

ENEDIS

BRIPS AUVERGNE RHONE ALPES

Poste source

VARENNES SUR ALLIER (03)

ETUDE GEOTECHNIQUE G1 ET G2 AVP/PRO

w:\grands projets (pg)\dec\22pg070 poste varenes sur allier\9 rapport\g2avp-pro\22pg070aa rapport g1, g2avp_pro.docx

N° DOSSIER	22	PG	070	A	a	GE	FCR	CBG		PIECE	1/1	AGENCE	GRANDS-PROJETS
DOSSIERS ASSOCIES													
N° DOSSIER										PIECE	1/1	AGENCE	GRANDS-PROJETS
04/07/2023	37884	F.CHATAIGNIER				JM.PAUDRAT / G.JUAREZ				153		PREMIERE DIFFUSION	
DATE	CHRONO	REDACTION				VERIFICATION				nb.Pages		MODIFICATIONS - OBSERVATIONS	

GEOTECHNIQUE · RISQUES NATURELS · INVESTIGATIONS · REHABILITATION DES SOLS · ENVIRONNEMENT · EAU

SOMMAIRE

1	CONTENU DE LA MISSION	5
1.1	Cadre de l'intervention	5
1.2	Objectif de la mission	5
1.3	Limites de validité de la mission	5
1.4	Sondages et investigations réalisés	6
2	DOCUMENTS / LOGICIELS	7
2.1	Documents fournis	7
2.2	Documents de référence	7
2.3	Logiciels	7
3	DESCRIPTION DU SITE ET DU PROJET	8
3.1	Description sommaire du site	8
3.2	Caractéristiques du projet	9
3.3	Descentes de charges	10
3.3.1	Charges surfaciques	10
3.3.2	Charges ponctuelles	10
4	DONNEES DOCUMENTAIRES OBTENUES	12
4.1	Géologie	12
4.2	Hydrogéologie générale	12
4.3	Risques naturels	13
5	INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES	14
5.1	Géologie	14
5.2	Identification physique	14
5.3	Caractéristiques mécaniques	15
5.3.1	Pressiomètre	15
5.3.2	Pénétrromètre dynamique	16
5.3.3	Essais de cisaillement	16
5.4	Hydrogéologie	17
5.4.1	Niveau piézométrique	17
5.4.2	Perméabilité	17
6	HYPOTHESES GEOTECHNIQUES	19
6.1	Modèle géotechnique retenu (GEO)	19
6.2	Contexte sismique	20
6.3	Aléa liquéfaction	20
7	DIMENSIONNEMENT DES RADIERS	21
7.1	Type de fondations	21
7.2	Sols d'assise des radiers	21
7.3	Principe de fondation – radier sur matelas de répartition	22

7.4	Méthode de justification	22
7.5	Capacité portante	23
7.6	Modules d'Young à prendre en compte	23
7.7	Tassements	24
7.7.1	Méthode de calculs	24
7.7.2	Résultats	24
7.8	Détermination de la raideur k_v à partir des tassements calculés	25
7.9	Vérification au glissement / renversement	25
7.10	Rupture par soulèvement hydraulique global (UPL)	26
7.11	Contrôles et recommandations pour la réalisation du radier	26
7.11.1	Fond de forme	26
7.11.2	Contrôles et recommandations pour le matelas de répartition	26
8	DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS SUPERFICIELLES	27
8.1	Type de fondations	27
8.2	Ancrage des fondations – sol d'assise	27
8.3	Méthode de justification	27
8.4	Principe de justification	27
8.4.1	Contrainte de calcul	27
8.4.2	Tassements des fondations superficielles	27
8.4.3	Vérification au glissement	28
8.5	Résultats	28
8.5.1	Portance	28
8.5.2	Tassements	29
8.5.3	Glissement	29
8.6	Dispositions générales vis-à-vis des fondations superficielles	29
9	TERRASSEMENTS	31
9.1	Excavation	31
9.2	Maintien des parois de fouille	31
9.3	Murs enterrés	31
9.4	Réemploi des matériaux	32
10	DISPOSITIONS VIS-A-VIS DES EAUX	33
10.1	Phase travaux	33
10.2	Phase définitive	33
11	FONDATION DES PISTES	34
11.1	Recommandations	34
11.2	Ebauche dimensionnelles des voiries	35
11.3	Essais de contrôle	36
11.4	Disposition relative à la protection contre les eaux	36

12	RECOMMANDATIONS GENERALES	37
12.1	Etudes d'exécution et investigations complémentaires	37
12.2	Nécessité du suivi et de la supervision géotechnique d'exécution	37
12.3	Méthode observationnelle	37
	CLASSIFICATION ET ENCHAINEMENT DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE	38
	CLASSIFICATION DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE	39
	CONDITIONS GENERALES	40
	ANNEXES	42

1 CONTENU DE LA MISSION

1.1 Cadre de l'intervention

A la demande et pour le compte d'ENEDIS, dans le cadre du marché n°EA9DFC9590 et conformément à la commande n° 5533114992, la société ABO-ERG GÉOTECHNIQUE a effectué une étude géotechnique G1 et G2 AVP/PRO. Cette étude s'inscrit dans le cadre de l'extension du poste source situé sur la commune de VARENNES SUR ALLIER, dans le département de l'Allier (03).

Précisons également que les missions suivantes sont réalisées sur ce projet, et font l'objet de documents séparés :

- étude de terrassement pour l'extension du poste réalisée par ABO-ERG GEOTECHNIQUE,
- étude hydraulique pour la fosse déportée et le bâtiment HTA réalisée par ABO-ERG ENVIRONNEMENT.

1.2 Objectif de la mission

Cette mission géotechnique G1 et G2 AVP/PRO a pour objectif de :

- réaliser des investigations géotechniques,
- faire l'analyse et la synthèse des données géotechniques et proposer des paramètres de calculs des fondations des ouvrages projetés,
- pré-dimensionner les fondations selon 1 cas de charges par ouvrage,
- définir les dispositions constructives pour les ouvrages projetés.

Cette étude comprend les missions normalisées suivant la version 2013 de la norme NF P 94-500 :

- phase Etude de Site de l'étude géotechnique préalable (G1 ES),
- phase Principes Généraux de Construction de l'étude géotechnique préalable (G1 PGC),
- phase Avant-Projet de l'étude géotechnique de conception (G2 AVP),
- phase Projet de l'étude géotechnique de conception (G2 PRO).

1.3 Limites de validité de la mission

Ne font pas partie de notre mission :

- Les études relatives au contexte hydrogéologique du site (pompage, drainage, NPHE ...)
- L'étude des terrassements de masse,
- Les études environnementales,
- L'étude de tout autre ouvrage géotechnique que ceux cités (cf. § 3.3),
- La pose, la mesure et l'exploitation des résultats d'instrumentation ou d'essais de contrôle,
- Les études et le suivi géotechniques d'exécution, entrant dans le cadre de missions spécifiques G3 ou G4,
- L'accomplissement de toutes les démarches et demandes d'autorisations nécessaires et suffisantes pour la réalisation du projet.

Compte tenu du contexte géotechnique et des ouvrages à réaliser, il conviendra en cours ou en fin de travaux, d'adapter les dispositions prévues dans le cadre de cette étude, en fonction des terrains effectivement mis à jour ou rencontrés lors des travaux.

Ces adaptations se feront en concertation avec un géotechnicien dans le cadre des missions spécifiques de suivi et supervision géotechniques, du suivi d'exécution de types G3/G4 selon la norme NF P 94-500.

Enfin, précisons qu'en raison des contextes géotechnique et hydrogéologique du site et malgré les reconnaissances réalisées, les terrains du site peuvent être très variables :

- Zones altérées, par exemple, non mises en évidence au droit de sondages ponctuels,
- Arrivées d'eau localisées,
- ...

