

# Rapport d'étude géotechnique d'avant-projet G2 AVP



Aménagement de la ZAC des Portes de  
Noiseau

ZAC Portes de Noiseau  
94880 NOISEAU

Dossier n° : AP21 0155

Indice	Date	Rédaction	Vérification	Contrôle	Observations / Modifications
1	10/03/2022	A. CHARDON	C. PICHON	D. ESPOUY	-

Nombre de pages hors annexes	Nombre d'annexes
31	4

# Sommaire

<b>1</b>	<b>Généralités .....</b>	<b>3</b>
1.1	Définition de l'opération.....	3
1.2	Documents fournis.....	3
1.3	Description du projet .....	3
<b>2</b>	<b>Enquête documentaire et de site préalables.....</b>	<b>6</b>
2.1	Contexte géomorphologique et sitologique .....	6
2.2	Photographies du site.....	7
2.3	Contexte historique du site .....	9
2.4	Contexte géologique et succession lithologique .....	14
2.5	Aléas géotechniques .....	14
<b>3</b>	<b>Investigations géotechniques .....</b>	<b>17</b>
3.1	Programme d'investigations.....	17
3.2	Résultats des investigations .....	19
3.2.1	<i>Faciès rencontrés et analyse géologique.....</i>	<i>19</i>
3.2.2	<i>Piézométrie – Niveaux d'eau.....</i>	<i>20</i>
3.2.3	<i>Essais pressiométriques.....</i>	<i>20</i>
3.2.4	<i>Essais de pénétration dynamique.....</i>	<i>21</i>
3.2.5	<i>Essais de perméabilité in situ .....</i>	<i>21</i>
3.2.6	<i>Essais en laboratoire.....</i>	<i>21</i>
<b>4</b>	<b>Modèle géotechnique.....</b>	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>Recommandations géotechniques .....</b>	<b>23</b>
5.1	Adaptation au projet.....	23
5.1.1	<i>Fondations.....</i>	<i>23</i>
5.1.2	<i>Niveau bas.....</i>	<i>24</i>
5.1.3	<i>Rigidification.....</i>	<i>24</i>
5.2	Justification des fondations superficielles et semi-profondes.....	24
5.2.1	<i>Etats limites de résistance du sol .....</i>	<i>24</i>
5.2.2	<i>Tassements .....</i>	<i>24</i>
5.2.3	<i>Efforts horizontaux – Etat limite ultime de glissement.....</i>	<i>25</i>
5.3	Justifications des fondations profondes .....	25
5.4	Voiries.....	27
5.4.1	<i>Paramètres déterminants.....</i>	<i>27</i>
5.4.2	<i>Etude de principe de réalisation de nouvelle structure de chaussée.....</i>	<i>27</i>
<b>6</b>	<b>Sujétions de conception et d'exécution pour la réalisation des fondations .....</b>	<b>29</b>
6.1	Terrassements.....	29
6.2	Talutage - Soutènements .....	29
6.3	Praticabilité du fond de fouille.....	30
6.4	Hydrogéologie .....	30
6.5	Existants à démolir.....	30
6.6	Fondations superficielles ou semi-profondes .....	30
6.7	Fondations profondes .....	31
6.8	Construction .....	31
6.9	Précautions à prendre vis-à-vis des sols sensibles au retrait-gonflement .....	32
<b>7</b>	<b>Dispositions constructives pour la réalisation des voiries.....</b>	<b>32</b>
<b>8</b>	<b>Suites à donner .....</b>	<b>32</b>

## Annexes :

- Annexe n°1 : Missions géotechniques
- Annexe n°2 : Schéma d'implantation des sondages
- Annexe n°3 : Résultats des sondages et essais
- Annexe n°4 : Résultats des essais en laboratoire

## 1 Généralités

### 1.1 Définition de l'opération

Références	Désignation de l'opération
<u>Demandeur</u> : Société Publique Locale d'Aménagement Grand Paris Sud Est Avenir Développement <u>Mandataire</u> : ARGOTECH	<u>Projet</u> : Aménagement de la ZAC Portes de Noiseau <u>Adresse</u> : ZAC des Portes de Noiseau 94880 Noiseau

Mission et objectifs de l'étude
<p><b>Etude géotechnique d'avant-projet G2 phase AVP (NF 94-500 de novembre 2013)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Enquête bibliographique et de terrain sur le site du projet avec identification des avoisinants</li> <li>– Définir un programme d'investigations géotechniques, le suivre et contrôler son exécution,</li> <li>– Fournir une synthèse des investigations géotechniques (géologie, caractéristiques mécaniques, niveaux d'eau, ...)</li> <li>– Définir le modèle géologique du site et les principales caractéristiques géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet</li> <li>– Fournir les principes de fondation envisageables pour les futurs bâtiments et leurs sous-sols</li> <li>– Préconisation sur les terrassements</li> <li>– Préconisations générales vis-à-vis du niveau bas</li> </ul>

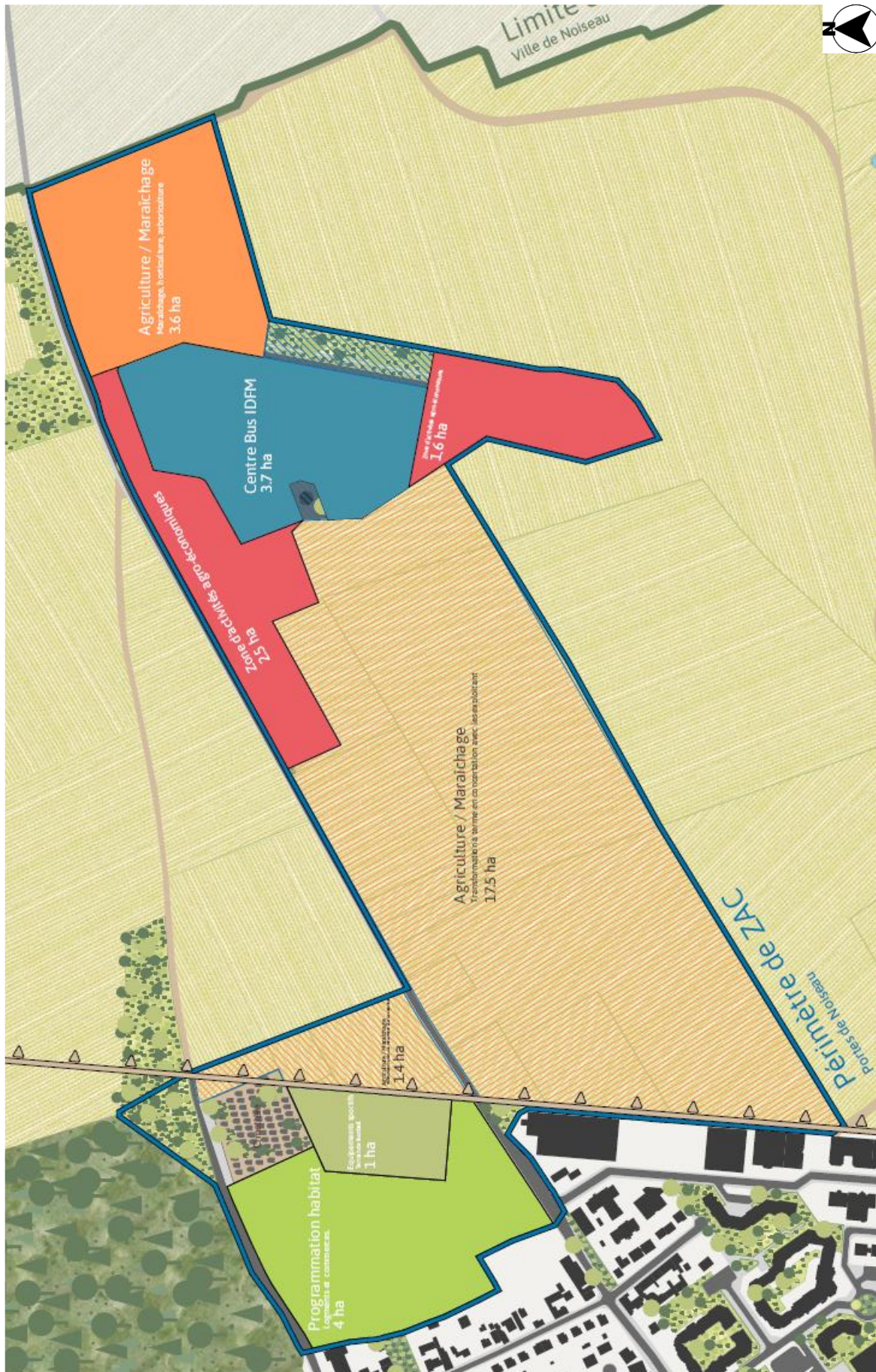
### 1.2 Documents fournis

Document	Auteur	Echelle	Date
Plan de masse	1001 Rues	1/5000	15/11/2021
Plan des parcelles	-	-	Mai 2021
Cahier des Clauses Techniques Particulières	Grand Paris Sud Est Avenir (GPSEA)	-	Décembre 2021

### 1.3 Description du projet

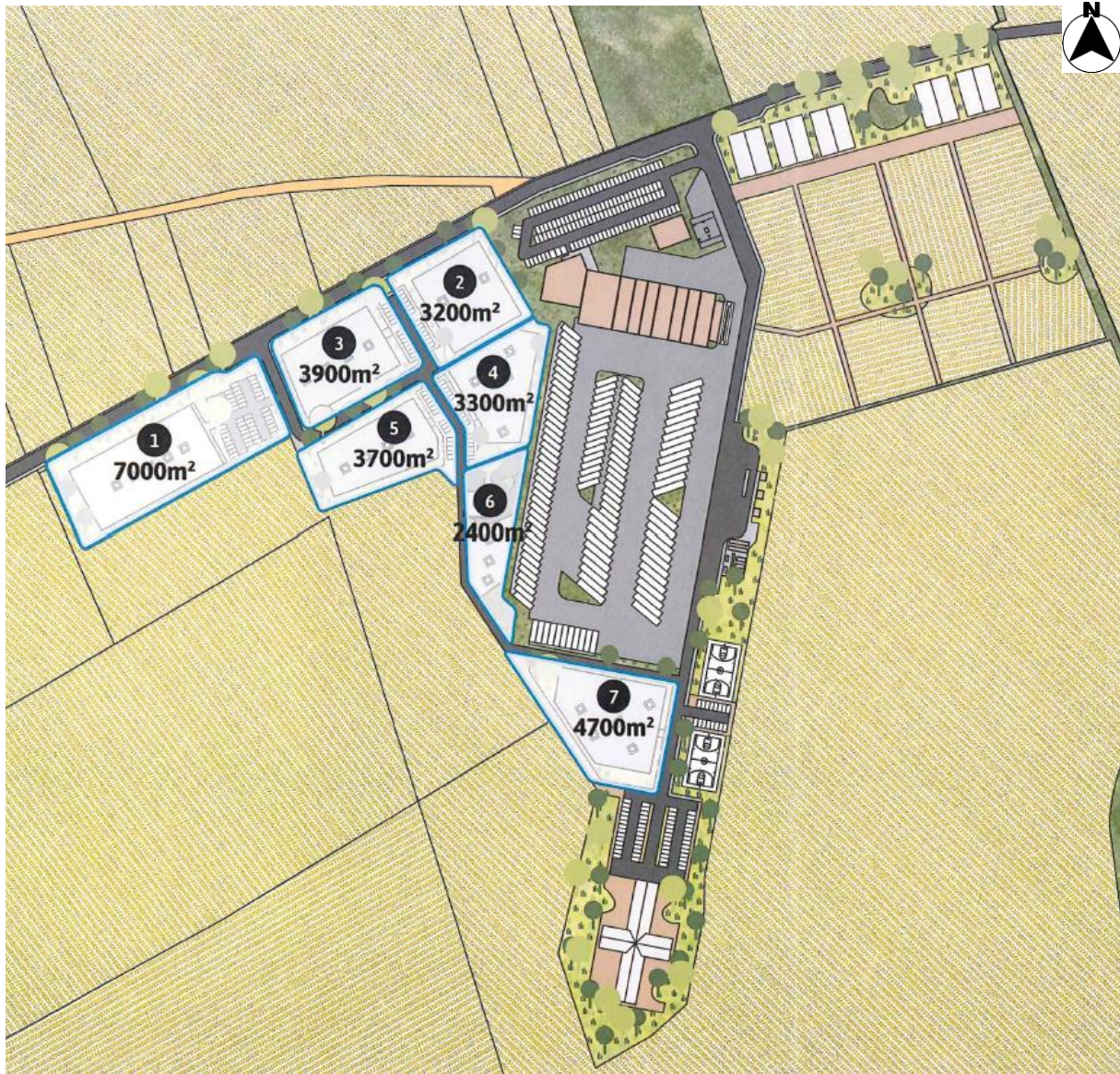
<b>Nature du projet :</b>	Le projet prévoit les aménagements suivants : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un nouveau quartier résidentiel de 417 logements répartis en immeubles collectifs, pavillons et résidence sénior ;</li> <li>- Un quartier d'activités agroéconomiques ;</li> <li>- Un centre de bus ;</li> <li>- Des espaces cultivables et alloués à des activités agricoles ;</li> <li>- Des équipements sportifs ;</li> <li>- Des jardins familiaux.</li> </ul>
<b>Emprise au sol :</b>	La ZAC représente une superficie globale de 35 hectares, dont 7.6 ha sont prévus pour le quartier d'activités agroéconomiques, 3.7 ha pour le centre de bus et les activités agricoles s'étendront sur environ 19 ha.
<b>Types de bâtiments :</b>	Les bâtiments projetés présenteront un à deux niveaux de sous-sol. Leur emprise au sol exacte et le nombre de niveaux prévus en superstructure ne nous a pas été communiqué. Pour les projets de maisons individuelles, nous avons aucune information sur le nombre de niveau, la cote du niveau bas (présence d'un sous-sol par exemple) et sur leur emprise au sol.
<b>Descentes de charges :</b>	Non communiquées.
<b>Terrassements prévus :</b>	Terrassements prévus pour la réalisation des sous-sols des futurs bâtiments et de leurs fondations.





Plan de masse du projet





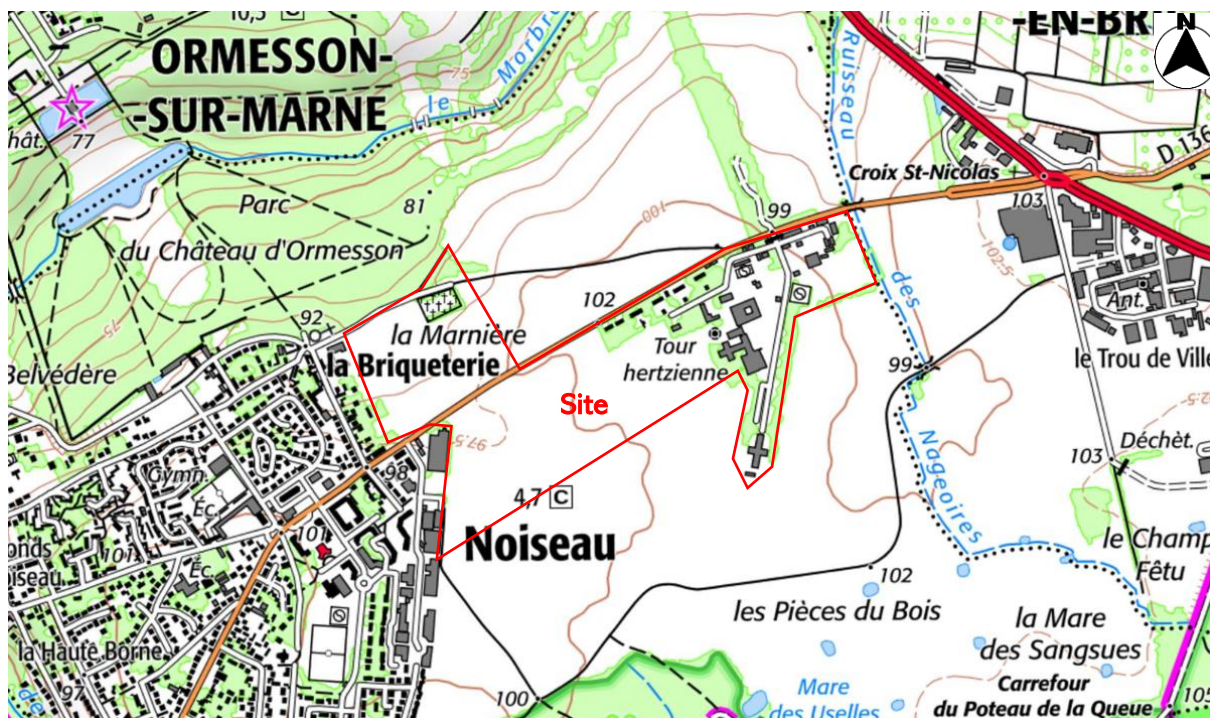
Plan plus détaillé des aménagements projetés (partie Est de la ZAC) et surfaces des activités par lot





## 2 Enquête documentaire et de site préalables

### 2.1 Contexte géomorphologique et sitologique



<b>Implantation du site :</b>	La ZAC des Portes de Noiseau est située à l'Est de la commune de Noiseau. Au Nord, la ZAC s'étend jusqu'au Parc du Château d'Ormesson et à l'Est jusqu'au ruisseau des Nageoires.
<b>Pente générale du site :</b>	Relativement plat, environ 1 à 2% selon les directions, la partie la plus élevée est occupée par la tour hertzienne et l'ancien site de France Télécom.
<b>Altimétrie :</b>	Entre les cotes 90.5 et 104.0 mN.G.F.
<b>Etat actuel du site :</b>	Le site est en grande partie occupé par des terrains agricoles, le reste est occupé par l'ancien site de France Télécom et quelques pavillons.
<b>Hydrologie / Cours d'eau :</b>	Le ruisseau des Nageoires délimite la ZAC à l'Est et se trouve donc à proximité immédiate du site. Le Morbras coule à environ 250 m au Nord du périmètre de la ZAC.



## 2.2 Photographies du site









### 2.3 Contexte historique du site

D'après l'étude des photographies aériennes (disponibles sur le site [remonterletemps.fr](http://remonterletemps.fr)), le site était autrefois occupé par des champs, le cimetière se trouvait déjà en partie sur l'emprise qu'il occupe aujourd'hui et déjà un centre de télécommunications était construit au début des années 1930.



Photographie aérienne de 1933



Photographie aérienne de 1944

Le bâtiment principal (en forme de croix) est détruit pendant la guerre et reconstruit en 1949 à un emplacement différent. Quatre bâtiments d'apparence identique sont également construits le long de la route.



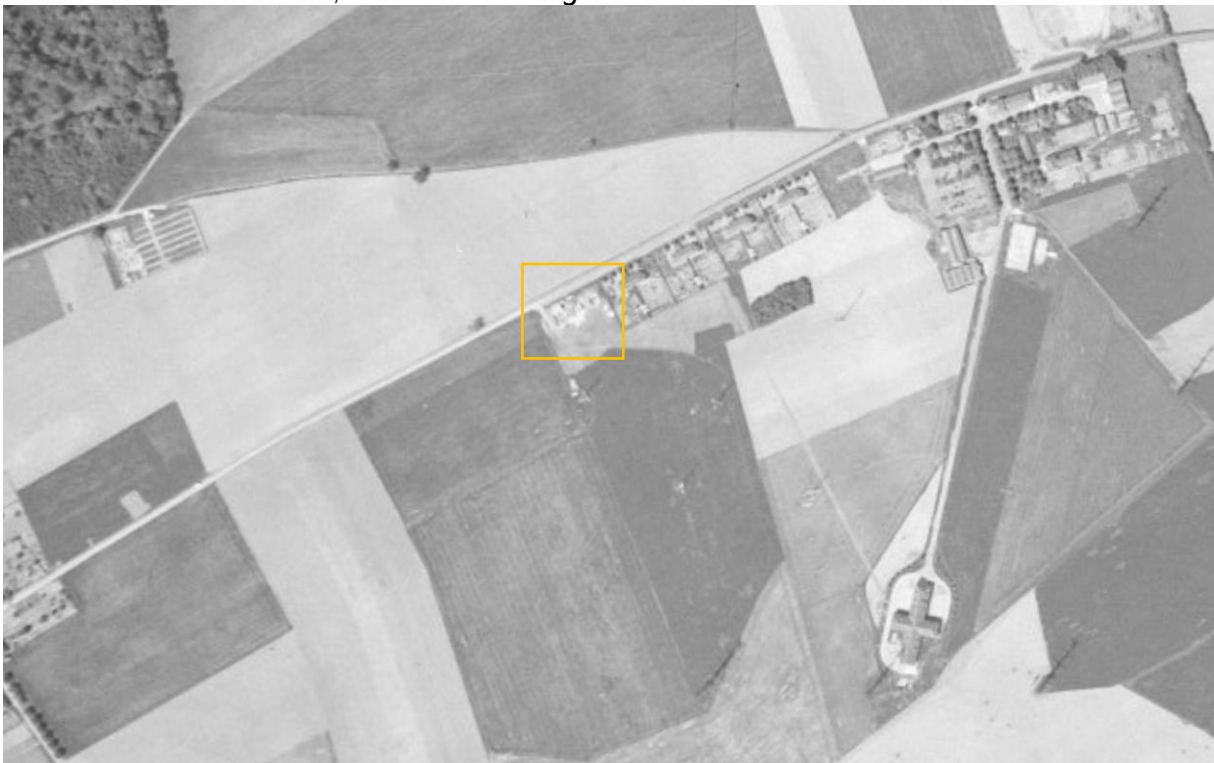
Photographie aérienne de 1949





Photographie aérienne de 1953

A début des années 1950, le cimetière est agrandi vers l'Est.



Photographie aérienne de 1955

Au milieu des années 1950, deux nouveaux pavillons sont construits dans l'alignement des quatre déjà existants, le long de la route.





Photographie aérienne de 1969

Dans les années 1960, le site ne connaît pas de changement notable.



Photographie aérienne de 1979

A la fin des années 1970, un bâtiment du site de France Télécom est doté d'une extension (en vert), un parking est également créé le long de la voie d'accès au bâtiment en forme de croix.

En 1981, la tour hertzienne est construite ainsi que de nouveaux bâtiments





Photographie aérienne de 1981



Photographie aérienne de 1983

En 1983, la construction de la tour et des bâtiments environnants est achevée, un pavillon est construit au bout de la voirie d'accès créée.





Photographie aérienne de 1986

Au milieu des années 1980, un nouveau bâtiment est construit au Sud-Est de la tour hertzienne.

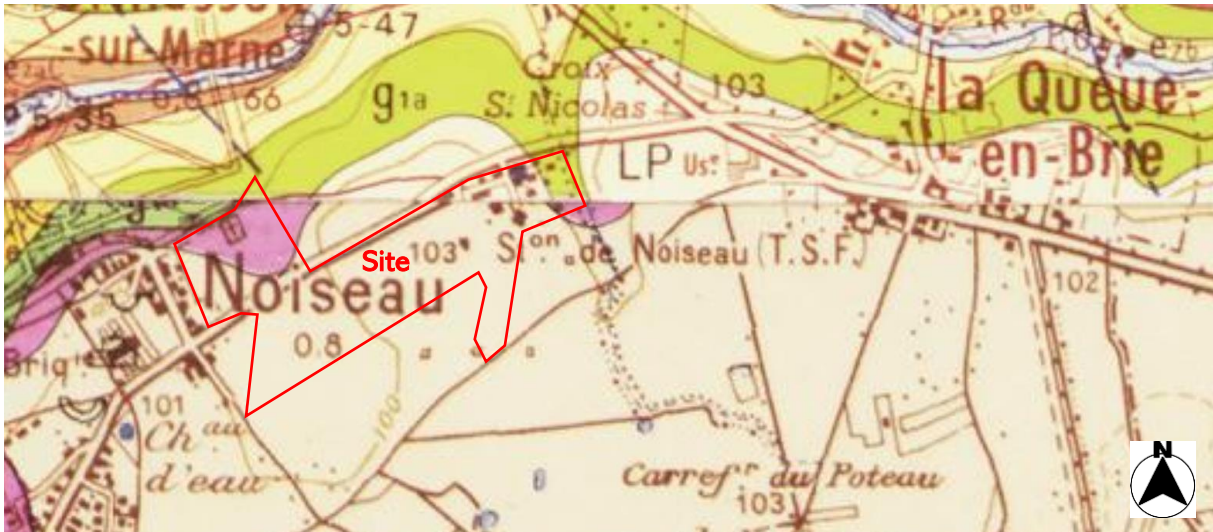


Photographie aérienne de 2018

De 1986 à 2018, le site ne connaît pas de changements notables, cependant lors de notre visite du site le 06 janvier 2022, tous les bâtiments occupant la partie Est du site (en rouge) avaient été démolis. Le cimetière a été agrandi vers le Sud (en vert).



## 2.4 Contexte géologique et succession lithologique



D'après les cartes géologiques de LAGNY et de BRIE-COMTE-ROBERT (éditées par le BRGM - Bureau de Recherches Géologiques et Minières, échelle 1/50000) et notre expérience locale, la géologie attendue est la suivante :

- Limons des Plateaux (LP) ;
- Calcaire et Argiles à Meulières de Brie (g1b) ;
- Argiles et Marnes Vertes (g1a) ;
- Marnes Supragypseuses : Marnes blanches de Pantin et Marnes bleues d'Argenteuil (e7b) ;
- Calcaire et Travertin de Champigny (e7a).

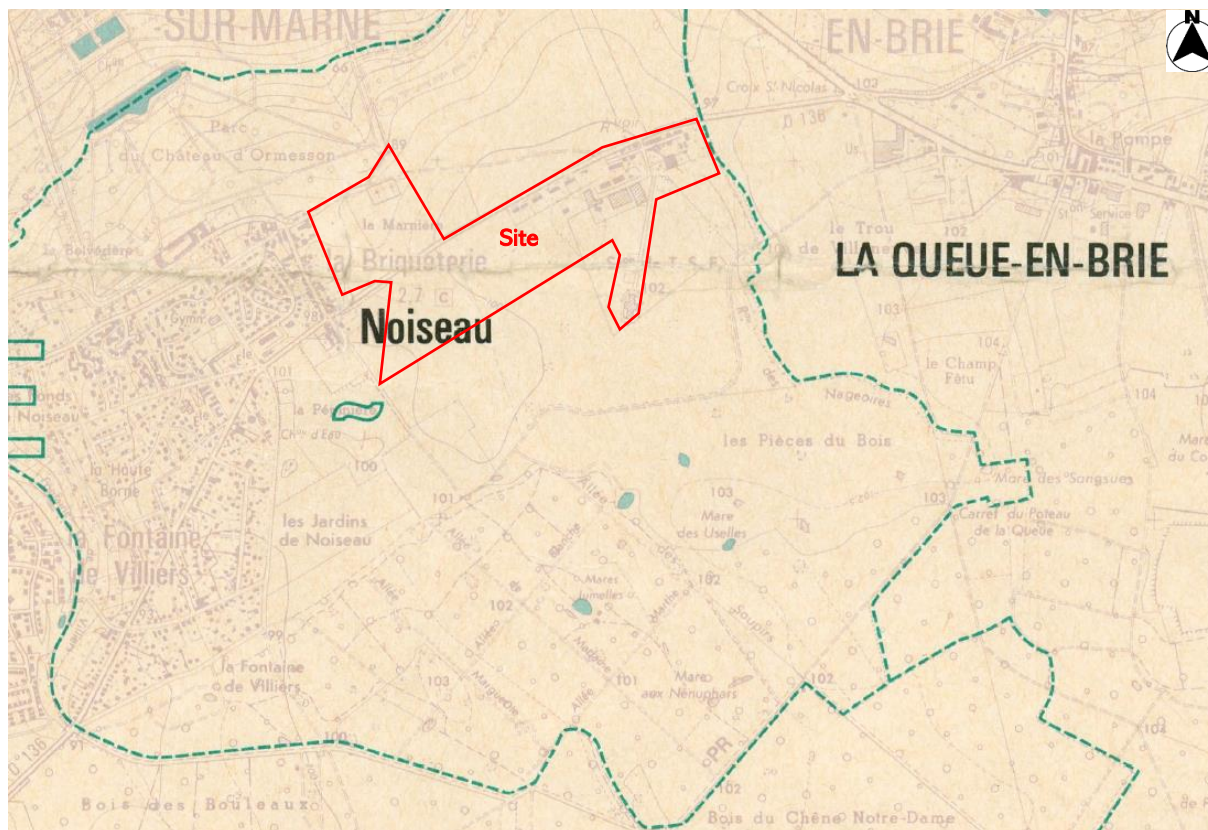
Compte tenu de l'environnement du site, ces formations peuvent être surmontées par des remblais anthropiques.

