

ETUDE HYDROGEOLOGIQUE

Extension du cimetière communal

Lieu-dit La Révolée
PONT EVEQUE (38 780)



Dossiers 6901705 v0 - Août 2018



SEA
Le Piarday
16 rue de la Gerbe
38 230 CHARVIEU-CHAVAGNEUX

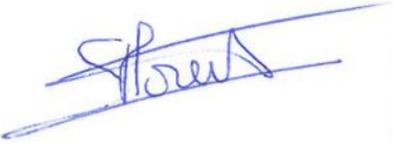
CLIENT

NOM	SEA
ADRESSE	88 avenue des Ternas 75 017 PARIS
INTERLOCUTEUR	M. Sébastien MAINCENT

ECR ENVIRONNEMENT

CHARGE D'AFFAIRES ENVIRONNEMENT	Sabrina FLORENTIN
CHARGE D'ETUDES GEOTECHNIQUES	Charles NICOLAS

DATE	INDICE	OBSERVATION / MODIFICATION	REDACTEURS	VERIFICATEUR
02/08/2018	01		S. Florentin C. Nicolas	F. CÔME

Rédacteurs		Contrôle interne
 Sabrina FLORENTIN Chargée d'affaires Environnement	 Charles NICOLAS Chargé d'études Géotechniques	 François CÔME Responsable Région Centre-Est

SOMMAIRE

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE.....	4
2. CONTEXTE GENERAL.....	5
2.1. LOCALISATION	5
2.2. TOPOGRAPHIE	6
2.3. URBANISME	7
2.4. DEMOGRAPHIE.....	8
3. CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL	9
3.1. CONTEXTE HYDROGRAPHIQUE	9
3.2. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE LOCAL.....	10
3.3. USAGE DES EAUX SOUTERRAINES ET VULNERABILITE.....	11
3.3.1. <i>Captage d'alimentation en eau potable</i>	11
3.3.2. <i>Usage des eaux souterraines</i>	12
3.3.3. <i>Risques sanitaires appliqués aux puits</i>	13
3.4. RISQUES NATURELS	13
3.4.1. <i>Risque inondation</i>	13
3.4.2. <i>Aléa retrait gonflement des argiles</i>	14
3.4.3. <i>Mouvements de terrain</i>	14
3.4.4. <i>Cavités souterraines</i>	14
3.4.5. <i>Risque sismique</i>	14
3.5. CONTEXTE GEOLOGIQUE	14
4. TRAVAUX DE RECONNAISSANCE.....	15
4.1. RECONNAISSANCE GEOLOGIQUE	15
4.1.1. <i>Investigations réalisées</i>	15
4.1.2. <i>Nivellement</i>	16
4.1.3. <i>Lithologie</i>	16
4.1.4. <i>Caractéristiques géomécaniques</i>	17
4.2. PIEZOMETRE.....	17
4.3. PERMEABILITE	18
5. TYPE ET MODALITE D'INHUMATION	19
5.1. RAPPEL REGLEMENTAIRE	19
5.2. PROFONDEUR D'INHUMATION – GENERALITES	19
5.3. DUREE DE ROTATION DES CORPS	20
6. FAISABILITE	21

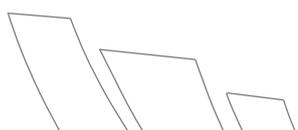
6.1.	GEOTECHNIQUE	21
6.1.1.	Conditions de terrassements	21
6.1.2.	Préparation des plateformes	21
6.1.3.	Fondations	22
6.2.	HYDROGEOLOGIQUE	22
6.3.	SANITAIRE	23
7.	PRECONISATION POUR LIMITER LES IMPACTS	23
7.1.	PRECONISATION VIS-A-VIS DES PROFONDEURS D'ENFOUISSEMENT ET DE LA CONTRAINTE HYDROGEOLOGIQUE	23
7.2.	PRECONISATIONS VIS-A-VIS DE LA CONTRAINTE SANITAIRE	23
7.3.	PRECONISATIONS VIS-A-VIS DE L'EVACUATION DES EAUX SUPERFICIELLES	24
8.	CONCLUSION	24

LISTE DES FIGURES

Figure 1 :	Situation géographique du site d'étude (Géoportail)	5
Figure 2 :	Plan cadastral (cadastre.gouv).....	6
Figure 3 :	Carte topographique (http://fr-fr.topographic-map.com).....	6
Figure 4 :	Profil altimétrique (Géoportail)	7
Figure 5 :	Extrait du PLU (commune de Pont Evêque).....	7
Figure 6 :	Donnés des populations par tranche d'âge (INSEE).....	8
Figure 7 :	Indicateurs démographiques (INSEE)	8
Figure 8 :	Naissances et décès domiciliés (INSEE)	9
Figure 9 :	Réseau hydrographique (Géoportail)	9
Figure 10 :	Prélocalisation des zones humides (SIG.reseau-zone-humides.org)	10
Figure 11 :	Repérage des stations de pompage (Infoterre)	11
Figure 12 :	Liste des forages à proximité de la zone d'étude (Infoterre)	12
Figure 13 :	Carte des remontées de nappe dans les sédiments (Infoterre)	13
Figure 14 :	Carte géologique de Vienne (Infoterre)	15

ANNEXES

- Annexe 1 : Extrait de la norme NF P 94-500
- Annexe 2 : Conditions particulières
- Annexe 3 : Plan d'implantation
- Annexe 4 : Coupes des sondages et résultats des essais in situ



1. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

Dans le cadre de l'extension du cimetière communal de Pont-Evêque (38), parcelle 406, lieu-dit La Revolée, la société SEA en qualité de maître d'œuvre nous a mandaté pour réaliser une étude hydrogéologique au droit du projet.

Cette étude vise à définir la faisabilité du projet sur la parcelle pressentie, notamment en ce qui concerne son effet sur les eaux souterraines et superficielles et les risques de contamination, les aménagements à prévoir en regard du contexte hydrologique et géologique, les risques éventuels d'inondation ou de glissement de terrain, conformément aux articles L2223-1 à L2223-12-1 et R2223-1 à R2223-9 du Code Général des Collectivités Territoriales (CGCT).

Selon le Code Général des Collectivités territoriales :

- Art. L2223-1 : « *Chaque commune ou chaque établissement public de coopération intercommunale compétent en matière de cimetières dispose d'au moins un cimetière comprenant un terrain consacré à l'inhumation des morts et, dans les communes de 2 000 habitants et plus ou les établissements publics de coopération intercommunale de 2 000 habitants et plus compétents en matière de cimetières, d'au moins un site cinéraire destiné à l'accueil des cendres des personnes décédées dont le corps a donné lieu à crémation.*

La création, l'agrandissement et la translation d'un cimetière sont décidés par le conseil municipal. Toutefois, dans les communes urbaines et à l'intérieur des périmètres d'agglomération, la création, l'agrandissement et la translation d'un cimetière à moins de 35 mètres des habitations sont autorisés par arrêté du représentant de l'Etat dans le département, pris après une enquête publique réalisée conformément au chapitre III du titre II du livre Ier du code de l'environnement et avis de la commission départementale compétente en matière d'environnement, de risques sanitaires et technologiques. »

- Art. R2223-2 : « *Les terrains les plus élevés et exposés au nord sont choisis de préférence. Ceux-ci doivent être choisis sur la base d'un rapport établi par l'hydrogéologue. Ce rapport se prononce sur le risque que le niveau des plus hautes eaux de la nappe libre superficielle puisse se situer à moins d'un mètre du fond des sépultures. »*

⇒ **La commune de Pont Evêque comptant 5218 habitants au recensement de 2015, l'implantation du cimetière pourra se faire à moins de 35 mètres des habitations existantes, avec autorisation du représentant de l'Etat dans le département, prise par arrêté, après enquête publique.**

Les investigations de terrains effectuées le 17 juillet 2018 ont pour but d'évaluer :

- L'aptitude des sols au creusement et à l'épuration des produits de dégradation des corps ;
- Les enjeux en matière d'hygiène publique (sensibilité des captages d'eau potable et des nappes souterraines).

Les relevés géologiques, complétés par des observations hydrogéologiques et des mesures de perméabilité du sol permettront de définir l'aptitude du site à accueillir les concessions mortuaires supplémentaires.

2. CONTEXTE GENERAL

2.1. Localisation

Le cimetière communal existant est situé entre la rue Louis Leydier et la rue Etienne Perrot au centre-ouest de la commune. Il s'étend sur la parcelle 000 AH 562 de 9 866 m².

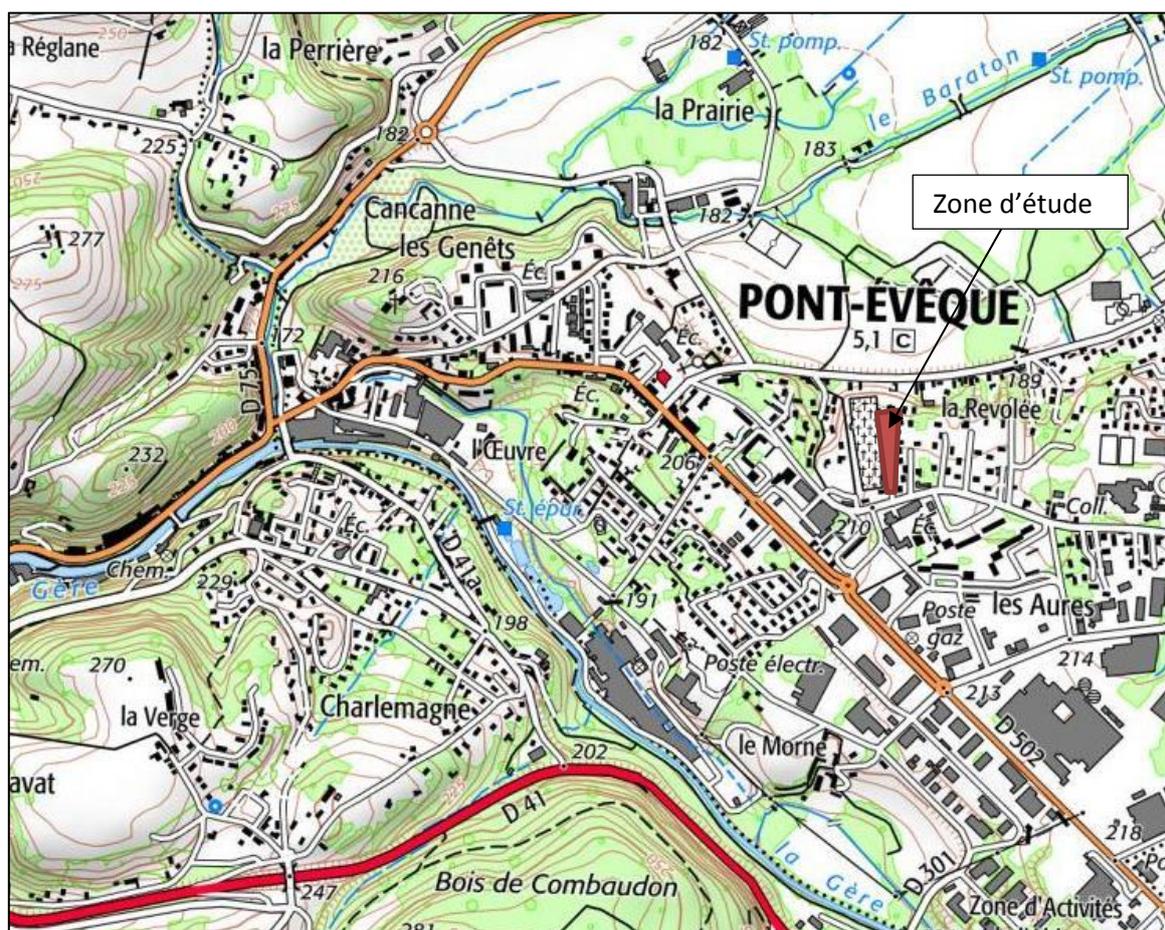


Figure 1 : Situation géographique du site d'étude (Géoportail)

Le projet d'extension s'implante le long du cimetière actuel, à l'Est. L'emprise de la zone d'étude s'étend sur la totalité de la parcelle cadastrée 000 AH 406 de 4 852 m² appartenant à la commune de Pont Evêque. L'accès sera réalisé par le cimetière existant depuis la rue Louis Leydier.

La parcelle est actuellement occupée par une zone en graviers au Sud et un espace vert recouvert de pelouse avec quelques arbres sur la partie Est, qui longe le lotissement de La Feyta. Elle est délimitée au Nord et au Sud par une maison individuelle.

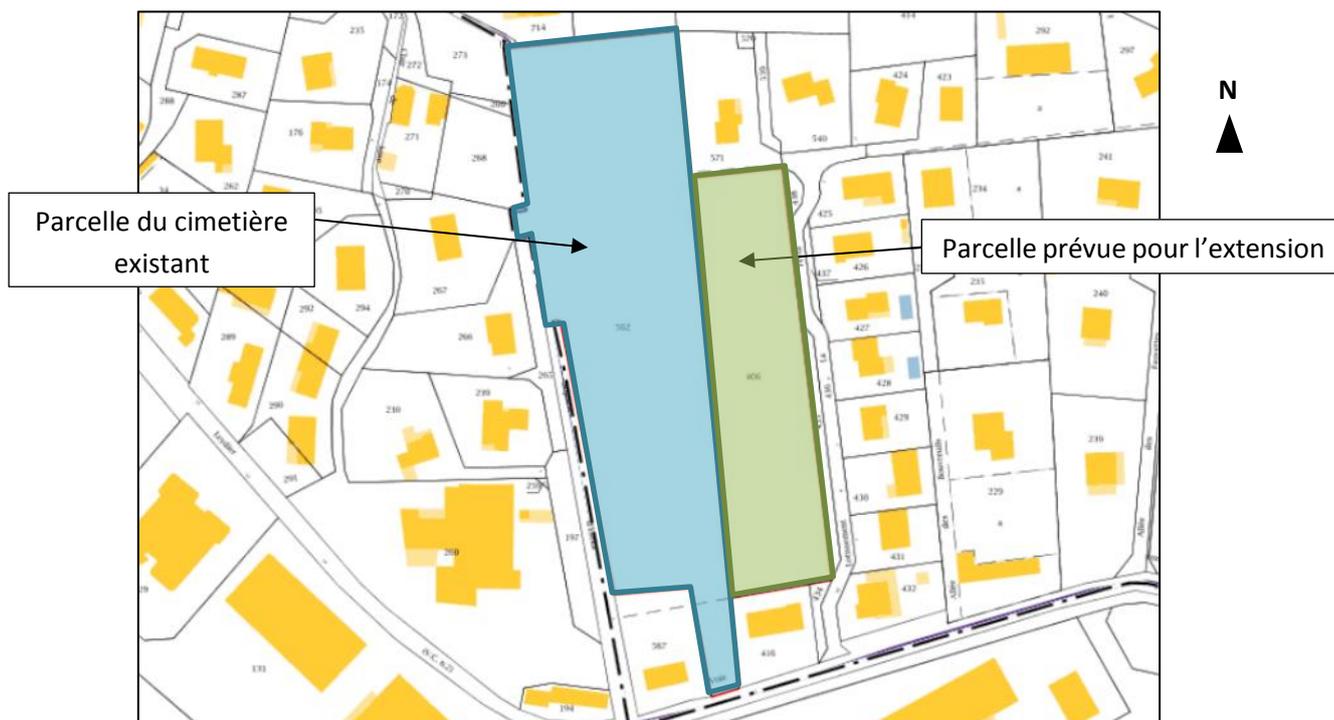


Figure 2 : Plan cadastral (cadastre.gouv)

2.2. Topographie

La commune de Pont Evêque se situe dans une pointe créée par l'intersection de deux rivières, la Gère et la Véga.

