



GÉotechnique
sciences de la terre sas

2 Rue de la ferme Saint Simon,
95500 GONESSE
Tél : 0 698 48 95 58
s.kra@geotechnique-sas.com

RAPPORT D'ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION G2 PHASE AVP

Localisation

BOULOGNE BILLANCOURT (92)
Rue de l'Abreuvoir.

Projet

Mission géotechnique G2 AVP-PRO : Réaménagement du secteur de l'Abreuvoir.

Maître d'ouvrage

Etablissement Public Territorial Grand Paris Seine Ouest
9, Route de Vaugirard
MEUDON



REFERENCE : 2021-02-647- G2AVP - PRO

Ind.	Date	Contenu	Rédacteur	Vérificateur	Observations
A	09/06/2023	57 pages + annexes	P. GUERIN	N. BRUNET DE SAIRIGNE	Version provisoire
B	13/10/2023	67 pages + annexes	P. GUERIN	N. BRUNET DE SAIRIGNE	Version définitive – Avis CEREMA
C	13/11/2023	67 pages + annexes	P. GUERIN	N. BRUNET DE SAIRIGNE	Version définitive – Avis CEREMA

Référentiel document : v1 04/10/2021

PLAN DU RAPPORT

1. PRESENTATION	3
1.1. Définition de l'opération	3
1.2. Contrat – Mission géotechnique	3
1.3. Cadre réglementaire	4
1.4. Caractéristiques du projet	4
1.5. Documents communiqués	7
1.6. Caractéristiques générales du site	8
1.6.1. Localisation	8
1.6.2. Contextes géologique & hydrogéologique	9
1.6.3. Risques naturels	9
2. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES	12
2.1. Implantation et nivellement	12
2.2. Investigations réalisées	12
2.2.1. Investigations G2	12
2.2.2. Investigations des campagnes précédentes	13
3. SYNTHESE GEOTECHNIQUE	14
3.1. Stratigraphie du terrain - caractéristiques mécaniques	14
3.2. Profil géologique Ouest-Est	16
3.3. Caractéristiques pressiométriques	19
3.4. Résultats d'essais en laboratoire	22
3.4.1. Classification GTR	22
3.4.2. Essais mécaniques	23
3.5. Sensibilité au retrait-gonflement des sols argileux	25
3.6. Niveaux des eaux souterraines	26
3.7. Description de la craie	27
4. APPLICATIONS GEOTECHNIQUES A L'AVANT-PROJET	29
4.1. Modèle géotechnique retenu	29
4.2. Niveaux des eaux souterraines	30
4.3. Conditions sismiques	30
4.4. La zone d'influence géotechnique (ZIG)	31
4.5. Adaptations du projet aux conditions géotechniques	32
4.6. Adaptations vis-à-vis des avoisinants et mitoyens	32
4.7. Principes généraux de terrassements	33
4.7.1. Travaux préparatoires	33
4.7.2. Aménagement des plateformes	33
4.7.1. Traficabilité en phase chantier	34
5. IMPACT DES TRAVAUX SUR LA CULEE DU VIADUC	35
5.1. Principe des travaux	35

5.2. Modèle retenu	35
5.3. Méthode de calculs pour les déformations – Modélisation sous PLAXIS 2D.....	36
5.3.1. Loi de comportement des sols.....	36
5.3.2. Limites du modèle	36
5.3.3. Géométrie.....	36
5.3.4. Matériaux.....	37
5.3.5. Phasage	38
5.4. Hypothèses de surcharges	38
5.5. Niveau d'eau	38
5.6. Résultats des calculs Plaxis 2d	38
6. IMPACT DU RABATTEMENT DE NAPPE	45
6.1. Principe	45
6.2. Calculs.....	45
7. CONCEPTION DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES	47
7.1. Phasage proposé	47
7.2. Remarques importantes	47
7.3. Soutènements	48
7.3.1. Principe général	48
7.3.2. Documents de référence / méthodes de calculs.....	48
7.3.3. Caractéristiques des matériaux	50
7.3.4. Paroi moulée	52
7.3.5. Paroi berlinoise contre l'A13 au niveau du bassin	59
7.4. Préparation du niveau-bas	60
7.4.1. Structure d'assise du radier.....	60
7.4.2. Contrôles d'exécution	60
7.5. Principes de fondations	60
7.5.1. Fondation par radier général - bassin.....	61
7.5.2. Fondations profondes (norme NF P94-262).....	62
7.5.3. Soulèvement UPL	64
7.6. Dispositions de drainage définitif	66
8. ALEAS RESIDUELS ET RISQUES ASSOCIES	67
9. 5. CONDITIONS GENERALES DE VALIDITE DU RAPPORT	68

Annexe 1 :	Extrait de la norme NF P94-500 de novembre 2013
Annexe 2 :	Conditions de validité de l'étude
Annexe 3 :	Implantation des sondages
Annexe 4 :	Coupes de sondages
Annexe 5 :	Essais en laboratoire
Annexe 6 :	Essais en laboratoire 2023
Annexe 7 :	Calculs soutènements paroi moulée
Annexe 8 :	Calculs soutènements paroi berlinoise bassin
Annexe 9 :	Calculs tassements bassin
Annexe 10 :	Calculs pieux

Le présent document devient la propriété du client uniquement après paiement intégral de la prestation correspondante.

1. PRESENTATION

1.1. Définition de l'opération

Le Maître d'Ouvrage envisage le réaménagement du secteur de l'Abreuvoir dont le cœur est situé entre l'autoroute A13 au Nord, les quais de Seine à l'Ouest et la Rue de l'Abreuvoir au Sud, à BOULOGNE BILLANCOURT (92).

1.2. Contrat – Mission géotechnique

À la demande de l'**Etablissement Public Territorial Grand Paris Seine Ouest (Maître d'Ouvrage)**, **GEOTECHNIQUE SAS** a été mandaté afin de réaliser une mission géotechnique de type G2 AVP-PRO.

Notre offre d'étude géotechnique référencée AMe2021-02-647-2 indice A a été acceptée **en date du 09/11/2022**.

Conformément à notre offre et selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013, il s'agit d'une **mission géotechnique de conception** comprenant les **phases Avant-Projet et PRO** (G2 AVP-PRO).

Elle consiste à :

Partie AVP

- Réaliser une enquête documentaire sur les sites institutionnels : GEOPORTAIL, INFOTERRE, GEORISQUES, ADES... ;
- Définir la zone d'influence géotechnique (ZIG) du projet ;
- Donner la classification du site vis-à-vis de la réglementation sismique en vigueur et préciser le risque de liquéfaction des sols sous séisme si nécessaire ;
- Réaliser un programme d'investigations géotechniques et en assurer le suivi technique ;
- Établir la synthèse géotechnique à l'issue des investigations et le(s) modèle(s) géotechnique(s) ;
- Préciser les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet et donner les principes de construction envisageables concernant les terrassements, les fondations, le mode d'assise des structures au sol.

Partie PRO

La présente mission consistera en la rédaction et la fourniture d'un rapport d'étude géotechnique de conception contenant :

- La participation à une réunion de travail avec la maîtrise d'œuvre ou à des échanges techniques, notamment au démarrage de la mission,
- Une synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet,
- Les notes techniques correspondant aux principes constructifs proposés
- Les notes de calculs correspondantes si nécessaire,
- Les conditions de terrassements associées à la réalisation du projet,
- Les dispositions à prendre en compte vis-à-vis de la nappe.

Il convient de rappeler que les aspects non exhaustifs suivants ne font pas partie de la mission :

- Les études environnementales éventuelles (diagnostic de pollution, voisinage, etc...) ;
- La reconnaissance des anomalies géotechniques en dehors de l'emprise des investigations.

Concernant les eaux souterraines, les informations hydrogéologiques intégrées à la présente mission sont limitées à l'enquête documentaire générale et au report des niveaux d'eaux mesurés en cours d'investigations.

Une étude hydrogéologique a été réalisée par S2E (2021-01-726 – GPSO – Boulogne – Rapport de modélisation préliminaire du 17/03/2023).

Nota : A la demande du client, il a été demandé la production d'un rapport de type G2 PRO avec très peu d'informations sur la définition et les caractéristiques du projet. Ce rapport ne pourra pas servir à l'établissement d'un dossier de consultation des entreprises. Une mise à jour devra impérativement être réalisée lorsque le projet sera défini. Les solutions techniques qui en découleront pourront être différentes de celles étudiées dans le présent rapport.

1.3. Cadre réglementaire

Les textes normatifs et documents de référence appliqués dans le cadre de cette étude sont les suivants :

- Eurocode 7 – Calculs géotechniques
- Norme NF P94-261 – Calcul Géotechnique – Fondations superficielles (février 2017)
- Norme NF P94-262 – Calcul Géotechnique – Fondations profondes (juillet 2018)
- Norme NF P94-270 – Calcul Géotechnique – Ouvrages de soutènement – remblais renforcés et massifs en sol cloué (octobre 2020)
- Norme NF P94-282 – Calcul Géotechnique – Ouvrages de soutènement – Ecrans (février 2015)
- Norme NF EN 1993-5 – Calcul des structures en acier – Partie 5 : Pieux et palplanches (août 2007)
- Guide Technique SETRA-LCPC « réalisation des remblais et des couches de formes » Fascicules I et II
- Normes AFNOR en vigueur concernant les travaux de sondages et essais in-situ ou de laboratoire

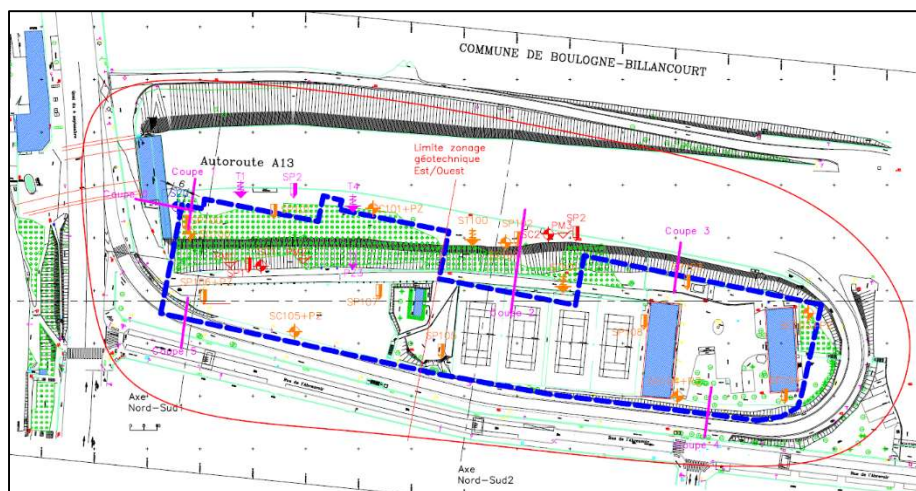
1.4. Caractéristiques du projet

Le projet prévoit la démolition partielle de la culée du viaduc de Saint-Cloud et la création d'un bâtiment comprenant jusqu'à 2 niveaux de sous-sol à la cote +20 NGF.

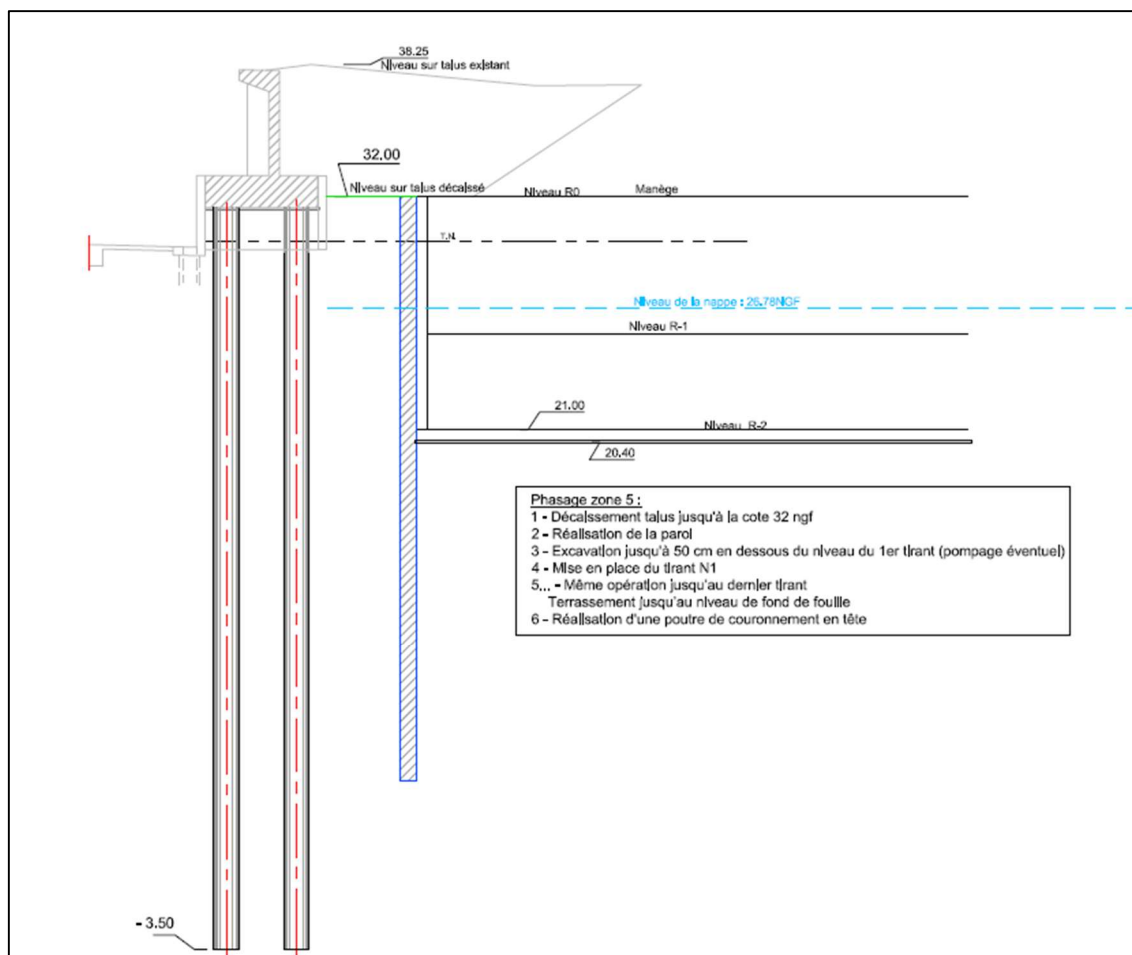
Le niveau RDC du projet est calé à la cote +32 NGF.

Le projet s'insère également dans le talus de l'autoroute A13.

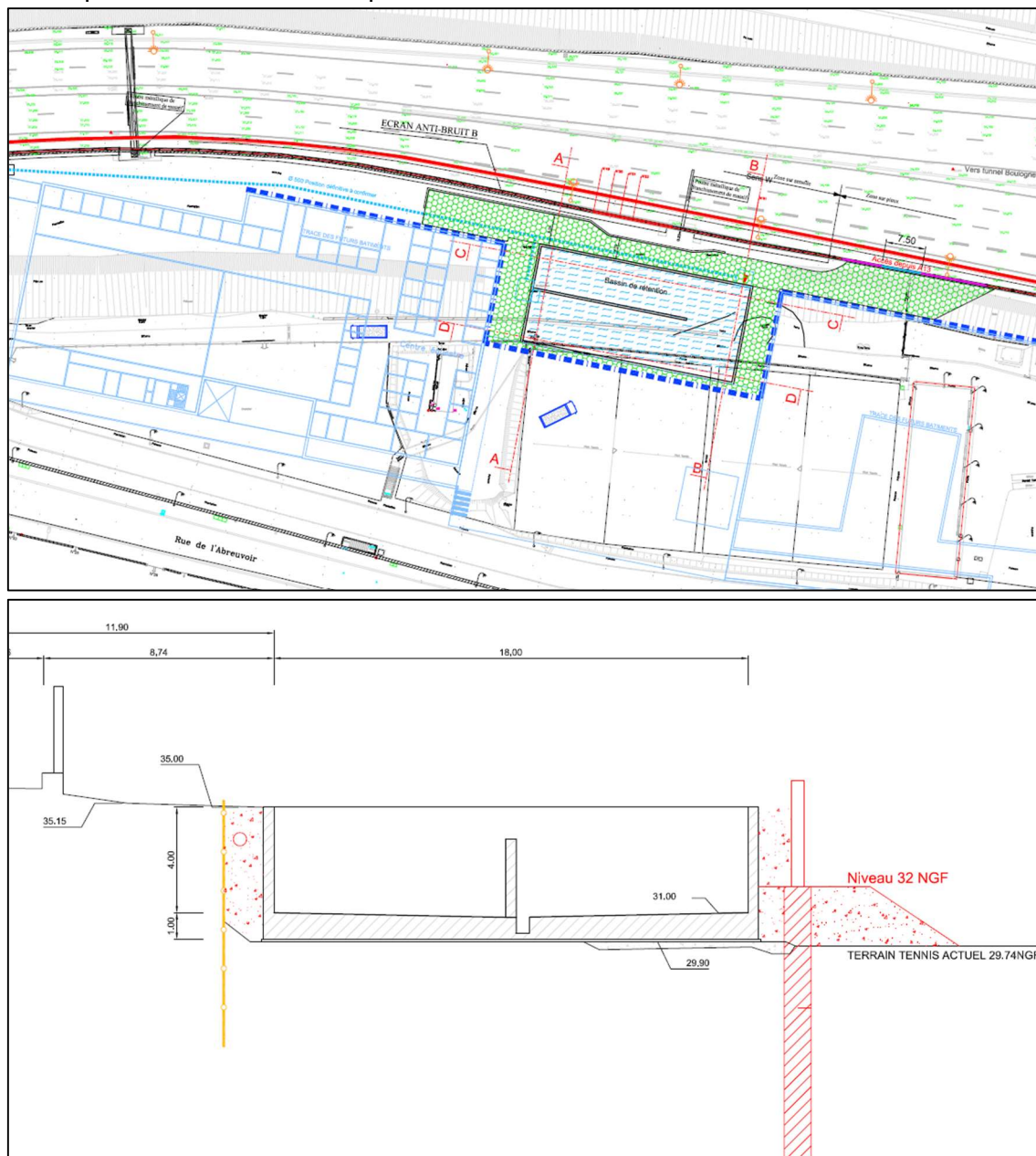
La vue en plan ci-dessus met en évidence ces éléments :



La coupe suivante qui correspond à la coupe A présente la configuration avec la culée existante (source client):



Le plan et la coupe suivants montrent la position du bassin à créer :



Ni les caractéristiques structurales ni les descentes de charges du projet ne nous ont été communiquées.

Les hypothèses suivantes ont été retenues :

Données manquantes	Hypothèses retenues à ce stade
Position des avoisinants sur la périphérie du projet avec leur niveau bas et mode de fondations	Les données sur la culée sont les seules disponibles. Au sud de la rue de l'Abreuvoir, à défaut d'information et en première approche nous considérerons que les bâtiments possèdent tous un niveau de sous-sol situé au maximum à 4m/surface
Position des réseaux dans la ZIG	Nous considérerons par défaut que des réseaux peuvent être présents jusqu'à 3 m sous le niveau des voiries autour du projet
Descentes de charges du bâtiment	15 kPa par niveau y compris plancher haut terminal (poids plancher béton + charge exploitation) ELS Suivant les situations, il y a avec 2 niveaux de sous-sol : - zone en R+1 : 75 kPa - zone en RDC : 60 kPa - zone sans bâtiment (uniquement les sous-sol) : 45 kPa Les charges sont à reprendre par le système de fondations profondes
Descentes de charges du bassin	5 m de hauteur prise en compte soit 50 kPa de charge ELS QP
Soutènement définitif contre l'A13 - coupe nord sud du projet	Nous avons considéré par défaut que les profils définitifs permettaient de renvoyer les efforts des tirants vers les planchers de l'ouvrage.

1.5. Documents communiqués

Les documents suivants nous ont été communiqués :

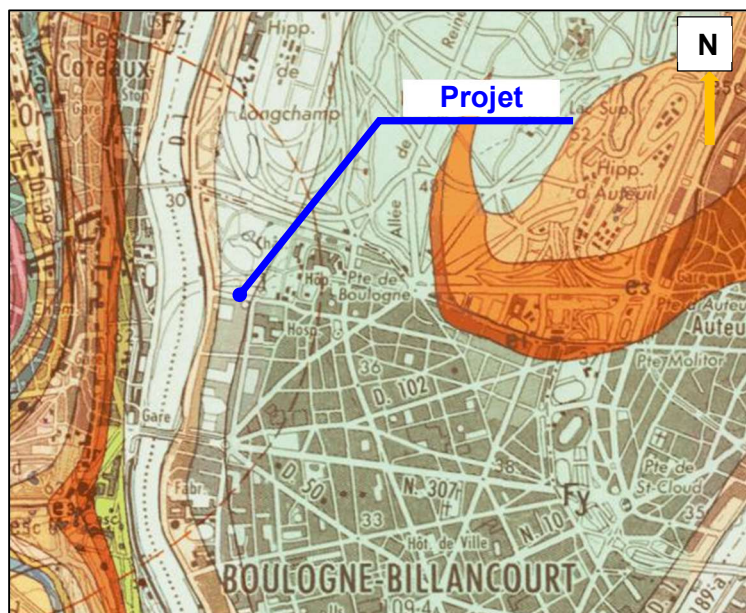
Document	Fourni par	Référence	Format	Date
Plans masses et coupes du projet	GPSO	-	pdf	-
Plan de situation du site	GPSO	-	pdf	-
Plan topographique	GPSO	-	dwg	-
Plan d'implantation et coupes de sondages de 1968	CEREMA	-	pdf	-
Rapport G0 GEOLIA 2016	GPSO	II.D.2 G160509 Boulogne Billancourt	pdf	21/09/2016
Proposition d'implantation sondages culée et bassin	GPSO	-	pdf	-
Note de synthèse des données bibliographiques	CEREMA	22-IF-0180	pdf	29/07/2022
Rapport d'inspection détaillée viaduc de ST CLOUD	CEREMA	C19PI0004	pdf	mai 2019

1.6.2. Contextes géologique & hydrogéologique

D'après les données de la carte géologique au 1/50000 du secteur (cf. extrait inséré ci-après), la succession lithologique attendue est la suivante :

- Remblais d'aménagement,
- Alluvions modernes,
- Alluvions anciennes,
- Substratum crayeux.

Extrait de la carte géologique au 1/50000 :



1.6.3. Risques naturels

1.6.3.1. *Risque d'inondation*

D'après les indications recueillies dans le PPRi local le site se situe dans une zone d'inondation.

Extrait de la carte d'aléa du plan de prévention du risque d'inondation de la Seine.



1.6.3.2. *Sensibilité au retrait-gonflement des argiles*

Extrait de la carte d'aléa retrait / gonflement des argiles :



1.6.3.3. **Présence de cavités**

Aucune présence de cavités n'est répertoriée dans la zone du projet.

1.6.3.4. **Risque sismique**

Selon la nouvelle réglementation parasismique applicable depuis le 1^{er} mai 2011, le projet se trouve sur une commune classée en zone de sismicité 1 très faible.

2. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

2.1. Implantation et nivellement

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan d'implantation joint en annexe 3. Elle a été définie en fonction de la configuration du projet, des emprises disponibles sur le site et de la localisation des réseaux enterrés.

Les investigations ont fait l'objet de nivellement. Les profondeurs ont été exprimées à partir de la tête des investigations, réalisées depuis la surface du TN lors de notre intervention.

Pour la suite du rapport, les cotes altimétriques indiquées dans le texte correspondront donc au référentiel NGF.

2.2. Investigations réalisées

2.2.1. Investigations G2

2.2.1.1. *In situ*

Les investigations suivantes ont été réalisées dans le cadre de la présente mission G2 AVP-PRO :

Type de sondage	Référence	Cote NGF	Prof. / TN (m)	Nbre d'essai
Sondages pressiométriques Norme NF P 94-110 Méthode de forage : destructifs avec enregistrement des paramètres de forage en continu	SP100	37,0	45	32
	SP101	36,0	45	31
	SP102	34,5	41	27
	SP103	29,5	36	24
	SP104	29,7	35	22
	SP105	30,5	35	24
	SP106	30,0	35	23
	SP107	30,0	25	17
	SP108	29,5	28	17
Sondages semi-destructifs Méthode de forage : tarière hélicoïdale continue Ø 63 mm	ST100	35,0	12	-
	ST101	29,8	12	-
Sondages carottés Méthode de forage : carottier battu Ø 110 mm / carottier rotatif Ø 90 mm	SC100	37,0	45	-
	SC101	36,0	45	-
	SC102	36,0	20	-
	SC103	30,0	35	-
	SC104	29,6	35	-
	SC105	30,0	35	-

Les coupes lithologiques associées aux sondages destructifs sont estimées à partir des cuttings de forages, des paramètres de forage et des indications données par le chef sondeur.

Les résultats détaillés des sondages et essais sont insérés en annexe 4.

2.2.1.2. Essais en laboratoire

Les essais en laboratoire décrits dans le tableau ci-dessous ont été effectués :

Type d'essai	Quantité
Teneur en eau naturelle - NF P94-050	8
Analyse granulométrique par tamisage - NF P94-056	8
Valeur au bleu du sol (VBS) - NF P94-068	8
Classification des sols (GTR) - NF P11-300	8
Cisaillement direct consolidé lent (CD) - NF P94-071	5
Essai triaxial consolidé non drainé avec mesure de la pression interstitielle (CU + u) NF P94-074	2

Les résultats détaillés des essais sont insérés en annexe 5.

2.2.2. Investigations des campagnes précédentes

Les investigations suivantes ont été réalisées dans le secteur du projet :

Type de sondage	Campagne	Référence	Cote NGF	Prof. / TN (m)	Nbre d'essai
Sondages pressiométriques	GEOLIA 2016	SP2	37.3	25.6	24
	G1 PGC	SP1	30.2	15.0	14
	G1 PGC	SP2	34.1	25.0	23
Sondages carottés	1968	S19	26.4	39.3	-
	1968	S20	29.2	37.0	-
	G1 PGC	SC1	30.2	15.0	-
	G1 PGC	SC2	34.1	25.0	-
Sondages semi-destructifs à la tarière	GEOLIA 2016	T1	37.7	12.0	-
		T4	36.5	12.0	-
Sondages destructifs	GEOLIA 2016	PZ3	30.3	15.9	-
Sondages à la pelle	G1 PGC	PM1	31,0	2.4	-
		PM2	31,0	1.8	-
		PM3	34.1	2.5	-

3. SYNTHÈSE GEOTECHNIQUE

La description lithologique des terrains a été établie à partir des résultats des investigations effectuées et par corrélation entre les éléments suivants :

- les paramètres de forage :
 - la vitesse d'avancement instantanée généralement fonction de la résistance mécanique des sols traversés (élevée dans les horizons « mous » à lâches et faibles dans les formations compactes),
 - la pression d'injection des fluides de forage, généralement élevée dans les terrains peu perméables (argiles, limons et roches saines),
 - la pression sur l'outil de forage ainsi que le couple de rotation moteur, peu variables mais dépendant toutefois du matériau traversé (plus élevé généralement dans les formations graveleuses ou granuleuses et abrasives).
- les valeurs pressiométriques qui permettent de définir la compacité des sols ;

Nota : la profondeur des formations est donnée par rapport au terrain tel qu'il était au moment des investigations.

3.1. Stratigraphie du terrain - caractéristiques mécaniques

Les coupes des sondages sont établies à l'aide des carottes extraites.

Les coupes des sondages d'archives ont également été prises en compte.

Ainsi, l'examen des matériaux extraits au droit des sondages a permis de mettre en évidence jusqu'à la cote -6 NGF, la succession lithologique suivante :

➤ S0 : terre végétale

En tête de nos sondages au niveau du talus de l'A13, une couche de terre végétale a été mise en évidence sur 0,10 à 0,55 m d'épaisseur.

➤ S1 : Remblais

Du remblai sablo-limoneux graveleux beige-marron, argileux par endroit, contenant des morceaux de briques rouges, a été mis en évidence.

Les sondages réalisés en partie haute du talus (cote des sondages 36 à 38 NGF) montrent une plus forte épaisseur de remblais de l'ordre de 8 à 10 m.

La base des remblais évolue entre les cotes +26.2 et +30.2 m NGF.



➤ S2 : Alluvions modernes de la Seine/Terrains remaniés

Au-delà du remblai, des Alluvions constituées d'argile sableuse beige-jaune, de sables argileux contenant des graves de silex et des débris coquilliers, puis localement de la marne, ont été mis en évidence.

La base de la couche évolue entre les cotes +17.0 et +27.7 m NGF avec une élévation de la base en s'éloignant de la Seine vers l'Est.



➤ S3 : Alluvions anciennes de la Seine

Au-delà des matériaux précédemment décrits, des sables très graveleux beiges, ainsi que des sables localement crayeux, contenant des graviers et des galets ont été mis en évidence.

La base de la couche évolue entre les cotes +12,8 et +19,8 m NGF avec une élévation de la base en s'éloignant de la Seine vers l'Est.



➤ S4 : Craie

La craie blanche, saine partiellement molle et contenant des graves de silex et cailloutis calcaires a été recoupée jusqu'à la base des sondages.

Les sondages mettent en évidence les trois faciès caractéristiques de la craie sur le secteur :

- Craie molle, pâteuse (base entre + 6.3 et +10.0 m NGF)
- Craie fracturée (base entre -3.8 et +4.3 m NGF)
- Craie saine, rocheuse au sens mécanique (caractéristiques pressiométriques élevées)
- Craie saine, au sens hydraulique (très peu perméable), son niveau n'est pas identifié clairement.



Craie molle, pâteuse



Craie fracturée, altérée

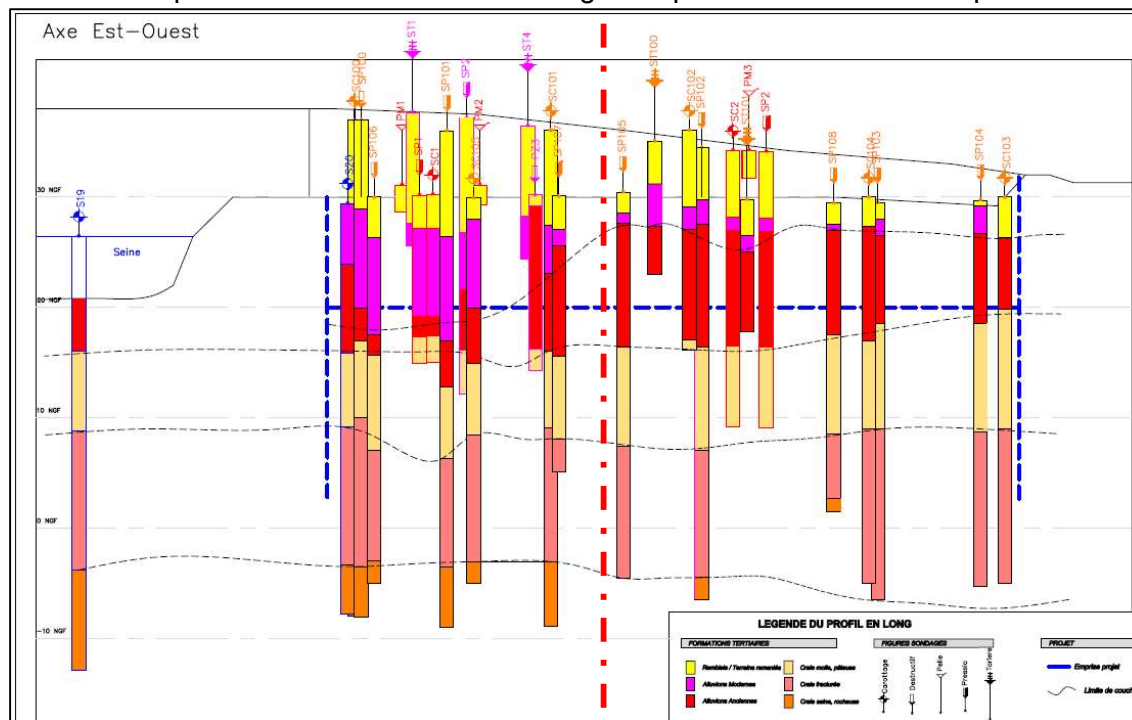


Craie saine, rocheuse

Il convient de signaler que les formations reconnues au droit de ce site, renferment certainement des niveaux indurés et/ou des blocs de toute dimension.

3.2. Profil géologique Ouest-Est

La figure ci-dessous représente l'ensemble des sondages disponibles selon une coupe Ouest-Est.



Limite zonage
géotechnique



On distingue deux zones géotechniques homogènes :

- Zone Ouest avec une forte épaisseur d'alluvions modernes
- Zone Est avec une faible épaisseur d'alluvions modernes

Id.	Formations	Cote de la base (m NGF)	
		Zone Ouest	Zone Est
S1	Remblais	27,7	28,2
S2	Alluvions modernes	17,5	26,9
S3	Alluvions anciennes	15,8	17,2
S4a	Craie molle	8,5	8,4
S4b	Craie fracturée	-3,5	-5,0
S4c	Craie rocheuse	<-8	<-8

Le tableau ci-dessous présente la stratigraphie rencontré sondage par sondage.

Campagne	Nom	Type	longueur	Cote	Remblais		Alluvions modernes		Alluvions Anciennes		Craie molle		Craie fracturée		Craie rocheuse	
					Prof/TN	Cote NGF	Prof/TN	Cote NGF	Prof/TN	Cote NGF	Prof/TN	Cote NGF	Prof/TN	Cote NGF	Prof/TN	Cote NGF
G2	SP 100	SP	45	37	8	29	20	17			27	10	40,5	-3,5	45	N.A
G2	SP 101	SP	45	36	9,5	26,5	19	17	23,2	12,8	29,7	6,3	39,5	-3,5	45	N.A
G2	SP 102	SP	41	34,5	4,7	29,8	7	27,5	18,1	16,4	27,5	7	39	-4,5	41	N.A
G2	SP 103	SP	36	29,5	1,5	28	3	26,5	11	18,5	20,5	9	36	N.A		
G2	SP 104	SP	35	29,7	0,5	29,2	3	26,7	11,2	18,5	21	8,7	35	N.A		
G2	SP 105	SP	35	30,5	1,9	28,6	2,8	27,7	14	16,5	23	7,5	35	N.A		
G2	SP 106	SP	35	30	3,4	26,6	12,5	17,5	14,3	15,7	23	7	33	-3	35	N.A
G2	SP 107	SP	25	30	3	27	4,5	25,5	14,5	15,5	22	8	25	N.A		
G2	SP 108	SP	28	29,5	2	27,5	2,5	27	12	17,5	21	8,5	28	N.A		
G2	SC 100	SC	45	37	8	29	17	20	20	17	27	10	40,5	-3,5	45	N.A
G2	SC 101 +PZ	SC	45	36	8,6	27,4	13	23	20	16	27	9	39	-3	45	N.A
G2	SC 102	SC	20	36	7	29	9	27	19	17	20	N.A				
G2	SC 103 +PZ	SC	35	30	3,4	26,6		30	10,2	19,8	20,5	9,5	35	N.A		
G2	SC 104 +PZ	SC	35	29,6	2,7	26,9		29,6	15	14,6	21	8,6	35	N.A		
G2	SC 105 +PZ	SC	35	30	2	28	10	20	15	15	21,5	8,5	33	-3	35	N.A
G2	ST 100	ST	12	35	4,8	30,2	7,7	27,3	12	N.A						
G2	ST 101	ST	12	29,8	3,2	26,6	4,7	25,1	12	N.A						
1968	S19	SC	39,3	26,4					10,4	16	17,6	8,8	30,2	-3,8	39,3	N.A
1968	S20	SC	37,2	29,4			5,5	23,9	13,5	15,9	20,2	9,2	32,7	-3,3	37,2	N.A
G1 PGC	SP1	SP	15	30,2	3	27,2	12,8	17,4			15	N.A				
G1 PGC	SP2	SP	25	34,1	6	28,1	7,2	26,9	17,7	16,4	25	N.A				
G1 PGC	SC1	SC	15	30,2	3	27,2	11	19,2	12,8	17,4	15	N.A				
G1 PGC	SC2	SC	25	34,1	6	28,1	7,2	26,9	17,7	16,4	25	N.A				
G1 PGC	PM1	PM	2,4	31	2,4	N.A										
G1 PGC	PM2	PM	1,8	31	1,8	N.A										
G1 PGC	PM3	PM	2,5	34,1	2,5	N.A										
GEOLIA	SP2	SP	25	37,3	10,5	26,8	15,6	21,7	21	16,3	25	N.A				
GEOLIA	T1	ST	12	37,7	10	27,7	12	N.A								
GEOLIA	T4	ST	12	36,5	8,1	28,4	12	N.A								
GEOLIA	PZ3	PZ	16	30,3	1	29,3			14	16,3	16	N.A				

3.3. Caractéristiques pressiométriques

Les valeurs des caractéristiques pressiométriques (E_M : module pressiométrique, Pl^* : pression limite nette) ont été déterminées par des essais effectués au droit des sondages pressiométriques.

Les trois tableaux suivants présentent les statistiques pour chaque formation à l'échelle de l'ensemble du site, de la zone Ouest et de la zone Est :

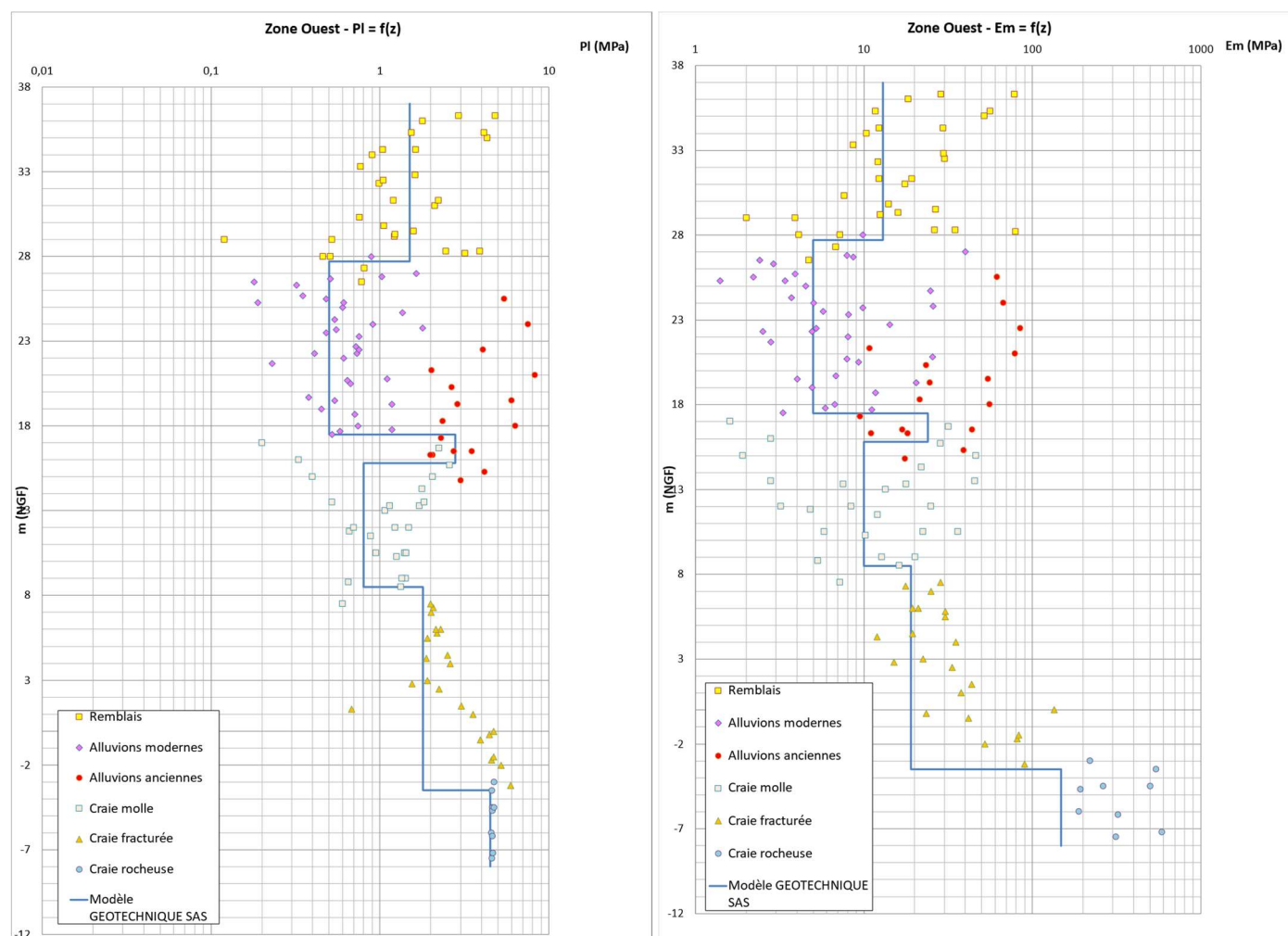
Ensemble du site											
Formation	Em (MPa)				pl (MPa)				Em/pl	Nb	α
	min	max	moyenne h	σ	min	max	moyenne g	σ			
Remblais	2,0	79,4	10,0	18,8	0,1	4,8	1,2	1,18	14	39	0,5
Alluvions modernes	0,7	39,9	4,3	8,2	0,2	2,5	0,6	0,49	11	47	0,6 7
Alluvions anciennes	9,5	175,4	36,0	41,1	2,0	8,3	4,4	1,40	13	59	0,3 3
Craie molle	1,6	46,1	9,2	11,5	0,2	2,6	1,3	0,52	11	64	0,5
Craie fracturée	5,8	195,8	26,8	35,5	0,7	5,9	2,6	1,15	14	59	0,5
Craie rocheuse	150,3	583,8	267,5	158,7	4,6	4,8	4,7	0,06	70	10	0,5

Zone Ouest											
Formation	Em (MPa)				pl (MPa)				Em/pl	Nb	α
	min	max	moyenne h	σ	min	max	moyenne g	σ			
Remblais	2,0	79,4	10,5	20,2	0,1	4,8	1,3	1,3	13	30	0,5
Alluvions modernes	1,4	39,9	5,1	8,4	0,2	1,8	0,6	0,4	12	36	0,6 7
Alluvions anciennes	9,5	84,5	23,3	25,0	2,0	8,3	3,5	2,0	9	17	0,3 3
Craie molle	1,6	46,1	6,6	13,1	0,2	2,6	1,0	0,6	12	26	0,5
Craie fracturée	5,8	133,9	24,1	30,5	0,7	5,9	2,7	1,4	12	23	0,5
Craie rocheuse	188,8	583,8	292,9	154,8	4,6	4,8	4,7	0,1	75	9	0,5

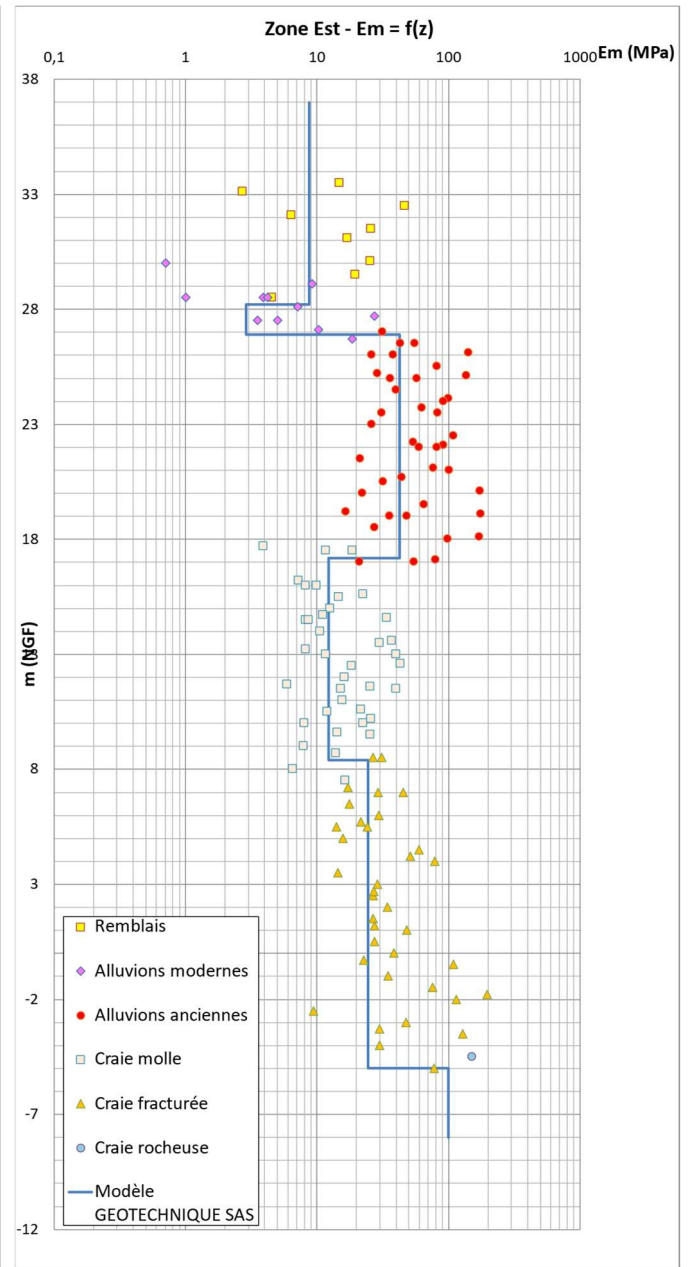
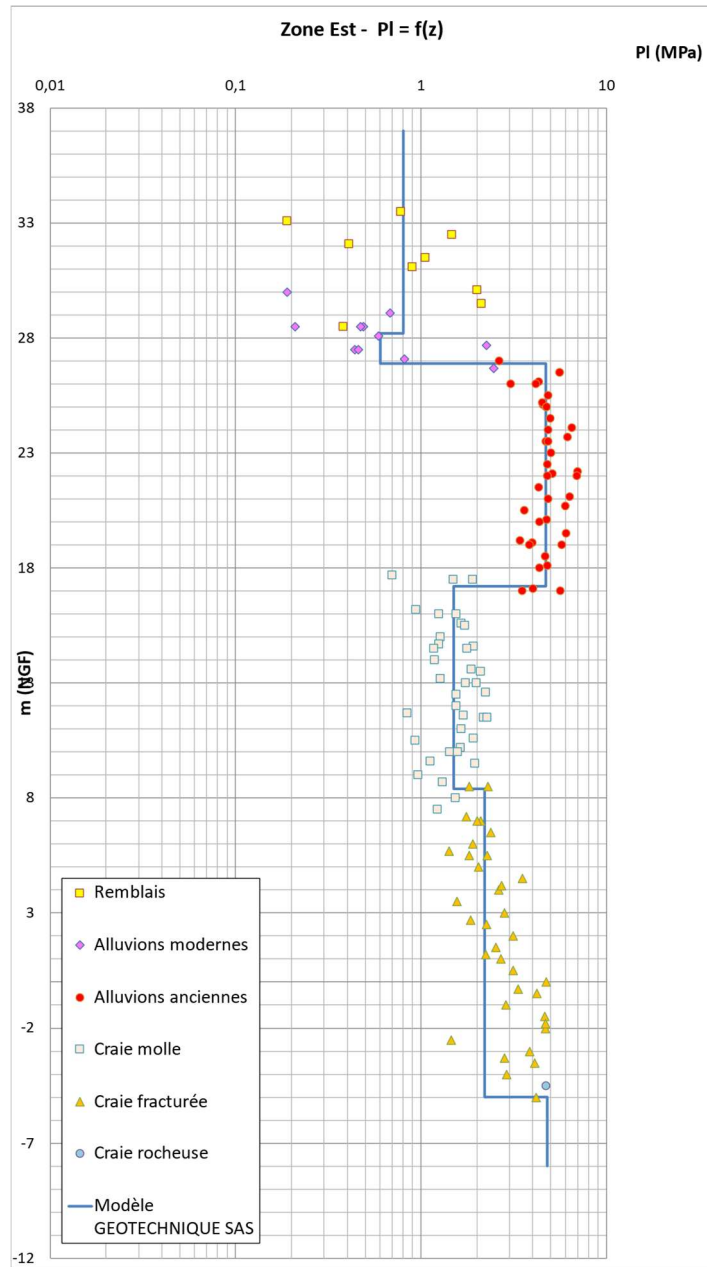
Zone Est											
Formation	Em (MPa)				pl (MPa)				Em/pl	Nb	α
	min	max	moyenne h	σ	min	max	moyenne g	σ			
Remblais	2,7	46,0	8,7	13,5	0,2	2,1	0,8	0,70	17	9	0,5
Alluvions modernes	0,7	27,1	2,9	8,0	0,2	2,5	0,6	0,78	9	11	0,6 7
Alluvions anciennes	16,4	175,4	46,3	43,2	2,6	7,0	4,7	0,97	14	42	0,3 3
Craie molle	3,9	42,7	12,3	10,5	0,7	2,3	1,5	0,40	11	38	0,5
Craie fracturée	9,3	195,8	29,0	38,6	1,4	4,7	2,6	1,00	15	36	0,5
Craie rocheuse	150,3	150,3	150,3	/	4,7	4,7	4,7	/	32	1	0,5

La répartition des essais en profondeur a été représentée sur les graphiques ci-après.

Zone Ouest :



Zone Est :



3.4. Résultats d'essais en laboratoire

En complément des sondages réalisés, des essais en laboratoire géotechnique ont été pratiqués

3.4.1. Classification GTR

Les essais permettant l'identification et le classement des sols suivant le GTR de 1992 :

- Teneur en eau,
- Valeur au bleu,
- Granulométrie.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau inséré ci-après :

N° sondage	Profondeur	Formation	W (%)	Passant à 80 μ (80%)	VBs	Classe GTR
SC1	1,00 à 1,60 m	Remblais	10,2	18,0	0,6	B5
	2,00 à 2,80 m	Remblais	8,1	18,6	0,8	B5
SC2	1,00 à 1,70 m	Remblais	13,6	22,3	0,9	B5
	2,20 à 2,90 m	Remblais	31	42,5	1	A1
	3,50 à 4,20 m	Remblais	10,8	29,2	1,2	B5
	5,50 à 6,20 m	Remblais	24,1	40,2	2	A1
ST100	1,00 à 2,00 m	Remblais	11,0	40,3	0,95	A1
ST101	3,20 à 4,00 m	Remblais	14,7	40,3	1,15	A1
SC101	4,00 à 5,00 m	Remblais	14,3	30,8	1,0	C1B5
SC101	12,15 à 13,6 m	Alluvions anciennes	9,6	1,6	0,1	D3
SC102	2,20 à 3,00 m	Remblais	10,6	21,9	1,0	D3
SC102	12,00 à 13,00 m	Alluvions anciennes	9,1	10,0	0,1	D3
SC105	2,00 à 3,00 m	Alluvions modernes	10,5	23,4	1,0	B5
SC105	6,00 à 7,00 m	Alluvions modernes	7,8	13,3	0,09	B5

Les matériaux rencontrés au droit de nos sondages correspondent à des sols fins à grossiers :

- Remblais : A1 à B5 (C1B5) et D3
- Alluvions modernes : B5
- Alluvions anciennes : D3

Les matériaux A1 et particulièrement B5 sont sensibles à la situation météorologique. S'ils sont dans un état hydrique << h >> (en fonction de la situation météorologique), ils peuvent être sujets au matelassage. Dans le cas où ils sont dans un état hydrique << s >>, ils deviendront difficiles à compacter.

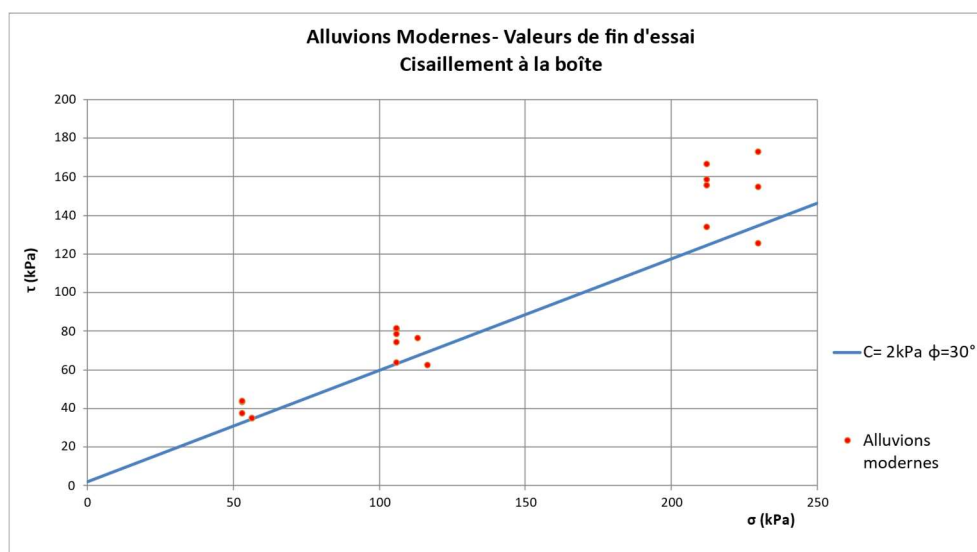
Par ailleurs, il apparaît que la majorité des matériaux prélevés présentent une granulométrie supérieure à 80 μm, ce qui signifie que les matériaux rencontrés ont une texture sableuse à limono-sableuse.

3.4.2. Essais mécaniques

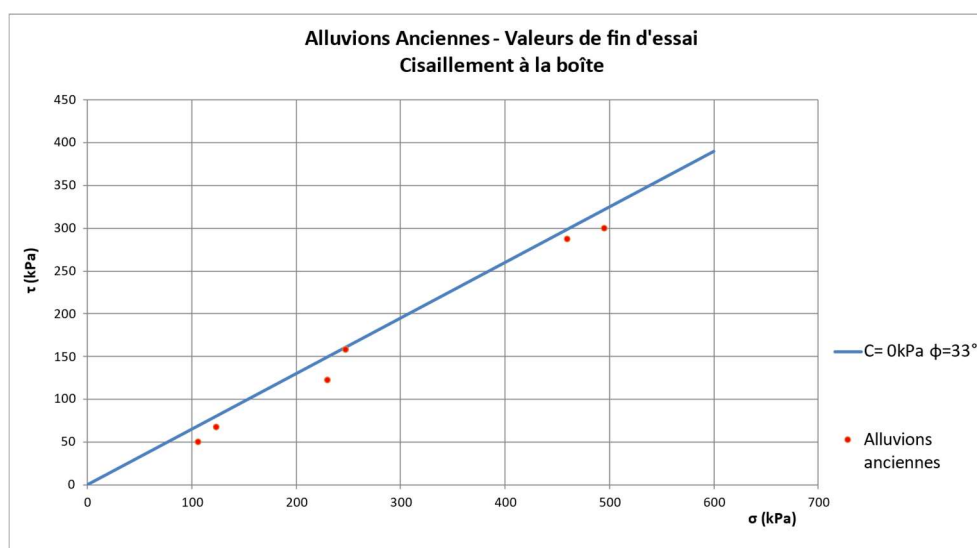
Essais de cisaillement à la boîte	SC100 11,15 -11,5	SC100 12 -12,5	SC105 2 - 3	SC105 6 - 7	SC105 7 - 8
Formation	Alluvions modernes	Alluvions modernes	Alluvions modernes	Alluvions modernes	Alluvions modernes
Poids volumique γ_d (kN/m ³)	16	14,8	19	19	17,8
Angle de frottement ϕ' (°)	34	35	36	28	34
Cohésion drainée c' (kPa)	12	3	5	3	0

Essais de cisaillement à la boîte	SC101 4 -5	SC102 6-7	SC102 12-13	SC102 13.5-14	
Formation	Alluvions modernes	Alluvions modernes	Alluvions Anciennes	Alluvions modernes	
Poids volumique γ_d (kN/m ³)	19.6	15.6	18.4	18.6	
Angle de frottement ϕ' (°)	31,5	36	34	31.5	
Cohésion drainée c' (kPa)	2	4	0	0	

L'ensemble des résultats par formation a été replacé dans le même diagramme pour faire une analyse globale sur les valeurs en fin d'essai :



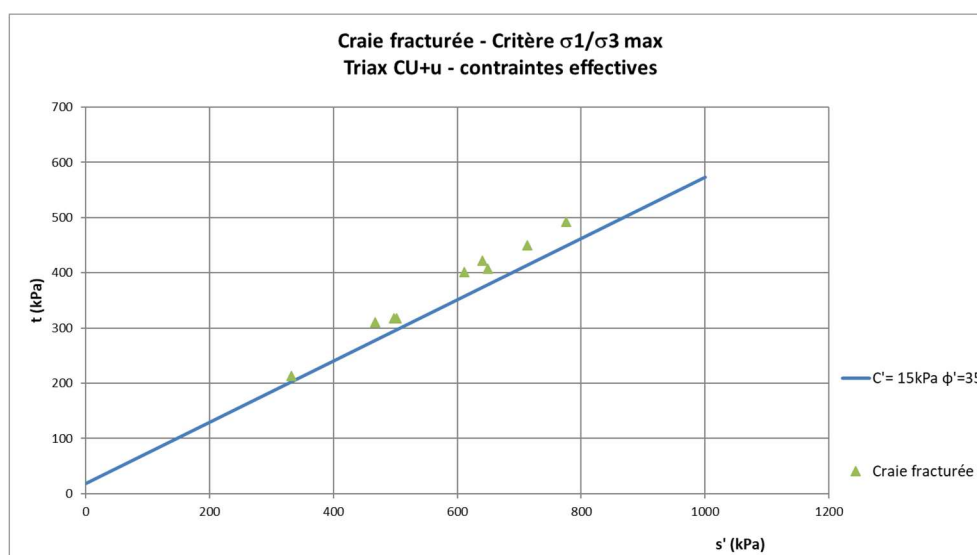
Des valeurs dans la fourchette basse sont retenues pour les Alluvions Modernes compte tenu de l'hétérogénéité de la formation.

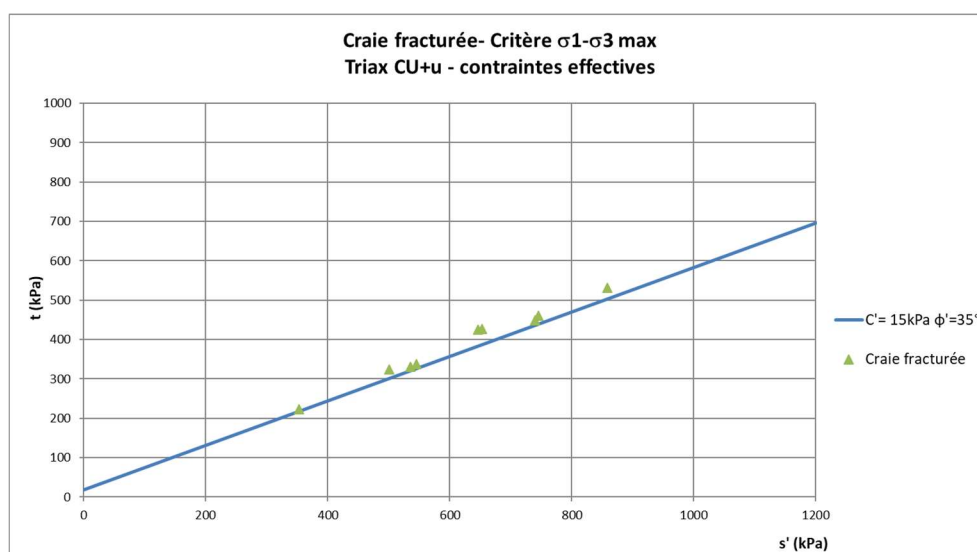


Des valeurs dans la fourchette haute sont retenues pour les Alluvions Anciennes car les essais sont réalisés sur la fraction la plus fine (limite de l'essai) et ne permettent pas d'intégrer l'impact de la fraction grossière.

Essais de cisaillement triaxiaux	SC100 35 - 36	SC100 41 – 41,3	SC101 35 -35.5	SC101 37.5-38
Formation	Craie fracturée	Craie rocheuse	Craie fracturée	Craie fracturée
Poids volumique γ_d (kN/m ³)	16	16	16	16
Angle de frottement ϕ' (°)	36.5	33	39	39
Cohésion drainée c' (kPa)	25	30	10	20

L'ensemble des résultats pour la craie fracturée ont été replacés dans le même diagramme pour faire une analyse globale sur les valeurs en fin d'essai :





3.5. Sensibilité au retrait-gonflement des sols argileux

Les résultats des essais en laboratoire détaillés précédemment permettent d'évaluer le risque de retrait-gonflement des argiles en période sèche en se basant sur le référentiel établi par le LCPC en 2000 dans son bulletin de liaison 229 (bl229) et sur notre retour d'expérience alliant la nouvelle cartographie du BRGM d'août 2019 et les diagnostics géotechniques effectués ces dernières années :

<i>Passant à 80 μm (%)</i>	<i>Valeur au bleu VBS</i>	<i>Sensibilité du sol à la variation de volume</i>
> 80	> 4	Forte
> 40	1.5 à 4	Moyenne
< 40	< 1.5	Faible

Le tableau ci-dessous rappelle les caractéristiques obtenues :

<i>Sol</i>	<i>Passant à 80 μm (%)</i>	<i>Valeur au bleu VBS</i>	<i>Sensibilité du sol à la variation de volume</i>
S1	18 à 42,5	0,9 à 2	FAIBLE
S2	13 à 23	0,09 à 1,0	FAIBLE
S3	1 à 10	0,1	FAIBLE

3.6. Niveaux des eaux souterraines

Lors de notre intervention sur site, les niveaux d'eau suivants ont été relevés :

Sondages	Cote NGF	Niveau d'eau fin chantier (m/TN)	Niveau d'eau fin chantier (m NGF)
SP100	37,0	10,45	26,55
SP101	36,0	10,83	25,17
SP102	34,5	10,26	24,24
SP103	29,5	3,4	26,1
SP104	29,7	3,5	26,2
SP105	30,5	3,68	26,82
SP106	30,0	?	?
SP107	30,0	3,6	26,4
SP108	29,5	3,3	26,2
ST100	35,0	?	?
ST101	29,8	?	?
SC100	37,0	10,3	26,7
SC101	36,0	?	?
SC102	36,0	10,23	25,77
SC103	30,0	4,34	25,66
SC104	29,6	3,89	25,71
SC105	30,0	3,55	26,45

Le délai de réponse des eaux souterraines (nappe massique ou circulations isolées), au droit d'un forage de surface limitée est variable en fonction de la perméabilité du sol. Dans les sols fins, ce délai peut atteindre plusieurs jours, notamment dans le cas des sols fortement argileux.

Nous rappelons que le régime hydrogéologique est variable dans le temps, en fonction notamment des caractéristiques des formations géologiques en place et de la pluviométrie régionale.

De même, en milieu urbain, la présence de venues d'eau ponctuelles peut être associée à des fuites de réseaux enterrés.

L'étude hydrogéologique a établi un niveau courant de la nappe à 26,6 NGF au niveau de l'emprise du projet. La mise en place du rabattement de la nappe sous le niveau 20 NGF induit une baisse du niveau de la nappe de 2 à 4 m sous l'emprise de l'autoroute A13 soit 22,60 à 24,60 NGF.

Un niveau historique à 23,4 NGF est indiqué dans l'étude hydrogéologique.

La cote casier sur le secteur est de 31,2 NGF.

3.7. Description de la craie

En l'absence d'essai spécifique pour qualifier le niveau de perméabilité des différences faciès de la craie, nous avons réalisé une recherche bibliographique.

L'étude la plus pertinente est celle relative aux travaux du puits d'entrée de la ligne 15 Sud sur l'île de Monsieur (Article « *Puits de démarrage du tunnelier de l'île de Monsieur, tronçon T3A de la ligne 15 sud : conception, exécution et rétro-analyse* » et présentation CFGI « *Caractérisation des états d'altération de la craie campanienne en vallée de seine tronçon t3a de la ligne 15 sud* ») où sont répertoriés les trois faciès de craie avec des caractéristiques mécaniques similaires à celle du site du projet.

L'étude indique qu'il a été « quasiment impossible de distinguer visuellement les faciès d'altérations via les descriptions des carottes ». Une approche via les essais mécaniques in situ (pressiomètre) a été utilisée pour distinguer les faciès. Ce constat est identique sur le site du projet.

L'exploitation des essais pressiométriques sur cet exemple est donnée dans l'extrait suivant :

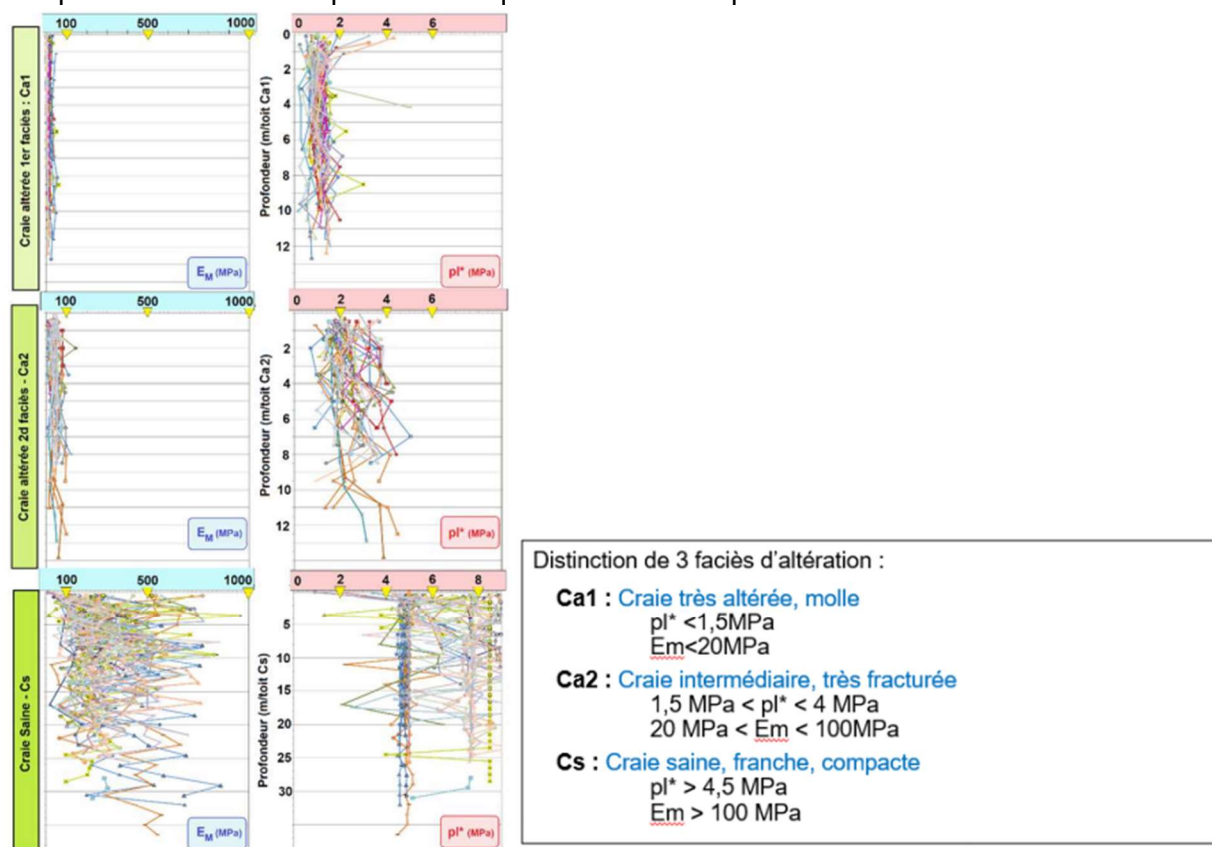
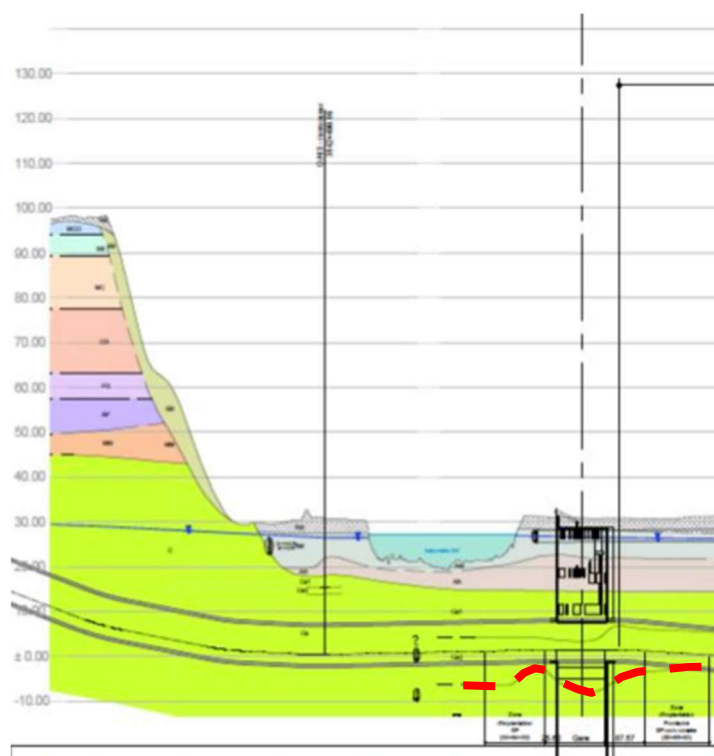


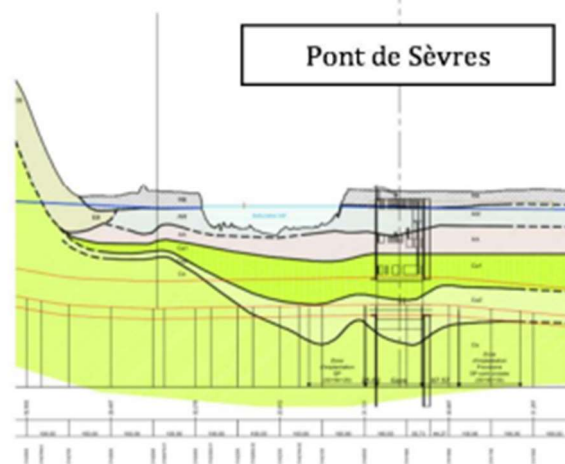
Figure 3. Définition des faciès d'altération de la craie du T3A : exploitation des essais pressiométriques

On retrouve les mêmes plages de valeurs sur le site du projet. Par analogie, on retiendra donc des caractéristiques similaires pour les différents aspects de la craie.

Nous avons également pu retrouver un profil en long de la ligne 15 Sud du Grand Paris (Pièce B3 -1/2 Etude d'impact) qui donne des indications sur les niveaux du toit des différents faciès en rive droite de la Seine. Les deux images suivantes extraites des documents cités permettent de préciser les cotes du toit de la craie saine.



Puits de l'Île de Monsieur
Entrée du tunnelier



On constate que la gare « Pont de Sèvres » se trouve dans une configuration similaire au projet vis-à-vis de la Seine (quelques dizaines de mètres de la berge en rive droite). La cote du toit de la craie saine est dans ce contexte de l'ordre de -8 NGF. On retiendra cette valeur comme toit pour le projet pour la partie peu perméable (perméabilité de l'ordre de 10^{-7} m/s selon les conclusions de l'étude après rétro-analyse des débits d'exhaure).

Les informations prises également sur des chantiers dans le même secteur indiquent une nécessité de descendre les parois moulées jusqu'à -12 NGF pour atteindre pour un horizon peu perméable ce qui est cohérent avec les éléments bibliographique cité précédemment.

4. APPLICATIONS GEOTECHNIQUES A L'AVANT-PROJET

4.1. Modèle géotechnique retenu

Le modèle géotechnique a pour but de fixer la coupe de sols et les propriétés mécaniques caractéristiques que nous avons retenues pour chaque faciès, en vue de réaliser les calculs de prédimensionnement des ouvrages géotechniques.

Les paramètres indiqués dans le modèle sont les plus représentatifs au regard des résultats des essais, des hétérogénéités observées dans chaque sol et du nombre d'essais. Les valeurs ont été établies à partir des analyses statistiques présentées précédemment.

Les limites stratigraphiques sont prises de manière sécuritaire en maximisant les épaisseurs des couches meubles (modèle enveloppe).

La distinction entre les différents faciès de craie est réalisée sur la base des essais mécaniques, qui est représentatif des contrastes entre ces faciès. En l'absence d'essais de pompage dans la craie, la cote du toit de la craie saine très peu perméable n'est pas identifiable avec précision. Les éléments présentés précédemment au paragraphe §3.7 ont été pris en compte avec une cote de toit de la couche très peu perméable à -8 NGF.

Les caractéristiques retenues sont données dans le tableau ci-après :

Zone Ouest						
Id.	Formations	Côtes de la base NGF	Valeurs pressiométriques			α
			p_f^* (MPa)	p_l^* (MPa)	E_M (MPa)	
S1	Remblais	27,7	0,7	1,3	11	1/2
S2	Alluvions modernes	17,5	0,35	0,6	5	2/3
S3	Alluvions anciennes	15,8	1,4	3,5	23	1/3
S4a	Craie molle	8,5	0,6	1,0	7	1/2
S4b	Craie fracturée	-3,5	1,2	2,7	24	1/2
S4c	Craie rocheuse	-8,0	2,7	4,7	150	1/2
S4d	Craie rocheuse très peu perméable	<-12,0	2,7	4,7	150	1/2

p_l : pression limite nette / E_M : Module pressiométrique / α : Coefficient rhéologique du sol /

Zone Est						
Id.	Formations	Côtes de la base NGF	Valeurs pressiométriques			α
			p_f^* (MPa)	p_l^* (MPa)	E_M (MPa)	
S1	Remblais	28,2	0,5	0,8	9	1/2
S2	Alluvions modernes	26,9	0,35	0,6	3	2/3
S3	Alluvions anciennes	17,2	2,9	4,7	43	1/3
S4a	Craie molle	8,4	0,9	1,5	12	1/2
S4b	Craie fracturée	-5,0	1,3	2,6	29	1/2
S4c	Craie rocheuse	-8,0	2,7	4,7	150	1/2
S4d	Craie rocheuse très peu perméable	<-12,0	2,7	4,7	150	1/2

p_l : pression limite nette / E_M : Module pressiométrique / α : Coefficient rhéologique du sol /

Les caractéristiques géotechniques retenues dans le cadre du dimensionnement des ouvrages de soutènements sont les suivantes :

Id.	Nature du sol	Caractéristiques géomécaniques		
		γ_h (kN/m ³)	c' (kPa)	φ' (°)
S1	Remblais	19	0	28
S2	Alluvions modernes	18	2	30
S3	Alluvions anciennes	19	0	33
S4a	Craie molle	17	2	30
S4b	Craie fracturée	18	15	35
S4c	Craie rocheuse	18	25	35
S4d	Craie rocheuse très peu perméable	18	25	35

γ_h : poids volumique humide / c' : cohésion effective

φ' : angle de frottement intrinsèque

4.2. Niveaux des eaux souterraines

En absence de données historiques suffisantes concernant les eaux souterraines, les niveaux piézométriques caractéristiques nécessaires au projet, notamment le niveau des eaux exceptionnelles - EE, le niveau des eaux hautes – EH, le niveau des eaux fréquents - EF, ne sont pas encore connus.

A ce stade compte tenu des données de l'étude hydrogéologique, on considérera les niveaux suivants :

- Niveau courant (chantier) : 26,6 NGF
- Cote casier : 31,21 NGF (cote issue de la carte des aléas crue de janvier 1910) ce qui implique un niveau EE pour l'ouvrage de 28,71 NGF (cote casier -2,5 m) puisque l'ouvrage sera inondé au-delà de cette cote.
- Niveau bas historique : 23,4 NGF

4.3. Conditions sismiques

Les paramètres sismiques à prendre en compte conformément à la norme NF EN 1998 (Eurocode 8) et compte tenu des résultats des investigations effectuées dans le cadre de la mission G2 AVP sont les suivants :

- Zone sismique : 1
- Classe de sol : D
- Coefficient de sol S : 1.6
- Catégorie de bâtiment : II (à confirmer)
- Risque de liquéfaction du sol : non concerné (zone 1)

4.5. Adaptations du projet aux conditions géotechniques

Ci-après, nous récapitulons les principales contraintes du projet au regard des conditions géotechniques du terrain et du contexte local :

- La réalisation de niveaux de sous-sol en bordure de voiries et d'ouvrages dont il conviendra d'assurer la stabilité tant en phase travaux qu'au stade définitif. Ceci conduira le projet vers la réalisation d'ouvrages de soutènement provisoires ou définitifs, solidaires ou non de la superstructure.
- La réalisation de niveaux de sous-sol avec travaux de terrassements en déblais sous nappe. Ceci conduira à mettre en œuvre (au moins en phase chantier) des moyens d'épuisement qui modifieront les conditions hydrogéologiques du secteur. Au stade définitif, des dispositions techniques particulières seront à prendre vis-à-vis de la nappe.
- La présence de remblais hétérogènes sur de fortes épaisseurs.
- L'hétérogénéité lithologique et/ou mécanique des terrains dans l'emprise de l'ouvrage.
- La sensibilité des terrains à l'eau.
- La variation rapide et notable des limites de couches de sols à l'interface des deux zones homogènes.
- Un niveau de nappe proche de la surface.

Compte tenu de ces éléments, les orientations techniques qu'il convient de retenir sont les suivantes :

- La réalisation d'ouvrage de soutènements :
 - Provisoires : paroi berlinoise le long de l'A13 au droit du futur bassin.
 - Définitifs en périphérie du projet (paroi moulée tirantée) descendus jusque dans la craie rocheuse très peu perméable pour permettre un rabattement de nappe pérenne en phase chantier sans incidence sur les ouvrages avoisinants.
- La réalisation de fondations profondes pour la reprise des sous-pressions si le poids propre de la structure ne permet pas de les reprendre.
- La réalisation d'un mode de fondations :
 - Superficielles dans les alluvions anciennes depuis le fond de fouille si les descentes de charges sont compatibles, ou par radier général,
 - Profondes si les descentes de charges sont trop importantes.
- La réalisation d'un niveau-bas de type radier ou plancher porté car les planchers des niveaux de sous-sol sont considérés avec une fonction de bouton définitif pour les parois moulées.

Nous précisons que toute modification du projet, ou du terrain, ultérieure à la présente étude, est de nature à entraîner une nouvelle étude partielle ou complète, qui prendra en compte les modifications apportées et la validité des adaptations constructives préconisées dans le présent rapport.

4.6. Adaptations vis-à-vis des avoisinants et mitoyens

Nous rappelons que la culée du viaduc de l'A13 est située à 6 m de l'angle Nord-Ouest du projet. Elle est fondée par l'intermédiaire de pieux ancrés dans la craie rocheuse à la cote -3,5 m NGF.

L'influence des travaux sur cette culée est étudiée dans le paragraphe §5 notamment en termes de déformation induite par les opérations de soutènement/terrassement.

Dans tous les cas, une vérification de la bonne exécution est nécessaire.

4.7. Principes généraux de terrassements

4.7.1. Travaux préparatoires

4.7.1.1. *Décapage de surface*

Avant tous travaux de terrassement en déblai, il conviendra de recenser la position de l'ensemble des réseaux enterrés et de veiller à leur neutralisation, à leur pontage ou à leur dévoiement.

Ensuite, il s'agira de procéder au décapage intégral de la végétation y compris l'abattage des arbres et l'arrachage complet des souches puis de la terre végétale.

4.7.1.2. *Travaux de démolitions*

Les démolitions prévues devront comprendre l'extraction complète des soubassements et ouvrages enterrés avec comblement des cavités induites à l'aide de matériaux d'apport correctement compactés.

Des précautions devront être prises afin de ne pas engendrer de mouvements de terrain, ni de dommages envers les ouvrages existants à conserver, ni envers les avoisinants.

Note importante : l'étude des conditions de stabilité des travaux de démolition ne fait pas partie de notre mission. Elle peut faire l'objet d'une étude spécifique (mission de type G5).

4.7.2. Aménagement des plateformes

Nous rappelons que la mise à niveau des plateformes de chantier nécessitera des mouvements de terres en déblai d'une hauteur comprise entre 10 et 18 m par rapport à la topographie actuelle.

4.7.2.1. *Drainage du terrain*

Les sols impactés par les terrassements sont sensibles à l'eau et leur portance peut se dégrader rapidement.

Compte tenu de la présence d'eau à la cote du niveau enterré, il faudra procéder à un rabattement de nappe pour la phase chantier.

L'importance du dispositif, en termes de densité et de profondeur des ouvrages ainsi que de capacité de pompage, devra être adaptée à l'importance des arrivées d'eau et aux sources de réalimentation. Les eaux captées devront être évacuées vers un exutoire stable et pérenne, par gravité ou par un système de pompage sur puisards.

4.7.2.2. *Réalisation des déblais*

Les terrassements en déblai pourront être réalisés à l'aide d'engins classiques de moyenne puissance. Pour éviter d'altérer les sols en place, il sera préférable d'avancer le déblaiement « en rétro ».

Les déblais à réaliser concerneront également des matériaux très compacts dans les remblais et les alluvions anciennes notamment, nécessitant l'utilisation d'engins ou de procédés adaptés (éclateur, pelle puissante,

brise-roche hydraulique, marteau pneumatique...). L'incidence des vibrations induites par ces procédés devra être prise en compte vis-à-vis des avoisinants. Le cas échéant, des mesures de protection devront être mises en œuvre.

4.7.1. Traficabilité en phase chantier

Afin de garantir la qualité des plateformes de travail, les travaux de terrassement devront être réalisés par temps sec, d'autant plus que les sols affectés par les terrassements sont particulièrement sensibles à l'eau. Par voie de conséquence, en période pluvieuse, une chute de la portance des sols, actuellement confinés par la terre végétale ou les remblais, peut survenir en phase travaux.

En cas de portance médiocre, un cloutage du fond de fouille pourra être mise en œuvre par incorporation de gros éléments de granulométrie type 100/300.

5. IMPACT DES TRAVAUX SUR LA CULÉE DU VIADUC

5.1. Principe des travaux

Il est prévu de réaliser les travaux suivants au niveau de la culée :

1. Terrassement jusqu'à 32 NGF à l'arrière de la zone à démolir (soutènement provisoire de l'A13 à prévoir)
2. Démolition de la superstructure de la partie non conservée de la culée,
3. Réalisation de la paroi moulée constituée de panneaux de 1 m d'épaisseur et ancrage à -12,0 m NGF
4. Terrassement dans l'enceinte en paroi moulée jusqu'à +20,4 NGF avec rabattement de la nappe intérieure au fur et à mesure des terrassements et butonnage provisoire.

Les étapes 1 et 2 n'auront pas d'impact géotechnique sur la culée existante.

Pour les étapes 3 et 4, une modélisation aux éléments finis a été réalisée pour estimer les déformations au droit des pieux de la culée conservée.

A noter que les travaux de démolition et les conditions de stabilité associées ne sont pas intégrés à la présente mission.

5.2. Modèle retenu

Dans nos calculs, nous allons prendre en compte le modèle mécanique de la zone Ouest avec la stratigraphie des sondages SP100 et SC100 avec une très faible couche d'alluvions anciennes visibles sur les enregistrements de paramètres du sondage SP100.

Le modèle géotechnique type définissant les caractéristiques mécaniques des différentes formations reconnues est ainsi résumé dans le tableau suivant :

N°	Nature du sol	E_m (MPa)	α	Modèle sol	E_0	E_{ur}	ν	Caractéristiques géomécaniques*		
					(MPa)	(MPa)		γ_h (kN/m³)	c' (kPa)	φ' (°)
S1	Remblais	11	0,5	HSM	44	132	0,3	19	0	28
S2	Alluvions modernes	5	0,67	HSM	15	45	0,3	18	2	30
S3	Alluvions anciennes	23	0,33	HSM	138	414	0,3	19	0	33
S4a	Craie molle	7	0,5	HSM	28	84	0,3	17	2	30
S4b	Craie fracturée	24	0,5	HSM	96	288	0,3	18	15	35
S4c	Craie rocheuse	150	0,5	HSM	600	1800	0,3	18	25	35
S4d	Craie rocheuse très peu perméable	150	0,5	HSM	600	1800	0,3	18	25	35

$$E_0 = \frac{k E_m}{\alpha} \text{ avec } k = 2 \text{ et } E_{ur} = 3 E_0$$

5.3. Méthode de calculs pour les déformations – Modélisation sous PLAXIS 2D

5.3.1. Loi de comportement des sols

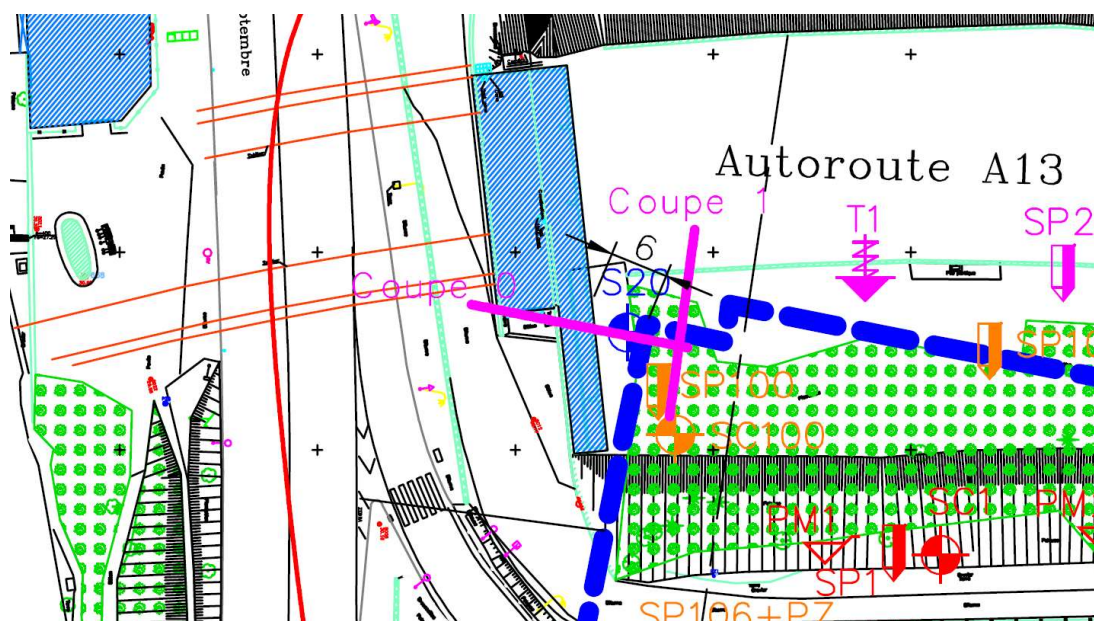
Il est pris en compte les lois de comportement de type Hardening Soil Model. Cette approche permet la prise en compte de modules de rechargement.

5.3.2. Limites du modèle

Tous les déplacements sont bloqués en frontières inférieures du modèle, ainsi que les déplacements horizontaux sur les frontières latérales. La frontière supérieure reste libre.

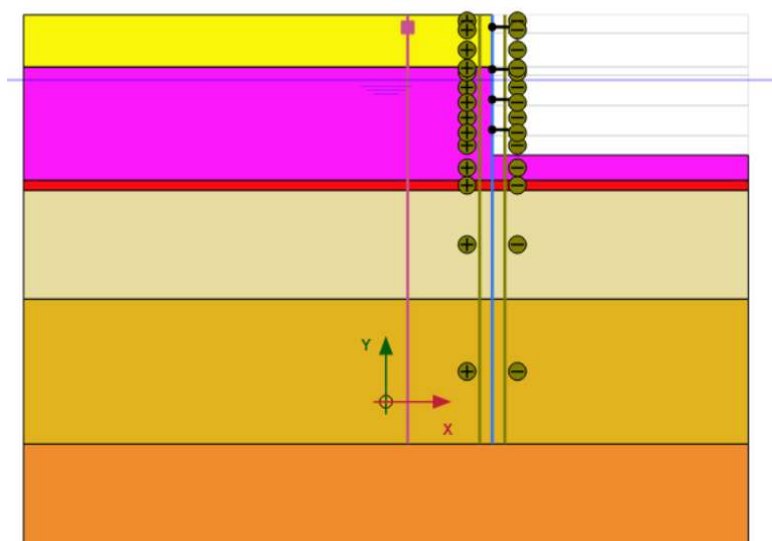
5.3.3. Géométrie

La position du projet par rapport à la culée conservée implique une distance minimale de l'ordre de 6 m entre l'extrados de la paroi et le premier pieu :



Cette valeur est prise en compte comme référence de la position des pieux pour l'analyse.

La coupe de calcul est la suivante, elle correspond à la configuration la plus défavorable :



Nous avons considéré la mise en place des butons d'angle aux cotes suivantes :

- +31,0 NGF
- +27,5 NGF
- +25,0 NGF
- +22,5 NGF

5.3.4. Matériaux

Les panneaux de paroi moulées ont été modélisés comme des éléments plaques avec des caractéristiques de béton armé à court terme soit un module d'Young de 20 000 MPa. La paroi a une épaisseur de 1 m.

Les pieux sont modélisés au moyen d'éléments « Embedded beams » ayant les caractéristiques supposées des pieux :

- Diamètre de 1200 mm
- Ancrage à -3,5 NGF
- Un espacement de 10 m est pris perpendiculairement à la coupe de calcul pour éviter un effet de groupe et ne prendre en compte que l'effet sur un seul pieu.

Les butons considérés sont des tubes métalliques Ø1000 mm épaisseur 20 mm disposés dans l'angle Nord-Est et de 10 m de longueur, soit une raideur de :

$$k_{buton} = \frac{E.S}{Lu} = 2\,520\,000 \text{ kN/m}$$

5.3.5. Phasage

Le phasage pris en compte est important pour que l'historique de réalisation du talus soit bien intégré dans le modèle :

- 0) Phase initiale : initialisation de l'état de contrainte avant travaux,
- 1) Bétonnage des panneaux de paroi moulée,
- 2) Terrassement intérieur jusqu'à la cote +30,5 NGF,
- 3) Buton à la cote +31,0 NGF et terrassement intérieur jusqu'à la cote +27,0 NGF,
- 4) Buton à la cote +27,5 NGF et terrassement intérieur jusqu'à la cote +24,5 GF,
- 5) Buton à la cote +25,0 NGF et terrassement intérieur jusqu'à la cote +22,0 NGF,
- 6) Buton à la cote +22,5 NGF et terrassement intérieur jusqu'à la cote +20,4 NGF,

5.4. Hypothèses de surcharges

Aucune surcharge n'est prise en compte car la culée étant sur pieux, les efforts sont reportés en profondeur.

5.5. Niveau d'eau

Les niveaux à prendre en compte sont les suivants :

- Niveau chantier EC +26,6 NGF
- Niveau EE +28,71 NGF

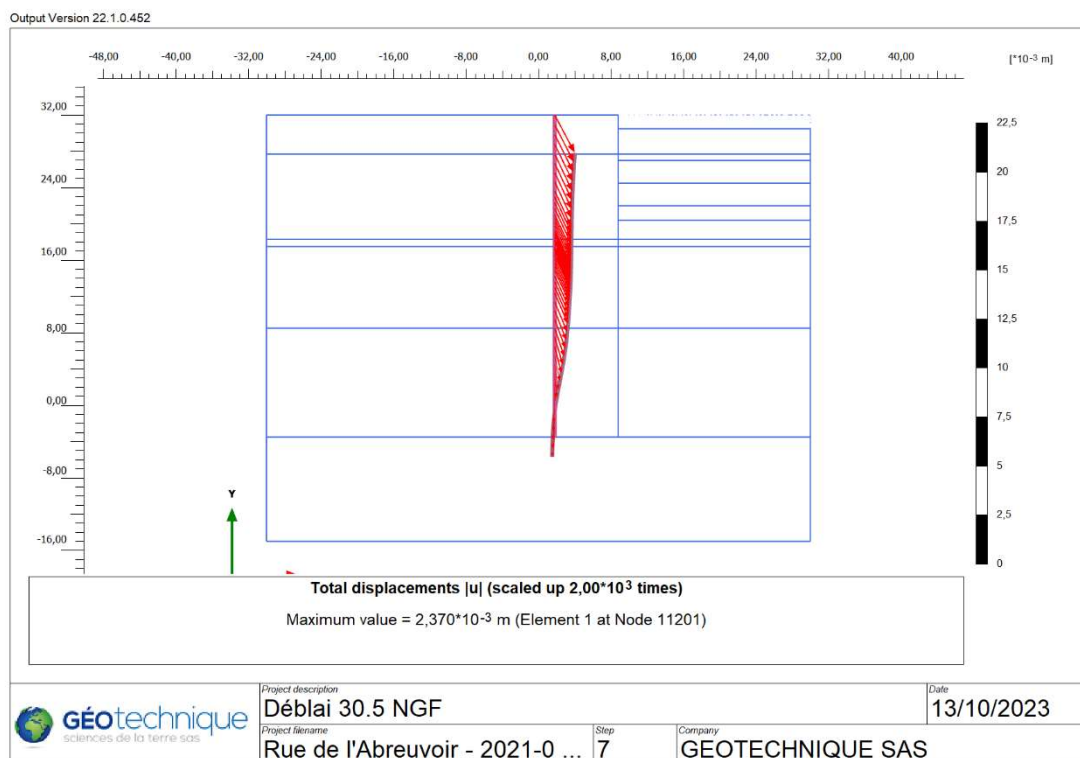
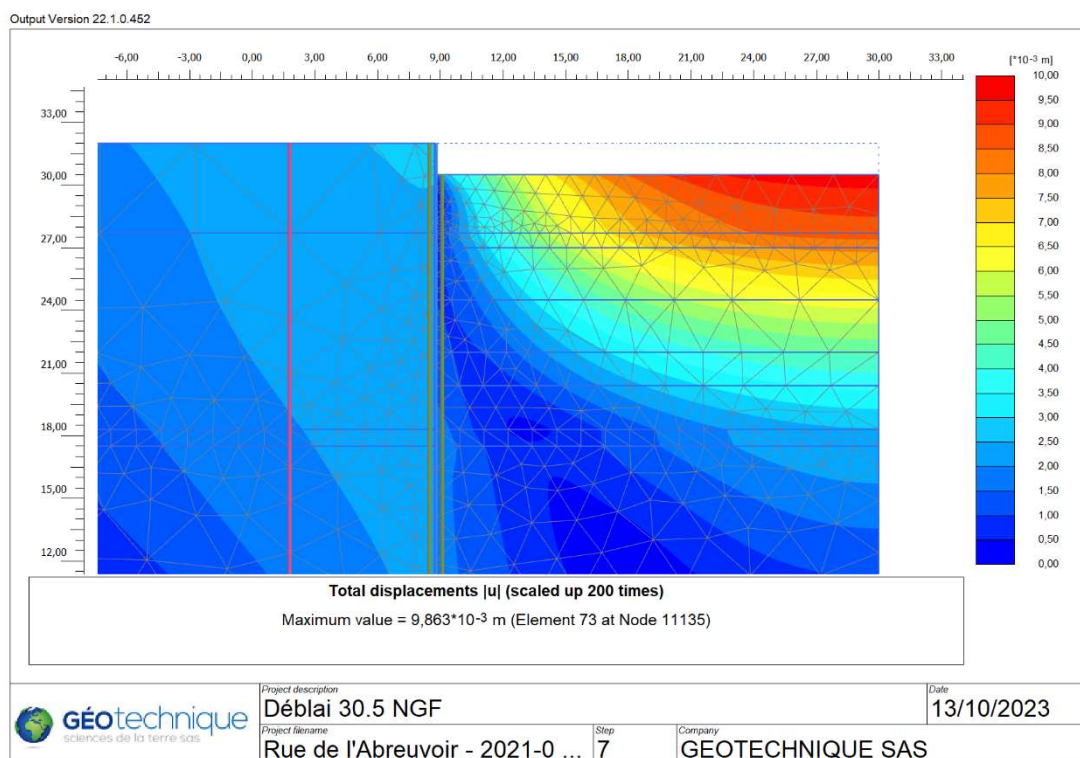
5.6. Résultats des calculs Plaxis 2d

Les sorties présentées ci-après donnent les valeurs des déplacements pour les phases suivantes :

- Déblai à 30,5 NGF
- Déblai à 27,0 NGF
- Déblai à 24,5 NGF
- Déblai à 22,0 NGF
- Déblai à 20,4 NGF

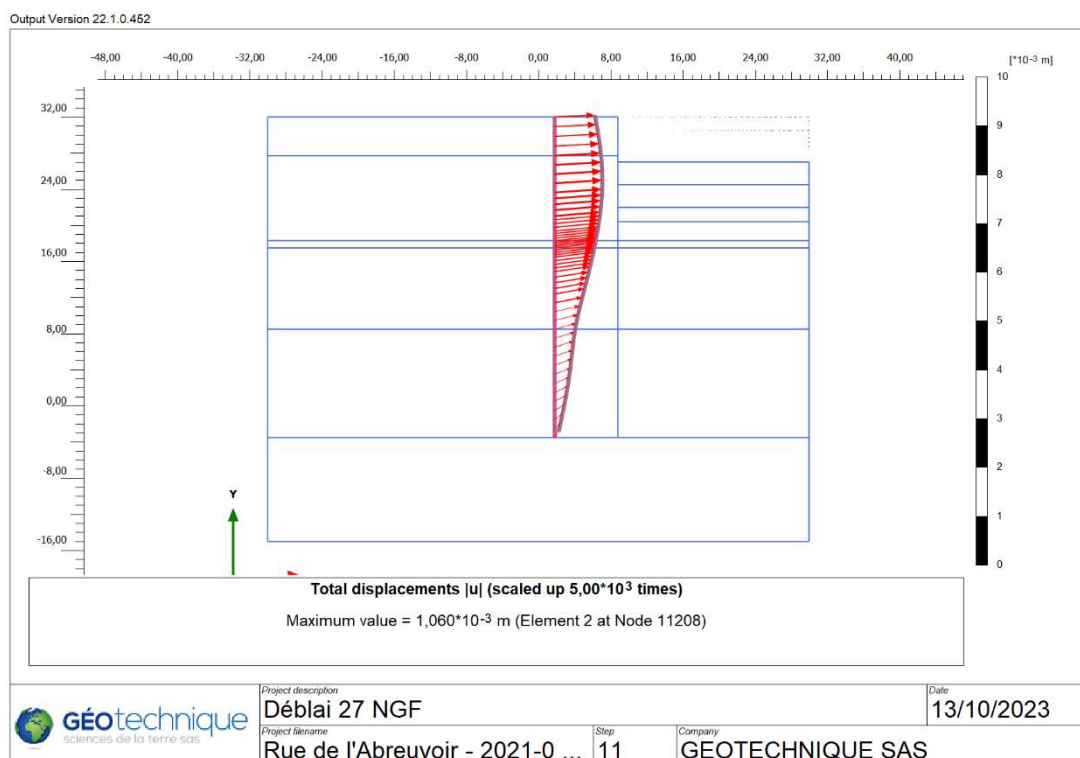
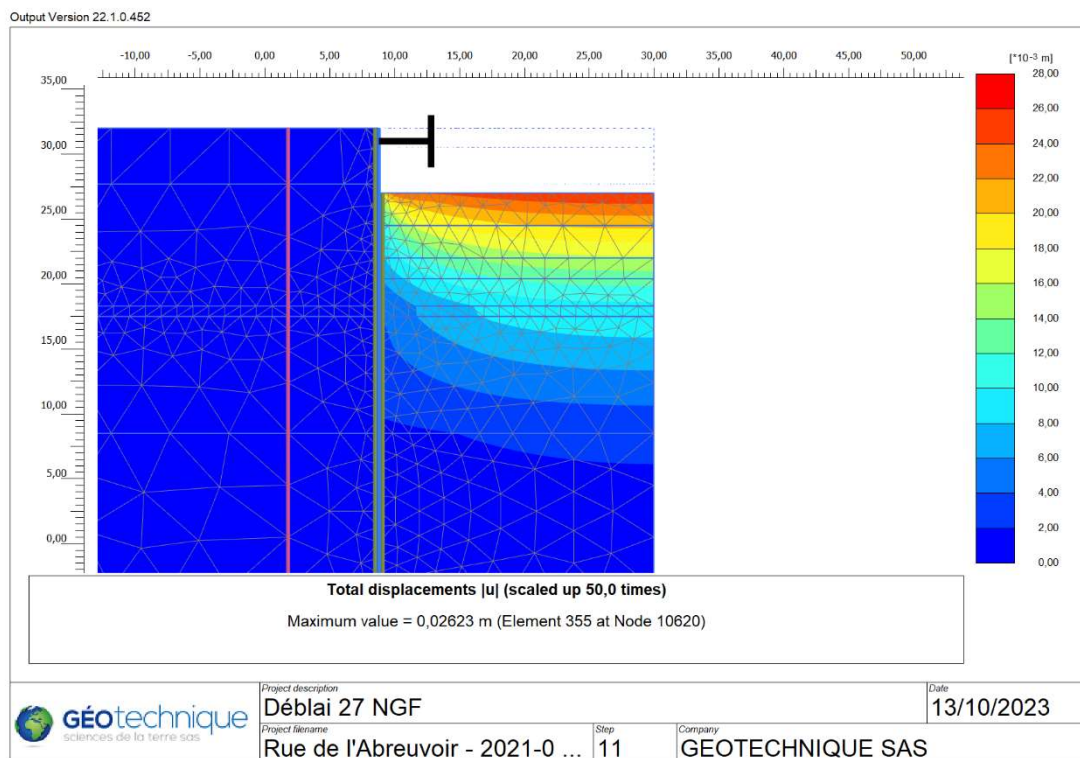
➤ Déblai 30,5 NGF

On constate des déplacements négligeables de l'ordre de 2 mm au niveau des pieux.



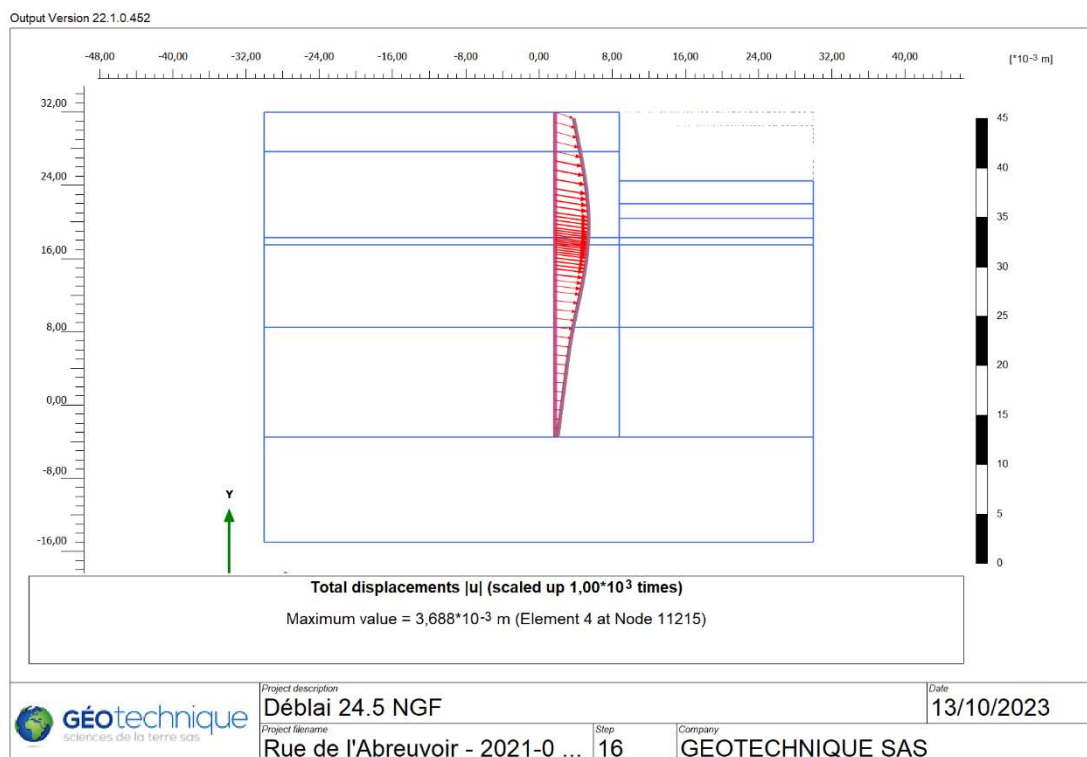
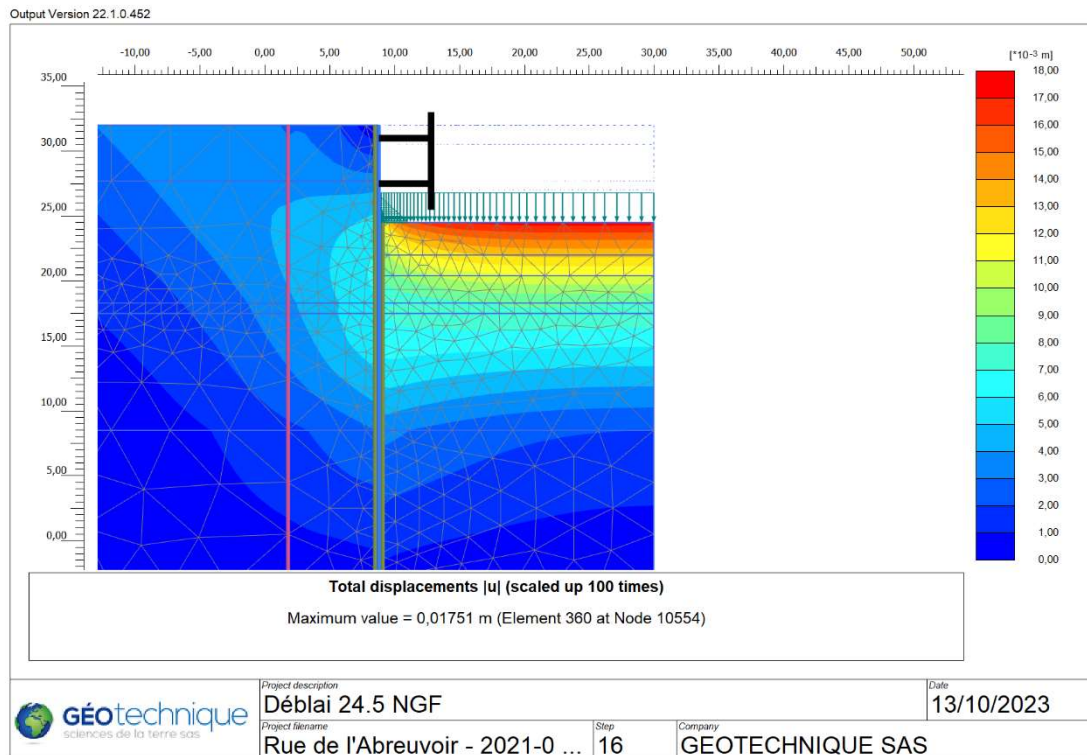
➤ Déblai 27,0 NGF

On constate des déplacements négligeables de l'ordre de 1 mm au niveau des pieux.



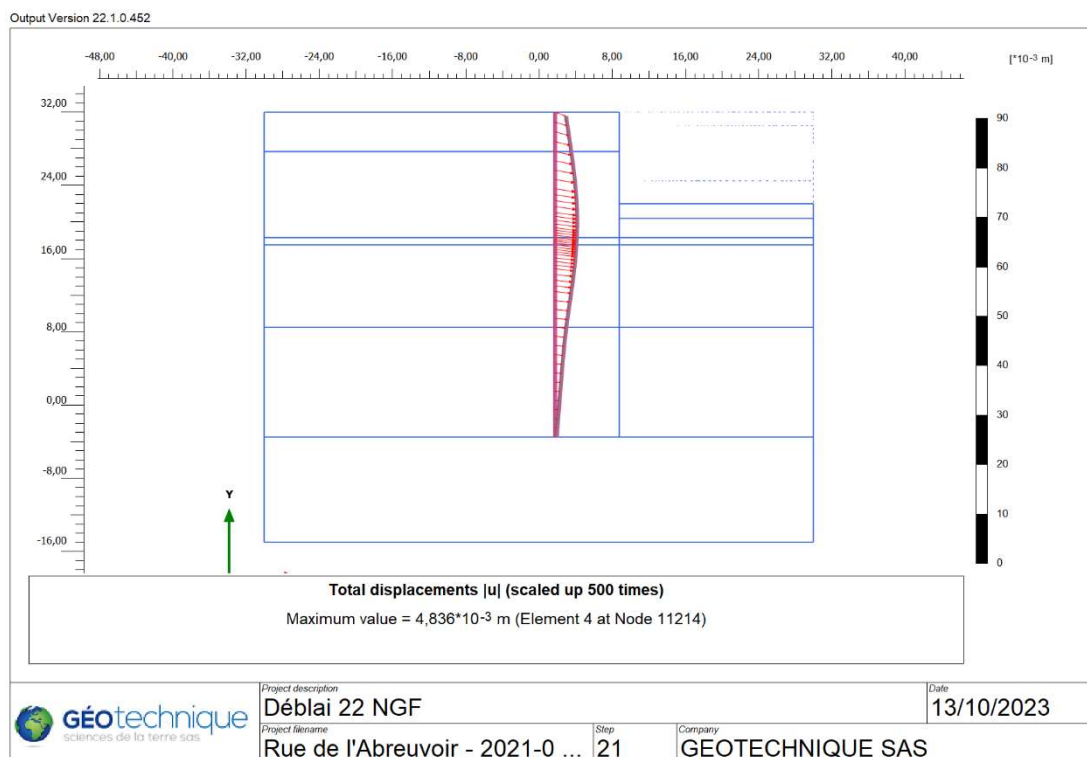
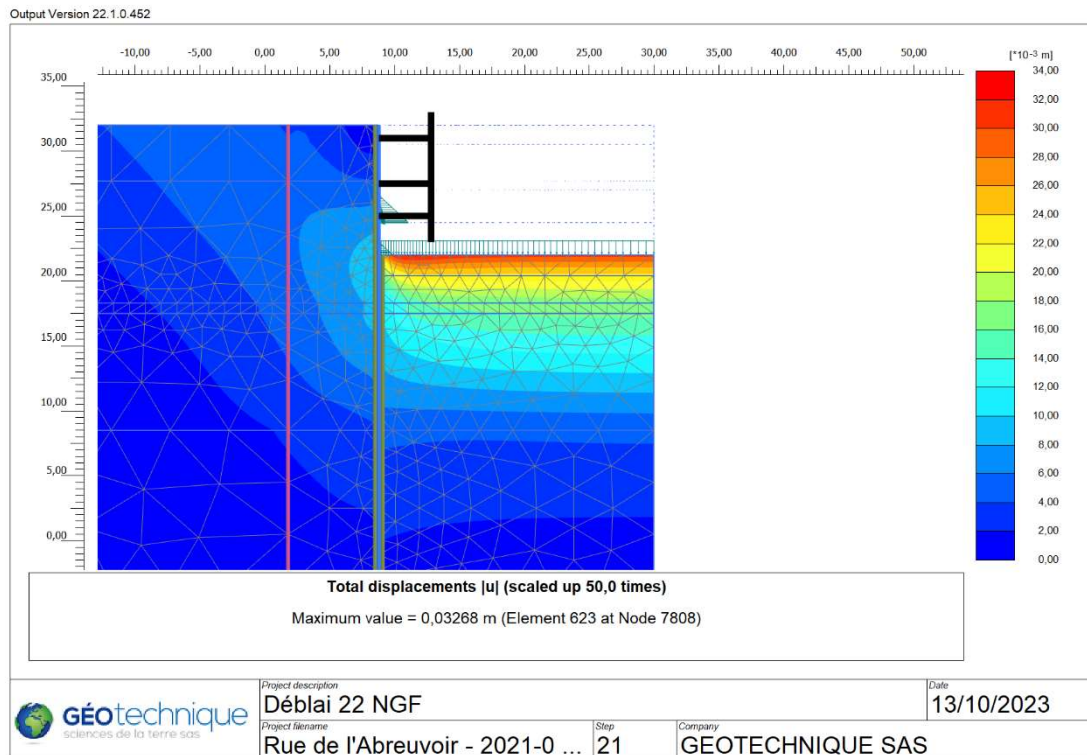
➤ Déblai 24,5 NGF

On constate des déplacements (essentiellement horizontaux) de l'ordre de 4 mm au niveau des pieux.



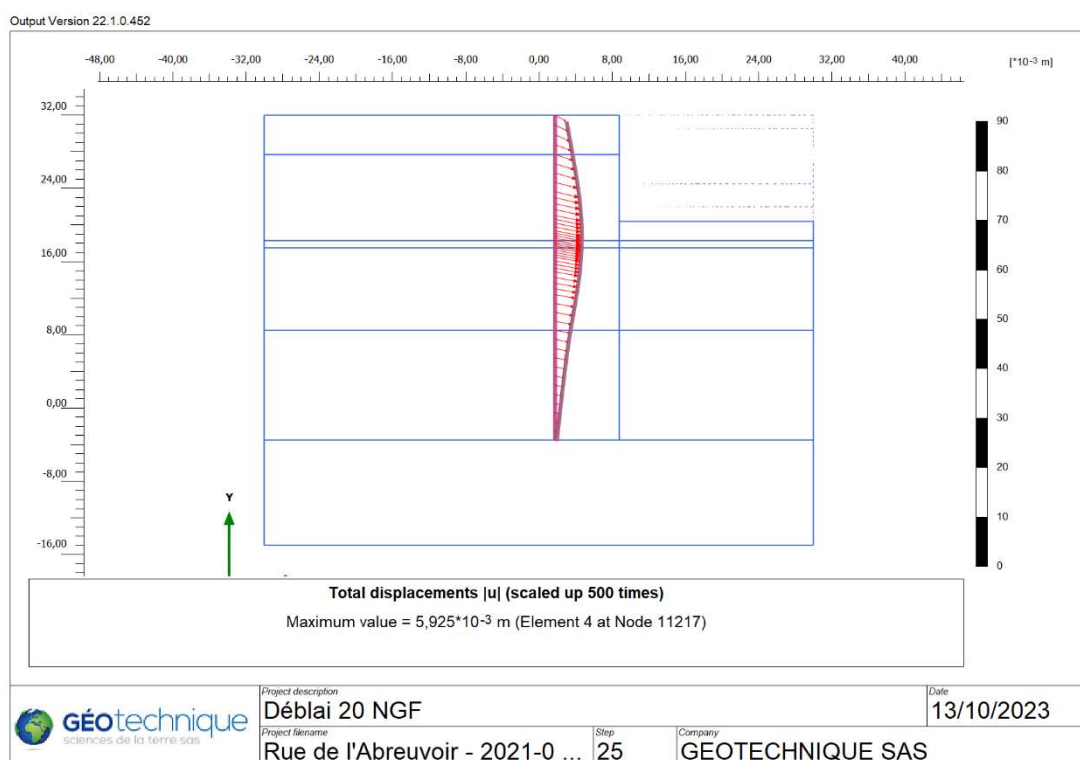
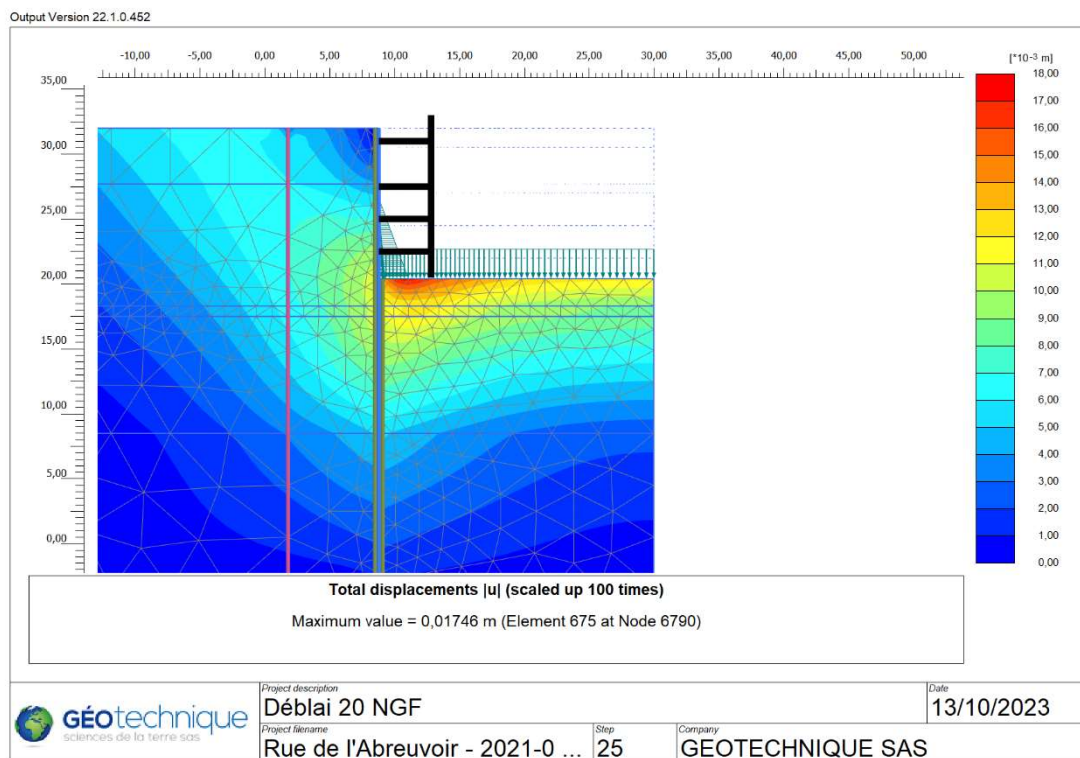
➤ Déblai 22,0 NGF

On constate des déplacements (essentiellement horizontaux) de l'ordre de 5 mm au niveau des pieux.



➤ Déblai 20,4 NGF

On constate des déplacements (essentiellement horizontaux) de l'ordre de 6 mm au niveau des pieux.



Les déplacements relatifs entre les pieux et le sol étant faibles (inférieurs à $B/100$), le frottement négatif associé est négligeable.

Il appartient au gestionnaire de l'ouvrage de fournir les critères de déformations admissibles au niveau de son ouvrage.

Le calcul réalisé en déformation plane est sécuritaire vis-à-vis de la configuration réelle du site et notamment l'effet 3D au niveau de l'angle du projet qui n'est pas modélisé. Une modélisation 3D permettra de préciser ces déformations.

Plusieurs possibilités sont envisageables pour réduire l'amplitude si les déformations s'avéraient toujours trop importantes :

- Augmenter la raideur et le nombre de butons à l'angle Nord-Ouest
- Décaler l'emprise du projet pour s'éloigner de l'ouvrage existant.

6. IMPACT DU RABATTEMENT DE NAPPE

6.1. Principe

Une étude hydrogéologique a été réalisée afin d'établir les conditions de rabattement de la nappe dans l'emprise du projet. Cette étude a été réalisée sur une géométrie différente en termes de fiche de paroi (-1 m NGF).

Selon cette étude, le rabattement de la nappe à 20 NGF dans l'emprise de la fouille à l'abri de l'enceinte en paroi moulée ancrée à la cote -1 NGF va engendrer un rabattement de la nappe de 2 à 4 m sous l'A13 avec un jeu de paramètres de perméabilité fiable pour les terrains alluvionnaires (données issues d'un essai de pompage) et un jeu de paramètres de perméabilité issu de la bibliographie pour la craie.

Au niveau de la craie, une analyse de la sensibilité du rabattement à la perméabilité de la craie a été réalisée.

Les résultats principaux sont les suivants :

- Pour une perméabilité moyenne de la craie ($k_h = k_v = 6.10^{-5}$ m/s) , l'amplitude du rabattement est de l'ordre de 2 à 4 m (nappe entre 22,6 et 24,6 NGF)
- Pour une perméabilité faible de la craie ($k_h = k_v = 1.10^{-7}$ m/s) , l'amplitude du rabattement est de l'ordre de 1 à 4 m (nappe entre 22,6 et 25,6 NGF) avec une réduction importante du rayon d'action

Ces valeurs s'entendent pour un niveau initial de la nappe à 26,6 NGF.

Le niveau bas historique sur le secteur a été établi à 23,4 NGF.

Dans ces conditions, les tassements liés au rabattement de la nappe vont se produire avec deux comportements différents au-dessus et au-dessous de ce niveau bas historique :

- Pour les terrains au-dessus de 23,4 NGF, le terrain a déjà connu cette situation, les tassements seront donc calculés avec des modules de recompression ($E_r = 3 E_m$)
- Pour les terrains sous 23,4 NGF, la situation est nouvelle, les tassements seront calculés avec les modules pressiométriques E_m

L'évolution de la longueur de la fiche de la paroi (-12 NGF) soit 11 m de plus, va significativement allonger le chemin hydraulique pour réalimenter la fouille et donc réduire le rayon d'action autour de la fouille. L'amplitude du rabattement sera inférieure à 2 m sous les ouvrages de l'A13 ce qui implique un niveau de nappe déjà connu par les sols en place.

6.2. Calculs

La contrainte appliquée pour les calculs correspond à l'augmentation de contrainte effective dans les formations concernées.