1.4 Sondages et investigations réalisés

ABO-ERG GEOTECHNIQUE a réalisé en mars et avril 2023 dans le cadre des missions G1 et G2-AVP/PRO, les investigations géotechniques suivantes :

- 4 sondages pressiométriques, notés SP1 à SP4, descendus à 10 m/T(*) de profondeur, avec 9 essais pressiométriques répartis tous les mètres ; les sondages SP2 et SP4 ont été équipés en piézomètre jusqu'à 9 et 9.5 m de profondeur avec tête de protection hors-sol,
- 3 sondages carottés, notés SC1 à SC3, descendus jusqu'aux refus, obtenus entre 2 et 3 m/T(*) de profondeur, avec prélèvement d'échantillons intacts,
- 4 essais au pénétromètre dynamique, notés PD1 à PD4, effectués avec un matériel TECNOTEST (appareillage léger), descendus jusqu'aux refus obtenus entre 1.8 et 2.6 m/T(*) de profondeur,
- 9 fouilles à la pelle mécanique notées PM1 à PM9 descendues jusqu'à 2.8 (refus) à 3.3 m/T(*) de profondeur,
- 4 essais de perméabilité en forage de type NASBERG, réalisés au droit de sondages destructifs, notés SD1 à SD4, entre 1.5/2.5 m et 2.5/3.5 m de profondeur
- des essais de laboratoire comportant :
 - o 10 essais d'identification sur sol fin suivant la norme NF P 11-300 (comportant teneur en eau, granulométrie, valeur au bleu ou limites d'Atterberg),
 - o 2 essais PROCTOR normaux,
 - o 3 mesures des paramètres de cisaillement à court et à long termes (un essai de cisaillement CD et un essai de cisaillement C_{CU}).

(*) m/T : profondeur exprimée en mètres par rapport à la surface du Terrain lors de l'intervention, c'est-à-dire par rapport au niveau de la plate-forme existante lors de la réalisation des sondages.

Les résultats obtenus ainsi que le schéma d'implantation des sondages figurent en annexe du rapport.

2 DOCUMENTS / LOGICIELS

2.1 Documents fournis

Pour cette mission, les documents suivants nous ont été transmis :

-  VAREN.HT.P.IG100S1.AP_IndB.pdf
-  VAREN.HT.P.IG100S2.AP_IndB.pdf
-  PS de Varennes.dwg
-  23-T-0275 VARENNES SUR ALLIER - BMEI.dwg
-  23-T-0275 VARENNES SUR ALLIER - BMEI.pdf

2.2 Documents de référence

Les documents consultés dans le cadre de cette étude sont les suivants :

- CCTP pour les Postes Sources ENEDIS référencé CCTP-G.4.4-05 version 2.0 du 01/12/2018,
- Norme NF P 94-500 : missions géotechniques,
- Norme NF P 94-261/A1 : justification des ouvrages géotechniques, norme d'application nationale de l'Eurocode 7, fondations superficielles,
- Annexe Nationale de la norme NF EN 1993-5.

2.3 Logiciels

Le logiciel utilisé est FOXTA V4, avec les modules :

- Tasplaq pour le calcul des tassements sous radier au stade projet,
- Fondsup pour le prédimensionnement des fondations superficielles au stade projet.

3 DESCRIPTION DU SITE ET DU PROJET

3.1 Description sommaire du site

Le terrain se situe au Sud de la commune de VARENNES SUR ALLIER (03), sur une parcelle non occupée et accolée au poste électrique existant, comme le montre la figure suivante :



Figure 1 – Localisation du site

Dans la zone d'implantation des ouvrages projetés, le terrain est relativement plat. Une photographie de l'ensemble de la parcelle est présentée ci-après :



Figure 2 – Photographie du site

3.2 Caractéristiques du projet

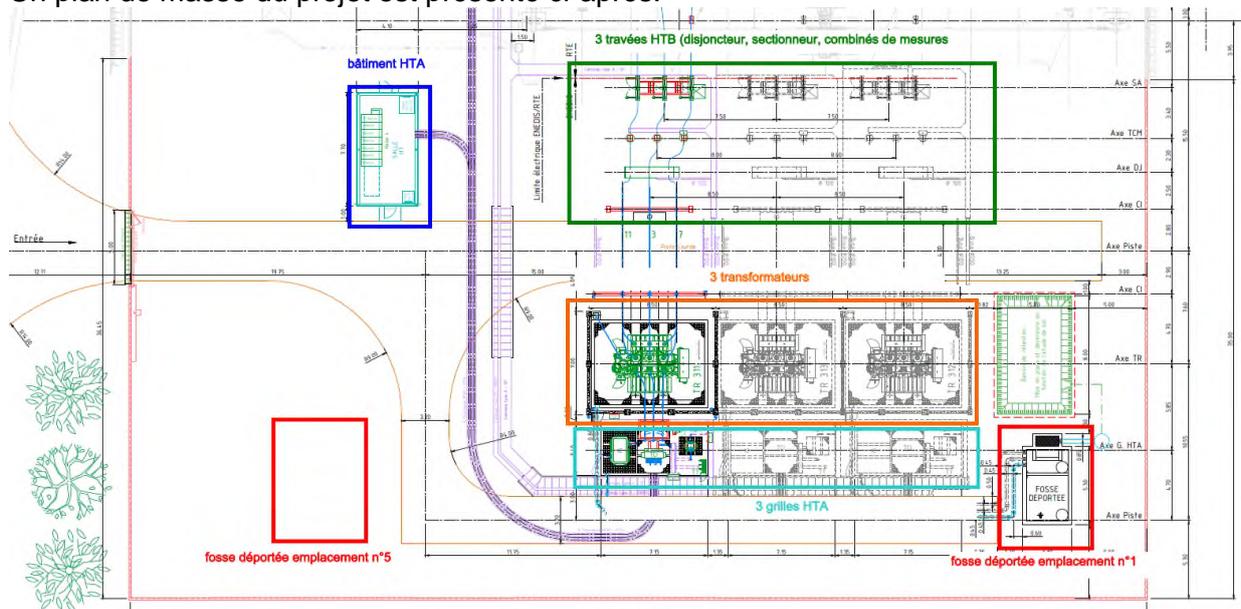
Selon les informations et plans transmis par ENEDIS, le projet prévoit la construction des ouvrages suivants :

- une **fosse déportée** présentant les caractéristiques suivantes :
 - emprise au sol du radier de 32 m² (8.75 m * 3.65 m),
 - niveau bas du radier de la fosse situé à - 2.8 m/niveau extérieur fini.
- un **bâtiment HTA** présentant les caractéristiques suivantes :
 - emprise au sol du radier de 36 m² (8.7 m * 4.1 m),
 - niveau bas du radier de la fosse situé à - 2.4 m/niveau extérieur fini.
- trois **transformateurs (TR311 à TR313)** présentant les caractéristiques suivantes :
 - emprise au sol du radier d'environ 59.5 m² (8.5 m * 7m),
 - niveau bas du radier de la fosse situé à - 1.25 m/niveau extérieur fini.
- trois **grilles HTA** présentant les caractéristiques suivantes :
 - emprise au sol d'environ 24.3 m² (7.15 m * 3.4 m),
 - niveau bas du radier de la fosse situé à - 1.5 m/niveau extérieur fini.
- trois **travées HTB** comprenant **des sectionneurs HTB, disjoncteurs HTB et combinés de mesures** présentant les caractéristiques suivantes :
 - niveau bas de la fondation situé vers - 0.5 m/niveau extérieur fini.
- des voiries et pistes lourdes.

NB : Signalons que l'emplacement de la fosse déportée n'a pas encore été défini et que nous avons étudié 2 emplacements possibles (voir plan ci-dessous).

A ce stade de l'étude, et en l'absence de la cote du niveau fini de la plateforme et des ouvrages projetés, l'ensemble des niveaux extérieurs finis de ces ouvrages ont été pris par hypothèse au niveau du terrain actuel. Cette hypothèse sera à confirmer par le Maître d'ouvrage.

Un plan de masse du projet est présenté ci-après.



3.3 Descentes de charges

Nous avons considéré les combinaisons d'actions suivantes :

ELS		ELU	
caractéristique / quasi-permanente	G + Q	durable et transitoire	1.35 G + 1.5Q

Tableau 1 : combinaisons d'action prises en compte

L'ensemble des combinaisons d'actions devra être vérifié en phase exécution, dans le cadre de la mission G3 à la charge de l'entrepreneur.

