

Mairie

CUSY

Programme d'aménagement du centre du village

RAPPORT D'ETUDE GEOTECHNIQUE

Mission G1 PGC



Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable

N° du dossier	Version du document	Modifications	Ingénieur responsable	Ingénieur Superviseur	Contact
2018023	12/04/2018	Version initiale	Alexandre Fargeas	Guillaume Rameau	contact@2savoiegeotechnique.com a.fargeas@2savoiegeotechnique.com 09.83.26.41.14

2 SAVOIE GEOTECHNIQUE

Siège social – 2044, route de Tours – 73200 ALBERTVILLE

Antenne Haute-Savoie – 399, rue Antoine Pissard – 74700 SALLANCHES

contact@2savoiegeotechnique.com - www.2savoiegeotechnique.com - 09.83.26.41.14

SARL au capital de 8000€ - RCS CHAMBERY - SIREN 751 448 655 – TVA 17 751 448 655 – APE 7112B

SOMMAIRE

1. MISSION	3
1.1. INTERVENANTS	3
1.2. DOCUMENTS DE REFERENCE.....	3
1.3. ELEMENTS DU PROJET.....	3
1.4. CADRE CONTRACTUEL.....	5
1.5. REFERENTIELS	5
1.6. VALIDITE DES CONCLUSIONS DE L'ETUDE	6
2. CONTEXTE GENERAL	7
2.1. GEOMORPHOLOGIE / GEOLOGIE	7
2.2. ALEAS NATURELS / ZONES REGLEMENTEES	7
2.3. ETAT DES LIEUX DU 1 ^{ER} MARS 2018	8
3. CARACTERISTIQUES DES TERRAINS EN PLACE	14
3.1. RECONNAISSANCES MIS EN OEUVRE	14
3.2. NIVELLEMENT DES POINTS DE SONDAGE	14
3.3. RESULTATS DES SONDAGES A LA PELLE	15
3.4. CONSTAT DES VENUES D'EAU – MARS 2018.....	16
3.5. RESULTATS DES ESSAIS AU PENETROMETRE DYNAMIQUE	18
4. ANALYSE PRELIMINAIRE DE FAISABILITE GEOTECHNIQUE	20
4.1. LE PROJET	20
4.2. LE TENEMENT.....	20
4.3. L'ENVIRONNEMENT DU PROJET	20
4.4. LE SOL.....	20
4.5. CONTRAINTES GEOTECHNIQUES APPREHENDEES.....	23
4.6. PROPOSITIONS D'ADAPTATIONS DES OUVRAGES AU SOL.....	23
ANNEXES	29
ANNEXE 1: PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES	30
ANNEXE 2: FOUILLES A LA PELLE PM1 A PM9	32
ANNEXE 3: ESSAIS PENETROMETRIQUES PD1 A PD15	42

1. MISSION

1.1. Intervenants

- Mairie de Cusy
330, montée du chef-lieu
74540 Cusy

1.2. Documents de référence

- Plan cadastral figurant les parcelles concernées
- Plan topographique – 1/200 – TT Géomètres Experts – 15/09/2017
- Plan des réseaux – 1/200 – TT Géomètres Experts – 29/09/2017
- Extrait du PLU – OAP n°15 – Les Bruchets
- Etude zone humide – TERE0 – 19/09/ 2017
- Mission d’expertise hydrologique et hydraulique sur les ruisseaux de la commune – HYDRETUDES – 11/04/2017

1.3. Eléments du projet

La commune de Cusy envisage l’aménagement du centre du village dans la continuité du site de Charmotte.

Le tènement consacré est délimité figure 2. Il représente une superficie de l’ordre de 45000m².

Le programme prévoit la création de 100 logements maximum répartis :

- en logements collectifs ou intermédiaires de type R+2 à R+3 sur la partie aval,
- en logements intermédiaires ou individuels groupés de type R+1 à R+2 sur la partie amont (Bâti étagé dans la pente).

L’accès sera réalisé depuis la RD911.

Des voiries secondaires seront créées pour la desserte aux bâtiments.

Des aires de stationnement extérieures sont également prévues.

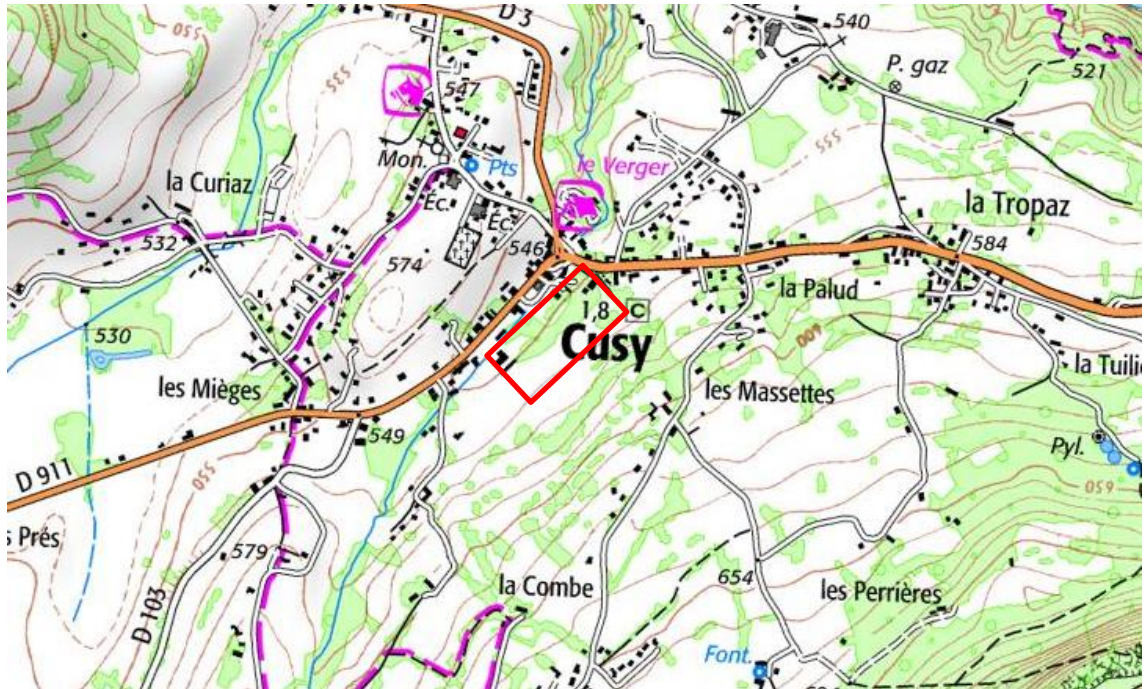


Figure 1: Situation du projet - Extrait cartographie IGN 1/25000



Figure 2: Emprise du tènement – extrait IGN 1/25000

1.4. Cadre contractuel

Les missions d'ingénierie géotechnique suivent les différentes étapes d'élaboration et de réalisation du projet. Elles s'inscrivent dans le cadre de norme NFP 94-500 de novembre 2013 dont le contenu est résumé en fin de rapport.

Les prestations confiées comprennent :

- Des sondages et essais géotechniques réalisés par notre société (cf. §3.1),
- Une étude géotechnique préalable de niveau G1 PGC.

Les objectifs à ce stade sont :

- d'appréhender l'organisation géologique du site et caractéristiques des principales couches,
- de définir les principes généraux d'adaptation des ouvrages au sol.

Cette étude n'aborde pas :

- La gestion des flux liquides (eaux usées, eaux pluviales et eaux de drainage),
- La recherche et/ou la caractérisation d'une éventuelle pollution du sous-sol et/ou de vestiges enterrés

Elle devra être suivie d'une étude géotechnique de niveau G2 minimum adaptée aux ouvrages à construire (bâtiments, parkings, soutènements, voiries...).

1.5. Référentiels

- NF EN 1997-1/NA JUIN 2005 - EUROCODE 7 – Calcul géotechnique
- NF P94-261 JUIN 2013 Justification des ouvrages géotechniques - Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 - Fondations superficielles
- Décret n° 2010-1254 du 22 octobre 2010 relatif à la prévention du risque sismique
- NF EN 1998-5/NA Octobre 2007 Eurocode 8 - Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Partie 5 : fondations, ouvrages de soutènement et aspects géotechniques
- NF P11-213-1 (DTU 13.3) (mars 2005) : Dallages - Conception, calcul et exécution

1.6. Validité des conclusions de l'étude

Toute étude réalisée à partir d'une esquisse ou d'un plan de principe nécessite obligatoirement une seconde étude spécifique, adaptée au projet retenu, détaillée par un bureau d'études de structures.

Tous changements d'implantation ou d'importance des constructions par rapport aux hypothèses prises lors de l'établissement de ce rapport d'étude doivent nous être communiqués et recevoir notre accord par écrit ; ces changements peuvent modifier les conclusions de notre étude.

Le maître d'œuvre (ou le maître d'ouvrage) doit vérifier qu'il nous a donné des éléments suffisants et fiables pour l'implantation des sondages.

2. CONTEXTE GENERAL

2.1. Géomorphologie / géologie

Le site du projet est localisé au pied du massif des Bauges dans des terrains de pente moyenne modelés par les glaciers et tapissés de moraines qui recouvrent le substratum molassique gréseux.

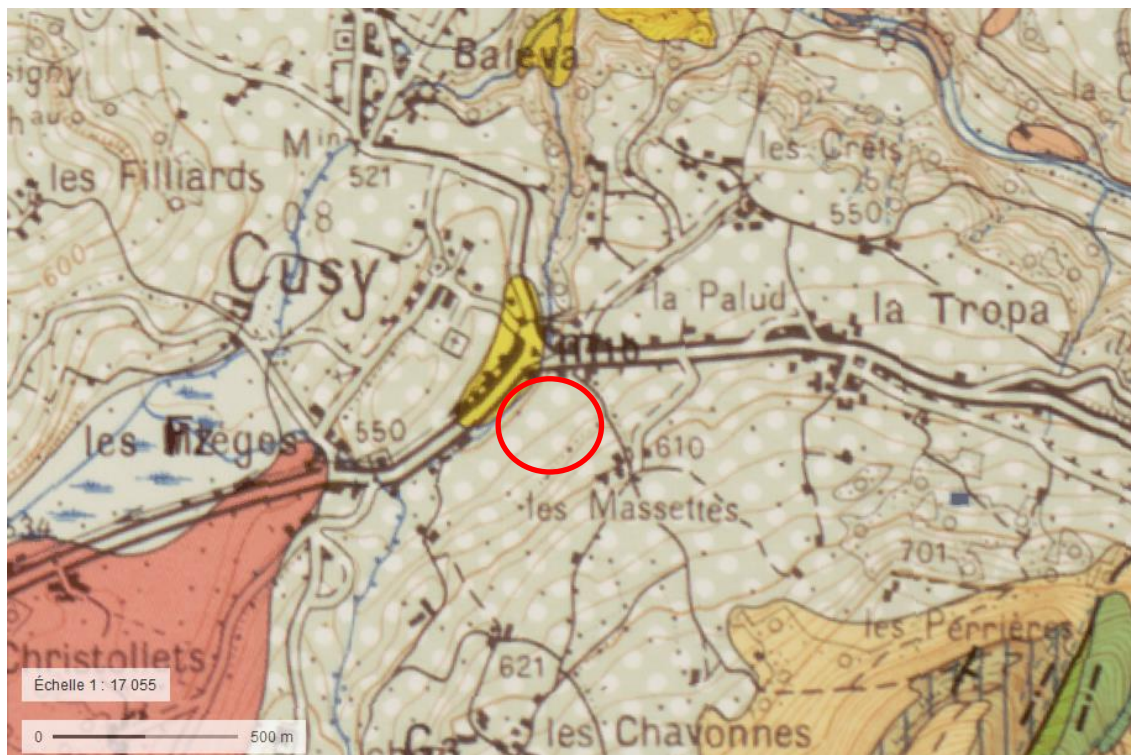


Figure 3: Extrait de la cartographie géologique du BRGM 1/50000

2.2. Aléas naturels / zones réglementées

- Aléa sismique (zonage du 22 octobre 2010) : zone de sismicité moyenne (zone 4)
- PPRN de la commune (3 février 2006) :
 - Zone humide (aléa faible à moyen) en pied de versant
 - Manifestations torrentielles le long du ruisseau des Massettes (aléa fort) et le long du ruisseau de la Pallud (aléa faible)
 - Zone de glissement de terrain (aléa faible) en bordure sud-est du tènement concerné