Pour des rabattements compris entre 1 et 2 m d'amplitude avec une nappe initiale à 26,6 NGF, la cote de rabattement évolue entre 23,6 NGF et 25,6 NGF. Les formations compressibles concernées sont :

- Les alluvions modernes et la craie molle pour le modèle Ouest
- La craie molle pour le modèle Est

Avec la géométrie de fiche allongée à -12 NGF, en considérant un rabattement maximal de l'ordre de 2 m, les tassements générés seront au maximum de l'ordre de 1 cm. Ces déformations faibles ne sont pas de nature à générer des désordres sur les ouvrages existants.

7. CONCEPTION DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES

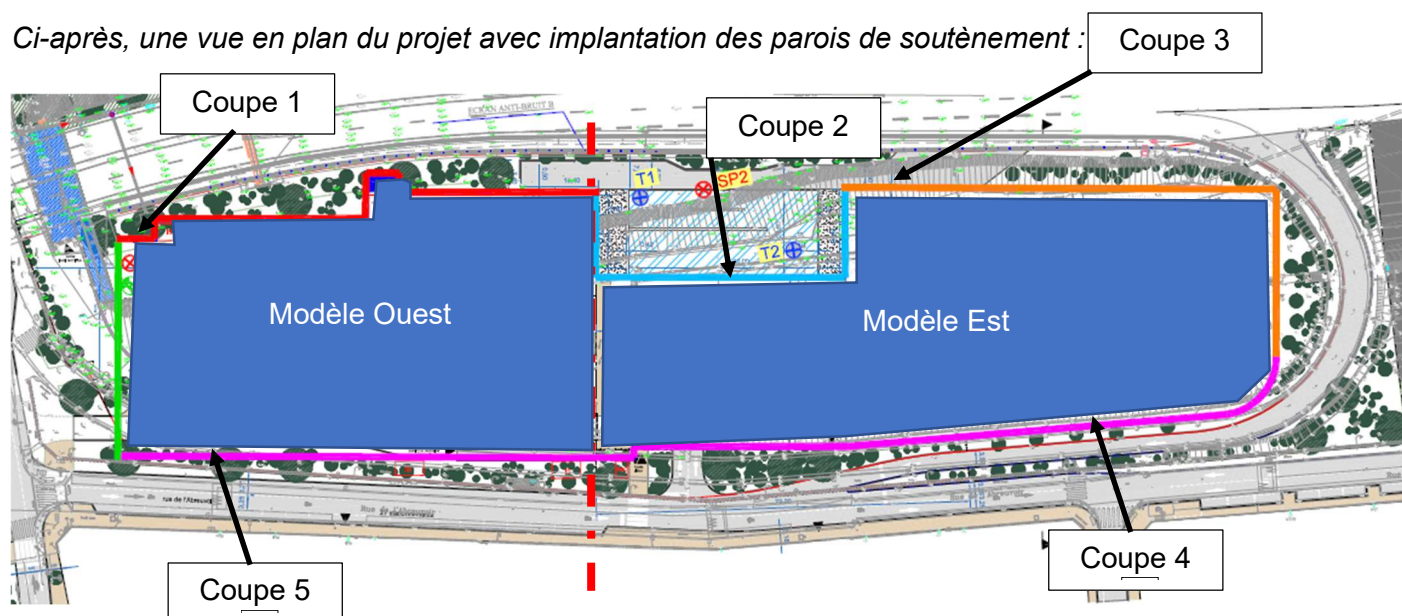
7.1. Phasage proposé

Le contexte géotechnique ainsi que les caractéristiques du projet induisent le phasage suivant des travaux :

- 1^{ère} phase : démolition partielle de la culée et soutènement provisoire autour de la culée existante ,
- 2^{ème} phase : soutènement des terres par paroi moulée sur la périphérie du projet y compris contre l'A13 en travaillant depuis le haut du talus (emprise suffisante sur la plateforme en tête de talus)
- 3^{ème} phase : réalisation des terrassements et préparation du niveau-bas
- 5^{ème} phase : réalisation des fondations

Le niveau le plus bas de terrassement considéré dans notre étude est calé à la cote 20 NGF soit 10 m sous le niveau moyen de la parcelle et jusqu'à 18 m sous le niveau du talus à l'arrière de la culée du viaduc.

Ci-après, une vue en plan du projet avec implantation des parois de soutènement :



7.2. Remarques importantes

Le phasage proposé tient compte des conditions géotechniques et de la configuration du projet telle qu'elle nous est présentée avec toutes les hypothèses retenues par défaut.

Dans le cas où le phasage des travaux différerait de celui présenté précédemment, cela peut donner lieu à des adaptations techniques plus ou moins importantes sur l'ensemble des ouvrages géotechniques. Le cas échéant, les incidences éventuelles devront être étudiées par le géotechnicien dans le cadre d'un complément de mission G2 PRO (avant lancement de la phase DCE).

Les parois seront tirantées et non butonnées à la demande de la maîtrise d'ouvrage, en raison de la largeur importante entre parois et de l'absence d'appuis intermédiaires identifiés à ce jour.

Nota : la réalisation de parois tirantées implique que le projet dispose des autorisations de tréfonds en cas d'empiètement sur le voisinage. Dans le cas contraire, les ancrages doivent être remplacés par des butons ou dispositifs équivalents ayant généralement une incidence non négligeable sur le phasage des travaux en particulier dans la configuration géométrique du projet (très grande largeur de la fouille).

7.3. Soutènements

7.3.1. Principe général

En raison du contexte hydrogéologique, il s'agit de mettre en place des parois moulées pour soutenir les terres et étancher le plus possible les fonds de fouille.

7.3.2. Documents de référence / méthodes de calculs

Les documents de référence pour le dimensionnement des parois sont les suivants :

- La norme NF P94-282 relative aux « *Ouvrages de soutènement de type écran* »,
- L'Eurocode 8 (norme NF EN 1998-5 notamment) pour les justifications au séisme,
- La norme NF P94-262 relative aux « *Fondations profondes* » pour la justification en tant que fondations (parois définitives supportant le bâtiment).

Pour les parois auto-stables, on utilise une méthode de calcul à l'« *Équilibre Limite* » (MEL).

Pour les parois tirantées et butonnées, on utilise une méthode de calcul de type « *Intéraction Sol-Structure* » (MISS).

La méthode MEL consiste à modéliser l'ouvrage en utilisant les coefficients de réactions horizontaux des sols pour vérifier les éléments suivants :

- Les déplacements horizontaux avec un seuil critique de 30 mm proposé,
- La contrebutée d'équilibre des forces horizontales soit 20 % supérieure à la fiche de contrebutée ($f_b > 1.2 \times f_0$).

La méthode MISS (*Interactions Sol-Structure*) consiste à modéliser l'ouvrage en utilisant les coefficients de réactions horizontaux des sols pour vérifier les éléments suivants :

- Les déplacements horizontaux avec un seuil critique de l'ordre de 30 mm (à confirmer),
- Le rapport de butées (butée mobilisable $B_{m,d} > B_{t,d}$ butée mobilisée) :
 - En situation provisoire :
 - 1.5 soit $F < 0.67$ à l'ELS,
 - 1.1 soit $F < 0.91$ à l'ELU,
 - En situation définitive :
 - 2.0 soit $F < 0.50$ à l'ELS,
 - 1.4 soit $F < 0.71$ à l'ELU,
 - En situation sismique :
 - 2.0 soit $F < 0.67$ à l'ELS,
 - 1.4 soit $F < 0.91$ à l'ELU,

Les coefficients de poussée des terres K_0 (au repos), K_{aY} (poussée active), K_{pY} (butée) sont déterminés à partir des tables de KERISEL et ABSI avec :

- $\lambda = 0$ (soutènement vertical),
- $\beta = 0$ (terre-plein horizontal),
- $K_0 = 1 - \sin \varphi$.

Les coefficients de réactions horizontaux des sols sont déterminés à l'aide de la formule de Schmitt :

$$k_h = \frac{2(E_m/\alpha)^{4/3}}{E \cdot I^{1/3}}$$

Avec k_h : module de réaction horizontal, E_m : module pressiométrique, α : coefficient rhéologique du sol, $E \cdot I$: Module d'inertie de la paroi

Les calculs sont réalisés à l'aide du logiciel K-REA avec l'approche de calcul 2.

Les coefficients de sécurité partiels appliqués aux ELU sont les suivants :

	Coeff.	ELU Fondamental Approche 2	ELU Fondamental Approche 3
Poids propre du sol	γ_Y	1	1
Angle de frottement	$\gamma_{\tan \varphi'}$	1	1.25
Cohésion	$\gamma_{c'}$	1	1.25
Limite élastique de l'acier	γ_{m0}	1	1
Limite de rupture de l'acier	γ_{m2}	1.25	1.25
Frottement latéral (avec essai)	γ_{qs}	1.4	1.1
Frottement latéral (sans essai)	γ_{qs}	1.8*	1.4*
Charges structurelles permanentes défavorables	γ_{Gsup}	1.35	1.35
Charges structurelles permanentes favorables	γ_{Ginf}	1	1
Charges structurelles variables	γ_{Qsup}	1.5	1.5
Résistance des ancrages scellés	γ_a	1.1	1
Résistance des terres (butée)	$\gamma_{R,b}$	1.4	1
Résistance au cisaillement des terres (stabilité générale)	$\gamma_{R,e}$	1.1	1

L'ensemble des calculs est effectué en utilisant les coefficients de sécurité de l'approche 2.

Pour la justification des parois en tant que fondations de la structure du bâtiment, compte tenu des investigations réalisées dans le cadre de la mission G2 AVP et du contexte géotechnique, nous proposons d'utiliser la méthode de calcul dite du « modèle de terrain » conformément à la norme NF P94-262 tout en retenant des paramètres de sol moyen représentatifs. Par ailleurs, l'approche de calcul 2 est retenue.

Les justifications suivantes doivent être menées :

- À l'ELU :
 - Vérification de la portance,
 - Vérification de la résistance structurale sous charges verticales et efforts horizontaux,
 - Admissibilité des déplacements et du flambement.

- À l'ELS :
 - Vérification de la portance,
 - Admissibilité des déplacements et du flambement.

Les calculs relatifs aux fondations profondes sont effectués à l'aide du logiciel FOXTA.

En complément de ces calculs, une modélisation aux éléments finis 2D a été réalisée sur les coupes 1 à 3 pour vérifier l'amplitude des déformations sous la plateforme autoroutière.

7.3.3. Caractéristiques des matériaux

7.3.3.1. *Paroi moulée*

Les matériaux retenus pour la conception des parois moulées sont les suivants :

- Epaisseur : 1000 mm
- Module d'élasticité du béton armé :
 - $E_b = 10\,000$ MPa à long terme,
 - $E_b = 20\,000$ MPa à court terme,
- Produit d'inertie EI : $833\,333$ kN.m² à long terme et $1\,666\,667$ kN.m² à court terme.

Pour les ouvrages définitifs, la corrosion des aciers doit être prise en compte sauf dans le cas où l'enrobage serait supérieur à 5 cm.

7.3.3.2. *Paroi berlinoise*

Les matériaux retenus pour la conception de la paroi berlinoise sont les suivants :

- Diamètre des forages : 500 mm
- Profilés : HEM 300
- Entraxe : 2,5 m
- Module d'élasticité : $210\,000$ MPa
- Produit d'inertie EI : 49728 kN.m² à long terme.

7.3.3.3. *Tirants pour la paroi moulée*

Les tirants seront scellés dans les Remblais autoroutiers, les Alluvions Anciennes et la Craie molle selon les secteurs.

Le dimensionnement des tirants d'ancrage sera fait suivant les recommandations de l'Eurocode 7 et les recommandations TA2020

7.3.3.4. *Résistance de la structure*

Les tirants sont constitués de câbles précontraints de haute limite élastique :

- 8 câbles T15
- limite élastique conventionnelle à 0.1 % : $f_{p;k} = 1670$ MPa
- section $A_s = 8 \times 140 = 1120$ mm²

Pour démontrer qu'un tirant supportera un effort de traction avec une sécurité adéquate vis-à-vis d'une rupture de sa structure, on doit vérifier l'inégalité suivante :

$$P_d < R_{t;d} / \gamma_{Rd}$$

avec $\gamma_{Rd} = 0.85$ (tirants actifs provisoire – durée de vie < 2 ans + protection contre les corrosions)

$$P_d = \begin{cases} 1,35 P_k & \text{à partir des situations de calcul ELS} \\ P_k & \text{à partir des situations de calcul ELU et ELA} \end{cases}$$

La valeur de calcul de la résistance à la traction d'un tirant en acier de précontrainte doit être déterminée à partir de l'expression suivante :

$$R_{t;d} = f_{p;k} A_s / \gamma_s \quad \text{avec } \gamma_s = 1.15$$

Dans le cas de tirants provisoire on vérifiera donc $P_k < f_{p;k} A_s / (\gamma_s \times \gamma_{Rd} \times 1.35) \# 0.76 f_{p;k} A_s = 1420 \text{ kN}$

Le nombre de torons à prévoir par profil de calcul va dépendre des besoins en raideur de chaque lit de tirants pour assurer des déformations acceptables du soutènement.

A ce stade tous les tirants considérés ont la même section et les caractéristiques de résistance à la traction.

7.3.3.5. **Résistance de calcul à l'arrachement**

La longueur de scellement est donnée par (NF P94-282 Annexe H) :

$$L = \frac{R_{a,d}}{q_s \cdot \pi \cdot \alpha_s \cdot D} > \frac{\gamma_a \cdot \gamma_{Rd} \cdot P_{ELU}}{q_s \cdot \pi \cdot \alpha_s \cdot D}$$

Avec :

P_{ELU} : effort maximal ELU issu du calcul K-REA

γ_a : facteur partiel pour la résistance de l'ancrage, ici 1,1.

γ_{rd} : facteur de modèle, ici 1,4.

q_s : frottement latéral unitaire pour une injection de type IRS, $q_s = 0.1 \text{ PI}^* + 0.05$ soit :

- 130 kPa dans les remblais
- 110 kPa dans les alluvions modernes
- 400 kPa dans les alluvions anciennes
- 150 kPa dans la craie molle.
- **Des essais seront à réaliser au démarrage des travaux pour définir la valeur à retenir pour le dimensionnement définitif dans chaque formation d'ancrage.**

D : diamètre du forage, ici 152 mm

α_s : coefficient de majoration du diamètre pour une injection de type IRS, ici 1,4.

7.3.3.6. **Butons métalliques**

Les butons métalliques seront des tubes aciers nuance S235 considérés comme bi-articulés sur les parois et soumis à un effort axial, à leurs poids propre et à des variations de températures en dilatation ou en compression.

Ils devront être vérifiés suivant l'Eurocode 3.

7.3.3.7. **Raideurs des appuis**

Les soutènements sont stabilisés soit par des tirants, soit par des dalles. Leur rigidité vaut :

$$K = E \times S / L$$

$L_u = L_{\text{butons}}/2$ pour les planchers et les butons métalliques, à ce stade pour un chargement symétrique (point de déplacement nul au centre du buton)

$L_u = L_{\text{libre}} + L_{\text{scellée}} / 2$ pour les tirants

E = module d'Young du matériau

S = section du matériau

7.3.4. **Paroi moulée**

7.3.4.1. **Surcharges**

Les surcharges suivantes ont été retenues pour prendre en compte les conditions de mitoyenneté :

- Coupe 1 : 20 kPa à 6 m de la paroi pour tenir compte de l'autoroute A13,
- Coupe 2 : 50 kPa contre la paroi pour tenir compte du bassin,
- Coupe 3 : 20 kPa à 8 m de la paroi pour tenir compte de l'autoroute A13,
- Coupe 4 : 20 kPa à 1 m de la paroi pour tenir compte de la bretelle de l'A13,
- Coupe 5 : 20 kPa à 2,5 m de la paroi pour tenir compte de la rue de l'Abreuvoir,

Ces surcharges sont très théoriques et devront être confirmées ou adaptées.

7.3.4.2. **Justifications des profils de paroi**

7.3.4.3. **Caractéristiques géométriques retenues**

Les caractéristiques géométriques de la paroi retenue sont indiquées dans le tableau suivant, la fiche mécanique sera descendue d'au moins 5 m dans la craie fracturée (+3.5 m NGF prise en compte dans les calculs suivants) et la fiche hydraulique devra atteindre -12 m NGF :

Référence de profil – Zone Ouest	1	5
Avoisinant	A13	Rue abreuvoir
Cote retenue en tête de paroi (en m NGF)	+38	+30
Niveau retenu de l'avoisinant (en m NGF)	+38	+30
Fond de fouille retenu (en m NGF)	+20.4	+20.4
Hauteur de la paroi (m)	17.6	9.6
Cote d'assise de la paroi fiche mécanique (en m NGF)	+3.5	+3.5
Cote d'assise de la paroi fiche hydraulique (en m NGF)	-12.0	-12.0
Nombre de lits de tirants	5	2
Espacement horizontal des tirants (en m)	1 à 2	2
Inclinaison / horizontale (°)	20 à 30	30

Référence de profil – Zone Est	2	3	4
Avoisinant	Bassin	A13	Bretelle
Cote retenue en tête de paroi (en m NGF)	+32	+34	+30
Niveau retenu de l'avoisinant (en m NGF)	+29.9	+34	+30
Fond de fouille retenu (en m NGF)	+20.4	+20.4	+20.4
Hauteur de la paroi (m)	11.6	13.6	9.6
Cote d'assise de la paroi fiche mécanique (en m NGF)	+3.5	+3.5	+3.5
Cote d'assise de la paroi fiche hydraulique (en m NGF)	-12	-12	-12
Nombre de lits de tirants	2	2	2
Espacement horizontal des tirants (en m)	30	30	30

A ce stade le nombre de lits de tirants et leur organisation spatiale dans la fouille ne sont pas étudiés précisément faute d'informations précises sur les avoisinants. Des ajustements d'inclinaison, de longueur et de position seront nécessaires une fois ces informations connues et le projet plus avancé.

Le tableau suivant donne pour chaque coupe les longueurs utiles et longueurs de scellement des tirants :

Coupe	1	2	3	4	5
Cotes lit (m NGF)	36.5 32.5 28.0 25.0 22.5	33.5 (berlinoise) 29.0 26.0 23.0	31.5 26.0	29.0 24.5	29.0 24.5
Longueur libre (m)	15.0 28.0 20.0 15.0 10.0	7.0 (berlinoise) 20.0 20.0 14.0	25.0 20.0	18.0 12.0	20.0 14.0
Longueur scellé (m)	15.0 15.0 14.0 14.0 14.0	5.0 (berlinoise) 8.0 8.0 8.0	5.0 5.0	8.0 8.0	8.0 8.0

7.3.4.4. **Phasage de la paroi**

Le phasage suivant est proposé, les cotes des tirants sont à adapter :

- Travaux préparatoires pour plateforme de travail paroi moulée (cote variable)
- Réalisation de la paroi moulée jusqu'à la cote -12 NGF (fiche hydraulique),
- Réalisation des passes de terrassements jusqu'à 0.5 m sous le niveau des tirants puis réalisation des tirants et activation de la précontrainte jusqu'à atteindre le fond de fouille. Le niveau d'eau est rabattu au fur et à mesure de la descente des terrassements dans la fouille.
- Une fois au fond, les planchers sont activés et les tirants ensuite désactivés.
- Une dernière phase de fluage est prise en compte à partir du niveau EE à 28.71 NGF

7.3.4.5. **Modèle spécifique aux éléments finis**

Les modèles géotechniques types définissant les caractéristiques mécaniques des différentes formations reconnues sont ainsi résumés dans les tableaux suivants :

Modèle Ouest										
N°	Nature du sol	E_M (MPa)	α	Modèle sol	E_0	E_{ur}	ν	Caractéristiques géomécaniques*		
					(MPa)	(MPa)		γ_h (kN/m³)	c' (kPa)	ϕ' (°)
S1	Remblais	11	0,5	HSM	44	132	0,3	19	0	28
S2	Alluvions modernes	5	0,67	HSM	15	45	0,3	18	2	30
S3	Alluvions anciennes	23	0,33	HSM	138	414	0,3	19	0	33
S4a	Craie molle	7	0,5	HSM	28	84	0,3	17	2	30
S4b	Craie fracturée	24	0,5	HSM	96	288	0,3	18	15	35
S4c	Craie rocheuse	150	0,5	HSM	600	1800	0,3	18	25	35
S4d	Craie rocheuse très peu perméable	150	0,5	HSM	600	1800	0,3	18	25	35

$$E_0 = \frac{k E_M}{\alpha} \text{ avec } k = 2 \text{ et } E_{ur} = 3 E_0$$

Modèle Est										
N°	Nature du sol	E_M (MPa)	α	Modèle sol	E_0	E_{ur}	ν	Caractéristiques géomécaniques*		
					(MPa)	(MPa)		γ_h (kN/m³)	c' (kPa)	ϕ' (°)
S1	Remblais	9	0,5	HSM	36	108	0,3	19	0	28
S2	Alluvions modernes	3	0,67	HSM	9	27	0,3	18	2	30
S3	Alluvions anciennes	43	0,33	HSM	258	774	0,3	19	0	33
S4a	Craie molle	12	0,5	HSM	48	144	0,3	17	2	30
S4b	Craie fracturée	29	0,5	HSM	116	348	0,3	18	15	35
S4c	Craie rocheuse	150	0,5	HSM	600	1800	0,3	18	25	35
S4d	Craie rocheuse très peu perméable	150	0,5	HSM	600	1800	0,3	18	25	35

$$E_0 = \frac{k E_M}{\alpha} \text{ avec } k = 2 \text{ et } E_{ur} = 3 E_0$$

7.3.4.6. **Résultats**

Les notes de calculs sont insérées en annexe.

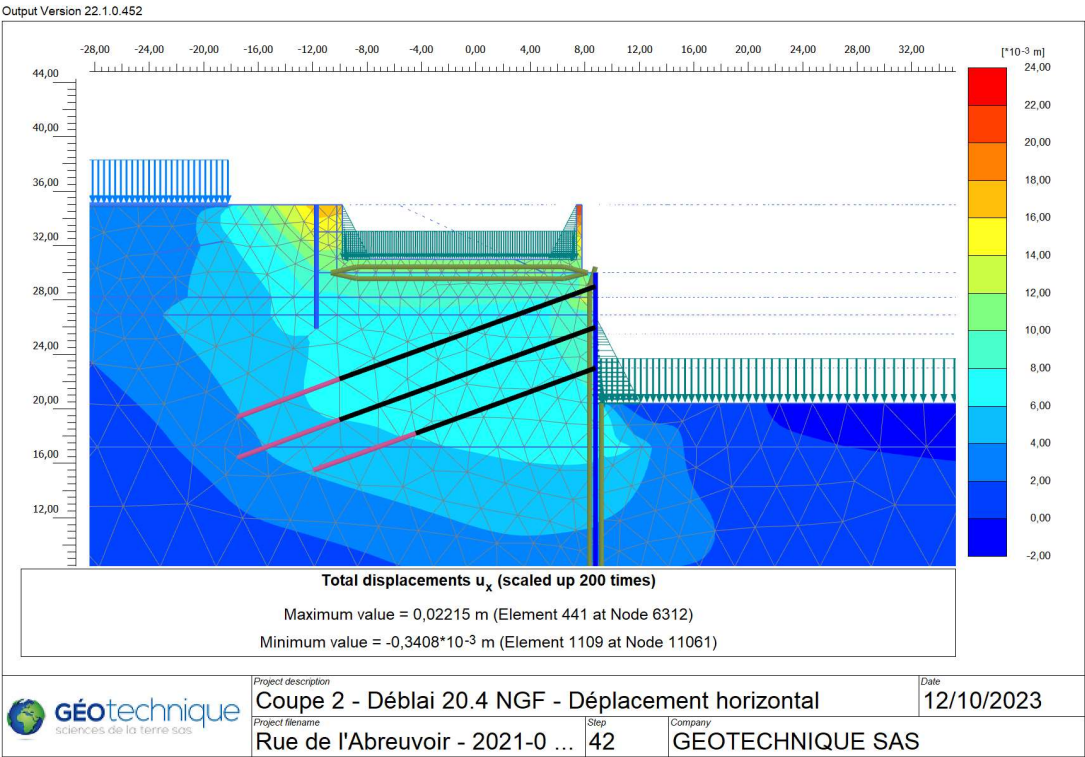
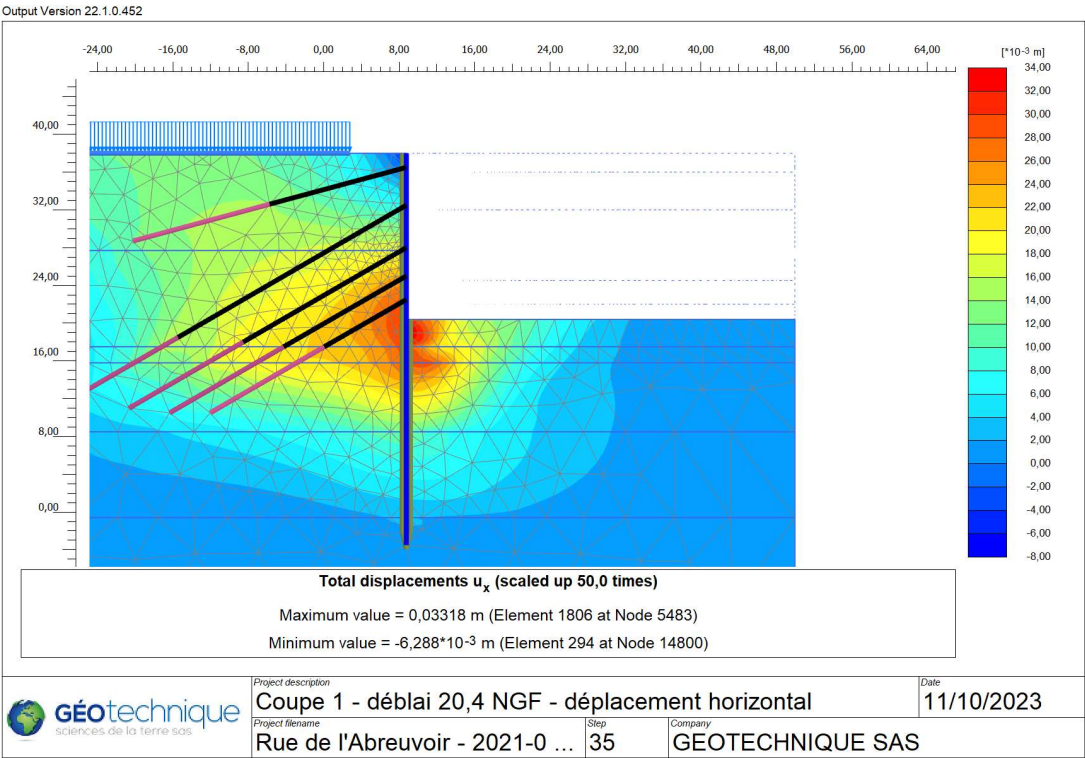
Les résultats principaux sont indiqués dans le tableau suivant :

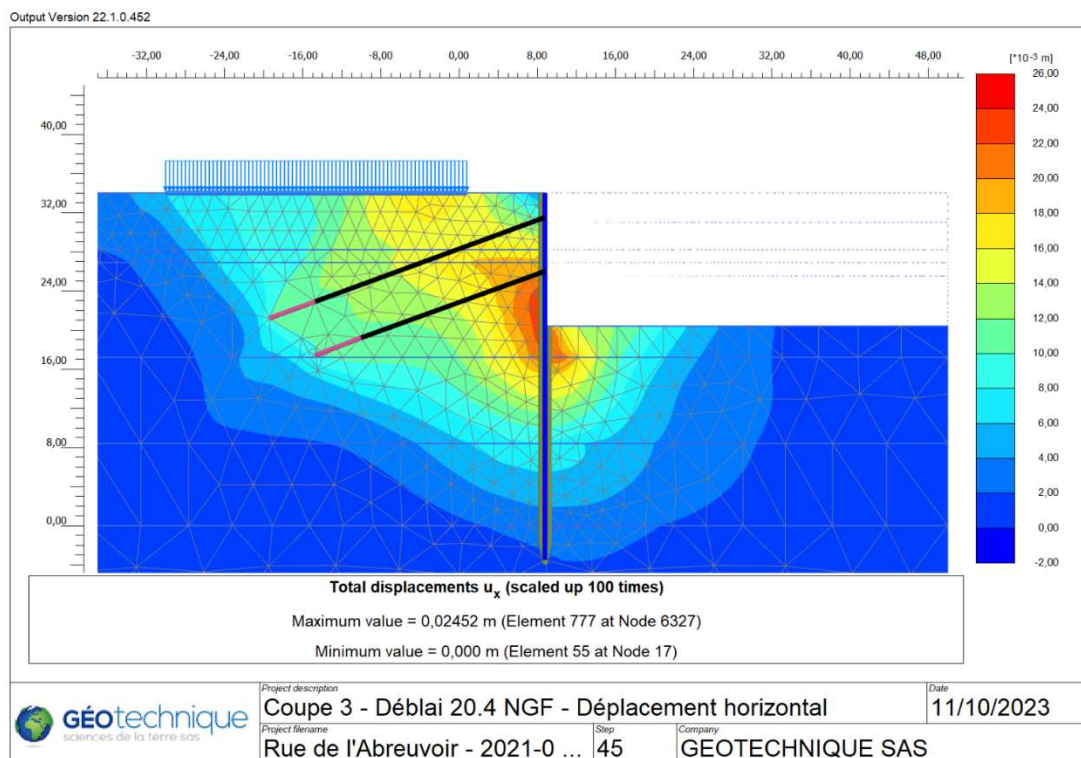
Profil	Déformée max. (mm)	M_{ELU} (kN.m/m)	V_{ELU} (kN.m)	Effort max ELU tirant (kN/ml)	Rapport de butée min.
1	29,8	1355	642	675	2,4 > 2,0
2	26,0	1122	316	205	2,9 > 2,0
3	21,8	1250	424	400	2,7 > 2,0
4	20,5	898	279	224	3,1 > 2,0
5	21,6	1217	344	275	5,2 > 2,0

M_{ELU} V_{ELU} : Moment fléchissant et effort tranchant maximum à l'ELU

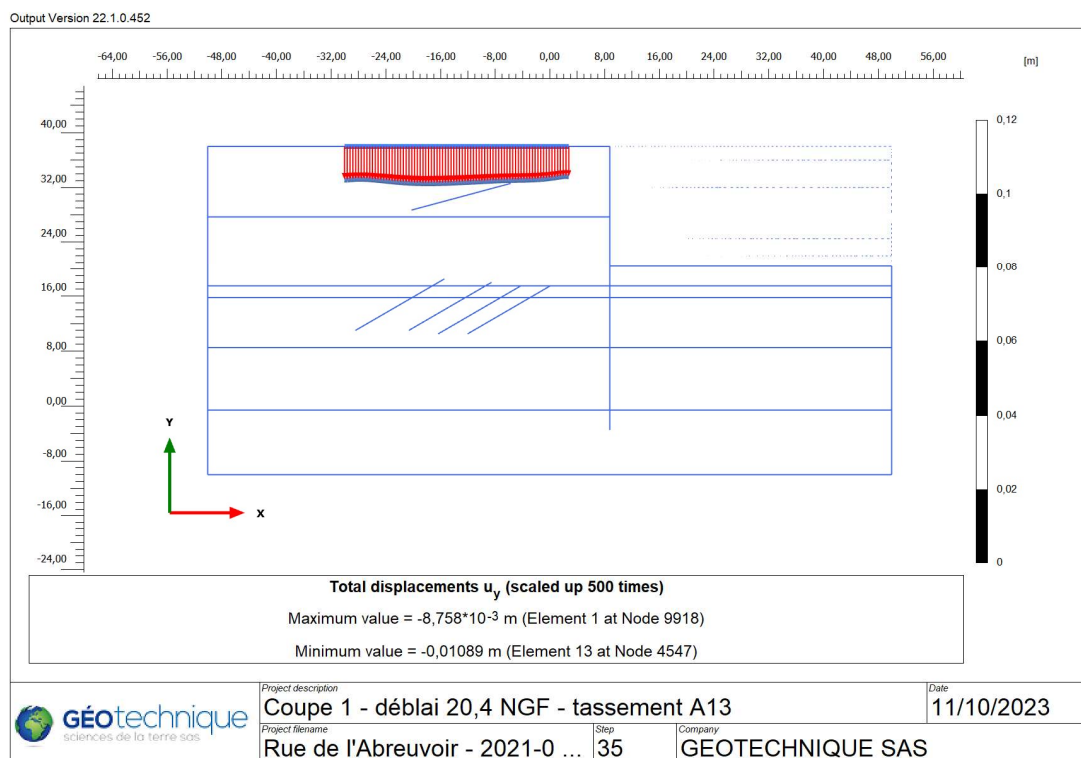
Les modélisations pour les coupes 1, 2 et 3 sont réalisées le modèle Ouest pour la coupe 1 et Est pour les coupes 2 et 3.

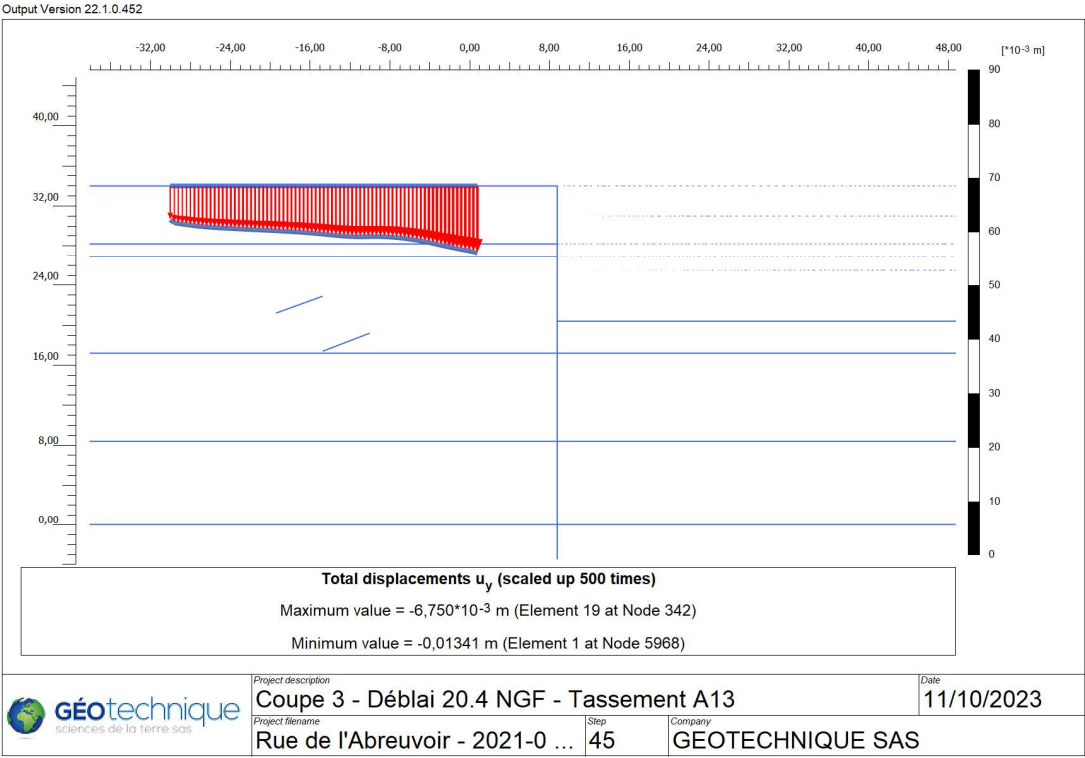
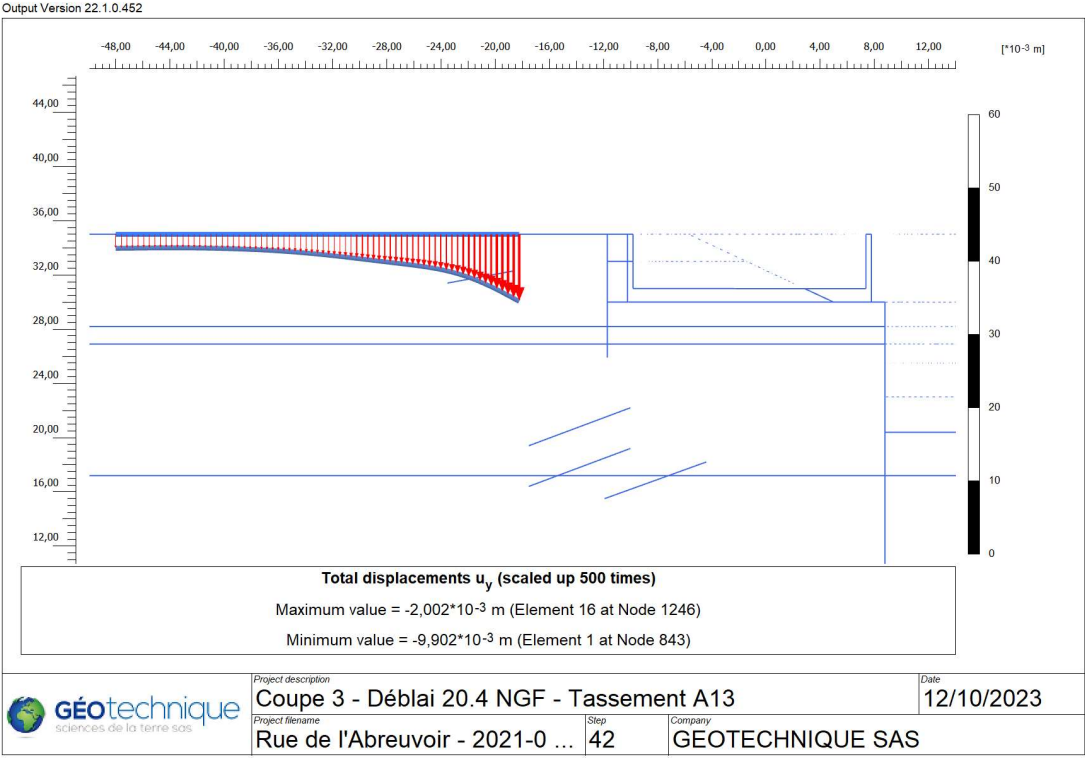
Les déformations horizontales du massif de sol à la fin du creusement (déblai niveau 20,4 NGF) sont fournies ci-après, elles montrent des déplacements d'un ordre de grandeur similaire aux résultats des calculs sous K-REA :





On observe des tassements maximaux de 10 à 13 mm sous la plateforme autoroutière, les déformations paraissent acceptables pour une plateforme autoroutière.





L'admissibilité des valeurs de déformations obtenues doit être vérifiée par les organismes gestionnaires des ouvrages avoisinants.

7.3.5. Paroi berlinoise contre l'A13 au niveau du bassin

7.3.5.1. *Surcharges*

Les surcharges suivantes ont été retenues pour prendre en compte les conditions de mitoyenneté :

- Coupe B : 20 kPa à 6 m de la paroi pour tenir compte de l'autoroute A13,

Ces surcharges sont très théoriques et devront être confirmées ou adaptées.

7.3.5.2. *Caractéristiques géométriques retenues*

Les caractéristiques géométriques de la paroi retenue sont indiquées dans le tableau suivant :

Référence de profil	2
Cote retenue en tête de paroi (en m)	+36,5 max.
Niveau retenu de l'avoisinant (en m)	+36,5 max.
Fond de fouille retenu (en m)	+29.9
Hauteur de la paroi (m)	6,6 max
Cote d'assise des pieux (en m)	+25,9
Longueur des pieux (en m)*	10,6
Nombre de lits de tirant précontraints	1

*longueur minimale pour la résistance à la butée et la stabilité du soutènement en phase provisoire

7.3.5.3. *Phasage de la paroi*

Le phasage suivant est proposé :

- Mise en place des profilés type HEM300
- Réalisation des terrassements jusqu'à 33,0 NGF
- Réalisation des tirants précontraints à 33,5 NGF
- Réalisation des terrassements jusqu'à 29,9 NGF

7.3.5.4. *Résultats*

Les notes de calculs sont insérées en annexe.

Les résultats sont indiqués dans le tableau suivant :

<i>Déformée max.</i>	<i>M_{ELU} (kN.m/m)</i>	<i>V_{ELU} (kN.m)</i>	<i>Rapport de butée min.</i>
6 mm	75	75	2,9 > 1,5

M_{ELU} V_{ELU}: Moment fléchissant et effort tranchant maximum à l'ELU

7.4. Préparation du niveau-bas

Compte tenu de la nécessité de butonner le pied des parois en phase définitive, un radier général est à prévoir en partie basse en zone Est sur les alluvions anciennes et un plancher porté est à prévoir dans la zone Ouest sur les alluvions modernes.

Les conditions de mise en œuvre de ces niveaux-bas est indiquée dans les paragraphes suivants.

7.4.1. Structure d'assise du radier

La nature des terrains implique que la structure d'assise des radiers et les conditions d'exécution données ci-après sont valables uniquement dans des conditions météorologiques favorables (absence de précipitations et hors périodes pluvieuses).

D'autre part, les radiers doivent être coulés immédiatement après les terrassements, sauf éventuellement si la plateforme est protégée des intempéries.

La structure d'assise sera réalisée en respectant les précautions successives suivantes :

- Purge des poches molles résiduelles et des sols détériorés par les engins de terrassement ou les eaux de pluie (substitution par des matériaux de bonne qualité géotechnique convenablement compactés),

7.4.2. Contrôles d'exécution

Le module EV2 à obtenir sera de 50 MPa minimum sur l'assise du radier dans les alluvions anciennes avec un rapport $EV2/EV1 < 2$.

Si ces valeurs ne sont pas obtenues, des adaptations constructives seront à considérer (purge, couche de forme, géotextile, etc...) en phase travaux. Les solutions devront être données en fonction de la configuration du site et du projet en phase d'exécution dans le cadre d'une mission de type G3 ou G4.

7.5. Principes de fondations

Les modes de fondations suivants sont à prévoir :

- Paroi moulée en périphérie du projet
- Radier sous le bassin
- Pieux pour le reste du projet

Nous rappelons qu'au moment de la rédaction du rapport, aucunes données relatives aux charges et à l'agencement intérieur du projet n'était disponible. Une mise à jour du rapport sera nécessaire lorsque le projet aura été défini.

7.5.1. Fondation par radier général - bassin

7.5.1.1. *Documents de référence / Méthode de calcul*

Le document de référence pour le dimensionnement des fondations de type radier est la norme NF P94-261 de l'Eurocode 7.

La méthode de calcul consiste à vérifier que :

- Les conditions de sécurité vis-à-vis du glissement aux ELU et aux ELS (1),
- La portance du sol est suffisante à l'ELS (2),
- Les tassements sont acceptables à l'ELS (3).

Le point (1) ne peut être vérifié en l'absence des efforts horizontaux. Il appartient au BET Structure de vérifier que cette condition est assurée. Toutefois, le fait que le radier soit enterré, le risque de glissement peut être écarté.

Les points (2) et (3) sont abordés dans les paragraphes suivants.

7.5.1.2. *Conditions d'ancrage*

Le radier devra être assis dans les remblais au niveau du bassin

7.5.1.3. *Paramètres de prédimensionnement - portance*

Compte tenu de la nature des sols et du projet, la contrainte de service maximale à retenir est de **100 kPa à l'ELS** et donc 165 kPa à l'ELU d'après les recommandations de la norme NF P94-261 (Eurocode 7).

Cette contrainte est surabondante étant donné le projet.

7.5.1.4. *Paramètres de déformation et tassements*

Le tassement sous radier sera infracentimétrique pour une contrainte en sous-face du radier de 50 kPa (évaluation à partir du bicouche de Ménard).

A noter que les tassements ont été calculés en compression uniquement pour la totalité de la contrainte appliquée, ce qui est sécuritaire.

Les tassements calculés sont de l'ordre de 15 mm en bordure de radier et de 25 mm au centre. La raideur verticale à long terme sous le radier est de 2MPa/m.

7.5.2. Fondations profondes (norme NF P94-262)

Nous rappelons qu'en raison des conditions géotechniques rencontrées en zone Ouest, un mode de fondations profondes paraît nécessaire. Elles seront ancrées dans la craie fracturée à minima.

Nous rappelons aussi que les sols concernés par les fondations comportent des niveaux difficiles à traverser et/ou très indurés et que, pour assurer les ancrages nécessaires, les entreprises de pieux devront disposer des moyens puissants et aptes à forer dans ce type de terrains.

Nous rappelons que les descentes de charges du projet ne sont pas encore établies.

7.5.2.1. *Type de fondation profonde*

Le choix définitif du type de pieux devra être guidé par :

- Les valeurs de descente de charges du projet,
- La nature, la résistance et la tenue des sols en place devant être traversés par les pieux,
- La mauvaise tenue des alluvions modernes rencontrées,
- La présence de la nappe sur la hauteur prévisible des pieux,
- La nécessité d'assurer, dans le cas de pieux en béton, la qualité et la continuité du bétonnage.

Les pieux battus, préfabriqués ou vibro-foncés sont à exclure à proximité de bâtiments avoisinants en raison des vibrations provoquées.

A ce stade des études et pour les conditions géotechniques rencontrées, on peut envisager de réaliser des pieux de type foré à la tarière creuse de la classe n°2 et de catégorie n°6 selon la classification de la norme.

7.5.2.2. *Méthode et paramètres de calculs*

Les calculs de capacité portante sont effectués par la méthode pressiométrique contenue dans la norme NF P 94-262.

Les calculs sont conduits selon la procédure du « modèle de terrain ».

7.5.2.3. *Terme de pointe*

La contrainte de rupture sous la pointe est donnée par la formule : $q_b = K_{p_{\max}} \times p_{l^*e}$

- avec $p_{l^*e} = 2,1$ MPa dans la craie fracturée,
- et $K_{p_{\max}} = 1.6$

7.5.2.4. Terme dû au frottement latéral

Le frottement latéral unitaire q_s à considérer dans les calculs est donné dans le tableau ci-dessous :

Formation	Désignation	Courbe retenue	q_s retenu Ouest (kPa)	q_s retenu Est (kPa)
S2	Alluvions modernes	Q1	négligé	/
S3	Alluvions anciennes	Q2	168	170
S4a	Craie molle	Q3	117	145
S4b	Craie fracturée	Q3	166	169
S4c	Craie rocheuse	Q3	200	200

7.5.2.5. Ebauche dimensionnelle (pieux)

Sur la base des caractéristiques géotechniques et des paramètres de calcul retenus, nous avons évalué la portance de pieux isolés à l'aide du logiciel FOXTA en considérant une maille de 5x5 m sous l'ouvrage et les hypothèses de charge décrites précédemment.

Zone	Contrainte répartie ELS (kPa)	Contrainte répartie ELU (kPa)	Charge par pieu en kN	
			ELS	ELU
Sans superstructure	45	61	1125	1525
RDC	60	81	1500	2025
R+1	75	101	1875	2525

Le prédimensionnement a été effectué en prenant en compte uniquement les charges verticales. Nous considérons comme référence le niveau bas du projet à la cote +20.4 m NGF.

Le tableau inséré ci-après présente les résultats obtenus :

Modèle Ouest

Diamètre (m)	Profondeur (m)	Cote NGF en pointe	Capacités portantes en compression kN	
			$R_{c;cr;d}$ ELS Q.P.	$R_{c;d}$ ELU D.T
0.8	9.1	11.3	1148	1777
	11.6	8.8	1696	2698
	12.4	8.0	1948	3131

Modèle Est

Diamètre (m)	Profondeur (m)	Cote NGF en pointe	Capacités portantes en compression kN	
			$R_{c;cr;d}$ ELS Q.P.	$R_{c;d}$ ELU D.T
0.8	4.2	16.2	1194	1909
	6.7	13.7	1570	2447
	9.2	11.2	1946	2985

Remarques :

- Le dimensionnement des pieux sera à revoir dans une mise à jour de la G2 PRO en prenant en compte la descente des charges y compris les efforts horizontaux et moments en tête éventuels lors que le projet sera mieux défini.
- Les portances des pieux devront être vérifiées vis-à-vis des contraintes admissibles du béton de constitution.

7.5.2.6. **Conditions et précautions de réalisation des pieux**

Avant la construction des pieux, il conviendra de faire réaliser un pieu d'information, de préférence au droit d'un des sondages de reconnaissance, en vue de vérifier les caractéristiques des sols et les capacités des outils de forage utilisés par l'entreprise pour respecter les ancrages définis dans le projet de fondations.

Dans le cas de pieux en béton exécutés en place, l'entreprise devra intégrer toutes les sujétions liées aux surconsommations de béton et à la conservation de l'intégrité des pieux fraîchement réalisés. En particulier, on veillera au cheminement de la machine de forage sur la plate-forme pour éviter le cisaillement des pieux et au respect des distances minimales entre deux pieux voisins exécutés le même jour (influence du forage et du bétonnage sur le pieu voisin).

Dans le cadre du suivi d'exécution, l'entreprise devra faire des enregistrements de paramètres de forage et de bétonnage en continu ainsi que des prélèvements de sol. Ces éléments ainsi que d'éventuelles anomalies seront consignés dans des fiches de chantier établies par l'entreprise.

L'entreprise de fondations spéciales prendra toutes les mesures nécessaires pour ne pas déstabiliser les avoisinants.

Conformément aux prescriptions de la norme NF P94-262, les pieux en béton devront faire l'objet des contrôles d'intégrité par carottage sonique ou impédance mécanique selon le type de pieu retenu.

Enfin, les conditions d'exécution des pieux devront respecter les dispositions données dans le DTU 13.2 de mai 2020.

7.5.3. **Soulèvement UPL**

Le projet doit pouvoir supporter les sous-pressions jusqu'à la cote EE 28,71 NGF.

Les surcharges réparties apportées par le projet sont de 45 à 75 kPa selon les hypothèses retenues à ce stade.

Pour assurer la stabilité au soulèvement, il faut vérifier que les efforts stabilisateurs pondérés par un facteur 0,9 sont supérieurs aux efforts déstabilisateurs. Ici la contrainte liée aux sous-pression est de 87 kPa ce qui est supérieur aux charges apportées par le projet, il est donc nécessaire de prendre en compte des dispositions pour assurer la reprise des sous-pressions.

Le projet étant fondé sur pieux, ces derniers seront donc sollicités en traction pour assurer la stabilité.

La contrainte maximale à reprendre est : $87 - 45 \cdot 0.9 = 46.5$ kPa à répartir sur une maille de 5x5 m soit un effort maximal par pieu de 1162 kN (il s'agit d'une sollicitation de type ELU).

Le détail pour chaque zone et modèle est donné dans le tableau ci-dessous :

Zone	Charge ELS (kPa)	Charge pondérée (kPa)	Niveau EE (m NGF)	Sous pression (kPa)	Effort max/pieu (kN)	Cote ancrage (m NGF)	
						Est	Ouest
Sans superstructure	45	40,5	28,71	87,1	1165	14,7	10,3
RDC	60	54	28,71	87,1	827,5	16,7	12,3
R+1	75	67,5	28,71	87,1	490	17,9	14,8

Ces valeurs devront être recalculées lorsque le projet sera mieux défini.

7.6. Dispositions de drainage définitif

Une étude spécifique devra être menée dans le cadre des études ultérieures afin de définir les moyens de protection adéquates. Plusieurs solutions sont envisageables pour se prémunir contre l'action de l'eau (elles peuvent être cumulatives pour certaines d'entre elles) :

- Une étanchéité relative associée à des cunettes périphériques avec forme de pente et évacuation par pompage des eaux de suintement recueillies ;
- Un cuvelage étanche remonté de 0.5 m par rapport au niveau des PHE (cf. la norme NF P11-221-1 de mai 2000 paragraphe 4.11 – Travaux de cuvelage).

Les drainages seront raccordés à une évacuation adaptée (gravitaire ou pompe de relevage), et rejetés dans les réseaux sous réserve de l'autorisation des services compétents concernés.

Le maître d'ouvrage devra assurer un entretien régulier des ouvrages de drainage afin de garantir la pérennité de son fonctionnement.

Dans l'hypothèse où le Maître d'Ouvrage accepte la possibilité d'une inondation du sous-sol, des dispositions spécifiques devront être étudiées.

8. ALEAS RESIDUELS ET RISQUES ASSOCIES

A l'issue de la présente étude, les aléas et incertitudes géologiques subsistants concernent principalement :

- Les variations d'épaisseur des couches identifiées. Au stade de l'exécution, la supervision géotechnique doit intervenir pour vérifier la présence des sols conformes aux résultats des études, ou, à défaut, pour définir en coordination avec la Maîtrise d'œuvre, les adaptations à envisager.
- Le niveau effectif de la nappe en situation extrême (eaux hautes et eaux exceptionnelles) et en phase travaux. Les résultats de l'étude NPHE seront à intégrer lorsqu'ils seront disponibles.
- La présence de vestiges enterrés non identifiés. En cas de rencontre il faudra évaluer l'importance des vestiges en vue de déterminer les mesures à prendre.
- Le niveau d'assise des fondations des avoisinants au projet. Avant le début des travaux, ces niveaux d'assise devront être relevés par des reconnaissances complémentaires.
- Les éventuels remaniements du terrain ultérieurs à notre intervention.
- La définition du projet

Ces aléas et incertitudes résiduels peuvent présenter des risques pour le projet aussi bien en termes de coût que de délais. Ils peuvent être réduits par des investigations et prestations complémentaires tels que :

- Recherches historiques,
- Sondages complémentaires,

5. CONDITIONS GENERALES DE VALIDITE DU RAPPORT

Le présent rapport a été établi en fonction des données transmises. Il conclut la mission G2 PRO qui nous a été confiée par l'Etablissement Public Territorial Grand Paris Seine Ouest. Nous rappelons que la mission G2 PRO a été conduite sur la base de données projet très peu détaillée et qu'une mise à jour importante du présent rapport sera nécessaire lorsque le projet sera défini avec la prise en compte de données fiables (plans, descentes de charge, données sur les avoisinants).

Nous rappelons que, conformément à notre offre, notre prestation est encadrée par la norme NF P94-500 de novembre 2013 dont un extrait est donné en annexe 1 et par les conditions de validité de l'étude propres à GEOTECHNIQUE SAS, fournies en annexe 2.

GEOTECHNIQUE SAS reste donc à la disposition de la Maitrise d'Ouvrage pour tout renseignement complémentaire et pour la réalisation des missions ultérieures.

REDACTEUR
Chargé d'affaire
P. GUERIN

VERIFICATEUR
Directeur Technique
N. BRUNET de SAIRIGNE

Annexe 1 : Extrait de la norme NF P94-500 de novembre 2013

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

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

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

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

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

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

Annexe 2 : Conditions de validité de l'étude

- 1 - Le présent rapport et ses annexes sont indissociables. Il est basé sur un nombre limité de sondages et de mesures et sur les renseignements concernant le projet remis à GEOTECHNIQUE SAS au moment de la reconnaissance géotechnique. L'analyse et les recommandations soumises dans ce rapport sont basées sur les résultats obtenus à partir des sondages dont l'emplacement est indiqué sur le plan d'implantation joint en annexe, et sur toutes les informations données dans ce rapport.
- 2 - Ce rapport ne peut pas prendre en compte les variations éventuelles entre sondages. L'étude de sol étant basée sur un nombre limité de sondages, la continuité des couches de sols entre sondages ne peut être garantie et une adaptation du projet de fondation en fonction de l'hétérogénéité des sols est normale et ne peut être reprochée à GEOTECHNIQUE SAS.
- 3 - Toute étude réalisée à partir d'une esquisse ou d'un plan de principe nécessitera une seconde étude spécifique adaptée au projet retenu. Le but de ce rapport est limité au projet et à la localisation décrite ci-avant.
- 4 - Tout changement d'implantation ou de structure des constructions par rapport aux hypothèses de départ sera communiqué à GEOTECHNIQUE SAS qui donnera ou non son accord, selon que ces changements modifient les conclusions de l'étude.
- 5 - Les éléments nouveaux mis à jour en cours des travaux de fondations et non détectés lors de la reconnaissance devront être signalés à GEOTECHNIQUE SAS afin d'étudier les adaptations nécessaires.
- 6 - Nous recommandons que toutes les opérations de construction en relation avec les terrassements et les fondations soient inspectées par un ingénieur géotechnicien afin d'assurer que les dispositions constructives soient totalement accomplies pendant les travaux.

Annexe 3 : Implantation des sondages

LEGENDE DE LA VUE EN PLAN

FIGURES SONDAGES

Tariere

Pressiometre

Carottè

CAMPAGNES DE RECONNAISSANCE

SC1

Reconnaissances 2021 - G1 PGC

S1

Reconnaissances 2016 - G0 GEOLIA

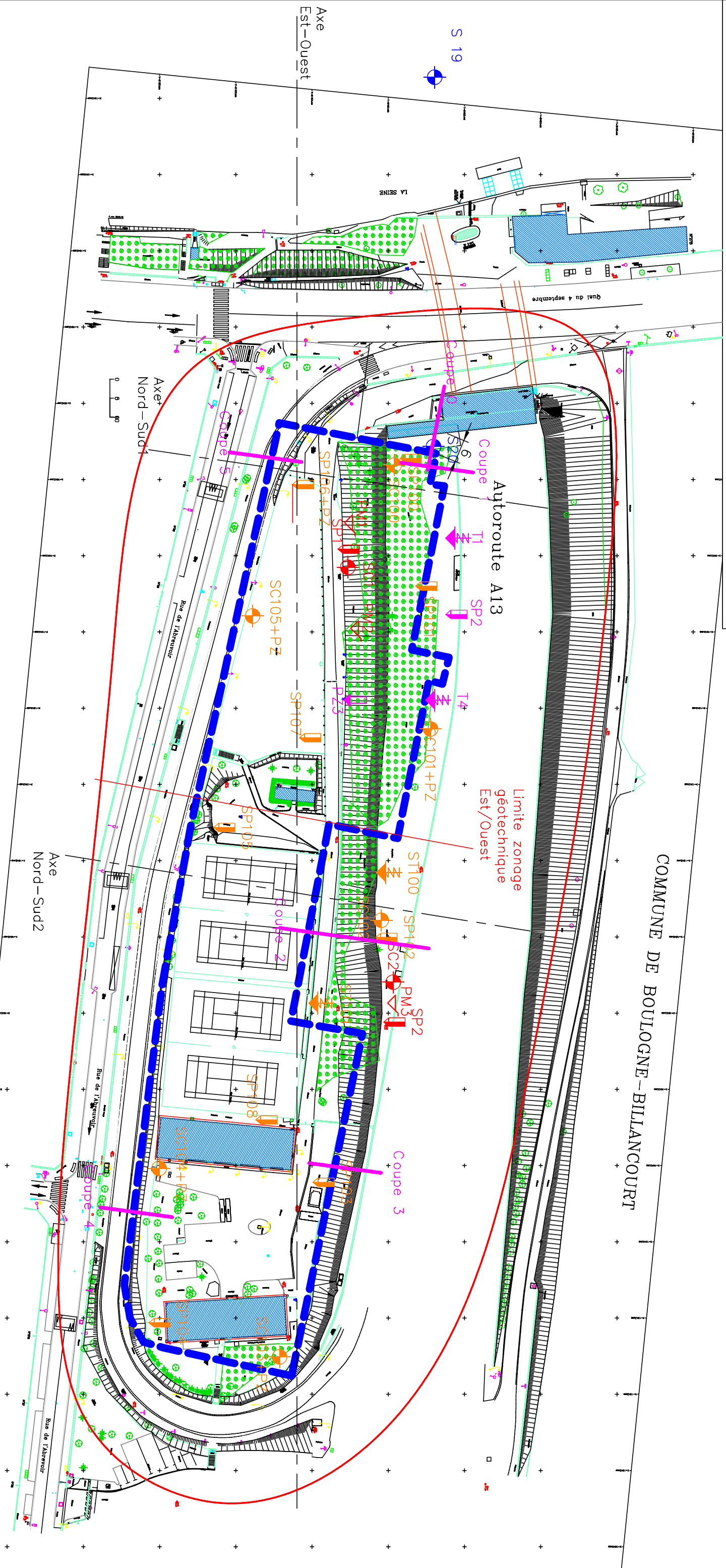
FP1000 Reconnaissances archives 1968

SCPM
Reconnaissances 2022 - G2 AVP/PRO

PROJET

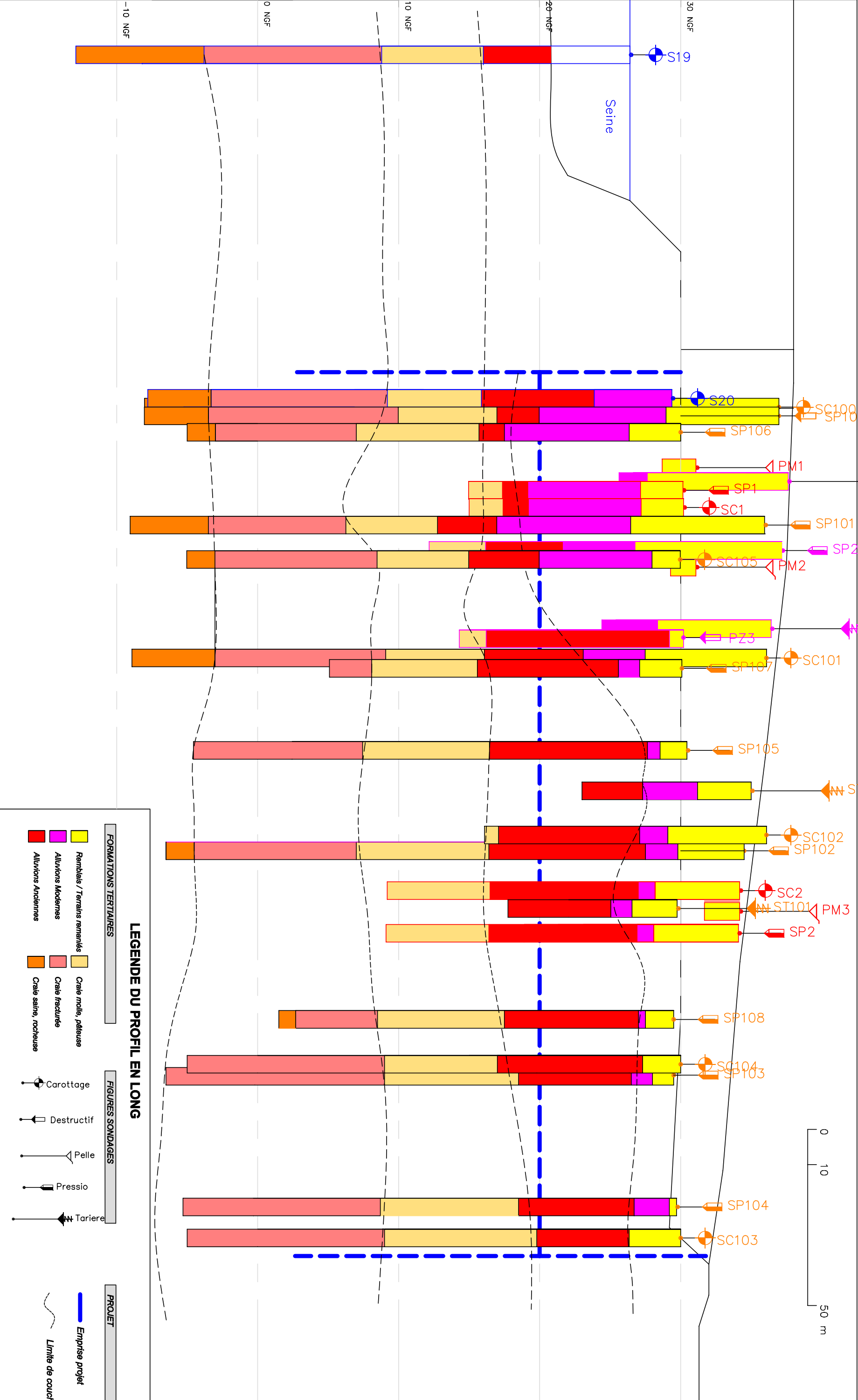
Emprise projet

Limite zone d'influence géotechnique (ZIG)



Maitre d'ouvrage

RUE DE L'ABREUVOIR									
Maitre d'ouvrage									
GRANDPARIS SEINE OUEST									
						Entité émettrice			
C	13/10/2023	Mise à jour	P.GUERIN	V.JAMET	V.JAMET	géo technique SCIENTIFIQUE DES TRAVAUX DES TERRES DES Eaux			
B	09/06/2023	Mise à jour	P.GUERIN	V.JAMET	V.JAMET				
A	02/03/2023	1ère émission	P.GUERIN	V.JAMET	V.JAMET				
Indice	Date	Modification	Etabli par	Vérifié par	Approuvé par	Page	1 sur 1	Affaire :	
								2021-02-647-2	
PLAN D'IMPLANTATION									



LEGENDE DU PROFIL EN LONG

FORMATIONS TERTIAIRES

- Remblais / Terrains remaniés
- Alluvions Modernes
- Alluvions Anciennes
- Craie molle, péleuse
- Craie fracturée
- Craie saine, rocheuse

FIGURES SONDAGES

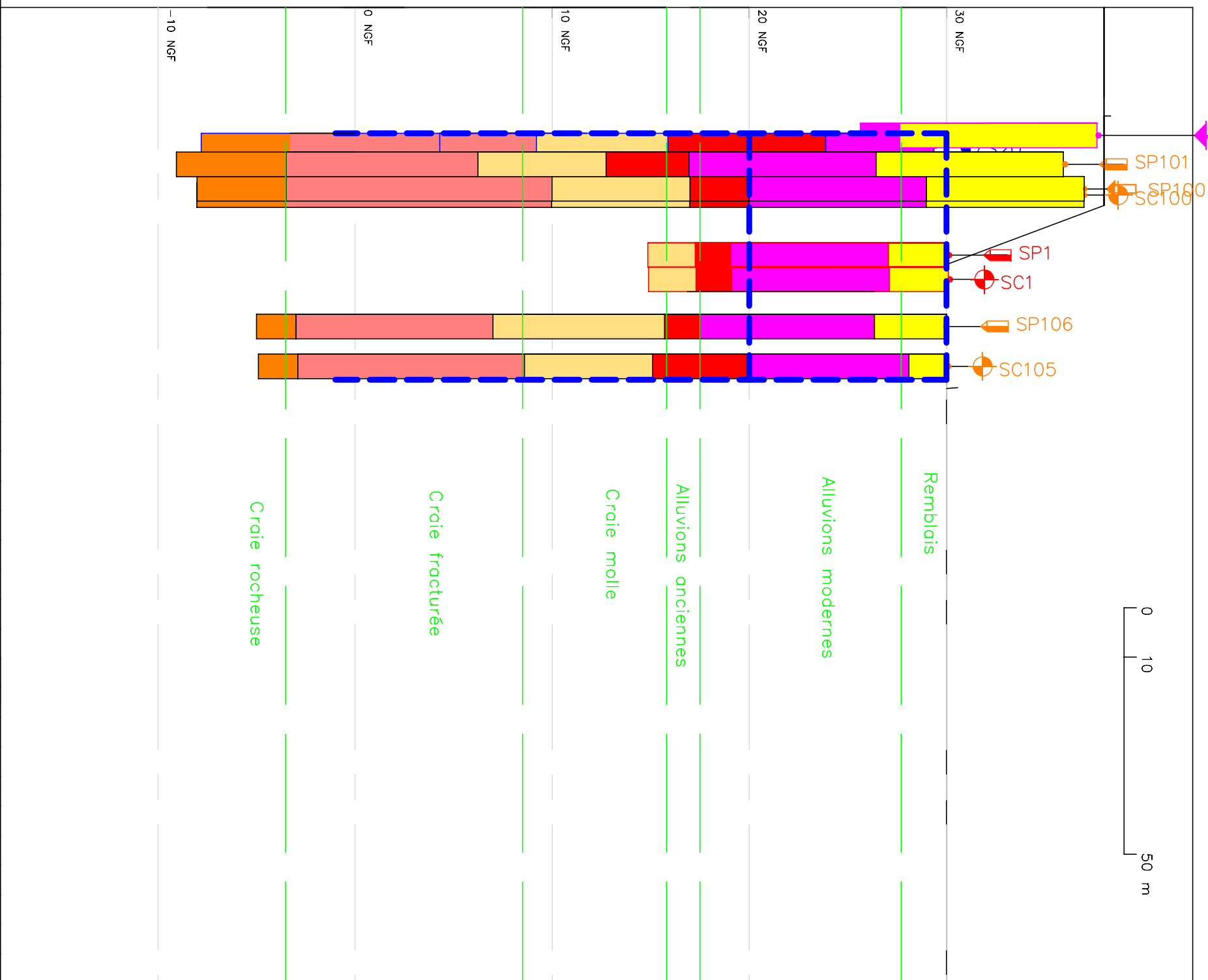
- Carottage
- Destructif
- Pelle
- Pressio
- Tariere

PROJET

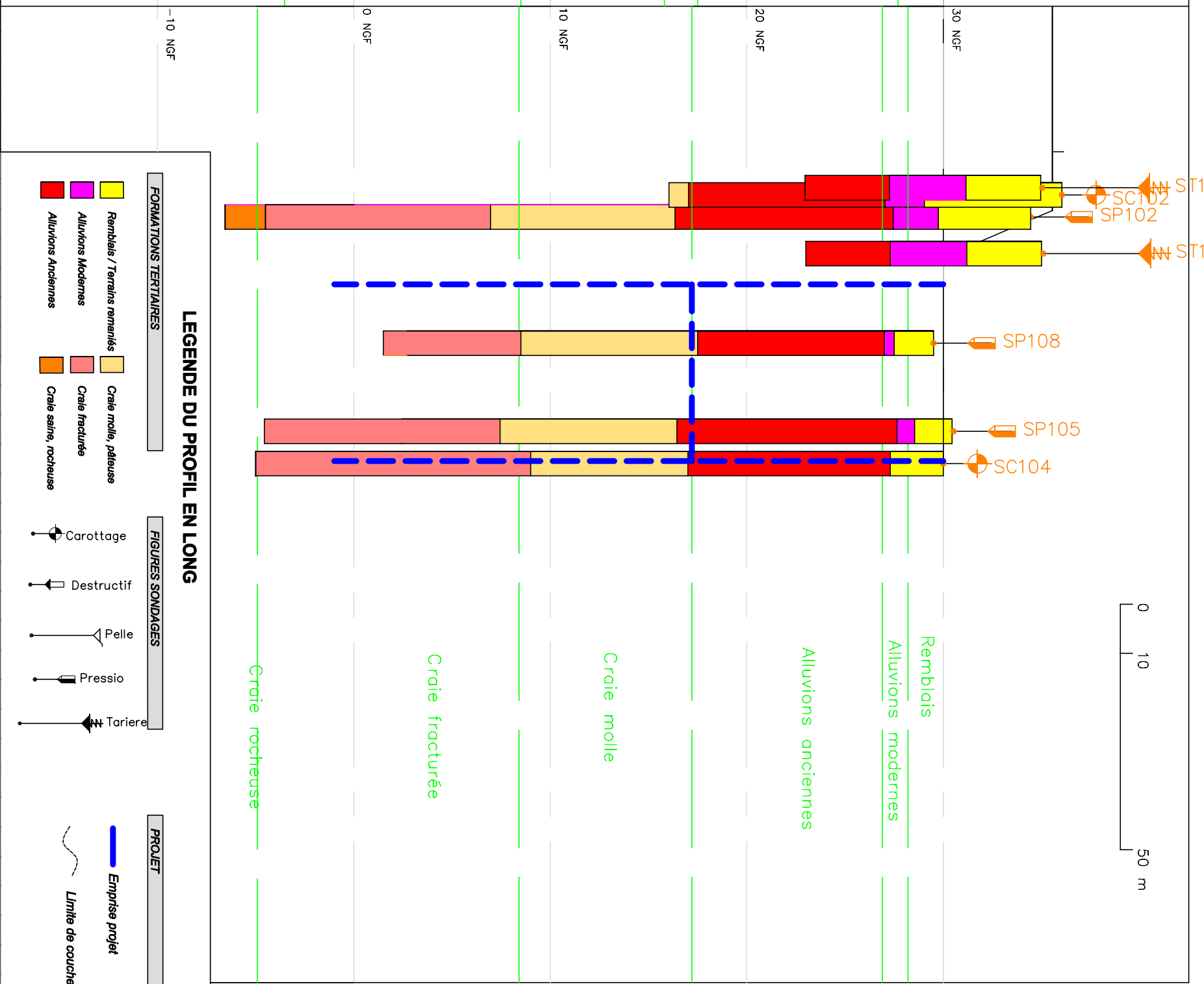
- Emprise projet
- Limite de couche

Maître d'ouvrage																								PROFIL EN LONG OUEST-EST			

Axe Nord-Sud 1



Axe Nord-Sud 2



Maitre d'ouvrage



RUE DE L'ABREUVOIR

Entité émettrice



PROFILS EN LONG NORD-SUD

aire :	2021-02-647-2
--------	---------------

Date : 21/11/2022

Cote X : 1643336.19

Cote Y : 8183421.56

Cote Z : 37 m

Inclinaison :

Machine : EMCI 7.5

Profondeur : 0.00 m 45.00 m

Echelle : 1 / 100

Page : 1 / 3

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :

Cote NVP	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	Niveau d'eau	Echantillons Intacts	Carottage (%)	GTR	Outils	Tubages	Essais d'eau
37.00	0.00	Limon silto-sableux marron								
	0.50	Sable moyen marron-beige-verdâtre + quelques silex								
	0.75									
36.00	1.30	Sable légèrement argileux marron-beige								
	1.60	Sable et traces calcaires blanc-verdâtre + quelques silex								
	2.00	Sable à sablo-argileux beige clair								
35.00	2.25	Sable fin limoneux marron clair								
	2.50	Sable fin beige-jaunâtre avec quelques silex								
	3.00	Sable marron-beige avec silex, cailloutis								
34.00	3.00				3.0					
33.00		ECHANTILLON INTACT								
	5.00	Sable argileux marron et rare silex			5.0					
	5.35	Faciès sablo-argileux grisâtre avec gravas et petits blocs, graveleux								
31.00	6.00	Faciès sableux à sablo-argileux marron hétérogène avec gravas silex, cailloutis épars								
	6.50	Faciès sableux gris délitte riche en silex								
30.00	7.00	Alternance banc sablo-argileux marron et silex								
	7.30	Faciès sableux délitte marron-jaunâtre et petits silex								
	7.75	Faciès sableux à sablo-argileux marron clair beige, passage...								
29.00	8.00	Faciès sable grossier marron-jaunâtre avec quelques silex...								
	8.25	Faciès tourbe + sableux et argileux noir, riche en racines, bois...								
	8.80	Argile sableuse marron-grisâtre avec traces de racines en...								
28.00	9.00									
	9.60	Faciès argileux à argilo-sableux marron-grisâtre								
	10.00	Faciès sableux moyen avec passage sablo-argileux...								
27.00	10.30									
	10.60	Faciès sableux fin gris-bleuté à gris-verdâtre								
26.00	11.00	Faciès sablo-argileux marron-grisâtre avec silex épars								
					11.0					
25.00		ECHANTILLON INTACT								
	13.00	Sable argileux grisâtre et éléments épars (gravier)			13.0					
	13.75	Faciès sableux fin à moyen jaunâtre à beige à passée argileuse grisâtre sous l'eau								
23.00	14.00	Sable argileux gris, humide								
	14.25	Sable argileux beige-gris clair								
	14.50	Argile sableuse marron-grisâtre, humide								
22.00	15.30	Faciès sablo-argileux gris à gris bleuté, humide								
	15.70	Faciès argilo-calcaire gris-blanchâtre, humide								
21.00	16.00	Faciès argilo-sableux gris-bleuté, humide								
		Alluvion marneuse grisâtre, éléments calcaires (granules blancs), humide								
20.00	17.00									
		Alluvion beige clair, riche en éléments calcaires blancs, humide								
19.00	18.00									
	18.70	Alluvions sablo-marneuse beige clair, humide ""vide"" ?								
18.00										
		Alluvions gravelo-sableuse beige, riche en silex, cailloutis, blocs humides								
17.00	20.00									

Eau : 10.30 m

CAROTTIER SIMPLE Ø 114 mm

CAROTTIER BATTU Ø 114 mm

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Date : 21/11/2022

Cote X : 1643336.19

Cote Y : 8183421.56

Cote Z : 37 m

Inclinaison :

Machine : EMCI 7.5

Profondeur : 0.00 m 45.00 m

Echelle : 1 / 100

Page : 2 / 3

Remarque :

Cote NVP	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	Niveau d'eau	Echantillons Intacts	Carottage (%)	GTR	Outils	Tubages	Essais d'eau
17.00	20.00									
16.00		Craie blanche molle, blanchâtre à passée jaunâtre, altérée, très humide								
15.00	22.00									
14.00		Craie molle beige-blanchâtre, humide								
13.00	24.00									
12.00		Craie molle blanchâtre, très humide								
11.00	26.00									
10.00		Craie beige-blanchâtre, humide								
9.00	27.00									
8.00		ECHANTILLON INTACT			27.0					
7.00	28.00				28.0					
6.00		Craie beige-blanchâtre, humide								
5.00	29.00									
4.00		Craie molle beige-blanchâtre à passées jaunâtres, humide								
3.00	31.00									
2.00		Craie molle beige-blanchâtre à passées beiges, humide								
1.00	33.00									
0.00		Craie molle beige-blanchâtre								
-1.00	35.00									
-2.00		ECHANTILLON INTACT			35.0					
-3.00	36.00				36.0					
		Craie beige +/- tendre								

CAROTTIER BATTU Ø 114 mm

CAROTTIER SIMPLE Ø 114 mm

[illegible]

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Date : 12/01/2023

Cote X : 1643405.45

Cote Y : 8183431.1

Cote Z : 36 m

Inclinaison :

Machine : EMCI 750

Profondeur : 0.00 m 40.00 m

Echelle : 1 / 100

Page : 1 / 2

Remarque : Equipé d'un piezomètre Ø 52/60 mm avec tube protecteur. Tube lisse de 0 à 30 m. Tube crépiné de 30 à 40 m.

Cote NVP	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	Niveau d'eau	Echantillons Intacts	Carottage (%)	GTR	Outils	Tubages	Essais d'eau
36.00	0.00	Sable argileux marron								
	0.30	Sable fin crayeux blanchâtre								
	0.50	Remblais sableux beige, silex, béton, ferrailles								
35.00	1.00	Sable limoneux orange-roux, fine, sableux orange (remblais probable)								
34.00	2.50	Sable argileux marron foncé et blocs hétérogènes, silex (remblais probable)								
33.00	3.00				3.0					
32.00		Sablo marneux marron-noirâtre								
31.00	5.00				5.0					
30.00	6.00	Sable moyen argileux marron foncé-grisâtre								
29.00	7.10	Argile sableuse grisâtre								
	7.50	Sable limoneux roux-orangé, fin, sableux orangé								
28.00	8.00	Sable moyen argileux, silex, bloc								
	8.60	Sable graveleux et argileux riche en blocs, silex, cailloutis marron-noirâtre (remblais probable)								
27.00	9.00	Sable argileux marron-grisâtre (terrain naturel ?)								
26.00		Sable fin à moyen beige avec silex et éléments silicifiés épars								
25.00	11.00				11.0					
24.00		Marno-sableux marron-beige à verdâtre								
23.00	13.00				13.0					
22.00		Sable moyen à grossier, sables graviers beiges, silex								
21.00	15.00	Sable argileux beige								
20.00	15.50									
19.00		Faciès sableux, graviers, gris-beige, riche en éléments silex								
18.00	18.00									
17.00		Sable fin marron clair à jaunâtre (sable fin)								
16.00	20.00									

CAROTTIER SIMPLE Ø 114 mm

Date : 03/01/2023

Cote X : 1643455.63

Cote Y : 8183418.16

Cote Z : 36 m

Inclinaison :

Machine : EMCI 750

Profondeur : 0.00 m 20.60 m

Echelle : 1 / 100

Page : 1 / 2

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :

Cote NVP	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	Niveau d'eau	Echantillons Intacts	Carottage (%)	GTR	Outils	Tubages	Essais d'eau
36.00	0.00	Remblais sableux fin marron, terre végétale, mortiers de briques rouges, béton à silex gris-blanc								
35.00	0.39	Sable fin marron clair, riche en cailloutis/silex (remblais probable)								
	1.00	Matériaux de démolition gris-blanc (ciment, mortier, silex, briques rouges, graviers blancs)			1.0					
34.00	2.00	Sable marron								
		Marne beige clair								
33.00	3.00	Sable argileux fin gris-beige marron-orangé, humide (remblais probable)			3.0					
	3.50	Béton, mortier à silex gris-blanc								
32.00	3.80	Sable argileux marron et silex								
	4.00	Sable argileux grisâtre, cailloutis épars								
	4.50	Sable graveleux marron à marron-grisâtre avec silex épars								
31.00	5.00				5.0					
30.00		Marne beige clair								
29.00	7.00				7.0					
28.00		Sable fin marron-beige avec silex épars et éléments silicifiés								
27.00	9.00									
		Sables graviers beige-grisâtre, riche en silex et cailloutis								
26.00	10.00									
		Grave sableuse beige, cailloutis, éléments silicifiés								
25.00	11.00									
		Sables grossiers marron, éléments divers (cailloutis, silex, bûches)								
24.00	12.00				12.0					
23.00		Marneux beige clair								
22.00	14.00				14.0					
		Sable moyen, quelques cailloutis, silex marron-beige à beige-jaunâtre								
21.00	15.00									
20.00		Sable grossier beige-jaunâtre, éléments silicifiés, silex								
19.00	17.00									
18.00		Sable moyen, éléments silicifiés, silex								
17.00	18.75									
	19.00	Sable crayeux blanchâtre, humide								
		Craie molle blanchâtre, humide								
16.00	20.00									

Eau : 10.23 m le 3/01/2023

CAROTTIER SIMPLE Ø 114 mm

Cote NVP	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN						Stratigraphie	Niveau d'eau	Echantillons intacts	Carottage (%)	GTR	Outils	Tubages	Essais d'eau
16.00	Profondeur (m)	20.00												
		20.60												
15.00														
14.00														
13.00														
12.00														
11.00														
10.00														
9.00														
8.00														
7.00														
6.00														
5.00														
4.00														
3.00														
2.00														
1.00														
0.00														
-1.00														
-2.00														
-3.00														
-4.00														

Date : 27/01/2023

Cote X : 1643570.18

Cote Y : 8183391.48

Cote Z : 30 m

Inclinaison :

Machine : EMCI 750

Profondeur : 0.00 m 35.30 m

Echelle : 1 / 100

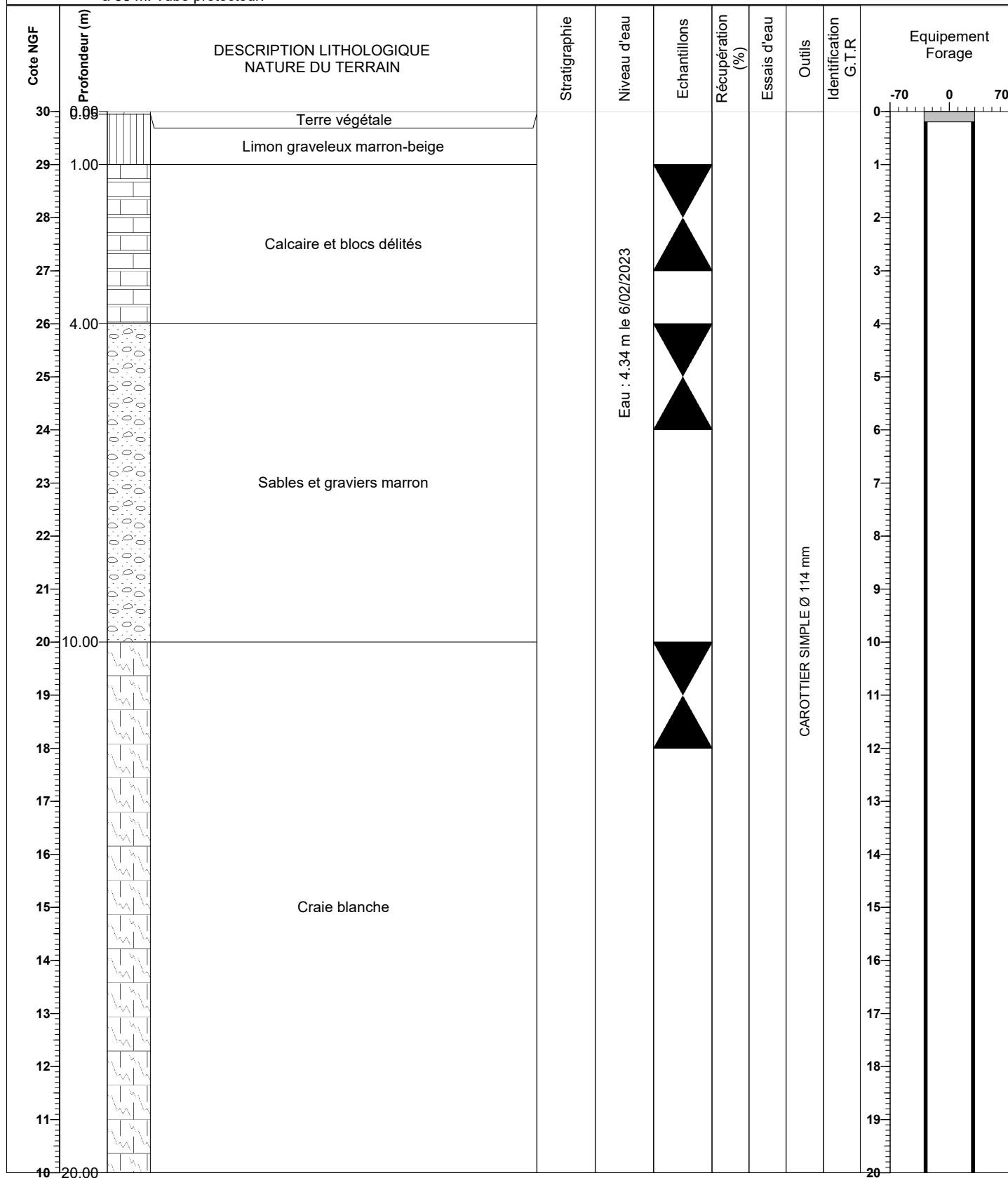
Page : 1 / 2

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque : Equipé d'un tubage Ø 140 m jusqu'à 12 m. Piezomètre Ø 52/60 mm d'une profondeur de 35 m. Tube lisse de 0 à 25 m. Tube crépiné 25 à 35 m. Tube protecteur.



Date : 27/01/2023

Machine : EMCI 750

Cote X : 1643570.18

Profondeur : 0.00 m 35.30 m

Cote Y : 8183391.48

Echelle : 1 / 100

Cote Z : 30 m

Page : 2 / 2

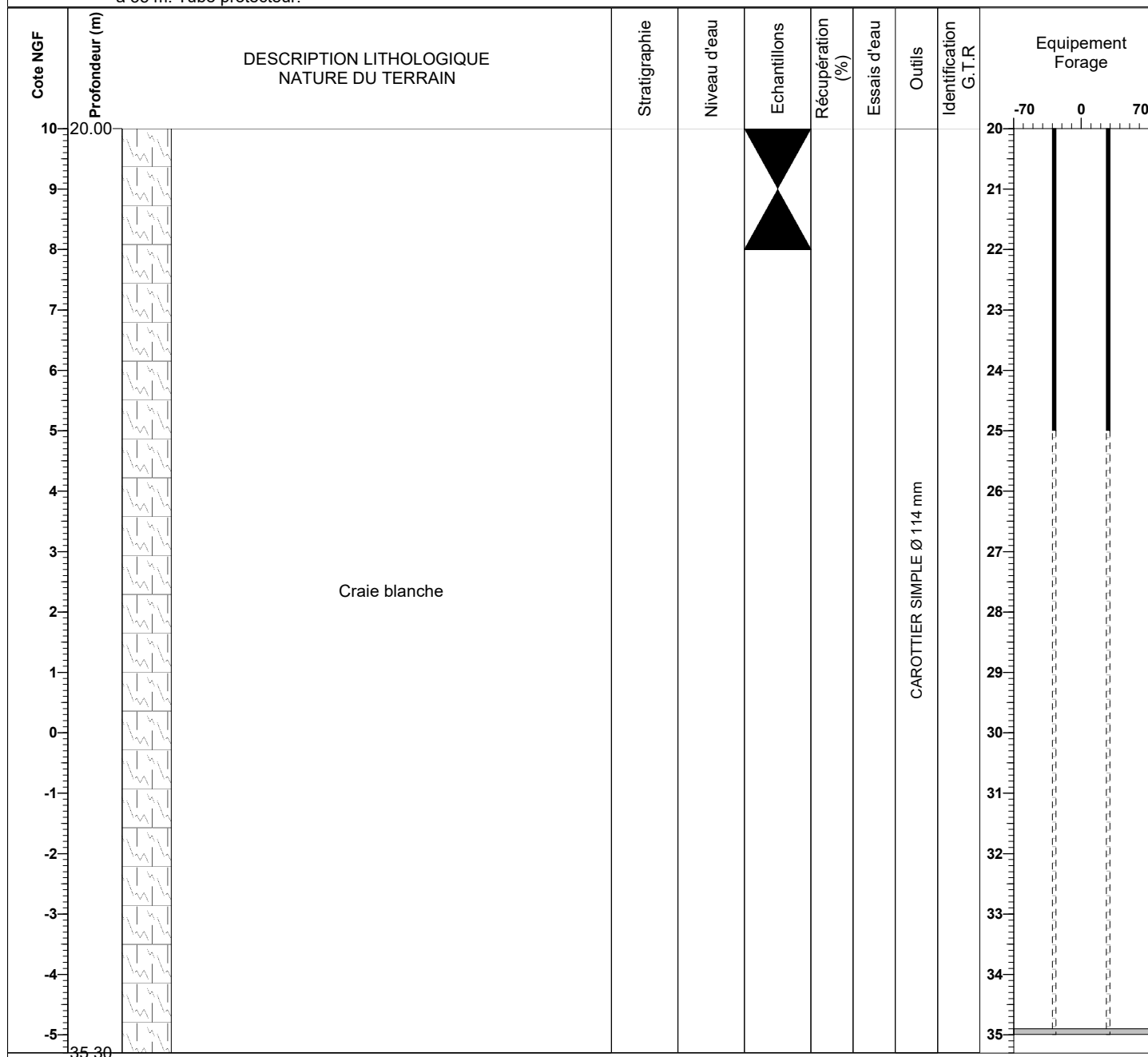
Inclinaison :

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque : Equipé d'un tubage Ø 140 m jusqu'à 12 m. Piezomètre Ø 52/60 mm d'une profondeur de 35 m. Tube lisse de 0 à 25 m. Tube crépiné 25 à 35 m. Tube protecteur.



[illegible]

Cote NGF	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	Niveau d'eau	Echantillons	Récupération (%)	Essais d'eau	Outils	Identification G.T.R	Equipement Forage
20.00	9	Craie blanche, molle, humide								-70 0 70
22.00	7	ECHANTILLON INTACT								20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36
24.00	5	Craie blanche, molle, humide						CAROTTIER SIMPLE Ø 114 mm		

Cote NGF	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	Niveau d'eau	Echantillons	Récupération (%)	Essais d'eau	Outils	Identification G.T.R	Equipement Forage
30	0.00	Remblais sablo-graveleux marron-noirâtre. Passage argileux beige (0.55 m - 0.85m) contenant des graves et morceaux de briques rouges								0
29	1.10	Marne sableuse marron, très graveleuse et contenant des graves centimétriques à pluricentimétriques de silex								1
28	2.00									2
27		Echantillons Intacts				100				3
26	4.00	Sables beiges consolidés, légèrement argileux, très graveleux, contenant des cailloutis de silex								4
25	5.30	Sables beiges, meubles, contenant des cailloutis et graves centimétriques à pluridécimétriques de silex				90				5
24	6.00									6
23		Echantillon intacts				100				7
22	8.00									8
21		Sables beiges, meubles, contenant des cailloutis et graves centimétriques à pluridécimétriques de silex. Passage légèrement argileux (9.45 m - 10.25 m)				90				9
20										10
19										11
18	12.00									12
17		Sables beige clair, partiellement conolidés, contenant des galets, quelques graves et des cailloux de silex				95				13
16										14
15	15.00									15
14		Echantillons intacts				100				16
13	17.00									17
12		Craie plus ou moins raide avec des passées sableuses (zone de transition)				90				18
11	18.40									19
10	20.00	Craie blanchâtre de consistance molle à tendre, contenant des graves de silex				95				20

Cote NGF	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	Niveau d'eau	Echantillons	Récupération (%)	Essais d'eau	Outils	Identification G.T.R	Equipement Forage
10	20.00	Craie blanchâtre de consistance molle à tendre, contenant des graves de silex				100		CAROTTIER BATTU Ø 114 mm		20
9										21
8										22
7						23				
6	24.00	Craie blanchâtre de consistance tendre à raide, avec quelques passages déstructurés contenant de rares graves de silex				95				24
5		Echantillons intacts				100				25
4	26.00									26
3										27
2	28.00	Craie blanchâtre de consistance tendre à raide, avec quelques passages déstructurés contenant de rares graves de silex				90				28
1		Craie blanchâtre, avec des passages mous (30 m- 30.35 m ; 32 m - 33.15 m) contenant quelques graves de silex				95				29
0	30.00		30							
-1			31							
-2			32							
-3			33							
-4			34							
-5	35.00		100	35						

Date : 07/12/2022

Cote X : 1643334.48

Cote Y : 8183423.07

Cote Z : 37 m

Inclinaison :

Machine : EMCI 7.50

Profondeur : 0.00 m 45.50 m

Echelle : 1 / 100

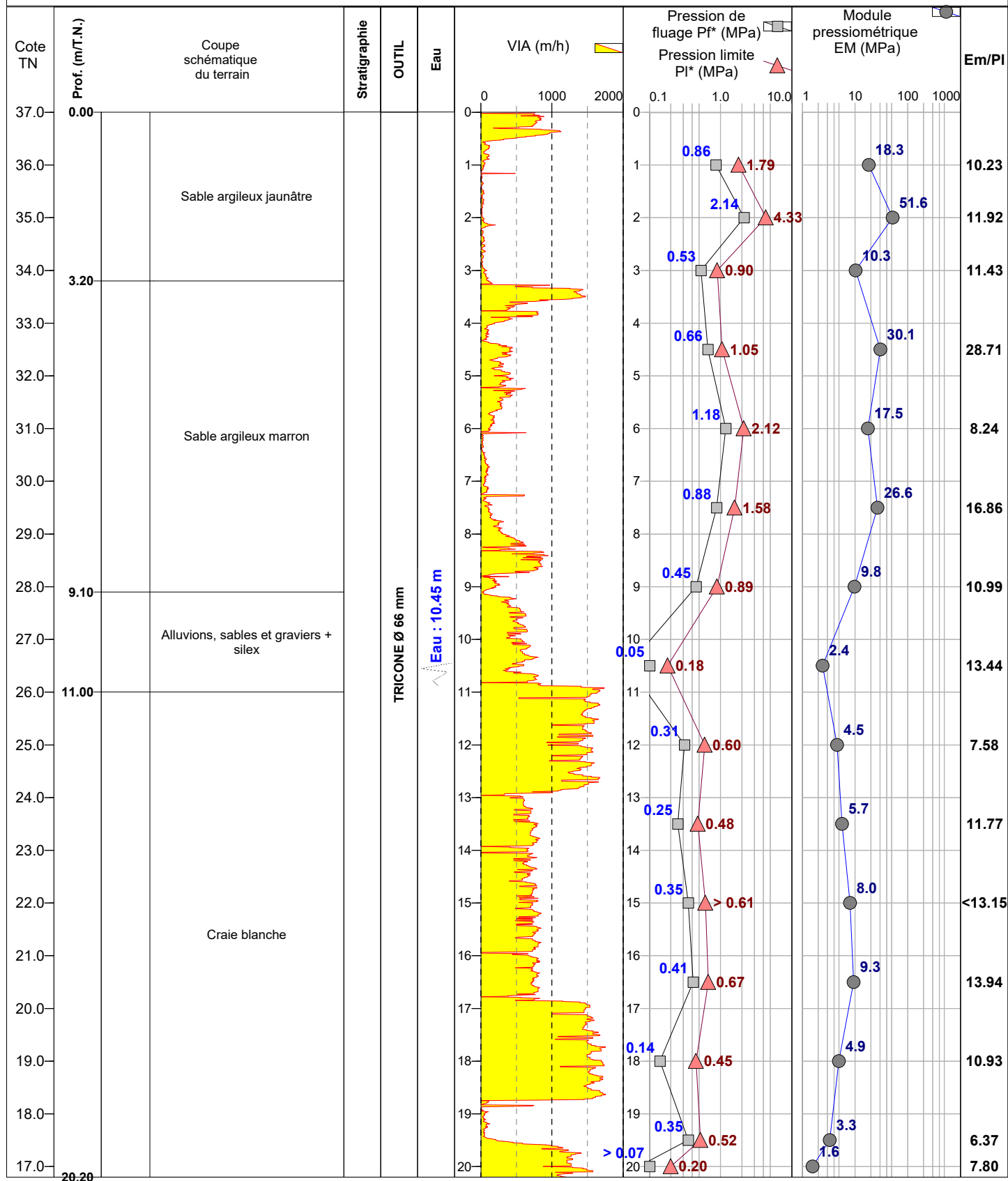
Page : 1 / 3

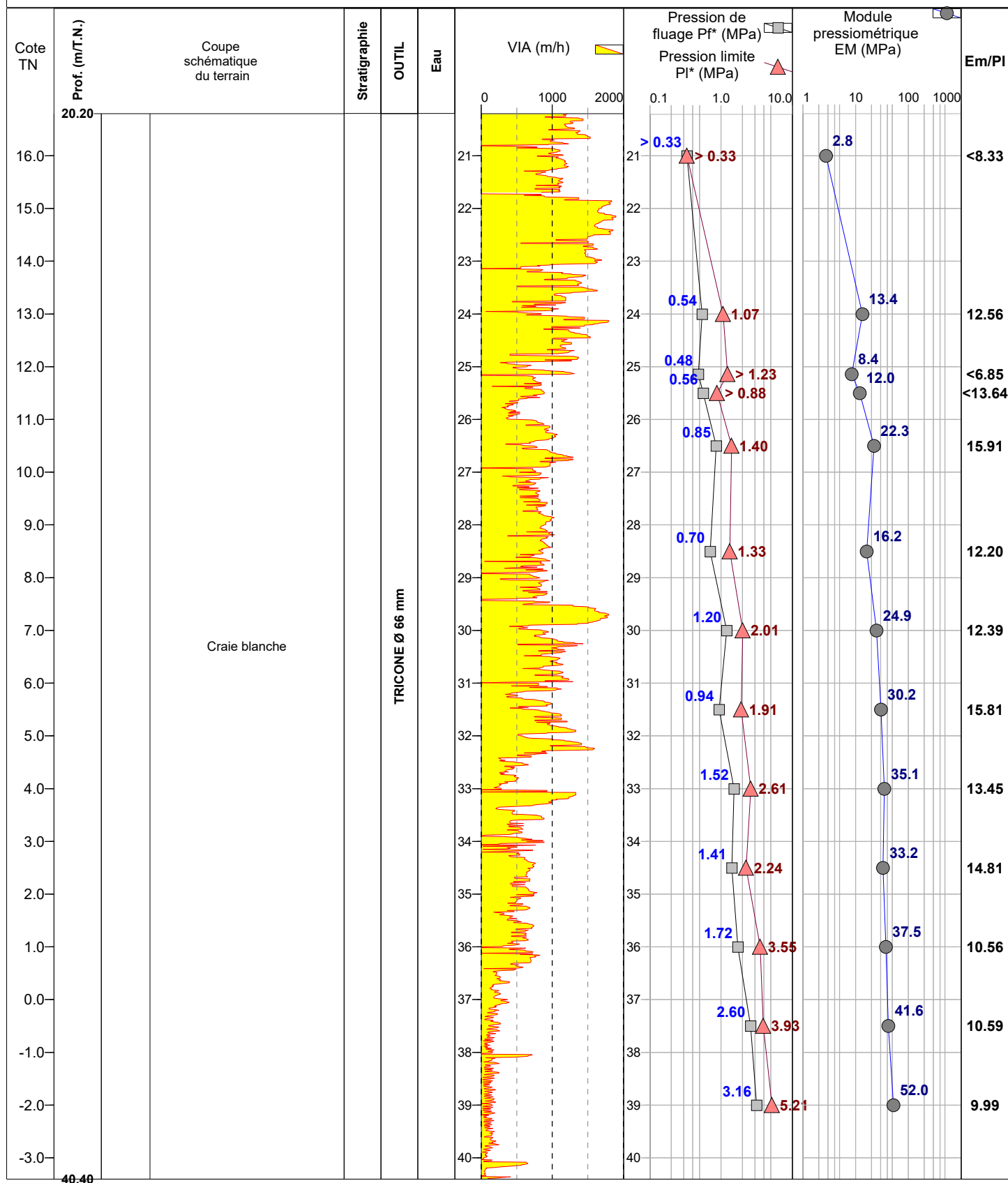
SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque : Perte du fluide d'injection à 6,20 m.





SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Date : 07/12/2022

Cote X : 1643334.48

Cote Y : 8183423.07

Cote Z : 37 m

Inclinaison :

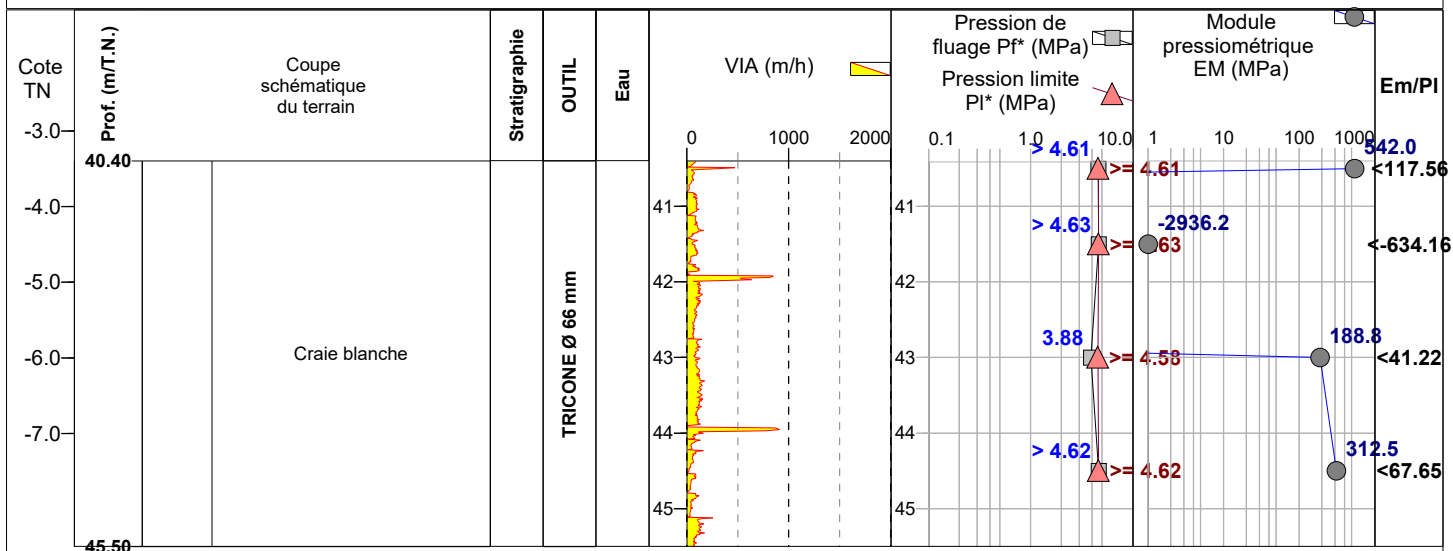
Machine : EMCI 7.50

Profondeur : 0.00 m 45.50 m

Echelle : 1 / 100

Page : 3 / 3

Remarque : Perte du fluide d'injection à 6,20 m.



Date : 07/12/2022

Cote X : 1643334.48

Cote Y : 8183423.07

Cote Z : 37 m

Inclinaison :

Machine : EMCI 7.50

Profondeur : 0.00 m 45.50 m

Echelle : 1 / 100

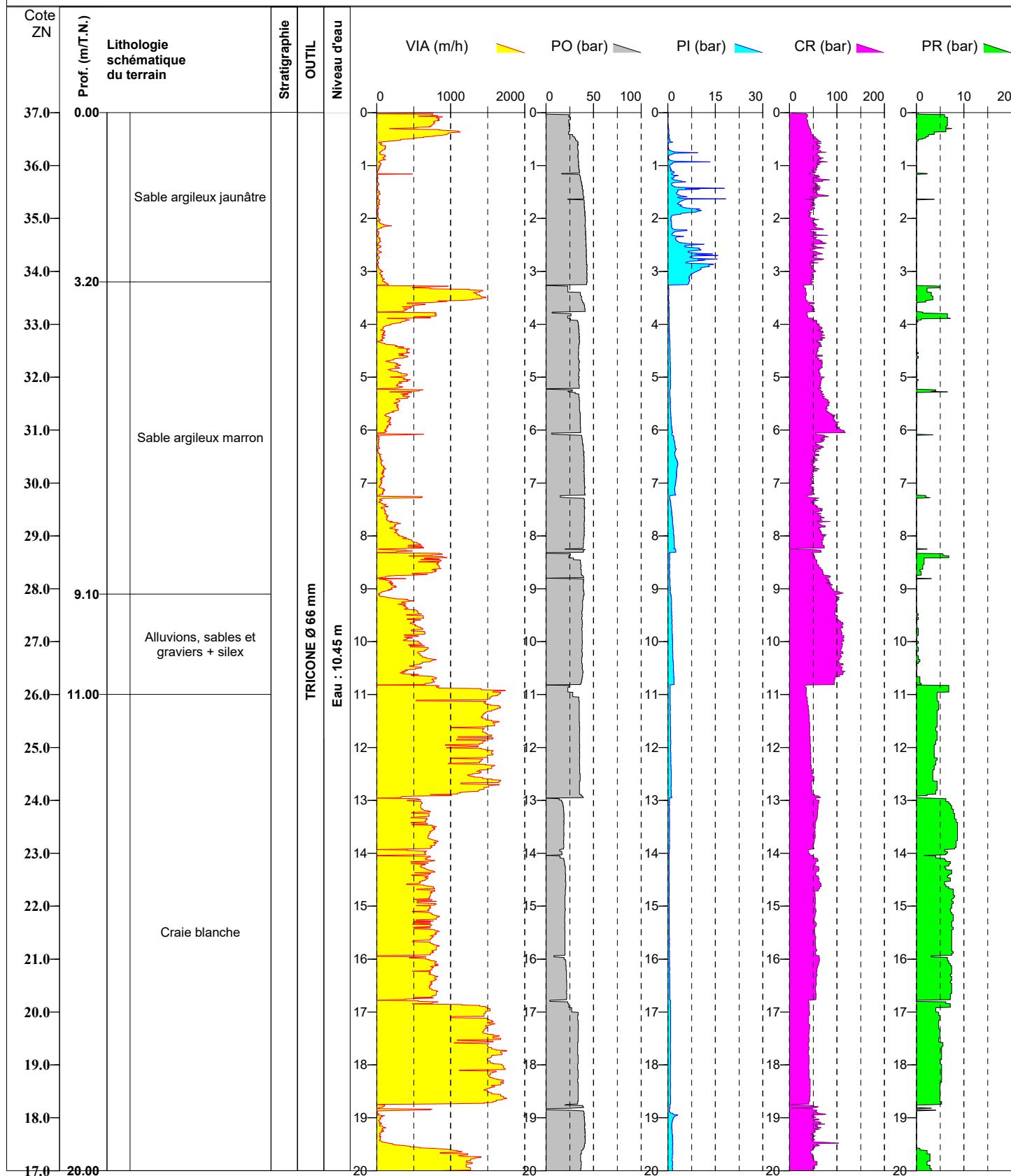
Page : 1 / 3

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque : Perte du fluide d'injection à 6,20 m.



Date : 07/12/2022

Cote X : 1643334.48

Cote Y : 8183423.07

Cote Z : 37 m

Inclinaison :

Machine : EMCI 7.50

Profondeur : 0.00 m 45.50 m

Echelle : 1 / 100

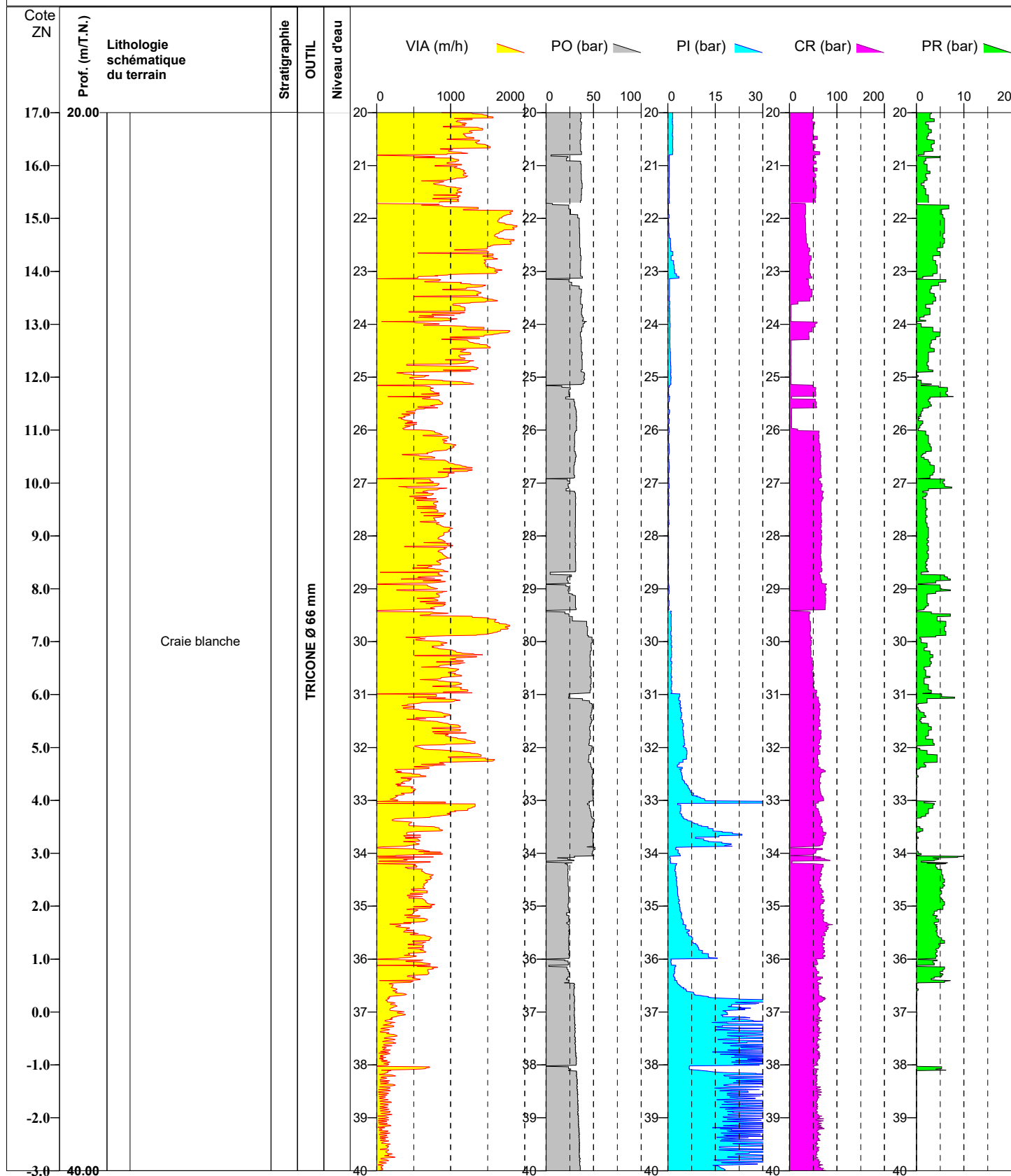
Page : 2 / 3

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque : Perte du fluide d'injection à 6,20 m.



Date : 07/12/2022

Cote X : 1643334.48

Cote Y : 8183423.07

Cote Z : 37 m

Inclinaison :

Machine : EMCI 7.50

Profondeur : 0.00 m 45.50 m

Echelle : 1 / 100

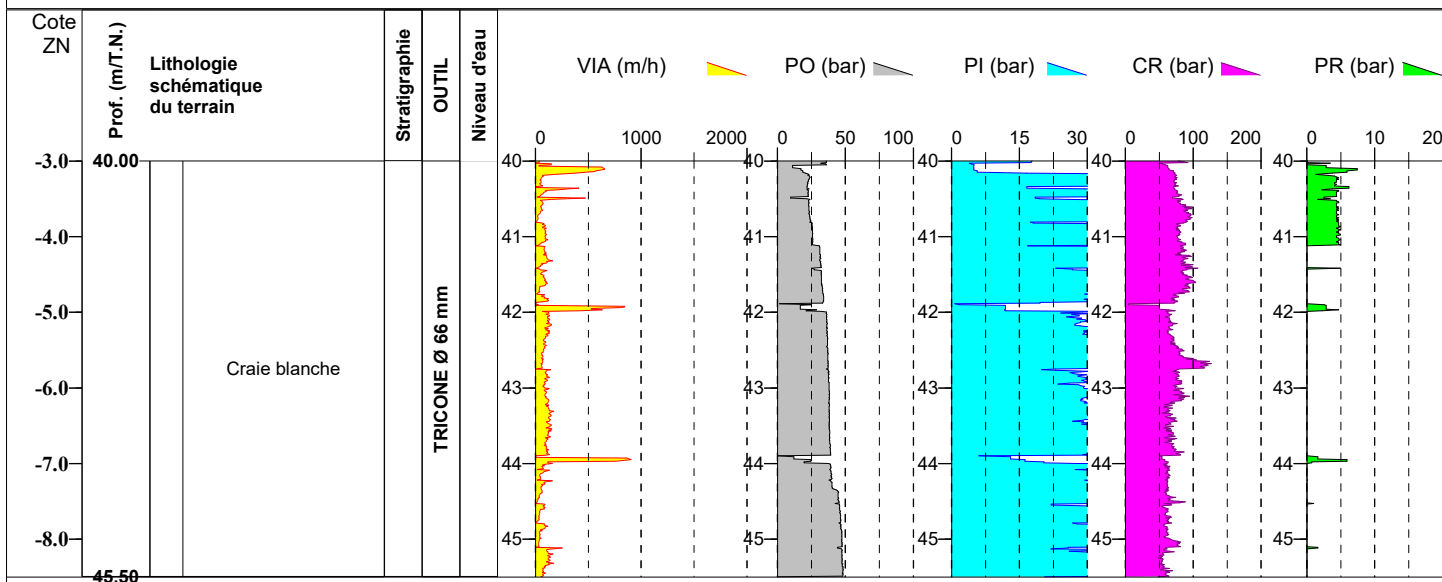
Page : 3 / 3

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque : Perte du fluide d'injection à 6,20 m.