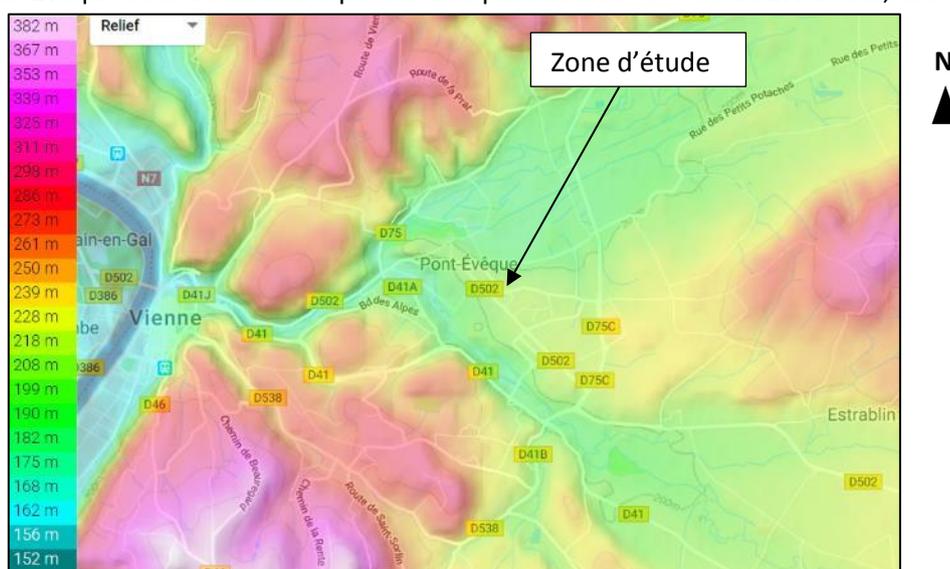


Figure 3 : Carte topographique (<http://fr-fr.topographic-map.com>)

Le site a une pente moyenne de 3% orientée vers le Nord. Son altitude varie de 210.7 m à 206.5 m NGF d'après le profil altimétrique ci-dessous.

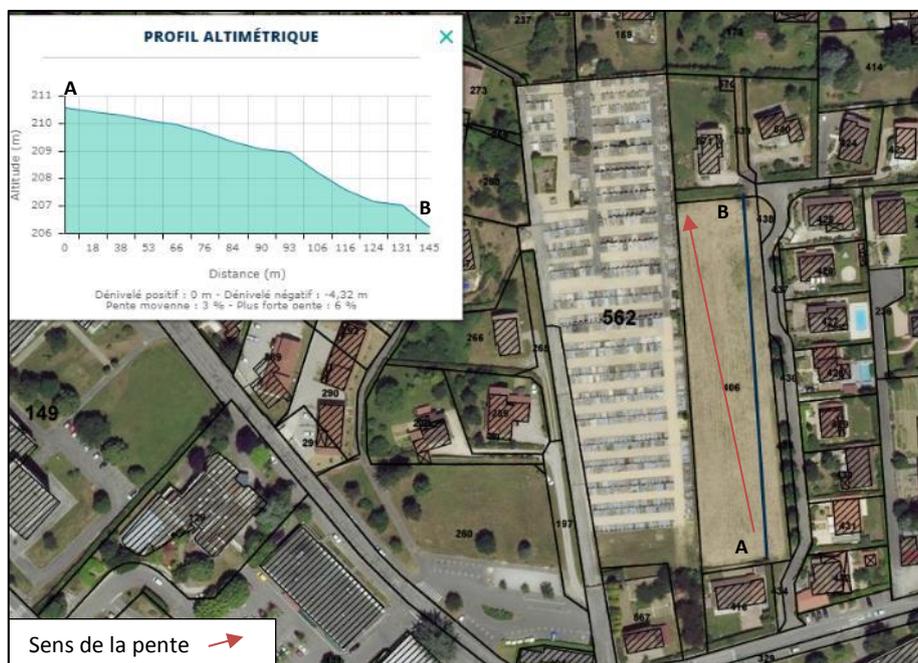


Figure 4 : Profil altimétrique (Géoportail)

2.3. Urbanisme

Au PLU de la commune, la parcelle concernée pour l'extension est classée en zone Uc. « Zone résidentielle mixte à dominante pavillonnaire au sein de la partie agglomérée de la ville. ». La parcelle est couverte par la servitude INT1 « voisinage des cimetières ».

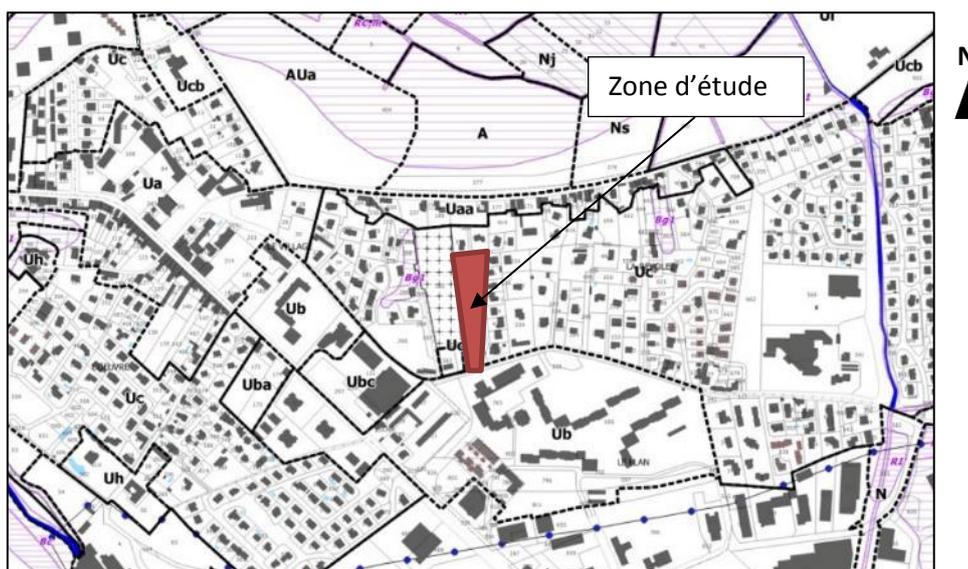


Figure 5 : Extrait du PLU (commune de Pont Evêque)

Le cimetière est longé à l'Ouest par une zone Bg1 « zone de contraintes faibles de glissement de terrain ».

La ville de Pont Evêque fait aussi l'objet de zones de présomption de prescriptions archéologiques.

2.4. Démographie

Les données INSEE concernant la population de Pont Evêque montrent un léger vieillissement de la population.

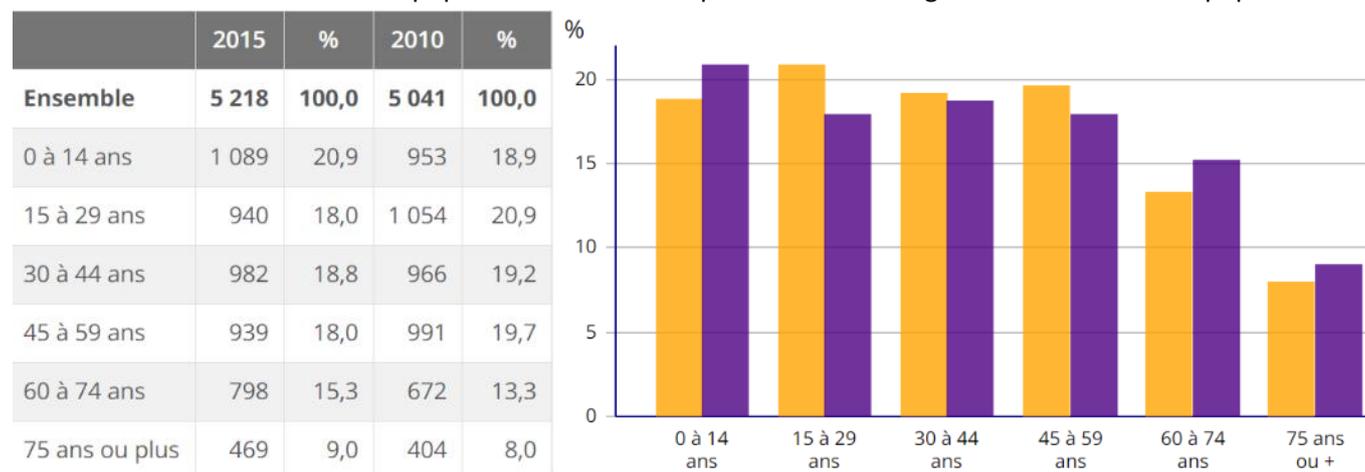


Figure 6 : Données des populations par tranche d'âge (INSEE)

	1968 à 1975	1975 à 1982	1982 à 1990	1990 à 1999	1999 à 2010	2010 à 2015
Variation annuelle moyenne de la population en %	14,8	-0,2	-0,4	-0,7	-0,0	0,7
due au solde naturel en %	1,4	1,6	1,2	0,9	1,0	0,9
due au solde apparent des entrées sorties en %	13,5	-1,8	-1,6	-1,6	-1,0	-0,2
Taux de natalité (‰)	20,8	22,5	18,6	15,6	16,2	15,7
Taux de mortalité (‰)	7,1	6,5	6,4	6,2	6,2	6,8

Figure 7 : Indicateurs démographiques (INSEE)

Depuis 1975, la population est stable. Cette stabilité est liée à un solde migratoire négatif, qui compense le solde naturel.

En moyenne, ce sont une quarantaine de décès annuels qui sont recensés sur la commune (voir figure en page suivante).

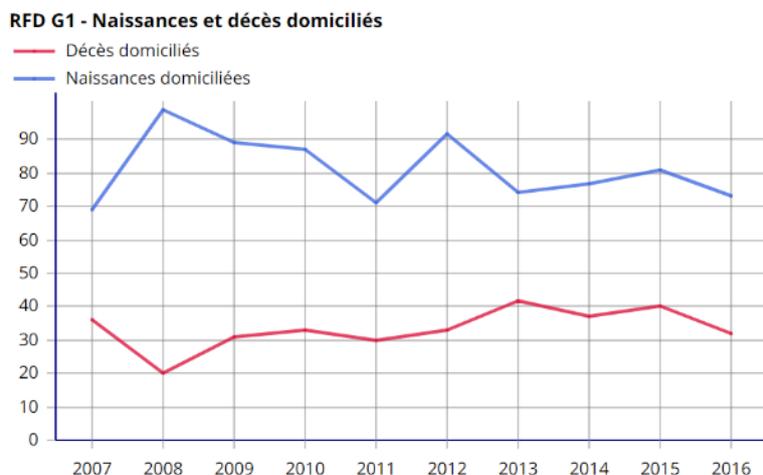


Figure 8 : Naissances et décès domiciliés (INSEE)

3. CONTEXTE ENVIRONNEMENTAL

3.1. Contexte hydrographique

La commune de Pont-Evêque dispose d'un réseau hydrographique dense au Centre-est. La zone d'étude se situe sur le bassin versant de la Véga via le Baraton, sous affluent de la Gère et du Rhône.

Le Baraton est très peu pêché car il connaît de forte variation de débit avec des périodes d'étiage et de crues non propices au développement de la population piscicole.

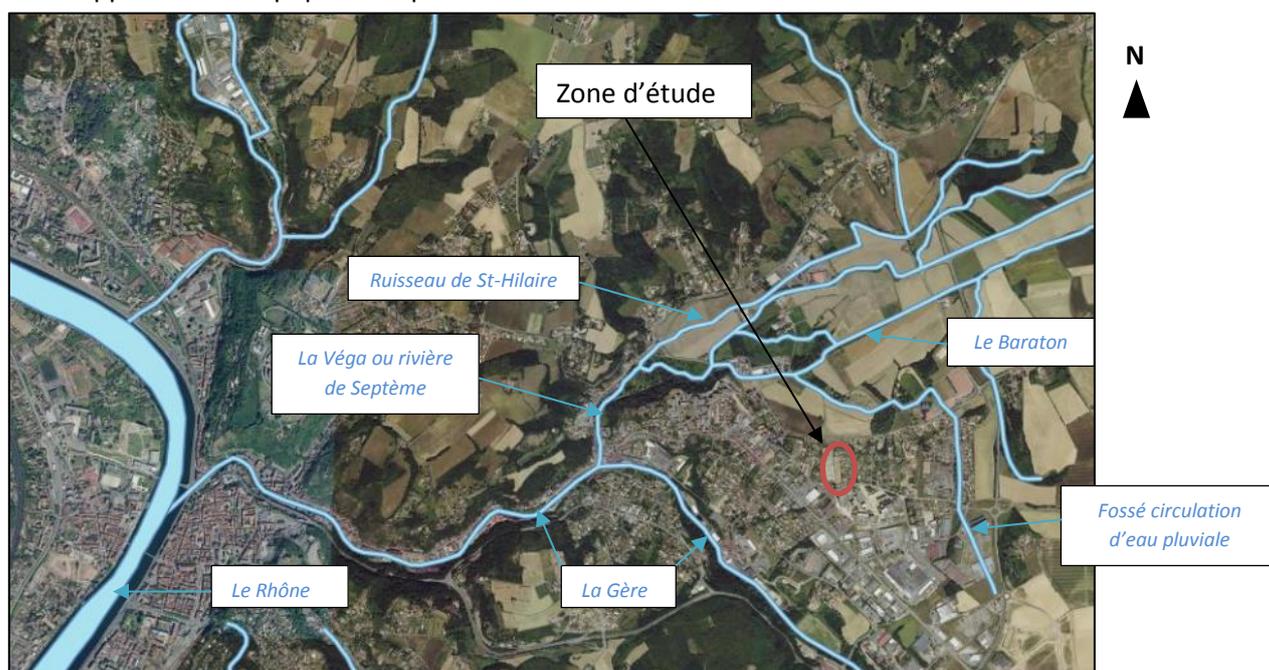


Figure 9 : Réseau hydrographique (Géoportail)

De plus, le site n'est pas recensé dans la prélocalisation des zones humides.

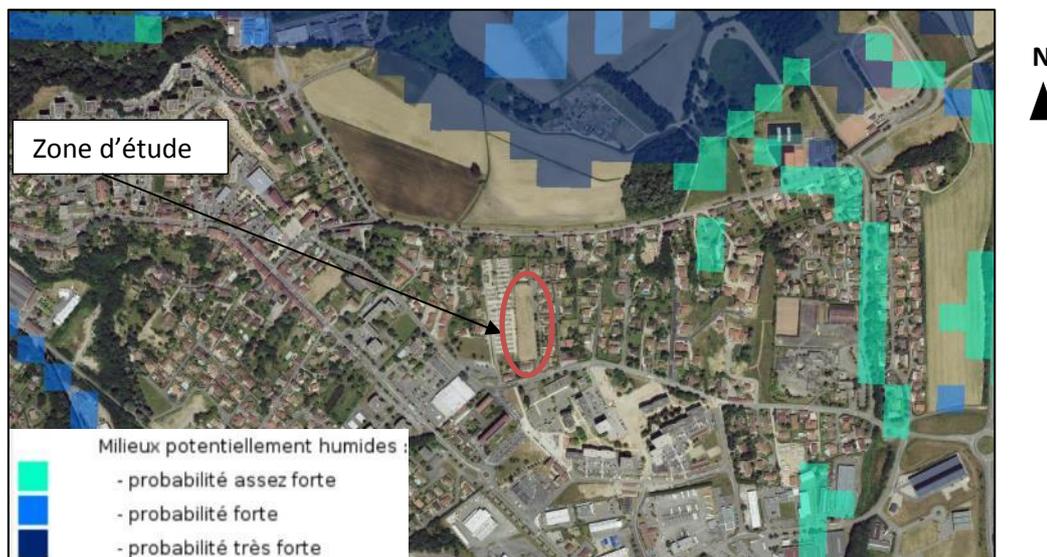


Figure 10 : Prélocalisation des zones humides (SIG.reseau-zone-humides.org)

3.2. Contexte hydrogéologique local

Le cimetière actuel et son projet d'extension reposent sur les masses d'eau souterraines :

- Niveau 1 FRDG350 : « Formations quaternaires en placage discontinus du Bas Dauphiné et terrasses région de Roussillon »
- Niveau 2 FRDG248 : « Molasses miocènes du Bas Dauphiné entre les vallées de l'Ozon et de la Drôme »

La FRDG 350 est de type alluvial avec des écoulements libres et captifs associés (majoritairement libres). Elle correspond aux formations des fonds de vallées ou aux reliquats de dépôts lœssiques et morainiques (formations glaciaires). La recharge de cette masse d'eau est majoritairement naturelle avec les eaux météoriques et leur infiltration. Ponctuellement des drainances ascendantes de la nappe de la molasse ont été mises en évidence. Cette masse d'eau est en relation avec des zones humides et alimente des captages AEP. Elle est aussi utilisée pour l'irrigation et quelques captages industriels.

