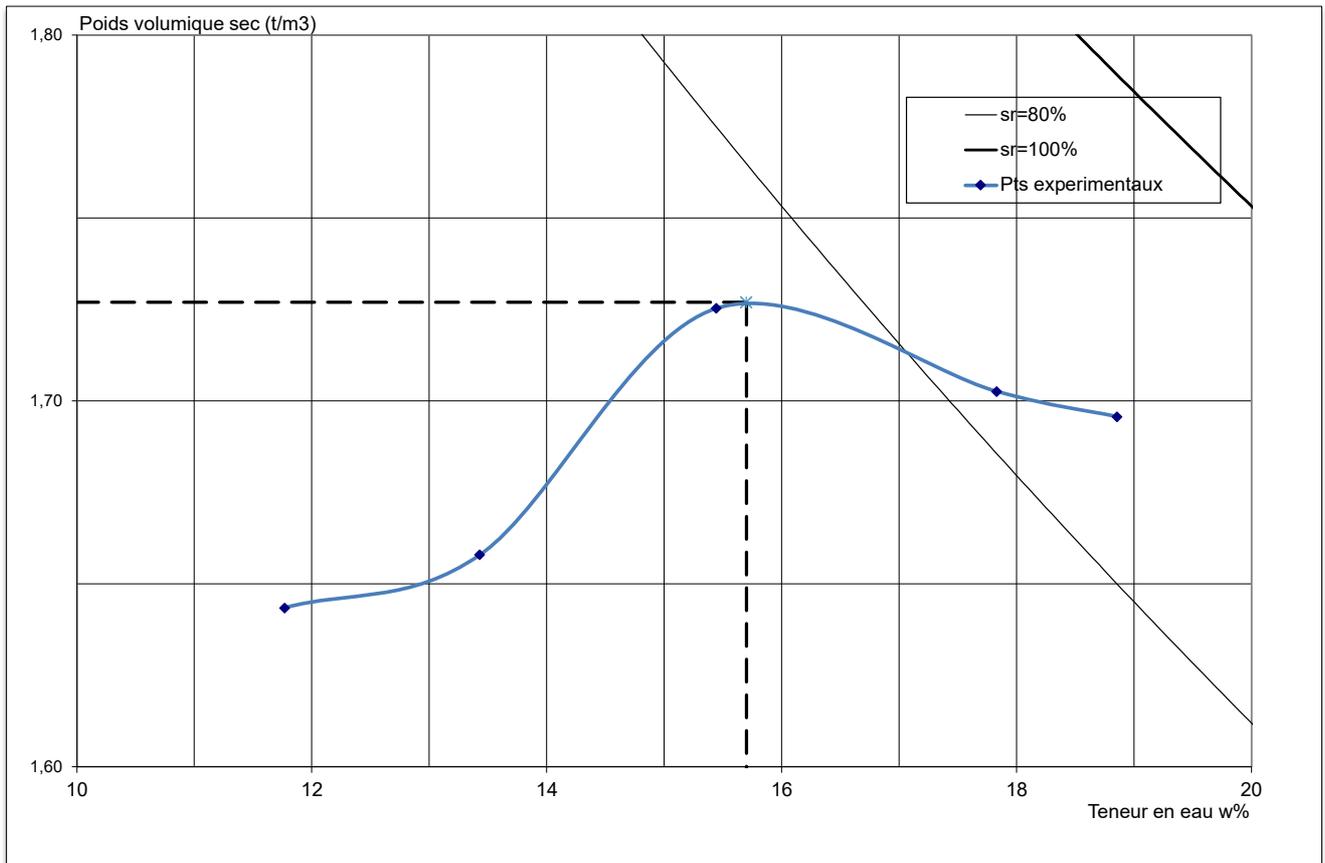
Chantier : Lotissement "Roses et Jardins" - 82290 MONTBETON
Maître d'ouvrage : Les Parcs Aménageur
N° de dossier : S-2301-064
Date de l'essai : 02/03/2023



ENERGIE :
 Normal
 Modifié
MOULE :
 Proctor
 CBR

Masse volumique des particules de sol ρ_s : 2,70 t/m³ (estimée)
 Refus au tamis de 20 mm : 0%
 (Correction résultats Proctor si $0 < 20 < D < 30\%$)

Sondage
PM1 + PM3
Profondeur (m)
0,50 - 1,00
Nature
Argile +/- limoneuse



Essai		
	Teneur en eau w%	Poids vol. sec ρ t/m ³
Point 1	11,77	1,64
Point 2	13,43	1,66
Point 3	15,45	1,73
Point 4	17,83	1,70
Point 5	18,85	1,70

