

Géotechnique
vision
360°

PARIS-SACLAY

Etablissement Public d'Aménagement Paris-Saclay
(EPAPS)

Mission Géotechnique G1 ES / PGC
Étude de site – Parcelle N2.1

Avenue de la Vauve
PALAISEAU (91)

Rapport n°09212 V1 – 30 août 2019

 **saga**
GROUPE **Ingenierie**



info@saga-ingenierie.eu
22 Rue des Carriers Italiens, 91350 Grigny
T. : +33 (1)75 30 25 20 - F. : +33 (1) 69 06 08 64
SIRET 453 887 176 00031
www.saga-ingenierie.eu

SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	2
INTRODUCTION	4
1. GÉNÉRALITÉS.....	4
2. CADRE DE L'ÉTUDE	4
2.1 MISSION CONFÉE.....	4
2.2 TEXTES RÉGLEMENTAIRES.....	4
2.3 DOCUMENTS COMMUNIQUÉS	5
3. DESCRIPTION DU PROJET	5
4. CONTEXTE GÉOMORPHOLOGIQUE ET GÉOLOGIQUE.....	6
4.1 CONTEXTE GÉOMORPHOLOGIQUE.....	6
4.2 CONTEXTE GÉOLOGIQUE.....	6
4.3 CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE	7
4.4 RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES	7
CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE	9
5. IMPLANTATION DES SONDAGES.....	9
6. TRAVAUX RÉALISÉS	9
RESULTATS ET SYNTHÈSE DES INVESTIGATIONS	11
7. SYNTHÈSE LITHOLOGIQUE	11
8. SYNTHÈSE GÉOMÉCANIQUE.....	11
9. SYNTHÈSE HYDROGÉOLOGIQUE	12
9.1 NIVEAUX D'EAU	12
9.2 PERMÉABILITÉ DES SOLS	12
INTERPRÉTATIONS ET RECOMMANDATIONS	14
10. SYNTHÈSE GÉOLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE	14
11. OPÉRATIONS IMMOBILIÈRES	15
11.1 TERRASSEMENTS ET SOUTÈNEMENTS	15
11.2 FONDATIONS	17
11.3 PROTECTION DES PARTIES ENTERRÉES	19
11.4 NIVEAUX BAS	19

12. ALÉAS ET RISQUES IDENTIFIÉS	20
ALÉAS GÉOTECHNIQUES - CONDITIONS CONTRACTUELLES.....	21

TABLE DES ANNEXES :

ANNEXE 1 EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500

ANNEXE 2 PLAN DE SITUATION

ANNEXE 3 PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

ANNEXE 4 COUPES DES SONDAGES PRESSIOMETRIQUES

ANNEXE 5 PROCES VERBAUX DES ESSAIS DE PERMEABILITE

INTRODUCTION

1. Généralités

Maître d'Ouvrage : EPA Paris Saclay

Projet : Étude de site – Parcelle N2.1

Adresse du chantier : Avenue de la Vauve - PALAISEAU (91)

2. Cadre de l'étude

2.1 Mission confiée

Le présent rapport d'étude s'inscrit dans le cadre de la norme AFNOR NF P 94 500 du 30/11/2013 dont un extrait est joint en annexe n°1.

Les différentes missions confiées à SAGA étaient les suivantes :

Mission	Définition et description
Investigations géotechniques	<ul style="list-style-type: none"> ○ Exécuter les sondages, essais et mesures in-situ et en laboratoire selon un programme défini dans la mission proposée.
Mission G1 ES Étude géotechnique préalable Phase Étude de site	<ul style="list-style-type: none"> ○ Analyser les documents techniques liés à l'adaptation du projet au sol, ○ Fournir une synthèse des résultats de la campagne d'investigations géotechniques, ○ Définir la solution de fondations la plus adaptée et les paramètres de dimensionnement, ○ Définir la méthodologie des terrassements et soutènements pour la réalisation de la fouille générale, les dispositions de protection contre l'eau et les types des niveaux bas.

2.2 Textes réglementaires

Les textes réglementaires suivants ont été utilisés pour la réalisation et l'interprétation des résultats des investigations géotechniques :

- Normes AFNOR en vigueur, ou notes techniques particulières existantes concernant les travaux de sondages et essais in-situ ;
- EUROCODES-7 : NF EN 1997-1 de Juin 2005 « Calcul géotechnique » et ses annexes nationales ;

- Norme NF P 94-261 de Juin 2013 « Justification des ouvrages géotechniques - Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations superficielles » et son amendement NF P 94 -261/A1 de février 2017.

2.3 Documents communiqués

Pour la réalisation du présent rapport, il nous a été transmis les documents suivants :

- Plan de situation du lot N2.1 et de la ZAC du quartier de l'école Polytechnique,
- Plan cadastral de la parcelle du projet.

3. Description du projet

Dans le cadre des travaux d'aménagement de l'ensemble de la ZAC du quartier de l'école Polytechnique à PALAISEAU (91), nous avons été missionnés afin de réaliser une étude géotechnique documentaire pour définir les risques géotechniques sur la parcelle N2.1 à aménager, mais aussi réaliser des investigations géotechniques afin de préciser la nature et les caractéristiques mécaniques des terrains et définir un modèle géologique et hydrogéologique préliminaire.

Au stade actuel de l'étude, les détails du projet ne sont pas encore définis (niveaux finis, type et nature des bâtiments ...)



4. Contexte géomorphologique et géologique

4.1 Contexte géomorphologique

Le site du projet se trouve à l'ouest de la commune de Palaiseau (91), au niveau du parc Nord-Ouest de l'Ecole Polytechnique, à l'ouest de la Forêt Domaniale de Palaiseau. Il est longé par l'avenue de la Vauve. Le plan de situation est joint en annexe n°2.

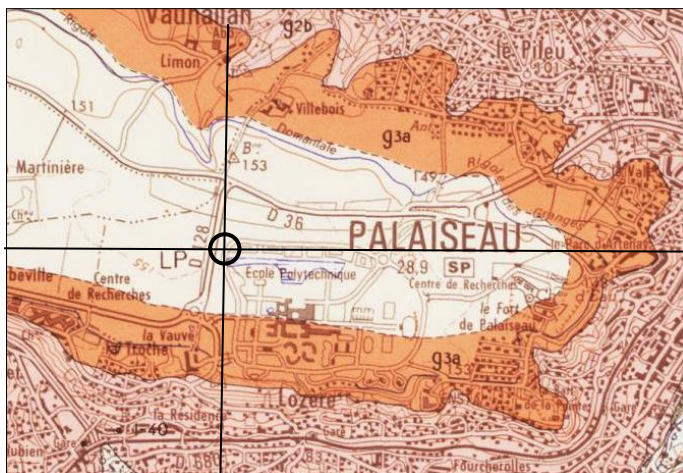
Le site se place en contexte de plateau, avec une géomorphologie relativement subhorizontale, aux alentours de la cote de 154,2 NGF.

Le plan de situation est joint en annexe n°2.

4.2 Contexte géologique

D'après les cartes géologiques de CORBEIL-ESSONNES au 1/50 000^{ème}, éditée par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), et notre expérience locale, les horizons que l'on devrait normalement rencontrer dans ce secteur sont, de haut en bas :

- *Limons des Plateaux,*
- *Formations de Montmorency (Meulière et Argiles à Meulière),*
- *Sables et Grès de Fontainebleau,*
- *Marnes à Huîtres.*



Légende :

LP : Limons des Plateaux

g3a : Formations de Montmorency
(Meulière et Argiles à Meulière)

g2b : Sables et Grès de Fontainebleau

g2a : Marnes à Huîtres

Extrait de la carte géologique de CORBEIL-ESSONNES au 1/50 000^{ème} (infoterre.brgm.fr)

Compte tenu du contexte du site, la présence de *Remblais* ainsi que des surépaisseurs locales ne sont pas à exclure.

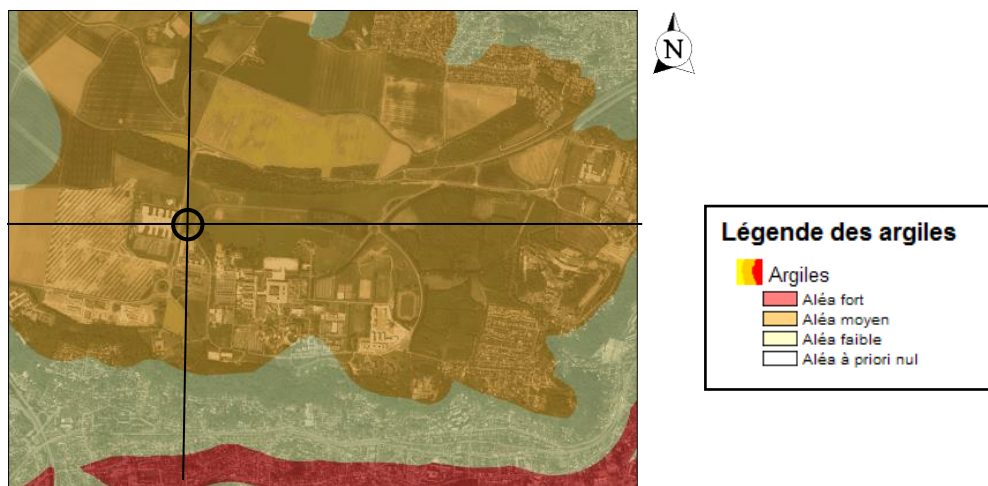
4.3 Contexte hydrogéologique

Compte tenu de la nature des terrains constituant les horizons supérieurs, des circulations et/ou poches d'eau voire une nappe superficielle sont susceptibles d'être rencontrées dans la formation des *Limons des Plateaux*, au-dessus du niveau très peu perméable des *Argiles à Meulière de Montmorency*. Ces circulations ou nappe superficielle se manifestent notamment en périodes pluvieuses.