3.3.1 Charges surfaciques

Les cas de charge étudiés dans le cadre de cette étude sont basés sur les éléments de charges transmis par ENEDIS (mail du 12/06/2023) et du poids d'ouvrages issus de la documentation technique d'ENEDIS. Ils sont les suivants :

Ouvrage	Charge de l'ouvrage* l'ELS (kN)	Surface du radier (m ²)	σ_{ELS} (kN/m ²)	σ_{ELU} (kN/m ²)
Fosse déportée	1093*	32	38.5	53.9
Banc transformateur	650	59.5	10.9+7.5** = 18.4	25.8
Grille HTA	280	24.3	11.5+7.5** = 19	26.6
Batiment HTA	720	36	20*	28

Tableau 2 : DDC surfaciques

σ : effort surfacique

*poids du radier inclus

**poids du radier en béton armé (épaisseur = 30 cm, Ybéton armé = 25 kN/m³)

3.3.2 Charges ponctuelles

Les cas de charge étudiés dans le cadre de cette étude sont basés sur les éléments de charges transmis par ENEDIS (mail du 12/06/2023) et du poids d'ouvrages issus de la documentation technique d'ENEDIS. Ils sont les suivants :

Ouvrage d'une travée HTB	V _{ELS} / massif (kN)	V _{ELU} / massif (kN)	H _{ELS} (kN)	M _{ELS} (kN/m)
Disjoncteur	45	1.4x45 = 63	12	34

Tableau 3 : DDC surfaciques

V : effort vertical

H : effort horizontal

M : moment

Précisons qu'aucun effort horizontal/moment et cas de charge pondérée à l'ELU ne nous a été transmis.

L'ensemble des combinaisons d'actions devra être vérifié en phase exécution, dans le cadre de la mission G3 à la charge de l'entrepreneur.

4 DONNEES DOCUMENTAIRES OBTENUES

4.1 Géologie

D'après la carte géologique du BRGM au 1/50 000 de ST POURCAIN SUR SIOULE, le site étudié est situé au droit d'alluvions anciennes (FxA) composées par des sables à graviers et galets pouvant localement être limoneux. Ces alluvions reposeraient sur des marnes oligo-miocènes (g3-m1a). Un extrait de la carte géologique est donné ci-dessous.

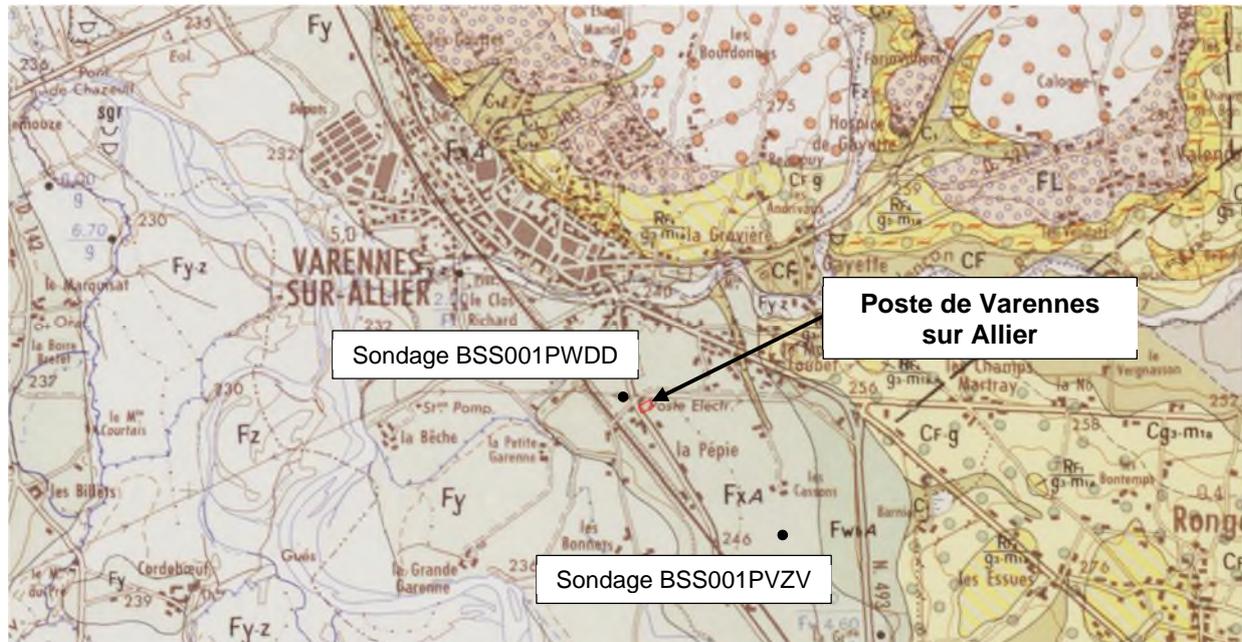


Figure 4 – Extrait de la carte géologique au 1/50 000 de ST POURCAIN SUR SIOULE

Nous disposons de 2 sondages existants issus du BRGM (référencés BSS001PWDD et BSS001PVZV) situés respectivement à 140 m au Nord-Ouest et à 745 m au sud du site, qui permettent de mieux caractériser la zone d'étude. Ces sondages ont mis en évidence la présence des sables argileux moyennement compacts à galets jusqu'à 3 à 6 m de profondeur reposant sur des sables +/- graveleux, devenant très grossiers à partir de 13 m, jusqu'à 13.5 à 16 m de profondeur. Ces formations semblent correspondre aux alluvions annoncées par la carte géologique. Le sondage BSS001PVZV indique au-delà des marnes altérées grises vertes jusqu'au terme de sondage, à 17 m de profondeur (marnes oligo-miocènes présumées).

La coupe détaillée des sondages figurent en annexe.

4.2 Hydrogéologie générale

Le site étudié est situé à environ 1.5 km au Sud-Ouest de la rivière « l'Allier ».

La notice de la carte géologique indique la présence d'une nappe au sein des alluvions anciennes, particulièrement au sein de la terrasse Fx (formation d'environ 10 m d'épaisseur avec une épaisseur mouillée de 5 m en moyenne). Ainsi, la présence d'une nappe au sein des formations alluvionnaires est attendue au droit du site étudié.

4.3 Risques naturels

L'objet de la mission est de faire notamment un recensement des aléas naturels, sachant que certains de ces aléas relèvent de compétences autres que géotechniques (notamment l'inondabilité, les risques d'érosion des berges, de coulée de boue, d'avalanche), et qu'il conviendra de solliciter l'avis de spécialistes si nécessaire.

Ces aléas naturels étudiés sont ceux habituellement considérés dans le cadre de cartographies réglementaires de risques géologiques, pouvant menacer les futurs ouvrages, et en particulier ceux recensés par les organismes officiels :

- mouvements de terrain
 - cavité (C)
 - éboulement/chute de pierres et/ou blocs (ECP)
 - affaissement/effondrement (AE)
 - glissement (G)
 - coulée de boue (CB)
 - érosion des berges (EB)
- aléa retrait-gonflement des argiles (RGA)
- inondabilité
 - par remontée de nappe
 - par crue.

Ces informations sont obtenues à partir des portails suivants :

- risques naturels par commune : www.georisques.gouv.fr
- risques naturels de mouvements de terrain, aléa retrait-gonflement des argiles, risque d'inondation par remontée de nappe (sédiment) : <http://infoterre.brgm.fr>
- risque d'inondation par crue : [selon données disponibles.](#)

Les résultats de l'enquête documentaire sont reportés dans le tableau ci-dessous :

Risques	Site	Analyse des risques
Mouvements de terrain et cavités souterraines	www.georisques.gouv.fr http://infoterre.brgm.fr	Pas de mouvement de terrain ni de cavité souterraine recensés
Retrait-gonflement des argiles		Localisation exposée au retrait gonflement des argiles <input checked="" type="checkbox"/> aléa moyen
Remontée de nappes		pas de PPR tassements différentiels prescrit ou approuvé
Risque sismique		Risque de remontée de nappe qualifié de faible au droit du poste PPRI présent sur la commune : le poste est hors zone inondable
Radon*		Zone 2 : sismicité faible
		Potentiel de catégorie 1

Tableau 4 : résultats de l'enquête documentaire

**l'étude spécifique de ce risque, de la compétence d'un spécialiste, est exclue du cadre des missions géotechniques, et en particulier n'entre pas dans le cadre de la présente étude.*

5 INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

5.1 Géologie

D'après les données bibliographiques (carte géologique et sondages existants), le contexte du site semble être caractérisé par des alluvions anciennes, constituées par des sables +/- argileux reposant sur des sables graveleux pouvant devenir très graveleux en profondeur.