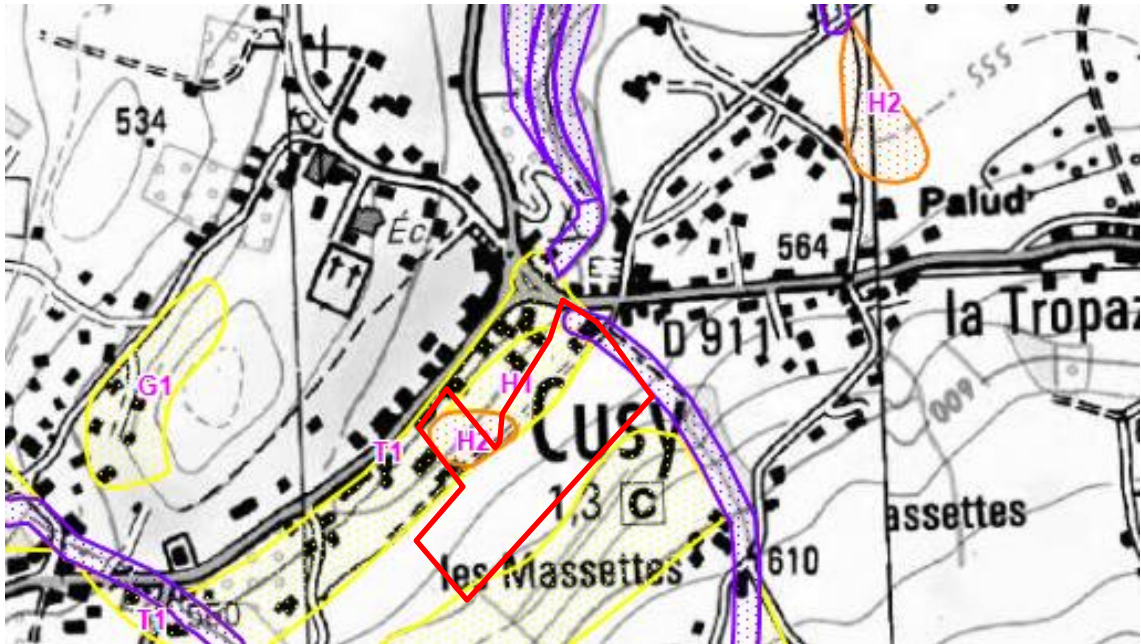


Figure4 : Extrait carte des aléas

2.3. Etat des lieux du 1^{er} mars 2018

Le tènement est délimité :

- Au nord-ouest par la RD911 et le centre récent du village (commerces, parkings et logements collectifs) - Cette partie urbanisée est séparée du site étudié par une zone humide (marais de la Pallud) alimentée par le ruisseau de la Pallud parallèle à la RD911 et en partie busé
- Au nord-est par le torrent des Massettes dont l'écoulement semble globalement bien canalisé (hors événement torrentiel),
- Au sud-est par un versant plus raide et boisé.

La partie amont du tènement est caractérisé par des prés de pente entre 6 et 13% délimités par des haies d'arbres de taille moyenne. On note particulièrement :

- une résurgence dans l'angle nord-ouest,
- un corps de ferme dans l'angle nord-est,
- 2 conduites de gaz en traversée SO-NE

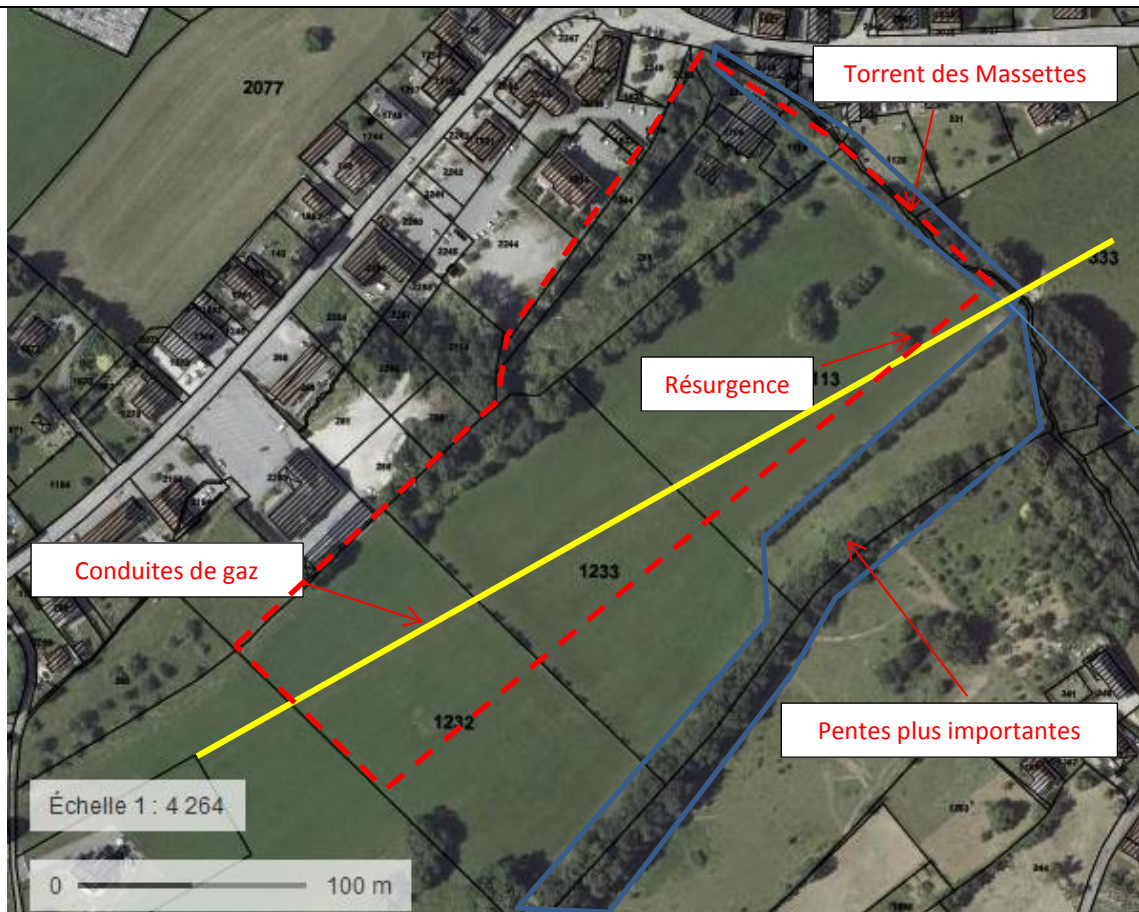


Figure 5 : Partie amont du tènement



Photographie 1 : vue depuis le sud-est



Photographie 2 : Partie basse



Photographie 3 : vue depuis l'amont



Photographie 4 : Corps de ferme ancien



Photographie 5 : Torrent des Massettes

La partie aval du tènement est occupée :

- Côté SO, par une plateforme remblayée gravillonnée en surface,
- Côté NO, par un bâtiment type hangar avec parking attenant implanté le long de la RD911,
- une zone marécageuse dans la partie NE. Traversée par un cheminement piéton.



Figure 6 : vue aérienne de la zone aval



Photographie 7 : plateforme gravillonnée



Photographie 8 : Parking le long de la RD911



Photographie 9 : cheminement piéton / zone « marécageuse »

3. CARACTERISTIQUES DES TERRAINS EN PLACE

On gardera à l'esprit que compte-tenu de la ponctualité des sondages, les informations fournies ci-après restent informatives, l'épaisseur, la compacité des couches et les conditions hydrogéologiques étant susceptibles de varier sur l'emprise du projet.

3.1. Reconnaitances mis en oeuvre

Dans le cadre de cette opération ont été réalisés :

- 9 sondages de reconnaissance géologique à la pelle mécanique, descendus entre 2,0 et 3,0m de profondeur et notés **PM1 à PM9**.
- 15 essais au pénétromètre dynamique lourd conduits à 6m de profondeur ou au refus et notés **PD1 à PD15**.

Ces essais permettent de mesurer la résistance du sol à la pénétration dynamique (qd) tous les 20 cm par l'application de la formule de Redtenbacher.

Sont reportés en **annexes** de fin rapport :

- Annexe 1 : Plan d'implantation des sondages
- Annexe 2 : Fouilles à la pelle mécanique PM1 à PM9
- Annexe 4 : Essais pénétrométriques PD1 à PD15

3.2. Nivellement des points de sondage

L'altimétrie des points de sondages a été déduite du plan topographique fourni (précision +/- 0,3m).

Points	PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM9
Cote NGF (m)	549,3	558,5	548,1	555,0	547,3	553,8	548,3	551,2	557,4

Points	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	PD6	PD7	PD8	PD9	PD10
Cote NGF (m)	548,8	552,1	557,1	548,0	547,1	550,8	557,5	547,4	552,2	557,8

Points	PD11	PD12	PD13	PD14	PD15
Cote NGF (m)	548,3	556,5	549,1	552,6	560,4

Les profondeurs données dans la suite du rapport sont comptées par rapport au niveau du terrain naturel au moment de la réalisation des sondages.

3.3. Résultats des sondages à la pelle

Les sondages à a pelle ont permis d'identifier les différentes couches :

- **Couche 0 : Horizon pédologique**

- Epaisseur : 0,1m

- **Couche R : Remblais**

- Faciès : Blocs et cailloux dans matrice sablo-limoneuse beige en PM1 et PM7 / limons et bois non décomposées en PM5
- Epaisseur : 0,3 à 1,4m

- **Couche 1a : Colluvions de pente**

- Faciès : Limons +/- argileux à cailloux
- Compacités mesurées : $0,8 < q_d < 5$ MPa
- Profondeur / épaisseur :

Sondage		PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM9
Couche 1a	Profondeur base de couche (m)	0,8	0,6	/	0,6	/	0,8	/	2,1	0,4
	Epaisseur (m)	0,3	0,5	/	0,5	/	0,7	/	1,9	0,3
	Cote base de couche (m NGF)	548,5	557,9	/	554,4	/	553,0	/	549,1	557,0

- **Couche 1b : Dépôts fins de fond de vallon**

- Faciès : limons argileux / argiles limoneuses / tourbe / sables limoneux
- Compacités mesurées : $0,2 < q_d < 1,8$ MPa
- Profondeur / épaisseur :

Sondage		PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM9
Couche 1b	Profondeur base de couche (m)	/	/	1,3	/	2,5	/	2,5	/	/
	Epaisseur (m)	/	/	1,2	/	2,1	/	1,8	/	/
	Cote base de couche (m NGF)	/	/	546,8	/	544,8	/	545,8	/	/

▪ **Couche 2a : Moraines sablo-argileuses**

- Faciès : Sables argileux à blocs
- Profondeur / épaisseur :

Sondage		PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM9
Couche 2a	Profondeur base de couche (m)	/	/	/	/	>2,8	/	>3,0	/	/
	Epaisseur (m)	/	/	/	/	>0,3	/	>0,5	/	/
	Cote base de couche (m NGF)	/	/	/	/	<544,5	/	<545,3	/	/

▪ **Couche 2b : Moraines argilo-sableuses**

- Faciès : Argiles sableuses à cailloux et blocs
- Dmax = 300 à 1000mm
- Profondeur / épaisseur :

Sondage		PM1	PM2	PM3	PM4	PM5	PM6	PM7	PM8	PM9
Couche 2a	Profondeur base de couche (m)	>2,5	>2,6	>2,8	>3,0	/	>3,0	/	>2,6	>2,0
	Epaisseur (m)	>1,7	>2,0	>1,5	>2,4	/	>2,2	/	>0,5	>1,6
	Cote base de couche (m NGF)	<546,8	<555,9	<545,3	<552,0	/	<550,8	/	<548,6	<555,4

3.4. Constat des venues d'eau – mars 2018

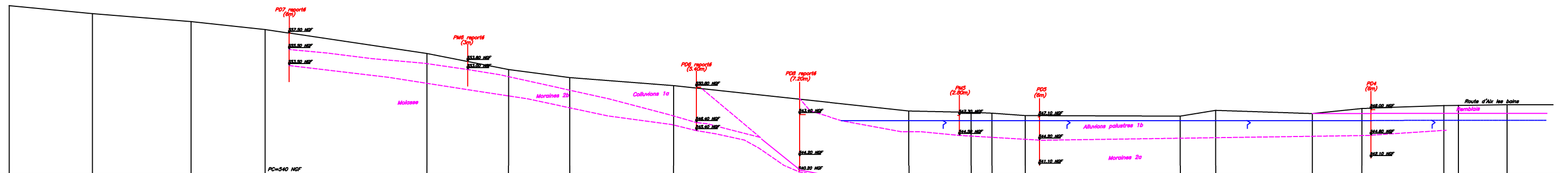
Des venues d'eau ponctuelles et de faible débit ont été observées aux profondeurs suivantes sur la partie amont du tènement :

- PM1 à 1,5m de profondeur
- PM2 à 1,6m de profondeur
- PM3 à 1,3m de profondeur

Des venues d'eau importantes ont été observées au niveau de la zone dite « marécageuse » :

- PM5 à partir de 0,4m de profondeur
- PM7 à partir de 0,9m de profondeur

Coupe 1



Mairie de Cusy
 Aménagement du centre du village
 Coupe 1 – Coupe lithostratigraphique schématique

ECHELLE : 1/500 (A3)
 Dossier : 2018023
 DATE : 01/03/2018

3.5. Résultats des essais au pénétromètre dynamique

Position Points d'essais	Zone aval			Naissance de versant			Partie basse de versant				Partie haute de versant				
	PD4	PD5	PD1	PD8	PD11	PD13	PD2	PD6	PD9	PD14	PD3	PD7	PD10	PD12	PD15
0,2															
0,4															
0,6															
0,8															
1															
1,2															
1,4															
1,6															
1,8															
2															
2,2															
2,4															
2,6															
2,8											Refus				
3															
3,2															
3,4															Refus
3,6															
3,8											Refus			Refus	
4						Refus						Refus			
4,2															
4,4													Refus		
4,6							Refus		Refus						
4,8															
5															
5,2															
5,4								Refus							
5,6															
5,8															
6															
6,2															
6,4															
6,6															
6,8															
7															
7,2				Refus											

Commentaires du tableau

4 marqueurs principaux sont distingués en fonction des gammes de résistances mécaniques mesurées en pointe (qd) :

- Marqueur orange : $q_d < 2$ MPa
- Marqueur jaune : $2 < q_d < 4$ MPa
- Marqueur vert: $4 < q_d < 10$ MPa
- Marqueur bleu: $q_d > 10$ MPa

Par rapport à la distribution spatiale et verticale de ces marqueurs, on constate :

- Un marqueur orange représenté dans la zone aval et en naissance de versant pouvant être rattaché aux alluvions fines 1b – Son épaisseur évolue entre 2 et 4m
- Un marqueur jaune plutôt reconnu dans la partie amont du tènement (coteau) et pouvant correspondre aux colluvions de pente 1a – Son épaisseur évolue entre 1,5/2m en partie haute de coteau et 3/4m en naissance de coteau
- Un Marqueur vert reconnu plutôt sous le marqueur orange et devant correspondre aux moraines 1b.
- Un marqueur bleu présent sous le marqueur jaune et devant correspondre aux moraines 1a – Le refus dans ce marqueur est probablement lié à la présence de gros blocs dans les moraines par ailleurs identifiés dans les pelles – Il n'est néanmoins pas à exclure la présence du toit molassique.