Optimum Proctor		
	Teneur en eau w%	Poids vol. sec ρ t/m ³
Brut	15,7	1,73
Corrigé		

Wnat = 20,0%

Classification GTR A2

Indice CBR Immersion

Mesure sur échantillon compacté dans le moule CBR

Norme NF P 94-078

Adresse du projet : Lotissement "Roses et Jardins" - 82290 MONTBETON

Maître d'ouvrage : Les Parcs Aménageur

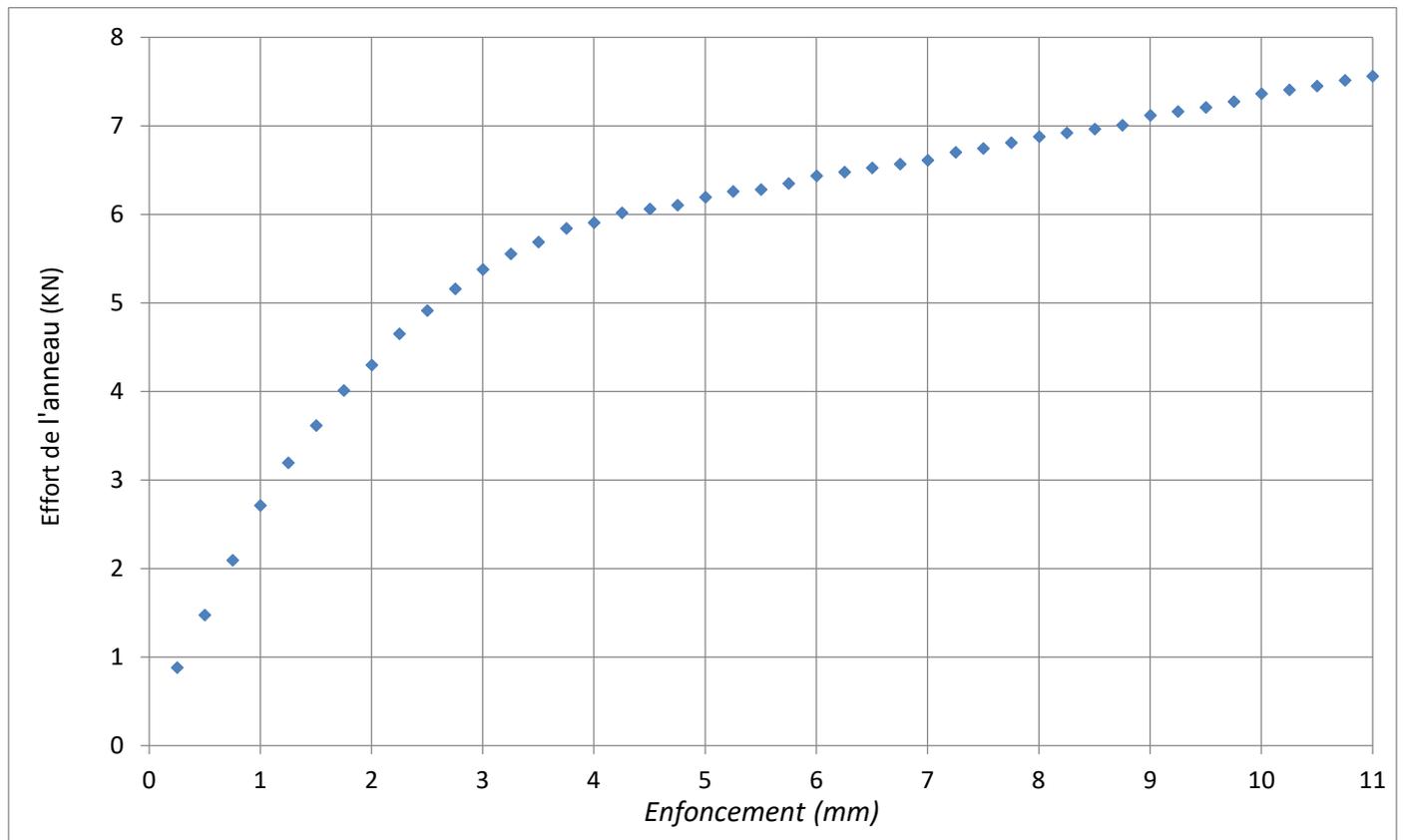
N° de dossier : S-2301-064

Date des essais : 03/03/2023 au 07/03/2023



Sondage
PM1 + PM3
Profondeur (m)
0,50 - 1,00

Nature
Argile +/- limoneuse
Traitement
1,5% CaO



Wnat :	15,1%
Masse volumique sèche :	1,73

(Selon la norme NF P 94-050)