4.4 Risques naturels et anthropiques

▪ Retrait-gonflement des argiles

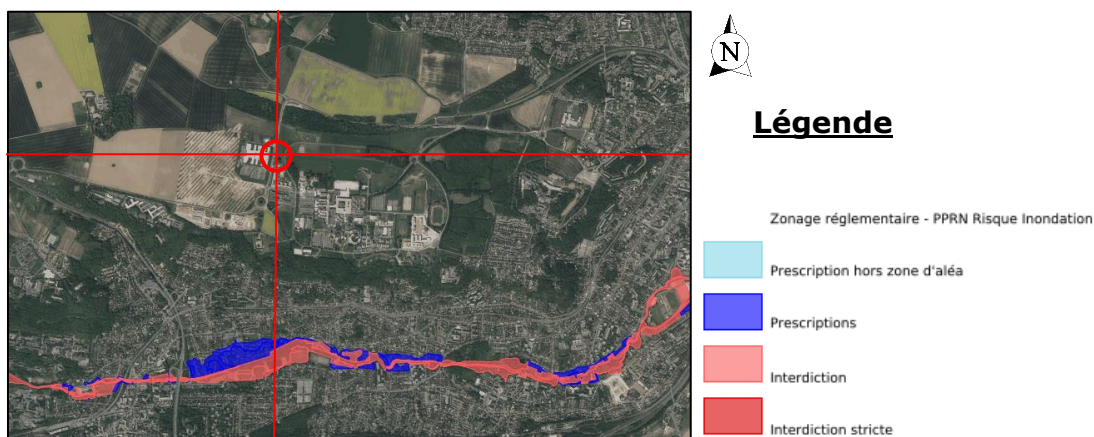
La cartographie de l'aléa retrait-gonflement des argiles établie par le BRGM sur la commune de Palaiseau (91), montre que le site se trouve dans une zone d'aléa moyen.



Cartographie de l'aléa retrait-gonflement sur la commune de Palaiseau (91) (infoterre.brgm.fr)

▪ Risque d'inondation

Le site étudié à Palaiseau (91) a fait l'objet d'un Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI) et se trouve hors-zones inondables.



- **Risque lié à la présence d'anciennes carrières souterraines et/ou à ciel ouvert**

D'après l'Atlas des carrières souterraines du département de l'ESSONNE, édité par l'Inspection Générale des Carrières (IGC) de Versailles, aucune ancienne exploitation souterraine ou à ciel ouvert n'a été recensée au droit du site ou à ses abords immédiats.

- **Risque sismique :**

D'après le zonage sismique de la France, la commune de PALAISEAU (91) se place en zone de sismicité 1 (très faible).

CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE

5. Implantation des sondages

L'implantation des sondages a été réalisée par nos soins au droit des parcelles intéressées pour le projet et en fonction des aménagements présents sur le site. Elle est reportée en annexe n°3.

L'altitude Z (NGF) du sol au droit des sondages a été relevée avec un récepteur GNSS TRIMBLE R10 et est récapitulée dans le tableau suivant :

Sondage de reconnaissance	Référence	X (m)	Y (m)	Z (NGF)
Sondage pressiométrique Norme NF EN ISO 22476-4	SP1	1641399,36	8168910,00	155,22
	SP2+PZ	1641382,41	8168843,50	156,76
Sondage à la tarière	ST1	1641392,63	8168900,85	155,14
	ST2	1641373,79	8168836,06	156,79

Ces coordonnées sont reportées sur les coupes des sondages et données à titre indicatif. Elles devront être vérifiées et corrigées par un géomètre expert, le cas échéant.

6. Travaux réalisés

Le tableau suivant récapitule le programme des sondages géotechniques effectués du 29 au 30 juillet 2019.

Les profondeurs des sondages réalisés sont comptées à partir du niveau du terrain naturel au moment de la reconnaissance.

Sondage de reconnaissance	Référence	Cote du sondage (NGF)	Profondeur (m/TN)	Essais / Remarques
Sondage pressiométrique Norme NF EN ISO 22476-4	SP1	155,22	-20,6	12 essais pressiométriques Prélèvement d'échantillons
	SP2+PZ	156,76	-10,0	6 essais pressiométriques Prélèvement d'échantillons Equipped en piézomètre
Sondage à la tarière	ST1	155,14	-2,0	Essai de perméabilité type PORCHET
	ST2	156,79	-2,0	Essai de perméabilité type PORCHET

Les sondages pressiométriques ont été réalisés avec une foreuse de type COMACCHIO GEO 205 en destructif avec enregistrement numérique des paramètres de forage à l'aide d'un tricône Ø 66 mm, jusqu'à leurs arrêts volontaires.

Les sondages à la tarière mécanique hélicoïdale (Ø 90 mm) ST1 et ST2 ont été réalisés avec une foreuse de type GEO205.

Le sondage SP2+PZ a été équipé d'un tube PVC piézométrique jusqu'à 10 m de profondeur.

Un essai de perméabilité de type Porchet a été effectué au droit de chacune des 2 tarières ST1 et ST2.

Les coupes des sondages sont fournies en annexe n°4.

RESULTATS ET SYNTHÈSE DES INVESTIGATIONS

7. Synthèse lithologique

Il ressort des sondages réalisés, la lithologie suivante, de haut en bas :

1. Des **Limons des Plateaux** ont été reconnus jusqu'à -0,7 / -1,5 m/TN, soit jusqu'aux cotes 156,09 / 153,64 NGF. Ils sont constitués de limon argileux marron, avec parfois des petits cailloux. Il s'agit de sols fins, sensibles à l'eau avec des chutes de portance et de consistance lorsque la teneur en eau augmente ;
2. La formation des **Argiles à Meulière de Montmorency** a été traversée jusqu'à -12,0 m/TN, soit jusqu'à la cote 42,22 NGF au droit du sondage profond SP1. Elles se présentent sous la forme d'argile sableuse ocre avec des silex blancs et blocs/bancs de meulière indurés.
3. Les **Sables de Fontainebleau** ont été rencontrés uniquement au droit du sondage profond SP1 et jusqu'à son arrêt à -20,6 m/TN soit jusqu'à la cote 134,61 NGF. Il s'agit de sable fin beige à blanchâtre à blocs/bancs de grès indurés.

Remarque : Compte-tenu de la méthode de forage destructif avec injection d'eau, la nature des terrains profonds au droit des sondages pressiométriques ne peut être déterminée précisément et les limites des couches sont approximatives car seulement déterminées par l'interprétation des enregistrements de paramètres de forages et l'examen des remontées de cuttings.

8. Synthèse géomécanique

Les résultats des essais pressiométriques réalisés sont répertoriés en fonction des couches rencontrées dans le tableau ci-dessous :

N° de couche	Formation	Profondeur de la base de la couche		Pressiomètre			
		m/TN	NGF	E _m (MPa)	PI* (MPa)	α	Nb d'essais
1	<i>Limons des Plateaux</i>	-0,7 / -1,5	156,09 / 153,64	Aucun essai pressiométrique n'a été réalisé dans cette formation		1/2	0
2	<i>Argile à meulière de Montmorency</i>	-12,0	143,22	3,7 à 60,6 Mh = 8,7	0,55 à 4,69 Mg = 1,37 σ = 1,25	2/3	13
3	<i>Sables et Grès de Fontainebleau</i>	< -20,6	< 134,61	13,1 à 30,6 Mh = 16,4	2,00 à 3,83 Mg = 2,58 σ = 0,63	1/3	5

NOTA : Mg = Moyenne géométrique – Mh = Moyenne harmonique - σ = écart-type.

Compte tenu de la faible épaisseur des **Limons des Plateaux** rencontrée sur le site du projet, aucun essai pressiométrique n'a été réalisé au sein de ce faciès

Les essais pressiométriques réalisés au sein de **l'Argile à Meulière de Montmorency** témoignent d'un faciès :

- présentant une compacité et des caractéristiques mécaniques médiocre à moyenne sur les 5 premiers mètres
- puis présentant des caractéristiques élevées à très élevées ensuite.

La formation des **Sables et Grès de Fontainebleau** présente des caractéristiques mécaniques très élevées dus à des blocs et niveaux indurés de grès.

9. Synthèse hydrogéologique

9.1 Niveaux d'eau

Les sondages à la tarière sont restés secs jusqu'à -2,00 m/TN, c'est-à-dire jusqu'aux cotes 154,76 et 153,22 NGF

Le 20 août 2019, le niveau d'eau dans le piézomètre a été mesuré à -5,05 m/TN soit à 151,71 NGF. Ce niveau correspond vraisemblablement à une nappe perchée superficielle située vers le toit de la formation des *Argiles à Meulière de Montmorency*. Cette nappe est alimentée principalement par la pluviométrie.

Nous rappelons que ce niveau est susceptible de remonter notamment en périodes pluvieuses prolongées.

Il est nécessaire de réaliser un suivi piézométrique sur au moins un cycle saisonnier afin de préciser les fluctuations de la nappe. De plus, ce suivi pourra être associé à la réalisation d'une étude hydrogéologique spécifique permettant en particulier de préciser les niveaux de référence de la nappe à retenir.

De plus, des infiltrations et circulations d'eaux anarques sont susceptibles de se produire au sein de l'horizon supérieur des *Remblais* et/ou *Limons des Plateaux*, notamment en périodes pluvieuses. En effet, la nature de l'horizon supérieur, favorise la manifestation de circulations d'eau dans les terrains superficiels.

9.2 Perméabilité des sols

2 essais de perméabilité ont été réalisés au droit des sondages ST1 et ST2, le 30/07/2019. Il s'agit d'essais de type Porchet permettant de mesurer la perméabilité des terrains en place. Le tableau suivant présente les résultats obtenus :

Sondage	Lanterne d'essai (m/TN)	Faciès concerné	Perméabilité moyenne k (m/s)
ST1	Entre 0,0 et -2,0	<i>Limon des plateaux et Argile à Meulière de Montmorency</i>	$3,64 \cdot 10^{-6}$
ST2	Entre 0,0 et -2,0	<i>Limon des plateaux et Argile à Meulière de Montmorency</i>	$2,28 \cdot 10^{-7}$

Les essais montrent que les niveaux superficiels (*Limons des Plateaux et Argile à Meulière de Montmorency*) présentent des valeurs de perméabilité allant de $3,64 \cdot 10^{-6}$ à $2,28 \cdot 10^{-7}$ m/s.