4. ANALYSE PRELIMINAIRE DE FAISABILITE GEOTECHNIQUE

4.1. Le projet

Le **projet** prévoit l'urbanisation d'une vaste zone à destination de logements collectifs et individuels n'excédant pas 4 niveaux. La desserte est assurée depuis la RD911.

4.2. Le tènement

Le tènement est bien délimité géographiquement (torrent, zone urbanisée, pente forte).

Il présente des pentes moyennes comprises entre 6 et 13% sur la partie amont et quasiment nulle sur la partie aval.

4.3. L'environnement du projet

- Aléa torrentiel fort en liaison avec le torrent des Massettes au nord,
- Aléa torrentiel faible le long du ruisseau de La Pallud en fond de vallon,
- Zone humide (marais) en pied de versant.

4.4. Le sol

On retient :

- **sur la partie amont du tènement (versant) ①**
 - Des colluvions de pente de compacité moyenne (couche 1a) en épaisseur croissante de l'amont vers l'aval (1,5 à 4m)
 - Puis des moraines argilo-sablo-blocailleuses compactes (couche 2b) sièges de circulations d'eau par chenaux préférentiels – Ces circulations sont plus représentées dans la partie nord du site côté ruisseau,
- **sur la partie aval du tènement (fond de vallon) ②**
 - 1,5 à 3m d'épaisseur d'alluvions fines de très faible compacité (couche 1b), saturée en eau dès la proche surface,
 - Au-delà et jusqu'à 6m minimum de profondeur, des moraines sablo-argileuses de compacité généralement moyenne (couche 2a)



Inserer coupe 1

4.5. Contraintes géotechniques appréhendées

- **Partie amont du tènement ①**
 - Circulations de versant par chenaux préférentiels notamment côté Nord,
 - Colluvions de pente de compacité modeste variables en épaisseurs,
 - Aléas torrentiels en liaison avec le torrent des Massettes.
- **Partie aval du tènement ②**
 - Remblais en épaisseur variable,
 - 3m de terrains compressibles saturés en eau,

4.6. Propositions d'adaptations des ouvrages au sol

- **Bâtiments**

Dans la partie aval du tènement ②, on cherchera à caler les niveaux bas de bâtiments au plus près de la surface du terrain afin d'éviter toute interaction avec la nappe d'eau superficielle.

La création d'un sous-sol implique des moyens de rabattement de nappe en phase chantier et le cuvelage complet du sous-sol et système de fondation sur radier général.

Les fondations des bâtiments devront atteindre les moraines de couche 2 (marqueur vert ou bleu) par l'intermédiaire de puits ou rattrapage en gros béton réalisés à l'abri d'un blindage (havage ou autre technique). Le taux de travail sera compris entre 2 et 3 bars autorisant des élévations béton de 2 ou 3 niveaux. Pour des élévations supérieures des fondations profondes type pieux pourront être à envisager.

Dans la partie amont du tènement ①, la création de sous-sols semi-enterrés constitue une disposition favorable en termes d'insertion à la pente et d'adaptation en fondation.

Les venues d'eau seront prises en charge en phase terrassement par la création d'éperons ou masques drainants. En phase définitive, une étanchéité drainage périphérique des murs enterrés sera rendue obligatoire.

Pour les maisons individuelles, les fondations pourront restés dans la couverture de colluvions en limitant le taux de travail à 1 bar ELS.

Pour les bâtiments de plus grande hauteur, on cherchera à atteindre les moraines par l'intermédiaire de rattrapage en gros béton réalisés principalement sur la face avant des constructions.

▪ **Voiries**

Dans la partie aval du tènement (2), on cherchera à caler les voiries en profil rasant ou léger remblai. La PST devra être renforcé au démarrage des travaux par un cloutage en matériaux grossiers forcés au refus. La plateforme sera constituée en GNT sur une épaisseur mise en œuvre sur une épaisseur de 40cm.

Dans la partie amont du tènement (1), les plateformes de voiries pourront être inscrites en déblais-remblais en limitant toutefois les hauteurs à 3m.

Les talus de déblais seront limités à 3H/2V, les talus en remblais à 2H/1V.

Afin de réduire les emprises, on pourra envisager la mise en œuvre de murs en blocs d'encrochements qui seront percolés pour les hauteurs vues supérieures à 2m.

La plateforme sera réalisée en GNT d'apport mise en œuvre sur une épaisseur minimale de 30cm.

▪ **Gestion des eaux issues des surfaces imperméabilisées**

L'infiltration sur site n'est pas compatible avec les terrains en place.

On envisagera la mise en œuvre d'ouvrages tampons en collectif type bassin ou individuel type cuve enterré avec rejet du trop-plein à débit régulé dans les ruisseaux bordières dans les conditions définies par l'entité gestionnaire.

La création de noues superficielles de dissipation dans les zones plates est également envisageable (fonctionnement par évapotranspiration).

L'étude de gestion des eaux pluviales est du ressort d'un bet spécialisé (dossier loi sur l'eau suivant surfaces urbanisées).

Notre mission objet de votre commande se termine à la remise du présent rapport.

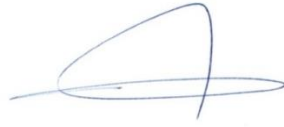
Nous restons à la disposition de tout intervenant pour tout renseignement complémentaire.

Dressé par l'ingénieur soussigné,



Alexandre Fargeas

Vérifié par l'ingénieur soussigné,

A handwritten signature in blue ink, consisting of a large, stylized loop that crosses itself, followed by a horizontal stroke.

Guillaume Rameau

Classification des missions d'ingénierie géotechnique selon la norme

NFP 94-500 de Novembre 2013

Pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

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

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

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

Phase DCE / ACT

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

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

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Elle comprend deux phases interactives :

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

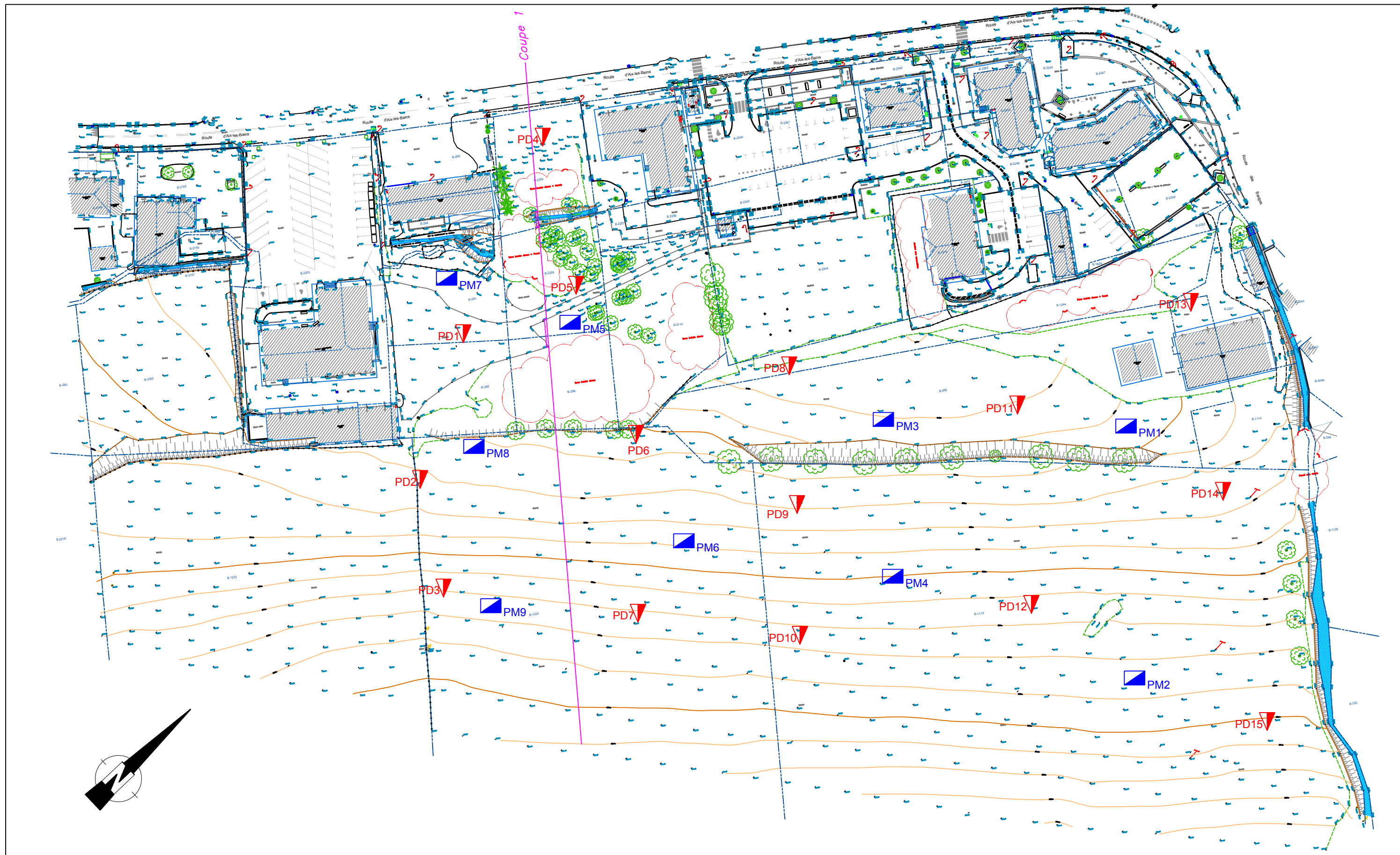
DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

ANNEXES

ANNEXE 1: PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES



ANNEXE 2: FOUILLES A LA PELLE PM1 A PM9

DATE

01/03/2018

N° Dossier

2018023

N° DU SONDAGE

PM1

Projet

Aménagement du centre du village

CLIENT

Mairie de Cusy

LIEU

CUSY

engin

Pelle 6 tonnes

Prof.	Description lithologique	Labo	Observations		
			Eau	Tenue	Autres
0,1	Terre végétale	-	-	-	-
0,5m	Remblais : Blocs et cailloux dans matrice sablo-limoneuse beige	-	RAS	Bonne	-
0,8	Limons à cailloux	-	RAS	Bonne	-
1m					
1,5m	Blocs + cailloux dans matrice sableuse beige	-	Légère venue d'eau à 1,5m	Moyenne	-
2m					
2,5m					
3m					
3,5m					
4m					

DATE

01/03/2018

N° Dossier

2018023

N° DU SONDAGE

PM2

Projet

Aménagement du centre du village

CLIENT

Mairie de Cusy

LIEU

CUSY

engin

Pelle 6 tonnes

Prof.	Description lithologique	Labo	Observations		
			Eau	Tenue	Autres
0,1	Terre végétale	-	-	-	-
0,5m	Limons marron et cailloux	-	RAS	Bonne	-
0,6					
1m					
1,5m	Argile sableuse à cailloux et blocs	-	Venue d'eau à 1,6m	Moyenne	-
2m					
2,5m					
2,6					
3m					
3,5m					
4m					

DATE

01/03/2018

N° Dossier

2018023

N° DU SONDAGE

PM3

Projet

Aménagement du centre du village

CLIENT

Mairie de Cusy

LIEU

CUSY

engin

Pelle 6 tonnes

Prof.	Description lithologique	Labo	Observations		
			Eau	Tenue	Autres
0,1	Terre végétale	-	-	-	-
0,5m	Limons argileux marron	-	RAS	Bonne	-
0,6					
1m	Argile limoneuse grise	-	-	Bonne	-
1,3			Venue d'eau à 1.3m		
1,5m					
2m	Argile sableuse beige à cailloux et blocs Dmax = 300 mm	-	-	Mauvaise	-
2,5m					
2,8					
3m					
3,5m					
4m					

