

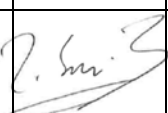
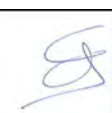
Aménagement du quartier Archipel II au Wacken STRASBOURG (67) – Boulevard de Dresde

Étude géotechnique de conception (G2)
Phase Avant-Projet (AVP)

02/04/2019



Agence de Strasbourg • 13 rue de l'Electricité • 67800 HOENHEIM
Tél. 33 (0) 3 88 81 20 50 • Fax 33 (0) 3 88 81 21 50 • cebtpr.strasbourg@groupeginger.com

<p style="text-align: center;"><i>Eurométropole de Strasbourg</i></p> <p style="text-align: center;">AMENAGEMENT DU QUARTIER ARCHIPEL II</p> <p style="text-align: center;">STRASBOURG (67) – Boulevard de Dresde</p> <p style="text-align: center;">RAPPORT - ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2) – Phase AVP</p>							
Dossier : EST2.I.076-28				Contrat : EST2.J.0044			
Indice	Date	Chargé d'affaire	Visa	Vérifié par	Visa	Contenu	Observations
1	02/04/19	PO SEDRATI		E GARNIER		36 pages 6 annexes	

A compter du paiement intégral de la mission, le client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser à condition de respecter et de faire respecter les limites d'utilisation des résultats qui y figurent et notamment les conditions de validité et d'application du rapport.

Sommaire

1. Plans de situation	5
1.1. Extrait de carte IGN	5
1.2. Image aérienne	5
2. Contexte de l'étude.....	6
2.1. Données générales	6
2.1.1. Généralités	6
2.1.2. Documents communiqués	6
2.2. Description du site.....	6
2.2.1. Topographie, occupation du site et avoisinants.....	6
2.2.2. Contextes géologique, hydrogéologique et sismique	7
2.3. Caractéristiques de l'avant-projet	8
2.3.1. Descriptif du projet	8
2.3.2. Terrassements prévus	9
2.4. Mission Ginger CEBTP	9
3. Investigations géotechniques.....	11
3.1. Préambule	11
3.2. Implantation et nivellement.....	11
3.3. Sondages, essais et mesures in situ	11
3.3.1. Investigations in situ	11
3.3.2. Essais de perméabilité in situ	13
3.3.3. Piézométrie	13
4. Synthèse des investigations	14
4.1. Modèle géologique général.....	14
4.2. Contexte hydrogéologique général	16
4.2.1. Piézométrie	16
4.2.2. Perméabilité	17
4.2.3. Inondabilité	18
4.3. Risques naturels.....	20
4.3.1. Risque sismique – données parasismiques réglementaires	20
4.3.2. Liquéfaction.....	20
5. Principes généraux de construction en phase avant-projet	21
5.1. Analyse du contexte et principes d'adaptation.....	21

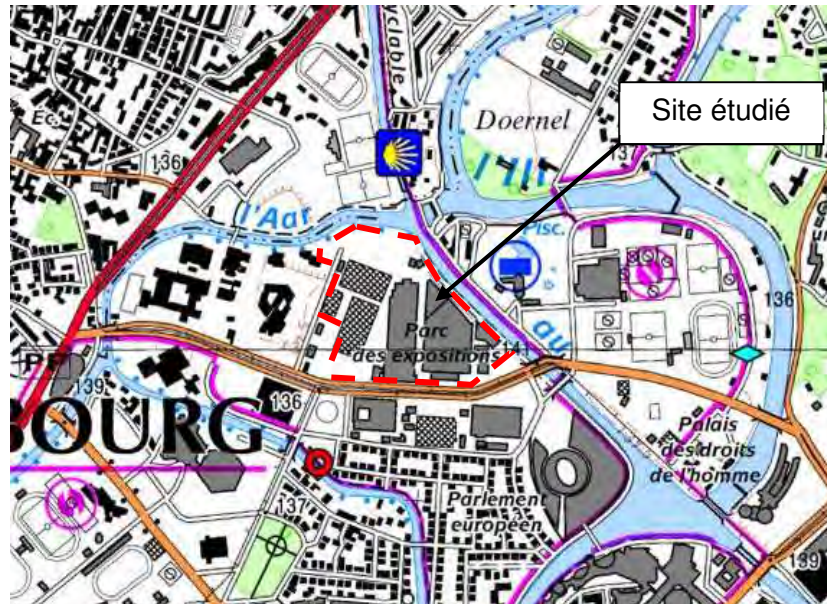
5.2. Adaptations générales de l'avant-projet – réalisation des terrassements.....	22
5.2.1. Traficabilité en phase chantier.....	22
5.2.2. Terrassabilité des matériaux.....	23
5.2.3. Drainage en phase chantier.....	23
5.2.4. Talus éventuels.....	23
6. Voiries.....	24
6.1. Préambule.....	24
6.2. Hypothèses de calcul.....	24
6.3. Partie Supérieure des Terrassements (PST) et classe d'arase.....	24
6.4. Couche de forme.....	24
6.5. Structure type de chaussée.....	25
7. Fondations des passerelles.....	27
7.1. Généralités.....	27
7.2. Calcul de la capacité portante.....	27
7.3. Coefficients de modèles.....	28
7.4. Pondérations.....	28
7.5. Prédimensionnement pour la passerelle du Canal (sondages SP1 et SP2).....	28
7.5.1. Pieux côté Ouest (SP1).....	28
7.5.2. Pieux côté Est (SP2).....	31
7.6. Prédimensionnement pour la passerelle de l'Aar.....	33
7.6.1. Pieux côté Sud (SP3).....	33
7.6.2. Pieux côté Nord (sondage à réaliser).....	35
7.7. Dispositions constructives.....	35
7.8. Protection des ouvrages vis-à-vis du risque sismique.....	36
8. Observations majeures.....	36

ANNEXES

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES
ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES
ANNEXE 3 – SONDAGES AVEC ESSAIS PRESSIOMETRIQUES
ANNEXE 4 – SONDAGES A LA TARIERE ET ESSAIS DE PENETRATION DYNAMIQUE
ANNEXE 5 – RESULTATS DES ESSAIS D'INFILTRATION
ANNEXE 6 – FORAGES AVEC PIEZOMETRE

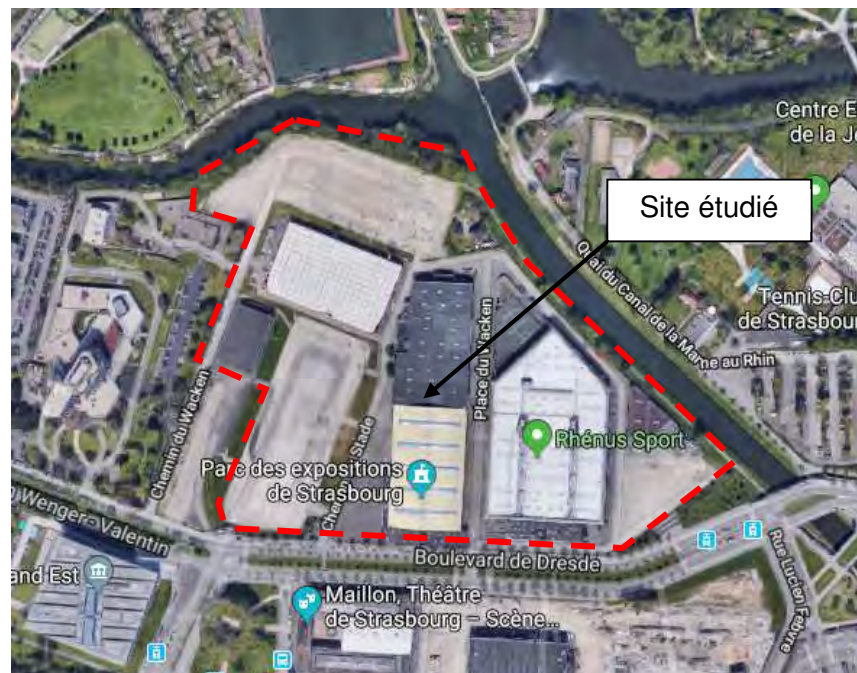
1. Plans de situation

1.1. Extrait de carte IGN



Source : www.geoportail.gouv.fr

1.2. Image aérienne



Source : www.geoportail.gouv.fr

2. Contexte de l'étude

2.1. Données générales

2.1.1. Généralités

Nom de l'opération : Aménagement du quartier Archipel II.

Adresse : Boulevard de Dresde, Parc des Expositions.

Commune : STRASBOURG (67).

Client / Maître d'Ouvrage : Eurométropole de Strasbourg.

B.E.T. infra / V.R.D. : INGEROP.

2.1.2. Documents communiqués

Les documents qui nous ont été communiqués et qui ont été utilisés dans le cadre de ce rapport, sont les suivants :

- Plan d'aménagement du nouveau quartier,
- Plan d'implantation des sondages,
- Plan topographique du terrain existant,
- Plan des réseaux existants.

2.2. Description du site

2.2.1. Topographie, occupation du site et avoisinants

Le site concerné par les investigations s'inscrit dans un environnement urbain d'activités tertiaires et s'inscrit dans le quartier du Wacken à STRASBOURG (67). Il s'agit de l'actuel Parc des Expositions.

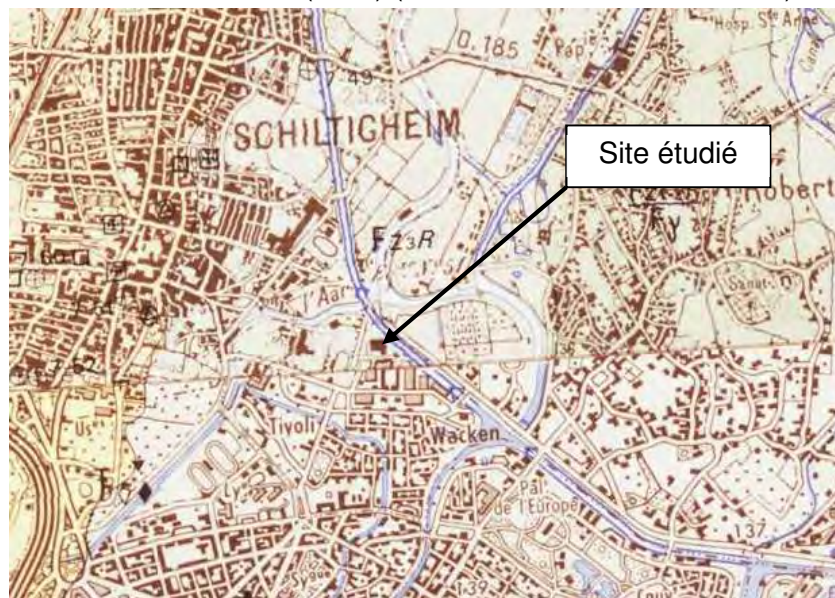
Le terrain est bordé à l'Est et au Nord par la rivière de l'Aar, au sud par le boulevard de Dresde et à l'Ouest par une parcelle où est actuellement construit le nouveau Maillon.

Le terrain est relativement plat et sa cote altimétrique moyenne est d'environ +136.70 IGN69. On note toutefois qu'une partie du terrain est situé environ 1.0 m en contre-bas, soit vers la cote +135.50 IGN69.

Lors de notre intervention, il subsistait des constructions qu'il est prévu de démolir ou de restructurer.

2.2.2. Contextes géologique, hydrogéologique et sismique

D'après notre expérience locale et les cartes géologiques de STRASBOURG et BRUMATH à l'échelle 1/50000, le site serait constitué, sous les remblais d'aménagement du site, des alluvions sablo-caillouteuses du Rhin (Fz₃R) (cf. extrait de carte ci-dessous) :



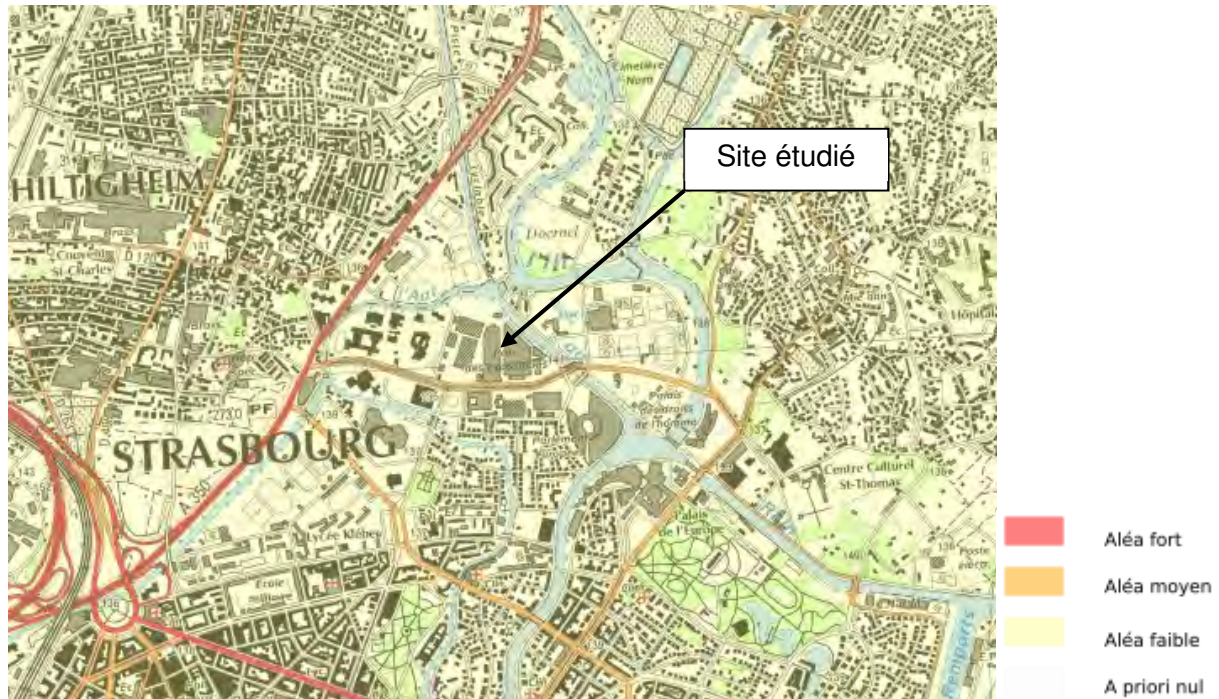
Source : www.infoterre.brgm.fr

D'après notre expérience locale et le site de l'APRONA, la formation des cailloutis du Rhin est réputée être le siège d'une nappe dont le toit se situerait en période de moyennes eaux entre les cotes +134.0 et +135.0 NGF (cf. extrait de carte ci-dessous) :



Source : www.carto.aprona.net

D'autre part, d'après le site « www.argiles.fr », le terrain étudié présenterait un aléa « faible » vis-à-vis du phénomène de retrait / gonflement des argiles (cf. extrait de carte ci-dessous) :



Source : www.infoterre.brgm.fr

Le nouveau zonage sismique de la France (décret n°2010-1255 du 22/10/2010 modifié le 15/09/2014) est applicable. Le site étudié est classé en zone de sismicité 3 (aléa modéré).

2.3. Caractéristiques de l'avant-projet

2.3.1. Descriptif du projet

Le projet prévoit le réaménagement du site pour la création du quartier Archipel II pour le compte de la Ville de Strasbourg.

L'assiette foncière de ce projet, comprenant l'actuelle implantation du hall Rhénus, est située entre le Boulevard de Dresde et le Quai du Canal de la Marne au Rhin.

Le projet consiste en :

- la démolition d'une partie des bâtiments existants,
- la création de voirie et d'aménagements surfaciques,
- la viabilisation de parcelles destinées à accueillir des bâtiments d'habitations et de bureaux,
- la valorisation des eaux pluviales (infiltration, rétention...),
- la création de 2 passerelles piétonnes (une sur le canal de la Marne au Rhin et une sur la rivière de l'Aar).



Plan de masse projet du quartier Archipel II

2.3.2. Terrassements prévus

Les cotes du projet ne sont pas fixées au stade actuel. Toutefois les niveaux des futures voiries se situeront au même niveau que les voiries existantes.

2.4. Mission Ginger CEBTP

La mission de Ginger CEBTP est conforme au contrat n°EST2.J.0044.

Il s'agit d'une ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2) selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique. Plus précisément, compte tenu du niveau d'avancement du projet, notre mission s'intègre dans la phase *Avant-projet* (G2-AVP).

La mission comprend, conformément à la Norme NF P 94-500 de Novembre 2013 :

- une **description générale du site et une approche documentaire** (enquête historique, contexte géologique, zonage sismique, aléas retrait/gonflement, aléas inondation, autres risques naturels non géologiques ...),
- une analyse du **contexte général** et la présentation des **principaux principes d'adaptation** à adopter,
- une analyse du **contexte géologique, géo-mécanique, hydrogéologique et géotechnique** du site (définition des natures et caractéristiques des différentes couches géologiques/géotechniques du sol, des voiries existantes et la présence éventuelle d'eaux souterraines).
 - une analyse portant sur la réalisation des terrassements qui seront étudiés d'un point de vue géotechnique. Les questions de traficabilité du site en phase chantier seront développées. La terrassabilité des matériaux et le potentiel de réutilisation des matériaux seront étudiés,
 - l'identification des aléas et risques : tassements, purges, stabilité des remblais en place dont la qualité et les caractéristiques doivent être reconnues, etc...
 - la définition du taux de travail des sols rencontrés,
 - la sujétion de matériaux pour les terrassements,
 - la détermination du couple AR/PST des terrains rencontrés,
- la précision des enjeux des talutages et du drainage en cours de chantier,
- une présentation des résultats des essais de perméabilité réalisés in situ,
- une ébauche dimensionnelle des structures de chaussée,
- pour les ouvrages d'art, une ébauche dimensionnelle des types de fondation et niveau d'assise, les paramètres géotechniques pour le dimensionnement des fondations, l'estimation des tassements.

La mission G2 phase AVP, réalisée au stade de l'Avant-Projet, doit être suivie d'une mission G2 phase PRO, qui servira de base pour l'élaboration du DCE (Document de Consultation des Entreprises).

3. Investigations géotechniques

3.1. Préambule

Les moyens de reconnaissance et d'essais ont été définis par Ginger CEBTP en accord avec le client.

3.2. Implantation et nivellement

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan joint en annexe 2. Elle a été définie et réalisée par Ginger CEBTP en fonction du projet et des réseaux existants.

Les altitudes des têtes de sondages ont été estimées d'après le plan topographique qui nous a été transmis (cf. Paragraphe 2.1).

3.3. Sondages, essais et mesures in situ

3.3.1. Investigations in situ

Les investigations suivantes ont été réalisées :

Type de sondage	Quantité	Noms	Prof. / TE	Altitude IGN69
Sondages semi-destructifs à la tarière hélicoïdale continue Ø 89 mm et essais au pénétromètre dynamique type DPSH-B Norme NF EN ISO 22476-2	8	T1/PN1	2.0 / 8.0 m	136.80 m
		T2/PN2	2.0 / 8.0 m	137.00 m
		T3/PN3	2.0 / 8.0 m	136.70 m
		T4/PN4	2.0 / 8.0 m	136.70 m
		T5/PN5	2.0 / 8.0 m	136.60 m
		T6/PN6	0.4 / 0.4 m	136.70 m
		T7/PN7	2.0 / 8.0 m	135.50 m
		T8/PN8	2.0 / 8.0 m	136.90 m
Sondage destructif avec enregistrement des paramètres en continu et prélèvement de cuttings Exécution d'essais pressiométriques. Norme NF EN ISO 22476-4	1	SP1	15.0 m	137.90 m
	14			
Sondages semi-destructifs à la tarière hélicoïdale continue Ø 63 mm Exécution d'essais pressiométriques. Norme NF EN ISO 22476-4	2	SP2 SP3	15.0 m 15.0 m	137.60 m 137.10 m
	28			

La profondeur des sondages est conforme à celle définie au contrat.

Le sondage T6/PN6 a été arrêté prématurément en raison du refus à l'avancement de la tarière et du pénétromètre.

Les coupes des sondages et les pénétrogrammes sont présentées en annexes 3 et 4, où l'on trouvera en particulier les renseignements décrits ci-après :

- **Sondages semi-destructifs à la tarière continue :**
 - coupes détaillées des sols,
 - résultats des essais pressiométriques.
- **Sondages destructifs :**
 - coupe approximative des sols*,
 - résultats des essais pressiométriques,
 - diagraphie des paramètres de forage enregistrés :
 - V.A. : vitesse d'avancement instantanée (m/h),
 - P.O. : pression sur l'outil (bars),
 - P.I. : pression d'injection (bars),
 - C.R. : couple de rotation (bars).
- **Essais pressiométriques :**
 - Module pressiométrique : E_M (MPa),
 - Pression limite nette : p_l^* (MPa),
 - Pression de fluage nette : p_f^* (MPa),
 - Rapport E_M/p_l^* .

* l'interprétation des sols à partir des forages de type destructif est faite uniquement d'après l'examen des cuttings, des courbes de pénétration des sols et des diagraphies.

- **Sondages à la tarière et essais au pénétromètre dynamique type DPSH-B :**
 - diagrammes donnant la résistance dynamique q_d (en MPa) en fonction de la profondeur et calculée selon la formule des Hollandais,
 - coupes détaillées des sols.

Nota : les feuilles de sondages peuvent également contenir des informations complémentaires dont les niveaux d'eau éventuels, les incidents de forage, etc...