La FRDG 248 est de type sédimentaire avec des écoulements libres et captifs associés (majoritairement captifs). Elle correspond à des dépôts molassiques (séries à dominantes sableuses) sur les bassins que constituaient le Bas-Dauphiné, la Dombes et la Bresse. La recharge de cette masse d'eau est majoritairement naturelle avec les eaux météoriques et leur infiltration et quelques des drainances ascendantes. Cette masse d'eau alimente des captages AEP. Elle est aussi utilisée pour l'irrigation et quelques captages industriels. Elle présente un intérêt écologique très important pour le maintien de débits d'étiage d'un certain nombre de cours d'eau qui en dépendent.

Sur la carte IGN présentée ci-dessous, des stations de pompage sont identifiées à proximité du Baraton et de la Véga.

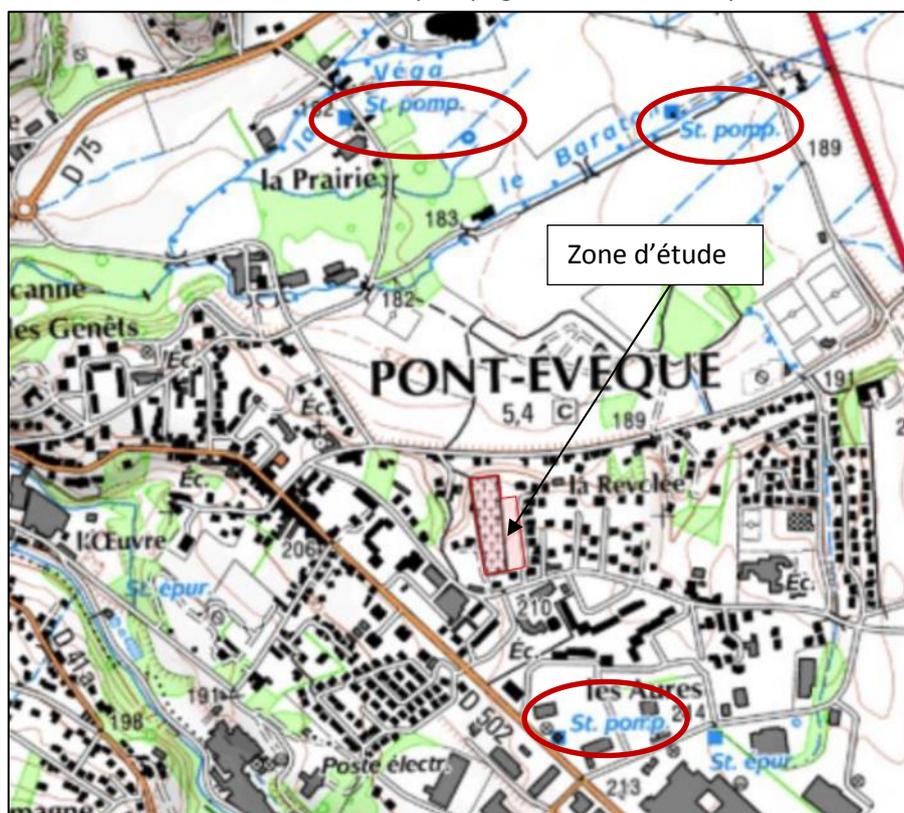


Figure 11 : Repérage des stations de pompage (Infoterre)

3.3. Usage des eaux souterraines et vulnérabilité

3.3.1. Captage d'alimentation en eau potable

L'ARS nous indique la présence du captage d'eau potable Fontaines à 745 m au Nord de la zone d'étude. Deux autres captages sont présents en amont de La Gère : Puits Vezonne et Galerie Gère localisés à 1.9 km au Sud-Est de la zone d'étude. Le site n'appartient pas à leur périmètre de protection.

Sur le Figure 11, une station de pompage est présente à 360 m au Sud de la zone d'étude. La station au Nord au niveau du lieu-dit Prairie correspond au captage Fontaines. La station le long du Baraton est comprise dans le périmètre de protection rapproché du captage Fontaines.

3.3.2. Usage des eaux souterraines

La figure ci-dessous présente les ouvrages recensés à proximité de la zone d'étude.



Figure 12 : Liste des forages à proximité de la zone d'étude (Infoterre)

Ouvrage	Commune	N° dans la BSS du BRGM	Prof.	Usage	Sensibilité	Localisation / site	Situation hydraulique / site	Vulnérabilité
Puits	Pont Evêque	BSS001VSMW	/	Eau Collective	Forte	600 m (Ouest)	Aval	Forte
Sondage	Pont Evêque	BSS001VSMZ	9 m	Eau industrielle	Faible	1.1 km (Ouest)	Aval	Faible
Sondage	Pont Evêque	BSS001VSM1	17 m	Eau industrielle	Faible	775 m (Sud-ouest)	Aval	Faible

Le puits n°BSS001VSMW correspond aux captages Fontaines et Prairie vus dans le paragraphe précédent, d'après les informations à disposition sur le site de la BSS.

Les deux sondages indiquent un niveau de nappe entre 185.5 et 190.3 m NGF, ce qui correspond à 15 m de profondeur par rapport au niveau du terrain actuel.

Compte tenu de la présence du cimetière existant et de la distance de l'extension vis-à-vis de ce dernier, il ne sera pas attendu d'atteinte supplémentaire de la qualité des eaux du sous-sol vis-à-vis du projet d'extension.

3.3.3. Risques sanitaires appliqués aux puits

Conformément à l'Article L2223-5 du Code Général des Collectivités Territoriales, aucun puits ne pourra être creusé à moins de 100 m de l'extension du cimetière. En cas de puits existants dans ce périmètre, ils peuvent, après visite contradictoire d'experts, être comblés par décision du représentant de l'Etat dans le département.

La mairie a été contacté afin de savoir si des puits étaient recensés dans un périmètre proche du site. Ces informations ne nous ont pas été transmises à ce jour.

Une réunion d'information du projet avec les riverains du cimetière pourrait faire ressortir la présence de puits ou forage à proximité du cimetière non déclaré.

3.4. Risques naturels

Le site Géorisques et les documents d'urbanisme nous informent sur les risques applicables à la zone d'étude.

3.4.1. Risque inondation

➤ Remontée de nappe

Le site est localisé en risque aléa très faible de remontée de nappe dans les sédiments.



Figure 13 : Carte des remontées de nappe dans les sédiments (Infoterre)

➤ PPRNi

La commune est soumise à un PPRN multirisque dont les inondations et appartient à un territoire à risque important d'inondation. Le site se situe en dehors de ces deux zonages.

De plus, le site est localisé en dehors du zonage de risque de ruissellement de versant.

3.4.2. Aléa retrait gonflement des argiles

La présence d'argile dans le sol entraîne parfois, en conditions météorologiques sèches, un risque de retrait /gonflement des sols. Ce retrait est caractérisé par un affaissement du sol et l'apparition de fissures suite à l'évaporation de l'eau.

Le site est exposé à un risque faible de retrait-gonflements des sols argileux.

3.4.3. Mouvements de terrain

La commune dispose d'un PPRN multirisque dont les mouvements de terrain. Le site n'appartient pas à ce zonage et aucun mouvement de terrain n'a été recensé dans un rayon de 500 m du site.

3.4.4. Cavités souterraines

Aucune cavité souterraine n'est recensée dans un rayon de 500 m autour du site.

3.4.5. Risque sismique

Le site est localisé dans une zone d'aléa modéré.

3.5. Contexte géologique

D'après la carte géologique n°746 de Vienne au 1/50 000, le site est localisé au droit de formations lœssiques déposées sur un complexe morainique (OEy : Formations lœssiques (würm) et Gy4 : Complexe morainique wurmien).

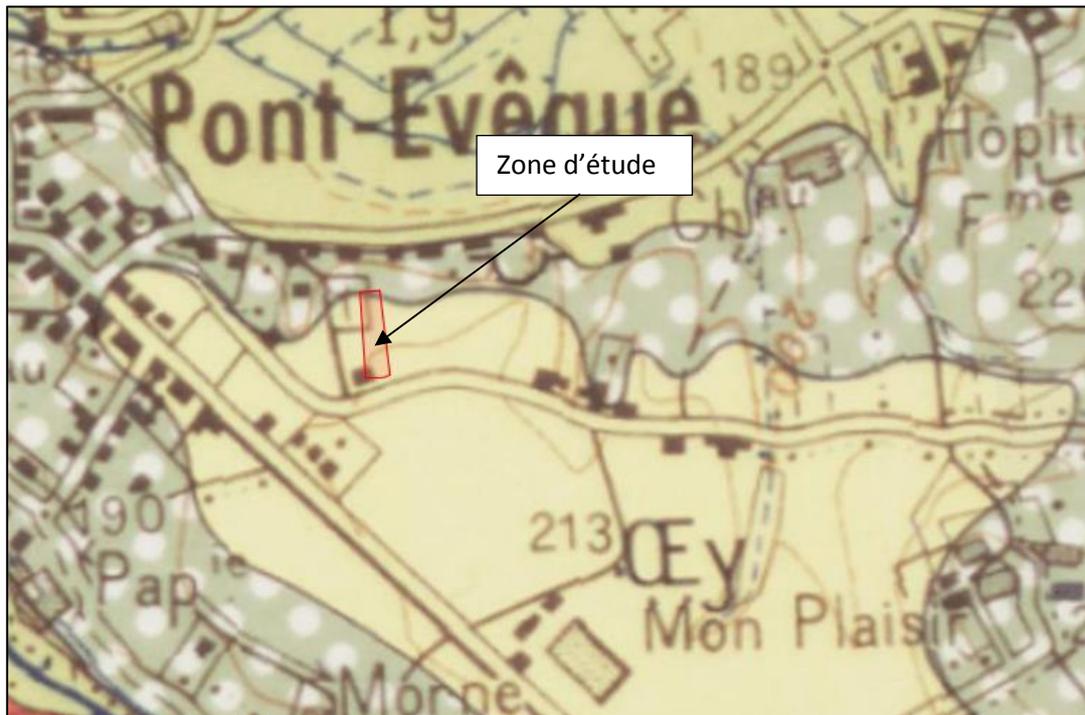


Figure 14 : Carte géologique de Vienne (Infoterre)

D'après la banque de données du sous-sol du BRGM, ces terrains ne sont pas le siège d'une nappe à faible profondeur (< 10 m).

4. TRAVAUX DE RECONNAISSANCE

4.1. Reconnaissance géologique

4.1.1. Investigations réalisées

La campagne d'investigations suivante a été réalisée pour les besoins de l'étude :

- 1 sondage pressiométrique (SP1) descendu à 7.0 m de profondeur et équipé d'un piézomètre (Pz1) ;
- 8 sondages à la pelle mécanique (PU1 à PU8) descendus entre 2.5 et 3.4 m de profondeur ;
- 3 essais d'infiltration de type Matsuo (EP1 à EP3) réalisés au droit des sondages PU1, PU3 et PU5 à 1.1 m de profondeur ;
- 8 essais au pénétromètre dynamique (PN1 à PN8) descendus entre à 4.2 (refus) et 7.0 m (arrêt) de profondeur.

L'implantation des sondages est reportée sur le plan joint en Annexe 3. Les coupes des sondages et les résultats des essais in-situ sont joints en Annexe 4.

4.1.2. Nivellement

La position des sondages et du repère topographique figure sur le plan d'implantation des sondages en Annexe 3. L'implantation a été réalisée au mieux des conditions d'accès, de la précision des plans remis pour la campagne de reconnaissance et de la présence des réseaux enterrés et aériens.

Les points de sondages ont été nivelés en prenant comme référence la plaque GRDF situé au Sud-Est du site (cf. Plan d'implantation des sondages). D'après le plan topographique fourni, la cote de ce point est 210.86 m NGF. Les cotes altimétriques des têtes des sondages sont reportées dans le tableau suivant :

Sondage	SP1 / Pz1	PU1 / PN1	PU2 / PN2	PU3 / PN3	PU4 / PN4	PU5 / PN5	PU6 / PN6	PU7 / PN7	PU8 / PN8
Cote (m NGF)	207.23	207.13	208.40	209.57	209.87	210.98	210.44	208.98	207.13

4.1.3. Lithologie

Les coupes des sondages sont jointes en Annexe 4. Les profondeurs citées dans le présent rapport ont été mesurées par rapport au niveau du terrain tel qu'il était lors de notre intervention (juillet 2018).

Les sondages ont permis d'établir la coupe lithologique suivante :

Formation 1 : terrains de couverture

Terre végétale rencontrée au droit de l'ensemble des sondages (hormis PU4 et PU5) sur une faible épaisseur : 20 à 30 cm environ.

Couche de forme sablo-graveleuse grise. Elle a été reconnue visuellement au droit des sondages PU4 et PU5 jusqu'à une profondeur de 0.2 m/TA (Terrain Actuel). Il est important de noter la présence d'un géotextile à la base de cette couche.

Formation 2 : limons

Cette formation est constituée de limons marron légèrement sableux ou argileux ponctuellement. Elle a été reconnue visuellement au droit de l'ensemble des sondages jusqu'à une profondeur comprise entre 1.0 et > 3.3 m/TA. Elle présente des caractéristiques géomécaniques faibles à moyenne. Il est important de noter que cette formation présente une très bonne tenue de fouilles à court terme.

Formation 3 : graves sableuses

Cette formation est constituée de graves limono-sableuses brun rougeâtre. Cette formation a été reconnue jusqu'au terme du sondage pressiométrique SP1 (7.0 m/TA) et des sondages à la pelle PU2, PU1, PU7 et PU8 (entre 2.5 et 3.4 m/TA). Elle présente des caractéristiques géomécaniques faibles à bonnes. La tenue des parois est moyenne à court terme.



Elle a entraîné le refus des essais au pénétromètre dynamique PN3, PN6 et PN7 entre 4.2 et 5.2 m/TA.

Remarque :

Les essais au pénétromètre dynamique ne permettent pas de reconnaître la nature des terrains traversés (essais dits « aveugles ») mais ils permettent de mesurer la compacité des différents horizons rencontrés.

4.1.4. Caractéristiques géomécaniques

Les caractéristiques géomécaniques des formations sont reportées dans le tableau suivant :

Formation	Toit (m/TA)	Résistance dynamique de pointe qd (MPa)		Pression limite p_i^* (MPa)		Module pressiométrique E_M (MPa)	
		Mini	Maxi	Mini	Maxi	Mini	Maxi
2 – limons	0.2 à 0.3	< 1	10	0.78		6.4	
3 – graves sableuses	1.0 à > 3.3	2	> 100 (refus)	0.11	2.92	1.6	26.5

4.2. Piézomètre

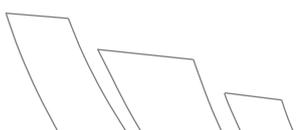
Aucune circulation d'eau n'a été reconnue au droit des sondages descendus entre 2.5 et 7.0 m/TA, lors des investigations (juillet 2018).

Le sondage pressiométrique SP1 a été équipé avec un piézomètre. Il a été positionné du côté Nord du terrain où les côtes altimétriques sont les plus faibles. Aucun niveau d'eau n'a été mesuré en fin de chantier dans ce dernier.