Les sondages réalisés dans le cadre de cette mission ont mis en évidence des sables limoneux ou argileux peu résistants jusqu'à 1.9 à 3 m de profondeur reposant sur des sables +/- limoneux à graviers légèrement plus compacts jusqu'à 2.8 à 10 m de profondeur. Signalons que les sondages SP3 et SP4, situés sur la partie Est du poste indiquent au-delà et jusqu'au terme des sondages des horizons plus grossiers constituées par des graviers à matrice sableuse.

Ces formations semblent s'apparenter aux alluvions anciennes mentionnées par la carte géologique, constituées tantôt par des horizons fins (sable limoneux ou argileux), tantôt par des horizons plus grossiers (graviers à matrice sableuse).

Signalons que le sondage SP2 a mis en évidence un bloc entre 2.4 et 3 m de profondeur. La présence de blocs au sein des formations alluvionnaires sur l'ensemble du site est donc à craindre.

NB : au droit des sondages pressiométriques, la description des terrains traversés et la position des interfaces comportent des imprécisions inhérentes à la méthode de forage destructif. Les sondages en 60 mm de diamètre ne peuvent donner une représentation objective de l'horizon, d'autant plus que l'outil (tricône) taillant ou la tarière peuvent broyer facilement des horizons rocheux plus ou moins friables.

5.2 Identification physique

Des essais d'identification en laboratoire ont été réalisés sur des échantillons intacts prélevés au droit des sondages SC1 à SC3, et sur des échantillons remaniés au droit des sondages PM1 à PM8. Le tableau ci-dessous reprend les principaux résultats de ces essais :

Sondage	Description	Profondeur échantillon	Teneur en eau w (%)	Passant (%)		VBs	Classe GTR
				2 mm	80 µm		
SC1	sable argilo-limoneux brun foncé	1,7-1,9	15,7	99,6	16,9	1,5	B5
SC2	sable à graviers noir, gris foncé	2,8-3	4	59,9	2,9	0,1	D2
SC3	limon sablo-argileux, brun foncé	1,3-1,5	16,6	97,2	35,2	1,7	A1 (limite B6)
SC3	sable limoneux à graviers brun foncé	2,7-2,9	10,6	77	22	0,3	B5
PM1	sable limoneux marron	1-1,3	15	97,1	20,4	0,9	B5
PM2	sable limoneux à quelques graviers brun foncé	1,5-2,3	17,4	92,1	17,2	1,1	B5th
PM3	sable limoneux marron	1-1,3	13,5	98,2	16,2	0,7	B5
PM4	sable à graviers marron et gris	1,8-2,8	6,9	67,5	3,1	0,2	B3
PM5	sable limoneux brun foncé	1,9-3,3	18,9	98,6	23,1	1,2	B5th
PM8	sable argilo-limoneux à quelques graviers marron	0,4-2,2	15,2	89	30,3	1,8	B6

Tableau 5 : synthèse des résultats des essais en laboratoire

Les essais réalisés mettent en évidence des sols essentiellement sableux ou sablo-limoneux (classe de sol B3, B5 et B6 suivant la norme NF P 11-300) et plus ponctuellement des sables graveleux ou limoneux (classe de sol A1 ou D2).

Ces essais mettent en évidence l'hétérogénéité des alluvions.

Les résultats détaillés de ces essais figurent en annexe.

5.3 Caractéristiques mécaniques

D'un point de vue mécanique, les caractéristiques ont été mesurées :

- in-situ :
 - au pressiomètre selon les recommandations de la norme NF EN ISO 22476-4 ; les données acquises sont le module de déformation E_M et la pression limite nette p_i^* , exprimés en MPa
 - au pénétromètre dynamique selon les recommandations de la norme NF EN ISO 22476-2 ; la donnée acquise est la résistance de pointe dynamique q_d exprimée en MPa.
- de manière très ponctuelle, à partir d'essais de cisaillement en laboratoire ; les paramètres mesurés sont la cohésion (exprimée en kPa) et l'angle de frottement (exprimé en °), à court et à long termes (c_{cu} , ϕ_{cu} , c' , ϕ').

5.3.1 Pressiomètre

Les essais pressiométriques ont été réalisés tous les 1 à 1.5 m. Au total, 26 essais pressiométriques ont ainsi été réalisés. On note que les sondages mettent en évidence une hétérogénéité mécanique des alluvions entre les secteurs Ouest (SP1/SP2) et Est (SP3/SP4) :

En partie Ouest : les sondages SP1 et SP2 mettent en évidence, des sables limono-argileux ou argilo-limoneux peu compacts jusqu'à 2 à 2.4 m de profondeur reposant sur des sables à graviers et galets peu compacts jusqu'au terme des sondages (10 m).

En partie Est : les sondages SP3 et SP4, quant à eux, ont mis en évidence des sables argileux ou limoneux peu à moyennement résistants jusqu'à 1.9 à 2 m de profondeur reposant sur des sables limoneux à graviers et possibles blocs jusqu'à 3 à 3.5 m de profondeur. Au-delà et jusqu'au terme des sondages, des graviers, galets et blocs à matrice sableuse très compacts ont été rencontrés.

Le tableau suivant reprend, pour chaque couche décrite précédemment, le nombre d'essais pressiométriques disponibles ainsi que le minimum et le maximum des grandeurs représentatives.

couche	Base de la couche* (m/TN)	nb essais disponibles	E _M (MPa)		p _l * (MPa)	
			min	max	min	max
Terre végétale	0.2		Aucun essai réalisé			
sables limono-argileux à quelques graviers (sol 1)	2 à 2.4	3	9.1	17.5	0.75	1.2
Sable +/- limoneux à graviers et possibles blocs (sol 2)	>10	14	9.6	31.7	1.2	2

Tableau 6 : résultats des essais pressiométriques partie Ouest (SP1/SP2)

couche	Base de la couche* (m/TN)	nb essais disponibles	E _M (MPa)		p _l * (MPa)	
			min	max	min	max
Terre végétale	0.3 à 0.4		Aucun essai réalisé			
sables limoneux et/ou argileux à quelques graviers (sol 1)	1.9 à 2	2	4.3	24	0.3	0.85
Sable limoneux à graviers et possibles blocs (sol 2)	3 à 3.5	2	21.3	29.2	1.4	1.7
Graviers, galets et blocs à matrice sableuse (sol 3)*	> 10	13	41.5	>100	>4.8	

Tableau 7 : résultats des essais pressiométriques partie Est (SP3/SP4)

Les implantations et coupes détaillées avec résultats des essais pressiométriques figurent en annexe.

5.3.2 Pénétrromètre dynamique

Le tableau suivant reprend, pour chaque couche décrite au § 5.1, le minimum et le maximum de la résistance de pointe dynamique (qd).

couche	Base de la couche* (m/TN)	q _d (MPa)	
		min	max
Terre végétale	0.2 à 0.4	Sans objet	
sables limoneux et/ou argileux à quelques graviers (sol 1)	1.7 à 1.9	0.5	10
Sable limoneux ou argileux à graviers (sol 2)	>1.8 à 2.6	6	> 30 (refus)
Graviers, galets et blocs à matrice sableuse (sol 3)*		Non atteint	

*base de la couche estimée au droit des essais PD1 à PD4

Tableau 8 : résultats des essais pénétrométriques

Les implantations des essais et graphes des pénétromètres figurent en annexe.

5.3.3 Essais de cisaillement

Trois essais de cisaillement CD et CU en laboratoire ont été réalisés sur des échantillons intacts prélevés au droit des sondages SC1 à SC3. Les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

sondage	nature de l'échantillon	profondeur de l'échantillon (m)	c _{cu} (kPa)	φ _{cu} (°)	c' (kPa)	φ' (°)
SC1	Sable argilo-limoneux	1.7-1.9	19	28	2	34
SC2	Sable limono-argileux	1.65-1.8	6	35	3	37
SC3	Limon sablo-argileux	1.3-1.5	19	31	4	34

Tableau 9 : résultats des essais de cisaillement

La cohésion court terme de l'essai sur le sondage SC1 paraît élevée compte tenu de la nature essentiellement sableuse de l'échantillon, cette valeur est donc à considérer avec prudence.

Les résultats détaillés des deux essais figurent en annexe.

5.4 Hydrogéologie

5.4.1 Niveau piézométrique

Lors de notre intervention en mars 2023, les sondages pressiométriques SP1 à SP4 ont mis en évidence la présence d'eau souterraine entre 3 et 9.2 m de profondeur. Ces niveaux ont certainement pu être influencés par la méthode de foration, utilisant l'eau comme fluide de forage. Il s'agit de niveaux mesurés de manière ponctuelle à l'occasion des sondages. Il est certain qu'ils ne sont pas stabilisés, qu'ils sont susceptibles de varier et qu'ils ne représentent pas forcément des niveaux maximaux.