## 2.5 Aléas géotechniques

Risque	Type d'aléas	Niveau d'aléa	Commentaires	Source
<b>Sismicité</b>	Séisme	Zone 1 : sismicité très faible	Accélération < 0,7 m/s <sup>2</sup>	www.georisques.gouv.fr
<b>Mouvement de terrain</b>	Glissement, chute, éboulement, effondrement, coulée, érosion	PPRN concernant les tassements différentiels	Aucun mouvement de terrain répertorié sur la commune	www.georisques.gouv.fr
	Retrait- gonflement des argiles	<b>Aléa fort</b>	Sols argileux attendus à l'affleurement	www.georisques.gouv.fr
<b>Cavités</b>	Carrières souterraines	Non concerné	Pas de carrière répertoriée au droit du site	Cartes géologiques de LAGNY et BRIE-COMTE-ROBERT Atlas des Carrières Souterraines du Val de Marne
	Carrières à ciel ouvert			
<b>Inondations</b>	Inondation et coulées de boue par ruissellement en secteur urbain	Commune concernée	5 arrêtés le dernier datant de 2021	www.georisques.gouv.fr
	Inondation par remontée de nappe	Non concerné	-	www.georisques.gouv.fr
	Inondation par crue (submersion)	Site non concerné	-	www.georisques.gouv.fr

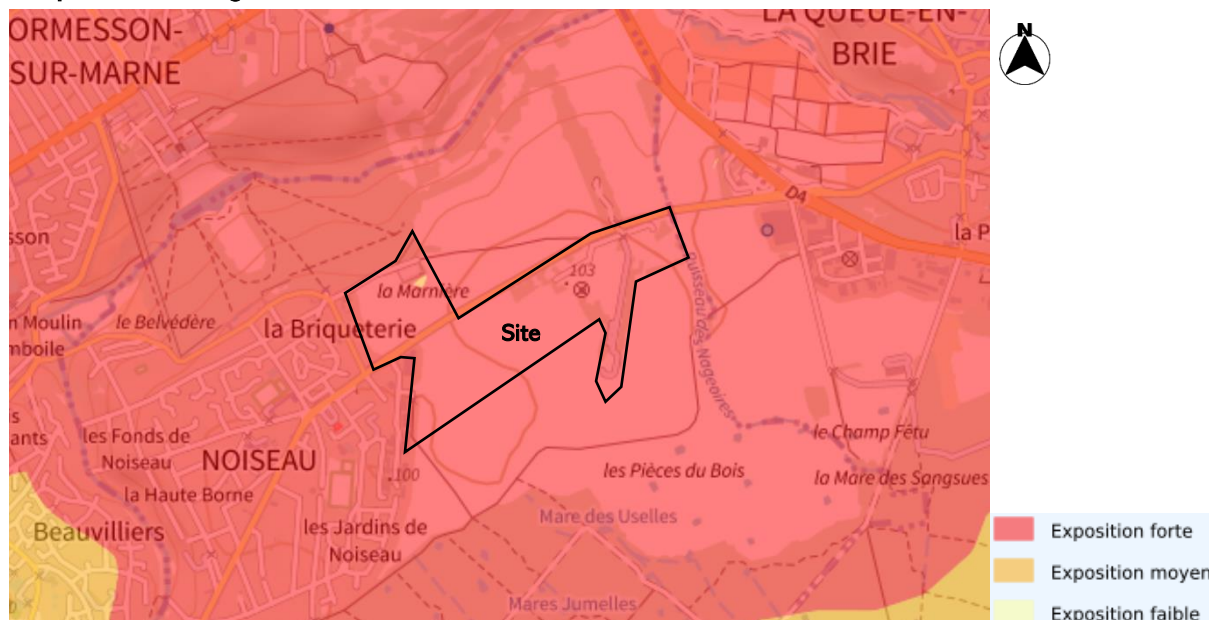


**Cavités souterraines :**



Aucune carrière n'est répertoriée à proximité immédiate du site étudié.

**Risque de retrait-gonflement :**



Cet aléa est très certainement dû à la présence d'Argiles à Meulière et d'Argiles vertes.

La commune est concernée par neuf arrêtés pour mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols :

Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse : 2

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
94PREF19930006	01/01/1991	31/10/1992	18/05/1993	12/06/1993
94PREF19910016	01/06/1989	31/12/1990	12/08/1991	30/08/1991

Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols : 7

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
94PREF20210057	01/07/2020	30/09/2020	27/07/2021	31/08/2021
94PREF20190025	01/10/2018	31/12/2018	17/09/2019	26/10/2019
94PREF20080017	01/01/2006	31/03/2006	31/03/2008	04/04/2008
94PREF20080007	01/07/2005	30/09/2005	20/02/2008	22/02/2008
94PREF20050014	01/07/2003	30/09/2003	11/01/2005	01/02/2005
94PREF19990005	01/07/1996	31/12/1998	16/04/1999	02/05/1999
94PREF19960006	01/11/1992	30/06/1996	01/10/1996	17/10/1996

### **Inondations et coulées de boue :**

La commune est concernée par cinq arrêtés pour inondations et coulées de boue :

Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
94PREF19990036	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

Inondations et coulées de boue : 4

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le Journal Officiel du
94PREF20210030	19/06/2021	20/06/2021	30/06/2021	02/07/2021
94PREF20010022	27/07/2001	27/07/2001	27/12/2001	18/01/2002
94PREF19880024	23/07/1988	23/07/1988	19/10/1988	03/11/1988
94PREF19870004	06/07/1987	06/07/1987	27/09/1987	09/10/1987

Ces phénomènes sont principalement liés à des épisodes pluvieux intenses et brutaux éventuellement associés à une mauvaise capacité d'absorption générale des sols ne permettant une infiltration des eaux de pluie qu'à un rythme ralenti.



### 3 Investigations géotechniques

#### 3.1 Programme d'investigations

Nos investigations se sont déroulées du 28 février au 3 mars 2022.

Le programme réalisé est le suivant :

Sondages	Profondeur	Type de sondage	Type d'essais in situ	Nombre d'échantillons remaniés
SP1+PZ1	10.0 m	Destructif paramétré au tricône Ø 66 mm	6 essais pressiométriques	-
SP2	10.1 m	Destructif paramétré au tricône Ø 66 mm	6 essais pressiométriques	-
SP3	10.1 m	Destructif paramétré au tricône Ø 66 mm	6 essais pressiométriques	-
SP4	10.0 m	Destructif paramétré au tricône Ø 66 mm	6 essais pressiométriques	-
SP5	10.0 m	Destructif paramétré au tricône Ø 66 mm	6 essais pressiométriques	-
SP6	10.0 m	Destructif paramétré au tricône Ø 66 mm	6 essais pressiométriques	-
PZ2	10.0 m	Destructif au tricône Ø 118 mm	-	-
ST1	2.0 m	Semi-destructif à la tarière Ø 63 mm	-	4
ST2	2.0 m	Semi-destructif à la tarière Ø 63 mm	-	4
ST3	2.0 m	Semi-destructif à la tarière Ø 63 mm	-	4
ST4	2.0 m	Semi-destructif à la tarière Ø 63 mm	-	4
PO1	0.7 m	Semi-destructif à la tarière Ø 150 mm	Essai Porchet	2
PO2	0.9 m	Semi-destructif à la tarière Ø 150 mm	Essai Porchet	2
PO3	0.9 m	Semi-destructif à la tarière Ø 150 mm	Essai Porchet	2
PO4	0.9 m	Semi-destructif à la tarière Ø 150 mm	Essai Porchet	2
PD1	5.6 m	Pénétrömètre dynamique	56 essais de pénétration	-
PD2	3.8 m	Pénétrömètre dynamique	38 essais de pénétration	-
PD3	6.0 m	Pénétrömètre dynamique	60 essais de pénétration	-
PD4	6.0 m	Pénétrömètre dynamique	60 essais de pénétration	-
PD5	6.0 m	Pénétrömètre dynamique	60 essais de pénétration	-

Sondages	Cote altimétrique de la tête du sondage (NGF)	Coordonnées du sondage (CC49)	
		X	Y
SP1+PZ1	93,56	1667072.791	8175511.955
SP2	96,88	1667097.395	8175320.102
SP3	102,11	1667441.868	8175527.645
SP4	101,13	1667675.614	8175587.479
SP5	97,41	1667903.286	8175738.878
SP6	100,41	1667803.853	8175634.618
PZ2	99,01	1667941.463	8175656.658
ST1	102,01	1667544.654	8175586.858
ST2	101,14	1667682.403	8175591.890
ST3	100,95	1667793.89	8175455.288
ST4	100,33	1667794.664	8175636.290
PO1	93,61	1667077.325	8175515.758
PO2	96,85	1667091.498	8175321.089
PO3	101,08	1667678.603	8175589.619
PO4	98,99	1667937.561	8175650.151
PD1	101,97	1667543.570	8175586.595
PD2	101,11	1667686.468	8175593.081
PD3	100,92	1667796.849	8175452.439
PD4	98,86	1667848.114	8175703.762
PD5	95,91	1667950.382	8175751.346

#### Equipement des sondages :

Les sondages notés SP1+PZ1 et PZ2 a été équipé de tube PVC piézométrique pour le relevé du niveau statique de la nappe conformément à la norme NF EN2 2475-1.

Sondage	Profondeur (m)	Diamètre intérieur (mm)	Hauteur tube plein (m)	Hauteur tube crépiné (m)	Massif filtrant	Bouchon	Type de protection de tête
SP1+PZ1	10.0	51	1.5	8.5	Sable et graviers	Bouchon de tête	Capot
PZ2	10.0	51	1.5	8.5	Sable et graviers	Bouchon de tête	Capot

#### Essais de perméabilité in situ :

Sondage	Profondeur (m/T.N.)	Type d'essai de perméabilité in situ
PO1	0.7	Porchet
PO2	0.9	Porchet
PO3	0.9	Porchet
PO4	0.9	Porchet

#### Essais en laboratoire :

Sondages	Profondeur (m/TN)	Teneur en eau	Granulométrie	VBS	Limites d'Atterberg	IPI
ST1	0.9 – 1.6	1	1	1	-	1
ST2	0.5 – 1.5	1	1	-	1	1
ST3	0.6 – 1.3	1	1	-	1	1
ST4	0.2 – 0.8	1	1	-	1	1



## 3.2 Résultats des investigations

### 3.2.1 Faciès rencontrés et analyse géologique

Horizon		Sondages															
		SP1+PZ	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6	PZ2	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	ST1	ST2	ST3	ST4
Limons des Plateaux Limon argileux marron-brun	Toit (m) <i>Cote mN.G.F.</i>	0.0 93.6	0.0 96.9	0.0 102.1	0.0 101.1	0.0 97.4	0.0 100.4	0.0 99.0	0.0 102.0	0.0 101.1	0.0 100.9	0.0 98.9	0.0 95.9	0.0 102.0	0.0 101.1	0.0 100.9	0.0 100.3
	Base (m) <i>Cote mN.G.F.</i>	0.3 93.3	3.1 93.8	3.3 99.8	3.2 97.9	2.4 95.0	3.2 97.2	2.0 97.0	3.8 98.2	3.4 97.7	2.9 98.0	3.7 95.2	1.5 94.4	> 2.0 < 100.0	1.5 99.6	> 2.0 < 98.9	> 2.0 < 98.3
	Epaisseur (m)	0.3	3.1	3.3	3.2	2.4	3.2	2.0	3.8	3.4	2.9	3.7	1.5	> 2.0	1.5	> 2.0	> 2.0
<i>Observations : Formation hétérogène pour laquelle des surépaisseurs peuvent être rencontrées en tout point du site. Compte tenu de l'historique du site (démolitions...), cette formation peut être surmontée par des remblais.</i>																	
Argiles à Meulières de Brie Marne argileuse beige ou argile brun-orangé avec blocs de meulières	Toit (m) <i>Cote mN.G.F.</i>	0.3 93.3	3.1 93.8	3.3 99.8	3.2 97.9	2.4 95.0	3.2 97.2	2.0 97.0	3.8 98.2	3.4 97.7	2.9 98.0	3.7 95.2	1.5 94.4	-	1.5 99.6	-	-
	Base (m) <i>Cote mN.G.F.</i>	4.2 89.4	6.5 90.4	5.2 97.9	6.4 94.7	8.8 88.6	5.2 95.2	7.0 92.0	5.4 96.8	> 3.8 < 97.3	> 6.0 < 94.9	> 6.0 < 92.9	4.5 89.9	-	> 2.0 < 99.1	-	-
	Epaisseur (m)	3.9	3.4	1.9	3.2	6.4	2.0	5.0	1.6	> 0.4	> 3.1	> 2.3	3.0	-	> 0.5	-	-
<i>Observations : Formation très sensible aux variations hydriques (présence possible d'argiles gonflantes) et hétérogène, qui présente des caractéristiques mécaniques faibles à moyennes.</i>																	
Calcaire de Brie Marne calcaire et calcaire marneux beige avec blocs et cailloux de meulières	Toit (m) <i>Cote mN.G.F.</i>	4.2 89.4	6.5 90.4	5.2 97.9	6.4 94.7	-	5.2 95.2	7.0 92.0	5.4 96.8	-	-	-	4.5 89.9	-	-	-	-
	Base (m) <i>Cote mN.G.F.</i>	6.6 87.0	8.8 88.1	> 10.1 < 92.0	> 10.0 < 91.1	-	8.4 92.0	> 10.0 < 89.0	> 5.6 < 96.4	-	-	-	> 6.0 < 89.9	-	-	-	-
	Epaisseur (m)	2.4	2.3	> 4.9	> 3.6	-	3.2	> 3.0	> 0.2	-	-	-	> 1.5	-	-	-	-
<i>Observations : Formation de bonne consistance.</i>																	
Argiles et Marnes vertes Argile vert-beige	Toit (m) <i>Cote mN.G.F.</i>	6.6 87.0	8.8 88.1	-	-	8.8 88.6	8.4 92.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Base (m) <i>Cote mN.G.F.</i>	> 10.0 < 83.6	> 10.1 < 86.8	-	-	> 10.0 < 87.4	> 10.0 < 90.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Epaisseur (m)	> 3.4	> 1.3	-	-	> 1.2	> 1.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Observations : Formation de bonne consistance.</i>																	

### 3.2.2 Piézométrie – Niveaux d'eau

***Cette étude ne consiste pas en une étude hydrogéologique approfondie. Nous nous limiterons donc aux données de base concernant la mesure du niveau d'eau dans le sol à la date indiquée.***

Les niveaux d'eau ci-dessous ont été relevés au droit de nos sondages à l'issue de leur réalisation entre le 28 février et le 3 mars 2022.

Sondages	Niveau d'eau mesuré	Observations
SP1+PZ1	5.0 m (88.6 m NGF)	Mesuré le 24/03/2022
SP2	5.5 m (91.4 m NGF)	Niveaux d'eau mesurés en fin de forage
SP3	4.3 m (97.8 m NGF)	
SP4	7.6 m (93.5 m NGF)	
SP5	2.3 m (95.1 m NGF)	
SP6	5.0 m (95.4 m NGF)	
PZ2	7.0 m (92.0 m NGF)	Mesuré le 24/03/2022

Les sondages ayant été réalisés avec injection d'eau, les quantités d'eau injectées impactent les niveaux d'eau mesurés.

Toutefois, les sondages SP1+PZ1 et PZ2 ayant été équipés d'un tube PVC piézométrique, les derniers niveaux d'eau mesurés sont les plus proches du niveau de la nappe.

Les sondages réalisés au pénétromètre dynamique n'ont pas relevé de niveau d'eau. On rappellera que les essais de pénétration sont des essais aveugles et que c'est uniquement à la remontée du train de tige que l'opérateur géotechnicien note d'éventuelles traces d'humidité. De fait, ces informations seront à vérifier à l'ouverture des fouilles.

Toutefois, on ne peut exclure la présence de circulations anarchiques notamment dans les formations superficielles. Elles pourront être plus ou moins prononcées en fonction des conditions climatiques.

### 3.2.3 Essais pressiométriques

Horizon	Base de l'horizon m/TNA (Cote mNGF)	Nombre d'essais	Pression Limite nette PI* (MPa)				Module Pressiométrique E <sub>M</sub> (MPa)		
			Min	Max	Moy <sub>ar</sub>	σ	Min	Max	Moy <sub>ha</sub>
1-Limons des Plateaux	0.3 – 3.3 (93.3 – 99.8)	9	0.5	1.3	0.9	0.2	2.8	13.8	7.1
2-Argiles à Meulière de Brie	4.2 – 8.8 (88.6 – 97.9)	15	0.6	3.1	1.6	0.7	5.7	45.5	12.7
3-Calcaire de Brie	6.6 – 10.1 (87.0 – 92.0)	9	1.3	4.4	2.7	1.2	6.2	100	17.7
4-Argiles vertes	> 10.1 ( < 83.6)	3	1.0	2.9	1.7	1.0	13.5	34.7	17.7



### 3.2.4 Essais de pénétration dynamique

Formation	Base de la couche En m/T.N. (Cote mNGF)	Caractéristiques pénétrométriques				
		Résistance dynamique de pointe Rd (MPa)				
		Min	Max	Moy <sub>harmonique</sub>	Moy <sub>arithmétique</sub>	$\sigma$
1-Limons des Plateaux	1.5 – 3.8 (94.4 – 98.2)	1.5	7.0	2.5	3.0	1.3
2-Argiles à Meulière de Brie	4.5 – 6.0 (89.9 – 97.3)	1.5	43.4	3.8	5.7	5.7
3-Calcaire de Brie	> 6.0 (< 89.9)	1.5	27.6	3.9	6.6	7.1

### 3.2.5 Essais de perméabilité in situ

Sondage	Essai réalisé	Profondeur de l'essai (m/TN)	Nature du terrain testé	Perméabilités mesurées (m/s)	Perméabilités retenues (m/s)
PO1	Porchet	0.7	Limon brun avec cailloux et cailloutis	$3.66 \cdot 10^{-5}$	$1.0 \cdot 10^{-5}$
PO2	Porchet	0.9	Limon brun-marron	$3.87 \cdot 10^{-5}$	$1.0 \cdot 10^{-5}$
PO3	Porchet	0.9	Limon argileux marron-brun	$4.64 \cdot 10^{-5}$	$1.0 \cdot 10^{-5}$
PO4	Porchet	0.9	Limon argileux marron-brun	$1.17 \cdot 10^{-5}$	$1.0 \cdot 10^{-5}$

Les terrains présentent une faible perméabilité. Il s'agit d'essais de perméabilité ponctuels, représentatifs d'un volume de sol limité autour de la cavité d'essai. Les valeurs obtenues peuvent donc fortement varier suivant la granulométrie du sol.

### 3.2.6 Essais en laboratoire

#### Identification des sols :

Sondage	Profondeur échantillon (m)	Nature du sol	W (%)	Granulométrie				Limite d'Atterberg				VBS	GTR
				D <sub>max</sub>	<50mm (%)	<2mm (%)	<0.08m m (%)	W <sub>L</sub> (%)	W <sub>P</sub> (%)	I <sub>p</sub>	I <sub>c</sub>		
ST1	0.9 – 1.6	Limon marron	19.1	31.5	100	94.6	50.8	-	-	-	-	2.78	A2
ST2	0.5 – 1.5	Argile marneuse marron	20.9	3.15	100	100	76.9	57	25	32	1.1	-	A3
ST3	0.6 – 1.3	Argile marron	20.3	3.15	100	100	77.1	63	23	40	1.1	-	A3
ST4	0.2 – 0.8	Limon argileux marron-brun	26.3	31.5	100	91.9	62.5	50	26	24	1	-	A2

#### Essais de compactage :

Sondage	Profondeur échantillon (m)	Masse volumique sèche (g/cm <sup>3</sup> )	IPI	Classement selon l'état hydrique estimé
ST1	0.9 – 1.6	1.79	9.1	A2m
ST2	0.5 – 1.5	1.47	2.0	A3h
ST3	0.6 – 1.3	1.80	3.1	A3m
ST4	0.2 – 0.8	1.78	4.2	A2h

## 4 Modèle géotechnique

Les caractéristiques qui pourront être retenues dans les calculs au stade de l'avant-projet sont présentées dans le tableau suivant :

Horizon	Base de l'horizon En m/TNA (Cote mN.G.F.)	Pression Limite nette $p_l^*$ (MPa)	Module Pressiométrique $E_M$ (MPa)	Coefficient rhéologique $\alpha$	Niveau d'eau
<b>1-Limons des Plateaux</b>	0.3 – 3.8 (93.3 – 99.8)	0.7	7.0	0.5	-
<b>2-Argiles à Meulière de Brie</b>	4.2 – 8.8 (88.6 – 97.9)	0.9	13.0	0.66	Entre 5.0 et 7.0 m
<b>3-Calcaire de Brie</b>	6.6 – 10.1 (87.0 – 92.0)	2.0	18.0	0.66	-
<b>4-Argiles vertes</b>	> 10.1 (< 83.6)	1.2	18.0	0.66	-

### Remarques :

- Les sondages géotechniques étant ponctuels, des variations d'épaisseur sont possibles sur l'ensemble du site concerné par le projet.
- Les formations reconnues pourraient être surmontées par des Remblais notamment sur les parties où des bâtiments ont été démolis. Les Remblais constituent un sol pouvant être considéré comme évolutif et compressible. Ils sont impropres à toute construction.
- Les Limons des Plateaux présentent de faibles caractéristiques mécaniques et contiennent une fraction argileuse sensible au retrait-gonflement.
- Les Argiles à Meulières observées présentent des caractéristiques mécaniques faibles à moyennes et contiennent une fraction argileuse très sensible au retrait-gonflement.
- Le Calcaire de Brie rencontré présente de bonnes caractéristiques mécaniques.



## 5 Recommandations géotechniques

### 5.1 Adaptation au projet

#### 5.1.1 Fondations

Projets à faibles descentes de charges (type maison individuelle)	
Type de fondation	Fondations superficielles de type semelles filantes rigidifiées ou semelles isolées reliées entre elles par un système de longrines rigidifiées.
Assises des fondations	Les Argiles à Meulières rencontrées à partir de 0.3 à 3.8 m (93.3 à 99.8 m NGF) au droit de nos sondages. En l'absence de sous-sol, on pourra se fonder dans les Limons des Plateaux sous réserve que les descentes de charges soient acceptables vis-à-vis des caractéristiques mécaniques des sols au droit du projet.
Ancrage	40 cm au minimum dans les Argiles à Meulières.
Encastrement par rapport au sol fini extérieur	Au minimum 1.5 m/TN à respecter impérativement en tout point du projet.

Projets avec des descentes de charges plus importantes (type habitat collectif) et comportant 2 niveaux de sous-sols	
Type de fondation	Fondations superficielles de type semelles filantes rigidifiées ou semelles isolées reliées entre elles par un système de longrines rigidifiées.
Assises des fondations	Le Calcaire de Brie rencontré à partir de 4.2 à 8.8 m (88.6 à 97.9 m NGF) au droit de nos sondages.
Ancrage	40 cm au minimum dans le Calcaire de Brie.
Encastrement par rapport au sol fini extérieur	Au minimum 1.5 m/TN à respecter impérativement en tout point du projet.

Projets avec des descentes de charges plus importantes (type habitat collectif) et comportant 1 niveau de sous-sol	
Type de fondation	Fondations semi-profondes de type puits ou fondations profondes de type pieux (voire des micropieux selon la nature du projet).
Assises des fondations	Le Calcaire de Brie rencontré à partir de 4.2 à 8.8 m (88.6 à 97.9 m NGF) au droit de nos sondages.
Ancrage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 40 cm au minimum pour des puits ;</li> <li>- Ancrage des pieux d'au moins trois fois leur diamètre ;</li> <li>- 3.0 m pour les micropieux</li> </ul>
Encastrement par rapport au sol fini extérieur	Au minimum 1.5 m/TN à respecter impérativement en tout point du projet.

Projets avec des descentes de charges plus importantes (type habitat collectif) et ne comportant pas de niveau de sous-sol	
Type de fondation	Fondations profondes de type pieux (voire des micropieux selon la nature du projet).
Assises des fondations	Le Calcaire de Brie rencontré à partir de 4.2 à 8.8 m (88.6 à 97.9 m NGF) au droit de nos sondages.
Ancrage	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ancrage des pieux d'au moins trois fois leur diamètre ;</li> <li>- 3.0 m pour les micropieux</li> </ul>
Encastrement par rapport au sol fini extérieur	Au minimum 1.5 m/TN à respecter impérativement en tout point du projet.

### 5.1.2 Niveau bas

Compte tenu de la présence de terrains sensibles aux variations hydriques (aléa fort), le niveau bas des futurs bâtiments seront traité en plancher porté par les fondations avec réalisation d'un vide sanitaire.

### 5.1.3 Rigidification

<b>Rigidification des fondations</b>	Oui vis-à-vis de l'aléa retrait gonflement des argiles.
<b>Rigidification de la structure</b>	Oui. Rigidification des murs enterrés pour reprendre la poussée des terres.

## 5.2 Justification des fondations superficielles et semi-profondes

### 5.2.1 Etats limites de résistance du sol

La contrainte de rupture  $q_{net}$  sous la base des fondations est donnée par la formule :

$$q_{net} = i_{\delta} \times i_{\beta} \times k_p \times p_{le}^*$$

$i_{\delta}$	Coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement (= 1 si la charge est verticale)
$i_{\beta}$	Coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus $\beta$ (= 1 si la fondation est suffisamment éloignée d'un talus : $d > 8B$ )
$k_p$	Facteur de portance = 0.8 en première approximation

	Limons des Plateaux	Argiles à Meulières	Calcaire de Brie
$p_{le}^*$ = pression limite nette équivalente	700 kPa	900 kPa	2000 kPa
$q_{net}$	560 kPa	720 kPa	1600 kPa

Les valeurs de résistance nette du terrain sous les fondations superficielles se déduisent selon la relation suivante :

$$R_{v;d} = \frac{A' \times q_{net}}{\gamma_{R;d,v} \times \gamma_{R;v}}$$

$A'$  est la surface effective de la base de la fondation superficielle

Et pour la méthode pressiométrique :

Etats limites Situations	ELU		ELS	
	Durables et transitoires	Durables et transitoires	Quasi-permanentes	Caractéristiques
$\gamma_{R;d,v}$	1.2	1.2	1.2	1.2
$\gamma_{R;v}$	1.4	1.2	2.3	2.3

### 5.2.2 Tassements

Il sera possible de calculer plus précisément les tassements une fois connues les descentes de charges précises du projet. Ces calculs pourront se faire dans le cadre d'une mission complémentaire de type G2 phase PRO (phase projet) et donnant lieu à une commande spécifique. Il appartiendra au bureau d'études de Génie Civil de s'assurer de l'admissibilité des tassements estimés pour l'ouvrage projeté.

Dans le cas contraire, il conviendra d'envisager une réduction de la descente de charge ou un élargissement de la fondation, voire de passer à un mode de fondation profond.

La justification précédente vis-à-vis des tassements suppose que les couches compressibles ne sont surchargées par aucun remblai supplémentaire.



### 5.2.3 Efforts horizontaux – Etat limite ultime de glissement

La vérification sera faite vis-à-vis des états limites ultimes. Si les efforts horizontaux sont intégralement repris par les forces de frottement s'exerçant à l'interface entre le sol et la fondation, la justification pourra être faite, selon le cas, conformément aux prescriptions de l'article 6.5.3., de l'Eurocode 7, « Calcul géotechnique, partie 1 ».

Si nécessaire, la réaction du sol sur les faces latérales de la fondation pourra être éventuellement prise en compte.

### 5.3 Justifications des fondations profondes

Plusieurs techniques d'exécution de pieux sont envisageables et il appartient à l'entreprise, en fonction des moyens dont elle dispose et après visa du maître d'œuvre concepteur du projet de définir la méthode la plus adaptée à la bonne exécution de ces fondations.