Selon les différentes classifications et en prenant en compte la nature des terrains, les résultats obtenus témoignent de sols peu perméables selon « Le Forage d'eau » - MABILLOT ou de faible perméabilité selon « Fondations et Ouvrages Enterrés » - PHILIPONNAT.

Nous rappelons qu'il s'agit d'essais ponctuels qui ne reflètent que partiellement la perméabilité à l'échelle du site. En effet, la perméabilité est influencée par les variations lithologiques rencontrées au sein de ces formations. Elle peut ainsi varier d'un point à l'autre.

Les résultats des essais de perméabilité sont fournis en annexe n°5.

INTERPRETATIONS ET RECOMMANDATIONS

10. Synthèse géologique et hydrogéologique

Dans le cadre de ce projet, la reconnaissance du site a mis en évidence les éléments suivants :

▪ Terrains traversés :

Formation	Base de la formation		Nature	Compacité
	m/TN	NGF		
Limons des Plateaux	-0,7 / -1,5	156,09 / 153,64	<ul style="list-style-type: none"> - Limon argileux marron, avec parfois des petits cailloux - Ces terrains sont sensibles aux variations de la teneur en eau. En effet, en cas d'augmentation significative de cette dernière, leur portance et consistance peuvent chuter brutalement. 	-
Argiles à Meulière de Montmorency	-12,0	143,22	<ul style="list-style-type: none"> - Argile sableuse ocre avec des silex blancs et blocs/bancs de meulière indurés ; - Ces terrains sont sensibles aux variations de la teneur en eau. En effet, en cas d'augmentation significative de cette dernière, leur portance et consistance peuvent chuter brutalement. 	Médiocre à moyenne sur les 5 premiers mètres puis élevée à très élevée
Sables et Grès de Fontainebleau	< -20,6	< 134,61	<ul style="list-style-type: none"> - sable fin beige à blanchâtre à blocs/bancs de grès indurés. 	Elevée à très élevée

▪ Hydrogéologie :

Le 20 août 2019, le niveau d'eau dans le piézomètre a été mesuré à -5,05 m/TN soit à 151,71 NGF. Ce niveau correspond vraisemblablement à une nappe perchée superficielle située vers le toit de la formation des *Argiles à Meulière de Montmorency*. Cette nappe est alimentée principalement par la pluviométrie.

Nous rappelons que ce niveau est susceptible de remonter notamment en périodes pluvieuses prolongées.

Il est nécessaire de réaliser un suivi piézométrique sur au moins un cycle saisonnier afin de préciser les fluctuations de la nappe. De plus, ce suivi pourra être associé à la réalisation d'une étude hydrogéologique spécifique permettant en particulier de préciser les niveaux de référence de la nappe à retenir.

De plus, des infiltrations et circulations d'eaux anarchiques sont susceptibles de se produire au sein de l'horizon supérieur des *Remblais* et/ou *Limons des Plateaux*, notamment en périodes pluvieuses. En effet, la nature de l'horizon supérieur, favorise la manifestation de circulations d'eau dans les terrains superficiels.

11. Opérations immobilières

Le projet prévoit la création de bâtiments. Au stade actuel de l'étude, les caractéristiques (nombre de niveaux, nombre d'infrastructure) des bâtiments projetés ne sont pas définis. Ainsi, il conviendra de réaliser une mission G2-AVP afin de lever les risques résiduels.

Dans la suite de notre étude, nous considérons en première approche, que les bâtiments projetés sont susceptibles de présenter un à deux niveaux de sous-sols totaux.

11.1 Terrassements et soutènements

Nous rappelons que le projet n'est pas encore arrêté et que les bâtiments projetés pourraient présenter un à deux niveaux de sous-sols.

Ainsi, nous considérons en première approche :

- Un niveau fini du plancher bas du 1er sous-sol situé entre -2,5 et -3,0 m/TN actuel, soit des hauteurs de terrassement d'environ 3,0 m à 3,5 m, selon la zone.
- Un niveau fini du plancher bas du 2ème sous-sol situé entre -5,5 et -6,0 m/TN actuel, soit une hauteur de terrassement d'environ 6,0 à 6,5 m/TN actuel

▪ Disposition vis-à-vis de la présence d'eau :

Le niveau de la nappe, relevé en août 2019 au droit du site, était situé vers -5,05 m/TN, soit vers la cote 151,71 NGF. En se basant sur ce relevé, seul un projet comportant 2 niveaux de sous-sols serait impacté par la nappe.

De plus, nous rappelons que des circulations d'eau anarchiques sont susceptibles de se produire au sein des horizons superficiels, notamment en périodes pluvieuses.

Afin de réaliser les travaux de terrassement du sous-sol et des fondations hors d'eau, il est nécessaire de prévoir, en phase chantier, un système d'épuisement adapté de la nappe pour éviter les arrivées d'eau depuis les parois. En fonction des niveaux de la nappe au moment des travaux, ces dispositifs peuvent être constitués à titre d'exemple par un système efficace de drainage et de pompage en fond de fouille.

Recommandations :

- Il serait judicieux de réaliser les travaux de terrassement pendant les périodes de basses eaux (hors périodes de rechargement de la nappe). De plus, avant le démarrage des travaux de terrassement, il est recommandé de mesurer le niveau de la nappe au droit du piézomètre laissé sur le site, afin de préciser, le cas échéant, les dispositifs nécessaires pour réaliser les travaux de terrassement et des fondations à sec.
- Afin de préciser les niveaux de remontées de la nappe attendus en phase chantier, en particulier le niveau des Hautes Eaux annuelles (EF), il est nécessaire de réaliser une étude hydrogéologique associée à un suivi piézométrique sur au moins un cycle saisonnier. Cette étude permettra d'affiner les impacts des remontées de la nappe sur les travaux de terrassements et de réalisation des fouilles des fondations et de préciser et/ou optimiser les dispositions à mettre en œuvre afin de réaliser les travaux à sec.

▪ **Excavation des terres :**

Les travaux de terrassements intéresseront essentiellement les *Limons des Plateaux* et les *Argiles à Meulière de Montmorency*. Nous rappelons la faible cohésion à court terme (voire nulle à long terme) des *Limons des Plateaux* ainsi que la présence de blocs et/ou niveaux indurés au sein des *Argiles à Meulière de Montmorency*. L'entreprise devra prévoir les moyens et outils nécessaires pour l'exécution des terrassements au sein de ces formations.

▪ **Techniques de terrassements :**

Une fois les conditions de réalisation des travaux à sec sont réunies, on pourra envisager l'exécution de techniques de terrassements « traditionnelles ».

Si les contraintes du site le permettent (emprise des sous-sols, recul suffisant vis-à-vis des voiries avoisinantes, etc.) et en absence de stockage en crête, les travaux de terrassements peuvent être réalisés par talutage, soit sur toute la profondeur de la fouille ou uniquement en partie supérieure (pré-talutage).

En cas d'impossibilité de réalisation de talutage (limite de propriété, voirie avoisinante, etc...), il conviendra de prévoir des dispositions particulières de soutènement des terres de type voiles contre terre réalisées passes alternées avec butonnage à l'avancement, ou tout autre système de soutènement équivalent permettant de garantir la stabilité de la fouille (parois berlinoise, lutétienne...).

Ces solutions seront précisées après définition des niveaux bas des constructions projetées en cote NGF, dans le cadre d'une mission géotechnique de type G2 AVP.

▪ **Protection et praticabilité en fond de fouille :**

Les terrains intéressant les travaux de terrassements et ceux qui seront rencontrés au niveau de l'arase renferment des niveaux argileux sensibles à l'eau, pouvant provoquer des difficultés de circulation des engins de chantier, notamment lors des épisodes pluvieux.

Ces sols sont cohérents à teneur en eau moyenne et faible et collants et sujets au matelassage lorsqu'ils sont dans un état hydrique humide, d'où la difficulté de leurs mises en œuvre sur chantier.

Il conviendra donc de réaliser les travaux de terrassement et de réalisation des fondations en périodes favorables.

Sinon et en cas d'intempéries ou à proximité de la nappe, nous recommandons de prévoir un dispositif adapté, permettant d'éviter le remaniement de ces sols et d'assurer une bonne traficabilité des engins de terrassements, par la mise en œuvre de pistes provisoires de chantier qui devront constituer une sorte de blocage sur les horizons en place. Ces pistes seront constituées de matériaux grossiers ou de blocs de gravats non pollués.

▪ **Paramètres de dimensionnement des ouvrages de soutènements :**

Pour le prédimensionnement des ouvrages de soutènement, on prendra les caractéristiques suivantes :

Nature du sol	Densité	Angle de frottement interne φ' (°)	Cohésion C' (kPa)
<i>Limons des Plateaux</i>	2,0	26	0
<i>Argiles à Meulière de Montmorency</i>	2,0	28	2

11.2 Fondations

11.2.1 Principe de fondations

Nous rappelons que le projet prévoit la construction de bâtiments pouvant comprendre 1 à 2 niveaux de sous-sols à usage de parking et/ou de locaux nobles

✓ **Bâtiments avec charges légères**

Compte tenu du contexte géotechnique du site, les constructions légères de type bâtiment en RDC ou R+1 sans niveau de sous-sol, pourront être fondés par le biais de semelles superficielles ou radier ancrées dans les *Limons de Plateaux* (limon marron), au-delà de tout *Remblais* éventuels ou de terrains remaniés.

Compte tenu de la sensibilité à l'eau de l'horizon d'ancrage, on veillera à respecter une garde hors gel/hors intempérie d'au minimum 1,0 m par rapport à la plateforme finie, en tout point.

La contrainte admissible aux ELS serait comprise entre 0,10 et 0,15 MPa, selon la configuration du projet.

Cette solution ne peut être confirmée que sous réserve de calcul de tassement (déformation du sol), dans le cadre d'une mission G2-AVP.