Rappelons que le site n'est pas situé en zone inondable et que le risque de remontée de nappe est considéré comme faible. Toutefois, la présence d'une nappe au sein des alluvions reste possible (cf §4.2).

Les sondages SP2 et SP4 ont été équipés en piézomètre jusqu'à 10 m de profondeur. Le suivi piézométrique du niveau d'eau n'est pas prévu dans le cadre de notre mission (prestation complémentaire pouvant être réalisée à la demande d'ENEDIS).

Certains ouvrages comportant des parties enterrées, seul le suivi des piézométriques sur une durée significative permettra la détermination des niveaux des plus hautes eaux, visant à déterminer les niveaux remarquables de nappe EB (eaux basses), EH (eaux hautes) et EE (eaux exceptionnelles), nécessaires à la conception du projet (caractéristiques de drainage, hauteur de cuvelage, sous pression).

5.4.2 Perméabilité

Quatre essais de perméabilité (essais NASBERG hors nappe) ont été réalisés dans les sondages destructifs SD1 à SD4 au droit des deux emplacements possibles pour la fosse déportée projetée.

Le tableau ci-après synthétise les résultats de l'ensemble de ces essais :

Type d'essai	Sondage	Profondeur de l'essai (m)	Description du terrain	Perméabilité moyenne (m/s)
NASBERG	SD1	1.5-2.5	Sable limoneux à quelques graviers	$1.3 \cdot 10^{-5}$ à $3.7 \cdot 10^{-6}$
	SD2	2.5-3.5		$1.4 \cdot 10^{-5}$ à $3.4 \cdot 10^{-6}$
	SD3	1.5-2.5	Sable argilo-limoneux à graviers	$3.7 \cdot 10^{-6}$ à $4.9 \cdot 10^{-6}$
	SD4	2.5-3.5		$6.8 \cdot 10^{-5}$ à $6.2 \cdot 10^{-6}$

Tableau 10 : résultats des essais de perméabilité

Ces essais fournissent un ordre de grandeur des perméabilités attendues pour des alluvions sablo-limoneuses voire argileuses, à savoir comprises entre $1 \cdot 10^{-5}$ à $6 \cdot 10^{-6}$ m/s (perméabilité moyenne).

Ces valeurs sont à considérer avec prudence, compte tenu de la nature hétérogène des formations du site comportant des horizons plus fins (limoneux ou argileux) et des horizons plus grossiers (graveleux).

Les résultats détaillés de ces essais figurent en annexe.

6 HYPOTHESES GEOTECHNIQUES

6.1 Modèle géotechnique retenu (GEO)

Les valeurs issues de l'interprétation des investigations réalisées in-situ dans le cadre de cette étude sont synthétisées dans les tableaux suivants, tenant compte de l'hétérogénéité des terrains mis en évidence par les sondages pressiométriques :

Sol	Nature	Base de la couche(m/ TN)	γ kN/m ³	pf MPa	pl MPa	E _M MPa	α -	c' kPa	ϕ' °
1	Sables limoneux et/ou argileux à quelques graviers	2 à 2.4	19	0.5	0.9	14	1/2	2	30
2	Sable limoneux ou argileux à graviers	>10	19	0.75	1.55	14	1/3	4	33

Tableau 11 : Caractéristiques géotechniques retenues zone ouest (SP1/SP2)

Sol	Nature	Base de la couche (m/TN)	γ kN/m ³	pf MPa	pl MPa	E _M MPa	α -	c' kPa	ϕ' °
1	Sables limoneux et/ou argileux à quelques graviers	1.9 à 2	19	0.2	0.4	5	1/2	3	30
2	Sable limoneux ou argileux à graviers	3 à 3.5	19	0.75	1.5	22	1/2	4	33
3	Graviers, galets et blocs à matrice sableuse	>10	20	4.8	4.8	70	1/3	0	35

Tableau 12 : Caractéristiques géotechniques retenues zone est (SP3/SP4)

γ : poids volumique
 E_M : module pressiométrique
 c' : cohésion à long terme

pf / pl : pression de fluage / limite
 α : coefficient rhéologique du sol
 ϕ' : angle de frottement à long terme

Commentaires :

Les paramètres de certains sols (γ , c' et ϕ') ont été estimés à partir des résultats des essais pressiométriques et de la description des faciès.

Dans ce modèle, les caractéristiques des sols sont considérées comme homogènes au sein de chaque formation sous l'ensemble du projet.

6.2 Contexte sismique

Selon l'arrêté du 22 octobre 2010 relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de classe dite « à risque normal » et l'Eurocode 8 - partie 5 (aspect géotechnique), les principales données parasismiques figurent dans le tableau qui suit :

Zone de sismicité (commune de VARENNES SUR ALLIER)	2-faible
Catégorie de l'ouvrage	IV ⁽¹⁾
Accélération maximale de référence au niveau d'un sol de type rocheux a_{gr} (m/s ²)	0.7
Coefficient d'importance γ_I	1.4
Accélération nominale correspondante $a_g = a_{gr} \cdot \gamma_I$ (m/s ²)	0.98
Accélération $a_{vg} = 0.9 \cdot a_g$ (m/s ²)	0.88
Classe de sol ⁽²⁾ / Paramètre S	C ⁽²⁾ / 1.5

⁽¹⁾ Donnée à confirmer par ENEDIS ; Rappelons que la catégorie de l'ouvrage n'est pas une donnée géotechnique

⁽²⁾ Classe de sol déterminée à partir d'une interprétation des investigations géotechniques menées au droit du site par ERG lors de la présente mission G2 AVP/PRO

Tableau 13 : Données relatives à la sismicité

6.3 Aléa liquéfaction

En zone de sismicité faible, pour un ouvrage à risque normal, l'analyse de la liquéfaction n'est pas requise.

7 DIMENSIONNEMENT DES RADIERS

7.1 Type de fondations

Compte tenu du contexte géotechnique décrit ci-avant, un mode de fondation par **radier rigide** est proposé pour la **fosse déportée**, le **bâtiment HTA**, les **transformateurs** et les **grilles HTA**.

Précisons toutefois, que selon les caractéristiques des ouvrages, un mode de fondation superficielle par semelles isolées ou filantes reste envisageable.

Suite à notre expérience des projets avec ENEDIS sur le mode de fondation habituellement réalisé, nous développerons donc uniquement le cas d'un radier pour les fondations des ouvrages projetés et les préconisations sont décrites dans ce chapitre.

7.2 Sols d'assise des radiers

Après décaissements préalables de la terre végétale, pour atteindre la cote du fond de fouille, les formations **des sols 2 (sables limoneux à graviers ou graviers à matrice sableuse) ou 1 (sable limoneux)** constitueront le sol d'assise des radiers sur toute leur emprise, avec un ancrage minimal de 0.3 à 0.4 m au sein de ces formations, soit les profondeurs d'assises suivantes :

ouvrages	sondages	profondeur min d'assise* /TN (m)	Sol d'assise
Fosse déportée (emplacement n°1)	SP4 / PD4 / SC3	2.8 à 3**	Sable limoneux +/- graveleux (sol 2) voire graviers à matrice sableuse (sol 3)
Fosse déportée (emplacement n°2)	SP2 / SC2	2.8 à 3**	sable à galets et graviers (sol 2)
Bâtiment HTA	SP1 / SC1	2.4 à 2.6**	Sable légèrement limoneux à graviers et galets (sol 2)
Bancs transformateurs	PD2 / SP3 /	1.2 à 1.5**	Sable limoneux (sol 1)
Grilles HTA	PD4	1.5 à 1.8**	

*ces profondeurs sont données par rapport au niveau du terrain le jour de notre intervention
 **profondeur tenant compte du décaissement des parties enterrées des ouvrages suivant les informations transmises par ENEDIS

Tableau 14 : profondeurs minimales d'assise

Ces profondeurs seront à adapter en plus ou en moins en fonction de la nature et de la profondeur du sol d'assise effectivement rencontrées lors de l'ouverture des fouilles. En effet, suivant les conditions rencontrées en fonds de fouille, des sur-profondeurs seront toutefois à prévoir, notamment si des blocs sont rencontrés à la profondeur initialement prévue. Nous attirons en effet l'attention sur le fait que le sondage SP2 a mis en évidence un bloc entre 2.4 et 3 m de profondeur.