Date : 07/12/2022

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : EMCI 7.50

Profondeur : 0.00 m 2.46 m

Echelle : 1 / 100

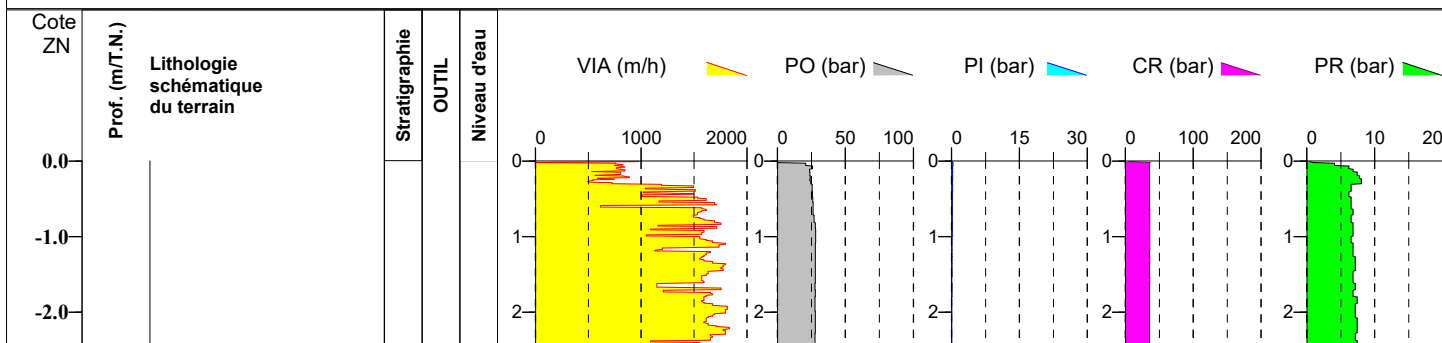
Page : 1 / 1

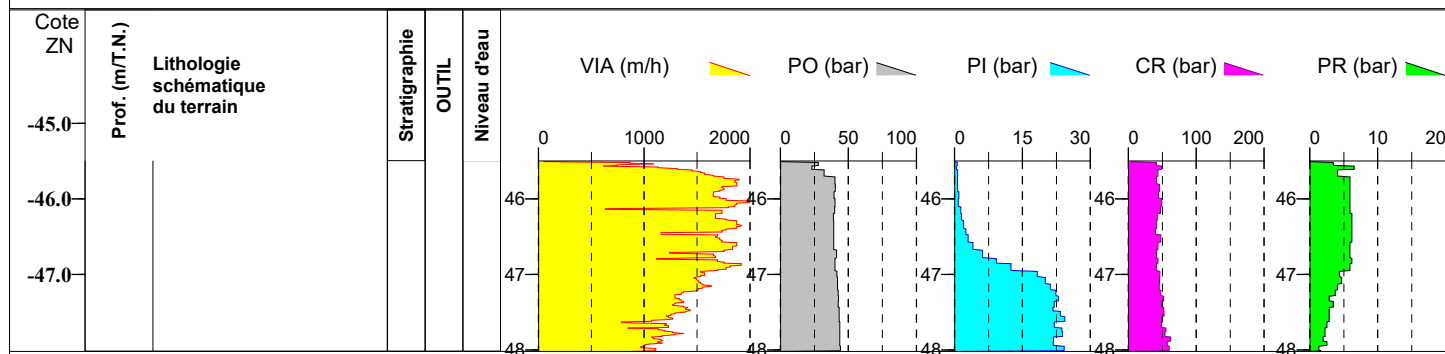
SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnières

CLIENT : GPSO

Remarque :





Date : 09/01/2023

Cote X : 1643367.96

Cote Y : 8183427.18

Cote Z : 37.3 m

Inclinaison :

Machine : EMCI 7.50

Profondeur : 0.00 m 45.00 m

Echelle : 1 / 100

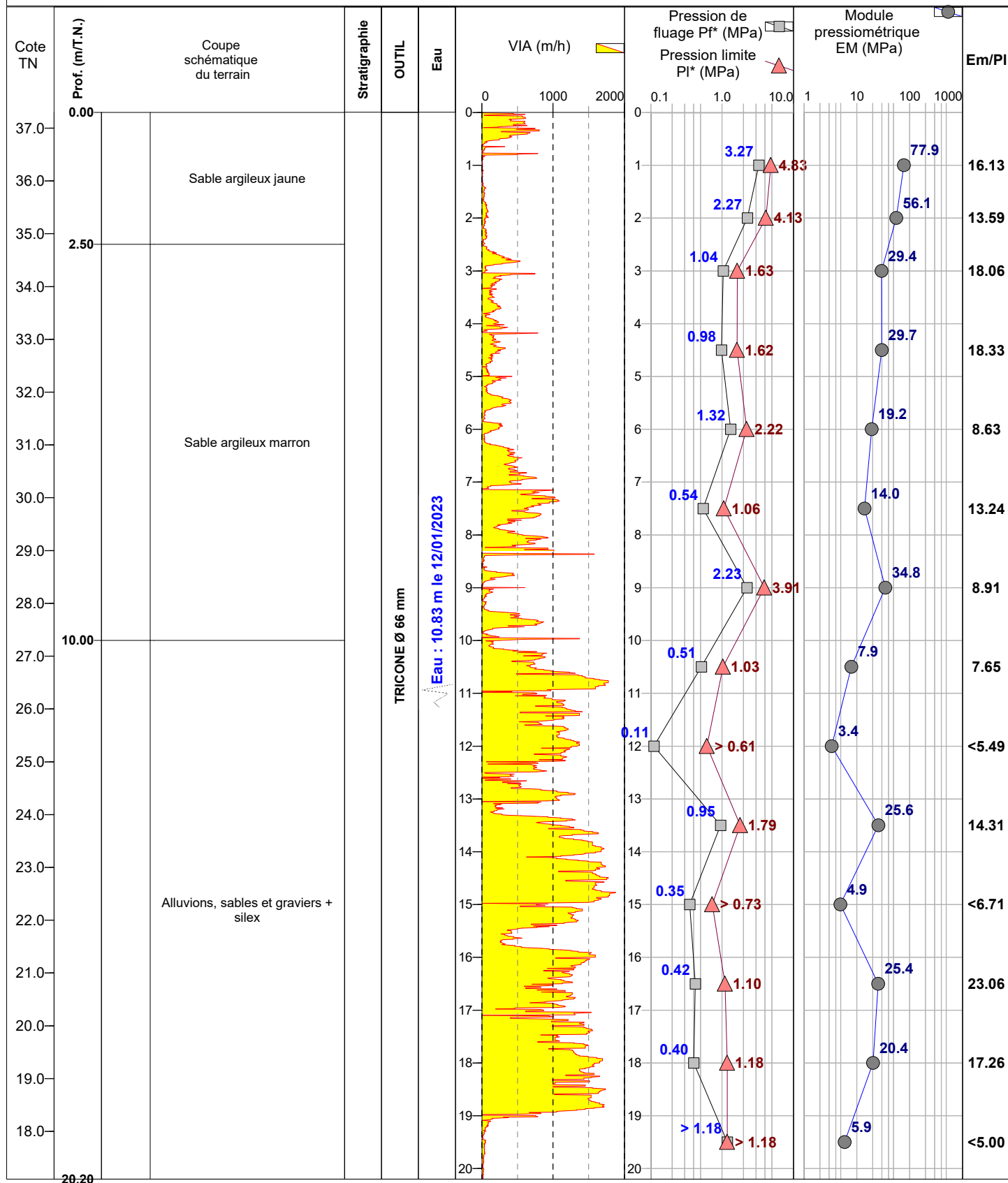
Page : 1 / 3

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :



SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Date : 09/01/2023

Cote X : 1643367.96

Cote Y : 8183427.18

Cote Z : 37.3 m

Inclinaison :

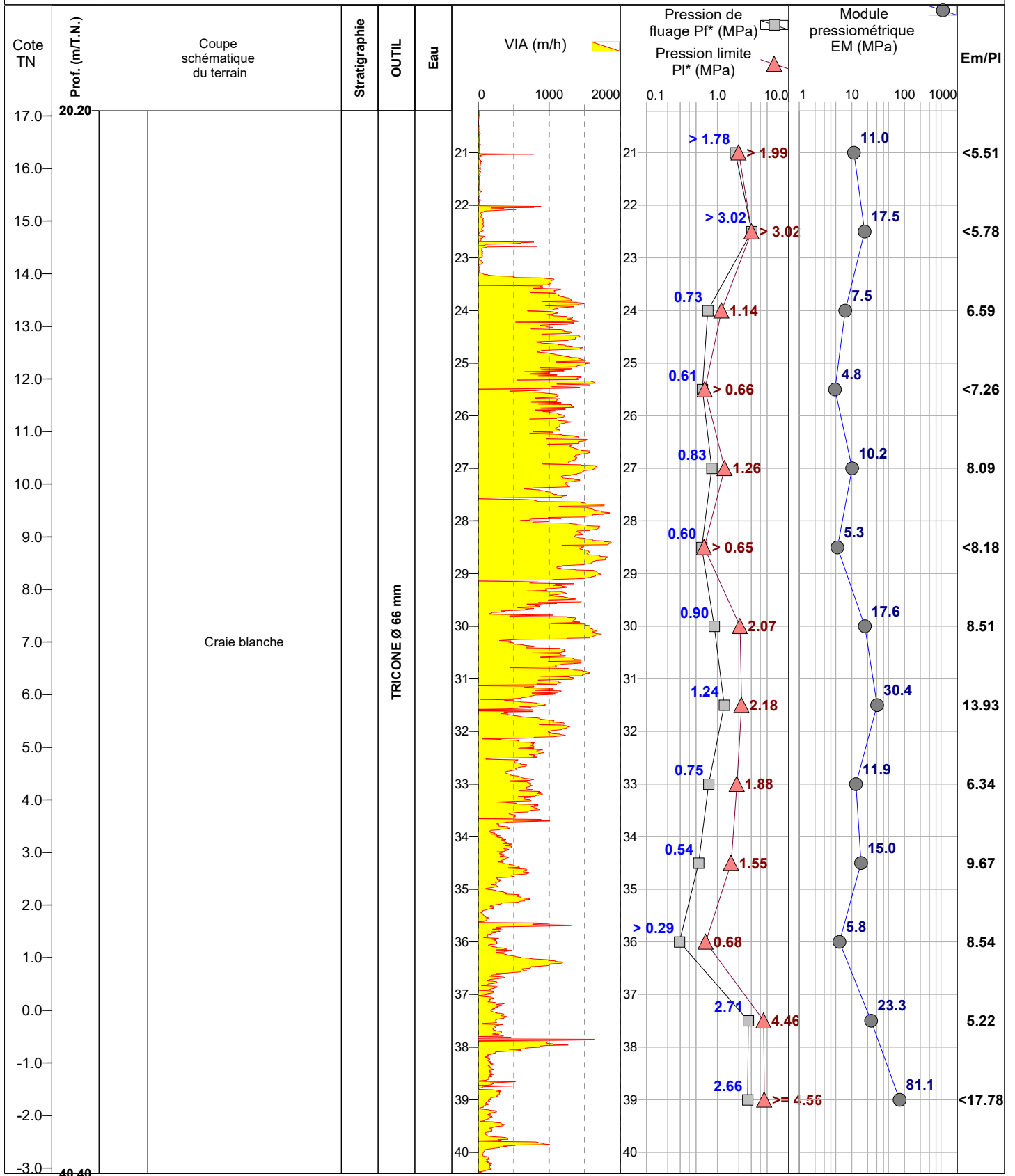
Machine : EMCI 7.50

Profondeur : 0.00 m 45.00 m

Echelle : 1 / 100

Page : 2 / 3

Remarque :



Date : 09/01/2023

Cote X : 1643367.96

Cote Y : 8183427.18

Cote Z : 37.3 m

Inclinaison :

Machine : EMCI 7.50

Profondeur : 0.00 m 45.00 m

Echelle : 1 / 100

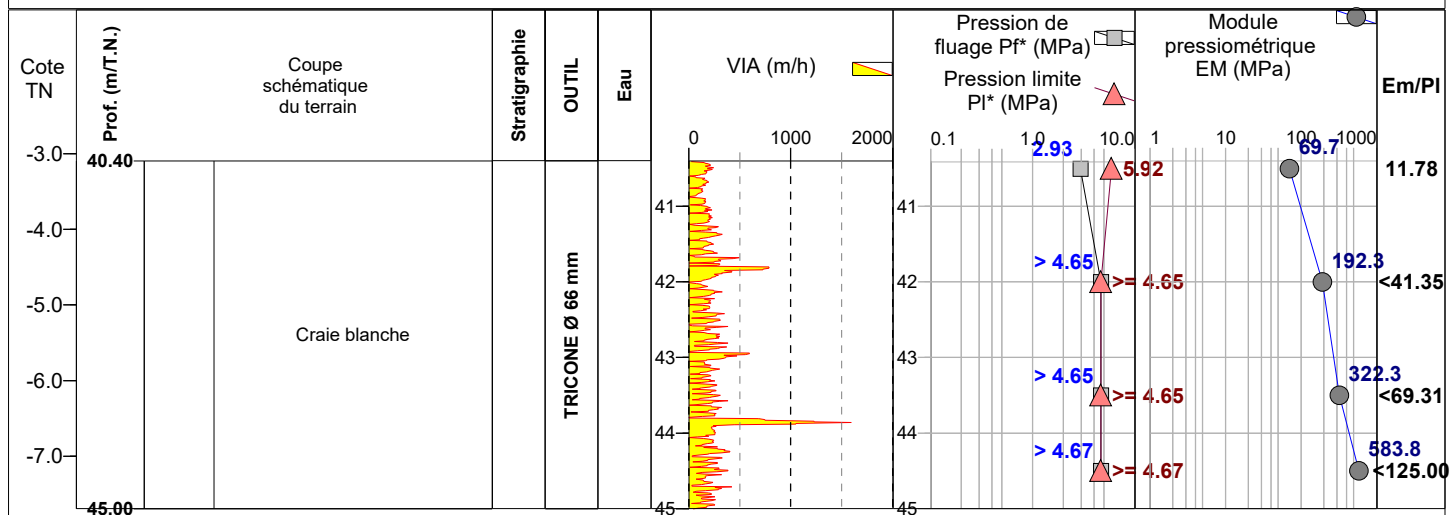
Page : 3 / 3

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :



Date : 09/01/2023

Cote X : 1643367.96

Cote Y : 8183427.18

Cote Z : 37.3 m

Inclinaison :

Machine : EMCI 7.50

Profondeur : 0.00 m 45.00 m

Echelle : 1 / 100

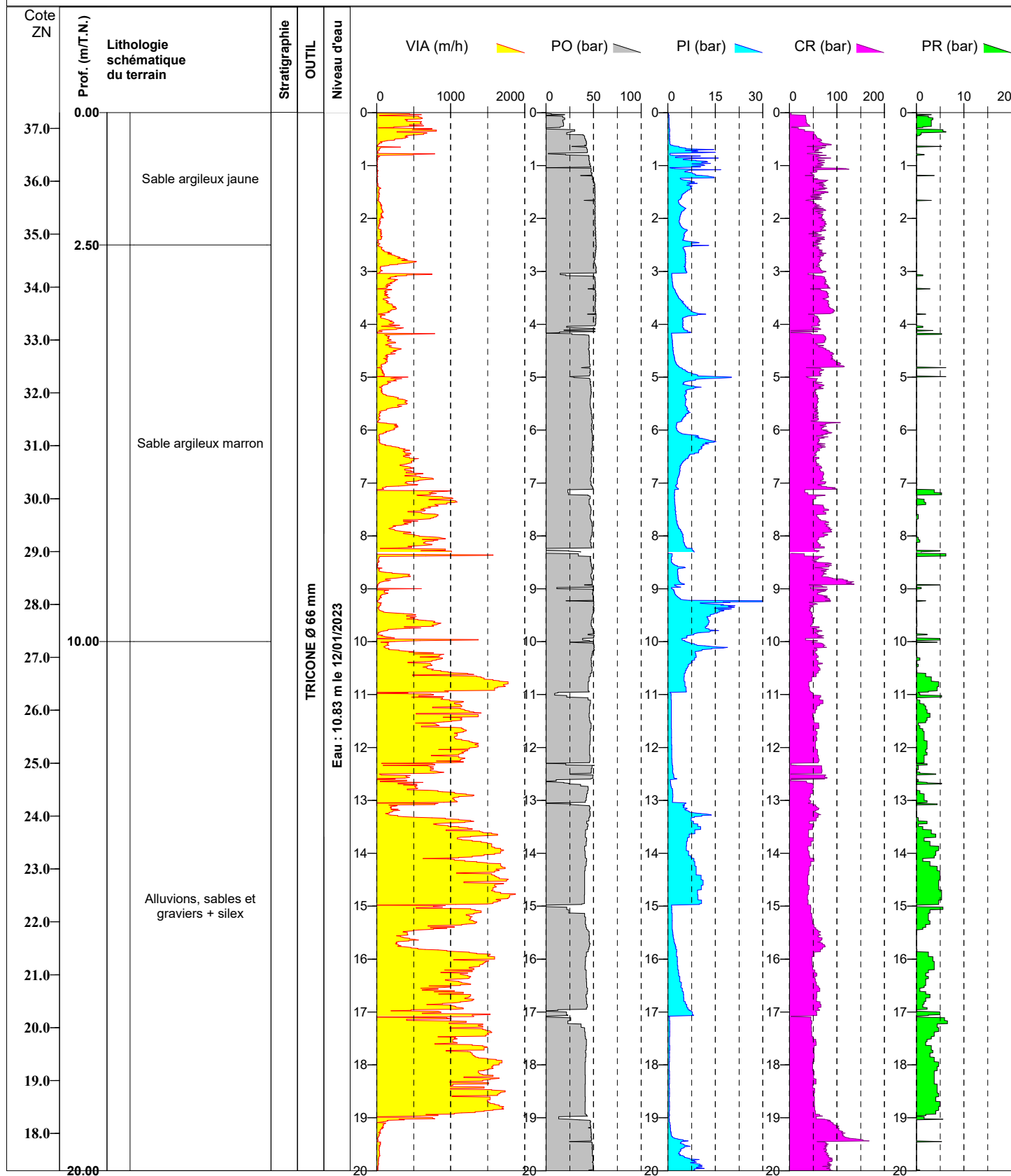
Page : 1 / 3

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :



Date : 09/01/2023

Cote X : 1643367.96

Cote Y : 8183427.18

Cote Z : 37.3 m

Inclinaison :

Machine : EMCI 7.50

Profondeur : 0.00 m 45.00 m

Echelle : 1 / 100

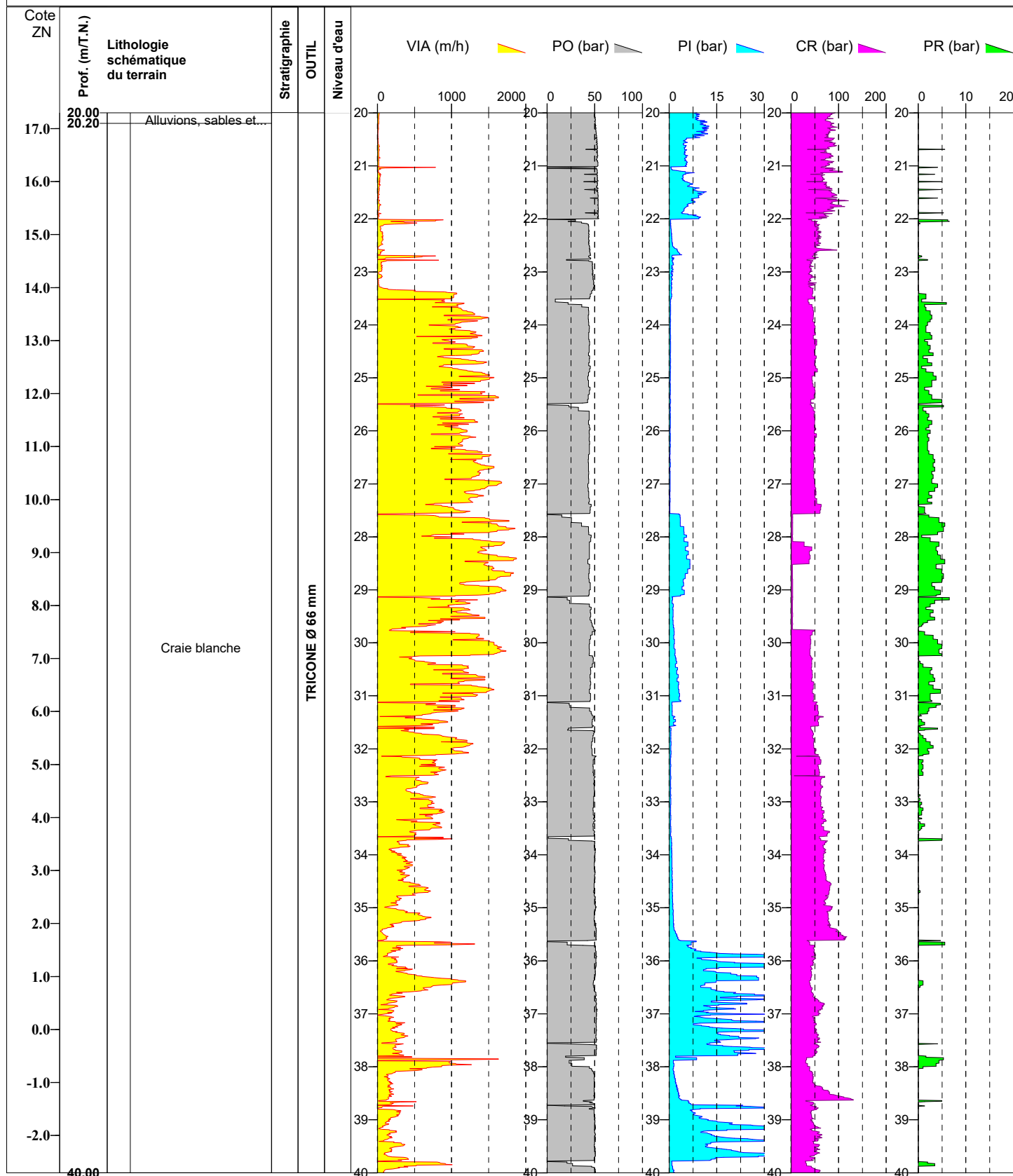
Page : 2 / 3

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :



Date : 09/01/2023

Cote X : 1643367.96

Cote Y : 8183427.18

Cote Z : 37.3 m

Inclinaison :

Machine : EMCI 7.50

Profondeur : 0.00 m 45.00 m

Echelle : 1 / 100

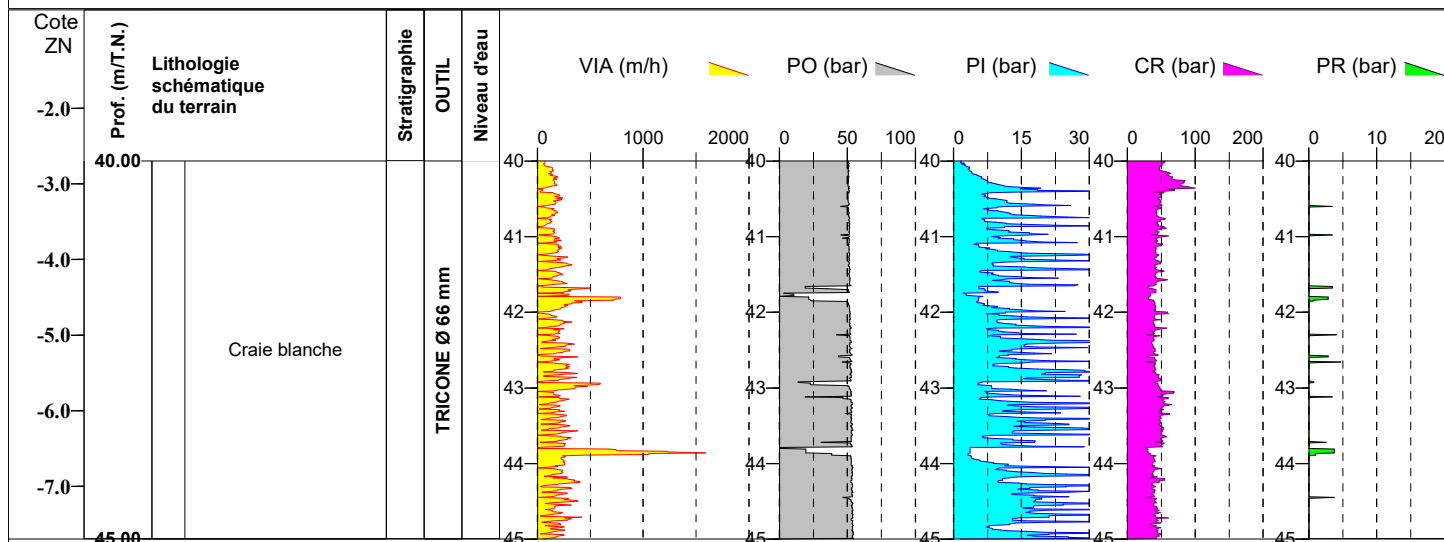
Page : 3 / 3

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :



Date : 12/01/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : EMCI 7.50

Profondeur : 45.00 m 47.13 m

Echelle : 1 / 100

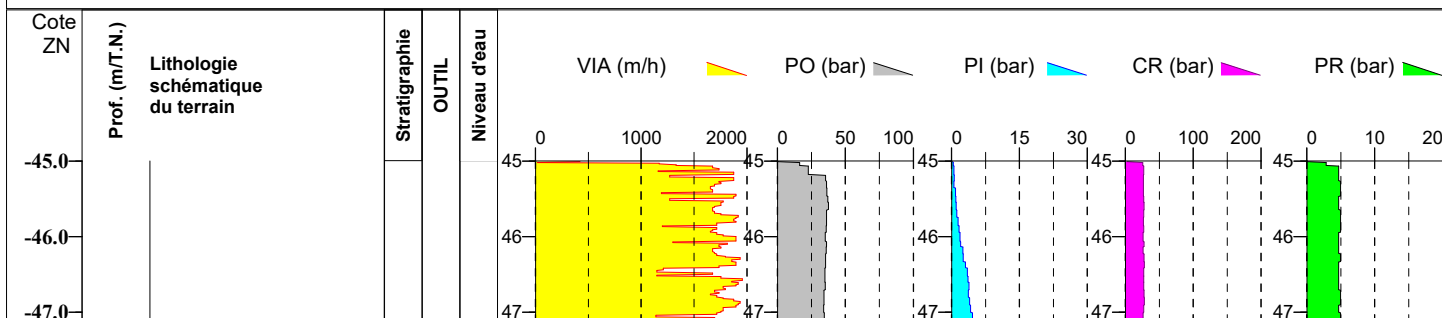
Page : 1 / 1

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :



Date : 03/01/2023

Cote X : 1643460.12

Cote Y : 8183416.71

Cote Z : 34.5 m

Inclinaison :

Machine : EMCI 7.50

Profondeur : 0.00 m 40.62 m

Echelle : 1 / 100

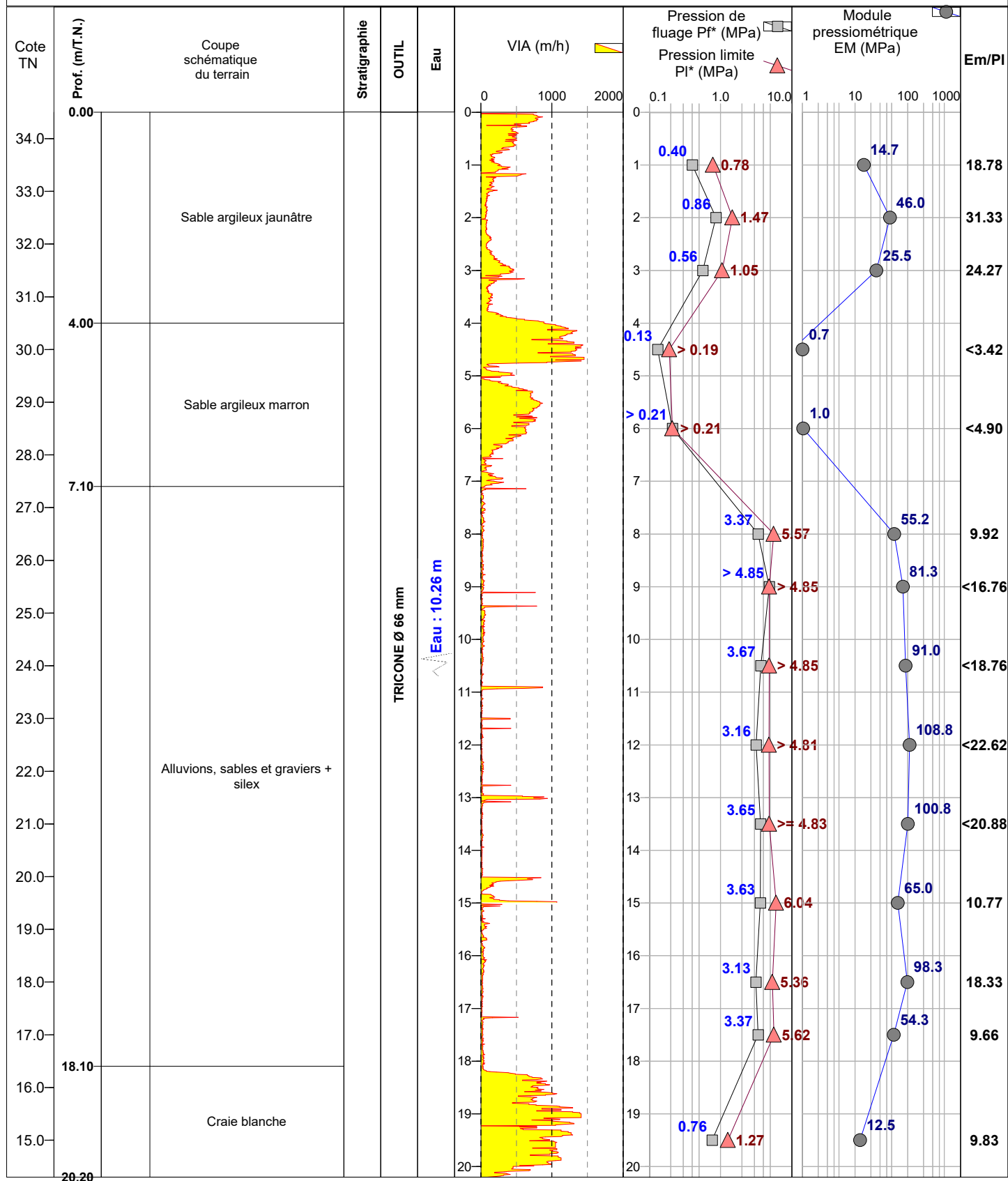
Page : 1 / 3

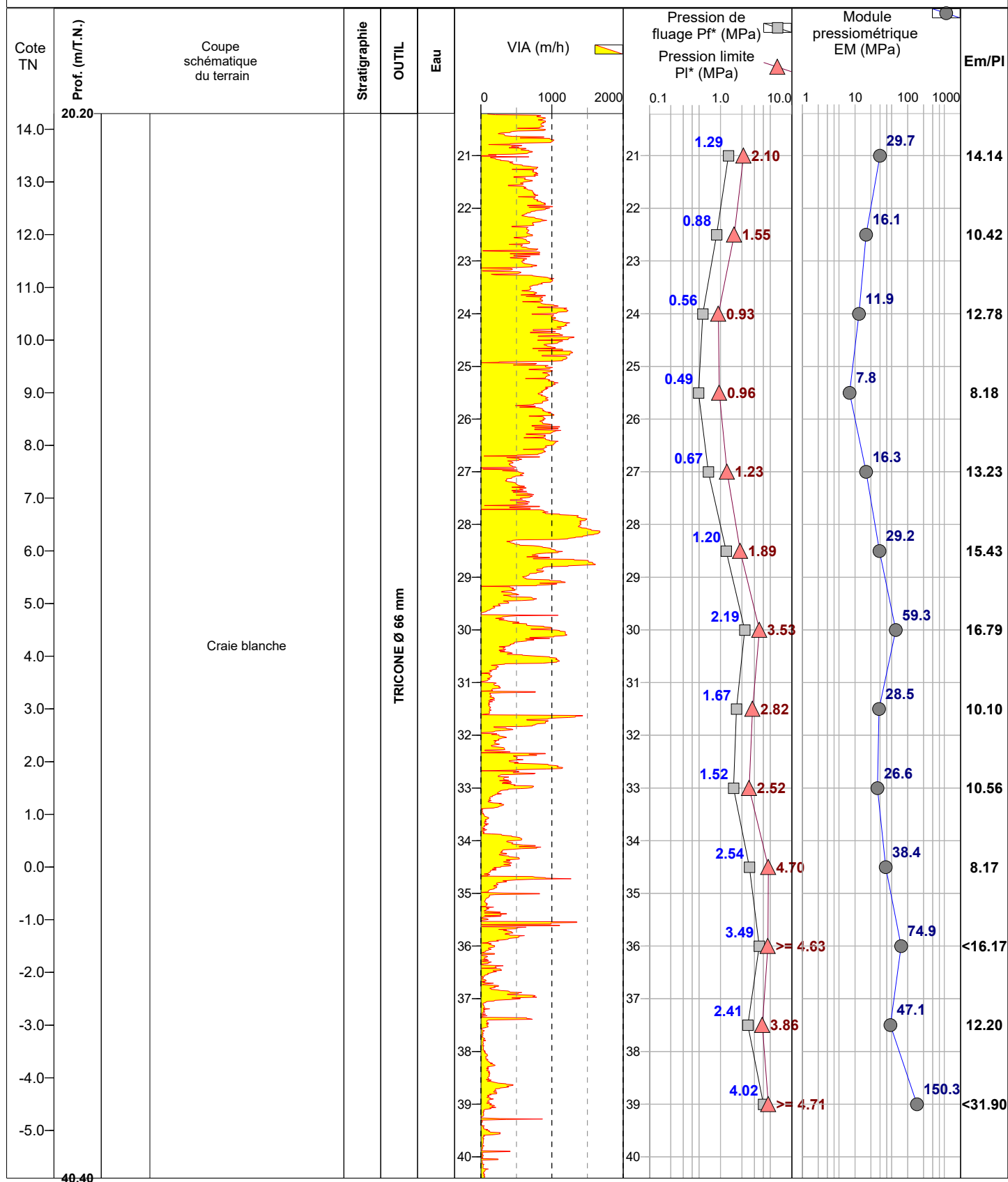
SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :





SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Date : 03/01/2023

Cote X : 1643460.12

Cote Y : 8183416.71

Cote Z : 34.5 m

Inclinaison :

Machine : EMCI 7.50

Profondeur : 0.00 m 40.62 m

Echelle : 1 / 100

Page : 3 / 3

Remarque :

Cote TN	Prof. (m/T.N.)	Coupe schématique du terrain	Stratigraphie	OUTIL	Eau	VIA (m/h)	Pression de fluage Pf* (MPa)	Pression limite PI* (MPa)	Module pressiométrique EM (MPa)	Em/PI
40.40						0 1000 2000	0.1 1.0 10.0		1 10 100 1000	
40.62		Craie blanche...								

Date : 03/01/2023

Cote X : 1643460.12

Cote Y : 8183416.71

Cote Z : 34.5 m

Inclinaison :

Machine : EMCI 7.50

Profondeur : 0.00 m 40.62 m

Echelle : 1 / 100

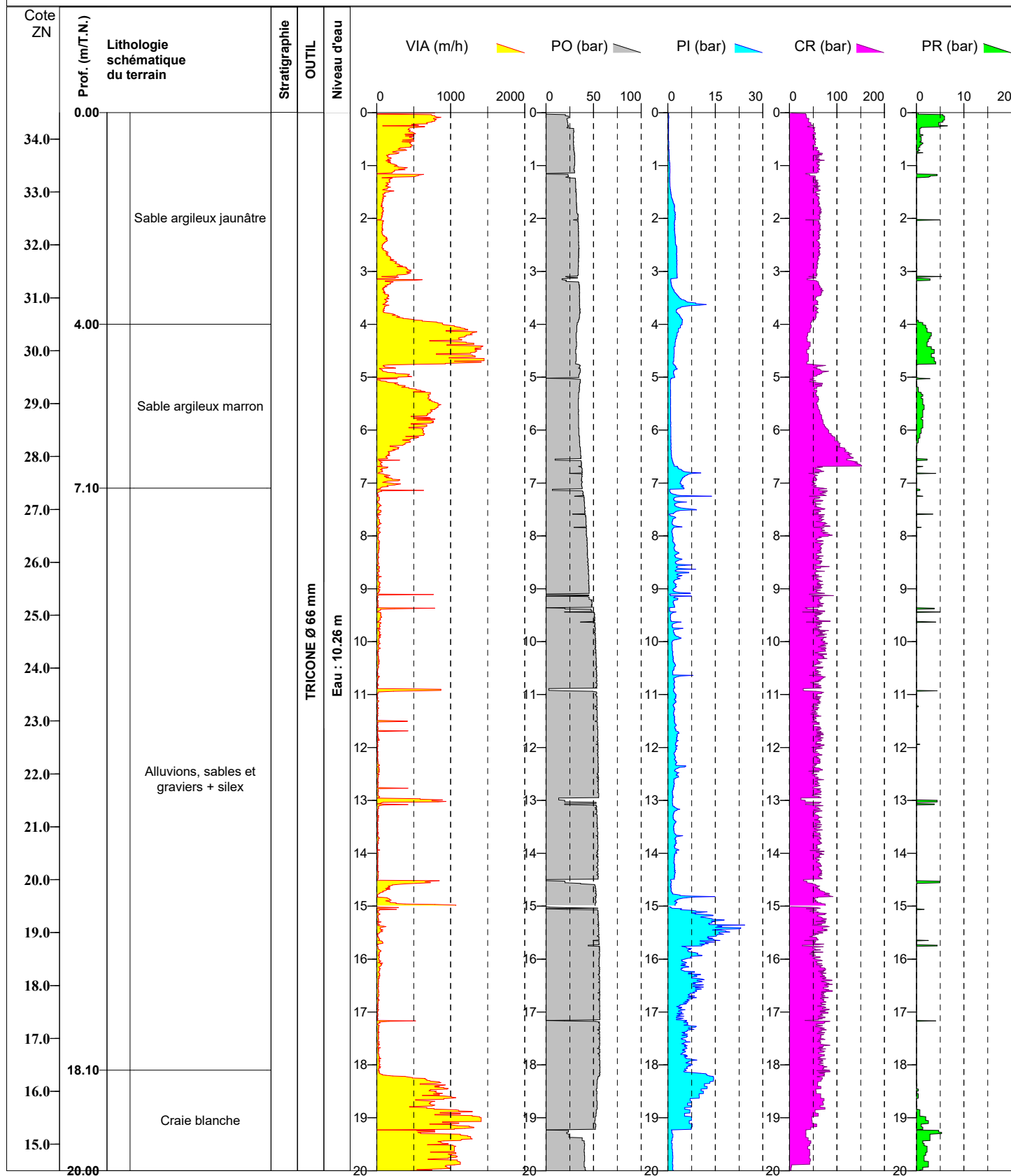
Page : 1 / 3

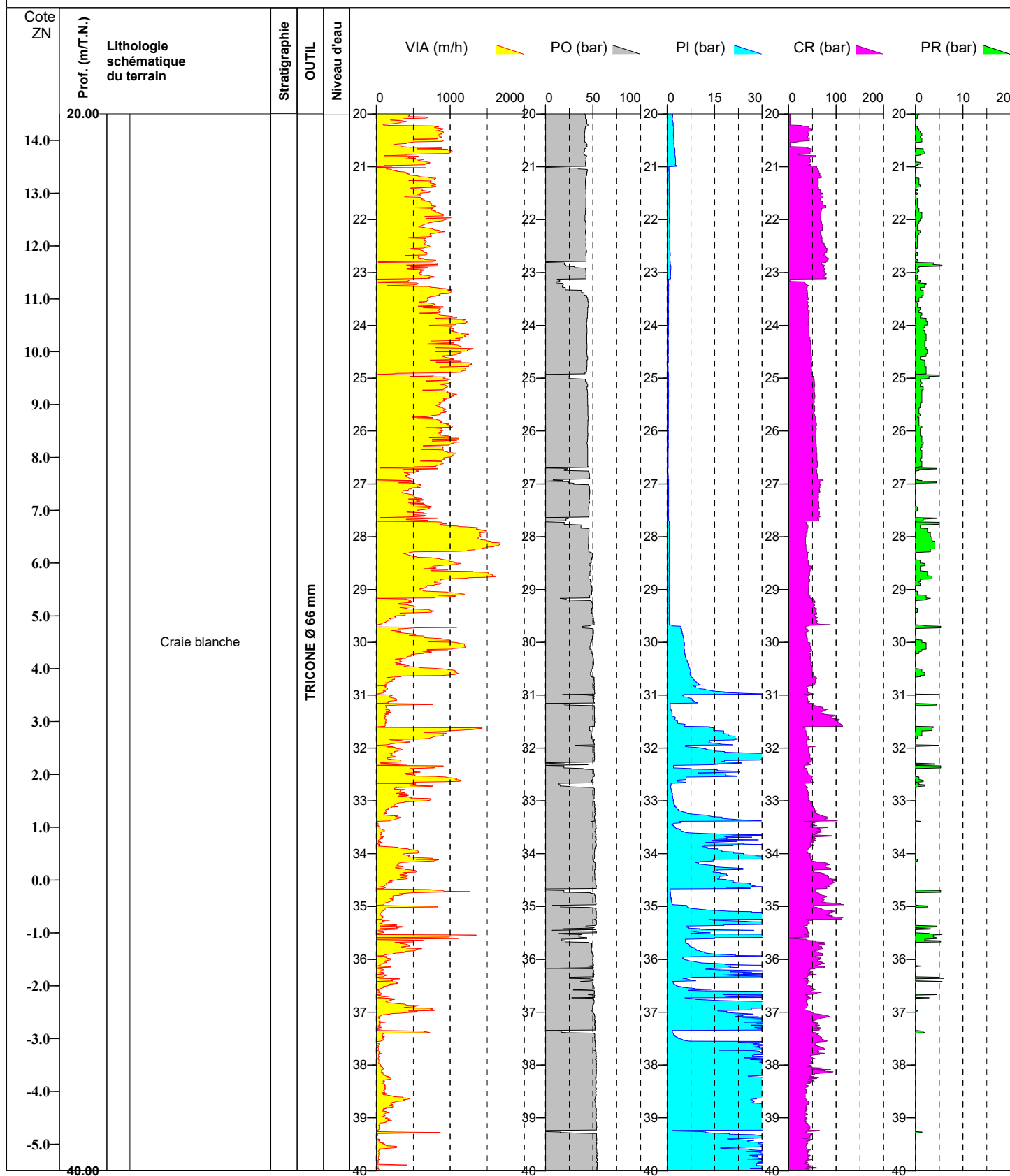
SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :





Date : 03/01/2023

Cote X : 1643460.12

Cote Y : 8183416.71

Cote Z : 34.5 m

Inclinaison :

Machine : EMCI 7.50

Profondeur : 0.00 m 40.62 m

Echelle : 1 / 100

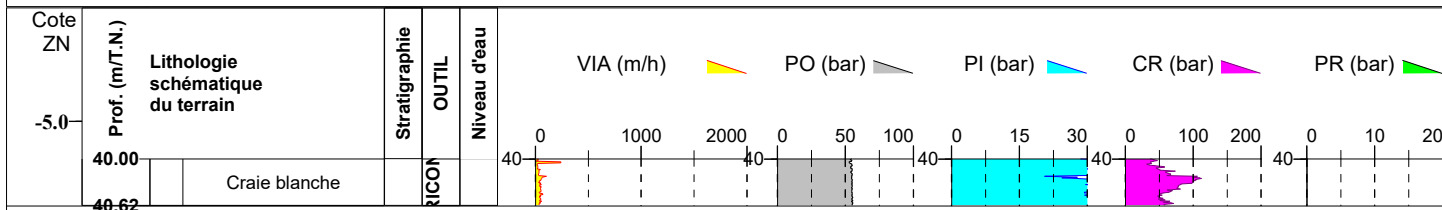
Page : 3 / 3

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :



Date : 03/01/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : EMCI 7.50

Profondeur : 0.00 m 2.46 m

Echelle : 1 / 100

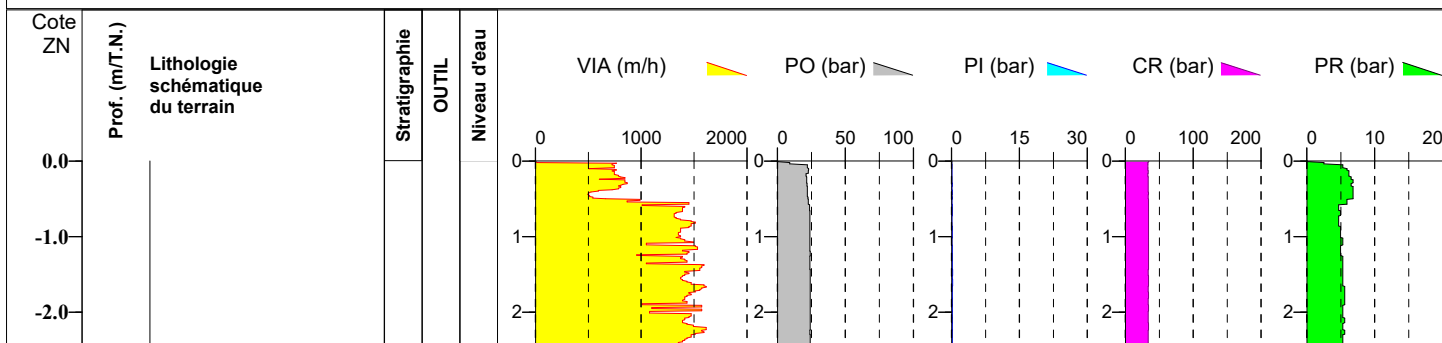
Page : 1 / 1

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :



Date : 06/01/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : EMCI 7.50

Profondeur : 40.62 m 43.13 m

Echelle : 1 / 100

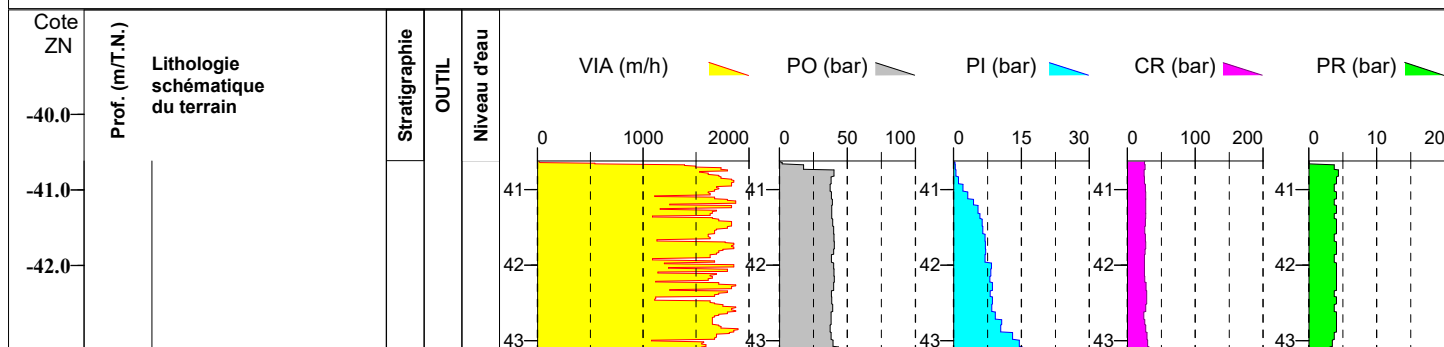
Page : 1 / 1

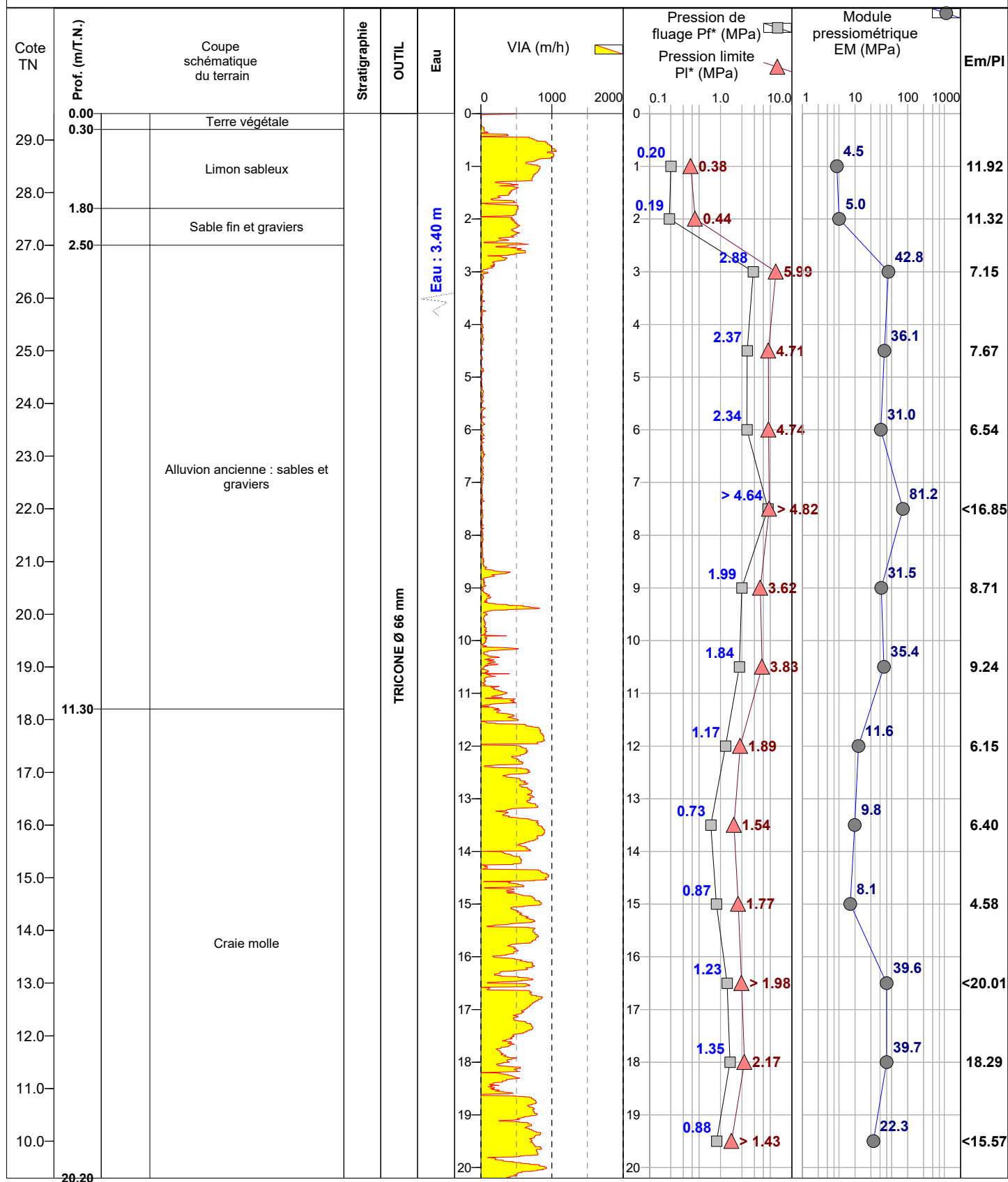
SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

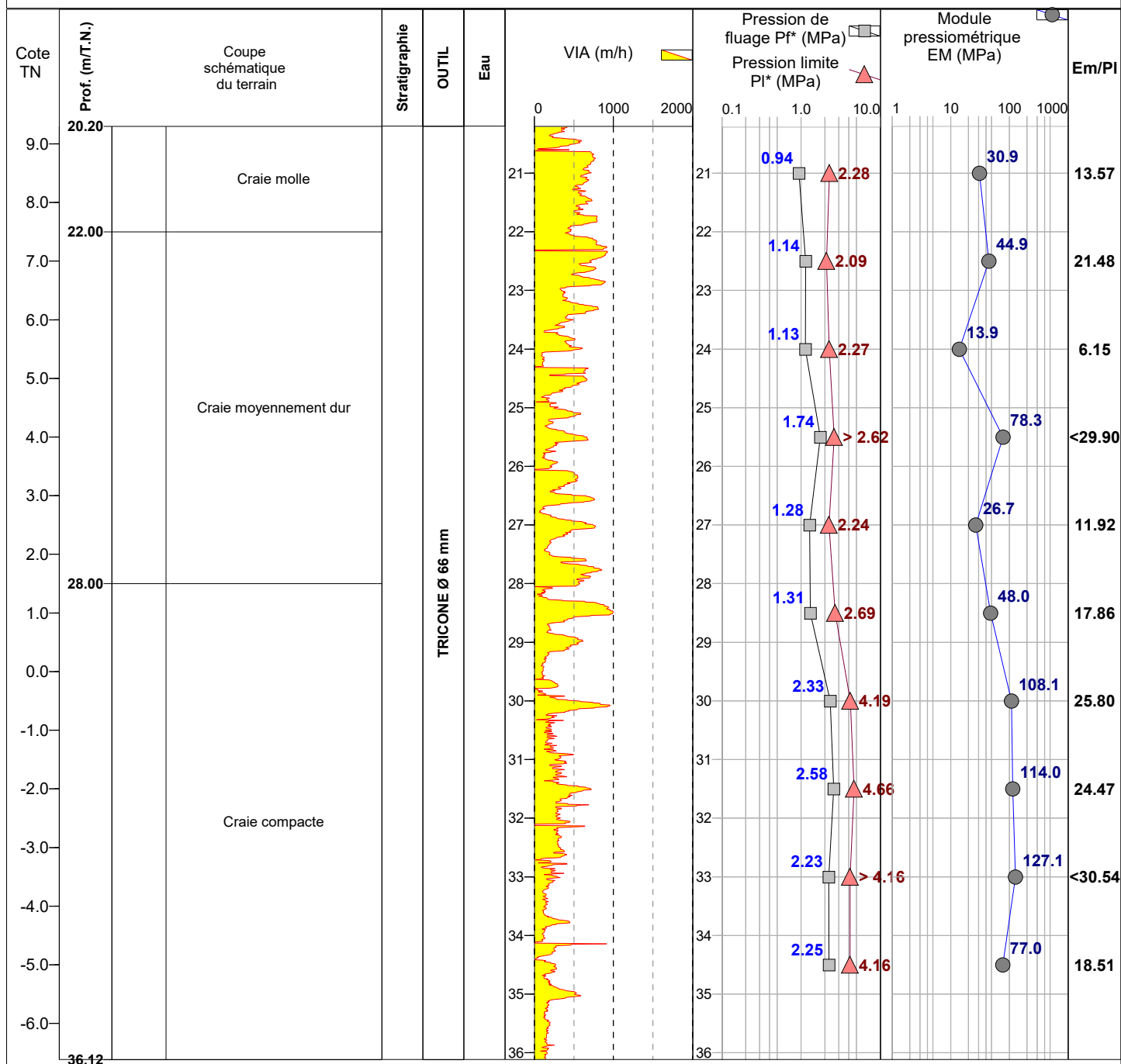
ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :







Date : 11/01/2023

Cote X : 1643524.37

Cote Y : 8183400.23

Cote Z : 29.5 m

Inclinaison :

Machine : E7,50

Profondeur : 0.00 m 36.12 m

Echelle : 1 / 100

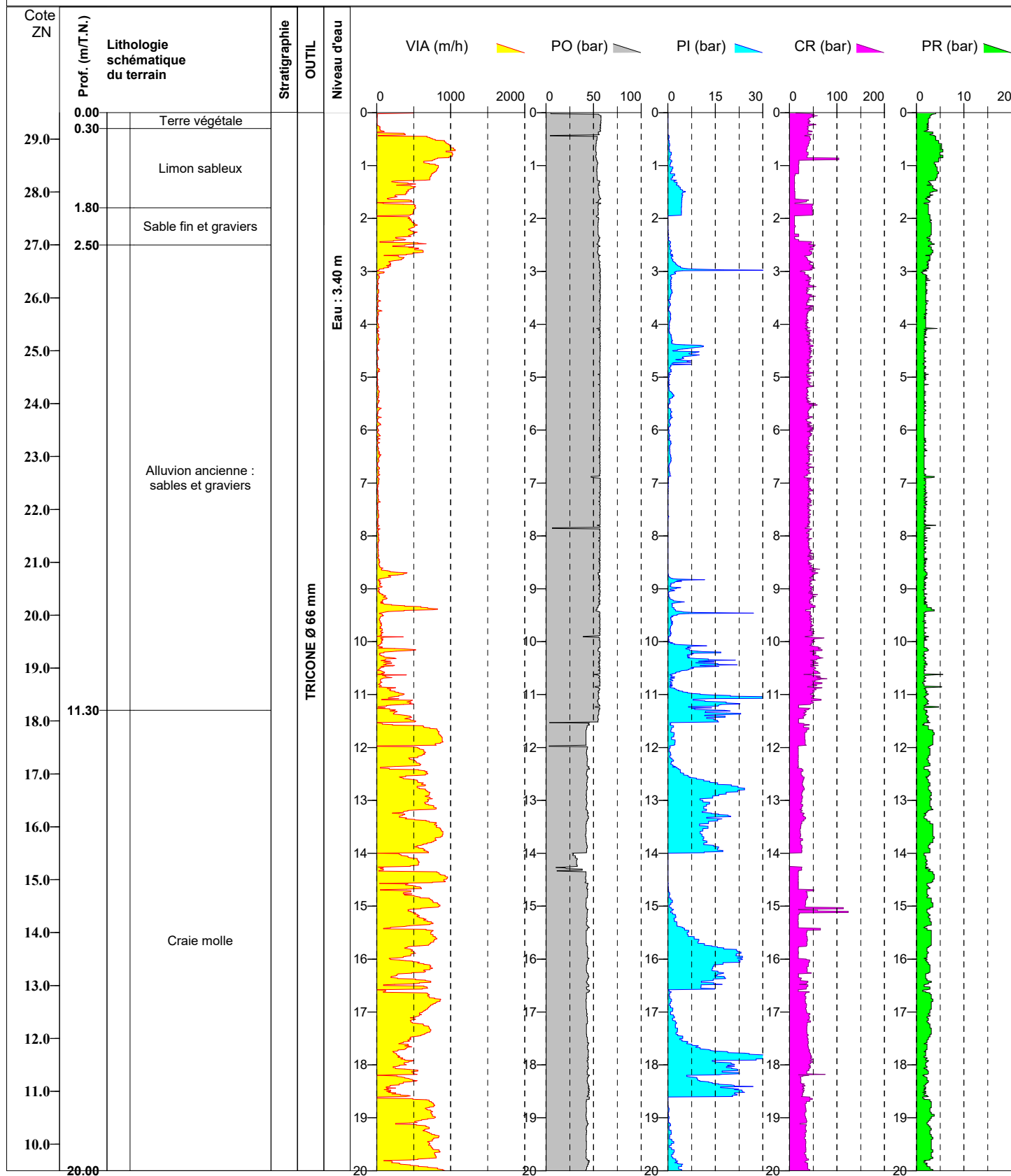
Page : 1 / 2

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :



Date : 11/01/2023

Cote X : 1643524.37

Cote Y : 8183400.23

Cote Z : 29.5 m

Inclinaison :

Machine : E7,50

Profondeur : 0.00 m 36.12 m

Echelle : 1 / 100

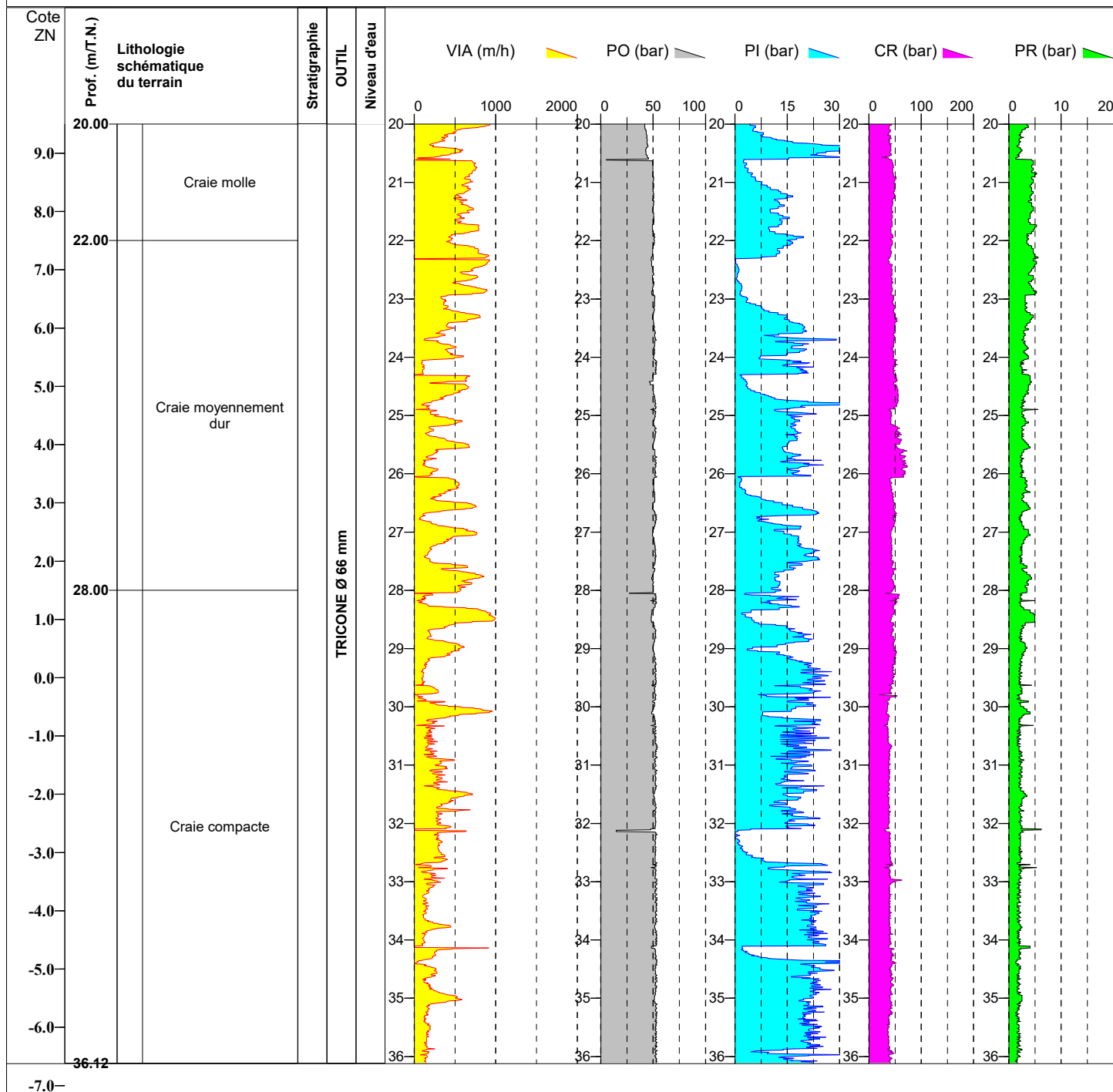
Page : 2 / 2

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :



Date : 11/01/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : E7,50

Profondeur : 0.00 m 2.58 m

Echelle : 1 / 100

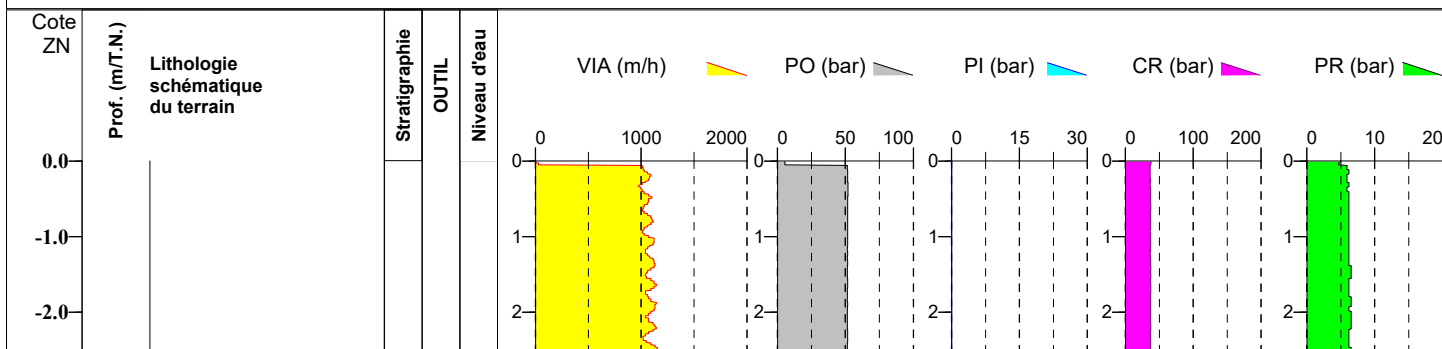
Page : 1 / 1

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :



Date : 11/01/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : E7,50

Profondeur : 0.00 m 2.22 m

Echelle : 1 / 100

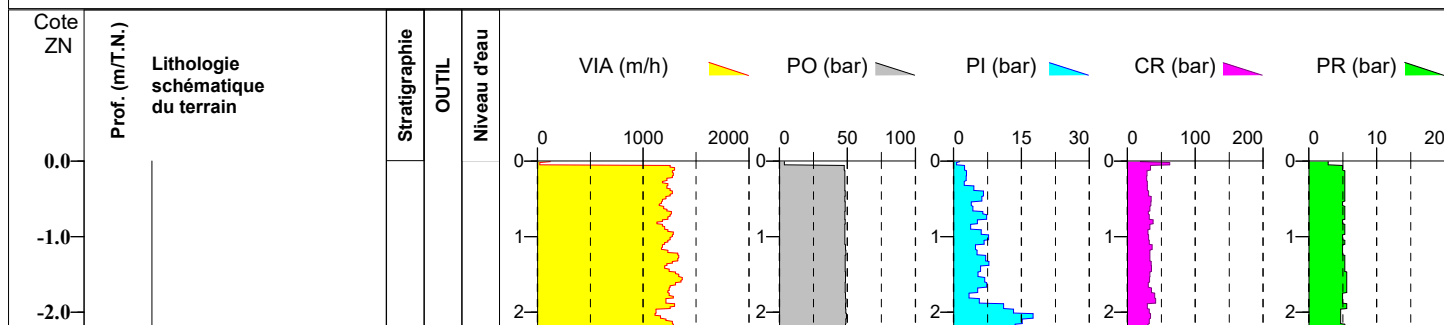
Page : 1 / 1

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :



SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Date : 12/01/2023

Cote X : 1643561.23

Cote Y : 8183357.19

Cote Z : 29.7 m

Inclinaison :

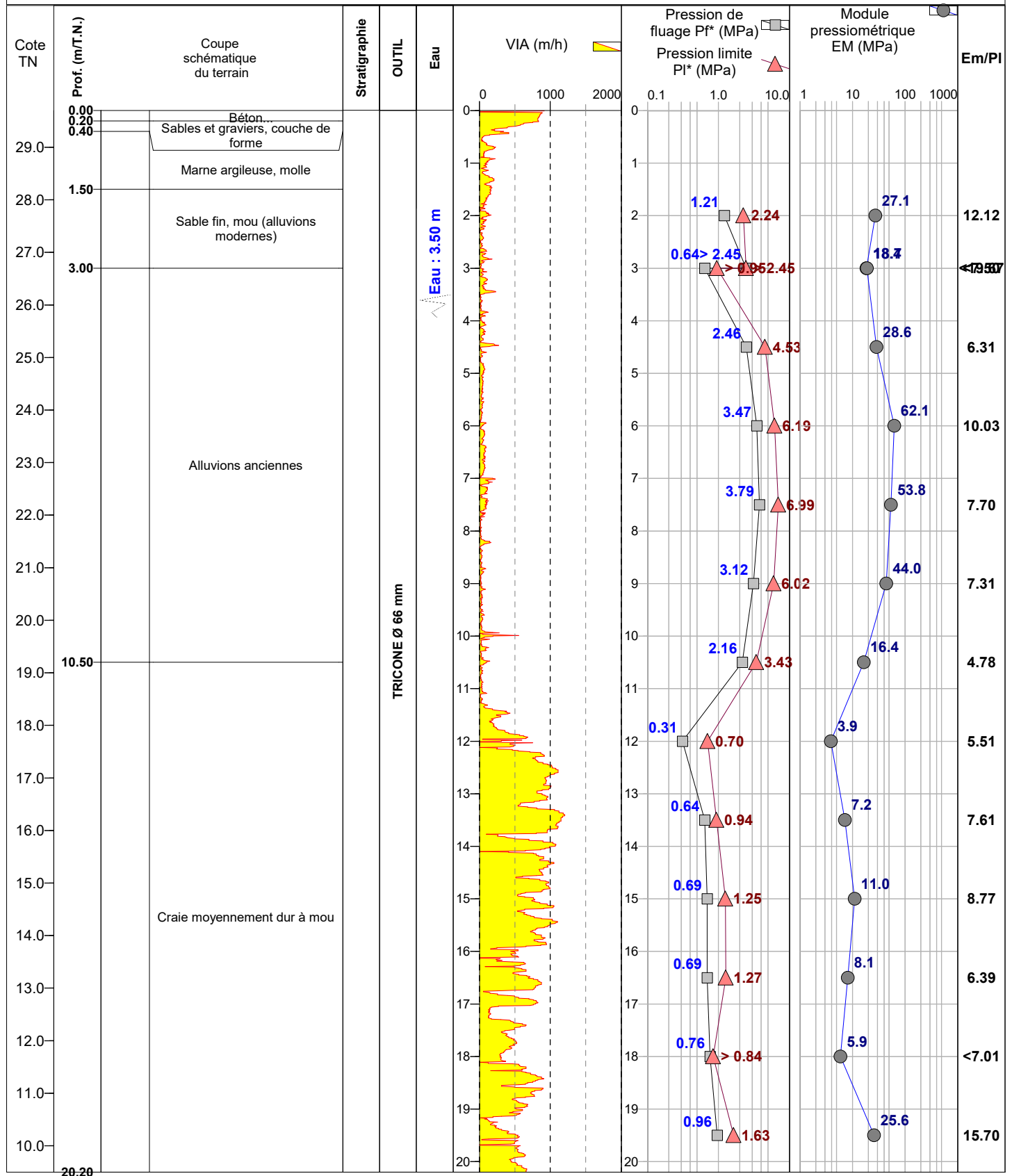
Machine : E7,50

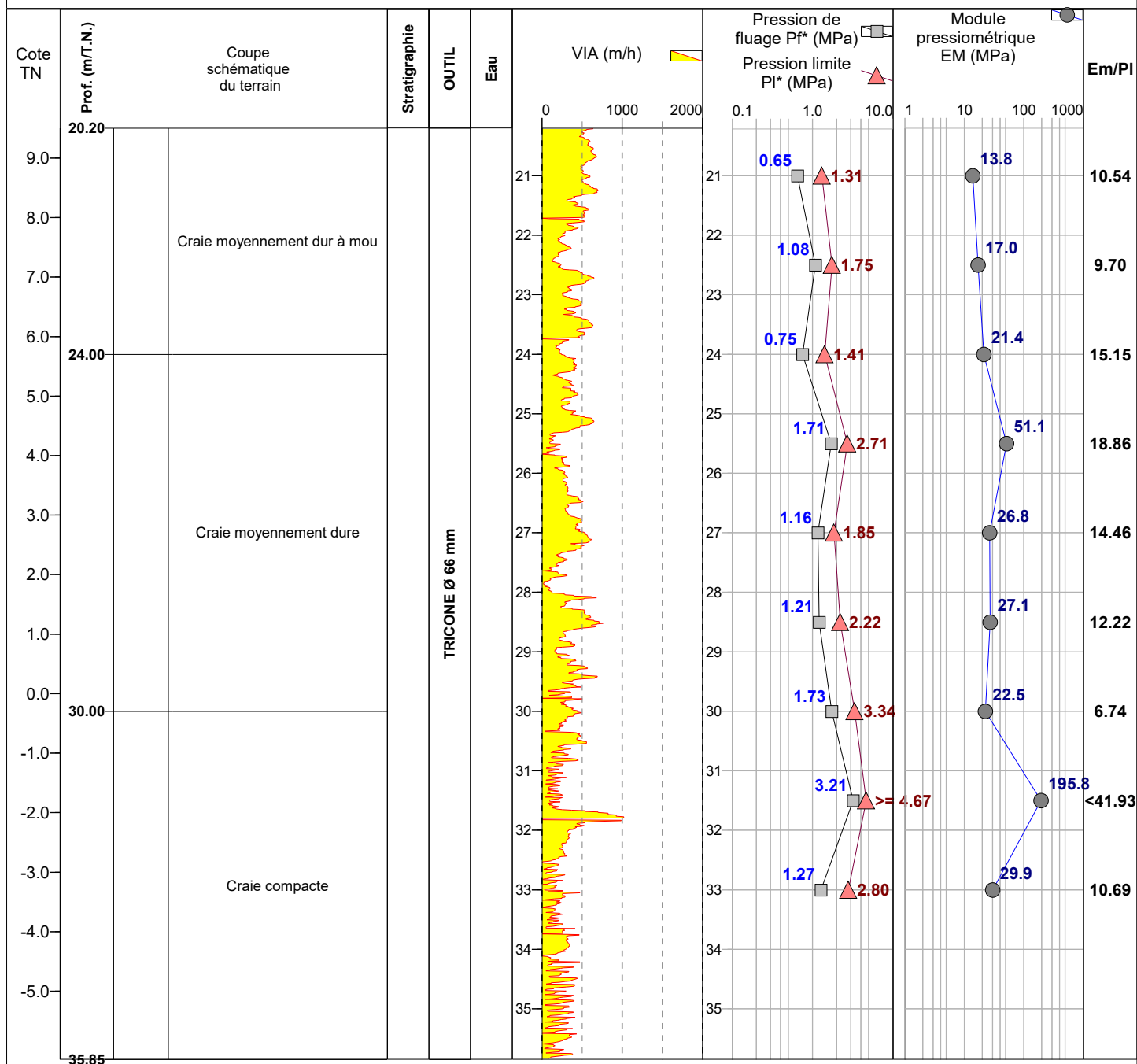
Profondeur : 0.00 m 35.85 m

Echelle : 1 / 100

Page : 1 / 2

Remarque :





Date : 12/01/2023

Cote X : 1643561.23

Cote Y : 8183357.19

Cote Z : 29.7 m

Inclinaison :

Machine : E7,50

Profondeur : 0.00 m 35.85 m

Echelle : 1 / 100

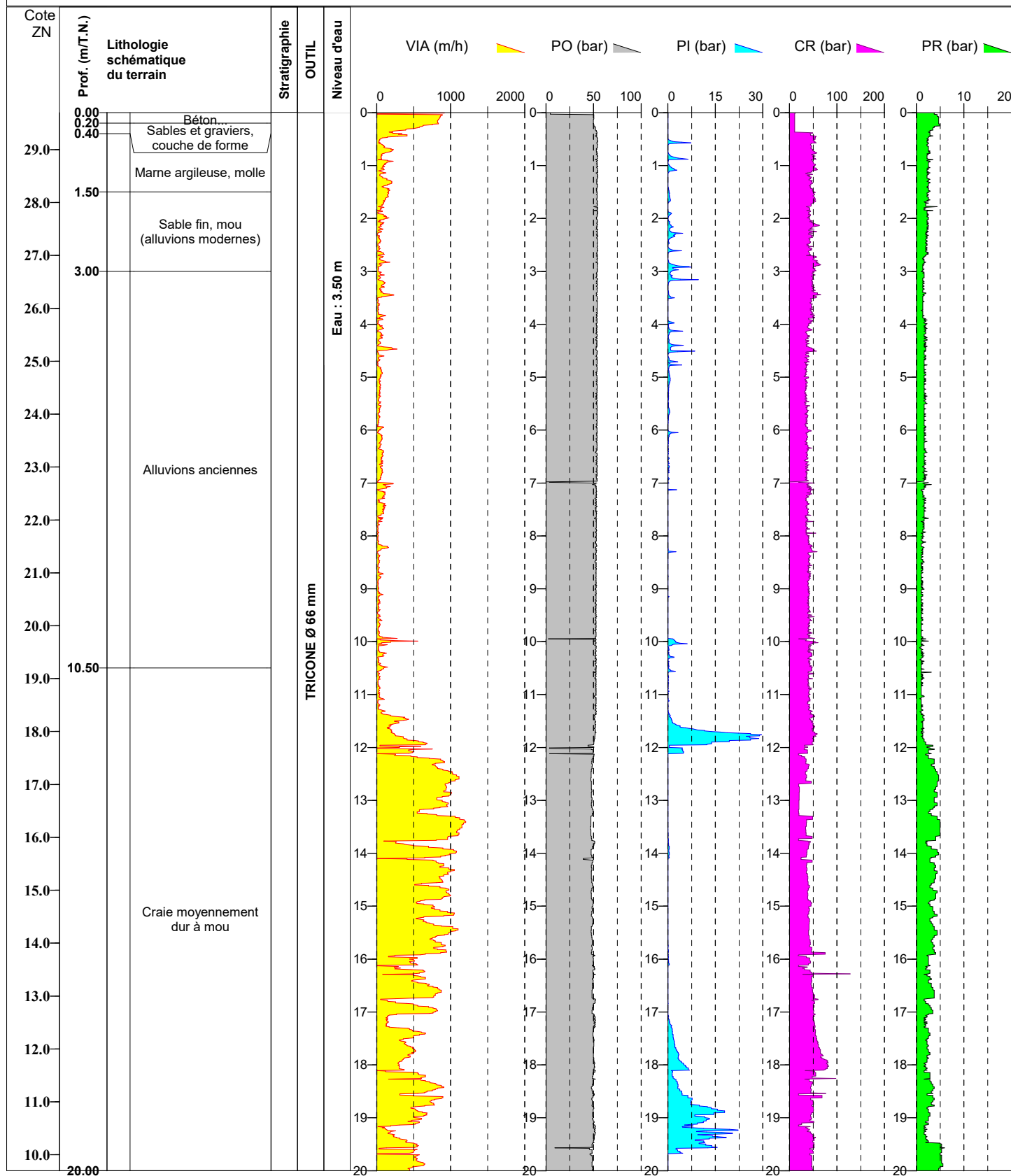
Page : 1 / 2

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :



Date : 12/01/2023

Cote X : 1643561.23

Cote Y : 8183357.19

Cote Z : 29.7 m

Inclinaison :

Machine : E7,50

Profondeur : 0.00 m 35.85 m

Echelle : 1 / 100

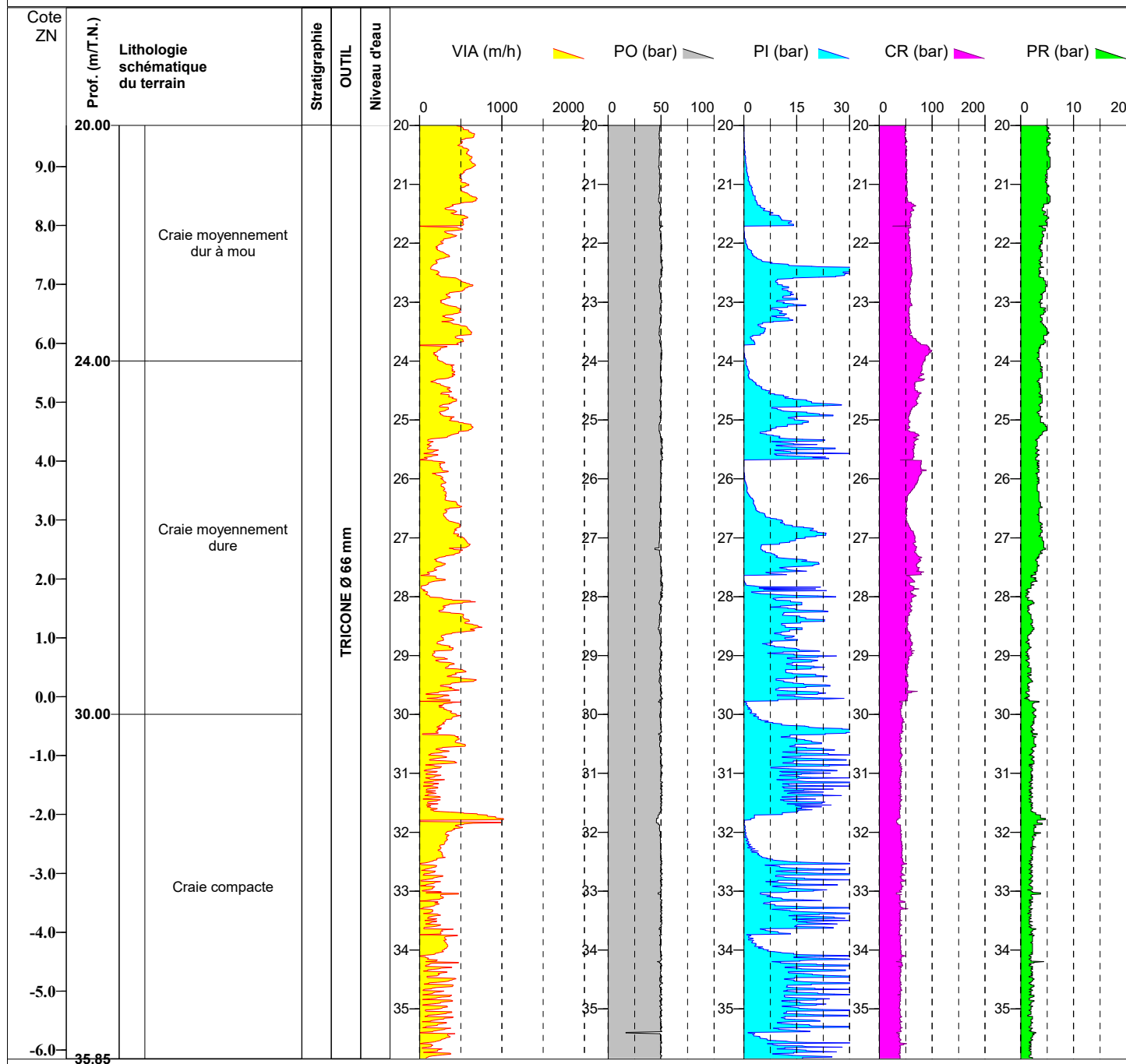
Page : 2 / 2

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :



Date : 12/01/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : E7,50

Profondeur : 0.00 m 2.58 m

Echelle : 1 / 100

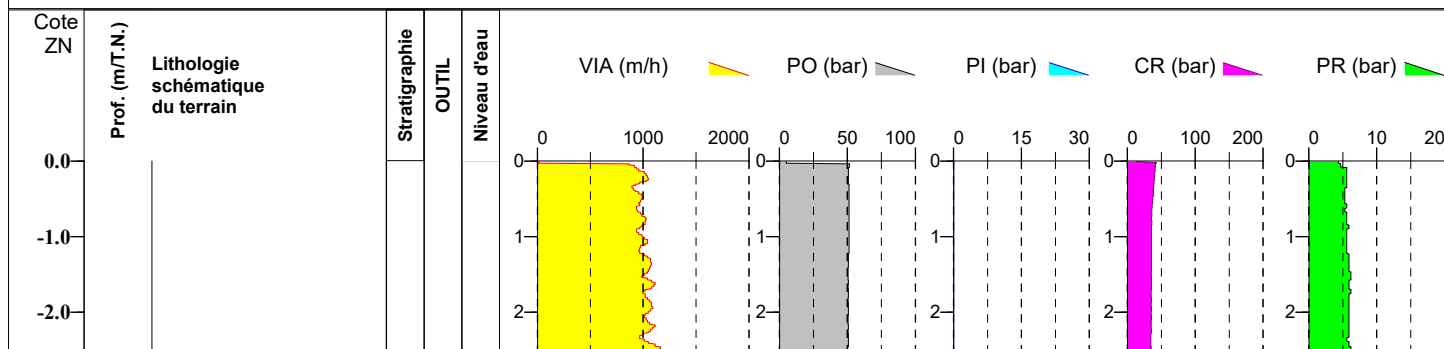
Page : 1 / 1

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :



Date : 16/01/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : E7,50

Profondeur : 34.00 m 36.58 m

Echelle : 1 / 100

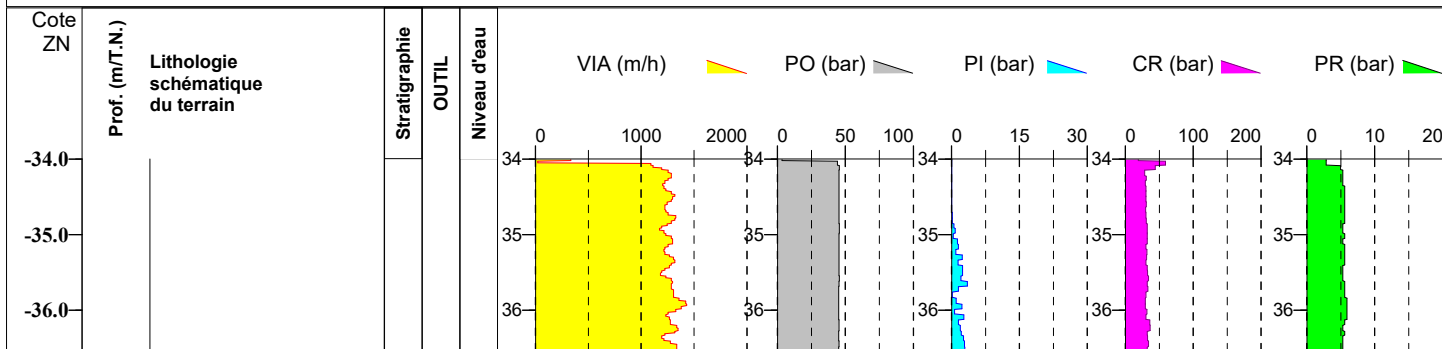
Page : 1 / 1

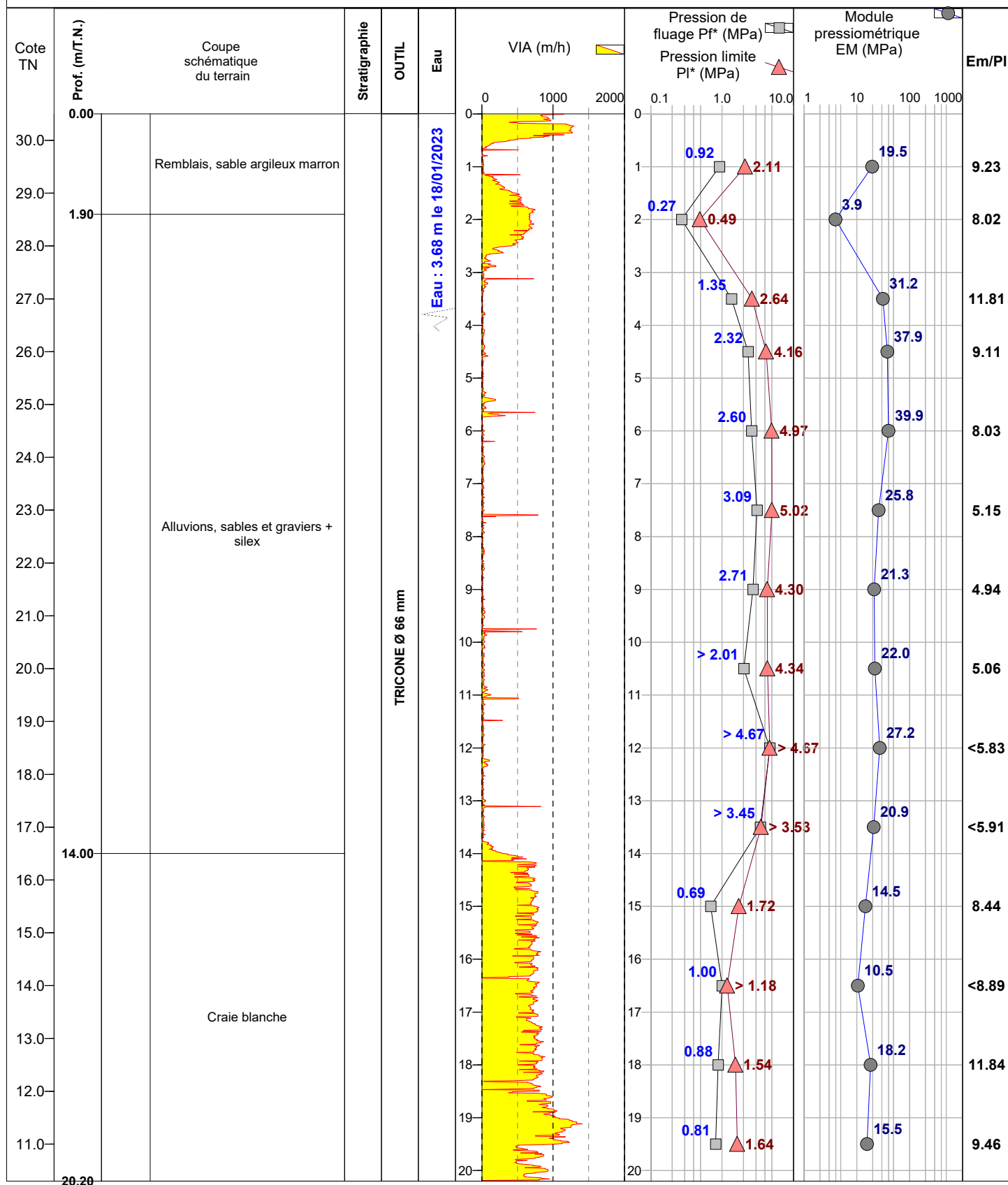
SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :





SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Date : 18/01/2023

Cote X : 1643431.29

Cote Y : 8183374.16

Cote Z : 30.5 m

Inclinaison :

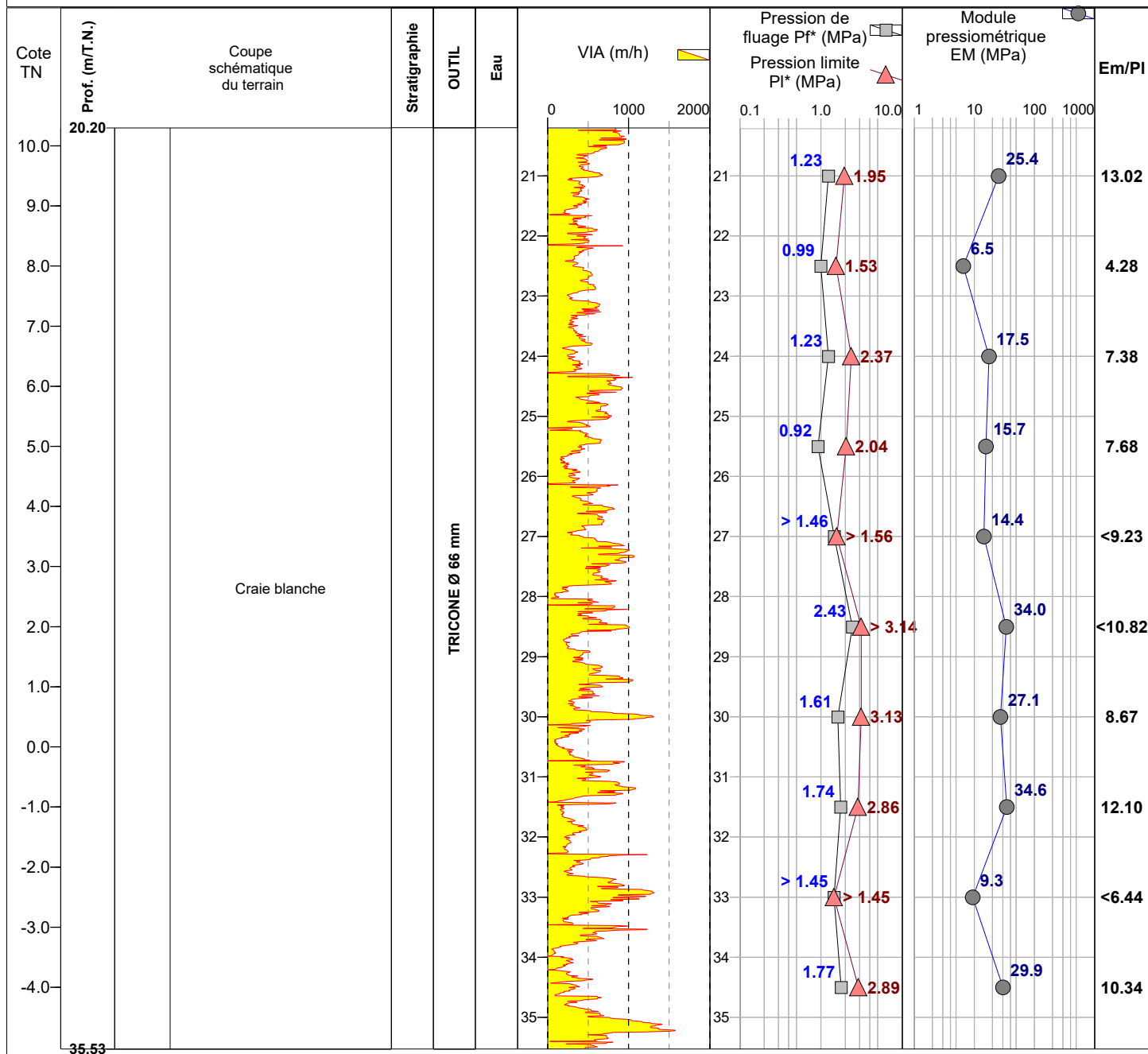
Machine : EMCI 7.50

Profondeur : 0.00 m 35.53 m

Echelle : 1 / 100

Page : 2 / 2

Remarque :



Date : 18/01/2023

Cote X : 1643431.29

Cote Y : 8183374.16

Cote Z : 30.5 m

Inclinaison :

Machine : EMCI 7.50

Profondeur : 0.00 m 35.53 m

Echelle : 1 / 100

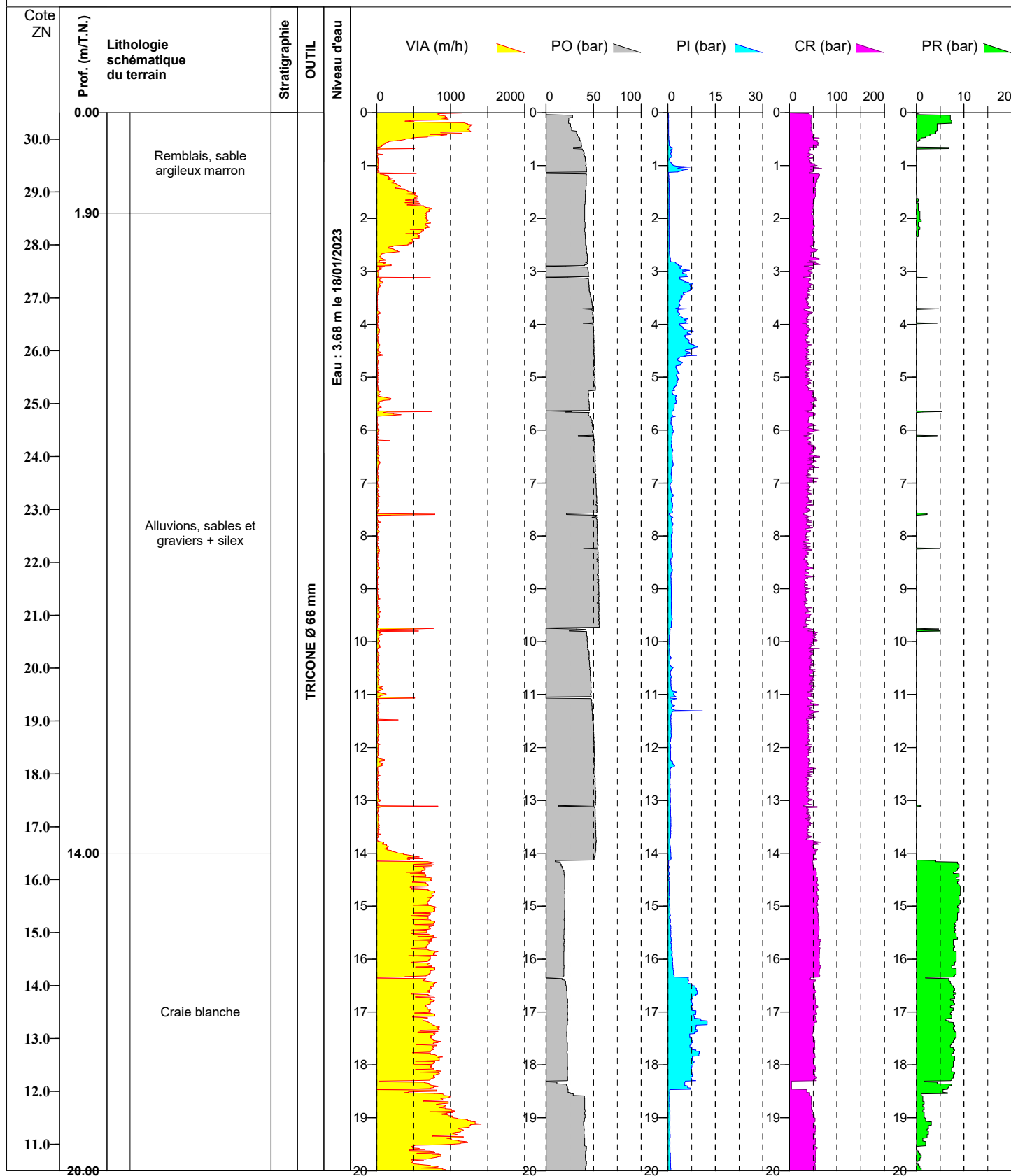
Page : 1 / 2

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :



Date : 18/01/2023

Cote X : 1643431.29

Cote Y : 8183374.16

Cote Z : 30.5 m

Inclinaison :

Machine : EMCI 7.50

Profondeur : 0.00 m 35.53 m

Echelle : 1 / 100

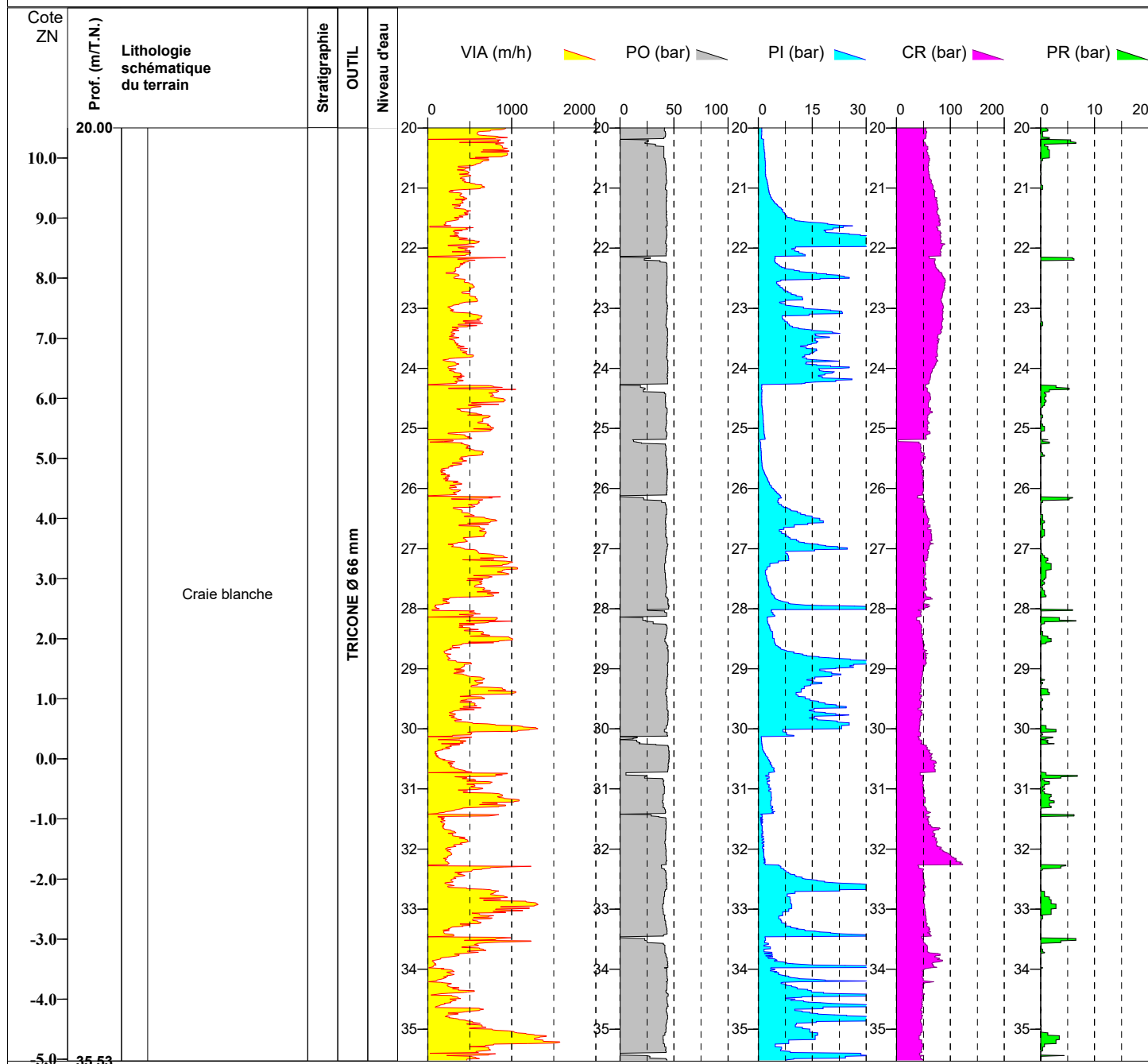
Page : 2 / 2

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :



Date : 13/01/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : EMCI 7.50

Profondeur : 0.00 m 2.49 m

Echelle : 1 / 100

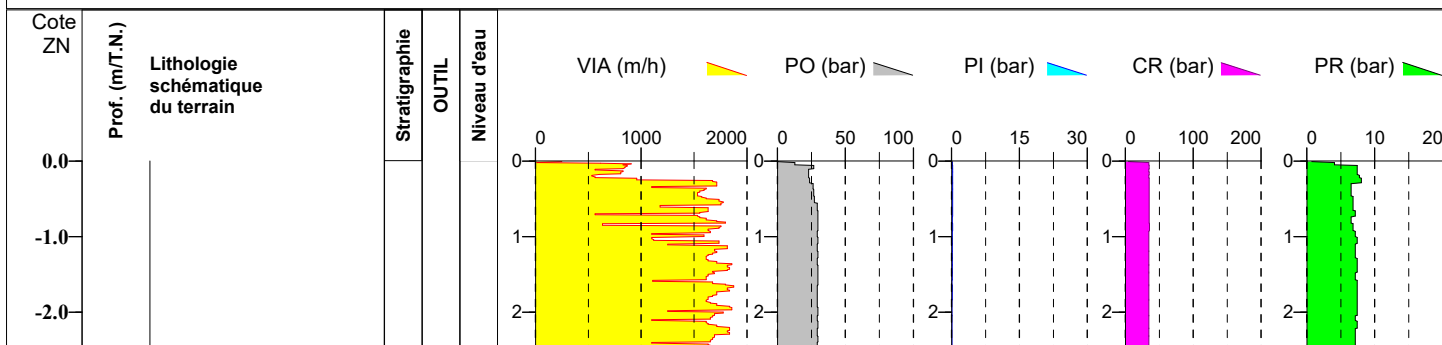
Page : 1 / 1

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :



Date : 13/01/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : EMCI 7.50

Profondeur : 35.53 m 38.03 m

Echelle : 1 / 100

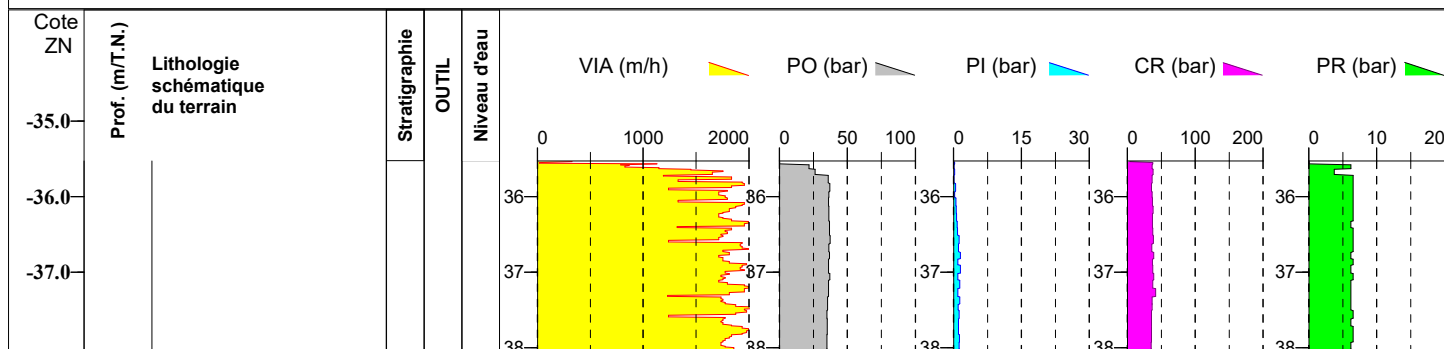
Page : 1 / 1

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :

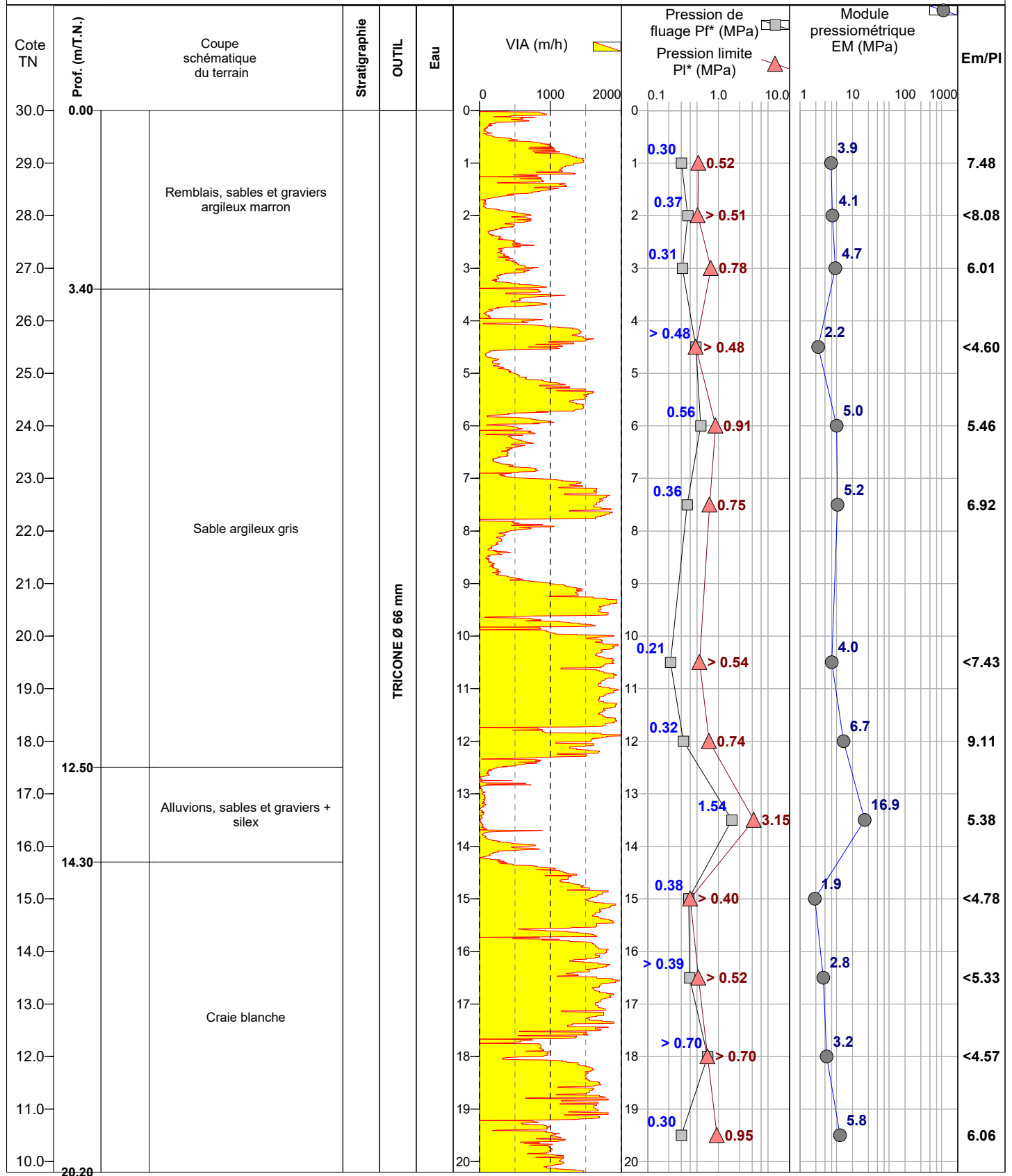


SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque : Equipé d'un piézomètre ?



Date : 18/01/2023

Cote X : 1643341.33

Cote Y : 8183394.81

Cote Z : 30 m

Inclinaison :

Machine : EMCI 7.50

Profondeur : 0.00 m 35.60 m

Echelle : 1 / 100

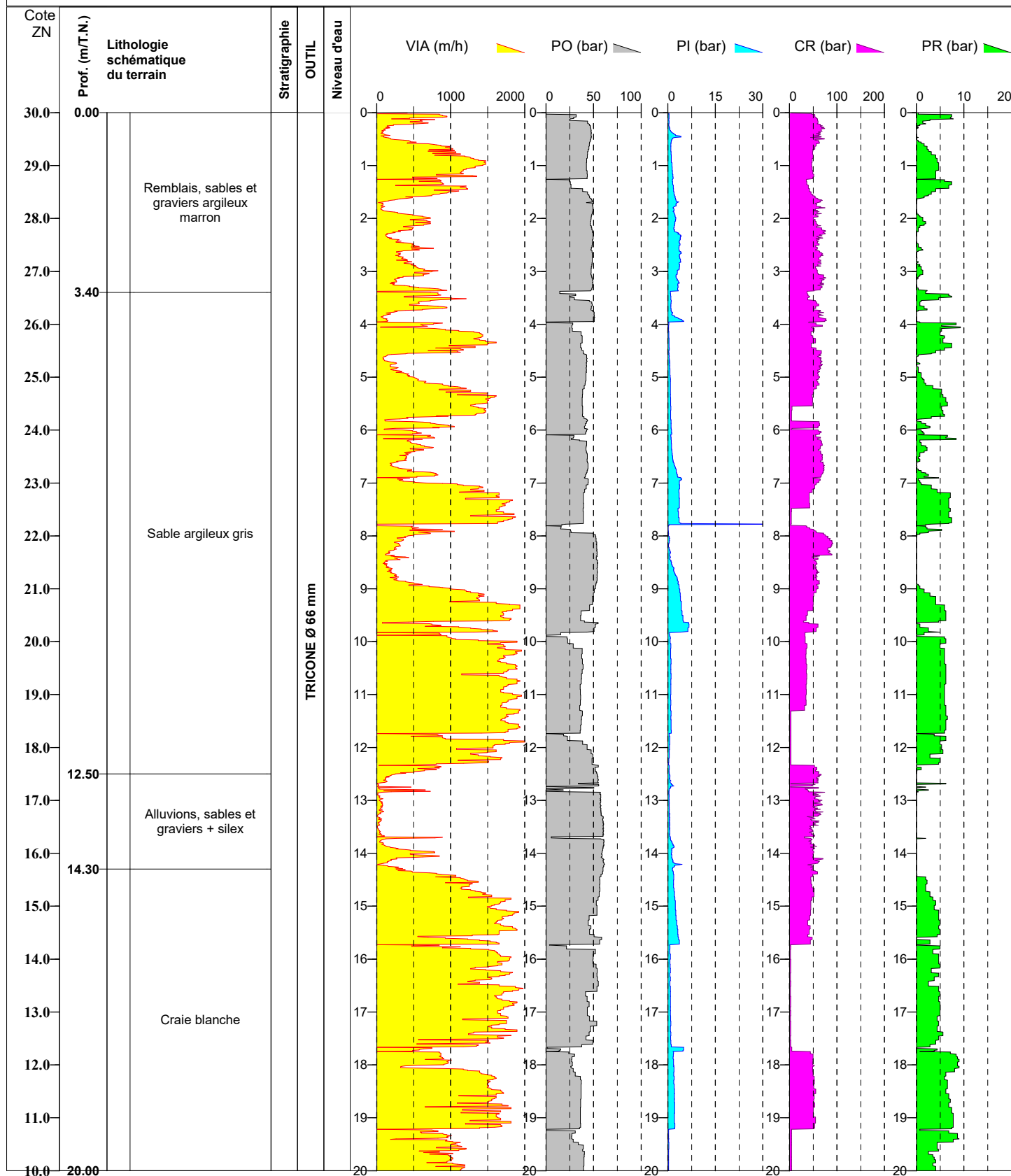
Page : 1 / 2

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque : Equipé d'un piézomètre ?



Date : 18/01/2023

Cote X : 1643341.33

Cote Y : 8183394.81

Cote Z : 30 m

Inclinaison :

Machine : EMCI 7.50

Profondeur : 0.00 m 35.60 m

Echelle : 1 / 100

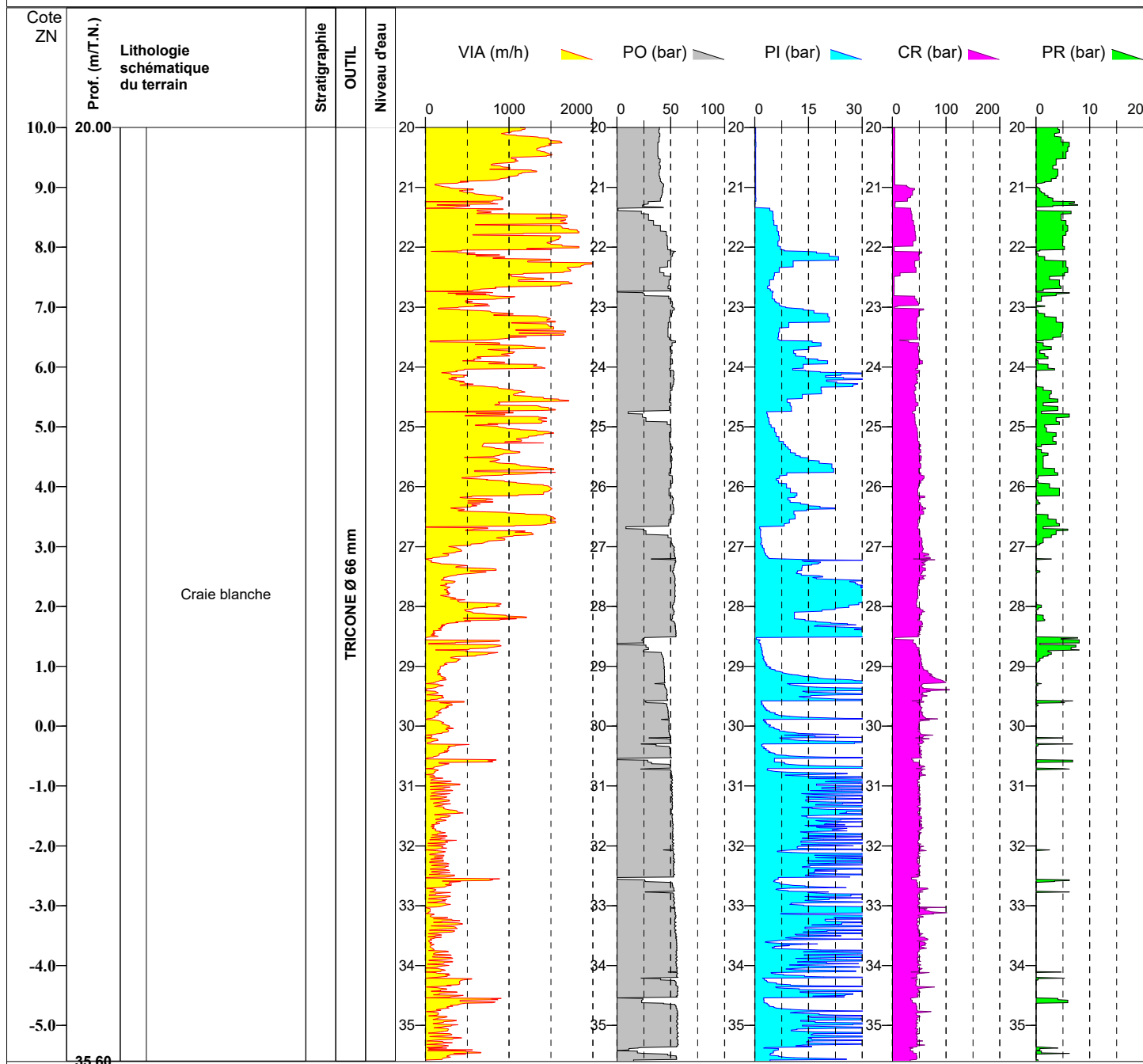
Page : 2 / 2

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque : Equipé d'un piézomètre ?