3.3.2. Essais de perméabilité in situ

Les essais suivants ont été réalisés :

Type d'essai de perméabilité in situ	Dénomination	Altitude IGN69 au niveau du TE	Prof. / TN
Essais de perméabilité à l'eau dans un forage en tube ouvert – NF EN ISO 22282-2	EL1	136.50 m	1.5 - 2.5 m
	EL2	137.00 m	1.5 - 2.5 m
	EL3	136.90 m	1.5 - 2.5 m
	EL4	136.70 m	1.5 - 2.5 m
	EL5	136.40 m	1.5 - 2.5 m
	EL6	136.60 m	1.5 - 2.5 m
	EL7	135.50 m	0.5 - 1.5 m
	EL8	135.60 m	0.5 - 1.5 m
	EL9	136.50 m	1.5 - 2.5 m

3.3.3. Piézométrie

Les équipements suivants ont été mis en place :

Équipement piézométrique	Sondage de référence	Altitude IGN69 au niveau du TE	Prof. / TE
Piézomètre définitif de type fermé avec capot métallique Norme NF P94-157-2	Pz1	137.00 m	7.0 m
Piézomètres définitifs de type fermé avec bouche à clé Norme NF P94-157-2	Pz2	136.80 m	7.0 m
	Pz3	137.00 m	6.0 m
	Pz5	136.80 m	7.0 m

Les relevés des niveaux d'eau effectués ainsi que le détail des équipements mis en place sont indiqués sur les coupes de forage correspondantes.

4. Synthèse des investigations

4.1. Modèle géologique général

Cette synthèse devra être confirmée dans la mission d'étude géotechnique de conception G2 PRO.

Il est à noter que la profondeur des formations est donnée par rapport au terrain naturel tel qu'il était au moment de la reconnaissance.

L'analyse et la synthèse des résultats des investigations réalisées ont permis de dresser les coupes géotechniques schématiques suivantes :

Pour les voiries existantes (sondages T1/PN1, T2/PN2, T3/PN3, T4/PN4 et T5/PN5)

Formation n°0 : Enrobé ou pavés.

Formation n°1 : Couche de forme sablo-graveleuse brune.

Profondeur : ~1.00 m,

Caractéristiques géotechniques : moyennes à élevées,

- Résistance dynamique de pointe (qd) : 5.0 à > 25 MPa,

Formation n°2 : Remblais sablo-graveleux ± limoneux ou limoneux sablo-graveleux.

Profondeur : > 2.0 m,

Caractéristiques géotechniques : faibles,

- Résistance dynamique de pointe (qd) : 1.5 à 4.0 MPa.

Pour les plateformes Nord et Sud existantes (sondages T7/PN7 et T8/PN8)

Formation n°1 : Couche de forme sablo-graveleuse brune.

Profondeur : ~1.00 m,

Caractéristiques géotechniques : élevées,

- Résistance dynamique de pointe (qd) : > 20.0 MPa,

Formation n°2 : Sables et graviers limoneux marron.

Profondeur : ~2.0 m,

Caractéristiques géotechniques : moyennes,

- Résistance dynamique de pointe (qd) : 5.0 à 11.0 MPa,

Formation n°3 : Sables et graviers marron.

Profondeur : > 8.0 m,

Caractéristiques géotechniques : moyennes à élevées,

- Résistance dynamique de pointe (qd) : 10.0 à 20.0 MPa,

Pour la plateforme Est existante (sondages T6/PN6)

Formation n°1 : Couche de forme sablo-graveleuse brune.

Profondeur : >0.40 m,

Caractéristiques géotechniques : élevées,

- Résistance dynamique de pointe (qd) : > 20.0 MPa.

Remarque importante : la tarière ainsi que le pénétromètre n'ont pu être descendus au-delà de 40 cm de profondeur. La présence d'une dalle béton ou de vestiges est probable dans cette zone.

Pour la passerelle du Canal (sondages SP1 et SP2)

Formation n°0 : Terre végétale ou enrobé.

Profondeur : 20 cm de terre végétale ou 8 cm d'enrobé,

Formation n°1 : Couche de forme sablo-graveleuse brune et remblais sablo-graveleux bruns.

Profondeur : 1.70 à 2.00 m,

Caractéristiques géotechniques : faibles à moyennes,

- pression limite (p_l) : 0.31 à 0.89 MPa,
- module pressiométrique (E_M) : 3.0 à 8.0 MPa,

Formation n°2 : Limon sableux, sable limoneux et sables et graviers peu compacts.

Profondeur : ~5.8 m côté Est et ~4.0 m côté Ouest,

Caractéristiques géotechniques : faibles,

- pression limite (p_l) : 0.20 à 0.70 MPa,
- module pressiométrique (E_M) : 2.6 à 13.9 MPa,

Formation n°3a : Sables et graviers moyennement compacts.

Profondeur : ~10.0 m,

Caractéristiques géotechniques : moyennes à élevées,

- pression limite (p_l) : 1.00 à >4.00 MPa,
- module pressiométrique (E_M) : 8.0 à 50.0 MPa,

Formation n°3b : Sables et graviers très compacts.

Profondeur : > 15.0 m,

Caractéristiques géotechniques : élevées,

- pression limite (p_l) : > 4.00 MPa,
- module pressiométrique (E_M) : 30.0 à 87 MPa.

Pour la passerelle de l'Aar (sondage SP3)

Formation n°1 : Remblais sablo-graveleux noirs, puis limoneux gris foncé.

Profondeur : ~2.00 m,

Caractéristiques géotechniques : faibles,

- pression limite (p_l) : 0.22 à 0.39 MPa,
- module pressiométrique (E_M) : 1.4 à 3.3 MPa,

Formation n°2 : Limon finement sableux gris et sables et graviers limoneux gris.

Profondeur : ~3.70,

Caractéristiques géotechniques : faibles,

- pression limite (p_l) : 0.58 MPa,
- module pressiométrique (E_M) : 6.3 MPa,

Formation n°3a : Sables et graviers moyennement compacts.

Profondeur : ~6.00 m,

Caractéristiques géotechniques : moyennes,

- pression limite (p_l) : 1.15 à 1.92 MPa,
- module pressiométrique (E_M) : 8.3 à 11.5 MPa,

Formation n°3b : Sables et graviers très compacts.

Profondeur : > 15.0 m,

Caractéristiques géotechniques : élevées,

- pression limite (p_l) : 3.20 à > 4.00 MPa,
- module pressiométrique (E_M) : 22.0 à 67 MPa.

Remarque importante : un sondage complémentaire doit être réalisé de l'autre côté de l'Aar pour vérifier la lithologie et les caractéristiques géo-mécaniques des terrains.

4.2. Contexte hydrogéologique général

4.2.1. Piézométrie

Des niveaux d'eau correspondant au niveau de la nappe phréatique ont été relevés dans les sondages. Ces niveaux d'eaux s'établissent comme suit :

Sondage	SP1		SP2		SP3	
Altitude NGF relative au niveau du TE	137.90 m GN69		137.60 m IGN69		137.10 m IGN69	
	Prof.	Cote IGN69	Prof.	Cote IGN69	Prof.	Cote IGN69
	3.1 m	134.80 m	3.1 m	134.50 m	3.1 m	134.00 m

Il est à noter que le régime hydrogéologique peut varier en fonction de la saison et de la pluviométrie. Ces niveaux d'eau doivent donc être considérés à un instant donné.

Par ailleurs les sondages SP1 et SP2 ont été réalisés par temps pluvieux et à proximité du canal de la Marne au Rhin. Les niveaux d'eaux mesurés peuvent donc être légèrement faussés par les eaux de ruissellement ou des circulations d'eaux provenant du canal.

4.2.2. Perméabilité

Afin d'estimer l'ordre de grandeur de la perméabilité des terrains en place, des essais de perméabilité ont été réalisés. Les résultats de ces essais de perméabilité sont donnés dans le tableau ci-dessous :

Référence essai	Nature du sol	Profondeur de l'essai	Coefficient de perméabilité K
EL1	Limon sableux	1.5 – 2.5 m	$6,2 \cdot 10^{-7}$ m/s
EL2	Sables et graviers	1.5 – 2.5 m	$2,0 \cdot 10^{-1}$ m/s
EL3	Sables et graviers	1.5 – 2.5 m	$2,3 \cdot 10^{-3}$ m/s
EL4	Sables et graviers	1.5 – 2.5 m	$9,3 \cdot 10^{-2}$ m/s
EL5	Limon sableux	1.5 – 2.5 m	$6,1 \cdot 10^{-5}$ m/s
EL6	Limon	1.5 – 2.5 m	$4,1 \cdot 10^{-7}$ m/s
EL7	Limon	0.5 – 1.5 m	$6,5 \cdot 10^{-7}$ m/s
EL8	Sables et graviers	0.5 – 1.5 m	$2,4 \cdot 10^{-3}$ m/s
EL9	Sables et graviers	1.5 – 2.5 m	$1,6 \cdot 10^{-3}$ m/s

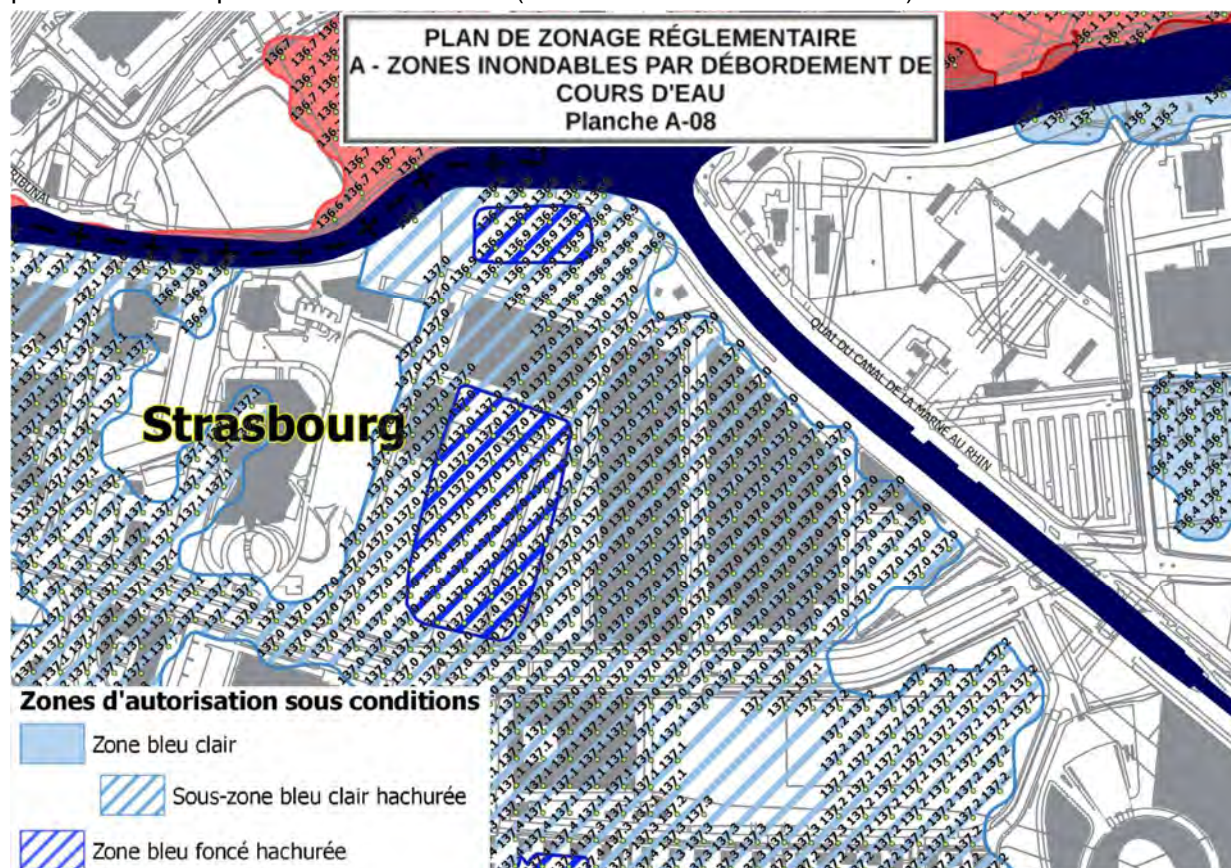
Remarques importantes :

- les essais de type Nasberg ont tendance à sous-estimer la perméabilité des sols lorsque leur coefficient de perméabilité « k » est inférieur à 10^{-3} m/s en raison d'un colmatage inéluctable de la cavité par l'injection d'eau ;
- nous rappelons qu'il s'agit d'essais ponctuels mesurant la perméabilité sur une surface très limitée par rapport au terrain étudié. Des variations latérales ne sont donc pas exclues.

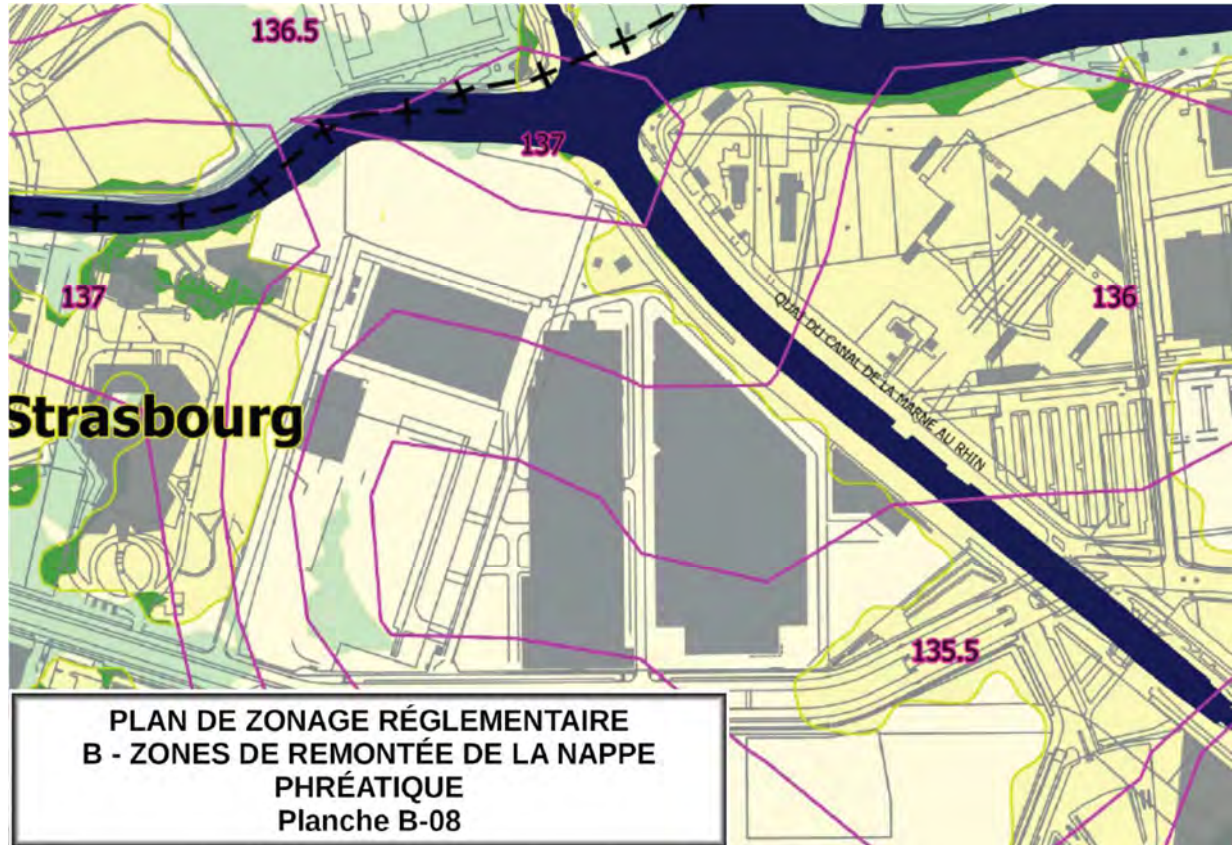
On constate une grande différence de perméabilité entre EL7 et EL8. La faible perméabilité mesurée en EL7 est probablement due à une poche limoneuse dans cette zone.

4.2.3. Inondabilité

D'après le plan A08 (zones inondables par débordement de cours d'eau) issu du PPRI de l'Eurométropole de Strasbourg, le projet est situé en zone inondable par débordement de cours d'eau (zones d'autorisation sous conditions) avec une cote par débordement de cours d'eau à prendre en compte de +137.00 IGN69 (cf. extrait de carte ci-dessous) :



D'autre part, d'après le plan B08 (zones de remontée de la nappe phréatique) issu du PPRI de l'Eurométropole de Strasbourg, la cote des plus hautes eaux par remontée de nappe à prendre en compte au droit du site est comprise entre **+135.5 et +137.0 IGN69** (cf. extrait de carte ci-dessous) :



à titre informatif :

- Zone inondable par débordement de cours d'eau également impactée par de la remontée de nappe non débordante
- Zone inondable par débordement de cours d'eau également impactée par de la remontée de nappe débordante

4.3. Risques naturels

4.3.1. Risque sismique – données parasismiques réglementaires

Selon le décret n°2010-1255 et la norme NF EN 1998 (EUROCODE 8), les principales données parasismiques déduites des éléments du projet et des reconnaissances effectuées dans le cadre de cette étude et présentées dans les paragraphes précédents, figurent dans le tableau ci-dessous :

Zone de sismicité	3 (aléa modéré)
Type de sol	C
Catégorie d'importance	II
Paramètre de sol S	1.5
a_{gr} (m/s ²)	1.1

4.3.2. Liquéfaction

Les reconnaissances réalisées dans le cadre de ce projet ne permettent pas de statuer sur le risque de liquéfaction. Toutefois, compte tenu de la nature graveleuse et des caractéristiques mécaniques moyennes à élevées des terrains d'ancrage des fondations des passerelles (sables et graviers), ce risque peut être écarté.

5. Principes généraux de construction en phase avant-projet

5.1. Analyse du contexte et principes d'adaptation

Compte-tenu de ce qui a été indiqué dans les paragraphes précédents, les points essentiels ci-dessous sont à prendre en compte et conduiront les choix d'adaptation du projet :

Descriptif du projet :

Le projet prévoit le réaménagement du site pour la création du quartier Archipel II pour le compte de la Ville de Strasbourg.

L'assiette foncière de ce projet, comprenant l'actuelle implantation du hall Rhénus, est située entre le Boulevard de Dresde et le Quai du Canal de la Marne au Rhin.

Le projet consiste en :

- la démolition d'une partie des bâtiments existants,
- la création de voirie et d'aménagements surfaciques,
- la viabilisation de parcelles destinées à accueillir des bâtiments d'habitations et de bureaux,
- la valorisation des eaux pluviales (infiltration, rétention...),
- la création de 2 passerelles piétonnes (une sur le canal de la Marne au Rhin et une sur la rivière de l'Aar).

Adaptations du projet au site :

En ce qui concerne les voiries :

Les sondages à la tarière couplés avec les essais pénétrométriques ont permis de constater la présence sous les voiries et plateformes existantes d'une couche de forme sablo-graveleuse insensible à l'eau très compacte de 1.0 m d'épaisseur environ.

Dans le cas où les futures voiries sont calées au même niveau que les voiries et plateformes existantes, on conseillera de conserver cette couche de forme. Une fois l'enrobé et les pavés déposés, un examen visuel sera réalisé pour vérifier l'absence de poches médiocres qui devront éventuellement être purgées.

En ce qui concerne la passerelle du Canal :

Compte tenu des faibles caractéristiques géo-mécaniques mesurées jusqu'à 5.5 m de profondeur en SP2 et jusqu'à 3.5 m de profondeur en SP1, un système de fondations profondes par pieux doit être envisagé.

En ce qui concerne la passerelle de l'Aar :

Compte tenu des faibles caractéristiques géo-mécaniques mesurées jusqu'à 3.7 m de profondeur en SP3, un système de fondations profondes par pieux doit être envisagé. Il est à noter qu'un sondage reste à réaliser du côté Nord de l'Aar pour le pré-dimensionnement des pieux de ce côté de la rivière.

Ces principes sont détaillés dans les paragraphes suivants.

Nous rappelons que toute modification du projet ou des sols peut entraîner une modification partielle ou complète des adaptations préconisées.

5.2. Adaptations générales de l'avant-projet – réalisation des terrassements

Nota : les indications données dans les chapitres suivants qui sont fournies en estimant des conditions normales d'exécution pendant les travaux, seront forcément adaptées aux conditions réelles rencontrées (intempéries, niveau de nappe, matériels utilisés, provenance et qualité des matériaux, phasages, plannings et précautions particulières).

Nous rappelons que les conditions d'exécution sont absolument prépondérantes pour obtenir le résultat attendu et qu'elles ne peuvent être définies précisément à l'heure actuelle. A défaut, seules des orientations seront retenues.

Les cotes du projet ne sont pas fixées au stade actuel. Toutefois les niveaux des futures voiries se situeront au même niveau que les voiries existantes.

Suite à la démolition des bâtiments et à la purge des matériaux de surface (enrobé, pavés et dallage béton), la partie supérieure des terrassements se situera dans la couche de forme sablo-graveleuse existante très compacte.

5.2.1. Traficabilité en phase chantier

Compte tenu de la présence de la couche de forme existante, la traficabilité des engins de terrassements ne devrait pas poser de problème particulier. On conseillera cependant la réalisation des travaux dans des **conditions météorologiques favorables** sinon le chantier pourrait rapidement devenir impraticable et nécessiterait la mise en place de surépaisseurs en matériaux insensibles à l'eau.