✓ **Bâtiments avec charges lourdes**

• **Bâtiments sans sous-sols :**

Compte tenu des caractéristiques mécaniques médiocres à moyennes des terrains de surfaces (*Limons des Plateaux* et premiers mètres des *Argiles à meulière de Montmorency*), une solution par fondations superficielles n'est pas envisageable pour ces ouvrages). On s'orientera alors vers un système de fondations profondes (type pieux), selon la configuration du projet. Une technique d'amélioration de sol n'est pas à exclure.

Nous rappelons que la Formation des *Argiles à Meulière de Montmorency* renferme des passées très indurées (blocs et bancs de meulière). L'utilisation d'un matériel adapté devra être prévue pour le passage à travers les bancs et/ou blocs indurés.

• **Bâtiments avec sous-sols :**

Dans le cas de la réalisation d'au moins un niveau de sous-sol, on pourra envisager une solution de fondations superficielles ancrées dans les *Argiles à Meulière de Montmorency*.

La contrainte admissible aux ELS serait comprise entre 0,20 et 0,30 MPa, et sera confirmée après estimation des tassements prévisibles, dans le cadre d'une mission G2-AVP.

Le tableau suivant résume les différentes situations :

Type de Bâtiment projeté	Nombre de sous-sol	Type de fondations	Niveau et formation d'assise	Contrainte admissible aux ELS (q_{ELS})
R+0 à R+1	Sans sous-sol	Semelles isolées ou filantes	<ul style="list-style-type: none"> Ancrage dans les <i>Limons de Plateaux</i> 	0,10 à 0,15 MPa
	1		<ul style="list-style-type: none"> Ancrage dans les <i>Argiles à Meulière de Montmorency</i> 	0,20 à 0,30 MPa
	2		<ul style="list-style-type: none"> Ancrage dans les <i>Argiles à Meulière de Montmorency</i> 	0,25 à 0,35 MPa
R+2 à R+10	Sans sous-sol	Fondations profondes par pieux ou amélioration de sol	<ul style="list-style-type: none"> Ancrage dans les argiles à Meulière de Montmorency ou au-delà 	-
	1	Fondations par Semelles isolées ou filantes ou radier	<ul style="list-style-type: none"> Ancrage dans les Argiles à Meulière de Montmorency au-delà des Limons des Plateaux 	0,20 à 0,30 MPa

Type de Bâtiment projeté	Nombre de sous-sol	Type de fondations	Niveau et formation d'assise	Contrainte admissible aux ELS (q_{ELS})
R+2 à R+10	1	Fondations profondes par pieux ou amélioration de sol	<ul style="list-style-type: none"> Ancrage dans les argiles à Meulière de Montmorency ou au-delà 	-
	2	Semelles isolées ou filantes ou radier	<ul style="list-style-type: none"> Ancrage dans les Argiles à Meulière de Montmorency au-delà des Limons des Plateaux 	0,25 à 0,35 MPa

11.2.2 Dispositions particulières

- Vigilance quant à la chute de consistance des sols d'ancrage lors des périodes pluvieuses défavorables.
- Prévoir un matériel adapté pour le passage en zones indurées (blocs et banc de meulière).

11.3 Protection des parties enterrées

Nous rappelons que le niveau de la nappe perchée baignant les *Limons des Plateaux* a été relevé en août 2019 à -5,05 m/TN, soit vers la cote 151,71 NGF.

De plus, nous rappelons que le niveau de la nappe est susceptible de fluctuer en fonction des saisons.

Ainsi, les sous-sols projetés seront impactés par la nappe, en particulier, en périodes exceptionnelles d'occurrence décennale (EH), ou le niveau des Eaux Exceptionnelles, d'occurrence centennale (EE).

Il conviendra de prévoir une étude hydrogéologique afin de définir les niveaux d'eau de référence d'occurrence décennale (EH) et d'occurrence centennale (EE), afin de préciser les protections nécessaires des niveaux enterrés.

11.4 Niveaux bas

Dans le cas où l'arase terrassement est constituée par les *Limons de Plateaux* et pour des charges légères ($\leq 500 \text{ kg/m}^2$), on pourra envisager un dallage sur terre-plein, mis en œuvre sur une couche de forme en matériaux d'apport insensibles à l'eau.

Dans le cas où l'arase est constituée par les *Argiles à Meulière de Montmorency* réputée sensible au phénomène de retrait-gonflement, le plancher bas devra être porté par les fondations. Il pourra être coulé sur un coffrage biodégradable. Ceci permettra de s'affranchir des risques de fissuration liés aux phénomènes de retrait/gonflement.

Dans le cas d'un cuvelage, le plancher bas devra être porté par les fondations. Il sera dimensionné pour résister aux sous-pressions hydrostatiques.

12. Aléas et risques identifiés

Suite à nos travaux de reconnaissance, les principaux risques identifiés sont les suivants :

- Présence de circulations d'eau et/ou d'une nappe superficielle perchée au sein des *Limons des Plateaux* sur le toit perméable des *Formations de Montmorency*,
- Sensibilité à l'eau des matériaux du site (chute de portance et de consistance en cas d'augmentation de la teneur en eau),
- Présence de bancs et/ou blocs de meulières indurés dans la formation de Montmorency
- Sensibilité des *Formations de Montmorency* au phénomène de retrait-gonflement.

Tous les éléments évoqués ci-dessus, devront être précisés et détaillés dans le cadre d'une mission G2-AVP, pour chaque projet envisagé.

Aléas géotechniques - Conditions contractuelles

1. Les reconnaissances de sol procèdent par sondages ponctuels, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables à l'ensemble du site. Il persiste des aléas (exemple : hétérogénéités locales) qui peuvent entraîner des adaptations tant de la conception que de l'exécution qui ne sauraient être à la charge du géotechnicien.
2. Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite suite à une communication ou reproduction partielle ne saurait engager SAGA.
3. Des modifications dans l'implantation, la conception ou l'importance des constructions ainsi que dans les hypothèses prises en compte et en particulier dans les indications de la partie « Présentation » du présent rapport peuvent conduire à des remises en cause des prescriptions. Une nouvelle mission devra alors être confiée à SAGA afin de réadapter ces conclusions ou de valider par écrit le nouveau projet.

A Grigny, le 30 août 2019

L'Ingénieure Chargée du dossier

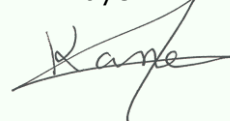
Anne-Sixtine MAYNADIE



SAGA
22 rue des Carriers Italiens
91350 GRIGNY
Tél. : 01 75 30 25 20 - Fax : 01 69 06 01

Contrôle Interne

MBaye KANE



ANNEXE 1

EXTRAIT DE LA NORME NF P 94-500

ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (Tableau 1 de la norme NF P 94-500 du 30/11/13)

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 (G 1)		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)
	DCEI/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE 1/ACT		Consultation sur le projet de base 1 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/IVISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (Tableau 2 de la norme NF P 94-500 du 30/11/13)

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2: ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE 1ACT

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

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

CLASSIFICATION DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (suite) (Tableau 2 de la norme NF P 94-500 du 30/11/13)

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.

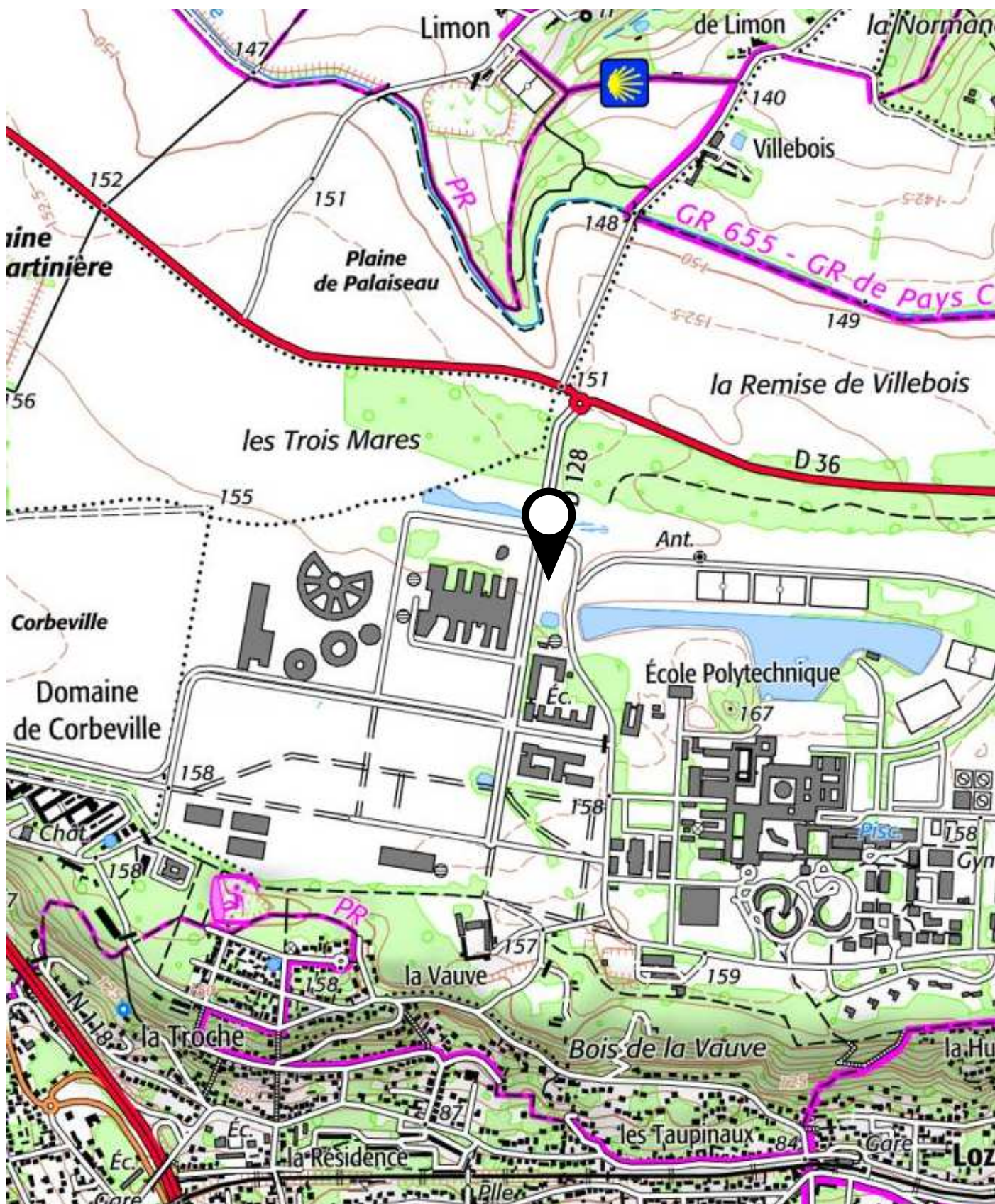
- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre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