On veillera dans tous les cas à atteindre un horizon mécaniquement homogène et mécaniquement résistant.

La compacité et l'homogénéité du fond de fouille devront **systématiquement** être vérifiées dans le cadre des missions G3 et G4 (cf. §10).

7.3 Principe de fondation – radier sur matelas de répartition

Pour l'assise du radier, il est nécessaire de prévoir un matelas de répartition. Il s'agira d'une couche de forme constituée de matériaux de qualité avec des conditions d'exécution soignées.

Après, purge de la terre végétale et jusqu'à la couche d'assise (sol 1 ou 2), nous proposons de mettre en œuvre un matelas de répartition sur une épaisseur minimale de 0.4 m, suivant le phasage :

- purge de la terre végétale et des sols 1 et sols 2 jusqu'à la couche d'assise
- si nécessaire, en cas de sols trop déformables, mise en œuvre d'un clouage à l'aide d'un matériau blocailleux insensible à l'eau,
- mise en place d'un géotextile anti-contaminant à l'interface entre le sol en place et la couche de forme ou sur le clouage (si sols fins),
- mise en œuvre d'une couche de forme de 0.4 m d'épaisseur minimum en GNT de classe D21 ou D31 ou équivalent, soigneusement compactée.
- réception par essais à la plaque (ou similaire) en respectant les critères de réception suivants :
 - un module de Westergaard $K_w > 50 \text{ MPa/m}$,
 - un module de déformation $EV_2 > 50 \text{ MPa}$,
 - un coefficient de compactage $EV_2/EV_1 < 2$.

Pour garantir cette portance au niveau de l'arase supérieure de la forme, il faut obtenir une portance minimale de $EV_2 > 20 \text{ MPa}$ au niveau de l'arase de terrassement (avant mise en œuvre de la forme). En cas de doute sur la qualité de portance de l'arase, nous conseillons d'effectuer une campagne d'essais à la plaque ("état zéro"), afin d'optimiser les épaisseurs de forme nécessaires. Une planche d'essais sera prévue, afin de vérifier que les exigences minimales en tête de la couche de forme soient atteintes.

Le Bureau d'Etudes Structures devra s'assurer que la conception du radier permet d'admettre un comportement de type rigide vis-à-vis des sols sous-jacents.

7.4 Méthode de justification

La justification du radier a été réalisée en considérant des fondations dimensionnées, exécutées et contrôlées suivant de la norme NF P 94-261.

Les différentes vérifications effectuées sont les suivantes :

- Capacité portante :
 - ELU Fondamental,
 - ELS Caractéristique,
 - ELS Quasi-Permanent,
- Tassement : ELS Quasi Permanent,
- Glissement : ELU Fondamental,
- Soulèvement UPL : ELU Fondamental.

7.5 Capacité portante

La contrainte de calculs $\sigma_{R,d}$ est déterminée à partir de la contrainte q_{net} , elle-même calculée à partir de la pression limite pressiométrique (cf. annexe D de la norme NF P 94-261) et des coefficients de pondération suivant les états considérés (ELU/ELS).

Toutefois, afin de limiter les tassements différentiels, les contraintes au sein des sols d'ancrages ont été limitées à :

Pour les ouvrages comportant une partie enterrée (fosse déportée et bâtiment HTA) :

$$\begin{aligned} \sigma_{R,d ELS} &= 200 \times i_{\delta} \times i_{\beta} \text{ kPa} \\ \sigma_{R,d ELU/séism} &= 300 \times i_{\delta} \times i_{\beta} \text{ kPa} \end{aligned}$$

Pour les autres ouvrages (bancs transformateurs et grille HTA) :

$$\begin{aligned} \sigma_{R,d ELS} &= 100 \times i_{\delta} \times i_{\beta} \text{ kPa} \\ \sigma_{R,d ELU/séism} &= 150 \times i_{\delta} \times i_{\beta} \text{ kPa} \end{aligned}$$

i_{β} : coefficient de réduction lié à la proximité d'un talus

i_{δ} : coefficient de réduction lié à l'inclinaison de la charge.

La prise en compte des coefficients i_{β} et i_{δ} s'effectuera suivant les règles des § D.2.4 à D.2.6 de l'annexe D de la norme NF P 94-261.

Compte tenu des efforts apportés par les radiers, la capacité portante est justifiée aux ELS et ELU :

ouvrage	ELS	ELU
Fosse déportée (emplacement n°1)	38.5 kPa < 200 kPa	53.9 kPa < 300 kPa
Fosse déportée (emplacement n°2)	38.5 kPa < 200 kPa	53.9 kPa < 300 kPa
Bâtiment HTA	20 kPa < 200 kPa	28 kPa < 300 kPa
Bancs transformateur	18.4 kPa < 100 kPa	25.8 kPa < 150 kPa
Grille HTA	19 kPa < 100 kPa	26.6 kPa < 150 kPa

7.6 Modules d'Young à prendre en compte

Nous proposons de préciser les modules de déformation E_y à prendre en compte pour le dimensionnement du radier.

Le module d'Young a été calculé à partir des essais pressiométriques en considérant (cf. tableau J2.1 de la norme NF P 94 261) : $E_Y = (1+\nu)(1-2\nu) / (1-\nu) \times E_{oed} = 0.74 \times E_M / \alpha$ pour un radier avec un coefficient de Poisson des sols pris à 0,3.

Nature	Epaisseur	E_M	α	E_y
	(m)	[MPa]	[-]	[MPa]
GNT	0.4	-	-	20.0
Terre végétale	0.2	A purger		
Sables limoneux et/ou argileux à quelques graviers	2 à 2.4	14	1/2	20.7
Sable limoneux ou argileux à graviers	>10	14	1/3	31.1

Tableau 15 : Modules d'Young à prendre en compte zone SP1/SP2

Nature	Epaisseur	E_M	α	E_y
	(m)	[MPa]	[-]	[MPa]
GNT	0.4	-	-	20.0
Terre végétale	0.2	A purger		
Sables limoneux et/ou argileux à quelques graviers	1.9 à 2	5	1/2	7.4
Sable limoneux ou argileux à graviers	3 à 3.5	22	1/2	32.6
Graviers, galets et blocs à matrice sableuse	>10	70	1/3	155

Tableau 16 : Modules d'Young à prendre en compte zone SP3/SP4

Avec :

E_M : Module pressiométrique

α : Coefficient rhéologique

E_y : Module d'Young

Un module de rechargement a été considéré avec un rapport pris par défaut à 3 (E_{ur} / E_0).

7.7 Tassements

7.7.1 Méthode de calculs

Les tassements aux ELS sous ouvrages ont été calculés à l'aide du module Tasplaq du logiciel FOXTA V.4, qui propose la modélisation d'un dallage sous forme de plaque.

Une étude de l'interaction sol-structure permet alors de déterminer le tassement du sol sous un élément de plaque.

Les résultats sont donnés ci-après avec les réserves émises quant aux hypothèses relatives aux caractéristiques géomécaniques et à l'hétérogénéité des sols.

Pour rappel, nous avons considéré les chargements aux ELS_{QP} suivants :

- **38.5 kPa** pour la fosse déportée,
- **20 kPa** pour le bâtiment HTA
- **18.4 kPa** pour les transformateurs,
- **19 kPa** pour les grilles HTA.

Les caractéristiques de la plaque sont synthétisées dans le tableau ci-dessous :

	Epaisseur m	E kPa	ν
Plaque	0,3	1 ^E 07	0,2

E : module d'Young

ν : coefficient de poisson

7.7.2 Résultats

Les résultats sont donnés ci-après avec les réserves émises quant aux hypothèses relatives aux caractéristiques géotechniques, à l'hétérogénéité des sols.

Le tableau ci-dessous récapitule les résultats obtenus par le calcul :

	Tassements Max - centre	Tassements Min - bord	Différentiel sur la demi-longueur
Fosse déportée (emplacement n°1)	< 0.5 cm	< 0.5 cm	< 0.5 cm
Fosse déportée (emplacement n°2)	< 0.5 cm	< 0.5 cm	< 0.5 cm
Bâtiment HTA	< 0.5 cm	< 0.5 cm	< 0.5 cm
Bancs transformateur	< 0.5 cm	< 0.5 cm	< 0.5 cm
Grille HTA	< 0.5 cm	< 0.5 cm	< 0.5 cm

Tableau 17 : résultats des calculs de tassement

Les tassements calculés sont inférieurs aux demi-centimètres, pour l'ensemble des ouvrages.