Les outils et méthodes de forage devront être adaptés à chaque couche de sol rencontrée et devront permettre de traverser les formations superficielles pouvant renfermer localement des blocs et/ou contenant des éléments de grandes dimensions, de respecter l'ancrage et les profondeurs demandés (machine avec un couple élevé, ...) et de garantir une continuité de bétonnage. Des avant-trous pourront s'avérer nécessaire.

**De plus, nous précisons que la plateforme devra être réceptionnée par l'entreprise qui réalisera les pieux avant mise en œuvre de la foreuse.**

#### Paramètres de dimensionnement :

Ces paramètres sont fournis pour des pieux forés boue (classe 1, catégorie 2).

Nature des terrains	Base de la formation retenue (m/TNA)	Frottement latéral						Effort de pointe	
		a	b	c	$f_{sol}$	$\alpha_{pieu-sol}$	$q_s$ (kPa)	$P_{le}^*$ (MPa)	$k_{p,max}$
Limons des Plateaux	3.8	0.003	0.04	3.5	38.5	1.25	90	0.7	1.15
Argiles à Meulière	6.0	0.003	0.04	3.5	40.9	1.25	90	0.9	1.15
Calcaire de Brie	8.8	0.008	0.08	3	95.8	1.50	170	2.0	1.45
Argiles vertes	10.0	0.003	0.04	3.5	42.9	1.25	90	1.2	1.15

Les pieux devront être ancrés d'au minimum trois fois leur diamètre dans la couche porteuse (Calcaire de Brie).

Pour une mobilisation maximale du terme de pointe, l'ancrage devra atteindre cinq diamètres.

Selon de la norme NF P94-262, il faudra s'assurer que la capacité portante devra être inférieure ou égale à la charge de compression sur la fondation profonde  $F_{cd}$  tel que :

$$R_{v,d} \geq F_{cd}$$

D'autre part la capacité portante du pieu béton est d'autre part limitée par la résistance moyenne en compression du béton à 28 jours :

$$\sigma_{c,moy} = 0.3 \times k_3 \times f_{ck}^*$$

$$f_{ck}^* = \frac{\inf(C_{max}; f_{ck})}{k_1 k_2}$$

**Ebauche dimensionnelle pour des pieux forés boue (classe 1, catégorie 2) :**

Profondeur :		8.0 m		8.5 m		9.0 m	
Diamètre du pieu :		0.6 m	0.8 m	0.6 m	0.8 m	0.6 m	0.8 m
ELU (kN)	Combinaisons fondamentales	1378	2017	1475	2188	1240	1777
	Combinaisons accidentelles	1515	2219	1623	2407	1363	1955
ELS (kN)	Combinaisons caractéristiques	1035	1490	1118	1626	992	1399
	Combinaisons quasi-permanentes (Q <sub>ELS</sub> )	<b>847</b>	<b>1219</b>	<b>915</b>	<b>1330</b>	<b>812</b>	<b>1144</b>
Contraintes aux ELS dans le béton (MPa)		<b>3.0</b>	<b>2.4</b>	<b>3.2</b>	<b>2.6</b>	<b>2.9</b>	<b>2.3</b>

On rappelle que les valeurs ci-dessus sont indicatives, obtenues sous charges verticales centrées en compression, et qu'il appartient au maître d'œuvre concepteur du projet et/ou à l'entreprise de réaliser une approche quantitative en fonction des reconnaissances effectuées sur ce site et des moyens mis en œuvre ou prévus.

Le diamètre et la longueur réelle des pieux dépendront de leur profondeur d'ancrage et des charges à reprendre (à définir en mission G2 phase PRO). Nous rappelons qu'un ancrage minimum de 3 diamètres doit être respecté dans le Calcaire de Brie.

On s'assurera que la contrainte dans le béton ne dépasse pas la valeur limite requise (en général, 5.5 MPa).



## 5.4 Voiries

### 5.4.1 Paramètres déterminants

Le projet d'aménagement de la ZAC inclut la construction d'un dépôt de bus nécessitant la création de voiries et parkings. En l'absence d'informations plus précises sur le projet (nombre de bus, hypothèses de trafic, ...), on considère les paramètres suivants pour le dépôt de bus et ses voies d'accès :

- Trafic routier estimé entre 85 et 150 PL par jour soit une classe de trafic T3+ ;
- Considérant une durée de vie de 20 ans, on retiendra une classe de trafic cumulé TC4 ;
- Plateforme visée de type PF3.

Pour la création des voies d'accès aux logements, il pourra être retenu les paramètres suivants :

- Classe de trafic considérée TC1 ;
- Plateforme visée PF2

### 5.4.2 Etude de principe de réalisation de nouvelle structure de chaussée

#### Partie supérieure de terrassement et classe d'arase

La Partie Supérieure de Terrassement (PST) sera constituée par le terrain naturel. Ainsi, la PST devrait être constituée par les Limons des Plateaux.

Compte tenu des essais en laboratoire et de l'appartenance des sols testés aux classes GTR « A2 » et « A3 » sensibles à l'eau, la catégorie de PST attendue au droit de ces formations est PST n°1 AR1.

Les terrains de classes GTR « A2 » sont sensibles au changement de teneur en eau du sol, leur portance pourra donc chuter à court terme et il conviendra d'améliorer cette arase en vue de la portance recherchée à long terme (PF2 pour les voies d'accès aux logements et PF3 pour le dépôt de bus).

Pour l'emprise concernée par le dépôt de bus et ses voies d'accès, il conviendra de procéder à une amélioration du matériau jusqu'à 0.5 m d'épaisseur par un traitement principalement à la chaux vive et selon une technique remblai. Des essais d'aptitude au traitement des matériaux devront être réalisés et ce, afin de définir les pourcentages de traitement optimum. Après traitement des matériaux, on pourrait alors considérer une PST n°4 AR2.

Pour les voies d'accès aux logements à créer, on pourra privilégier la réalisation d'une couche de forme de forte épaisseur composée de matériau granulaire insensible à l'eau plutôt que le traitement de l'arase.

#### Couche de forme

Afin d'obtenir une classe de plateforme PF2, dans le cas d'une catégorie de PST n°1 AR1, il est nécessaire de réaliser une couche de forme en matériaux d'apport insensibles à l'eau (par exemple : grave alluvionnaire propre de classe D<sub>21</sub>) de 75 cm d'épaisseur ou de 60 cm d'épaisseur dans le cas où il serait mis en œuvre un géotextile en sous-face.

Un contrôle de la déformabilité de la couche de forme devra être effectué au moment de l'exécution des travaux afin de satisfaire aux exigences d'une plateforme de classe PF2. Les contrôles devront être réalisés à l'aide d'essais à la plaque (EV2 ≥ 50 MPa).

Pour les voies d'accès au dépôt de bus et le dépôt lui-même, on visera l'obtention d'une plateforme PF3. Après le traitement des sols à la chaux pour obtenir une PST n°4 AR2 (cf. paragraphe précédent), il sera nécessaire de réaliser une couche de forme en matériaux d'apport insensibles à l'eau (par exemple : grave alluvionnaire propre de classe D<sub>21</sub>) traités avec un liant hydraulique, d'une épaisseur de 35 cm.

Un contrôle de la déformabilité de la couche de forme devra être effectué au moment de l'exécution des travaux afin de satisfaire aux exigences d'une plateforme de classe PF3. Les contrôles devront être réalisés à l'aide d'essais à la plaque (EV2 ≥ 120MPa).

L'épaisseur de la couche de forme devra être confirmée vis-à-vis de la sensibilité au gel par le bureau d'études VRD.

### Structure de chaussée

	Dépôt de bus	Voies d'accès au dépôt
<b>Classe de trafic considérée</b>	TC4	TC4
<b>Structure de chaussée proposée (*)</b>	<b>Structure BC5/BC2 :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- BC5, Béton de Ciment (Classe 5) non goudonné : 18 cm</li> <li>- BC2, Béton de Ciment (Classe 2), Béton maigre : 15 cm</li> <li>- Couche de forme : voir ci-avant</li> </ul>	<b>Structure GC3/GC3 :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- BBME, Béton Bitumineux à Module Elevé : 6 cm</li> <li>- GC3, Grave Ciment (Classe 3) : 29 cm</li> <li>- Couche de forme : voir ci-avant</li> </ul>
<b>Epaisseur</b>	33 cm (hors couche de forme)	35 cm (hors couche de forme)

(\*) épaisseurs valables pour une structure de chaussée mise en œuvre sur une plateforme de classe PF3.

Voies d'accès aux logements	
<b>Classe de trafic considérée</b>	TC1
<b>Structure de chaussée proposée (**)</b>	<b>Structure GB3/GB3 :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- BBSG, Béton Bitumineux Semi-Grenu (Classe 1) : 6 cm</li> <li>- GB3, Grave Bitume (Classe 3) : 9 cm</li> <li>- Couche de forme : voir ci-avant</li> </ul>
<b>Epaisseur</b>	15 cm (hors couche de forme)

(\*\*) épaisseurs valables pour une structure de chaussée mise en œuvre sur une plateforme de classe PF2.



## 6 Sujétions de conception et d'exécution pour la réalisation des fondations

### 6.1 Terrassements

Les futurs bâtiments construits dans le cadre du projet, compteront un à deux niveaux de sous-sols. La hauteur des terrassements sera donc de l'ordre de 3.0 à 6.0 m par rapport au terrain naturel actuel.

Compte-tenu de la nature du sol, les terrassements pourront être réalisés avec des moyens traditionnels. Toutefois, la présence éventuelle de blocs et/ou niveaux indurés au sein des remblais et des terrains en place pourra nécessiter l'utilisation de BRH.

Les remblais devront être totalement excavés.

Tous les points durs sous les fondations devront être purgés et éliminés dans leur totalité.

L'entreprise veillera à utiliser une méthodologie et des moyens matériels adaptés à l'environnement du site (présence de mitoyens, sols en tête peu cohérents, ...).

Les dispositions spécifiques prévisibles seront adaptées au cas par cas pour assurer à tout moment la mise au sec de la plate-forme.

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

### 6.2 Talutage - Soutènements

Les talus provisoires et définitifs seront taillés avec une pente maximale de 3h/2v (3 horizontalement pour 2 verticalement). Ils devront être protégés par des feuilles de polyane solidement fixées.

Pour des talus plus raides ou en cas d'arrivée d'eau, un blindage provisoire ou un soutènement est à prévoir.

En cas d'arrivées d'eau dans les fouilles, celles-ci devront être pompées et évacuées hors des fouilles.

Ces ouvrages seront calculés en adoptant les hypothèses de sol suivantes, issues de notre connaissance des faciès rencontrés (en l'absence d'essais de laboratoire) :

Nature des sols	Poids volumique (kN/m <sup>3</sup> )	Caractéristiques à long terme	
		Angle de frottement $\phi'$ (°)	Cohésion $c'$ (kPa)
Remblais	16	20	0
Limons	18	18	2
Argiles	18	18	2

Des essais en laboratoire de type essais à l'appareil triaxial devront impérativement être réalisés afin de préciser ces valeurs et réaliser ensuite un calcul de poussée des terres.

La conception des soutènements doit prendre en compte la présence des ouvrages existants et suppose que le projet définitif soit arrêté.

Il est exclu de réaliser les terrassements sans assurer la stabilité des fouilles et des ouvrages mitoyens par un soutènement adapté limitant tous déplacements nuisibles, tant en phases provisoire que définitive.

En fonction du mode de construction de la superstructure, la solution de soutènement retenue devra faire l'objet d'un dimensionnement en phases provisoire et définitive au stade G2 projet, ce en coordination étroite avec le Maître d'œuvre et son BET.

### 6.3 Praticabilité du fond de fouille

Compte tenu de la nature des matériaux qui seront présents en fond de fouille (marnes argileuses), ce dernier sera très sensible aux venues d'eau.

Il sera donc nécessaire de :

- Mettre en œuvre une couche de forme en graviers ;
- Evacuation des eaux de chantier en dehors de la fouille avec pompage si nécessaire.

### 6.4 Hydrogéologie

Des niveaux d'eau stabilisés ont été relevés au droit de nos sondages entre 5.0 m (au niveau du cimetière) et 7.0 m (sur le site de France Télécom) de profondeur.

Pour les projets avec deux niveaux de sous-sols, il sera nécessaire de réaliser un cuvelage étanche. Rappelons que le D.T.U. 14-1 concernant les cuvelages fait l'obligation de prévoir le cuvelage jusqu'à 0.5m minimum au-dessus du niveau de référence. Le plancher bas sera traité en plancher porté et devra être dimensionné pour reprendre les efforts de sous-pression hydrostatiques (avec ancrage par des micropieux si nécessaire).

Pour les projets avec un niveau de sous-sol, il sera nécessaire pour protéger les parties enterrées du projet (sous-sol) contre les eaux infiltrées qui circulent de façon anarchique dans les terrains superficiels, de prévoir un système de drainage périphérique collectant ces eaux et les évacuant vers un exutoire existant ou à construire (D.T.U. 20.1 murs enterrés de sous-sol), sous réserve de l'accord des services compétents concernés.

### 6.5 Existants à démolir

Nous rappelons qu'il existe de nombreux ouvrages à démolir avant la construction du bâtiment (maisons, annexes et ouvrages adjacents). Nous n'avons pas de connaissance précises sur ces ouvrages (nombres de niveaux en sous-sol, ...). Il pourra être nécessaire d'avertir ARGOTECH pour vérifier les éventuelles adaptations à prévoir, dans le cadre de missions géotechniques complémentaires.

Les fondations des ouvrages à démolir devront être purgées intégralement en limitant au maximum le remaniement des sols en dessous. Les fouilles des purges seront comblées par des matériaux à choisir selon le GTR et correctement compactés.

Les nouvelles fondations devront être établies au-dessous des remblais de comblement et des niveaux d'assise des anciennes fondations.

Nous préconisons un calepinage précis des purges / substitutions pour anticiper d'éventuelles adaptations pour l'exécution des ouvrages géotechniques.

### 6.6 Fondations superficielles ou semi-profondes

Il conviendra de respecter la règle des 3/2 indiquée au paragraphe 8.1 de la norme NF P 94-261, à moins de dispositions particulières. Ce paramètre est notamment à respecter entre les fondations existantes et celles projetées.

Afin d'assurer la protection contre le gel et la mise hors dessiccation, la hauteur minimale d'encastrement sera de 1.5 m minimum sous le terrain naturel extérieur.

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

Les poches molles ou décomprimées seront purgées et rattrapées par un gros béton.

Afin d'éviter une décompression du fond des fouilles et des rigoles de semelles, celui-ci devra être protégé immédiatement par un béton de propreté ou un matériau équivalent.

Les fondations devront être coulées immédiatement après terrassements et en pleine fouille.



## 6.7 Fondations profondes

Il conviendra, spécifiquement pour les fondations profondes, de respecter les sujétions générales suivantes :

- La stabilité des parois du forage devra être assurée par l'utilisation d'outils adaptés au contexte géotechnique du site (mise en place d'un tube de travail, ...).
- Le forage des pieux ne devra pas générer de désordres sur les avoisinants (contexte urbain dense). Le battage, le vibrofonçage et l'utilisation de trépan devront être prohibés.
- L'ouvrage est concerné par la présence d'une nappe, il sera donc nécessaire de se prémunir du risque de corrosion des pieux.
- Les conditions d'exécution des pieux seront de la responsabilité de l'entreprise et devront être adaptées en fonction du contexte géotechnique général du site.
- Une reconnaissance de 5 m sous l'assise prévisionnelle des fondations est indispensable pour ce type de dimensionnement.
- A noter que dans les formations argileuses, des phénomènes de rétractation des argiles peuvent survenir, ce qui pourrait entraîner une diminution du diamètre du pieu en phase travaux et éventuellement coincer l'outil de foration. Toutes les précautions devront être prises vis-à-vis de ces phénomènes.
- La formulation du béton à employer pour les pieux devra être adaptée selon l'agressivité de l'environnement.
- La distance minimale entre deux pieux devra être au moins égale à 3 fois le diamètre du pieu. Sinon il faudra tenir compte d'un effet de groupe, dont la valeur pourra être déterminée dans le cas d'une étude complémentaire.
- La médiocre compacité des couches superficielles (remblais) pourra éventuellement entraîner des efforts parasites horizontaux qu'il est nécessaire de prendre en compte et que le maître d'œuvre concepteur du projet devra quantifier.
- Si un remblaiement est prévu, il conviendra de calculer le frottement négatif qui sera induit sur l'épaisseur des horizons les plus compressibles et de le prendre en compte dans le dimensionnement définitif.
- L'entreprise mettra en œuvre un matériel adapté lui permettant d'atteindre les profondeurs et les fiches minimales requises.
- Les pieux soumis à des efforts horizontaux ou des moments devront être armés en conséquence.
- L'effet de groupe entre les pieux devra être vérifié dans leur dimensionnement. Pour mémoire, si l'entraxe entre pieux est supérieur à 3 diamètres, aucun coefficient de groupe n'est pris en compte.

## 6.8 Construction

Dans tous les cas où deux parties d'un même bâtiment seraient fondées de façon différente, ou encore présenteraient un nombre de niveaux sensiblement différent, il conviendra de s'assurer que la structure peut s'adapter sans danger aux tassements différentiels qui risquent de se produire. Dans le cas contraire, les projeteurs devront prévoir un joint de construction intéressant toute la hauteur de l'ouvrage, y compris les fondations elles-mêmes.

## 6.9 Précautions à prendre vis-à-vis des sols sensibles au retrait-gonflement

Il conviendra de rechercher les dispositions constructives suivantes :

- Rigidification du niveau bas (la rigidité maximale dans le sens de la plus grande pente),
- Coulage des fondations à pleine fouille sur toute la hauteur et protection des longrines,
- Mise hors dessiccation du sol de fondation à assurer par un encastrement suffisant par rapport aux niveaux finis extérieur (1.5 m minimum), et intérieur. On notera que la profondeur de la dessiccation est une donnée très approximative au stade actuel des connaissances scientifiques,
- Vide sanitaire à préférer au dallage sur terre-plein,
- Eviter tout épandage d'eau à proximité de la construction,
- Entourer les façades par un étanchement de surface suffisamment large pour éviter les infiltrations jusqu'au niveau des fondations (en particulier par les remblais) ou jusqu'au vide sanitaire s'il existe, aucun arbre de haute tige à une distance inférieure à 1.5 fois la hauteur de l'arbre adulte.

## 7 Dispositions constructives pour la réalisation des voiries

- Réalisation des différents travaux de terrassements et de mise en œuvre de la structure chaussée dans des conditions météorologiques favorables ;
- Purge des remblais, des sols impropres, remaniés et détériorés par les engins de terrassements ou les eaux de pluie et contrôle de l'homogénéité de l'arase de terrassement ;
- Protection de l'arase contre les intempéries par la mise en œuvre d'une couche de matériaux granulaires, en réalisant un pendage de l'arase permettant d'éviter toute stagnation d'eau de pluie pouvant faire chuter la portance des sols, et en évitant toute circulation d'engins directement sur l'arase ;
- Enlèvement des réseaux préalable au traitement de la couche d'arase à la chaux ;
- Exécution correcte du compactage des différentes couches du chaussée. Les moyens de compactage doivent être adaptés aux épaisseurs des différentes couches ;
- Mise en œuvre d'un système de collecte et d'évacuation des eaux de ruissellement pour éviter toute infiltration au droit et aux abords immédiats de la chaussée. Ces infiltrations pourraient engendrer des phénomènes d'entraînement de fines et donc des déformations.
- Les caractéristiques des matériaux doivent être conformes aux fiches techniques des matériaux à utiliser pour chaque couche tels que définis par les différentes normes.

## 8 Suites à donner

La présente étude s'inscrit dans le cadre d'une étude géotechnique de conception phase avant-projet (mission G2 AVP). Conformément à la norme sur les missions géotechniques, il conviendra de poursuivre les études géotechniques par une mission de type G2 PRO permettant de vérifier les éléments suivants :

- Le dimensionnement des fondations selon les descentes de charge réelles ;
- La méthodologie de réalisation des fondations ;
- Réalisation d'essais en laboratoire afin de déterminer les caractéristiques des sols pour le dimensionnement des soutènements en phases provisoire et définitive, ...

Toute anomalie (indice de cavité, présence des remblais) devra être signalée à **Argotech** pour éventuelles adaptations ou missions supplémentaires.

Nous préconisons des contrôles sur tous les chantiers en phase travaux (fond de fouille, remblayage) ; ces contrôles s'intégreront dans le cadre du suivi de chantier (mission G3 ou G4).

# ANNEXES



# **Annexe n°1**

## **Missions géotechniques**

## 1. Cadre de la mission

Par référence à la norme NF P 94-500 sur les missions d'ingénierie géotechnique (en particulier tableaux 1 et 2 ci-après joints à toute offre et à tout rapport), il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions d'ingénierie géotechnique nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens opportuns et confiées à des hommes de l'Art.

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique suit la succession des phases d'élaboration du projet, chacune de ces missions ne couvrant qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution. En particulier :

- ↳ Les missions d'étude géotechnique préalable (G1), d'étude géotechnique de conception (G2), d'étude et suivi géotechniques d'exécution (G3), de supervision géotechnique d'exécution (G4) sont réalisées dans l'ordre successif,
- ↳ Exceptionnellement, une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante après accord explicite, le client confiant obligatoirement le complément de la mission à un autre prestataire spécialisé en ingénierie géotechnique,
- ↳ L'exécution d'investigations géotechniques engage notre société uniquement sur la conformité des travaux exécutés à ceux contractuellement commandés et sur l'exactitude des résultats qu'elle fournit,
- ↳ Toute mission d'ingénierie géotechnique n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part, des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'autre part, du projet du client décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport,
- ↳ Toute mission d'étude géotechnique préalable, d'étude géotechnique de conception phase AVP / PRO ou de diagnostic géotechnique exclut tout engagement de notre société sur les quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques. De convention expresse, la responsabilité de notre société ne peut être engagée que dans l'hypothèse où la mission suivante d'étude géotechnique de conception phase DCE / ACT lui est confiée,
- ↳ Une mission d'étude géotechnique de conception G2 phase PRO engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'œuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) partie (s) d'ouvrage (s) concerné (s).

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission d'ingénierie géotechnique objet du rapport. En particulier, toute modification apportée au projet ou à son environnement nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission.

## 2. Recommandations

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une investigation du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension. Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution, pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport, doivent immédiatement être signalés à l'ingénierie géotechnique chargée de l'étude et du suivi géotechniques d'exécution (mission G3) afin qu'elle en analyse les conséquences sur les conditions d'exécution, voire la conception de l'ouvrage géotechnique.

Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

## 3. Rapport de la mission

Le rapport géotechnique constitue le compte rendu de la mission d'ingénierie géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission. Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés : un par le client et le second par notre société. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'ouvrage ou par un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra entraîner des poursuites judiciaires.

## 4. Classification et enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

Tout ouvrage est en interaction avec son environnement géotechnique. C'est pourquoi, au même titre que les autres ingénieries, l'ingénierie géotechnique est une composante de la maîtrise d'œuvre indispensable à l'étude puis à la réalisation de tout projet. Le modèle géologique et le contexte géotechnique général d'un site, définis lors d'une mission géotechnique préliminaire, ne peuvent servir qu'à identifier des risques potentiels liés aux aléas géologiques du site. L'étude de leurs conséquences et leur réduction éventuelle ne peut être faite que lors d'une mission géotechnique au stade de la mise au point du projet: en effet, les contraintes géotechniques de site sont conditionnées par la nature de l'ouvrage et variables dans le temps, puisque les formations géologiques se comportent différemment en fonction des sollicitations auxquelles elles sont soumises (géométrie de l'ouvrage, intensité et durée des efforts, cycles climatiques, procédés de construction, phasage des travaux notamment).

L'ingénierie géotechnique doit donc être associée aux autres ingénieries, à toutes les étapes successives d'étude et de réalisation d'un projet, et ainsi contribuer à une gestion efficace des risques géologiques afin de fiabiliser le délai d'exécution, le coût réel et la qualité des ouvrages géotechniques que comporte le projet. L'enchaînement et la définition synthétique des missions types d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Les éléments de chaque mission sont spécifiés dans les chapitres 7 à 9. Les exigences qui y sont présentées sont à respecter pour chacune des missions, en plus des exigences générales décrites au chapitre 5 de la présente norme. L'objectif de chaque mission, ainsi que ses limites, sont rappelés en tête de chaque chapitre. Les éléments de la prestation d'investigations géotechniques sont spécifiés au chapitre 6.

Extrait NF P 94-500—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		
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



## Extrait NF P 94-500-Classification des missions d'ingénierie géotechnique

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 PRELABLE (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 Etude 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'avoisnants 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 main 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 avoisnants), 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 avoisnants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités

#### Phase DCE/ACT

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

- Etablir 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.