DATE

01/03/2018

N° Dossier

2018023

N° DU SONDAGE

PM4

Projet

Aménagement du centre du village

CLIENT

Mairie de Cusy

LIEU

CUSY

engin

Pelle 6 tonnes

Prof.	Description lithologique	Labo	Observations		
			Eau	Tenue	Autres
0,1	Terre végétale	-	-	-	-
0,5m 0,6	Limons marron à cailloux	-	RAS	Bonne	-
1m 1,5m 2m	Argile sableuse à argile à cailloux et blocs Dmax = 400 mm	-	RAS	Bonne	-
2,5m 3m					
3,5m 4m					

DATE

01/03/2018

N° Dossier

2018023

N° DU SONDAGE

PM5

Projet

Aménagement du centre du village

CLIENT

Mairie de Cusy

LIEU

CUSY

engin

Pelle 6 tonnes

Prof.	Description lithologique	Labo	Observations		
			Eau	Tenue	Autres
0,1	Terre végétale	-	-	-	-
0,4	Remblais : Limons et bois	-	RAS	Bonne	-
0,5m	Tourbe	-	Eau	-	-
1m	Limons et matière organique	-	RAS	Bonne	-
1,3					
1,5m					
2m	Argile grise	-	RAS	bonne	-
2,5m					
2,8	Sables argileux à blocs			mauvaise	
3m					
3,5m					
4m					

DATE

01/03/2018

N° Dossier

2018023

N° DU SONDAGE

PM6

Projet

Aménagement du centre du village

CLIENT

Mairie de Cusy

LIEU

CUSY

engin

Pelle 6 tonnes

Prof.	Description lithologique	Labo	Observations		
			Eau	Tenue	Autres
0,1	Terre végétale	-	-	-	-
0,5m	Limons marron à cailloux	-	RAS	Bonne	-
0,8					
1m					
1,5m					
2m	Argile sableuse à blocs et cailloux Dmax = 1000 mm	-	RAS	Bonne	-
2,5m					
3m					
3,5m					
4m					

DATE

01/03/2018

N° DU SONDAGE

PM7

CLIENT

Mairie de Cusy

N° Dossier

2018023

Projet

Aménagement du centre du village

LIEU

CUSY

engin

Pelle 6 tonnes

Prof.	Description lithologique	Labo	Observations		
			Eau	Tenue	Autres
0,1	Terre végétale	-	-	-	-
0,5m	Remblais : Sables argileux à cailloux et blocs	-	RAS	Bonne	-
0,7					
0,9	Limons argileux et racines	-	RAS	-	-
1m	Tourbe	-	Eau	-	-
1,5m	Limons argileux et matière organique	-	RAS	Bonne	-
2m	Sables limoneux beiges	-	RAS	Bonne	-
2,5m	Argile grise et matière organique	-	RAS	Bonne	-
3m	Argile sableuse beige à cailloux et blocs calcaires	-	RAS	Moyenne	-
3,5m					
4m					

DATE

01/03/2018

N° Dossier

2018023

N° DU SONDAGE

PM8

Projet

Aménagement du centre du village

CLIENT

Mairie de Cusy

LIEU

CUSY

engin

Pelle 6 tonnes

Prof.	Description lithologique	Labo	Observations		
			Eau	Tenue	Autres
0,2	Terre végétale et racines	-	-	-	-
0,5m					
1m					
1,5m	Limons marron à cailloux	-	RAS	Bonne	-
2m					
2,1					
2,5m	Limons marron à blocs et cailloux	-	RAS	Bonne	-
2,6					
3m					<i>Arrêt: difficulté de creusement</i>
3,5m					
4m					

DATE

01/03/2018

N° Dossier

2018023

N° DU SONDAGE

PM9

Projet

Aménagement du centre du village

CLIENT

Mairie de Cusy

LIEU

CUSY

engin

Pelle 6 tonnes

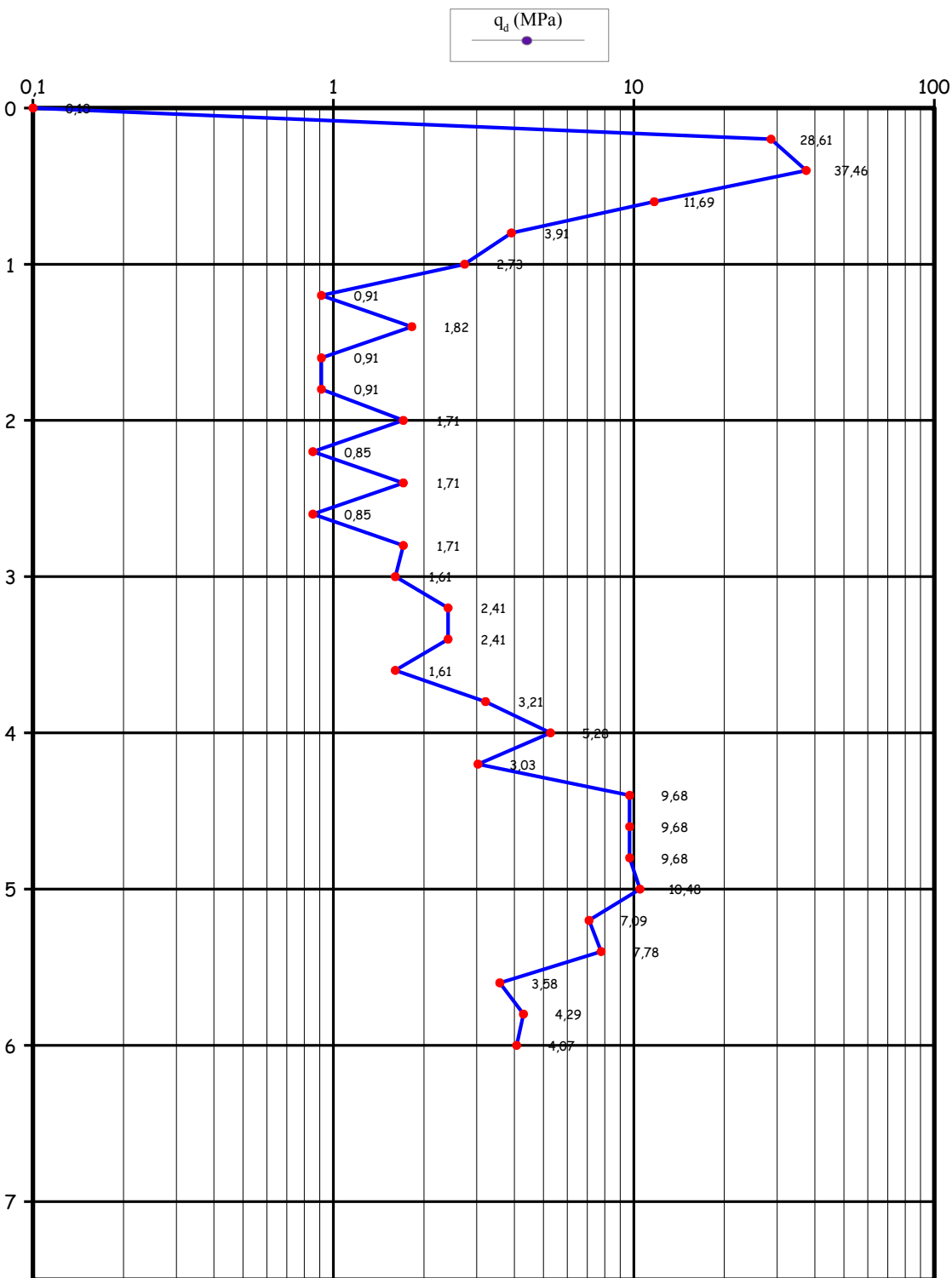
Prof.	Description lithologique	Labo	Observations		
			Eau	Tenue	Autres
0,1	Terre végétale	-	-	-	-
0,4	Limons marron à cailloux	-	RAS	Bonne	-
0,5m	Cailloux et blocs dans matrice argilo-sableuse beige Dmax = 800 mm	-	RAS	Bonne	-
1m					
1,5m					
2m					<i>Refus pelle sur blocs</i>
2,5m					
3m					
3,5m					
4m					

ANNEXE 3: ESSAIS PENETROMETRIQUES PD1 A PD15

Client Mairie de Cusy
 Chantier **Aménagement du centre du village**
 Dossier 2018023
 Date 1 mars 2018

Sondage **PD1**

qd : Résistance de pointe
 Formule de Redtenbacher



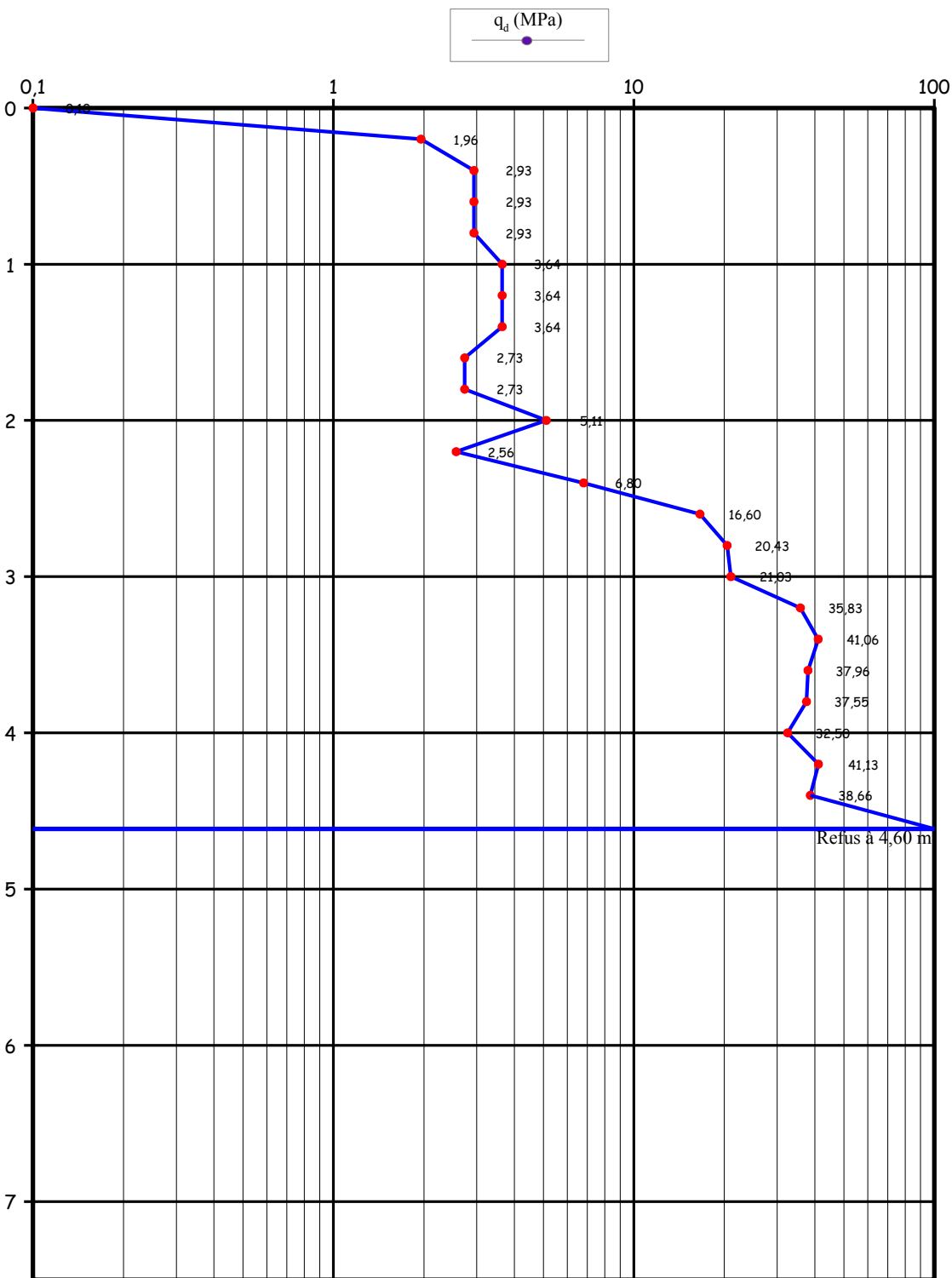
Couple N.m

Eau : pas notoire lors de la foration

Client Mairie de Cusy
 Chantier **Aménagement du centre du village**
 Dossier 2018023
 Date 1 mars 2018