Il s'agit de valeurs absolues. A ce stade, on prendra en compte des tassements prévisibles de l'ordre du centimètre pour l'ensemble des ouvrages.

Le bureau d'Etude Structure devra se prononcer sur l'admissibilité de ces tassements. Il conviendra de reprendre ces calculs avec les descentes de charges pondérées aux ELS, si celles-ci venaient à être différentes de celles utilisées dans les calculs précédents.

7.8 Détermination de la raideur k_v à partir des tassements calculés

Dans ce contexte, en retenant les tassements calculés, les raideurs du sol au centre des radiers qui pourront être retenues seront :

	Raideur $k_v = \frac{\sigma}{\Delta}$
Fosse déportée (emplacement n°1)	37 MPa/m
Fosse déportée (emplacement n°2)	8.7 MPa/m
Bâtiment HTA	8.2 MPa/m
Banc transformateur	12.7 MPa/m
Grille HTA	16.6 MPa/m

Tableau 18 : détermination des raideurs de sol

Les résultats sont donnés avec les réserves émises, quant aux hypothèses relatives aux contraintes prises en compte sous le radier, et en particulier l'homogénéité de la contrainte.

7.9 Vérification au glissement / renversement

Aucun effort horizontal à prendre en compte dans la conception ne nous a été transmis.

Si des efforts horizontaux devaient être repris par les fondations, la vérification au glissement devrait être réalisée lors du dimensionnement des ouvrages dans le cadre de la mission G3.

Toutefois, ces ouvrages comportant des parties enterrées, le radier fera office de buton des parois de soutènements.

7.10 Rupture par soulèvement hydraulique global (UPL)

La résistance au soulèvement global provoqué par la pression de l'eau (UPL) doit être vérifiée conformément à l'EC 7, dans le cas où le niveau de la nappe interfère avec le projet.

A ce stade du projet, aucun niveau d'eau ne semble interférer avec les parties enterrées des ouvrages projetés situées entre 1.25 et 2.8 m de profondeur (niveau bas des radiers). En effet, rappelons que des niveaux d'eau ont été mesurés au droit des sondages entre 3 et 9.2 m de profondeur lors de la réalisation.

Les sondages SP2 et SP4 ont été équipés en piézomètre jusqu'à 10 m de profondeur. Le suivi piézométrique du niveau d'eau n'est pas prévu dans le cadre de notre mission (prestation complémentaire pouvant être réalisée à la demande d'ENEDIS).

Certains ouvrages comportant des parties enterrées, seuls la réalisation et les résultats du suivi piézométrique sur une durée significative, permettront la détermination des niveaux des plus hautes eaux, visant à déterminer les niveaux remarquables de nappe EB (eaux basses), EH (eaux hautes) et EE (eaux exceptionnelles), nécessaires à la conception du projet (caractéristiques de drainage, hauteur de cuvelage, sous pression).

Si nécessaire, cette vérification devra être réalisée lors du dimensionnement dans le cadre de la mission G3.

7.11 Contrôles et recommandations pour la réalisation du radier

7.11.1 Fond de forme

- Il conviendra de prévoir une réception attentive du fond de forme à la suite des terrassements généraux, afin de vérifier la conformité et l'homogénéité des terrains rencontrés lors de la réalisation des sondages,
- Tous les terrains rencontrés jusqu'à atteindre le sol d'assise de la couche de forme (sol 1, 2 ou 3) devront être purgés,
- Le fond de forme devra être horizontal et homogène,
- Toute zone douteuse (terrains remaniés et/ou évolutifs,...) ou molle présente en fond de fouille sera purgée,
- En cas d'arrivées d'eau intempestives (infiltrations, ruissellements, pluie, etc.), il est impératif de purger et de curer le fond de fouille des matériaux remaniés ou saturé d'eau,
- Si la plateforme de terrassement venait à être dégradée par la présence d'eau ou si des zones à consistance molle / lâche étaient exposées en fond de terrassement, un cloutage en matériaux rocheux de granulométrie grossière et/ou des purges pourraient être nécessaires.

7.11.2 Contrôles et recommandations pour le matelas de répartition

La mise en œuvre de la couche de forme sur le géotextile anti-contaminant devra respecter les recommandations du L.C.P.C. Il s'agit notamment de respecter les éléments suivants :

- Les caractéristiques des matériaux sont détaillées et énoncées dans le paragraphe 7.3,
- Dispositions et compactage selon les règles de l'art,
- Réalisation d'essais à la plaque (ou essais similaires) qui permettront de vérifier la portance de la couche de forme (cf. §7.3).

8 DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS SUPERFICIELLES

8.1 Type de fondations

Les **ouvrages des travées HTB** (disjoncteurs, sectionneurs et combinés de mesure) pourront être fondés selon un mode de fondation superficielle isolée (ou filante).

Les fondations superficielles seront dimensionnées à partir des règlements en vigueur et plus spécifiquement avec la norme NF P 94-261.

8.2 Ancrage des fondations – sol d’assise

Les semelles de fondations seront ancrées au minimum de **0,4 m** dans les formations **des sols 1 (sables limoneux)** au-delà de la frange de sol végétalisée.

Nous avons considéré une plateforme de travail au niveau du TN.

A titre indicatif, le tableau ci-dessous présente les profondeurs minimales d’encastrement au droit des sondages :

ouvrages	Sondage de référence	profondeur min d’assise* /TN (m)
<i>Disjoncteur</i>	PD1, SP3 et PD3	1.2 à 1.5**

**ces profondeurs sont données par rapport au niveau du terrain le jour de notre intervention*

***profondeur tenant compte du décaissement des parties enterrées des ouvrages suivant les informations transmises*

Tableau 19 : profondeurs minimales d’assise

Ces profondeurs seront à adapter en plus ou en moins en fonction de la nature et de la profondeur du sol d’assise effectivement rencontrées lors de l’ouverture des fouilles.

On veillera en effet à atteindre sur l’ensemble du fond de fouille, un horizon mécaniquement homogène et résistant.

La compacité et l’homogénéité des fonds de fouilles devront **systématiquement** être vérifiées dans le cadre des missions G3 et G4 (cf. §7.6).

8.3 Méthode de justification

cf 7.4

8.4 Principe de justification

8.4.1 Contrainte de calcul

cf 7.5

8.4.2 Tassements des fondations superficielles

Les tassements doivent être vérifiés pour les combinaisons de charges aux ELS quasi-permanents.

Le tassement a été calculé suivant la méthode pressiométrique pour un sol hétérogène et selon l’annexe H de la norme NF P 94-261.

8.4.3 Vérification au glissement

La vérification au glissement s'effectue conformément au § 10.1 de la norme NF P 94-261.

La valeur caractéristique de l'angle de frottement à l'interface entre la base de la fondation et le terrain (approche 2, pour des fondations coulées en place) est pris à $\delta = \varphi' = 30^\circ$.

Cette valeur est déterminée à partir de l'essai mécanique réalisé et de la description de la nature des sols. Elle devra impérativement être confirmée lors des missions d'exécution.

8.5 Résultats

8.5.1 Portance

Les résultats sont donnés ci-après avec les réserves émises quant aux hypothèses relatives aux caractéristiques géotechniques, à l'hétérogénéité des sols et aux contraintes prises en compte selon le plan de fondation transmis.

Ouvrage	Dimensions (I * L * D)	Poids de la fondation	ELS _{carac} et ELS _{QP}	ELU
Disjoncteur	1.9 m x 1.9 m x 1.5* m	135 kN	$V = 45 + 135 = 180 \text{ kN}$ $H = 12 \text{ kN}$ $M = 34 + 12 \times 1.5 = 52.7 \text{ kN.m}$	$V = 63 + 1.35 \times 135 = 245.2 \text{ kN}$ $H = 1.4 \times 12 = 16.8 \text{ kN}$ $M = 1.4 \times 34 + 1.5 \times 16.8 = 72.8 \text{ kN.m}$

*profondeur minimale d'assise permettant d'assurer la tenue au renversement

Pour les cas de charge étudiés, les fondations décrites ci-avant permettront de justifier la capacité portante aux ELS et ELU ainsi que le renversement :

Ouvrage	Disjoncteur			
	ELS _{cq} et ELS _{QP}		ELU	
Excentrement e	0.29		0.29	
S'	2.5 m ²		2.48 m ²	
V _d	180 kN		242.25 kN	
R _{v;d}	1523.2 kN		2745.2 kN	
Vérification R _{v;d} ≥ V _d	ok		ok	
Vérification excentrement	0.69	> 1/2 > 2/3	0.69	> 1/15

En fonction de l'espace disponible, les dimensions des semelles devront être adaptées par l'Entreprise lors de sa mission G3.