5.2.2. Terrassabilité des matériaux

La purge des fondations des bâtiments existants et vestiges éventuels, nécessitera l'emploi d'outils adaptés tel qu'un brise-béton. Le reste des terrassements pourra être à l'aide d'engins classiques de moyenne puissance.

Le refus observé en T6/PN6 semble indiqué la présence d'un ancien dallage au droit de la plateforme Est. Ce dallage n'est probablement présent sous toute la plateforme mais sa purge pourra également nécessiter l'emploi d'un brise-béton.

5.2.3. Drainage en phase chantier

Suite aux observations faites au cours de la campagne d'investigations, le terrain devrait en principe être sec jusque vers 3.0 m de profondeur. Cependant, des venues d'eau peuvent apparaître exceptionnellement en cours de terrassement. Elles seront alors collectées en périphérie et évacuées en dehors de la plateforme (captage).

Les dispositions spécifiques prévisibles seront adaptées au cas par cas pour assurer la mise au sec de la plateforme de travail à tout moment.

Toute zone décomprimée fera l'objet d'un traitement spécifique si elle doit recevoir un élément de l'ouvrage à porter (purge, compactage).

5.2.4. Talus éventuels

Hors mitoyenneté, les éventuels talus **provisoires** des fouilles pourront être dressés avec une pente de 3 de base pour 2 de hauteur, à adapter lors des terrassements si cela s'avère nécessaire.

A noter que des hétérogénéités locales peuvent être rencontrées au fur et à mesure de l'ouverture des fouilles et provoquer des éboulements locaux. L'ensemble des talus devra être protégé des intempéries par des feuilles de polyane par exemple soigneusement fixées, des cunettes étanches en tête de talus.

6. Voiries

6.1. Préambule

Les indications données ici ne constituent qu'une première approche, un pré-dimensionnement.

Pour l'ébauche dimensionnelle des structures, nous avons utilisé :

- le guide technique : « conception et dimensionnement des structures de chaussées » (décembre 2004),
- le catalogue des structures types de chaussées neuves du réseau routier national (1998).

6.2. Hypothèses de calcul

La classe de trafic ne nous a pas été fournie. Nous avons donc considéré une classe de trafic T5 (maximum 2 PL/ jour et par sens de circulation). Les hypothèses complémentaires suivantes ont été prises en compte :

- durée de service : 20 ans,
- taux de croissance annuel : 0%,
- 13 T maximum par essieu.

On obtient une classe de trafic TC1.

6.3. Partie Supérieure des Terrassements (PST) et classe d'arase

Une fois la purge des matériaux de surface (enrobé, pavés, dallage béton) réalisée, la partie supérieure des terrassements est constituée par des sols sablo-graveleux probablement de type D₂ ou D₃.

Lorsque les terrassements sont exécutés, la PST peut être estimée, en fonction des sols en présence, à une PST6/AR3.

Les travaux devront être réalisés le plus possible en période météorologique favorable.

6.4. Couche de forme

Les caractéristiques de la couche de forme (matériaux utilisés et épaisseurs) sont fournies dans le fascicule II du GTR 92, en fonction des classes de PST et AR.

La couche de forme existante ayant une épaisseur d'environ 1.0 m, celle-ci pourra être conservée.

On prévoira toutefois un examen visuel de la PST pour identifier les éventuelles zones de purges. Les matériaux éventuellement purgés devront être remplacés par des matériaux sablo-graveleux insensibles à l'eau et de granulométrie continue (type D₂ ou D₃ selon le GTR).

Compte tenu de la compacité mesurée de la couche de forme et de son épaisseur, la classe de plateforme sera au minimum une PF2 (EV2 > 50 MPa). Cette classe de plateforme est suffisante pour la circulation de véhicules légers et un faible trafic de poids lourds.

Des essais de plaque devront impérativement être réalisés au moment des travaux afin de vérifier cette portance. Des purges sont à prévoir dans le cas de poches molles.

6.5. Structure type de chaussée

Sur la base d'une assise de classe PF2, on peut proposer, à titre de pré-dimensionnement pour les voiries lourdes, les structures de chaussée suivantes :

Couches	Structure 1	Structure 2
	Epaisseur	Epaisseur
Surface	5 cm de BBSG (0/10)	6 cm de BBSG (0/10)
Fondation et base	25 cm de GNT	13 cm de GB2 (0/14)
Plateforme	PF2 (EV2 > 50 MPa)	PF2 (EV2 > 50 MPa)

Légende :

- BBSG : Béton bitumineux semi grenu,
- GNT : grave non traitée,
- GB : grave bitume.

L'entreprise pourra proposer des structures différentes dans la mesure où elles sont équivalentes (à justifier par note technique).

La structure de chaussée devra être vérifiée en fonction de la circulation effective prévue sur les voiries et de la tenue au gel.

Lors de la réalisation des travaux, la plus grande attention sera portée sur les points suivants :

- contrôle du niveau de portance de la plateforme,
- respect des épaisseurs préconisées,
- contrôle de la qualité des matériaux mis en œuvre et de leur compacité.

Par ailleurs, les GB et les BBSG seront conformes à la norme NF EN 13108-1.

Les granulométries des matériaux hydrocarbonés seront fonction des épaisseurs mises en œuvre, qui pourront être les suivantes :

- GB (0/14 pour des épaisseurs de 8 à 14 cm),
- BBSG (0/10 pour des épaisseurs de 5 à 7 cm).

Leurs conditions de mise en œuvre sont définies par la norme NF P98-150. Les liants utilisés pour la couche d'accrochage seront adaptés au matériau hydrocarboné choisi.

GINGER CEBTP se tient à la disposition du Maître d'œuvre ou de l'entreprise pour la réalisation des essais de contrôle à tout stade de l'exécution.

Nota Bene : Ceci n'est donné qu'à titre d'exemple. Les matériaux disponibles sur place peuvent conduire à des dimensionnements de structure très différents. Nous nous tenons à disposition pour en vérifier la définition et les possibilités, dans le cadre d'une étude de projet.

7. Fondations des passerelles

7.1. Généralités

Il est proposé de mettre en œuvre des pieux de classe 1 et de catégorie 4 selon la Norme NF P 94-262 de Juillet 2012, correspondant à des pieux forés tubés avec virole récupérée.

L'ancrage minimal des pieux sera de 3 diamètres dans les sables et graviers bruns compacts rencontrés :

Passerelle du Canal :

- à partir de 4.0 m de profondeur côté Ouest (SP1),
- à partir de 6.0 m côté Est (SP2),

Passerelle de l'Aar :

- à partir de 4.0 m de profondeur côté Sud (SP3).

Remarques :

- la profondeur des sables et graviers bruns compacts côté Nord de l'Aar reste à déterminée par la réalisation d'un 4^{ème} sondage avec essais pressiométriques.
- **compte tenu des terrains sablo-graveleux sous nappe, la technique de pieux doit être tubé pour assurer la tenue des parois de forage.**

7.2. Calcul de la capacité portante

Nous développons ci-après un exemple de calcul de la capacité portante de fondations profondes de classe 1 et de catégorie 4 selon la Norme NF P 94-262 de Juillet 2012, correspondant à des pieux forés tubés avec virole récupérée.

NOTE : il appartiendra à l'Entrepreneur de s'assurer de l'adéquation de cette technologie de mise en œuvre et de son matériel avec les sols en présence révélés par les investigations géotechniques.

L'approche retenue est celle du « modèle de terrain ».

Pour le calcul des capacités portantes, les pieux sont ici considérés :

- sous sollicitations axiales et verticales (non prise en compte d'efforts horizontaux),
- avec un comportement isolé, ce qui implique :
 - ♦ une distance entre pieux supérieure à 2 fois leur diamètre,
 - ♦ l'absence d'effet de groupe.

Les pieux devront être dimensionnés en fonction des descentes de charge définitives et des éventuels moments et efforts horizontaux dans le cadre d'une mission G2-PRO.

7.3. Coefficients de modèles

S'agissant d'une procédure « modèle de terrain » avec un ancrage des pieux dans les sables et graviers, on retiendra :

Procédure Modèle de terrain		
	Compression	Traction
$\gamma_{R,d1}$	1.15	1.40
$\gamma_{R,d2}$	1.10	1.10

7.4. Pondérations

Aux Etats Limites Ultimes :

Facteurs partiels de résistance	γ_b	γ_s	γ_t	$\gamma_{s;t}$
Situations durables et transitoires	1.10	1.10	1.10	1.15
Situations accidentelles	1.00	1.00	1.00	1.05

Aux Etats Limites de Services :

Facteurs partiels de résistance	Résistance	Symboles	Valeurs
ELS Caractéristiques	Fût en compression	γ_{cr}	0.9
	Fût en traction	$\gamma_{s;cr}$	1.1
ELS quasi permanents	Fût en compression	γ_{cr}	1.1

7.5. Prédimensionnement pour la passerelle du Canal (sondages SP1 et SP2)

7.5.1. Pieux côté Ouest (SP1)

7.5.1.1. Valeurs caractéristiques des sols

Les profondeurs moyennes des couches retenues pour lesquelles les calculs ont été effectués sont les suivantes :

Sol n°1	Remblais sablo-graveleux	De 0.0 à -2.0 m
Sol n°2	Sables et graviers peu compacts	De -2.0 à -4.0 m
Sol n°3	Sables et graviers compacts	Au-delà de -4.0 m

Remarque : les profondeurs sont données par rapport au niveau du terrain actuel dont la cote est de +137.90 IGN69.

La capacité portante de chaque pieu prendra en compte :

- le frottement latéral dans les formations n°2 et 3,
- l'effort de pointe dans la formation n°3.

Le frottement latéral sera négligé dans les remblais (formation n°1) jusqu'à 2.0 m de profondeur.

Les caractéristiques liées aux formations n°2 et 3 pour le type de pieu retenu sont les suivantes :

Sol 2 :	
Courbe :	Q2
a	0.01
b	0.06
c	1.20
PI* (MPa)	0.30
Pieux	Catégorie 4
$\alpha_{\text{pieu-sol}}$	1.40
qs (kPa)	25.00

Sol 3 :	
Courbe :	Q2
a	0.01
b	0.06
c	1.20
PI* (MPa)	2.50
Pieux	Catégorie 4
$\alpha_{\text{pieu-sol}}$	1.40
qs (kPa)	90.00*

* qs est limité à 90 kPa (cf. tableau F.5.2.3 de la norme en page 136).

Pour le calcul du terme de pointe, le facteur k_p retenu est le suivant :

- si $D_{\text{ef}} / B > 5$ alors $k_p = k_{p\text{max}}$
- si $D_{\text{ef}} / B < 5$ alors $k_p = 1.0 + (k_{p\text{max}} - 1.0) (D_{\text{ef}} / B) / 5$

Avec : D_{ef} étant la hauteur d'encastrement effective

$k_{p\text{max}} = 1.1$ dans notre cas

7.5.1.2. Résultats en compression

Pour un pieu foré tubé avec virole récupérée, de classe 1 et de catégorie 4 selon la norme NF P 94-262 de juillet 2012, en diamètre 800 mm, il vient en tonnes :

Prof. (m) / terrain existant	K_p	$R_{c;cr;k}$	$R_{c;d}$ ELU Fond.	$R_{c;d}$ ELU Acc.	$R_{c;cr;d}$ ELS Carac.	$R_{c;cr;d}$ ELS QP.
7	1.10	99.14	157.14	172.85	110.16	90.13
8	1.10	111.66	173.39	190.73	124.06	101.51
9	1.10	124.17	189.65	208.61	137.97	112.89
10	1.10	136.69	205.90	226.49	151.88	124.26

Pour un pieu foré tubé avec virole récupérée, de classe 1 et de catégorie 4 selon la norme NF P 94-262 de juillet 2012, en diamètre 1200 mm, il vient en tonnes :

Prof. (m) / terrain existant	Kp	$R_{c;cr;k}$	$R_{c;d}$ ELU Fond.	$R_{c;d}$ ELU Acc.	$R_{c;cr;d}$ ELS Carac.	$R_{c;cr;d}$ ELS QP.
7	1.10	189.69	310.21	341.23	210.76	172.44
8	1.10	208.46	334.59	368.05	231.63	189.51
9	1.10	227.24	358.97	394.87	252.49	206.58
10	1.10	246.01	383.36	421.69	273.35	223.65

Avec : $R_{c;cr;k}$: charge de fluage caractéristique en compression en tonnes,

$R_{c;d}$: valeur de calcul de la portance pour la combinaison correspondante (ELU fondamentale ou accidentelle),

$R_{c;cr;d}$: valeur de calcul de la charge de fluage de compression pour la combinaison correspondante (ELS caractéristique ou quasi permanent).

NOTE : on veillera à ne pas dépasser la contrainte admissible dans le béton pour chaque situation. **Les profondeurs indiquées sont données par rapport au terrain existant dont la cote est de +137.90 IGN69.**

7.5.1.3. Résultats en traction

Pour un pieu foré tubé avec virole récupérée, de classe 1 et de catégorie 4 selon la norme NF P 94-262 de juillet 2012, en diamètre 800 mm, il vient en tonnes :

Prof. (m) / terrain existant	$R_{t;cr;k}$	$R_{t;d}$ ELU Fond.	$R_{t;d}$ ELU Acc.	$R_{t;cr;d}$ ELS Carac.	$R_{t;cr;d}$ ELS QP.
7	36.56	45.41	49.74	33.23	24.37
8	46.84	58.18	63.73	42.58	31.23
9	57.12	70.96	77.71	51.93	38.08
10	67.40	83.73	91.70	61.27	44.93

Pour un pieu foré tubé avec virole récupérée, de classe 1 et de catégorie 4 selon la norme NF P 94-262 de juillet 2012, en diamètre 1200 mm, il vient en tonnes :

Prof. (m) / terrain existant	$R_{t;cr;k}$	$R_{t;d}$ ELU Fond.	$R_{t;d}$ ELU Acc.	$R_{t;cr;d}$ ELS Carac.	$R_{t;cr;d}$ ELS QP.
7	54.84	68.12	74.61	49.85	36.56
8	70.26	87.28	95.59	63.87	46.84
9	85.68	106.43	116.57	77.89	57.12
10	101.10	125.59	137.55	91.91	67.40

Avec :

$R_{t;cr;k}$: charge de fluage caractéristique en traction en tonnes,

$R_{t;d}$: valeur de calcul de la résistance de traction pour la combinaison correspondante (ELU fondamentale ou accidentelle),

$R_{t,cr;d}$: valeur de calcul de la charge de fluage de traction pour la combinaison correspondante (ELS caractéristique ou quasi permanent).

Les profondeurs indiquées sont données par rapport au terrain existant dont la cote est de +137.90 IGN69.

7.5.2. Pieux côté Est (SP2)

7.5.2.1. Valeurs caractéristiques des sols

Les profondeurs moyennes des couches retenues pour lesquelles les calculs ont été effectués sont les suivantes :

Sol n°1	Remblais sablo-graveleux	De 0.0 à -2.0 m
Sol n°2	Limon sableux, sables limoneux et sables et graviers peu compacts	De -2.0 à -5.5 m
Sol n°3	Sables et graviers compacts	Au-delà de -5.5 m

Remarque : les profondeurs sont données par rapport au niveau du terrain actuel dont la cote est de +137.60 IGN69.

La capacité portante de chaque pieu prendra en compte :

- le frottement latéral dans les formations n°2 et 3,
- l'effort de pointe dans la formation n°3.

Le frottement latéral sera négligé dans les remblais (formation n°1) jusqu'à 2.0 m de profondeur.

Les caractéristiques liées aux formations n°2 et 3 pour le type de pieu retenu sont les suivantes :

Sol 2 :	
Courbe :	Q2
a	0.01
b	0.06
c	1.20
PI* (MPa)	0.25
Pieux	Catégorie 4
$\alpha_{\text{pieu-sol}}$	1.40
qs (kPa)	20.00

Sol 3 :	
Courbe :	Q2
a	0.01
b	0.06
c	1.20
PI* (MPa)	2.00
Pieux	Catégorie 4
$\alpha_{\text{pieu-sol}}$	1.40
qs (kPa)	90.00*

* qs est limité à 90 kPa (cf. tableau F.5.2.3 de la norme en page 136).

7.5.2.2. Résultats en compression

Pour un pieu foré tubé avec virole récupérée, de classe 1 et de catégorie 4 selon la norme NF P 94-262 de juillet 2012, en diamètre 800 mm, il vient en tonnes :

Prof. (m) / terrain existant	Kp	$R_{c;cr;k}$	$R_{c;d}$ ELU Fond.	$R_{c;d}$ ELU Acc.	$R_{c;cr;d}$ ELS Carac.	$R_{c;cr;d}$ ELS QP.
8	1.10	84.74	132.75	146.03	94.15	77.03
9	1.10	97.25	149.01	163.91	108.06	88.41
10	1.10	109.77	165.26	181.79	121.97	99.79
11	1.10	122.29	181.52	199.67	135.87	111.17

Pour un pieu foré tubé avec virole récupérée, de classe 1 et de catégorie 4 selon la norme NF P 94-262 de juillet 2012, en diamètre 1200 mm, il vient en tonnes :

Prof. (m) / terrain existant	Kp	$R_{c;cr;k}$	$R_{c;d}$ ELU Fond.	$R_{c;d}$ ELU Acc.	$R_{c;cr;d}$ ELS Carac.	$R_{c;cr;d}$ ELS QP.
8	1.10	159.89	258.73	284.61	177.65	145.35
9	1.10	178.66	283.12	311.43	198.51	162.42
10	1.10	197.44	307.50	338.25	219.37	179.49
11	1.10	216.21	331.88	365.07	240.23	196.56

NOTE : on veillera à ne pas dépasser la contrainte admissible dans le béton pour chaque situation. **Les profondeurs indiquées sont données par rapport au terrain existant dont la cote est de +137.60 IGN69.**

7.5.2.3. Résultats en traction

Pour un pieu foré tubé avec virole récupérée, de classe 1 et de catégorie 4 selon la norme NF P 94-262 de juillet 2012, en diamètre 800 mm, il vient en tonnes :

Prof. (m) / terrain existant	$R_{t;cr;k}$	$R_{t;d}$ ELU Fond.	$R_{t;d}$ ELU Acc.	$R_{t;cr;d}$ ELS Carac.	$R_{t;cr;d}$ ELS QP.
8	33.70	41.86	45.85	30.64	22.47
9	43.98	54.64	59.84	39.98	29.32
10	54.26	67.41	73.83	49.33	36.18
11	64.55	80.18	87.82	58.68	43.03

Pour un pieu foré tubé avec virole récupérée, de classe 1 et de catégorie 4 selon la norme NF P 94-262 de juillet 2012, en diamètre 1200 mm, il vient en tonnes :

Prof. (m)	$R_{t;cr;k}$	$R_{t;d}$ ELU Fond.	$R_{t;d}$ ELU Acc.	$R_{t;cr;d}$ ELS Carac.	$R_{t;cr;d}$ ELS QP.
8	50.55	62.80	68.78	45.96	33.70
9	65.97	81.95	89.76	59.98	43.98
10	81.40	101.11	110.74	74.00	54.26
11	96.82	120.27	131.73	88.02	64.55

Les profondeurs indiquées sont données par rapport au terrain existant dont la cote est de +137.60 IGN69.

7.6. Prédimensionnement pour la passerelle de l'Aar

7.6.1. Pieux côté Sud (SP3)

7.6.1.1. Valeurs caractéristiques des sols

Les profondeurs moyennes des couches retenues pour lesquelles les calculs ont été effectués sont les suivantes :

Sol n°1	Remblais sablo-graveleux et limoneux	De 0.0 à -2.0 m
Sol n°2	Limon sableux et sables et graviers limoneux peu compacts	De -2.0 à -4.0 m
Sol n°3a	Sables et graviers compacts	De -4.0 à -6.0 m
Sol n°3b	Sables et graviers compacts	Au-delà de -6.0 m

Remarque : les profondeurs sont données par rapport au niveau du terrain actuel dont la cote est de +137.10 IGN69.

La capacité portante de chaque pieu prendra en compte :

- le frottement latéral dans les formations n°2, 3a et 3b,
- l'effort de pointe dans la formation n°3b.

Le frottement latéral sera négligé dans les remblais (formation n°1) jusqu'à 2.0 m de profondeur.

Les caractéristiques liées aux formations n°2 et 3 pour le type de pieu retenu sont les suivantes :

Sol 2 :		Sol 3a :		Sol 3b :	
Courbe :	Q2	Courbe :	Q2	Courbe :	Q2
a	0.01	a	0.01	a	0.01
b	0.06	b	0.06	b	0.06
c	1.20	c	1.20	c	1.20
PI* (MPa)	0.50	PI* (MPa)	1.50	PI* (MPa)	3.80
Pieux	Catégorie 4	Pieux	Catégorie 4	Pieux	Catégorie 4
αpieu-sol	1.40	αpieu-sol	1.40	αpieu-sol	1.40
qs (kPa)	40.00	qs (kPa)	80.00	qs (kPa)	90.00*

* qs est limité à 90 kPa (cf. tableau F.5.2.3 de la norme en page 136).