Toutefois, la présence de circulations aléatoires et ponctuelles d'eau non recoupées au moment des sondages n'est pas à exclure, notamment après des périodes de précipitations.

Remarque importante :

Le niveau piézométrique d'une nappe est directement influencé par les conditions météorologiques, l'environnement et la perméabilité de l'aquifère. Ce qui peut se traduire par des remontées lors des périodes d'apport ou au contraire conduire à des baisses à la suite de périodes déficitaires.



4.3. Perméabilité

Afin de déterminer la perméabilité des terrains du site, trois essais d'infiltration de type Matsuo ont été réalisés au droit des sondages PU1, PU3 et PU5. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

N° de l'essai	Sondage	Profondeur (m)	Formation	Perméabilité (m/s)
EP1	PU1	1.1	2 – limons	$7. 10^{-6}$
EP2	PU3	1.1	2 – limons	$6. 10^{-6}$
EP3	PU5	1.1	2 – limons	$3. 10^{-6}$

Les valeurs de perméabilité mesurées sont faibles dans les limons (formation 2).

A titre d'information, d'après les valeurs caractéristiques des perméabilités du tableau ci-dessous, les terrains sont peu perméables.

K (m/s)	Type de matériaux	Niveau de perméabilité
$1 > k > 10^{-2}$	Graviers sans éléments fins	Très perméable
$10^{-2} > k > 10^{-4}$	Sables grossiers, graviers sableux sans éléments fins	Perméable
$10^{-4} > k > 10^{-6}$	Sables moyens à fins, limons peu argileux, lœss	Peu perméable
$10^{-6} > k > 10^{-8}$	Sables argileux, roche altérée à fracturée	Très peu perméable
$k < 10^{-8}$	Argiles homogènes, roche non fracturée	Quasi imperméable

Valeurs caractéristiques des perméabilités usuelles en milieu saturé

5. TYPE ET MODALITE D'INHUMATION

5.1. Rappel réglementaire

Avant toute chose, il convient de rappeler que, conformément à la réglementation en vigueur (article L.2223-1 du code général des collectivités territoriales), « chaque commune doit consacrer à l'inhumation des morts un ou plusieurs terrains spécialement aménagés à cet effet ». La décision relative à la création d'un cimetière prend la forme soit d'une autorisation préfectorale lorsque le projet envisagé est situé à la fois à moins de 35 m des habitations et à l'intérieur du périmètre d'agglomération des communes urbaines, soit d'une délibération du conseil municipal dans les autres cas (extrait de la circulaire du 3 mars 1986, paru au JO du 9 mars 1986).

Il est important de noter que cette distance réglementaire de 35 m, qui vise à prévenir les risques d'épidémies d'origine hydrique, offre une garantie très suffisante pour les terrains meubles mais qu'elle doit être modulée en fonction de la nature du sol.

Par ailleurs, le décret n°2011-121 du 28 janvier 2011, modifiant l'article R 2223-2 du code général des collectivités territoriales, indique la nécessité d'apprécier par un hydrogéologue, le risque que le niveau des plus hautes eaux de la nappe libre superficielle puisse se situer à moins d'un mètre du fond des sépultures.

5.2. Profondeur d'inhumation – généralités

Il convient dans un premier temps de rappeler les différents modes d'inhumation et les profondeurs de terrain meuble requises. Dans les concessions, les inhumations peuvent, au gré de la famille ou du défunt, se faire en caveau ou en pleine terre. En général, l'inhumation en caveau représente 70 à 80% des inhumations. La plupart du temps, il s'agit de caveaux 2 places, plus rarement de caveaux 3 places.

Dans les caveaux préfabriqués en béton armé, chaque case présente une hauteur de l'ordre de 50 cm. En fond de fouille et en surface, plusieurs plaques de béton d'environ 5 cm de hauteur sont posées. Selon l'occupation des caveaux, les profondeurs atteintes sont en général de :

- Caveau 1 place : 0,80 m
- Caveau 2 places : 1,30 m
- Caveau 3 places : 1,90 m
- Caveau 4 places : 2,40 m.

En théorie, la fermeture par des plaques en béton avec des joints cimentés assure l'impossibilité d'échanges entre les corps et l'extérieur.

Pour l'inhumation en pleine terre, l'article R2223-3 du CGCT il précise : « chaque fosse doit avoir de 1,50 à 2,00 mètres de profondeur et 80 cm de large ». Mais il semble que la profondeur ne soit pas le point principal : c'est plutôt l'épaisseur de la couverture de terre qui protège le cercueil et empêche les contacts avec l'extérieur qui importe. La législation n'est pas précise à ce sujet. Néanmoins on rappellera que le code rural exige une épaisseur de recouvrement d'un mètre minimum pour l'enfouissement des animaux.

En général, pour une inhumation en pleine terre, les épaisseurs de terre appliquées en couverture sont comprises entre 0,30 et 0,60 m.

D'une manière générale, on considère une hauteur de 0,40 à 0,50 m par cercueil. La profondeur nécessaire à l'enfouissement en pleine terre d'un corps est d'environ 1,40 m (si l'on considère une épaisseur minimale de recouvrement de 1 m). Pour l'inhumation en pleine terre de deux corps superposés, la profondeur doit être de 1,80 m minimum en conservant toujours la couverture d'un mètre. Enfin, pour trois corps superposés, on comptera 2,20 m minimum.

5.3. Durée de rotation des corps

La durée de rotation est fixée de façon à assurer la destruction la plus complète des corps. La durée minimum légale est de 5 ans. Toutefois cette période peut être prolongée selon l'état des cercueils et de la destruction des corps et en fonction de la nature du sol et de la présence d'eau.

Le recours à des traitements de conservation des corps ainsi que la nature du bois du cercueil influencent également le délai de décomposition. Les cercueils en chêne (bois dur) nécessitent une plus longue période de destruction. C'est pourquoi, de façon à favoriser une décomposition efficace et rapide, il est préférable d'utiliser des cercueils en bois léger.

Dans le contexte du projet, en terrains faiblement à moyennement perméables, il faut généralement compter de dix à quinze ans pour assurer la complète disparition des cercueils et des corps (d'après Ottman F. (1987) – Créer ou aménager un cimetière. Ed. du Moniteur).

Le terrain doit être assez perméable à l'eau mais aussi à l'air. Une bonne circulation de l'air dans le sol accélère l'oxydation et le dessèchement du corps, réduisant ainsi la période durant laquelle le cadavre en putréfaction est une source de pollution. La présence de limons en surface évite l'infiltration des eaux de surface vers les cercueils et caveaux. Les graves plus en profondeur présentent une perméabilité à l'eau plus importantes et permettront donc une infiltration et épuration des eaux « contaminées » avant atteinte de la nappe en profondeur. La présence de graves permet aussi une bonne circulation de l'air et donc une dégradation aérobie des corps.

6. FAISABILITE

6.1. Géotechnique

6.1.1. Conditions de terrassements

Les matériaux du site sont de nature limoneuse et possèdent donc une matrice sensible à l'eau. Par conséquent, les travaux devront être réalisés dans les conditions météorologiques favorables pour permettre la circulation des engins sans détériorer la plateforme.

Les terrassements dans ces terrains ne présenteront pas de difficultés particulières et pourront être réalisés avec une pelle de moyenne puissance.

Les terrains présentent une bonne tenue de fouilles dans les limons (formation 2) et moyennes dans les graves sableuses (formation 3). Lors de la réalisation des terrassements en déblais, les terrains seront maintenus, en phase provisoire, par des blindages/ouvrages de soutènement ou par des talus de pentes maximums de 1/1 (1 de base pour 1 de hauteur) dans les limons et 3/2 (3 de base pour 2 de hauteur) dans les graves sableuses. Pour une hauteur de terrassement supérieure à 4.0 m, il faudra prévoir une étude spécifique (mission géotechnique de projet).

6.1.2. Préparation des plateformes

Après décapage de la terre végétale (formation 1), il conviendra de purger les éléments suivants sur toute leur épaisseur au droit des ouvrages :

- les éventuels matériaux évolutifs et les structures enterrées ;
- les remblais de mauvaise qualité (formation 1) ;
- les gros blocs (> 30 cm) présents en fonds de fouille pouvant créer un phénomène de point dur ;
- les éventuelles poches de matériaux médiocres, foisonnés ou décomprimés.

Le rattrapage éventuel des côtes du projet devra être réalisé avec des matériaux granulaires, bien gradués, non gélifs, insensibles à l'eau (matériaux type D3, R21, R61, ou équivalent) et soigneusement compactés par couches, conformément aux recommandations du GTR 2000.

Les terrains en place sont sensibles à l'eau, il est donc recommandé de :

- réaliser les terrassements en situation météorologique favorable ;
- terrasser la dernière couche en rétro sans faire évoluer d'engins sur la pleine masse ;
- régler les plateformes avec des pentes suffisantes pour faciliter l'évacuation des eaux pluviales vers un exutoire adapté ;
- mettre en place les couches de forme à l'avancement des terrassements ;



- protéger les plateformes des intempéries (fermeture rapide, protection avec des bâches en polyane, ...).

Remarque : si les travaux ont lieu en période défavorable ou si le fond de forme présentait une teneur en eau trop importante, un cloutage du fond de forme pourra s'avérer nécessaire.

À tout moment du chantier, toutes les dispositions seront prises pour que les voies d'accès et la plateforme restent au sec.

6.1.3. Fondations

Compte tenu des caractéristiques du projet et du contexte géotechnique, les ouvrages pourront être fondés soit dans les limons (formation 2) soit dans les graves sableuses (formation 3). Elles devront respecter un ancrage minimum de 0.3 m dans le sol support et un encastrement minimum de 1.0 m par rapport à la plus proche surface exposée aux intempéries pour respecter les conditions de mise hors gel des fondations.

Pour une charge verticale centrée, en première approche, la contrainte de calcul (ELS) à retenir est de 50 kPa.

Les terrains sont compatibles avec le creusement des fosses à l'aide d'une pelle hydraulique ou tractopelle.

6.2. Hydrogéologique

Aucun niveau d'eau n'a été mesuré au droit du site et les forages disponibles indiquent un niveau d'eau à 190 m NGF environ. Le point le plus bas du terrain se situe à 206.5 m NGF, la nappe se situerait donc à plus de 15 m de profondeur.

Les terrains présentent des perméabilités qui peuvent être qualifiées de faibles à très faibles en surface. L'infiltration des eaux pluviales sera cependant possible mais avec des vitesses de percolation lentes. Concernant la faisabilité du cimetière au regard des perméabilités mesurées, il semble que la principale contrainte réside dans les faibles perméabilités mesurées dans les couches lithologiques de surface, ne permettant pas l'infiltration des eaux superficielles. Cette problématique pourrait être résolue par la mise en place d'un réseau d'eau pluviale comme dans le cimetière actuel. Il pourrait avoir pour exutoire le réseau du cimetière existant ou le réseau communal (présence de puits d'infiltration sur la route du lotissement La Feyta).

Pour rappel, la réglementation en vigueur impose que le niveau d'un aquifère sous-jacent à la construction d'un cimetière soit à une profondeur minimale d'un mètre en dessous de la sépulture en période de hautes eaux.

Afin de valider les données obtenues lors de cette campagne, nous préconisons de réaliser un suivi du piézomètre en place une fois par trimestre pendant 1 ans et notamment après de fortes pluies.

Ainsi, du fait des contraintes hydrogéologiques, la pose de caveaux 4 places est possible au droit de l'extension du cimetière. Ils respecteront la distance minimale d'un mètre entre le toit de la nappe en période de hautes eaux et le bas des sépultures. La présence de graves limono-sableuse permettra une infiltration et une épuration lentes des eaux « contaminées » avant atteinte de la nappe.

6.3. Sanitaire

Aucun puits inventorié n'a été recensé en aval direct du projet d'extension de cimetière. Il s'agit d'un lotissement récent où les maisons ne possèdent pas de puits. Ce recensement n'est pas exhaustif, cependant, il nous paraît bien représentatif de la situation actuelle. Ainsi, a priori, il n'existe pas de puits situé à moins de 100 m en aval hydraulique du projet de cimetière.

Le projet de cimetière est exclu de tout périmètre de protection de captage d'eau potable.

A ce jour, le risque sanitaire vis-à-vis des usages de l'eau souterraine est très faible voire nul. Il n'existe aucun point d'eau inventorié à moins de 100 m en aval hydraulique du site d'extension du cimetière. Le projet d'extension de cimetière est exclu de tout périmètre de protection de captage d'eau potable.

7. PRECONISATION POUR LIMITER LES IMPACTS

7.1. Préconisation vis-à-vis des profondeurs d'enfouissement et de la contrainte hydrogéologique

Considérant les estimations de la profondeur du toit de la nappe en période de hautes eaux, la mise en place de sépultures jusqu'à une profondeur de 2.4 m est possible.

Compte tenu de la sensibilité à l'eau des terrains du site, on conseillera de protéger toutes les parties enterrées contre les infiltrations d'eau au moyen d'un dispositif drainant ainsi que de réaliser les terrassements en situation météorologique favorable.

7.2. Préconisations vis-à-vis de la contrainte sanitaire

Considérant les paramètres indiqués dans le paragraphe 6.2 précédent, nous préconisons à la Mairie de s'assurer de l'absence de puits et de construction de puits dans un périmètre de 100 m autour du cimetière.

Pour réduire normalement un corps dans le temps, le caveau doit « respirer » et évacuer l'humidité naturellement présente à l'intérieur. Le maintien d'un vide sanitaire entre le dessus du dernier cercueil inhumé et le niveau du sol de l'allée est nécessaire à la ventilation des gaz émanant du corps humain.

7.3. Préconisations vis-à-vis de l'évacuation des eaux superficielles

De façon à limiter le risque d'infiltration d'eau de ruissellement au droit des fosses et caveaux, engendrée par les pentes et la faible perméabilité, nous recommandons vivement d'aménager sur le site un réseau de collecte des eaux pluviales. Cet aménagement consisterait en la mise en place d'un revêtement de surface imperméable (bitume, dalles,...) accompagné d'un réseau de collecte et d'évacuation des eaux pluviales.

Positionné perpendiculairement à la pente, il permettra d'intercepter au mieux les écoulements et les eaux météoriques. Les collecteurs seront disposés régulièrement dans les allées. Les profondeurs et pentes tiendront notamment compte de la cote fil d'eau à l'exutoire. Des pentes adaptées seront appliquées aux surfaces aménagées, notamment dans les allées.

Les eaux pluviales collectées sur les parcelles du projet pourront être connectées au réseau d'eaux pluviales du cimetière existant. Une étude spécifique devra permettre le dimensionnement du réseau d'eaux pluviales. Selon la surface aménagée et l'exutoire, le rejet des eaux pluviales pourrait être soumis à la loi sur l'eau.

8. CONCLUSION

Dans le cadre de l'extension du cimetière communal de Pont Evêque, la société SEA a mandaté ECR Environnement afin de réaliser une étude hydrogéologique au droit de la parcelle prévue pour l'extension.

Les investigations menées permettent de constater que le projet de cimetière sur ce site est envisageable.

Le creusement de fosses apparaît possible à l'aide d'engins classiques de travaux publics (tractopelle ou pelle mécanique).

Le terrain repose dans son ensemble sur des limons puis des graves. La lithologie rencontrée au droit des huit sondages effectués sur les parcelles est relativement homogène d'un sondage à l'autre. On note cependant que l'épaisseur des limons est plus fine sur le côté Nord de la parcelle. Les graves ayant une moins bonne tenue de fouille, les fouilles les moins profondes seront réalisées préférentiellement au Nord de la parcelle.