W avant immersion	14,3%
W après immersion	18,6%
Gonflement	0,73%

CBRimmersion	36,8
--------------	------

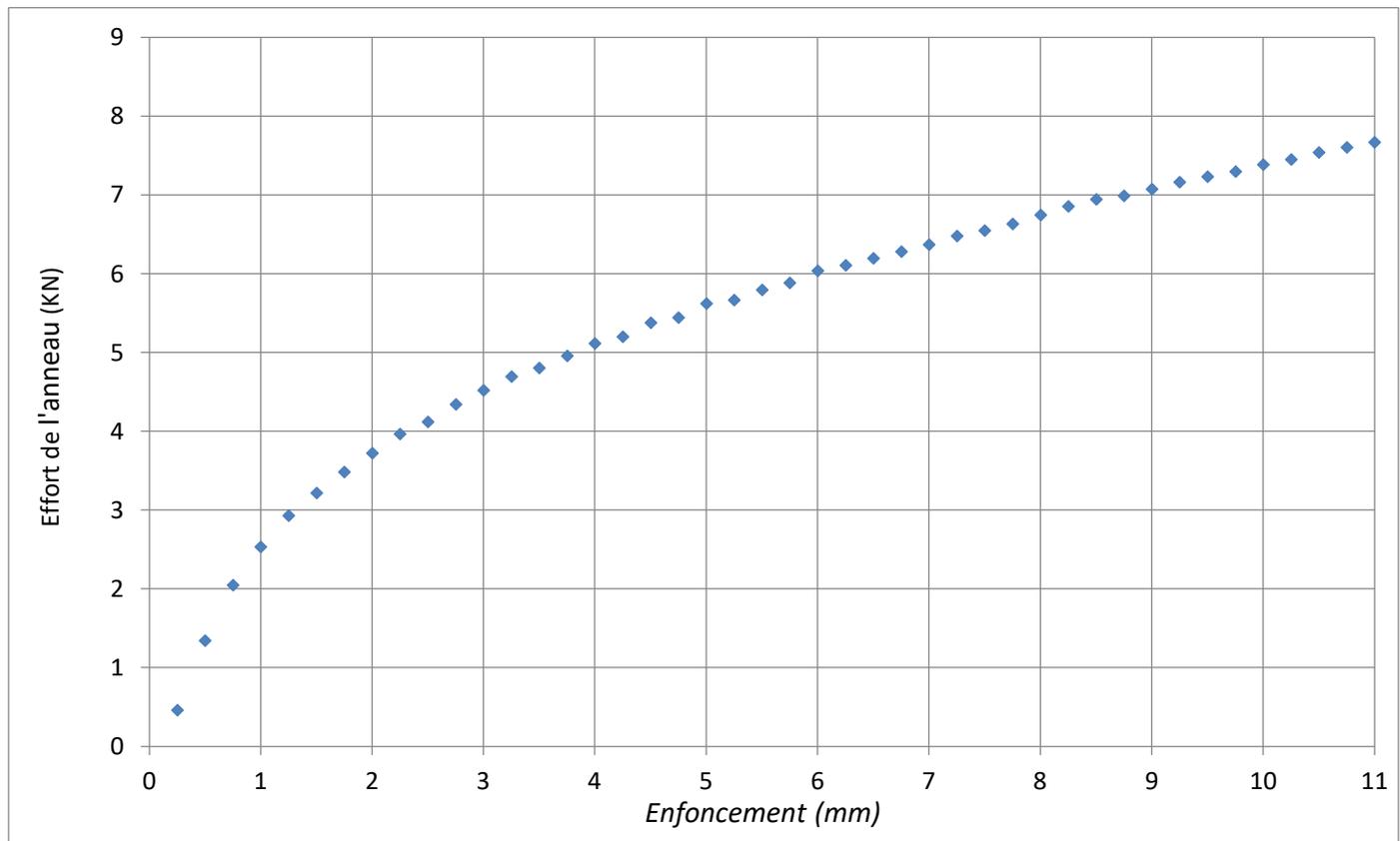
Indice Portant Immédiat
Mesure sur échantillon compacté dans le moule CBR
Norme NF P 94-078