7.6.1.2. Résultats en compression

Pour un pieu foré tubé avec virole récupérée, de classe 1 et de catégorie 4 selon la norme NF P 94-262 de juillet 2012, en diamètre 800 mm, il vient en tonnes :

Prof. (m) / terrain existant	Kp	$R_{c;cr;k}$	$R_{c;d}$ ELU Fond.	$R_{c;d}$ ELU Acc.	$R_{c;cr;d}$ ELS Carac.	$R_{c;cr;d}$ ELS QP.
8	1.10	141.46	226.85	249.54	157.18	128.60
9	1.10	153.98	243.11	267.42	171.08	139.98
10	1.10	166.49	259.36	285.30	184.99	151.36
11	1.10	179.01	275.62	303.18	198.90	162.74

Pour un pieu foré tubé avec virole récupérée, de classe 1 et de catégorie 4 selon la norme NF P 94-262 de juillet 2012, en diamètre 1200 mm, il vient en tonnes :

Prof. (m) / terrain existant	Kp	$R_{c;cr;k}$	$R_{c;d}$ ELU Fond.	$R_{c;d}$ ELU Acc.	$R_{c;cr;d}$ ELS Carac.	$R_{c;cr;d}$ ELS QP.
8	1.10	274.47	453.53	498.88	304.97	249.52
9	1.10	293.25	477.91	525.70	325.83	266.59
10	1.10	312.02	502.29	552.52	346.69	283.66
11	1.10	330.80	526.68	579.34	367.55	300.73

NOTE : on veillera à ne pas dépasser la contrainte admissible dans le béton pour chaque situation. **Les profondeurs indiquées sont données par rapport au terrain existant dont la cote est de +137.10 IGN69.**

7.6.1.3. Résultats en traction

Pour un pieu foré tubé avec virole récupérée, de classe 1 et de catégorie 4 selon la norme NF P 94-262 de juillet 2012, en diamètre 800 mm, il vient en tonnes :

Prof. (m) / terrain existant	$R_{t;cr;k}$	$R_{t;d}$ ELU Fond.	$R_{t;d}$ ELU Acc.	$R_{t;cr;d}$ ELS Carac.	$R_{t;cr;d}$ ELS QP.
8	47.98	59.60	65.28	43.62	31.99
9	58.26	72.38	79.27	52.97	38.84
10	68.54	85.15	93.26	62.31	45.70
11	78.83	97.92	107.25	71.66	52.55

Pour un pieu foré tubé avec virole récupérée, de classe 1 et de catégorie 4 selon la norme NF P 94-262 de juillet 2012, en diamètre 1200 mm, il vient en tonnes :

Prof. (m) / terrain existant	$R_{t;cr;k}$	$R_{t;d}$ ELU Fond.	$R_{t;d}$ ELU Acc.	$R_{t;cr;d}$ ELS Carac.	$R_{t;cr;d}$ ELS QP.
8	71.97	89.41	97.92	65.43	47.98
9	87.39	108.56	118.90	79.45	58.26
10	102.82	127.72	139.89	93.47	68.54
11	118.24	146.88	160.87	107.49	78.83

Les profondeurs indiquées sont données par rapport au terrain existant dont la cote est de +137.10 IGN69.

7.6.2. Pieux côté Nord (sondage à réaliser)

Le prédimensionnement des pieux au Nord de l'Aar pourra être réalisé une fois le sondage avec essais pressiométriques réalisé.

7.7. Dispositions constructives

L'entrepreneur vérifiera que le type de pieu et la puissance du matériel qu'il propose, permettront de réaliser les ancrages demandés pour assurer les capacités portantes retenues.

Conformément aux prescriptions de la norme NF P 94-262, un contrôle de la continuité et de la qualité du fût des pieux en béton pourra être prévu par carottage sonique ou impédance. GINGER CEBTP se tient à la disposition du client pour la réalisation de ces essais de contrôle.

Les pieux seront réalisés conformément à la norme NF EN 1536 "Exécution des travaux géotechniques spéciaux – Pieux forés".

Lors de la réalisation des pieux, il conviendra :

- de vérifier précisément la nature des matériaux extraits ainsi que les paramètres d'enregistrement pour s'assurer du bon ancrage dans les sables et graviers compacts dans le cadre d'une mission de suivi géotechnique d'exécution G3 ou G4 que GINGER CEBTP est en mesure de réaliser ;
- de curer soigneusement la base des pieux avant coulage du béton, ce dernier devant absolument être coulé dans la foulée ;
- d'armer impérativement les pieux sur toute la hauteur si ceux-ci sont soumis à des efforts de traction ou s'ils sont inclinés (NF P 94-262 §12.2.1) ;
- d'armer les pieux s'ils sont soumis à des efforts horizontaux ou à des moments,
- de réaliser des contrôles par auscultation sonique des pieux,
- de prendre en compte les frottements négatifs suite à la mise en place d'éventuels remblais.

7.8. Protection des ouvrages vis-à-vis du risque sismique

Les dispositions générales suivantes ont à respecter :

- système de fondation homogène sous un même corps d'ouvrage ;
- assurer la liaison entre les pieux par des longrines ;
- ne pas fonder les constructions à cheval sur deux ou plusieurs types de sol de caractéristiques géotechniques très différentes ;
- encastrent fortement les fondations dans les sols meubles ;
- veiller à ce que l'assise des fondations soit horizontale ;
- ne pas fonder les ouvrages sur des sols liquéfiables.

8. Observations majeures

On s'assurera que la stabilité des ouvrages et des sols avoisinant le projet est assurée pendant et après la réalisation de ce dernier.

Les conclusions du présent rapport ne sont valables que sous réserve des conditions générales des missions géotechniques de l'Union Syndicale Géotechnique fournies en annexe 1 (norme NF P94-500 de novembre 2013).

Nous rappelons que cette étude a été menée dans le cadre d'une étude de conception de niveau avant-projet (G2-AVP) et que, conformément à la norme NF P94-500 de novembre 2013, une étude de conception de niveau projet (G2-PRO) doit être envisagée (collaboration avec l'équipe de conception) pour :

- permettre l'optimisation du projet avec, notamment, la prise en compte des interactions sol / structure ;
- vérifier la bonne transcription de toutes les préconisations dans les pièces techniques du marché.

Ginger CEBTP peut prendre en charge la maîtrise d'œuvre dans le domaine de la géotechnique, au stade du projet.

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

- Classification des missions types d'ingénierie géotechnique,
- Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique.

4.2.4 Tableaux synthétiques

Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

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

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique

<p>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.</p>
<p>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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).
<p>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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'estimation, 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.

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

<p>ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)</p> <p>ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Étude</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — 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 justifiés) 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. <p><u>Phase Suivi</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — 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). <p>SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)</p> <p>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 le maître d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :</p> <p><u>Phase Supervision de l'étude d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p><u>Phase Supervision du suivi d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — 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. <p>DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)</p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> — 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).
--

ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES ET ESSAIS IN-SITU



ANNEXE 3 – SONDAGES AVEC ESSAIS PRESSIOMETRIQUES

- Coupes détaillées des sols,
- Résultats des essais pressiométriques (p_{I^*} et E_M),
- Diagrammes des enregistrements de paramètres (sondage SP1 uniquement).

SONDAGE PRESSIOMETRIQUE SP1

Dossier : **EST2.I.076-28**

Localité : **STRASBOURG (67) - Wacken**

Chantier : **Aménagement du quartier Archipel II**

Client : **Eurométropole de Strasbourg**

X :

Date début de forage : **05/03/2019**

Echelle : **1/85**

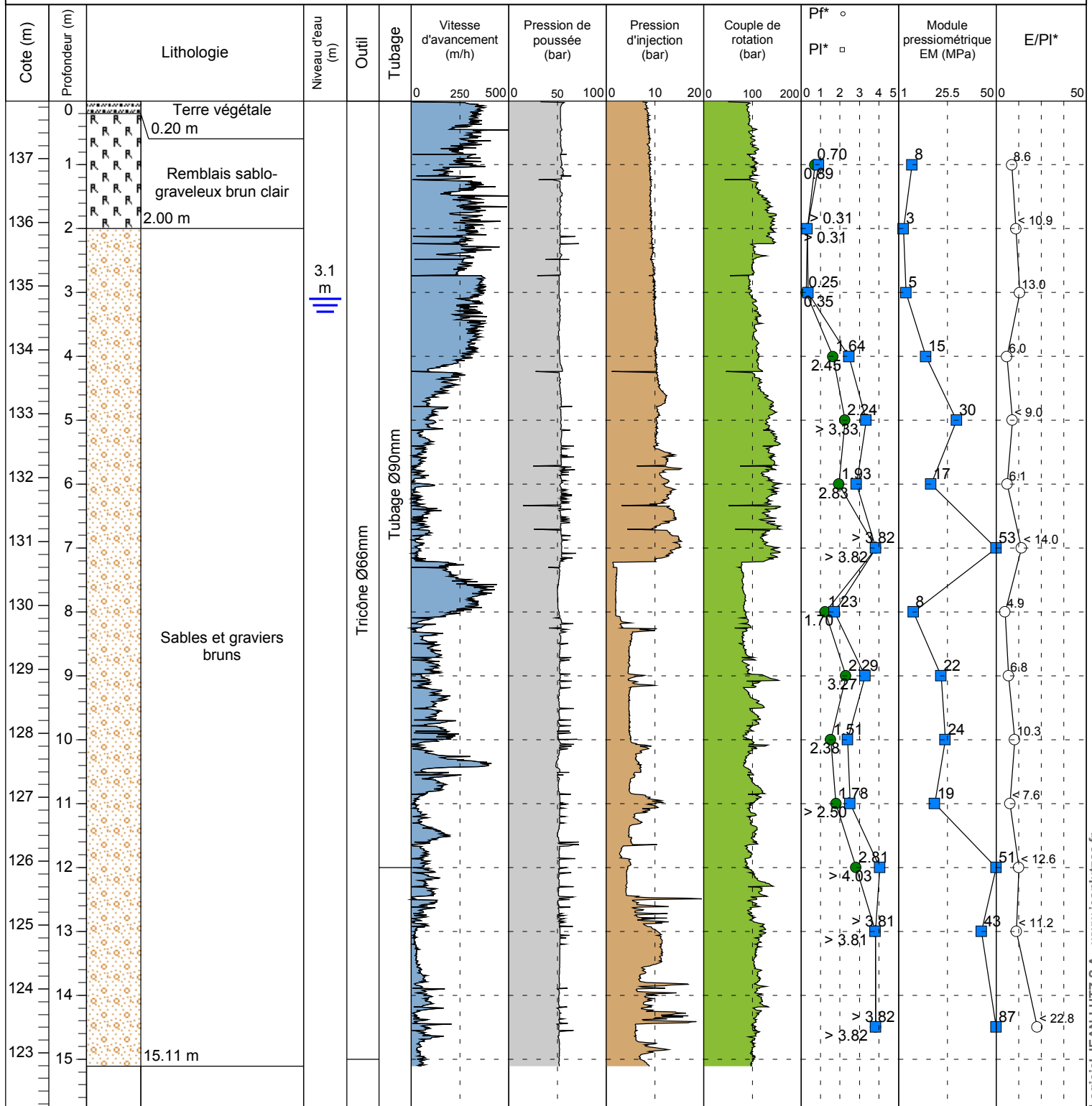
Y :

Date fin de forage : **05/03/2019**

Machine : **M343**

Z : **137.90**

Profondeur de fin : **15.11m**



Observation :

EXGTE 3.21.1/LB2GEO102FR

SONDAGE PRESSIOMETRIQUE SP2

Dossier : EST2.I.076-28

Localité : STRASBOURG (67) - Wacken

Chantier : Aménagement du quartier Archipel II

Client : Eurométropole de Strasbourg

X :

Date début de forage : 05/03/2019

Echelle : 1/85

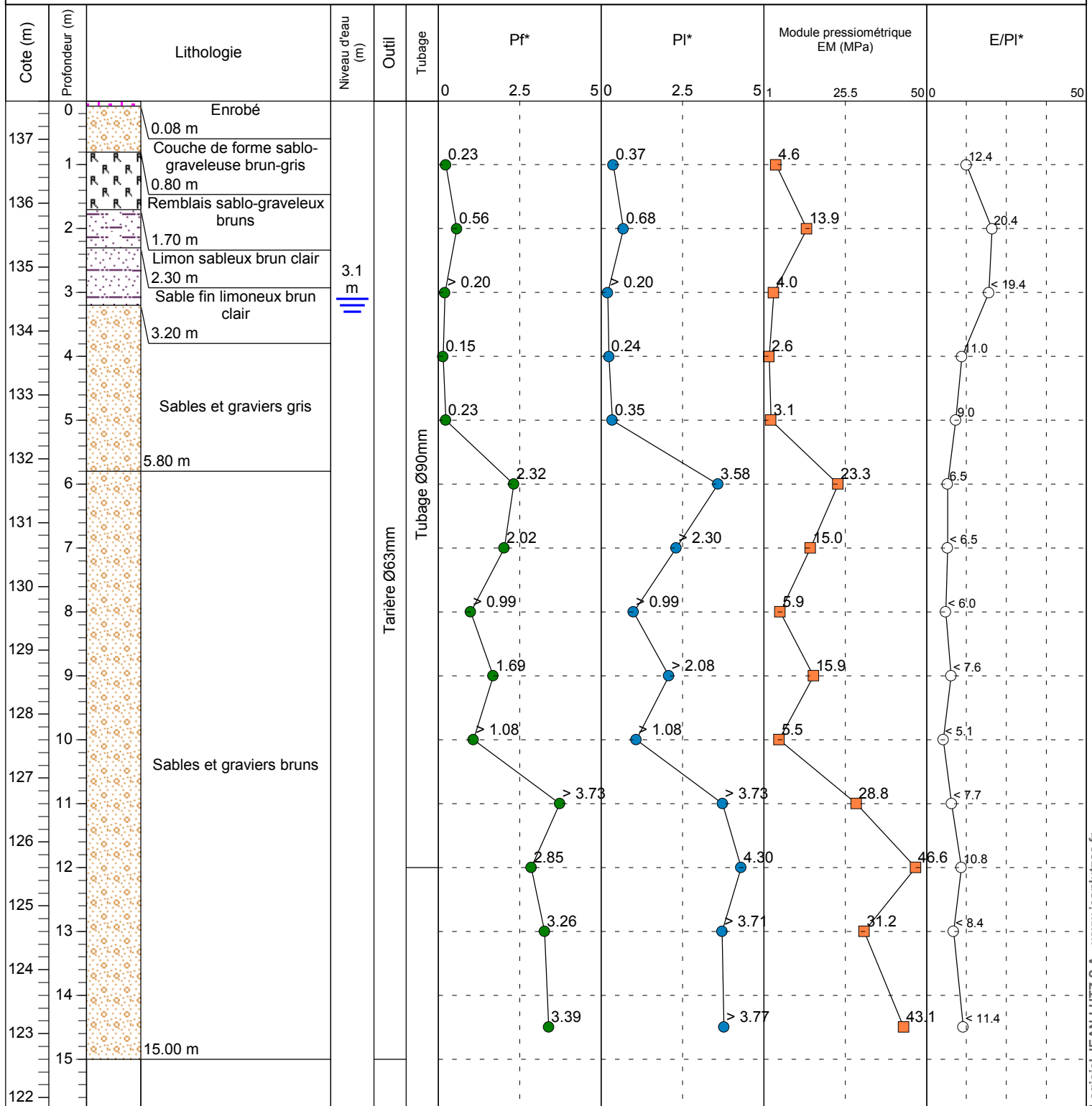
Y :

Date fin de forage : 06/03/2019

Machine : M343

Z : 137.60

Profondeur de fin : 15.00m



Observation :

EXGTE 3.21.1

Log pressiométrique - E158-1 V0 du 21/07/2016

SONDAGE PRESSIOMETRIQUE SP3

Dossier : **EST2.I.076-28**

Localité : **STRASBOURG (67) - Wacken**

Chantier : **Aménagement du quartier Archipel II**

Client : **Eurométropole de Strasbourg**

X :

Date début de forage : **28/02/2019**

Echelle : **1/85**

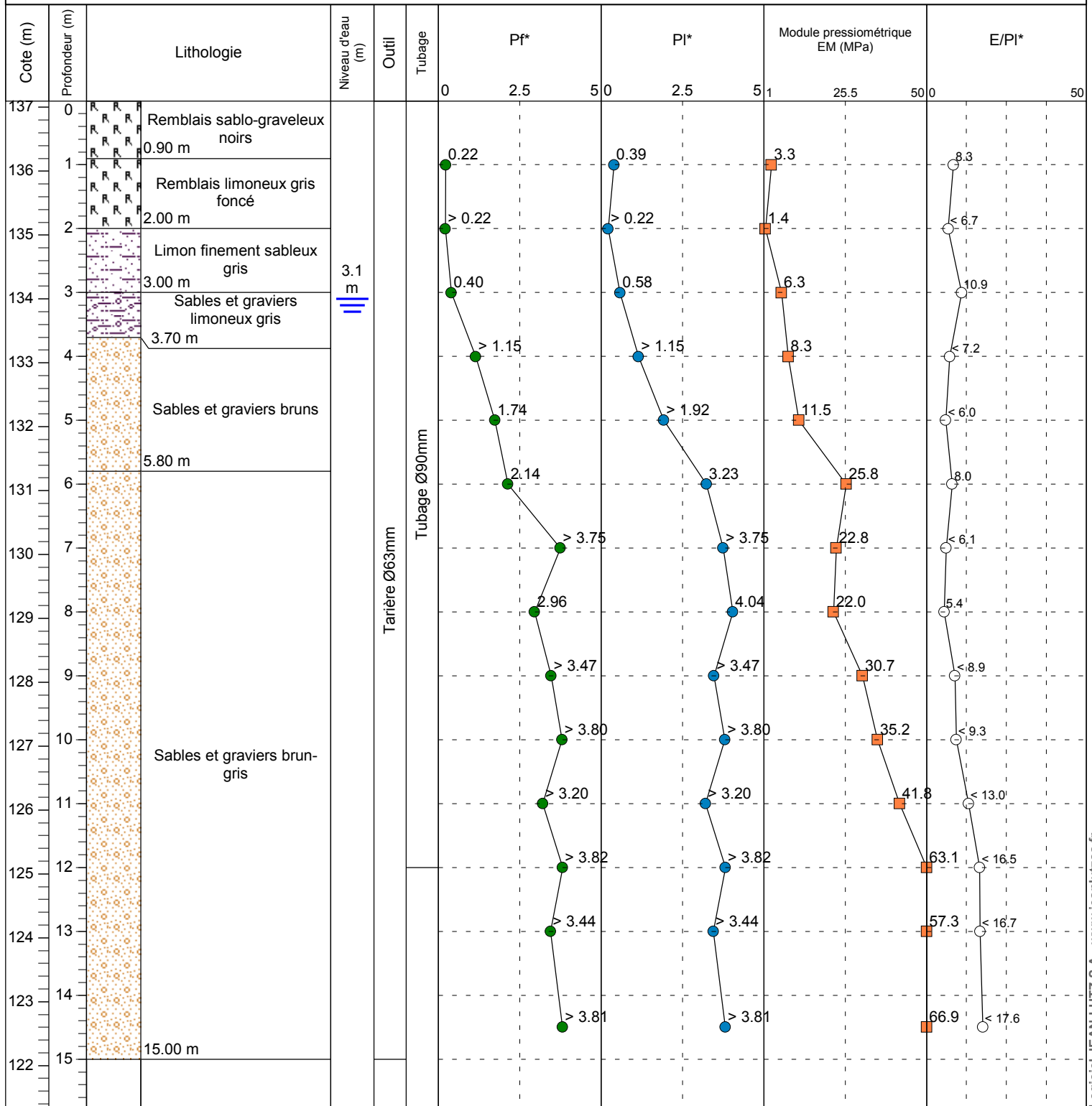
Y :

Date fin de forage : **28/02/2019**

Machine : **M343**

Z : **137.10**

Profondeur de fin : **15.00m**



Observation :

EXGTE 3.21.1

ANNEXE 4 – SONDAGES A LA TARIERE ET ESSAIS DE PENETRATION DYNAMIQUE

- Pénétrogrammes,
- Coupes des sols jusqu'à 2.0 m de profondeur.