Date : 18/01/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : EMCI 7.50

Profondeur : 0.00 m 2.49 m

Echelle : 1 / 100

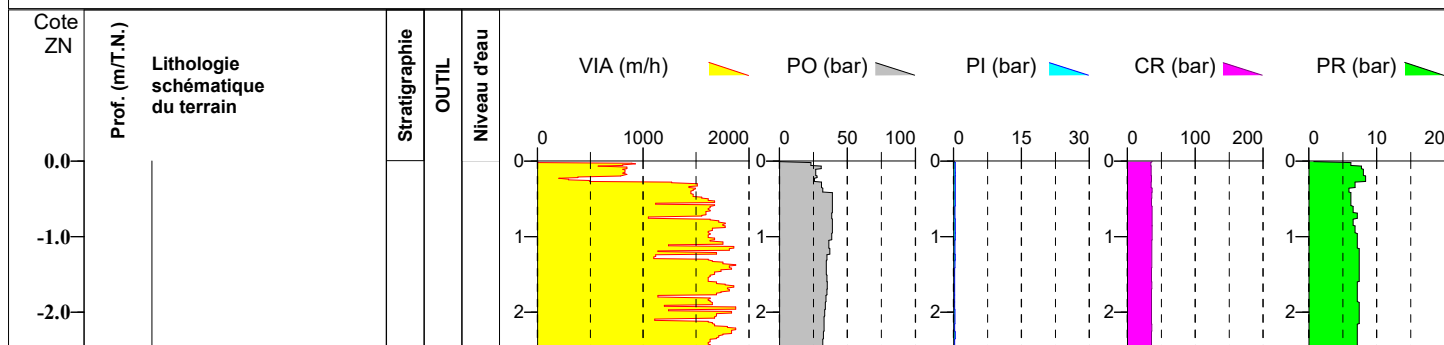
Page : 1 / 1

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :



Date : 24/01/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : EMCI 7.50

Profondeur : 35.60 m 38.04 m

Echelle : 1 / 100

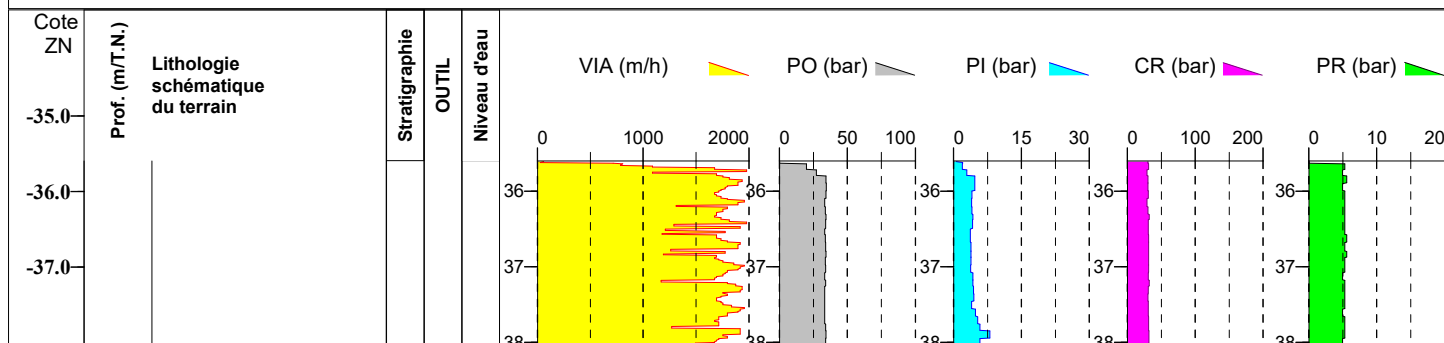
Page : 1 / 1

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :



Date : 15/11/2022

Cote X : 1643407.75

Cote Y : 8183396.68

Cote Z : 30 m

Inclinaison :

Machine : E7,50

Profondeur : 0.00 m 30.15 m

Echelle : 1 / 100

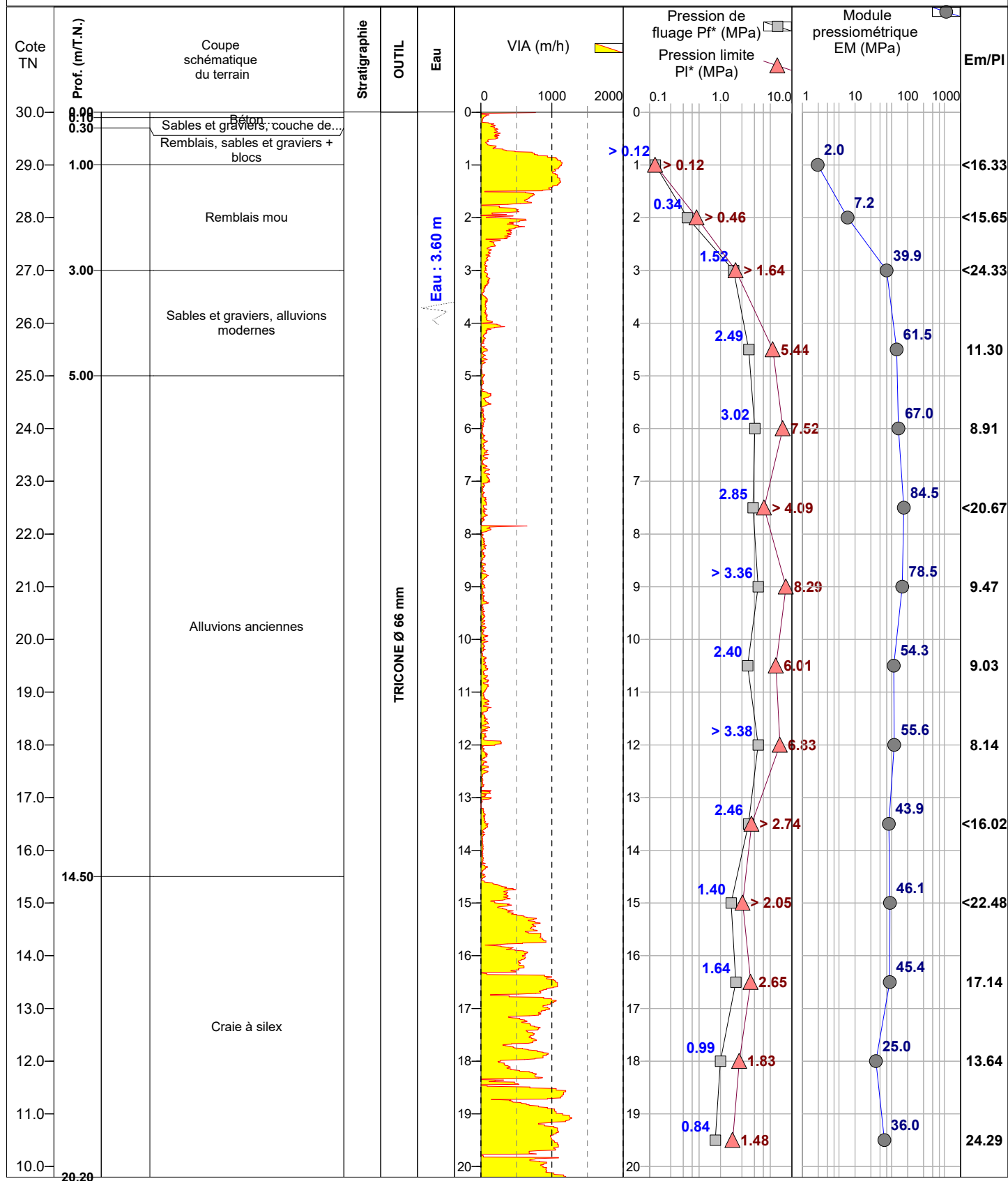
Page : 1 / 2

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :



Date : 15/11/2022

Cote X : 1643407.75

Cote Y : 8183396.68

Cote Z : 30 m

Inclinaison :

Machine : E7,50

Profondeur : 0.00 m 30.15 m

Echelle : 1 / 100

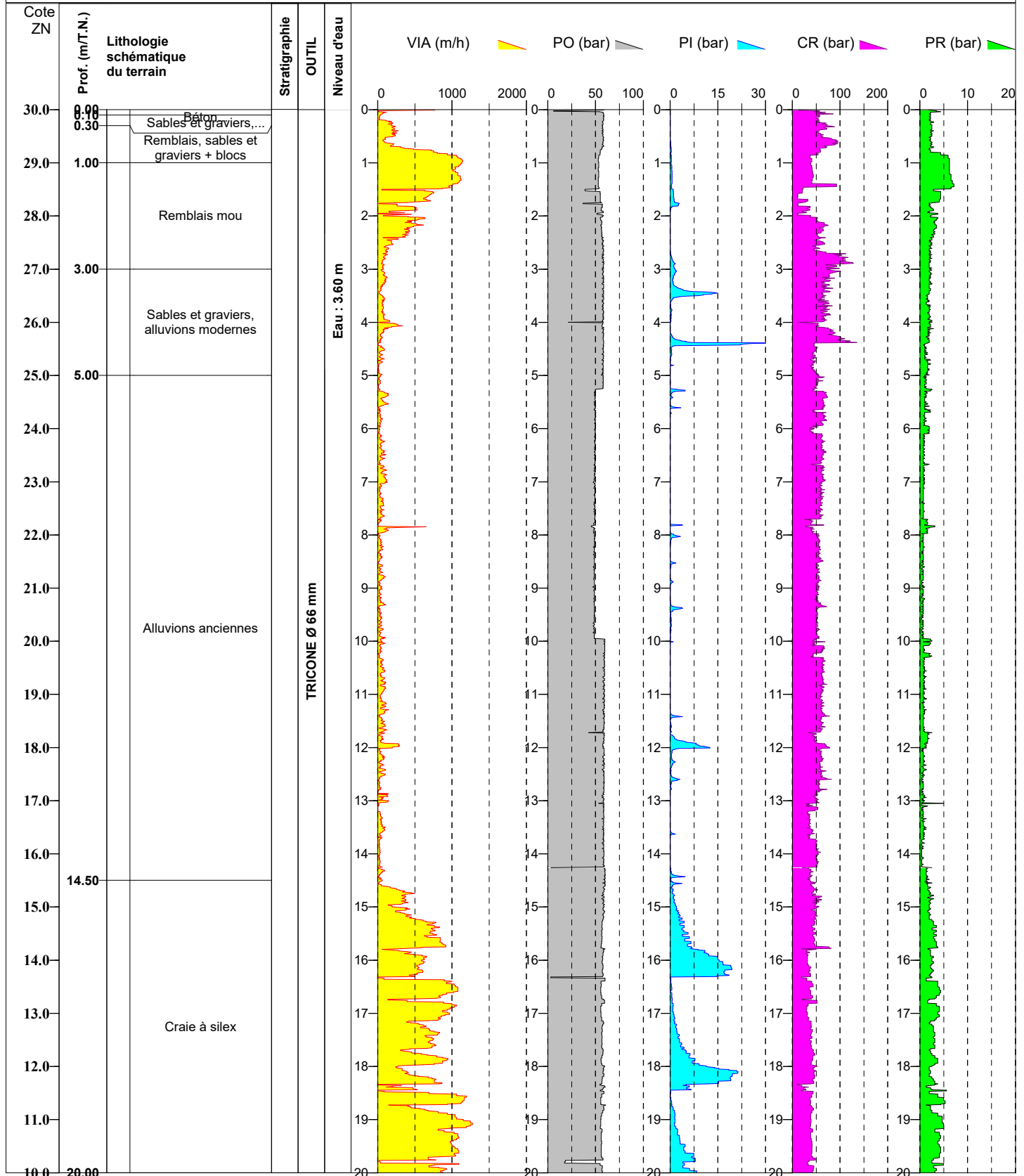
Page : 1 / 2

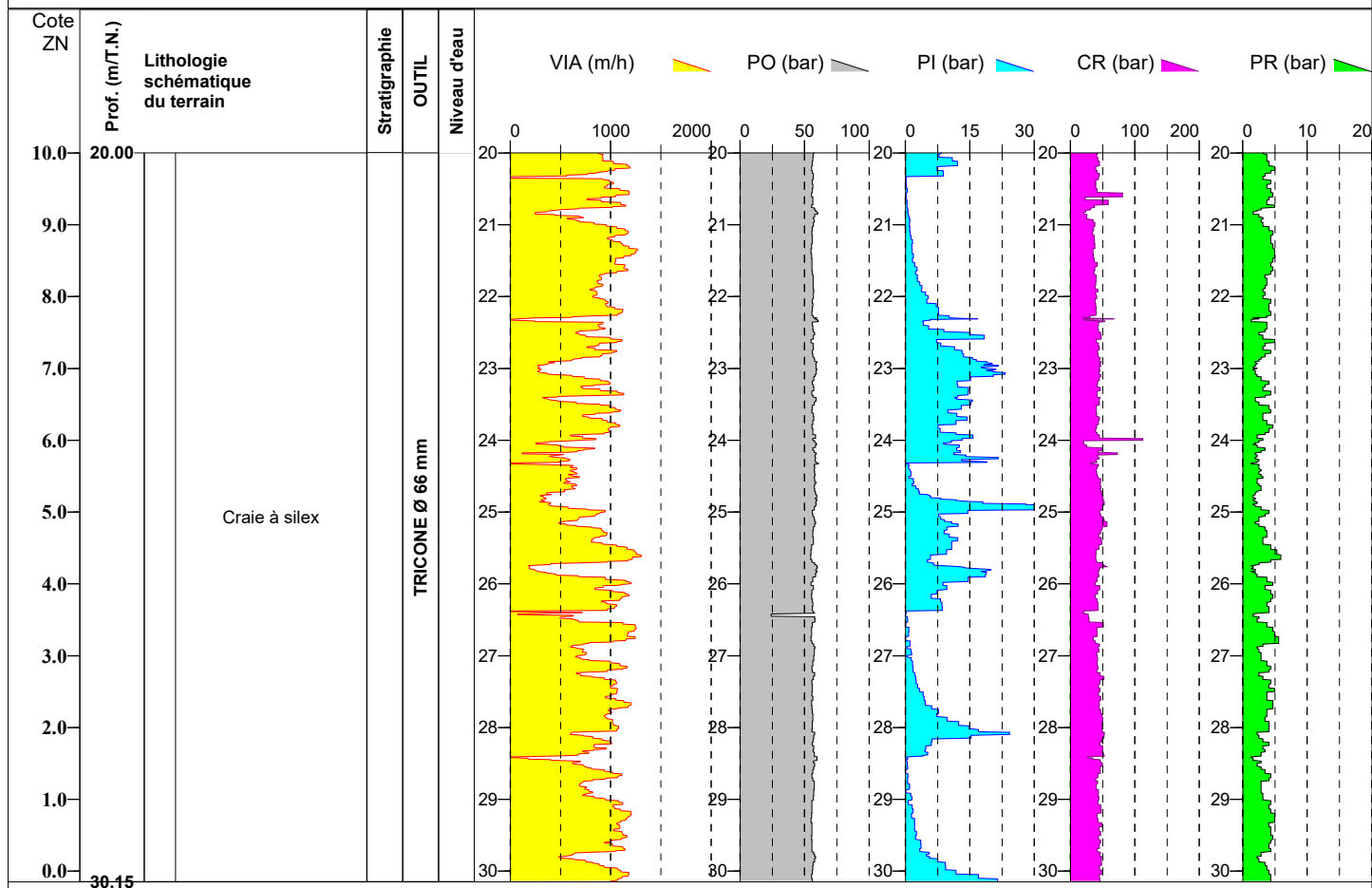
SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :





Date : 15/11/2022

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : E7,50

Profondeur : 0.00 m 2.17 m

Echelle : 1 / 100

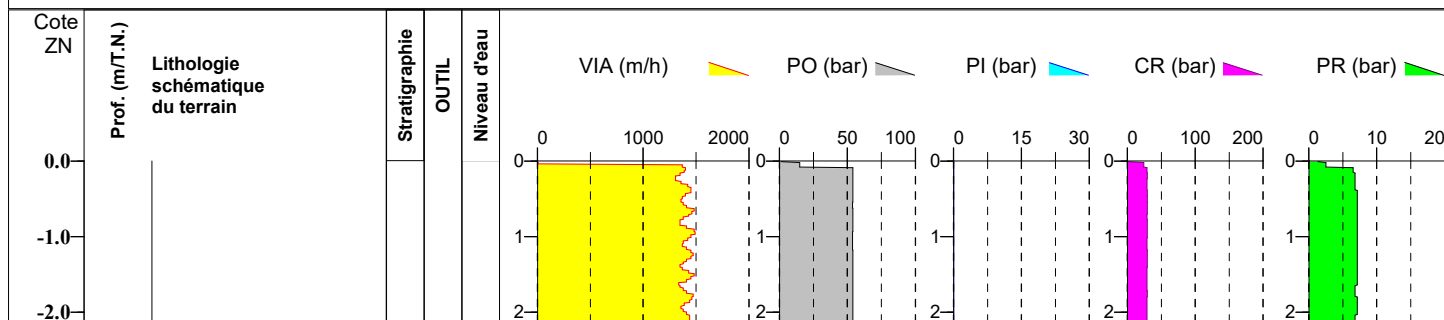
Page : 1 / 1

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :



Date : 17/11/2022

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : E7,50

Profondeur : 28.00 m 30.58 m

Echelle : 1 / 100

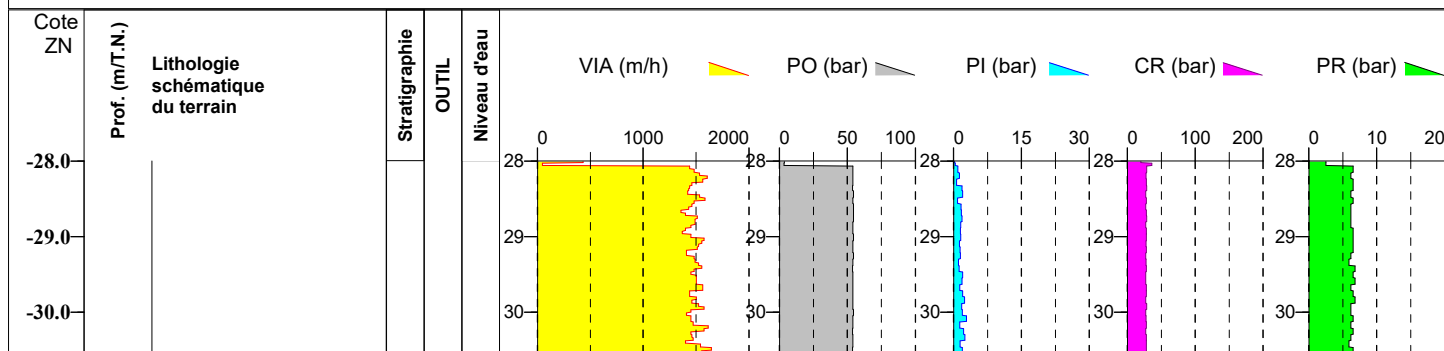
Page : 1 / 1

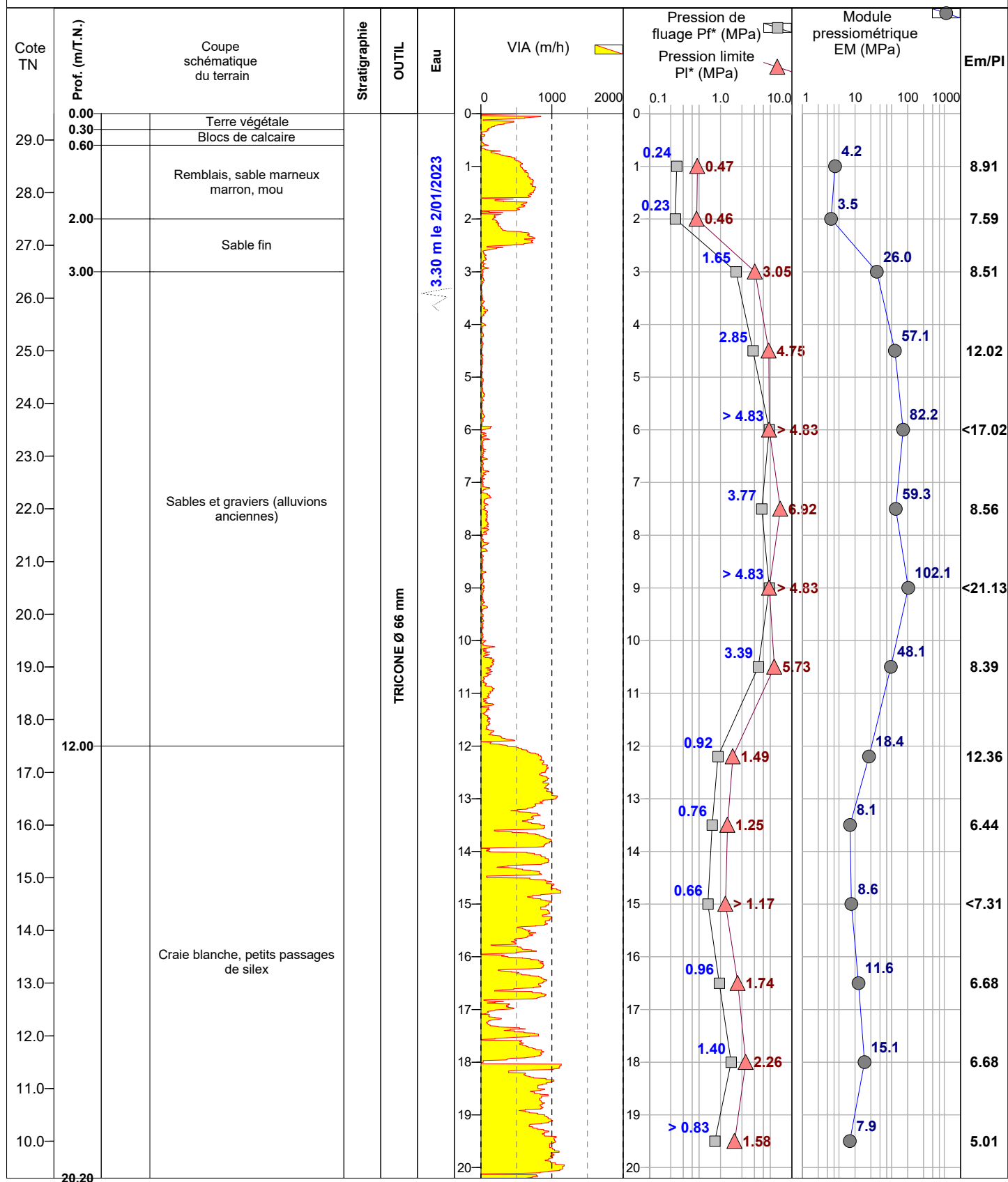
SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :





Date : 31/01/2023

Cote X : 1643507.99

Cote Y : 8183385.24

Cote Z : 29.5 m

Inclinaison :

Machine : E7,50

Profondeur : 0.00 m 27.69 m

Echelle : 1 / 100

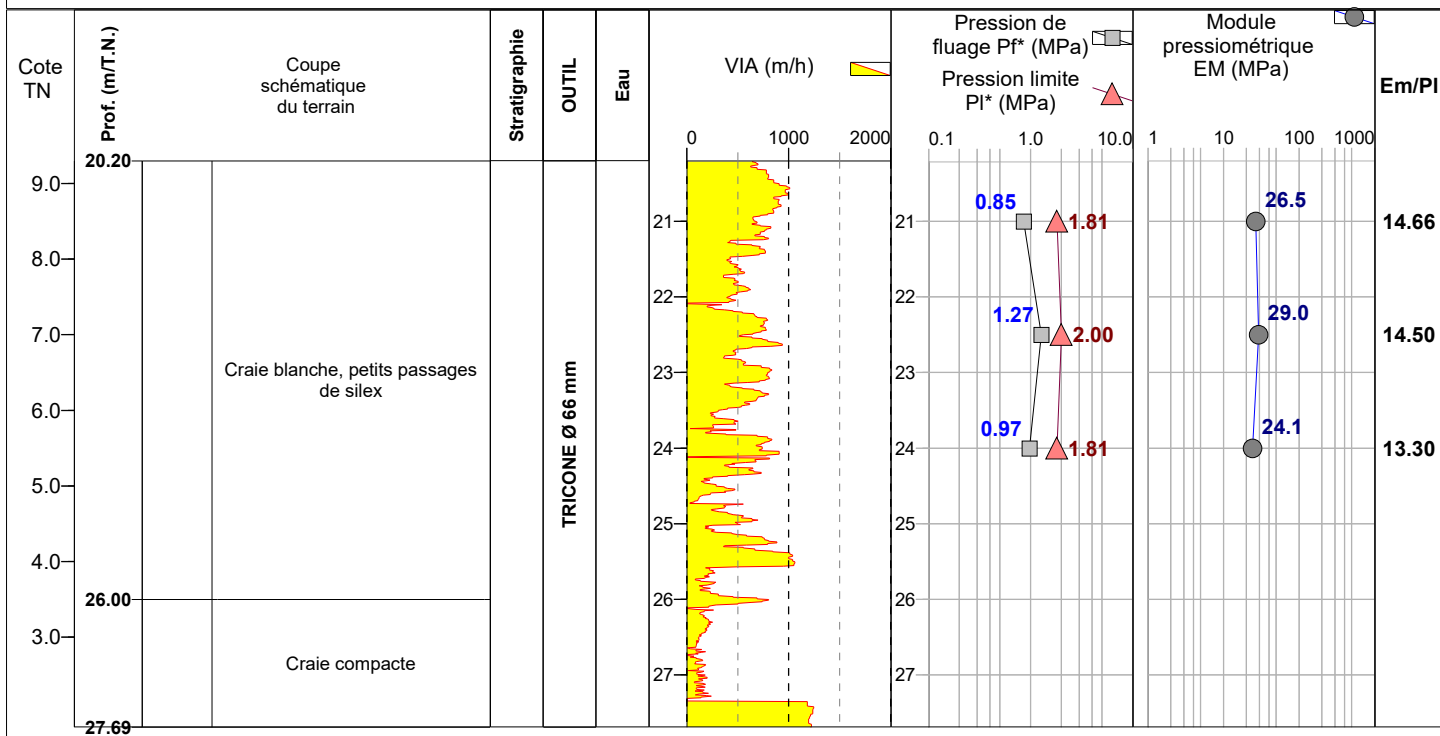
Page : 2 / 2

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :



Date : 31/01/2023

Cote X : 1643507.99

Cote Y : 8183385.24

Cote Z : 29.5 m

Inclinaison :

Machine : E7,50

Profondeur : 0.00 m 27.69 m

Echelle : 1 / 100

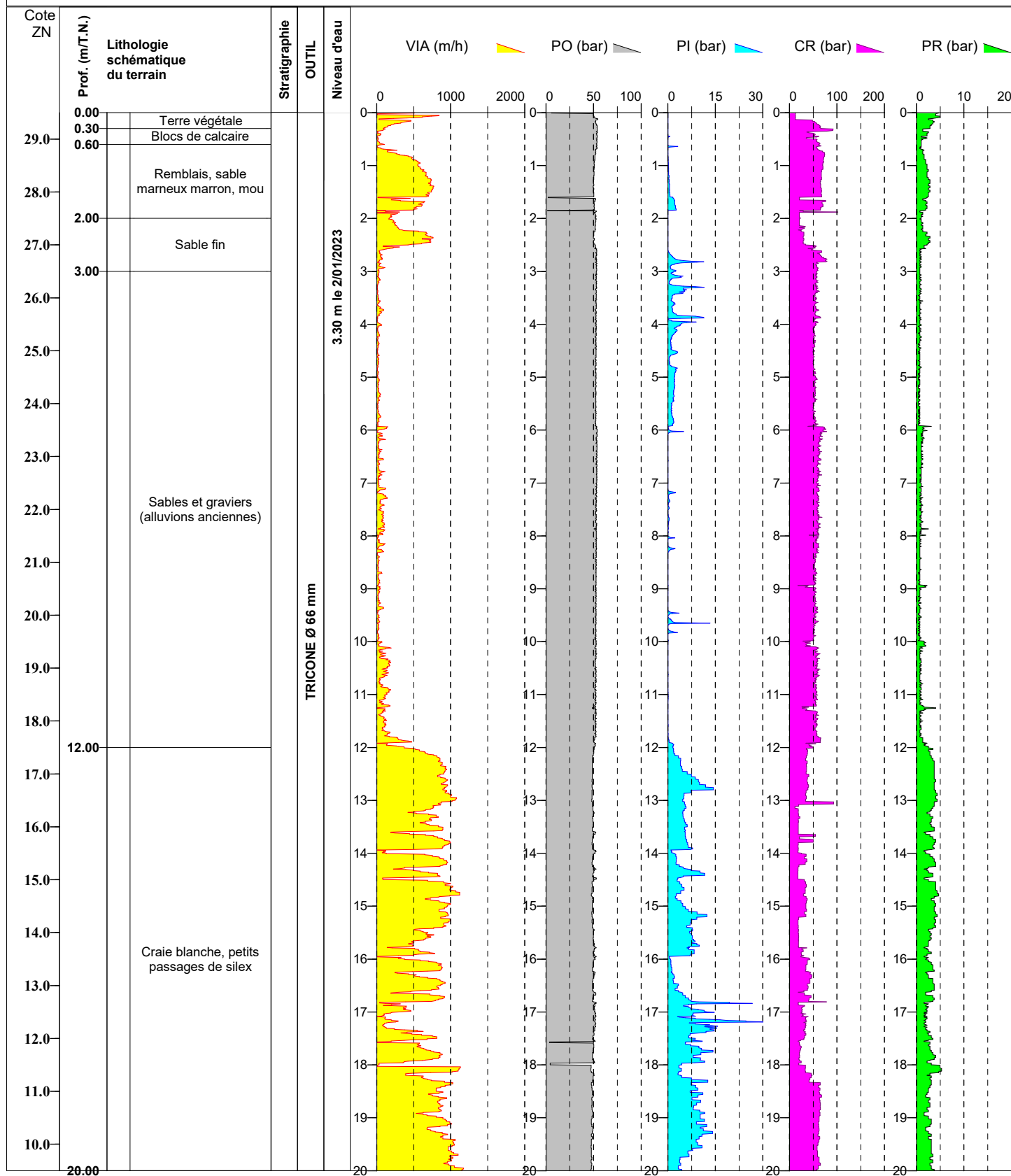
Page : 1 / 2

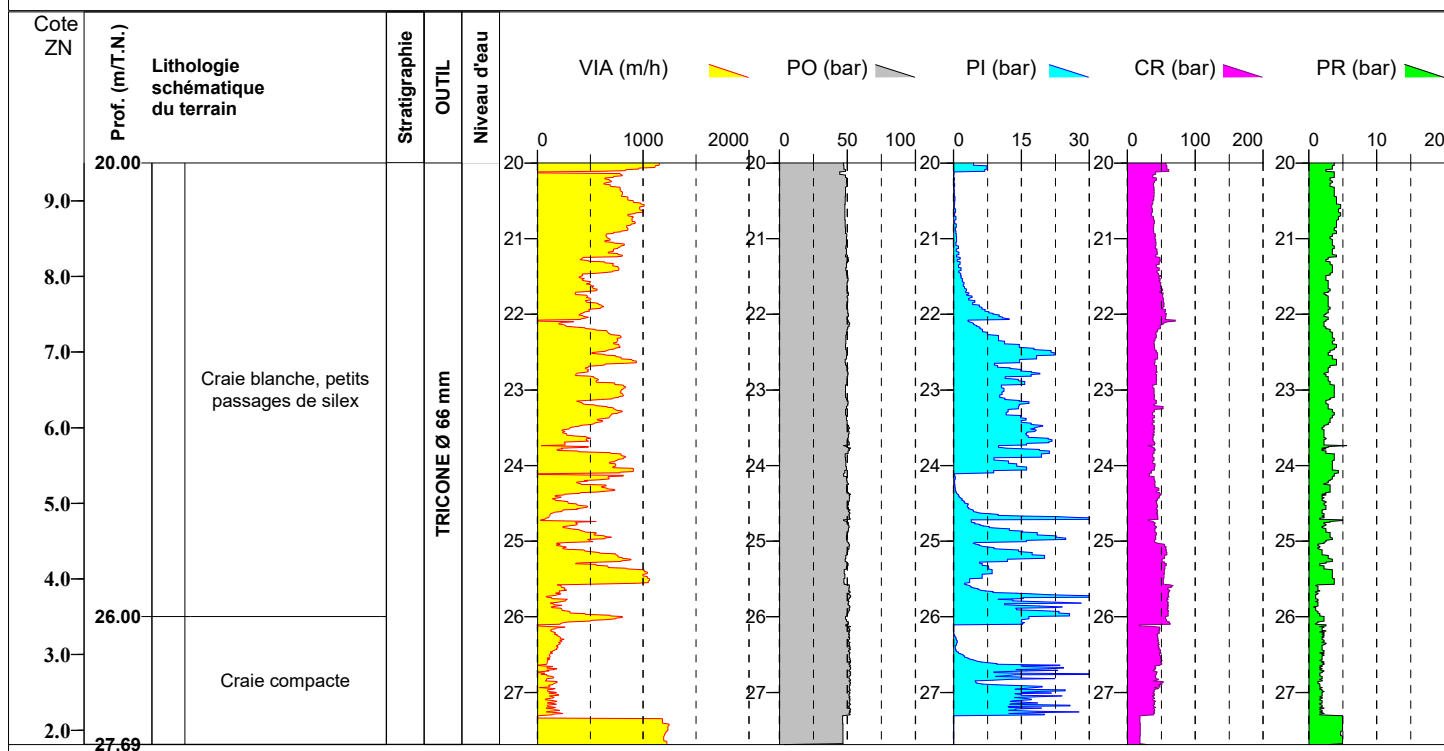
SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :





Date : 31/01/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : E7,50

Profondeur : 0.00 m 2.57 m

Echelle : 1 / 100

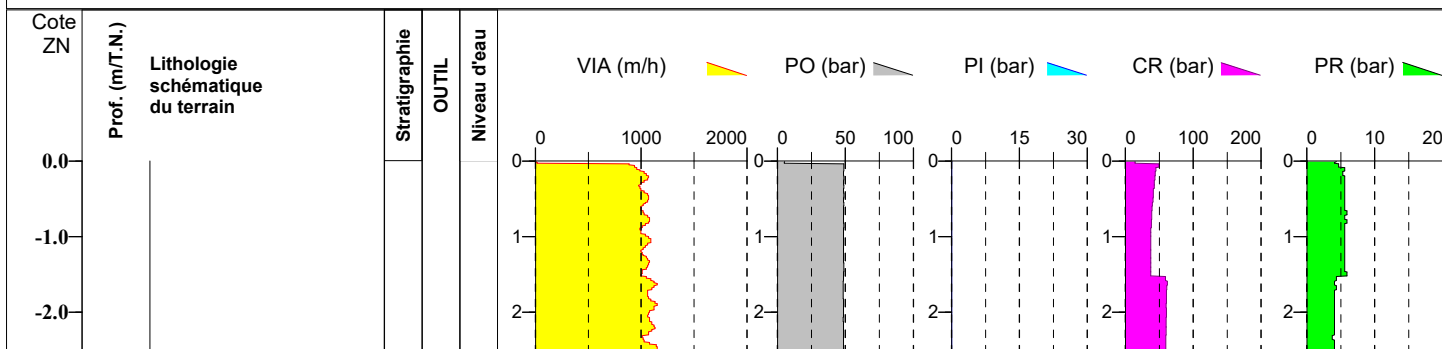
Page : 1 / 1

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :



Date : 02/02/2023

Cote X :

Cote Y :

Cote Z :

Inclinaison :

Machine : E7,50

Profondeur : 0.00 m 2.58 m

Echelle : 1 / 100

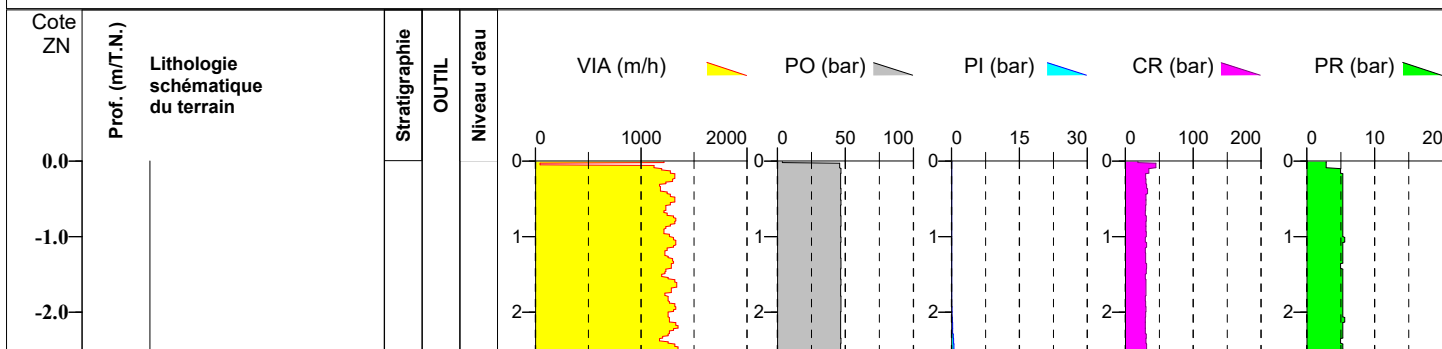
Page : 1 / 1

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Remarque :



SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Date : 05/12/2022

Cote X : 1643443.12

Cote Y : 8183416.9

Cote Z : 35 m

Inclinaison :

Machine : EMCI 750

Profondeur : 0.00 m 12.00 m

Echelle : 1 / 65

Page : 1 / 1

Remarque :

Cote NGF	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	Niveau d'eau	GTR	Perméabilité (m/s)	Outil	Equipements	Tubage	Remarques
35	0.00	Sables et graviers + petits blocs jaunes								
34	1.00	Sables et graviers argileux marron clair								
33										
32	3.10	Sable argileux verdâtre								
31										
30	4.80	Sable argileux marron-grisâtre								
29										
28	7.00	Sable argileux jaunâtre								
27	7.70	Alluvions sable marneux beige								
26										
25										
24										
23	12.00									
22										

TARIERE HELICOÏDALE Ø 80 mm

SITE : BOULOGNE-BILLANCOURT (92)

ETUDE : 16, rue des Boulonnieres

CLIENT : GPSO

Date : 05/12/2022

Cote X : 1643477.39

Cote Y : 8183399.15

Cote Z : 29.8 m

Inclinaison :

Machine : EMCI 750

Profondeur : 0.00 m 12.00 m

Echelle : 1 / 65

Page : 1 / 1

Remarque :

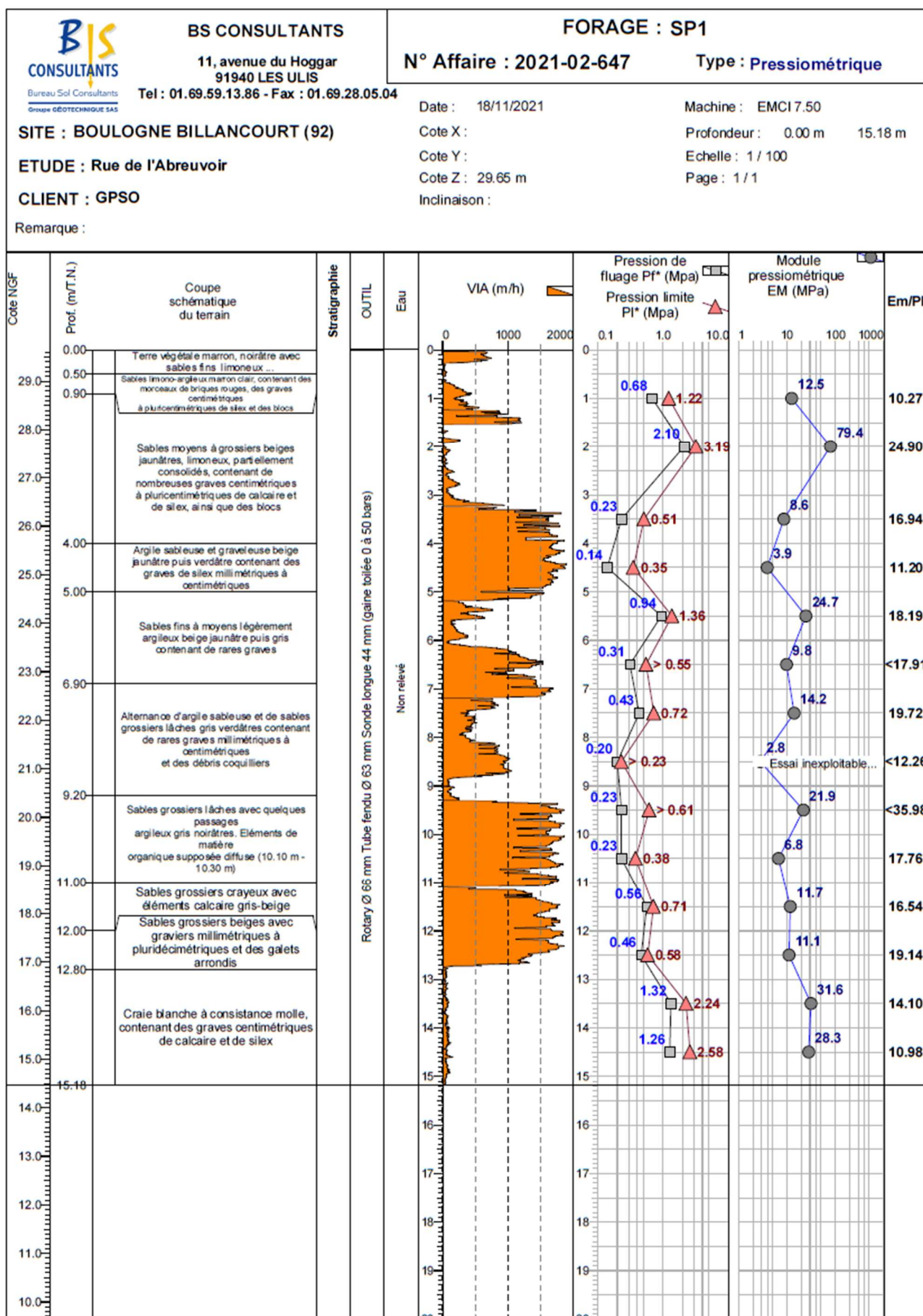
Cote NGF	Profondeur (m)	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE NATURE DU TERRAIN	Stratigraphie	Niveau d'eau	GTR	Perméabilité (m/s)	Outil	Equipements	Tubage	Remarques
	0.00	Sables et graviers argileux jaune								
29	0.70	Argile sableuse marron clair								
28										
27										
26	3.20	Sable marneux beige								
25	4.70	Alluvions, sables et graviers marneux beige								
24										
23										
22										
21										
20										
19										
18										
17	12.00									

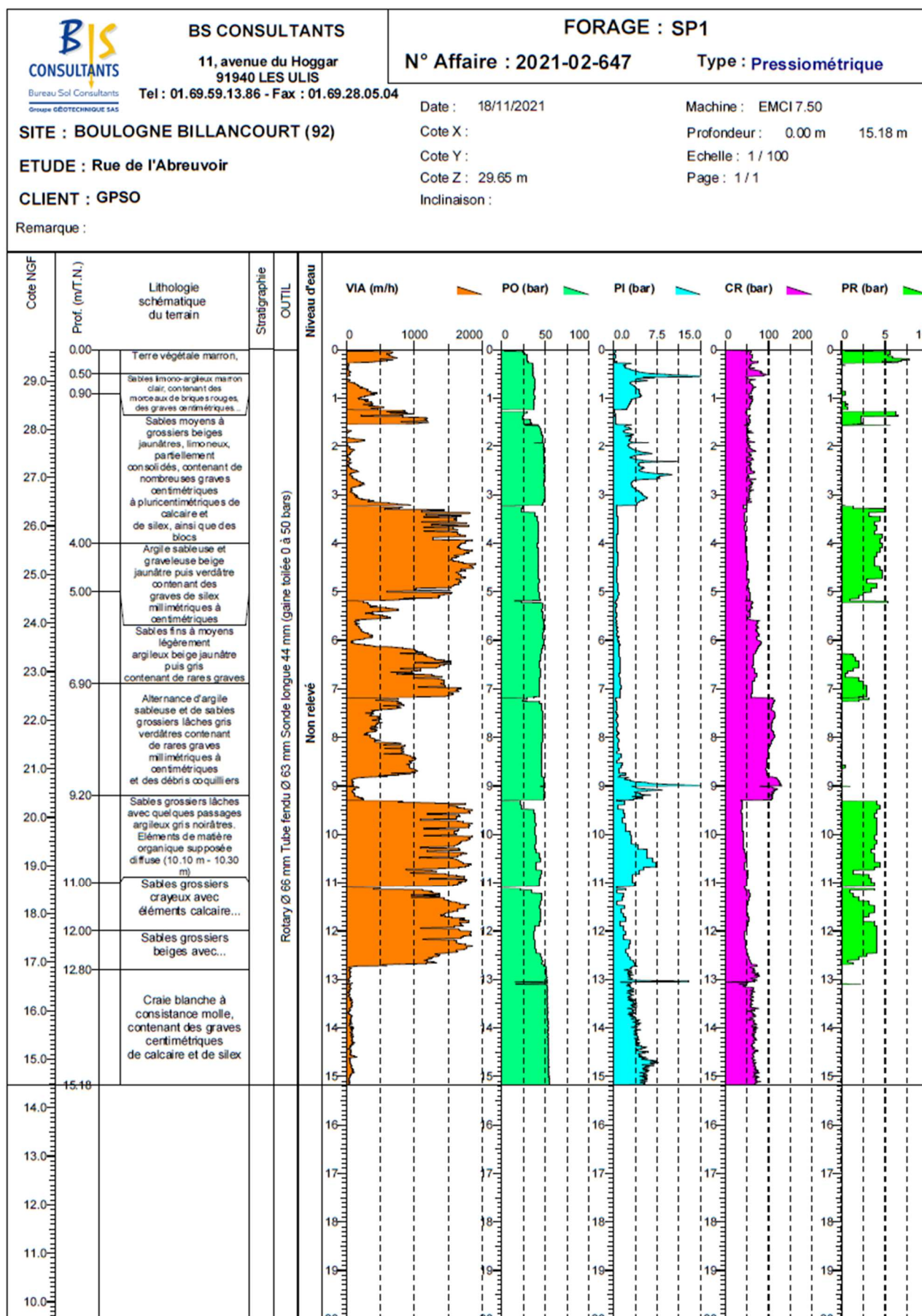
TARIERE HELICOÏDALE Ø 80 mm

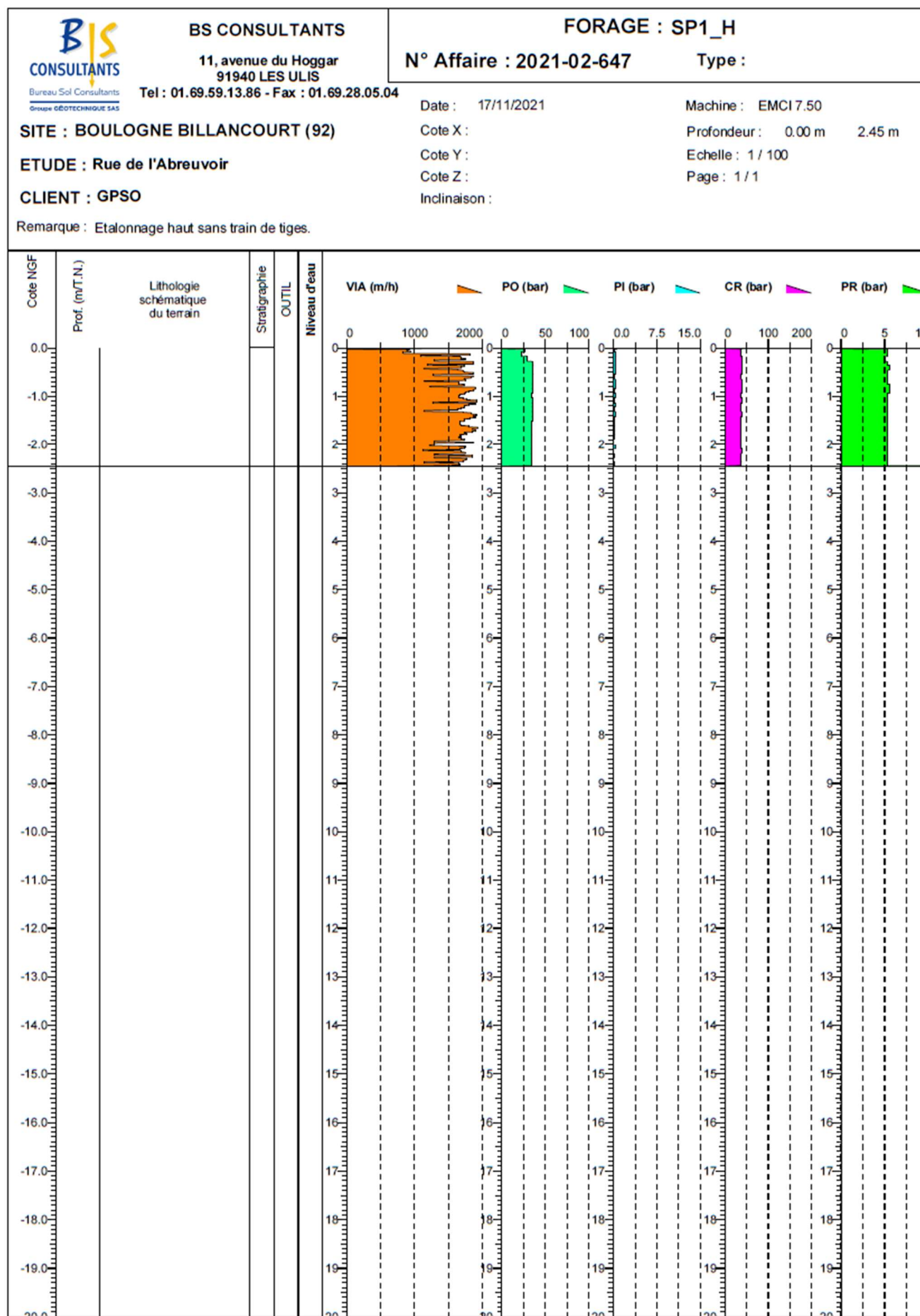
Annexe 4 : Coupes de sondages

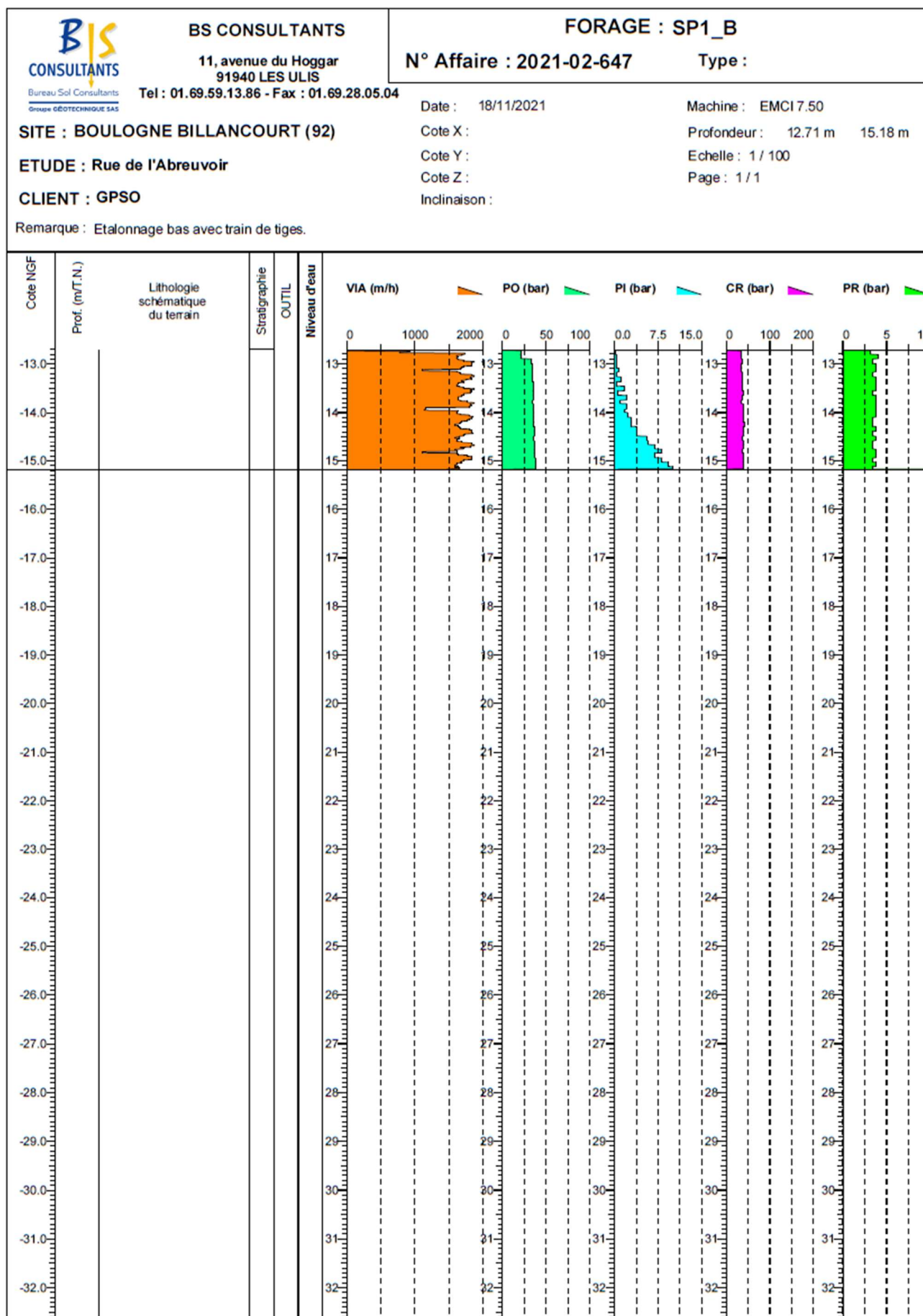
 GÉotechnique sciences de la terre sas			Adresse : 170 Rue du Traité de Rome - 84918 AVIGNON Cedex 9 Tél: 0490013902- Email: contact@geotechnique-sas.com									
Talus A13 Boulogne-Billancourt				SONDAGE CAROTTE								
				SC1								
				Talus A13								
Date : 13/01/2022				GPSO								
Dates	Cote NGF	Prof	Nature du Sol	Récupération (%)	Stratigraphie	ROD (%)	Echantillons	Essais de perméabilité	Outils	Tubage	Piézomètre	Niveau d'eau
19/11/2021		0.00	Terre végétale marron, noirâtre avec sables fins limoneux contenant plusieurs graves centimétriques à pluricentimétriques.	100					Carottier simple 114 mm.	Tubage PW 127/140 mm		
		1.00	Sables limono-argileux marron clair contenant des morceaux de briques rouges, des graves centimétriques à pluricentimétriques de silex et des blocs.				ER 1					
		2.00	Sables moyens à grossiers beiges jaunâtres, limoneux, partiellement consolidés, contenant de nombreuses graves centimétriques à pluricentimétriques de calcaire et de silex, ainsi que des blocs.	100			ER 2					
		3.00										
		4.00	Argile sableuse et graveleuse beige jaunâtre puis verdâtre contenant des graves de silex millimétriques à centimétriques.	100								
		5.00	Sables fins à moyens légèrement argileux beige jaunâtre puis gris contenant de rares graves.	100								
		6.00										
		7.00	Alternance d'argile sableuse et de sables grossiers lâches gris verdâtres contenant de rares graves millimétriques à centimétriques et des débris coquilliers.	100								
		8.00										
		9.00	Sables grossiers lâches avec quelques passages argileux gris noirâtres. Eléments de matière organique supposée et diffuse	100								
	10.00											
Observations :												

 GÉotechnique sciences de la terre sas		Adresse : 170 Rue du Traité de Rome - 84918 AVIGNON Cedex 9 Tél: 0490013902- Email: contact@geotechnique-sas.com										
Talus A13 Boulogne-Billancourt Date : 13/01/2022						SONDAGE CAROTTE SC1 Talus A13 GPSO						
Dates	Cote NGF	Prof	Nature du Sol	Récupération (%)	Stratigraphie	ROD (%)	Echantillons	Essais de perméabilité	Outils	Tubage	Piézomètre	Niveau d'eau
19/11/2021		9.00	Alternance d'argile sableuse et de sables grossiers lâches gris verdâtres contenant de rares graves millimétriques à centimétriques et des débris coquilliers.	100					Carottier simple 114 mm.			
		10.00	Sables grossiers lâches avec quelques passages argileux gris noirâtres. Eléments de matière organique supposée et diffuse (10.10 m - 10.30 m).									
		11.00	Sables grossiers crayeux avec éléments calcaire gris-beige.									
		12.00	Sables grossiers beiges avec graviers millimétriques à pluridécimétriques et des galets arrondis.	100								
		13.00	Craie blanche à consistance molle, contenant des graves centimétriques de calcaire et de sillex.									
		14.00										
		15.00										
		16.00										
		17.00										
		18.00										
		19.00										
Observations :												







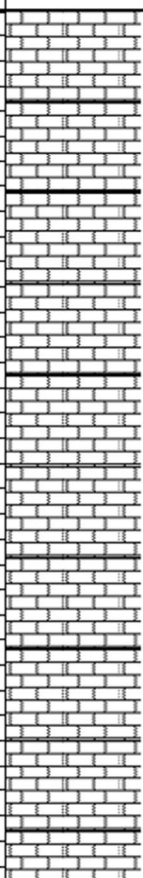


	GÉotechnique sciences de la terre sas	Adresse : 170 Rue du Traité de Rome - 84918 AVIGNON Cedex 9 Tél: 0490013902- Email: contact@geotechnique-sas.com
Talus A13 Boulogne-Billancourt Date : 17/01/2022		SONDAGE CAROTTE SC2 Talus A13 GPSO

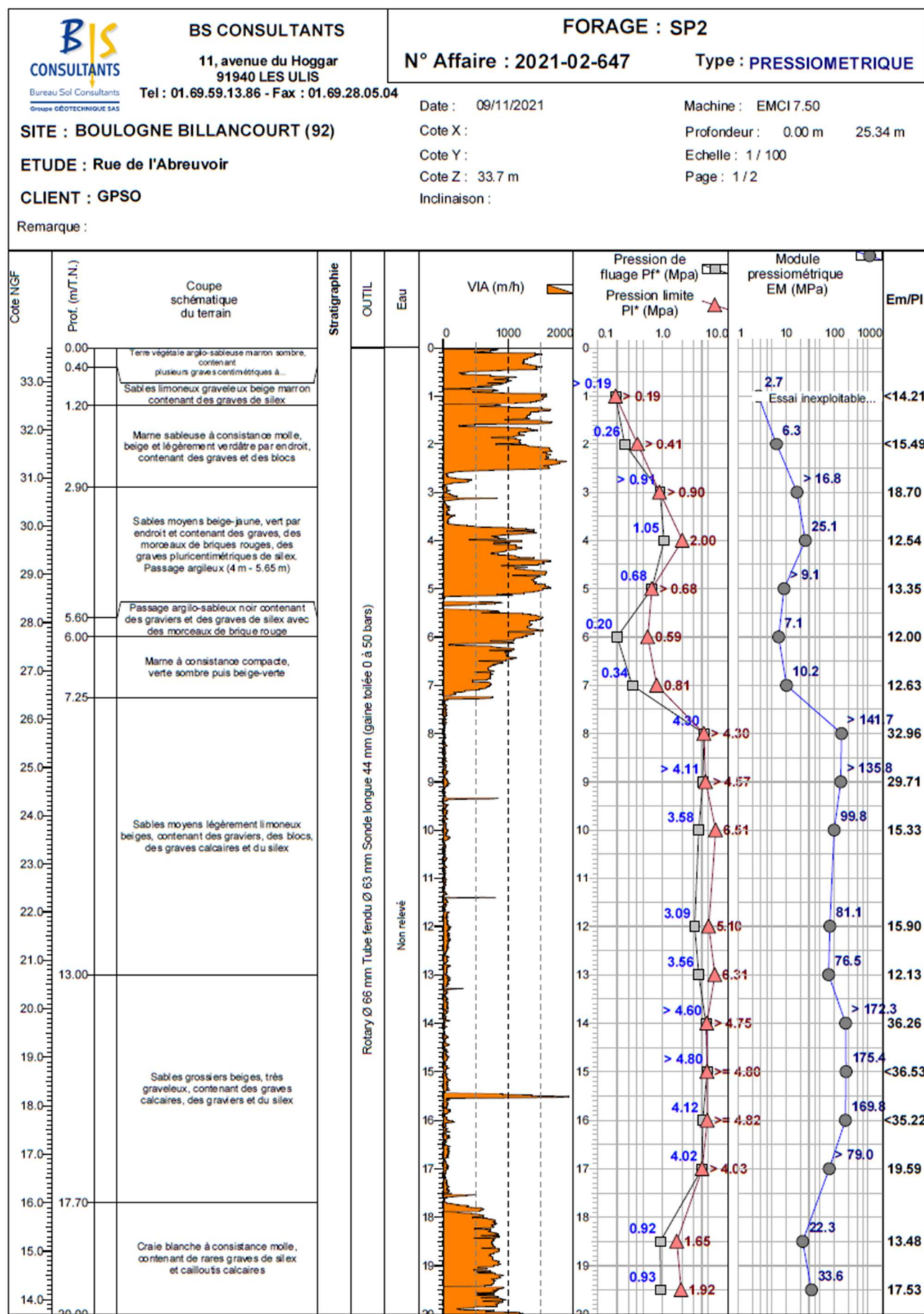
Dates	Cote NGF	Prof	Nature du Sol	Récupération (%)	Stratigraphie	RQD (%)	Echantillons	Essais de perméabilité	Outils	Tubage	Piézomètre	Niveau d'eau
14/11/2021		0.00	Terre végétale argilo-sableuse marron sombre, contenant plusieurs graves centimétriques à pluridécimétriques.	100			ER 1			Carotier simple 114 mm.		
		1.00	Sables limoneux graveleux beige-marron contenant des graves de silex.									
		2.00	Sables fins beige-orange, contenant des graves centimétriques à pluricentimétriques de silex.									
		3.00	Marne sableuse à consistance molle, beige et légèrement verdâtre par endroit, contenant des graves et des blocs.	100			ER 2					
		4.00	Sables moyens beige-jaune, vert par endroit et contenant des graves, des morceaux de briques rouges, des graves pluricentimétriques de silex. Passage argileux (4 m - 5.65 m).									
		5.00										
		6.00	Passage argilo-sableux noir contenant des graviers et des graves de silex avec des morceaux de brique rouge.									
		7.00	Marne à consistance compacte, verte sombre puis beige-verte.	100			ER 4					
		8.00										
		9.00	Sables moyens légèrement limoneux beiges, contenant des graviers, des blocs, des graves calcaires et du silex.									
	10.00								Tubage PW 127/140 mm. 0.00 - 18.00			

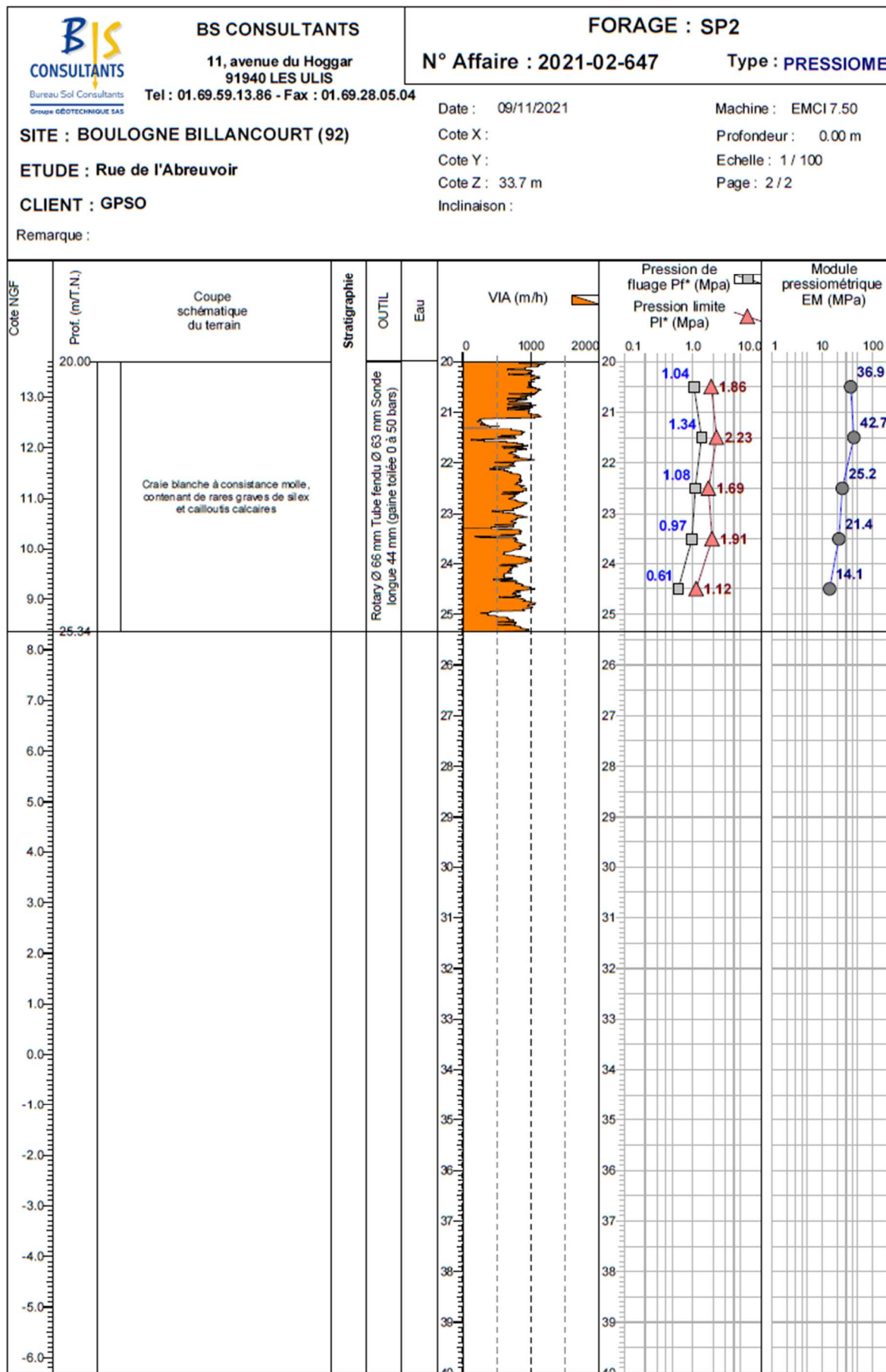
Observations :

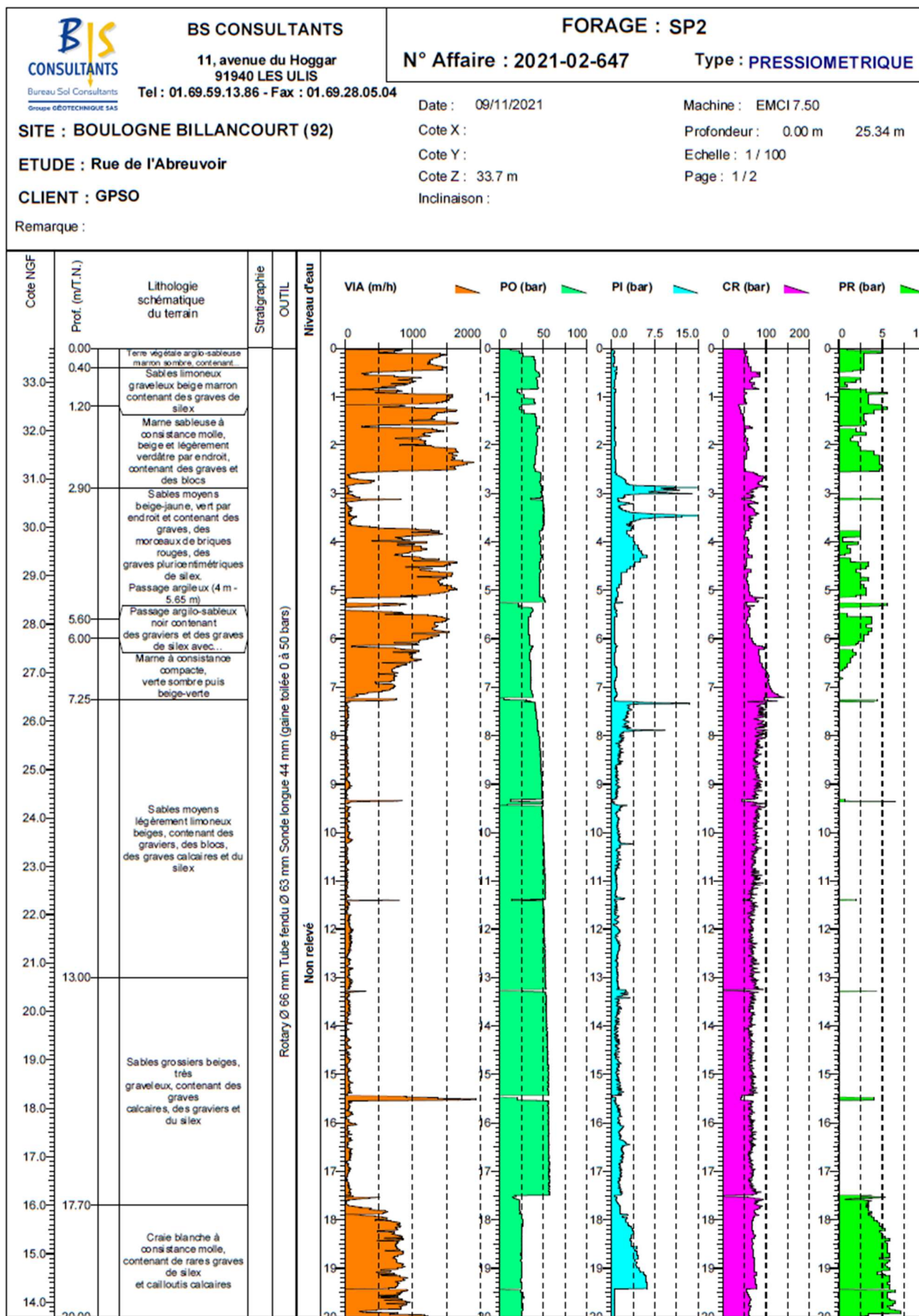
 GÉotechnique sciences de la terre sas		Adresse : 170 Rue du Traité de Rome - 84918 AVIGNON Cedex 9 Tél: 0490013902 - Email: contact@geotechnique-sas.com	
Talus A13 Boulogne-Billancourt Date : 17/01/2022		SONDAGE CAROTTE SC2 Talus A13 GPSO	

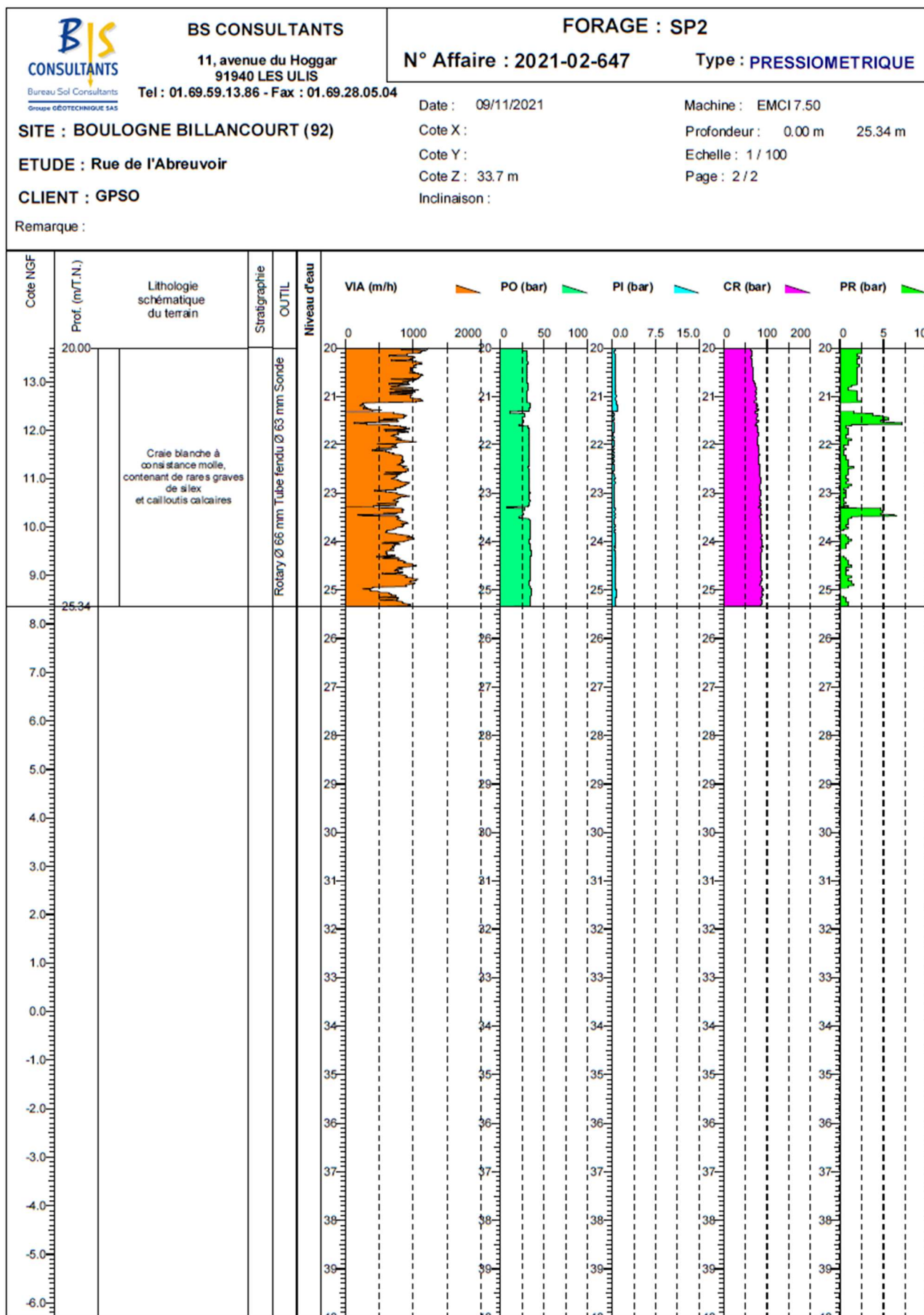
Date	Cote NGF	Prof	Nature du Sol	Récupération (%)	Stratigraphie	ROD (%)	Echantillons	Essais de perméabilité	Outils	Tubage	Piézomètre	Niveau d'eau
14/11/2021		18.00	 Craie blanche à consistance molle, contenant de rares graves de silex et cailloutis calcaires.	100					Carottier simple 114 mm.			
		19.00										
		20.00										
		21.00										
		22.00										
		23.00										
		24.00										
		25.00										
		26.00										
		27.00										
		28.00										

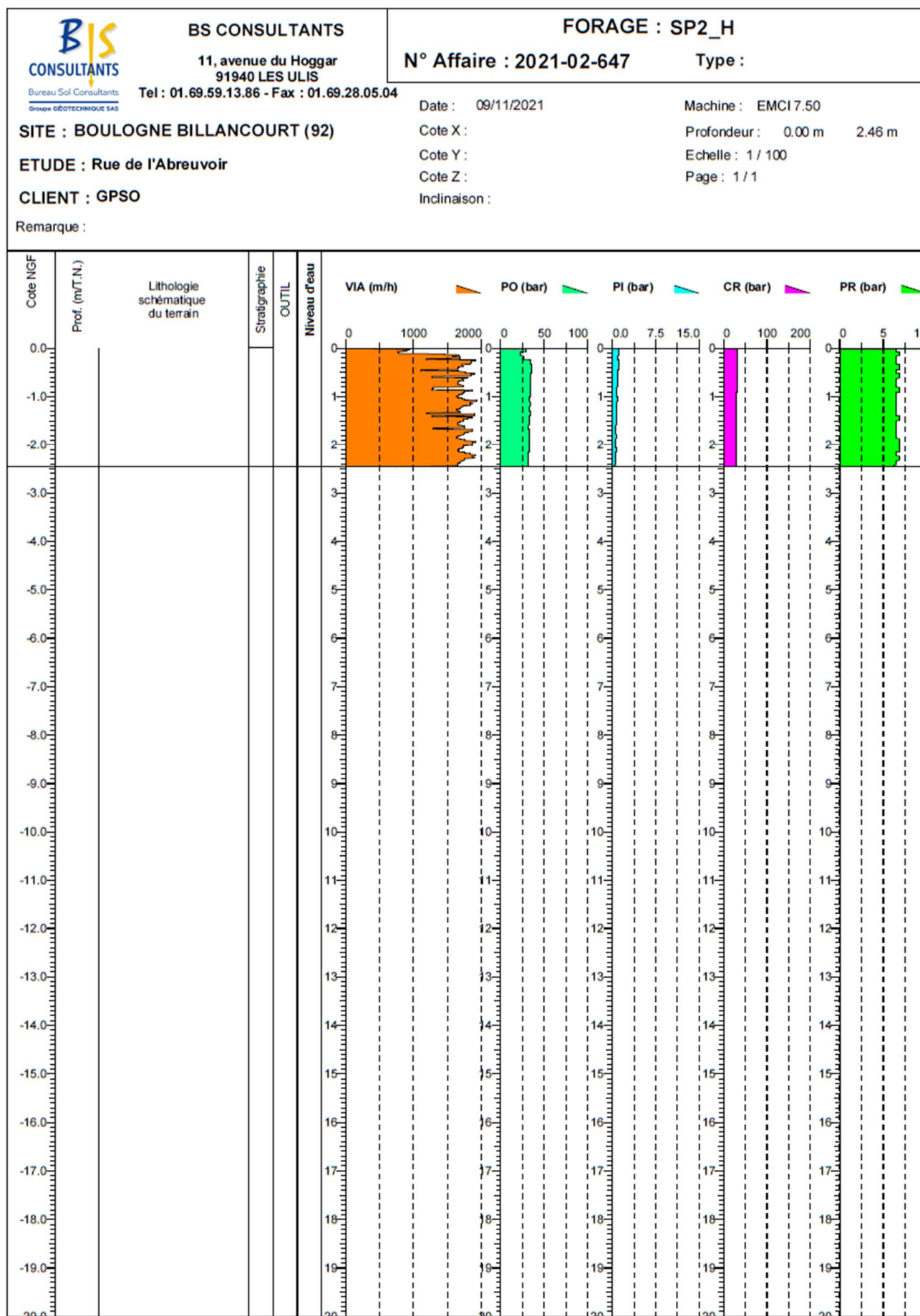
Observations :

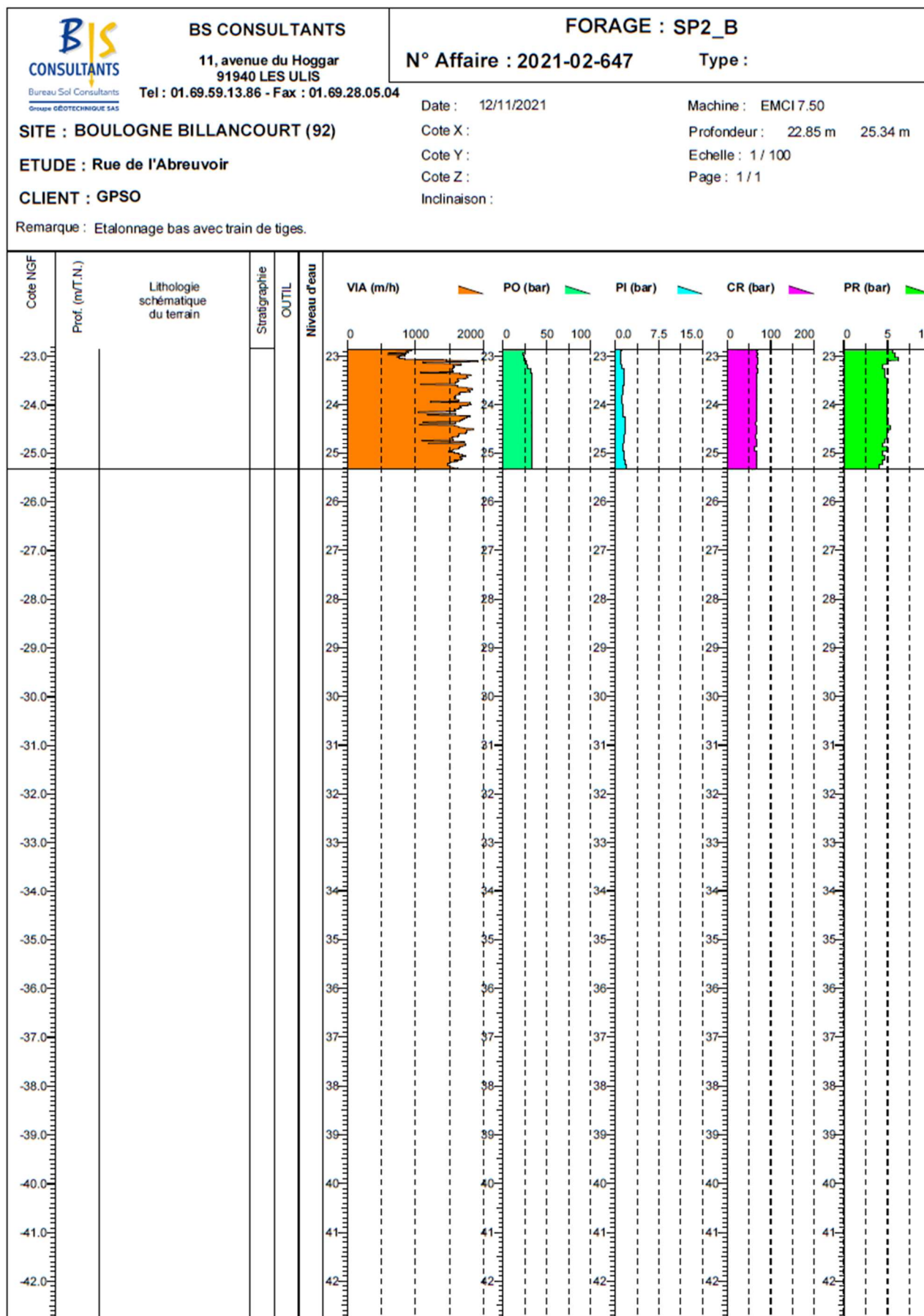












SONDAGE A LA PELLE PM1

Opération : **Secteur de l'Abreuvoir-GPSO**

Client : **GRAND PARIS SEINE OUEST**

Dossier : **AMe2021-02-647**

Cote altimétrique :

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

Echelle : **1/12**

Profondeur atteinte : **2.40 m**

Date du sondage : **09/07/2021**

Profondeur (m)	Lithologie	Arrivée d'eau	Photographie fouille
0	0,10 m Terre végétale	09/07/2021 Néant	
	Remblais de limon sablo-argileux marron et de graves centimétriques. Présence de racelles		
0,5	0,55 m Remblais de sable limonneux et galets arrondis centimétriques à pluricentimétriques beiges		
	0,65 m Remblais de sable marron rougeâtre contenant des graves de silex centimétriques à pluricentimétriques		
	0,85 m Remblais de limon sableux et graves de silex centimétriques noirs et blanchâtres.		
1	1,00 m	09/07/2021 Néant	
1,5	Remblais de sable limonneux beige clair et graves de silex et calcaire.		
2			
	2,40 m		

Observation :

EXGTE 83.20.11

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeanlutzsa.fr

SONDAGE A LA PELLE PM2

Opération : **Secteur de l'Abreuvoir-GPSO**

Client : **GRAND PARIS SEINE OUEST**

Dossier : **AMe2021-02-647**

Cote altimétrique :

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

Echelle : **1/10** Profondeur atteinte : **1.80 m**

Date du sondage : **09/07/2021**

Profondeur (m)	Lithologie	Arrivée d'eau	Photographie fouille
0	Terre végétale	09/07/2021 Néant	
0,12 m			
0,5	Remblais de sable limoneux beige contenant des graves de silex centimétriques à pluricentimétriques et des blocs calcaires blanchâtres		
0,70 m			
1	Remblais de limon sablo-argileux marron contenant des graves puis ancienne fondation (présence de brique rouge).		
1,5			
1,80 m			
2			

Observation :

EXGTE 63.20.11

Logiciel JEAN LUTZ S.A - www.jeantutzsa.fr

SONDAGE A LA PELLE PM3

Opération : **Secteur de l'Abreuvoir-GPSO**

Client : **GRAND PARIS SEINE OUEST**

Dossier : **AMe2021-02-647**

Cote altimétrique :

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

Echelle : **1/13**

Profondeur atteinte : **2.50 m**

Date du sondage : **09/07/2021**

Profondeur (m)	Lithologie	Arrivée d'eau	Photographie fouille
0	Terre végétale		
0,20 m			
0,5	Remblais de sable fin légèrement argileux, orange clair		
1,00 m			
1,5	Remblais sablo-graveleux, beige et légèrement verdâtre. Présence d'eau qui colmate les parois.		
1,50 m			
2	Remblais marno-sableux beige, sombre à la base.		
2,50 m			

Observation : Les parois s'éboulent à environ 1.20 m.

EXGTE 83.20.19

Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeantutzsa.fr



ANNEXES PHOTOGRAPHIES

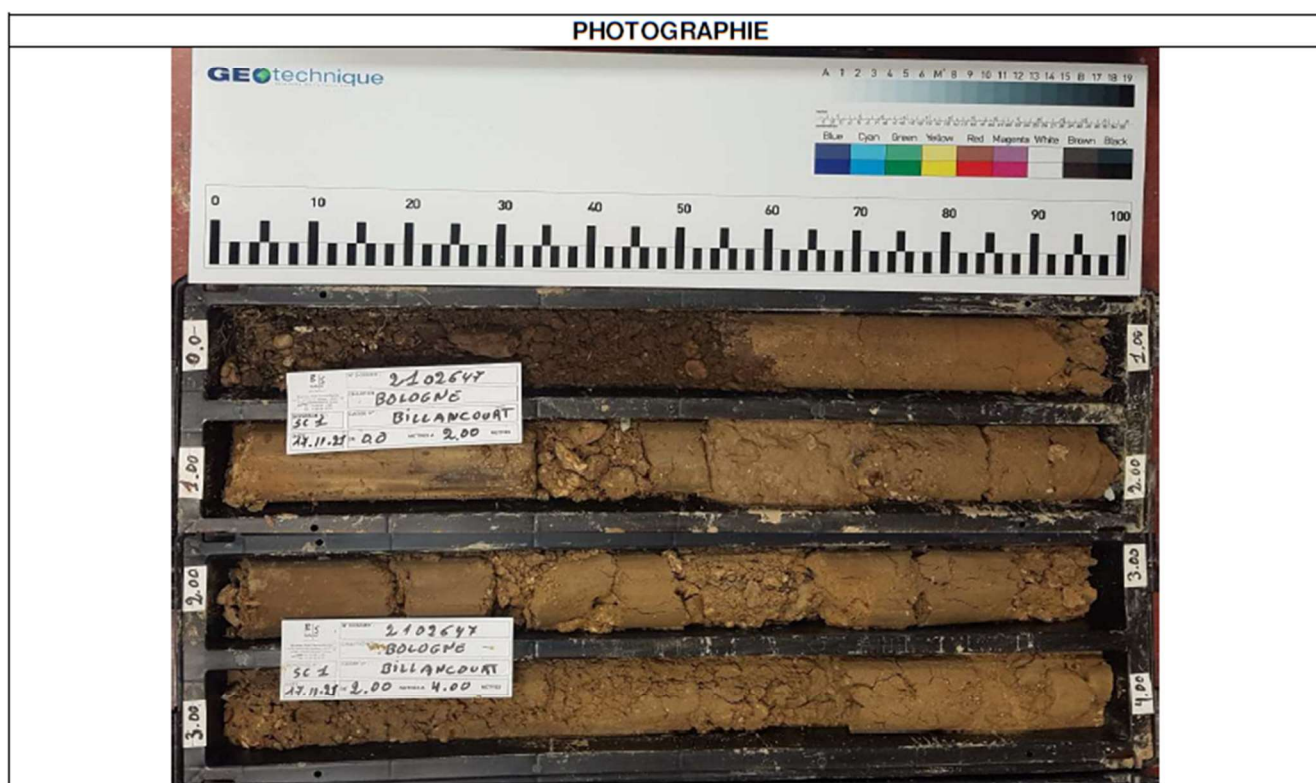
 Géotechnique sciences de la terre sas	Chantier : Talus A13	Date : 18/01/2022
	Client : GPSO	N°dossier : AMe2021-02-647

PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES

SC1

Profondeurs : 0 m à 4 m
Date de prélèvement : 19/11/2021
Observations :

Opérateurs :



Observations :

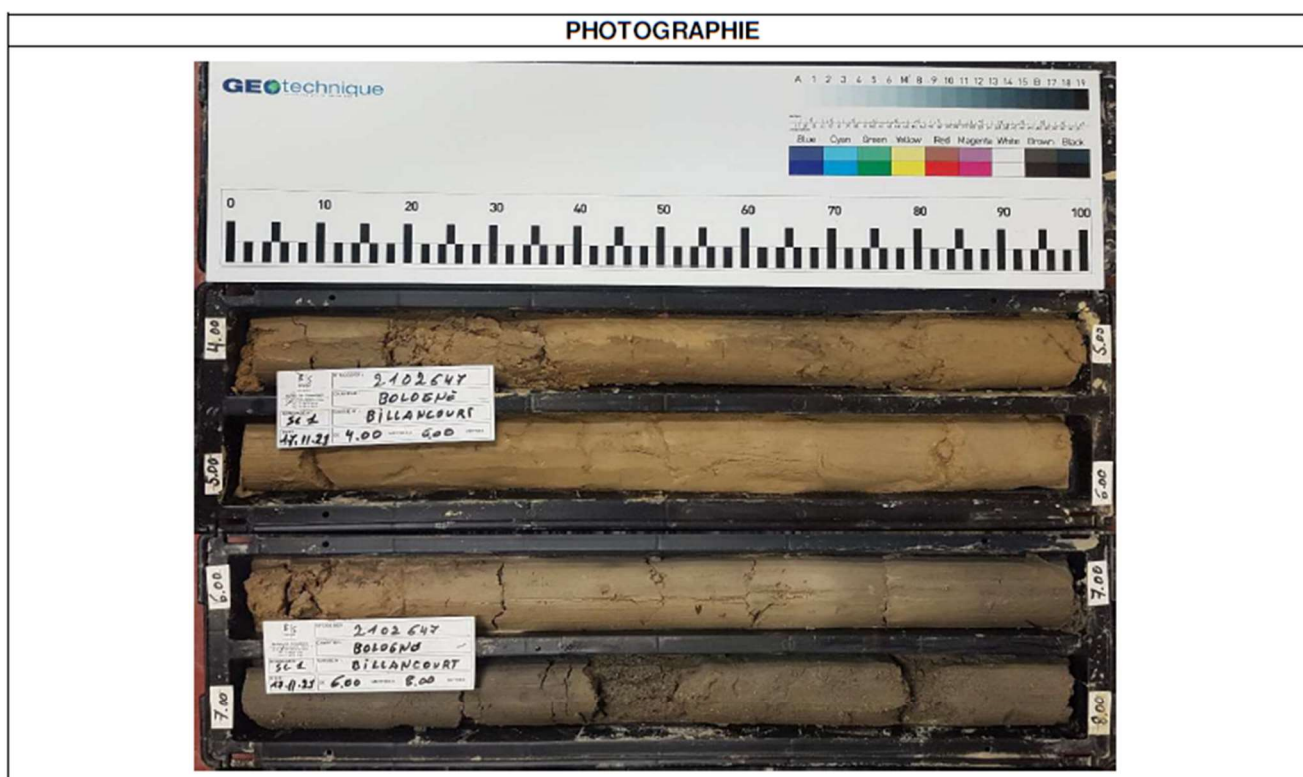
 Géotechnique sciences de la terre sas	Chantier : Talus A13	Date : 18/01/2022
	Client : GPSO	N°dossier : AMe2021-02-647

PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES

SC1

Profondeurs : 4 m à 8 m
Date de prélèvement : 19/11/2021
Observations :

Opérateurs :



Observations :



Chantier : Talus A13

Date : 18/01/

Client : GPSO

N°dossier : AMe2

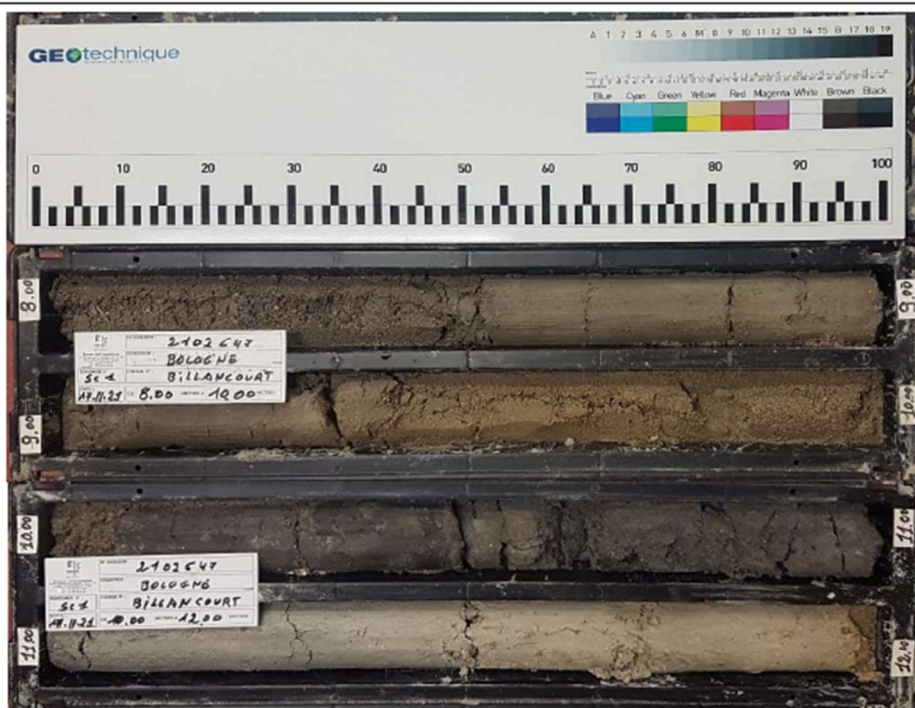
PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES

SC1

Profondeurs : 8 m à 12 m
Date de prélèvement : 19/11/2021
Observations :

Opérateurs :

PHOTOGRAPHIE



Observations :



Chantier : Talus A13

Date : 18/01/2021

Client : GPSO

N°dossier : AME

PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES

SC1

Profondeurs : 12 m à 15 m
Date de prélèvement : 19/11/2021
Observations :

Opérateurs :

PHOTOGRAPHIE



Observations :

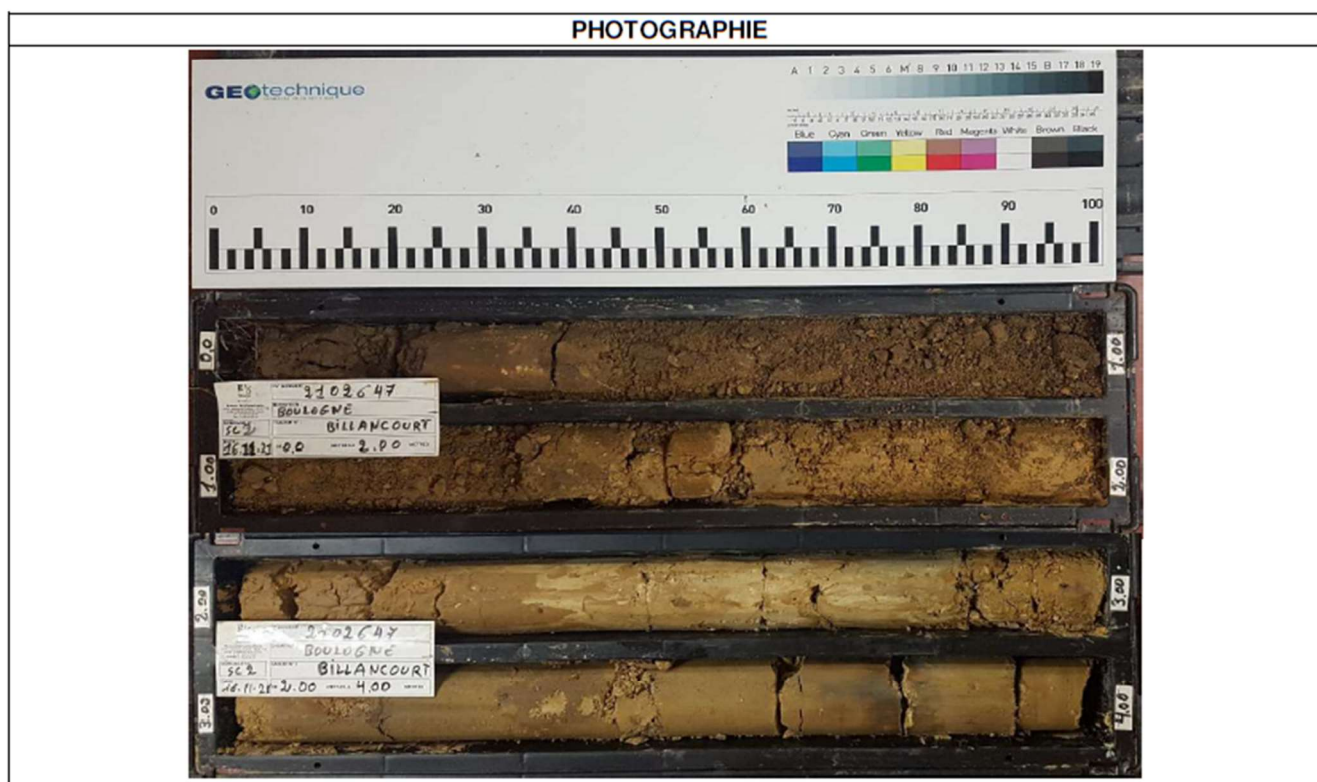
 Géotechnique sciences de la terre sas	Chantier : Talus A13	Date : 18/01/2022
	Client : GPSO	N°dossier : AMe2021-02-647

PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES

SC2

Profondeurs : 0 m à 4 m
Date de prélèvement : 14/11/2021
Observations :

Opérateurs :



Observations :



Géotechnique
sciences de la terre sas

Chantier : Talus A13

Date : 18/01/2021

Client : GPSO

N°dossier : AMe2

PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES

SC2

Profondeurs : 4 m à 8 m
Date de prélèvement : 14/11/2021
Observations :

Opérateurs :

PHOTOGRAPHIE



Observations :



Géotechnique
sciences de la terre sas

Chantier : Talus A13

Date : 18/01/20

Client : GPSO

N°dossier : AMe202

PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES

SC2

Profondeurs : 8 m à 12 m
Date de prélèvement : 14/11/2021
Observations :

Opérateurs :

PHOTOGRAPHIE



Observations :

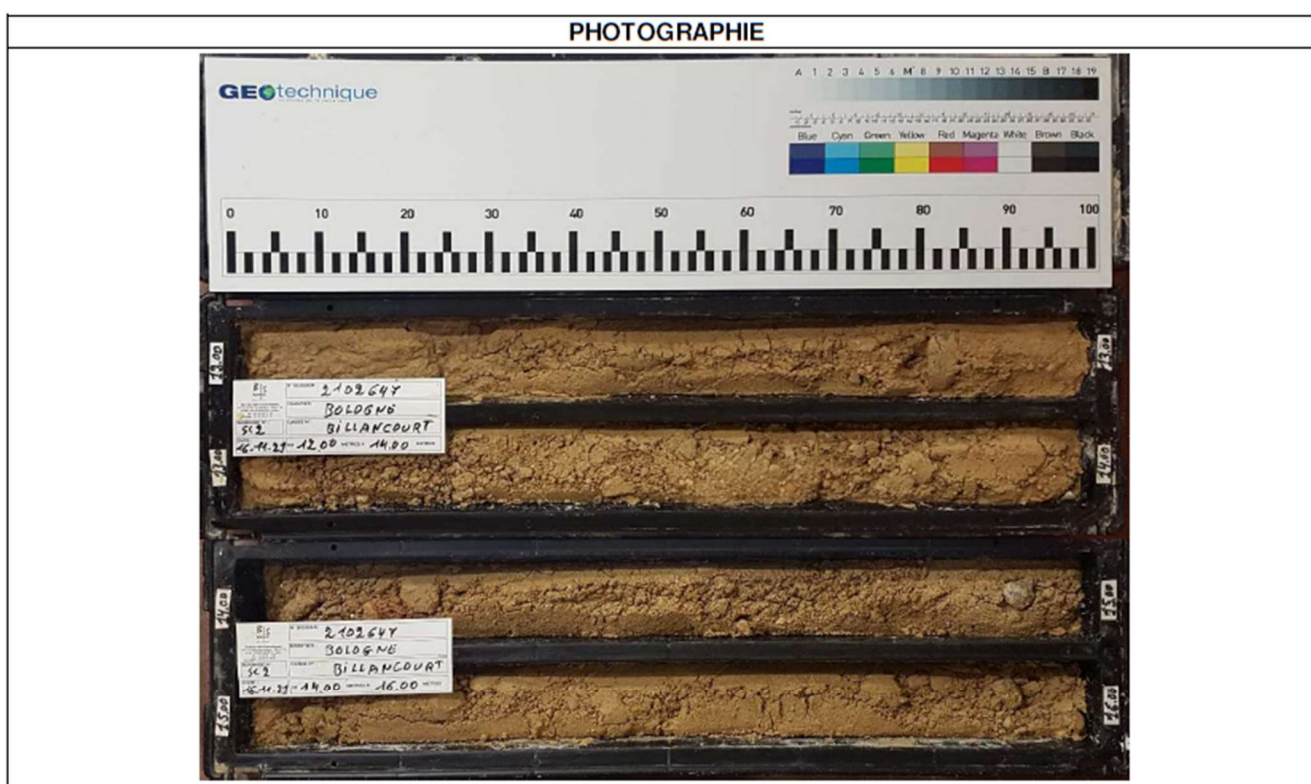
 GÉotechnique sciences de la terre sas	Chantier : Talus A13	Date : 18/01/2022
	Client : GPSO	N°dossier : AMe2021-02-647

PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES

SC2

Profondeurs : 12 m à 16 m
Date de prélèvement : 14/11/2021
Observations :

Opérateurs :



Observations :



Chantier : **Talus A13**

Date : 18/01/2022

Client : **GPSO**

N°dossier : **AMe2021-02-647**

PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES

SC2

Profondeurs : 16 m à 20 m
Date de prélèvement : 14/11/2021
Observations :

Opérateurs :

PHOTOGRAPHIE



Observations :

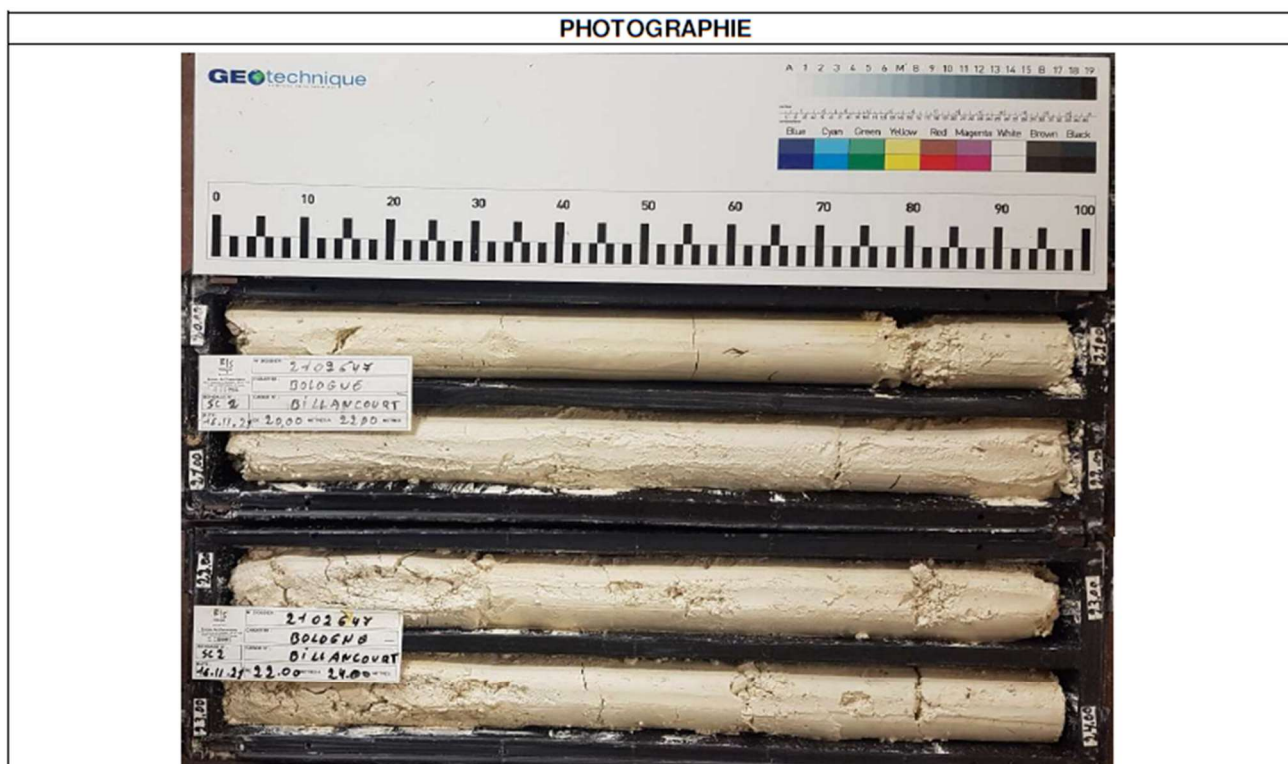
 GÉotechnique sciences de la terre sas	Chantier : Talus A13	Date : 18/01/2022
	Client : GPSO	N°dossier : AMe2021-02-647

PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES

SC2

Profondeurs : 20 m à 24 m
Date de prélèvement : 14/11/2021
Observations :

Opérateurs :



Observations :



Géotechnique
sciences de la terre sas

Chantier : **Talus A13**

Date : 18/01/20

Client : **GPSO**

N°dossier : **AMe20**

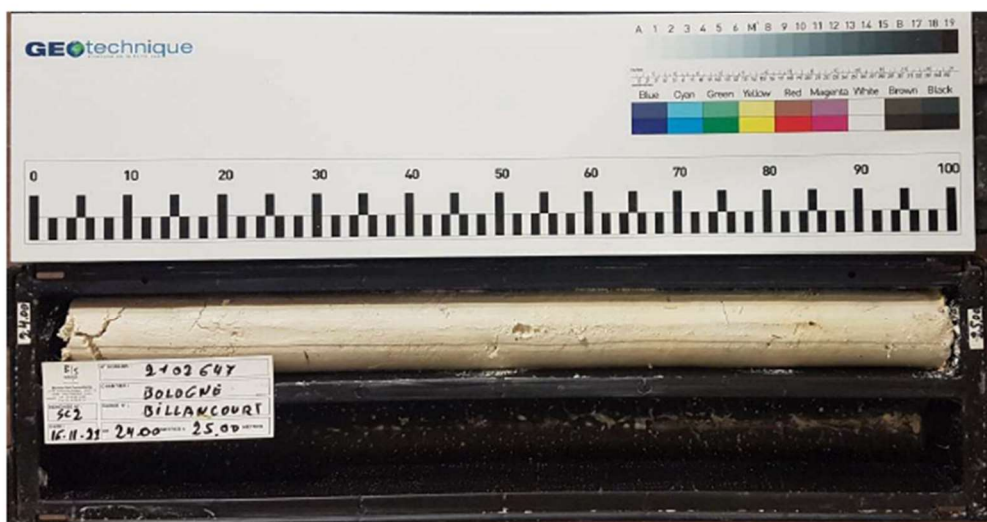
PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES

SC2

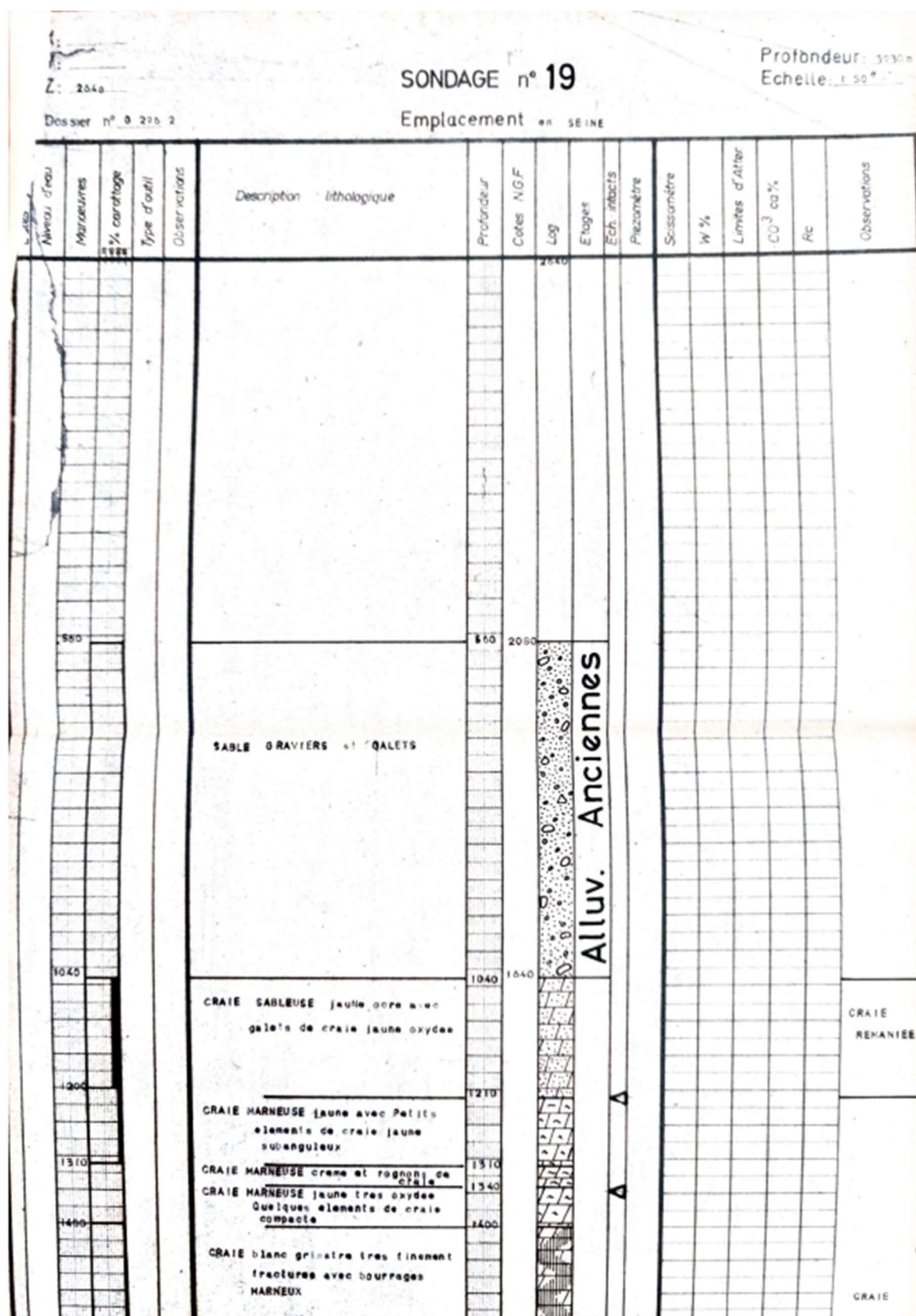
Profondeurs : 24 m à 25 m
Date de prélèvement : 14/11/2021
Observations :

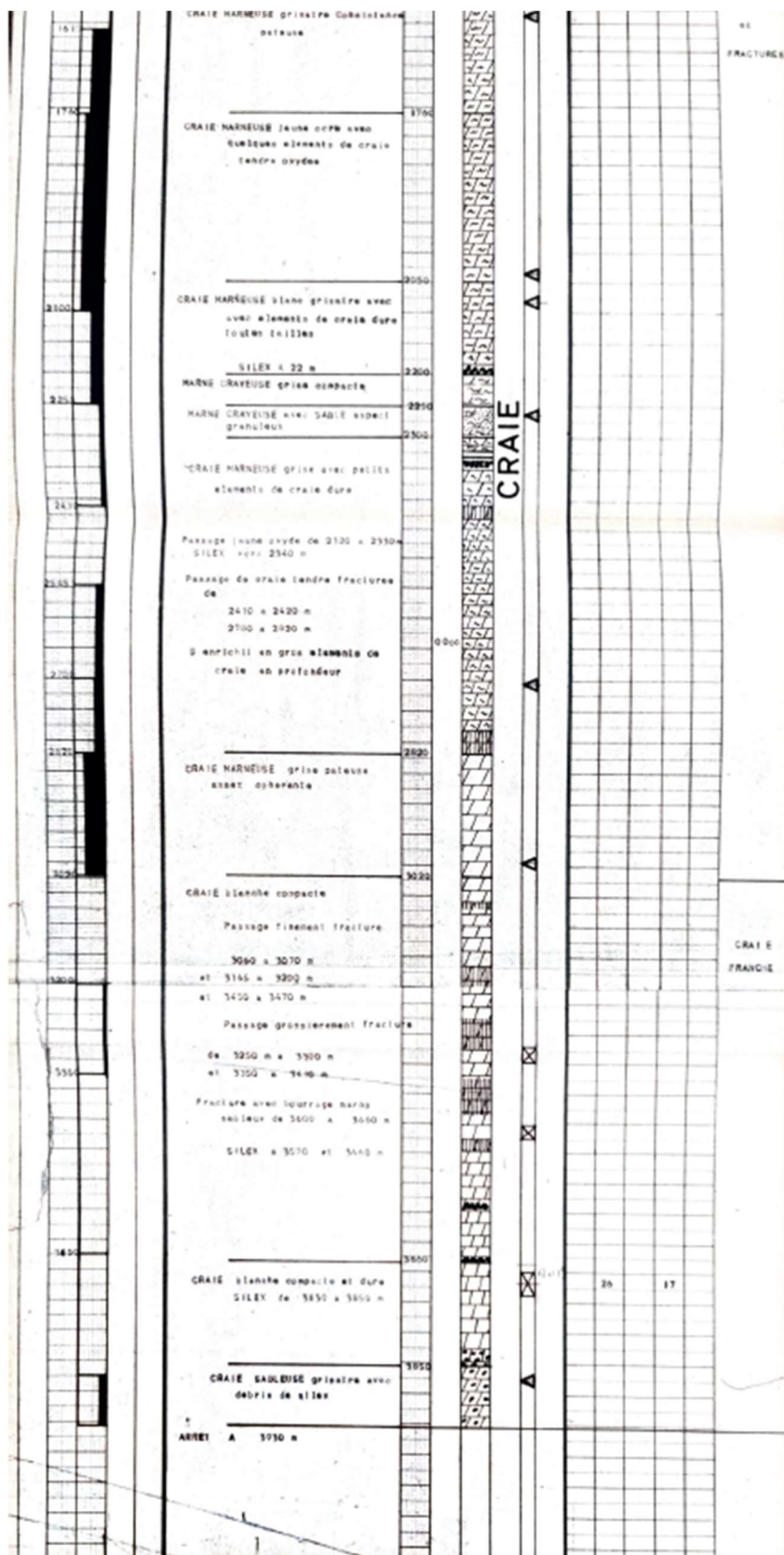
Opérateurs :

PHOTOGRAPHIE

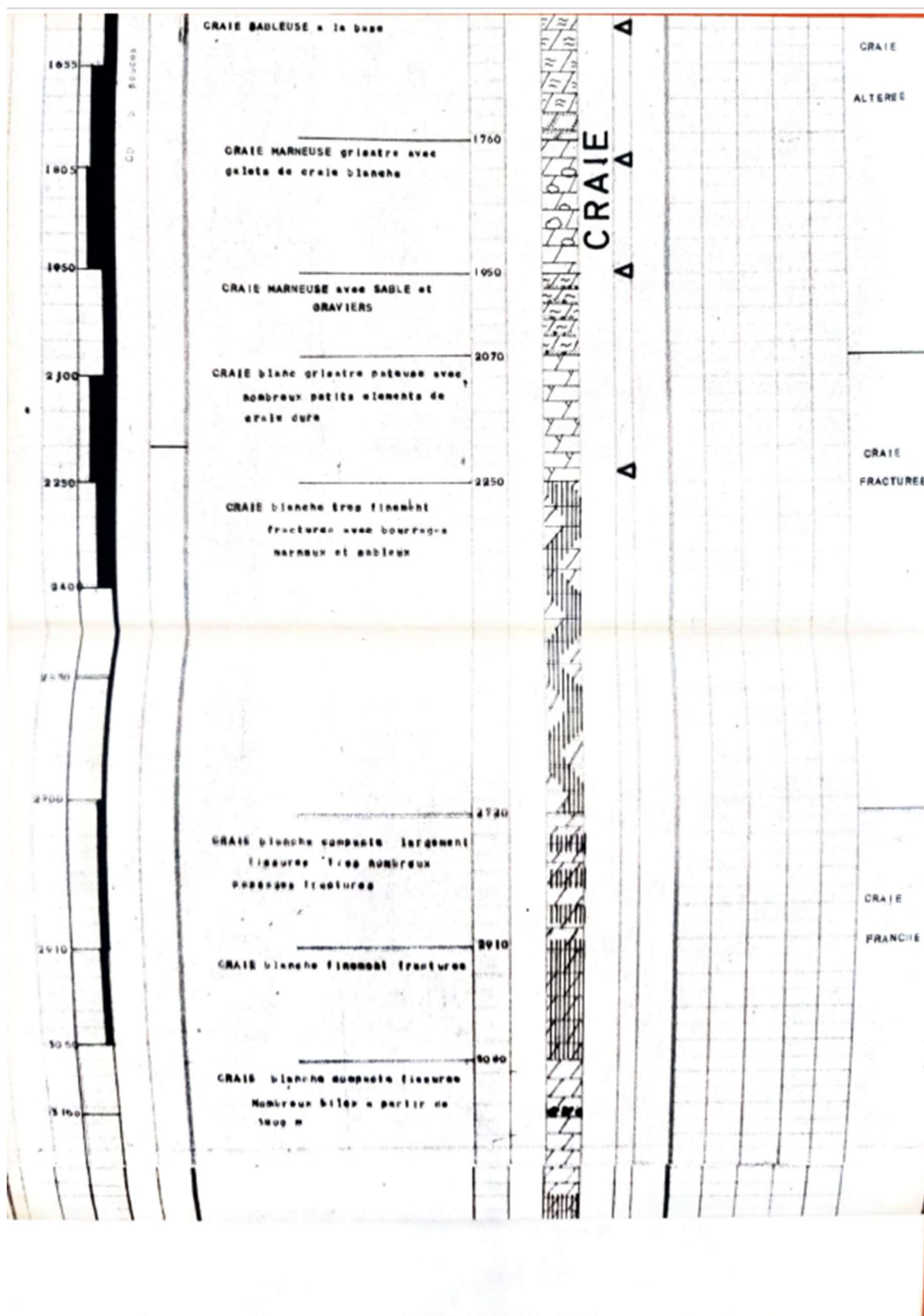


Observations :



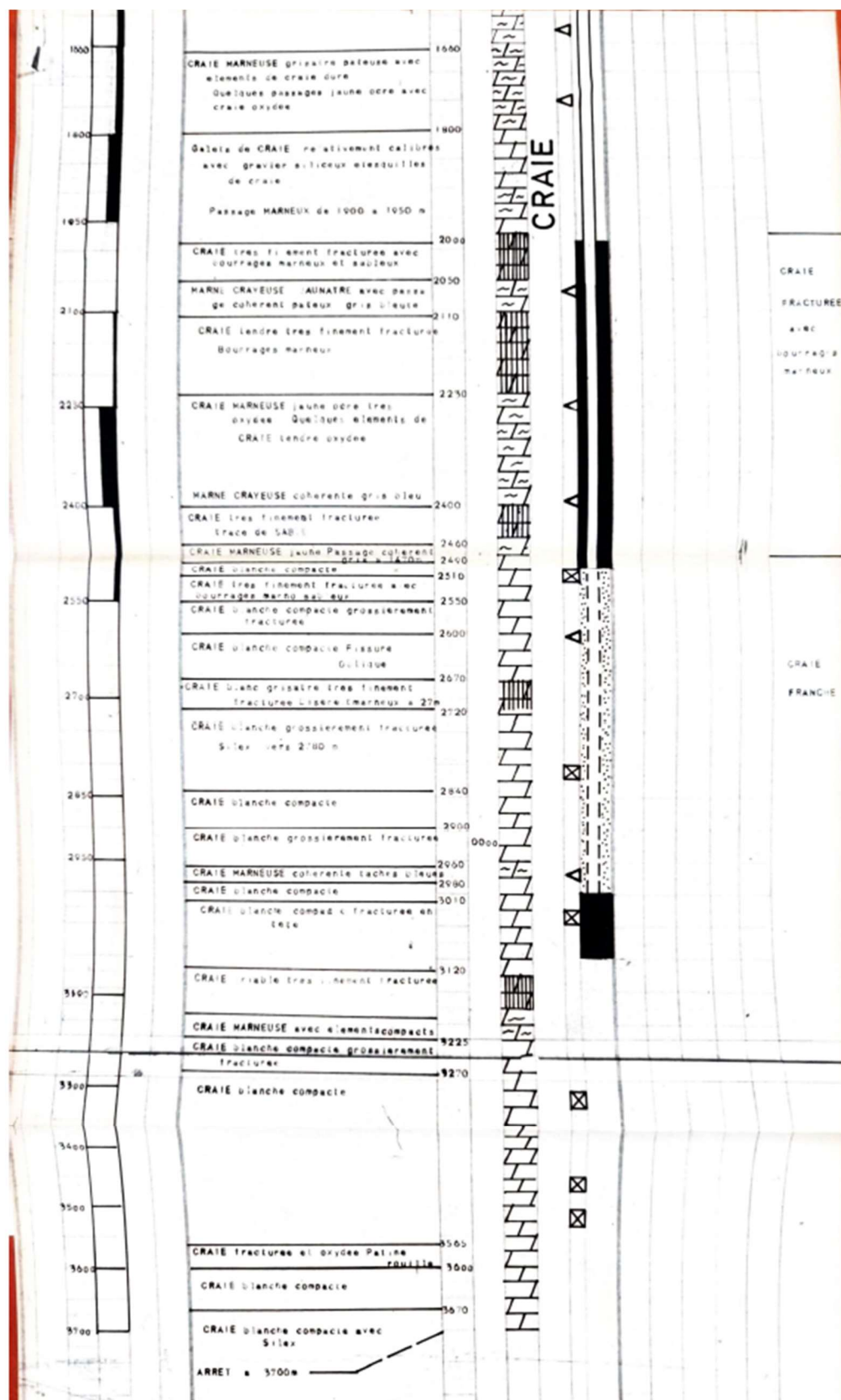








ALTE REE



GEOLIA

INGENIERIE
DES SOLS ET FONDATIONS

G160509 BOULOGNE BILLANCOURT

(Contrat DRIEAF/DIRIF/SIMEER/DI OUEST)

Date : 08/09/2016

Cote NGF : 37,26

Profondeur : 0,00 - 25,60 m

Machine :

X : 127558,9

Angle :

Y : 592065,1

Forage : SP2

EXGTE 2.30/GTE

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil	Equipement de forage	Tubage	Em (MPa)	Pf* (MPa)	PI* (MPa)	Observation			
							0,1 100	0,1 10	0,1 10				
37	0	Remblais sablo-limoneux jaunes et petits graviers	2,00 m	Roto-percussion Ø 64 mm			28,7	1,76	2,93				
36	1						1,7	0,64	1,54				
35	2	Remblais sableux jaunes et graviers	6,80 m				2,3	0,60	1,04				
34	3						8,6	0,41	0,72				
33	4						2,1	0,63	0,90				
32	5						2,3	0,53	1,20				
31	6						7,5	0,44	0,76				
30	7	Remblais sableux marron et graviers	10,40 m				16,9	0,73	1,23				
29	8						26,3	1,35	2,46				
28	9						6,8	0,35	0,81				
27	10						2,9	0,14	0,32				
26	11	Perte totale du liquide d'injection Pas de remontée des cuttings					4,4	0,11	0,19				
25	12						3,7	0,22	0,54				
24	13						8,1	0,39	0,75				
23	14						2,6	0,16	0,41				
22	15						10,8	0,69	1,02				
21	16						23,4	1,07	2,86				
20	17						24,6	1,83	2,88				
19	18						21,4	1,32	2,38				
18	19						0,5	1,56	2,30				
17	20						18,2	1,12	2,06				
	21	21,00 m											

Page 1

Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr

Page 1/2

G160509 BOULOGNE BILLANCOURT

1/100

SP2

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie		Niveau d'eau (m)	Outil	Equipement de forage	Tubage	Em (MPa)	Pf* (MPa)	Pl* (MPa)	Observation
								0,1	0,1	0,1	
16	21							18,2	1,13	2,05	
15	22							38,9	2,38	4,18	
14	23		Perte totale du liquide d'injection Pas de remontée des cuttings					21,9	0,95	1,78	
13	24							7,7	0,95	1,74	
12	25		25,60 m								
11	26										
10	27										
9	28										
8	29										
7	30										
6	31										
5	32										
4	33										
3	34										
2	35										
1	36										
0	37										
-1	38										
-2	39										
-3	40										
-4	41										
-5	42										
	43										

 INGENIERIE DES SOLS ET FONDATIONS	G160509 BOULOGNE BILLANCOURT Contrat DRIEAF/DIRIF/SIMEER/DI OUEST		
	Date : 06/09/2016 Machine : Angle :	Cote NGF : 36.49 X : 127553,8 Y : 592087,3	Profondeur : 0,00 - 12,00 m

1/100

Forage : T4

EXGTE 2.30/GTE

Cote NGF	Profondeur (m)	Echantillons	Lithologie	Niveau d'eau	Outil	Equipement forage
36	0	ECH	Terre végétale sableuse			
			0,10 m			
	1	ECH	Sable beige à jaune			
			0,50 m			
35		ECH	Sablon jaunâtre			
	2	ECH	1,50 m			
		ECH	Sable limoneux grisâtre et cailloux			
34		ECH	2,50 m			
	3	ECH	Sablon argileux marron			
		ECH	3,00 m			
33		ECH	Limon sableux grisâtre et cailloux			
	4	ECH	3,50 m			
		ECH	Sablon argileux grisâtre			
32		ECH	4,00 m			
	5	ECH	Sable graveleux noirâtre			
		ECH	4,50 m			
31		ECH	Argile sableuse noirâtre			
	6	ECH	5,50 m			
		ECH	Sablon beige et cailloutis			
30		ECH	6,00 m			
	7	ECH	Sable limoneux noirâtre et cailloux			
		ECH	6,50 m			
29		ECH	Sablon, sable et argile grisâtre			
	8	ECH	8,00 m			
28		ECH	Argile sableuse grisâtre			
	9	ECH	9,50 m			
27		ECH	Sable graveleux beige grisâtre			
	10	ECH	10,00 m			
26		ECH	Sable limoneux marron à verdâtre très humide			
	11	ECH				
25		ECH				
	12	ECH	12,00 m			
24						
	13					
23						
	14					
22						
	15					
21						
	16					
20						
	17					
19						
	18					
18						
	19					
17						
	20					
16						
	21					

Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr

GEOLOGIA

INGENIERIE
DES SOLS ET FONDATIONS

G160509 BOULOGNE BILLANCOURT

Contrat DRIEAF/DIRIF/SIMEER/DI OUEST

Date : 05/09/2016

Cote NGF : 37.7

Profondeur : 0,00 - 12,00 m

Machine :

X : 127558,7

Angle :

Y : 592045,1

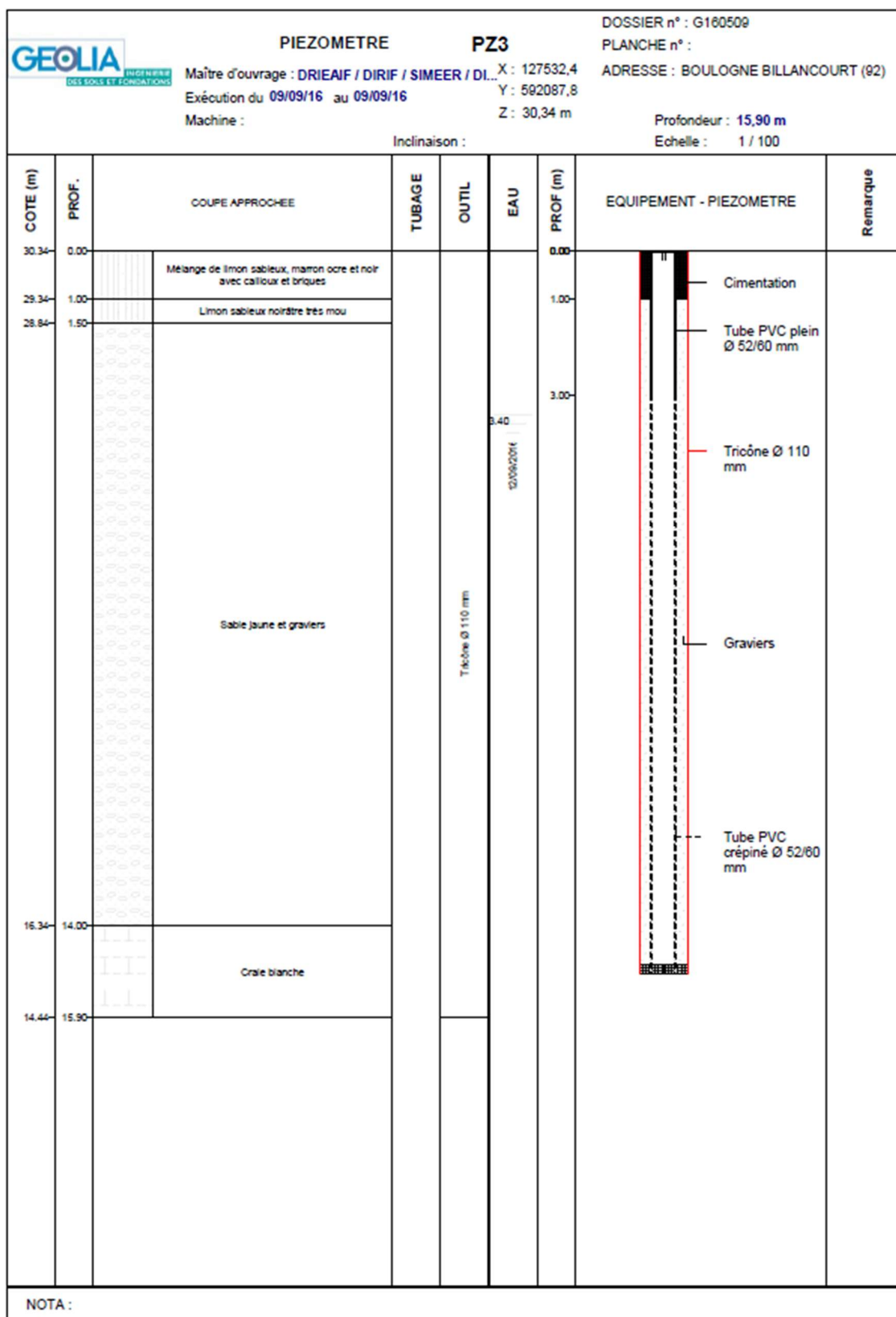
17/100

Forage : T1

EXGTE 2.30/GTE

Cote NGF	Profondeur (m)	Echantillons	Lithologie	Niveau d'eau	Outil	Equipement forage
37	0	ECH	Limon sableux marron et cailloux	Tanière Ø 110 mm		
	1	ECH	1,00 m			
36	2	ECH	Sable jaune légèrement limoneux et graviers			
	3	ECH				
35	4	ECH				
34	5	ECH				
33	6	ECH				
32	7	ECH	Sable avec cailloux, charbon et briques			
31	8	ECH	8,50 m			
30	9	ECH	Sable noirâtre et graviers			
29	10	ECH	8,00 m			
28	11	ECH	Sable argileux noirâtre et graviers			
27	12	ECH	10,00 m			
26	13	ECH	Limon sableux marron à verdâtre			
25	14					
24	15					
23	16					
22	17					
21	18					
20	19					
19	20					
18	21					
17	22					