Extrait NF P 94-500-Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

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

**ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

**SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)**

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

**DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)**

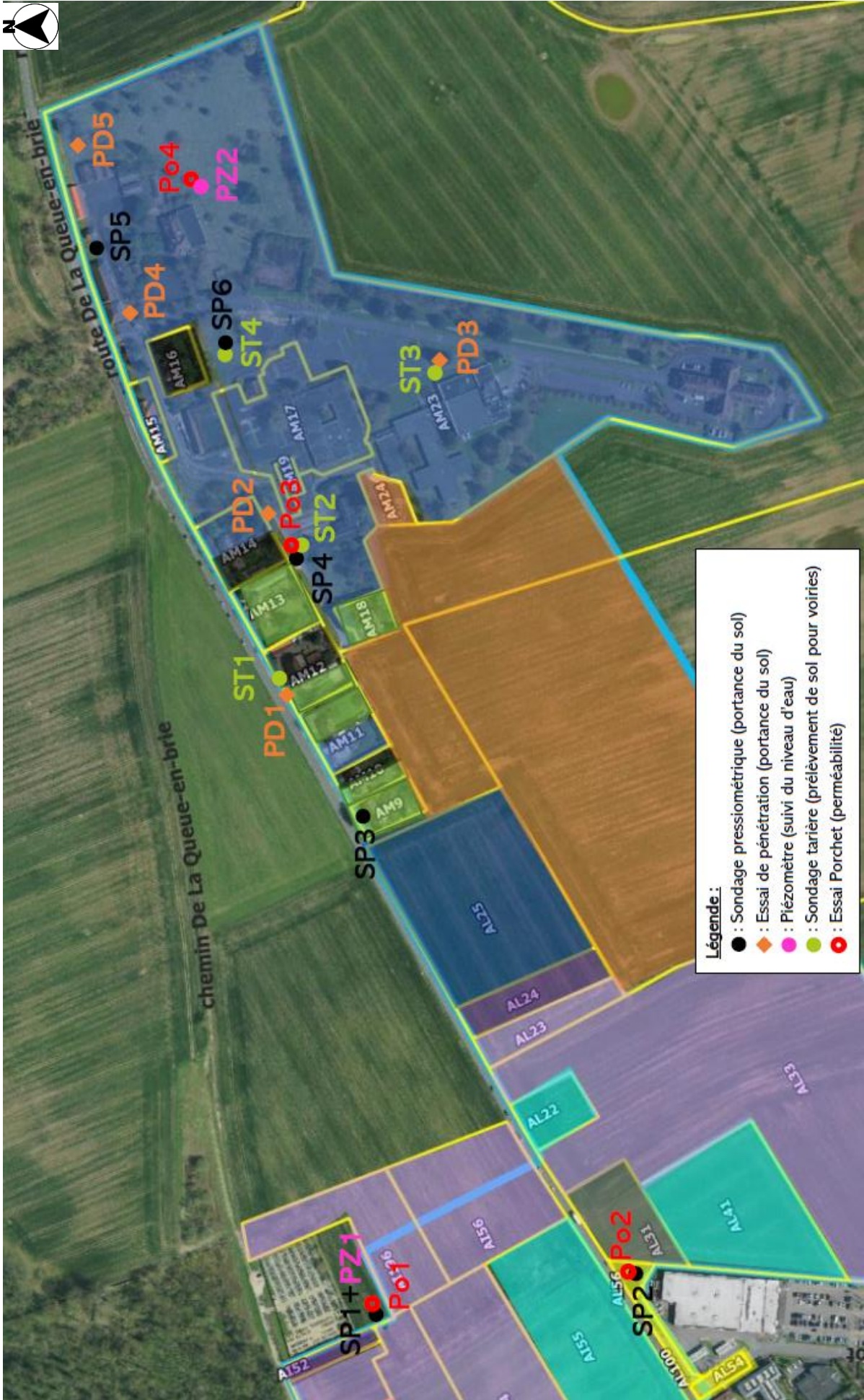
Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou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

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

## **Annexe n°2**

# **Schéma d'implantation des sondages**



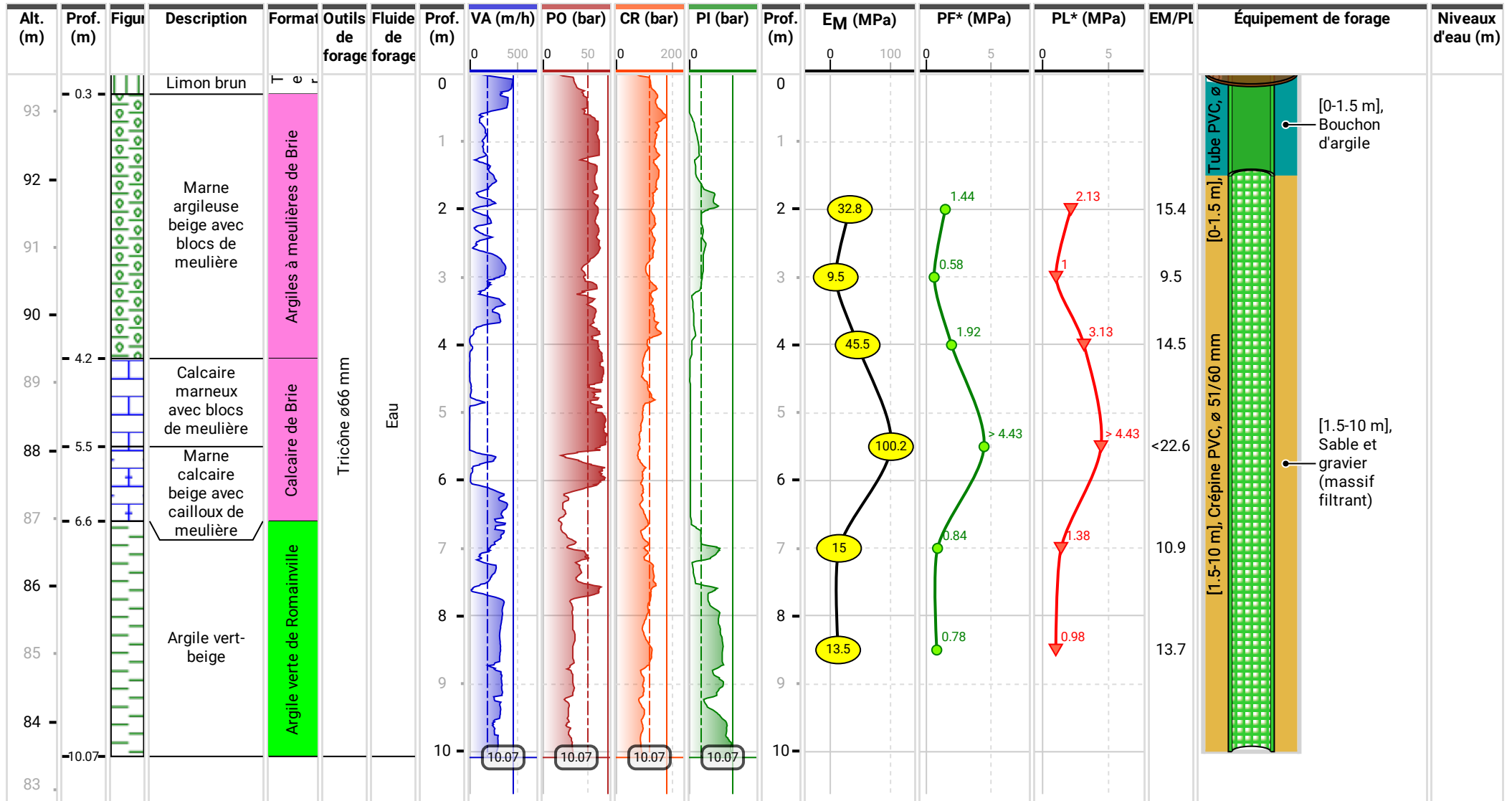


**Légende :**

- : Sondage pressiométrique (portance du sol)
- ◆ : Essai de pénétration (portance du sol)
- : Piézomètre (suivi du niveau d'eau)
- : Sondage tarière (prélèvement de sol pour voiries)
- : Essai Porchet (perméabilité)

# **Annexe n°3**

## **Résultats des sondages et essais**







Dossier  
 AP21 0155  
 Chantier  
 ZAC DES PORTES DE NOISEAU  
 Client  
 Grand Paris Sud-Est Développement  
 Forage  
 SP1+PZ1\_EV

Date de début  
 28/02/2022 13:28:50  
 Date de fin  
 28/02/2022 13:29:10  
 Opérateur  
 YANNICK

Cote début  
 0 m  
 Cote fin  
 2.16 m  
 Machine  
 TERREDO 2.8

Altitude undefined  
 X  
 Y

Alt. (m)	Prof. (m)	Figur	Description	Format	Outils de forage	Fluide de forage	Prof. (m)	VA (m/h)	PO (bar)	CR (bar)	PI (bar)	Prof. (m)	EM (MPa)	PF* (MPa)	PL* (MPa)	EM/PL	Équipement de forage	Niveaux d'eau (m)
							0	0 500	0 50	0 200	0	0	0 100	0 5	0 5			
	0						0					0						
	1						1					1						
	2						2	2.16	2.16	2.16	2.16	2						
	3						3					3						
	4						4					4						
	5						5					5						
	6						6					6						
	7						7					7						
	8						8					8						
	9						9					9						
	10						10					10						

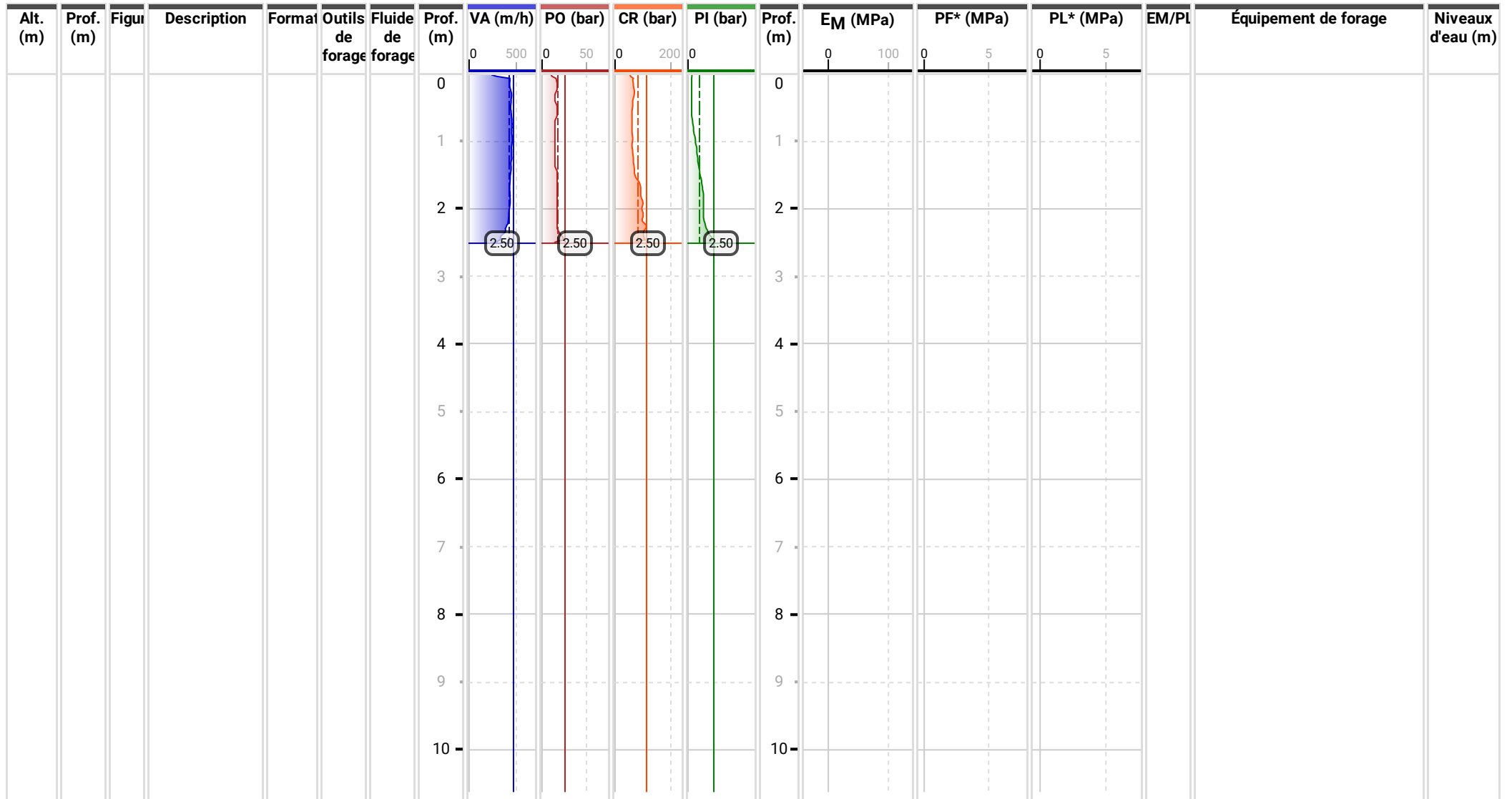


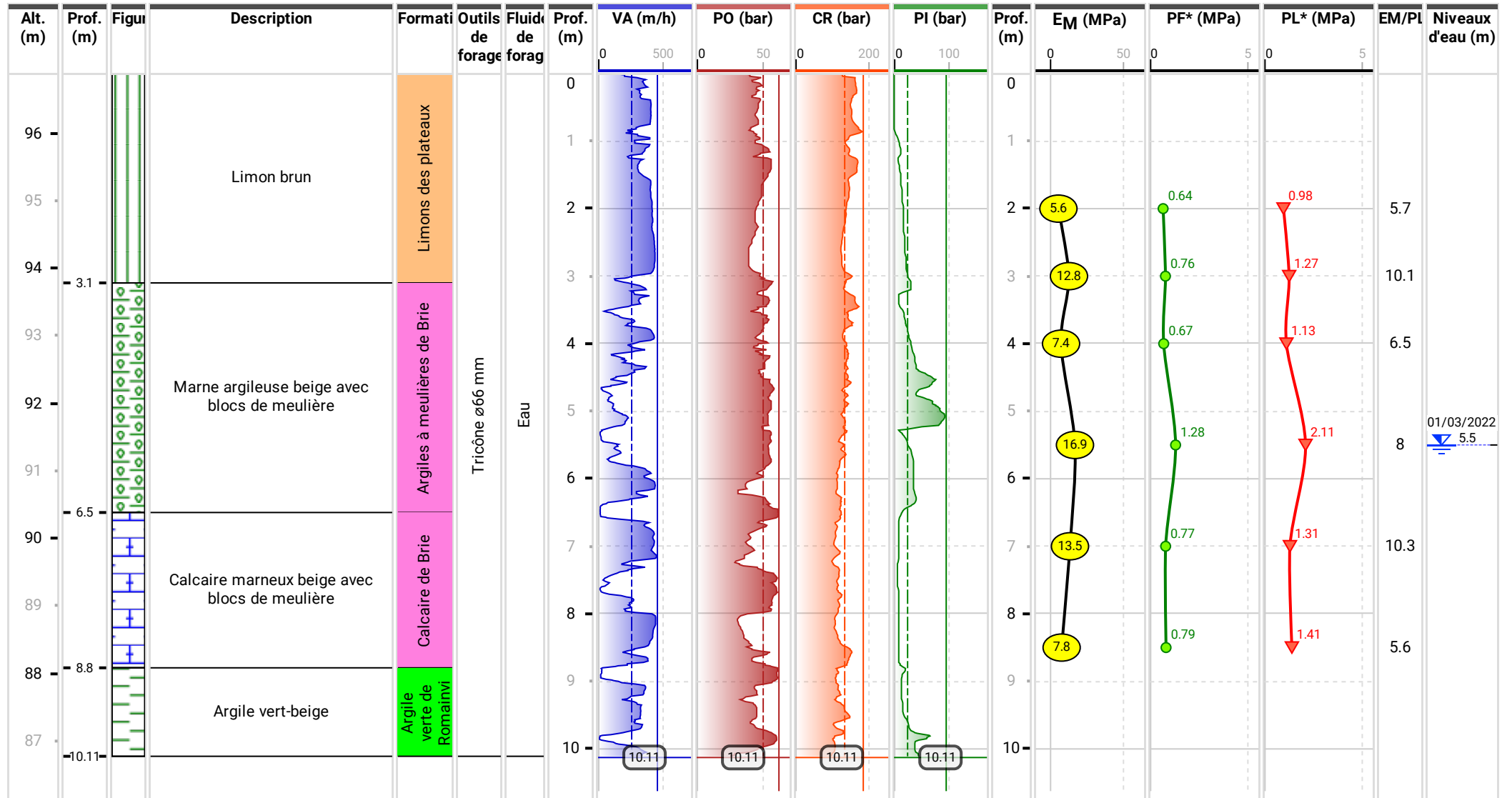
Dossier  
 AP21 0155  
 Chantier  
 ZAC DES PORTES DE NOISEAU  
 Client  
 Grand Paris Sud-Est Développement  
 Forage  
 SP1+PZ1\_ET

Date de début  
 28/02/2022 13:27:40  
 Date de fin  
 28/02/2022 13:28:06  
 Opérateur  
 YANNICK

Cote début  
 0 m  
 Cote fin  
 2.5 m  
 Machine  
 TERREDO 2.8

Altitude undefined  
 X  
 Y





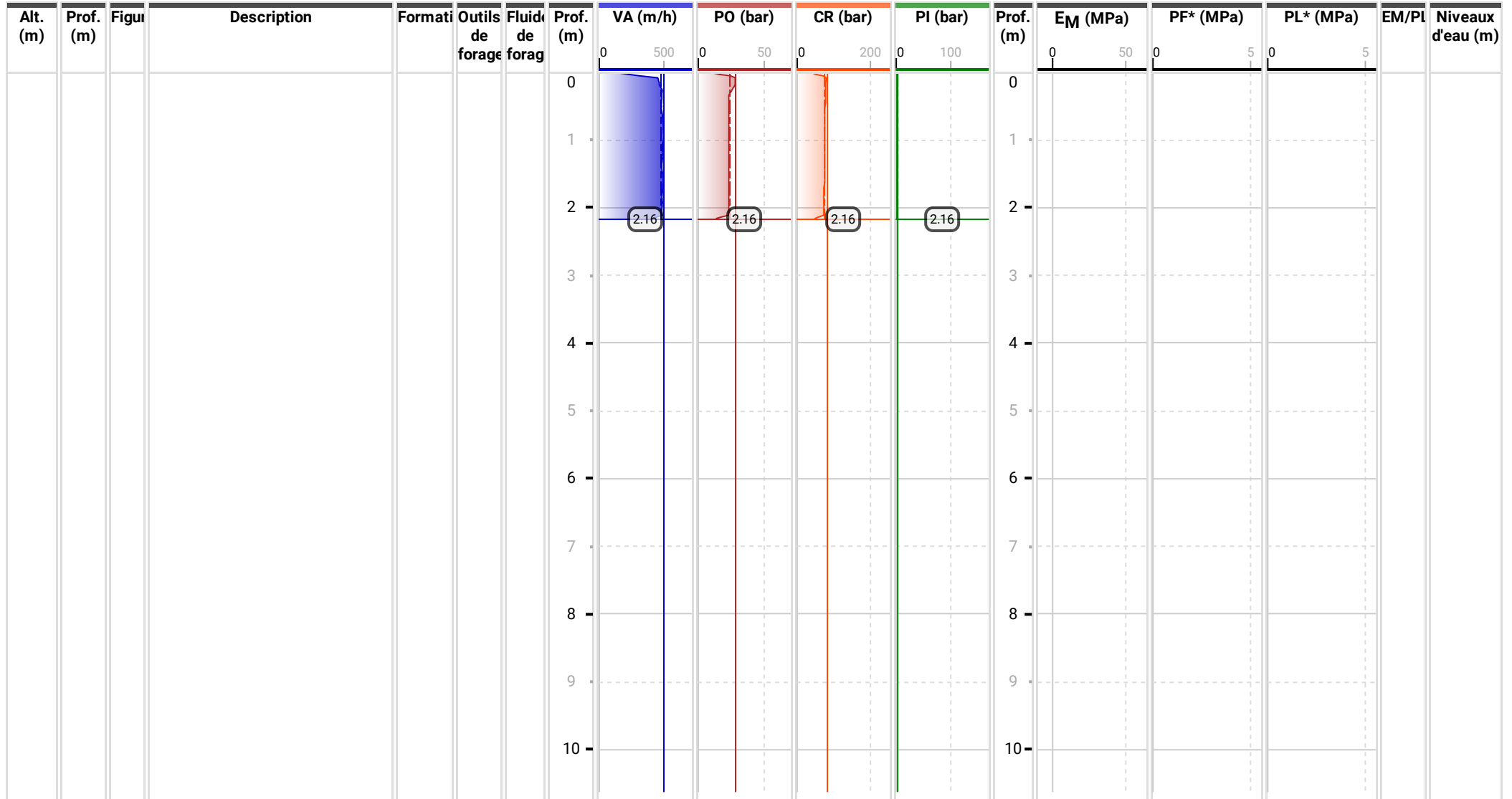


Dossier  
 AP21 0155  
 Chantier  
 ZAC DES PORTES DE NOISEAU  
 Client  
 Grand Paris Sud-Est Développement  
 Forage  
 SP2\_EV

Date de début  
 01/03/2022 08:50:53  
 Date de fin  
 01/03/2022 08:51:15  
 Opérateur  
 YANNICK

Cote début  
 0 m  
 Cote fin  
 2.16 m  
 Machine  
 TERREDO 2.8

Altitude undefined  
 X  
 Y





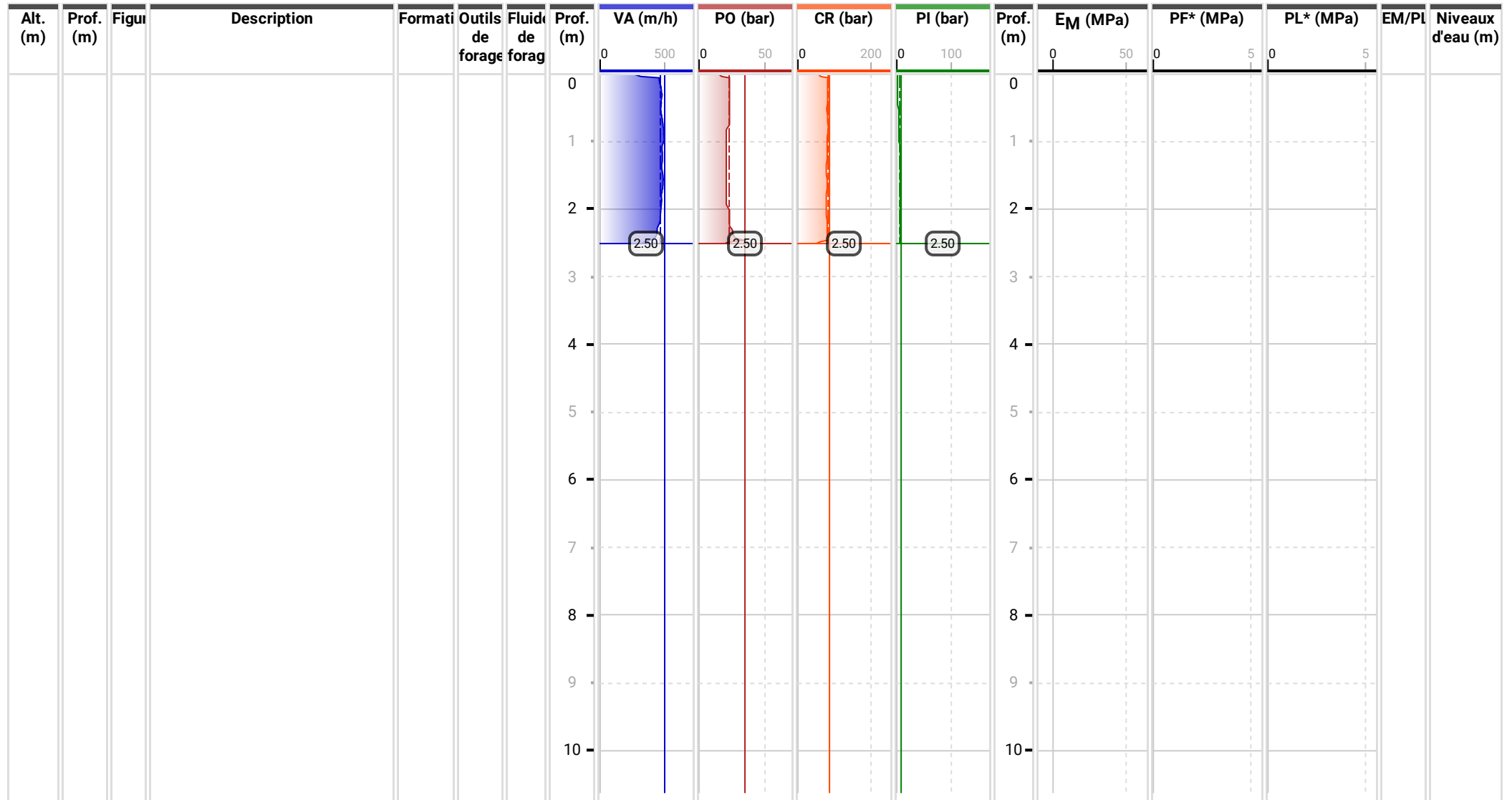


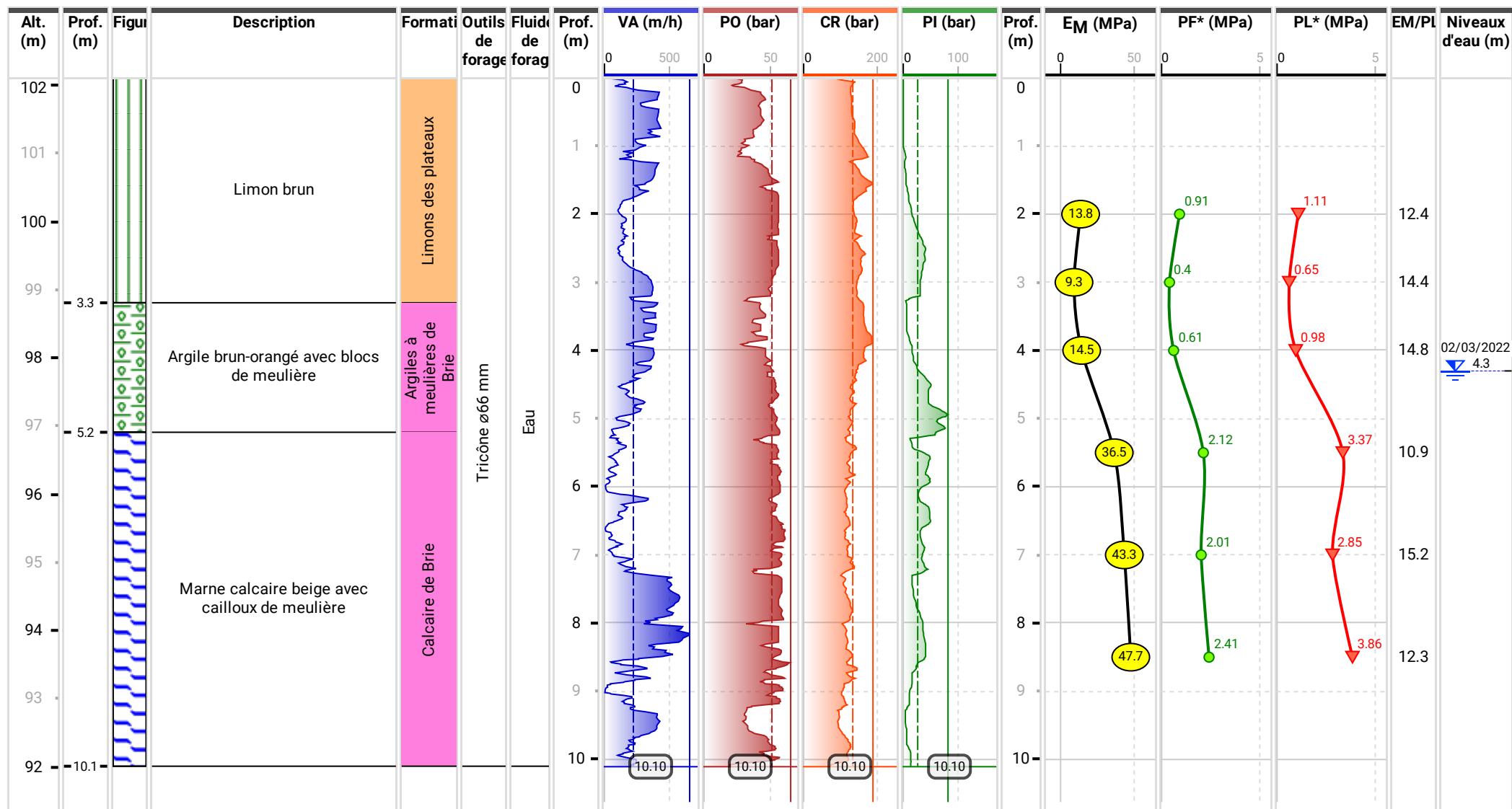
Dossier  
 AP21 0155  
 Chantier  
 ZAC DES PORTES DE NOISEAU  
 Client  
 Grand Paris Sud-Est Développement  
 Forage  
 SP2\_ET

Date de début  
 01/03/2022 08:51:59  
 Date de fin  
 01/03/2022 08:52:22  
 Opérateur  
 YANNICK