Chantier : STRASBOURG (67)

Client : Eurométropole de Strasbourg

Dossier : EST2.I.076-28

Date essai : 27/02/2019

Localisation essa

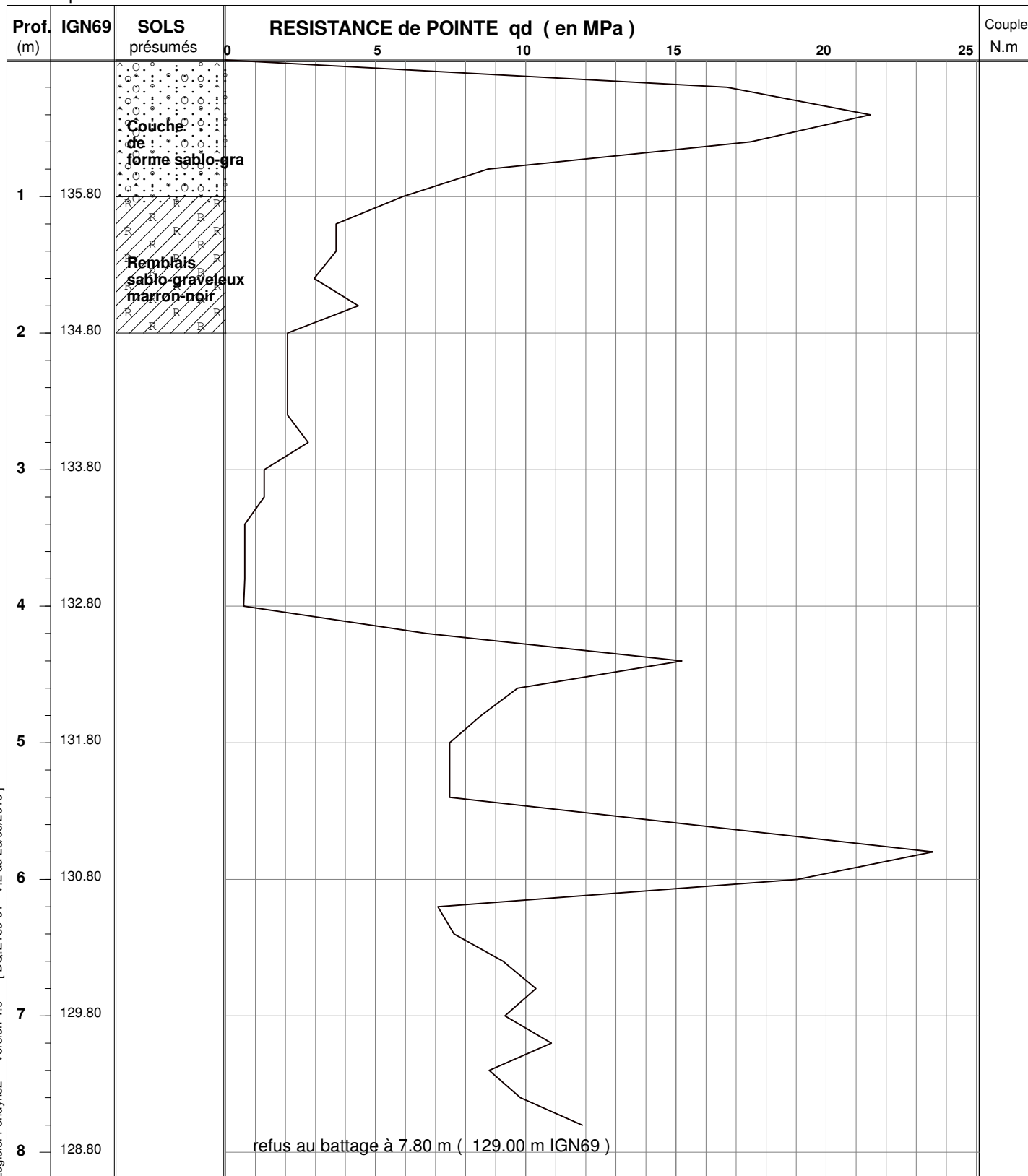
- X :

- Y :

- Z : 136.80 (IGN69)

Echelle prof. : /

Norme NF EN ISO 22476-2



MATRIEL UTILISE : SOCO 15 P

Etalonné le 12/01/2012 --- Coef.[Er] utilisé: 0.84

mouton de 63.9 kg, H.chute 0.75 m - équipement mobile 10.5 kg - tiges de 1 m. et de 6.2 kg - section pointe de 20 cm²

OBSERVATIONS : /

Chantier : STRASBOURG (67)

Client : Eurométropole de Strasbourg

Dossier : EST2.I.076-28

Date essai : 27/02/2019

Localisation essa

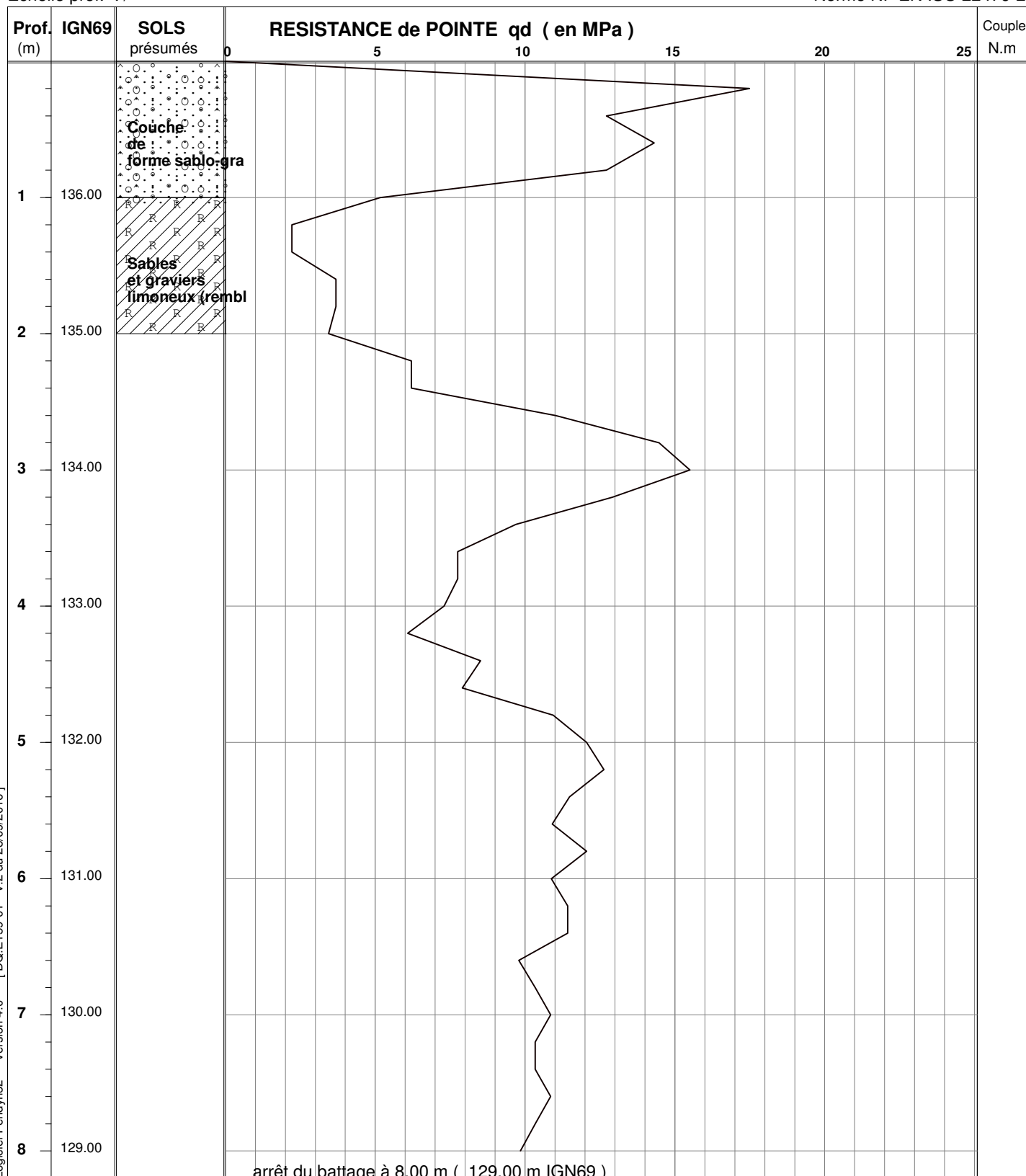
- X :

- Y :

- Z : 137.00 (IGN69)

Echelle prof. : /

Norme NF EN ISO 22476-2



MATERIEL UTILISE : SOCO 15 P

Etalonné le 12/01/2012 --- Coef.[Er] utilisé: 0.84

mouton de 63.9 kg, H.chute 0.75 m - équipement mobile 10.5 kg - tiges de 1 m. et de 6.2 kg - section pointe de 20 cm²

OBSERVATIONS : /

Chantier : STRASBOURG (67)

Client : Eurométropole de Strasbourg

Dossier : EST2.I.076-28

Date essai : 27/02/2019

Localisation essa

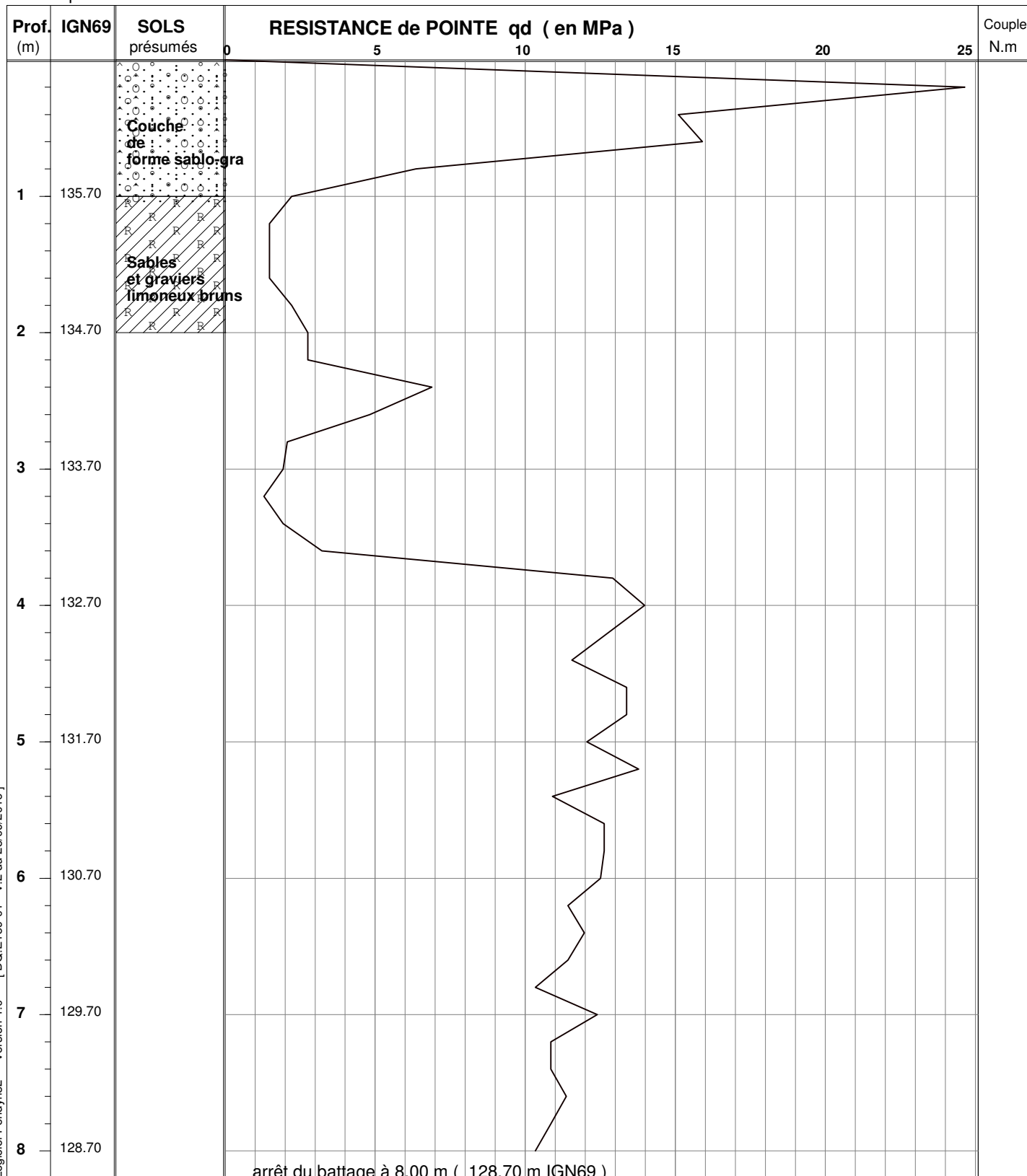
- X :

- Y :

- Z : 136.70 (IGN69)

Echelle prof. : /

Norme NF EN ISO 22476-2



MATERIEL UTILISE : SOCO 15 P

Etalonné le 12/01/2012 --- Coef.[Er] utilisé: 0.84

mouton de 63.9 kg, H.chute 0.75 m - équipement mobile 10.5 kg - tiges de 1 m. et de 6.2 kg - section pointe de 20 cm²

OBSERVATIONS : /

Chantier : STRASBOURG (67)

Client : Eurométropole de Strasbourg

Dossier : EST2.I.076-28

Date essai : 27/02/2019

Localisation essa

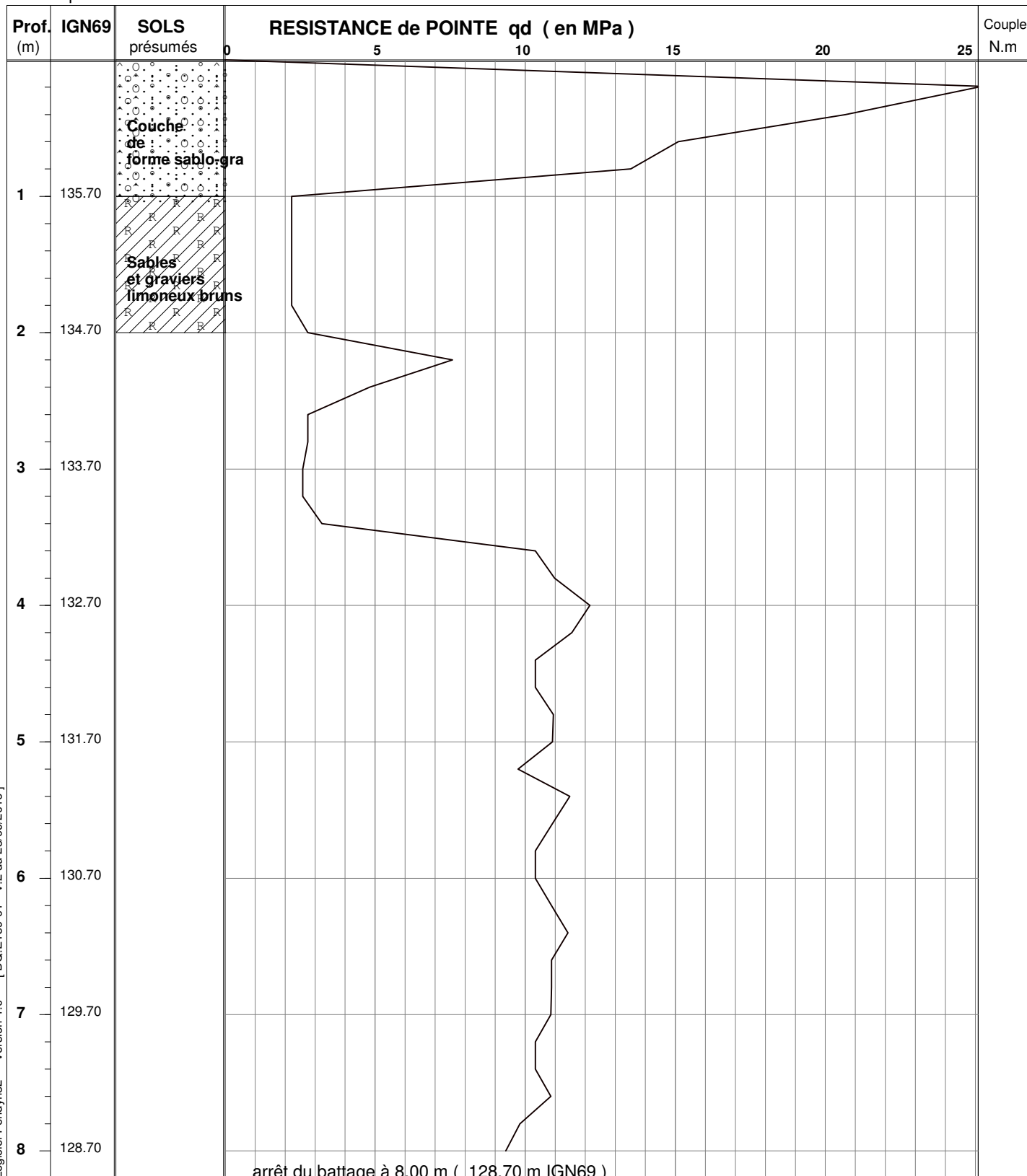
- X :

- Y :

- Z : 136.70 (IGN69)

Echelle prof. : /

Norme NF EN ISO 22476-2



MATERIEL UTILISE : SOCO 15 P

Etalonné le 12/01/2012 --- Coef.[Er] utilisé: 0.84

mouton de 63.9 kg, H.chute 0.75 m - équipement mobile 10.5 kg - tiges de 1 m. et de 6.2 kg - section pointe de 20 cm²

OBSERVATIONS : /

Chantier : STRASBOURG (67)

Client : Eurométropole de Strasbourg

Dossier : EST2.I.076-28

Date essai : 28/02/2019

Localisation essa

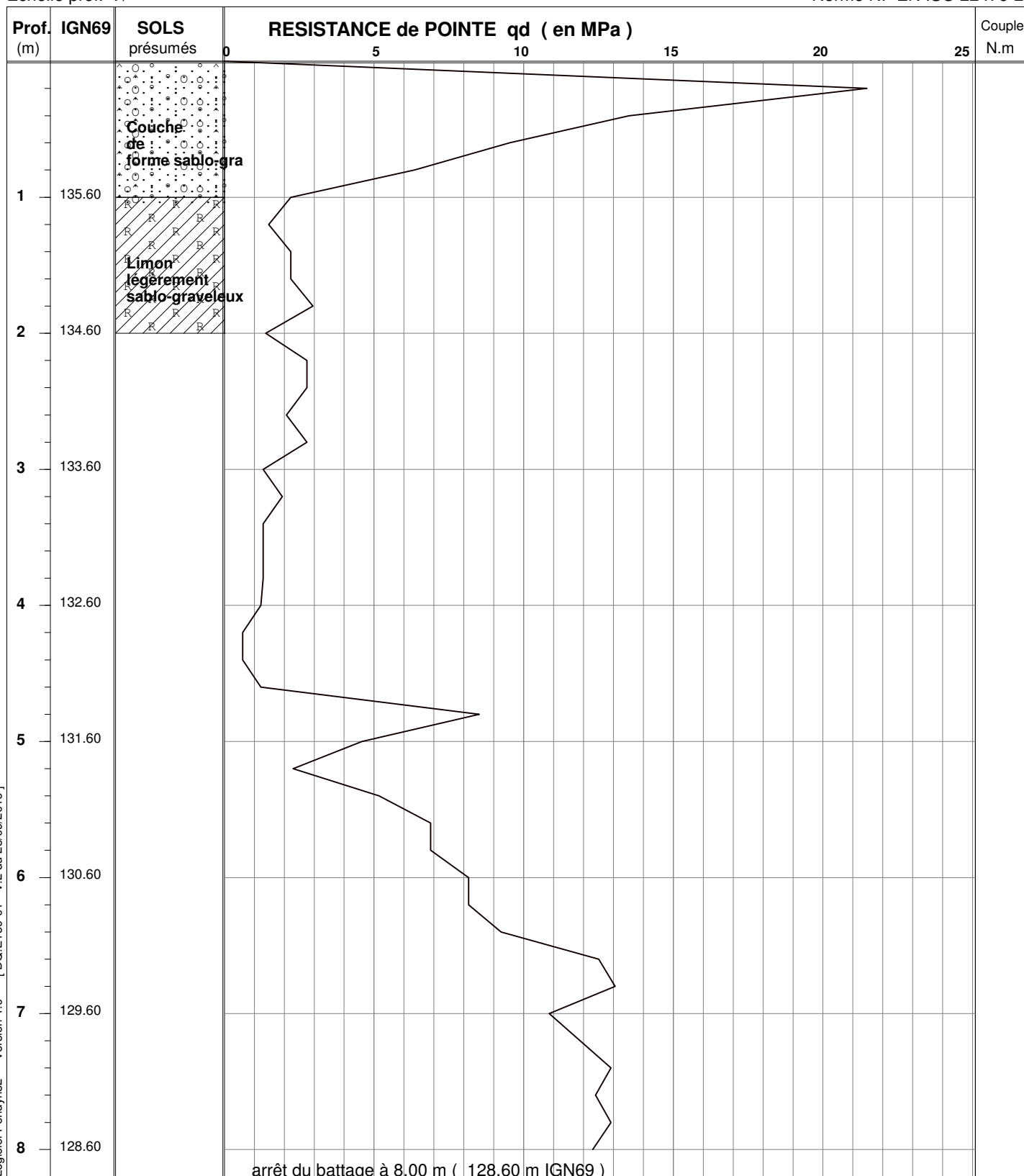
- X :

- Y :

- Z : 136.60 (IGN69)

Echelle prof. : /

Norme NF EN ISO 22476-2



MATRIEL UTILISE : SOCO 15 P

Etalonné le 12/01/2012 --- Coef.[Er] utilisé: 0.84

mouton de 63.9 kg, H.chute 0.75 m - équipement mobile 10.5 kg - tiges de 1 m. et de 6.2 kg - section pointe de 20 cm²

OBSERVATIONS : /

Chantier : STRASBOURG (67)

Client : Eurométropole de Strasbourg

Dossier : EST2.I.076-28

Date essai : 27/02/2019

Localisation essa

- X :

- Y :

- Z : 136.70 (IGN69)

Echelle prof. : /

Norme NF EN ISO 22476-2

Prof. (m)	IGN69	SOLS présupposés	RESISTANCE de POINTE qd (en MPa)															Couple N.m
			0	5	10	15	20	25										
		Couche de																
			refus au battage à 0.60 m (136.10 m IGN69)															
1	135.70																	
2	134.70																	
3	133.70																	
4	132.70																	
5	131.70																	
6	130.70																	
7	129.70																	
8	128.70																	

MATRIEL UTILISE : SOCO 15 P

Etalonné le 12/01/2012 --- Coef.[Er] utilisé: 0.84

mouton de 63.9 kg, H.chute 0.75 m - équipement mobile 10.5 kg - tiges de 1 m. et de 6.2 kg - section pointe de 20 cm²

OBSERVATIONS : /

Chantier : STRASBOURG (67)