Sondage **PD2**

qd : Résistance de pointe
 Formule de Redtenbacher



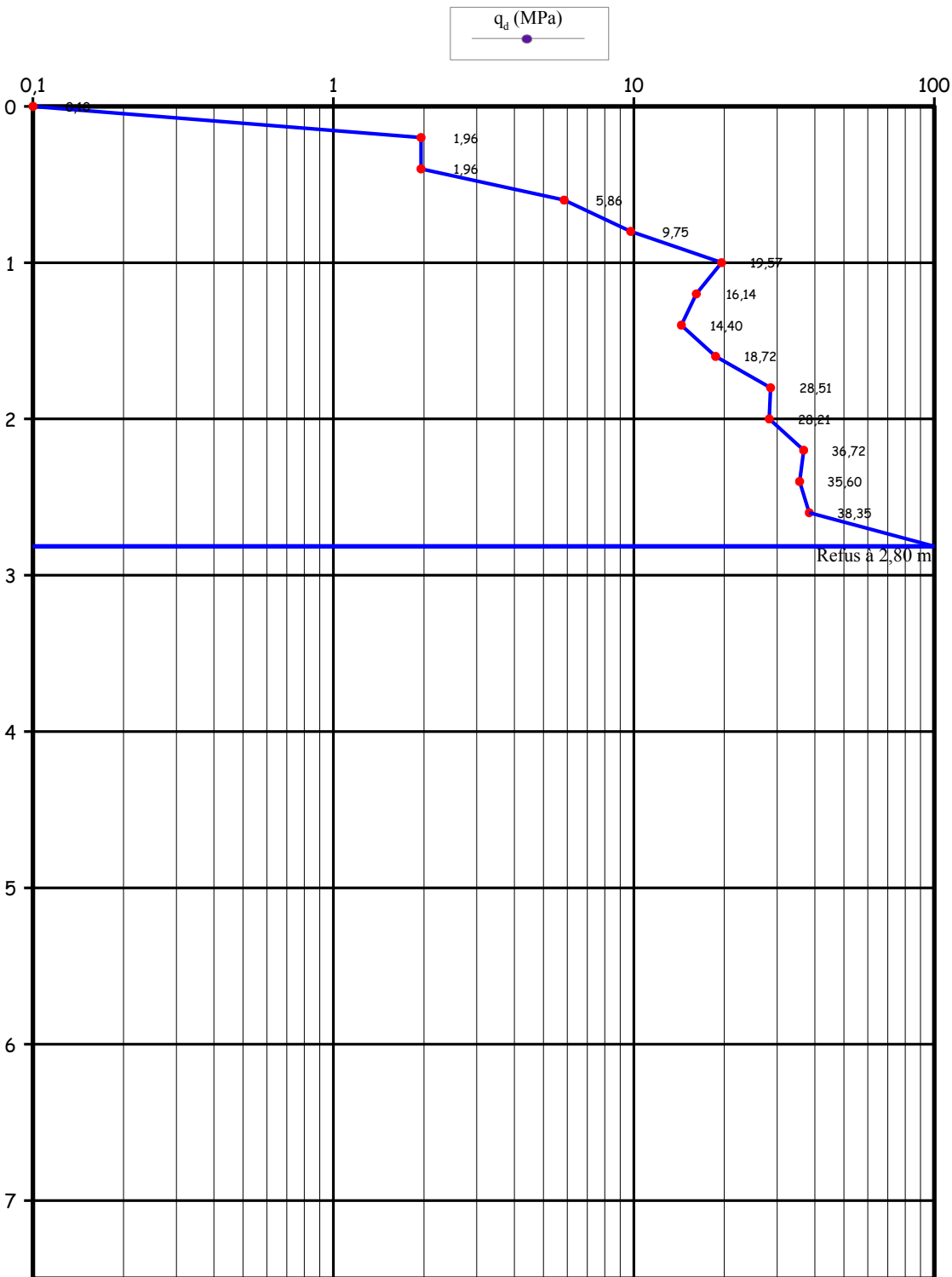
Couple N.m

Eau : pas notoire lors de la foration

Client Mairie de Cusy
 Chantier **Aménagement du centre du village**
 Dossier 2018023
 Date 1 mars 2018

Sondage **PD3**

qd : Résistance de pointe
 Formule de Redtenbacher



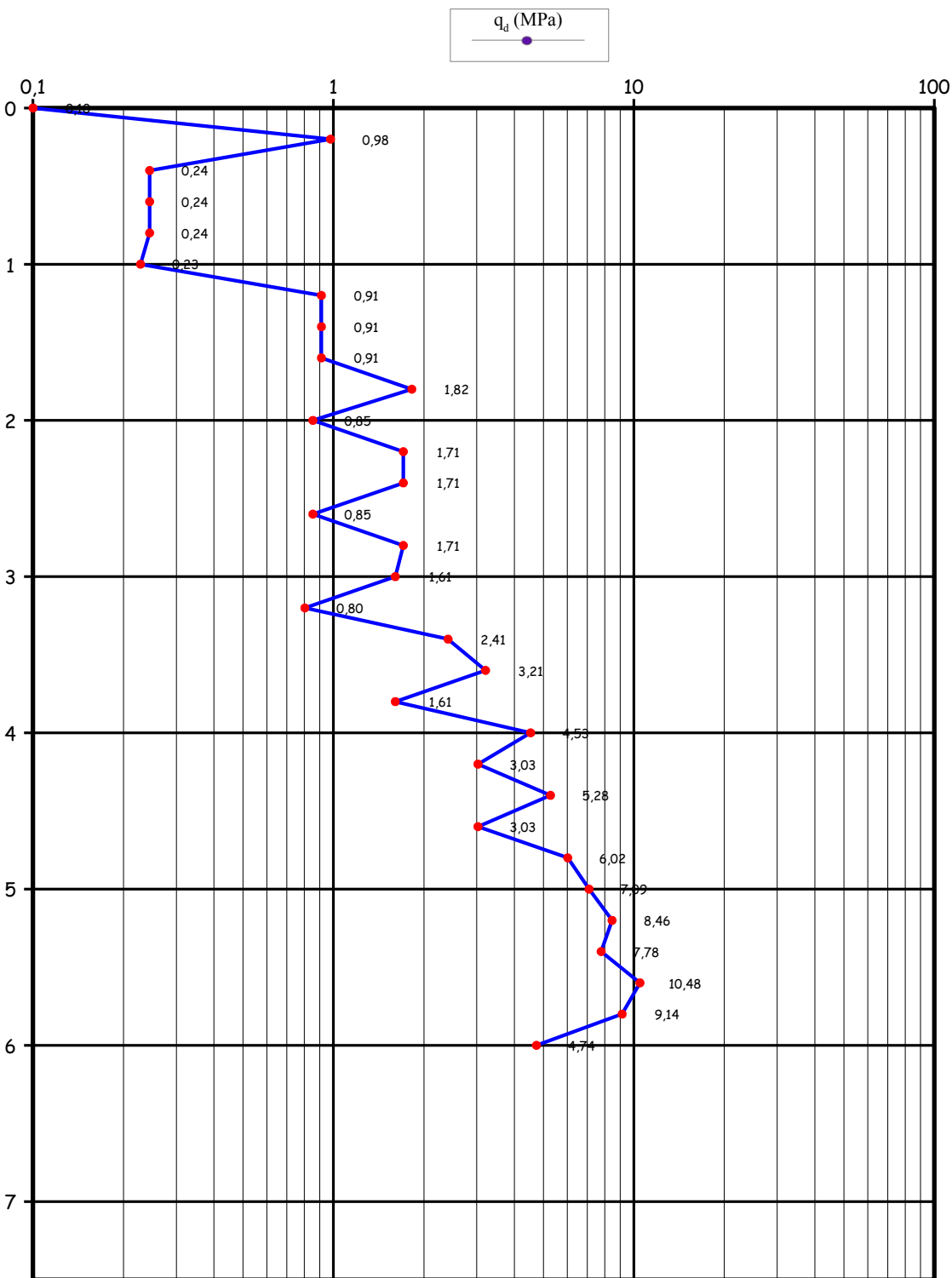
Couple N.m

Eau : pas notoire lors de la foration

Client Mairie de Cusy
 Chantier **Aménagement du centre du village**
 Dossier 2018023
 Date 1 mars 2018

Sondage **PD4**

qd : Résistance de pointe
 Formule de Redtenbacher



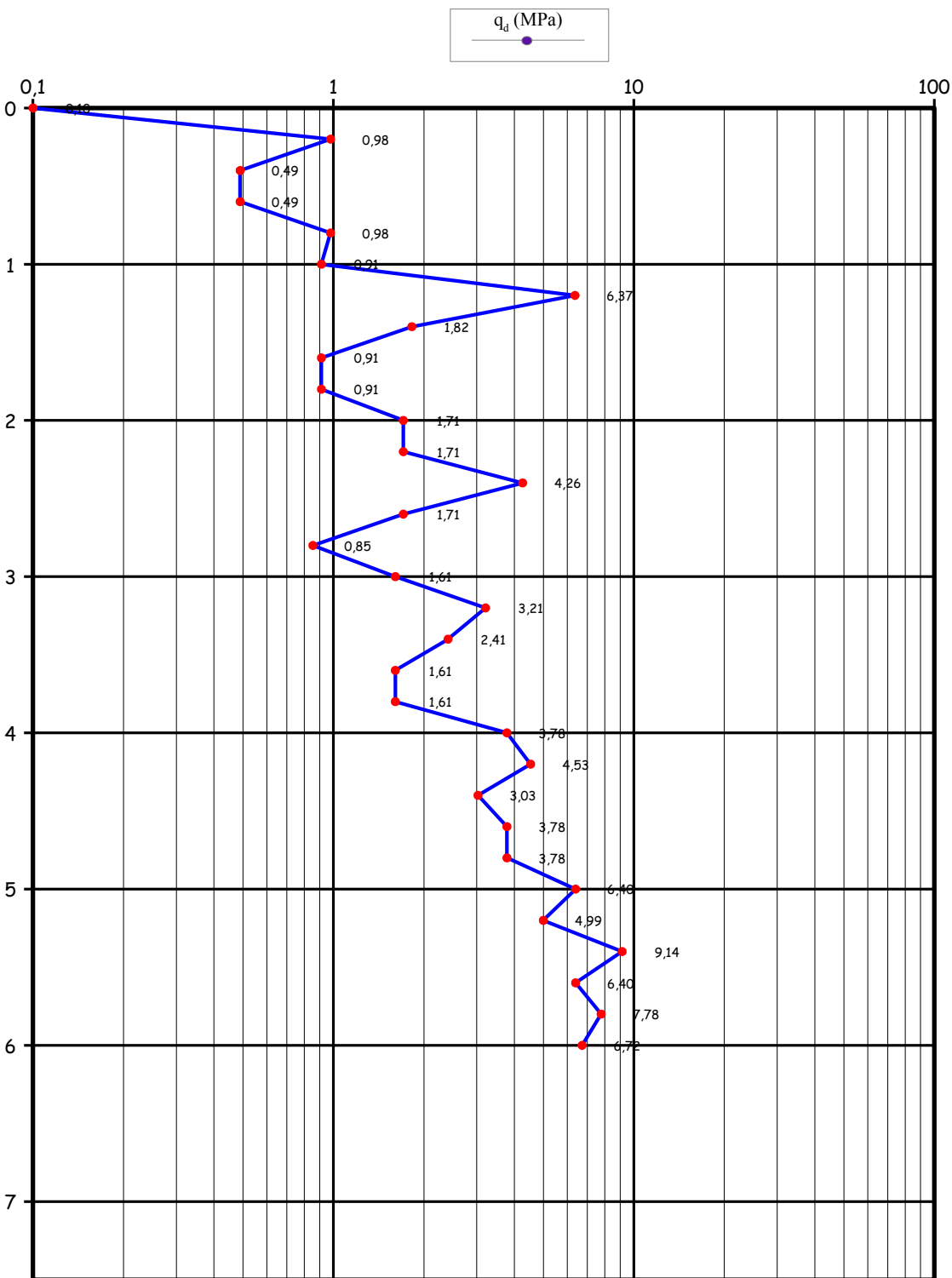
Couple N.m

Eau : pas notoire lors de la foration

Client Mairie de Cusy
 Chantier **Aménagement du centre du village**
 Dossier 2018023
 Date 1 mars 2018