PLAN DE SITUATION

Etude de site – MISSION G1
Avenue de la Vauve – Parcelle N2.1 - PALAISEAU

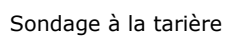


Aff. 09212	Ind.	Date	Modifications	Etabli	Vérifié	Approuvé
Ech. sans	A	26/07/19	Emission initiale	MZA	DGL	DGL
Folio : 1/1						
Format : A4						

ANNEXE 3

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

Etude de site - MISSION G1
Avenue de la Vauve - Parcelle N2.1 - PALAISEAU



Aff. 09212	Ind.	Date	Modifications	Etabli	Véifié	Approuvé
Ech. 1/700	A	26/07/19	Emission initiale	MZA	DGL	DGL
Folio 1/1						
Format: A4						
Maitre d'ouvrage : EPA PARIS SACLAY						

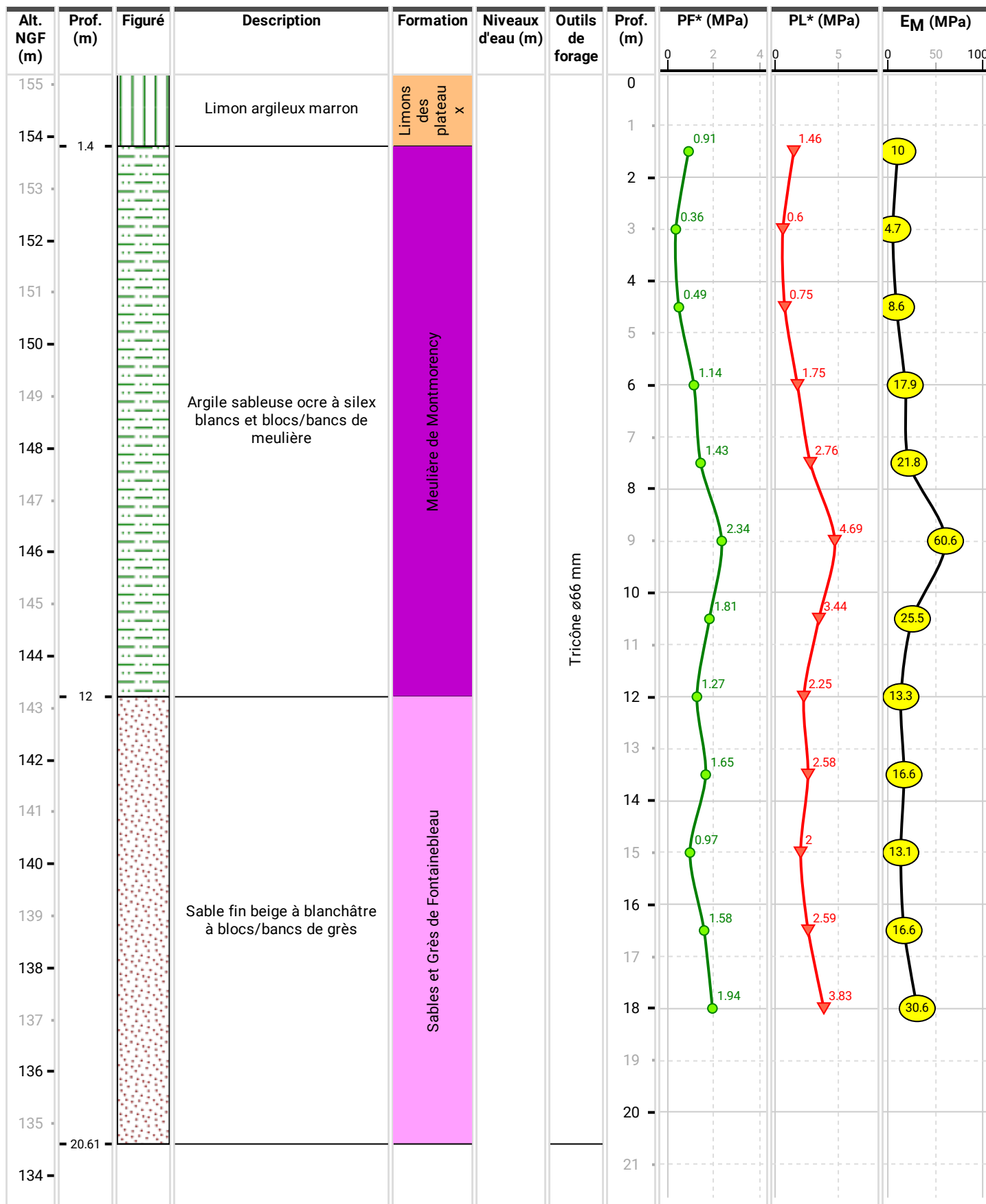
ANNEXE 4

COUPES DES SONDAGES PRESSIOMETRIQUES

Description du dossier

Étude de site

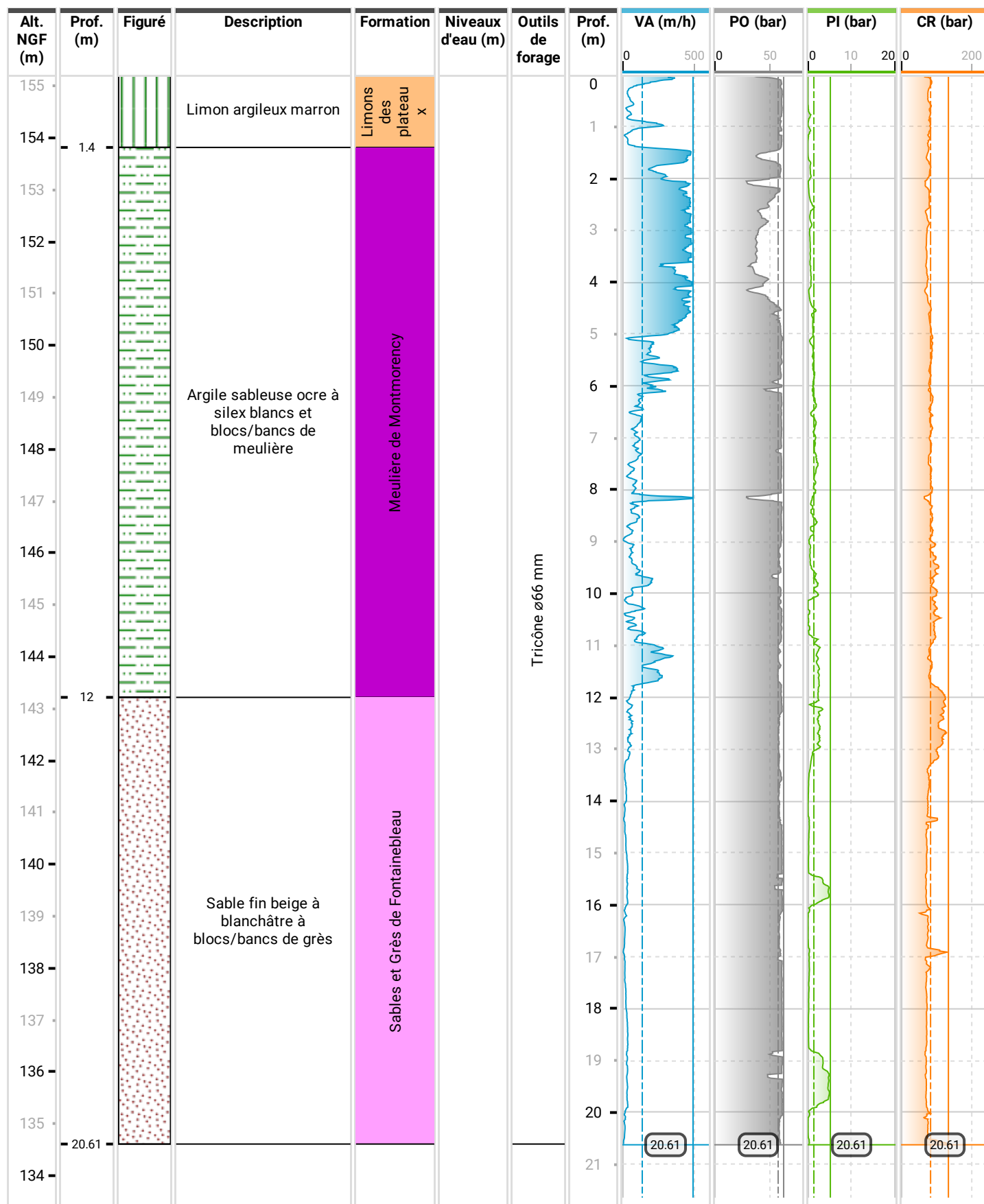
X	Y	Altitude (NGF)	Cote fin
1641399.36	8168910.00	155.22 m	20.61 m
RGF93 - CC49		IGN 69	