Client : Eurométropole de Strasbourg

Dossier : EST2.I.076-28

Date essai : 28/02/2019

Localisation essa

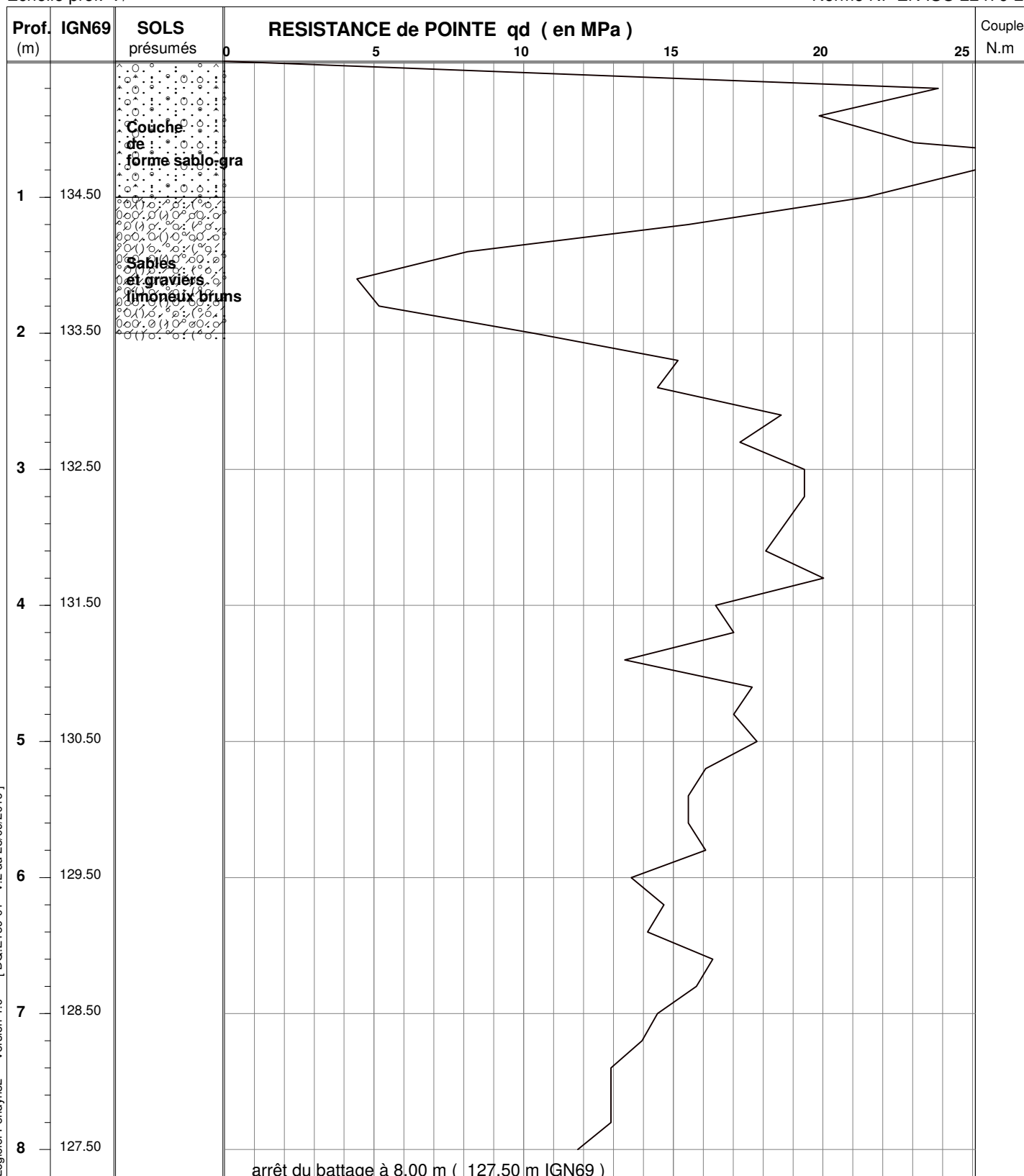
- X :

- Y :

- Z : 135.50 (IGN69)

Echelle prof. : /

Norme NF EN ISO 22476-2



MATRIEL UTILISE : SOCO 15 P

Etalonné le 12/01/2012 --- Coef.[Er] utilisé: 0.84

mouton de 63.9 kg, H.chute 0.75 m - équipement mobile 10.5 kg - tiges de 1 m. et de 6.2 kg - section pointe de 20 cm²

OBSERVATIONS : /

Chantier : STRASBOURG (67)

Client : Eurométropole de Strasbourg

Dossier : EST2.I.076-28

Date essai : 27/02/2019

Localisation essa

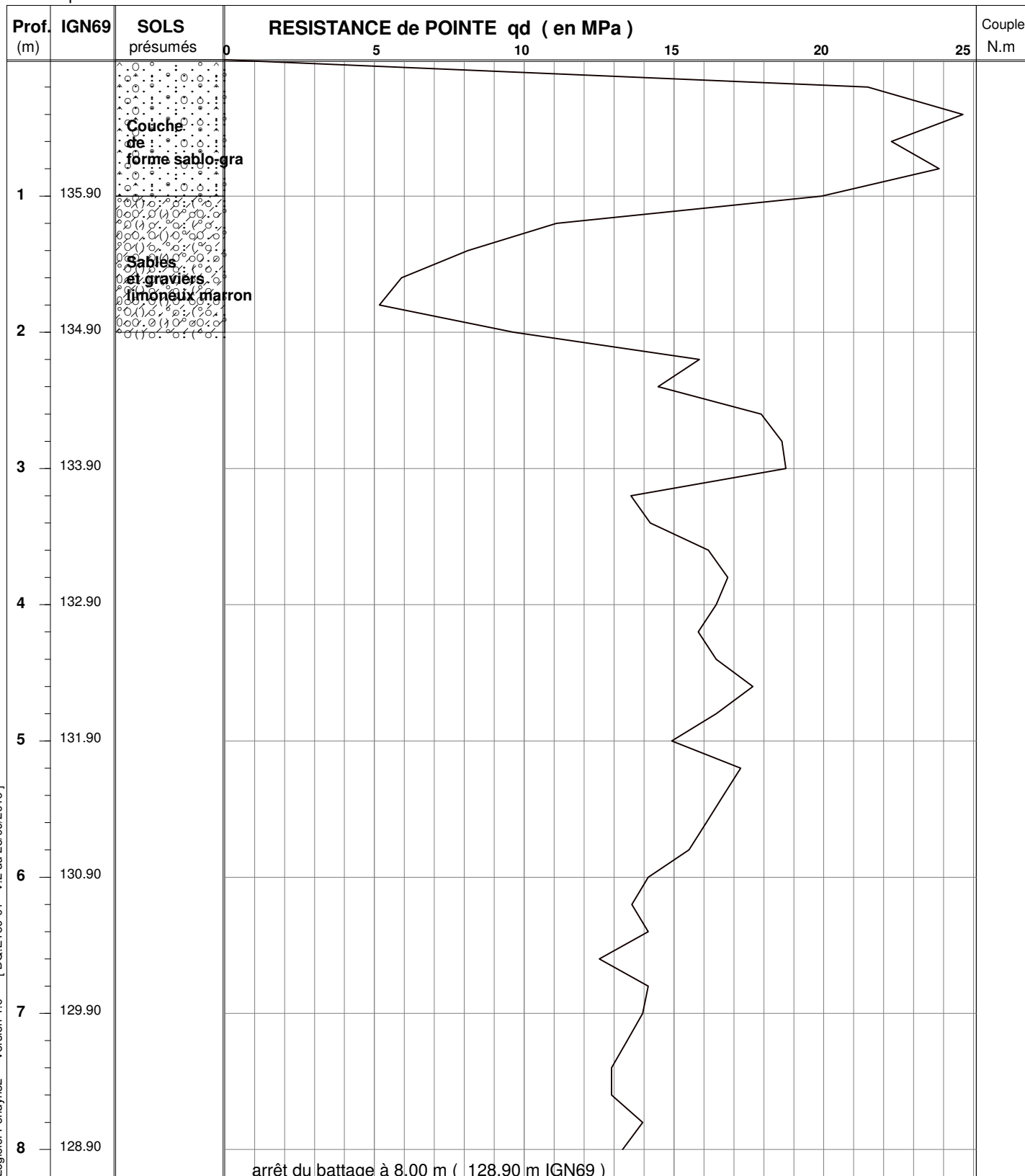
- X :

- Y :

- Z : 136.90 (IGN69)

Echelle prof. : /

Norme NF EN ISO 22476-2



MATRIEL UTILISE : SOCO 15 P

Etalonné le 12/01/2012 --- Coef.[Er] utilisé: 0.84

mouton de 63.9 kg, H.chute 0.75 m - équipement mobile 10.5 kg - tiges de 1 m. et de 6.2 kg - section pointe de 20 cm²

OBSERVATIONS : /

ANNEXE 5 – RESULTATS DES ESSAIS D'INFILTRATION

ESSAI DE PERMEABILITE

Informations Générales

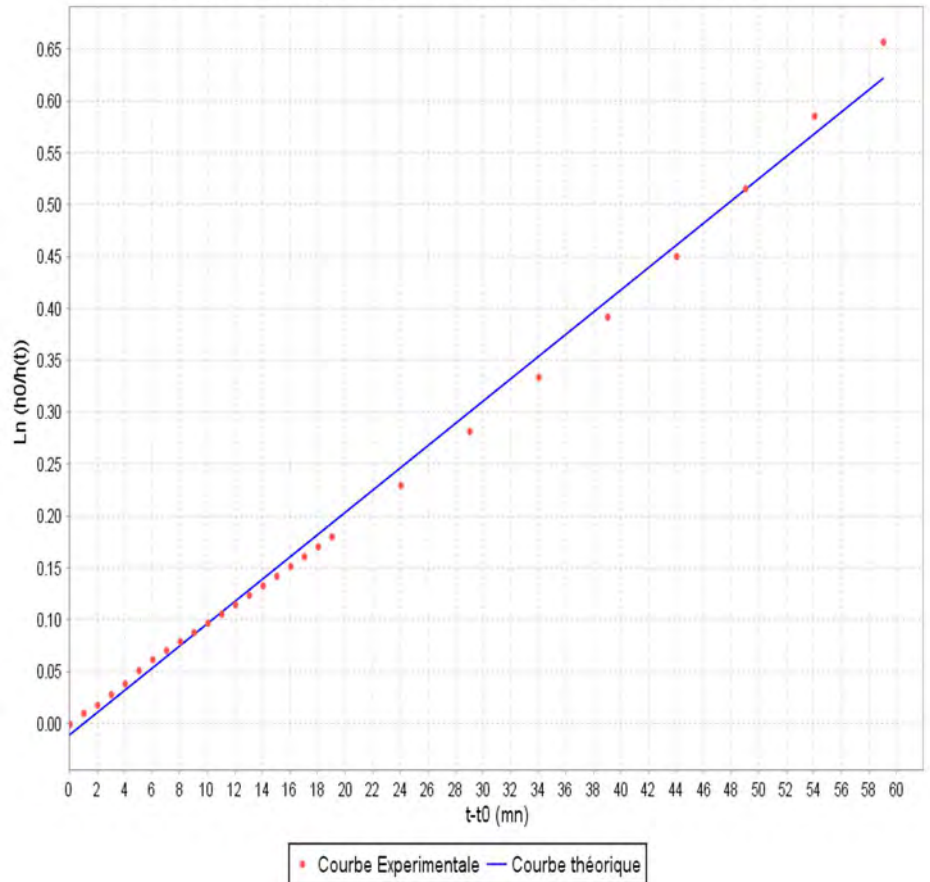
N°dossier:	EST2.I.076-28	Nature du sol:	
Projet:	Aménagement du quartier Archipel II	Cient:	Eurométropole de Strasbourg
Chantier:	STRASBOURG (67)	Adresse:	
Sondage:	EL1		
N°Essai:	EL1	Operateur:	SED RATI

Paramètres de l'ouvrage

Diamètre de la section d'essai D (m):	0.066	Aire de la section d'essai (m2):	0.00342
Longueur de la section d'essai L (m):	1.0	Aire de la section de mesure (m2):	0.00636
Diamètre de la section de mesure (m):	0.09	Elancement (L/D):	15.15152
Charge hydraulique de l'essai (m):		Facteur de forme F:	1.8419
Débit d'eau de l'essai (m3/s):		Perméabilité k (m/s):	6.17E-7
Profondeur de l'ouvrage (m):	3.0		
Profondeur de la nappe (m):	3.5		

Temps (min)	Profondeur (m)	Charge (m)
1	0.02	2.48
2	0.046	2.454
3	0.065	2.435
4	0.09	2.41
5	0.115	2.385
6	0.145	2.355
7	0.17	2.33
8	0.19	2.31
9	0.21	2.29
10	0.23	2.27
11	0.25	2.25
12	0.27	2.23
13	0.29	2.21
14	0.31	2.19
15	0.33	2.17
16	0.35	2.15
17	0.37	2.13
18	0.39	2.11
19	0.41	2.09
20	0.43	2.07
25	0.53	1.97
30	0.63	1.87
35	0.725	1.775
40	0.825	1.675
45	0.92	1.58
50	1.02	1.48
55	1.12	1.38
60	1.215	1.285

Interpretation par la méthode des courbes de vitesse



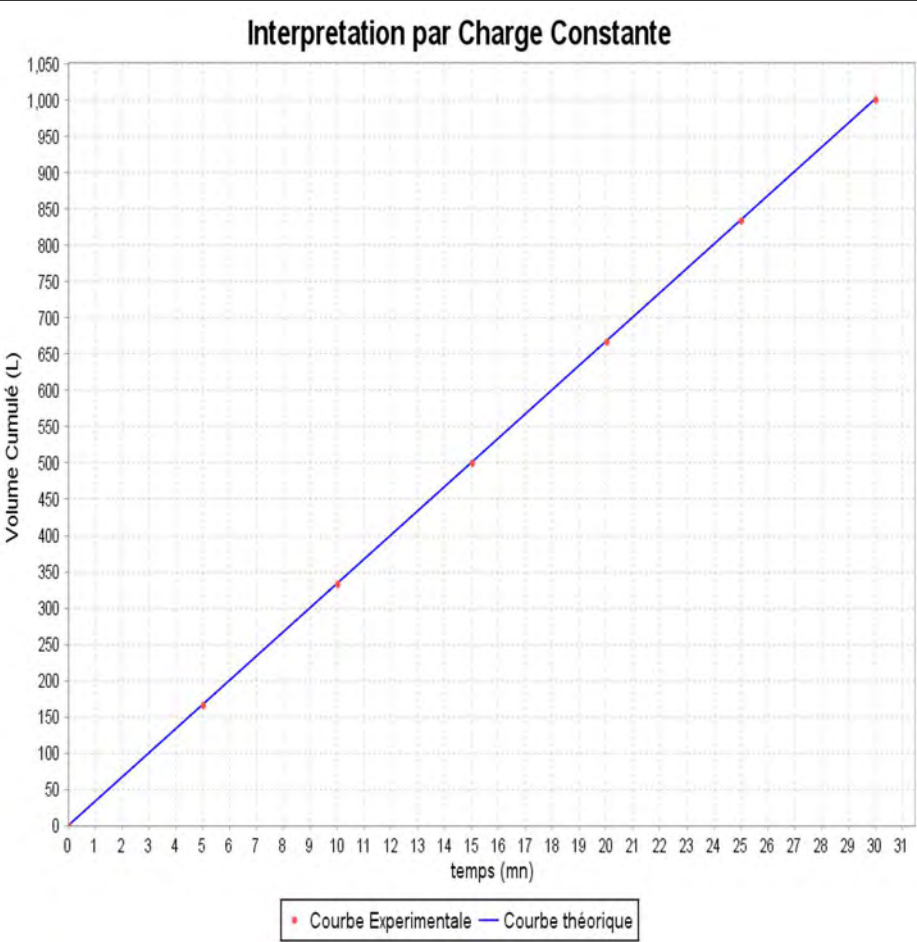
Informations Générales

N°dossier:	EST2.I.076-28	Nature du sol:	
Projet:	Aménagement du quartier Archipel II	Client:	Eurométropole de Strasbourg
Chantier:	STRASBOURG (67)	Adresse:	
Sondage:	EL2		
N°Essai:	EL2	Operateur:	DEFACHELLES / SEDRATI

Paramètres de l'ouvrage

Diamètre de la section d'essai D (m):	0.06	Aire de la section d'essai (m2):	0.00283
Longueur de la section d'essai L (m):	1.0	Aire de la section de mesure (m2):	0.00636
Diamètre de la section de mesure (m):	0.09	Elancement (L/D):	16.66667
Charge hydraulique de l'essai (m):	0.1	Facteur de forme F:	1.79184
Débit d'eau de l'essai (m3/s):	3.34E-2	Perméabilité k (m/s):	1.86E-1
Profondeur de l'ouvrage (m):	3.0		
Profondeur de la nappe (m):	3.5		

Temps (min)	Volume (m)	Volume Cumulé (m)
0	0	0.0
5	167	167.0
10	167	334.0
15	167	501.0
20	167	668.0
25	167	835.0
30	167	1002.0



ESSAI DE PERMEABILITE

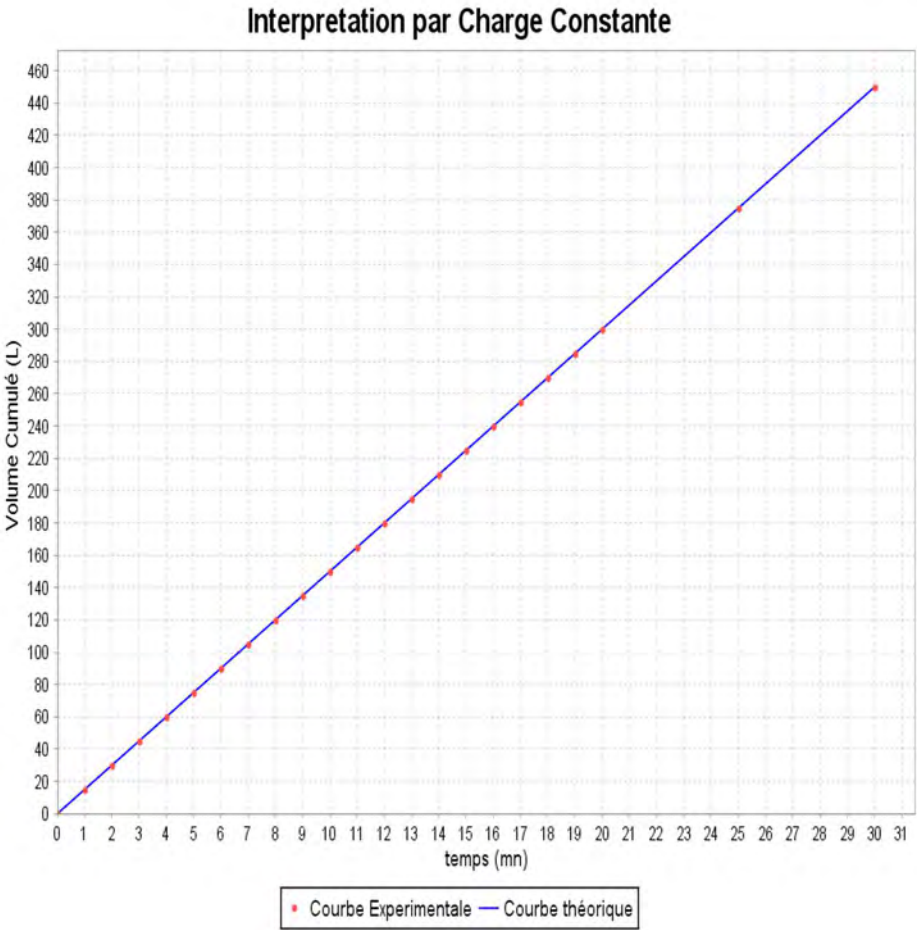
Informations Générales

N°dossier:	EST2.I.076-28	Nature du sol:	
Projet:	Aménagement du quartier Archipel II	Client:	Eurométropole de Strasbourg
Chantier:	STRASBOURG (67)	Adresse:	
Sondage:	EL3		
N°Essai:	EL3	Operateur:	DEFACHELLES / SEDRATI

Paramètres de l'ouvrage

Diamètre de la section d'essai D (m):	0.066	Aire de la section d'essai (m2):	0.00342
Longueur de la section d'essai L (m):	1.0	Aire de la section de mesure (m2):	0.00636
Diamètre de la section de mesure (m):	0.09	Elancement (L/D):	15.15152
Charge hydraulique de l'essai (m):	3.5	Facteur de forme F:	1.8419
Débit d'eau de l'essai (m3/s):	1.5E-2	Perméabilité k (m/s):	2.33E-3
Profondeur de l'ouvrage (m):	3.0		
Profondeur de la nappe (m):	3.5		

Temps (min)	Volume (m)	Volume Cumulé (m)
0	0	0.0
1	15	15.0
2	15	30.0
3	15	45.0
4	15	60.0
5	15	75.0
6	15	90.0
7	15	105.0
8	15	120.0
9	15	135.0
10	15	150.0
11	15	165.0
12	15	180.0
13	15	195.0
14	15	210.0
15	15	225.0
16	15	240.0
17	15	255.0
18	15	270.0
19	15	285.0
20	15	300.0
25	75	375.0
30	75	450.0