Sondage **PD5**

qd : Resistance de pointe
 Formule de Redtenbacher



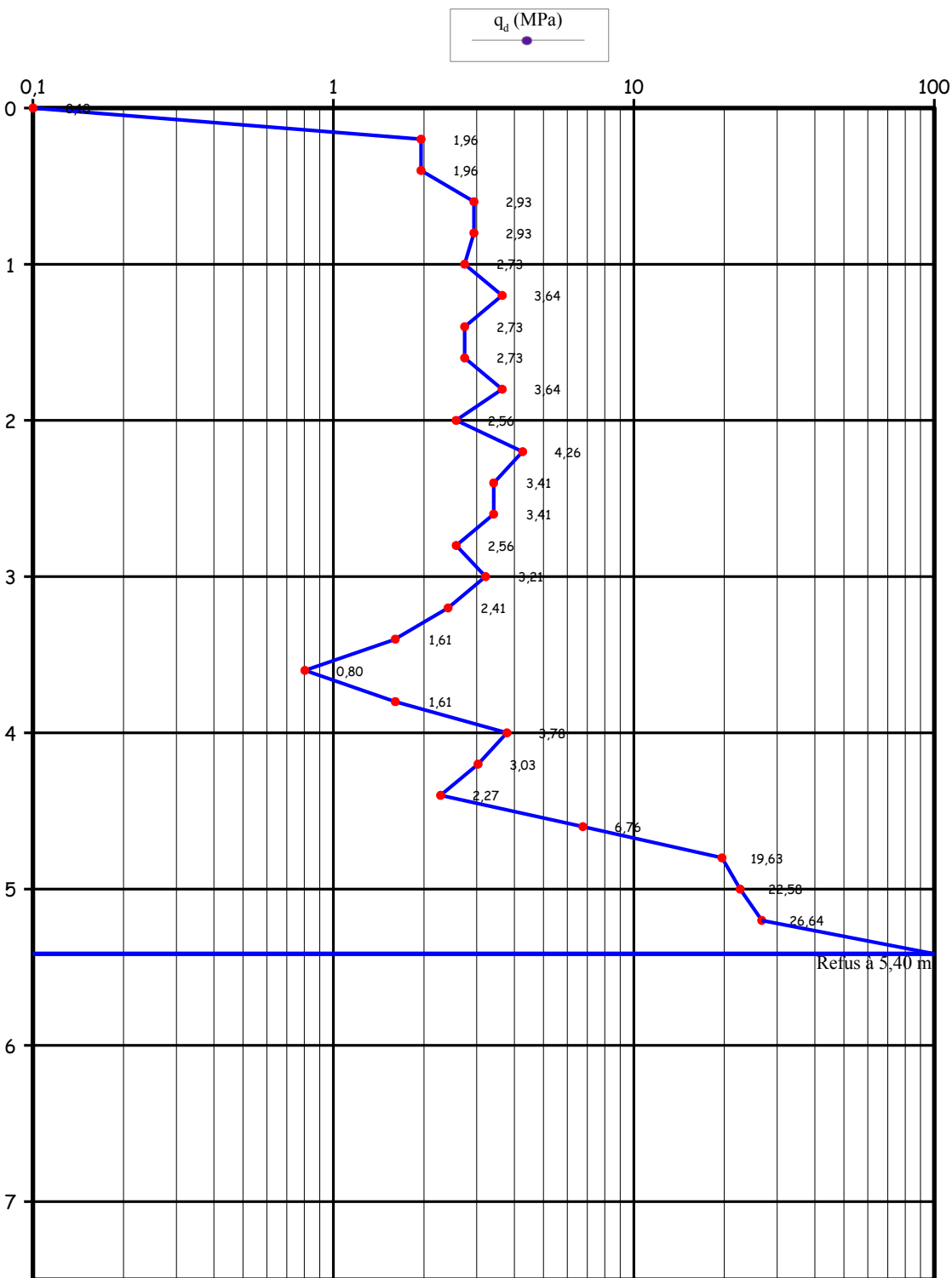
Couple N.m

Eau : pas notoire lors de la foration

Client Mairie de Cusy
 Chantier **Aménagement du centre du village**
 Dossier 2018023
 Date 1 mars 2018

Sondage **PD6**

qd : Resistance de pointe
 Formule de Redtenbacher



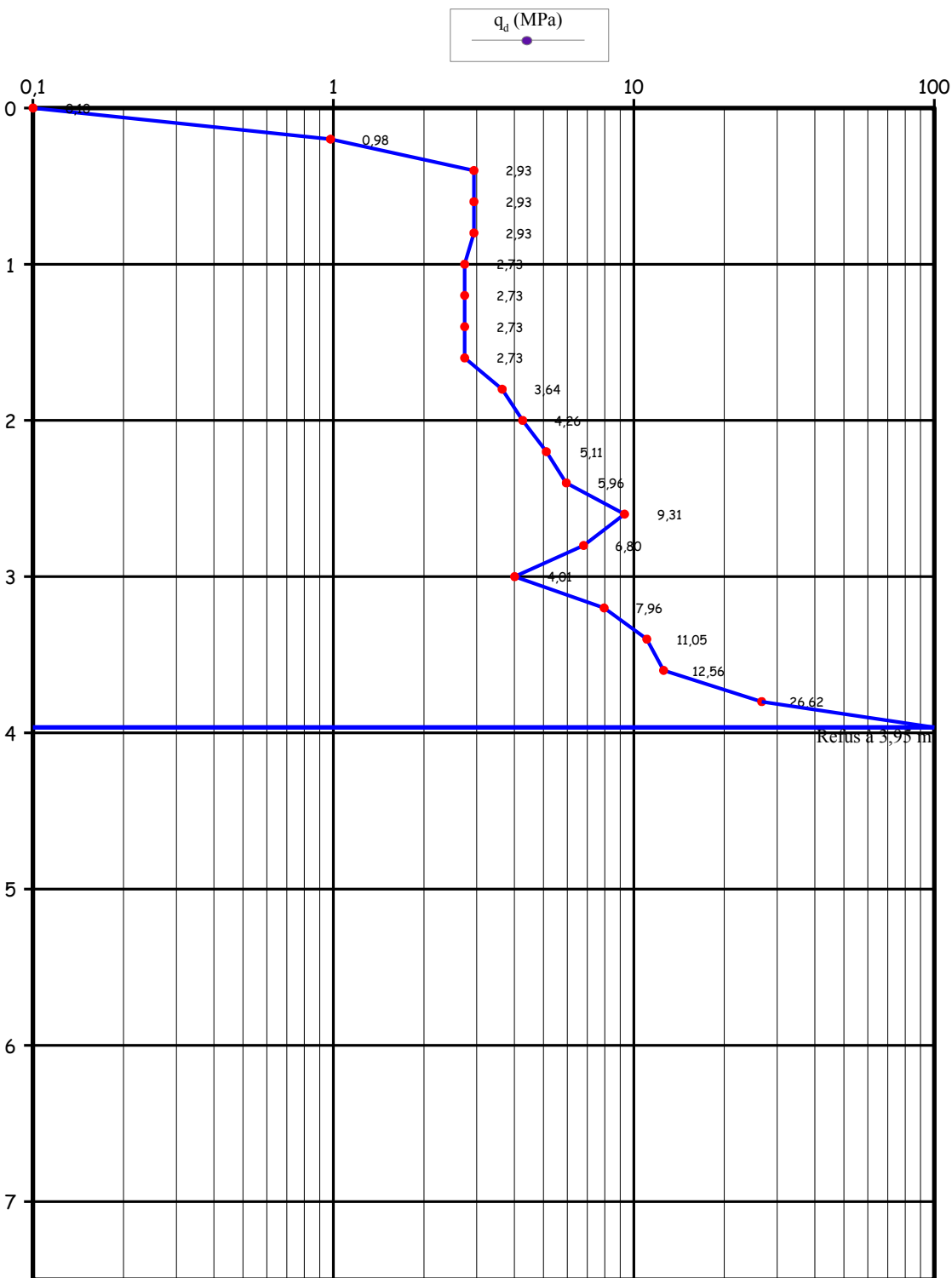
Couple N.m

Eau : pas notoire lors de la foration

Client Mairie de Cusy
 Chantier **Aménagement du centre du village**
 Dossier 2018023
 Date 1 mars 2018

Sondage **PD7**

qd : Résistance de pointe
 Formule de Redtenbacher



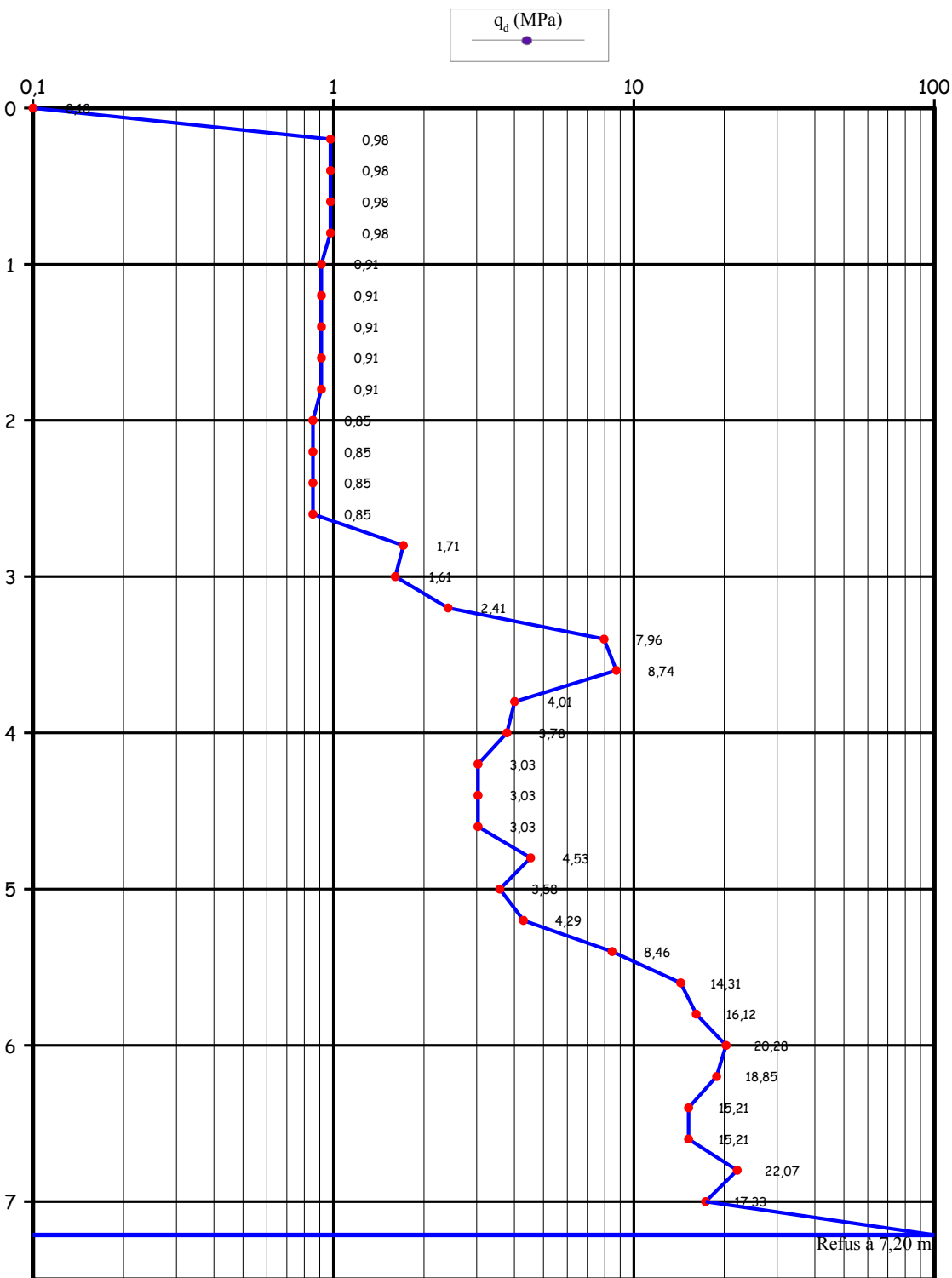
Couple N.m

Eau : pas notoire lors de la foration

Client Mairie de Cusy
 Chantier **Aménagement du centre du village**
 Dossier 2018023
 Date 1 mars 2018

Sondage **PD8**

qd : Résistance de pointe
 Formule de Redtenbacher



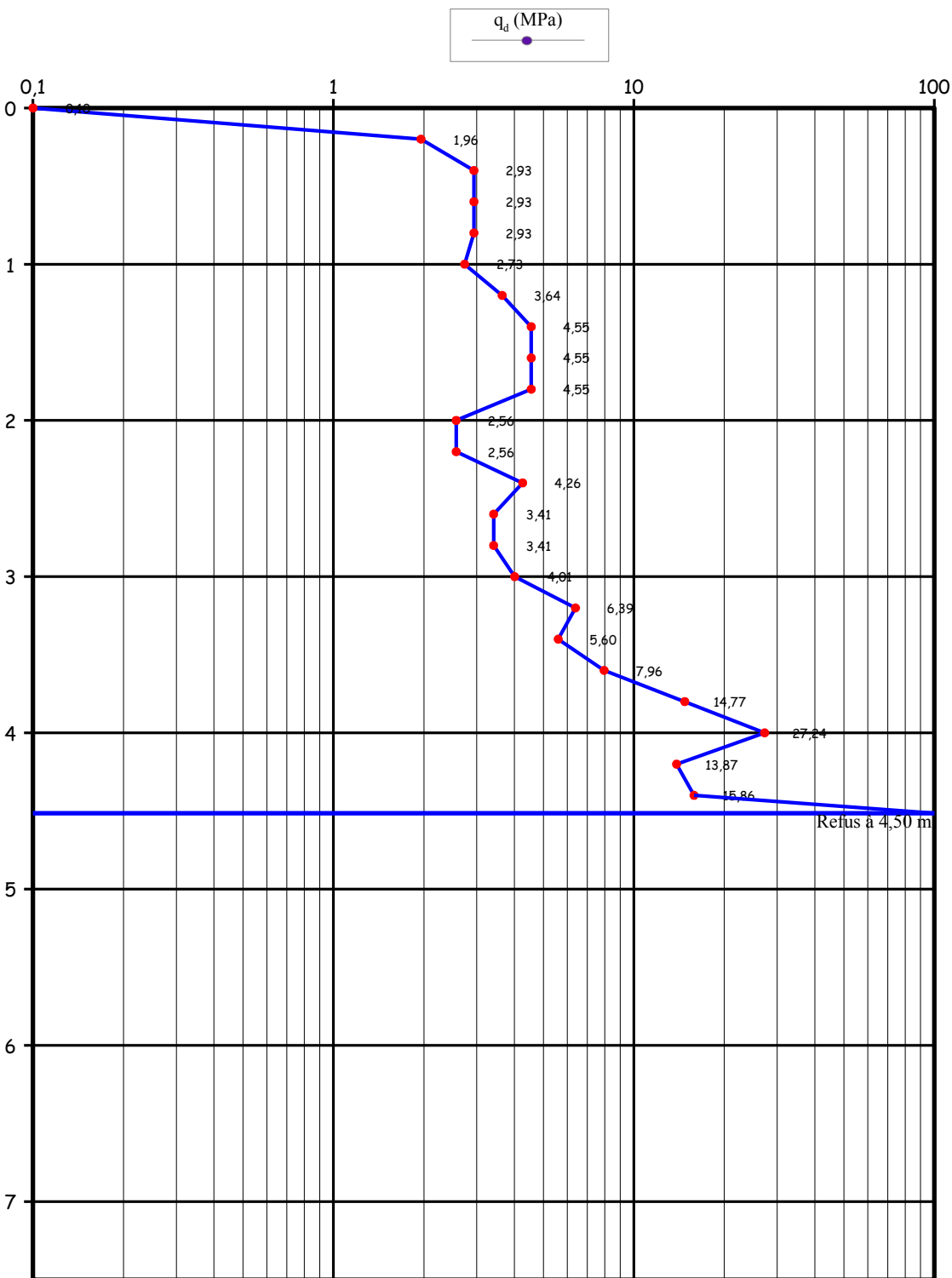
Couple N.m

Eau : pas notoire lors de la foration

Client Mairie de Cusy
 Chantier **Aménagement du centre du village**
 Dossier 2018023
 Date 1 mars 2018