Cote début  
 0 m  
 Cote fin  
 2.5 m  
 Machine  
 TERREDO 2.8

Altitude undefined  
 X  
 Y





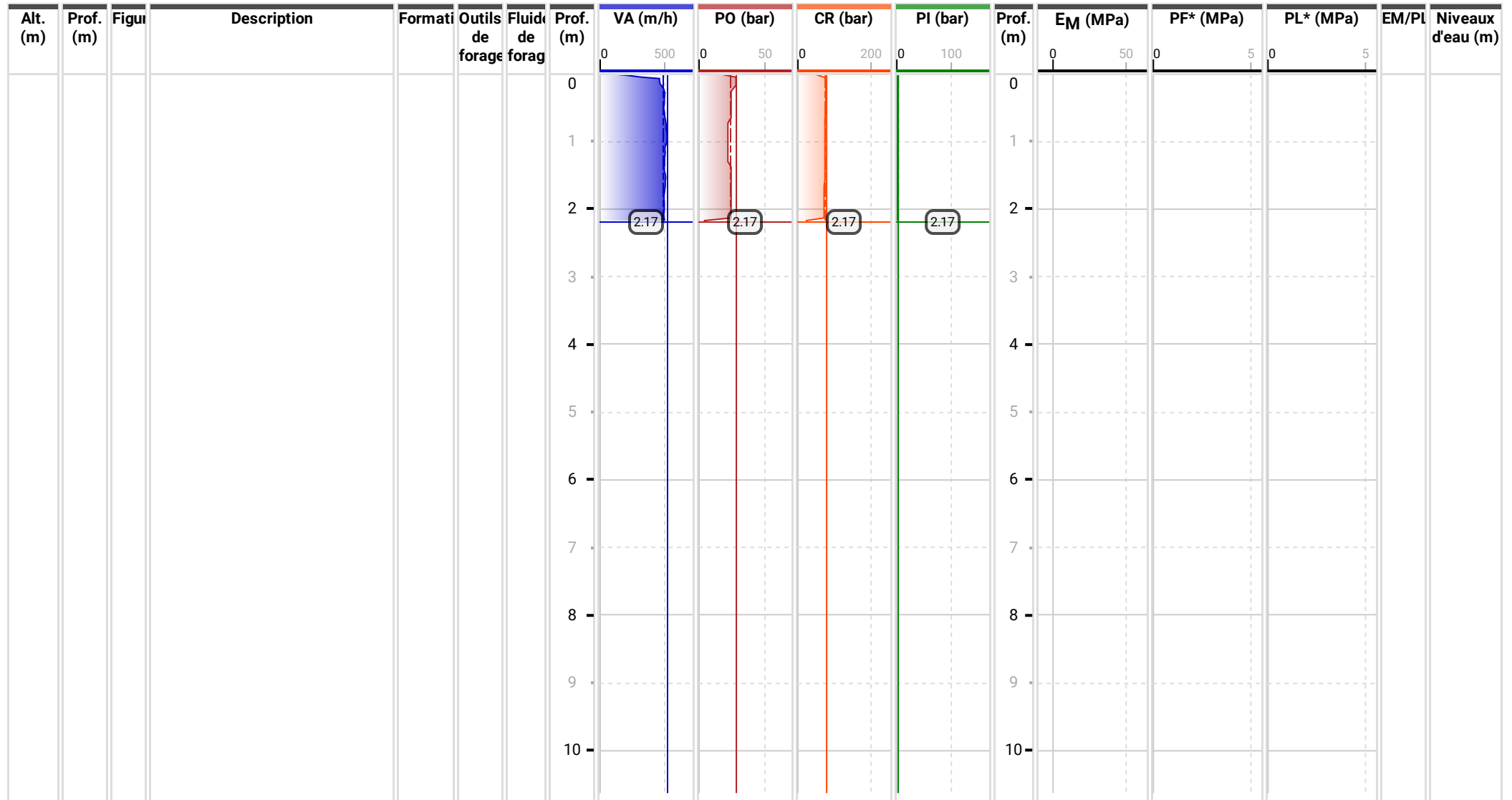


Dossier  
 AP21 0155  
 Chantier  
 ZAC DES PORTES DE NOISEAU  
 Client  
 Grand Paris Sud-Est Développement  
 Forage  
 SP3\_EV

Date de début  
 02/03/2022 08:37:55  
 Date de fin  
 02/03/2022 11:12:01  
 Opérateur  
 YANNICK

Cote début  
 0 m  
 Cote fin  
 2.17 m  
 Machine  
 TERREDO 2.8

Altitude undefined  
 X  
 Y



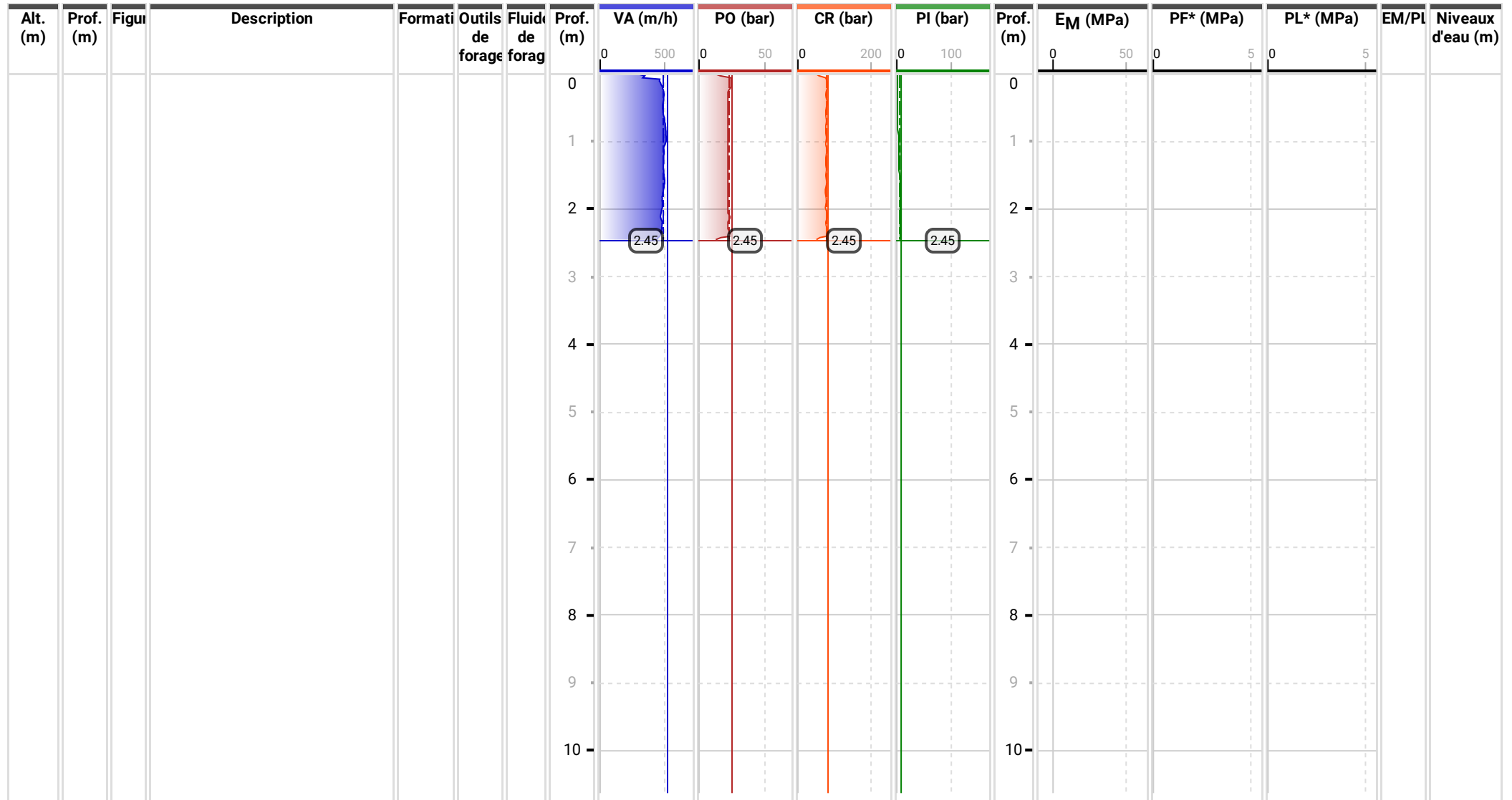


Dossier  
 AP21 0155  
 Chantier  
 ZAC DES PORTES DE NOISEAU  
 Client  
 Grand Paris Sud-Est Développement  
 Forage  
 SP3\_ET

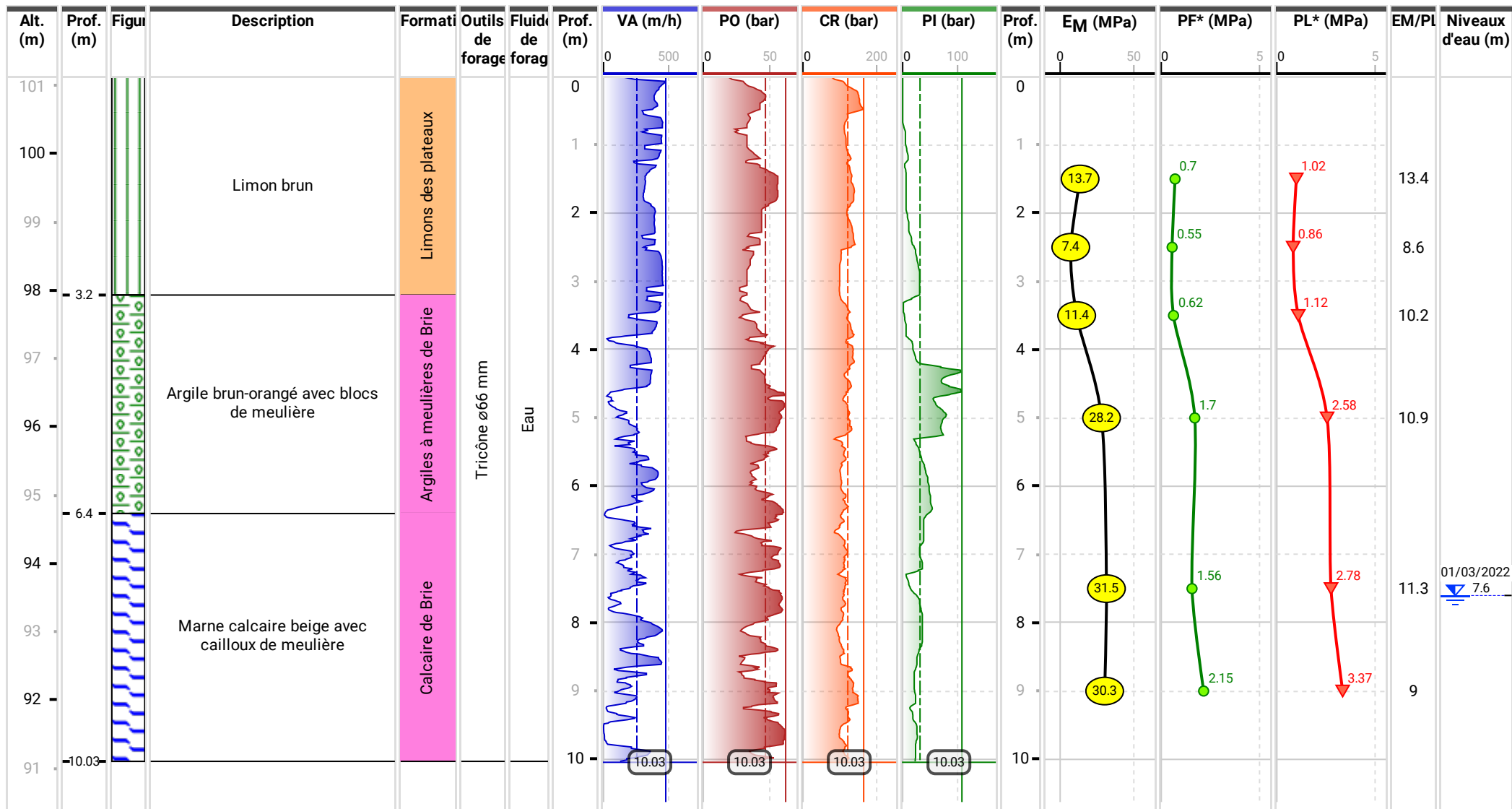
Date de début  
 02/03/2022 08:37:55  
 Date de fin  
 02/03/2022 11:12:01  
 Opérateur  
 YANNICK

Cote début  
 0 m  
 Cote fin  
 2.45 m  
 Machine  
 TERREDO 2.8

Altitude undefined  
 X  
 Y







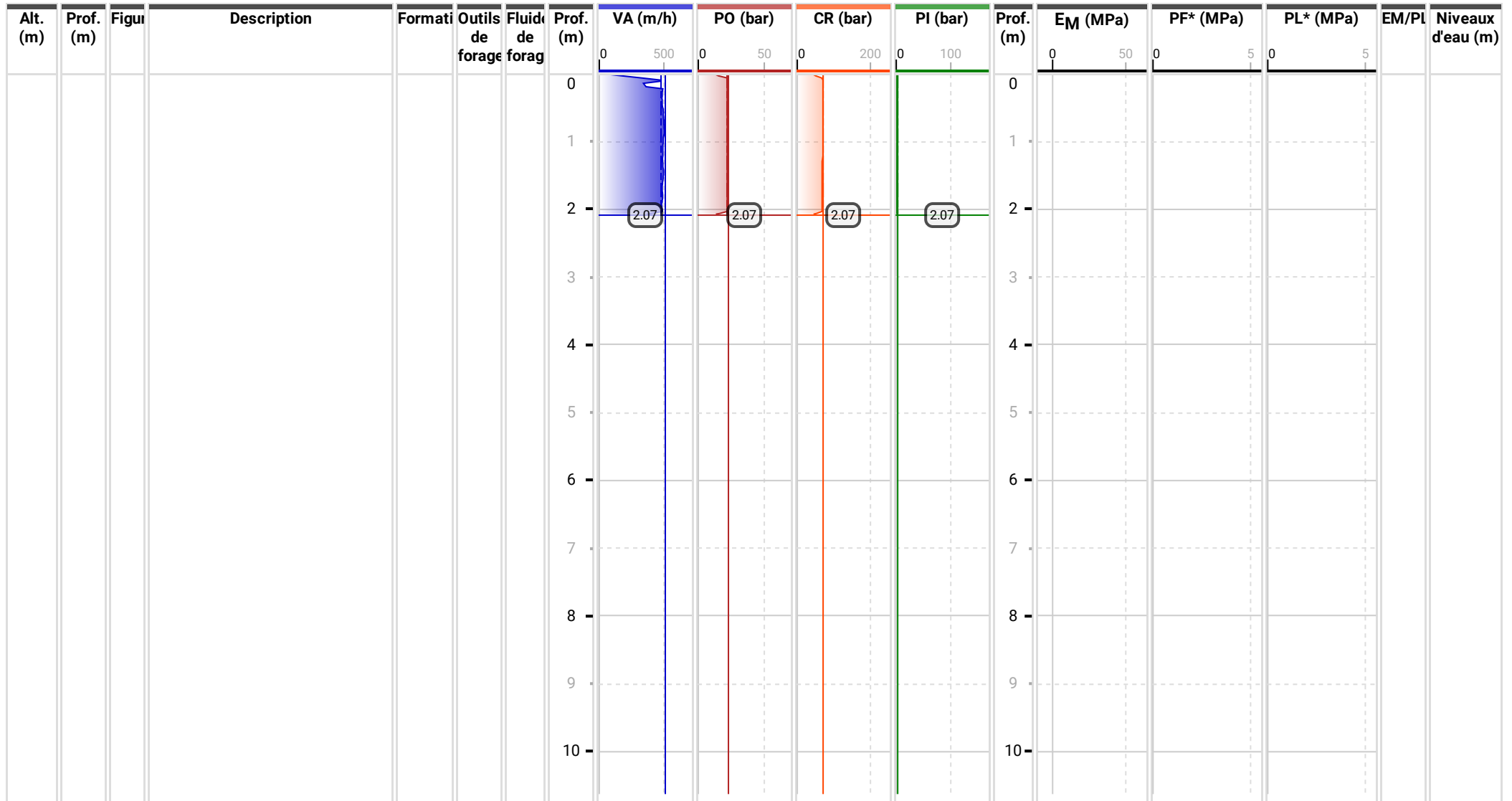


Dossier  
 AP21 0155  
 Chantier  
 ZAC DES PORTES DE NOISEAU  
 Client  
 Grand Paris Sud-Est Développement  
 Forage  
 SP4\_EV

Date de début  
 01/03/2022 11:55:07  
 Date de fin  
 01/03/2022 11:55:27  
 Opérateur  
 YANNICK

Cote début  
 0 m  
 Cote fin  
 2.07 m  
 Machine  
 TERREDO 2.8

Altitude undefined  
 X  
 Y



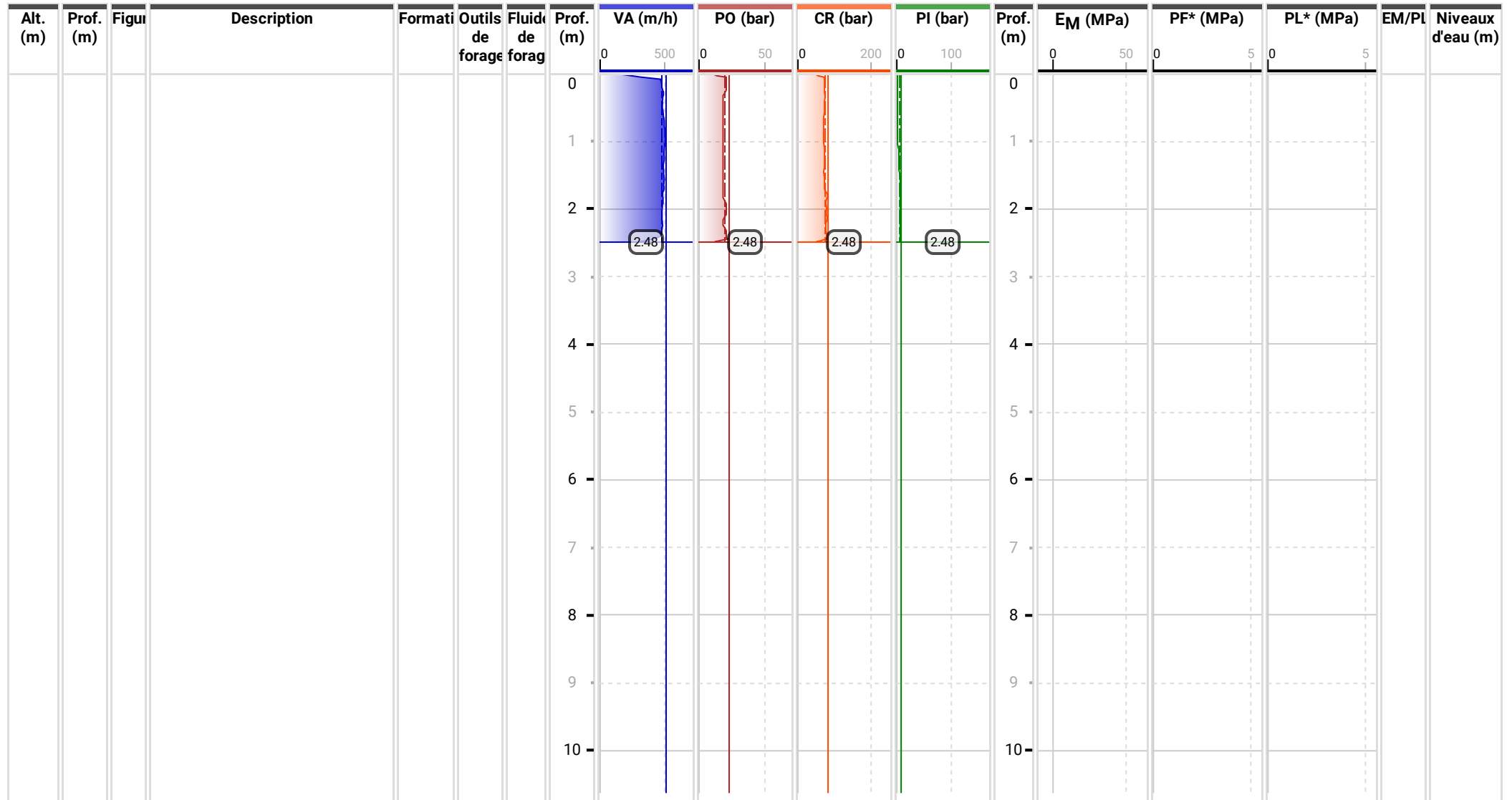


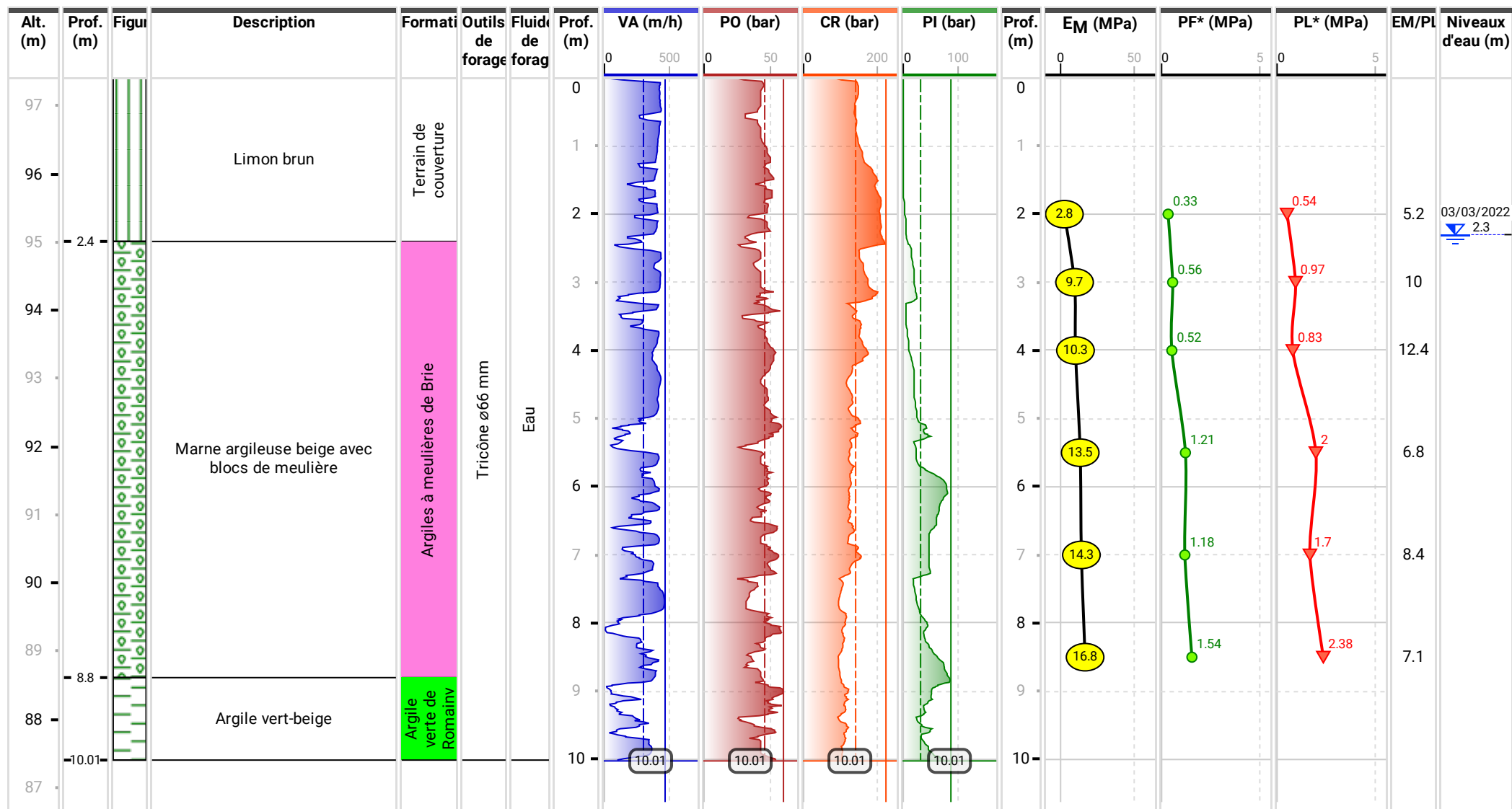
Dossier  
 AP21 0155  
 Chantier  
 ZAC DES PORTES DE NOISEAU  
 Client  
 Grand Paris Sud-Est Développement  
 Forage  
 SP4\_ET

Date de début  
 01/03/2022 11:55:53  
 Date de fin  
 01/03/2022 11:56:18  
 Opérateur  
 YANNICK

Cote début  
 0 m  
 Cote fin  
 2.48 m  
 Machine  
 TERREDO 2.8

Altitude undefined  
 X  
 Y







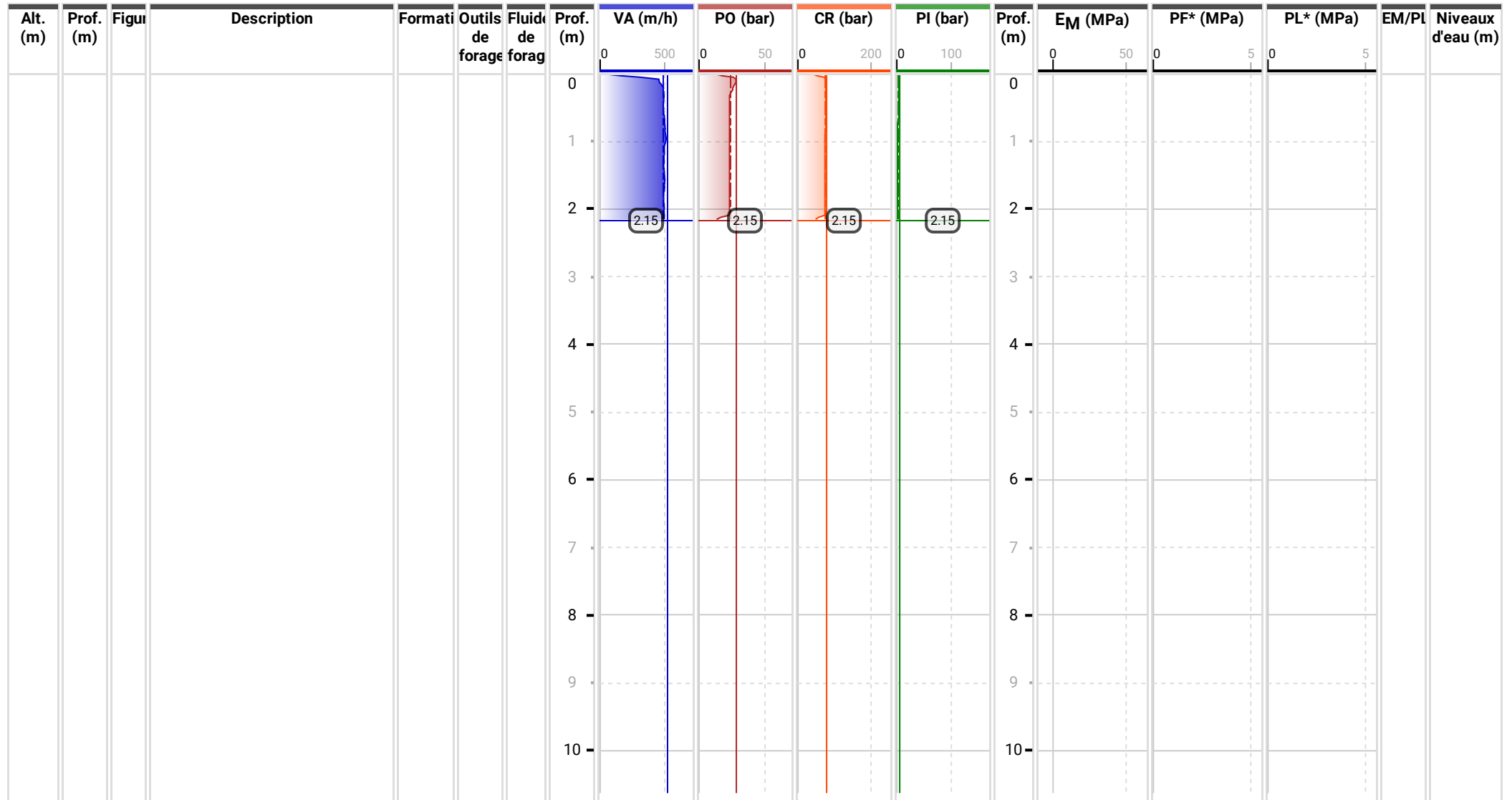


Dossier  
 AP21 0155  
 Chantier  
 ZAC DES PORTES DE NOISEAU  
 Client  
 Grand Paris Sud-Est Développement  
 Forage  
 SP5\_EV

Date de début  
 03/03/2022 08:55:37  
 Date de fin  
 03/03/2022 08:55:59  
 Opérateur  
 YANNICK