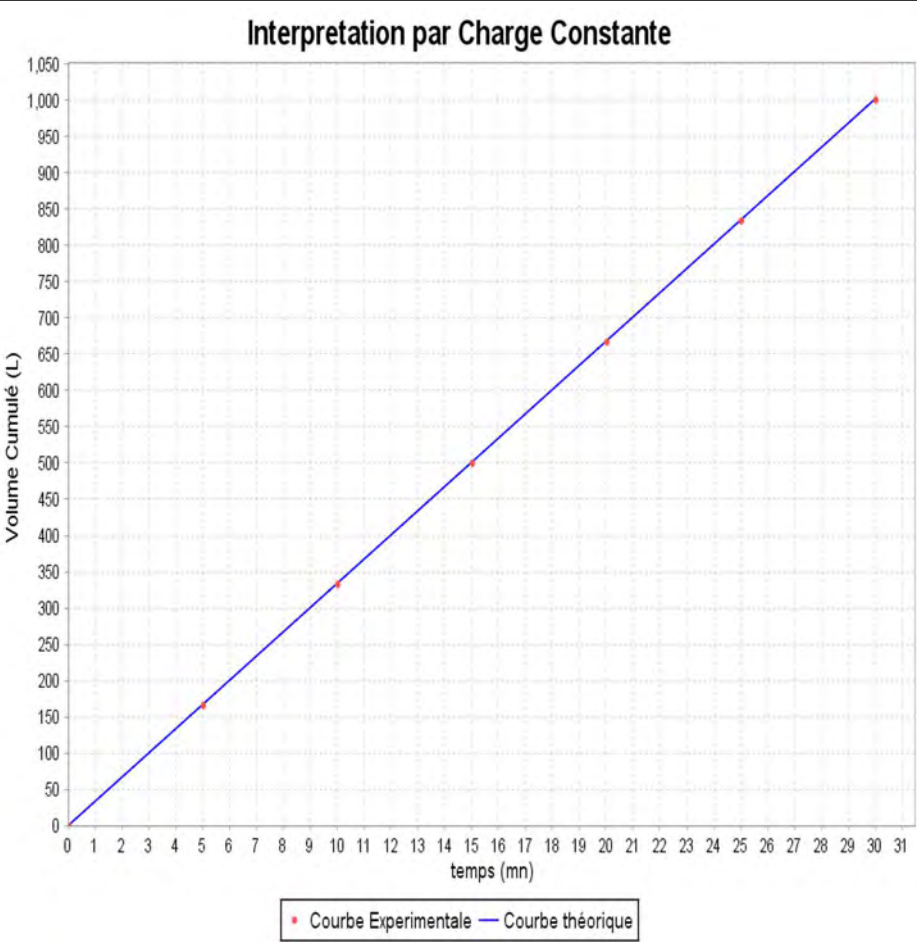
Informations Générales

N°dossier:	EST2.I.076-28	Nature du sol:	
Projet:	Aménagement du quartier Archipel II	Client:	Eurométropole de Strasbourg
Chantier:	STRASBOURG (67)	Adresse:	
Sondage:	EL4		
N°Essai:	EL4	Operateur:	DEFACHELLES / SEDRATI

Paramètres de l'ouvrage

Diamètre de la section d'essai D (m):	0.06	Aire de la section d'essai (m2):	0.00283
Longueur de la section d'essai L (m):	1.0	Aire de la section de mesure (m2):	0.00636
Diamètre de la section de mesure (m):	0.09	Elancement (L/D):	16.66667
Charge hydraulique de l'essai (m):	0.2	Facteur de forme F:	1.79184
Débit d'eau de l'essai (m3/s):	3.34E-2	Perméabilité k (m/s):	9.32E-2
Profondeur de l'ouvrage (m):	3.0		
Profondeur de la nappe (m):	3.5		

Temps (min)	Volume (m)	Volume Cumulé (m)
0	0	0.0
5	167	167.0
10	167	334.0
15	167	501.0
20	167	668.0
25	167	835.0
30	167	1002.0



ESSAI DE PERMEABILITE

Informations Générales

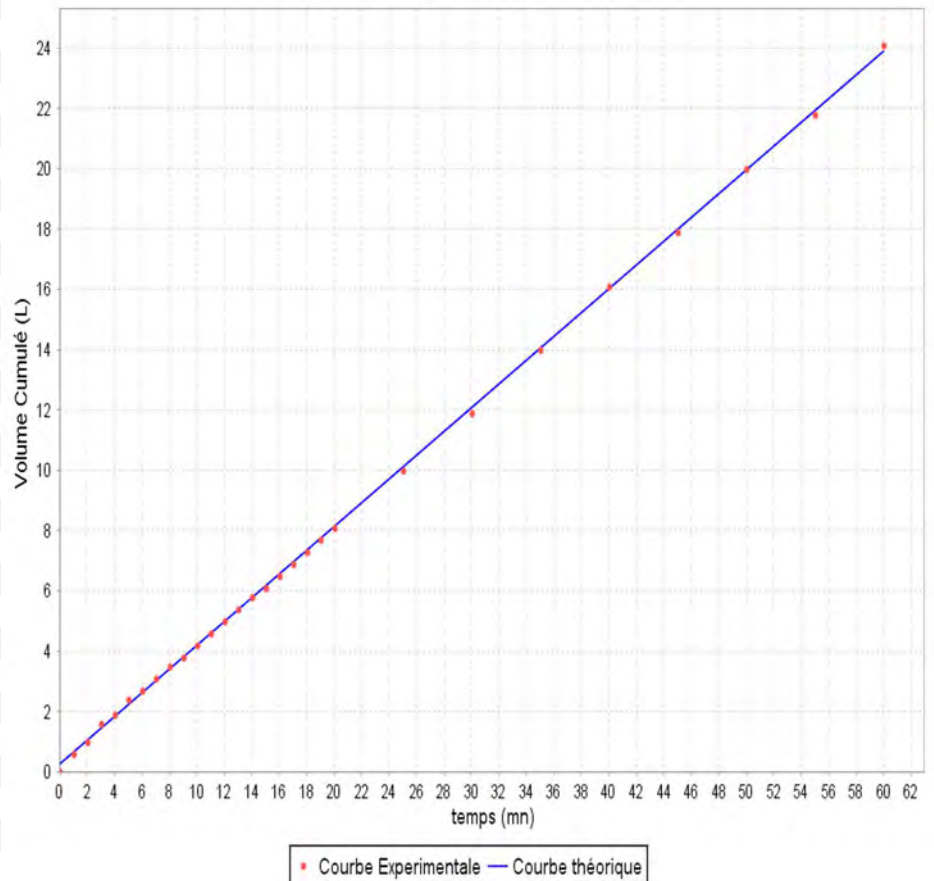
N°dossier:	EST2.I.076-28	Nature du sol:	
Projet:	Aménagement du quartier Archipel II	Client:	Eurométropole de Strasbourg
Chantier:	STRASBOURG (67)	Adresse:	
Sondage:	EL5		
N°Essai:	EL5	Operateur:	DEFACHELLES / SEDRATI

Paramètres de l'ouvrage

Diamètre de la section d'essai D (m):	0.066	Aire de la section d'essai (m2):	0.00342
Longueur de la section d'essai L (m):	1.0	Aire de la section de mesure (m2):	0.00636
Diamètre de la section de mesure (m):	0.09	Elancement (L/D):	15.15152
Charge hydraulique de l'essai (m):	3.5	Facteur de forme F:	1.8419
Débit d'eau de l'essai (m3/s):	3.94E-4	Perméabilité k (m/s):	6.11E-5
Profondeur de l'ouvrage (m):	2.5		
Profondeur de la nappe (m):	3.5		

Temps (min)	Volume (m)	Volume Cumulé (m)
0	0	0.0
1	0.6	0.6
2	0.4	1.0
3	0.6	1.6
4	0.3	1.9
5	0.5	2.4
6	0.3	2.7
7	0.4	3.1
8	0.4	3.5
9	0.3	3.8
10	0.4	4.2
11	0.4	4.6
12	0.4	5.0
13	0.4	5.4
14	0.4	5.8
15	0.3	6.1
16	0.4	6.5
17	0.4	6.9
18	0.4	7.3
19	0.4	7.7
20	0.4	8.1
25	1.9	10.0
30	1.9	11.9
35	2.1	14.0
40	2.1	16.1
45	1.8	17.9
50	2.1	20.0
55	1.8	21.8
60	2.3	24.1

Interpretation par Charge Constante



ESSAI DE PERMEABILITE

Informations Générales

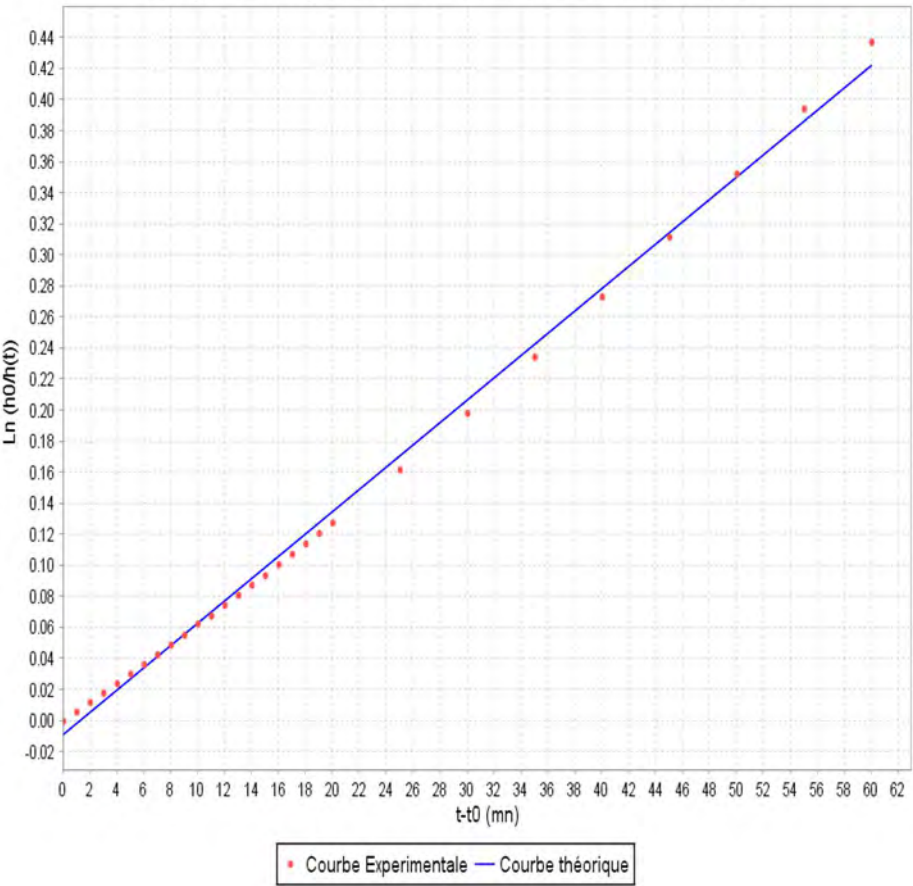
N°dossier:	EST2.I.076-28	Nature du sol:	
Projet:	Aménagement du quartier Archipel II	Cient:	Eurométropole de Strasbourg
Chantier:	STRASBOURG (67)	Adresse:	
Sondage:	EL6		
N°Essai:	EL6	Operateur:	DEFACHELLES / SEDRATI

Paramètres de l'ouvrage

Diamètre de la section d'essai D (m):	0.066	Aire de la section d'essai (m2):	0.00342
Longueur de la section d'essai L (m):	1.0	Aire de la section de mesure (m2):	0.00636
Diamètre de la section de mesure (m):	0.09	Elancement (L/D):	15.15152
Charge hydraulique de l'essai (m):		Facteur de forme F:	1.8419
Débit d'eau de l'essai (m3/s):		Perméabilité k (m/s):	4.14E-7
Profondeur de l'ouvrage (m):	3.0		
Profondeur de la nappe (m):	3.5		

Temps (min)	Profondeur (m)	Charge (m)
0	0	2.5
1	0.015	2.485
2	0.03	2.47
3	0.045	2.455
4	0.06	2.44
5	0.075	2.425
6	0.09	2.41
7	0.105	2.395
8	0.12	2.38
9	0.135	2.365
10	0.152	2.348
11	0.164	2.336
12	0.18	2.32
13	0.195	2.305
14	0.21	2.29
15	0.224	2.276
16	0.24	2.26
17	0.255	2.245
18	0.27	2.23
19	0.285	2.215
20	0.3	2.2
25	0.374	2.126
30	0.45	2.05
35	0.523	1.977
40	0.598	1.902
45	0.67	1.83
50	0.743	1.757
55	0.815	1.685
60	0.886	1.614

Interpretation par la méthode des courbes de vitesse



ESSAI DE PERMEABILITE

Informations Générales

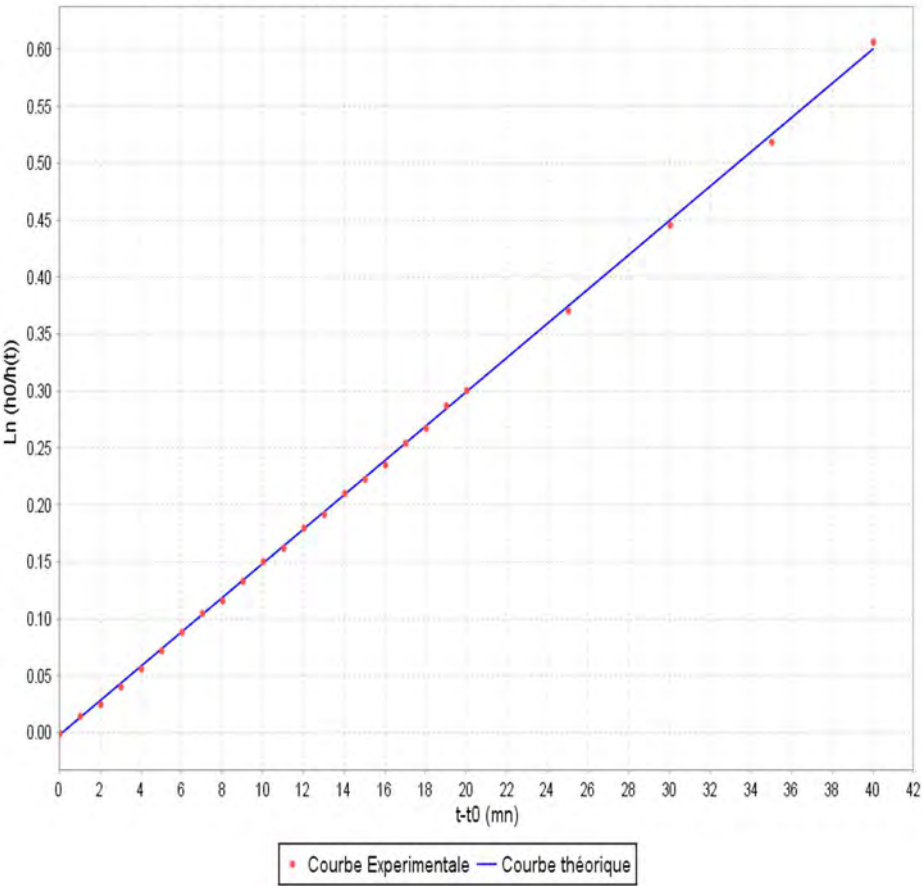
N°dossier:	EST2.I.076-28	Nature du sol:	
Projet:	Aménagement du quartier Archipel II	Client:	Eurométropole de Strasbourg
Chantier:	STRASBOURG (67)	Adresse:	
Sondage:	EL7		
N°Essai:	EL7	Operateur:	DEFACHELLES / SEDRATI

Paramètres de l'ouvrage

Diamètre de la section d'essai D (m):	0.066	Aire de la section d'essai (m2):	0.00342
Longueur de la section d'essai L (m):	1.0	Aire de la section de mesure (m2):	0.00636
Diamètre de la section de mesure (m):	0.09	Elancement (L/D):	15.15152
Charge hydraulique de l'essai (m):		Facteur de forme F:	1.8419
Débit d'eau de l'essai (m3/s):		Perméabilité k (m/s):	8.67E-7
Profondeur de l'ouvrage (m):	2.0		
Profondeur de la nappe (m):	2.0		

Temps (min)	Profondeur (m)	Charge (m)
0	0	2.0
1	0.03	1.97
2	0.055	1.95
3	0.08	1.92
4	0.11	1.89
5	0.14	1.86
6	0.168	1.83
7	0.196	1.8
8	0.224	1.78
9	0.25	1.75
10	0.276	1.72
11	0.301	1.7
12	0.326	1.67
13	0.351	1.65
14	0.376	1.62
15	0.4	1.6
16	0.424	1.58
17	0.448	1.55
18	0.472	1.53
19	0.496	1.5
20	0.52	1.48
25	0.618	1.38
30	0.717	1.28
35	0.815	1.19
40	0.914	1.09

Interpretation par la méthode des courbes de vitesse



ESSAI DE PERMEABILITE

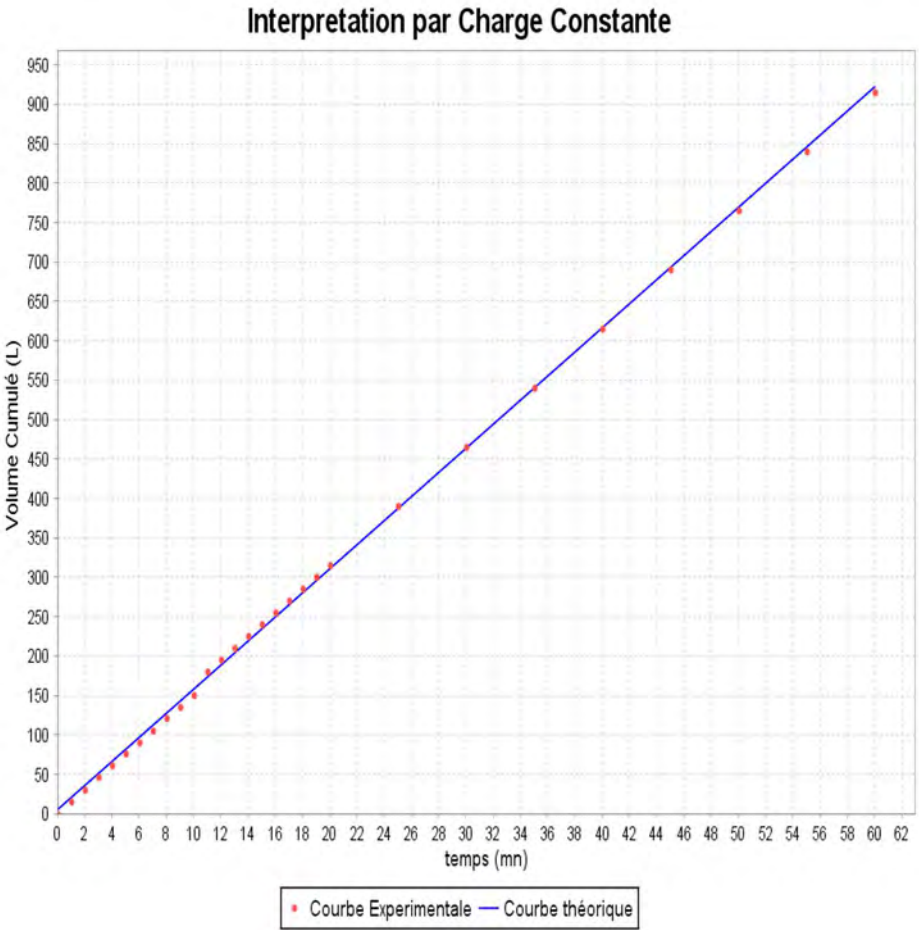
Informations Générales

N°dossier:	EST2.I.076-28	Nature du sol:	
Projet:	Aménagement du quartier Archipel II	Client:	Eurométropole de Strasbourg
Chantier:	STRASBOURG (67)	Adresse:	
Sondage:	EL8		
N°Essai:	EL8	Operateur:	DEFACHELLES / SEDRATI

Paramètres de l'ouvrage

Diamètre de la section d'essai D (m):	0.066	Aire de la section d'essai (m2):	0.00342
Longueur de la section d'essai L (m):	1.0	Aire de la section de mesure (m2):	0.00636
Diamètre de la section de mesure (m):	0.09	Elancement (L/D):	15.15152
Charge hydraulique de l'essai (m):	2.0	Facteur de forme F:	1.8419
Débit d'eau de l'essai (m3/s):	1.53E-2	Perméabilité k (m/s):	4.15E-3
Profondeur de l'ouvrage (m):	2.0		
Profondeur de la nappe (m):	2.0		

Temps (min)	Volume (m)	Volume Cumulé (m)
0	0	0.0
1	16	16.0
2	15	31.0
3	16	47.0
4	15	62.0
5	15	77.0
6	14	91.0
7	15	106.0
8	16	122.0
9	14	136.0
10	15	151.0
11	30	181.0
12	15	196.0
13	15	211.0
14	15	226.0
15	15	241.0
16	15	256.0
17	15	271.0
18	15	286.0
19	15	301.0
20	15	316.0
25	75	391.0
30	75	466.0
35	75	541.0
40	75	616.0
45	75	691.0
50	75	766.0
55	75	841.0
60	75	916.0