Logiciel JEAN LUTZ S.A. - www.jeanlutzsa.fr



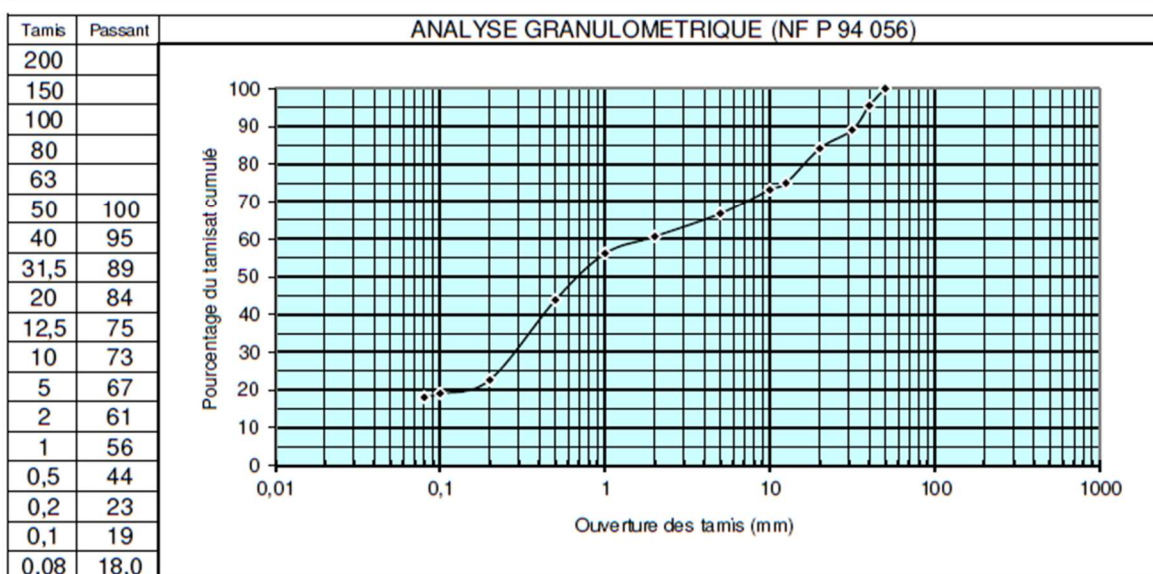
Annexe 5 : Essais en laboratoire

 GÉotechnique sciences de la terre sas GEOTECHNIQUE SAS 672 rue des Mercières 69140 RILLIEUX LA PAPE	Chantier : Talus A13, BOULOGNE(92)	Date : 05/01/2022
	Client : EPT GRAND PARIS SEINE OUEST	N°dossier : AMe2021-02-647
		Nos réf : CBc

ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

Nature des matériaux : Sable argilo-limoneux, graveleux
 Provenance des matériaux : SC1 - ER1
 Profondeurs : 1,00 à 1,60m
 Observations :

Date du prélèvement :
 Date des essais : 05/01/2022
 Opérateurs : WDd



AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat	Spécification
NF P 94 056	Passant à 0,08 mm sur fraction 0/50 =	18,0%	
NF P 94 056	D max =	50,0 mm	
NF P 94 056	Coefficient d'uniformité Cu =		
NF P 94 050	Teneur en eau sur 0/20	10,2 %	
NF P 94 068	Valeur au bleu VBS =	0,6	
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wL =		
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wP =		
NF P 94 051	Indice de plasticité Ip =		
NF P 94 051	Indice de consistance Ic =		
NF EN 933-8	Equivalent de sable ES =		
NF P 94 078	Indice Portant Immédiat (IPI / pd)	/	t/m ³

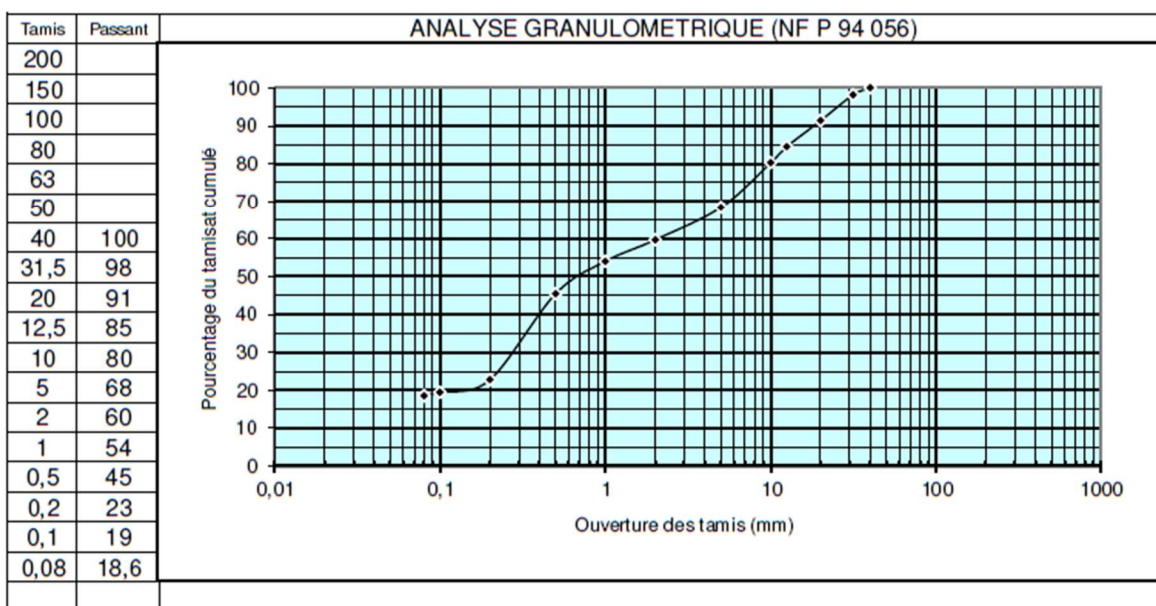
CLASSIFICATION GTR : B5

Observations :

 GÉotechnique sciences de la terre sas GEOTECHNIQUE SAS 672 rue des Mercières 69140 RILLIEUX LA PAPE	Chantier : Talus A13, BOULOGNE (92)	Date : 05/01/2022
	Client : EPT GRAND PARIS SEINE OUEST	N°dossier : AMe2021-02-647
		Nos réf : CBc

ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

Nature des matériaux : Sable limoneux et graveleux
 Provenance des matériaux : SC1 - ER2
 Profondeurs : 2,00 à 2,80m
 Observations :
 Date du prélèvement :
 Date des essais : 05/01/2022
 Opérateurs : WDd



AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat	Spécification
NF P 94 056	Passant à 0,08 mm sur fraction 0/50 =	18,6%	
NF P 94 056	D max =	40,0 mm	
NF P 94 056	Coefficient d'uniformité Cu =		
NF P 94 050	Teneur en eau sur 0/20	8,1 %	
NF P 94 068	Valeur au bleu VBS =	0,8	
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wL =		
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wP =		
NF P 94 051	Indice de plasticité Ip =		
NF P 94 051	Indice de consistance Ic =		
NF EN 933-8	Equivalent de sable ES =		
NF P 94 078	Indice Portant Immédiat (IPI / pd)	/	t/m ³

CLASSIFICATION GTR : B5

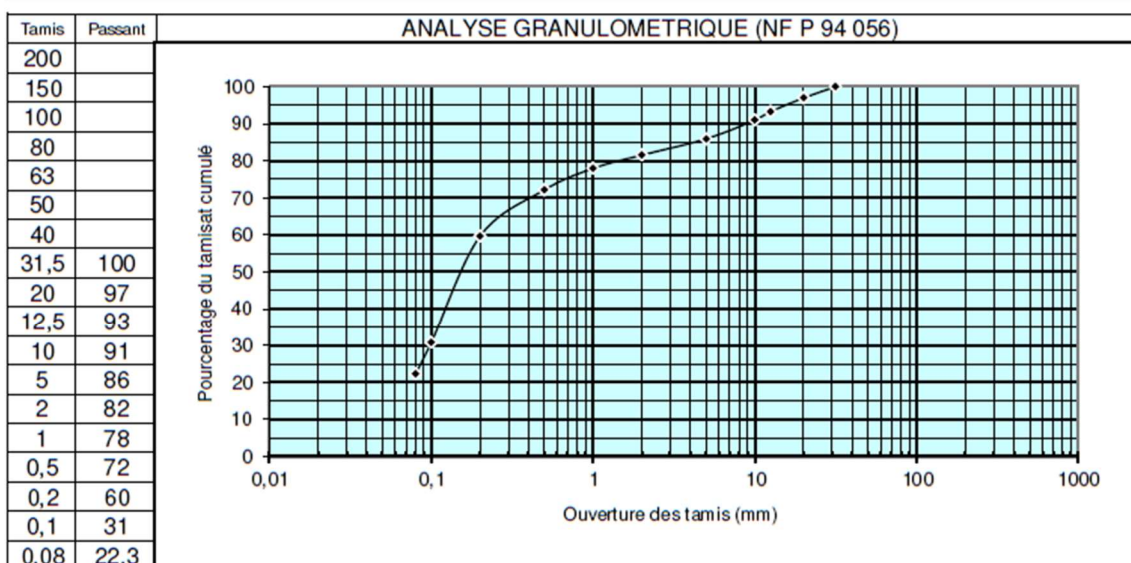
Observations :

PV27

ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

Nature des matériaux : Sable limoneux et graveleux
Provenance des matériaux : SC2 - ER1
Profondeurs : 1,00 à 1,70m
Observations :

Date du prélèvement :
Date des essais : 05/01/2022
Opérateurs : WdD



AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat	Spécification
NF P 94 056	Passant à 0,08 mm sur fraction 0/50 =	22,3%	
NF P 94 056	D max =	31,5 mm	
NF P 94 056	Coefficient d'uniformité Cu =		
NF P 94 050	Teneur en eau sur 0/20	13,6 %	
NF P 94 068	Valeur au bleu VBS =	0,9	
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wL =		
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wP =		
NF P 94 051	Indice de plasticité Ip =		
NF P 94 051	Indice de consistance Ic =		
NF EN 933-8	Equivalent de sable ES =		
NF P 94 078	Indice Portant Immédiat (IPI / pd)	/	t/m ³

CLASSIFICATION GTR :

B5

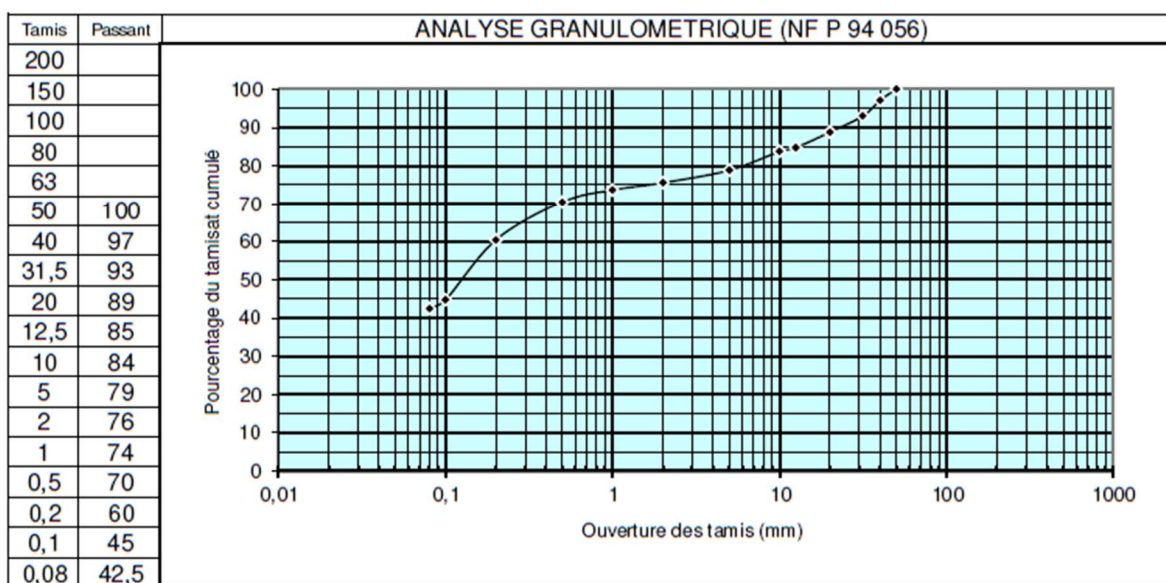
Observations :

PV27

 GÉotechnique sciences de la terre sas GEOTECHNIQUE SAS 672 rue des Mercières 69140 RILLIEUX LA PAPE	Chantier : Talus A13, BOULOGNE (92)	Date : 05/01/2022
		N°dossier : AMe2021-02-647
	Client : EPT GRAND PARIS SEINE OUEST	Nos réf : CBc

ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

Nature des matériaux : Limon sableux et graveleux
 Provenance des matériaux : SC2 - ER2
 Profondeurs : 2,20 à 2,90m
 Observations :
 Date du prélèvement :
 Date des essais : 05/01/2022
 Opérateurs : WDd



AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat	Spécification
NF P 94 056	Passant à 0,08 mm sur fraction 0/50 =	42,5%	
NF P 94 056	D max =	50,0 mm	
NF P 94 056	Coefficient d'uniformité Cu =		
NF P 94 050	Teneur en eau sur 0/20	31,0 %	
NF P 94 068	Valeur au bleu VBS =	1,0	
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wL =		
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wP =		
NF P 94 051	Indice de plasticité Ip =		
NF P 94 051	Indice de consistance Ic =		
NF EN 933-8	Equivalent de sable ES =		
NF P 94 078	Indice Portant Immédiat (IPI / ρ_d)	/	t/m ³

CLASSIFICATION GTR : A1

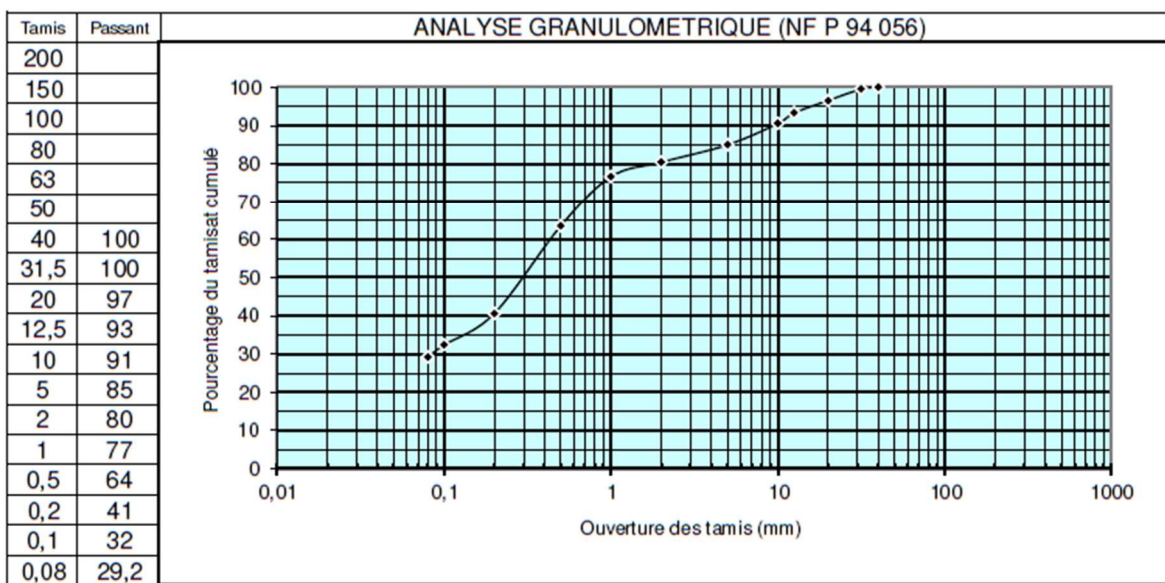
Observations :

PV27

 GÉOTECHNIQUE SAS 672 rue des Mercières 69140 RILLIEUX LA PAPE	Chantier : Talus A13, BOULOGNE(92)	Date : 05/01/2022
	Client : EPT GRAND PARIS SEINE OUEST	N°dossier : AMe2021-02-647
		Nos réf : CBc

ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

Nature des matériaux : Sable limoneux et graveleux
 Provenance des matériaux : SC2 - ER3
 Profondeurs : 3,50 à 4,20m
 Observations :
 Date du prélèvement :
 Date des essais : 05/01/2022
 Opérateurs : WDd



AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat	Spécification
NF P 94 056	Passant à 0,08 mm sur fraction 0/50 =	29,2%	
NF P 94 056	D max =	40,0 mm	
NF P 94 056	Coefficient d'uniformité Cu =		
NF P 94 050	Teneur en eau sur 0/20	10,8 %	
NF P 94 068	Valeur au bleu VBS =	1,2	
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wL =		
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wP =		
NF P 94 051	Indice de plasticité Ip =		
NF P 94 051	Indice de consistance Ic =		
NF EN 933-8	Equivalent de sable ES =		
NF P 94 078	Indice Portant Immédiat (IPI / pd)	/	t/m ³

CLASSIFICATION GTR : B5

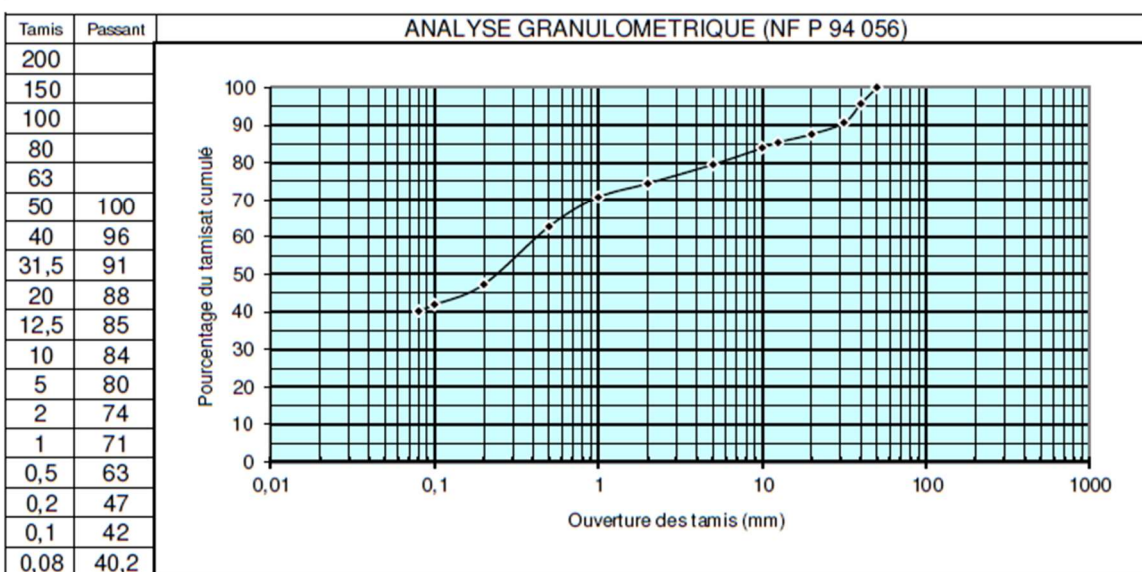
Observations :

PV27

 GÉotechnique sciences de la terre sas GEOTECHNIQUE SAS 672 rue des Mercières 69140 RILLIEUX LA PAPE	Chantier : Talus A13, BOULOGNE (92)	Date : 05/01/2022
	Client : EPT GRAND PARIS SEINE OUEST	N°dossier : AMe2021-02-647
		Nos réf : CBc

ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

Nature des matériaux :	Limon sablo-graveleux	Date du prélèvement :
Provenance des matériaux :	SC2 - ER4	Date des essais : 05/01/2022
Profondeurs :	5,50 à 6,20m	Opérateurs : WDd
Observations :		



AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION			
Norme	Essai	Résultat	Spécification
NF P 94 056	Passant à 0,08 mm sur fraction 0/50 =	40,2%	
NF P 94 056	D max =	50,0 mm	
NF P 94 056	Coefficient d'uniformité Cu =		
NF P 94 050	Teneur en eau sur 0/20	24,1 %	
NF P 94 068	Valeur au bleu VBS =	2,0	
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wL =		
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wP =		
NF P 94 051	Indice de plasticité Ip =		
NF P 94 051	Indice de consistance Ic =		
NF EN 933-8	Equivalent de sable ES =		
NF P 94 078	Indice Portant Immédiat (IPI / ρ_d)	/	t/m ³

CLASSIFICATION GTR : A1

Observations :

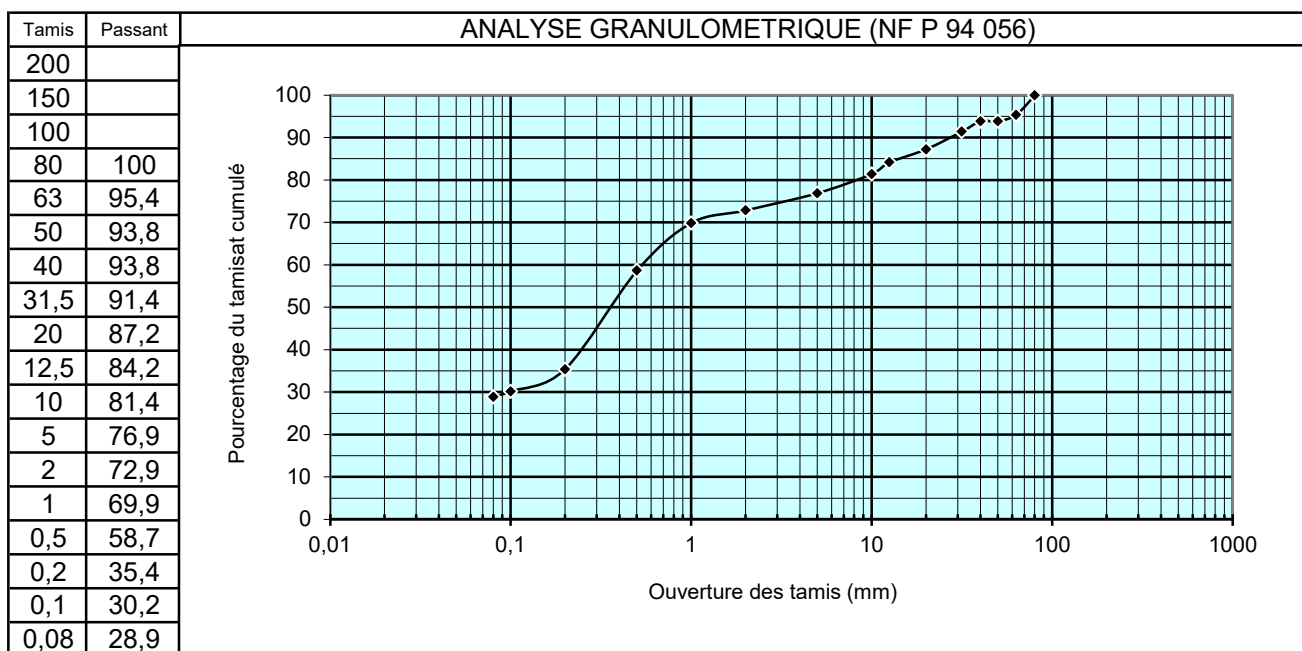
PV27



Annexe 6 : **Essais en laboratoire 2023**

ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

 Nature des matériaux : **Sable gravelelo-limoneux**
 Provenance des matériaux : **SC101**
 Profondeurs : **4,00 à 5,00m**
 Observations : **marron beige à marron foncé**

 Date du prélèvement : **15/12/2022**
 Date des essais : **14/02/2023**
 Opérateurs : **MDm**


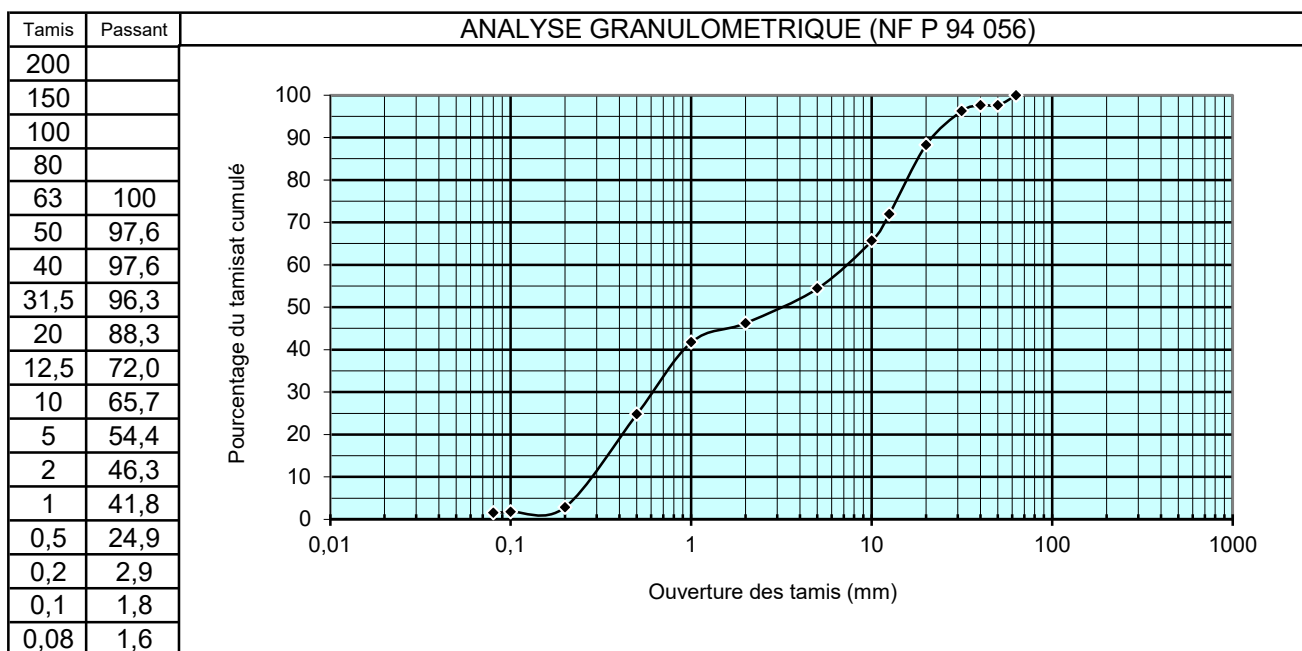
AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat	Spécification
NF P 94 056	Passant à 0,08 mm sur fraction 0/50 =	30,8%	
NF P 94 056	D max =	80,0 mm	
NF P 94 056	Coefficient d'uniformité Cu =		
NF P 94 050	Teneur en eau sur 0/20	14,3 %	
NF P 94 068	Valeur au bleu VBS =	1,0	
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wL =		
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wP =		
NF P 94 051	Indice de plasticité Ip =		
NF P 94 051	Indice de consistance Ic =		
NF EN 933-8	Equivalent de sable ES =		
NF P 94 078	Indice Portant Immédiat (IPI / pd)		
CLASSIFICATION GTR :		C1 B5	

Observations :

ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

 Nature des matériaux : Graves sableuses
 Provenance des matériaux : SC101
 Profondeurs : 12,15 à 13,60m
 Observations : marron beige

 Date du prélèvement : 15/12/2022
 Date des essais : 17/02/2023
 Opérateurs : MDm


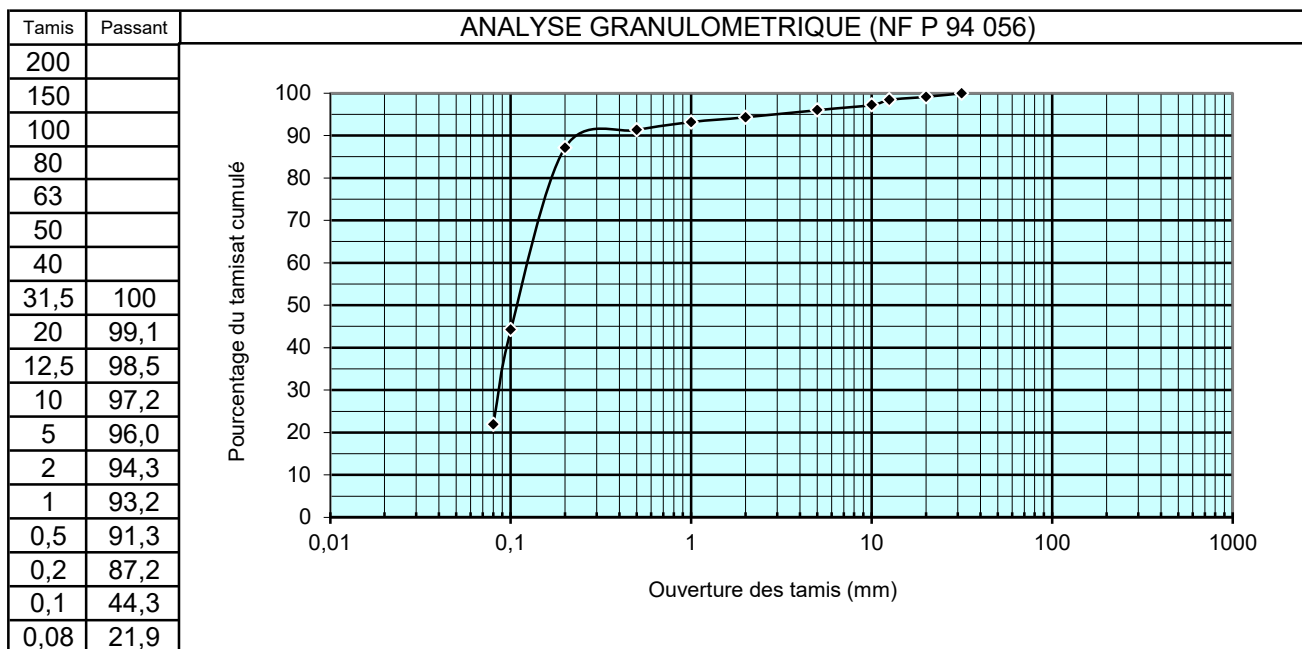
AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat	Spécification
NF P 94 056	Passant à 0,08 mm sur fraction 0/50 =	1,6%	
NF P 94 056	D max =	63,0 mm	
NF P 94 056	Coefficient d'uniformité Cu =		
NF P 94 050	Teneur en eau sur 0/20	9,6 %	
NF P 94 068	Valeur au bleu VBS =	0,1	
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wL =		
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wP =		
NF P 94 051	Indice de plasticité Ip =		
NF P 94 051	Indice de consistance Ic =		
NF EN 933-8	Equivalent de sable ES =		
NF P 94 078	Indice Portant Immédiat (IPI / pd)		
CLASSIFICATION GTR :		D3	

Observations :

ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

 Nature des matériaux : Sable limoneux
 Provenance des matériaux : SC102
 Profondeurs : 2,20 à 3,00m
 Observations : marron beige

 Date du prélèvement : 29/12/2022
 Date des essais : 20/02/2022
 Opérateurs : MDm


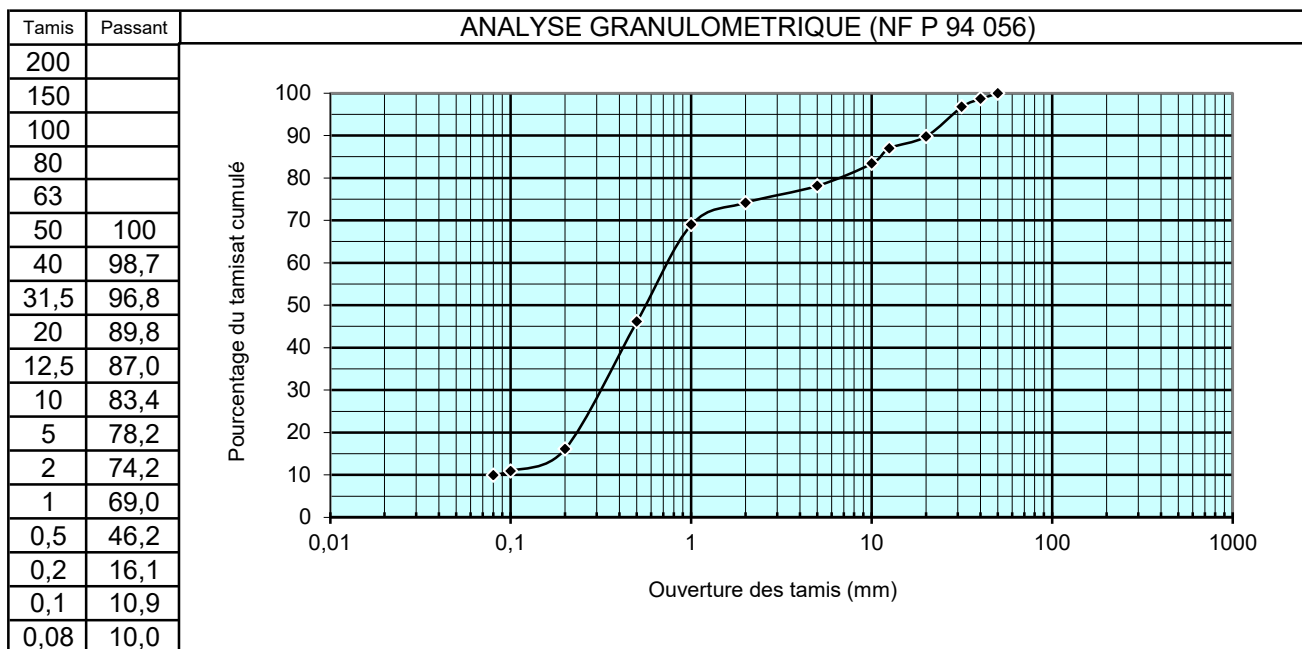
AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat	Spécification
NF P 94 056	Passant à 0,08 mm sur fraction 0/50 =	21,9%	
NF P 94 056	D max =	31,5 mm	
NF P 94 056	Coefficient d'uniformité Cu =		
NF P 94 050	Teneur en eau sur 0/20	10,6 %	
NF P 94 068	Valeur au bleu VBS =	1,0	
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wL =		
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wP =		
NF P 94 051	Indice de plasticité Ip =		
NF P 94 051	Indice de consistance Ic =		
NF EN 933-8	Equivalent de sable ES =		
NF P 94 078	Indice Portant Immédiat (IPI / pd)		
CLASSIFICATION GTR :		D3	

Observations :

ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

Nature des matériaux :	Sable graveleux	Date du prélèvement :	30/12/2022
Provenance des matériaux :	SC102	Date des essais :	20/02/2023
Profondeurs :	12,00 à 13,00m	Opérateurs :	MDm
Observations :	marron , odeur hydrocarbure		



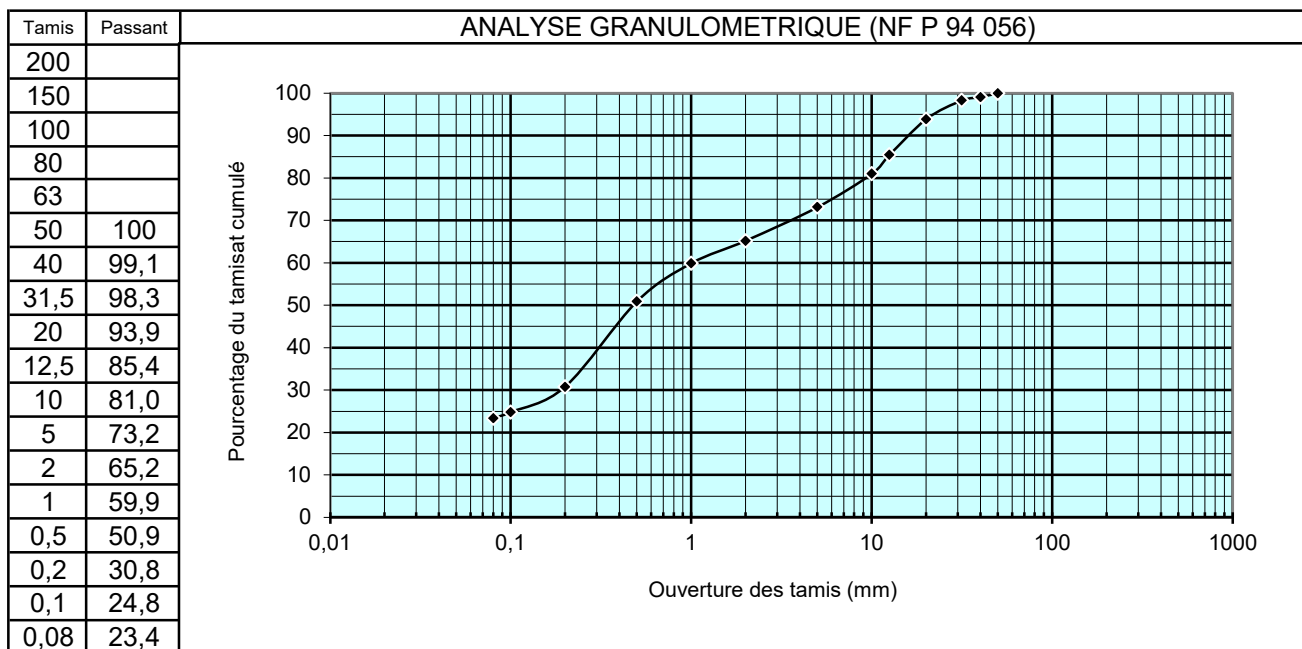
AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat	Spécification
NF P 94 056	Passant à 0,08 mm sur fraction 0/50 =	10,0%	
NF P 94 056	D max =	50,0 mm	
NF P 94 056	Coefficient d'uniformité Cu =		
NF P 94 050	Teneur en eau sur 0/20	9,1 %	
NF P 94 068	Valeur au bleu VBS =	0,1	
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wL =		
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wP =		
NF P 94 051	Indice de plasticité Ip =		
NF P 94 051	Indice de consistance Ic =		
NF EN 933-8	Equivalent de sable ES =		
NF P 94 078	Indice Portant Immédiat (IPI / pd)		
CLASSIFICATION GTR :		D3	

Observations :

ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

 Nature des matériaux : **Sable graveleux-argileux**
 Provenance des matériaux : **SC105**
 Profondeurs : **2,00 à 3,00m**
 Observations : **marron**

 Date du prélèvement : **17/11/2022**
 Date des essais : **05/01/2023**
 Opérateurs : **MDm**


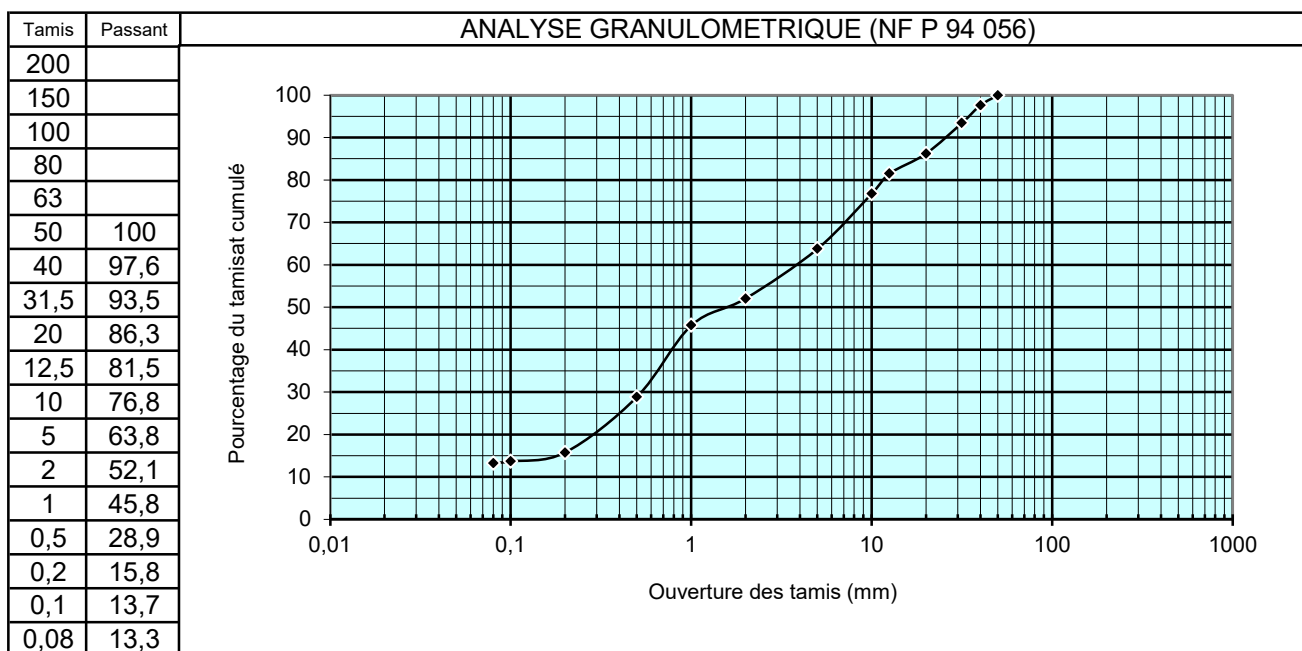
AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat	Spécification
NF P 94 056	Passant à 0,08 mm sur fraction 0/50 =	23,4%	
NF P 94 056	D max =	50,0 mm	
NF P 94 056	Coefficient d'uniformité Cu =		
NF P 94 050	Teneur en eau sur 0/20	10,5 %	
NF P 94 068	Valeur au bleu VBS =	1,0	
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wL =		
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wP =		
NF P 94 051	Indice de plasticité Ip =		
NF P 94 051	Indice de consistance Ic =		
NF EN 933-8	Equivalent de sable ES =		
NF P 94 078	Indice Portant Immédiat (IPI / pd)		
CLASSIFICATION GTR :		B5	

Observations :

ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

Nature des matériaux :	Graves sableuses	Date du prélèvement : 17/11/2022
Provenance des matériaux :	SC105	Date des essais : 05/01/2023
Profondeurs :	6,00 à 7,00m	Opérateurs : MDm
Observations :	marron-beige	



AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat	Spécification
NF P 94 056	Passant à 0,08 mm sur fraction 0/50 =	13,3%	
NF P 94 056	D max =	50,0 mm	
NF P 94 056	Coefficient d'uniformité Cu =		
NF P 94 050	Teneur en eau sur 0/20	7,8 %	
NF P 94 068	Valeur au bleu VBS =	0,09	
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wL =		
NF P 94 051	Limites d'Atterberg wP =		
NF P 94 051	Indice de plasticité Ip =		
NF P 94 051	Indice de consistance Ic =		
NF EN 933-8	Equivalent de sable ES =		
NF P 94 078	Indice Portant Immédiat (IPI / pd)		
CLASSIFICATION GTR :		B5	

Observations :

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Méthode par tamisage à sec (NF P 94-056)

Méthode par sédimentation (NF P 94-057)

AFFAIRE	2022-10-38
SITE	BOULOGNE BILLANCOURT
Date	16/01/2023
Opérateur	ID
T°C de séchage	105°C
Sédimentométrie	NON

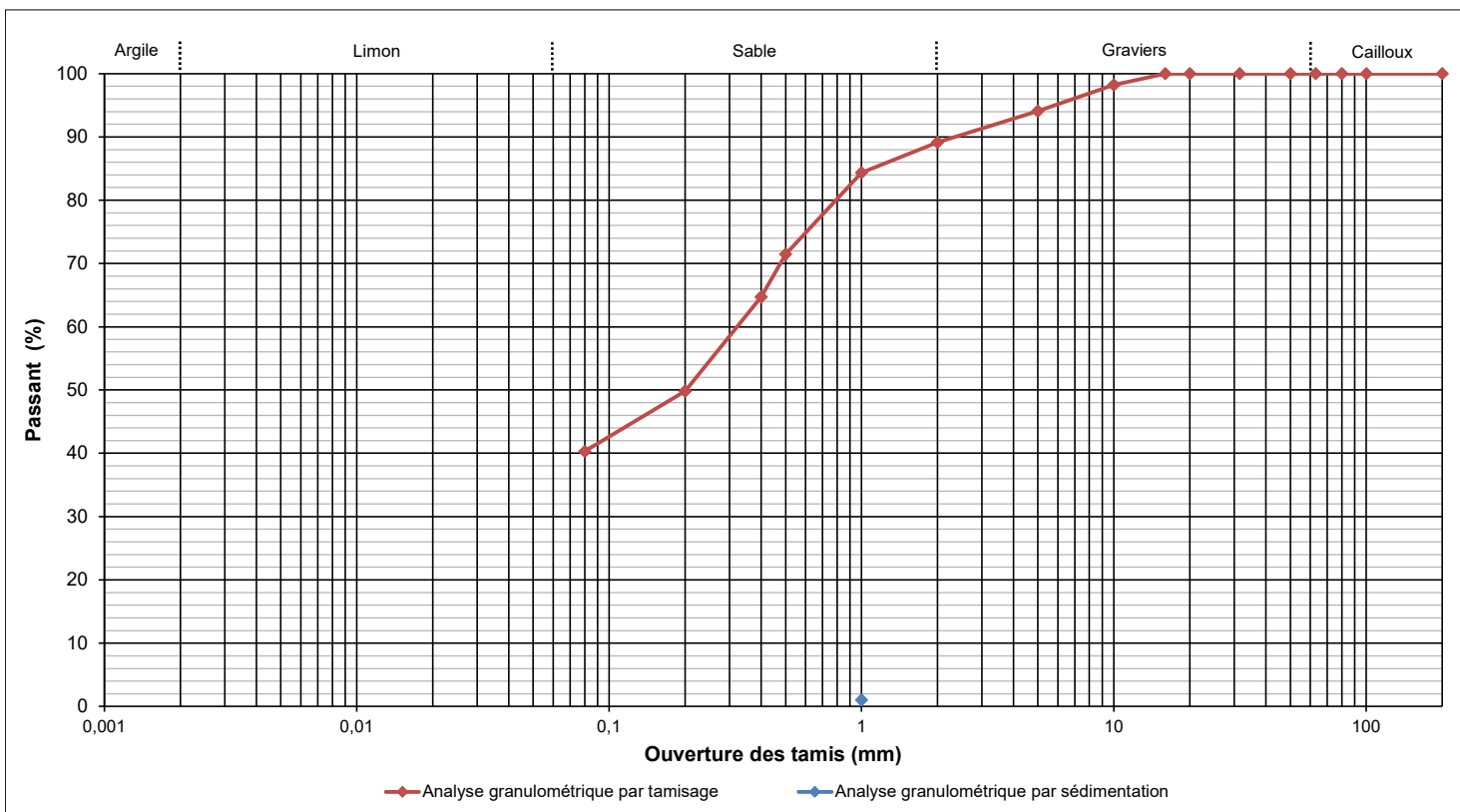
W% sur 0/D (NF P 94-050)		11,0
W% sur 0/20 (NF P 94-050)		-
Dmax (mm)		18,0
Passants (en %)	50 mm	100,0
	2 mm	89,1
	80 µm	40,3
	2 µm	-
VBS (NF P 94-068)		0,95

Sondage	ST100
Profondeur	1,00 - 2,00 m

Description	Sable légèrement argileux beige à grisâtre + cailloutis
-------------	---

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	98,2	94,0	89,1	84,4	71,5	64,7	49,8	40,3

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	V _d (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	Cm =	-	Cd =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains (g/cm ³)	#REF!	-						

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations	
--------------	--

ANALYSE GRANULOMETRIQUE

Méthode par tamisage à sec (NF P 94-056)

Méthode par sédimentation (NF P 94-057)

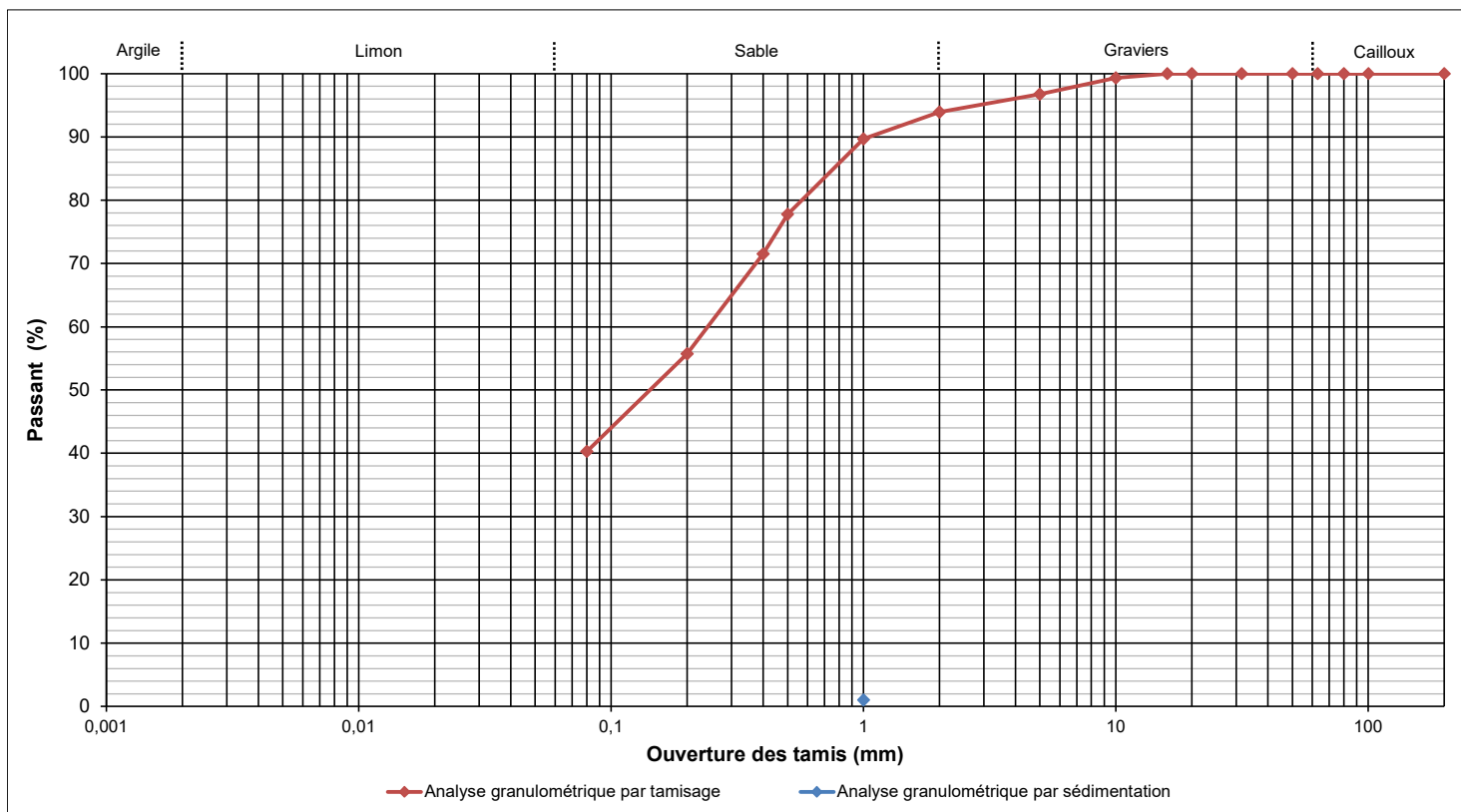
AFFAIRE	2022-10-38
SITE	BOULOGNE BILLANCOURT
Date	16/01/2023
Opérateur	ID
T°C de séchage	105°C
Sédimentométrie	NON

W% sur 0/D (NF P 94-050)		14,7
W% sur 0/20 (NF P 94-050)		-
Dmax (mm)		18,0
Passants (en %)	50 mm	100,0
	2 mm	93,9
	80 µm	40,3
	2 µm	-
VBS (NF P 94-068)		1,15

Sondage	ST101
Profondeur	3,20 - 4,00 m
Description	Sable argileux beige à cailloutis

Ø tamis (mm)	200	100	80	63	50	31,5	20	16	10	5	2	1	0,5	0,4	0,2	0,08
Passant (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	99,3	96,8	93,9	89,7	77,8	71,5	55,7	40,3

Ø tamis (µm)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Passant (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Densimètre	H ₀ (cm) =	-	H ₁ (cm) =	-	h ₁ (cm) =	-	V _d (cm ³) =	-
Facteurs correcteurs	Cm =	-	Cd =	-	Eprouvette : A (cm ²) =	-		
Masse volumique des grains (g/cm³)	#REF!	-						

Temps de lecture (min)	R	T°C	Ct	D (%)	D (µm)
0,5	-	-	-	-	-
1	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-
40	-	-	-	-	-
80	-	-	-	-	-
240	-	-	-	-	-
1440	-	-	-	-	-

Observations	
---------------------	--

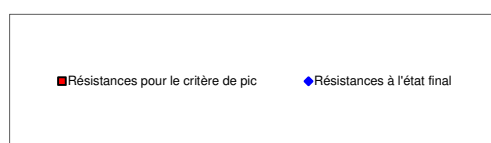
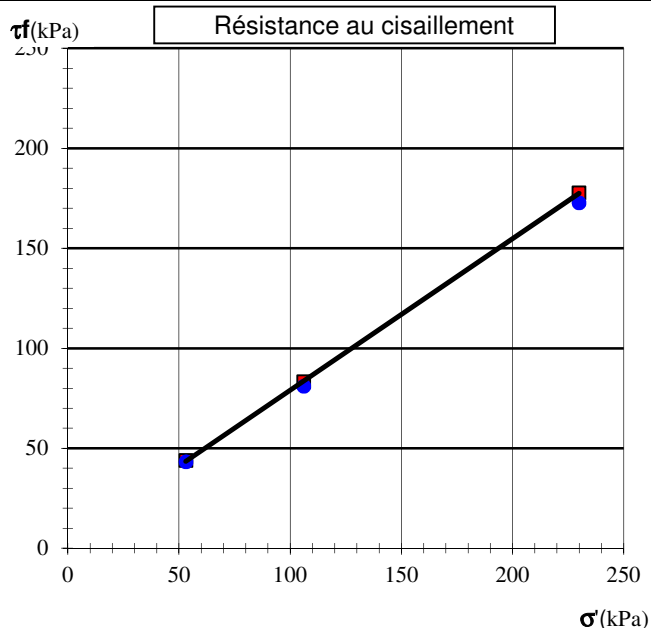
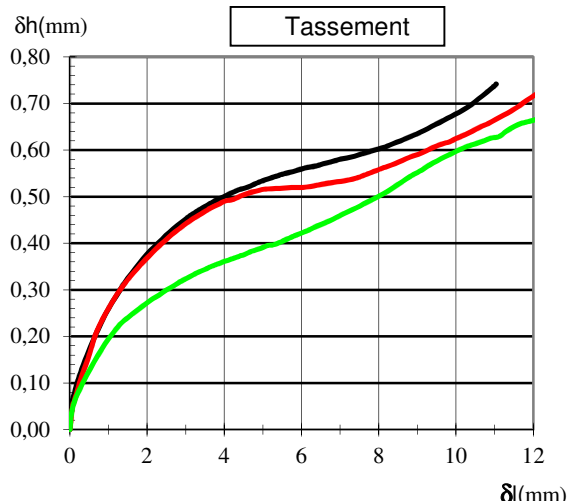
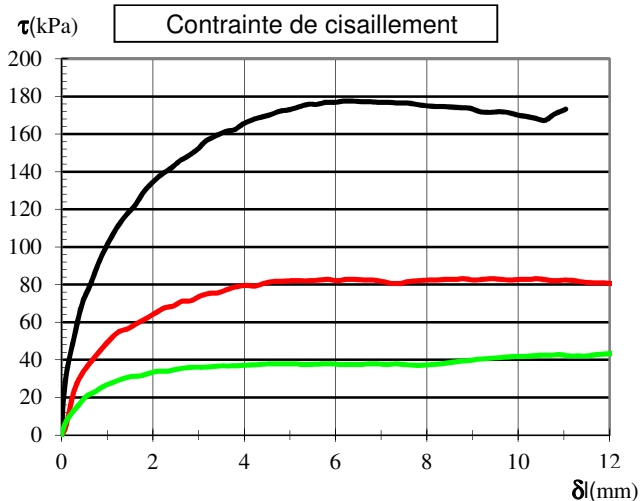
COMPTE RENDU D'ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE CISAILLEMENT DIRECT - NF EN ISO 17892-10

Type d'essai : CD
bati n° : 1
Anneau : 5kN

Sondage : SC102
Profondeur : 6,10 à 7,00m
Nature du sol : Sable fin limoneux marron

Date de prélèvement :
Date de l'essai : 23/02/23
Opérateurs : MDM

N°	Avant essai					Après consolidation		Après cisail.	Vitesse mm/mn	σ' (kPa)	Paramètres de résistance au cisaillement			
	Dim. ép. ps est (kg/m3)	D= 60 mm pd (kg/m3)	ho= 20 mm w (%)	e	Sr (%)	pd (kg/m3)	t100 (min)	w (%)			$\tau_{f,p}$ (kPa)	$\delta l_{f,p}$ (mm)	$\tau_{f,r}$ (kPa)	$\delta l_{f,r}$ (mm)
1	2700	1558	11,5%	0,73	42,5	1557	5,40	19,4	0,025	229,9	177,5	6,2	172,6	11,0
2	2700	1569	11,2%	0,72	42,1	1558	5,40	19,9	0,025	106,1	83,1	8,8	81,0	12,0
3	2700	1562	11,6%	0,73	43,0	1571	6,67	20,1	0,025	53,1	43,9	12,5	43,1	12,0
4														
5														



Résultats	C' (kPa)		ϕ' (°)	
	C'p	C'f	ϕ_p	ϕ_f
	3	4	37	36

C'p Cohésion effective pour le critère de pic
 ϕ_p Angle de frottement effectif pour le critère de pic
C'f Cohésion à l'état final
 ϕ_f Angle de frottement à l'état final

Le laboratoire :

Observations :

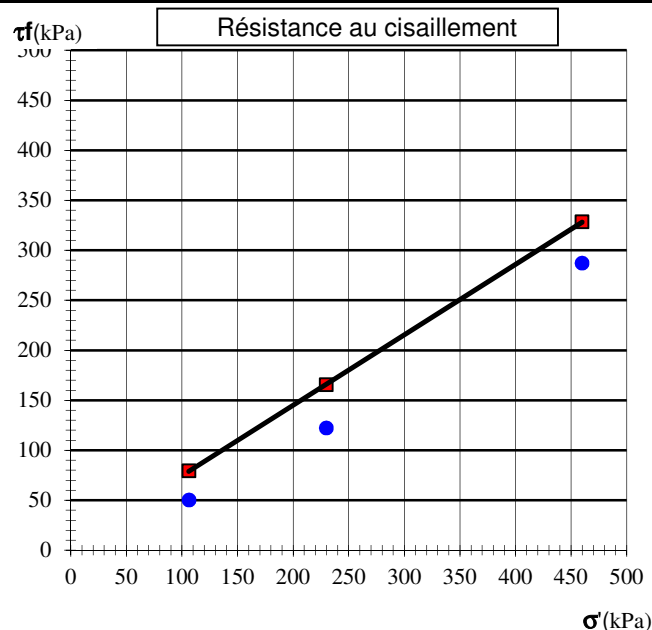
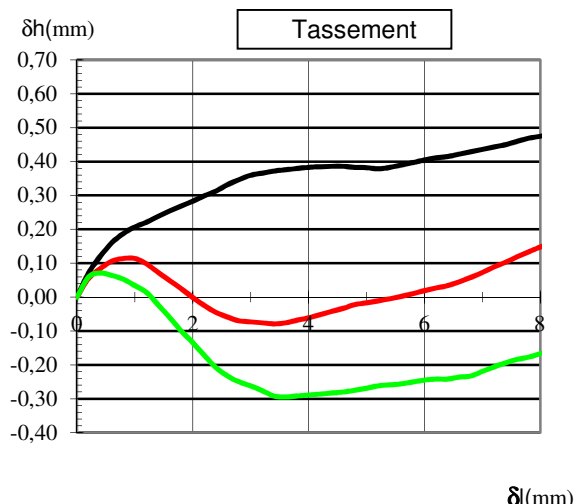
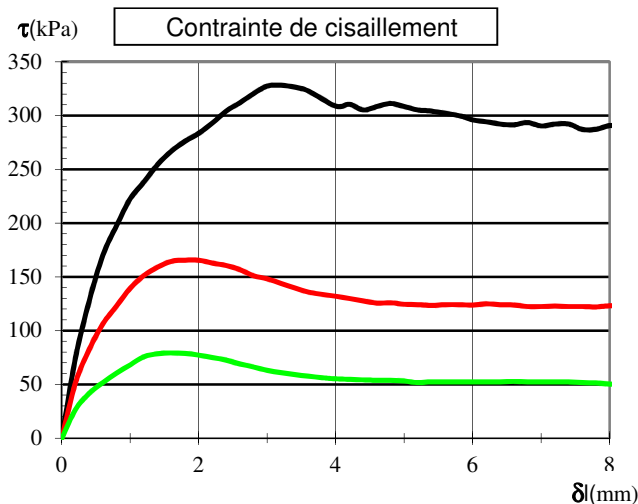
COMPTE RENDU D'ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE CISAILLEMENT DIRECT - NF EN ISO 17892-10

Type d'essai : CD
bati n° : 2
Anneau : 5kN

Sondage : SC102
Profondeur : 12,00 à 13,00m
Nature du sol : Sable marron

Date de prélèvement :
Date de l'essai : 23/02/23
Opérateurs : MDM

N°	Avant essai					Après consolidation		Après cisail.	Vitesse mm/mn	σ' (kPa)	Paramètres de résistance au cisaillement			
	Dim. ép. ps est (kg/m3)	D= 60 mm pd (kg/m3)	ho= 20 mm w (%)	e	Sr (%)	pd (kg/m3)	t100 (min)	w (%)			$\tau_{f,p}$ (kPa)	$\delta l_{f,p}$ (mm)	$\tau_{f,r}$ (kPa)	$\delta l_{f,r}$ (mm)
1	2700	1860	11,0%	0,45	65,7	1792	5,40	15,4	0,025	459,8	328,2	3,2	287,2	8,0
2	2700	1834	12,4%	0,47	70,8	1755	1,67	16,5	0,025	229,9	165,5	1,8	122,0	8,0
3	2700	1828	12,8%	0,48	72,2	1823	15,00	17,8	0,025	106,1	79,2	1,6	50,2	8,0
4														
5														



■ Résistances pour le critère de pic ◆ Résistances à l'état final

Résultats	C' (kPa)		Φ' (°)	
	C'p	C'f	Φp	Φf
	4	0	35	34

C'p Cohésion effective pour le critère de pic
Φp Angle de frottement effectif pour le critère de pic
C'f Cohésion à l'état final
Φf Angle de frottement à l'état final

Le laboratoire :

Observations :

Essai réalisé sur la fraction 0/5mm

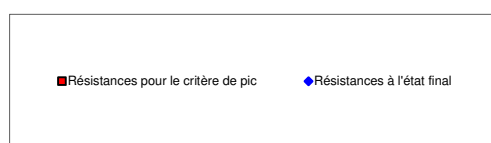
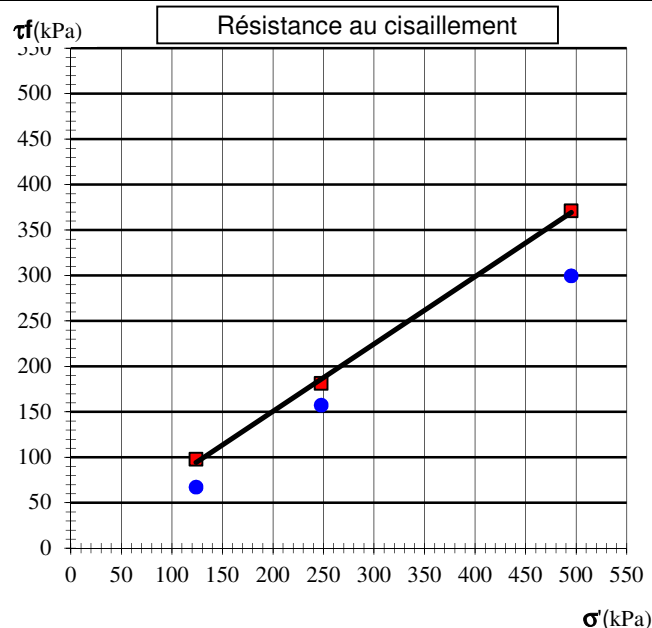
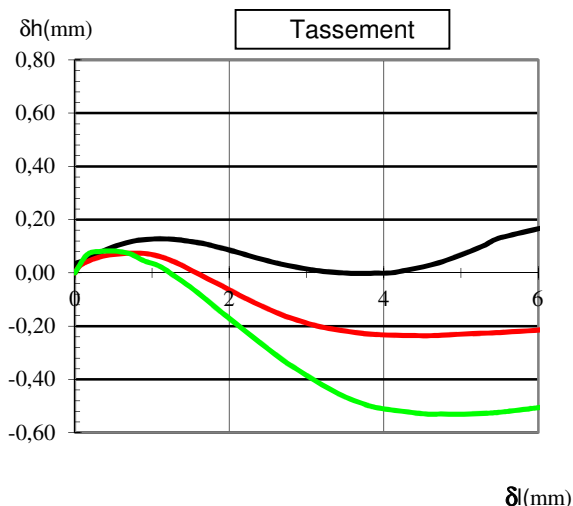
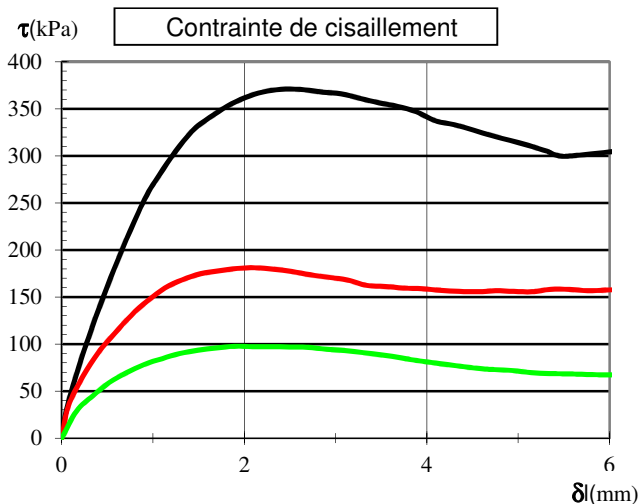
COMPTE RENDU D'ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE CISAILLEMENT DIRECT - NF EN ISO 17892-10

Type d'essai : CD
bati n° : 2
Anneau : 5kN

Sondage : SC102
Profondeur : 13,50 à 14,00m
Nature du sol : Sable marron beige

Date de prélèvement :
Date de l'essai : 28/02/23
Opérateurs : MDm

N°	Avant essai					Après consolidation		Après cisail.	Vitesse mm/mn	σ' (kPa)	Paramètres de résistance au cisaillement			
	Dim. ép. ps est (kg/m3)	D= 60 mm pd (kg/m3)	ho= 20 mm w (%)	e	Sr (%)	pd (kg/m3)	t100 (min)	w (%)			$\tau_{f,p}$ (kPa)	$\delta l_{f,p}$ (mm)	$\tau_{f,r}$ (kPa)	$\delta l_{f,r}$ (mm)
1	2700	1860	11,9%	0,45	71,0	1824	5,40	15,5	0,025	495,1	371,0	2,5	299,6	6,0
2	2700	1860	11,8%	0,45	70,5	1841	15,00	15,6	0,025	247,6	181,1	2,1	157,4	6,0
3	2700	1857	12,3%	0,45	73,0	1844	11,27	15,6	0,025	123,8	97,6	1,9	67,2	6,0
4														
5														



Résultats	C' (kPa)		ϕ' (°)	
	C'_p	C'_f	ϕ_p	ϕ_f
	3	0	36,5	31,5

C'_p Cohésion effective pour le critère de pic
 ϕ'_p Angle de frottement effectif pour le critère de pic
 C'_f Cohésion à l'état final
 ϕ'_f Angle de frottement à l'état final

Le laboratoire :

Observations :

Essai réalisé sur la fraction 0/5mm

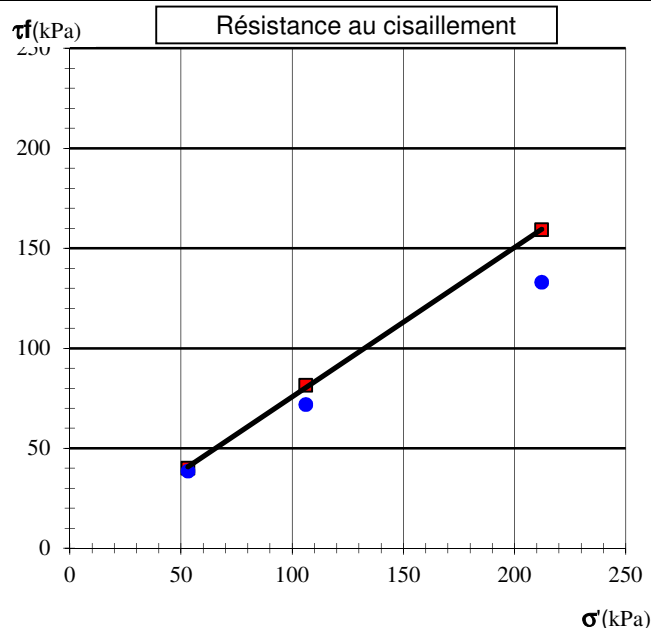
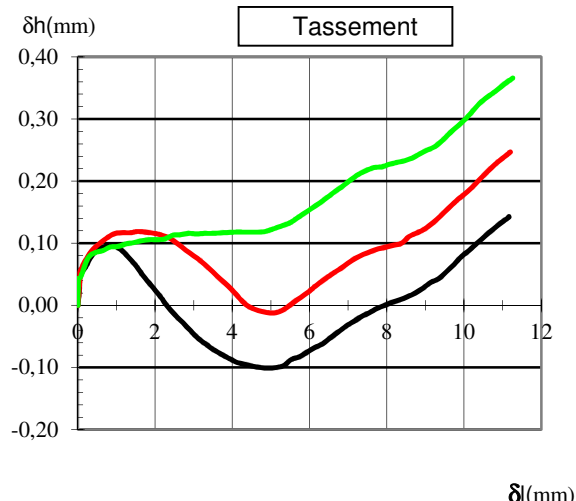
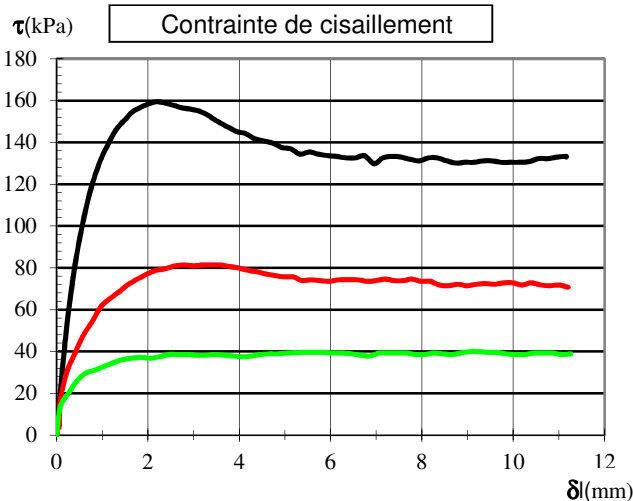
COMPTE RENDU D'ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE CISAILLEMENT DIRECT - NF EN ISO 17892-10

Type d'essai : CD
bati n° : 1
Anneau : 5kN

Sondage : SC103
Profondeur : 2,00 à 3,00m
Nature du sol : Sable fin marron

Date de prélèvement : 24/01/23
Date de l'essai : 27/03/23
Opérateurs : MDM

N°	Avant essai					Après consolidation		Après cisail.	Vitesse mm/mn	σ' (kPa)	Paramètres de résistance au cisaillement			
	Dim. ép. ps est (kg/m3)	D= 60 mm pd (kg/m3)	ho= 20 mm w (%)	e	Sr (%)	pd (kg/m3)	t100 (min)	w (%)			$\tau_{f,p}$ (kPa)	$\delta l_{f,p}$ (mm)	$\tau_{f,r}$ (kPa)	$\delta l_{f,r}$ (mm)
1	2700	1562	11,0%	0,73	40,7	1563	5,40	20,0	0,025	212,2	159,2	2,1	133,0	11,2
2	2700	1616	8,3%	0,67	33,2	1570	13,07	20,0	0,025	106,1	81,3	2,8	71,8	11,2
3	2700	1593	9,5%	0,70	36,8	1538	9,60	21,1	0,025	53,1	40,0	9,1	38,6	11,3
4														
5														



■ Résistances pour le critère de pic ◆ Résistances à l'état final

Résultats	C' (kPa)		Φ' (°)	
	C'p	C'f	Φp	Φf
1	8	37	30,5	

C'p Cohésion effective pour le critère de pic
Φp Angle de frottement effectif pour le critère de pic
C'f Cohésion à l'état final
Φf Angle de frottement à l'état final

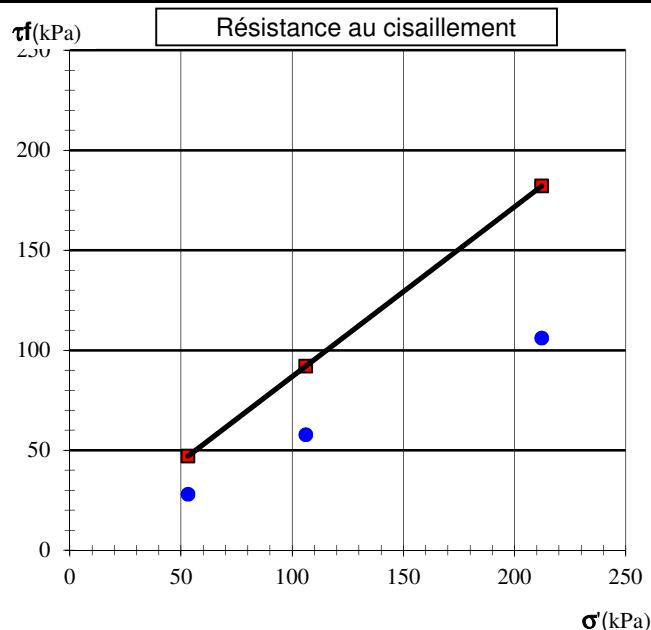
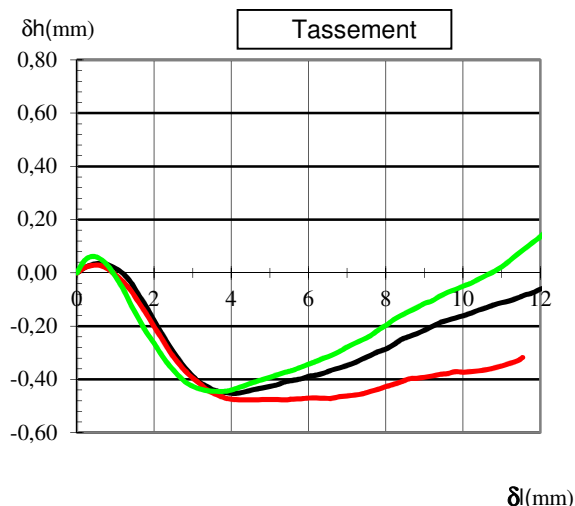
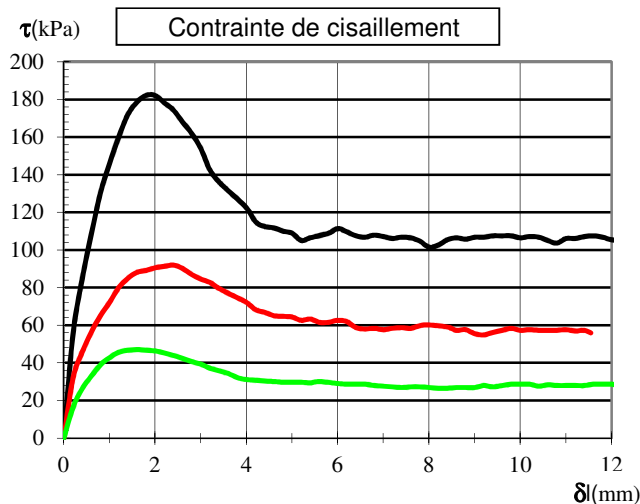
Le laboratoire :

Observations :

COMPTE RENDU D'ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE CISAILLEMENT DIRECT - NF EN ISO 17892-10

Type d'essai : CD Sondage : SC103 Date de prélèvement : 24/01/23
bati n° : 2 Profondeur : 5,00 à 6,00m Date de l'essai : 27/03/23
Anneau : 5kN Nature du sol : Sable +/- grossier marron beige Opérateurs : MDm

N°	Avant essai					Après consolidation		Après cisail.	Vitesse mm/mn	σ' (kPa)	Paramètres de résistance au cisaillement			
	Dim. ép. ps est (kg/m3)	D= 60 mm pd (kg/m3)	ho= 20 mm w (%)	e	Sr (%)	pd (kg/m3)	t100 (min)	w (%)			$\tau_{f,p}$ (kPa)	$\delta l_{f,p}$ (mm)	$\tau_{f,r}$ (kPa)	$\delta l_{f,r}$ (mm)
1	2700	1976	11,1%	0,37	81,7	1812	5,40	17,5	0,025	212,2	182,1	1,8	106,1	11,2
2	2700	1983	11,3%	0,36	84,0	1942	6,02	14,5	0,025	106,1	92,0	2,4	57,6	11,2
3	2700	1988	11,0%	0,36	82,9	1885	7,35	14,2	0,025	53,1	47,0	1,6	27,9	11,3
4														
5														



■ Résistances pour le critère de pic ● Résistances à l'état final

Résultats	C' (kPa)		ϕ' (°)	
	C'p	C'f	ϕ_p	ϕ_f
	2	4	40	26,0

C'p Cohésion effective pour le critère de pic
 ϕ_p Angle de frottement effectif pour le critère de pic
C'f Cohésion à l'état final
 ϕ_f Angle de frottement à l'état final

Le laboratoire :

Observations :

Essai réalisé sur la fraction 0/5mm

COMPTE RENDU D'ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE CISAILLEMENT DIRECT - NF EN ISO 17892-10

Type d'essai : CD

Sondage : SC103

Date de prélèvement : 25/01/23

bati n° : 3

Profondeur : 10,00 à 10,60m

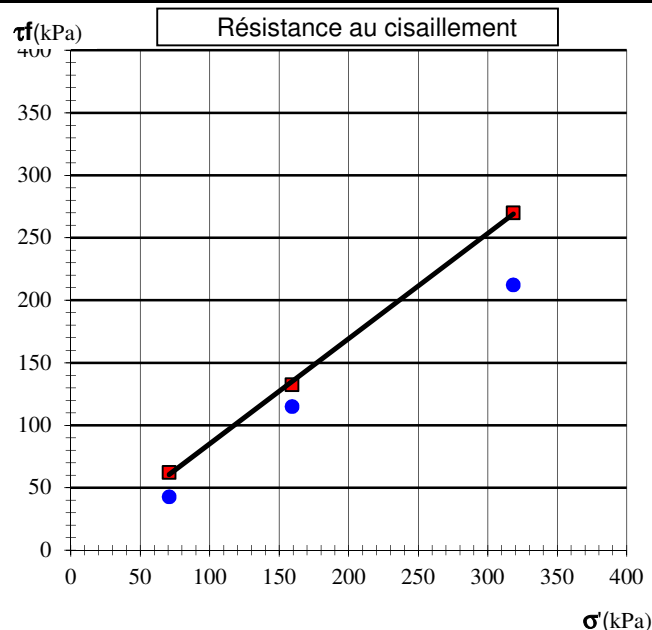
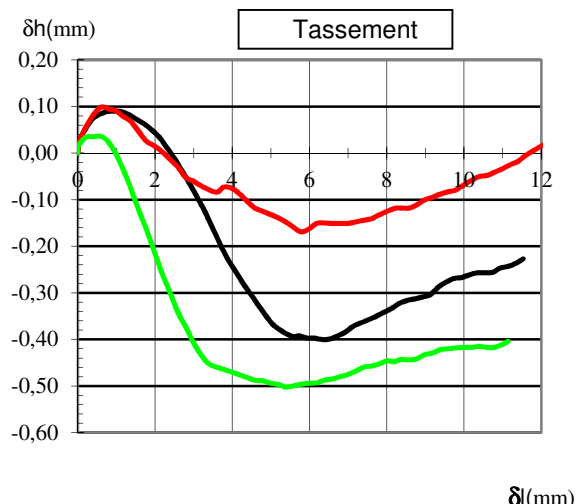
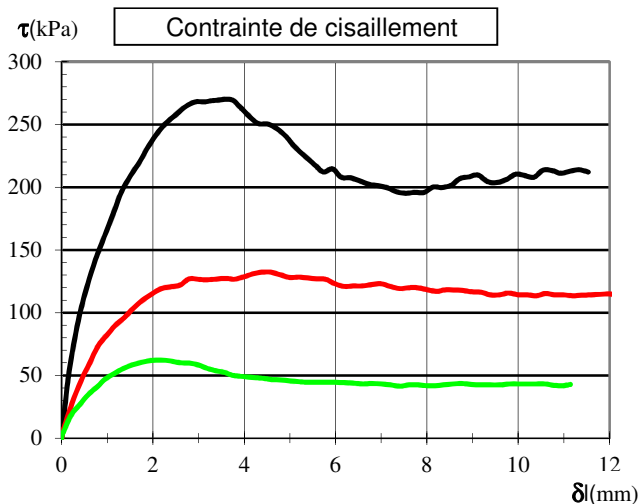
Date de l'essai : 27/03/23

Anneau : 5kN

Nature du sol : Sable grossier marron beige

Opérateurs : MDM

N°	Avant essai					Après consolidation		Après cisail.	Vitesse mm/mn	σ' (kPa)	Paramètres de résistance au cisaillement			
	Dim. ép. ps est (kg/m3)	D= 60 mm pd (kg/m3)	ho= 20 mm w (%)	e	Sr (%)	pd (kg/m3)	t100 (min)	w (%)			$\tau_{f,p}$ (kPa)	$\delta l_{f,p}$ (mm)	$\tau_{f,r}$ (kPa)	$\delta l_{f,r}$ (mm)
1	2700	1984	9,8%	0,36	73,3	1927	5,40	13,9	0,025	318,3	269,9	3,7	212,2	11,5
2	2700	1986	9,8%	0,36	73,9	1977	5,40	13,3	0,025	159,2	132,3	4,4	114,9	12,0
3	2700	1971	10,4%	0,37	76,1	1950	60,00	14,0	0,025	70,7	62,2	2,2	42,8	11,1
4														
5														



■ Résistances pour le critère de pic ● Résistances à l'état final

Résultats	C' (kPa)		ϕ' (°)	
	C'p	C'f	ϕ_p	ϕ_f
1	0	0	40	34,0

C'p Cohésion effective pour le critère de pic
 ϕ_p Angle de frottement effectif pour le critère de pic
 C'f Cohésion à l'état final
 ϕ_f Angle de frottement à l'état final

Le laboratoire :

Observations :

Essai réalisé sur la fraction 0/5mm

COMPTE RENDU D'ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE CISAILLEMENT DIRECT - NF EN ISO 17892-10

Type d'essai : CD

Sondage : SC104

Date de prélèvement : 31/01/23

bati n° : 2

Profondeur : 4,00 à 5,00m

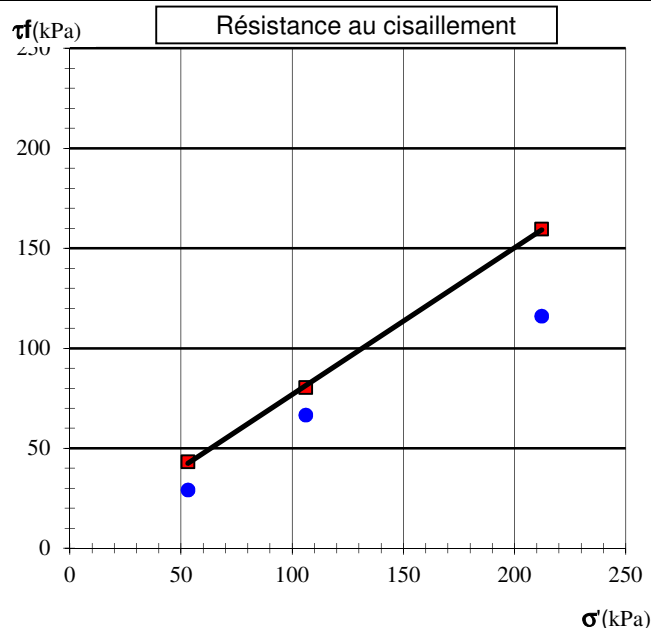
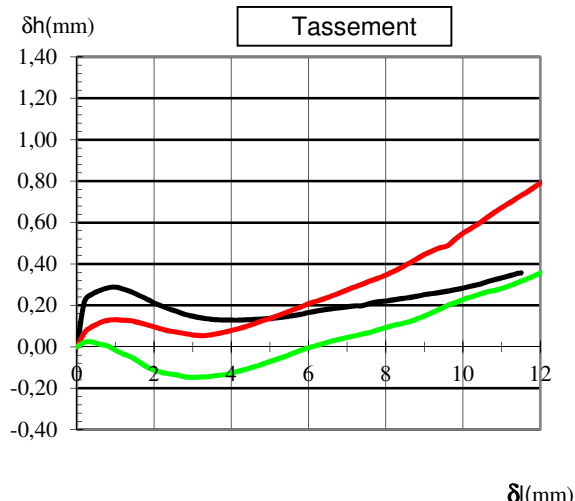
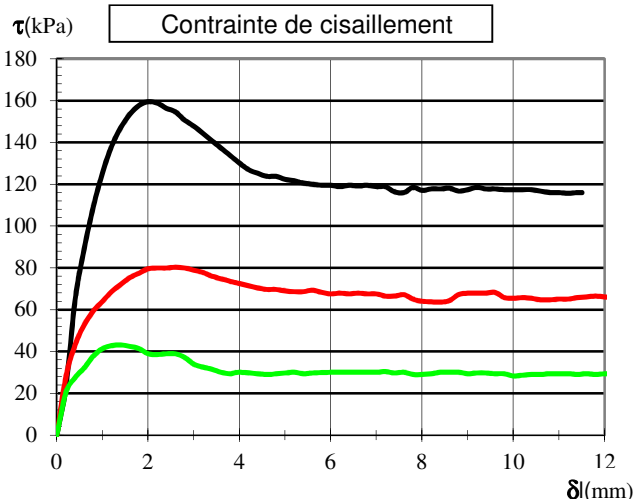
Date de l'essai : 27/03/23

Anneau : 5kN

Nature du sol : Sable fin marron à graviers

Opérateurs : MDm

N°	Avant essai					Après consolidation		Après cisail.	Vitesse mm/mn	σ' (kPa)	Paramètres de résistance au cisaillement			
	Dim. ép. ps est (kg/m3)	D= 60 mm pd (kg/m3)	ho= 20 mm w (%)	e	Sr (%)	pd (kg/m3)	t100 (min)	w (%)			$\tau_{f,p}$ (kPa)	$\delta l_{f,p}$ (mm)	$\tau_{f,r}$ (kPa)	$\delta l_{f,r}$ (mm)
1	2700	1865	14,6%	0,45	87,8	1812	5,40	13,4	0,025	212,2	159,5	2,0	116,0	11,5
2	2700	1865	14,6%	0,45	88,3	1785	1,67	14,2	0,025	106,1	80,3	2,6	66,5	12,0
3	2700	1862	14,8%	0,45	88,7	1806	3,75	14,2	0,025	53,1	43,1	1,4	29,0	12,0
4														
5														



Résultats	C' (kPa)		ϕ' (°)	
	C'p	C'f	ϕ_p	ϕ_f
	3,5	4	36	28

C'p Cohésion effective pour le critère de pic
 ϕ_p Angle de frottement effectif pour le critère de pic
 C'f Cohésion à l'état final
 ϕ_f Angle de frottement à l'état final

Le laboratoire :

Observations :

Essai réalisé sur la fraction 0/5mm

COMPTE RENDU D'ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE CISAILLEMENT DIRECT - NF EN ISO 17892-10

Type d'essai : CD

Sondage : SC104

Date de prélèvement : 31/01/23

bati n° : 3

Profondeur : 7,00 à 8,00m

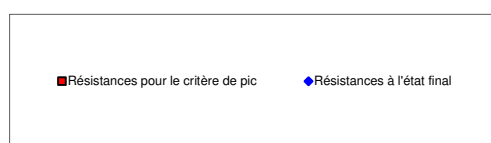
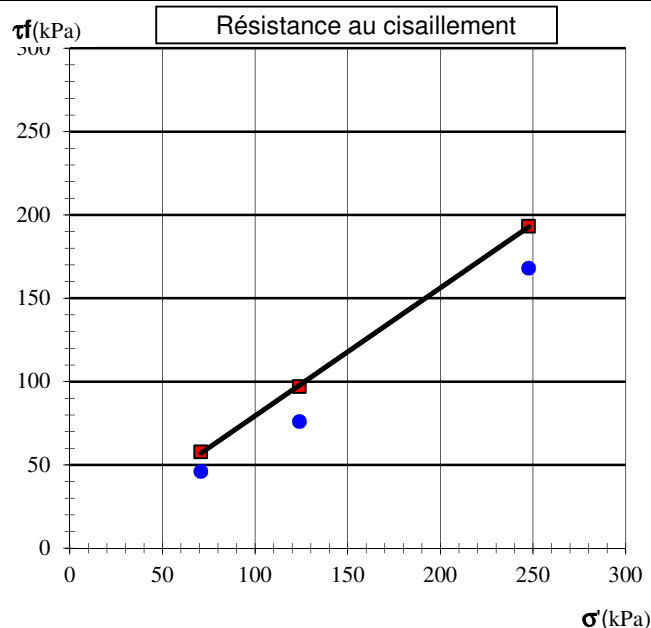
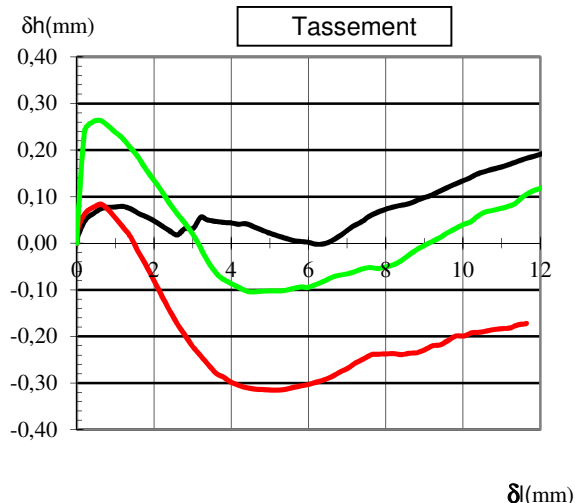
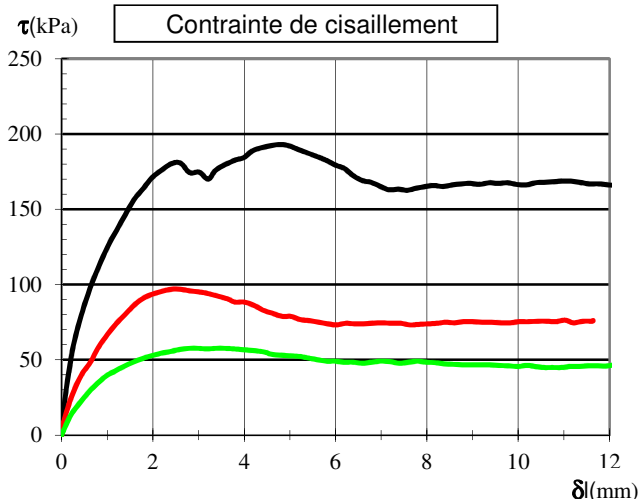
Date de l'essai : 27/03/23

Anneau : 5kN

Nature du sol : Sable +/- grossier marron

Opérateurs : MDm

N°	Avant essai					Après consolidation		Après cisail.	Vitesse mm/mn	σ' (kPa)	Paramètres de résistance au cisaillement			
	Dim. ép. ps est (kg/m3)	D= 60 mm pd (kg/m3)	ho= 20 mm w (%)	e	Sr (%)	pd (kg/m3)	t100 (min)	w (%)			$\tau_{f,p}$ (kPa)	$\delta l_{f,p}$ (mm)	$\tau_{f,r}$ (kPa)	$\delta l_{f,r}$ (mm)
1	2700	1998	10,2%	0,35	78,1	1940	5,40	12,1	0,025	247,6	193,1	4,8	168,0	11,5
2	2700	1996	10,1%	0,35	77,7	1976	8,07	12,1	0,025	123,8	96,9	2,4	76,0	12,0
3	2700	2001	9,9%	0,35	76,9	1950	5,40	12,9	0,025	70,7	57,6	2,8	46,0	12,0
4														
5														



Résultats	C' (kPa)		Φ' (°)	
	C'p	C'f	Φp	Φf
	2,5	0	37,5	34

C'p Cohésion effective pour le critère de pic
Φ'p Angle de frottement effectif pour le critère de pic
C'f Cohésion à l'état final
Φ'f Angle de frottement à l'état final

Le laboratoire :

Observations :

Essai réalisé sur la fraction 0/5mm

COMPTE RENDU D'ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE CISAILLEMENT DIRECT - NF EN ISO 17892-10

Type d'essai : CD

Sondage : SC104

Date de prélèvement : 31/01/23

bati n° : 1

Profondeur : 13,40 à 13,85m

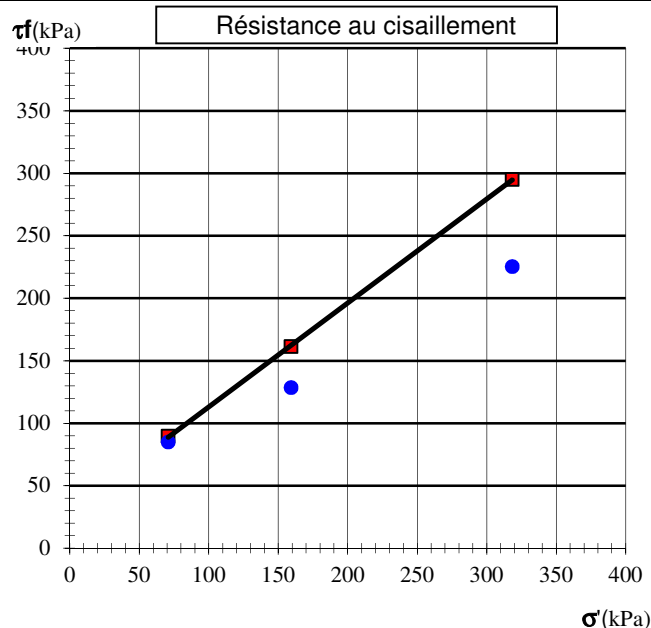
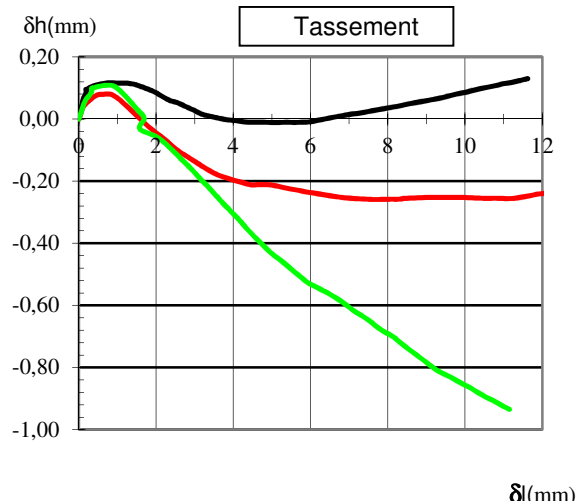
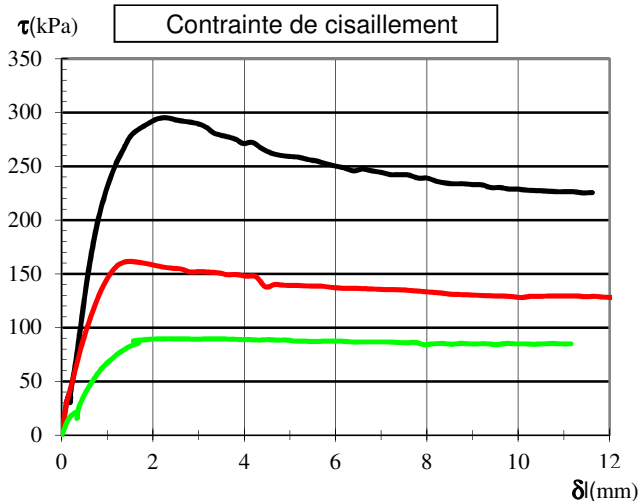
Date de l'essai : 27/03/23

Anneau : 5kN

Nature du sol : Craie +/- altérée blanc-beige

Opérateurs : MDM

N°	Avant essai					Après consolidation		Après cisail.	Vitesse mm/mn	σ' (kPa)	Paramètres de résistance au cisaillement			
	Dim. ép. ps est (kg/m3)	D= 60 mm pd (kg/m3)	ho= 20 mm w (%)	e	Sr (%)	pd (kg/m3)	t100 (min)	w (%)			$\tau_{f,p}$ (kPa)	$\delta l_{f,p}$ (mm)	$\tau_{f,r}$ (kPa)	$\delta l_{f,r}$ (mm)
1	2700	1506	27,1%	0,79	92,2	1540	12,15	26,0	0,025	318,3	295,0	2,3	225,3	11,6
2	2700	1531	25,9%	0,76	91,5	1552	26,67	26,1	0,025	159,2	161,3	1,4	128,4	12,0
3	2700	1534	25,6%	0,76	91,0	1523	17,07	28,2	0,025	70,7	89,5	2,1	84,9	11,2
4														
5														



■ Résistances pour le critère de pic ◆ Résistances à l'état final

Résultats	C' (kPa)		ϕ' (°)	
	C'p	C'f	ϕ_p	ϕ_f
	30	42	39,5	30

C'p Cohésion effective pour le critère de pic
 ϕ_p Angle de frottement effectif pour le critère de pic
 C'f Cohésion à l'état final
 ϕ_f Angle de frottement à l'état final

Le laboratoire :

Observations :

COMPTE RENDU D'ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE CISAILLEMENT DIRECT - NF P 94-071-1

Type d'essai : CD

Sondage : SC105

Date de prélèvement :

bati n° : 1

Profondeur : 2,00 à 3,00m

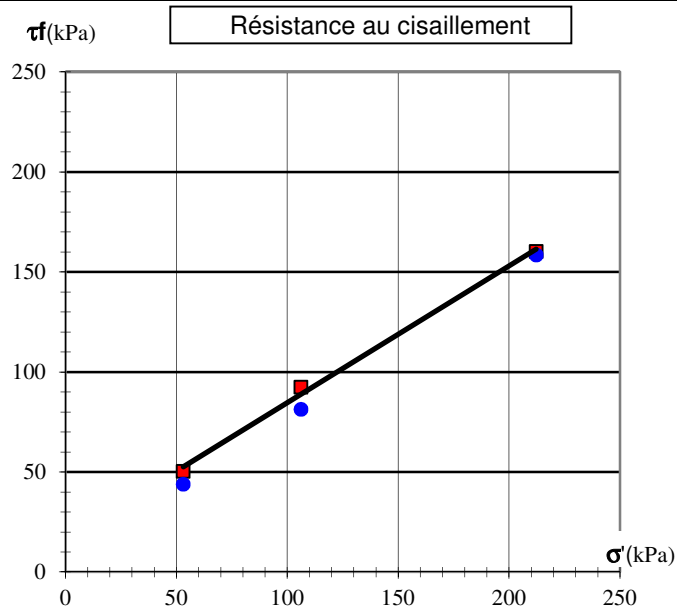
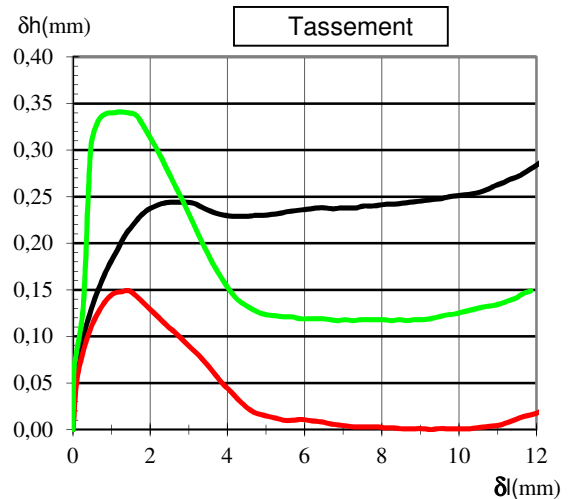
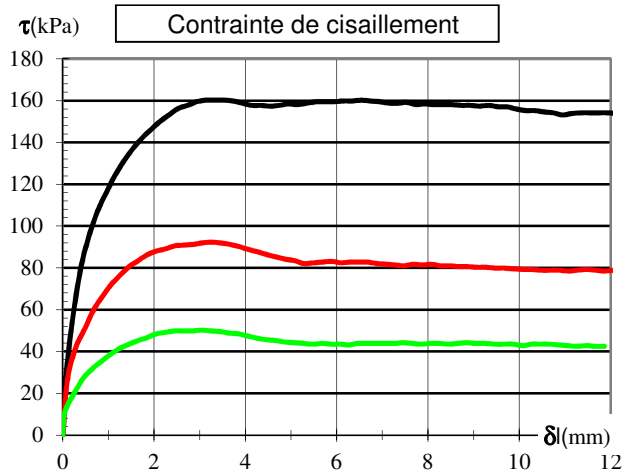
Date de l'essai : 11/01/2023

Anneau : 5 kN

Nature du sol : Sable argilo-graveleux marron

Opérateurs : MDm

N°	Avant essai					Après consolidation		Après cisail.	Vitesse mm/mn	σ' (kPa)	Paramètres de résistance au cisaillement			
	Dim. ép.	D= 60 mm		ho= 20 mm		ρd (kg/m3)	t100 (min)	w (%)			τf,p (kPa)	Δl f,p (mm)	τf,r (kPa)	Δl f,r (mm)
	ps est (kg/m3)	ρd (kg/m3)	w (%)	e	Sr (%)									
1	2700	1828	15,7%	0,48	89,2	1913	12,15	14,4	0,010	212,2	160,2	3,1	158,4	8,0
2	2700	1833	15,3%	0,47	87,2	1900	17,07	14,8	0,010	106,1	92,3	3,3	81,3	8,0
3	2700	1866	13,6%	0,45	82,5	1905	41,67	14,8	0,010	53,1	50,2	3,0	43,9	5,4
4														
5														



Résultats	C' (kPa)		Φ' (°)	
	C'p	C'f	Φ'p	Φ'f
	16	5	34	36

C'p Cohésion effective pour le critère de pic

Φ'p Angle de frottement effectif pour le critère de pic

C'f Cohésion à l'état final

Φ'f Angle de frottement à l'état final

Le laboratoire :

Observations :

COMPTE RENDU D'ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE CISAILLEMENT DIRECT - NF P 94-071-1

Type d'essai : CD

Sondage : SC105

Date de prélèvement :

bati n° : 2

Profondeur : 6,00 à 7,00m

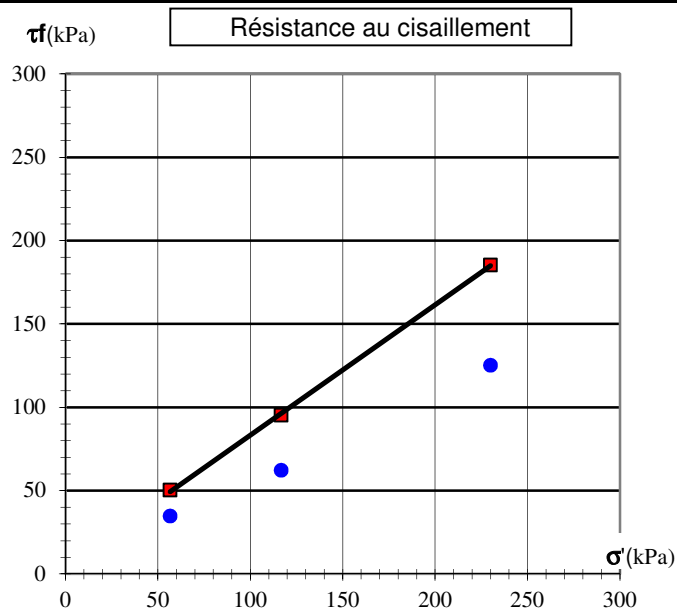
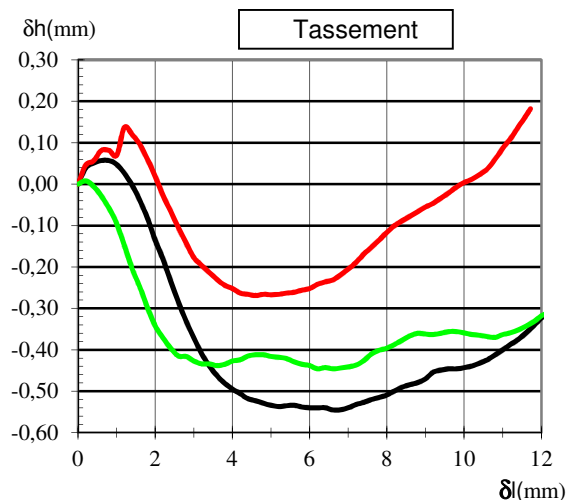
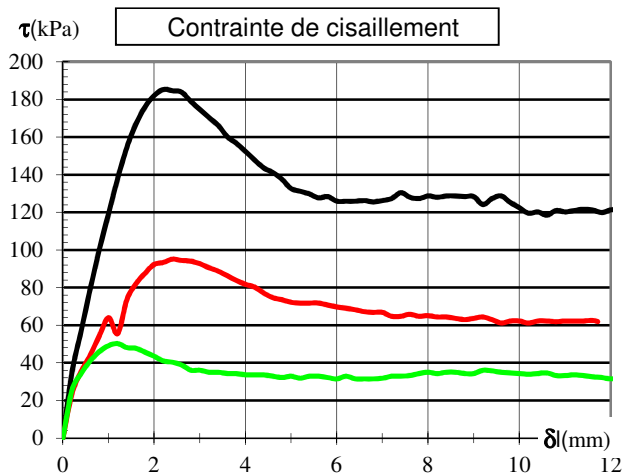
Date de l'essai : 11/01/2023

Anneau : 5 kN

Nature du sol : Sable à cailloutis marron-beige

Opérateurs : MDm

N°	Avant essai					Après consolidation		Après cisail.	Vitesse mm/mn	σ' (kPa)	Paramètres de résistance au cisaillement			
	Dim. ép.	D= 60 mm		h0= 20 mm		ρd (kg/m3)	t100 (min)	w (%)			τf,p (kPa)	Δl f,p (mm)	τf,r (kPa)	Δl f,r (mm)
	ps est (kg/m3)	ρd (kg/m3)	w (%)	e	Sr (%)									
1	2700	2005	10,5%	0,35	82,0	1900	6,67	14,0	0,025	229,9	185,3	2,2	125,2	10,0
2	2700	2022	9,7%	0,34	78,4	1914	5,40	14,0	0,025	116,7	95,1	2,4	62,2	10,0
3	2700	2024	9,6%	0,33	77,4	1933	13,07	14,6	0,025	56,6	50,2	1,2	34,7	10,0
4														
5														



Résultats	C' (kPa)		Φ' (°)	
	C'_p	C'_f	Φ'_p	Φ'_f
	5	3	38	28

C'_p Cohésion effective pour le critère de pic

Φ'_p Angle de frottement effectif pour le critère de pic

C'_f Cohésion à l'état final

Φ'_f Angle de frottement à l'état final

Le laboratoire :

Observations :

Essai réalisé sur la fraction 0/5mm

COMPTE RENDU D'ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE CISAILLEMENT DIRECT - NF P 94-071-1

Type d'essai : CD

Sondage : SC105

Date de prélèvement :

bati n° : 2

Profondeur : 7,00 à 8,00m

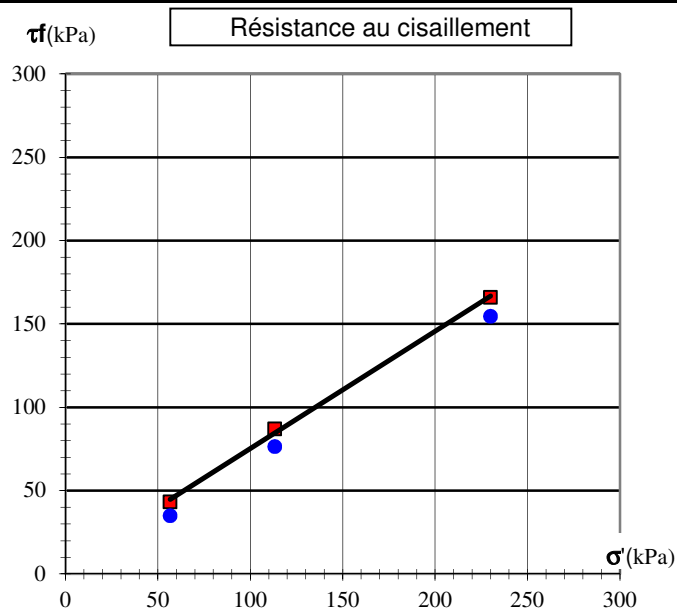
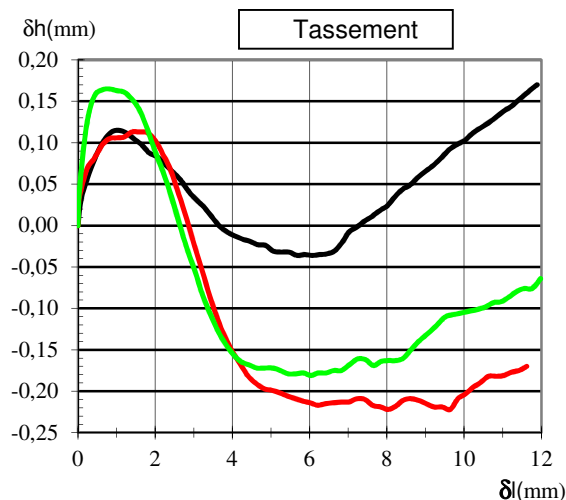
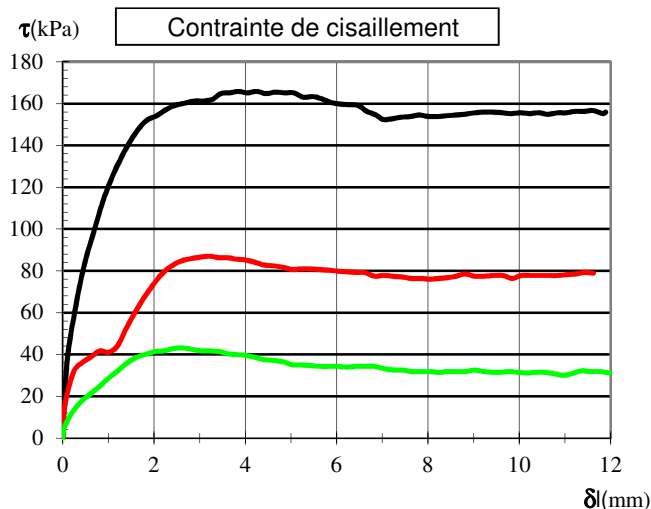
Date de l'essai : 11/01/2023

Anneau : 5 kN

Nature du sol : Sable +/- grossier marron

Opérateurs : MDm

N°	Avant essai					Après consolidation		Après cisail.	Vitesse mm/mn	σ' (kPa)	Paramètres de résistance au cisaillement			
	Dim. ép.	D= 60 mm		ho= 20 mm		ρd (kg/m3)	t100 (min)	w (%)			τf,p (kPa)	Δl f,p (mm)	τf,r (kPa)	Δl f,r (mm)
	ps est (kg/m3)	ρd (kg/m3)	w (%)	e	Sr (%)									
1	2700	1824	10,9%	0,48	61,5	1786	5,40	18,4	0,025	229,9	165,9	3,8	154,6	8,0
2	2700	1821	11,2%	0,48	62,4	1776	6,67	19,0	0,025	113,2	87,0	3,2	76,4	8,0
3	2700	1831	10,5%	0,47	59,7	1755	9,60	19,8	0,025	56,6	43,1	2,6	35,0	5,4
4														
5														



Résultats	C' (kPa)		Φ' (°)	
	C'_p	C'_f	Φ'_p	Φ'_f
	5	0	35	34

C'_p Cohésion effective pour le critère de pic

Φ'_p Angle de frottement effectif pour le critère de pic

C'_f Cohésion à l'état final

Φ'_f Angle de frottement à l'état final

Le laboratoire :

Observations :

Essai réalisé sur la fraction 0/5mm

 GÉotechnique sciences de la terre sas GEOTECHNIQUE SAS 672 rue des Mercières 69140 RILLIEUX LA PAPE	Chantier : Boulogne Billancourt	Date : 31/01/2023
		N°dossier : ADe2021-02-647
	Client : GPSO	Nos réf :

**ESSAI CONSOLIDE NON DRAINE C_u+u A L'APPAREIL TRIAXIAL
REALISE CONFORMEMENT A LA NORME NF EN 17892-9**

Type d'essai : CU+u	Sondage : SC100	Date de prélèvement :
Anneau : 5kN	Profondeur : 35,00 à 36,00m	Date de l'essai : 24/01/2023
	Nature du sol : Craie altérée blanche	Opérateur : MDm
	$\sigma_{v0} = 668 \text{ kPa}$	$u_0 = 237 \text{ kPa}$

N°	Caractéristiques initiales des éprouvettes									Consolidation				
	H ₀	D ₀	V ₀	M ₀	W	ρ_d	ρ_s est	Sr	U _{cp}	B	t ₁₀₀	V	ΔV_s	ΔH_s
	(mm)	(mm)	(cm ³)	(kg)	(%)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(%)	(kPa)		s	mm/mn	(cm ³)	(mm)
1	69,6	34,6	65,4	0,129	25,5%	1573	2700	96%	648	0,96	2160	0,051	1,09	0,39
2	69,9	34,6	65,7	0,131	25,3%	1596	2700	99%	648	0,94	1162	0,051	0,57	0,20
3	69,8	34,6	65,8	0,128	26,9%	1531	2700	95%	648	0,96	866	0,051	0,53	0,19
4														

Drainage par les 2 extrémités

N°	Valeurs après consolidation						Rupture					
	H _c	D _c	M _f	W	ρ_d	σ_c	$q=(\sigma_1-\sigma_3)_{max}$	s'	t	$(\sigma'_1/\sigma'_3)_{max}$	s'	t
	(mm)	(mm)	(kg)	(%)	(kg/m ³)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
1	69,2	34,4	0,128	25,6%	1585	500	922,4	744,9	461,2	4,42	712,5	449,5
2	69,7	34,5	0,130	25,3%	1592	400	897,4	739,6	448,7	4,36	649,5	407,2
3	69,6	34,5	0,128	27,0%	1548	300	662,9	535,3	331,5	4,45	501,8	317,8
4												



Eprouvette 1
Type de rupture :
cisaillement



Eprouvette 2
Type de rupture :
cisaillement



Eprouvette 3
Type de rupture :
cisaillement

Chemin de contraintes Droite de Lambe	C' =	25 kPa	φ' =	36,5 °
			λ_{cu} =	0,67

Le laboratoire : C. Bador	Observations :
------------------------------	----------------



GÉotechnique
sciences de la terre sas

GEOTECHNIQUE SAS
672 rue des Mercières
69140 RILLIEUX LA PAPE

Chantier : **Boulogne Billancourt**

Client : **GPSO**

Date : **31/01/2023**

N°dossier : **ADe2021-02-647**

Nos réf :

**ESSAI CONSOLIDE NON DRAINE Cu+u A L'APPAREIL TRIAXIAL
REALISE CONFORMEMENT A LA NORME NF EN 17892-9**

Type d'essai : **CU+u**

Sondage : **SC100**

Date de prélèvement :

Anneau : 5kN

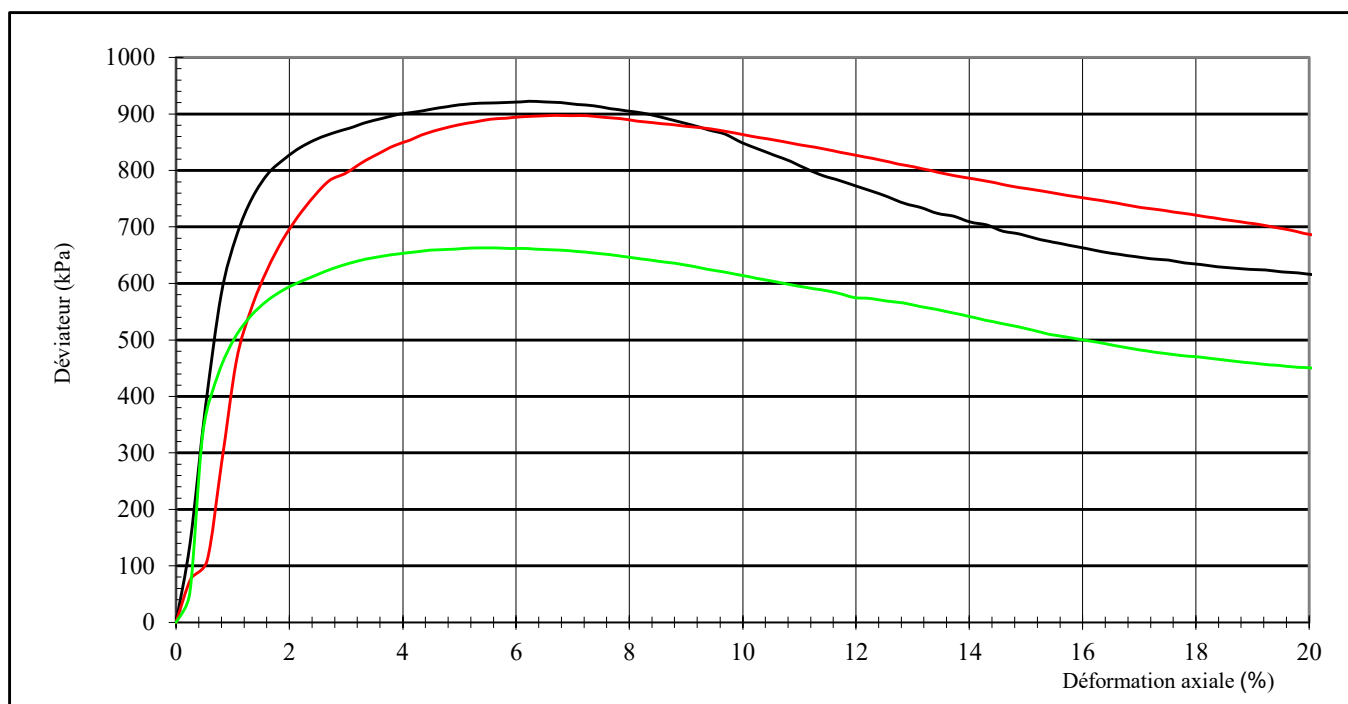
Profondeur : **35,00 à 36,00m**

Date de l'essai : **janvier-23**

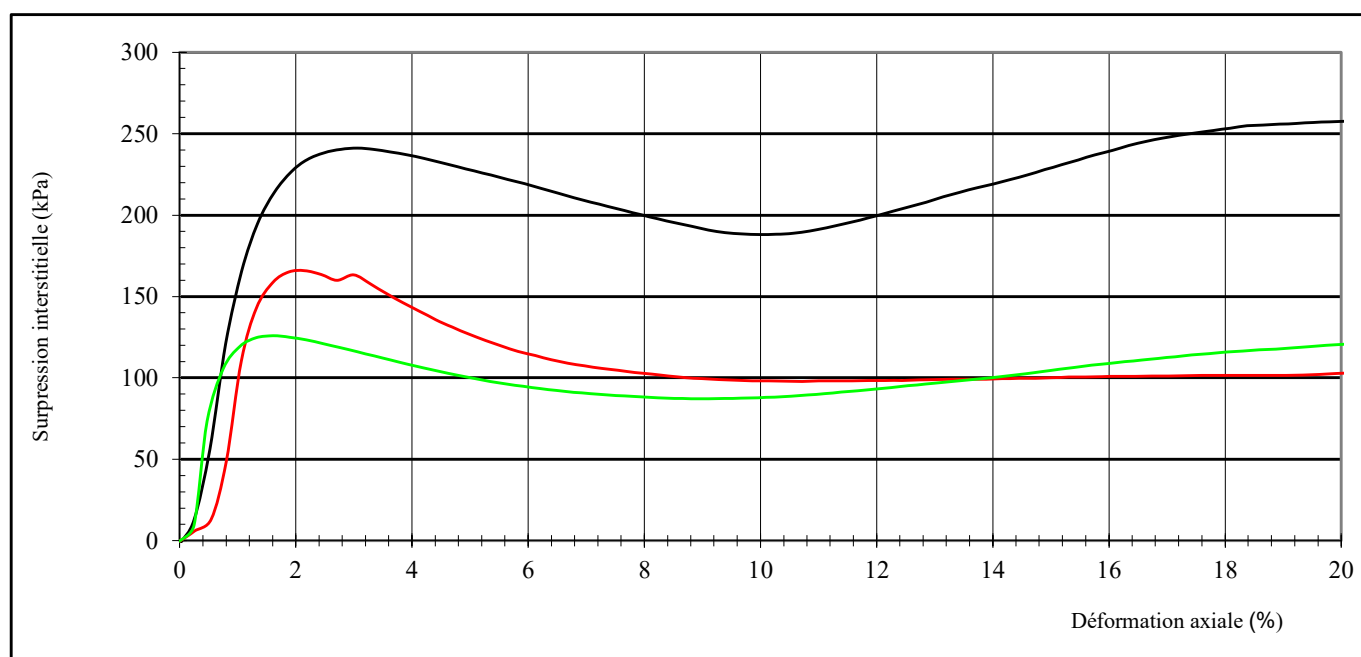
Nature du sol : **Craie altérée blanche**