Description du dossier

Étude de site

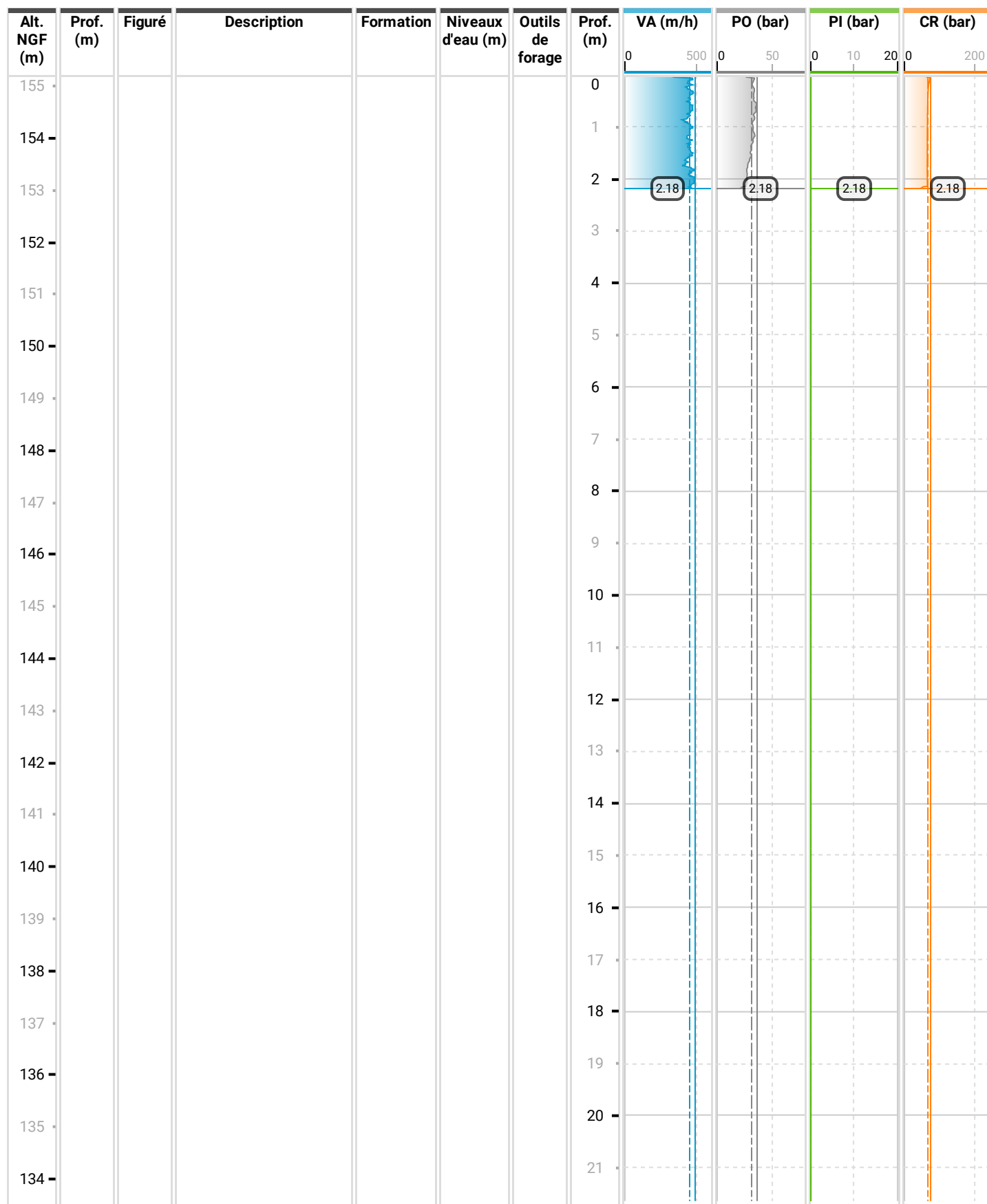
X	Y	Altitude (NGF)	Cote fin
1641399.36	8168910.00	155.22 m	20.61 m
RGF93 - CC49		IGN 69	



Description du dossier

Étude de site

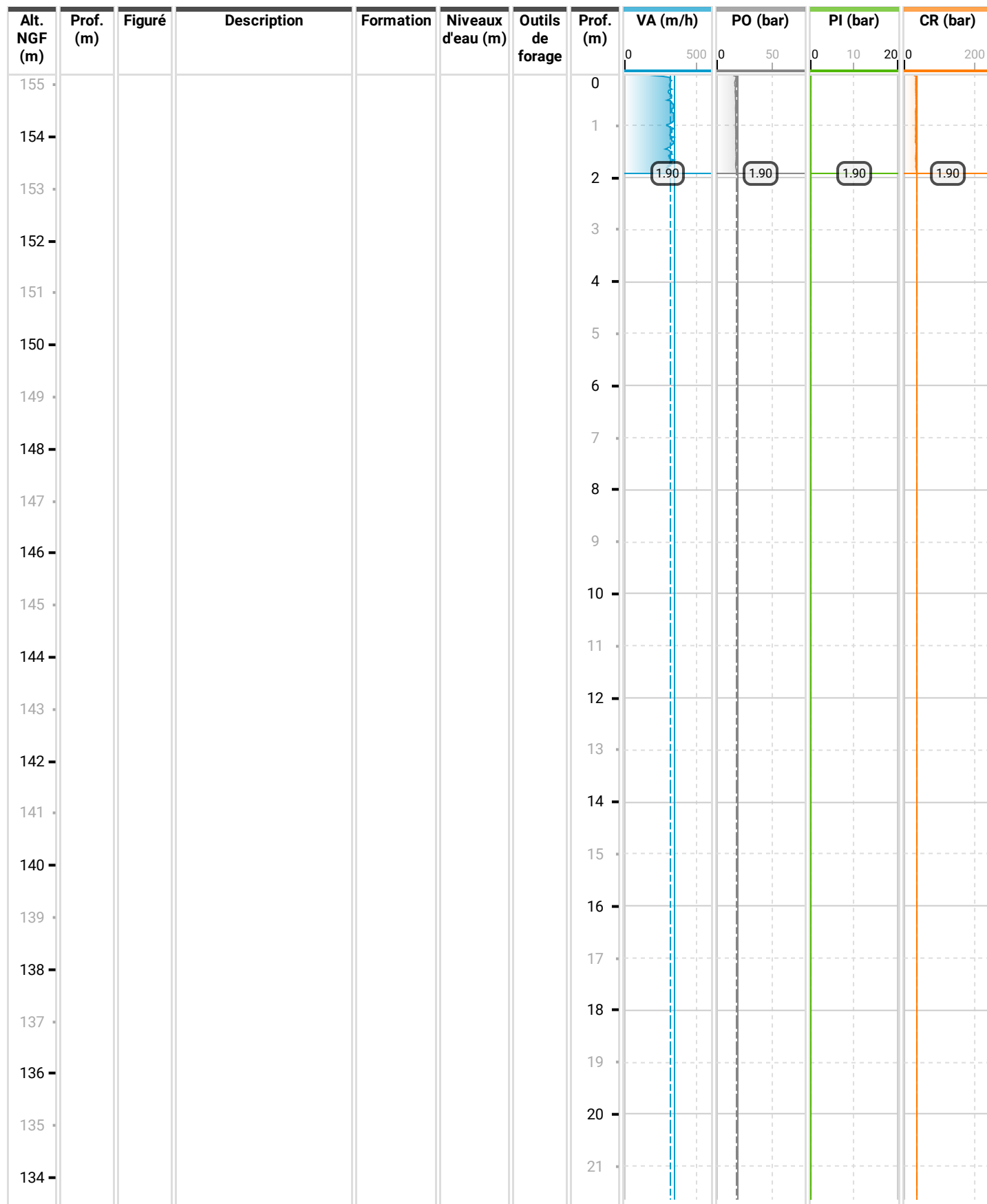
X	Y	Altitude (NGF)	Cote fin
1641399.36	8168910.00	155.22 m	2.18 m
RGF93 - CC49		IGN 69	



Description du dossier

Étude de site

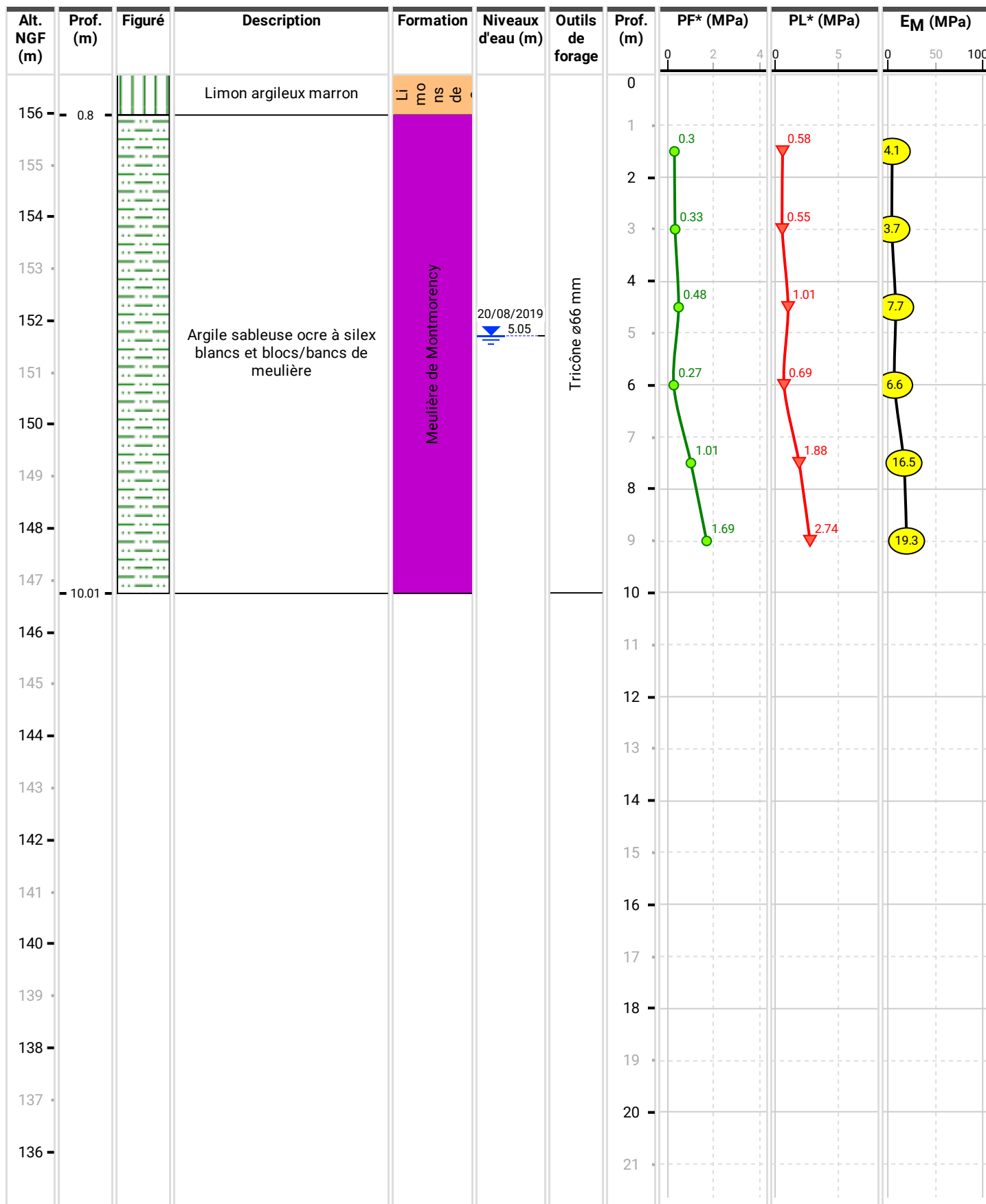
X	Y	Altitude (NGF)	Cote fin
1641399.36	8168910.00	155.22 m	1.9 m
RGF93 - CC49		IGN 69	