ESSAI DE PERMEABILITE

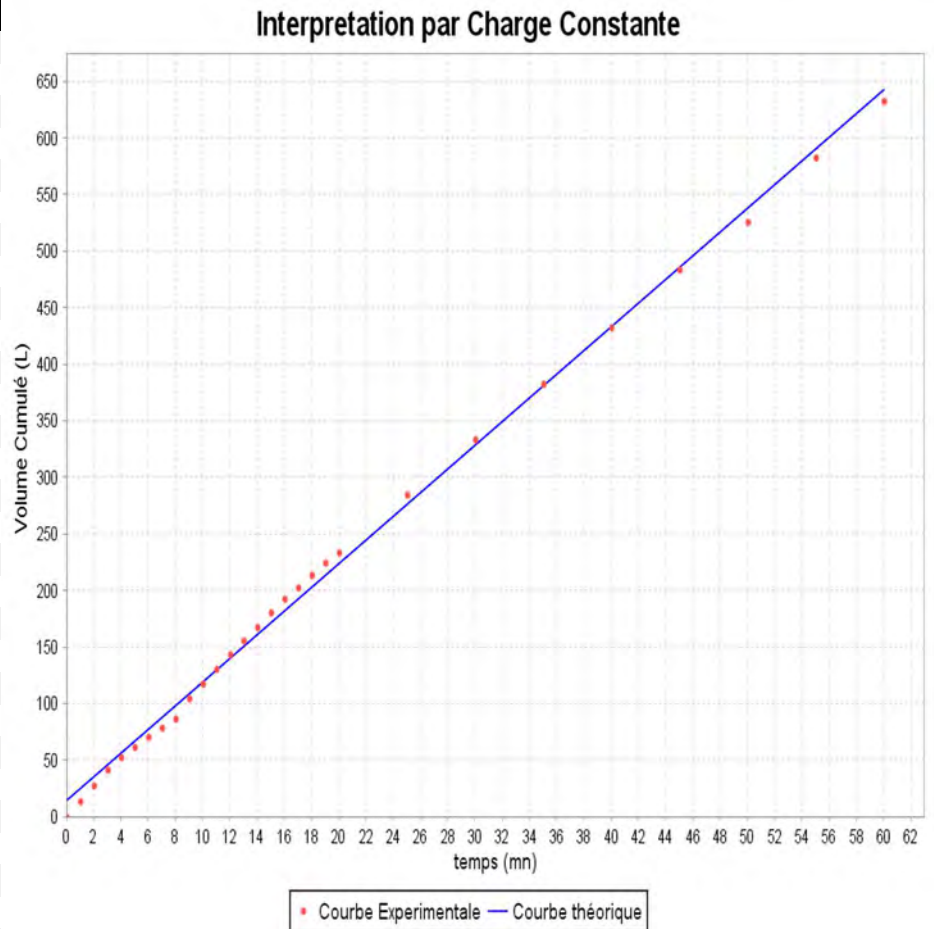
Informations Générales

N°dossier:	EST2.I.076-28	Nature du sol:	
Projet:	Aménagement du quartier Archipel II	Client:	Eurométropole de Strasbourg
Chantier:	STRASBOURG (67)	Adresse:	
Sondage:	EL9		
N°Essai:	EL9	Operateur:	DEFACHELLES / SEDRATI

Paramètres de l'ouvrage

Diamètre de la section d'essai D (m):	0.066	Aire de la section d'essai (m2):	0.00342
Longueur de la section d'essai L (m):	1.0	Aire de la section de mesure (m2):	0.00636
Diamètre de la section de mesure (m):	0.09	Elancement (L/D):	15.15152
Charge hydraulique de l'essai (m):	3.5	Facteur de forme F:	1.8419
Débit d'eau de l'essai (m3/s):	1.05E-2	Perméabilité k (m/s):	1.62E-3
Profondeur de l'ouvrage (m):	3.0		
Profondeur de la nappe (m):	3.5		

Temps (min)	Volume (m)	Volume Cumulé (m)
0	0	0.0
1	14	14.0
2	14	28.0
3	14	42.0
4	11	53.0
5	9	62.0
6	9	71.0
7	8	79.0
8	8	87.0
9	18	105.0
10	13	118.0
11	13	131.0
12	13	144.0
13	12	156.0
14	12	168.0
15	13	181.0
16	12	193.0
17	10	203.0
18	11	214.0
19	11	225.0
20	9	234.0
25	51	285.0
30	49	334.0
35	49	383.0
40	50	433.0
45	51	484.0
50	42	526.0
55	57	583.0
60	50	633.0



ANNEXE 6 – FORAGES AVEC PIEZOMETRE

SONDAGE DESTRUCTIF

PZ1

Dossier : EST2.I.076-28

Localité : STRASBOURG (67) - Wacken

Chantier : Aménagement du quartier Archipel II

Client : Eurométropole de Strasbourg

X :

Date début de forage : 04/03/2019

Echelle : 1/45

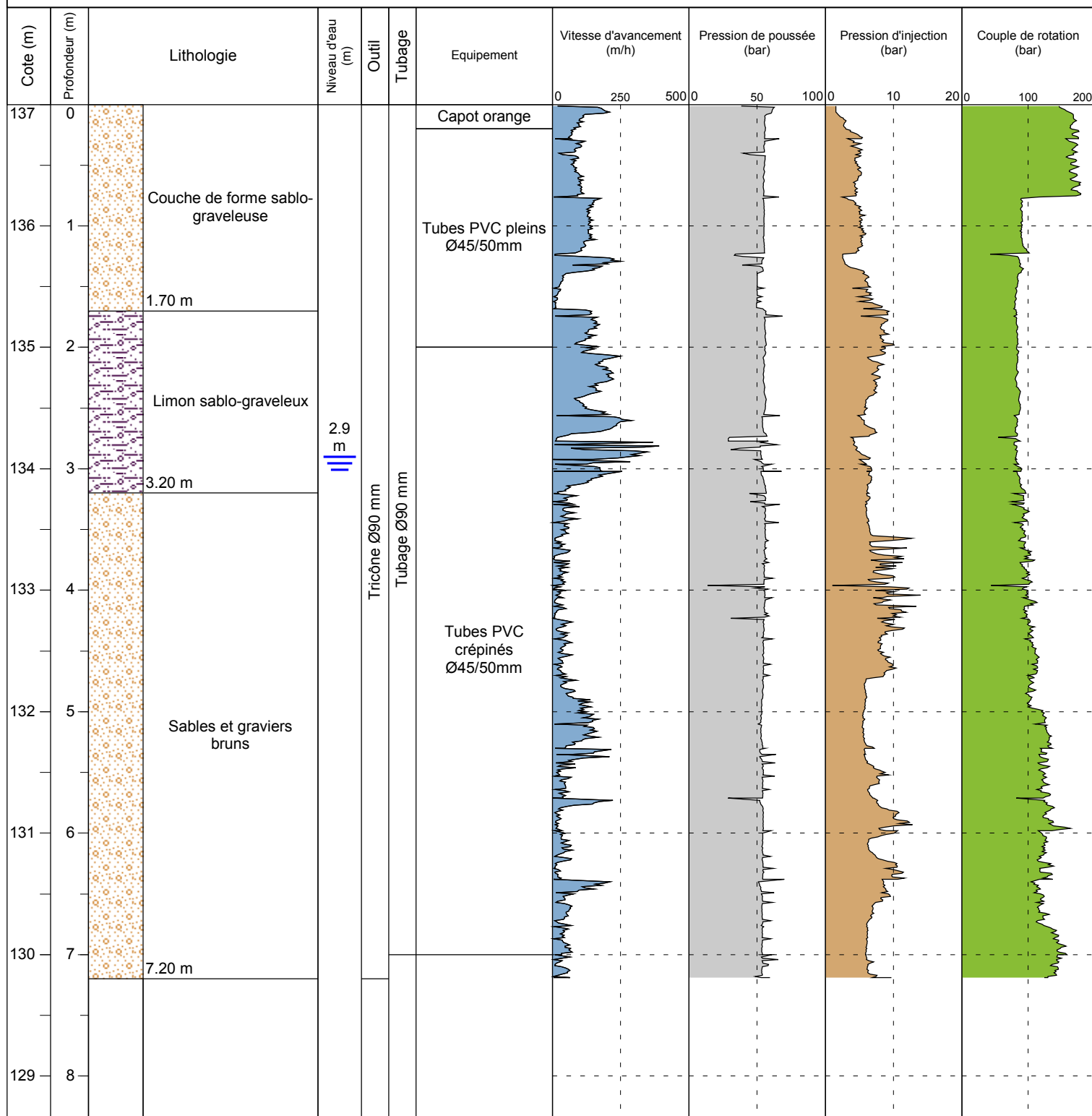
Y :

Date fin de forage : 04/03/2019

Machine : M343

Z : 137.00

Profondeur de fin : 8.00m



Observation :

EXGTE 3.21.1/LB2GEO102FR

SONDAGE DESTRUCTIF

Pz2

Dossier : EST2.I.076-28

Localité : STRASBOURG (67) - Wacken

Chantier : Aménagement du quartier Archipel II

Client : Eurométropole de Strasbourg

X :

Date début de forage : 01/03/2019

Echelle : 1/45

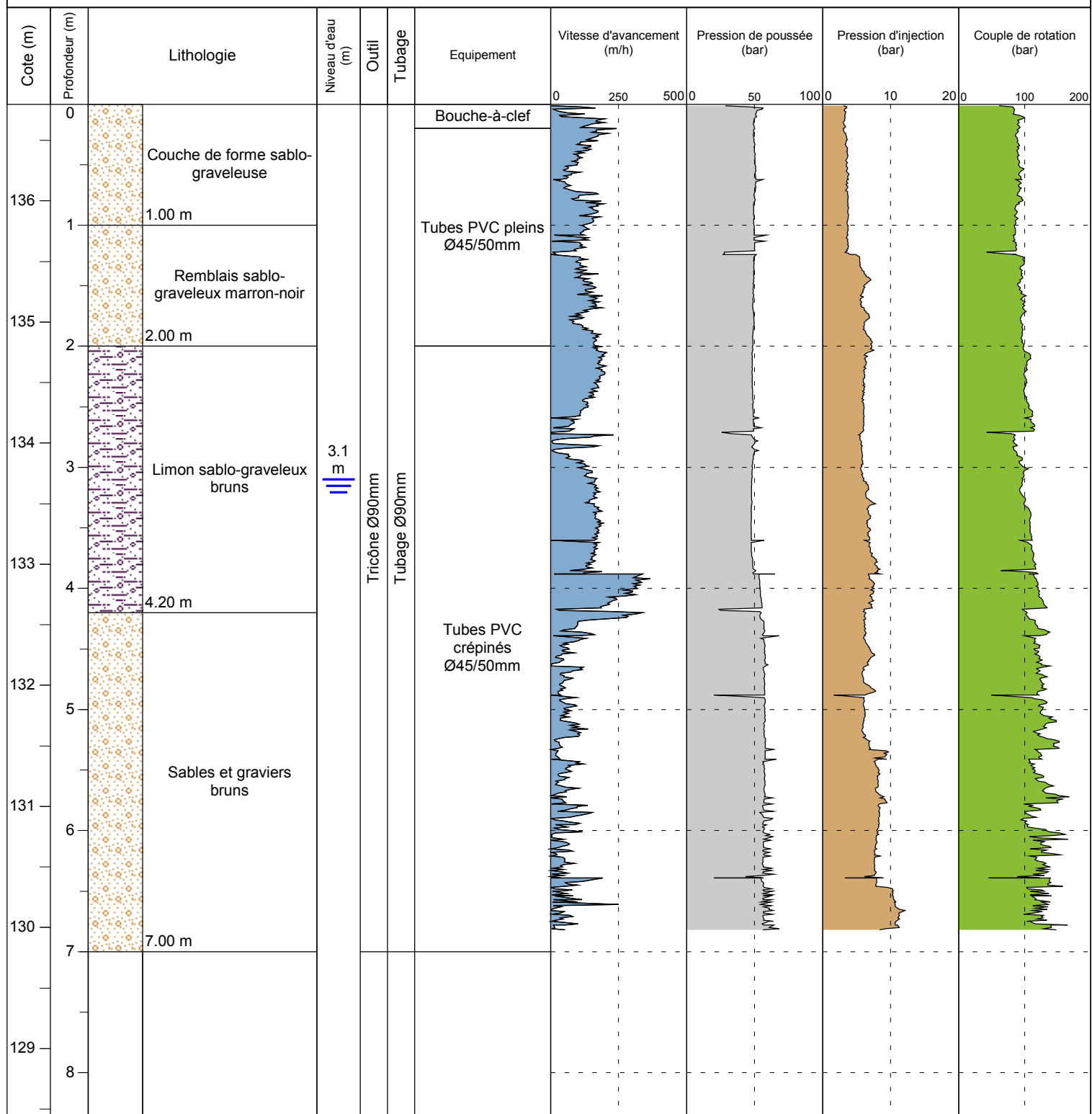
Y :

Date fin de forage : 01/03/2019

Machine : M346

Z : 136.80

Profondeur de fin : 8.00m



Observation :

EXGTE 3.21.1/LB2GEO102FR

SONDAGE DESTRUCTIF

PZ3

Dossier : EST2.I.076-28

Localité : STRASBOURG (67) - Wacken

Chantier : Aménagement du quartier Archipel II

Client : Eurométropole de Strasbourg

X :

Date début de forage : 01/03/2019

Echelle : 1/45

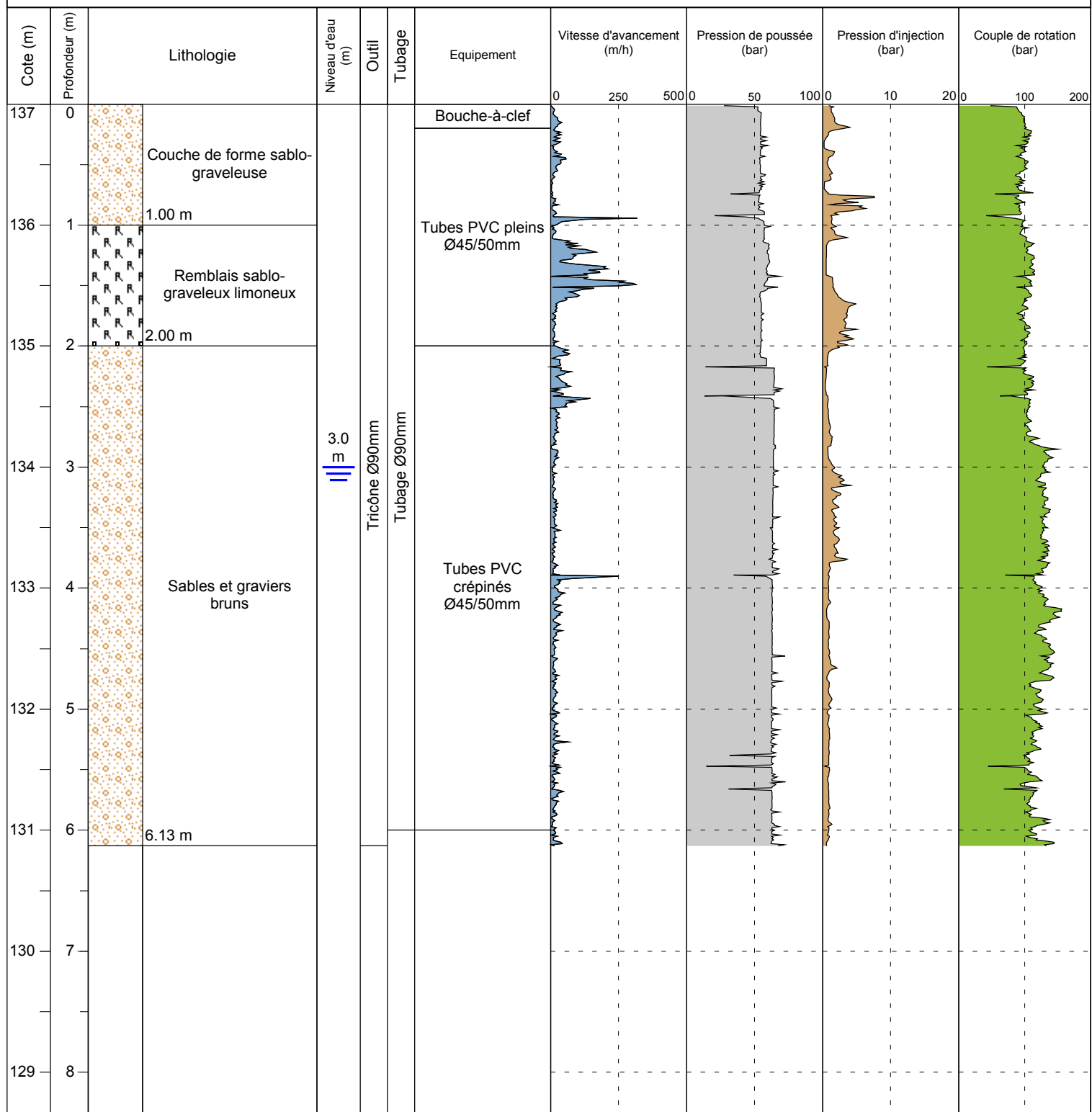
Y :

Date fin de forage : 01/03/2019

Machine : M346

Z : 137.00

Profondeur de fin : 6.13m



Observation :

EXGTE 3.21.1/LB2GEO102FR

SONDAGE DESTRUCTIF

Pz5

Dossier : **EST2.I.076-28**

Localité : **STRASBOURG (67) - Wacken**

Chantier : **Aménagement du quartier Archipel II**

Client : **Eurométropole de Strasbourg**

X :

Date début de forage : **01/03/2019**

Echelle : **1/45**

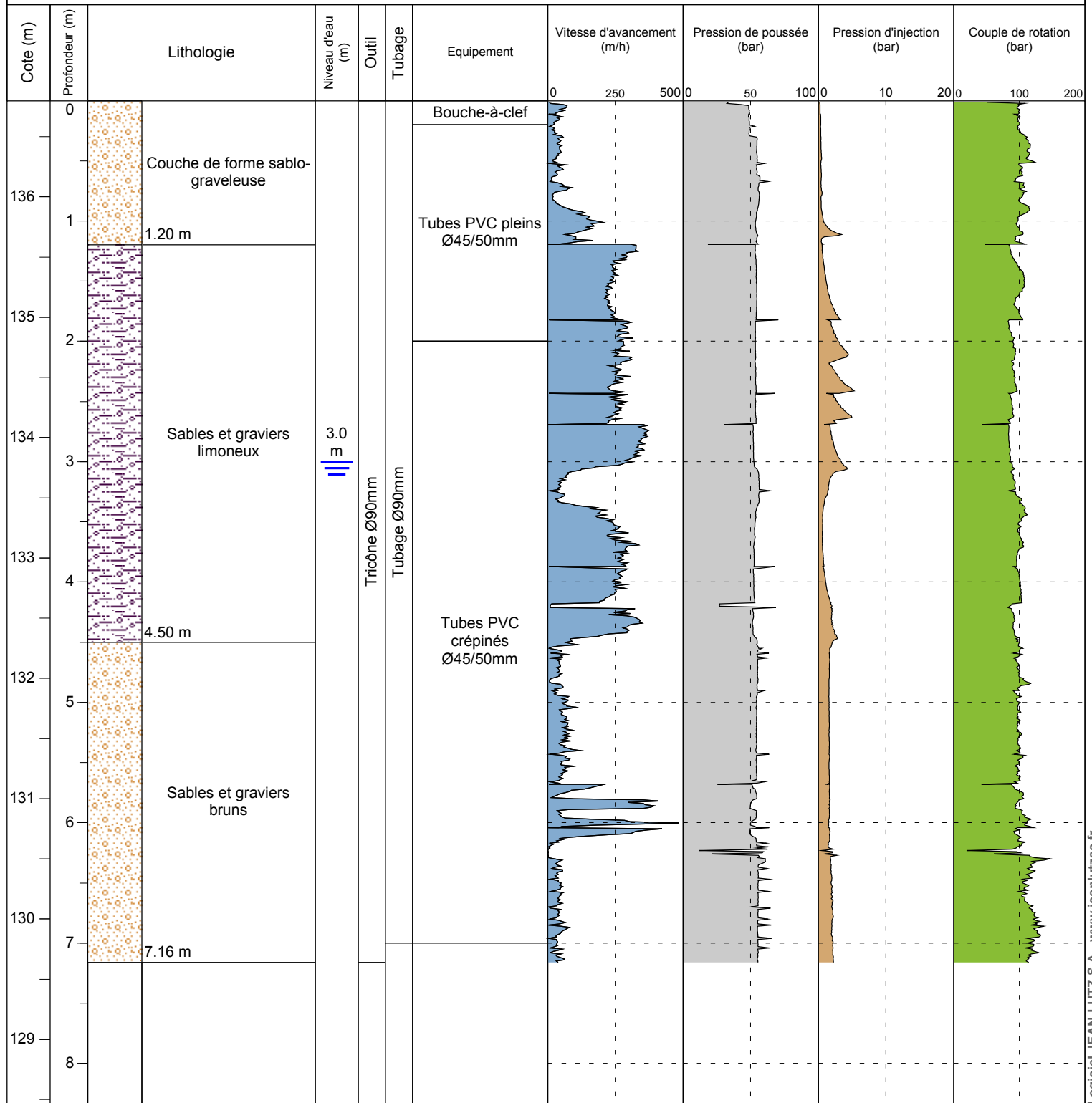
Y :

Date fin de forage : **01/03/2019**

Machine : **M346**

Z : **136.80**

Profondeur de fin : **7.16m**



Observation :

EXGTE 3.21.1/LB2GEO102FR

CONTACT

Agence de Strasbourg

13 rue de l'Electricité - 67800 HOENHEIM

Tél. : +33 (0) 3 88 81 20 50

cebtp.strasbourg@groupeginger.com

www.groupe-cebtp.com