Cote début  
 0 m  
 Cote fin  
 2.15 m  
 Machine  
 TERREDO 2.8

Altitude undefined  
 X  
 Y



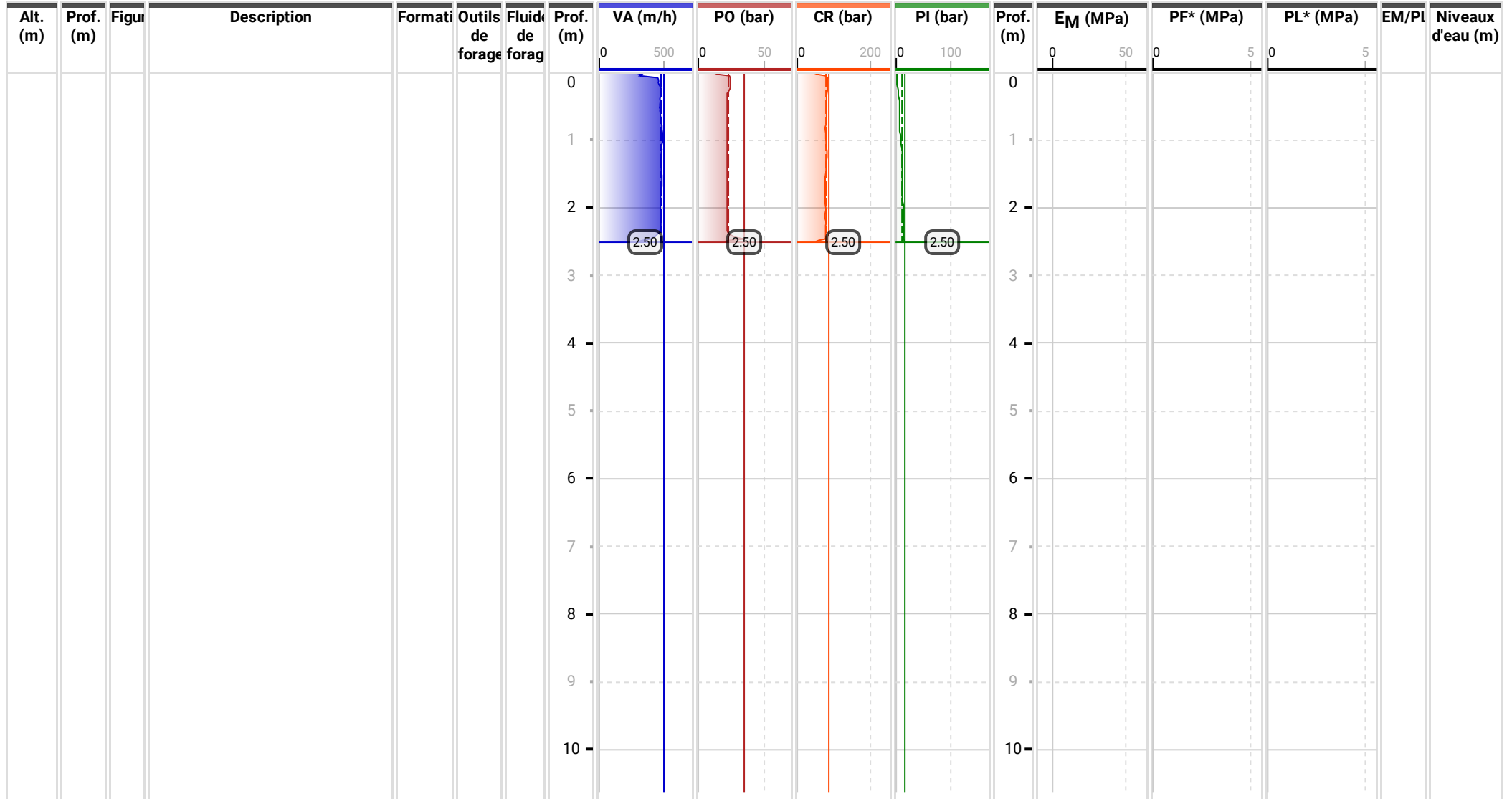


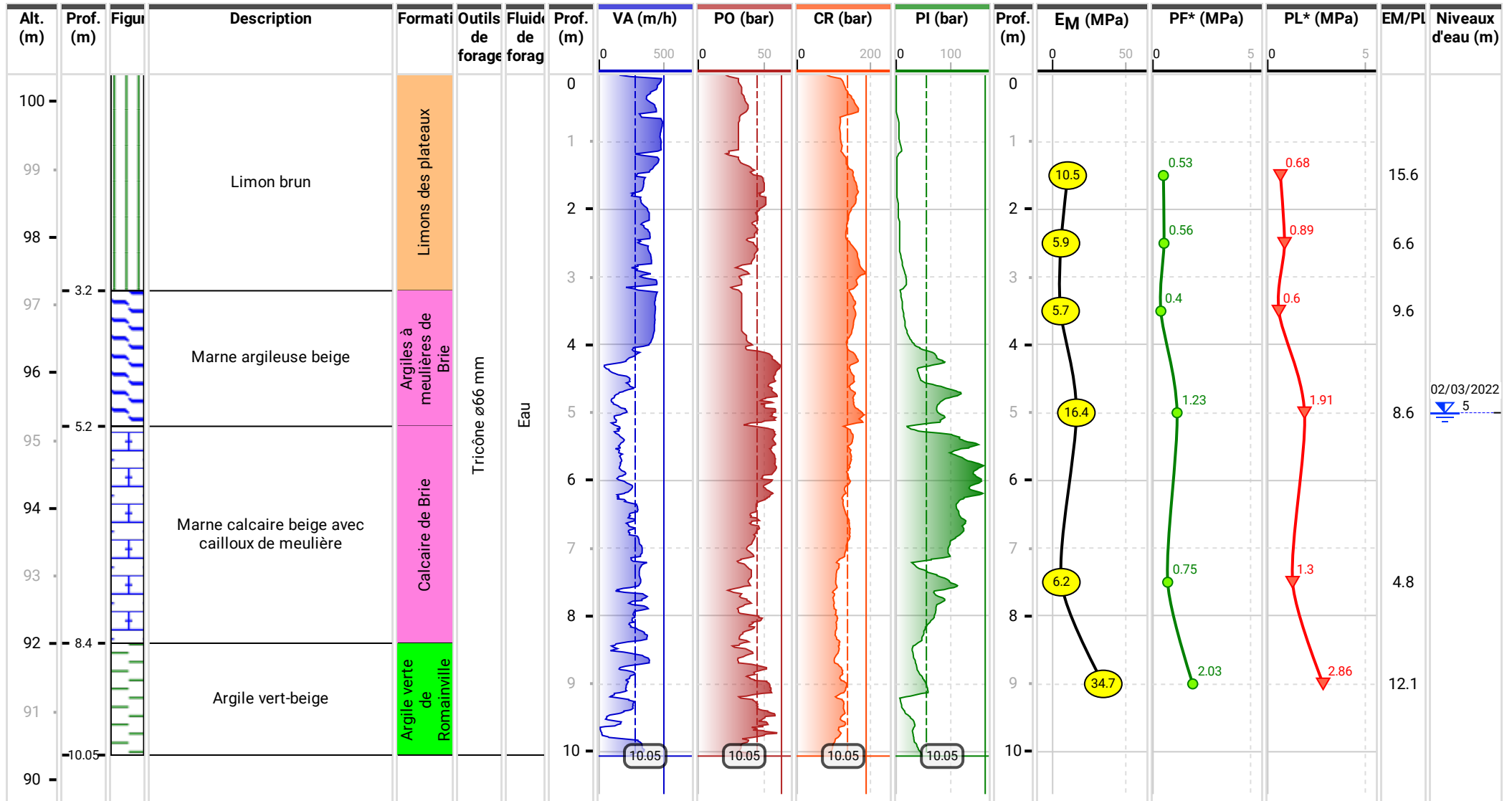
Dossier  
 AP21 0155  
 Chantier  
 ZAC DES PORTES DE NOISEAU  
 Client  
 Grand Paris Sud-Est Développement  
 Forage  
 SP5\_ET

Date de début  
 03/03/2022 08:56:22  
 Date de fin  
 03/03/2022 08:56:47  
 Opérateur  
 YANNICK

Cote début  
 0 m  
 Cote fin  
 2.5 m  
 Machine  
 TERREDO 2.8

Altitude undefined  
 X  
 Y





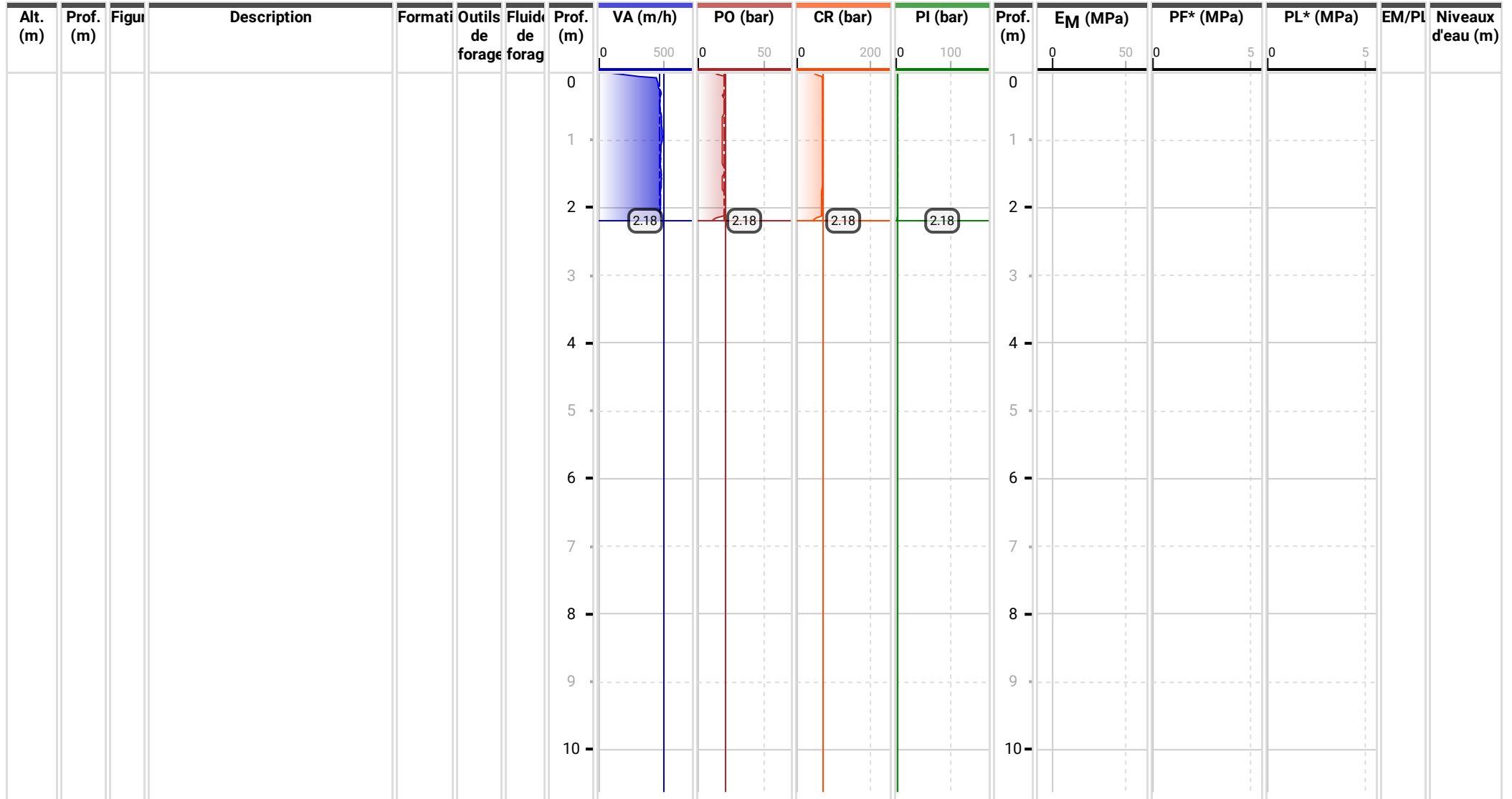


Dossier  
 AP21 0155  
 Chantier  
 ZAC DES PORTES DE NOISEAU  
 Client  
 Grand Paris Sud-Est Développement  
 Forage  
 SP6\_EV

Date de début  
 02/03/2022 12:31:18  
 Date de fin  
 02/03/2022 12:31:41  
 Opérateur  
 YANNICK

Cote début  
 0 m  
 Cote fin  
 2.18 m  
 Machine  
 TERREDO 2.8

Altitude undefined  
 X  
 Y





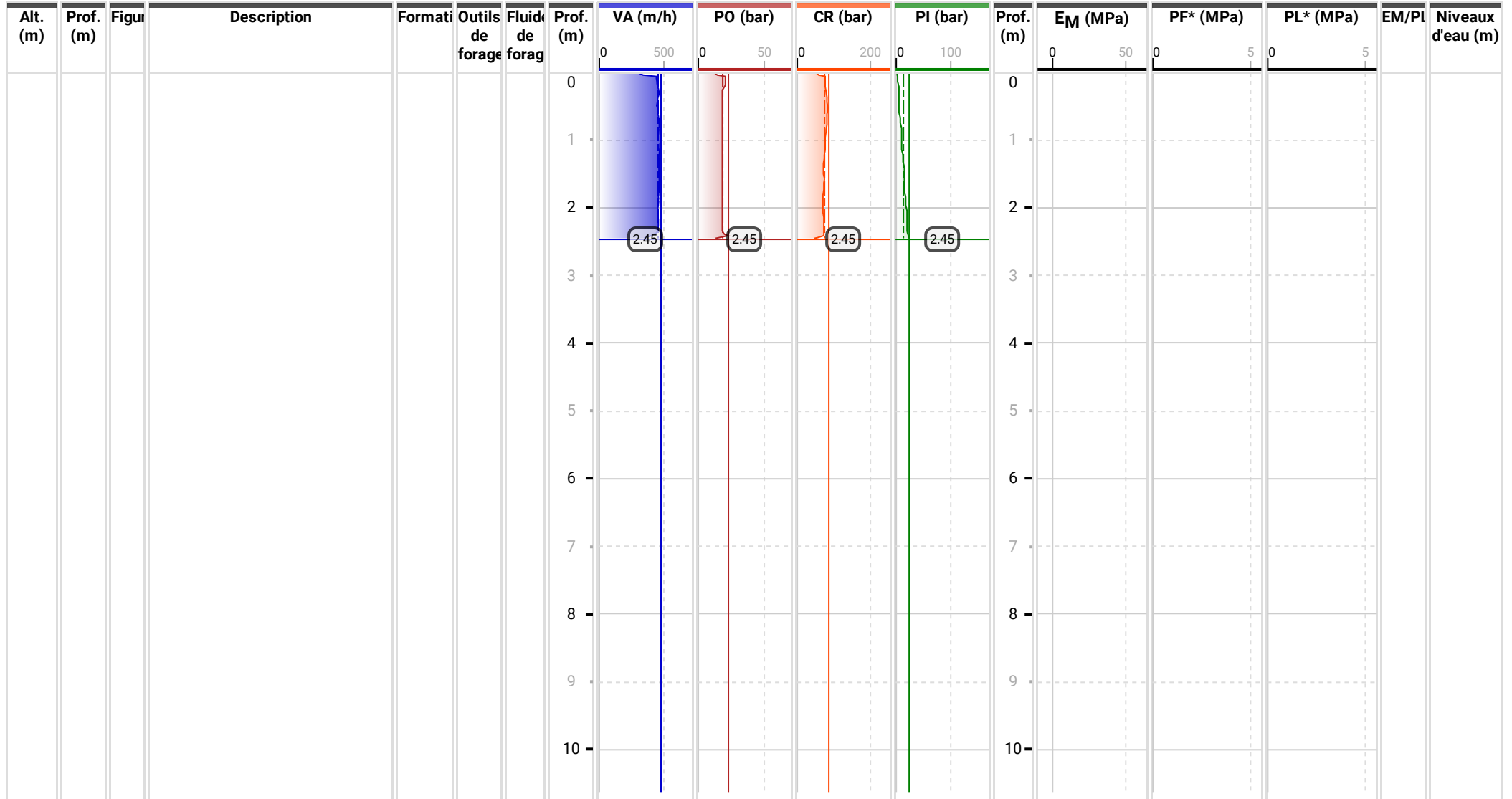


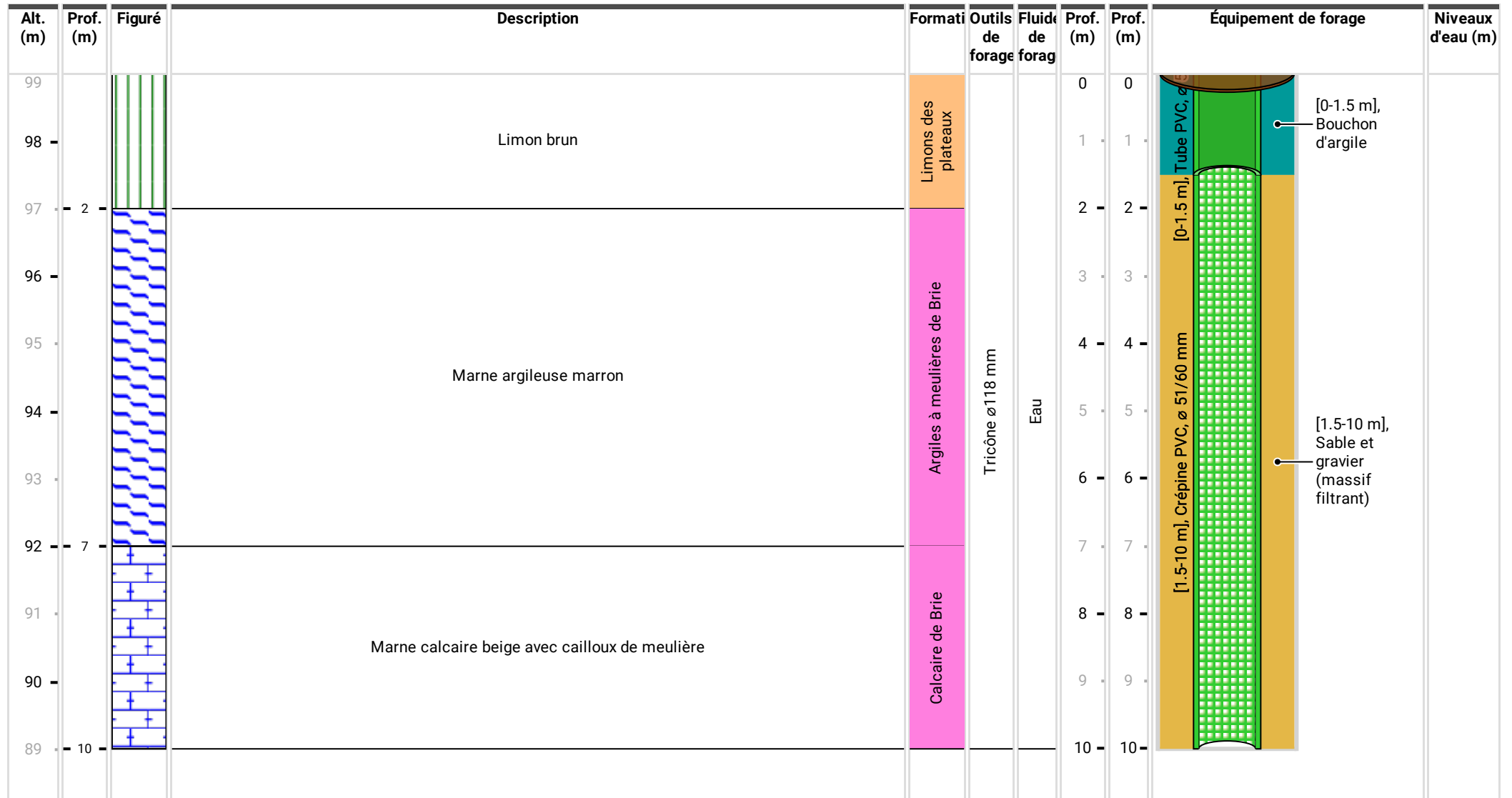
Dossier  
 AP21 0155  
 Chantier  
 ZAC DES PORTES DE NOISEAU  
 Client  
 Grand Paris Sud-Est Développement  
 Forage  
 SP6\_ET

Date de début  
 02/03/2022 12:32:05  
 Date de fin  
 02/03/2022 12:32:29  
 Opérateur  
 YANNICK

Cote début  
 0 m  
 Cote fin  
 2.45 m  
 Machine  
 TERREDO 2.8

Altitude undefined  
 X  
 Y





PROCES VERBAL - ESSAI PENETROMETRIQUE DYNAMIQUE

PD1

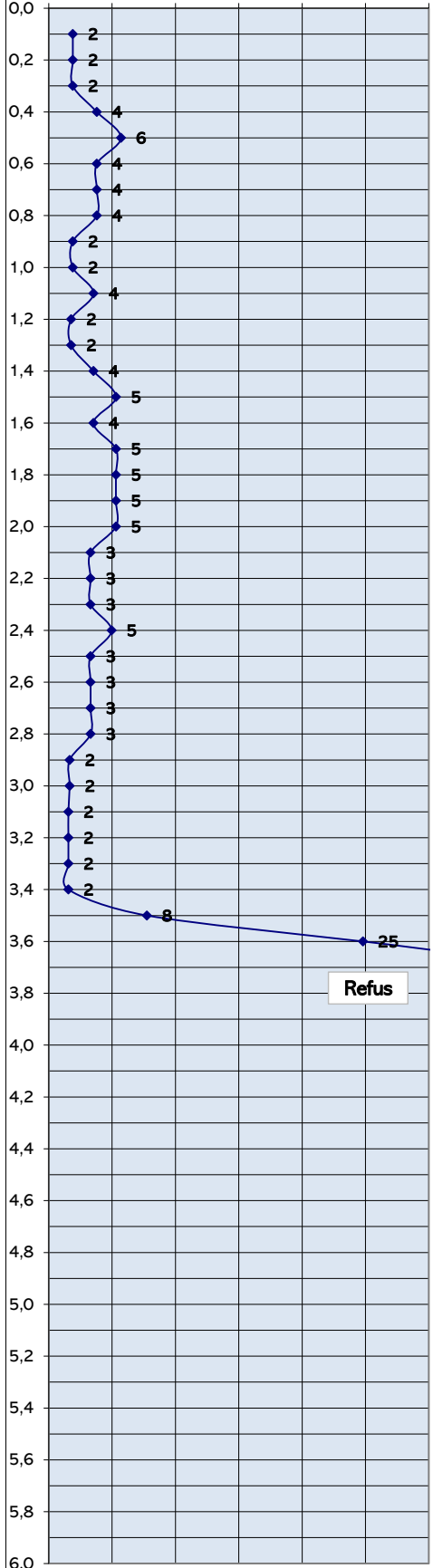
Date essai :		28/02/2022				Niveau d'eau :		Sec						
Profondeur (m)	Masse du Mouton (kg)	Nombre de Coups				Résistance dynamique de pointe (MPa)								
		0	40	80	120	160	200	0	5	10	15	20	25	30
0,1	63,5	1						2						
0,2	63,5	1						2						
0,3	63,5	1						2						
0,4	63,5	1						2						
0,5	63,5	1						2						
0,6	63,5	2						4						
0,7	63,5	3						6						
0,8	63,5	3						6						
0,9	63,5	3						6						
1,0	63,5	2						4						
1,1	63,5	2						4						
1,2	63,5	2						4						
1,3	63,5	2						4						
1,4	63,5	2						4						
1,5	63,5	2						4						
1,6	63,5	2						4						
1,7	63,5	2						4						
1,8	63,5	3						5						
1,9	63,5	3						5						
2,0	63,5	4						7						
2,1	63,5	3						5						
2,2	63,5	3						5						
2,3	63,5	3						5						
2,4	63,5	2						3						
2,5	63,5	2						3						
2,6	63,5	3						5						
2,7	63,5	2						3						
2,8	63,5	2						3						
2,9	63,5	2						3						
3,0	63,5	2						3						
3,1	63,5	1						2						
3,2	63,5	1						2						
3,3	63,5	1						2						
3,4	63,5	1						2						
3,5	63,5	3						5						
3,6	63,5	3						5						
3,7	63,5	3						5						
3,8	63,5	11						17						
4,0	63,5	9						14						
4,1	63,5	7						10						
4,2	63,5	3						4						
4,3	63,5	4						6						
4,4	63,5	5						7						
4,5	63,5	5						7						
4,6	63,5	4						6						
4,7	63,5	5						7						
4,8	63,5	4						6						
4,9	63,5	9						13						
5,0	63,5	8						12						
5,1	63,5	9						12						
5,2	63,5	4						6						
5,3	63,5	7						10						
5,4	63,5	9						12						
5,5	63,5	16						22						
5,6	63,5	20						28						
5,7	63,5	50												
5,8	63,5													
5,9	63,5													
6,0	63,5													

Refus

PROCES VERBAL - ESSAI PENETROMETRIQUE DYNAMIQUE

PD2

Date essai :		01/03/2022				Niveau d'eau :		Sec						
Profondeur (m)	Masse du Mouton (kg)	Nombre de Coups				Résistance dynamique de pointe (MPa)								
		0	40	80	120	160	200	0	5	10	15	20	25	30
0,1	63,5	1						2						
0,2	63,5	1						2						
0,3	63,5	1						2						
0,4	63,5	2						4						
0,5	63,5	3						6						
0,6	63,5	2						4						
0,7	63,5	2						4						
0,8	63,5	2						4						
0,9	63,5	1						4						
1,0	63,5	1						2						
1,1	63,5	2						2						
1,2	63,5	1						4						
1,3	63,5	1						2						
1,4	63,5	2						4						
1,5	63,5	3						5						
1,6	63,5	2						4						
1,7	63,5	3						5						
1,8	63,5	3						5						
1,9	63,5	3						5						
2,0	63,5	3						5						
2,1	63,5	2						5						
2,2	63,5	2						3						
2,3	63,5	2						3						
2,4	63,5	3						3						
2,5	63,5	2						5						
2,6	63,5	2						3						
2,7	63,5	2						3						
2,8	63,5	2						3						
2,9	63,5	1						3						
3,0	63,5	1						2						
3,1	63,5	1						2						
3,2	63,5	1						2						
3,3	63,5	1						2						
3,4	63,5	1						2						
3,5	63,5	5						2						
3,6	63,5	16						8						
3,7	63,5	28												
3,8	63,5	50												
3,9	63,5													
4,0	63,5													
4,1	63,5													
4,2	63,5													
4,3	63,5													
4,4	63,5													
4,5	63,5													
4,6	63,5													
4,7	63,5													
4,8	63,5													
4,9	63,5													
5,0	63,5													
5,1	63,5													
5,2	63,5													
5,3	63,5													
5,4	63,5													
5,5	63,5													
5,6	63,5													
5,7	63,5													
5,8	63,5													
5,9	63,5													
6,0	63,5													



PROCES VERBAL - ESSAI PENETROMETRIQUE DYNAMIQUE

PD3

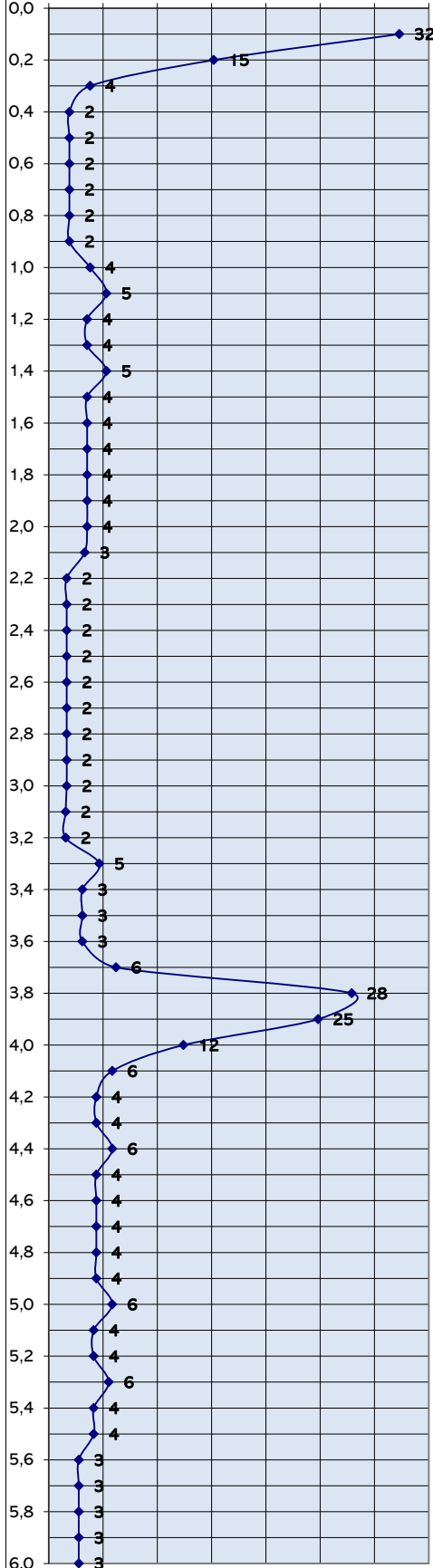
Date essai :		01/03/2022				Niveau d'eau :		Sec			
Profondeur (m)	Masse du Mouton (kg)	Nombre de Coups				Résistance dynamique de pointe (MPa)					
		0	40	80	120	160	200	0	4	8	12
0,1	63,5	1						2			
0,2	63,5	1						2			
0,3	63,5	2						4			
0,4	63,5	1						2			
0,5	63,5	2						4			
0,6	63,5	3						4			
0,7	63,5	2						6			
0,8	63,5	1						4			
0,9	63,5	2						2			
1,0	63,5	2						4			
1,1	63,5	1						4			
1,2	63,5	1						2			
1,3	63,5	2						2			
1,4	63,5	3						4			
1,5	63,5	3						5			
1,6	63,5	3						5			
1,7	63,5	2						5			
1,8	63,5	2						4			
1,9	63,5	2						4			
2,0	63,5	2						4			
2,1	63,5	2						4			
2,2	63,5	2						3			
2,3	63,5	2						3			
2,4	63,5	2						3			
2,5	63,5	1						3			
2,6	63,5	1						2			
2,7	63,5	1						2			
2,8	63,5	1						2			
2,9	63,5	1						2			
3,0	63,5	5						2		8	
3,1	63,5	7								11	
3,2	63,5	5						8			
3,3	63,5	3						5			
3,4	63,5	4						6			
3,5	63,5	3						5			
3,6	63,5	3						5			
3,7	63,5	2						5			
3,8	63,5	3						3			
3,9	63,5	3						5			
4,0	63,5	3						5			
4,1	63,5	2						5			
4,2	63,5	2						3			
4,3	63,5	3						3			
4,4	63,5	3						4			
4,5	63,5	2						4			
4,6	63,5	3						3			
4,7	63,5	2						4			
4,8	63,5	3						3			
4,9	63,5	4						4			
5,0	63,5	3						6			
5,1	63,5	2						4			
5,2	63,5	3						3			
5,3	63,5	2						4			
5,4	63,5	2						3			
5,5	63,5	3						3			
5,6	63,5	3						4			
5,7	63,5	3						4			
5,8	63,5	3						4			
5,9	63,5	2						4			
6,0	63,5	3						3			