La nappe souterraine n'a pas été rencontrée lors des sondages effectués au tractopelle en période de moyennes eaux. Aucune trace d'hydromorphie n'a été observée. La mise en place de caveaux 4 places jusqu'à une profondeur de 2.4 m/TA permet donc de respecter la réglementation en vigueur relative au respect de la distance minimale d'un mètre entre le fond des sépultures et le niveau maximal de la nappe d'eau (sous réserve de valider l'absence de nappe lors d'un suivi piézométrique).

Aucun puits n'a été recensé en aval des terrains concernés par l'extension du cimetière. Le projet d'extension de cimetière est exclu de tout Périmètre de Protection de captage d'eau potable. La topographie du site relativement plane n'impose pas la création de terrasse. En revanche, la faible perméabilité des limons facilite le ruissellement de surface. Il sera donc nécessaire de prévoir un réseau d'eau pluvial au droit de la zone d'extension afin de recueillir les eaux météoriques.



Annexe 1

Extrait de la norme NF P 94 500

Extrait de la Norme NF P 94-500 – Novembre 2013

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Elle comprend deux phases :

Phase Étude de Site (ES)

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

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisants 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 avoisants), 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 avoisants), 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 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 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 géotechnique seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).



Annexe 2

Conditions particulières

CONDITIONS PARTICULIERES

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

La société ECR ENVIRONNEMENT 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 à notre client ou à son maître d'œuvre de communiquer par écrit à la société ECR ENVIRONNEMENT ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour 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 (ex. : remblais anciens ou nouveaux, cavités, hétérogénéités localisées, venue d'eau, etc.) doit être signalé à ECR ENVIRONNEMENT qui pourra reconsidérer tout ou une 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 une partie des ouvrages d'infrastructure ne saurait en aucun cas engager notre responsabilité.

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 d'ECR ENVIRONNEMENT.

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

Les altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cote de références rattachées 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.

Annexe 3

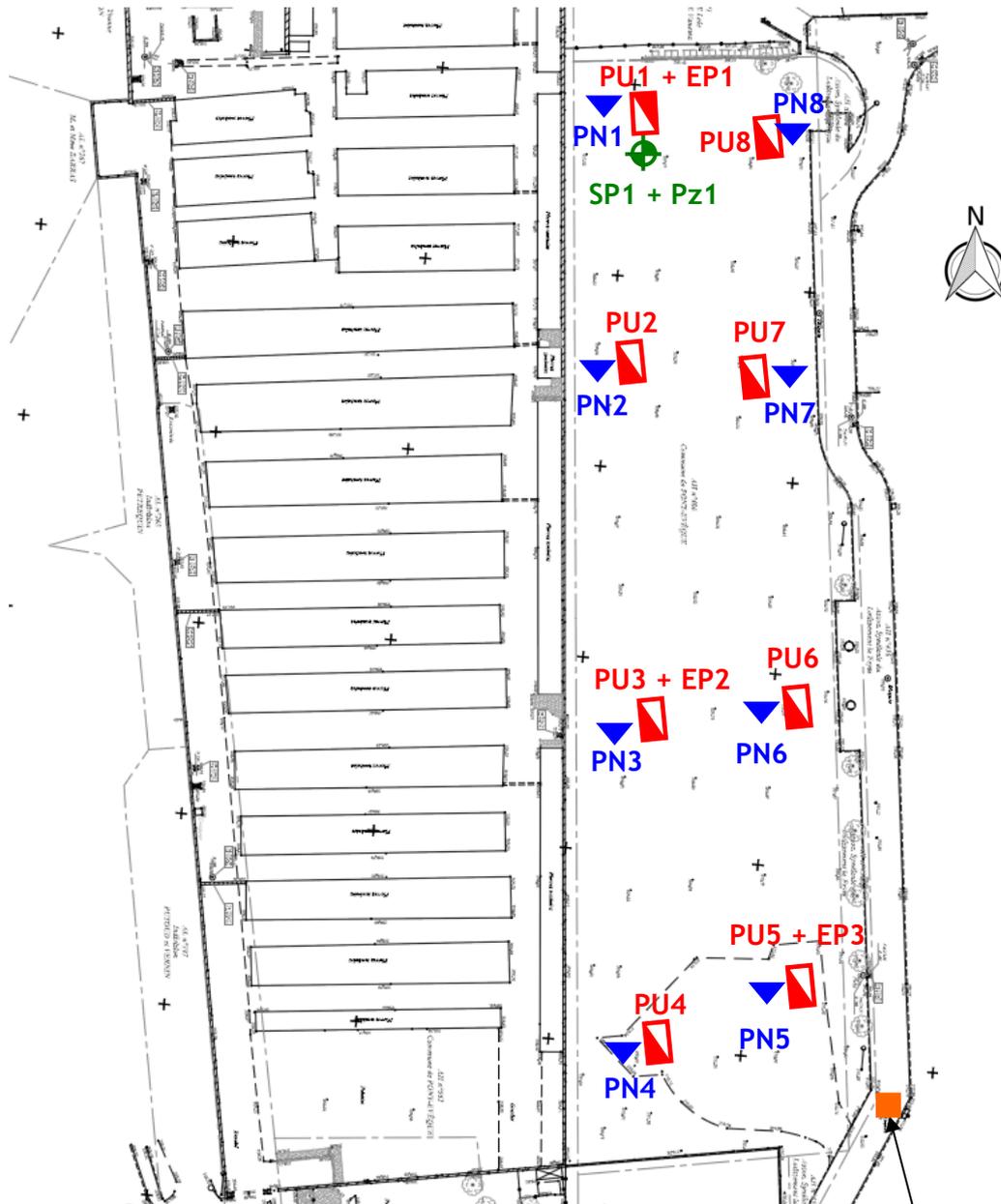
Plan d'implantation

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

Affaire : Pont-Evêque (38) – Extension d'un cimetière

Client : Synergie - Etude - Aménagement (SEA)

N° Dossier : 6901705



Légende :

Sondages à la pelle (PU) et essais de perméabilité (EP) : 

Sondage pressiométrique (SP) et piézomètre (Pz) : 

Essais au pénétromètre dynamique (PN) : 

Référence du nivellement (m NGF) : 

Référence nivellement :
plaque GRDF à 210.86 m NGF

Annexe 4

Coupes des sondages et résultats des essais in situ

TEST D'INFILTRATION - EP1 (méthode fosse à niveau variable)

Chantier : Pont-Evêque (38)
Extension d'un cimetière

N° dossier : 6901705

Client : Synergie - Etude - Aménagement (SEA)

Date essai : 17/07/2018

Sondage : PU1

Profondeur : 1,1 m

Formation : Limons

Dimensions de la fouille :

<i>Longueur</i>	<i>Largeur</i>
1,10 m	0,45 m

Méthode de calcul

La perméabilité est calculée suivant la méthode de l'essai à la fosse à niveau variable en utilisant les formules suivantes :

$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln\left(\frac{h+C}{H+C}\right)$$

Avec :

$$C = \frac{L \cdot l}{2 \times (L + l)}$$

K : perméabilité (m/s)

t : temps (min)

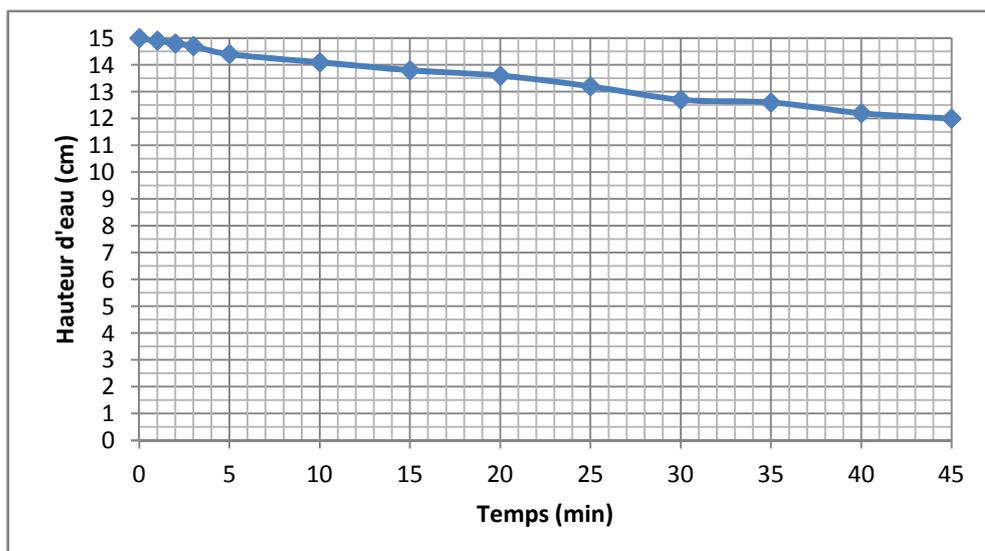
H : hauteur d'eau à $t = 0$

h : hauteur d'eau à l'instant t

L : longueur de la fosse

l : largeur de la fosse

Diagramme d'infiltration



Résultat

Perméabilité K (m/s) :

7E-06

TEST D'INFILTRATION - EP2 (méthode fosse à niveau variable)

Chantier : Pont-Evêque (38)
 Extension d'un cimetière

N° dossier : 6901705

Client : Synergie - Etude - Aménagement (SEA)

Date essai : 17/07/2018

Sondage : PU3

Profondeur : 1,1 m

Formation : Limons

Dimensions de la fouille :

<i>Longueur</i>	<i>Largeur</i>
0,80 m	0,45 m

Méthode de calcul

La perméabilité est calculée suivant la méthode de l'essai à la fosse à niveau variable en utilisant les formules suivantes :

$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln\left(\frac{h+C}{H+C}\right)$$

$$C = \frac{L * l}{2 \times (L + l)}$$

Avec :

K : perméabilité (m/s)

t : temps (min)

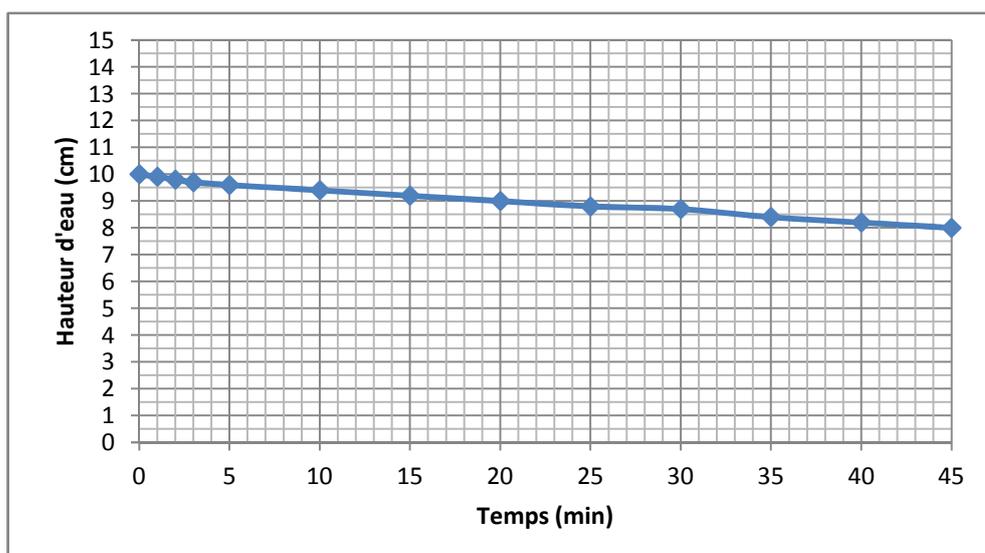
H : hauteur d'eau à $t = 0$

h : hauteur d'eau à l'instant t

L : longueur de la fosse

l : largeur de la fosse

Diagramme d'infiltration



Résultat

Perméabilité K (m/s) :

6E-06

TEST D'INFILTRATION - EP3 (méthode fosse à niveau variable)

Chantier : Pont-Evêque (38)
Extension d'un cimetière

N° dossier : 6901705

Client : Synergie - Etude - Aménagement (SEA)

Date essai : 17/07/2018

Sondage : PU5

Profondeur : 1,1 m

Formation : Limons

Dimensions de la fouille :

Longueur	Largeur
1,00 m	0,45 m

Méthode de calcul

La perméabilité est calculée suivant la méthode de l'essai à la fosse à niveau variable en utilisant les formules suivantes :

$$K = \frac{-C}{60 \times t} \times \ln\left(\frac{h+C}{H+C}\right)$$

Avec :

$$C = \frac{L * l}{2 \times (L + l)}$$

K: perméabilité (m/s)

t: temps (min)

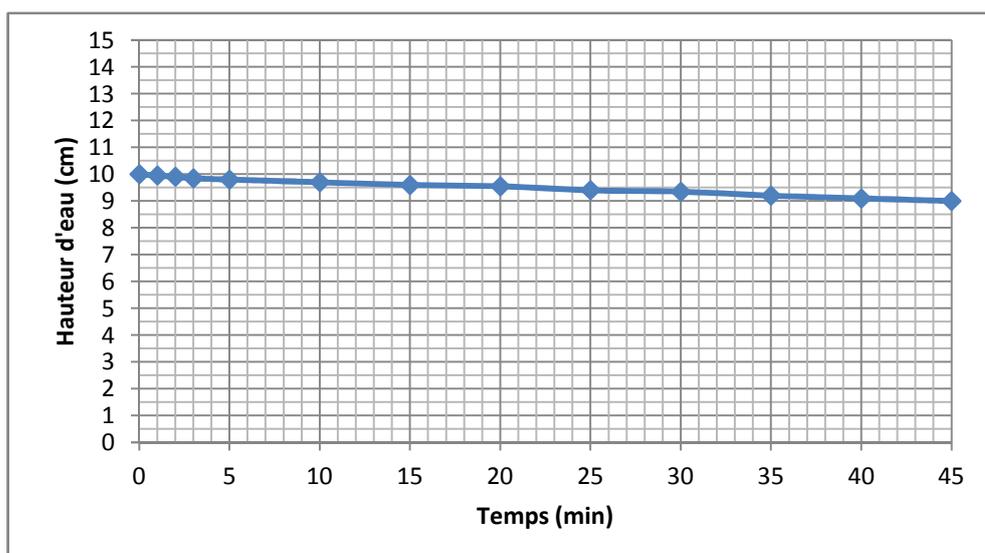
H: hauteur d'eau à $t = 0$

h: hauteur d'eau à l'instant *t*

L: longueur de la fosse

l: largeur de la fosse

Diagramme d'infiltration



Résultat

Perméabilité K (m/s) :

3E-06



Pont-Evêque (38)
Extension d'un cimetière
Synergie - Etude - Aménagement (SEA)

(Contrat 6901705)

Date début : 17/07/2018

Cote NGF : 207.13 m

Profondeur : 0,00 - 2,50 m

Machine : Mini-pelle 5T

1/25

Forage : PU1

EXGTE 3.20/GTE

Cote (m NGF)	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil	Photos
207	0	Terre végétale 0,20 m - NGF : 206,93 m			 
206	1	Limons marron Bonne tenue de fouille 1,40 m - NGF : 205,73 m		Mini-pelle 5T	
205	2	Graves limono-sableuses brun rougeâtre (Dmax 15 cm) Tenue de fouille moyenne 2,50 m - NGF : 204,63 m			



Pont-Evêque (38)
Extension d'un cimetière
Synergie - Etude - Aménagement (SEA)

(Contrat 6901705)

Date début : 17/07/2018

Cote NGF : 208.40 m

Profondeur : 0,00 - 3,40 m

Machine : Mini-pelle 5T

1/25

Forage : PU2

EXGTE 3.20/GTE

Cote (m NGF)	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil	Photos
	0	Terre végétale			
	0,30 m - NGF : 208,10 m				
208		Limons légèrement sableux marron Bonne tenue de fouille		Mini-pelle 5T	
	1				
207					
	2				
206					
	3	Graves sableuses brun gris			
	3,10 m - NGF : 205,30 m				
		Graves sableuses brun gris Tenue de fouille moyenne			
	3,40 m - NGF : 205,00 m				