Opérateur : **MDm**

Contrainte déviatorique en fonction de la déformation



Courbes surpression / Déformation



**ESSAI CONSOLIDE NON DRAINE C_u+u A L'APPAREIL TRIAXIAL
REALISE CONFORMEMENT A LA NORME NF EN 17892-9**

Type d'essai : **CU+u**

Anneau : 5kN

Sondage : **SC100**

Profondeur : **35,00 à 36,00m**

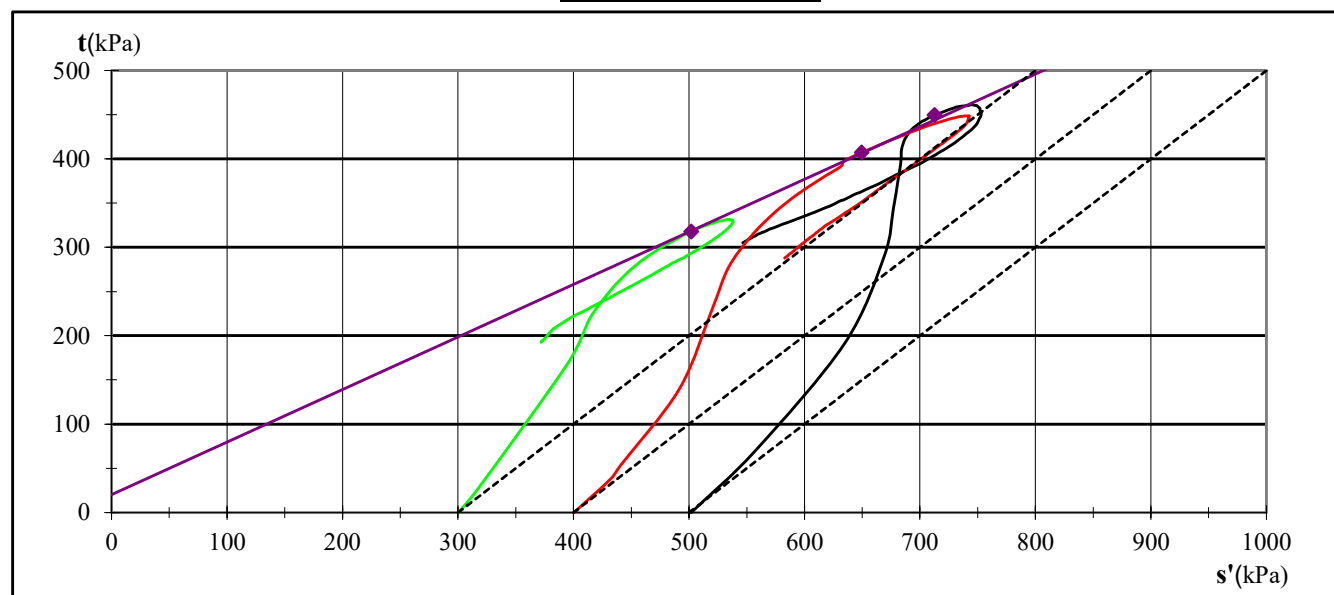
Nature du sol : **Craie altérée blanche**

Date de prélèvement :

Date de l'essai : **24/01/2023**

Opérateur : **MDm**

Chemin de contraintes



Critère de rupture	1	2	3	4
$q=(\sigma'_1-\sigma'_3)_{max}$	745	740	535,3	
(kPa)				
t	461,2	448,7	331,5	
Déformation (%)	6,2	6,7	5,6	
Δu rupture (kPa)	216,3	109,1	96,2	

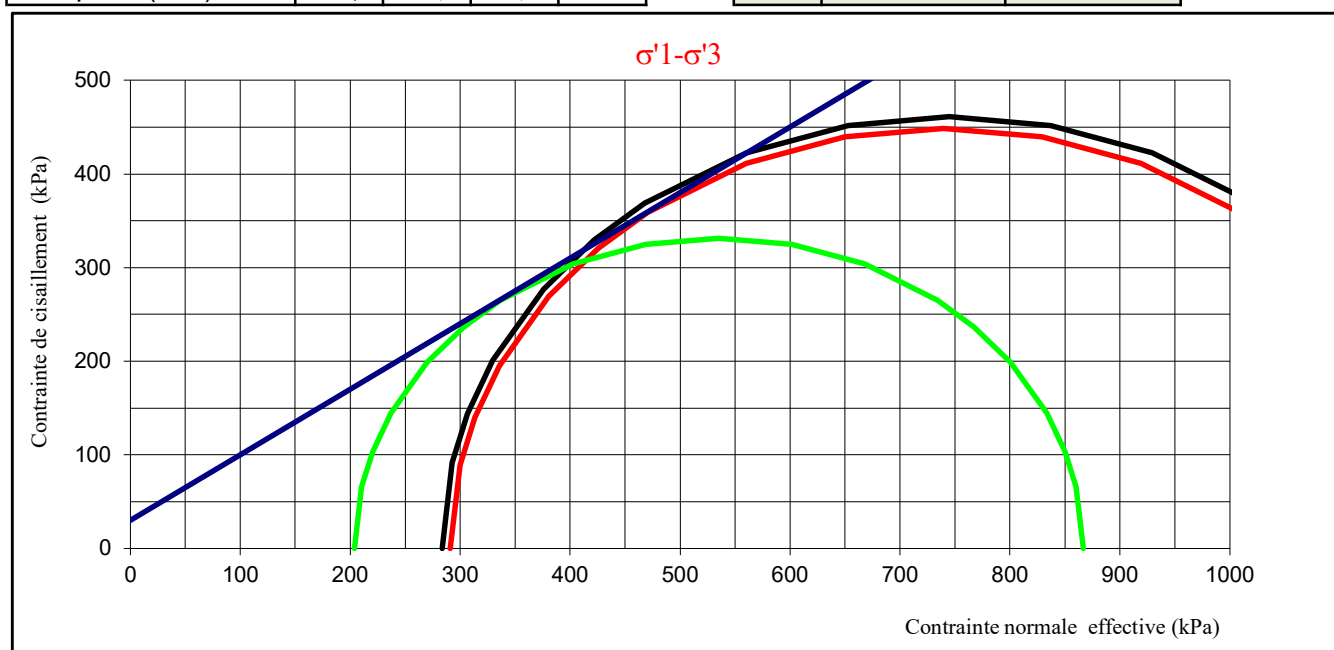
Résultats

$C' =$

30 kPa

$\varphi' =$

35,0 °



ESSAI CONSOLIDE NON DRAINE Cu+u A L'APPAREIL TRIAXIAL REALISE CONFORMEMENT A LA NORME NF EN 17892-9

 Type d'essai : **CU+u**

 Sondage : **SC100**

Date de prélèvement :

Anneau : 5kN

 Profondeur : **35,00 à 36,00m**

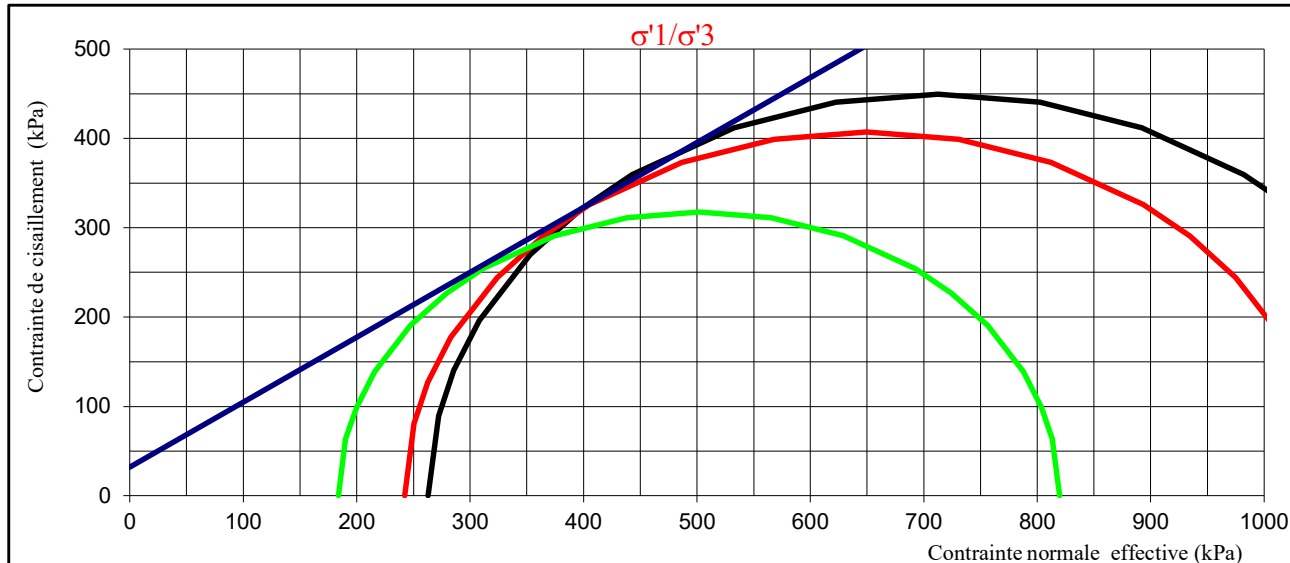
 Date de l'essai : **24/01/2023**

 Nature du sol : **Craie altérée blanche**

 Opérateur : **MDm**

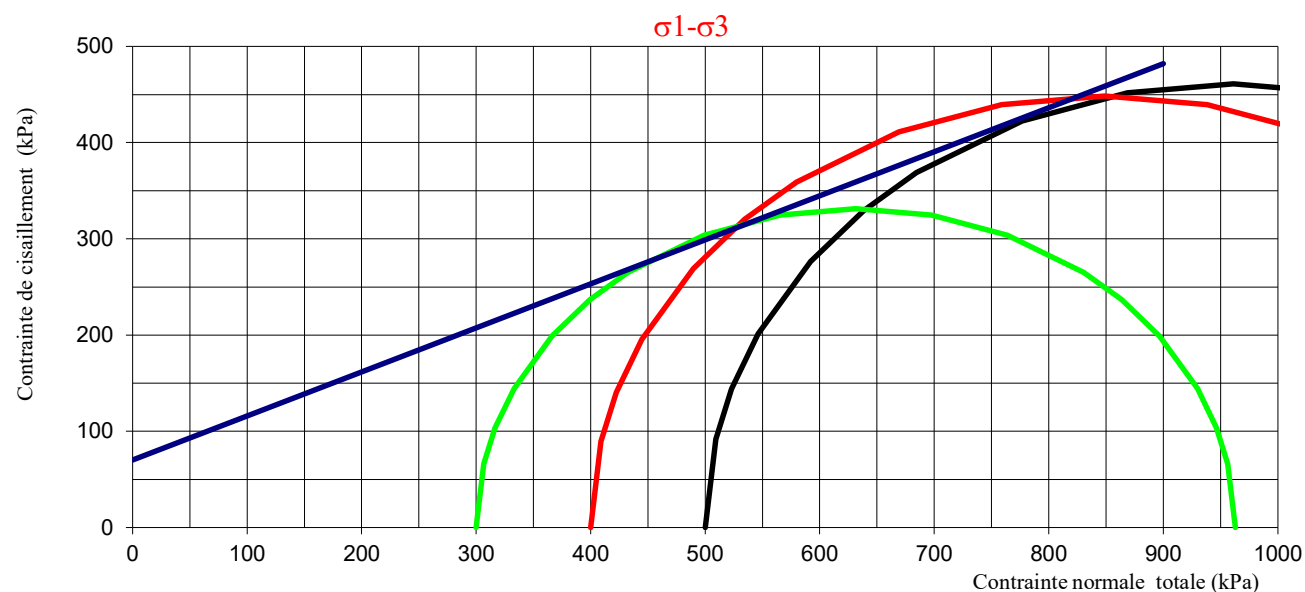
Critère de rupture	1	2	3	4
$q=(\sigma'_1/\sigma'_3)_{\max}$ (kPa)	s'	713	649,5	501,8
	t	449,5	407,2	317,8
Déformation (%)	3,9	3,3	3,1	
Δu rupture (kPa)	237,0	157,7	116,0	

Résultats

 $C' =$
32 kPa
 $\varphi' = 36,0^\circ$


Critère de rupture	1	2	3	4
$q=(\sigma_1-\sigma_3)_{\max}$ (kPa)	s	961	848,7	631,5
	t	461,2	448,7	331,5
Déformation (%)	6,2	6,7	5,6	

Résultats

 $C_{cu} =$
70 kPa
 $\varphi_{cu} = 24,6^\circ$


ESSAI CONSOLIDÉ NON DRAÎNÉ C_u+u A L'APPAREIL TRIAXIAL RÉALISÉ CONFORMEMENT A LA NORME NF EN 17892-9

 Type d'essai : **CU+u**

 Sondage : **SC100**

Date de prélèvement :

Anneau : 5kN

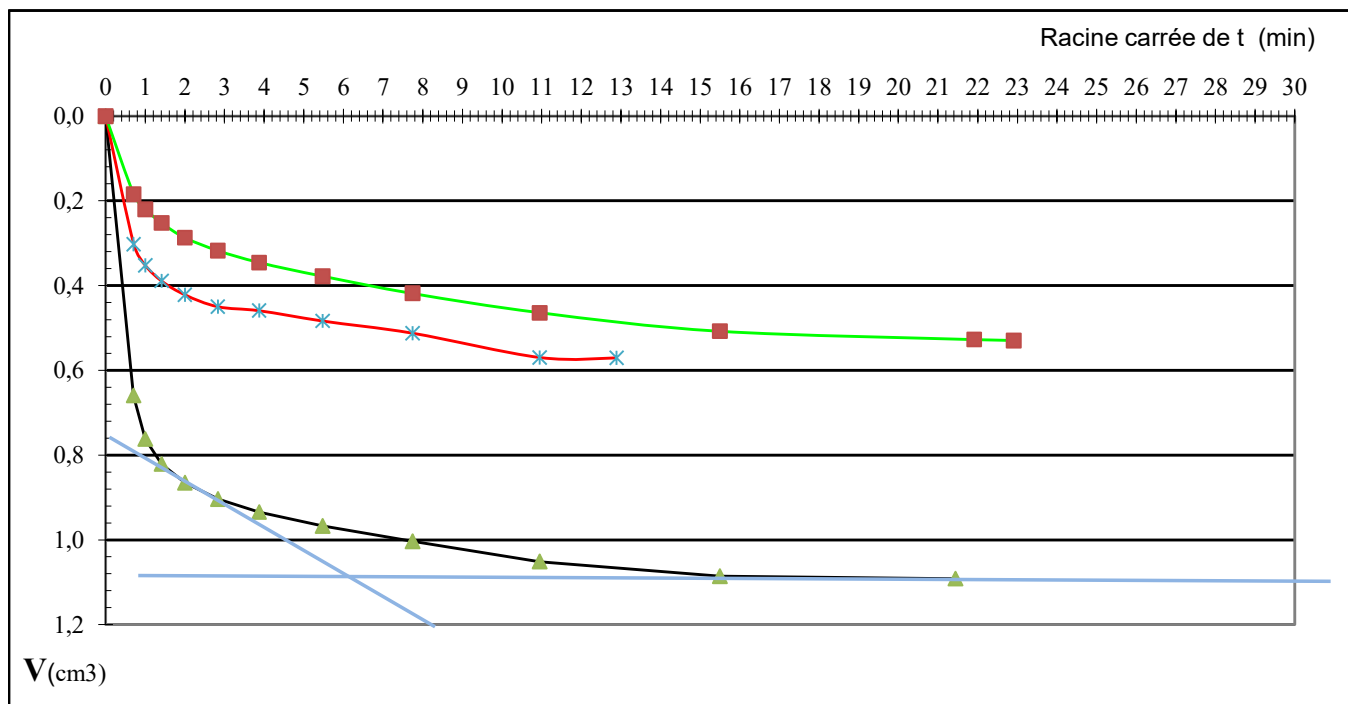
 Profondeur : **35,00 à 36,00m**

 Date de l'essai : **24/01/2023**

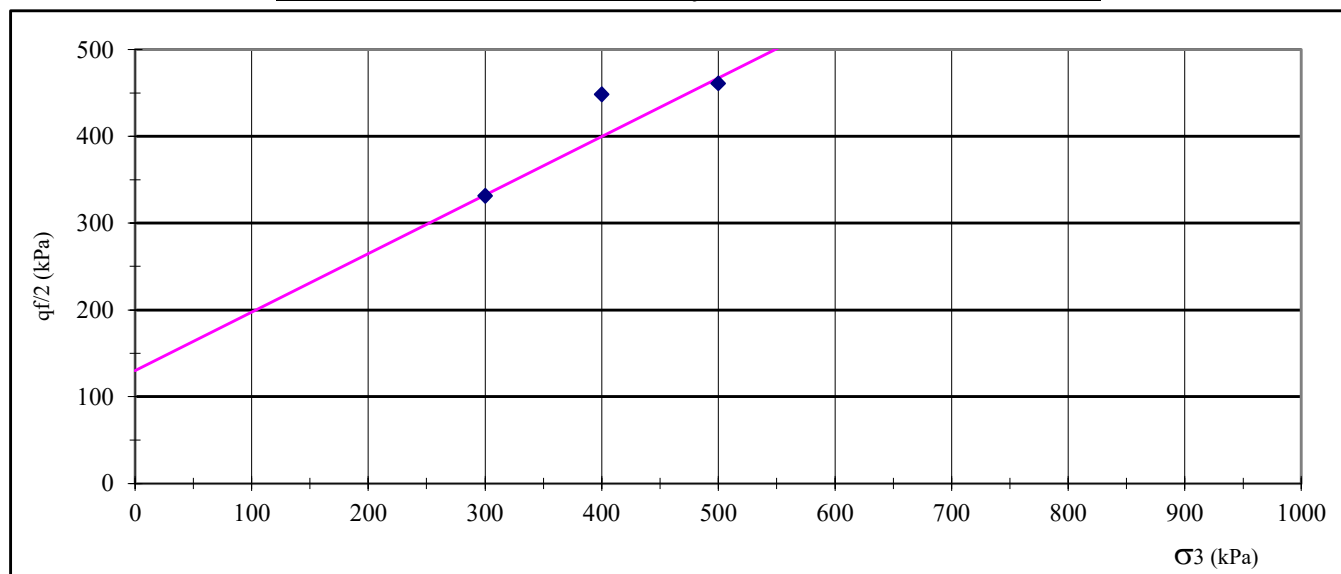
 Nature du sol : **Craie altérée blanche**

 Opérateur : **MDm**

Variation de volume pendant la consolidation



Variation de la cohésion non drainée en fonction de contraintes de consolidation



$\lambda_{cu} =$	0,67
$C_{uo} =$	130 kPa

Facteur d'augmentation de la cohésion non drainée en fonction de la pression de consolidation

 GÉotechnique sciences de la terre sas GEOTECHNIQUE SAS 672 rue des Mercières 69140 RILLIEUX LA PAPE	Chantier : Boulogne Billancourt	Date : 10/02/2023
	Client : GPSO	N°dossier : AMe2021-02-647
		Nos réf : PGe

ESSAI CONSOLIDE NON DRAINE C_u+u A L'APPAREIL TRIAXIAL REALISE CONFORMEMENT A LA NORME NF EN 17892-9

Type d'essai : CU+u	Sondage : SC100	Date de prélèvement :
Anneau : 5kN	Profondeur : 41,10 à 41,30m	Date de l'essai : 27/01/2023
	Nature du sol : Craie altérée blanche	Opérateur : MDm
	$\sigma_{v0} = 821 \text{ kPa}$	$u_0 = 309 \text{ kPa}$

N°	Caractéristiques initiales des éprouvettes									Consolidation				
	H_0 (mm)	D_0 (mm)	V_0 (cm ³)	M_0 (kg)	W (%)	ρ_d (kg/m ³)	$\rho_s \text{ est}$ (kg/m ³)	S_r (%)	U_{cp} (kPa)	B	t_{100} s	V mm/mn	ΔV_s (cm ³)	ΔH_s (mm)
1	69,8	34,7	66,1	0,132	26,2%	1579	2700	100%	647	0,95	2940	0,037	1,19	0,42
2	70,0	34,7	66,2	0,130	25,5%	1568	2700	95%	648	0,95	1270	0,037	0,85	0,30
3	69,4	34,7	65,6	0,136	24,3%	1663	2700	105%	648	0,96	1500	0,037	0,60	0,21
4														

Drainage par les 2 extrémités

N°	Valeurs après consolidation						Rupture					
	H_c (mm)	D_c (mm)	M_f (kg)	W (%)	ρ_d (kg/m ³)	σ_c (kPa)	$q=(\sigma'_1-\sigma'_3)_{\max}$ (kPa)	s' (kPa)	t (kPa)	$(\sigma'_1/\sigma'_3)_{\max}$ (kPa)	s' (kPa)	t (kPa)
1	69,4	34,5	0,127	23,3%	1585	550	933,6	820,4	466,8	3,74	771,1	445,8
2	69,7	34,6	0,128	24,8%	1572	450	689,7	587,6	344,8	3,92	566,7	336,3
3	69,2	34,6	0,133	22,3%	1668	350	761,8	676,1	380,9	3,92	569,4	337,9
4												



Eprouvette 1
Type de rupture :
cisaillement



Eprouvette 2
Type de rupture :
cisaillement



Eprouvette 3
Type de rupture :
Tonneau

Chemin de contraintes Droite de Lambe	$C' =$ 30 kPa	$\varphi' =$ 33,0 °	$\lambda_{cu} =$ 0,58

Le laboratoire : C. Bador	Observations :
------------------------------	----------------

**ESSAI CONSOLIDE NON DRAINE CU+u A L'APPAREIL TRIAXIAL
REALISE CONFORMEMENT A LA NORME NF EN 17892-9**

Type d'essai : **CU+u**

Sondage : **SC100**

Date de prélèvement :

Anneau : 5kN

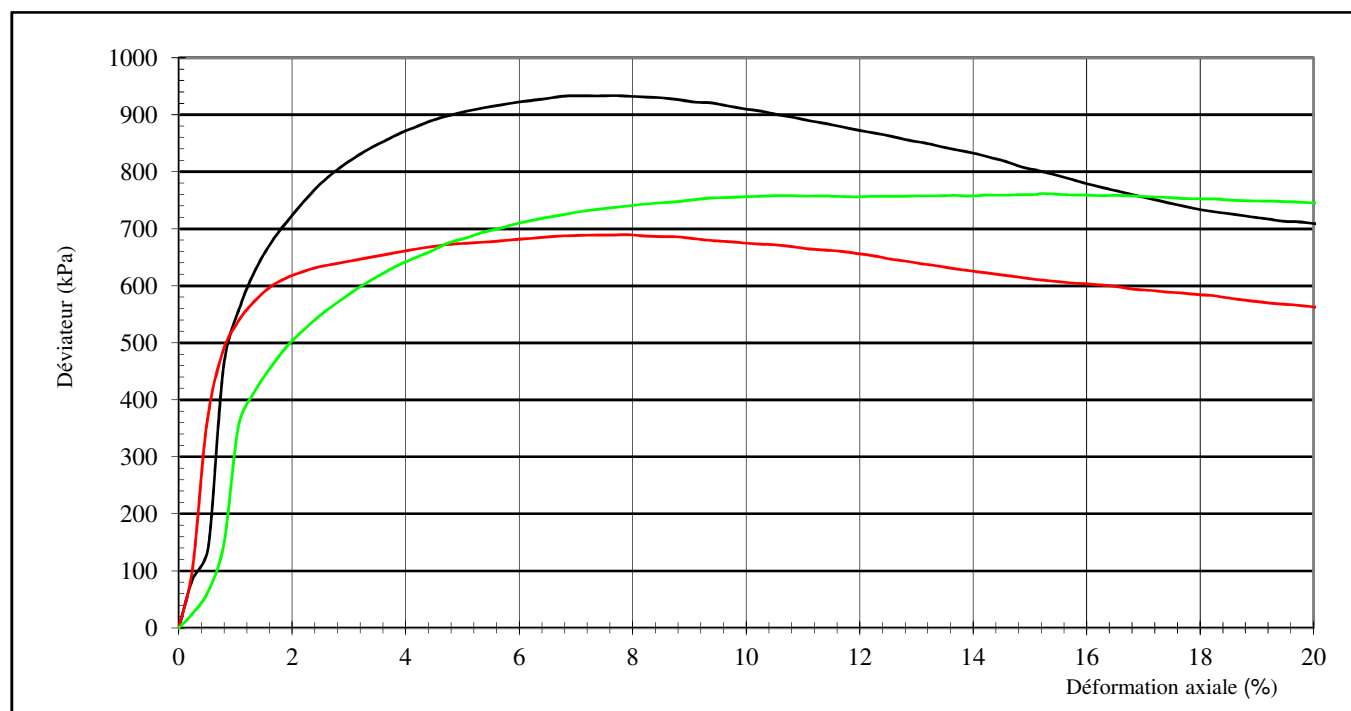
Profondeur : **41,10 à 41,30m**

Date de l'essai : **janvier-23**

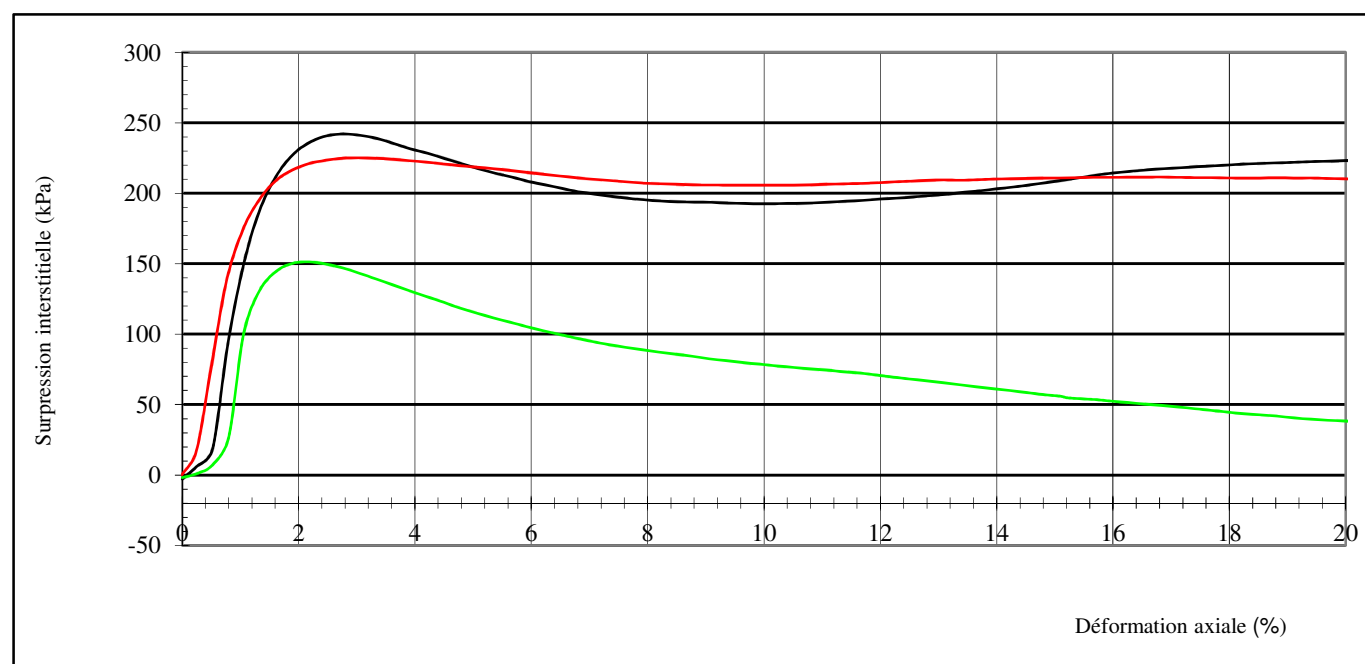
Nature du sol : **Craie altérée blanche**

Opérateur : **MDm**

Contrainte déviatorique en fonction de la déformation



Courbes surpression / Déformation



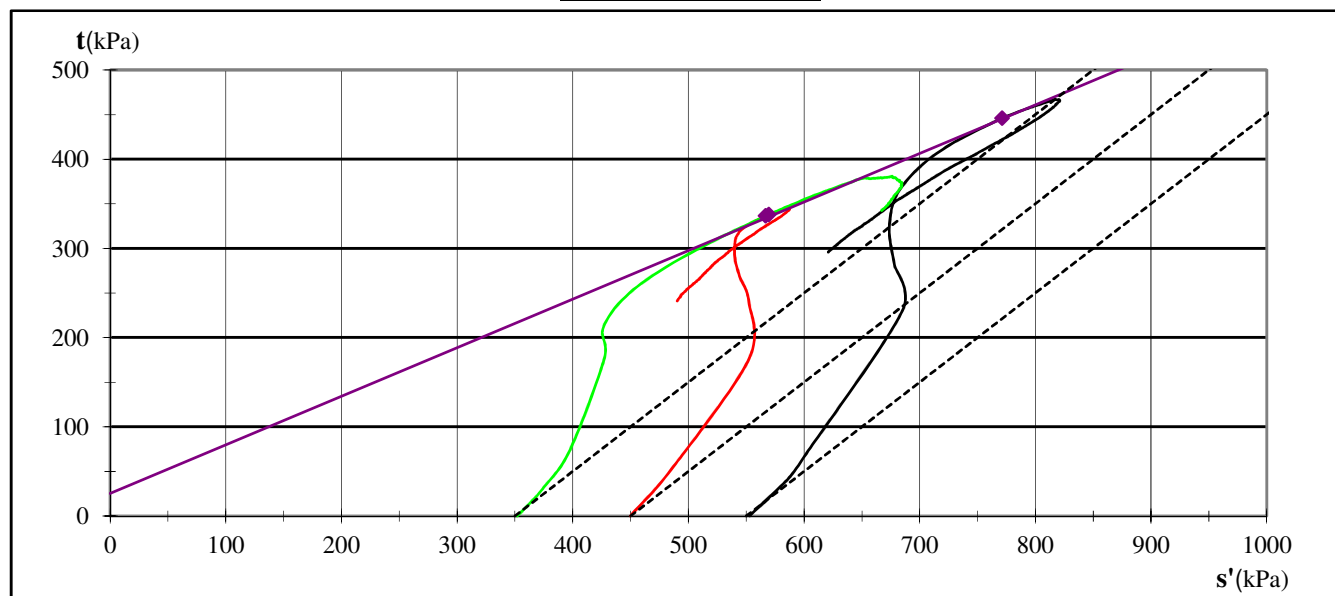
ESSAI CONSOLIDÉ NON DRAINE CU+u A L'APPAREIL TRIAXIAL RÉALISÉ CONFORMEMENT A LA NORME NF EN 17892-9

 Type d'essai : **CU+u**
 Anneau : 5kN

 Sondage : **SC100**
 Profondeur : **41,10 à 41,30m**
 Nature du sol : **Craie altérée blanche**

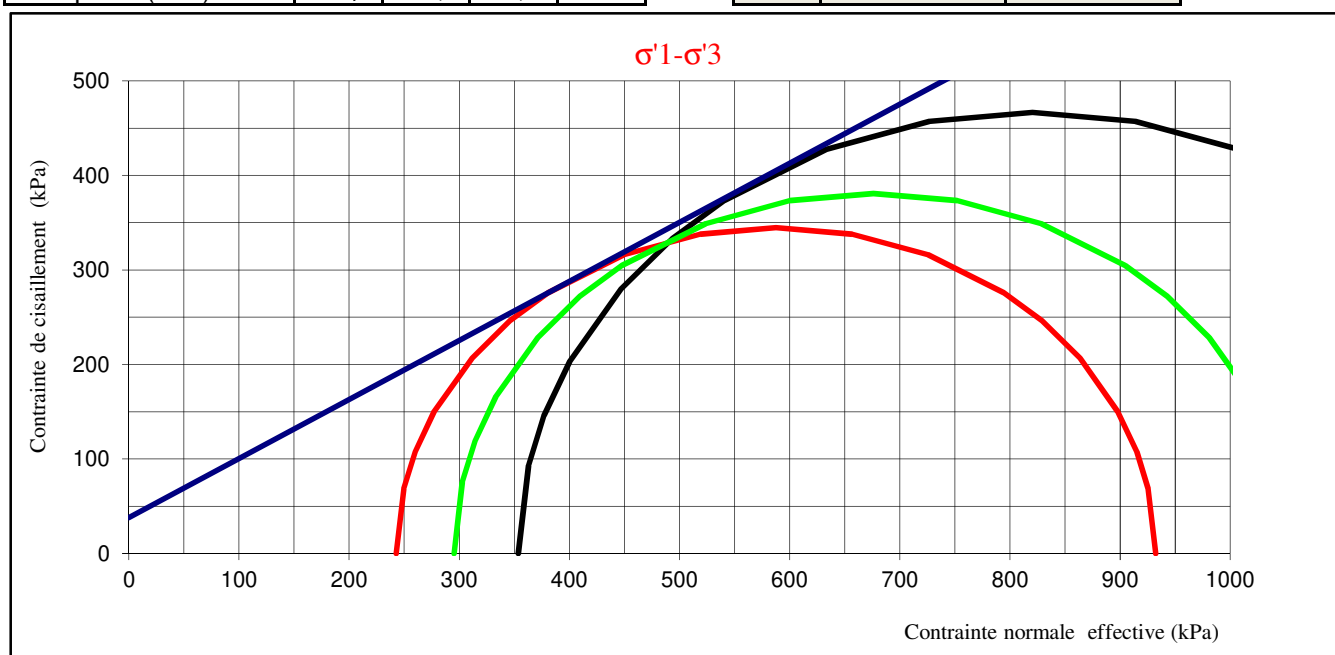
 Date de prélèvement :
 Date de l'essai : **27/01/2023**
 Opérateur : **MDm**

Chemin de contraintes



Critère de rupture	1	2	3	4
$q=(\sigma'_1-\sigma'_3)_{\max}$	820	588	676,1	
(kPa)	t	466,8	344,8	380,9
Déformation (%)	7,7	7,9	15,2	
Δu rupture (kPa)	196,4	207,3	54,8	

Résultats		
$C' =$	38 kPa	$\varphi' = 32^\circ$



ESSAI CONSOLIDE NON DRAINE CU+u A L'APPAREIL TRIAXIAL REALISE CONFORMEMENT A LA NORME NF EN 17892-9

 Type d'essai : **CU+u**

 Sondage : **SC100**

Date de prélèvement :

Anneau : 5kN

 Profondeur : **41,10 à 41,30m**

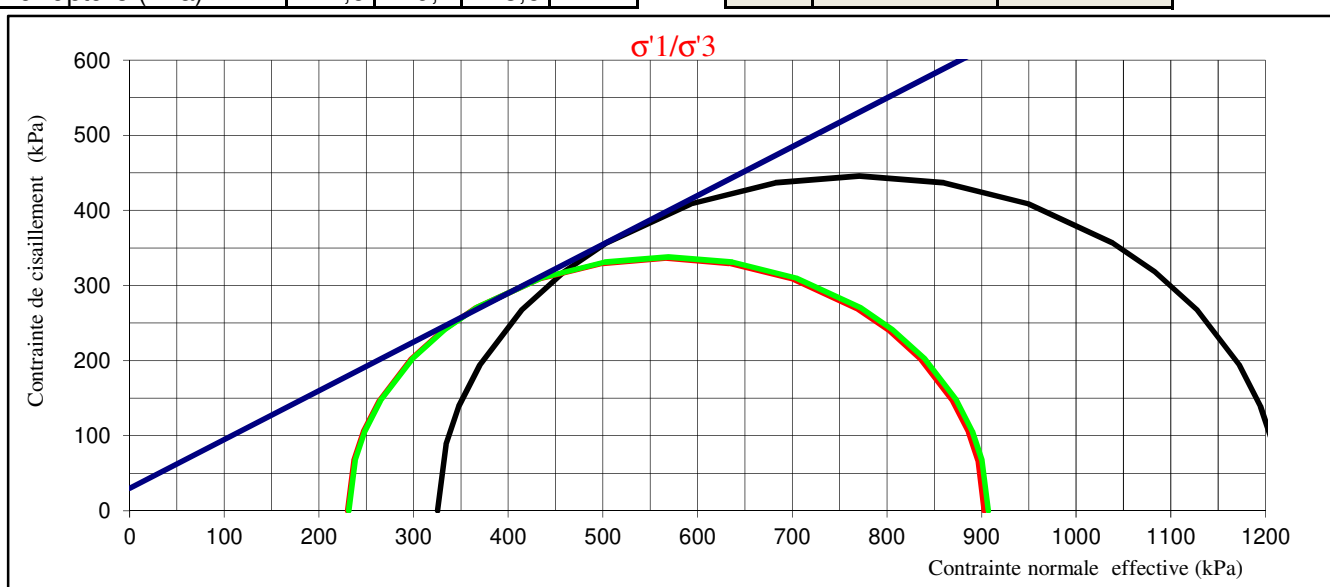
 Date de l'essai : **27/01/2023**

 Nature du sol : **Craie altérée blanche**

 Opérateur : **MDm**

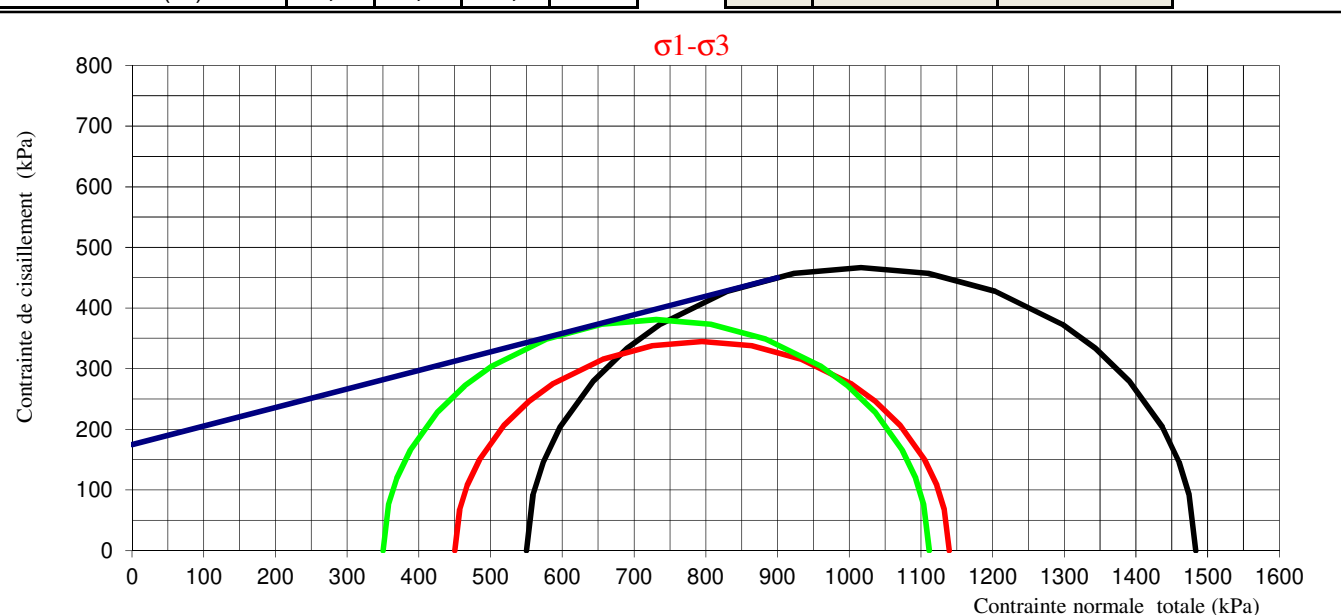
Critère de rupture	1	2	3	4
$q=(\sigma'_1/\sigma'_3)_{\max}$ (kPa)	s'	771	566,7	569,4
	t	445,8	336,3	337,9
Déformation (%)	4,5	4,8	4,8	
Δu rupture (kPa)	224,6	219,7	118,6	

Résultats

 $C' =$
30 kPa
 $\phi' = 33,0^\circ$


Critère de rupture	1	2	3	4
$q=(\sigma_1-\sigma_3)_{\max}$ (kPa)	s	1017	794,8	730,9
	t	466,8	344,8	380,9
Déformation (%)	7,7	7,9	15,2	

Résultats

 $C_{cu} =$
175 kPa
 $\phi_{cu} = 17^\circ$


**ESSAI CONSOLIDÉ NON DRAINÉ C_u+u A L'APPAREIL TRIAXIAL
REALISE CONFORMEMENT A LA NORME NF EN 17892-9**

Type d'essai : **CU+u**

Sondage : **SC100**

Date de prélèvement :

Anneau : 5kN

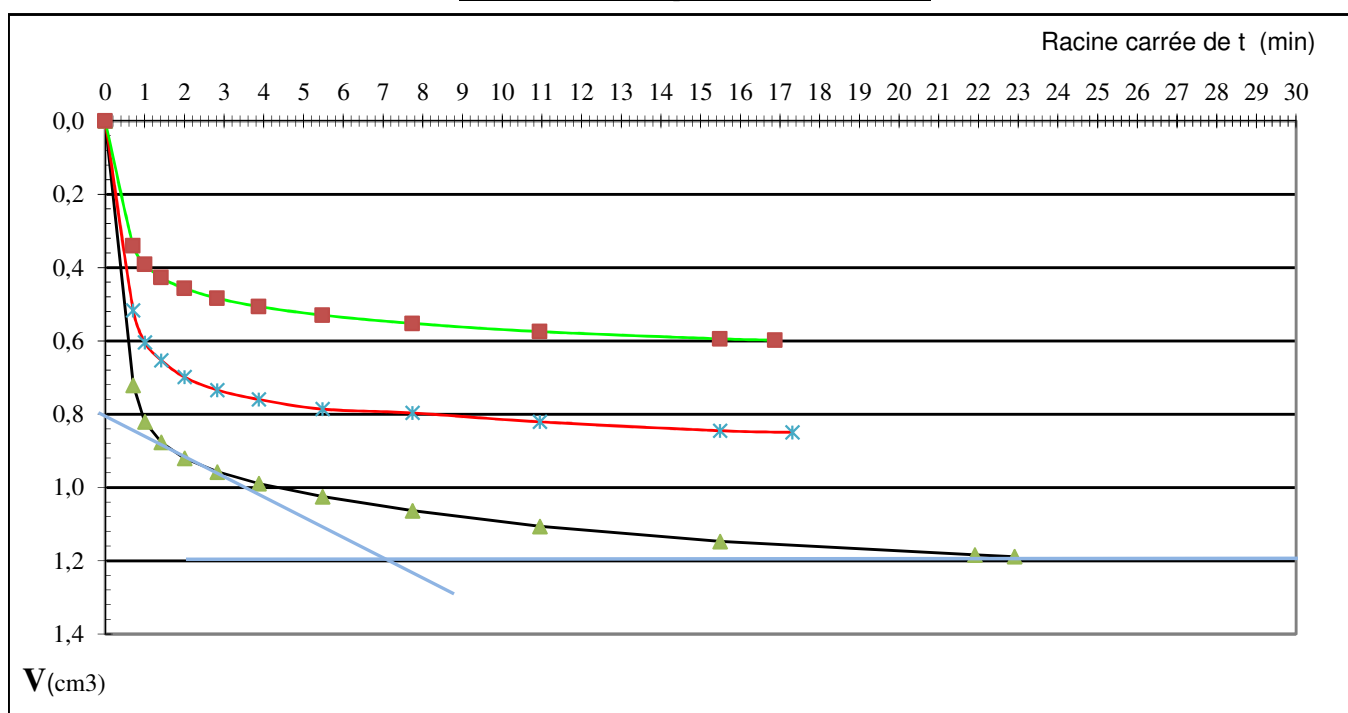
Profondeur : **41,10 à 41,30m**

Date de l'essai : **27/01/2023**

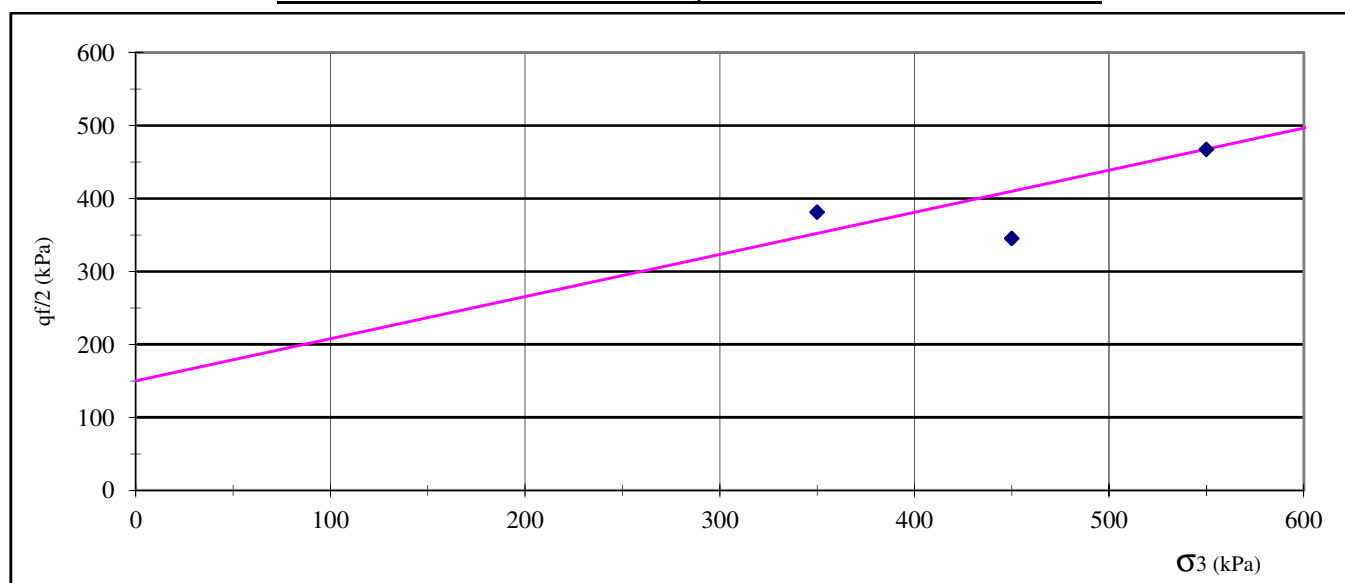
Nature du sol : **Craie altérée blanche**

Opérateur : **MDm**

Variation de volume pendant la consolidation



Variation de la cohésion non drainée en fonction de contraintes de consolidation



$\lambda_{cu} =$	0,58
$C_{uo} =$	150 kPa

Facteur d'augmentation de la cohésion non drainée en fonction de la pression de consolidation

 GÉotechnique sciences de la terre sas GEOTECHNIQUE SAS 672 rue des Mercières 69140 RILLIEUX LA PAPE	Chantier : Boulogne Billancourt	Date : 07/03/2023
	Client : GPSO	N°dossier : AMe2021-02-647
		Nos réf : PGe

ESSAI CONSOLIDE NON DRAINE C_u+u A L'APPAREIL TRIAXIAL REALISE CONFORMEMENT A LA NORME NF EN 17892-9

Type d'essai : CU+u	Sondage : SC102	Date de prélèvement :
Anneau : 5kN	Profondeur : 35,00 à 36,00m	Date de l'essai : 20/02/2023
	Nature du sol : Craie altérée blanche	Opérateur : MDm
	$\sigma_{v0} = 704 \text{ kPa}$	$u_0 = 259 \text{ kPa}$

N°	Caractéristiques initiales des éprouvettes									Consolidation				
	H_0 (mm)	D_0 (mm)	V_0 (cm ³)	M_0 (kg)	W (%)	ρ_d (kg/m ³)	ρ_s est (kg/m ³)	S_r (%)	U_{cp} (kPa)	B	t_{100} s	V mm/mn	ΔV_s (cm ³)	ΔH_s (mm)
1	69,6	34,5	65,2	0,133	25,0%	1626	2700	102%	648	0,95	1750	0,062	0,47	0,17
2	69,7	34,7	65,8	0,134	25,1%	1626	2700	102%	647	0,94	577	0,062	0,30	0,11
3	69,4	34,4	64,7	0,125	26,1%	1527	2700	92%	648	0,96	505	0,062	0,41	0,15
4														

Drainage par les 2 extrémités

N°	Valeurs après consolidation						Rupture					
	H_c (mm)	D_c (mm)	M_f (kg)	W (%)	ρ_d (kg/m ³)	σ_c (kPa)	$q=(\sigma'_1-\sigma'_3)_{max}$ (kPa)	s' (kPa)	t (kPa)	$(\sigma'_1/\sigma'_3)_{max}$ (kPa)	s' (kPa)	t (kPa)
1	69,4	34,5	0,131	25,7%	1609	500	1064,6	858,6	532,3	4,49	775,9	493,0
2	69,6	34,6	0,132	24,5%	1621	400	677,1	545,5	338,5	4,54	497,3	317,7
3	69,3	34,4	0,120	26,0%	1479	300	445,0	353,1	222,5	4,61	331,7	213,5
4												



Eprouvette 1

Type de rupture :
cisaillement



Eprouvette 2

Type de rupture :
cisaillement



Eprouvette 3

Type de rupture :
cisaillement

Chemin de contraintes Droite de Lambe				$C' =$ 10 kPa	$\varphi' =$ 39,0 °	$\lambda_{cu} =$ 0,84	
--	--	--	--	----------------------	----------------------------	------------------------------	--

Le laboratoire : C. Bador	Observations :
------------------------------	----------------

**ESSAI CONSOLIDÉ NON DRAINE CU+u A L'APPAREIL TRIAXIAL
REALISE CONFORMEMENT A LA NORME NF EN 17892-9**

Type d'essai : **CU+u**

Sondage : **SC102**

Date de prélèvement :

Anneau : 5kN

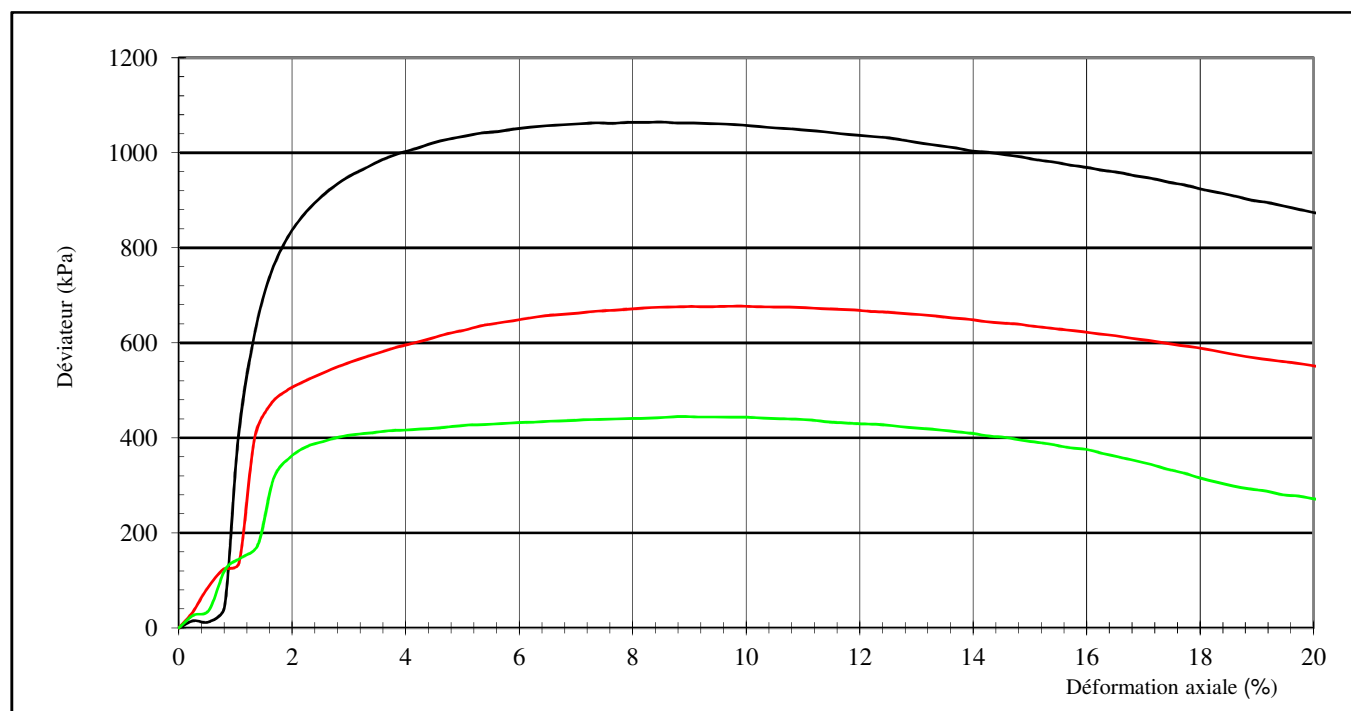
Profondeur : **35,00 à 36,00m**

Date de l'essai : **20/02/2023**

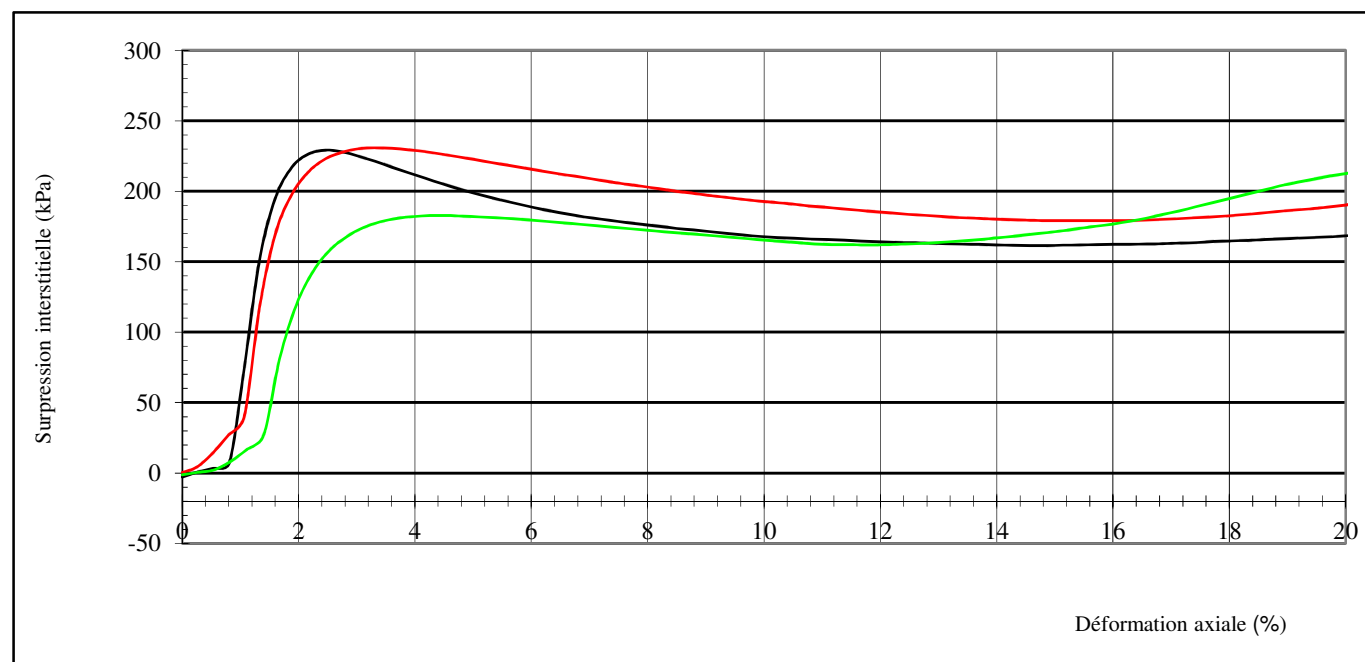
Nature du sol : **Craie altérée blanche**

Opérateur : **MDm**

Contrainte déviatorique en fonction de la déformation



Courbes surpression / Déformation



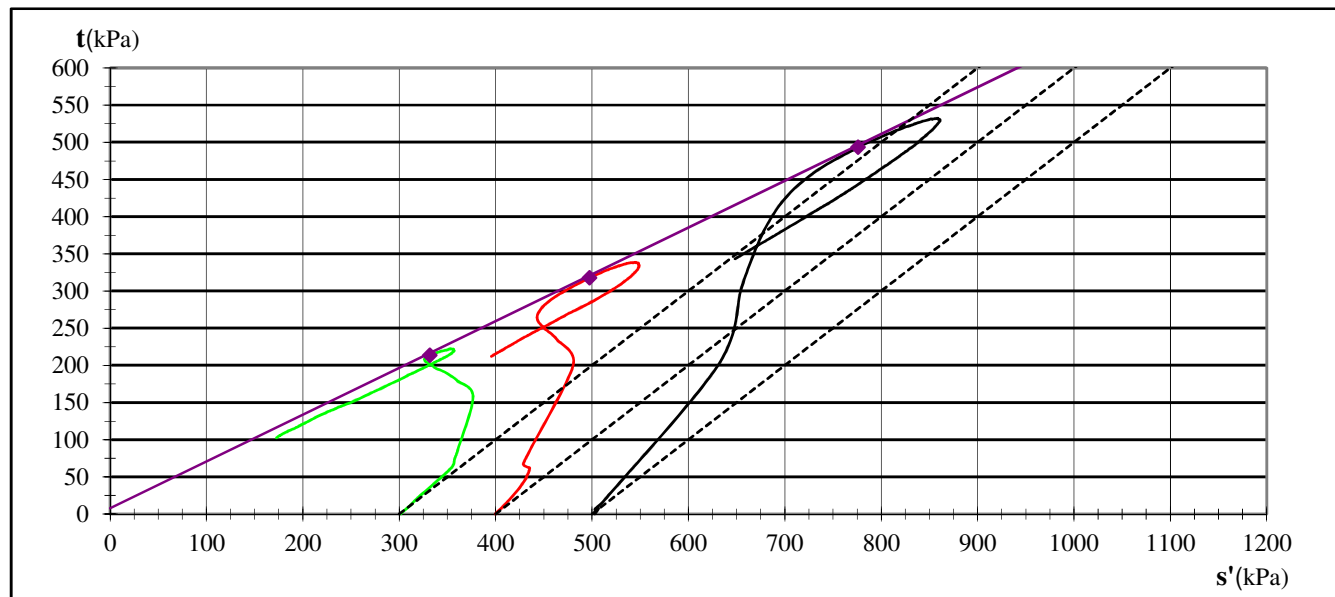
**ESSAI CONSOLIDÉ NON DRAINE CU+u A L'APPAREIL TRIAXIAL
REALISE CONFORMEMENT A LA NORME NF EN 17892-9**

Type d'essai : **CU+u**
Anneau : 5kN

Sondage : **SC102**
Profondeur : **35,00 à 36,00m**
Nature du sol : **Craie altérée blanche**

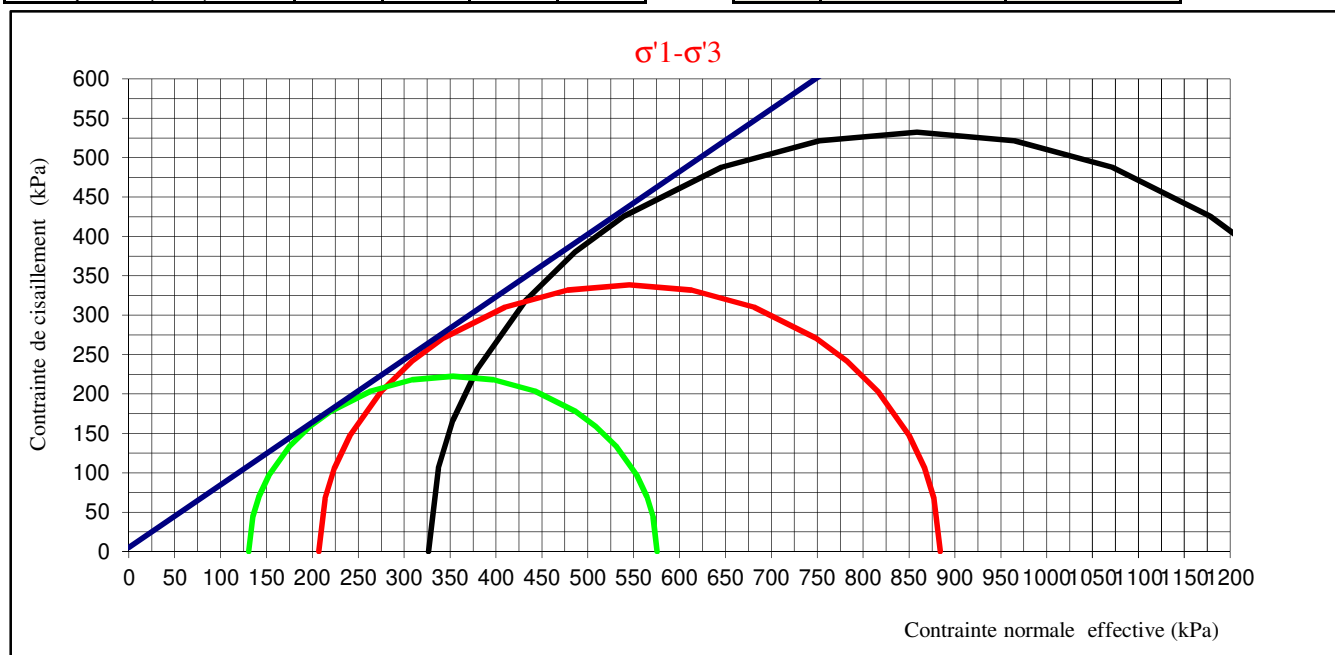
Date de prélèvement :
Date de l'essai : **20/02/2023**
Opérateur : **MDm**

Chemin de contraintes



Critère de rupture	1	2	3	4
$q=(\sigma'_1-\sigma'_3)_{\max}$	859	545	353,1	
(kPa)	532,3	338,5	222,5	
Déformation (%)	8,5	9,9	8,9	
Δu rupture (kPa)	173,6	193,1	169,4	

Résultats		
$C' =$	5 kPa	$\phi' = 39^\circ$



ESSAI CONSOLIDE NON DRAINE C_u+u A L'APPAREIL TRIAXIAL REALISE CONFORMEMENT A LA NORME NF EN 17892-9

 Type d'essai : **CU+u**

 Sondage : **SC102**

Date de prélèvement :

Anneau : 5kN

 Profondeur : **35,00 à 36,00m**

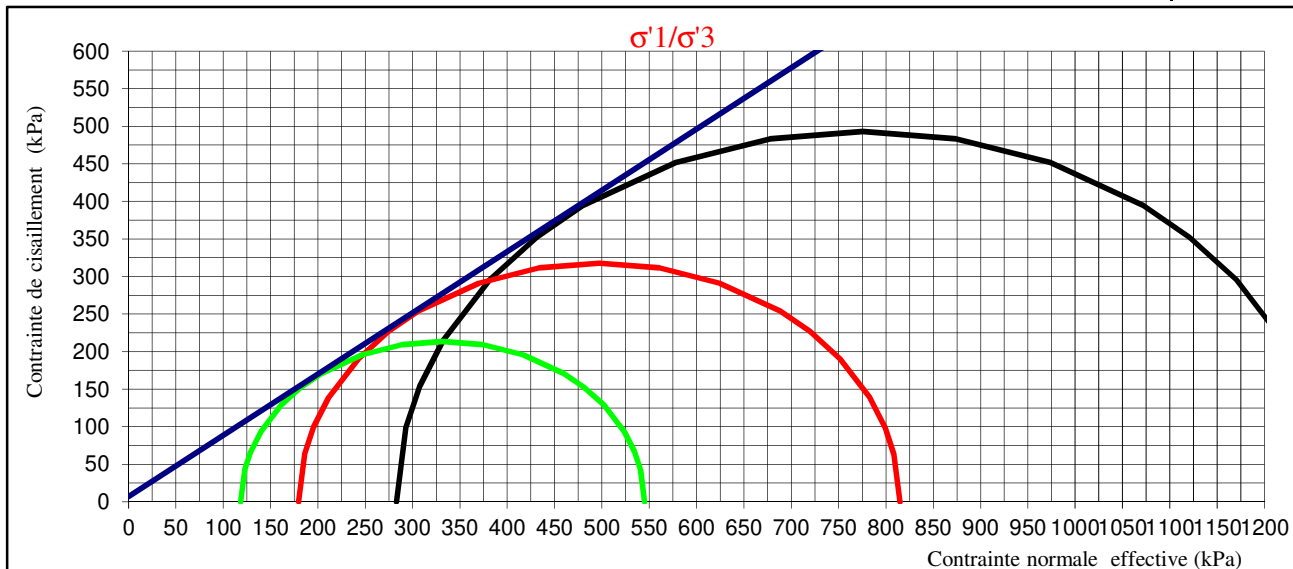
 Date de l'essai : **20/02/2023**

 Nature du sol : **Craie altérée blanche**

 Opérateur : **MDm**

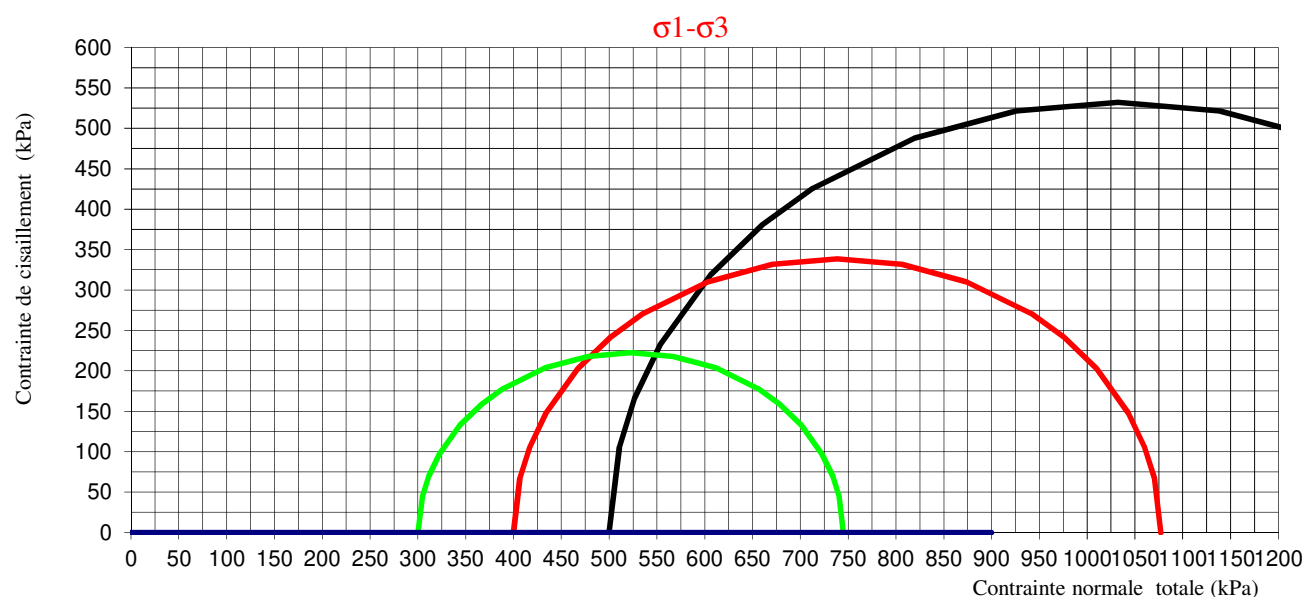
Critère de rupture	1	2	3	4
$q=(\sigma'_1/\sigma'_3)_{max}$				
s' (kPa)	776	497,3	331,7	
t (kPa)	493,0	317,7	213,5	
Déformation (%)	3,6	5,3	5,1	
Δu rupture (kPa)	217,1	220,4	181,8	

Résultats

 $C' =$
7 kPa
 $\phi' = 39^\circ$


Critère de rupture	1	2	3	4
$q=(\sigma_1-\sigma_3)_{max}$				
s (kPa)	1032	738,5	522,5	
t (kPa)	532,3	338,5	222,5	
Déformation (%)	8,5	9,9	8,9	

Résultats

 $C_{cu} =$
inexploitable
 $\phi_{cu} =$


**ESSAI CONSOLIDÉ NON DRAÎNÉ C_u+u À L'APPAREIL TRIAXIAL
RÉALISÉ CONFORMEMENT À LA NORME NF EN 17892-9**

Type d'essai : **CU+u**

Sondage : **SC102**

Date de prélèvement :

Anneau : 5kN

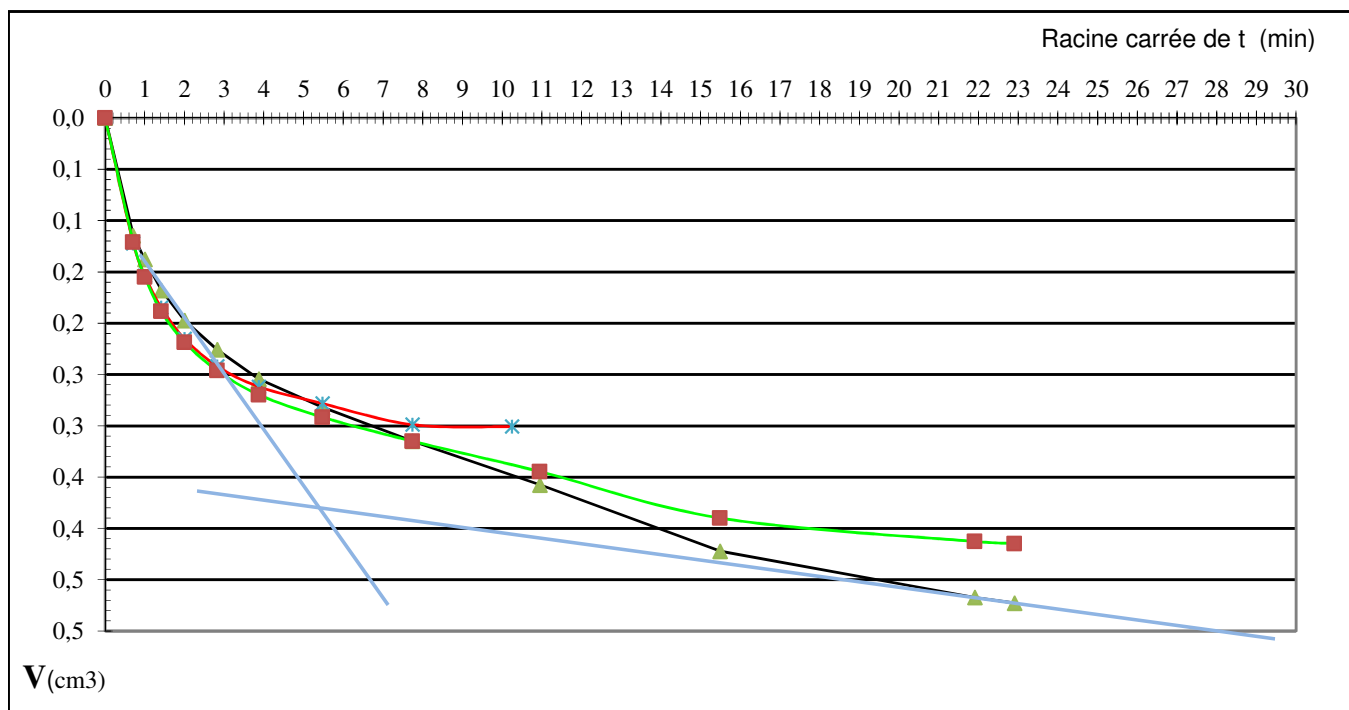
Profondeur : **35,00 à 36,00m**

Date de l'essai : **20/02/2023**

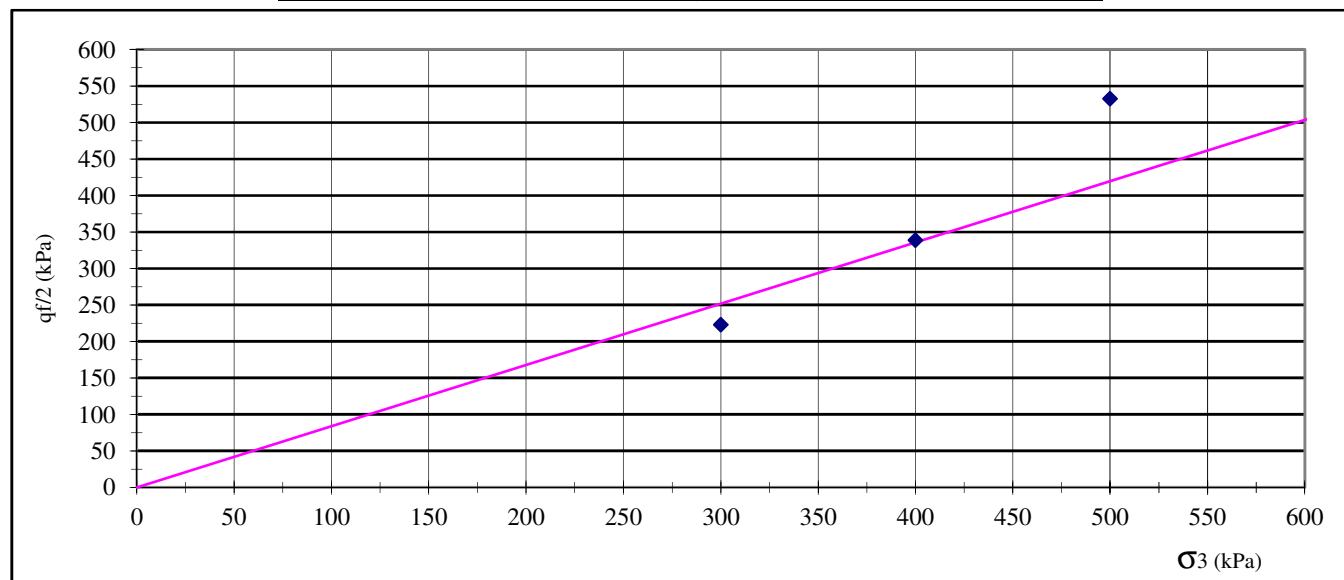
Nature du sol : **Craie altérée blanche**

Opérateur : **MDm**

Variation de volume pendant la consolidation



Variation de la cohésion non drainée en fonction de contraintes de consolidation



$\lambda_{cu} =$	0,84	Facteur d'augmentation de la cohésion non drainée en fonction de la pression de consolidation
$C_{uo} =$	0 kPa	

 GÉotechnique sciences de la terre sas GEOTECHNIQUE SAS 672 rue des Mercières 69140 RILLIEUX LA PAPE	Chantier : Boulogne Billancourt	Date : 07/03/2023
	Client : GPSO	N°dossier : AMe2021-02-647
		Nos réf : PGe

ESSAI CONSOLIDE NON DRAINE C_u+u A L'APPAREIL TRIAXIAL REALISE CONFORMEMENT A LA NORME NF EN 17892-9

Type d'essai : CU+u	Sondage : SC102	Date de prélèvement :
Anneau : 5kN	Profondeur : 37,50 à 38,00m	Date de l'essai : 24/02/2023
	Nature du sol : Craie blanchâtre	Opérateur : MDm
	$\sigma_{v0} = 756 \text{ kPa}$	$u_0 = 282 \text{ kPa}$

N°	Caractéristiques initiales des éprouvettes									Consolidation				
	H_0	D_0	V_0	M_0	W	ρ_d	$\rho_s \text{ est}$	S_r	U_{cp}	B	t_{100}	V	ΔV_s	ΔH_s
	(mm)	(mm)	(cm ³)	(kg)	(%)	(kg/m ³)	(kg/m ³)	(%)	(kPa)		s	mm/mn	(cm ³)	(mm)
1	69,8	34,8	66,3	0,128	27,8%	1512	2700	96%	649	0,96	1270	0,085	0,45	0,16
2	69,0	34,6	64,7	0,137	26,4%	1670	2700	116%	647	0,94	540	0,085	0,68	0,24
3	69,9	34,8	66,5	0,135	27,0%	1594	2700	105%	647	0,96	614	0,085	0,56	0,19
4														

Drainage par les 2 extrémités

N°	Valeurs après consolidation						Rupture					
	H _c	D _c	M _f	W	ρ _d	σ _c	q=(σ ₁ -σ ₃) _{max}	s'	t	(σ' ₁ /σ' ₃) _{max}	s'	t
	(mm)	(mm)	(kg)	(%)	(kg/m3)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
1	69,7	34,7	0,126	27,1%	1503	525	849,2	646,3	424,6	4,87	640,7	422,3
2	68,8	34,4	0,134	24,0%	1683	425	852,6	652,9	426,3	4,80	611,7	400,9
3	69,7	34,7	0,131	25,2%	1582	325	649,4	501,1	324,7	4,96	467,1	310,2
4												



Eprouvette 1
Type de rupture :
cisaillement



Eprouvette 2
Type de rupture :
cisaillement



Eprouvette 3
Type de rupture :
cisaillement

Chemin de contraintes Droite de Lambe				$C' =$ 20 kPa	$\phi' =$ 39,0 °	$\lambda_{cu} =$ 0,78	
--	--	--	--	----------------------	-------------------------	------------------------------	--

Le laboratoire : C. Bador	Observations :
------------------------------	----------------

ESSAI CONSOLIDE NON DRAINE CU+u A L'APPAREIL TRIAXIAL REALISE CONFORMEMENT A LA NORME NF EN 17892-9

 Type d'essai : **CU+u**

 Sondage : **SC102**

Date de prélèvement :

Anneau : 5kN

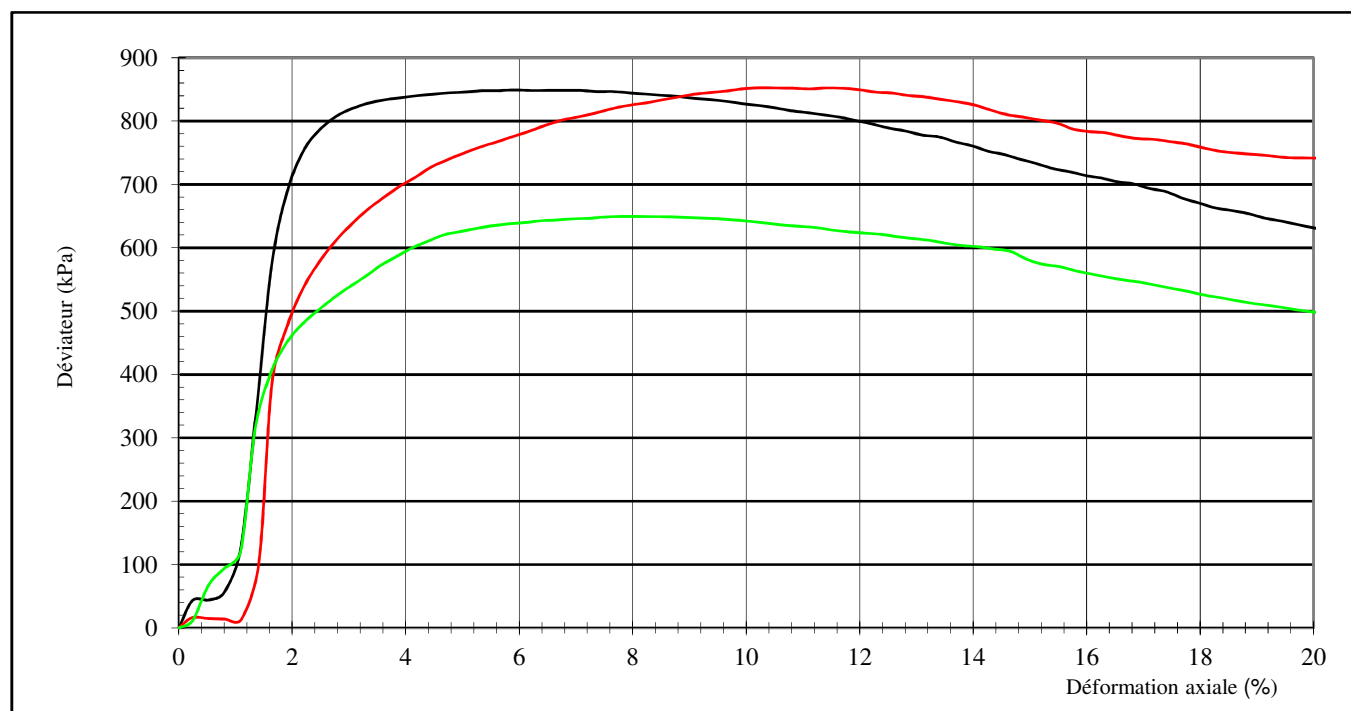
 Profondeur : **37,50 à 38,00m**

 Date de l'essai : **24/02/2023**

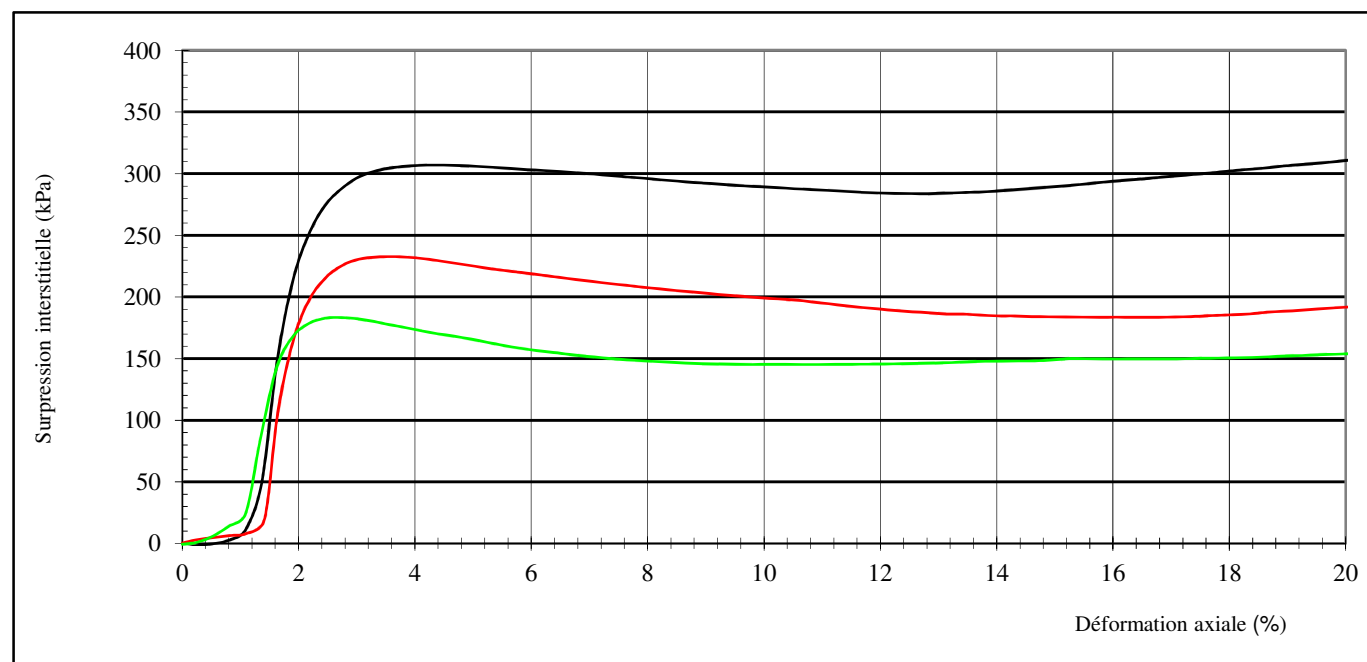
 Nature du sol : **Craie blanchâtre**

 Opérateur : **MDm**

Contrainte déviatorique en fonction de la déformation



Courbes surpression / Déformation



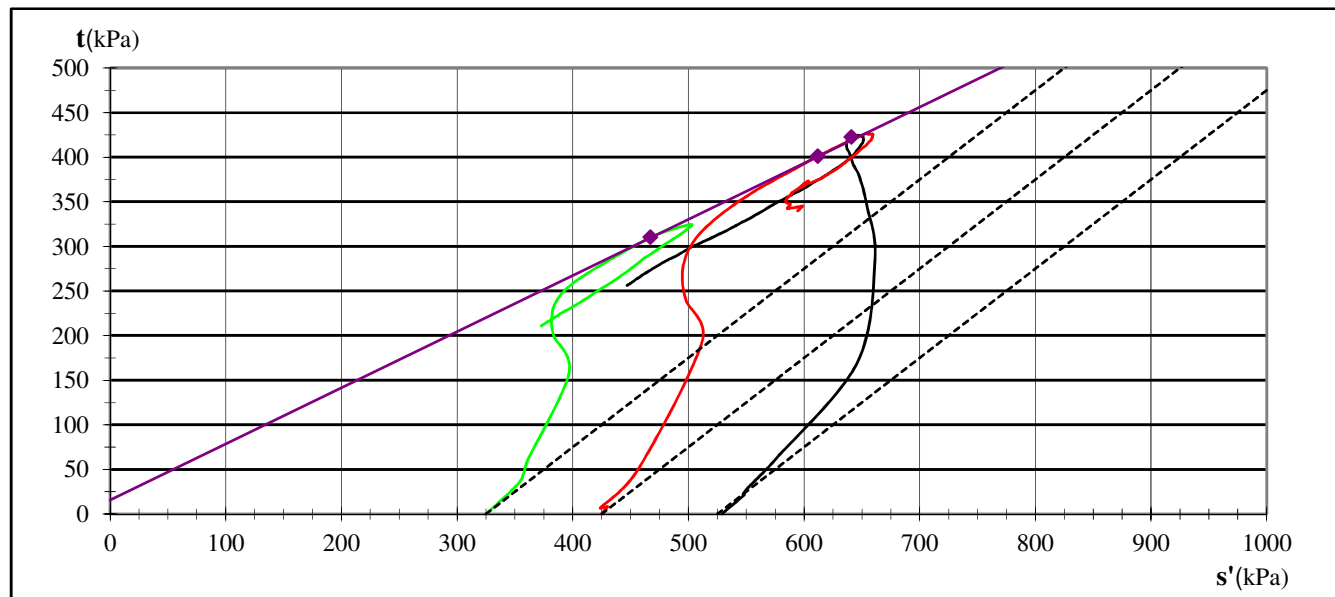
ESSAI CONSOLIDÉ NON DRAINÉ CU+u A L'APPAREIL TRIAXIAL RÉALISÉ CONFORMEMENT A LA NORME NF EN 17892-9

 Type d'essai : **CU+u**
 Anneau : 5kN

 Sondage : **SC102**
 Profondeur : **37,50 à 38,00m**
 Nature du sol : **Craie blanchâtre**

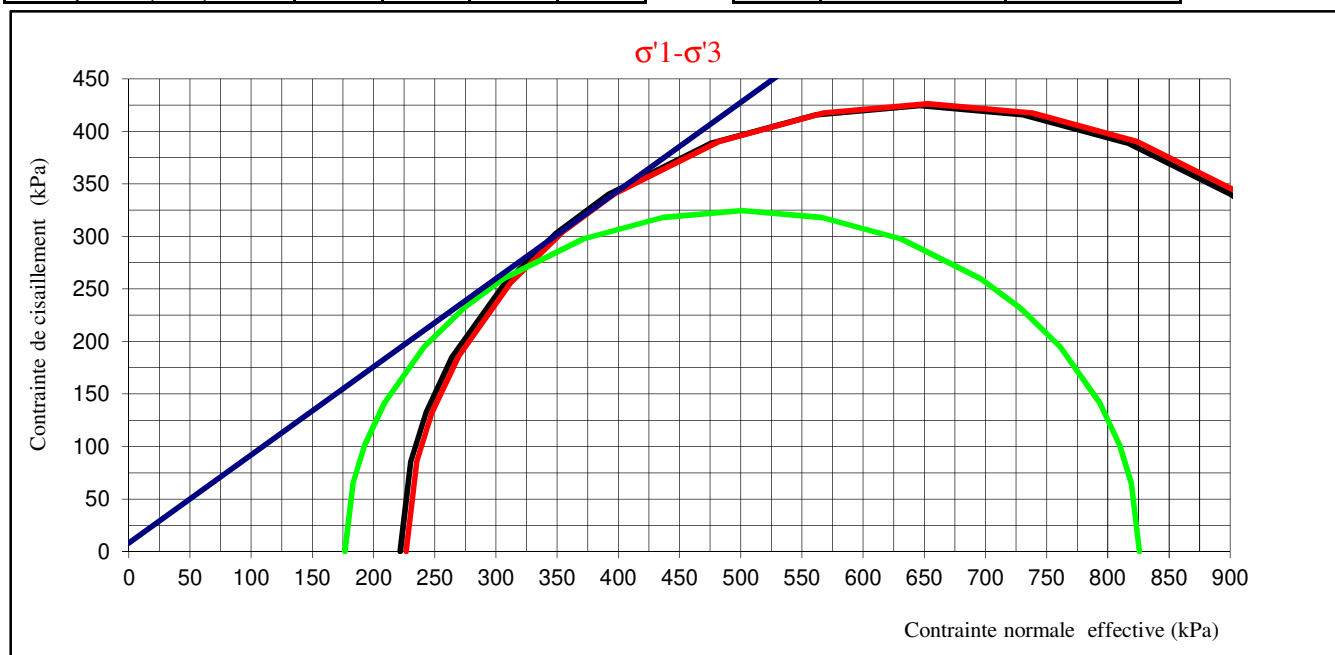
 Date de prélèvement :
 Date de l'essai : **24/02/2023**
 Opérateur : **MDm**

Chemin de contraintes



Critère de rupture	1	2	3	4
$q=(\sigma'_1-\sigma'_3)_{\max}$	646	653	501,1	
(kPa)				
t	424,6	426,3	324,7	
Déformation (%)	5,9	10,2	7,8	
Δu rupture (kPa)	303,3	198,4	148,5	

Résultats		
$C' =$	8 kPa	$\phi' = 40^\circ$



ESSAI CONSOLIDE NON DRAINE CU+u A L'APPAREIL TRIAXIAL REALISE CONFORMEMENT A LA NORME NF EN 17892-9

 Type d'essai : **CU+u**

 Sondage : **SC102**

Date de prélèvement :

Anneau : 5kN

 Profondeur : **37,50 à 38,00m**

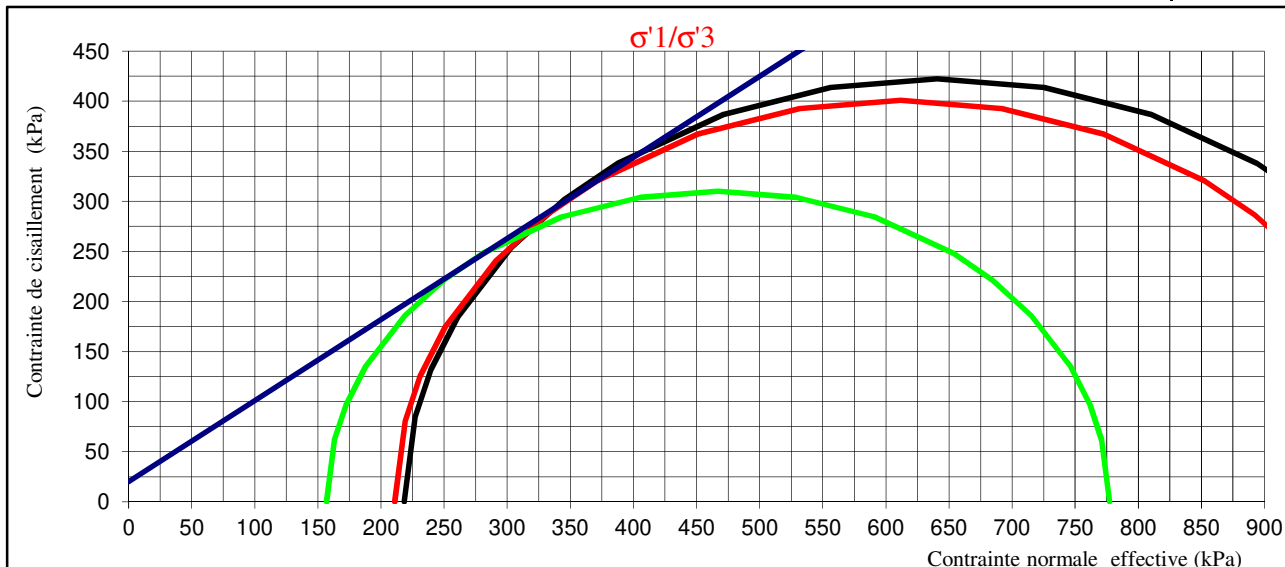
 Date de l'essai : **24/02/2023**

 Nature du sol : **Craie blanchâtre**

 Opérateur : **MDm**

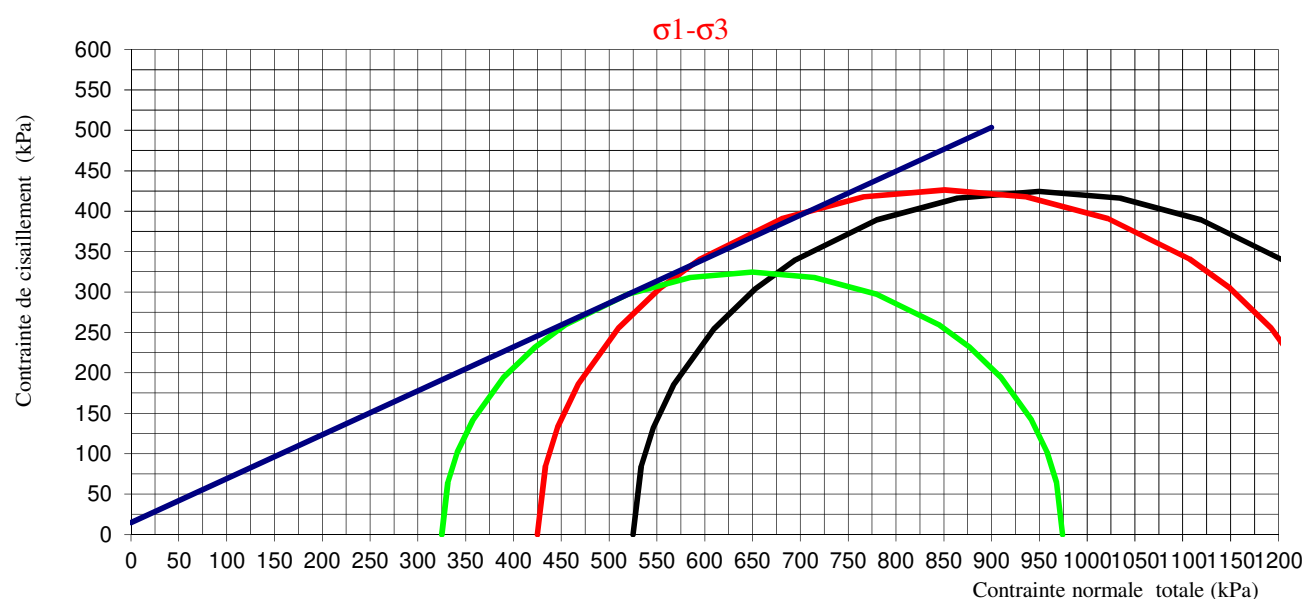
Critère de rupture	1	2	3	4
$q=(\sigma'_1/\sigma'_3)_{\max}$				
s' (kPa)	641	611,7	467,1	
t (kPa)	422,3	400,9	310,2	
Déformation (%)	4,8	6,8	4,7	
Δu rupture (kPa)	306,6	214,1	168,1	

Résultats

 $C' =$
20 kPa
 $\phi' = 39,0^\circ$


Critère de rupture	1	2	3	4
$q=(\sigma_1-\sigma_3)_{\max}$				
s (kPa)	950	851,3	649,7	
t (kPa)	424,6	426,3	324,7	
Déformation (%)	5,9	10,2	7,8	

Résultats

 $C_{cu} =$
15 kPa
 $\phi_{cu} = 28,5^\circ$


**ESSAI CONSOLIDÉ NON DRAÎNÉ C_{u+u} A L'APPAREIL TRIAXIAL
RÉALISÉ CONFORMEMENT A LA NORME NF EN 17892-9**

Type d'essai : **CU+u**

Sondage : **SC102**

Date de prélèvement :

Anneau : 5kN

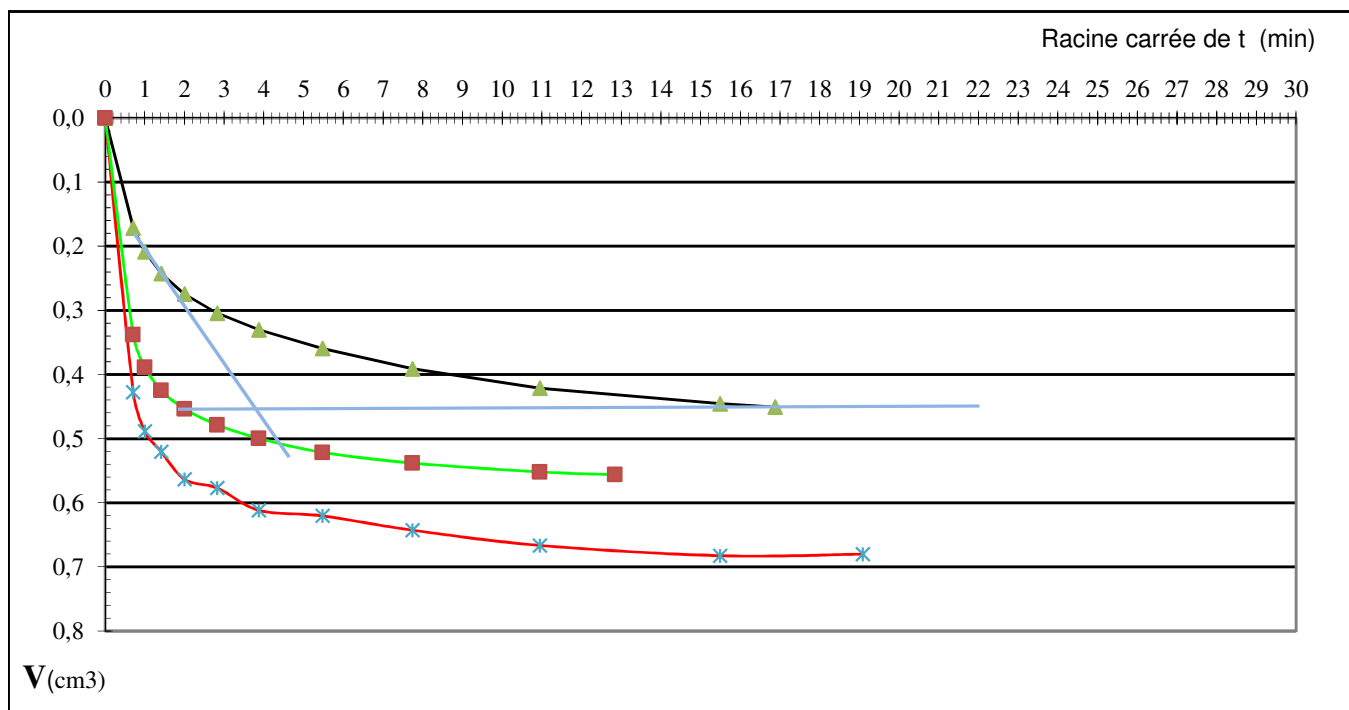
Profondeur : **37,50 à 38,00m**

Date de l'essai : **24/02/2023**

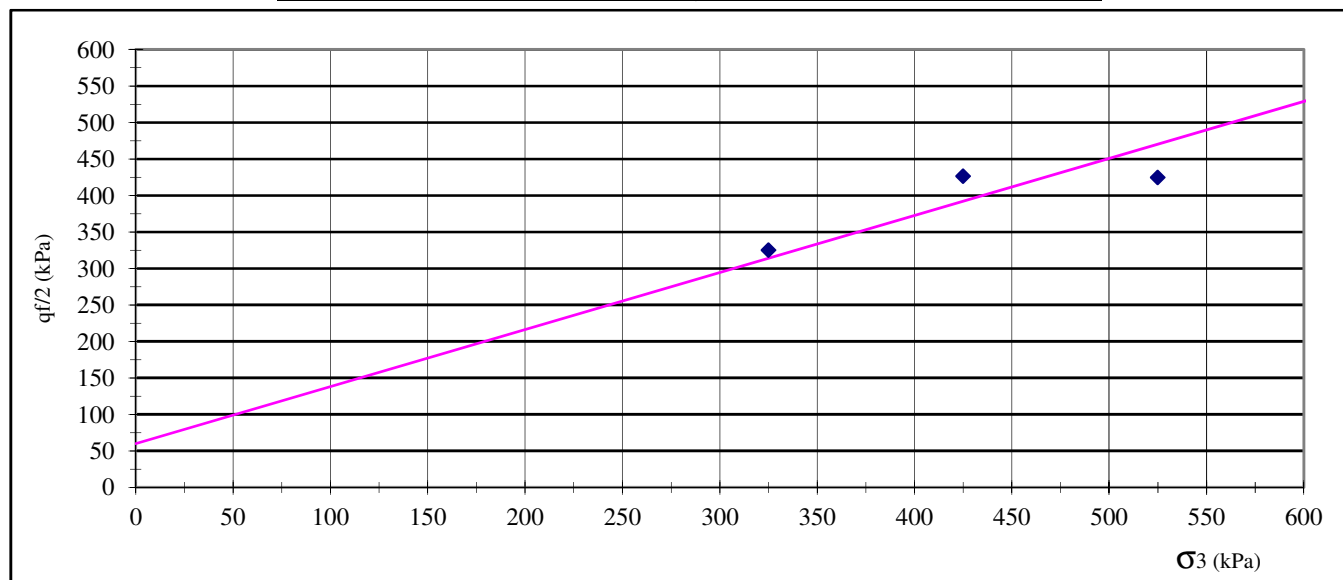
Nature du sol : **Craie blanchâtre**

Opérateur : **MDm**

Variation de volume pendant la consolidation



Variation de la cohésion non drainée en fonction de contraintes de consolidation



$\lambda_{cu} =$	0,78	Facteur d'augmentation de la cohésion non drainée en fonction de la pression de consolidation
$C_{uo} =$	60 kPa	

 GÉotechnique sciences de la terre sas GEOTECHNIQUE SAS 672 rue des Mercières 69140 RILLIEUX LA PAPE	Chantier : Boulogne Billancourt	Date : 03/04/2023
	Client : GPSO	N°dossier : AMe2021-02-647
		Nos réf : PGe

ESSAI CONSOLIDE NON DRAINE C_u+u A L'APPAREIL TRIAXIAL REALISE CONFORMEMENT A LA NORME NF EN 17892-9

Type d'essai : CU+u	Sondage : SC103	Date de prélèvement :
Anneau : 5kN	Profondeur : 11,00 à 12,00m	Date de l'essai : 28/03/2023
	Nature du sol : Craie +/- altérée	Opérateur : MDm
	$\sigma_{v0} = 230 \text{ kPa}$	$u_0 = 80 \text{ kPa}$

N°	Caractéristiques initiales des éprouvettes									Consolidation				
	H_0 (mm)	D_0 (mm)	V_0 (cm ³)	M_0 (kg)	W (%)	ρ_d (kg/m ³)	ρ_s est (kg/m ³)	S_r (%)	U_{cp} (kPa)	B	t_{100} s	V mm/mn	ΔV_s (cm ³)	ΔH_s (mm)
1	70,0	34,7	66,0	0,134	25,2%	1622	2700	102%	648	0,96	866	0,115	0,50	0,18
2	69,7	34,8	66,1	0,134	25,7%	1608	2700	102%	648	0,96	614	0,115	0,33	0,12
3	69,7	34,7	66,0	0,132	25,4%	1598	2700	99%	649	0,96	406	0,115	0,35	0,12
4														

Drainage par les 2 extrémités

N°	Valeurs après consolidation						Rupture					
	H _c	D _c	M _f	W	ρ _d	σ _c	q=(σ ₁ -σ ₃) _{max}	s'	t	(σ' ₁ /σ' ₃) _{max}	s'	t
	(mm)	(mm)	(kg)	(%)	(kg/m3)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)	(kPa)
1	69,8	34,6	0,132	24,5%	1616	300	757,9	577,8	378,9	4,84	574,6	377,7
2	69,6	34,7	0,130	26,2%	1570	200	575,5	439,8	287,7	5,06	401,9	269,3
3	69,6	34,7	0,132	25,4%	1606	100	387,6	289,3	193,8	5,22	267,1	181,2
4												



Eprouvette 1
Type de rupture :
cisaillement



Eprouvette 2
Type de rupture :
cisaillement



Eprouvette 3
Type de rupture :
cisaillement

Chemin de contraintes Droite de Lambe	$C' =$ 16 kPa	$\varphi' =$ 39,0 °	$\lambda_{cu} =$ 0,93

Le laboratoire : C. Bador	Observations :
------------------------------	----------------

ESSAI CONSOLIDE NON DRAINE CU+u A L'APPAREIL TRIAXIAL REALISE CONFORMEMENT A LA NORME NF EN 17892-9

 Type d'essai : **CU+u**

 Sondage : **SC103**

Date de prélèvement :

Anneau : 5kN

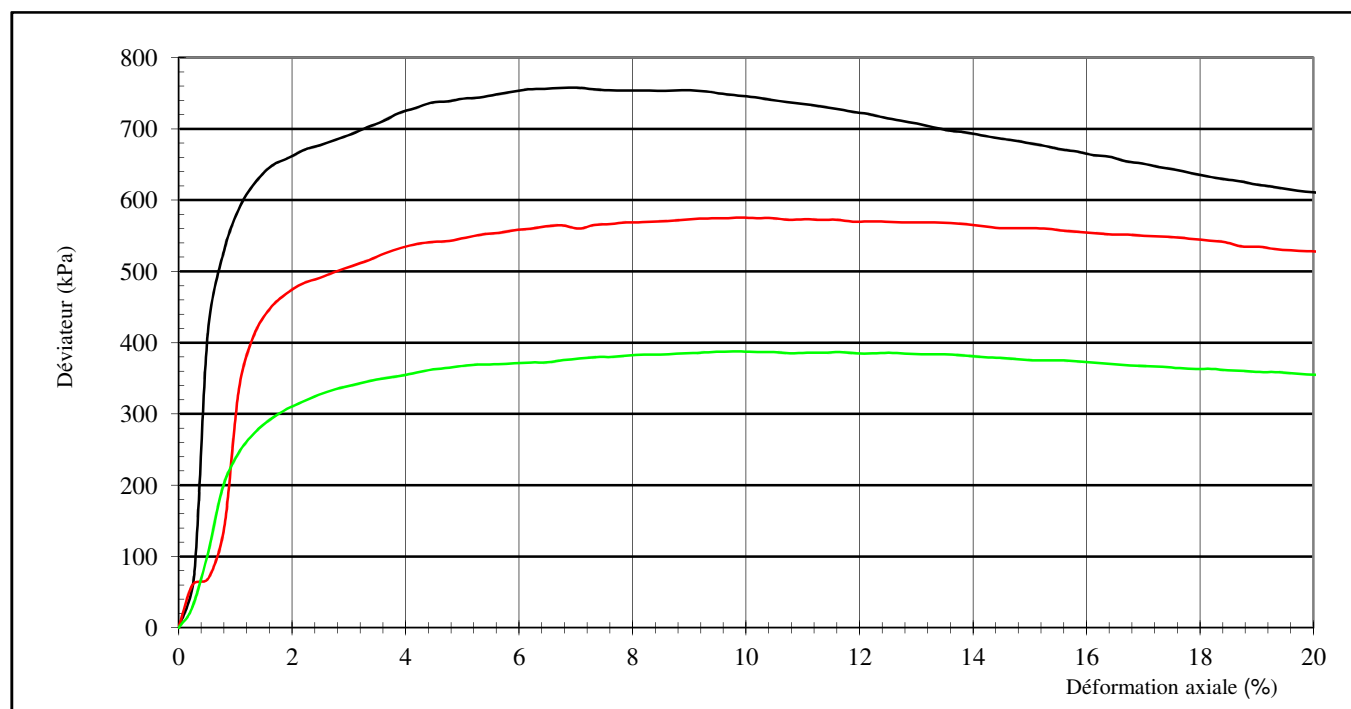
 Profondeur : **11,00 à 12,00m**

 Date de l'essai : **28/03/2023**

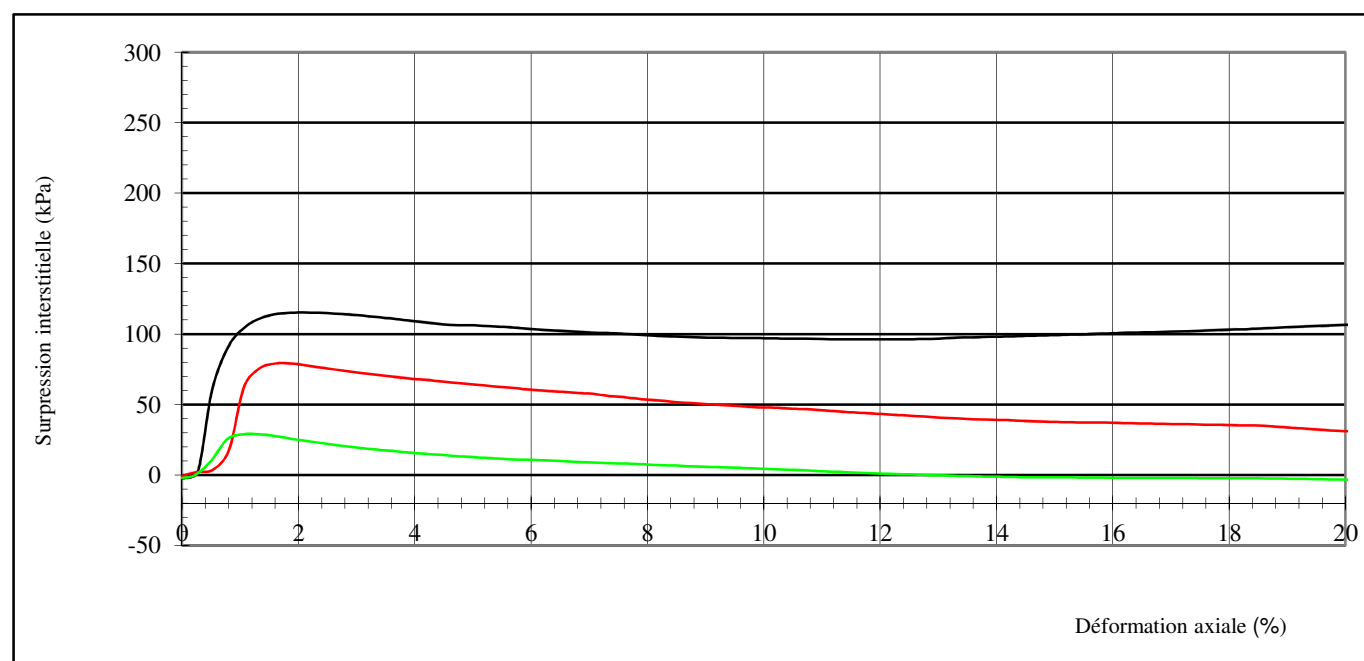
 Nature du sol : **Craie +/- altérée**

 Opérateur : **MDm**

Contrainte déviatorique en fonction de la déformation



Courbes surpression / Déformation



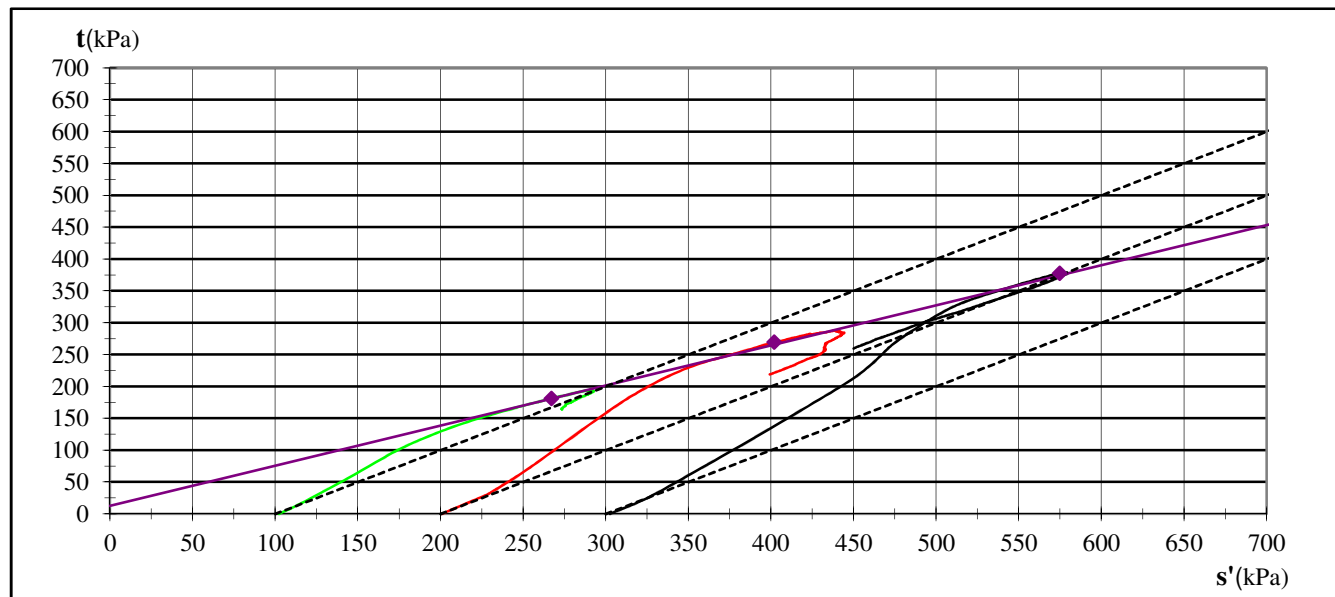
ESSAI CONSOLIDÉ NON DRAINE CU+u A L'APPAREIL TRIAXIAL RÉALISÉ CONFORMEMENT A LA NORME NF EN 17892-9

 Type d'essai : **CU+u**
 Anneau : 5kN

 Sondage : **SC103**
 Profondeur : **11,00 à 12,00m**
 Nature du sol : **Craie +/- altérée**

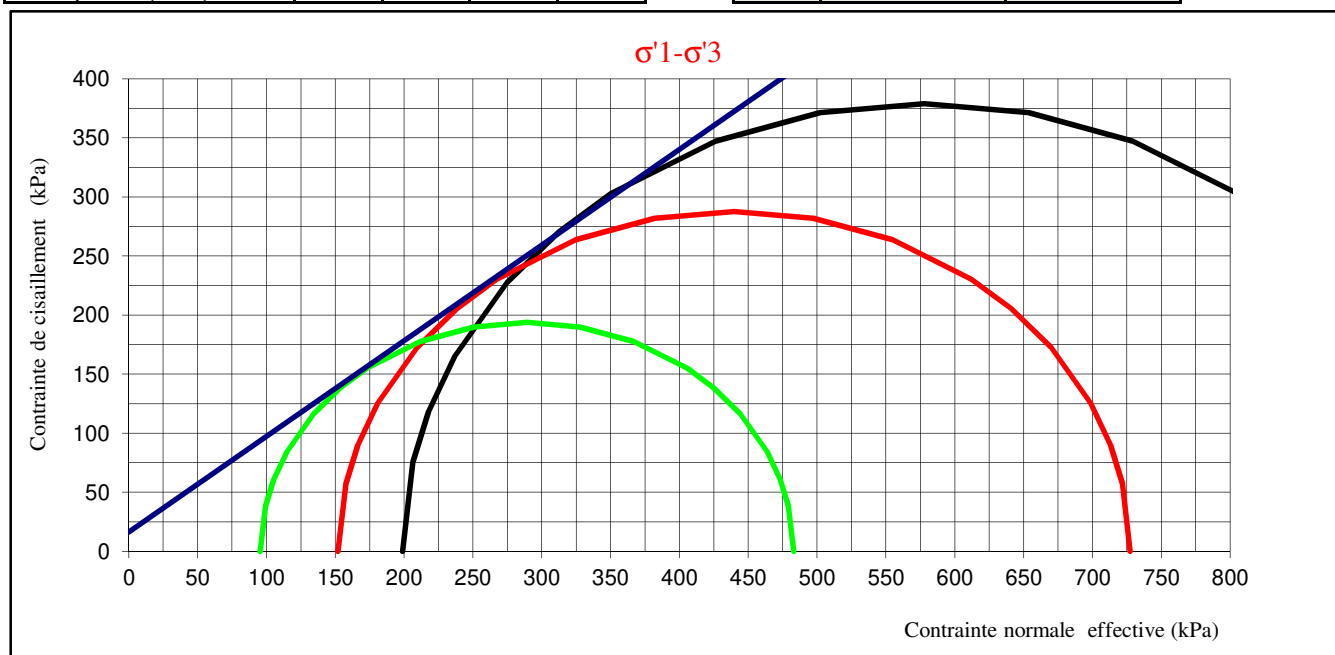
 Date de prélèvement :
 Date de l'essai : **28/03/2023**
 Opérateur : **MDm**

Chemin de contraintes



Critère de rupture	1	2	3	4
$q=(\sigma'_1-\sigma'_3)_{\max}$	578	440	289,3	
(kPa)				
t	378,9	287,7	193,8	
Déformation (%)	7,0	9,9	9,9	
Δu rupture (kPa)	101,1	47,9	4,5	

Résultats		
$C' =$	16 kPa	$\varphi' = 39^\circ$



ESSAI CONSOLIDE NON DRAINE C_u+u A L'APPAREIL TRIAXIAL REALISE CONFORMEMENT A LA NORME NF EN 17892-9

 Type d'essai : **CU+u**

 Sondage : **SC103**

Date de prélèvement :