PROCES VERBAL - ESSAI PENETROMETRIQUE DYNAMIQUE

PD4

Date essai :		02/03/2022				Niveau d'eau :		Sec							
Profondeur (m)	Masse du Mouton (kg)	Nombre de Coups				Résistance dynamique de pointe (MPa)									
		0	40	80	120	160	200	0	5	10	15	20	25	30	35
0,1	63,5	17						0,0							
0,2	63,5	8						0,2			15				32
0,3	63,5	2						0,4	4						
0,4	63,5	1						0,6	2						
0,5	63,5	1						0,8	2						
0,6	63,5	1						1,0	2						
0,7	63,5	1						1,2	4						
0,8	63,5	1						1,4	5						
0,9	63,5	1						1,6	4						
1,0	63,5	2						1,8	4						
1,1	63,5	3						2,0	4						
1,2	63,5	2						2,2	4						
1,3	63,5	2						2,4	4						
1,4	63,5	3						2,6	4						
1,5	63,5	2						2,8	4						
1,6	63,5	2						3,0	4						
1,7	63,5	2						3,2	4						
1,8	63,5	2						3,4	4						
1,9	63,5	2						3,6	4						
2,0	63,5	2						3,8	4						
2,1	63,5	2						4,0	4						
2,2	63,5	1						4,2	4						
2,3	63,5	1						4,4	4						
2,4	63,5	1						4,6	4						
2,5	63,5	1						4,8	4						
2,6	63,5	1						5,0	4						
2,7	63,5	1						5,2	4						
2,8	63,5	1						5,4	4						
2,9	63,5	1						5,6	4						
3,0	63,5	1						5,8	4						
3,1	63,5	1						6,0	4						
3,2	63,5	1						6,2	4						
3,3	63,5	3						6,4	4						
3,4	63,5	2						6,6	4						
3,5	63,5	2						6,8	4						
3,6	63,5	2						7,0	4						
3,7	63,5	4						7,2	4						
3,8	63,5	18						7,4	4						
3,9	63,5	16						7,6	4						
4,0	63,5	8						7,8	4						
4,1	63,5	4						8,0	4						
4,2	63,5	3						8,2	4						
4,3	63,5	3						8,4	4						
4,4	63,5	4						8,6	4						
4,5	63,5	3						8,8	4						
4,6	63,5	3						9,0	4						
4,7	63,5	3						9,2	4						
4,8	63,5	3						9,4	4						
4,9	63,5	3						9,6	4						
5,0	63,5	4						9,8	4						
5,1	63,5	3						10,0	4						
5,2	63,5	3						10,2	4						
5,3	63,5	4						10,4	4						
5,4	63,5	3						10,6	4						
5,5	63,5	3						10,8	4						
5,6	63,5	2						11,0	4						
5,7	63,5	2						11,2	4						
5,8	63,5	2						11,4	4						
5,9	63,5	2						11,6	4						
6,0	63,5	2						11,8	4						

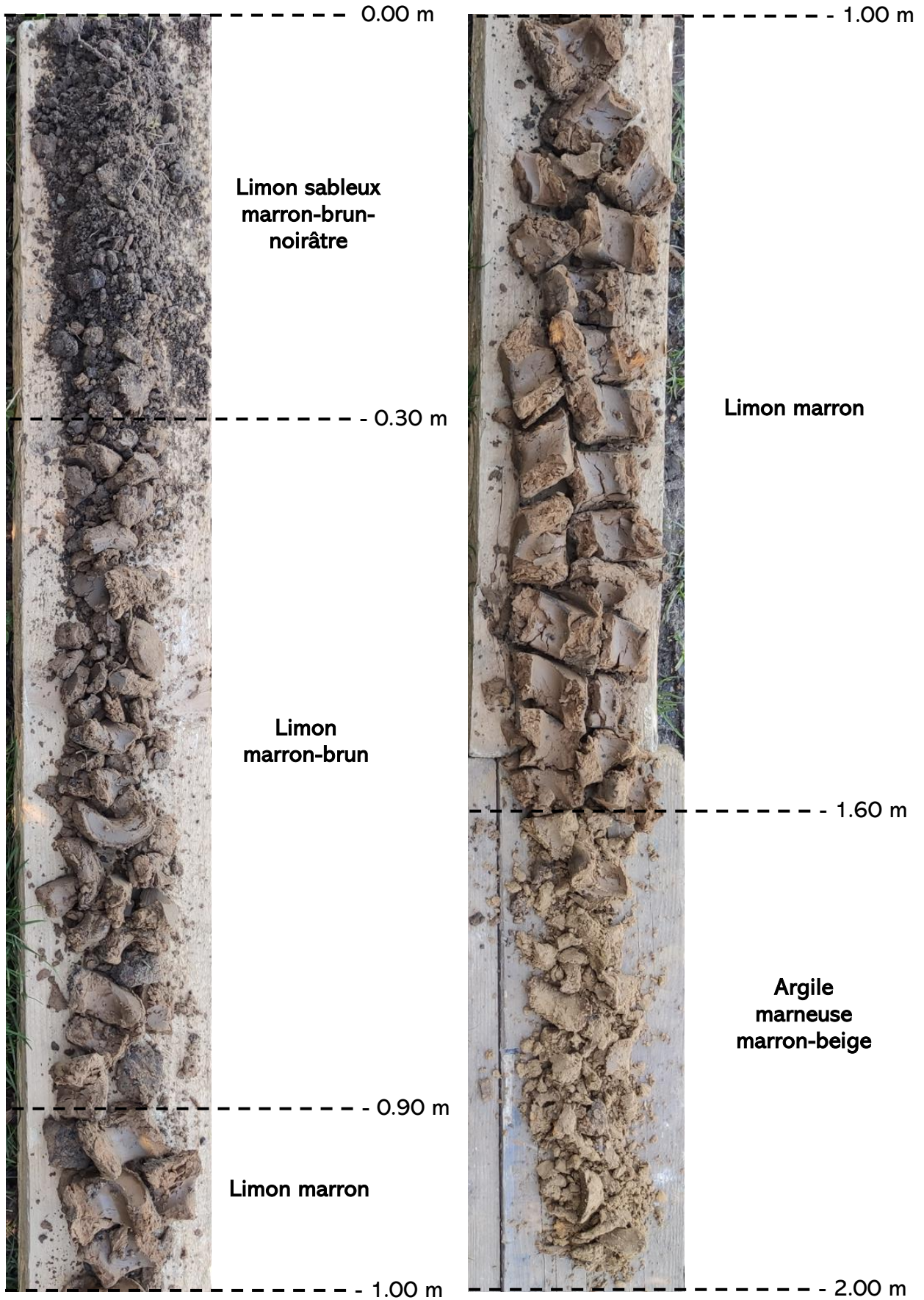


PROCES VERBAL - ESSAI PENETROMETRIQUE DYNAMIQUE

PD5

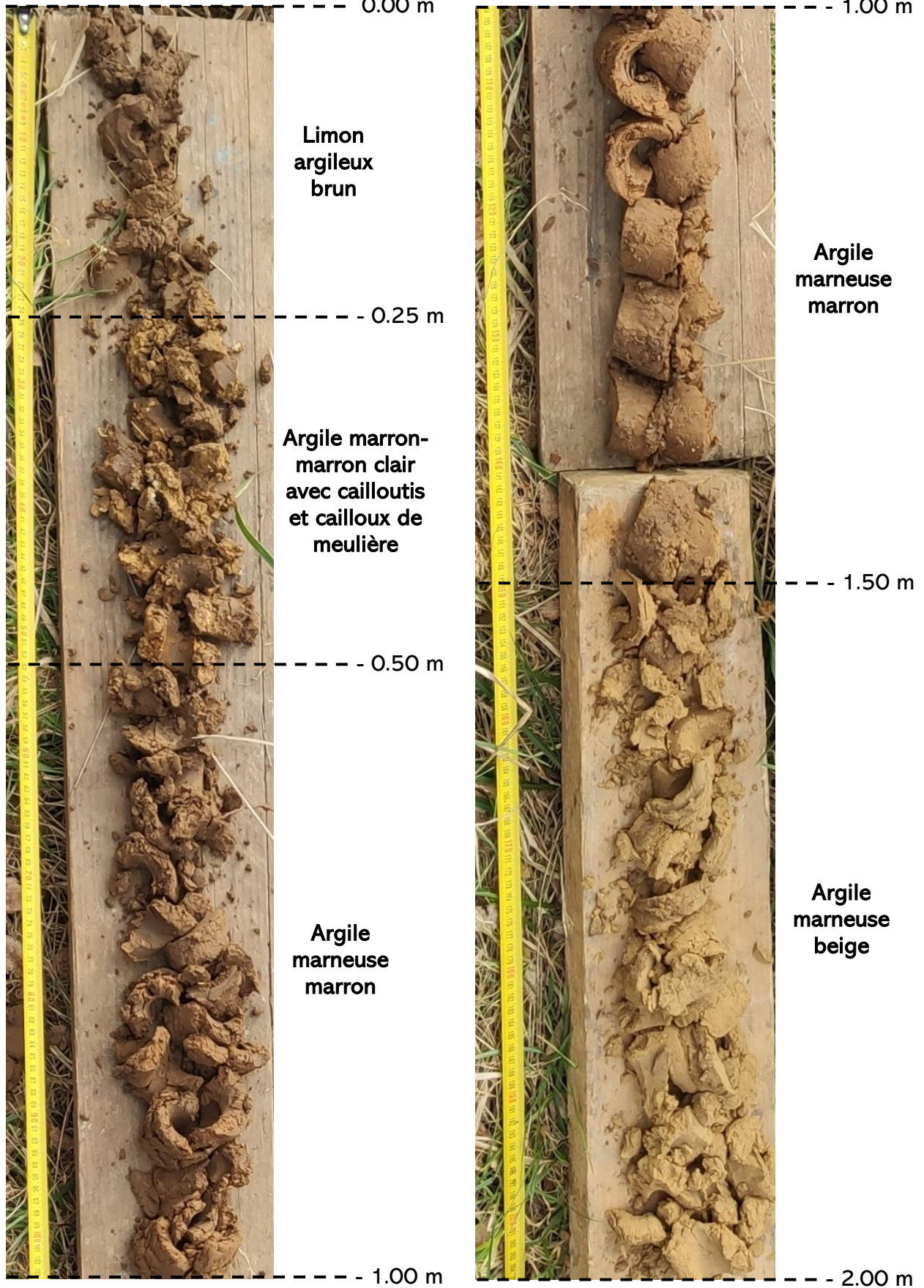
Date essai :		03/03/2022				Niveau d'eau :		Sec			
Profondeur (m)	Masse du Mouton (kg)	Nombre de Coups				Résistance dynamique de pointe (MPa)					
		0	40	80	120	160	200	0	4	8	12
0,1	63,5	1						0,0	2		
0,2	63,5	1						0,2	2		
0,3	63,5	2						0,4	4		
0,4	63,5	3						0,6	6		
0,5	63,5	2						0,8	4		
0,6	63,5	1						1,0	2		
0,7	63,5	1						1,2	2		
0,8	63,5	1						1,4	2		
0,9	63,5	1						1,6	2		
1,0	63,5	1						1,8	2		
1,1	63,5	1						2,0	2		
1,2	63,5	1						2,2	4		
1,3	63,5	1						2,4	4		
1,4	63,5	1						2,6	3		
1,5	63,5	1						2,8	3		
1,6	63,5	2						3,0	3		
1,7	63,5	1						3,2	5		
1,8	63,5	2						3,4	3		
1,9	63,5	1						3,6	3		
2,0	63,5	2						3,8	3		
2,1	63,5	2						4,0	3		
2,2	63,5	3						4,2	1		
2,3	63,5	2						4,4	1		
2,4	63,5	2						4,6	3		
2,5	63,5	2						4,8	3		
2,6	63,5	2						5,0	3		
2,7	63,5	1						5,2	3		
2,8	63,5	2						5,4	3		
2,9	63,5	1						5,6	4		
3,0	63,5	1						5,8	4		
3,1	63,5	1						6,0	4		
3,2	63,5	3						6,2	6		
3,3	63,5	2						6,4	6		
3,4	63,5	3						6,6	4		
3,5	63,5	2						6,8	4		
3,6	63,5	2						7,0	4		
3,7	63,5	2						7,2	4		
3,8	63,5	2						7,4	4		
3,9	63,5	1						7,6	4		
4,0	63,5	1						7,8	4		
4,1	63,5	2						8,0	4		
4,2	63,5	1						8,2	4		
4,3	63,5	1						8,4	4		
4,4	63,5	2						8,6	4		
4,5	63,5	2						8,8	4		
4,6	63,5	4						9,0	4		
4,7	63,5	5						9,2	4		
4,8	63,5	4						9,4	4		
4,9	63,5	3						9,6	4		
5,0	63,5	2						9,8	4		
5,1	63,5	2						10,0	4		
5,2	63,5	1						10,2	4		
5,3	63,5	2						10,4	4		
5,4	63,5	2						10,6	4		
5,5	63,5	3						10,8	4		
5,6	63,5	3						11,0	4		
5,7	63,5	3						11,2	4		
5,8	63,5	3						11,4	4		
5,9	63,5	4						11,6	4		
6,0	63,5	3						11,8	4		

# Tarière ST1

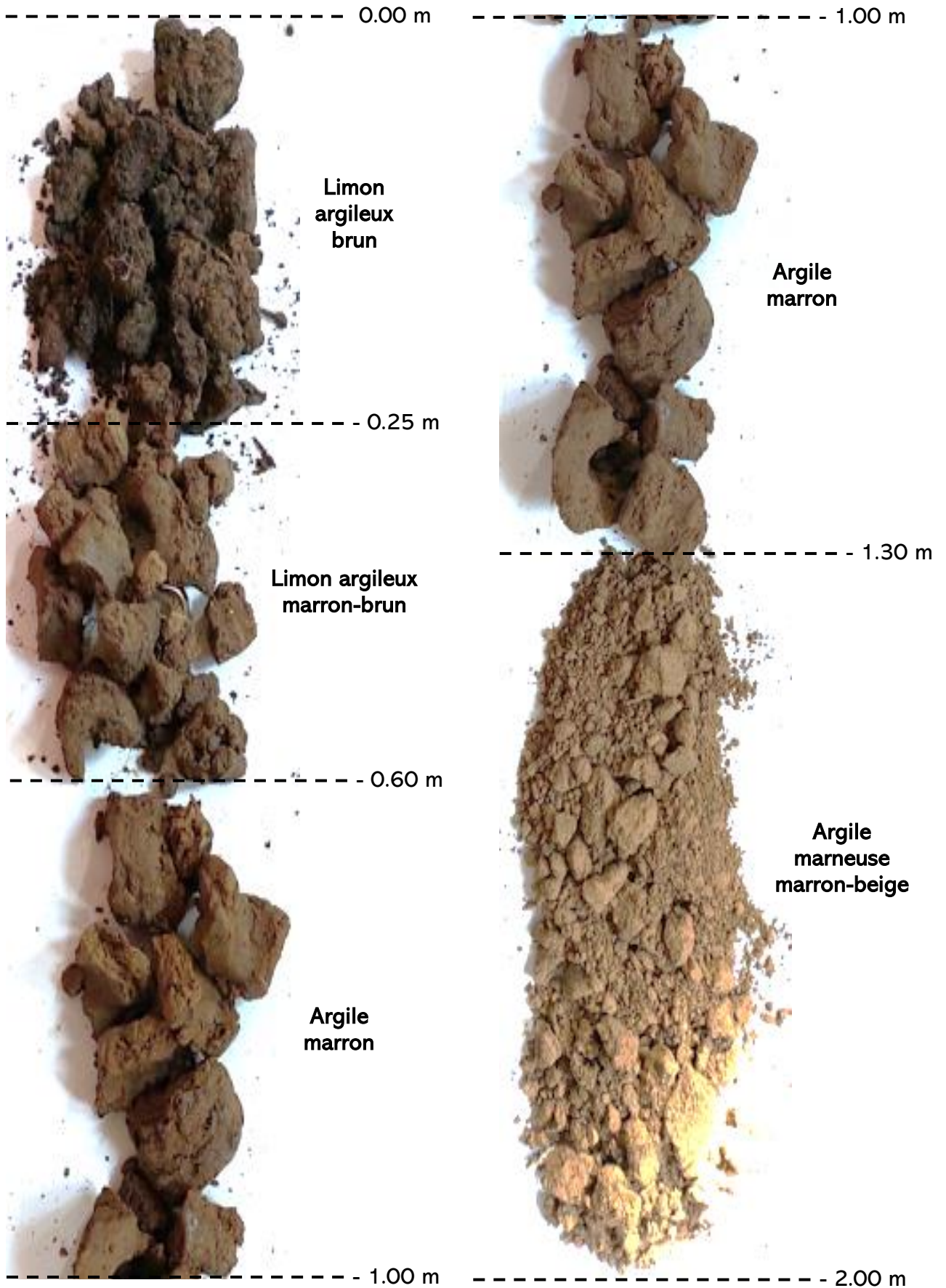




# Tarière ST2



# Tarière ST3





# Tarière ST4



0.00 m

**Limon argileux brun**

- 0.20 m

**Limon argileux marron-brun**

- 0.80 m

**Argile limoneuse marron**

- 1.00 m



1.00 m

**Argile limoneuse marron**

- 1.30 m

**Argile marneuse marron-beige**

- 2.00 m

## Informations générales de chantier

Chantier : ZAC DES PORTES DE NOISEAU  
 N° Dossier : AP21 0155  
 Client : Grand Paris Sud-Est Développement

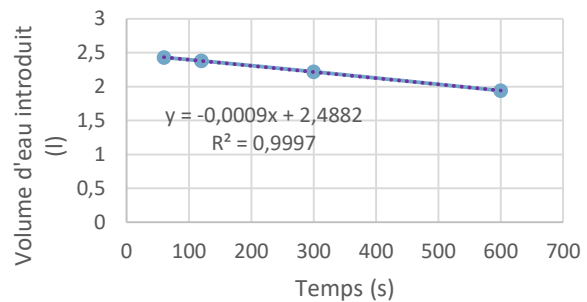
## Résultats de l'essai Porchet

Nom du sondage	Po1
Diamètre de la cavité (mm)	150
Hauteur d'eau initiale (mm)	150

Géologie	De 0,00 à 0,20 m :	Limons bruns
	De 0,20 à 0,70 m :	Limons bruns avec cailloutis et cailloux

Les mesures ont été réalisées après 4 heures d'injection pour saturation

Mesures	Temps (s)	Volume d'eau introduit (l)
	0	0,00
	60	2,43
	120	2,38
	300	2,22
	600	1,94



D'où la perméabilité :		
K =	1,32E+02	mm/h
K =	3,66E-05	m/s
<b>Sols peu perméables</b>		

*L'interprétation a été réalisée en utilisant les mesures correspondantes au régime d'écoulement en phase transitoire lors du pompage ou de l'injection, et lors de la remontée ou de la redescente. La détermination du coefficient de perméabilité repose sur la comparaison des valeurs expérimentales aux valeurs théoriques de l'équation différentielle régissant le phénomène d'écoulement.*

## Informations générales de chantier

Chantier : ZAC DES PORTES DE NOISEAU  
 N° Dossier : AP21 0155  
 Client : Grand Paris Sud-Est Développement

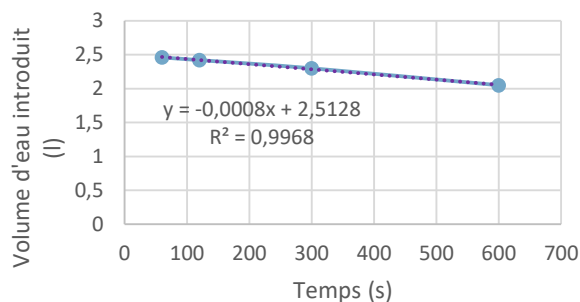
## Résultats de l'essai Porchet

Nom du sondage	Po2
Diamètre de la cavité (mm)	150
Hauteur d'eau initiale (mm)	150

Géologie	De 0,00 à 0,30 m :	Terre végétale
	De 0,30 à 0,90 m :	Limon brun-marron

Les mesures ont été réalisées après 4 heures d'injection pour saturation

Mesures	Temps (s)	Volume d'eau introduit (l)
	0	0,00
	60	2,46
	120	2,42
	300	2,30
	600	2,05



D'où la perméabilité :		
K =	1,39E+02	mm/h
K =	3,87E-05	m/s
<b>Sols peu perméables</b>		

*L'interprétation a été réalisée en utilisant les mesures correspondantes au régime d'écoulement en phase transitoire lors du pompage ou de l'injection, et lors de la remontée ou de la redescente. La détermination du coefficient de perméabilité repose sur la comparaison des valeurs expérimentales aux valeurs théoriques de l'équation différentielle régissant le phénomène d'écoulement.*

## Informations générales de chantier

Chantier : ZAC DES PORTES DE NOISEAU  
 N° Dossier : AP21 0155  
 Client : Grand Paris Sud-Est Développement

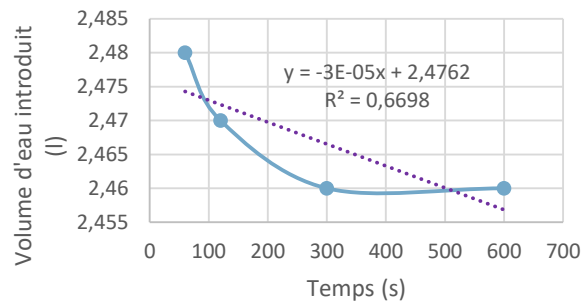
## Résultats de l'essai Porchet

Nom du sondage	<b>Po3</b>
Diamètre de la cavité (mm)	150
Hauteur d'eau initiale (mm)	150

Géologie	De 0,00 à 0,25 m :	Limon argileux brun
	De 0,25 à 0,90 m :	Limon argileux marron-brun

Les mesures ont été réalisées après 4 heures d'injection pour saturation

Mesures	Temps (s)	Volume d'eau introduit (l)
	0	0,00
	60	2,48
	120	2,47
	300	2,46
	600	2,46



D'où la perméabilité :		
K =	1,67E+02	mm/h
K =	4,64E-05	m/s
<b>Sols peu perméables</b>		

*L'interprétation a été réalisée en utilisant les mesures correspondantes au régime d'écoulement en phase transitoire lors du pompage ou de l'injection, et lors de la remontée ou de la redescente. La détermination du coefficient de perméabilité repose sur la comparaison des valeurs expérimentales aux valeurs théoriques de l'équation différentielle régissant le phénomène d'écoulement.*

## Informations générales de chantier

Chantier : ZAC DES PORTES DE NOISEAU  
 N° Dossier : AP21 0155  
 Client : Grand Paris Sud-Est Développement

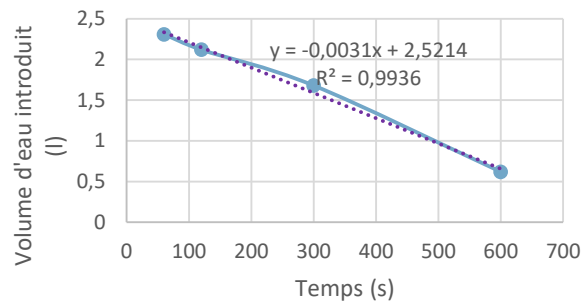
## Résultats de l'essai Porchet

Nom du sondage	<b>Po4</b>
Diamètre de la cavité (mm)	150
Hauteur d'eau initiale (mm)	150

Géologie	De 0,00 à 0,25 m :	Limons argileux brun
	De 0,25 à 0,90 m :	Limons argileux marron-brun

Les mesures ont été réalisées après 4 heures d'injection pour saturation

Mesures	Temps (s)	Volume d'eau introduit (l)
	0	0,00
	60	2,31
	120	2,12
	300	1,68
	600	0,62



D'où la perméabilité :		
K =	4,21E+01	mm/h
K =	1,17E-05	m/s
<b>Sols peu perméables</b>		

*L'interprétation a été réalisée en utilisant les mesures correspondantes au régime d'écoulement en phase transitoire lors du pompage ou de l'injection, et lors de la remontée ou de la redescente. La détermination du coefficient de perméabilité repose sur la comparaison des valeurs expérimentales aux valeurs théoriques de l'équation différentielle régissant le phénomène d'écoulement.*



# **Annexe n°4**

## **Résultats des essais en laboratoire**

<b>Dossier n° :</b> AP21 0155	<b>Affaire :</b> ZAC des Portes de Noiseau	<b>Client :</b> GPSEAD
<b>Sondage :</b> ST1	<b>Profondeurs :</b> 0,9 - 1,6 m	<b>Date des essais :</b> 15/03/2022
<b>Lithologie :</b> Limon marron		<b>Opérateur :</b> C. PICHON

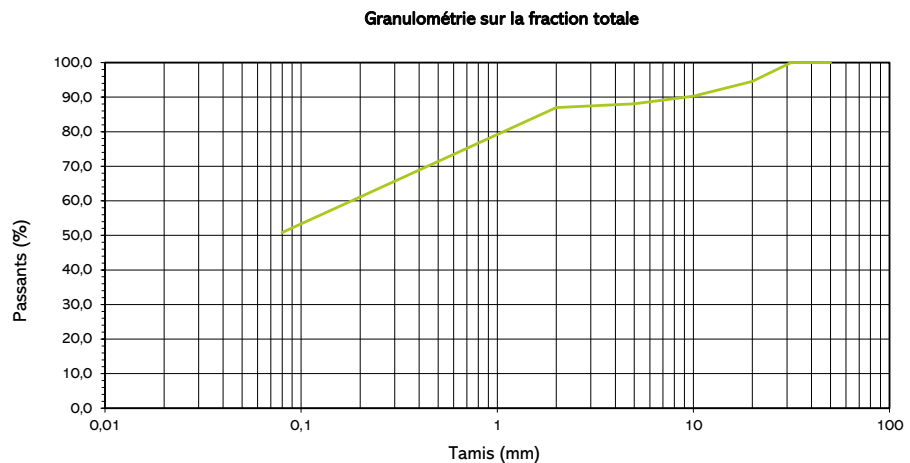
**Teneur en eau pondérale des matériaux - Méthode par étuvage (norme NF P 94-050)**

<b>Température d'étuvage</b>	105 °C	<b>Teneur en eau naturelle Wn</b>	19,12 %
------------------------------	--------	-----------------------------------	---------