Pont-Evêque (38)
Extension d'un cimetière
Synergie - Etude - Aménagement (SEA)

(Contrat 6901705)

Date début : 17/07/2018

Cote NGF : 209.57 m

Profondeur : 0,00 - 2,70 m

Machine : Mini-pelle 5T

1/25

Forage : PU3

EXGTE 3.20/GTE

Cote (m NGF)	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil	Photos
	0	Terre végétale			
	0,30 m - NGF : 209,27 m				
209	1	Limons légèrement argileux marron Bonne tenue de fouille		Mini-pelle 5T	
208	2				
207		2,70 m - NGF : 206,87 m			



Pont-Evêque (38)
Extension d'un cimetière
Synergie - Etude - Aménagement (SEA)

(Contrat 6901705)

Date début : 17/07/2018

Cote NGF : 209.87 m

Profondeur : 0,00 - 3,30 m

Machine : Mini-pelle 5T

1/25

Forage : PU4

EXGTE 3.20/GTE

Cote (m NGF)	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil	Photos
	0	R R R R R R R R R R R R R R R Couche de forme sablo-graveleuse grise (présence d'un géotextile à 0.2 m de profondeur) 0,20 m - NGF : 209,67 m			
209	1	Limons légèrement sableux marron Bonne tenue de fouille		Mini-pelle 5T	
208	2				
207	3	3,30 m - NGF : 206,57 m			
					



Pont-Evêque (38)
Extension d'un cimetière
Synergie - Etude - Aménagement (SEA)

(Contrat 6901705)

Date début : 17/07/2018

Cote NGF : 210.98 m

Profondeur : 0,00 - 2,50 m

Machine : Mini-pelle 5T

1/25

Forage : PU5

EXGTE 3.20/GTE

Cote (m NGF)	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil	Photos
	0	R R R R R R R R R R R R Couche de forme sablo-graveleuse grise (présence d'un géotextile à 0.2 m de profondeur) 0,20 m - NGF : 210,78 m			 
210	1	Limons légèrement argileux marron		Mini-pelle 5T	
209	2	2,50 m - NGF : 208,48 m			



Pont-Evêque (38)
Extension d'un cimetière
Synergie - Etude - Aménagement (SEA)

(Contrat 6901705)

Date début : 17/07/2018

Cote NGF : 210.44 m

Profondeur : 0,00 - 3,20 m

Machine : Mini-pelle 5T

1/25

Forage : PU6

EXGTE 3.20/GTE

Cote (m NGF)	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil	Photos
	0	Terre végétale			
	0,30 m - NGF : 210,14 m				
210		Limons légèrement sableux marron Bonne tenue de fouille		Mini-pelle 5T	
	1				
209					
	2				
208					
	3				
	3,20 m - NGF : 207,24 m				



Pont-Evêque (38)
Extension d'un cimetière
Synergie - Etude - Aménagement (SEA)

(Contrat 6901705)

Date début : 17/07/2018

Cote NGF : 208.98 m

Profondeur : 0,00 - 3,20 m

Machine : Mini-pelle 5T

1/25

Forage : PU7

EXGTE 3.20/GTE

Cote (m NGF)	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil	Photos
	0	Terre végétale			
	0,30 m	0,30 m - NGF : 208,68 m			
208	1	Limons légèrement sableux marron Bonne tenue de fouille		Mini-pelle 5T	
207	2				
206	3				
		Graves sableuses brun gris			
		3,20 m - NGF : 205,78 m			



Pont-Evêque (38)
Extension d'un cimetière
Synergie - Etude - Aménagement (SEA)

(Contrat 6901705)

Date début : 17/07/2018

Cote NGF : 207.13 m

Profondeur : 0,00 - 3,20 m

Machine : Mini-pelle 5T

1/25

Forage : PU8

EXGTE 3.20/GTE

Cote (m NGF)	Prof. (m)	Lithologie	Eau	Outil	Photos
207	0	Terre végétale 0,30 m - NGF : 206,83 m			
		Limons légèrement sableux marron Bonne tenue de fouille 1,00 m - NGF : 206,13 m			
206	1	Graves limono-sableuses brun rougeâtre (Dmax 20 cm) Tenue de fouille moyenne 3,20 m - NGF : 203,93 m		Mini-pelle 5T	
205	2				
204	3				



Dossier: 6901705

Site : Pont-Evêque (38)

Sondage : **SP1**

Client : Synergie - Etude - Aménagement (SEA)

Type :

Etude : Extension d'un cimetière

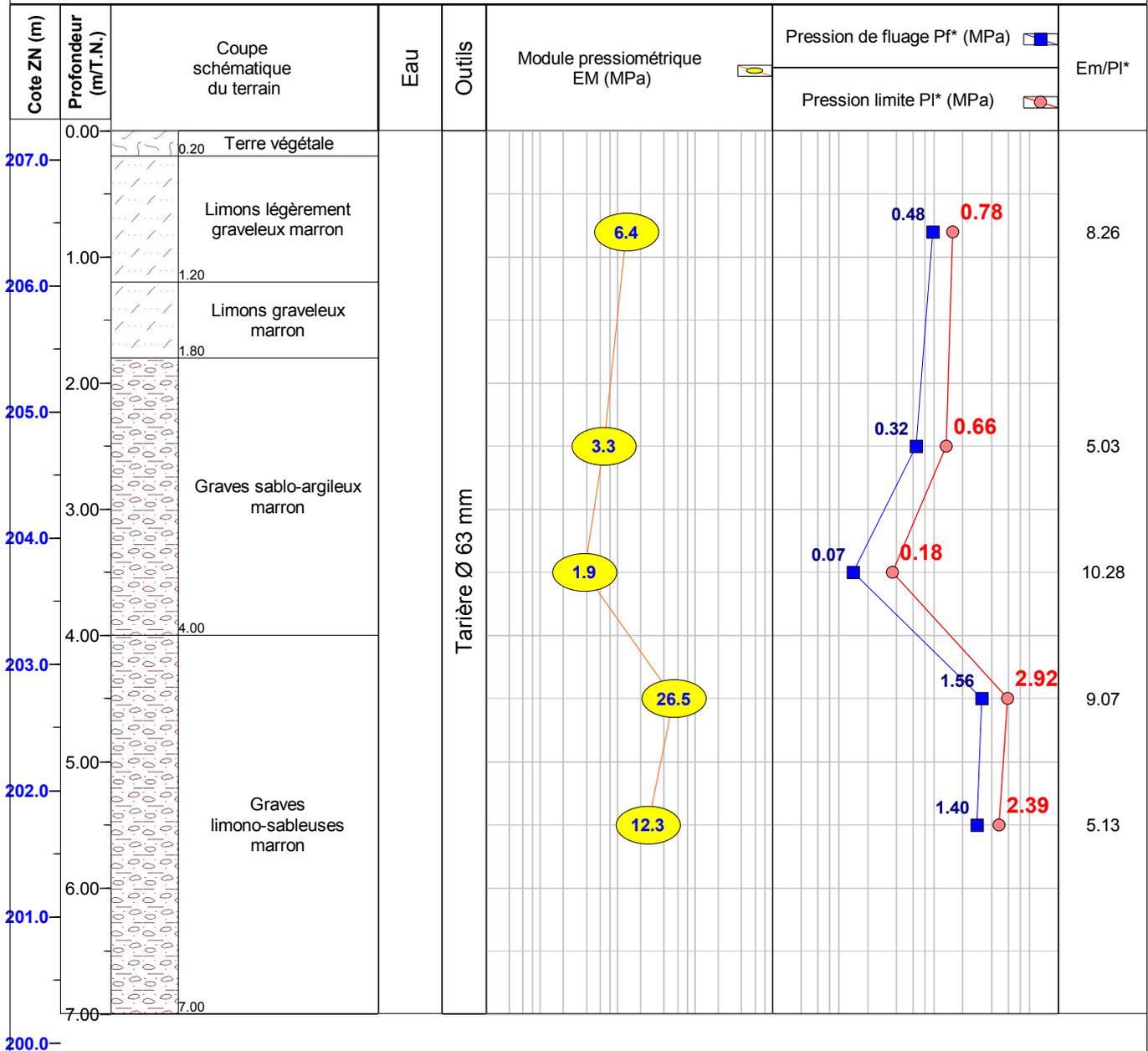
Z: 207,23 m

Date : 11/08/2018

X:

Y:

Echelle : 1 / 50



Observations :

CPV (Type/n°série) :

Piézomètre Pz1

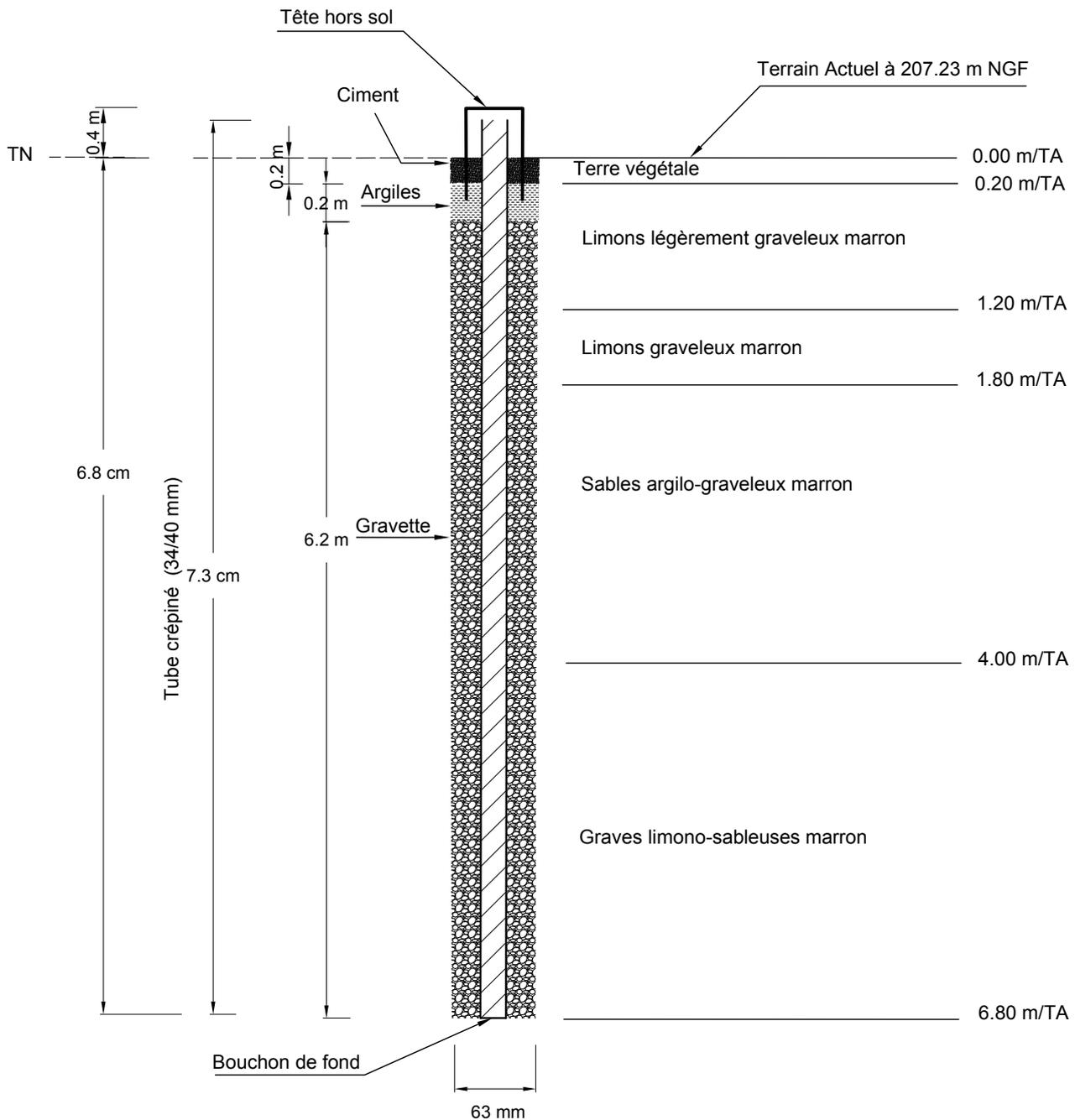


Affaire : Pont-Evêque (38) - Extension d'un cimetière

Client : Synergie - Etude - Aménagement (SEA)

N° dossier : 6901705

Vue en coupe - Echelle 1/50



PENETROMETRE DYNAMIQUE PN1

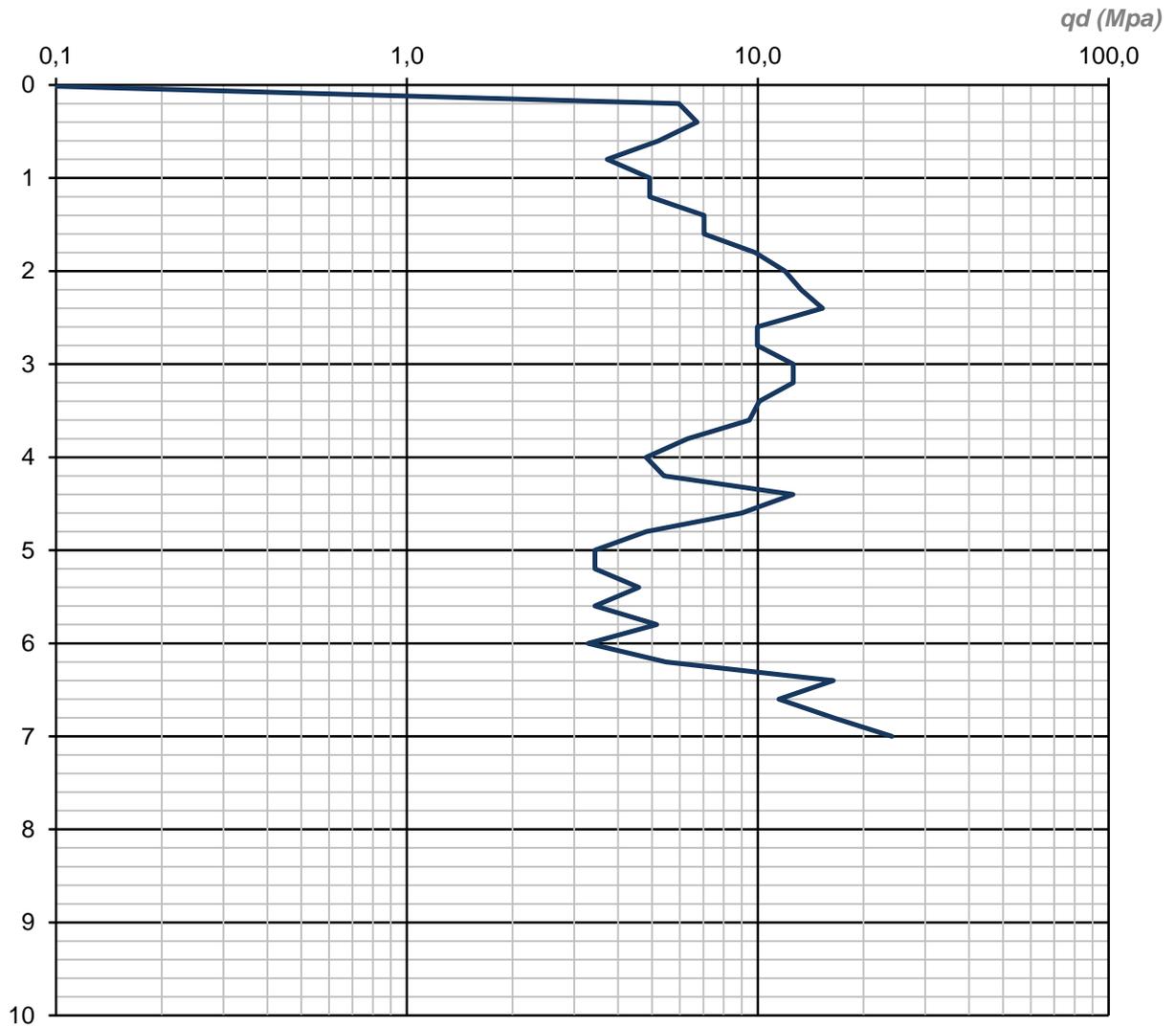
Chantier : Pont-Evêque (38)
 Extension d'un cimetière