Anneau : 5kN

 Profondeur : **11,00 à 12,00m**

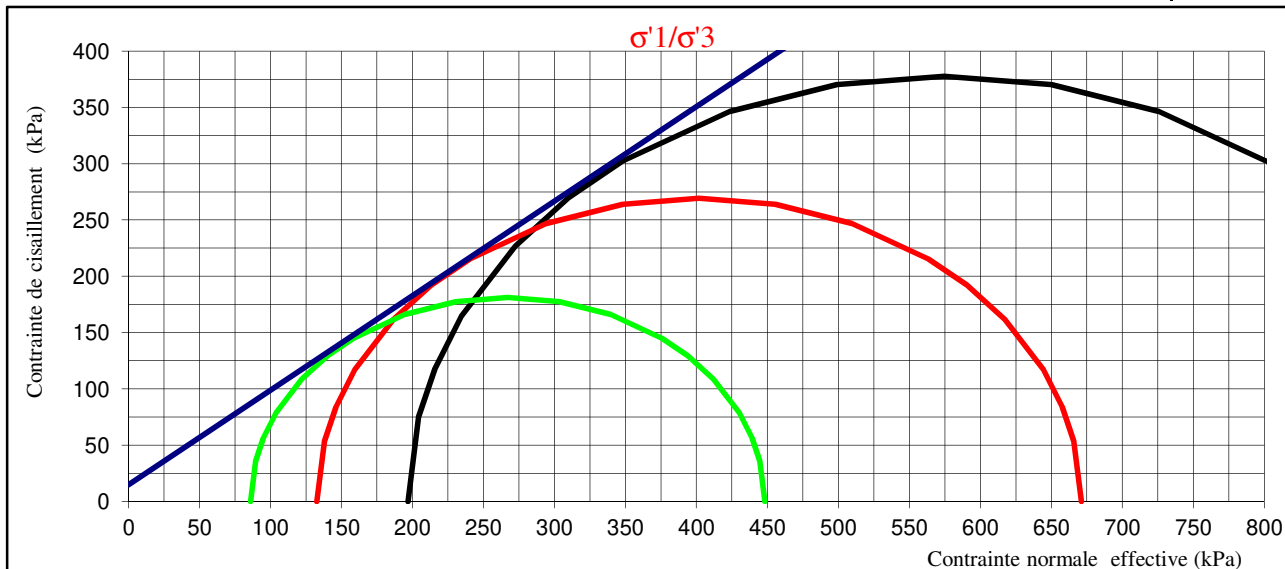
 Date de l'essai : **28/03/2023**

 Nature du sol : **Craie +/- altérée**

 Opérateur : **MDm**

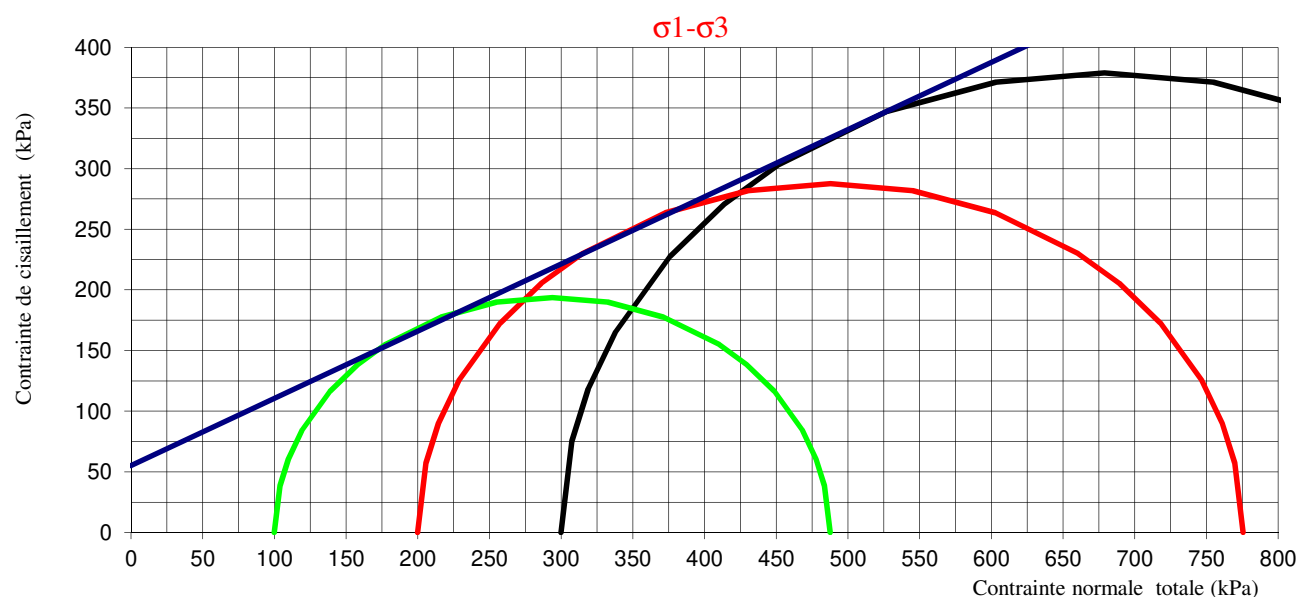
Critère de rupture		1	2	3	4
$q=(\sigma'_1/\sigma'_3)_{\max}$ (kPa)	s'	575	401,9	267,1	
	t	377,7	269,3	181,2	
Déformation (%)		6,2	4,2	4,5	
Δu rupture (kPa)		103,2	67,4	14,1	

Résultats

 $C' =$
15 kPa
 $\phi' = 40,0^\circ$


Critère de rupture		1	2	3	4
$q=(\sigma_1-\sigma_3)_{\max}$ (kPa)	s	679	487,7	293,8	
	t	378,9	287,7	193,8	
Déformation (%)		7,0	9,9	9,9	

Résultats

 $C_{cu} =$
55 kPa
 $\phi_{cu} = 29^\circ$


**ESSAI CONSOLIDÉ NON DRAÎNÉ C_{u+u} À L'APPAREIL TRIAXIAL
RÉALISÉ CONFORMEMENT À LA NORME NF EN 17892-9**

Type d'essai : **CU+u**

Sondage : **SC103**

Date de prélèvement :

Anneau : 5kN

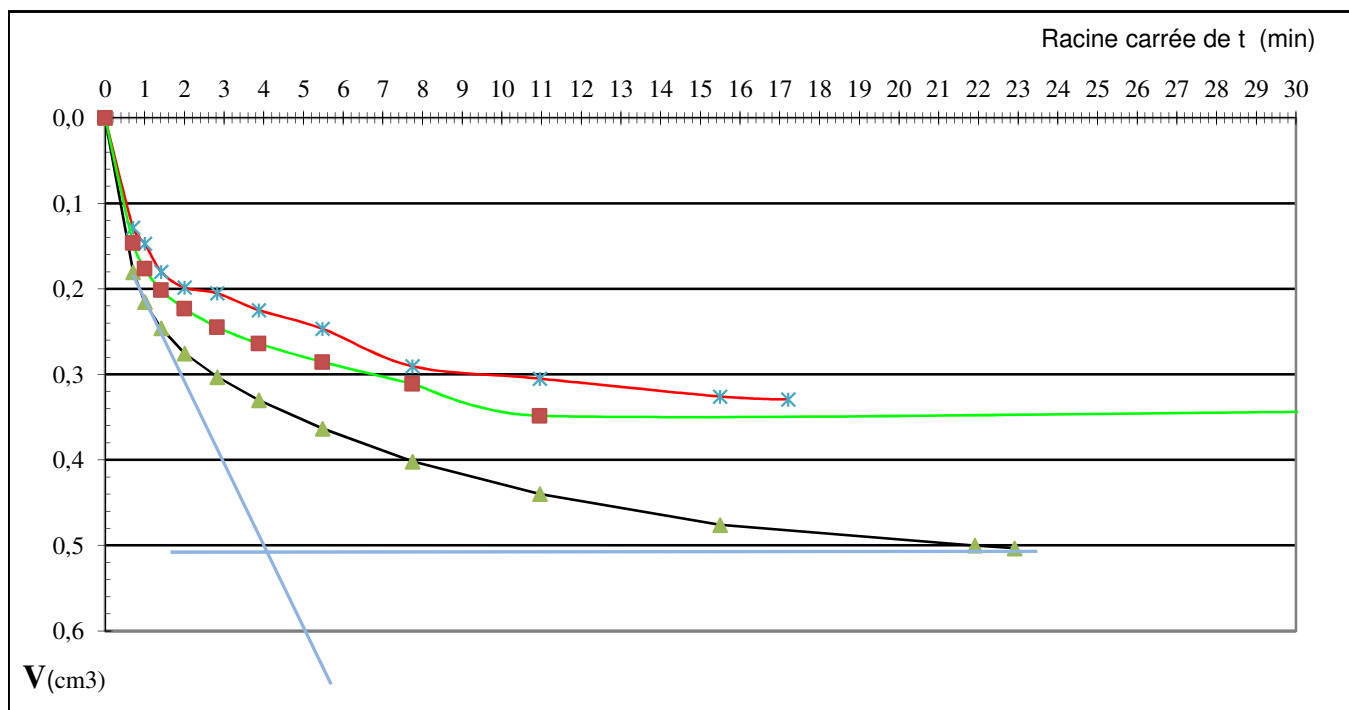
Profondeur : **11,00 à 12,00m**

Date de l'essai : **28/03/2023**

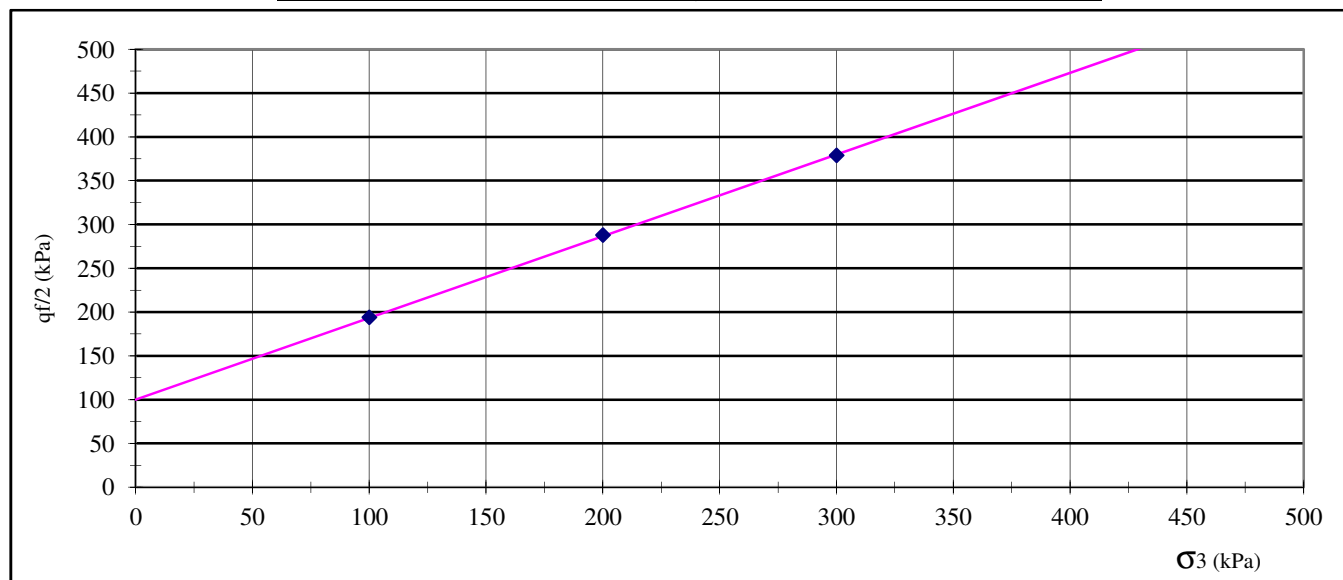
Nature du sol : **Craie +/- altérée**

Opérateur : **MDm**

Variation de volume pendant la consolidation



Variation de la cohésion non drainée en fonction de contraintes de consolidation



$\lambda_{cu} =$	0,93
$C_{uo} =$	100 kPa

Facteur d'augmentation de la cohésion non drainée en fonction de la pression de consolidation

 GÉotechnique sciences de la terre sas GEOTECHNIQUE SAS 672 rue des Mercières 69140 RILLIEUX LA PAPE	Chantier : Boulogne Billancourt	Date : 11/04/2023
	Client : GPSO	N°dossier : AMe2021-02-647
		Nos réf : PGe

ESSAI CONSOLIDE NON DRAINE C_u+u A L'APPAREIL TRIAXIAL REALISE CONFORMEMENT A LA NORME NF EN 17892-9

Type d'essai : CU+u	Sondage : SC104	Date de prélèvement :
Anneau : 5kN	Profondeur : 14,00 à 15,00m	Date de l'essai : 03/04/2023
	Nature du sol : Craie +/- altérée beige jaune	Opérateur : MDm
	$\sigma_{v0} = 287 \text{ kPa}$	$u_0 = 110 \text{ kPa}$

N°	Caractéristiques initiales des éprouvettes									Consolidation				
	H_0 (mm)	D_0 (mm)	V_0 (cm ³)	M_0 (kg)	W (%)	ρ_d (kg/m ³)	ρ_s est (kg/m ³)	S_r (%)	U_{cp} (kPa)	B	t_{100} s	V mm/mn	ΔV_s (cm ³)	ΔH_s (mm)
1	69,5	34,6	65,2	0,128	27,9%	1536	2700	99%	648	0,96	1162	0,093	0,73	0,26
2	70,0	34,5	65,3	0,132	27,9%	1583	2700	107%	650	0,96	1009	0,093	0,50	0,18
3	69,7	34,6	65,5	0,130	27,8%	1558	2700	102%	648	0,96	1270	0,093	0,51	0,18
4														

Drainage par les 2 extrémités

N°	Valeurs après consolidation						Rupture					
	H_c (mm)	D_c (mm)	M_f (kg)	W (%)	ρ_d (kg/m ³)	σ_c (kPa)	$q=(\sigma'_1-\sigma'_3)_{max}$ (kPa)	s' (kPa)	t (kPa)	$(\sigma'_1/\sigma'_3)_{max}$ (kPa)	s' (kPa)	t (kPa)
1	69,3	34,4	0,126	28,4%	1518	320	697,3	535,0	348,7	5,18	493,3	333,6
2	69,8	34,4	0,129	26,9%	1573	220	575,1	448,1	287,5	4,79	421,0	275,4
3	69,5	34,5	0,128	26,9%	1556	120	377,0	274,1	188,5	5,91	243,5	173,0
4												



Eprouvette 1
Type de rupture :
cisaillement



Eprouvette 2
Type de rupture :
cisaillement



Eprouvette 3
Type de rupture :
cisaillement

Chemin de contraintes Droite de Lambe	$C' =$ 20 kPa	$\phi' =$ 39,5 °	$\lambda_{cu} =$ 0,81

Le laboratoire : C. Bador	Observations :
------------------------------	----------------

ESSAI CONSOLIDE NON DRAINE Cu+u A L'APPAREIL TRIAXIAL REALISE CONFORMEMENT A LA NORME NF EN 17892-9

 Type d'essai : **CU+u**

 Sondage : **SC104**

Date de prélèvement :

Anneau : 5kN

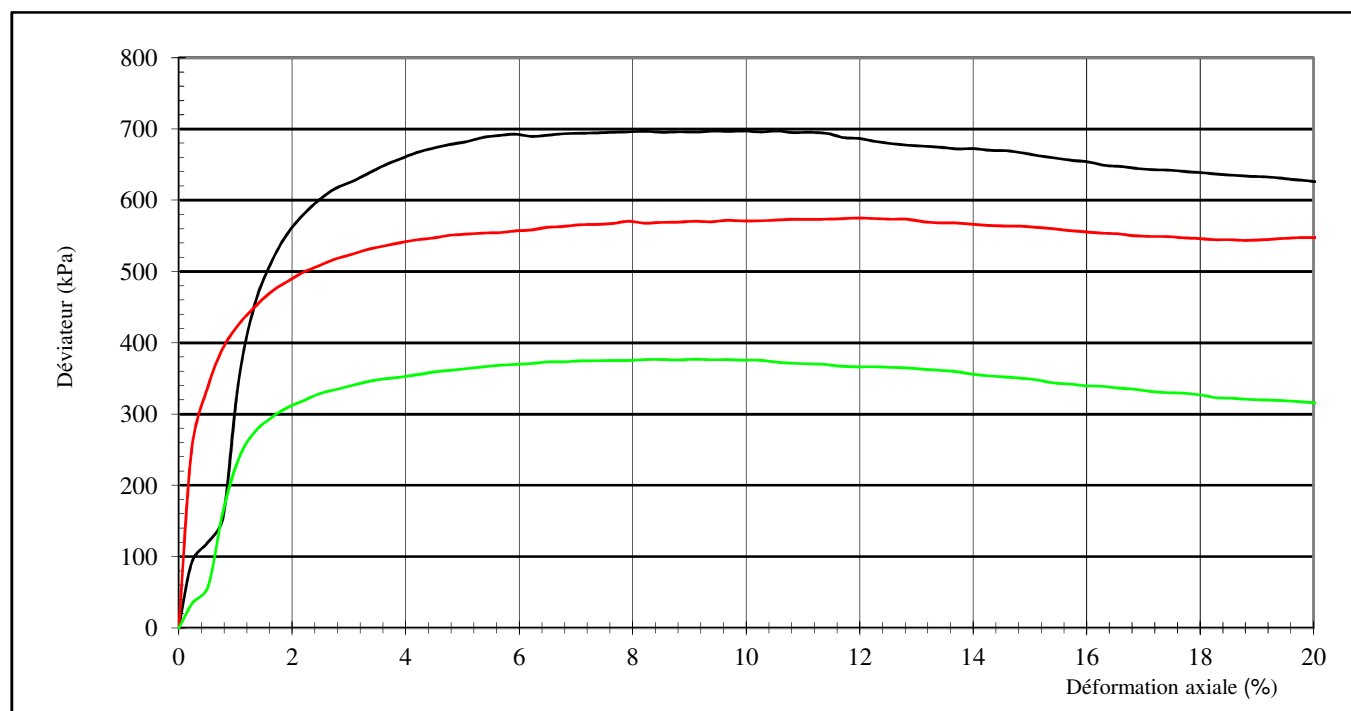
 Profondeur : **14,00 à 15,00m**

 Date de l'essai : **03/04/2023**

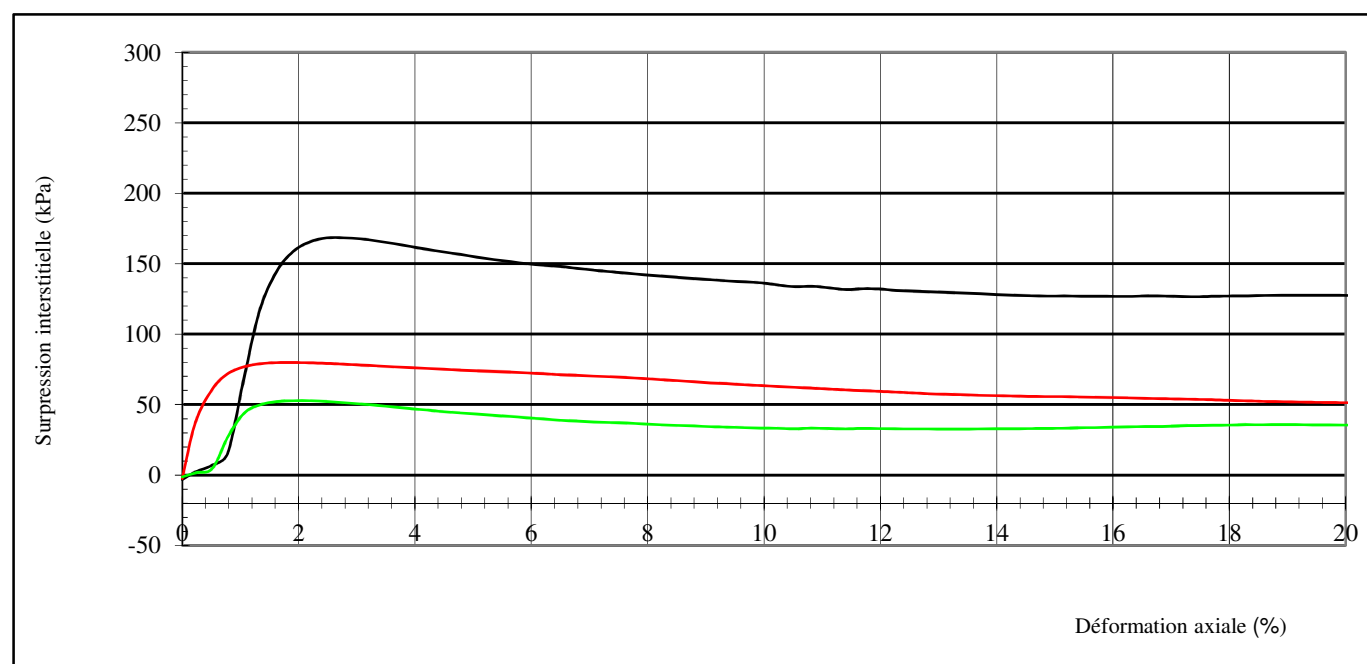
 Nature du sol : **Craie +/- altérée beige jaune**

 Opérateur : **MDm**

Contrainte déviatorique en fonction de la déformation



Courbes surpression / Déformation



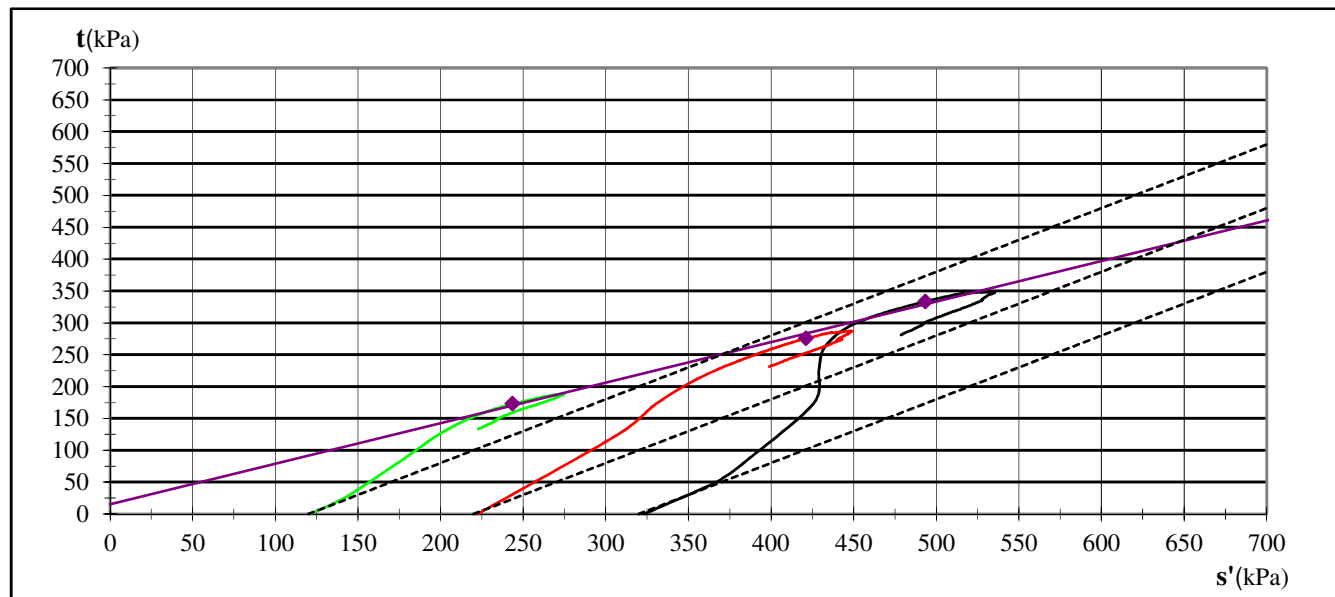
**ESSAI CONSOLIDÉ NON DRAINE CU+u A L'APPAREIL TRIAXIAL
REALISE CONFORMEMENT A LA NORME NF EN 17892-9**

Type d'essai : **CU+u**
Anneau : 5kN

Sondage : **SC104**
Profondeur : **14,00 à 15,00m**
Nature du sol : **Craie +/- altérée beige jaune**

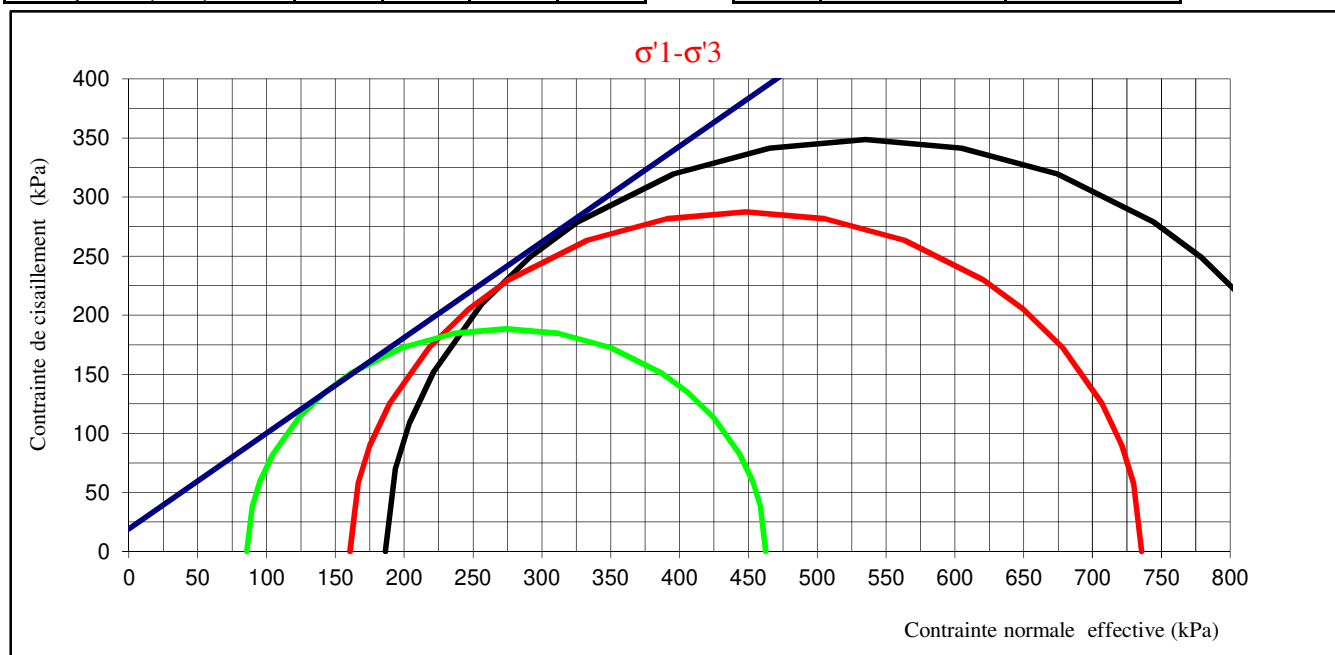
Date de prélèvement :
Date de l'essai : **03/04/2023**
Opérateur : **MDm**

Chemin de contraintes



Critère de rupture	1	2	3	4
$q=(\sigma'_1-\sigma'_3)_{\max}$	535	448	274,1	
(kPa)				
t	348,7	287,5	188,5	
Déformation (%)	10,5	12,0	9,1	
Δu rupture (kPa)	133,7	59,4	34,3	

Résultats		
$C' =$	19 kPa	$\varphi' = 39,0^\circ$



ESSAI CONSOLIDE NON DRAINE CU+u A L'APPAREIL TRIAXIAL REALISE CONFORMEMENT A LA NORME NF EN 17892-9

 Type d'essai : **CU+u**

 Sondage : **SC104**

Date de prélèvement :

Anneau : 5kN

 Profondeur : **14,00 à 15,00m**

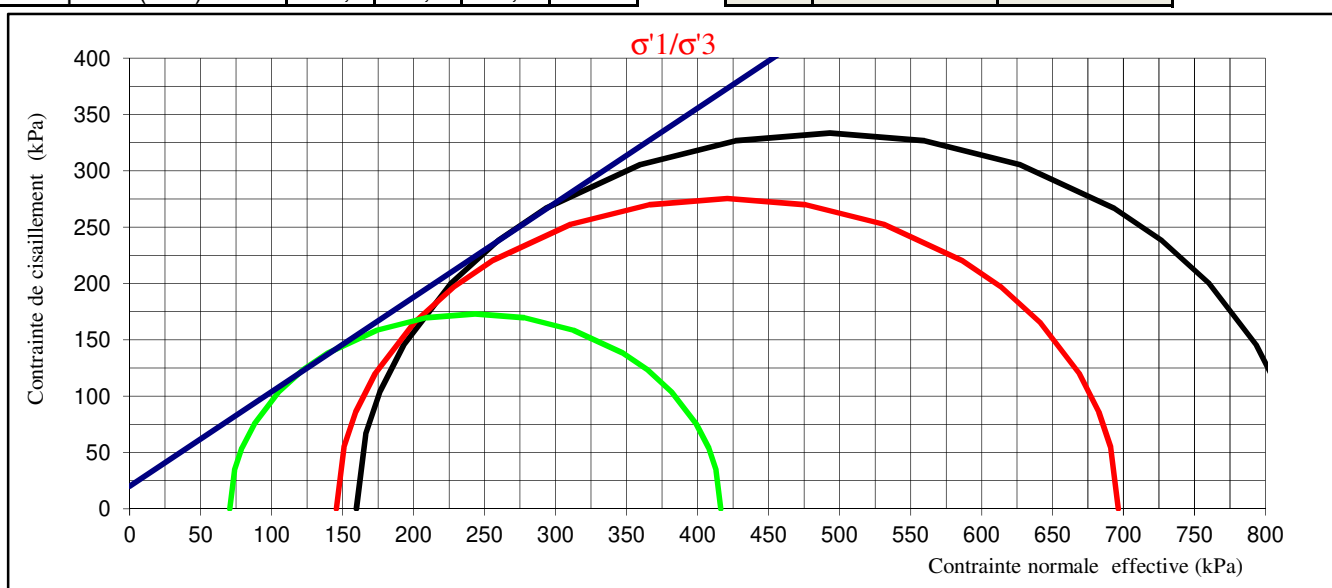
 Date de l'essai : **03/04/2023**

 Nature du sol : **Craie +/- altérée beige jaune**

 Opérateur : **MDm**

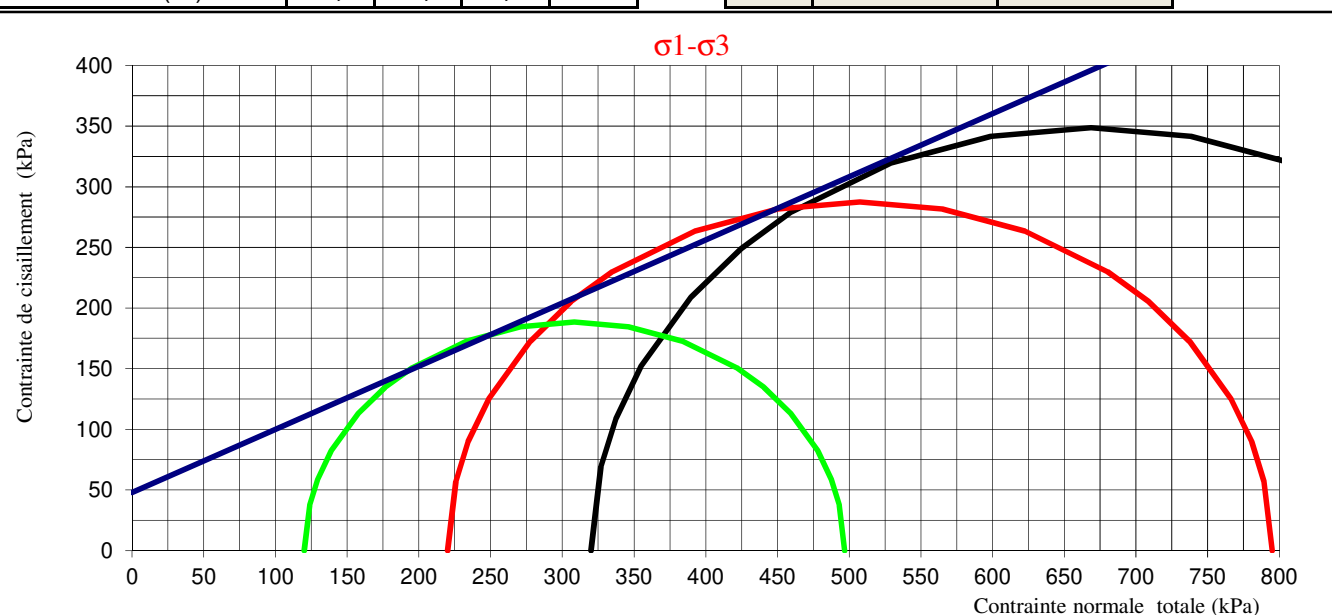
Critère de rupture	1	2	3	4
$q=(\sigma'_1/\sigma'_3)_{\max}$				
s' (kPa)	493	421,0	243,5	
t (kPa)	333,6	275,4	173,0	
Déformation (%)	4,2	4,8	3,4	
Δu rupture (kPa)	160,3	74,5	49,5	

Résultats		
$C' =$	20 kPa	$\phi' = 40^\circ$



Critère de rupture	1	2	3	4
$q=(\sigma_1-\sigma_3)_{\max}$				
s (kPa)	669	507,5	308,5	
t (kPa)	348,7	287,5	188,5	
Déformation (%)	10,5	12,0	9,1	

Résultats		
$C_{cu} =$	48 kPa	$\phi_{cu} = 27,5^\circ$



**ESSAI CONSOLIDÉ NON DRAÎNÉ C_{u+u} À L'APPAREIL TRIAXIAL
RÉALISÉ CONFORMEMENT À LA NORME NF EN 17892-9**

Type d'essai : **CU+u**

Sondage : **SC104**

Date de prélèvement :

Anneau : 5kN

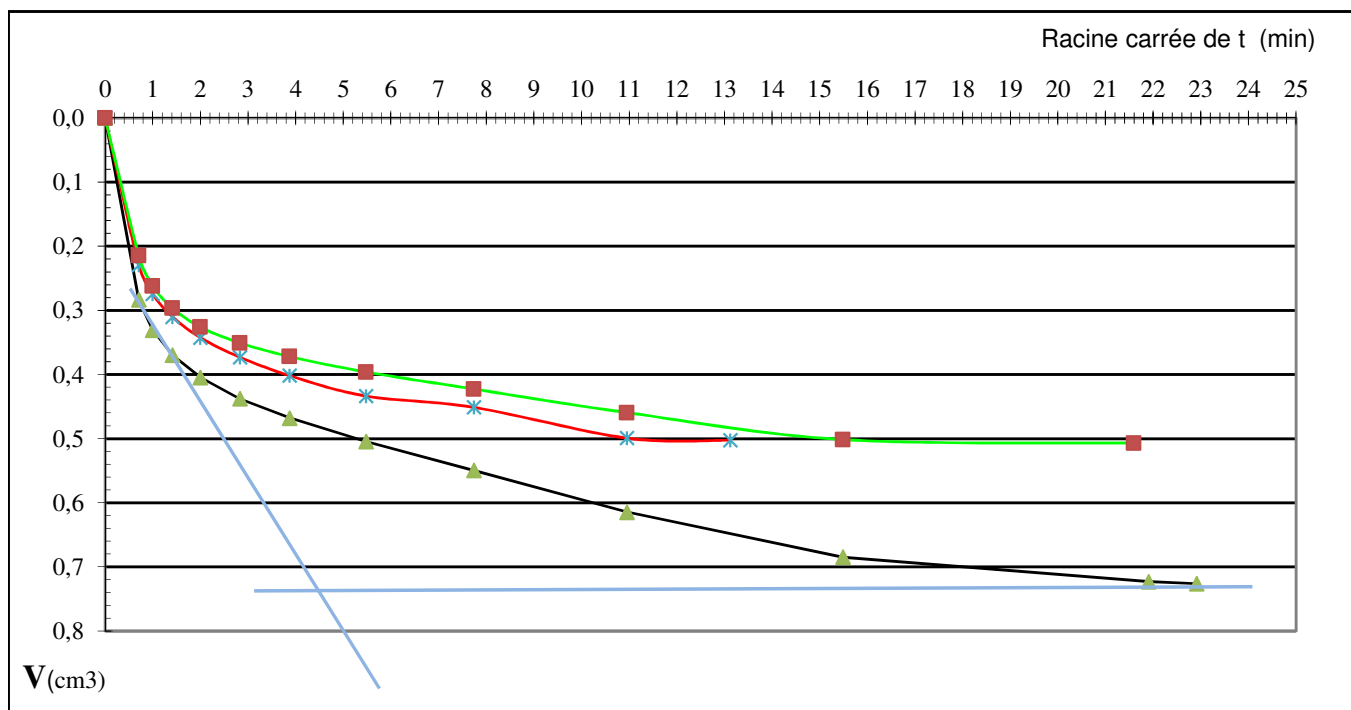
Profondeur : **14,00 à 15,00m**

Date de l'essai : **03/04/2023**

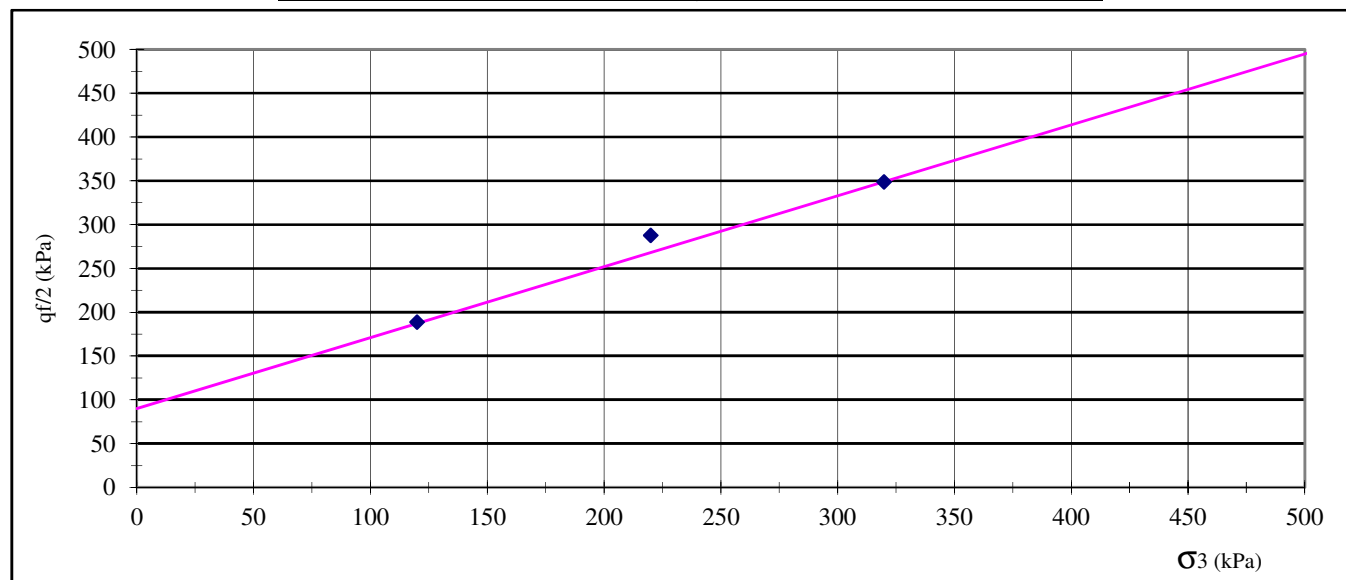
Nature du sol : **Craie +/- altérée beige jaune**

Opérateur : **MDm**

Variation de volume pendant la consolidation



Variation de la cohésion non drainée en fonction de contraintes de consolidation



$\lambda_{cu} =$	0,81	Facteur d'augmentation de la cohésion non drainée en fonction de la pression de consolidation
$C_{uo} =$	90 kPa	

Annexe 7 : **Calculs soutènements paroi moulée**

DONNEES

GENERALITES :

Système d'unités : Métrique, kN, kN/m²

Poids volumique de l'eau : 10,00 kN/m³

Pas de calcul : 0,20 m

Définition du projet : Cotes

Niveau phréatique : 26,80 m

Nombre d'itérations par phase de calcul : 100

Prise en compte moments 2 ordre : non

CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	dc [kN/m ² /m]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m ² /m]	dkh [kN/m ² /m/m]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [kN/m/m]
Remblais	38,00	19,00	9,00	28,00	0,00	0,000	0,531	0,340	3,585	0,531	0,531	0,000	0,000	10399	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Alluvions modernes	27,70	18,00	8,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,312	3,932	0,500	0,500	1,203	4,985	2460	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Alluvions anciennes	17,50	19,00	9,00	33,00	0,00	0,000	0,455	0,249	6,428	0,455	0,455	0,000	0,000	48384	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00
Craie molle	15,80	17,00	7,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,312	3,932	0,500	0,500	1,203	4,985	5692	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Craie fracturée	8,50	18,00	8,00	35,00	5,00	0,000	0,426	0,227	7,360	0,426	0,426	1,101	7,886	29426	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00
Craie rocheuse	-3,50	18,00	8,00	35,00	25,00	0,000	0,426	0,227	7,360	0,426	0,426	1,101	7,886	338773	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00

CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :

Section	z,base [m]	EI [kNm ² /m]	W [kN/m/m]
1	3,50	1666667	0,00

Cote de la tête de l'écran : z0 = 38,00 m

DONNEES

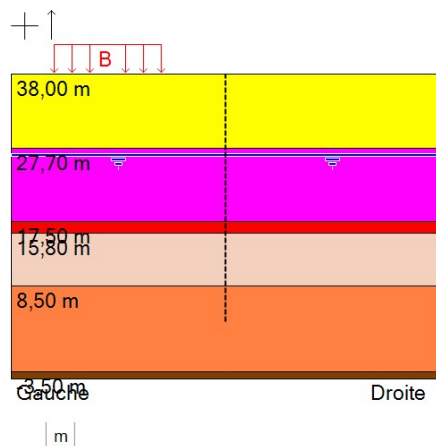
TIRANT	Phase	za [m]	K [kN/m/m]	P [kN/m]	α [°]	Lu [m]	Ls [m]
1	2	36,50	5227	250,00	15,00	22,50	15,00
2	3	32,50	3313	500,00	30,00	35,50	15,00
3	4	28,00	4356	500,00	30,00	27,00	14,00
4	5	25,00	5345	500,00	30,00	22,00	14,00
5	6	22,50	6918	500,00	30,00	17,00	14,00

SURCHARGE BOUSSINESQ	Phase	Côté	z [m]	x [m]	L [m]	αe	q [kN/m/m]
1	0	Gauche	38,00	6,00	10,00	1,000	20,00

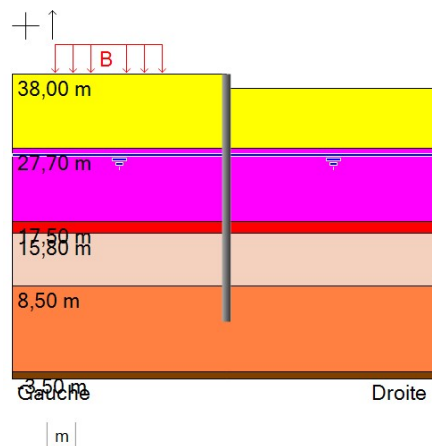
APPUI SURFACIQUE	Phase	z,inf [m]	z,sup [m]	Rs [kN/m³]	ps [kN/m/m]
1	7	20,00	20,50	320000	0
2	7	25,75	26,25	320000	0
3	7	31,50	32,00	320000	0

SYNTHESE PHASAGE

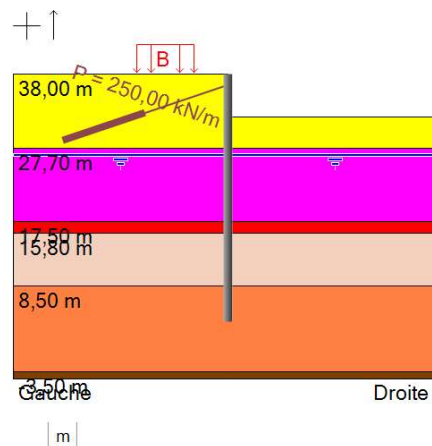
Phase initiale



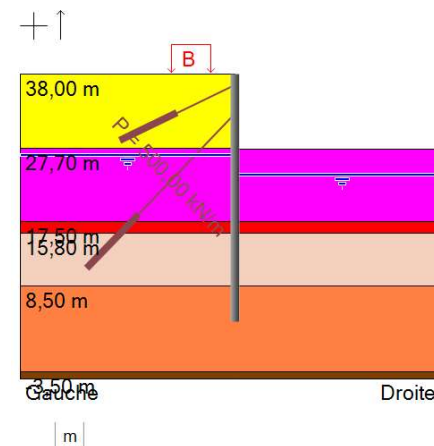
Phase 1 : Phase transitoire



Phase 2 : Phase transitoire



Phase 3 : Phase transitoire



- Surcharge de Boussinesq (côté gauche) : n°1
 $z \text{ [m]} = 38.00$
 $x \text{ [m]} = 6.00$
 $L \text{ [m]} = 10.00$
 $q \text{ [kN/m/m]} = 20.00$
 $ae = 1.000$

- Excavation (côté droit) :
 $zh \text{ [m]} = 36.00$

- Mise en place du tirant (côté gauche) : n°1
 $za \text{ [m]} = 36.50$
 $K \text{ [kN/m/m]} = 5227$
 $P \text{ [kN/m]} = 250.00$
 $\alpha \text{ [°]} = 15.00$

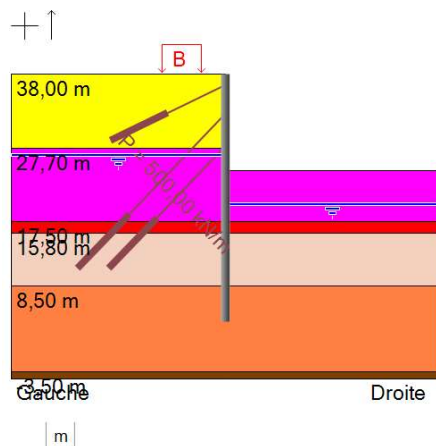
- Excavation (côté droit) :
 $zh \text{ [m]} = 32.00$

- Excavation (côté droit) :
 $zh \text{ [m]} = 27.50$
 - Action hydraulique : (droite)
 $zw \text{ [m]} = 24.00$

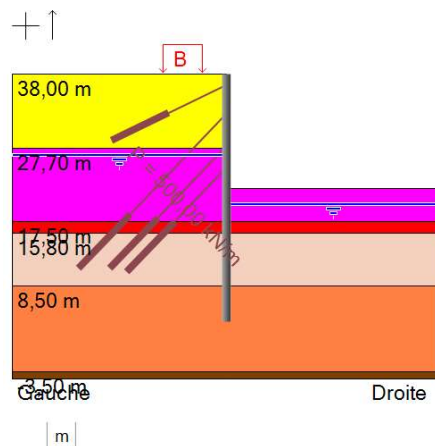
- Mise en place du tirant (côté gauche) : n°2
 $za \text{ [m]} = 32.50$
 $K \text{ [kN/m/m]} = 3313$
 $P \text{ [kN/m]} = 500.00$
 $\alpha \text{ [°]} = 30.00$

SYNTHESE PHASAGE

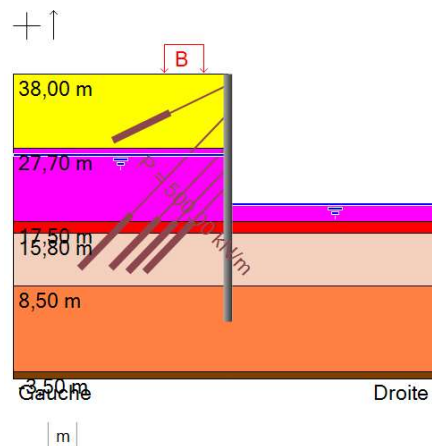
Phase 4 : Phase transitoire



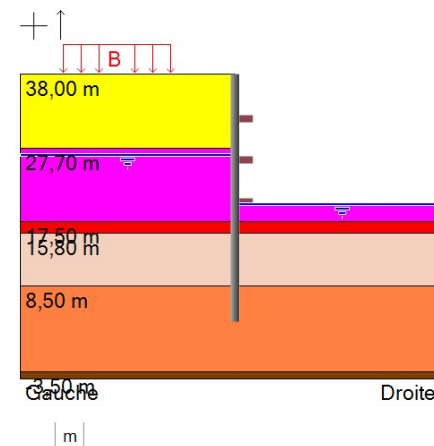
Phase 5 : Phase transitoire



Phase 6 : Phase transitoire



Phase 7 : Phase transitoire



- Excavation (côté droit) :
zh [m] = 24,50
- Action hydraulique : (droite)
zw [m] = 20,00
- Mise en place du tirant (côté gauche) : n°3
za [m] = 28,00
K [kN/m/m] = 4356
P [kN/m] = 500,00
 α [°] = 30,00

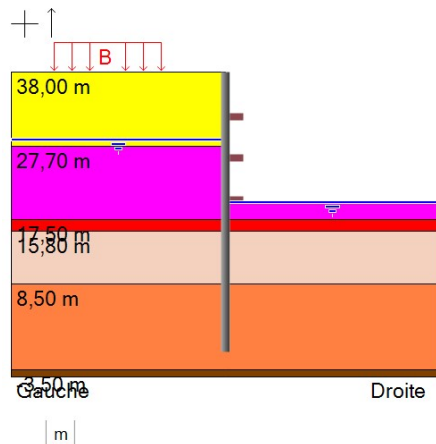
- Excavation (côté droit) :
zh [m] = 22,00
- Mise en place du tirant (côté gauche) : n°4
za [m] = 25,00
K [kN/m/m] = 5345
P [kN/m] = 500,00
 α [°] = 30,00

- Excavation (côté droit) :
zh [m] = 20,00
- Mise en place du tirant (côté gauche) : n°5
za [m] = 22,50
K [kN/m/m] = 6918
P [kN/m] = 500,00
 α [°] = 30,00

- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°1
z,sup [m] = 20,50
z,inf [m] = 20,00
Ks [kN/m²] = 320000
- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°2
z,sup [m] = 26,25
z,inf [m] = 25,75
Ks [kN/m²] = 320000
- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°3
z,sup [m] = 32,00
z,inf [m] = 31,50
Ks [kN/m²] = 320000
- Enlèvement du tirant n°2
- Enlèvement du tirant n°3
- Enlèvement du tirant n°4
- Enlèvement du tirant n°1
- Enlèvement du tirant n°5

SYNTHESE PHASAGE

Phase 8 : Phase durable



Fluage + EE

- Modification de la raideur de l'écran :
 Z1 [m] = 38,00
 Z2 [m] = -1,00
 EI [kNm²/m] = 833333
 PP [kN/m/m] = 0,00

- Action hydraulique : (gauche)
 zw [m] = 28,71

RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Déplac. en tête mm	Déplac. max mm	Moment max kNm/m	Tranch. max kN/m	Rapport butées	Tirant 1 kN/m	Tirant 2 kN/m	Tirant 3 kN/m	Tirant 4 kN/m	Tirant 5 kN/m	Appui S. 1 kN/m	Appui S. 2 kN/m	Appui S. 3 kN/m
1	1,24	2,01	117,84	67,19	9,210	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-5,91	7,71	-334,58	183,52	7,420	250,00	-	-	-	-	-	-	-
3	-12,01	16,96	-806,53	357,05	5,344	227,76	500,00	-	-	-	-	-	-
4	-11,81	17,97	-896,34	475,84	4,258	225,76	494,44	500,00	-	-	-	-	-
5	-11,21	20,55	-832,22	-383,14	3,340	226,26	490,76	490,53	500,00	-	-	-	-
6	-10,88	27,00	-1003,53	-464,50	2,536	226,54	488,74	485,44	496,37	500,00	-	-	-
7	-4,07	28,03	-803,96	-437,17	2,546	-	-	-	-	-	368,74	642,72	494,42
8	-2,00	29,78	-472,30	-390,93	2,384	-	-	-	-	-	579,83	644,21	448,96
Extrema	-12,01	29,78	-1003,53	475,84	2,384	250,00	500,00	500,00	500,00	500,00	579,83	644,21	494,42

DONNEES

GENERALITES :

Système d'unités : Métrique, kN, kN/m²

Poids volumique de l'eau : 10,00 kN/m³

Pas de calcul : 0,20 m

Définition du projet : Cotes

Niveau phréatique : 26,80 m

Nombre d'itérations par phase de calcul : 100

Prise en compte moments 2 ordre : non

CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	dc [kN/m²/m]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m²/m]	dkh [kN/m²/m/m]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [kN/m/m]
Remblais	38,00	19,00	9,00	28,00	0,00	0,000	0,531	0,340	3,585	0,531	0,531	0,000	0,000	10399	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Alluvions modernes	27,70	18,00	8,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,312	3,932	0,500	0,500	1,203	4,985	2460	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Alluvions anciennes	17,50	19,00	9,00	33,00	0,00	0,000	0,455	0,249	6,428	0,455	0,455	0,000	0,000	48384	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00
Craie molle	15,80	17,00	7,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,312	3,932	0,500	0,500	1,203	4,985	5692	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Craie fracturée	8,50	18,00	8,00	35,00	5,00	0,000	0,426	0,227	7,360	0,426	0,426	1,101	7,886	29426	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00
Craie rocheuse	-3,50	18,00	8,00	35,00	25,00	0,000	0,426	0,227	7,360	0,426	0,426	1,101	7,886	338773	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00

Valeurs de calcul des paramètres de la loi de comportement

Couche	Comportement	MISS							MEL						
		φ,d [°]	c,d [kN/m²]	dc,d [kN/m²/m]	kay,d	kpy,d	kac,d	kpc,d	φ,d [°]	c,d [kN/m²]	dc,d [kN/m²/m]	kay,d	kpy,d	kac,d	kpc,d
Remblais	Drainé	28,00	0,00	0,000	0,340	3,585	0,000	0,000	28,00	0,00	0,000	0,340	3,585	0,000	0,000
Alluvions modernes	Drainé	30,00	2,00	0,000	0,312	3,932	1,203	4,985	30,00	2,00	0,000	0,312	3,932	1,203	4,985
Alluvions anciennes	Drainé	33,00	0,00	0,000	0,249	6,428	0,000	0,000	33,00	0,00	0,000	0,249	6,428	0,000	0,000
Craie molle	Drainé	30,00	2,00	0,000	0,312	3,932	1,203	4,985	30,00	2,00	0,000	0,312	3,932	1,203	4,985
Craie fracturée	Drainé	35,00	5,00	0,000	0,227	7,360	1,101	7,886	35,00	5,00	0,000	0,227	7,360	1,101	7,886
Craie rocheuse	Drainé	35,00	25,00	0,000	0,227	7,360	1,101	7,886	35,00	25,00	0,000	0,227	7,360	1,101	7,886

CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :

Section	z,base [m]	EI [kNm²/m]	W [kN/m/m]
1	3,50	1666667	0,00

Cote de la tête de l'écran : z0 = 38,00 m

DONNEES

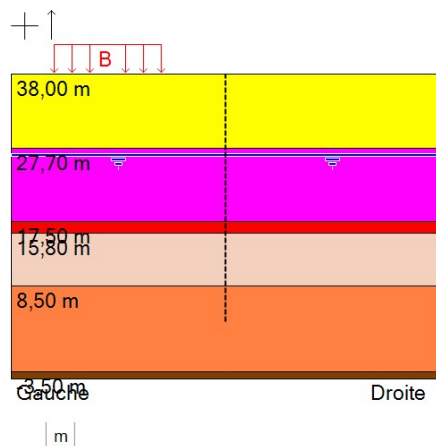
TIRANT	Phase	za [m]	K [kN/m/m]	P [kN/m]	α [°]	Lu [m]	Ls [m]
1	2	36,50	5227	250,00	15,00	22,50	15,00
2	3	32,50	3313	500,00	30,00	35,50	15,00
3	4	28,00	4356	500,00	30,00	27,00	14,00
4	5	25,00	5345	500,00	30,00	22,00	14,00
5	6	22,50	6918	500,00	30,00	17,00	14,00

SURCHARGE BOUSSINESQ	Phase	Côté	z [m]	x [m]	L [m]	αe	q [kN/m/m]	Nature
1	0	Gauche	38,00	6,00	10,00	1,000	20,00	Permanente

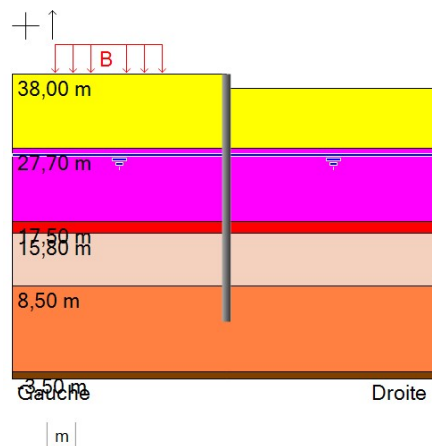
APPUI SURFACIQUE	Phase	z,inf [m]	z,sup [m]	Rs [kN/m³]	ps [kN/m/m]
1	7	20,00	20,50	320000	0
2	7	25,75	26,25	320000	0
3	7	31,50	32,00	320000	0

SYNTHESE PHASAGE

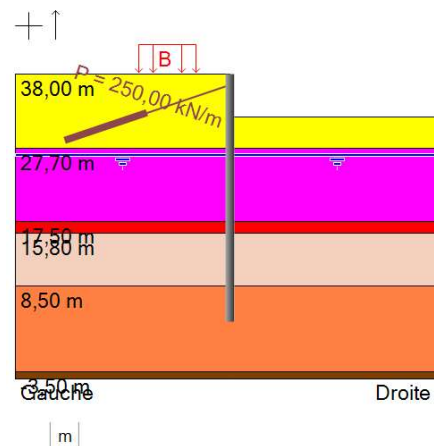
Phase initiale



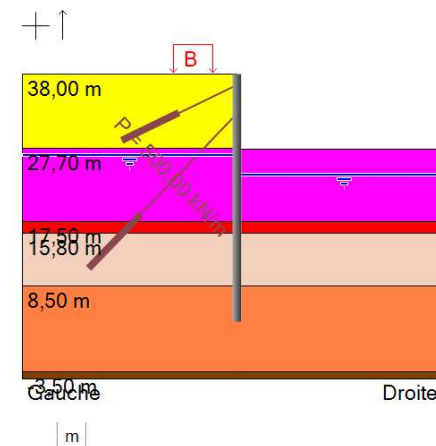
Phase 1 : Phase transitoire



Phase 2 : Phase transitoire



Phase 3 : Phase transitoire



- Surcharge de Boussinesq (côté gauche) : n°1
 $z \text{ [m]} = 38,00$
 $x \text{ [m]} = 6,00$
 $L \text{ [m]} = 10,00$
 $q \text{ [kN/m/m]} = 20,00$
 $\alpha = 1,000$
 Nature: Permanente

- Options MEL :
 Surexcavation :
 $\Delta a_{\text{gauche}} \text{ [m]} = 0,00$ $\Delta a_{\text{droite}} \text{ [m]} = 0,00$
 Méthode de calcul automatique.
 Sélection automatique du côté de la butée
 Correction automatique de l'inclinaison de contre butée.

- Excavation (côté droit) :
 $z_h \text{ [m]} = 36,00$

- Options ELU (MISS):
 Surexcavation :
 $\Delta a_{\text{gauche}} \text{ [m]} = 0,00$ $\Delta a_{\text{droite}} \text{ [m]} = 0,00$
 position zD du point d'effort tranchant null : automatique

- Mise en place du tirant (côté gauche) : n°1
 $z_a \text{ [m]} = 36,50$
 $K \text{ [kN/m/m]} = 5227$
 $P \text{ [kN/m]} = 250,00$
 $\alpha \text{ [°]} = 15,00$

- Excavation (côté droit) :
 $z_h \text{ [m]} = 32,00$

- Options ELU (MISS):
 Surexcavation :
 $\Delta a_{\text{gauche}} \text{ [m]} = 0,00$ $\Delta a_{\text{droite}} \text{ [m]} = 0,00$
 position zD du point d'effort tranchant null : automatique

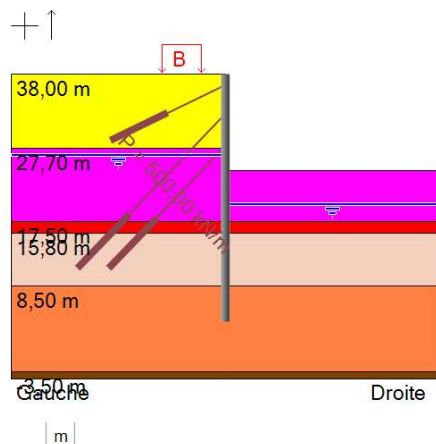
- Excavation (côté droit) :
 $z_h \text{ [m]} = 27,50$

- Action hydraulique : (droite)
 $z_w \text{ [m]} = 24,00$

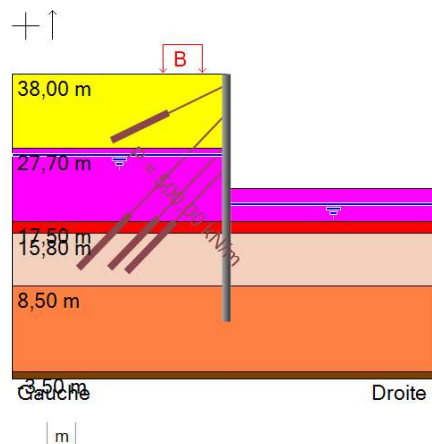
- Mise en place du tirant (côté gauche) : n°2
 $z_a \text{ [m]} = 32,50$
 $K \text{ [kN/m/m]} = 3313$
 $P \text{ [kN/m]} = 500,00$
 $\alpha \text{ [°]} = 30,00$

SYNTHESE PHASAGE

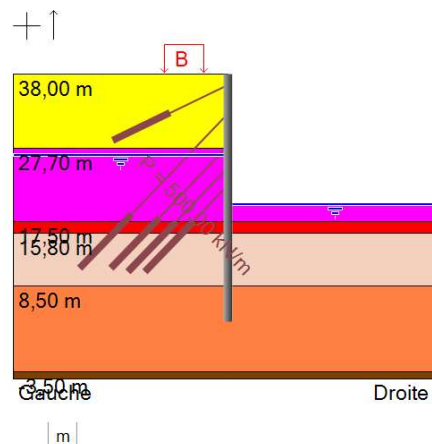
Phase 4 : Phase transitoire



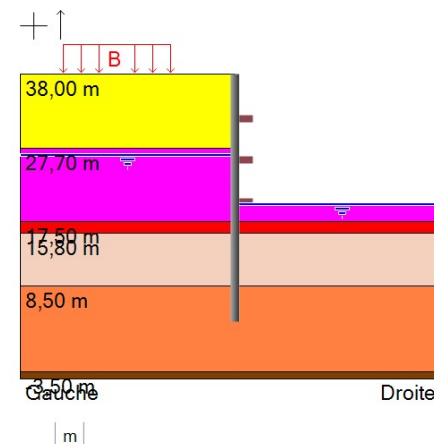
Phase 5 : Phase transitoire



Phase 6 : Phase transitoire



Phase 7 : Phase transitoire



- Options ELU (MISS):

Surexcavation :

$\Delta a_{\text{gauche}} [m] = 0,00$ $\Delta a_{\text{droite}} [m] = 0,00$
position zD du point d'effort tranchant null : automatique

- Excavation (côté droit) :

zh [m] = 24,50

- Action hydraulique : (droite)

zw [m] = 20,00

- Mise en place du tirant (côté gauche) : n°3

za [m] = 28,00
K [kN/m/m] = 4356
P [kN/m] = 500,00
 $\alpha [^\circ] = 30,00$

- Options ELU (MISS):

Surexcavation :

$\Delta a_{\text{gauche}} [m] = 0,00$ $\Delta a_{\text{droite}} [m] = 0,00$
position zD du point d'effort tranchant null : automatique

- Excavation (côté droit) :

zh [m] = 22,00

- Mise en place du tirant (côté gauche) : n°4

za [m] = 25,00
K [kN/m/m] = 5345
P [kN/m] = 500,00
 $\alpha [^\circ] = 30,00$

- Options ELU (MISS):

Surexcavation :

$\Delta a_{\text{gauche}} [m] = 0,00$ $\Delta a_{\text{droite}} [m] = 0,00$
position zD du point d'effort tranchant null : automatique

- Excavation (côté droit) :

zh [m] = 20,00

- Mise en place du tirant (côté gauche) : n°5

za [m] = 22,50
K [kN/m/m] = 6918
P [kN/m] = 500,00
 $\alpha [^\circ] = 30,00$

- Options ELU (MISS):

Surexcavation :

$\Delta a_{\text{gauche}} [m] = 0,00$ $\Delta a_{\text{droite}} [m] = 0,00$
position zD du point d'effort tranchant null : automatique

- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°1

z,sup [m] = 20,50
z,inf [m] = 20,00
Ks [kN/m³] = 320000

- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°2

z,sup [m] = 26,25
z,inf [m] = 25,75
Ks [kN/m³] = 320000

- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°3

z,sup [m] = 32,00
z,inf [m] = 31,50
Ks [kN/m³] = 320000

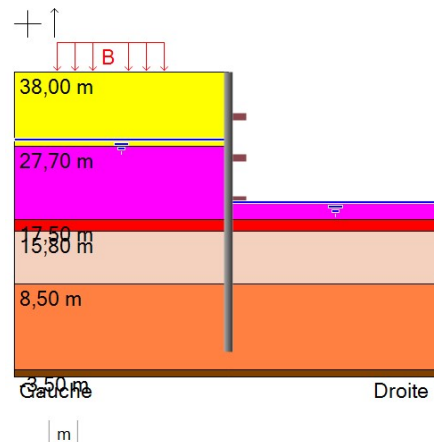
- Enlèvement du tirant n°2

- Enlèvement du tirant n°3

- Enlèvement du tirant n°4

SYNTHESE PHASAGE

Phase 8 : Phase durable



Fluage + EE

- Enlèvement du tirant n°1
- Enlèvement du tirant n°5

- Options ELU (MISS):
Surexcavation :
 $\Delta a, \text{gauche [m]} = 0,00$ $\Delta a, \text{droite [m]} = 0,00$
position zD du point d'effort tranchant null : automatique
- Modification de la raideur de l'écran :
Z1 [m] = 38,00
Z2 [m] = -1,00
EI [kNm²/m] = 833333
PP [kN/m/m] = 0,00
- Action hydraulique : (gauche)
zw [m] = 28,71

RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Type Vérif.	M,d max kNm/m	V,d max kN/m	Tirant 1 kN/m	Tirant 2 kN/m	Tirant 3 kN/m	Tirant 4 kN/m	Tirant 5 kN/m	Appui S. 1 kN/m	Appui S. 2 kN/m	Appui S. 3 kN/m
1	MEL	509,25	-84,26	-	-	-	-	-	-	-	-
2	MISS	-451,68	247,75	337,50	-	-	-	-	-	-	-
3	MISS	-1088,82	482,02	307,48	675,00	-	-	-	-	-	-
4	MISS	-1210,05	642,38	304,77	667,49	675,00	-	-	-	-	-
5	MISS	-1123,49	-517,24	305,45	662,53	662,22	675,00	-	-	-	-
6	MISS	-1354,77	-627,07	305,83	659,80	655,35	670,10	675,00	-	-	-
7	MISS	-1085,34	-590,18	-	-	-	-	-	497,80	867,67	667,47
8	MISS	-637,61	-527,75	-	-	-	-	-	782,77	869,68	606,10
Extrema	-	-1354,77	642,38	337,50	675,00	675,00	675,00	675,00	782,77	869,68	667,47



v.4.0.28

AFFAIRE 2021-02-647

RUE DE L'ABREUVOIR

RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. kN/m	Vérif. Kranz
1	OK	926,71	-
2	OK	-19,89	OK
3	OK	129,37	OK
4	OK	206,39	OK
5	OK	593,37	OK
6	OK	997,65	OK
7	OK	-287,74	OK
8	OK	-409,50	OK
Extrema	-	-	-



Calcul réalisé par : GEOTECHNIQUE SAS

Vérifications

COEFFICIENTS PARTIELS - Approche 2 (EC7 - NF P94-282)

Actions		
Sol - Eau - Ecran	MISS	MEL
poussée limite du sol (Ypa)	1,00	1,35
pression d'eau (Ypw)	1,00	1,35
poids propre de l'écran (YW)	1,00	1,35

Actions		
Sucharges appliquée sur le sol et l'écran	MISS	MEL
Sol - permanente (YG)	1,00	1,00
Sol - variable (YQ)	1,11	1,11
Ecran - permanente favorable (YG,inf)	1,00	1,00
Ecran - permanente défavorable (YG,sup)	1,00	1,35
Ecran - variable défavorable (YQ,sup)	1,11	1,50

Paramètre de résistance		
Paramètres du sol	MISS	MEL
Cohésion effective (Yc')	1,00	1,00
Angle de frot. effectif (Yφ')	1,00	1,00
Cohesion non drainée (Ycu')	1,00	1,00

-		
	MISS	MEL
Butée limite - phase durable (Ypb,D)	1,40	1,40
Butée limite - phase transitoire (Ypb,T)	1,10	1,10
Résistance des appuis (Yanc)	1,00	-
Effort déstabilisant (Ykrz)	1,10	-

Efforts, sollicitations et butée mobilisée : YE = 1,35

Méthode de référence pour le recalcul de ka/kp : Kérisel

RESULTATS DES VERIFICATIONS

PHASE 1 - Transitoire

L'écran est considéré en console (autostable).

La méthode D a été utilisée pour cette phase.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :**Vérification de la hauteur de fiche :**

Point de pression nulle : z0 = 35,63 m

Point de moment nul : zc = 33,65 m

Côte du pied de l'écran : zp = 3,50 m

f0 = z0 - zc = 1,98 m

fb = z0 - zp = 32,13 m

fb / f0 = 16,240 (≥ 1,2)**Vérification de la contre-butée :**

Point de transition :

zn = 35,27 m

Contre-butée nécessaire à l'équilibre des efforts horizontaux :

Ct,d = 79,58 kN/m

Contre-butée mobilisable sous zn :

Cm,d = 16296,26 kN/m

Facteur de mobilisation :

α = 0,139

Cm,d ≥ Ct,d**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.****PHASE 2 - Transitoire**

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : Bt,k = 3216,34 kN/m

Valeur de calcul : Bt,d = 4342,05 kN/m

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : Bm,k = 23864,17 kN/m

Valeur de calcul : Bm,d = 21694,70 kN/m

Bt,d < Bm,d**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.****Vérification du massif d'ancrage : Kranz**

Liste des situations étudiées :

Situation n° 1 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 337,50 kN/m; Tdsb,d = 1080,63 kN/m OK

La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.**PHASE 3 - Transitoire**

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : Bt,k = 3050,70 kN/m

Valeur de calcul : Bt,d = 4118,44 kN/m

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : Bm,k = 16303,04 kN/m

Valeur de calcul : Bm,d = 14820,95 kN/m

Bt,d < Bm,d**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.****Vérification du massif d'ancrage : Kranz**

Liste des situations étudiées :

Situation n° 1 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 307,48 kN/m; Tdsb,d = 806,74 kN/m OK

Situation n° 2 : Nb de tirants : 2; Tref,d = 975,25 kN/m; Tdsb,d = 4023,03 kN/m OK

La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.**PHASE 4 - Transitoire**

Vérifications

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : $Bt,k = 3312,70 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul : $Bt,d = 4472,15 \text{ kN/m}$

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : $Bm,k = 14106,07 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul : $Bm,d = 12823,70 \text{ kN/m}$

$Bt,d < Bm,d$

Le défaut de butée est justifié pour cette phase.

Vérification du massif d'ancrage : Kranz

Liste des situations étudiées :

Situation n° 1 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 304,77 kN/m; Tdsb,d = 804,57 kN/m OK

Situation n° 2 : Nb de tirants : 3; Tref,d = 1638,78 kN/m; Tdsb,d = 4039,25 kN/m OK

Situation n° 3 : Nb de tirants : 2; Tref,d = 972,59 kN/m; Tdsb,d = 2911,63 kN/m OK

La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.

PHASE 5 - Transitoire

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : $Bt,k = 2881,90 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul : $Bt,d = 3890,57 \text{ kN/m}$

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : $Bm,k = 9624,33 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul : $Bm,d = 8749,39 \text{ kN/m}$

$Bt,d < Bm,d$

Le défaut de butée est justifié pour cette phase.

Vérification du massif d'ancrage : Kranz

Liste des situations étudiées :

Situation n° 1 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 305,45 kN/m; Tdsb,d = 814,41 kN/m OK

Situation n° 2 : Nb de tirants : 4; Tref,d = 2296,15 kN/m; Tdsb,d = 4067,30 kN/m OK

Situation n° 3 : Nb de tirants : 3; Tref,d = 1634,18 kN/m; Tdsb,d = 2968,65 kN/m OK

Situation n° 4 : Nb de tirants : 3; Tref,d = 1051,25 kN/m; Tdsb,d = 2405,36 kN/m OK

La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.

PHASE 6 - Transitoire

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : $Bt,k = 2506,78 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul : $Bt,d = 3384,15 \text{ kN/m}$

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : $Bm,k = 6357,44 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul : $Bm,d = 5779,49 \text{ kN/m}$

$Bt,d < Bm,d$

Le défaut de butée est justifié pour cette phase.

Vérification du massif d'ancrage : Kranz

Liste des situations étudiées :

Situation n° 1 : Nb de tirants : 2; Tref,d = 372,13 kN/m; Tdsb,d = 890,26 kN/m OK

Situation n° 2 : Nb de tirants : 5; Tref,d = 2956,72 kN/m; Tdsb,d = 4119,66 kN/m OK

Situation n° 3 : Nb de tirants : 4; Tref,d = 2297,22 kN/m; Tdsb,d = 3034,02 kN/m OK

Situation n° 4 : Nb de tirants : 4; Tref,d = 1719,16 kN/m; Tdsb,d = 2476,83 kN/m OK

Situation n° 5 : Nb de tirants : 3; Tref,d = 875,98 kN/m; Tdsb,d = 1862,74 kN/m OK

La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.

PHASE 7 - Transitoire

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : $Bt,k = 2497,07 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul : $Bt,d = 3371,04 \text{ kN/m}$

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : $Bm,k = 6357,44 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul : $Bm,d = 5779,49 \text{ kN/m}$

$Bt,d < Bm,d$

Le défaut de butée est justifié pour cette phase.

Vérification du massif d'ancrage : Kranz

Liste des situations étudiées :

Situation n° 1 : Nb de tirants : 2; Tref,d = 0,00 kN/m; Tdsb,d = 379,93 kN/m OK

Situation n° 2 : Nb de tirants : 5; Tref,d = 0,00 kN/m; Tdsb,d = 3764,04 kN/m OK

Situation n° 3 : Nb de tirants : 4; Tref,d = 0,00 kN/m; Tdsb,d = 2577,29 kN/m OK

Situation n° 4 : Nb de tirants : 4; Tref,d = 0,00 kN/m; Tdsb,d = 1977,62 kN/m OK

Situation n° 5 : Nb de tirants : 3; Tref,d = 0,00 kN/m; Tdsb,d = 1291,15 kN/m OK

La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.

PHASE 8 - Durable

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Vérifications

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : $B_{t,k} = 2666,37 \text{ kN/m}$ Valeur de calcul : $B_{t,d} = 3599,60 \text{ kN/m}$

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : $B_{m,k} = 6357,44 \text{ kN/m}$ Valeur de calcul : $B_{m,d} = 4541,03 \text{ kN/m}$ **$B_{t,d} < B_{m,d}$** **Le défaut de butée est justifié pour cette phase.****Vérification du massif d'ancrage : Kranz**

Liste des situations étudiées :

Situation n° 1 : Nb de tirants : 2; $T_{ref,d} = 0,00 \text{ kN/m}$; $T_{dsb,d} = 325,25 \text{ kN/m}$ OKSituation n° 2 : Nb de tirants : 5; $T_{ref,d} = 0,00 \text{ kN/m}$; $T_{dsb,d} = 3500,80 \text{ kN/m}$ OKSituation n° 3 : Nb de tirants : 4; $T_{ref,d} = 0,00 \text{ kN/m}$; $T_{dsb,d} = 2373,53 \text{ kN/m}$ OKSituation n° 4 : Nb de tirants : 4; $T_{ref,d} = 0,00 \text{ kN/m}$; $T_{dsb,d} = 1805,89 \text{ kN/m}$ OKSituation n° 5 : Nb de tirants : 3; $T_{ref,d} = 0,00 \text{ kN/m}$; $T_{dsb,d} = 1159,67 \text{ kN/m}$ OK**La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.**

setec

Calcul réalisé par : GEOTECHNIQUE SAS

DONNEES

GENERALITES :

Système d'unités :	Métrique, kN, kN/m²	Niveau phréatique :	26,80 m
Poids volumique de l'eau :	10,00 kN/m³	Nombre d'itérations par phase de calcul :	100
Pas de calcul :	0,20 m	Prise en compte moments 2 ordre :	non
Définition du projet :	Cotes		

CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	dc [kN/m²/m]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m²/m]	dkh [kN/m²/m/m]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [kN/m/m]
Remblais	36,00	19,00	9,00	28,00	0,00	0,000	0,531	0,340	3,585	0,531	0,531	0,000	0,000	7958	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Alluvions modernes	28,20	18,00	8,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,312	3,932	0,500	0,500	1,203	4,985	1245	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Alluvions anciennes	26,90	19,00	9,00	33,00	0,00	0,000	0,455	0,249	6,428	0,455	0,455	0,000	0,000	111435	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00
Craie molle	17,20	17,00	7,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,312	3,932	0,500	0,500	1,203	4,985	11678	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Craie fracturée	8,40	18,00	8,00	35,00	5,00	0,000	0,426	0,227	7,360	0,426	0,426	1,101	7,886	37872	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00
Craie rocheuse	-5,00	18,00	8,00	35,00	25,00	0,000	0,426	0,227	7,360	0,426	0,426	1,101	7,886	338773	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00

CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :

Section	z,base [m]	EI [kNm²/m]	W [kN/m/m]
1	3,50	1666667	0,00

Cote de la tête de l'écran : z0 = 32,00 m

DONNEES

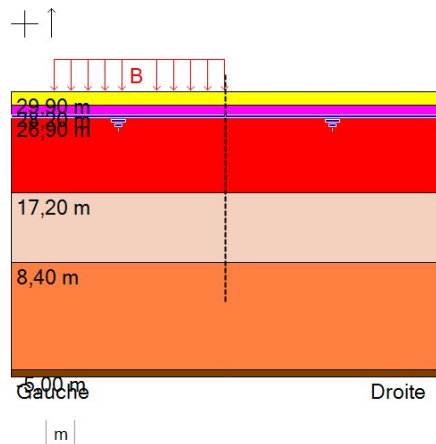
TIRANT	Phase	za [m]	K [kN/m/m]	P [kN/m]	α [°]	Lu [m]	Ls [m]
1	2	29,00	3675	100,00	20,00	24,00	8,00
2	3	26,00	3675	100,00	20,00	24,00	8,00
3	4	23,00	4900	100,00	20,00	18,00	8,00

SURCHARGE BOUSSINESQ	Phase	Côté	z [m]	x [m]	L [m]	αe	q [kN/m/m]
1	0	Gauche	29,90	0,10	18,00	1,000	50,00

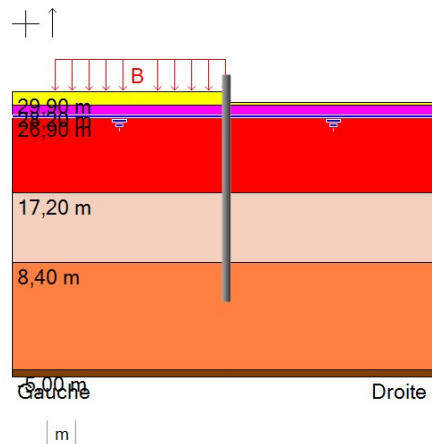
APPUI SURFACIQUE	Phase	z,inf [m]	z,sup [m]	Rs [kN/m³]	ps [kN/m/m]
1	5	20,00	20,50	320000	0
2	5	25,75	26,25	320000	0
3	5	31,50	32,00	320000	0

SYNTHESE PHASAGE

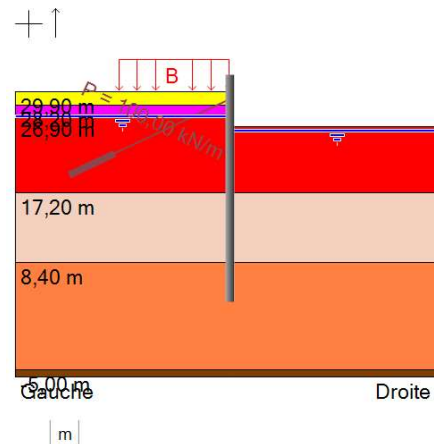
Phase initiale



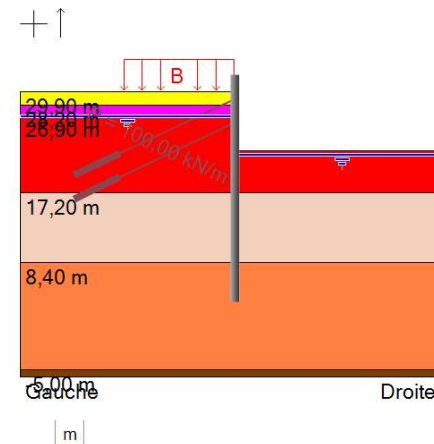
Phase 1 : Phase transitoire



Phase 2 : Phase transitoire



Phase 3 : Phase transitoire



- Excavation (côté gauche) :
zh [m] = 29,90
- Excavation (côté droit) :
zh [m] = 29,90
- Surcharge de Boussinesq (côté gauche) : n°1
z [m] = 29,90
x [m] = 0,10
L [m] = 18,00
q [kN/m/m] = 50,00
ae = 1,000

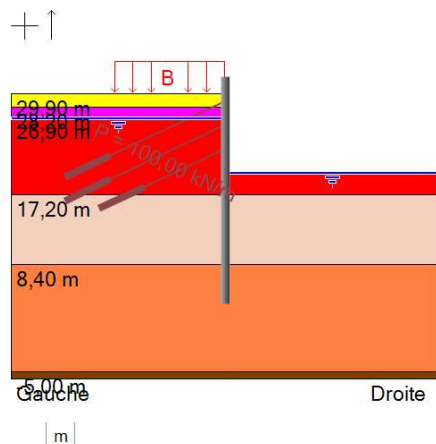
- Excavation (côté droit) :
zh [m] = 28,50

- Excavation (côté droit) :
zh [m] = 25,50
- Mise en place du tirant (côté gauche) : n°1
za [m] = 29,00
K [kN/m/m] = 3675
P [kN/m] = 100,00
 α [°] = 20,00
- Action hydraulique : (droite)
zw [m] = 25,00

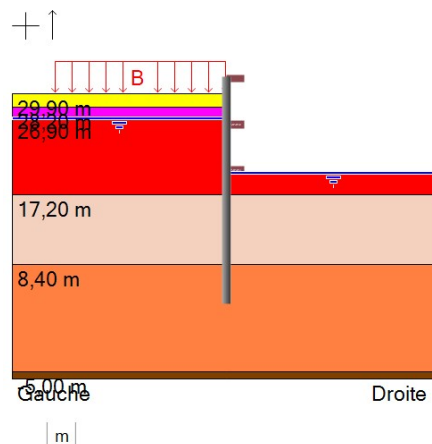
- Excavation (côté droit) :
zh [m] = 22,50
- Action hydraulique : (droite)
zw [m] = 22,00
- Mise en place du tirant (côté gauche) : n°2
za [m] = 26,00
K [kN/m/m] = 3675
P [kN/m] = 100,00
 α [°] = 20,00

SYNTHESE PHASAGE

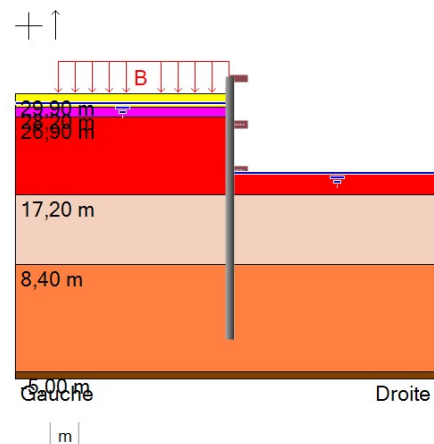
Phase 4 : Phase transitoire



Phase 5 : Phase transitoire



Phase 6 : Phase durable



Fluage + EE

- Excavation (côté droit) :
zh [m] = 20,00
- Mise en place du tirant (côté gauche) : n°3
za [m] = 23,00
K [kN/m/m] = 4900
P [kN/m] = 100,00
 α [°] = 20,00
- Action hydraulique : (droite)
zw [m] = 20,00

- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°1
z,sup [m] = 20,50
z,inf [m] = 20,00
Ks [kN/m³] = 320000
- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°2
z,sup [m] = 26,25
z,inf [m] = 25,75
Ks [kN/m³] = 320000
- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°3
z,sup [m] = 32,00
z,inf [m] = 31,50
Ks [kN/m³] = 320000
- Enlèvement du tirant n°1
- Enlèvement du tirant n°2
- Enlèvement du tirant n°3

- Modification de la raideur de l'écran :
Z1 [m] = 32,00
Z2 [m] = -1,00
EI [kNm²/m] = 833333
PP [kN/m/m] = 0,00
- Action hydraulique : (gauche)
zw [m] = 28,71

RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Déplac. en tête mm	Déplac. max mm	Moment max kNm/m	Tranch. max kN/m	Rapport butées	Tirant 1 kN/m	Tirant 2 kN/m	Tirant 3 kN/m	Appui S. 1 kN/m	Appui S. 2 kN/m	Appui S. 3 kN/m
1	1,92	1,92	114,94	53,10	9,654	-	-	-	-	-	-
2	0,75	1,66	-131,21	-91,50	7,028	100,00	-	-	-	-	-
3	0,74	3,15	277,46	-172,05	4,486	102,00	100,00	-	-	-	-
4	10,70	23,69	-825,94	-205,35	3,017	151,71	164,53	100,00	-	-	-
5	11,12	24,65	-831,39	-219,05	3,024	-	-	-	81,97	237,49	82,05
6	10,84	25,99	-537,18	-234,18	2,867	-	-	-	261,97	321,62	40,83
Extrema	11,12	25,99	-831,39	-234,18	2,867	151,71	164,53	100,00	261,97	321,62	82,05

DONNEES

GENERALITES :

Système d'unités : Métrique, kN, kN/m²
 Poids volumique de l'eau : 10,00 kN/m³
 Pas de calcul : 0,20 m
 Définition du projet : Cotes

Niveau phréatique : 26,80 m
 Nombre d'itérations par phase de calcul : 100
 Prise en compte moments 2 ordre : non

CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	dc [kN/m²/m]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m²/m]	dkh [kN/m²/m/m]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [kN/m/m]
Remblais	36,00	19,00	9,00	28,00	0,00	0,000	0,531	0,340	3,585	0,531	0,531	0,000	0,000	7958	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Alluvions modernes	28,20	18,00	8,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,312	3,932	0,500	0,500	1,203	4,985	1245	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Alluvions anciennes	26,90	19,00	9,00	33,00	0,00	0,000	0,455	0,249	6,428	0,455	0,455	0,000	0,000	111435	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00
Craie molle	17,20	17,00	7,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,312	3,932	0,500	0,500	1,203	4,985	11678	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Craie fracturée	8,40	18,00	8,00	35,00	5,00	0,000	0,426	0,227	7,360	0,426	0,426	1,101	7,886	37872	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00
Craie rocheuse	-5,00	18,00	8,00	35,00	25,00	0,000	0,426	0,227	7,360	0,426	0,426	1,101	7,886	338773	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00

Valeurs de calcul des paramètres de la loi de comportement

Couche	Comportement	MISS							MEL						
		φ,d [°]	c,d [kN/m²]	dc,d [kN/m²/m]	kay,d	kpy,d	kac,d	kpc,d	φ,d [°]	c,d [kN/m²]	dc,d [kN/m²/m]	kay,d	kpy,d	kac,d	kpc,d
Remblais	Drainé	28,00	0,00	0,000	0,340	3,585	0,000	0,000	28,00	0,00	0,000	0,340	3,585	0,000	0,000
Alluvions modernes	Drainé	30,00	2,00	0,000	0,312	3,932	1,203	4,985	30,00	2,00	0,000	0,312	3,932	1,203	4,985
Alluvions anciennes	Drainé	33,00	0,00	0,000	0,249	6,428	0,000	0,000	33,00	0,00	0,000	0,249	6,428	0,000	0,000
Craie molle	Drainé	30,00	2,00	0,000	0,312	3,932	1,203	4,985	30,00	2,00	0,000	0,312	3,932	1,203	4,985
Craie fracturée	Drainé	35,00	5,00	0,000	0,227	7,360	1,101	7,886	35,00	5,00	0,000	0,227	7,360	1,101	7,886
Craie rocheuse	Drainé	35,00	25,00	0,000	0,227	7,360	1,101	7,886	35,00	25,00	0,000	0,227	7,360	1,101	7,886

CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :

Section	z,base [m]	EI [kNm²/m]	W [kN/m/m]
1	3,50	1666667	0,00

Cote de la tête de l'écran : z0 = 32,00 m

DONNEES

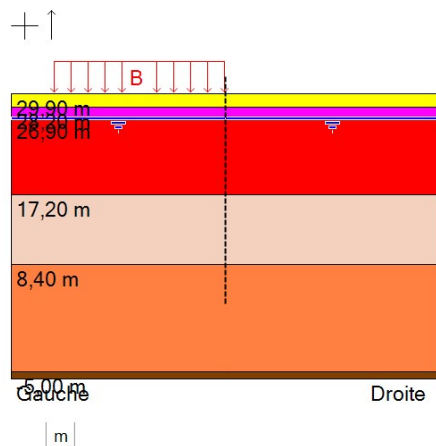
TIRANT	Phase	za [m]	K [kN/m/m]	P [kN/m]	α [°]	Lu [m]	Ls [m]
1	2	29,00	3675	100,00	20,00	24,00	8,00
2	3	26,00	3675	100,00	20,00	24,00	8,00
3	4	23,00	4900	100,00	20,00	18,00	8,00

SURCHARGE BOUSSINESQ	Phase	Côté	z [m]	x [m]	L [m]	αe	q [kN/m/m]	Nature
1	0	Gauche	29,90	0,10	18,00	1,000	50,00	Permanente

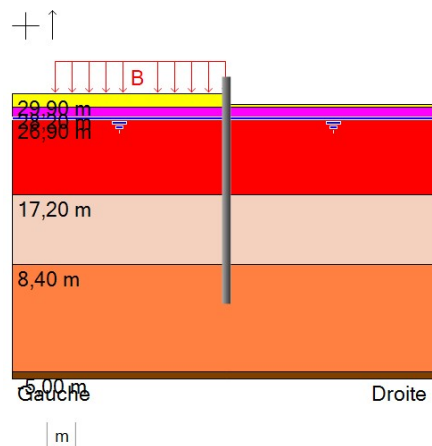
APPUI SURFACIQUE	Phase	z,inf [m]	z,sup [m]	Rs [kN/m³]	ps [kN/m/m]
1	5	20,00	20,50	320000	0
2	5	25,75	26,25	320000	0
3	5	31,50	32,00	320000	0

SYNTHESE PHASAGE

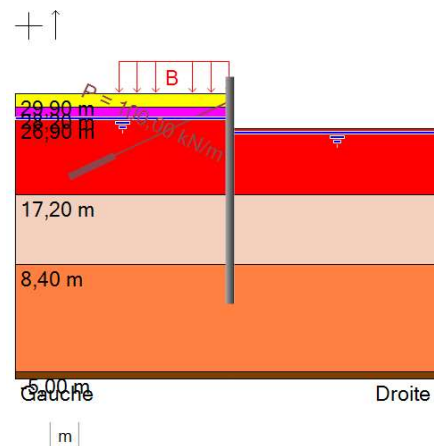
Phase initiale



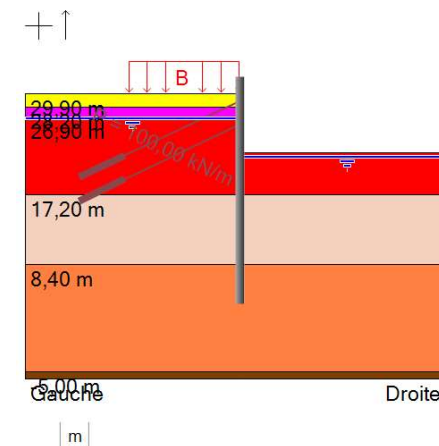
Phase 1 : Phase transitoire



Phase 2 : Phase transitoire



Phase 3 : Phase transitoire



- Excavation (côté gauche) :
zh [m] = 29,90

- Excavation (côté droit) :
zh [m] = 29,90

- Surcharge de Boussinesq (côté gauche) : n°1
z [m] = 29,90
x [m] = 0,10
L [m] = 18,00
q [kN/m/m] = 50,00
ae = 1,000
Nature: Permanente

- Options ELU (MISS):
Surexcavation :
 Δa_{gauche} [m] = 0,00 Δa_{droite} [m] = 0,00
position zD du point d'effort tranchant null : automatique

- Excavation (côté droit) :
zh [m] = 28,50

- Options ELU (MISS):
Surexcavation :
 Δa_{gauche} [m] = 0,00 Δa_{droite} [m] = 0,00
position zD du point d'effort tranchant null : automatique

- Excavation (côté droit) :
zh [m] = 25,50

- Mise en place du tirant (côté gauche) : n°1
za [m] = 29,00
K [kN/m/m] = 3675
P [kN/m] = 100,00
 α [°] = 20,00

- Action hydraulique : (droite)
zw [m] = 25,00

- Options ELU (MISS):
Surexcavation :
 Δa_{gauche} [m] = 0,00 Δa_{droite} [m] = 0,00
position zD du point d'effort tranchant null : automatique

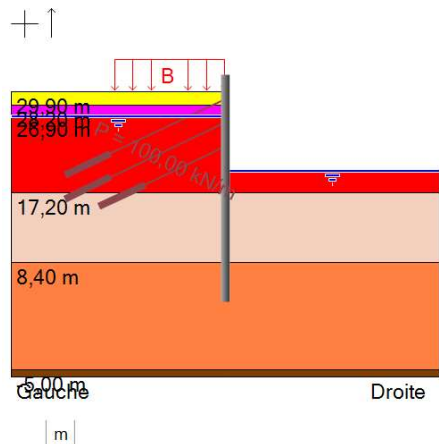
- Excavation (côté droit) :
zh [m] = 22,50

- Action hydraulique : (droite)
zw [m] = 22,00

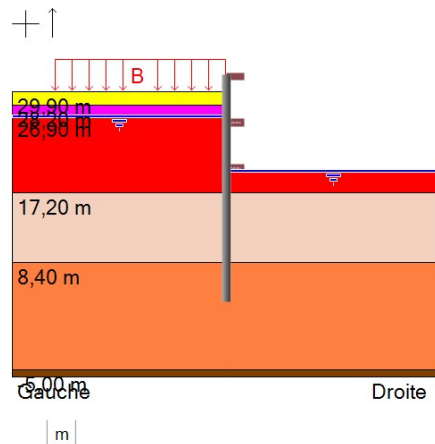
- Mise en place du tirant (côté gauche) : n°2
za [m] = 26,00
K [kN/m/m] = 3675
P [kN/m] = 100,00
 α [°] = 20,00

SYNTHESE PHASAGE

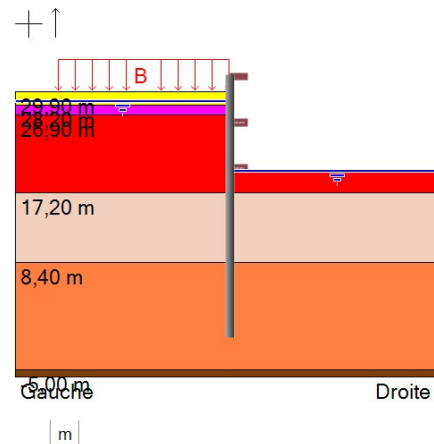
Phase 4 : Phase transitoire



Phase 5 : Phase transitoire



Phase 6 : Phase durable



Fluage + EE

- Options ELU (MISS):

Surexcavation :

$\Delta a, gauche [m] = 0,00$ $\Delta a, droite [m] = 0,00$
position zD du point d'effort tranchant null : automatique

- Excavation (côté droit) :

zh [m] = 20,00

- Mise en place du tirant (côté gauche) : n°3

za [m] = 23,00
K [kN/m/m] = 4900
P [kN/m] = 100,00
 $\alpha [^\circ] = 20,00$

- Action hydraulique : (droite)

zw [m] = 20,00

- Options ELU (MISS):

Surexcavation :

$\Delta a, gauche [m] = 0,00$ $\Delta a, droite [m] = 0,00$
position zD du point d'effort tranchant null : automatique

- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°1

z, sup [m] = 20,50
z, inf [m] = 20,00
Ks [kN/m³] = 320000

- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°2

z, sup [m] = 26,25
z, inf [m] = 25,75
Ks [kN/m³] = 320000

- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°3

z, sup [m] = 32,00
z, inf [m] = 31,50
Ks [kN/m³] = 320000

- Enlèvement du tirant n°1

- Enlèvement du tirant n°2

- Enlèvement du tirant n°3

- Options ELU (MISS):

Surexcavation :

$\Delta a, gauche [m] = 0,00$ $\Delta a, droite [m] = 0,00$
position zD du point d'effort tranchant null : automatique

- Modification de la raideur de l'écran :

Z1 [m] = 32,00
Z2 [m] = -1,00
EI [kNm²/m] = 833333
PP [kN/m/m] = 0,00

- Action hydraulique : (gauche)

zw [m] = 28,71

RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Type Vérif.	M,d max kNm/m	V,d max kN/m	Tirant 1 kN/m	Tirant 2 kN/m	Tirant 3 kN/m	Appui S. 1 kN/m	Appui S. 2 kN/m	Appui S. 3 kN/m	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. kN/m	Vérif. Kranz
1	MISS	155,17	71,69	-	-	-	-	-	-	OK	-5,57	OK
2	MISS	-177,14	-123,53	135,00	-	-	-	-	-	OK	9,97	OK
3	MISS	374,57	-232,26	137,70	135,00	-	-	-	-	OK	-154,02	OK
4	MISS	-1115,02	-277,22	204,81	222,12	135,00	-	-	-	OK	-23,75	OK
5	MISS	-1122,38	-295,72	-	-	-	110,66	320,61	110,77	OK	-216,22	OK
6	MISS	-725,20	-316,14	-	-	-	353,66	434,18	55,13	OK	-370,08	OK
Extrema	-	-1122,38	-316,14	204,81	222,12	135,00	353,66	434,18	110,77	-	-	-

Vérifications

COEFFICIENTS PARTIELS - Approche 2 (EC7 - NF P94-282)

Actions		
Sol - Eau - Ecran	MISS	MEL
poussée limite du sol (Ypa)	1,00	1,35
pression d'eau (Ypw)	1,00	1,35
poids propre de l'écran (YW)	1,00	1,35

Actions		
Sucharges appliquée sur le sol et l'écran	MISS	MEL
Sol - permanente (YG)	1,00	1,00
Sol - variable (YQ)	1,11	1,11
Ecran - permanente favorable (YG,inf)	1,00	1,00
Ecran - permanente défavorable (YG,sup)	1,00	1,35
Ecran - variable défavorable (YQ,sup)	1,11	1,50

Paramètre de résistance		
Paramètres du sol	MISS	MEL
Cohésion effective (Yc')	1,00	1,00
Angle de frot. effectif (Yφ')	1,00	1,00
Cohesion non drainée (Ycu')	1,00	1,00

-		
	MISS	MEL
Butée limite - phase durable (Ypb,D)	1,40	1,40
Butée limite - phase transitoire (Ypb,T)	1,10	1,10
Résistance des appuis (Yanc)	1,00	-
Effort déstabilisant (Ykrz)	1,10	-

Efforts, sollicitations et butée mobilisée : YE = 1,35

Méthode de référence pour le recalcul de ka/kp : Kérisel

RESULTATS DES VERIFICATIONS

PHASE 1 - Transitoire

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : Bt,k = 1789,27 kN/m

Valeur de calcul : Bt,d = 2415,51 kN/m

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : Bm,k = 17274,29 kN/m

Valeur de calcul : Bm,d = 15703,90 kN/m

Bt,d < Bm,d**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.****PHASE 2 - Transitoire**

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : Bt,k = 1729,93 kN/m

Valeur de calcul : Bt,d = 2335,41 kN/m

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : Bm,k = 12158,56 kN/m

Valeur de calcul : Bm,d = 11053,23 kN/m

Bt,d < Bm,d**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.****Vérification du massif d'ancrage : Kranz**

Liste des situations étudiées :

Situation n° 1 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 135,00 kN/m; Tdsb,d = 948,61 kN/m OK

La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.**PHASE 3 - Transitoire**

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : Bt,k = 2000,48 kN/m

Valeur de calcul : Bt,d = 2700,65 kN/m

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : Bm,k = 8973,98 kN/m

Valeur de calcul : Bm,d = 8158,17 kN/m

Bt,d < Bm,d**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.****Vérification du massif d'ancrage : Kranz**

Liste des situations étudiées :

Situation n° 1 : Nb de tirants : 2; Tref,d = 167,04 kN/m; Tdsb,d = 755,48 kN/m OK

Situation n° 2 : Nb de tirants : 2; Tref,d = 272,70 kN/m; Tdsb,d = 1065,99 kN/m OK

La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.**PHASE 4 - Transitoire**

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : Bt,k = 2082,49 kN/m

Valeur de calcul : Bt,d = 2811,36 kN/m

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : Bm,k = 6282,62 kN/m

Vérifications

Valeur de calcul : $B_{m,d} = 5711,47 \text{ kN/m}$

$B_{t,d} < B_{m,d}$

Le défaut de butée est justifié pour cette phase.

Vérification du massif d'ancrage : Kranz

Liste des situations étudiées :

Situation n° 1 : Nb de tirants : 3; $T_{ref,d} = 343,63 \text{ kN/m}$; $T_{dsb,d} = 787,50 \text{ kN/m}$ OK

Situation n° 2 : Nb de tirants : 3; $T_{ref,d} = 561,92 \text{ kN/m}$; $T_{dsb,d} = 1101,24 \text{ kN/m}$ OK

Situation n° 3 : Nb de tirants : 1; $T_{ref,d} = 135,00 \text{ kN/m}$; $T_{dsb,d} = 726,06 \text{ kN/m}$ OK

La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.

PHASE 5 - Transitoire

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : $B_{t,k} = 2077,32 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul : $B_{t,d} = 2804,38 \text{ kN/m}$

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : $B_{m,k} = 6282,62 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul : $B_{m,d} = 5711,47 \text{ kN/m}$

$B_{t,d} < B_{m,d}$

Le défaut de butée est justifié pour cette phase.

Vérification du massif d'ancrage : Kranz

Liste des situations étudiées :

Situation n° 1 : Nb de tirants : 3; $T_{ref,d} = 0,00 \text{ kN/m}$; $T_{dsb,d} = 760,78 \text{ kN/m}$ OK

Situation n° 2 : Nb de tirants : 3; $T_{ref,d} = 0,00 \text{ kN/m}$; $T_{dsb,d} = 1102,56 \text{ kN/m}$ OK

Situation n° 3 : Nb de tirants : 1; $T_{ref,d} = 0,00 \text{ kN/m}$; $T_{dsb,d} = 697,29 \text{ kN/m}$ OK

La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.

PHASE 6 - Durable

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : $B_{t,k} = 2191,66 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul : $B_{t,d} = 2958,75 \text{ kN/m}$

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : $B_{m,k} = 6282,62 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul : $B_{m,d} = 4487,59 \text{ kN/m}$

$B_{t,d} < B_{m,d}$

Le défaut de butée est justifié pour cette phase.

Vérification du massif d'ancrage : Kranz

Liste des situations étudiées :

Situation n° 1 : Nb de tirants : 3; $T_{ref,d} = 0,00 \text{ kN/m}$; $T_{dsb,d} = 651,00 \text{ kN/m}$ OK

Situation n° 2 : Nb de tirants : 3; $T_{ref,d} = 0,00 \text{ kN/m}$; $T_{dsb,d} = 967,22 \text{ kN/m}$ OK

Situation n° 3 : Nb de tirants : 1; $T_{ref,d} = 0,00 \text{ kN/m}$; $T_{dsb,d} = 593,40 \text{ kN/m}$ OK

La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.

DONNEES

GENERALITES :

Système d'unités :	Métrique, kN, kN/m²	Niveau phréatique :	26,80 m
Poids volumique de l'eau :	10,00 kN/m³	Nombre d'itérations par phase de calcul :	100
Pas de calcul :	0,20 m	Prise en compte moments 2 ordre :	non
Définition du projet :	Cotes		

CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	dc [kN/m²/m]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m²/m]	dkh [kN/m²/m/m]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [kN/m/m]
Remblais	34,00	19,00	9,00	28,00	0,00	0,000	0,531	0,340	3,585	0,531	0,531	0,000	0,000	7958	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Alluvions modernes	28,20	18,00	8,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,312	3,932	0,500	0,500	1,203	4,985	1245	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Alluvions anciennes	26,90	19,00	9,00	33,00	0,00	0,000	0,455	0,249	6,428	0,455	0,455	0,000	0,000	111435	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00
Craie molle	17,20	17,00	7,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,312	3,932	0,500	0,500	1,203	4,985	11678	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Craie fracturée	8,40	18,00	8,00	35,00	5,00	0,000	0,426	0,227	7,360	0,426	0,426	1,101	7,886	37872	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00
Craie rocheuse	-5,00	18,00	8,00	35,00	25,00	0,000	0,426	0,227	7,360	0,426	0,426	1,101	7,886	338773	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00

CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :

Section	z,base [m]	EI [kNm²/m]	W [kN/m/m]
1	3,50	1666667	0,00

Cote de la tête de l'écran : z0 = 34,00 m

DONNEES

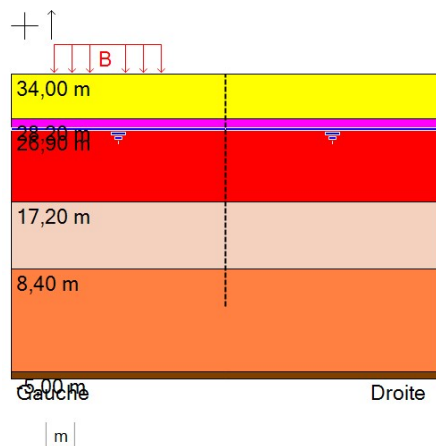
TIRANT	Phase	za [m]	K [kN/m/m]	P [kN/m]	α [°]	Lu [m]	Ls [m]
1	2	31,50	4276	300,00	20,00	27,50	5,00
2	3	26,00	5227	400,00	20,00	22,50	5,00

SURCHARGE BOUSSINESQ	Phase	Côté	z [m]	x [m]	L [m]	αe	q [kN/m/m]
1	0	Gauche	34,00	6,00	10,00	1,000	20,00

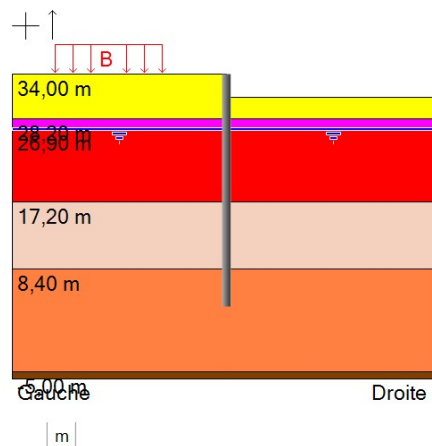
APPUI SURFACIQUE	Phase	z,inf [m]	z,sup [m]	Rs [kN/m³]	ps [kN/m/m]
1	4	20,00	20,50	320000	0
2	4	25,75	26,25	320000	0
3	4	31,50	32,00	320000	0

SYNTHESE PHASAGE

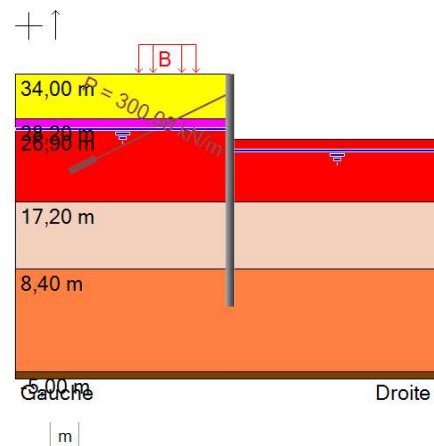
Phase initiale



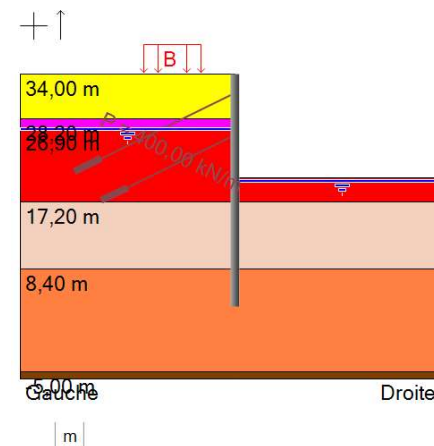
Phase 1 : Phase transitoire



Phase 2 : Phase transitoire



Phase 3 : Phase transitoire



- Surcharge de Boussinesq (côté gauche) : n°1
 z [m] = 34,00
 x [m] = 6,00
 L [m] = 10,00
 q [kN/m/m] = 20,00
 ae = 1,000

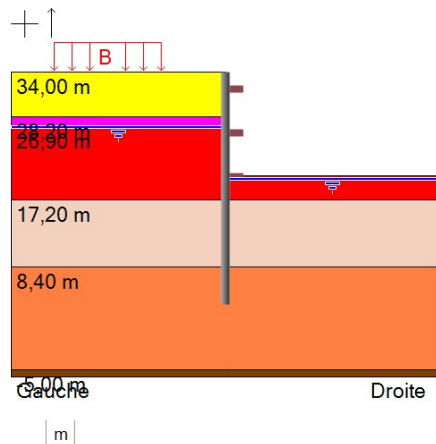
- Excavation (côté droit) :
 zh [m] = 31,00

- Excavation (côté droit) :
 zh [m] = 25,50
 - Action hydraulique : (droite)
 zw [m] = 24,00
 - Mise en place du tirant (côté gauche) : n°1
 za [m] = 31,50
 K [kN/m/m] = 4276
 P [kN/m] = 300,00
 α [°] = 20,00

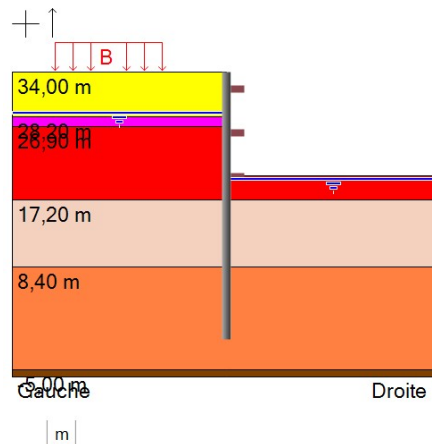
- Excavation (côté droit) :
 zh [m] = 20,40
 - Action hydraulique : (droite)
 zw [m] = 20,00
 - Mise en place du tirant (côté gauche) : n°2
 za [m] = 26,00
 K [kN/m/m] = 5227
 P [kN/m] = 400,00
 α [°] = 20,00

SYNTHESE PHASAGE

Phase 4 : Phase transitoire



Phase 5 : Phase durable



Fluage + EE

- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°1
z,sup [m] = 20,50
z,inf [m] = 20,00
Ks [kN/m²] = 320000
- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°2
z,sup [m] = 26,25
z,inf [m] = 25,75
Ks [kN/m²] = 320000
- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°3
z,sup [m] = 32,00
z,inf [m] = 31,50
Ks [kN/m²] = 320000
- Enlèvement du tirant n°1
- Enlèvement du tirant n°2

- Modification de la raideur de l'écran :
Z1 [m] = 34,00
Z2 [m] = -1,00
EI [kNm²/m] = 833333
PP [kN/m/m] = 0,00
- Action hydraulique : (gauche)
zw [m] = 28,71

RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Déplac. en tête mm	Déplac. max mm	Moment max kNm/m	Tranch. max kN/m	Rapport butées	Tirant 1 kN/m	Tirant 2 kN/m	Appui S. 1 kN/m	Appui S. 2 kN/m	Appui S. 3 kN/m
1	5,22	5,22	211,06	65,41	9,827	-	-	-	-	-
2	-0,73	3,16	-250,14	-180,32	5,708	300,00	-	-	-	-
3	-6,10	19,85	-926,69	-314,13	2,827	299,64	400,00	-	-	-
4	-5,08	20,47	-887,46	-255,48	2,837	-	-	64,36	314,44	254,99
5	-5,40	21,76	-590,77	-273,93	2,695	-	-	230,50	401,90	217,71
Extrema	-6,10	21,76	-926,69	-314,13	2,695	300,00	400,00	230,50	401,90	254,99

DONNEES

GENERALITES :

Système d'unités : Métrique, kN, kN/m²

Poids volumique de l'eau : 10,00 kN/m³

Pas de calcul : 0,20 m

Définition du projet : Cotes

Niveau phréatique : 26,80 m

Nombre d'itérations par phase de calcul : 100

Prise en compte moments 2 ordre : non

CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	dc [kN/m²/m]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m²/m]	dkh [kN/m²/m/m]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [kN/m/m]
Remblais	34,00	19,00	9,00	28,00	0,00	0,000	0,531	0,340	3,585	0,531	0,531	0,000	0,000	7958	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Alluvions modernes	28,20	18,00	8,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,312	3,932	0,500	0,500	1,203	4,985	1245	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Alluvions anciennes	26,90	19,00	9,00	33,00	0,00	0,000	0,455	0,249	6,428	0,455	0,455	0,000	0,000	111435	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00
Craie molle	17,20	17,00	7,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,312	3,932	0,500	0,500	1,203	4,985	11678	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Craie fracturée	8,40	18,00	8,00	35,00	5,00	0,000	0,426	0,227	7,360	0,426	0,426	1,101	7,886	37872	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00
Craie rocheuse	-5,00	18,00	8,00	35,00	25,00	0,000	0,426	0,227	7,360	0,426	0,426	1,101	7,886	338773	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00

Valeurs de calcul des paramètres de la loi de comportement

Couche	Comportement	MISS							MEL						
		φ,d [°]	c,d [kN/m²]	dc,d [kN/m²/m]	kay,d	kpy,d	kac,d	kpc,d	φ,d [°]	c,d [kN/m²]	dc,d [kN/m²/m]	kay,d	kpy,d	kac,d	kpc,d
Remblais	Drainé	28,00	0,00	0,000	0,340	3,585	0,000	0,000	28,00	0,00	0,000	0,340	3,585	0,000	0,000
Alluvions modernes	Drainé	30,00	2,00	0,000	0,312	3,932	1,203	4,985	30,00	2,00	0,000	0,312	3,932	1,203	4,985
Alluvions anciennes	Drainé	33,00	0,00	0,000	0,249	6,428	0,000	0,000	33,00	0,00	0,000	0,249	6,428	0,000	0,000
Craie molle	Drainé	30,00	2,00	0,000	0,312	3,932	1,203	4,985	30,00	2,00	0,000	0,312	3,932	1,203	4,985
Craie fracturée	Drainé	35,00	5,00	0,000	0,227	7,360	1,101	7,886	35,00	5,00	0,000	0,227	7,360	1,101	7,886
Craie rocheuse	Drainé	35,00	25,00	0,000	0,227	7,360	1,101	7,886	35,00	25,00	0,000	0,227	7,360	1,101	7,886

CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :

Section	z,base [m]	EI [kNm²/m]	W [kN/m/m]
1	3,50	1666667	0,00

Cote de la tête de l'écran : z0 = 34,00 m

DONNEES

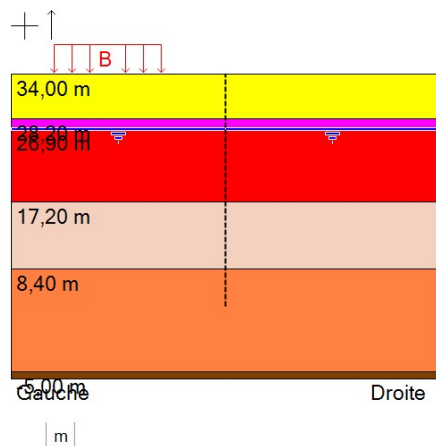
TIRANT	Phase	za [m]	K [kN/m/m]	P [kN/m]	α [°]	Lu [m]	Ls [m]
1	2	31,50	4276	300,00	20,00	27,50	5,00
2	3	26,00	5227	400,00	20,00	22,50	5,00

SURCHARGE BOUSSINESQ	Phase	Côté	z [m]	x [m]	L [m]	αe	q [kN/m/m]	Nature
1	0	Gauche	34,00	6,00	10,00	1,000	20,00	Permanente

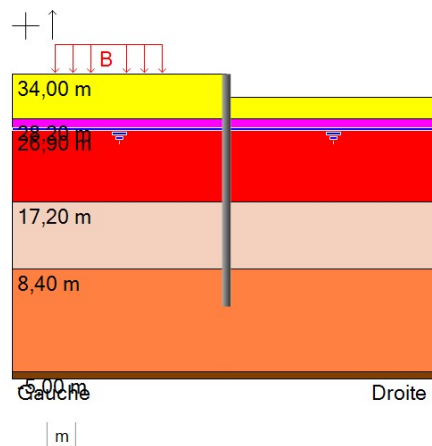
APPUI SURFACIQUE	Phase	z,inf [m]	z,sup [m]	Rs [kN/m³]	ps [kN/m/m]
1	4	20,00	20,50	320000	0
2	4	25,75	26,25	320000	0
3	4	31,50	32,00	320000	0

SYNTHESE PHASAGE

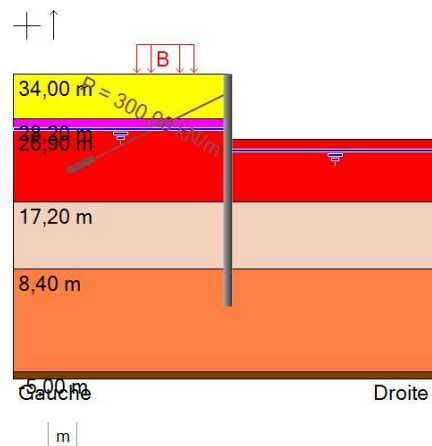
Phase initiale



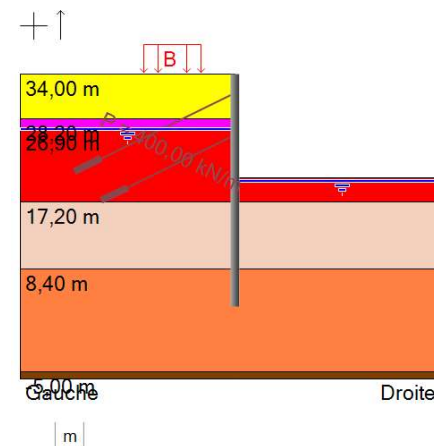
Phase 1 : Phase transitoire



Phase 2 : Phase transitoire



Phase 3 : Phase transitoire



- Surcharge de Boussinesq (côté gauche) : n°1
 z [m] = 34,00
 x [m] = 6,00
 L [m] = 10,00
 q [kN/m/m] = 20,00
 α = 1,000
 Nature: Permanente

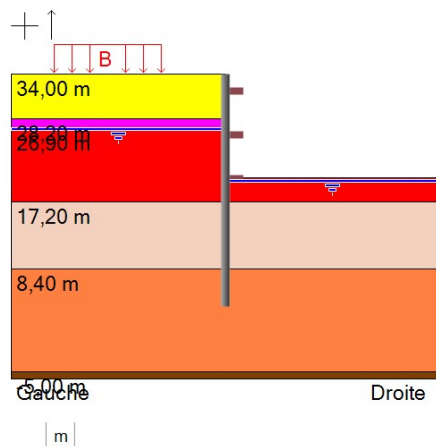
- Options MEL :
 Surexcavation :
 Δa_{gauche} [m] = 0,00 Δa_{droite} [m] = 0,00
 Méthode de calcul automatique.
 Sélection automatique du côté de la butée
 Correction automatique de l'inclinaison de contre butée.
 - Excavation (côté droit) :
 z_h [m] = 31,00

- Options ELU (MISS):
 Surexcavation :
 Δa_{gauche} [m] = 0,00 Δa_{droite} [m] = 0,00
 position zD du point d'effort tranchant null : automatique
 - Excavation (côté droit) :
 z_h [m] = 25,50
 - Action hydraulique : (droite)
 z_w [m] = 24,00
 - Mise en place du tirant (côté gauche) : n°1
 z_a [m] = 31,50
 K [kN/m/m] = 4276
 P [kN/m] = 300,00
 α [°] = 20,00

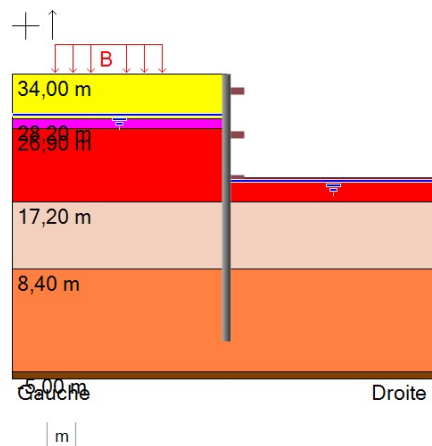
- Options ELU (MISS):
 Surexcavation :
 Δa_{gauche} [m] = 0,00 Δa_{droite} [m] = 0,00
 position zD du point d'effort tranchant null : automatique
 - Excavation (côté droit) :
 z_h [m] = 20,40
 - Action hydraulique : (droite)
 z_w [m] = 20,00
 - Mise en place du tirant (côté gauche) : n°2
 z_a [m] = 26,00
 K [kN/m/m] = 5227
 P [kN/m] = 400,00
 α [°] = 20,00

SYNTHESE PHASAGE

Phase 4 : Phase transitoire



Phase 5 : Phase durable



Fluage + EE

- Options ELU (MISS):

Surexcavation :

$\Delta a, \text{gauche} [\text{m}] = 0,00$ $\Delta a, \text{droite} [\text{m}] = 0,00$
position zD du point d'effort tranchant null : automatique

- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°1

z, sup [m] = 20,50
z, inf [m] = 20,00
Ks [kN/m²] = 320000

- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°2

z, sup [m] = 26,25
z, inf [m] = 25,75
Ks [kN/m²] = 320000

- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°3

z, sup [m] = 32,00
z, inf [m] = 31,50
Ks [kN/m²] = 320000

- Enlèvement du tirant n°1

- Enlèvement du tirant n°2

- Options ELU (MISS):

Surexcavation :

$\Delta a, \text{gauche} [\text{m}] = 0,00$ $\Delta a, \text{droite} [\text{m}] = 0,00$
position zD du point d'effort tranchant null : automatique

- Modification de la raideur de l'écran :

Z1 [m] = 34,00
Z2 [m] = -1,00
EI [kNm²/m] = 833333
PP [kN/m/m] = 0,00

- Action hydraulique : (gauche)

zw [m] = 28,71

RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Type Vérif.	M,d max kNm/m	V,d max kN/m	Tirant 1 kN/m	Tirant 2 kN/m	Appui S. 1 kN/m	Appui S. 2 kN/m	Appui S. 3 kN/m	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. kN/m	Vérif. Kranz
1	MEL	784,86	-163,90	-	-	-	-	-	OK	27,04	-
2	MISS	-337,69	-243,44	405,00	-	-	-	-	OK	-41,70	OK
3	MISS	-1251,03	-424,07	404,52	540,00	-	-	-	OK	82,15	OK
4	MISS	-1198,08	-344,90	-	-	86,89	424,49	344,24	OK	-230,04	OK
5	MISS	-797,54	-369,80	-	-	311,17	542,57	293,90	OK	-382,82	OK
Extrema	-	-1251,03	-424,07	405,00	540,00	311,17	542,57	344,24	-	-	-

Vérifications

COEFFICIENTS PARTIELS - Approche 2 (EC7 - NF P94-282)

Actions		
Sol - Eau - Ecran	MISS	MEL
poussée limite du sol (Ypa)	1,00	1,35
pression d'eau (Ypw)	1,00	1,35
poids propre de l'écran (YW)	1,00	1,35

Actions		
Sucharges appliquée sur le sol et l'écran	MISS	MEL
Sol - permanente (YG)	1,00	1,00
Sol - variable (YQ)	1,11	1,11
Ecran - permanente favorable (YG,inf)	1,00	1,00
Ecran - permanente défavorable (YG,sup)	1,00	1,35
Ecran - variable défavorable (YQ,sup)	1,11	1,50

Paramètre de résistance		
Paramètres du sol	MISS	MEL
Cohésion effective (Yc')	1,00	1,00
Angle de frot. effectif (Yφ')	1,00	1,00
Cohesion non drainée (Ycu')	1,00	1,00

-		
	MISS	MEL
Butée limite - phase durable (Ypb,D)	1,40	1,40
Butée limite - phase transitoire (Ypb,T)	1,10	1,10
Résistance des appuis (Yanc)	1,00	-
Effort déstabilisant (Ykrz)	1,10	-

Efforts, sollicitations et butée mobilisée : YE = 1,35

Méthode de référence pour le recalcul de ka/kp : Kérisel

RESULTATS DES VERIFICATIONS

PHASE 1 - Transitoire

L'écran est considéré en console (autostable).