Description du dossier

Étude de site

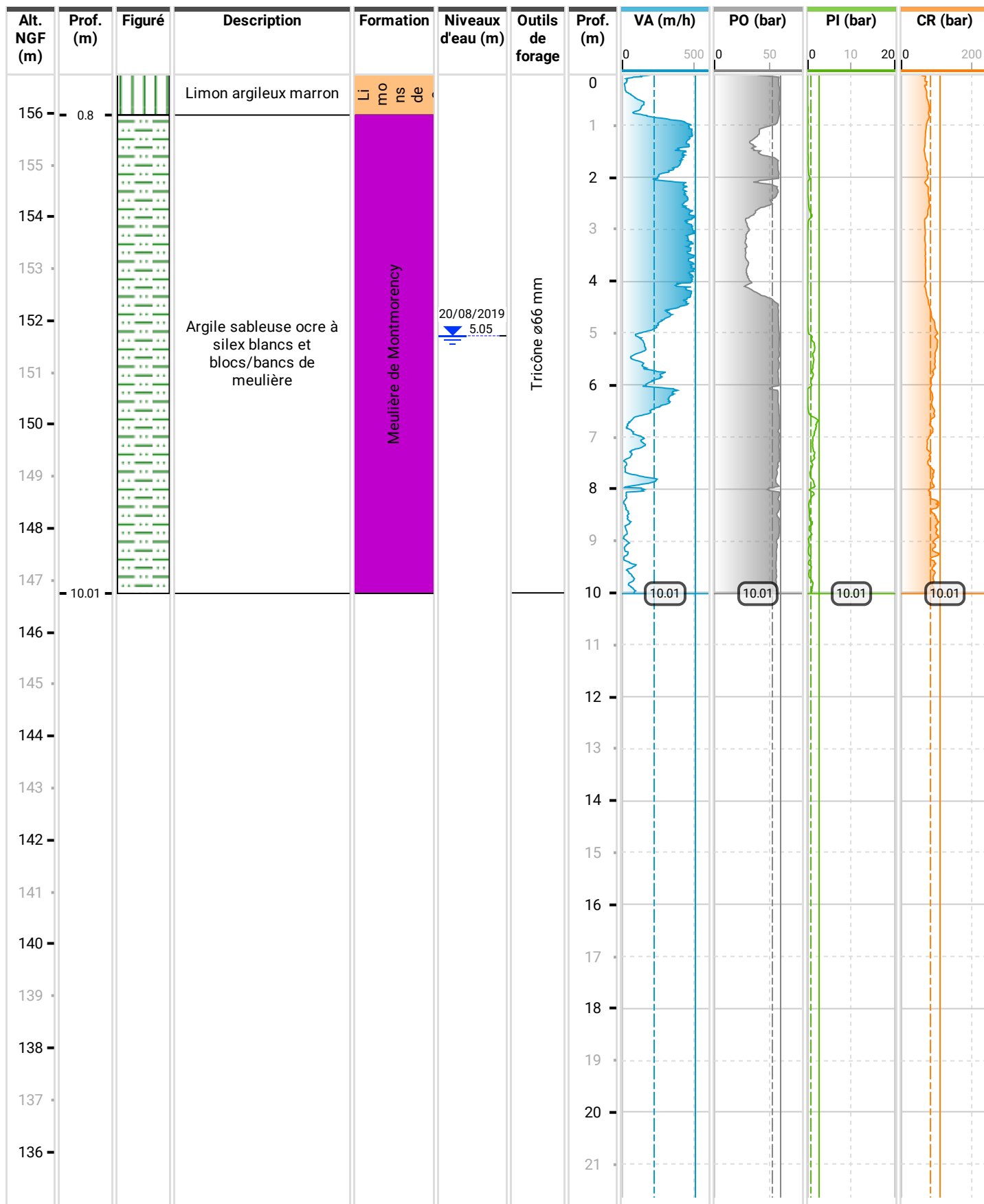
X	Y	Altitude (NGF)	Cote fin
1641382.41	8168843.50	156.76 m	10.01 m
RGF93 - CC49		IGN 69	



Description du dossier

Étude de site

X	Y	Altitude (NGF)	Cote fin
1641382.41	8168843.50	156.76 m	10.01 m
RGF93 - CC49		IGN 69	



Description du dossier

Étude de site

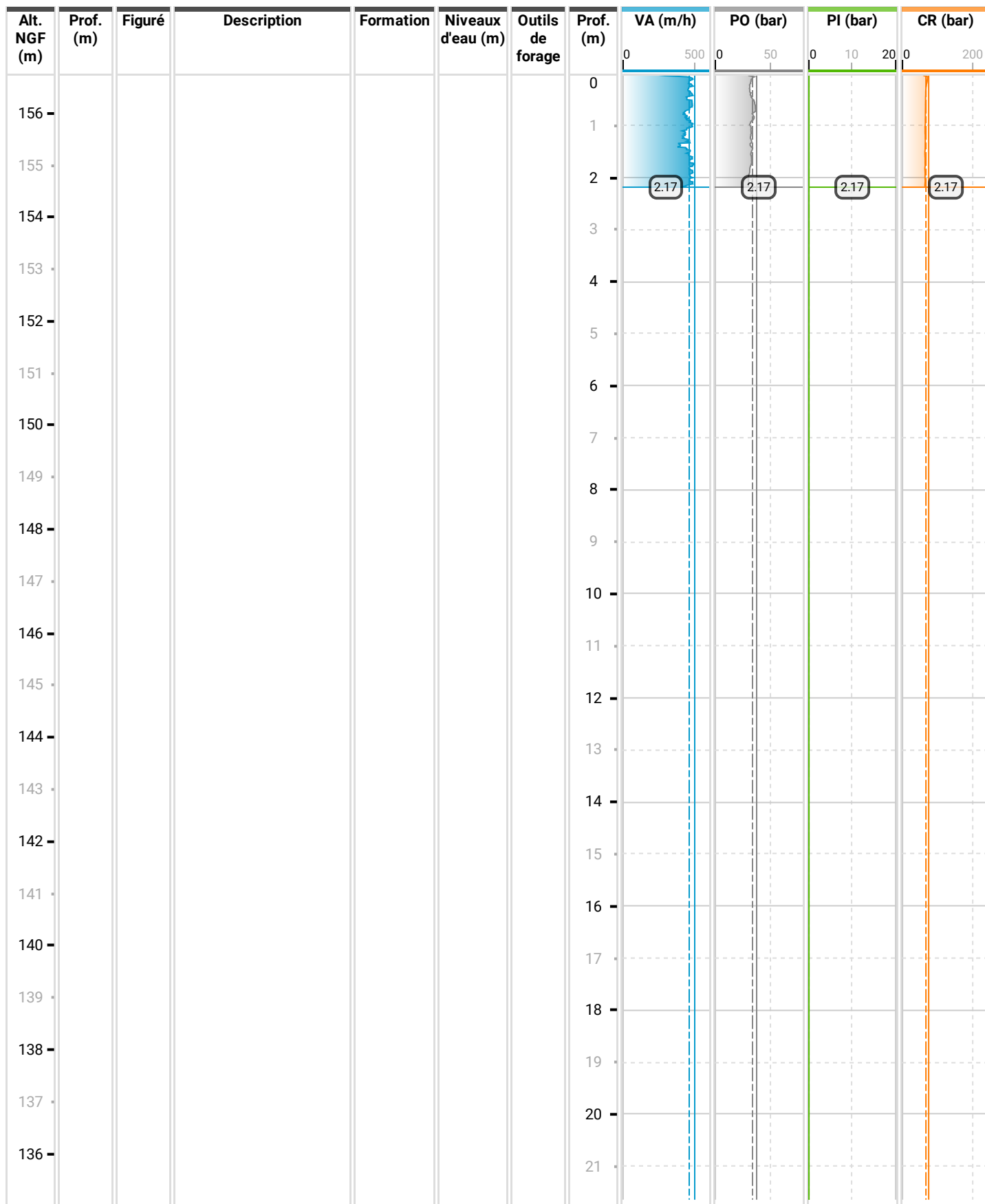
X	Y	Altitude (NGF)	Cote fin
1641382.41	8168843.50	156.76 m	10.01 m
RGF93 - CC49		IGN 69	

Alt. NGF (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Formation	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage	Équipement de forage
156	0.8		Limon argileux marron	Li mo ns de			
155							
154							
153							
152							
151			Argile sableuse ocre à silex blancs et blocs/bancs de meulière	Meulière de Montmorency	20/08/2019 5.05	Tricône ø66 mm	[1-10 m], Crépine PVC avec Géotextile, ø 52/60 (10 m), Tube PVC, ø 52/60 (10 m)
150							
149							
148							
147	10.01						
146							
145							
144							
143							
142							
141							
140							
139							
138							
137							
136							