Sondage **PD9**

qd : Résistance de pointe
 Formule de Redtenbacher



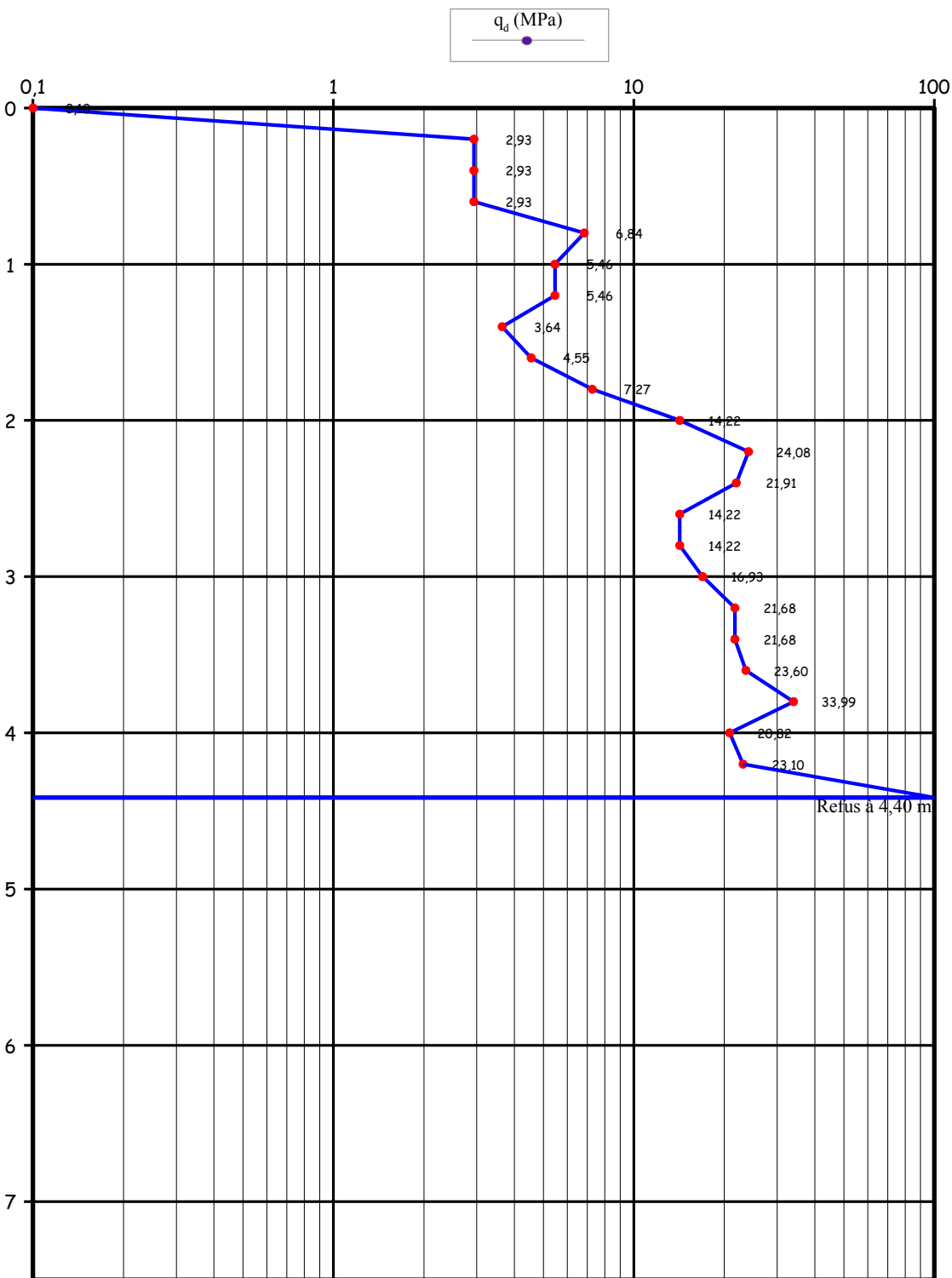
Couple N.m

Eau : pas notoire lors de la foration

Client Mairie de Cusy
Chantier Aménagement du centre du village
Dossier 2018023
Date 1 mars 2018

Sondage PD10

qd : Resistance de pointe
 Formule de Redtenbacher



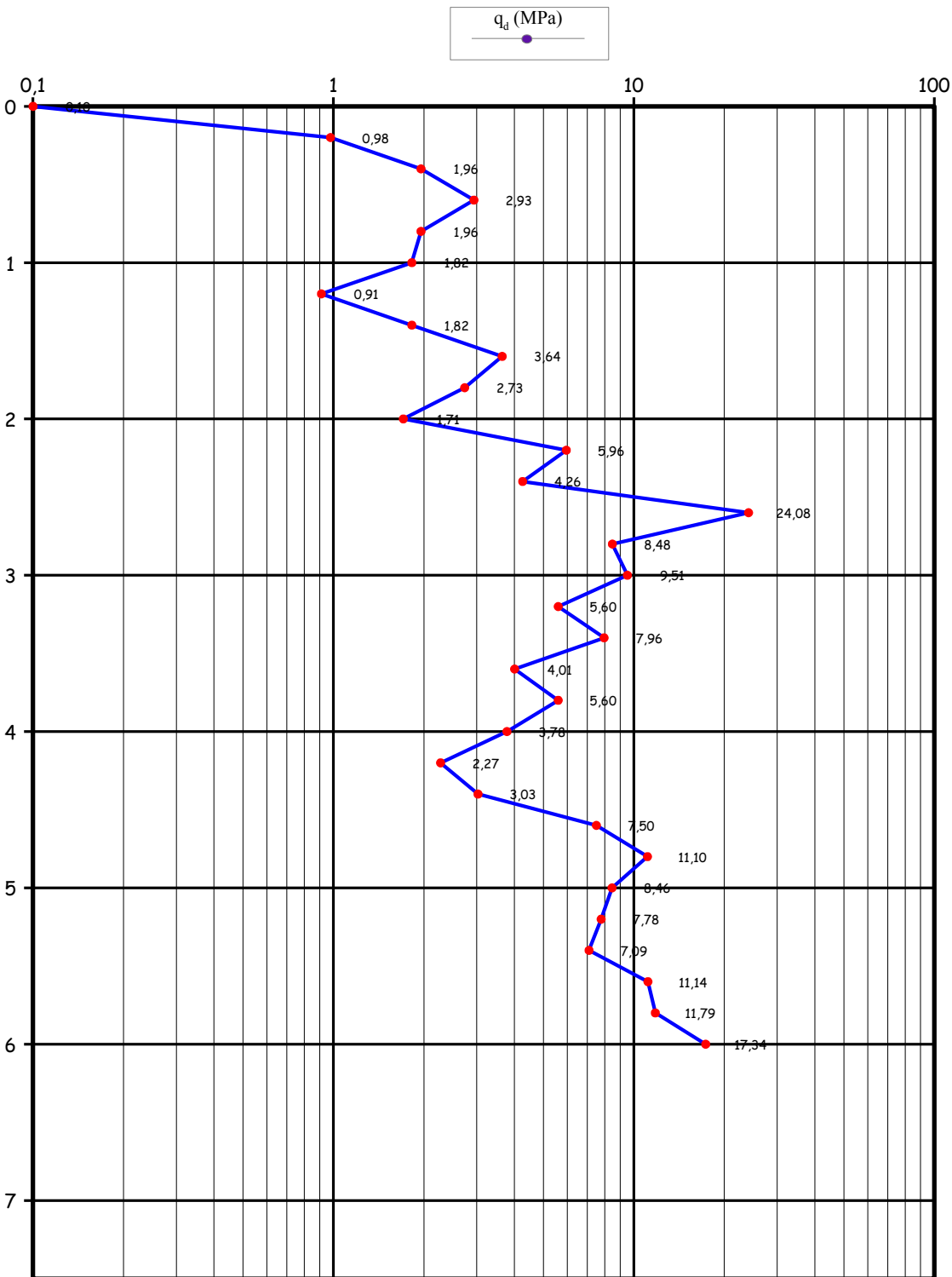
Couple N.m

Eau : pas notoire lors de la foration

Client Mairie de Cusy
 Chantier **Aménagement du centre du village**
 Dossier 2018023
 Date 1 mars 2018

Sondage **PD11**

qd : Résistance de pointe
 Formule de Redtenbacher



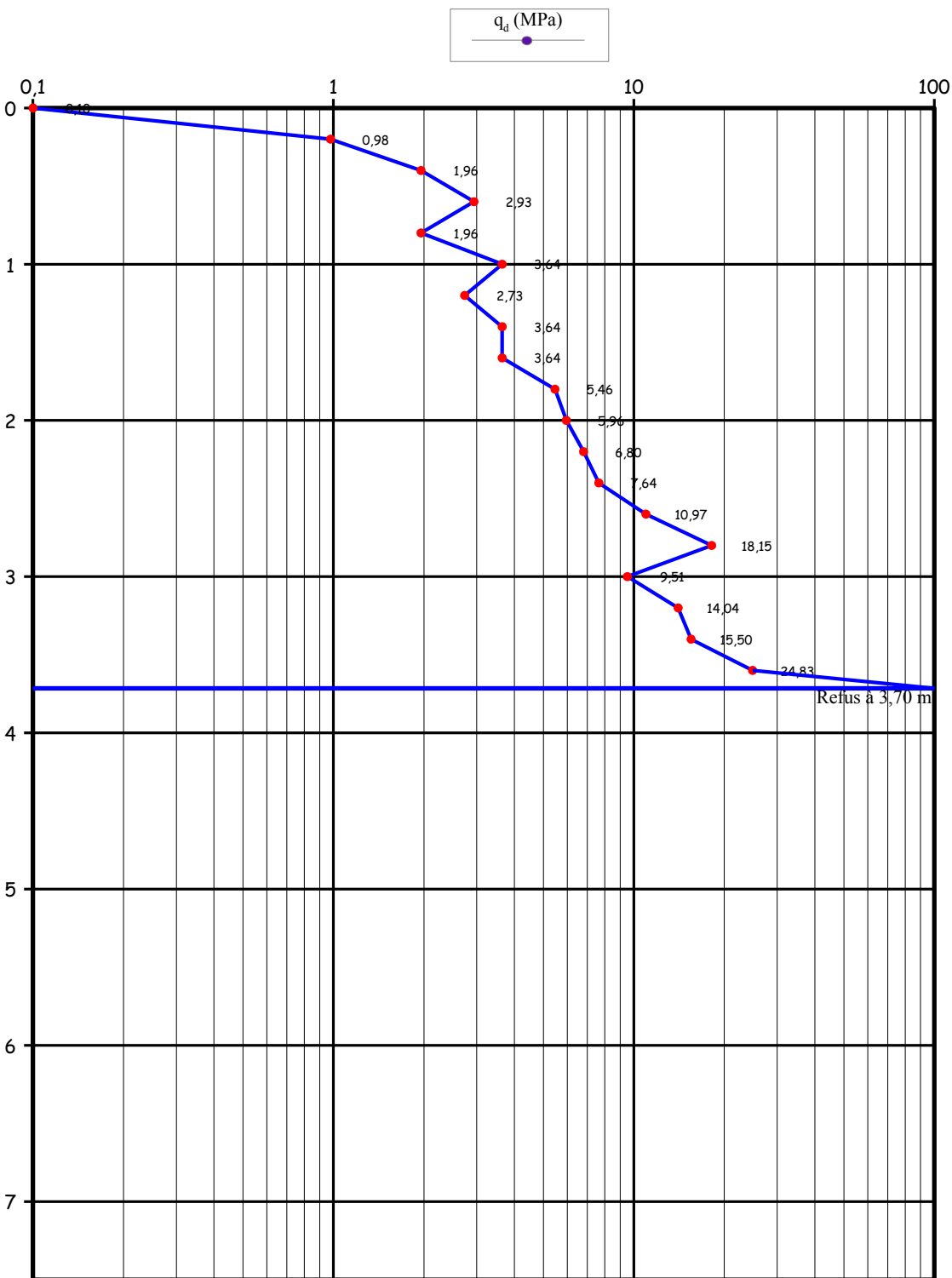
Couple N.m

Eau : pas notoire lors de la foration

Client Mairie de Cusy
 Chantier **Aménagement du centre du village**
 Dossier 2018023
 Date 1 mars 2018