La méthode D a été utilisée pour cette phase.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :**Vérification de la hauteur de fiche :**

Point de pression nulle : z0 = 30,45 m

Point de moment nul : zc = 27,55 m

Côte du pied de l'écran : zp = 3,50 m

f0 = z0 - zc = 2,90 m

fb = z0 - zp = 26,95 m

fb / f0 = 9,289 (≥ 1,2)**Vérification de la contre-butée :**

Point de transition :

zn = 28,87 m

Contre-butée nécessaire à l'équilibre des efforts horizontaux :

Ct,d = 193,64 kN/m

Contre-butée mobilisable sous zn :

Cm,d = 25583,89 kN/m

Facteur de mobilisation :

α = 0,055

Cm,d ≥ Ct,d**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.****PHASE 2 - Transitoire**

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : Bt,k = 2336,20 kN/m

Valeur de calcul : Bt,d = 3153,87 kN/m

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : Bm,k = 13334,46 kN/m

Valeur de calcul : Bm,d = 12122,23 kN/m

Bt,d < Bm,d**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.****Vérification du massif d'ancrage : Kranz**

Liste des situations étudiées :

Situation n° 1 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 405,00 kN/m; Tdsb,d = 1388,01 kN/m OK

La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.**PHASE 3 - Transitoire**

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : Bt,k = 2464,22 kN/m

Valeur de calcul : Bt,d = 3326,70 kN/m

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : Bm,k = 6966,24 kN/m

Valeur de calcul : Bm,d = 6332,94 kN/m

Bt,d < Bm,d**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.****Vérification du massif d'ancrage : Kranz**

Liste des situations étudiées :

Situation n° 1 : Nb de tirants : 2; Tref,d = 664,24 kN/m; Tdsb,d = 1265,29 kN/m OK

Situation n° 2 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 540,00 kN/m; Tdsb,d = 1215,88 kN/m OK

La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.**PHASE 4 - Transitoire**

Vérifications

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : $Bt,k = 2455,60 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul : $Bt,d = 3315,06 \text{ kN/m}$

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : $Bm,k = 6966,24 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul : $Bm,d = 6332,94 \text{ kN/m}$

$Bt,d < Bm,d$

Le défaut de butée est justifié pour cette phase.

Vérification du massif d'ancrage : Kranz

Liste des situations étudiées :

Situation n° 1 : Nb de tirants : 2; Tref,d = 0,00 kN/m; Tdsb,d = 1185,25 kN/m OK

Situation n° 2 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 0,00 kN/m; Tdsb,d = 1154,85 kN/m OK

La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.

PHASE 5 - Durable

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : $Bt,k = 2584,52 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul : $Bt,d = 3489,11 \text{ kN/m}$

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : $Bm,k = 6966,24 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul : $Bm,d = 4975,89 \text{ kN/m}$

$Bt,d < Bm,d$

Le défaut de butée est justifié pour cette phase.

Vérification du massif d'ancrage : Kranz

Liste des situations étudiées :

Situation n° 1 : Nb de tirants : 2; Tref,d = 0,00 kN/m; Tdsb,d = 1059,83 kN/m OK

Situation n° 2 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 0,00 kN/m; Tdsb,d = 1032,21 kN/m OK

La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.

DONNEES

GENERALITES :

Système d'unités :	Métrique, kN, kN/m²	Niveau phréatique :	26,80 m
Poids volumique de l'eau :	10,00 kN/m³	Nombre d'itérations par phase de calcul :	100
Pas de calcul :	0,20 m	Prise en compte moments 2 ordre :	non
Définition du projet :	Cotes		

CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	dc [kN/m²/m]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m²/m]	dkh [kN/m²/m/m]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [kN/m/m]
Remblais	30,00	19,00	9,00	28,00	0,00	0,000	0,531	0,340	3,585	0,531	0,531	0,000	0,000	7958	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Alluvions modernes	28,20	18,00	8,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,312	3,932	0,500	0,500	1,203	4,985	1245	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Alluvions anciennes	26,90	19,00	9,00	33,00	0,00	0,000	0,455	0,249	6,428	0,455	0,455	0,000	0,000	111435	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00
Craie molle	17,20	17,00	7,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,312	3,932	0,500	0,500	1,203	4,985	11678	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Craie fracturée	8,40	18,00	8,00	35,00	5,00	0,000	0,426	0,227	7,360	0,426	0,426	1,101	7,886	37872	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00
Craie rocheuse	-5,00	18,00	8,00	35,00	25,00	0,000	0,426	0,227	7,360	0,426	0,426	1,101	7,886	338773	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00

CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :

Section	z,base [m]	EI [kNm²/m]	W [kN/m/m]
Réhausse de l'écran	32,00	1666667	25,00
1	3,50	1666667	25,00

Cote de la tête de l'écran : z0 = 30,00 m

DONNEES

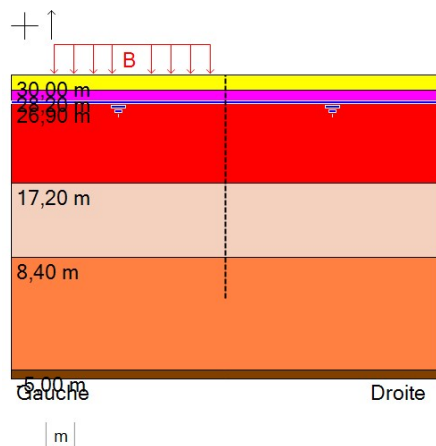
TIRANT	Phase	za [m]	K [kN/m/m]	P [kN/m]	α [°]	Lu [m]	Ls [m]
1	2	29,00	5345	100,00	20,00	22,00	8,00
2	3	24,50	7350	100,00	20,00	16,00	8,00

SURCHARGE BOUSSINESQ	Phase	Côté	z [m]	x [m]	L [m]	αe	q [kN/m/m]
1	0	Gauche	30,00	1,00	10,00	1,000	20,00

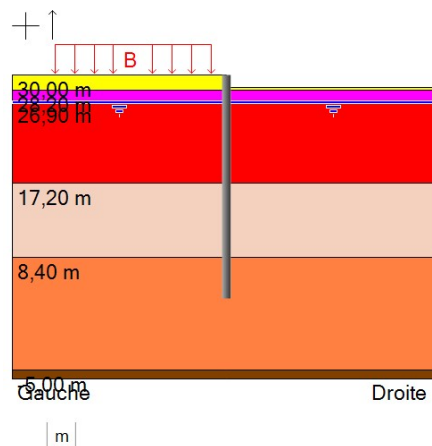
APPUI SURFACIQUE	Phase	z,inf [m]	z,sup [m]	Rs [kN/m³]	ps [kN/m/m]
1	4	20,00	20,50	320000	0
2	4	25,75	26,25	320000	0
3	4	31,50	32,00	320000	0

SYNTHESE PHASAGE

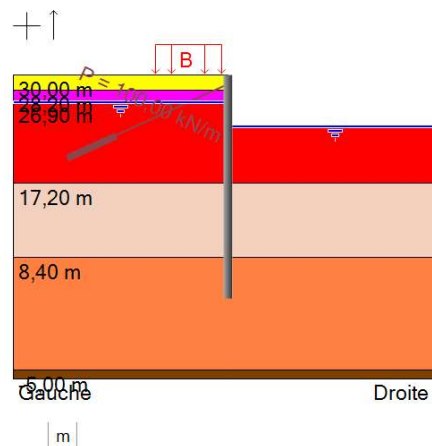
Phase initiale



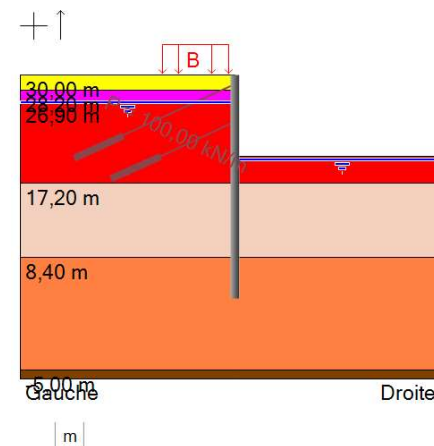
Phase 1 : Phase transitoire



Phase 2 : Phase transitoire



Phase 3 : Phase transitoire



- Surcharge de Boussinesq (côté gauche) : n°1
 z [m] = 30,00
 x [m] = 1,00
 L [m] = 10,00
 q [kN/m/m] = 20,00
 ae = 1,000

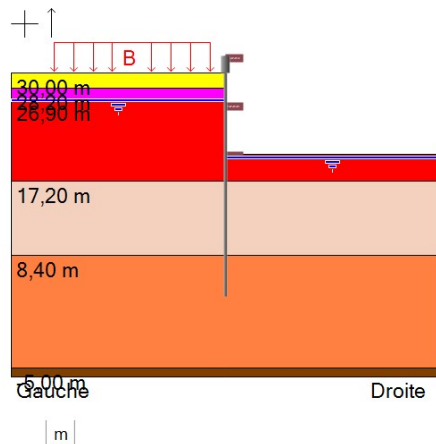
- Excavation (côté droit) :
 zh [m] = 28,50

- Excavation (côté droit) :
 zh [m] = 24,00
 - Action hydraulique : (droite)
 zw [m] = 24,00
 - Mise en place du tirant (côté gauche) : n°1
 za [m] = 29,00
 K [kN/m/m] = 5345
 P [kN/m] = 100,00
 α [°] = 20,00

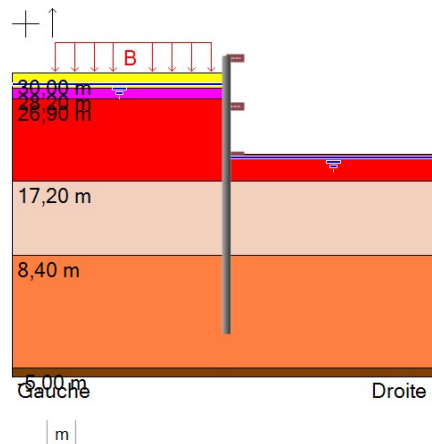
- Excavation (côté droit) :
 zh [m] = 20,40
 - Action hydraulique : (droite)
 zw [m] = 20,00
 - Mise en place du tirant (côté gauche) : n°2
 za [m] = 24,50
 K [kN/m/m] = 7350
 P [kN/m] = 100,00
 α [°] = 20,00

SYNTHESE PHASAGE

Phase 4 : Phase transitoire



Phase 5 : Phase durable



Fluage + EE

- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°1
z,sup [m] = 20,50
z,inf [m] = 20,00
Ks [kN/m²] = 320000
- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°2
z,sup [m] = 26,25
z,inf [m] = 25,75
Ks [kN/m²] = 320000
- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°3
z,sup [m] = 32,00
z,inf [m] = 31,50
Ks [kN/m²] = 320000
- Enlèvement du tirant n°1
- Enlèvement du tirant n°2
- Réhausse de l'écran :
zt [m] = 32,00
EI [kNm²/m] = 1666667
PP [kN/m/m] = 25,00

- Modification de la raideur de l'écran :
Z1 [m] = 32,00
Z2 [m] = -1,00
EI [kNm²/m] = 833333
PP [kN/m/m] = 25,00
- Action hydraulique : (gauche)
zw [m] = 28,71

RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Déplac. en tête mm	Déplac. max mm	Moment max kNm/m	Tranch. max kN/m	Rapport butées	Tirant 1 kN/m	Tirant 2 kN/m	Appui S. 1 kN/m	Appui S. 2 kN/m	Appui S. 3 kN/m
1	0,80	0,80	64,98	34,61	10,582	-	-	-	-	-
2	0,05	2,35	177,98	-125,85	5,812	100,00	-	-	-	-
3	12,12	18,64	-658,04	200,02	3,288	166,05	100,00	-	-	-
4	9,90	19,25	-665,22	192,62	3,294	-	-	35,98	145,21	76,22
5	9,62	20,51	-468,71	206,51	3,083	-	-	172,29	249,13	36,72
Extrema	12,12	20,51	-665,22	206,51	3,083	166,05	100,00	172,29	249,13	76,22

DONNEES

GENERALITES :

Système d'unités : Métrique, kN, kN/m²

Poids volumique de l'eau : 10,00 kN/m³

Pas de calcul : 0,20 m

Définition du projet : Cotes

Niveau phréatique : 26,80 m

Nombre d'itérations par phase de calcul : 100

Prise en compte moments 2 ordre : non

CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	dc [kN/m²/m]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m²/m]	dkh [kN/m²/m/m]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [kN/m/m]
Remblais	30,00	19,00	9,00	28,00	0,00	0,000	0,531	0,340	3,585	0,531	0,531	0,000	0,000	7958	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Alluvions modernes	28,20	18,00	8,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,312	3,932	0,500	0,500	1,203	4,985	1245	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Alluvions anciennes	26,90	19,00	9,00	33,00	0,00	0,000	0,455	0,249	6,428	0,455	0,455	0,000	0,000	111435	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00
Craie molle	17,20	17,00	7,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,312	3,932	0,500	0,500	1,203	4,985	11678	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Craie fracturée	8,40	18,00	8,00	35,00	5,00	0,000	0,426	0,227	7,360	0,426	0,426	1,101	7,886	37872	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00
Craie rocheuse	-5,00	18,00	8,00	35,00	25,00	0,000	0,426	0,227	7,360	0,426	0,426	1,101	7,886	338773	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00

Valeurs de calcul des paramètres de la loi de comportement

Couche	Comportement	MISS							MEL						
		φ,d [°]	c,d [kN/m²]	dc,d [kN/m²/m]	kay,d	kpy,d	kac,d	kpc,d	φ,d [°]	c,d [kN/m²]	dc,d [kN/m²/m]	kay,d	kpy,d	kac,d	kpc,d
Remblais	Drainé	28,00	0,00	0,000	0,340	3,585	0,000	0,000	28,00	0,00	0,000	0,340	3,585	0,000	0,000
Alluvions modernes	Drainé	30,00	2,00	0,000	0,312	3,932	1,203	4,985	30,00	2,00	0,000	0,312	3,932	1,203	4,985
Alluvions anciennes	Drainé	33,00	0,00	0,000	0,249	6,428	0,000	0,000	33,00	0,00	0,000	0,249	6,428	0,000	0,000
Craie molle	Drainé	30,00	2,00	0,000	0,312	3,932	1,203	4,985	30,00	2,00	0,000	0,312	3,932	1,203	4,985
Craie fracturée	Drainé	35,00	5,00	0,000	0,227	7,360	1,101	7,886	35,00	5,00	0,000	0,227	7,360	1,101	7,886
Craie rocheuse	Drainé	35,00	25,00	0,000	0,227	7,360	1,101	7,886	35,00	25,00	0,000	0,227	7,360	1,101	7,886

CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :

Section	z,base [m]	EI [kNm²/m]	W [kN/m/m]
Réhausse de l'écran	32,00	1666667	25,00
1	3,50	1666667	25,00

Cote de la tête de l'écran : z0 = 30,00 m

DONNEES

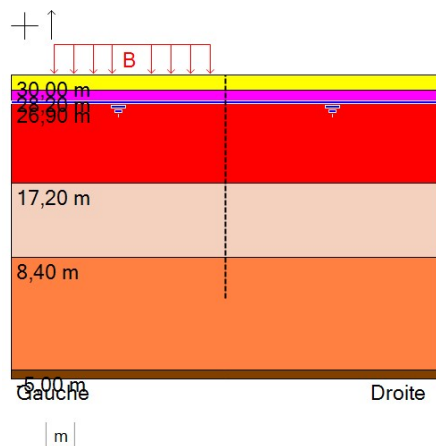
TIRANT	Phase	za [m]	K [kN/m/m]	P [kN/m]	α [°]	Lu [m]	Ls [m]
1	2	29,00	5345	100,00	20,00	22,00	8,00
2	3	24,50	7350	100,00	20,00	16,00	8,00

SURCHARGE BOUSSINESQ	Phase	Côté	z [m]	x [m]	L [m]	αe	q [kN/m/m]	Nature
1	0	Gauche	30,00	1,00	10,00	1,000	20,00	Permanente

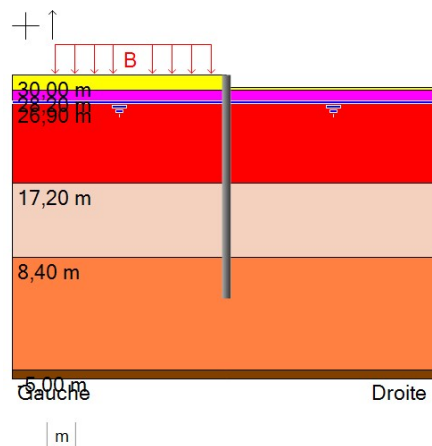
APPUI SURFACIQUE	Phase	z,inf [m]	z,sup [m]	Rs [kN/m³]	ps [kN/m/m]
1	4	20,00	20,50	320000	0
2	4	25,75	26,25	320000	0
3	4	31,50	32,00	320000	0

SYNTHESE PHASAGE

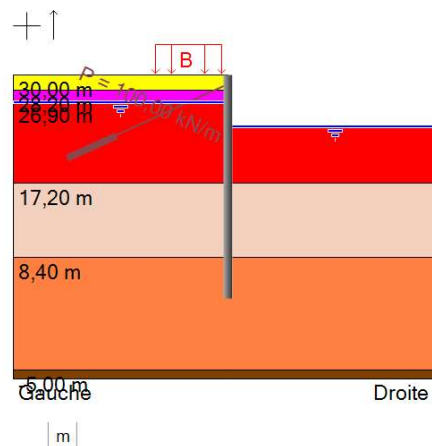
Phase initiale



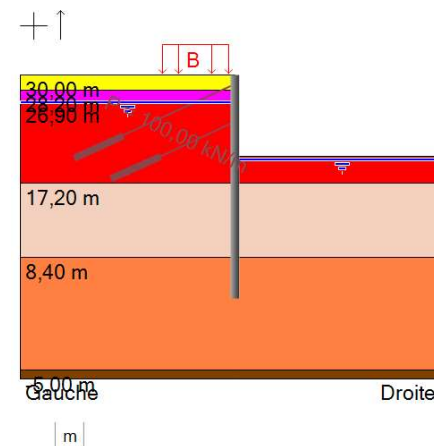
Phase 1 : Phase transitoire



Phase 2 : Phase transitoire



Phase 3 : Phase transitoire



- Surcharge de Boussinesq (côté gauche) : n°1
 z [m] = 30,00
 x [m] = 1,00
 L [m] = 10,00
 q [kN/m/m] = 20,00
 α = 1,000
 Nature: Permanente

- Options MEL :
 Surexcavation :
 Δa_{gauche} [m] = 0,00 Δa_{droite} [m] = 0,00
 Méthode de calcul automatique.
 Sélection automatique du côté de la butée
 Correction automatique de l'inclinaison de contre butée.

- Excavation (côté droit) :
 z_h [m] = 28,50

- Options ELU (MISS):
 Surexcavation :
 Δa_{gauche} [m] = 0,00 Δa_{droite} [m] = 0,00
 position zD du point d'effort tranchant null : automatique

- Excavation (côté droit) :
 z_h [m] = 24,00

- Action hydraulique : (droite)
 z_w [m] = 24,00

- Mise en place du tirant (côté gauche) : n°1
 z_a [m] = 29,00
 K [kN/m/m] = 5345
 P [kN/m] = 100,00
 α [°] = 20,00

- Options ELU (MISS):
 Surexcavation :
 Δa_{gauche} [m] = 0,00 Δa_{droite} [m] = 0,00
 position zD du point d'effort tranchant null : automatique

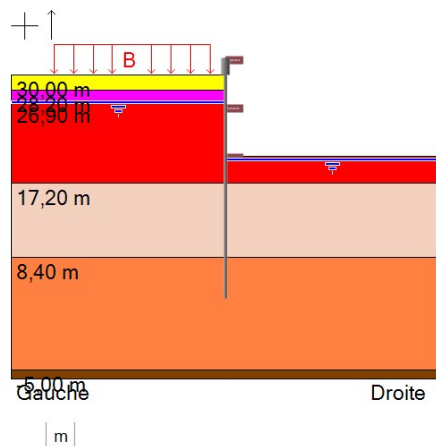
- Excavation (côté droit) :
 z_h [m] = 20,40

- Action hydraulique : (droite)
 z_w [m] = 20,00

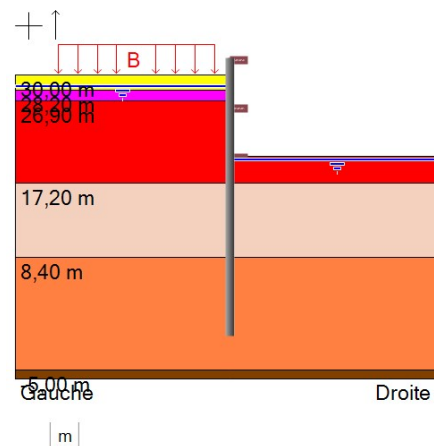
- Mise en place du tirant (côté gauche) : n°2
 z_a [m] = 24,50
 K [kN/m/m] = 7350
 P [kN/m] = 100,00
 α [°] = 20,00

SYNTHESE PHASAGE

Phase 4 : Phase transitoire



Phase 5 : Phase durable



Fluage + EE

- Options ELU (MISS):
Surexcavation :
 $\Delta a, gauche [m] = 0,00$ $\Delta a, droite [m] = 0,00$
position zD du point d'effort tranchant null : automatique

- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°1
z, sup [m] = 20,50
z, inf [m] = 20,00
Ks [kN/m²] = 320000

- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°2
z, sup [m] = 26,25
z, inf [m] = 25,75
Ks [kN/m²] = 320000

- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°3
z, sup [m] = 32,00
z, inf [m] = 31,50
Ks [kN/m²] = 320000

- Enlèvement du tirant n°1

- Enlèvement du tirant n°2

- Réhausse de l'écran :
zt [m] = 32,00
EI [kNm²/m] = 1666667
PP [kN/m/m] = 25,00

- Options ELU (MISS):
Surexcavation :
 $\Delta a, gauche [m] = 0,00$ $\Delta a, droite [m] = 0,00$
position zD du point d'effort tranchant null : automatique

- Modification de la raideur de l'écran :
Z1 [m] = 32,00
Z2 [m] = -1,00
EI [kNm²/m] = 833333
PP [kN/m/m] = 25,00

- Action hydraulique : (gauche)
zw [m] = 28,71

RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Type Vérif.	M,d max kNm/m	V,d max kN/m	Tirant 1 kN/m	Tirant 2 kN/m	Appui S. 1 kN/m	Appui S. 2 kN/m	Appui S. 3 kN/m	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. kN/m	Vérif. Kranz
1	MEL	661,44	-138,48	-	-	-	-	-	OK	838,39	-
2	MISS	240,27	-169,90	135,00	-	-	-	-	OK	787,88	OK
3	MISS	-888,35	270,03	224,17	135,00	-	-	-	OK	730,93	OK
4	MISS	-898,04	260,03	-	-	48,57	196,03	102,90	OK	675,29	OK
5	MISS	-632,76	278,79	-	-	232,59	336,33	49,57	OK	657,96	OK
Extrema	-	-898,04	278,79	224,17	135,00	232,59	336,33	102,90	-	-	-

Vérifications

COEFFICIENTS PARTIELS - Approche 2 (EC7 - NF P94-282)

Actions		
Sol - Eau - Ecran	MISS	MEL
poussée limite du sol (Ypa)	1,00	1,35
pression d'eau (Ypw)	1,00	1,35
poids propre de l'écran (YW)	1,00	1,35

Actions		
Sucharges appliquée sur le sol et l'écran	MISS	MEL
Sol - permanente (YG)	1,00	1,00
Sol - variable (YQ)	1,11	1,11
Ecran - permanente favorable (YG,inf)	1,00	1,00
Ecran - permanente défavorable (YG,sup)	1,00	1,35
Ecran - variable défavorable (YQ,sup)	1,11	1,50

Paramètre de résistance		
Paramètres du sol	MISS	MEL
Cohésion effective (Yc')	1,00	1,00
Angle de frot. effectif (Yφ')	1,00	1,00
Cohesion non drainée (Ycu')	1,00	1,00

-		
	MISS	MEL
Butée limite - phase durable (Ypb,D)	1,40	1,40
Butée limite - phase transitoire (Ypb,T)	1,10	1,10
Résistance des appuis (Yanc)	1,00	-
Effort déstabilisant (Ykrz)	1,10	-

Efforts, sollicitations et butée mobilisée : YE = 1,35

Méthode de référence pour le recalcul de ka/kp : Kérisel

RESULTATS DES VERIFICATIONS

PHASE 1 - Transitoire

L'écran est considéré en console (autostable).

La méthode D a été utilisée pour cette phase.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :**Vérification de la hauteur de fiche :**

Point de pression nulle : z0 = 28,20 m

Point de moment nul : zc = 26,71 m

Côte du pied de l'écran : zp = 3,50 m

f0 = z0 - zc = 1,49 m

fb = z0 - zp = 24,70 m

fb / f0 = 16,583 (≥ 1,2)**Vérification de la contre-butée :**

Point de transition :

zn = 27,49 m

Contre-butée nécessaire à l'équilibre des efforts horizontaux :

Ct,d = 72,68 kN/m

Contre-butée mobilisable sous zn :

Cm,d = 18689,44 kN/m

Facteur de mobilisation :

α = 0,052

Cm,d ≥ Ct,d**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.****PHASE 2 - Transitoire**

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : Bt,k = 1709,90 kN/m

Valeur de calcul : Bt,d = 2308,36 kN/m

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : Bm,k = 9937,34 kN/m

Valeur de calcul : Bm,d = 9033,95 kN/m

Bt,d < Bm,d**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.****Vérification du massif d'ancrage : Kranz**

Liste des situations étudiées :

Situation n° 1 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 135,00 kN/m; Tdsb,d = 592,34 kN/m

OK

La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.**PHASE 3 - Transitoire**

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : Bt,k = 2118,73 kN/m

Valeur de calcul : Bt,d = 2860,28 kN/m

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : Bm,k = 6966,24 kN/m

Valeur de calcul : Bm,d = 6332,94 kN/m

Bt,d < Bm,d**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.****Vérification du massif d'ancrage : Kranz**

Liste des situations étudiées :

Situation n° 1 : Nb de tirants : 2; Tref,d = 359,17 kN/m; Tdsb,d = 500,71 kN/m

OK

Situation n° 2 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 135,00 kN/m; Tdsb,d = 309,22 kN/m

OK

La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.**PHASE 4 - Transitoire**

Vérifications

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : $Bt,k = 2115,06 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul : $Bt,d = 2855,33 \text{ kN/m}$

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : $Bm,k = 6966,24 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul : $Bm,d = 6332,94 \text{ kN/m}$

$Bt,d < Bm,d$

Le défaut de butée est justifié pour cette phase.

Vérification du massif d'ancrage : Kranz

Liste des situations étudiées :

Situation n° 1 : Nb de tirants : 2; Tref,d = 0,00 kN/m; Tdsb,d = 470,75 kN/m OK

Situation n° 2 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 0,00 kN/m; Tdsb,d = 285,61 kN/m OK

La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.

PHASE 5 - Durable

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : $Bt,k = 2259,42 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul : $Bt,d = 3050,21 \text{ kN/m}$

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : $Bm,k = 6966,24 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul : $Bm,d = 4975,89 \text{ kN/m}$

$Bt,d < Bm,d$

Le défaut de butée est justifié pour cette phase.

Vérification du massif d'ancrage : Kranz

Liste des situations étudiées :

Situation n° 1 : Nb de tirants : 2; Tref,d = 0,00 kN/m; Tdsb,d = 390,87 kN/m OK

Situation n° 2 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 0,00 kN/m; Tdsb,d = 226,13 kN/m OK

La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.

DONNEES

GENERALITES :

Système d'unités :	Métrique, kN, kN/m ²	Niveau phréatique :	26,80 m
Poids volumique de l'eau :	10,00 kN/m ³	Nombre d'itérations par phase de calcul :	100
Pas de calcul :	0,20 m	Prise en compte moments 2 ordre :	non
Définition du projet :	Cotes		

CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	dc [kN/m ² /m]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m ² /m]	dkh [kN/m ² /m/m]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [kN/m/m]
Remblais	30,00	19,00	10,00	28,00	0,00	0,000	0,531	0,340	3,585	0,531	0,531	0,000	0,000	10399	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Alluvions modernes	27,70	18,00	10,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,312	3,932	0,500	0,500	1,203	4,985	2460	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Alluvions anciennes	17,50	19,00	10,00	33,00	0,00	0,000	0,455	0,249	6,428	0,455	0,455	0,000	0,000	48384	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00
Craie molle	15,80	17,00	10,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,312	3,932	0,500	0,500	1,203	4,985	5692	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Craie fracturée	8,50	18,00	10,00	35,00	5,00	0,000	0,426	0,227	7,360	0,426	0,426	1,101	7,886	31072	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00
Craie rocheuse	-3,50	18,00	10,00	35,00	25,00	0,000	0,426	0,227	7,360	0,426	0,426	1,101	7,886	338773	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00

CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :

Section	z,base [m]	EI [kNm ² /m]	W [kN/m/m]
Réhausse de l'écran	32,00	1666667	25,00
1	-1,00	1666667	25,00

Cote de la tête de l'écran : z0 = 30,00 m

DONNEES

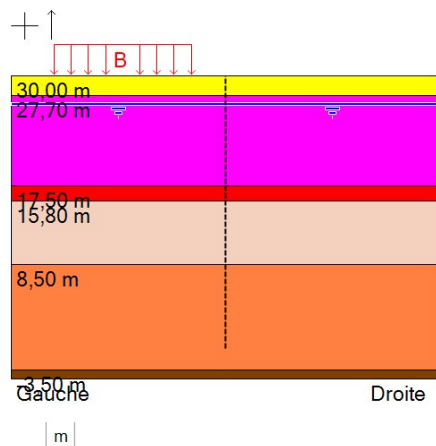
TIRANT	Phase	za [m]	K [kN/m/m]	P [kN/m]	α [°]	Lu [m]	Ls [m]
1	2	29,00	4900	200,00	30,00	24,00	8,00
2	3	24,50	6533	200,00	30,00	18,00	8,00

SURCHARGE BOUSSINESQ	Phase	Côté	z [m]	x [m]	L [m]	αe	q [kN/m/m]
1	0	Gauche	30,00	2,50	10,00	1,000	20,00

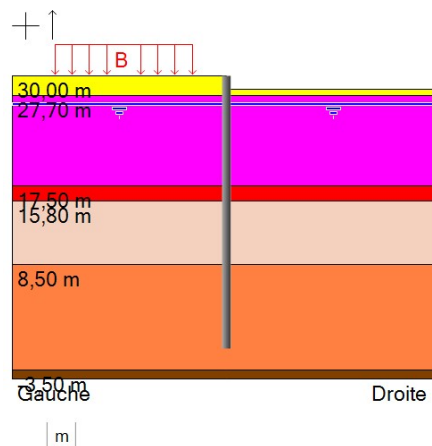
APPUI SURFACIQUE	Phase	z,inf [m]	z,sup [m]	Rs [kN/m³]	ps [kN/m/m]
1	4	20,00	20,50	320000	0
2	4	25,75	26,25	320000	0
3	4	31,50	32,00	320000	0

SYNTHESE PHASAGE

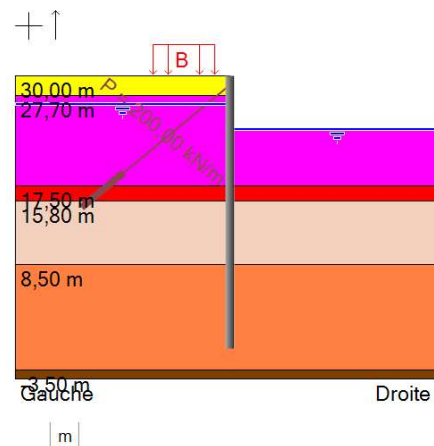
Phase initiale



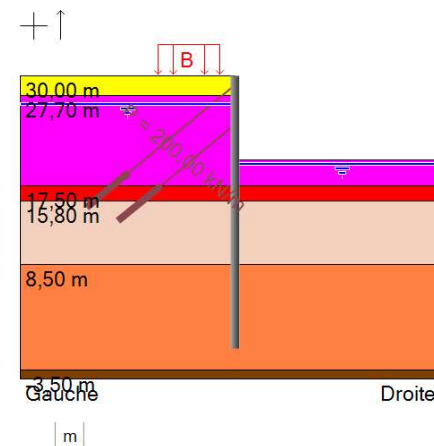
Phase 1 : Phase transitoire



Phase 2 : Phase transitoire



Phase 3 : Phase transitoire



- Surcharge de Boussinesq (côté gauche) : n°1
z [m] = 30,00
x [m] = 2,50
L [m] = 10,00
q [kN/m/m] = 20,00
ae = 1,000

- Excavation (côté droit) :
zh [m] = 28,50

- Excavation (côté droit) :
zh [m] = 24,00

- Action hydraulique : (droite)
zw [m] = 24,00

- Mise en place du tirant (côté gauche) : n°1
za [m] = 29,00
K [kN/m/m] = 4900
P [kN/m] = 200,00
 α [°] = 30,00

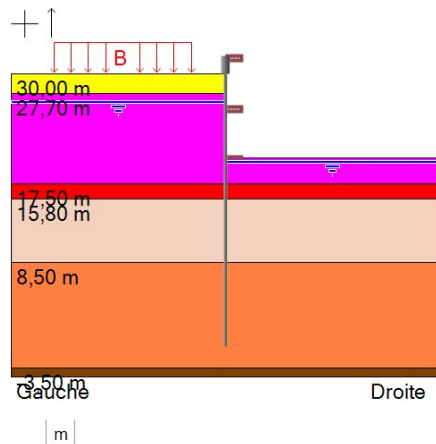
- Excavation (côté droit) :
zh [m] = 20,40

- Action hydraulique : (droite)
zw [m] = 20,00

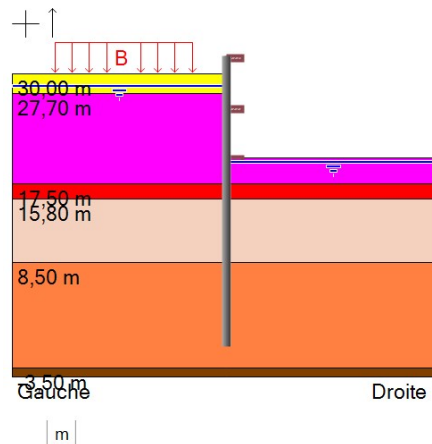
- Mise en place du tirant (côté gauche) : n°2
za [m] = 24,50
K [kN/m/m] = 6533
P [kN/m] = 200,00
 α [°] = 30,00

SYNTHESE PHASAGE

Phase 4 : Phase transitoire



Phase 5 : Phase durable



Fluage + EE

- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°1
z,sup [m] = 20,50
z,inf [m] = 20,00
Ks [kN/m²] = 320000
- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°2
z,sup [m] = 26,25
z,inf [m] = 25,75
Ks [kN/m²] = 320000
- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°3
z,sup [m] = 32,00
z,inf [m] = 31,50
Ks [kN/m²] = 320000
- Enlèvement du tirant n°1
- Enlèvement du tirant n°2
- Réhausse de l'écran :
zt [m] = 32,00
EI [kNm²/m] = 1666667
PP [kN/m/m] = 25,00

- Modification de la raideur de l'écran :
Z1 [m] = 32,00
Z2 [m] = -1,00
EI [kNm²/m] = 833333
PP [kN/m/m] = 25,00
- Action hydraulique : (gauche)
zw [m] = 28,71

RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Déplac. en tête mm	Déplac. max mm	Moment max kNm/m	Tranch. max kN/m	Rapport butées	Tirant 1 kN/m	Tirant 2 kN/m	Appui S. 1 kN/m	Appui S. 2 kN/m	Appui S. 3 kN/m
1	4,33	4,33	113,22	-44,26	11,572	-	-	-	-	-
2	1,84	8,20	-489,74	226,17	7,917	200,00	-	-	-	-
3	1,20	19,98	-901,11	254,48	5,403	203,82	200,00	-	-	-
4	-4,00	20,43	-897,59	243,87	5,412	-	-	63,97	204,93	81,73
5	-4,30	21,60	-562,85	-226,13	5,163	-	-	240,46	286,41	37,36
Extrema	4,33	21,60	-901,11	254,48	5,163	203,82	200,00	240,46	286,41	81,73

DONNEES

GENERALITES :

Système d'unités : Métrique, kN, kN/m²

Poids volumique de l'eau : 10,00 kN/m³

Pas de calcul : 0,20 m

Définition du projet : Cotes

Niveau phréatique : 26,80 m

Nombre d'itérations par phase de calcul : 100

Prise en compte moments 2 ordre : non

CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	dc [kN/m²/m]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m²/m]	dkh [kN/m²/m/m]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [kN/m/m]
Remblais	30,00	19,00	10,00	28,00	0,00	0,000	0,531	0,340	3,585	0,531	0,531	0,000	0,000	10399	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Alluvions modernes	27,70	18,00	10,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,312	3,932	0,500	0,500	1,203	4,985	2460	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Alluvions anciennes	17,50	19,00	10,00	33,00	0,00	0,000	0,455	0,249	6,428	0,455	0,455	0,000	0,000	48384	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00
Craie molle	15,80	17,00	10,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,312	3,932	0,500	0,500	1,203	4,985	5692	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Craie fracturée	8,50	18,00	10,00	35,00	5,00	0,000	0,426	0,227	7,360	0,426	0,426	1,101	7,886	31072	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00
Craie rocheuse	-3,50	18,00	10,00	35,00	25,00	0,000	0,426	0,227	7,360	0,426	0,426	1,101	7,886	338773	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00

Valeurs de calcul des paramètres de la loi de comportement

Couche	Comportement	MISS							MEL						
		φ,d [°]	c,d [kN/m²]	dc,d [kN/m²/m]	kay,d	kpy,d	kac,d	kpc,d	φ,d [°]	c,d [kN/m²]	dc,d [kN/m²/m]	kay,d	kpy,d	kac,d	kpc,d
Remblais	Drainé	28,00	0,00	0,000	0,340	3,585	0,000	0,000	28,00	0,00	0,000	0,340	3,585	0,000	0,000
Alluvions modernes	Drainé	30,00	2,00	0,000	0,312	3,932	1,203	4,985	30,00	2,00	0,000	0,312	3,932	1,203	4,985
Alluvions anciennes	Drainé	33,00	0,00	0,000	0,249	6,428	0,000	0,000	33,00	0,00	0,000	0,249	6,428	0,000	0,000
Craie molle	Drainé	30,00	2,00	0,000	0,312	3,932	1,203	4,985	30,00	2,00	0,000	0,312	3,932	1,203	4,985
Craie fracturée	Drainé	35,00	5,00	0,000	0,227	7,360	1,101	7,886	35,00	5,00	0,000	0,227	7,360	1,101	7,886
Craie rocheuse	Drainé	35,00	25,00	0,000	0,227	7,360	1,101	7,886	35,00	25,00	0,000	0,227	7,360	1,101	7,886

CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :

Section	z,base [m]	EI [kNm²/m]	W [kN/m/m]
Réhausse de l'écran	32,00	1666667	25,00
1	-1,00	1666667	25,00

Cote de la tête de l'écran : z0 = 30,00 m

DONNEES

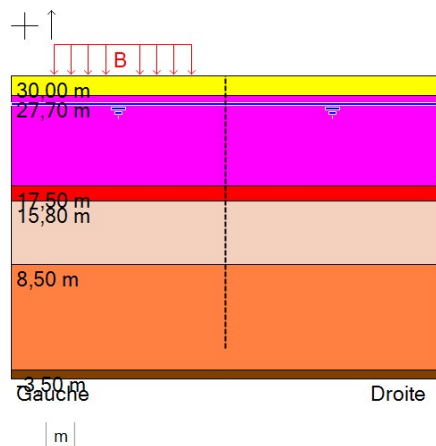
TIRANT	Phase	za [m]	K [kN/m/m]	P [kN/m]	α [°]	Lu [m]	Ls [m]
1	2	29,00	4900	200,00	30,00	24,00	8,00
2	3	24,50	6533	200,00	30,00	18,00	8,00

SURCHARGE BOUSSINESQ	Phase	Côté	z [m]	x [m]	L [m]	αe	q [kN/m/m]	Nature
1	0	Gauche	30,00	2,50	10,00	1,000	20,00	Permanente

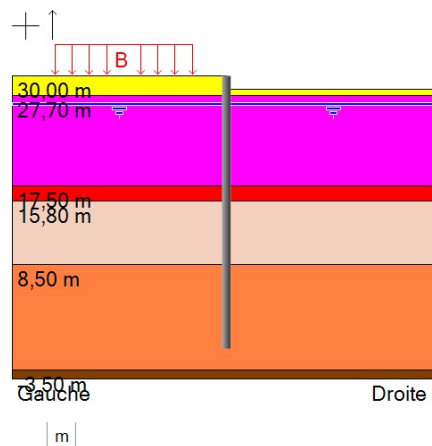
APPUI SURFACIQUE	Phase	z,inf [m]	z,sup [m]	Rs [kN/m³]	ps [kN/m/m]
1	4	20,00	20,50	320000	0
2	4	25,75	26,25	320000	0
3	4	31,50	32,00	320000	0

SYNTHESE PHASAGE

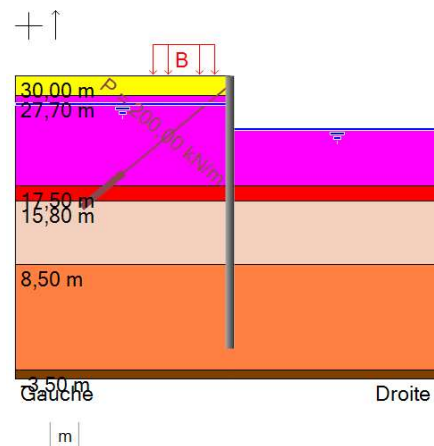
Phase initiale



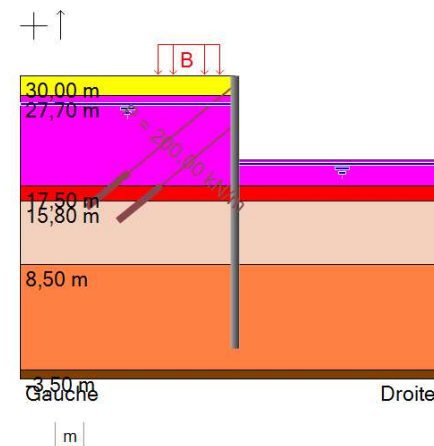
Phase 1 : Phase transitoire



Phase 2 : Phase transitoire



Phase 3 : Phase transitoire



- Surcharge de Boussinesq (côté gauche) : n°1
 z [m] = 30,00
 x [m] = 2,50
 L [m] = 10,00
 q [kN/m/m] = 20,00
 α = 1,000
 Nature: Permanente

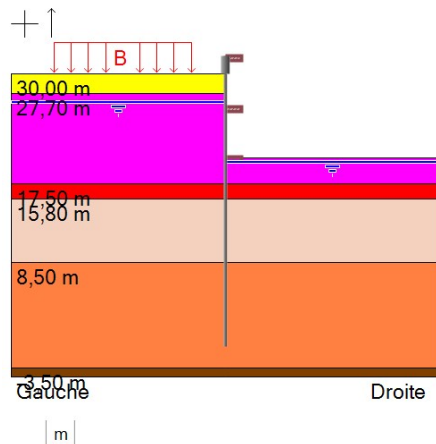
- Options MEL :
 Surexcavation :
 Δa_{gauche} [m] = 0,00 Δa_{droite} [m] = 0,00
 Méthode de calcul automatique.
 Sélection automatique du côté de la butée
 Correction automatique de l'inclinaison de contre butée.
 - Excavation (côté droit) :
 z_h [m] = 28,50

- Options ELU (MISS):
 Surexcavation :
 Δa_{gauche} [m] = 0,00 Δa_{droite} [m] = 0,00
 position zD du point d'effort tranchant null : automatique
 - Excavation (côté droit) :
 z_h [m] = 24,00
 - Action hydraulique : (droite)
 z_w [m] = 24,00
 - Mise en place du tirant (côté gauche) : n°1
 z_a [m] = 29,00
 K [kN/m/m] = 4900
 P [kN/m] = 200,00
 α [°] = 30,00

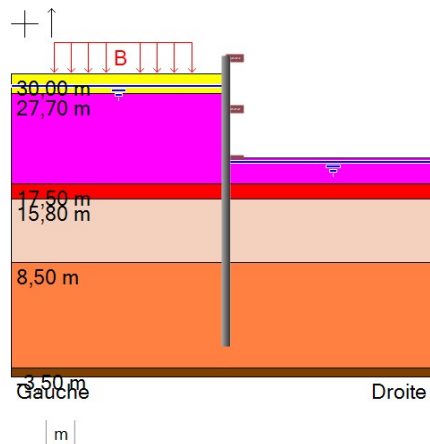
- Options ELU (MISS):
 Surexcavation :
 Δa_{gauche} [m] = 0,00 Δa_{droite} [m] = 0,00
 position zD du point d'effort tranchant null : automatique
 - Excavation (côté droit) :
 z_h [m] = 20,40
 - Action hydraulique : (droite)
 z_w [m] = 20,00
 - Mise en place du tirant (côté gauche) : n°2
 z_a [m] = 24,50
 K [kN/m/m] = 6533
 P [kN/m] = 200,00
 α [°] = 30,00

SYNTHESE PHASAGE

Phase 4 : Phase transitoire



Phase 5 : Phase durable



Fluage + EE

- Options ELU (MISS):

Surexcavation :

 $\Delta a_{\text{gauche}} [m] = 0,00$ $\Delta a_{\text{droite}} [m] = 0,00$

position zD du point d'effort tranchant null : automatique

- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°1

z, sup [m] = 20,50

z, inf [m] = 20,00

Ks [kN/m²] = 320000

- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°2

z, sup [m] = 26,25

z, inf [m] = 25,75

Ks [kN/m²] = 320000

- Mise en place de l'appui surfacique : (droite) n°3

z, sup [m] = 32,00

z, inf [m] = 31,50

Ks [kN/m²] = 320000

- Enlèvement du tirant n°1

- Enlèvement du tirant n°2

- Réhausse de l'écran :

zt [m] = 32,00

EI [kNm²/m] = 1666667

PP [kN/m/m] = 25,00

- Options ELU (MISS):

Surexcavation :

 $\Delta a_{\text{gauche}} [m] = 0,00$ $\Delta a_{\text{droite}} [m] = 0,00$

position zD du point d'effort tranchant null : automatique

- Modification de la raideur de l'écran :

Z1 [m] = 32,00

Z2 [m] = -1,00

EI [kNm²/m] = 833333

PP [kN/m/m] = 25,00

- Action hydraulique : (gauche)

zw [m] = 28,71

RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Type Vérif.	M,d max kNm/m	V,d max kN/m	Tirant 1 kN/m	Tirant 2 kN/m	Appui S. 1 kN/m	Appui S. 2 kN/m	Appui S. 3 kN/m	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. kN/m	Vérif. Kranz
1	MEL	19,97	-32,33	-	-	-	-	-	OK	109,68	-
2	MISS	-661,15	305,33	270,00	-	-	-	-	OK	981,80	OK
3	MISS	-1216,50	343,55	275,16	270,00	-	-	-	OK	941,57	OK
4	MISS	-1211,74	329,22	-	-	86,35	276,65	110,34	OK	738,58	OK
5	MISS	-759,85	-305,27	-	-	324,62	386,66	50,44	OK	662,59	OK
Extrema	-	-1216,50	343,55	275,16	270,00	324,62	386,66	110,34	-	-	-

Vérifications

COEFFICIENTS PARTIELS - Approche 2 (EC7 - NF P94-282)

Actions		
Sol - Eau - Ecran	MISS	MEL
poussée limite du sol (Ypa)	1,00	1,35
pression d'eau (Ypw)	1,00	1,35
poids propre de l'écran (YW)	1,00	1,35

Actions		
Sucharges appliquée sur le sol et l'écran	MISS	MEL
Sol - permanente (YG)	1,00	1,00
Sol - variable (YQ)	1,11	1,11
Ecran - permanente favorable (YG,inf)	1,00	1,00
Ecran - permanente défavorable (YG,sup)	1,00	1,35
Ecran - variable défavorable (YQ,sup)	1,11	1,50

Paramètre de résistance		
Paramètres du sol	MISS	MEL
Cohésion effective (Yc')	1,00	1,00
Angle de frot. effectif (Yφ')	1,00	1,00
Cohesion non drainée (Ycu')	1,00	1,00

-		
	MISS	MEL
Butée limite - phase durable (Ypb,D)	1,40	1,40
Butée limite - phase transitoire (Ypb,T)	1,10	1,10
Résistance des appuis (Yanc)	1,00	-
Effort déstabilisant (Ykrz)	1,10	-

Efforts, sollicitations et butée mobilisée : YE = 1,35

Méthode de référence pour le recalcul de ka/kp : Kérisel

RESULTATS DES VERIFICATIONS

PHASE 1 - Transitoire

L'écran est considéré en console (autostable).

La méthode D a été utilisée pour cette phase.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :**Vérification de la hauteur de fiche :**

Point de pression nulle : z0 = 28,16 m

Point de moment nul : zc = 26,73 m

Côte du pied de l'écran : zp = -1,00 m

f0 = z0 - zc = 1,44 m

fb = z0 - zp = 29,16 m

fb / f0 = 20,290 (≥ 1,2)**Vérification de la contre-butée :**

Point de transition :

zn = -

Contre-butée nécessaire à l'équilibre des efforts horizontaux :

Ct,d = 58,28 kN/m

Contre-butée mobilisable sous zn :

Cm,d = 28257,21 kN/m

Facteur de mobilisation :

α = 0,054

Cm,d ≥ Ct,d**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.****PHASE 2 - Transitoire**

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : Bt,k = 2489,09 kN/m

Valeur de calcul : Bt,d = 3360,27 kN/m

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : Bm,k = 19706,16 kN/m

Valeur de calcul : Bm,d = 17914,69 kN/m

Bt,d < Bm,d**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.****Vérification du massif d'ancrage : Kranz**

Liste des situations étudiées :

Situation n° 1 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 270,00 kN/m; Tdsb,d = 1243,08 kN/m OK

La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.**PHASE 3 - Transitoire**

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : Bt,k = 2858,80 kN/m

Valeur de calcul : Bt,d = 3859,38 kN/m

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : Bm,k = 15445,67 kN/m

Valeur de calcul : Bm,d = 14041,52 kN/m

Bt,d < Bm,d**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.****Vérification du massif d'ancrage : Kranz**

Liste des situations étudiées :

Situation n° 1 : Nb de tirants : 2; Tref,d = 545,16 kN/m; Tdsb,d = 1036,34 kN/m OK

Situation n° 2 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 270,00 kN/m; Tdsb,d = 737,70 kN/m OK

La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.**PHASE 4 - Transitoire**

Vérifications

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : $B_{t,k} = 2854,18 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul : $B_{t,d} = 3853,14 \text{ kN/m}$

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : $B_{m,k} = 15445,67 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul : $B_{m,d} = 14041,52 \text{ kN/m}$

$B_{t,d} < B_{m,d}$

Le défaut de butée est justifié pour cette phase.

Vérification du massif d'ancrage : Kranz

Liste des situations étudiées :

Situation n° 1 : Nb de tirants : 2; $T_{ref,d} = 0,00 \text{ kN/m}$; $T_{dsb,d} = 951,44 \text{ kN/m}$ OK

Situation n° 2 : Nb de tirants : 1; $T_{ref,d} = 0,00 \text{ kN/m}$; $T_{dsb,d} = 636,37 \text{ kN/m}$ OK

La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.

PHASE 5 - Durable

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : $B_{t,k} = 2991,42 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul : $B_{t,d} = 4038,41 \text{ kN/m}$

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : $B_{m,k} = 15445,67 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul : $B_{m,d} = 11032,62 \text{ kN/m}$

$B_{t,d} < B_{m,d}$

Le défaut de butée est justifié pour cette phase.

Vérification du massif d'ancrage : Kranz

Liste des situations étudiées :

Situation n° 1 : Nb de tirants : 2; $T_{ref,d} = 0,00 \text{ kN/m}$; $T_{dsb,d} = 878,70 \text{ kN/m}$ OK

Situation n° 2 : Nb de tirants : 1; $T_{ref,d} = 0,00 \text{ kN/m}$; $T_{dsb,d} = 588,86 \text{ kN/m}$ OK

La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.

Annexe 8 : **Calculs soutènements paroi berlinoise bassin**

DONNEES

GENERALITES :

Système d'unités :	Métrique, kN, kN/m²	Niveau phréatique :	26,80 m
Poids volumique de l'eau :	10,00 kN/m³	Nombre d'itérations par phase de calcul :	100
Pas de calcul :	0,20 m	Prise en compte moments 2 ordre :	non
Définition du projet :	Cotes		

CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	dc [kN/m²/m]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m²/m]	dkh [kN/m²/m/m]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [kN/m/m]
Remblais	35,00	19,00	9,00	28,00	0,00	0,000	0,531	0,340	3,585	0,531	0,531	0,000	0,000	25656	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Alluvions modernes	28,20	18,00	8,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,312	3,932	0,500	0,500	1,203	4,985	4014	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Alluvions anciennes	26,90	19,00	9,00	35,00	0,00	0,000	0,426	0,227	7,360	0,426	0,426	0,000	0,000	359282	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00
Craie molle	17,20	17,00	7,00	28,00	2,00	0,000	0,531	0,340	3,585	0,531	0,531	1,257	4,674	37651	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Craie fracturée	8,40	18,00	8,00	35,00	5,00	0,000	0,426	0,227	7,360	0,426	0,426	1,101	7,886	100182	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00
Craie rocheuse	-0,60	18,00	8,00	35,00	25,00	0,000	0,426	0,227	7,360	0,426	0,426	1,101	7,886	239070	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00

CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :

Section	z,base [m]	EI [kNm²/m]	W [kN/m/m]
1	25,90	49728	0,00

Cote de la tête de l'écran : z0 = 35,00 m

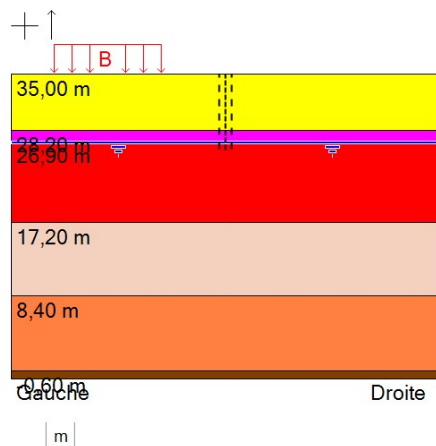
DONNEES

TIRANT	Phase	za [m]	K [kN/m/m]	P [kN/m]	α [°]	Lu [m]	Ls [m]
1	2	33,50	9903	100,00	10,00	9,50	5,00

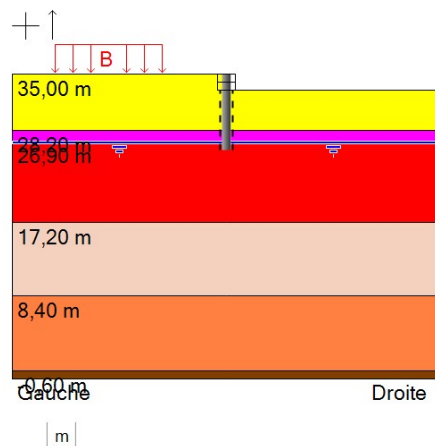
SURCHARGE BOUSSINESQ	Phase	Côté	z [m]	x [m]	L [m]	αe	q [kN/m/m]
1	0	Gauche	35,00	6,00	10,00	1,000	20,00

SYNTHESE PHASAGE

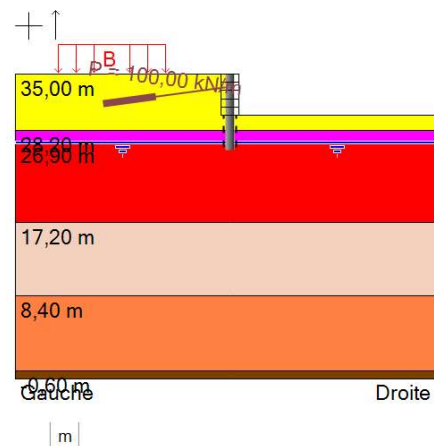
Phase initiale



Phase 1 : Phase transitoire



Phase 2 : Phase transitoire



- Surcharge de Boussinesq (côté gauche) : n°1
 z [m] = 35,00
 x [m] = 6,00
 L [m] = 10,00
 q [kN/m/m] = 20,00
 ae = 1,000

- Poussée réduite :
 zt [m] = 35,00
 zb [m] = 25,90
 R = 0,600
 C = 1,000

- Excavation (côté droit) :
 zh [m] = 33,00

- Pose de blindage (Berlinoise) :
 z [m] = 33,00

- Excavation (côté droit) :
 zh [m] = 30,00

- Mise en place du tirant (côté gauche) : n°1
 za [m] = 33,50
 K [kN/m/m] = 9903
 P [kN/m] = 100,00
 α [°] = 10,00

- Pose de blindage (Berlinoise) :
 z [m] = 30,00

RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Déplac. en tête mm	Déplac. max mm	Moment max kNm/m	Tranch. max kN/m	Rapport butées	Tirant 1 kN/m
1	5,53	5,53	23,81	15,64	6,221	-
2	2,02	6,25	-56,06	-55,86	2,888	100,00
Extrema	5,53	6,25	-56,06	-55,86	2,888	100,00

DONNEES

GENERALITES :

Système d'unités : Métrique, kN, kN/m²

Poids volumique de l'eau : 10,00 kN/m³

Pas de calcul : 0,20 m

Définition du projet : Cotes

Niveau phréatique : 26,80 m

Nombre d'itérations par phase de calcul : 100

Prise en compte moments 2 ordre : non

CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	dc [kN/m²/m]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m²/m]	dkh [kN/m²/m/m]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [kN/m/m]
Remblais	35,00	19,00	9,00	28,00	0,00	0,000	0,531	0,340	3,585	0,531	0,531	0,000	0,000	25656	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Alluvions modernes	28,20	18,00	8,00	30,00	2,00	0,000	0,500	0,312	3,932	0,500	0,500	1,203	4,985	4014	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Alluvions anciennes	26,90	19,00	9,00	35,00	0,00	0,000	0,426	0,227	7,360	0,426	0,426	0,000	0,000	359282	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00
Craie molle	17,20	17,00	7,00	28,00	2,00	0,000	0,531	0,340	3,585	0,531	0,531	1,257	4,674	37651	0	0,330	-0,330	0,100	10000,00
Craie fracturée	8,40	18,00	8,00	35,00	5,00	0,000	0,426	0,227	7,360	0,426	0,426	1,101	7,886	100182	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00
Craie rocheuse	-0,60	18,00	8,00	35,00	25,00	0,000	0,426	0,227	7,360	0,426	0,426	1,101	7,886	239070	0	0,670	-0,670	0,100	10000,00

Valeurs de calcul des paramètres de la loi de comportement

Couche	Comportement	MISS							MEL						
		φ,d [°]	c,d [kN/m²]	dc,d [kN/m²/m]	kay,d	kpy,d	kac,d	kpc,d	φ,d [°]	c,d [kN/m²]	dc,d [kN/m²/m]	kay,d	kpy,d	kac,d	kpc,d
Remblais	Drainé	28,00	0,00	0,000	0,340	3,585	0,000	0,000	28,00	0,00	0,000	0,340	3,585	0,000	0,000
Alluvions modernes	Drainé	30,00	2,00	0,000	0,312	3,932	1,203	4,985	30,00	2,00	0,000	0,312	3,932	1,203	4,985
Alluvions anciennes	Drainé	35,00	0,00	0,000	0,227	7,360	0,000	0,000	35,00	0,00	0,000	0,227	7,360	0,000	0,000
Craie molle	Drainé	28,00	2,00	0,000	0,340	3,585	1,257	4,674	28,00	2,00	0,000	0,340	3,585	1,257	4,674
Craie fracturée	Drainé	35,00	5,00	0,000	0,227	7,360	1,101	7,886	35,00	5,00	0,000	0,227	7,360	1,101	7,886
Craie rocheuse	Drainé	35,00	25,00	0,000	0,227	7,360	1,101	7,886	35,00	25,00	0,000	0,227	7,360	1,101	7,886

CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :

Section	z,base [m]	EI [kNm²/m]	W [kN/m/m]
1	25,90	49728	0,00

Cote de la tête de l'écran : z0 = 35,00 m



v.4.0.28

AFFAIRE 2021-02-647

RUE DE L'ABREUVOIR

DONNEES

TIRANT	Phase	za [m]	K [kN/m/m]	P [kN/m]	α [°]	Lu [m]	Ls [m]
1	2	33,50	9903	100,00	10,00	9,50	5,00

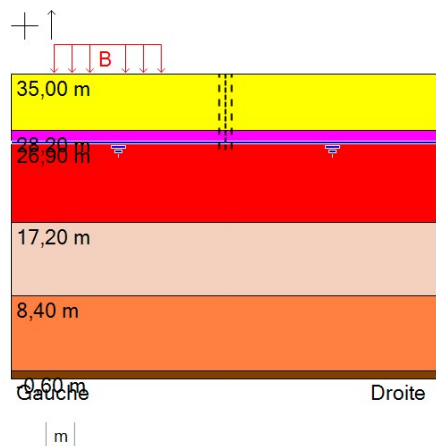
SURCHARGE BOUSSINESQ	Phase	Côté	z [m]	x [m]	L [m]	αe	q [kN/m/m]	Nature
1	0	Gauche	35,00	6,00	10,00	1,000	20,00	Permanente



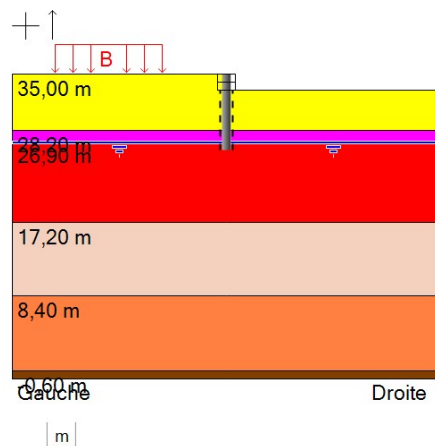
Calcul réalisé par : GEOTECHNIQUE SAS

SYNTHESE PHASAGE

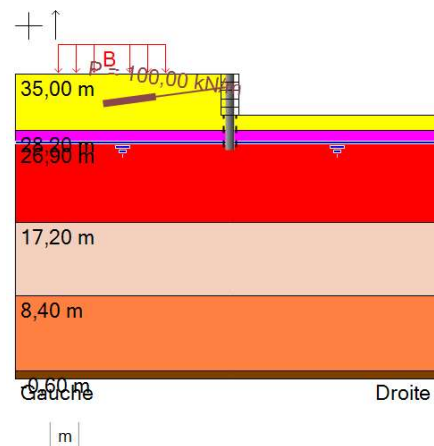
Phase initiale



Phase 1 : Phase transitoire



Phase 2 : Phase transitoire



- Surcharge de Boussinesq (côté gauche) : n°1
z [m] = 35,00
x [m] = 6,00
L [m] = 10,00
q [kN/m/m] = 20,00
ae = 1,000
Nature: Permanente

- Poussée réduite :
zt [m] = 35,00
zb [m] = 25,90
R = 0,600
C = 1,000

- Options ELU (MISS):
Surexcavation :
 Δa_{gauche} [m] = 0,00 Δa_{droite} [m] = 0,00
position zD du point d'effort tranchant null : automatique

- Excavation (côté droit) :
zh [m] = 33,00

- Pose de blindage (Berlinoise) :
z [m] = 33,00

- Options ELU (MISS):
Surexcavation :
 Δa_{gauche} [m] = 0,00 Δa_{droite} [m] = 0,00
position zD du point d'effort tranchant null : automatique

- Excavation (côté droit) :
zh [m] = 30,00

- Mise en place du tirant (côté gauche) : n°1
za [m] = 33,50
K [kN/m/m] = 9903
P [kN/m] = 100,00
 α [°] = 10,00

- Pose de blindage (Berlinoise) :
z [m] = 30,00



v.4.0.28

AFFAIRE 2021-02-647

RUE DE L'ABREUVOIR

RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Type Vérif.	M,d max kNm/m	V,d max kN/m	Tirant 1 kN/m	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. kN/m	Vérif. Kranz
1	MISS	32,14	21,12	-	OK	2,49	OK
2	MISS	-75,68	-75,41	135,00	OK	-13,35	OK
Extrema	-	-75,68	-75,41	135,00	-	-	-



Calcul réalisé par : GEOTECHNIQUE SAS

Vérifications

COEFFICIENTS PARTIELS - Approche 2 (EC7 - NF P94-282)

Actions		
Sol - Eau - Ecran	MISS	MEL
poussée limite du sol (Ypa)	1,00	1,35
pression d'eau (Ypw)	1,00	1,35
poids propre de l'écran (YW)	1,00	1,35

Actions		
Sucharges appliquée sur le sol et l'écran	MISS	MEL
Sol - permanente (YG)	1,00	1,00
Sol - variable (YQ)	1,11	1,11
Ecran - permanente favorable (YG,inf)	1,00	1,00
Ecran - permanente défavorable (YG,sup)	1,00	1,35
Ecran - variable défavorable (YQ,sup)	1,11	1,50

Paramètre de résistance		
Paramètres du sol	MISS	MEL
Cohésion effective (Yc')	1,00	1,00
Angle de frot. effectif (Yφ')	1,00	1,00
Cohesion non drainée (Ycu')	1,00	1,00

-		
	MISS	MEL
Butée limite - phase durable (Ypb,D)	1,40	1,40
Butée limite - phase transitoire (Ypb,T)	1,10	1,10
Résistance des appuis (Yanc)	1,00	-
Effort déstabilisant (Ykrz)	1,10	-

Efforts, sollicitations et butée mobilisée : YE = 1,35

Méthode de référence pour le recalcul de ka/kp : Kérisel

RESULTATS DES VERIFICATIONS

PHASE 1 - Transitoire

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : Bt,k = 212,86 kN/m

Valeur de calcul : Bt,d = 287,37 kN/m

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : Bm,k = 1324,32 kN/m

Valeur de calcul : Bm,d = 1203,93 kN/m

Bt,d < Bm,d

Le défaut de butée est justifié pour cette phase.

PHASE 2 - Transitoire

L'écran est considéré ancré.

La butée pour cette phase est considérée à droite.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : Bt,k = 170,78 kN/m

Valeur de calcul : Bt,d = 230,55 kN/m

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : Bm,k = 493,19 kN/m

Valeur de calcul : Bm,d = 448,35 kN/m

Bt,d < Bm,d

Le défaut de butée est justifié pour cette phase.

Vérification du massif d'ancrage : Kranz

Liste des situations étudiées :

Situation n° 1 : Nb de tirants : 1; Tref,d = 135,00 kN/m; Tdsb,d = 168,68 kN/m OK

La stabilité du massif d'ancrages est justifiée pour cette phase.



Annexe 9 : **Calculs tassements bassin**

Données

Titre du projet : BOULOGNE

Numéro d'affaire : 2021-02-647

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Radier bassin (Plaque n°1)

Dimension du projet : 3D

Seuil de décollement (kPa) : 5

Seuil de plastification (kPa) : 1000

Décollement/plastification automatique : Non

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	Esol	v	Pente-x	Pente-y
1	Remblais		28,20	2,20E04	0,30	0,000	0,000
2	Alluvions modernes		26,90	7,50E03	0,30	0,000	0,000
3	Alluvions anciennes		17,20	1,29E05	0,30	0,000	0,000
4	Craie molle		8,40	2,20E04	0,30	0,000	0,000
5	Craie fracturée		-5,00	5,80E04	0,30	0,000	0,000
6	Craie saine		-8,00	3,00E05	0,30	0,000	0,000

Poids volumique du sol au dessus de la base de la plaque (kN/m3) : 0,00

Plaque - Rectangle

N°	E	v	e	zbase	X	Y	B	L	θ
1	1,00E07	0,20	1,00	29,90	0,00	0,00	42,00	20,00	0,0

Surcharge répartie - Rectangle

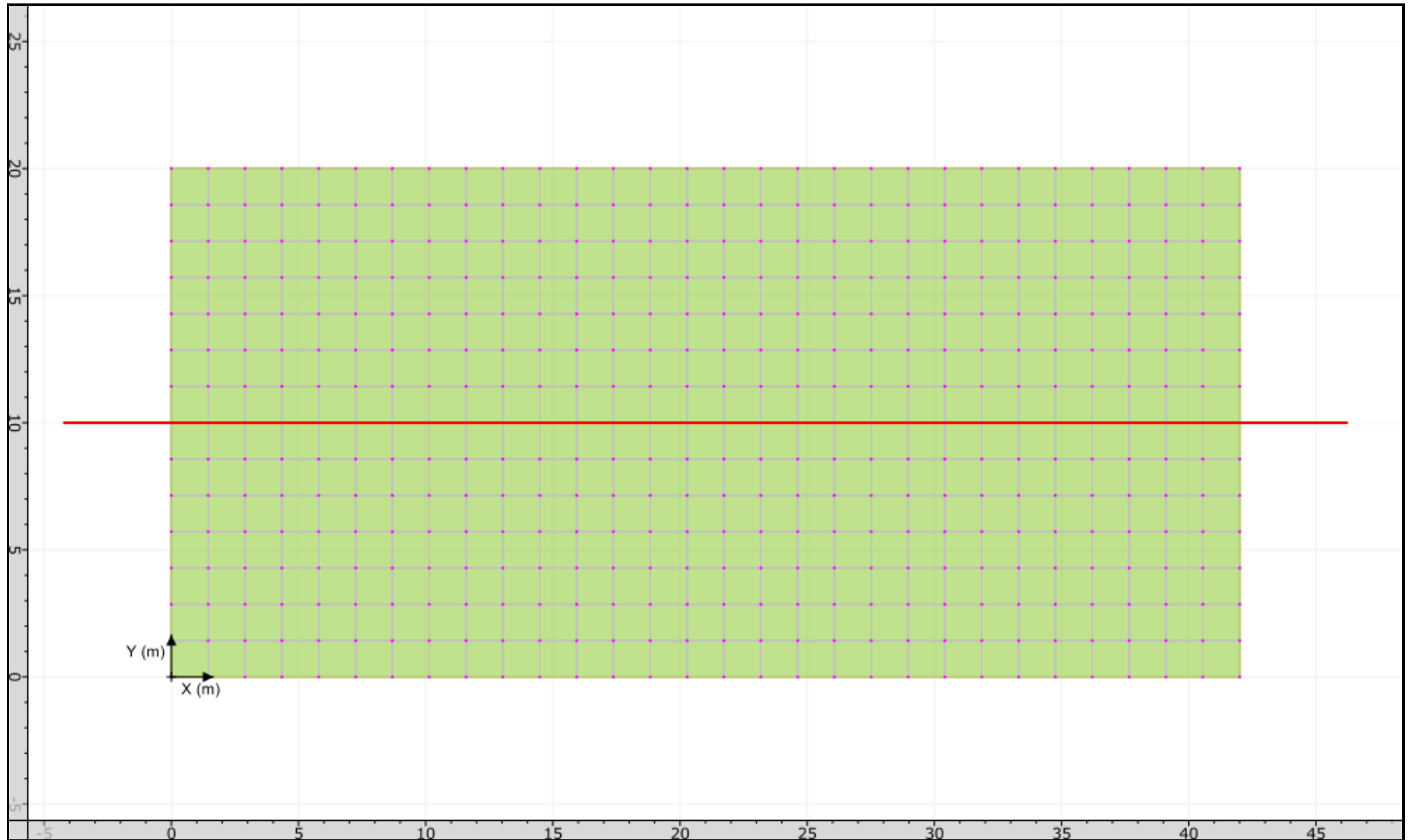
N°	Q	X	Y	B	L	θ
1	50,00	0,00	0,00	42,00	20,00	0,0

Pas maximal (m) : 1,45

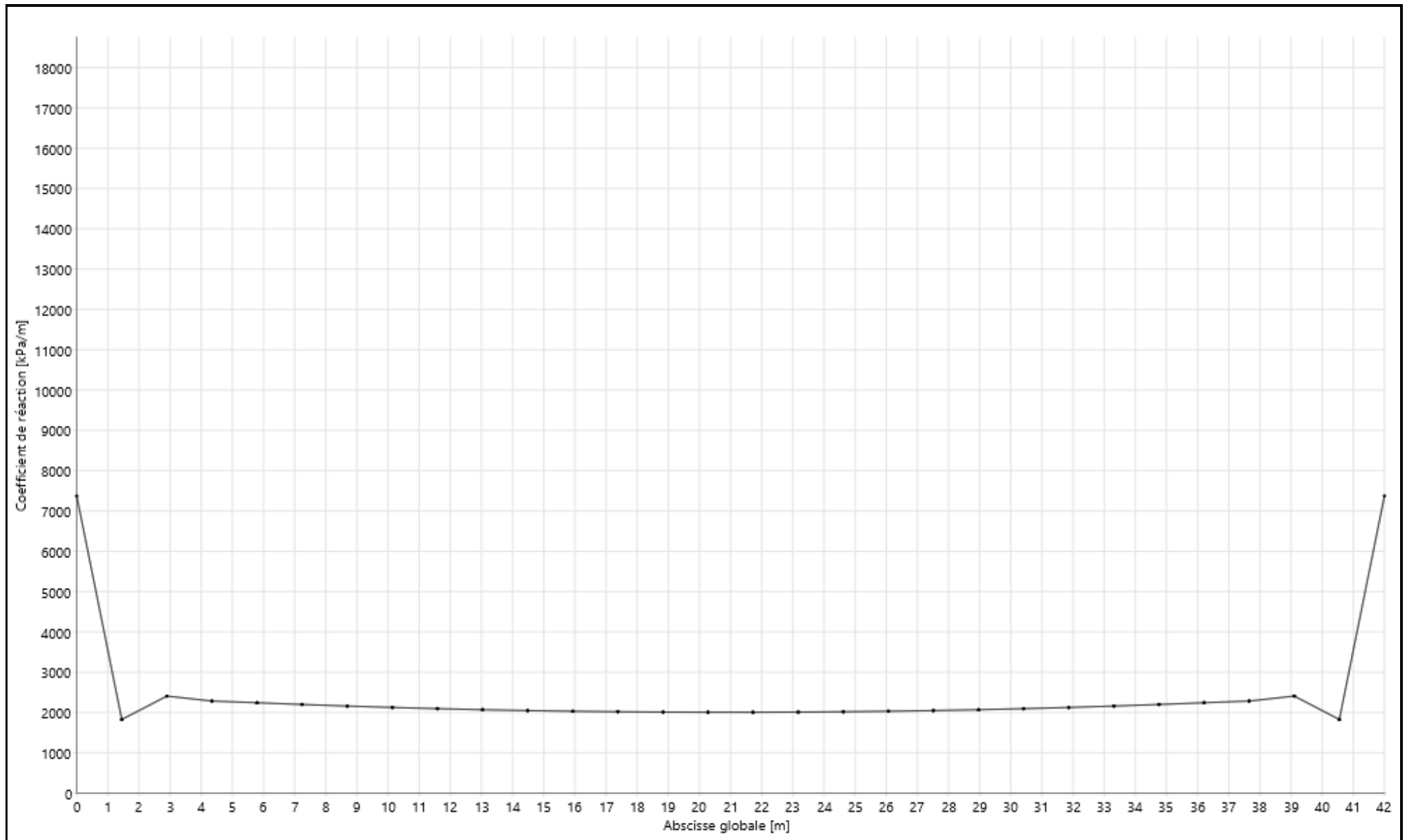
Utiliser un maillage rectangulaire si possible : Oui

Lisser les moments dans les coupes de résultats : Non

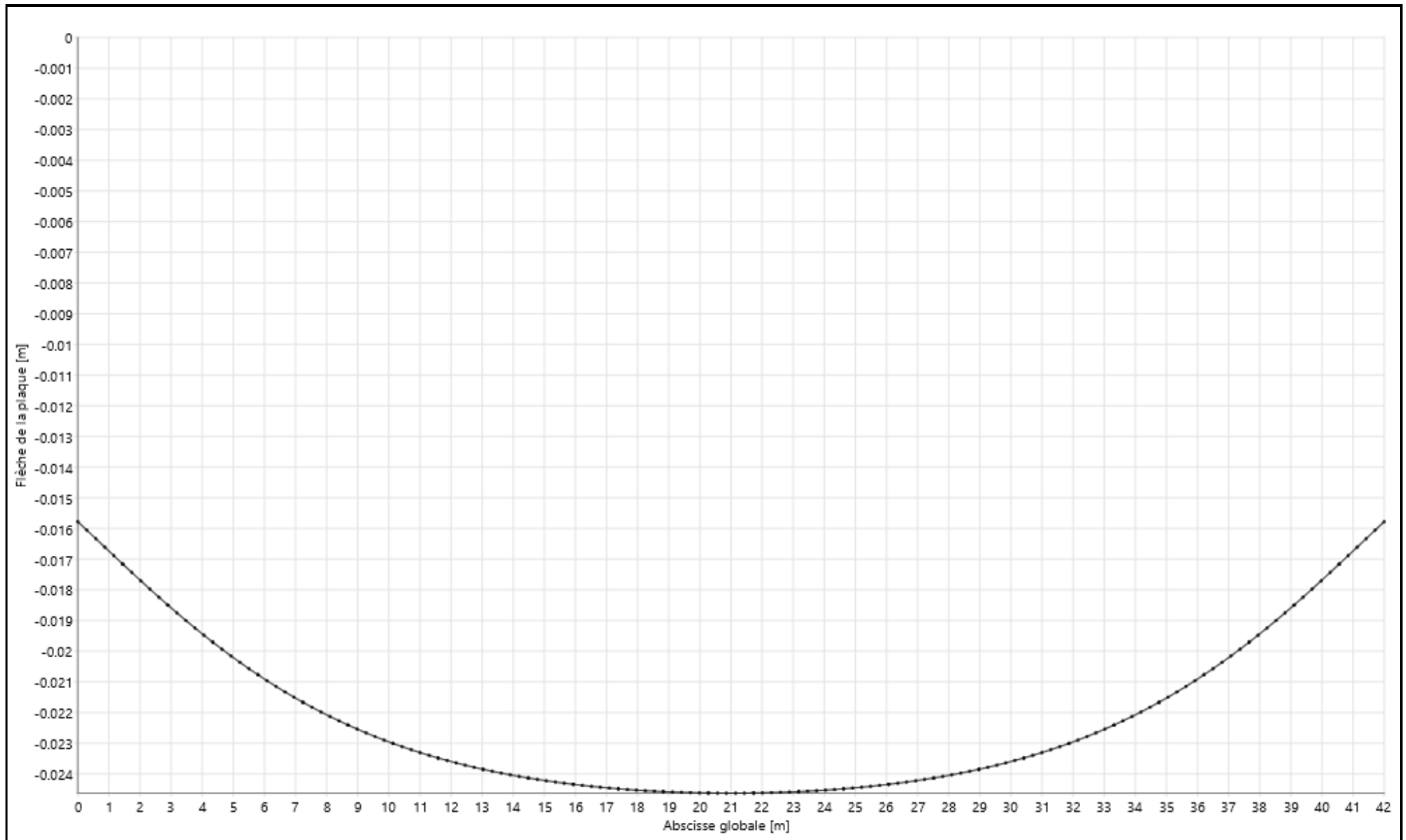
Onglet "Paramètres généraux"



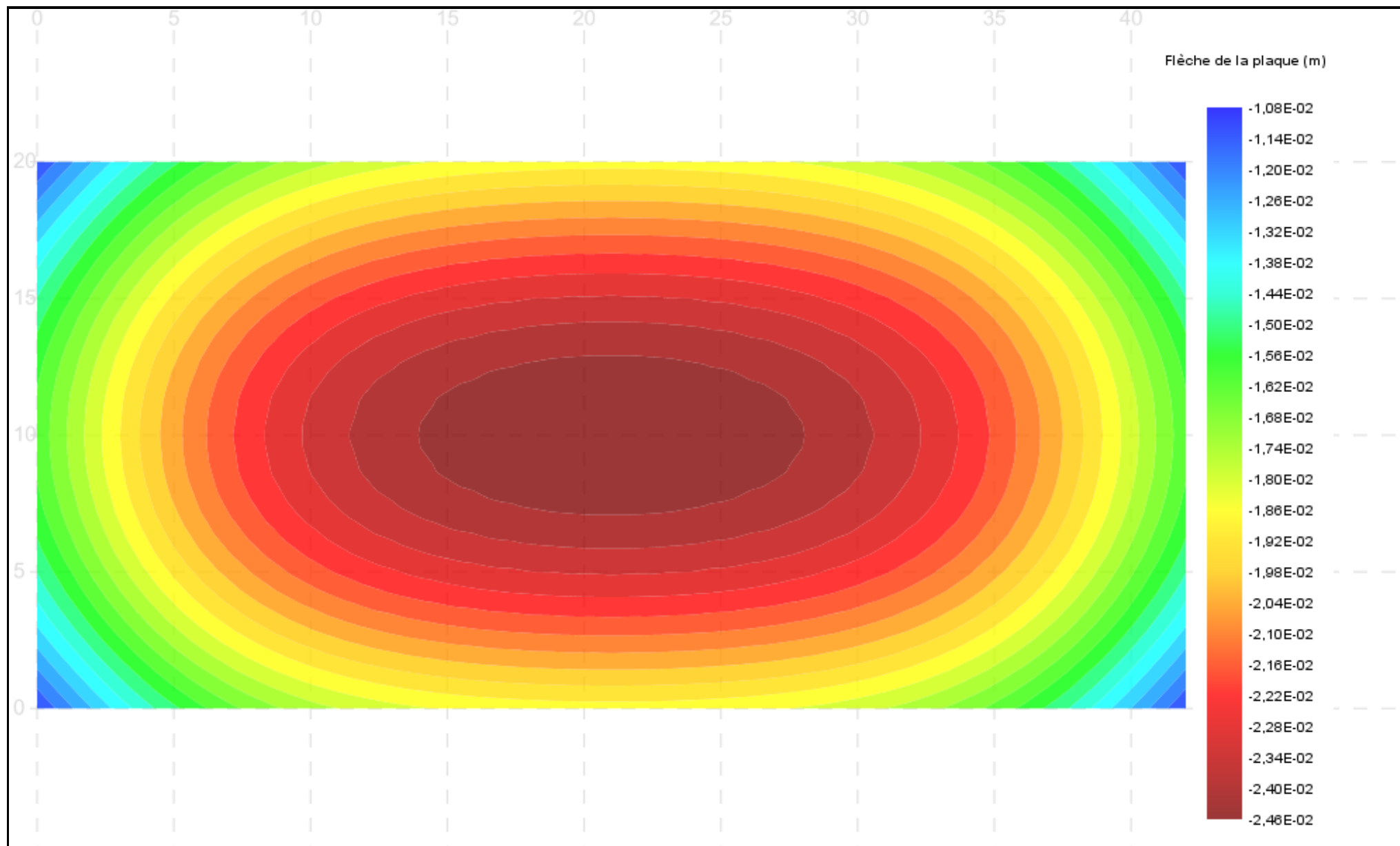
Coupe / Coefficient de réaction / Y=10,00m



Coupe / Flèche de la plaque / Y=10,00m



Isovaleurs / Flèche de la plaque





Annexe 10 : **Calculs pieux**

Données

Titre du projet : Pieu Ø80cm
Numéro d'affaire : 2021-02-647
Commentaires : N/A
Titre du calcul : Ø80cm - Est (pieu n°4)
Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)
Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques
Traitement des données : Traitement par couches
Pas du calcul (m) : 0,50
Section de calcul : Section de calcul circulaire
Diamètre de calcul (m) : 0,80
Classe du pieu : 2 - Pieu tarière creuse
Catégorie du pieu : 6 [FTC, FTCD] - Foré tarière creuse simple rotation, ou double rotation
Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,455	0,556	0,909	1,000

Cote de référence (m) : 20,40

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Alluvions anciennes		Sables, graves	17,20	4700,00	170,00	1,65	1,265
2	Craie molle		Craie	8,40	1500,00	145,00	1,60	1,540
3	Craie fracturée		Craie	-5,00	2600,00	169,07	1,60	1,540
4	Craie saine		Craie	-8,00	4700,00	200,00	1,60	1,540

Critère de calcul : Longueur imposée
Longueur du pieu (m) : 15,00
Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non
Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

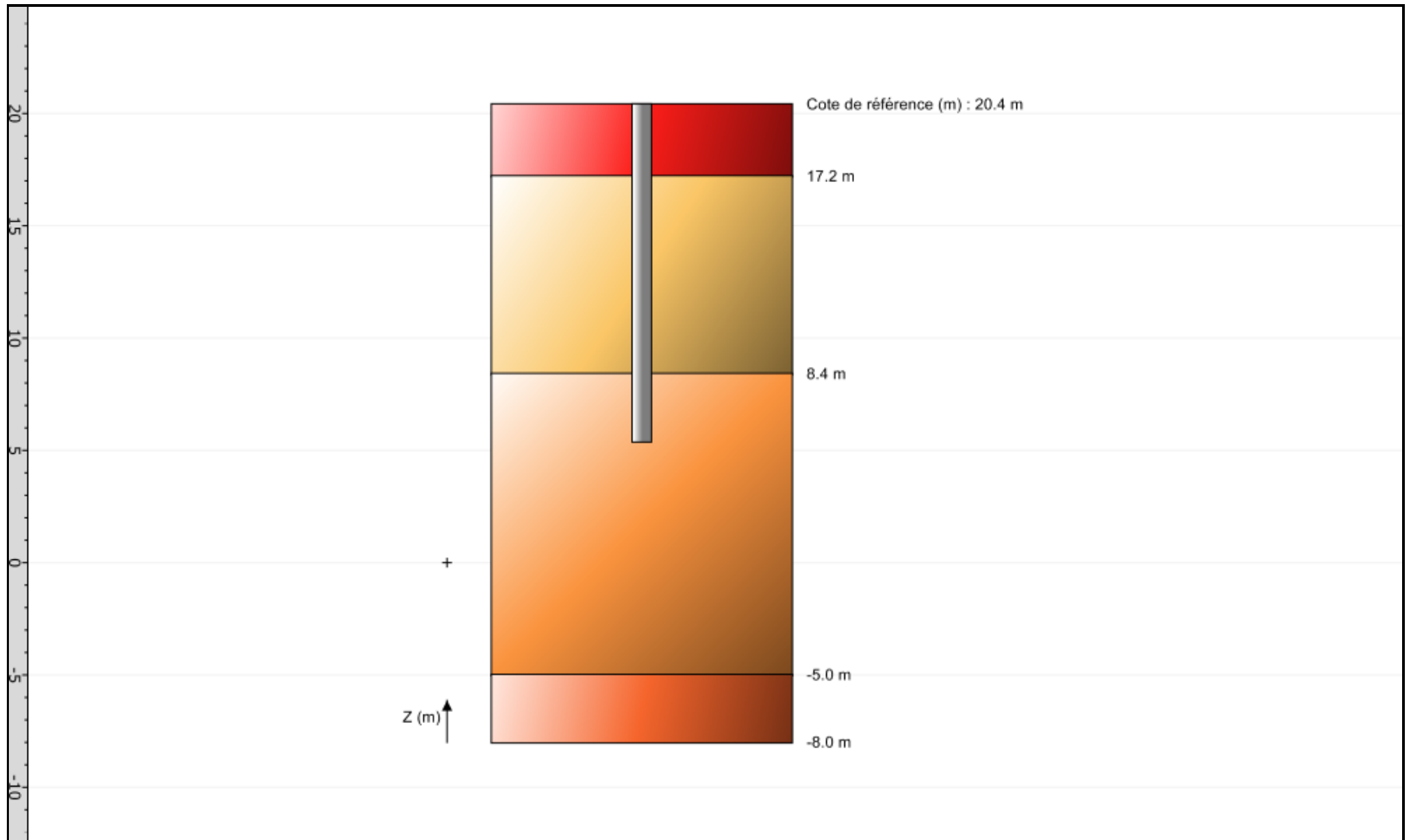


FoXta v4
v4.1.13

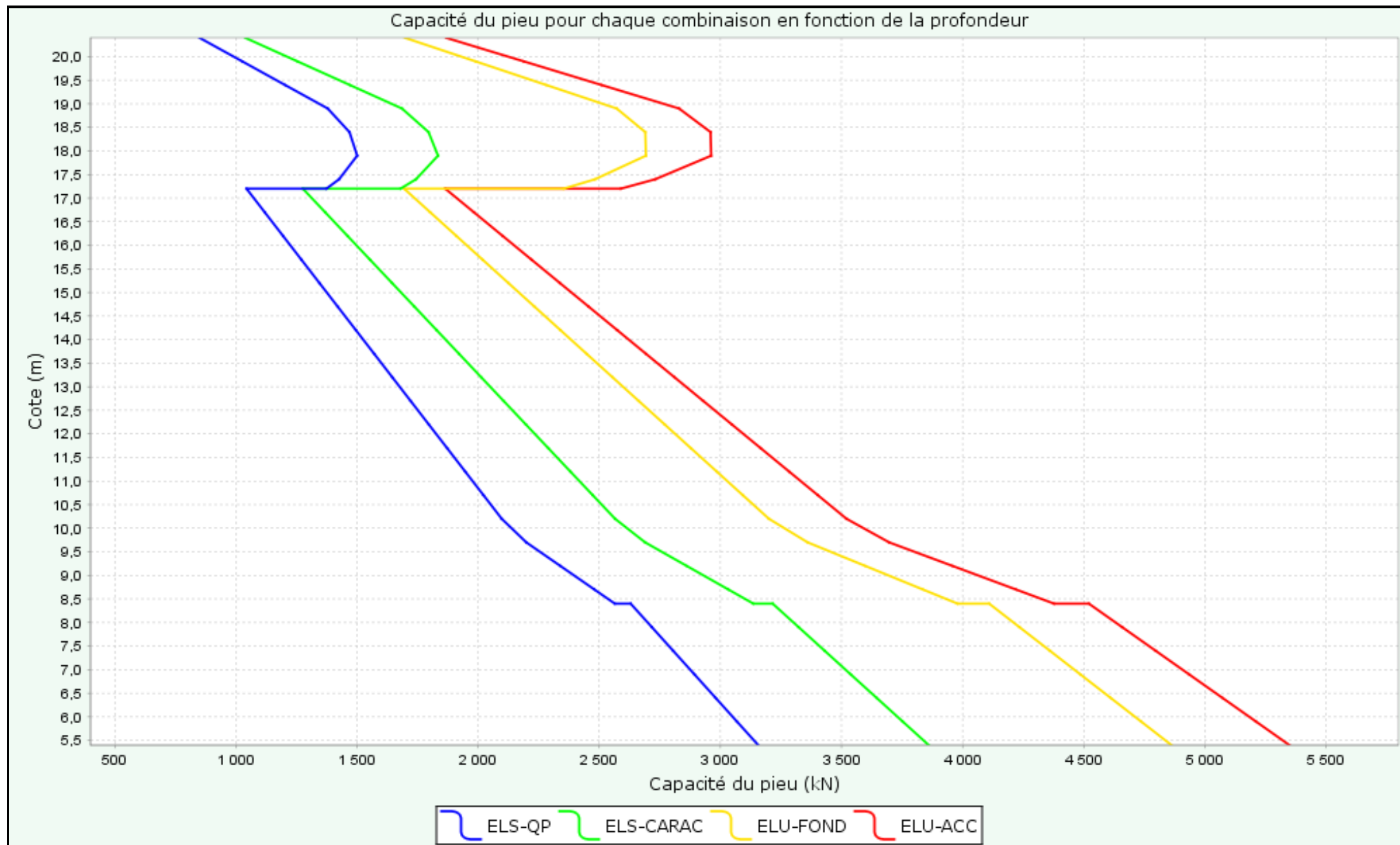
Imprimé le : 16/10/2023 - 08:42:34
Calcul réalisé par : GEOTECHNIQUE SAS

Projet : pieux
Module : Fondprof (Pieu 4/5)
Titre du calcul : Ø80cm - Est

Onglet "Paramètres généraux"



Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : Pieu Ø80cm
Numéro d'affaire : 2021-02-647
Commentaires : N/A
Titre du calcul : Ø80cm - Est - traction (pieu n°5)
Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)
Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques
Traitement des données : Traitement par couches
Pas du calcul (m) : 0,50
Section de calcul : Section de calcul circulaire
Diamètre de calcul (m) : 0,80
Classe du pieu : 2 - Pieu tarière creuse
Catégorie du pieu : 6 [FTC, FTCD] - Foré tarière creuse simple rotation, ou double rotation
Essais réalisés : Non
Mode de chargement : Travail en traction

Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,467	0,636	0,870	0,952
Pondérations combinées sur Qp,k	0,000	0,000	0,000	0,000

Cote de référence (m) : 20,40

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1*γR,d2
1	Alluvions anciennes		Sables, graves	17,20	4700,00	170,00	1,65	1,540
2	Craie molle		Craie	8,40	1500,00	145,00	1,60	1,870
3	Craie fracturée		Craie	-5,00	2600,00	169,07	1,60	1,870
4	Craie saine		Craie	-8,00	4700,00	200,00	1,60	1,870

Critère de calcul : Longueur imposée
Longueur du pieu (m) : 15,00
Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non
Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

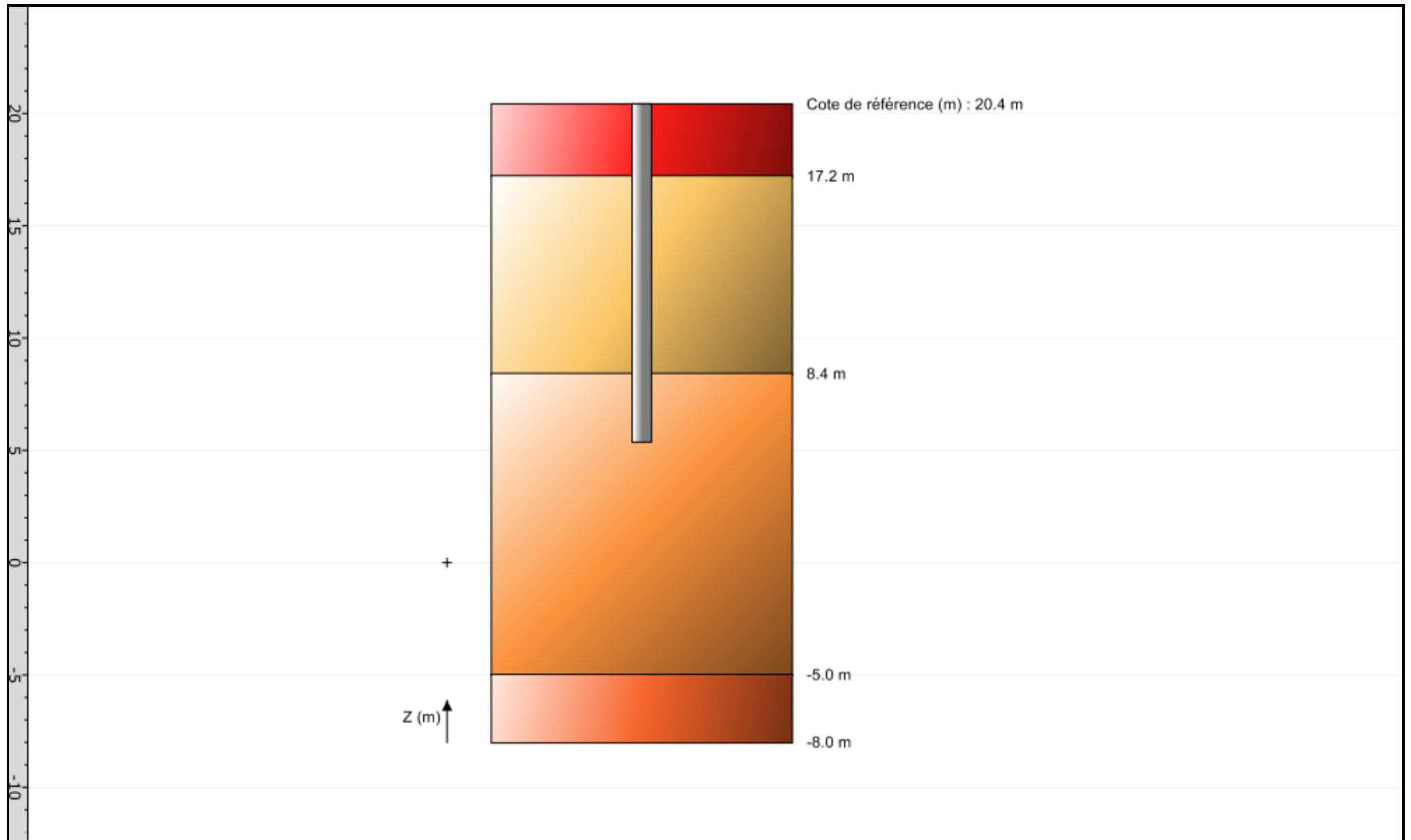


FoXta v4
v4.1.13

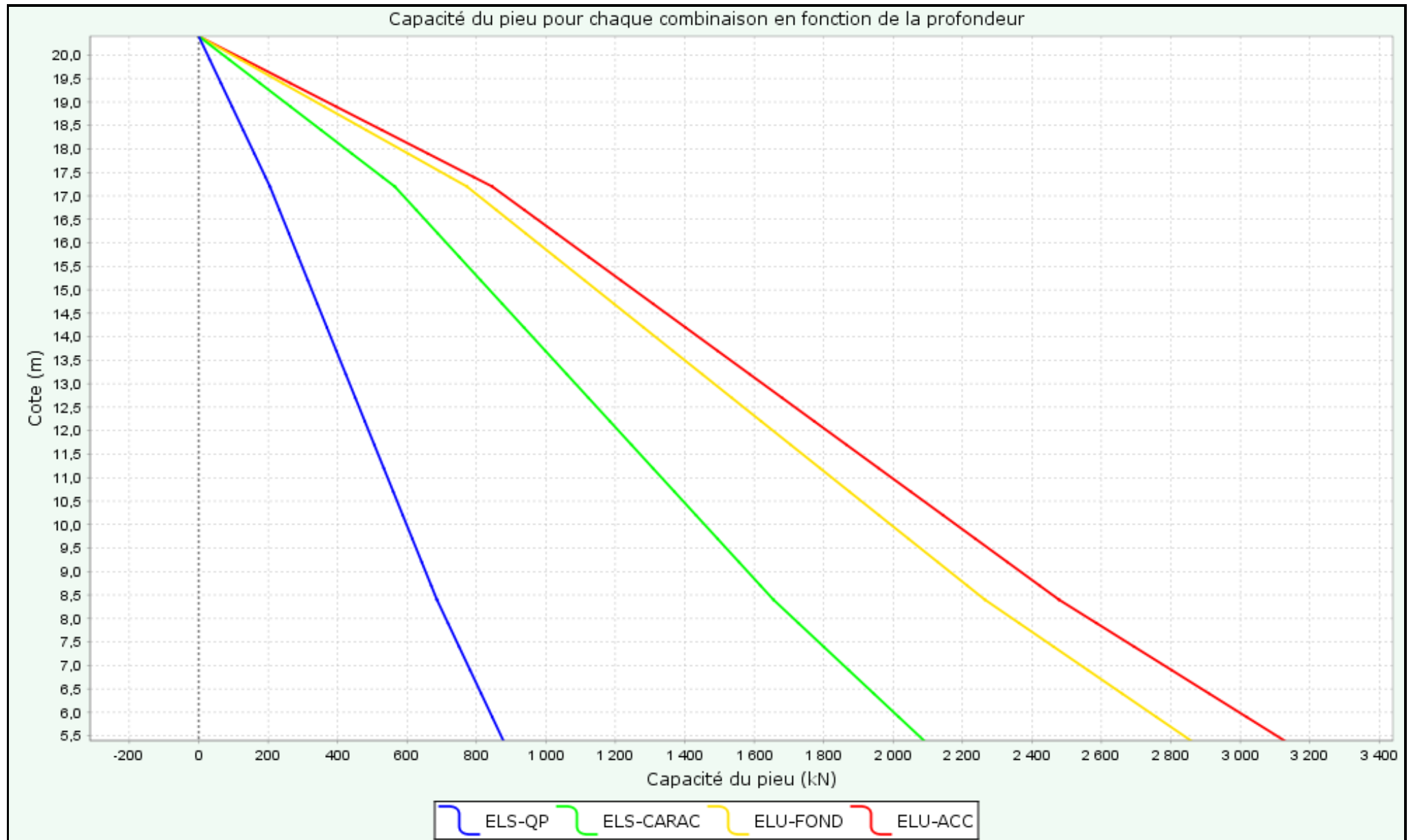
Imprimé le : 16/10/2023 - 08:45:11
Calcul réalisé par : GEOTECHNIQUE SAS

Projet : pieux
Module : Fondprof (Pieu 5/5)
Titre du calcul : Ø80cm - Est - traction

Onglet "Données des couches"



Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : Pieu Ø80cm

Numéro d'affaire : 2021-02-647

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Ø80cm - Ouest (pieu n°2)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,80

Classe du pieu : 2 - Pieu tarière creuse

Catégorie du pieu : 6 [FTC, FTCD] - Foré tarière creuse simple rotation, ou double rotation

Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,455	0,556	0,909	1,000

Cote de référence (m) : 20,40

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Alluvions modernes		Argile, limons	17,50	600,00	0,01	1,30	1,265
2	Alluvions anciennes		Sables, graves	15,80	3500,00	168,44	1,65	1,265
3	Craie molle		Craie	8,50	1000,00	117,63	1,60	1,540
4	Craie fracturée		Craie	-3,50	2700,00	166,27	1,60	1,540
5	Craie saine		Craie	-8,00	4700,00	200,00	1,60	1,540

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 20,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

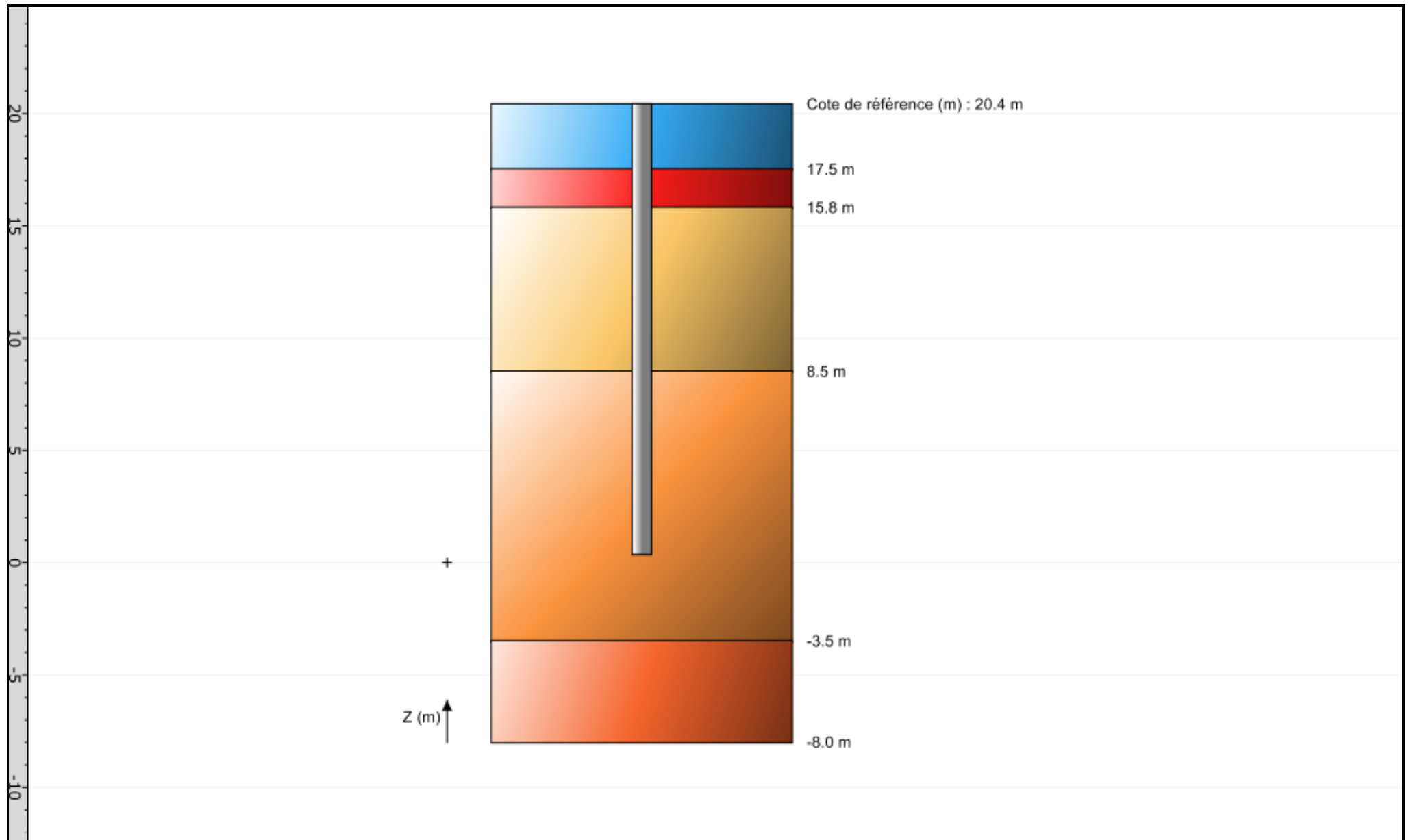


FoXta v4
v4.1.13

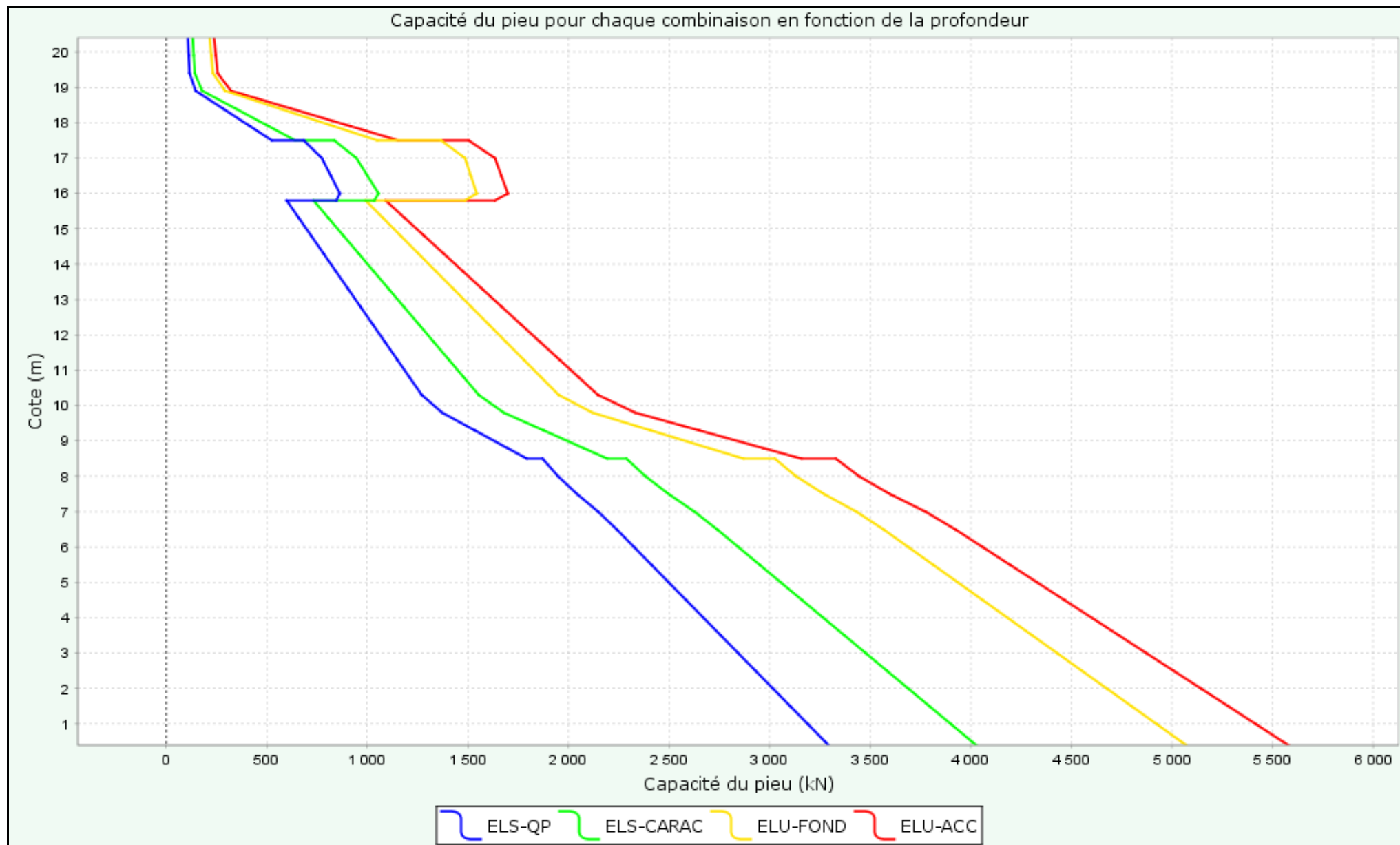
Imprimé le : 16/10/2023 - 08:18:53
Calcul réalisé par : GEOTECHNIQUE SAS

Projet : pieux
Module : Fondprof (Pieu 2/5)
Titre du calcul : Ø80cm - Ouest

Onglet "Calcul"



Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : Pieu Ø80cm

Numéro d'affaire : 2021-02-647

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Ø80cm - Ouest - traction (pieu n°3)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,80

Classe du pieu : 2 - Pieu tarière creuse

Catégorie du pieu : 6 [FTC, FTCD] - Foré tarière creuse simple rotation, ou double rotation

Essais réalisés : Non

Mode de chargement : Travail en traction

Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,467	0,636	0,870	0,952
Pondérations combinées sur Qp,k	0,000	0,000	0,000	0,000

Cote de référence (m) : 20,40

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1*γR,d2
1	Alluvions modernes		Argile, limons	17,50	600,00	0,01	1,30	1,540
2	Alluvions anciennes		Sables, graves	15,80	3500,00	168,44	1,65	1,540
3	Craie molle		Craie	8,50	1000,00	117,63	1,60	1,870
4	Craie fracturée		Craie	-3,50	2700,00	166,27	1,60	1,870
5	Craie saine		Craie	-8,00	4700,00	200,00	1,60	1,870

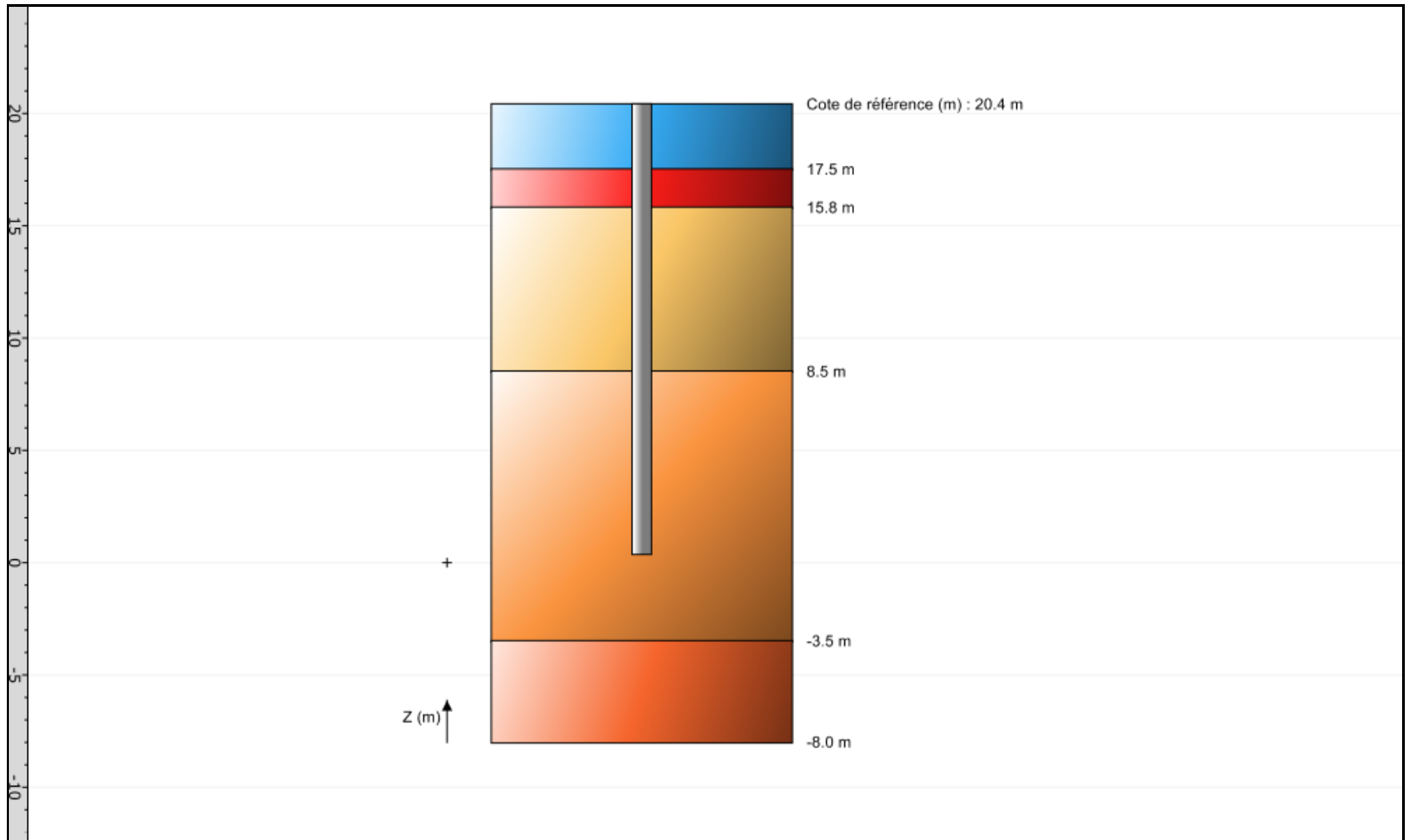
Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 20,00

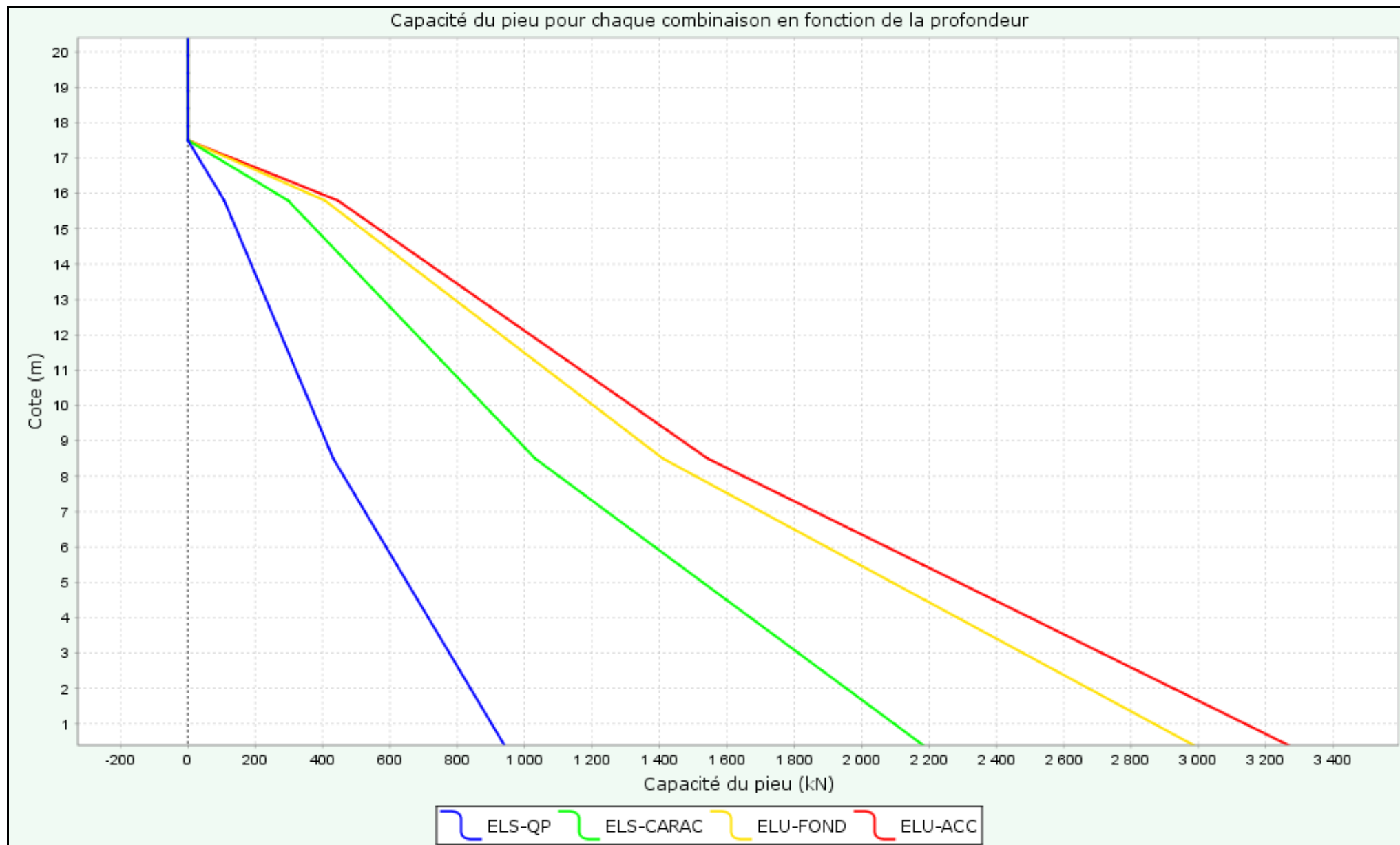
Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

Onglet "Calcul"



Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



NOTRE SIÈGE SOCIAL

170 rue du Traité de Rome CS 80131
84918 AVIGNON Cedex 9
Tél. : 04 90 01 39 02
contact@geotechnique-sas.com

Retrouvez toutes nos agences sur
www.geotechnique-sas.com

0 805 690 989



GÉOtechnique
sciences de la terre sas