Description du dossier

Étude de site

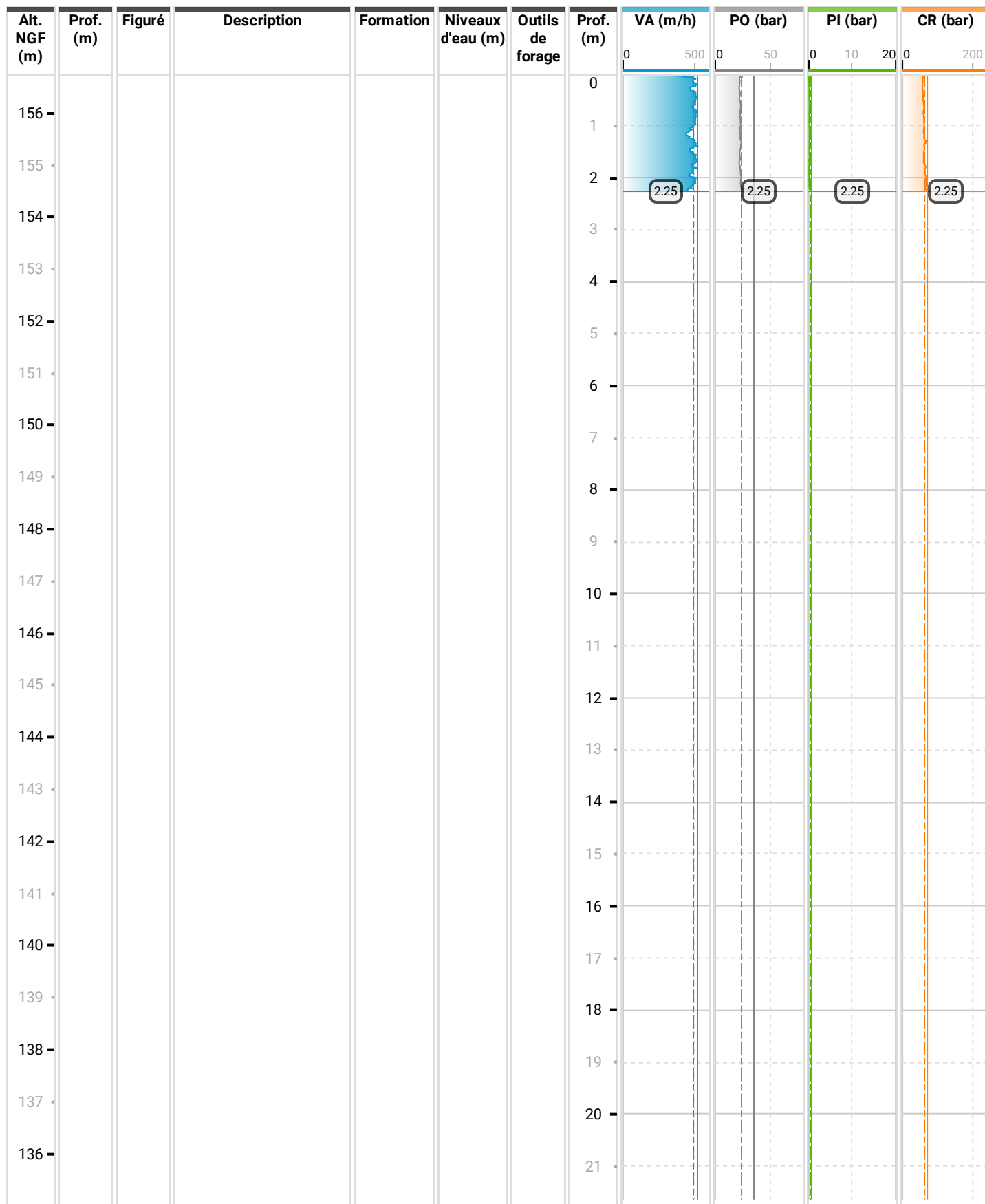
X	Y	Altitude (NGF)	Cote fin
1641382.41	8168843.50	156.76 m	2.17 m
RGF93 - CC49		IGN 69	



Description du dossier

Étude de site

X	Y	Altitude (NGF)	Cote fin
1641382.41	8168843.50	156.76 m	2.25 m
RGF93 - CC49		IGN 69	



Description du dossier

Étude de site

Date de début
30/07/2019 00:00:00
Date de fin
30/07/2019 00:00:00

ST1
Type de forage
Sondage tarière
Machine
GEO 205

X	Y	Altitude (NGF)	Cote fin
1641392.63	8168900.85	155.14 m	2 m
RGF93 - CC49		IGN 69	

Alt. NGF (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Formation	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
155						
154	1.5		Limon argileux marron	Limons des plateaux		Tarière ø90 mm
153	2		Argile sableuse ocre à silex blancs et blocs/bancs de meulière	Meulière		
152						
151						
150						
149						
148						
147						
146						
145						
144						
143						
142						
141						
140						
139						
138						
137						
136						
135						
134						



Description du dossier

Étude de site

Date de début
30/07/2019 00:00:00
Date de fin
30/07/2019 00:00:00

Type de forage
Sondage tarière
Machine
GEO 205

X	Y	Altitude (NGF)	Cote fin
1641373.79	8168836.06	156.79 m	2 m
RGF93 - CC49		IGN 69	

Alt. NGF (m)	Prof. (m)	Figuré	Description	Formation	Niveaux d'eau (m)	Outils de forage
156	0.7		Limon argileux marron	Limon s...		Tarière ø90 mm
155	2		Argile sableuse ocre à silex blancs et blocs/bancs de meulière	Meulière de Montmorency		
154						
153						
152						
151						
150						
149						
148						
147						
146						
145						
144						
143						
142						
141						
140						
139						
138						
137						
136						

ANNEXE 5

PROCES VERBAUX DES ESSAIS DE PERMEABILITE

Test de perméabilité	
----------------------	--

Date : 30/07/2019
Lithologie : Limon et Argile
Prof eau initiale (m/sol) : 0

Sondage :	ST1
Profondeur du sondage (m) :	2
Profondeur eau finale (m/sol) :	0,993

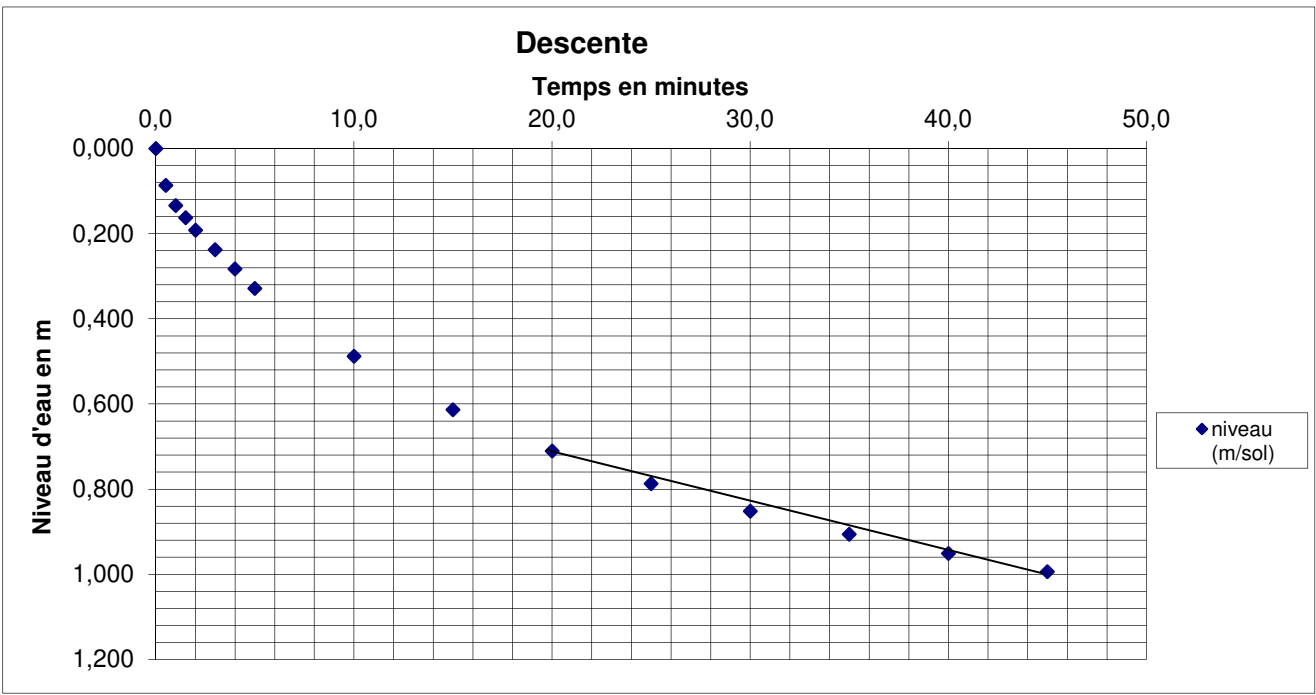
[illegible]

Dimension de la fosse d'essai

Rayon =	0,045	m
Hauteur de charge =	1,50	m
Surface =	0,4315	m ²

Résultat de l'essai

K =	3,64E-06	m/s
Qas =	2,78E-06	m ³ /s/m ²



Test de perméabilité	
----------------------	--

Date : 30/07/2019
Lithologie : Limon et Argile
Prof eau initiale (m/sol) : 0

Sondage :	ST2
Profondeur du sondage (m) :	2
Profondeur eau finale (m/sol) :	1,86

[illegible]

Dimension de la fosse d'essai

Rayon =	0,045	m
Hauteur de charge =	1,07	m
Surface =	0,3089	m ²

Résultat de l'essai

K =	2,28E-07	m/s
Qas =	3,87E-07	m ³ /s/m ²