Adresse du projet : Lotissement "Roses et Jardins" - 82290 MONTBETON
Maître d'ouvrage : Les Parcs Aménageur
N° de dossier : S-2301-064
Date des essais : 03/03/2023



Sondage
PM1 + PM3
Profondeur (m)
0,50 - 1,00

Nature
Argile +/- limoneuse
Traitement
1,5% CaO



Wnat :	16,4%
Masse volumique sèche :	1,74

(Selon la norme NF P 94-050)

IPI	30,9
------------	-------------

Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique
Extrait de la norme NF P 94-500 de 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 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	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	avec détection au plus tôt de leur survenance	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

Classification des missions d'ingénierie géotechnique **Extrait de la norme NF P 94-500 de novembre 2013**

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

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

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

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

Phase DCE / ACT

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

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

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

Classification des missions d'ingénierie géotechnique **Extrait de la norme NF P 94-500 de novembre 2013**

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.

Phase Suivi

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

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

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

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

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

CONDITIONS D'EXPLOITATION DE CE RAPPORT D'ÉTUDE DE SOLS

La société Solingéo ne peut être en aucun cas tenu à une obligation de résultats car les prestations d'études et de conseil sont réputées incertaines par nature, Solingéo n'est donc tenu qu'à une obligation de moyens.

Le présent rapport ou procès verbal ainsi que toutes annexes, constituent un ensemble indissociable.

La société Solingéo serait dégagée de toute responsabilité dans le cas d'une mauvaise utilisation de toute communication ou reproduction partielle de ce document, sans accord écrit préalable. En particulier, il ne s'applique qu'aux ouvrages décrits et uniquement à ces derniers.

Si en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, nous avons été amenés dans le présent rapport à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Maître d'Ouvrage ou à son Maître d'Œuvre de communiquer par écrit à la société Solingéo ses observations éventuelles sans quoi il ne pourrait en aucun cas et aucune raison nous être reproché d'avoir établi notre étude pour le projet que nous avons décrit.

Cette étude est basée sur des reconnaissances dont le caractère ponctuel ne permet pas de s'affranchir des aléas des milieux naturels, et ne peut prétendre traduire le comportement du sol dans son intégralité.

Ainsi, tout élément nouveau mis en évidence lors de l'exécution des fondations ou de leurs travaux préparatoires et n'ayant pu être détecté lors de la reconnaissance des sols (exemple : failles, remblais anciens ou nouveaux, cavités, hétérogénéités localisées, venue d'eau, pollution, etc. ...) doit être signalé à la société Solingéo qui pourra reconsidérer tout ou partie du rapport. Pour ces raisons, et sauf stipulation contraire explicite de notre part, l'utilisation de nos résultats pour chiffrer à forfait le coût de tout ou partie des ouvrages d'infrastructure ne saurait en aucun cas engager notre responsabilité. Une mission G2 minimum est nécessaire pour estimer des quantités, coûts et délais d'ouvrages géotechniques.

De même, des changements concernant l'implantation, la conception ou l'importance des ouvrages par rapport aux hypothèses de base de cette étude, peuvent conduire à modifier les conclusions et prescriptions du rapport et doivent être portés à la connaissance de la société Solingéo.

La société Solingéo ne saurait être rendue responsable des modifications apportées à son étude que dans le cas où elle aurait donné son accord écrit sur lesdites modifications.

Les altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cote de références rattachés à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un géomètre expert. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

Il est vivement recommandé au Maître d'Ouvrage, au Maître d'Œuvre ou à l'entreprise de faire procéder, au moment de l'ouverture des fouilles ou de la réalisation des premiers pieux ou puits, à une visite de chantier par un spécialiste. Cette visite est normalement prévue par Solingéo lorsqu'elle chargée d'une mission spécifique de type G4 de suivi de l'exécution des travaux de fondations. Le client est alors prié de prévenir Solingéo en temps utile.

Cette visite a pour objet de vérifier que la nature des sols et la profondeur de l'horizon d'ancrage de fondation sont conformes aux données de l'étude. Elle donne lieu à l'établissement d'un compte rendu.

Le Maître d'Ouvrage devra informer Solingéo de la date réelle d'ouverture du chantier et faire réactualiser le présent document en cas d'ouverture de chantier plus de 2 ans après la date d'établissement du présent document. De même, il est tenu d'informer Solingéo du montant de l'opération et de la date prévisible de réception de l'ouvrage.