**Analyse granulométrique par tamisage (norme NF P 94-056)**

Tamis (en mm)	Passants (en %)
50	100,0
31,5	100,0
20	94,6
10	90,3
5	88,1
2	87,0
0,08	50,8

<b>Dmax :</b>	<b>31,5</b>
---------------	-------------



**Valeur au bleu de Méthylène (norme NF P 94-068)**

Tamis (en mm)	VBS fraction 0/5 mm	VBS fraction 0/D
0,08	100	88,1

<b>VBS</b>	<b>2,78</b>	<b>g de bleu pour 100g de materiau sec</b>
------------	-------------	--

**CLASSIFICATION SELON LE GTR 92**

<b>A2m</b>	Sables fins argileux, limons, argiles et marnes peu plastiques
------------	--

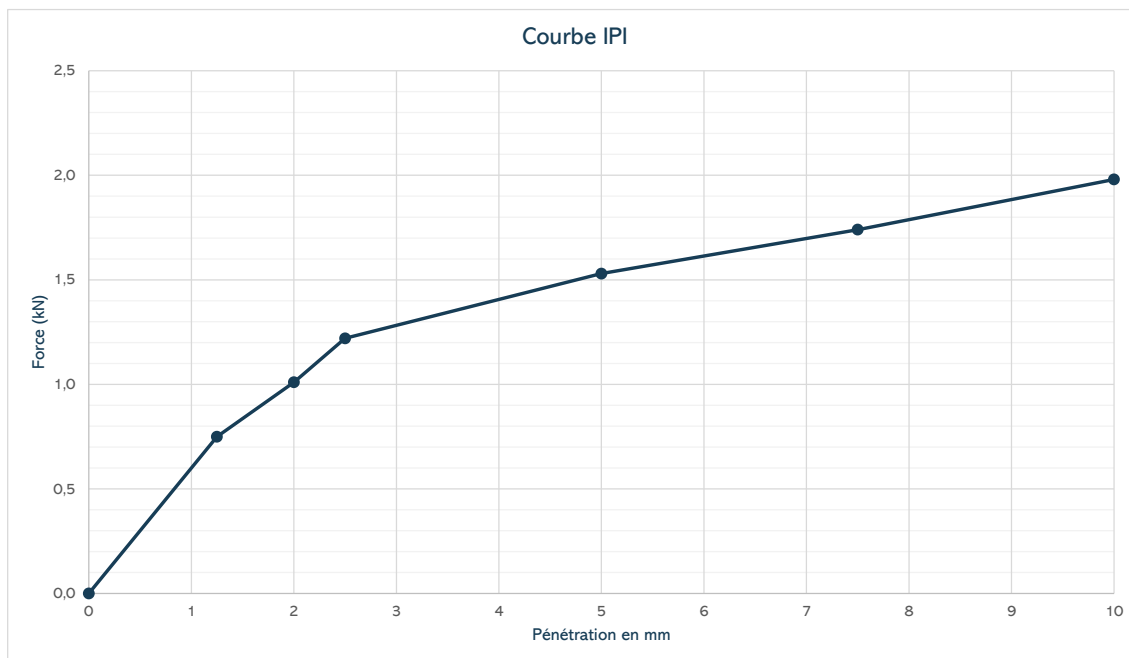
<b>Fait à Etrechy</b>	Le : 21/03/2022	<b>Signature :</b>
Responsable du laboratoire :	Dorian ESPOUY	

**Informations générales**

<b>Dossier n° :</b> AP21 0155	<b>Affaire :</b> ZAC des Portes de Noiseau	<b>Client :</b> GPSEAD
<b>Sondage :</b> ST1	<b>Profondeurs :</b> 0,9 - 1,6 m	<b>Date de prélèvement :</b> 14/03/2022
<b>Lithologie :</b> Limon marron		<b>Date des essais :</b> 15/03/2022
<b>Opérateur :</b> C. PICHON	<b>Fraction d'essai :</b> 0/20 mm	<b>Type de moule :</b> CBR
<b>Mode de compactage :</b> Compactage manuel		<b>Mode de préparation :</b> Malaxeur manuel
<b>Masse volumique mesurée (g/cm<sup>3</sup>) :</b>	2,7 g/cm <sup>3</sup>	
<b>Fraction d'essai :</b> 0/20 mm	<b>Refus à 20 mm :</b> 5,4 %	<b>Teneur en eau naturel :</b> 19,12 %

**Résultats de l'essai**

<b>Teneur en eau de l'éprouvette (W)</b>	16,0 %	<b>Teneur en eau à l'Optimum Proctor :</b>	15,00 %
<b>Masse volumique sèche (ρ<sub>d</sub>)</b>	1,79 g/cm <sup>3</sup>		
<b>Indice Portant Immédiat (IPI)</b>	<b>9,1</b>		



**Fait à Etrechy**

Le : 21/03/2022

**Signature :**

Responsable du laboratoire :

Dorian ESPOUY

<b>Dossier n° :</b> AP21 0155	<b>Affaire :</b> ZAC des Portes de Noiseau	<b>Client :</b> GPSEAD
<b>Sondage :</b> ST2	<b>Profondeurs :</b> 0,5 - 1,5 m	<b>Date des essais :</b> 15/03/2022
<b>Lithologie :</b> Argile marneuse marron		<b>Opérateur :</b> C. PICHON

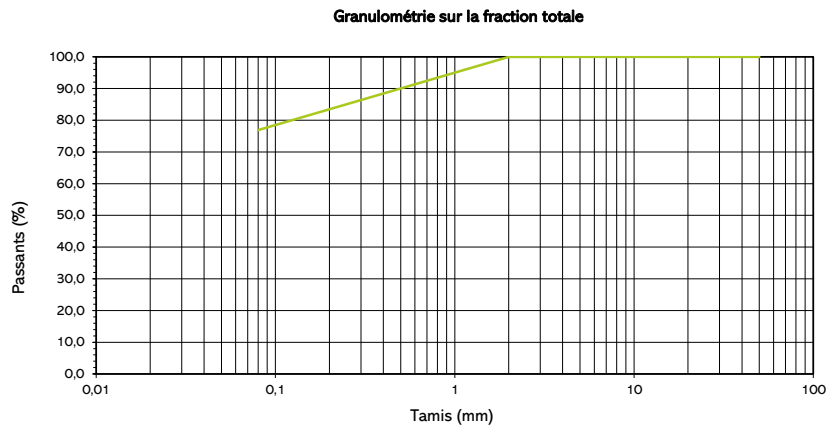
**Teneur en eau pondérale des matériaux - Méthode par étuvage (norme NF P 94-050)**

<b>Température d'étuvage</b>	105 °C	<b>Teneur en eau naturelle Wn</b>	20,93 %
------------------------------	--------	-----------------------------------	---------

**Analyse granulométrique par tamisage (norme NF P 94-056)**

Tamis (en mm)	Passants (en %)
50	100,0
31,5	100,0
20	100,0
10	100,0
5	100,0
2	100,0
0,08	76,9

<b>Dmax :</b>	<b>3,15</b>
---------------	-------------

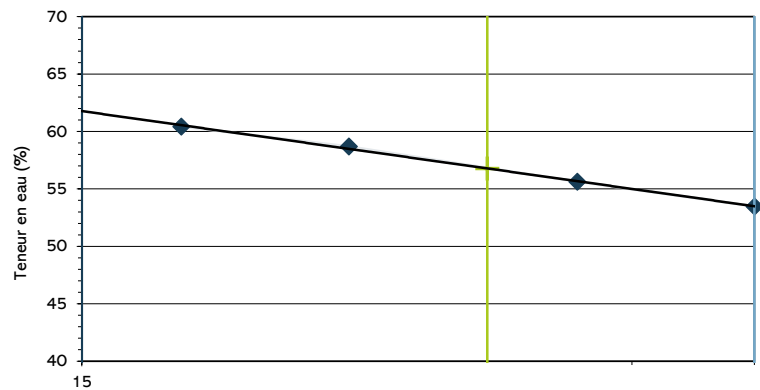


**Limites d'Atterberg à la coupelle de Casagrande (norme NF P 94-051)**

<b>Limite de liquidité</b>	<b>W<sub>L</sub></b>	56,8	%
<b>Limite de plasticité</b>	<b>W<sub>P</sub></b>	24,7	%
<b>Indice de plasticité</b>	<b>I<sub>P</sub></b>	32,1	
<b>Indice de consistance</b>	<b>I<sub>C</sub></b>	1,1	

Limite de liquidité		
Mesure	Nbres de Coups (N)	W%
1	17	<b>60,4</b>
2	21	<b>58,7</b>
3	28	<b>55,6</b>
4	35	<b>53,5</b>
5	0	<b>0,0</b>

Limite de plasticité	
Mesure	W%
1	<b>24,5</b>
2	<b>24,8</b>



**CLASSIFICATION SELON LE GTR 92**

<b>A3h</b>	Argiles et argiles marneuses, limons très plastiques
------------	--

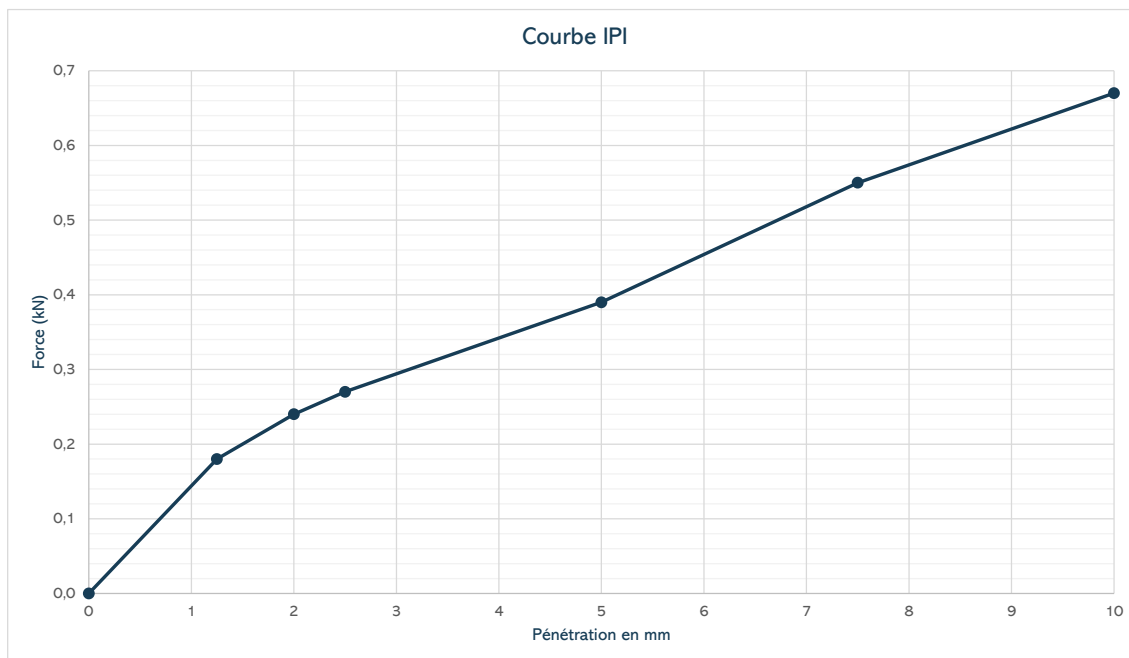
<b>Fait à Etrechy</b>	<b>Le :</b> 21/03/2022	<b>Signature :</b>
Responsable du laboratoire :	Dorian ESPOUY	

**Informations générales**

<b>Dossier n° :</b> AP21 0155	<b>Affaire :</b> ZAC des Portes de Noiseau	<b>Client :</b> GPSEAD
<b>Sondage :</b> ST2	<b>Profondeurs :</b> 0,5 - 1,5 m	<b>Date de prélèvement :</b> 14/03/2022
<b>Lithologie :</b> Argile marneuse marron		<b>Date des essais :</b> 15/03/2022
<b>Opérateur :</b> C. PICHON	<b>Fraction d'essai :</b> 0/20 mm	<b>Type de moule :</b> CBR
<b>Mode de compactage :</b> Compactage manuel		<b>Mode de préparation :</b> Malaxeur manuel
<b>Masse volumique mesurée (g/cm<sup>3</sup>) :</b>	2,7 g/cm <sup>3</sup>	
<b>Fraction d'essai :</b> 0/20 mm	<b>Refus à 20 mm :</b> 0 %	<b>Teneur en eau naturel :</b> 20,93 %

**Résultats de l'essai**

<b>Teneur en eau de l'éprouvette (W)</b>	28,5 %	<b>Teneur en eau à l'Optimum Proctor :</b>	15,00 %
<b>Masse volumique sèche (ρ<sub>d</sub>)</b>	1,47 g/cm <sup>3</sup>		
<b>Indice Portant Immédiat (IPI)</b>	<b>2,0</b>		



**Fait à Etrechy**

Le : 21/03/2022

**Signature :**

Responsable du laboratoire :

Dorian ESPOUY



<b>Dossier n° :</b> AP21 0155	<b>Affaire :</b> ZAC des Portes de Noiseau	<b>Client :</b> GPSEAD
<b>Sondage :</b> ST3	<b>Profondeurs :</b> 0,6 - 1,3 m	<b>Date des essais :</b> 15/03/2022
<b>Lithologie :</b> Argile marron		<b>Opérateur :</b> C. PICHON

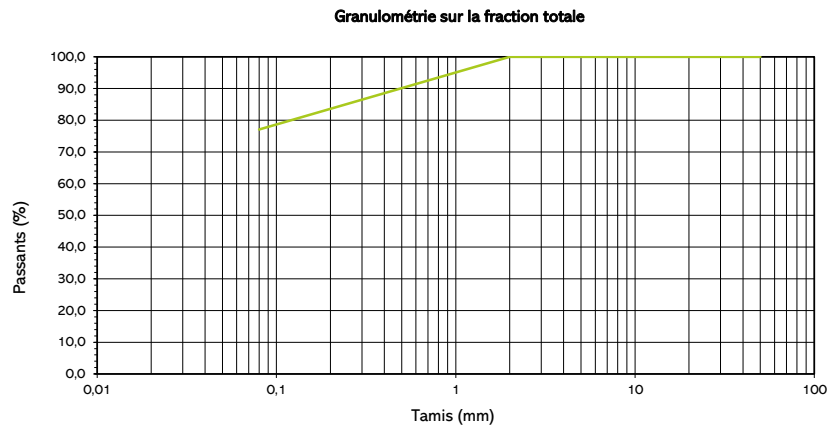
**Teneur en eau pondérale des matériaux - Méthode par étuvage (norme NF P 94-050)**

<b>Température d'étuvage</b>	105 °C	<b>Teneur en eau naturelle Wn</b>	20,32 %
------------------------------	--------	-----------------------------------	---------

**Analyse granulométrique par tamisage (norme NF P 94-056)**

Tamis (en mm)	Passants (en %)
50	100,0
31,5	100,0
20	100,0
10	100,0
5	100,0
2	100,0
0,08	77,1

<b>Dmax :</b>	<b>3,15</b>
---------------	-------------

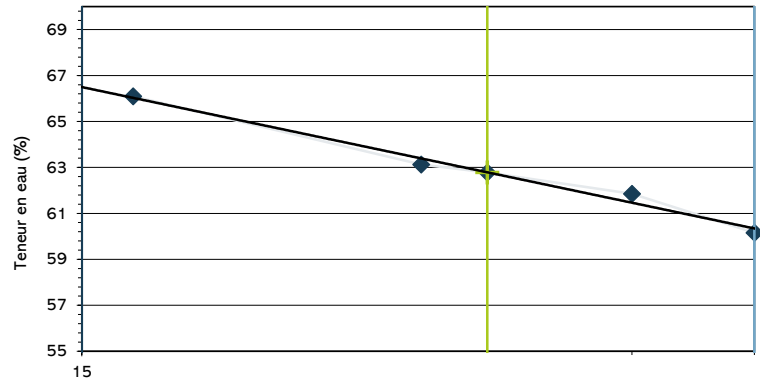


**Limites d'Atterberg à la coupelle de Casagrande (norme NF P 94-051)**

<b>Limite de liquidité</b>	<b>W<sub>L</sub></b>	62,8	%
<b>Limite de plasticité</b>	<b>W<sub>P</sub></b>	23,3	%
<b>Indice de plasticité</b>	<b>I<sub>p</sub></b>	39,5	
<b>Indice de consistance</b>	<b>I<sub>c</sub></b>	1,1	

Limite de liquidité		
Mesure	Nbres de Coups (N)	W%
1	16	<b>66,1</b>
2	23	<b>63,1</b>
3	25	<b>62,8</b>
4	30	<b>61,8</b>
5	35	<b>60,2</b>

Limite de plasticité	
Mesure	W%
1	<b>23,5</b>
2	<b>23,1</b>



**CLASSIFICATION SELON LE GTR 92**

<b>A3m</b>	Argiles et argiles marneuses, limons très plastiques
------------	--

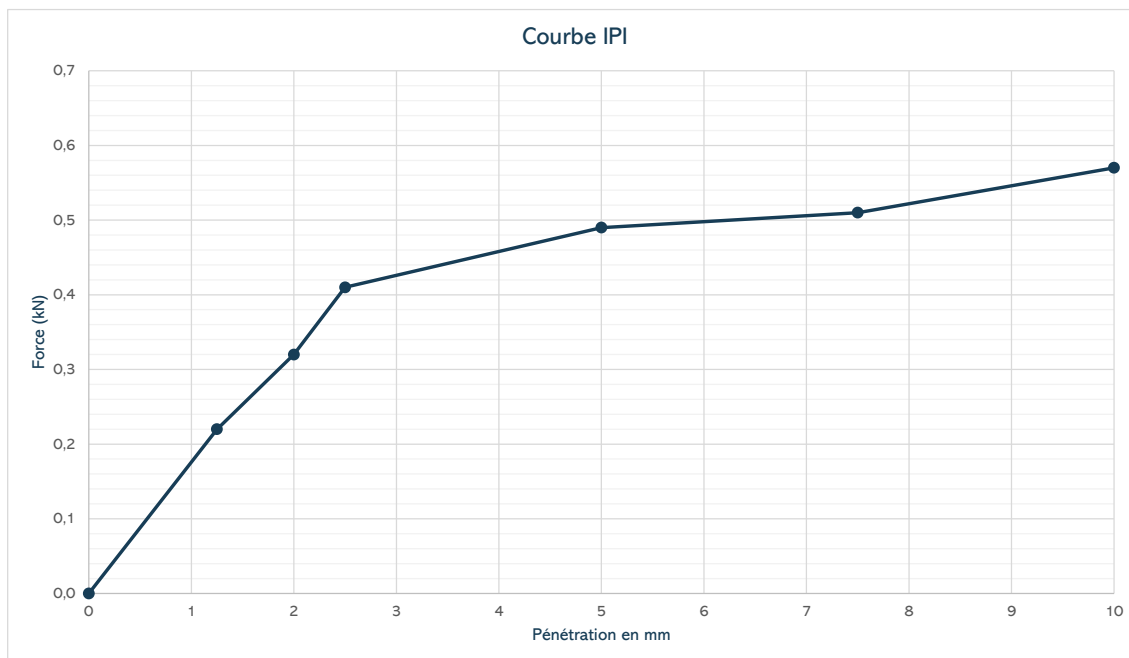
<b>Fait à Etrechy</b>	<b>Le :</b> 21/03/2022	<b>Signature :</b>
Responsable du laboratoire :	Dorian ESPOUY	

**Informations générales**

<b>Dossier n° :</b> AP21 0155	<b>Affaire :</b> ZAC des Portes de Noiseau	<b>Client :</b>	GPSEAD
<b>Sondage :</b> ST3	<b>Profondeurs :</b> 0,6 - 1,3 m	<b>Date de prélèvement :</b>	14/03/2022
<b>Lithologie :</b> Argile marron		<b>Date des essais :</b>	15/03/2022
<b>Opérateur :</b> C. PICHON	<b>Fraction d'essai :</b> 0/20 mm	<b>Type de moule :</b>	CBR
<b>Mode de compactage :</b> Compactage manuel		<b>Mode de préparation :</b> Malaxeur manuel	
<b>Masse volumique mesurée (g/cm<sup>3</sup>) :</b>	2,7 g/cm <sup>3</sup>		
<b>Fraction d'essai :</b> 0/20 mm	<b>Refus à 20 mm :</b> 0 %	<b>Teneur en eau naturel :</b>	20,32 %

**Résultats de l'essai**

<b>Teneur en eau de l'éprouvette (W)</b>	17,1 %	<b>Teneur en eau à l'Optimum Proctor :</b>	15,00 %
<b>Masse volumique sèche (ρ<sub>d</sub>)</b>	1,80 g/cm <sup>3</sup>		
<b>Indice Portant Immédiat (IPI)</b>	<b>3,1</b>		



**Fait à Etrechy**

Le : 21/03/2022

**Signature :**

Responsable du laboratoire :

Dorian ESPOUY

Dossier n° : AP21 0155	Affaire : ZAC des Portes de Noiseau	Client : GPSEAD
Sondage : ST4	Profondeurs : 0,2 - 0,8 m	Date des essais : 15/03/2022
Lithologie : Limon argileux marron-brun		Opérateur : C. PICHON

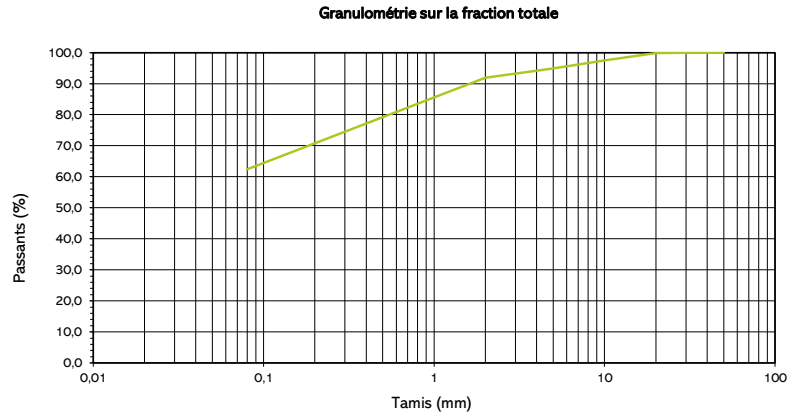
Teneur en eau pondérale des matériaux - Méthode par étuvage (norme NF P 94-050)

Température d'étuvage	105 °C	Teneur en eau naturelle Wn	26,27 %
-----------------------	--------	----------------------------	---------

Analyse granulométrique par tamisage (norme NF P 94-056)

Tamis (en mm)	Passants (en %)
50	100,0
31,5	100,0
20	99,9
10	97,4
5	94,9
2	91,9
0,08	62,5

Dmax :	31,5
--------	------

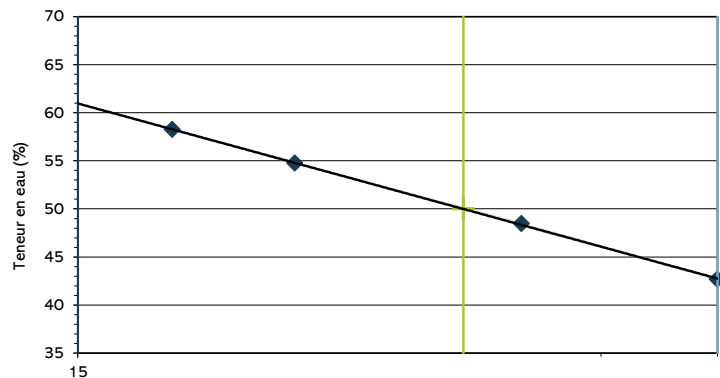


Limites d'Atterberg à la coupelle de Casagrande (norme NF P 94-051)

Limite de liquidité	W <sub>L</sub>	50,0	%
Limite de plasticité	W <sub>P</sub>	26,1	%
Indice de plasticité	I <sub>P</sub>	23,8	
Indice de consistance	I <sub>C</sub>	1,0	

Limite de liquidité		
Mesure	Nbres de Coups (N)	W%
1	17	58,3
2	20	54,8
3	27	48,5
4	35	42,7
5	0	0,0

Limite de plasticité	
Mesure	W%
1	26,1
2	26,2



CLASSIFICATION SELON LE GTR 92

A2h	Sables fins argileux, limons, argiles et marnes peu plastiques
-----	--

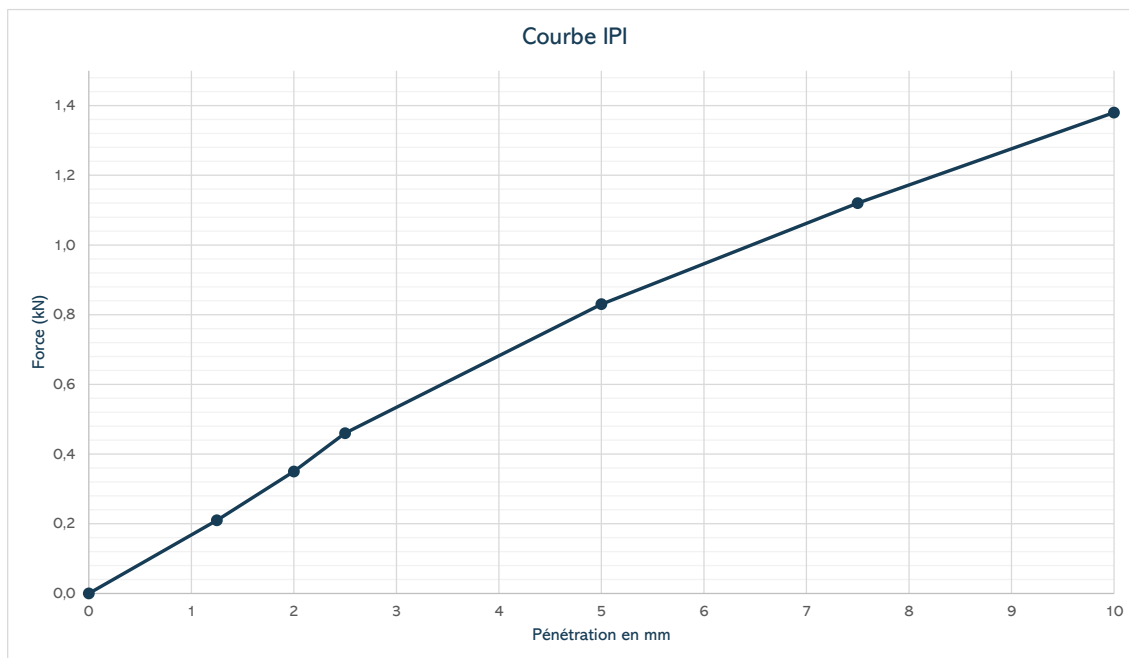
Fait à Etrechy	Le : 21/03/2022	Signature :
Responsable du laboratoire :	Dorian ESPOUY	

**Informations générales**

<b>Dossier n° :</b> AP21 0155	<b>Affaire :</b> ZAC des Portes de Noiseau	<b>Client :</b> GPSEAD
<b>Sondage :</b> ST4	<b>Profondeurs :</b> 0,2 - 0,8 m	<b>Date de prélèvement :</b> 14/03/2022
<b>Lithologie :</b> Limon argileux marron-brun		<b>Date des essais :</b> 15/03/2022
<b>Opérateur :</b> C. PICHON	<b>Fraction d'essai :</b> 0/20 mm	<b>Type de moule :</b> CBR
<b>Mode de compactage :</b> Compactage manuel		<b>Mode de préparation :</b> Malaxeur manuel
<b>Masse volumique mesurée (g/cm<sup>3</sup>) :</b>	2,7 g/cm <sup>3</sup>	
<b>Fraction d'essai :</b> 0/20 mm	<b>Refus à 20 mm :</b> 0,1 %	<b>Teneur en eau naturel :</b> 26,27 %

**Résultats de l'essai**

<b>Teneur en eau de l'éprouvette (W)</b>	27,5 %	<b>Teneur en eau à l'Optimum Proctor :</b>	15,00 %
<b>Masse volumique sèche (ρ<sub>d</sub>)</b>	1,78 g/cm <sup>3</sup>		
<b>Indice Portant Immédiat (IPI)</b>	4,2		


**Fait à Etrechy**
**Le :** 21/03/2022

**Signature :**

Responsable du laboratoire :

Dorian ESPOUY