N° dossier : 6901705

Date essai : 17/07/2018

Client : Synergie - Etude - Aménagement (SEA)

Cote NGF : 207,13 m



Profondeur (m)

Profondeur d'arrêt : 7,0 m (arrêt)

Essai réalisé suivant la norme NF EN ISO 22476-2

Pénétrömètre dynamique lourd type DPSH-B

Masse du mouton : 63,5 kg Hauteur de chute : 75 cm Tige : 1 m / 6 Kg Section des pointe : 20 cm²

PENETROMETRE DYNAMIQUE PN2

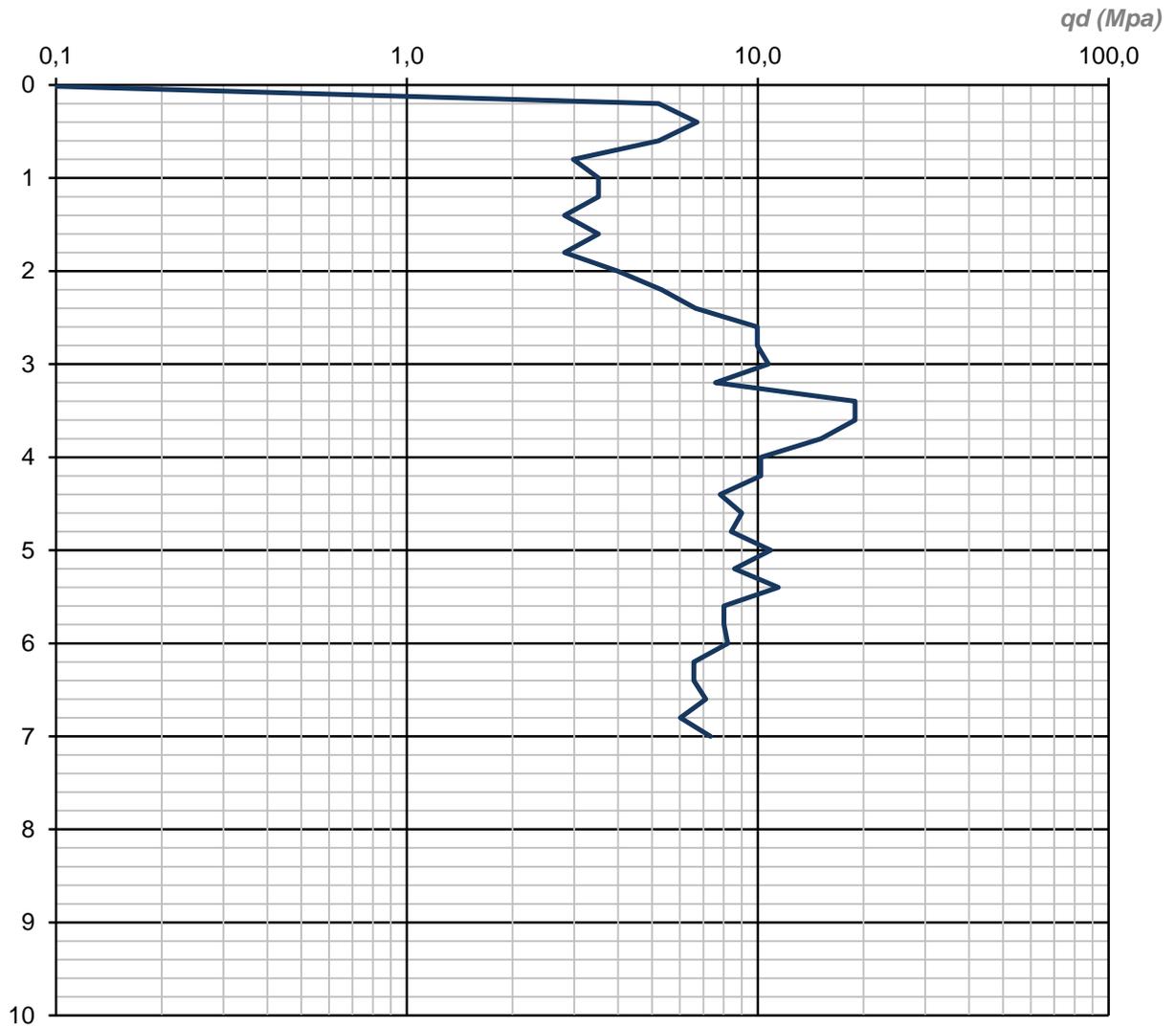
Chantier : **Pont-Evêque (38)**
Extension d'un cimetière

N° dossier : 6901705

Date essai : 17/07/2018

Client : Synergie - Etude - Aménagement (SEA)

Cote NGF : 208,40 m



Profondeur (m)

Profondeur d'arrêt : 7,0 m (arrêt)

Essai réalisé suivant la norme NF EN ISO 22476-2

Pénétromètre dynamique lourd type DPSH-B

Masse du mouton : 63,5 kg Hauteur de chute : 75 cm Tige : 1 m / 6 Kg Section des pointe : 20 cm²

PENETROMETRE DYNAMIQUE PN3

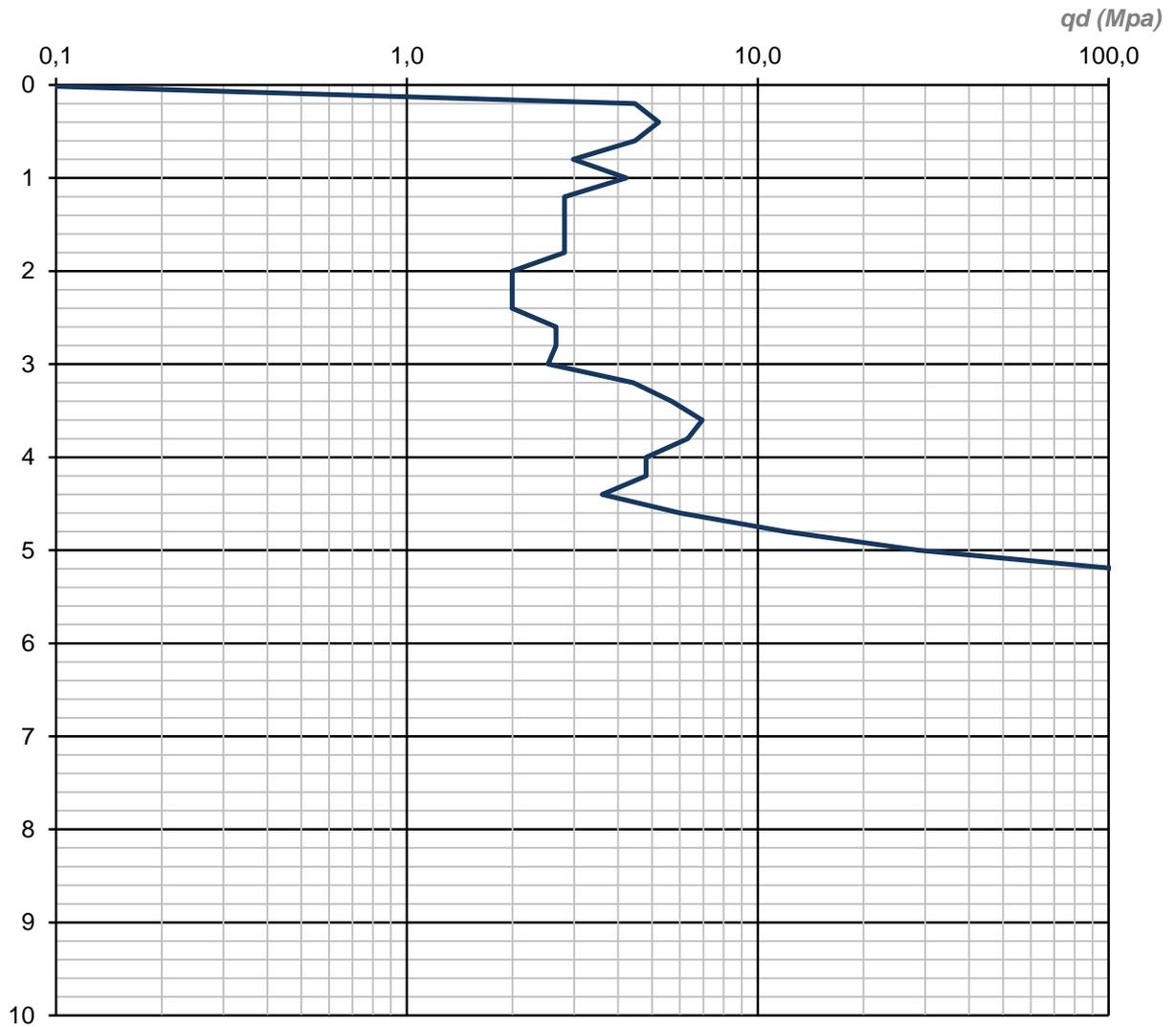
Chantier : Pont-Evêque (38)
 Extension d'un cimetière

N° dossier : 6901705

Date essai : 17/07/2018

Client : Synergie - Etude - Aménagement (SEA)

Cote NGF : 209,57 m



Profondeur (m)

Profondeur d'arrêt : 5,2 m (refus)

Essai réalisé suivant la norme NF EN ISO 22476-2

Pénétrömètre dynamique lourd type DPSH-B

Masse du mouton : 63,5 kg Hauteur de chute : 75 cm Tige : 1 m / 6 Kg Section des pointe : 20 cm²

PENETROMETRE DYNAMIQUE PN4

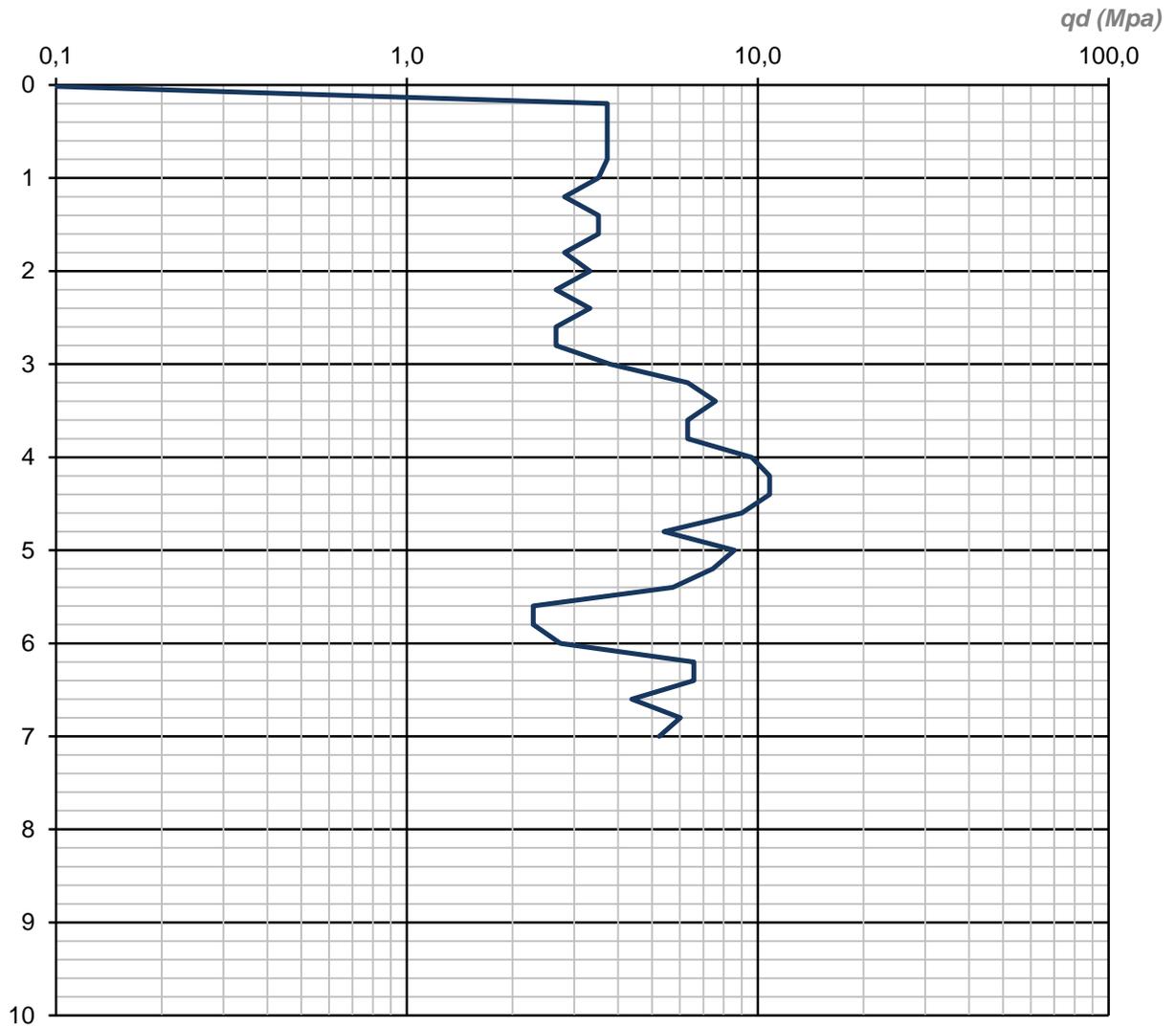
Chantier : Pont-Evêque (38)
Extension d'un cimetière

N° dossier : 6901705

Date essai : 17/07/2018

Client : Synergie - Etude - Aménagement (SEA)

Cote NGF : 209,87 m



Profondeur (m)

Profondeur d'arrêt : 7,0 m (arrêt)

Essai réalisé suivant la norme NF EN ISO 22476-2

Pénétrömètre dynamique lourd type DPSH-B

Masse du mouton : 63,5 kg Hauteur de chute : 75 cm Tige : 1 m / 6 Kg Section des pointe : 20 cm²