Sondage **PD12**

qd : Resistance de pointe
 Formule de Redtenbacher



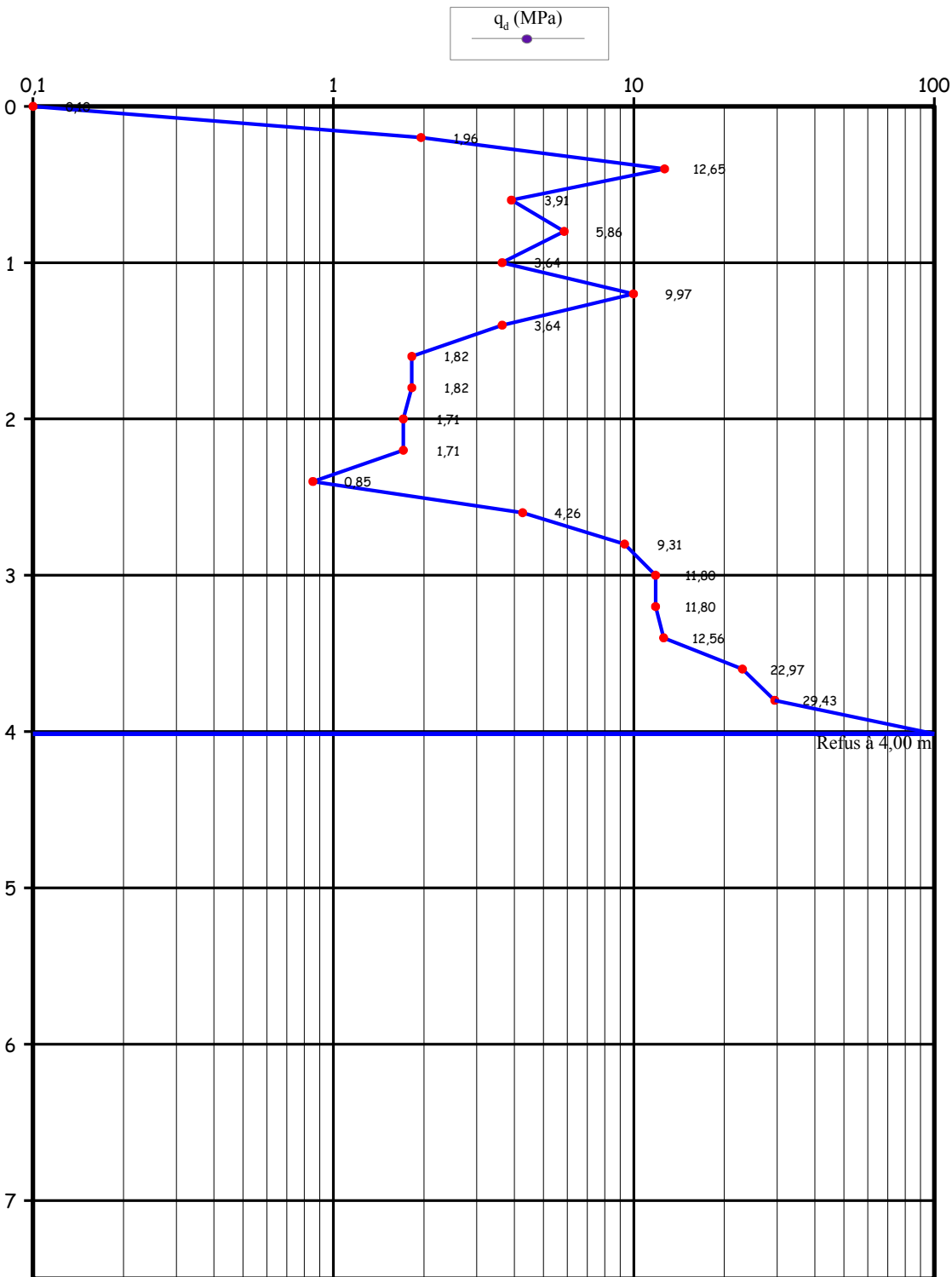
Couple N.m

Eau : pas notoire lors de la foration

Client Mairie de Cusy
 Chantier **Aménagement du centre du village**
 Dossier 2018023
 Date 1 mars 2018

Sondage **PD13**

qd : Resistance de pointe
 Formule de Redtenbacher



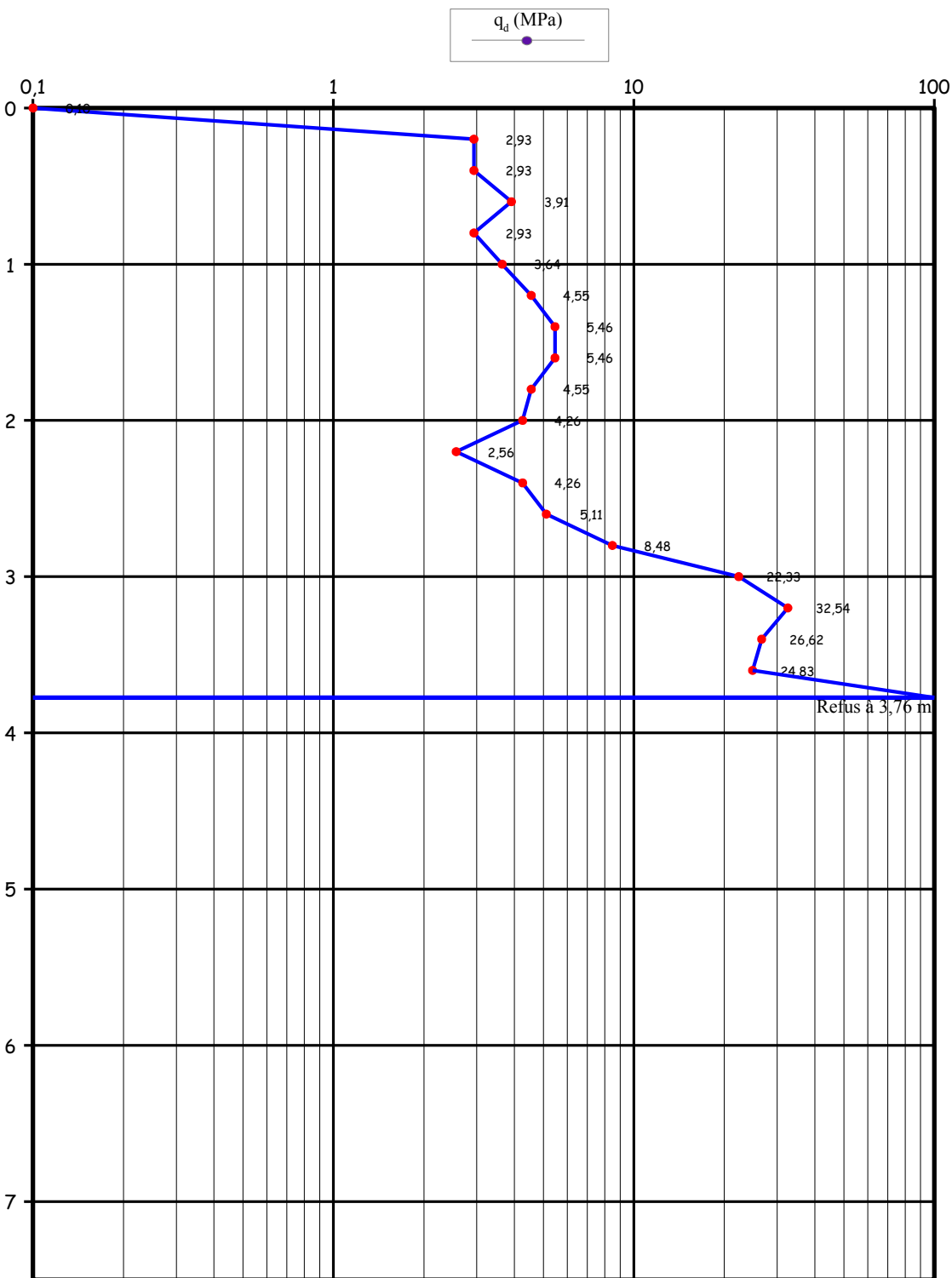
Couple N.m

Eau : pas notoire lors de la foration

Client Mairie de Cusy
 Chantier **Aménagement du centre du village**
 Dossier 2018023
 Date 1 mars 2018

Sondage **PD14**

qd : Résistance de pointe
 Formule de Redtenbacher



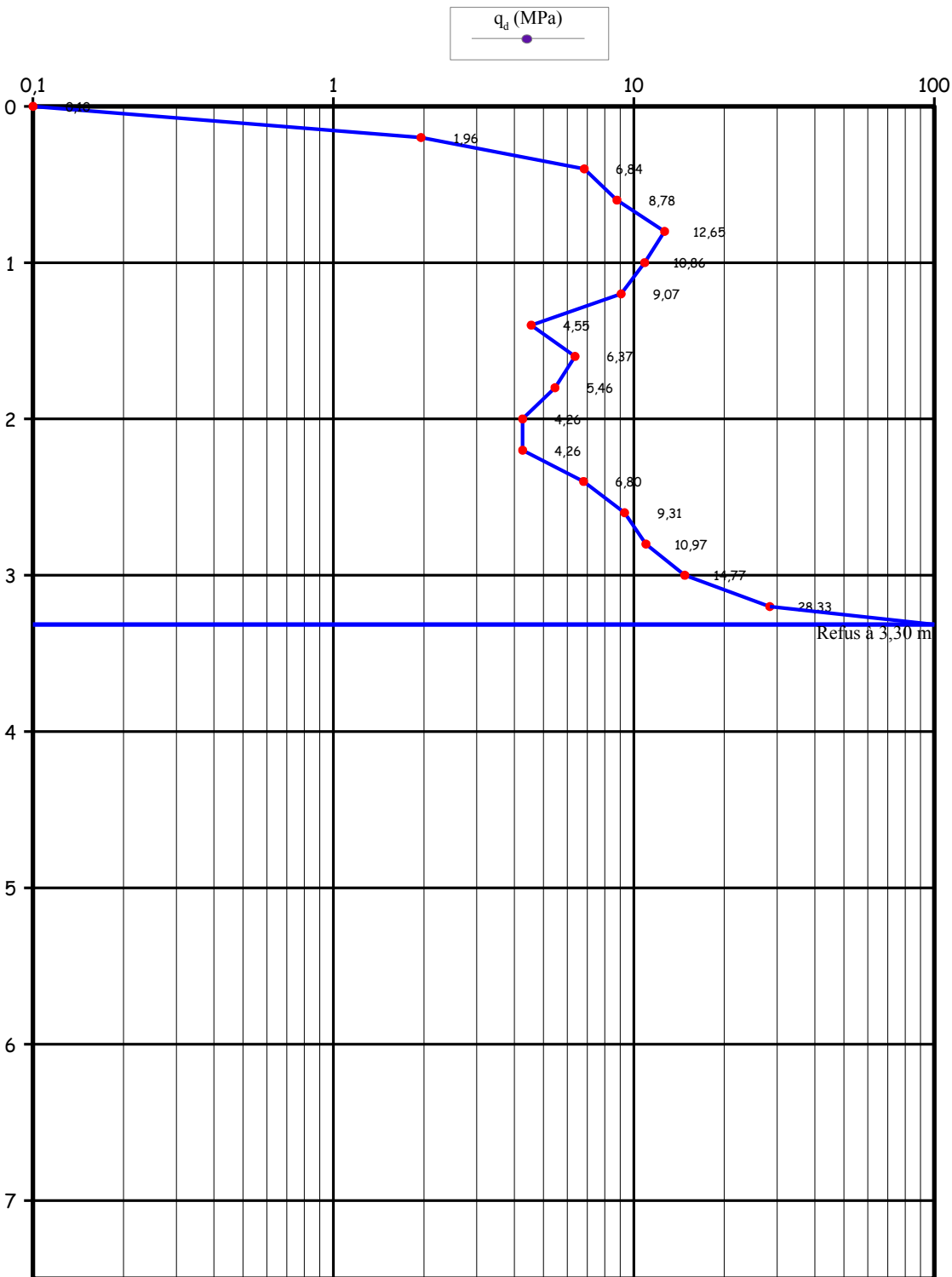
Couple N.m

Eau : pas notoire lors de la foration

Client Mairie de Cusy
 Chantier **Aménagement du centre du village**
 Dossier 2018023
 Date 1 mars 2018

Sondage **PD15**

qd : Résistance de pointe
 Formule de Redtenbacher



Couple N.m

Eau : pas notoire lors de la foration