PENETROMETRE DYNAMIQUE PN5

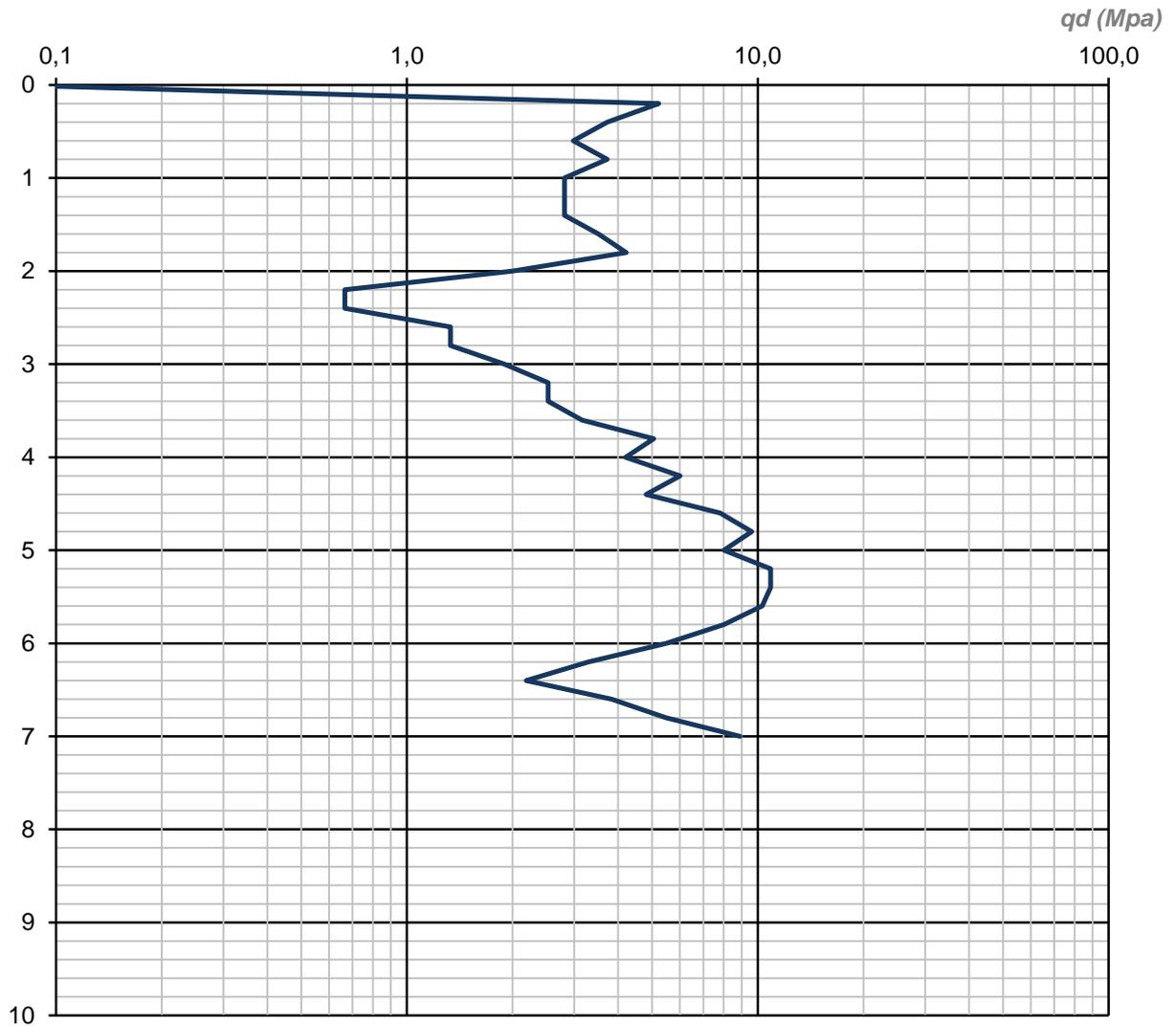
Chantier : Pont-Evêque (38)
 Extension d'un cimetière

N° dossier : 6901705

Date essai : 17/07/2018

Client : Synergie - Etude - Aménagement (SEA)

Cote NGF : 210,98 m



Profondeur (m)

Profondeur d'arrêt : 7,0 m (arrêt)

Essai réalisé suivant la norme NF EN ISO 22476-2

Pénétrömètre dynamique lourd type DPSH-B

Masse du mouton : 63,5 kg Hauteur de chute : 75 cm Tige : 1 m / 6 Kg Section des pointe : 20 cm²

PENETROMETRE DYNAMIQUE PN6

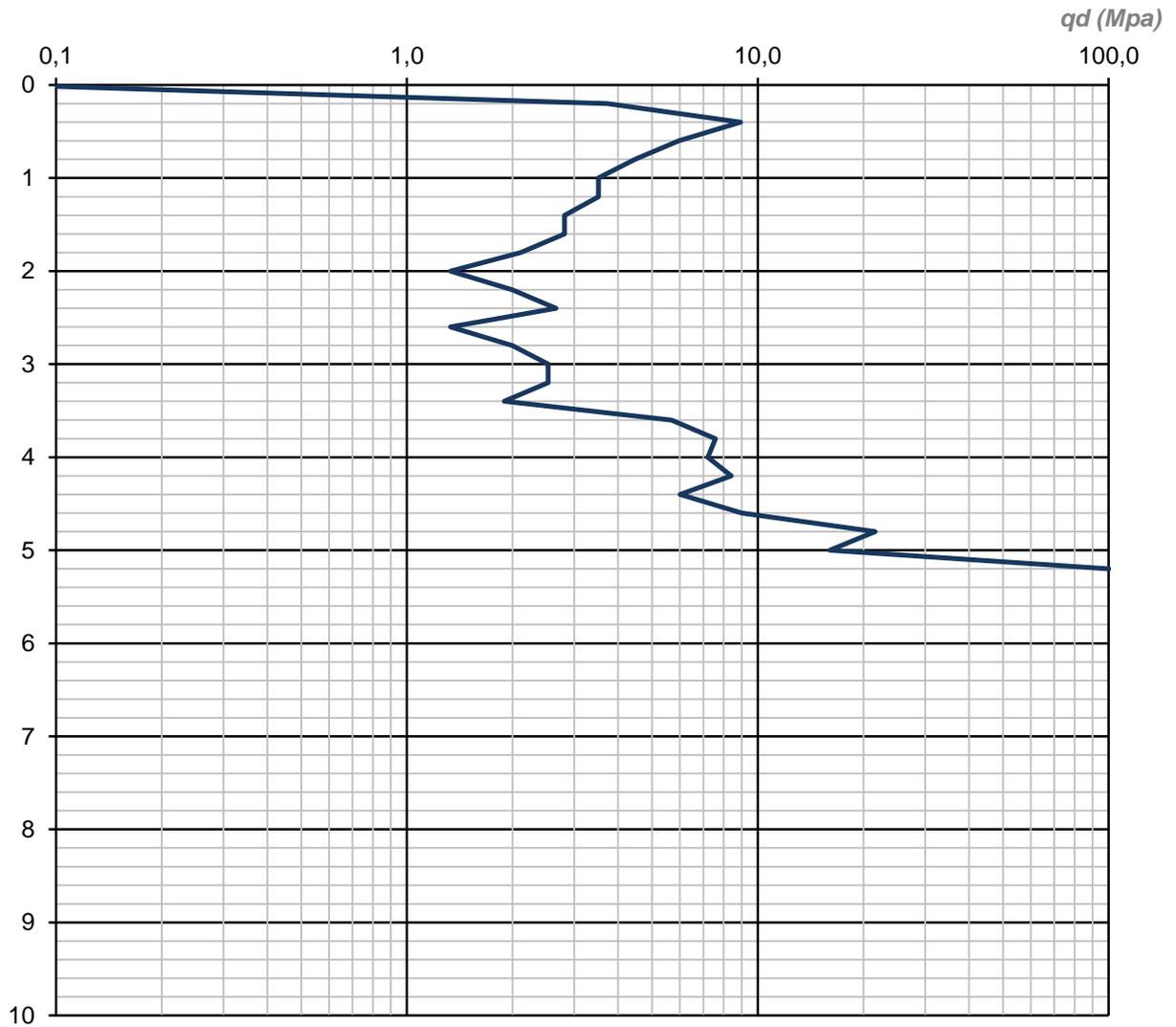
Chantier : Pont-Evêque (38)
Extension d'un cimetière

N° dossier : 6901705

Date essai : 17/07/2018

Client : Synergie - Etude - Aménagement (SEA)

Cote NGF : 210,44 m



Profondeur (m)

Profondeur d'arrêt : 5,2 m (refus)

Essai réalisé suivant la norme NF EN ISO 22476-2

Pénétromètre dynamique lourd type DPSH-B

Masse du mouton : 63,5 kg Hauteur de chute : 75 cm Tige : 1 m / 6 Kg Section des pointe : 20 cm²

PENETROMETRE DYNAMIQUE PN7

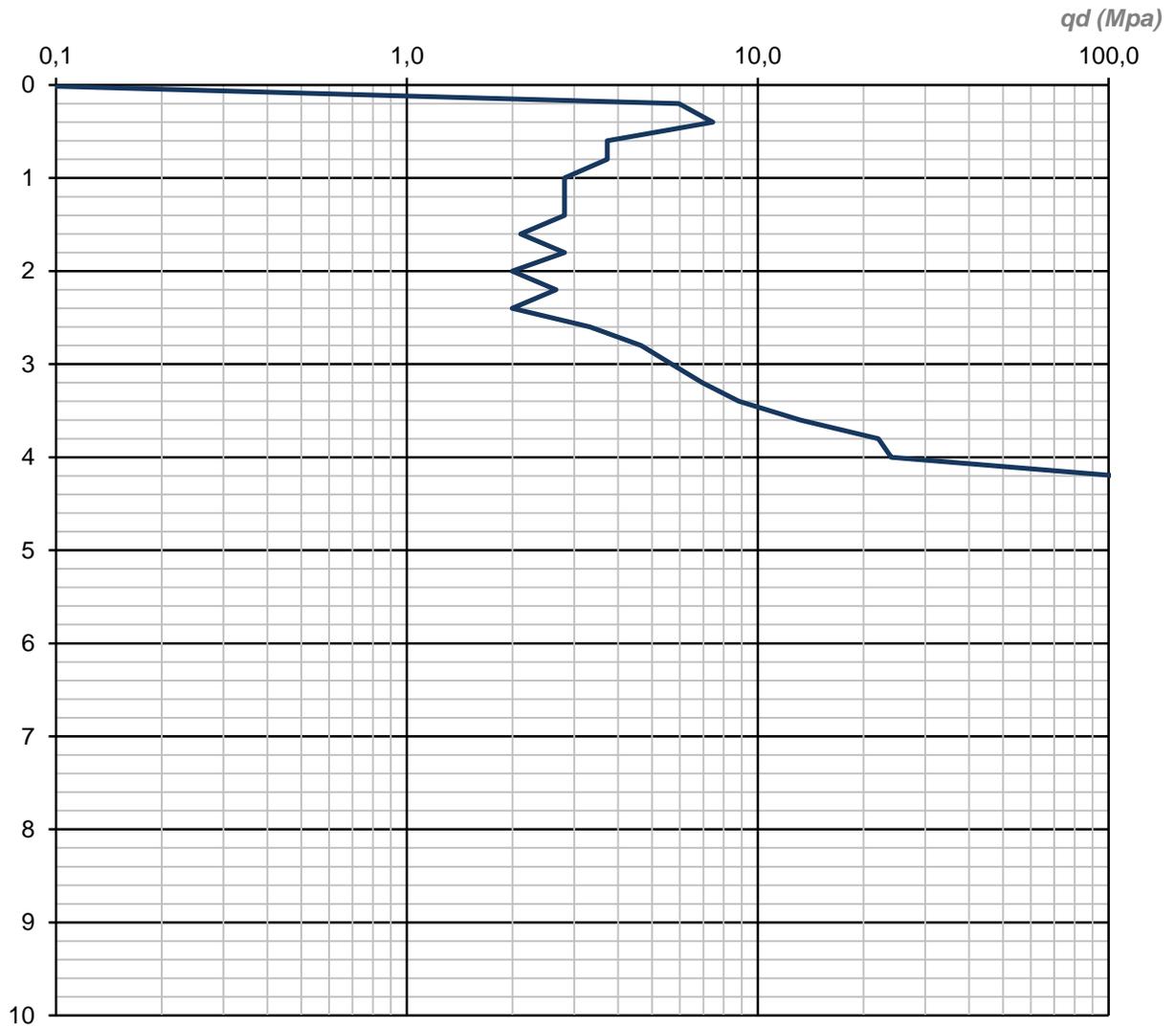
Chantier : Pont-Evêque (38)
 Extension d'un cimetière

N° dossier : 6901705

Date essai : 17/07/2018

Client : Synergie - Etude - Aménagement (SEA)

Cote NGF : 208,98 m



Profondeur (m)

Profondeur d'arrêt : 4,2 m (refus)

Essai réalisé suivant la norme NF EN ISO 22476-2

Pénétromètre dynamique lourd type DPSH-B

Masse du mouton : 63,5 kg Hauteur de chute : 75 cm Tige : 1 m / 6 Kg Section des pointe : 20 cm²

PENETROMETRE DYNAMIQUE PN8

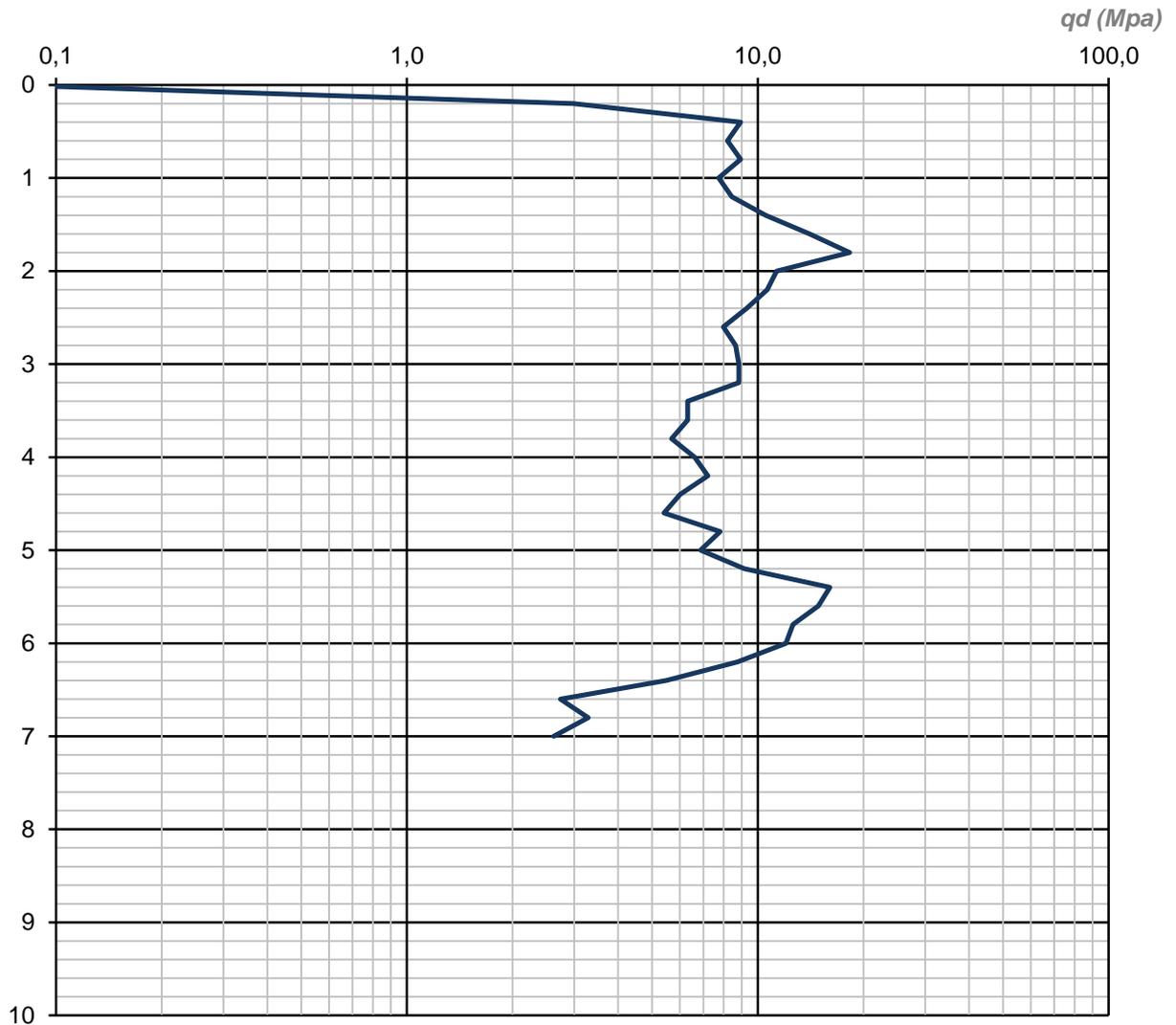
Chantier : Pont-Evêque (38)
Extension d'un cimetière

N° dossier : 6901705

Date essai : 17/07/2018

Client : Synergie - Etude - Aménagement (SEA)

Cote NGF : 207,13 m



Profondeur (m)

Profondeur d'arrêt : 7,0 m (arrêt)

Essai réalisé suivant la norme NF EN ISO 22476-2

Pénétromètre dynamique lourd type DPSH-B

Masse du mouton : 63,5 kg Hauteur de chute : 75 cm Tige : 1 m / 6 Kg Section des pointe : 20 cm²