Les fichiers de résultats FOXTA sont joints en annexe.

8.5.2 Tassements

Les tassements ont été vérifiés aux ELS_{QP} :

Ouvrage	Cas étudié	largeur B	longueur L	Tassement
Disjoncteur	ELS _{QP}	1.9 m	1.9 m	< 0.1 cm

Tableau 20 : estimation des tassements

Les tassements absolus et différentiels calculés seront inférieurs au millimètre. Le bureau d'études structures devra toutefois confirmer que ces valeurs sont compatibles avec la structure de l'ouvrage projeté.

Il s'agit de valeurs absolues. Dans le cadre des études structures, on prendra en compte des tassements prévisibles n'excédant pas 5 mm.

Les fichiers de résultats FOXTA sont joints en annexe.

Dans tous les cas, il conviendra de vérifier la compacité et l'homogénéité des terrains en fond de fouille.

8.5.3 Glissement

Les résultats figurent ci-dessous :

Ouvrage	Effort vertical ELU	Effort horizontal ELU	Vérification
Disjoncteur	245.25 kN	16.8 kN	117 kN > 16.8 kN

Cette vérification devra être réalisée pour chaque semelle lors du dimensionnement dans le cadre de la mission G3.

8.6 Dispositions générales vis-à-vis des fondations superficielles

Un certain nombre de recommandations doit être pris en compte lors de la conception et de l'exécution des infrastructures :

- Il conviendra de prévoir une réception attentive des fouilles des fondations lors de leur ouverture, afin de vérifier la conformité et l'homogénéité des terrains rencontrés lors de la réalisation des sondages.
- Toute zone douteuse (remblais, ancienne infrastructure, blocs) ou remaniée sera purgée, et remplacée par un rattrapage en gros béton.
- A l'occasion de cette réception, il sera vérifié que la compacité des sols d'assise des fondations soit identique sous la totalité de l'emprise de chaque construction projetée.
- En cas d'arrivées d'eaux intempestives (infiltrations, ruissellements, pluie etc.), il est impératif de purger et de curer les fonds de fouilles des matériaux remaniés ou saturés d'eau.
- Elles seront coulées à pleine fouille, afin d'assurer un bon contact sol en place/béton, et de limiter le risque d'infiltrations d'eau à ce niveau.

- Les fonds de fouille devront être horizontaux.
- Dans le cas d'un niveau d'assise variable, il conviendra de prévoir la réalisation de redans ; ils seront établis de manière à respecter la règle des trois pour deux : les niveaux de fondations successives doivent être tels qu'une pente maximale de trois (3) de base pour deux (2) de hauteur relie les arêtes des semelles les plus voisines.

Cette règle devra être respectée :

- entre fondations projetées,
- entre fondations projetées et fondations mitoyennes
- entre fondations projetées et pieds de talus éventuels.

9 TERRASSEMENTS

L'étude approfondie des conditions de terrassement sera à préciser dans le cadre des études d'exécution (mission G3) qui doivent suivre, selon la norme NFP 94-500, la présente mission G2-PRO.

9.1 Excavation

Les excavations des fouilles de fondations et des parties enterrées projetées (environ 1.2 à 3 m de profondeur) intéresseront de la terre végétale limono-sableuse, des sables limoneux +/- graveleux (sols 1 et 2) et localement des graviers, galets et blocs à matrice sableuse (sol 3).

La méthodologie est de la responsabilité de l'entreprise. Elle devra notamment permettre d'atteindre les profondeurs requises, et garantir l'absence de désordres sur les infrastructures et/ou ouvrages existants.

Les terrassements pourront être réalisés à l'aide de moyens classiques et de puissance adaptée (pelle mécanique de puissance adaptée) dans les formations argilo-limoneuses.

Dans le cas de la rencontre d'anciennes substructures ou de blocs au sein des alluvions, l'usage du BRH pourra être à prévoir. Ainsi, l'usage du brise roche sera fait avec les précautions suffisantes en regard de l'environnement et du contexte général du projet. Il y aurait, par exemple, lieu d'effectuer des mesures de vibration sur les structures existantes avoisinantes et de vérifier le respect des seuils de tolérance fixés par la circulaire ministérielle de Juillet 1986 (ou des textes applicables aux ouvrages environnants).

9.2 Maintien des parois de fouille

Le projet comporte la réalisation de terrassements en déblai de l'ordre de 1.5 à 3 m de profondeur (fouille des parties enterrées), conduisant à la création de talus et/ou de parements de fouilles, qu'il convient de maintenir stables.

D'une manière générale, ces fouilles intercepteront des sables limoneux +/- graveleux. Dans le cas d'une absence d'eau lors des travaux, une pente de talus de **3H/2V** devra être respectée dans ces terrains (sols 1 et 2), moyennant des dispositifs de protection vis-à-vis des risques de ravinement (mise en place de polyane par exemple).

D'après les investigations et essais réalisés, on pourra retenir les caractéristiques intrinsèques mentionnées au § 6.1.

Ces différents points devront être étudiés en phase G3 selon le phasage des travaux, afin d'éviter tout déplacement d'éventuelles fondations mitoyennes et de leurs terrains d'assise. En effet, le déchaussement des fondations existantes est de nature à générer des désordres en cas d'instabilité des fouilles.

9.3 Murs enterrés

Les murs enterrés, de la fosse déportée notamment, devront être dimensionnés comme des murs de soutènement pour éviter toute déstabilisation des parois du fait de la poussée des terres.

Les remblais de comblement contre les soutènements seront mis en œuvre par couches successives (<0.30 m d'épaisseur) soigneusement compactées conformément aux recommandations du GTR.

Nous rappelons qu'un remblai à l'arrière d'un mur de soutènement doit être compacté avec parcimonie. Un remblai trop serré entraîne des surpressions à l'arrière du mur. Le compactage devra se faire à l'aide de matériel de moyenne puissance voire relativement léger en tête de l'ouvrage.

Pour les remblais de comblement à l'arrière du mur, il s'agira de matériaux drainants, granulaires, insensibles à l'eau et frottants, isolés du talus provisoire par un géotextile anti-contaminant. Chaque mur sera équipé d'un massif drainant, avec drain de pied. Les matériaux de remblai auront un rôle drainant et bloquant. Ils répondront par exemple aux caractéristiques suivantes :

- granularité 10/200 à 10/250 pour le massif drainant amont,
- granularité 0/150 pour les remblais bloquants,
- granulométrie continue,
- classe GTR D3 à C2B3.

9.4 Réemploi des matériaux

Un avis est donné sur les possibilités d'utiliser les déblais, notamment issus du nivellement du terrain actuel pour la création de la future plateforme du poste électrique, et éventuellement des parties enterrées du projet. Les recommandations données ci-dessous sont issues du guide technique GTR du SETRA/LCPC de juillet 2000.

Au droit du projet, les sondages ont mis en évidence la présence de sols à dominance sableuse de classe **B3, B5th et B6 et ponctuellement des sols de classe D2 ou A1**. Il s'agit principalement de sols sensibles à l'eau, à l'exception des sols D2.

La distinction précise de ces différentes classes de matériaux au sein des horizons rencontrés n'est pas réalisable en phase chantier.

Ainsi la réutilisation des sols sous forme de **remblai** et de **couche de forme** est **envisageable sous conditions** pour les matériaux identifiés au droit du projet.

En effet, les sols de classes A1 et B5 sont d'une manière générale +/- sensibles aux variations hydriques, et pouvant interrompre le chantier en raison d'un excès d'eau (sols sujets au matelassage ou orniérage plus ou moins profonds) ou à contrario en raison d'un sol trop sec rendant le matériau difficile à compacter.

Une parfaite maîtrise de leur teneur en eau sera nécessaire (aération, humidification, drainage, traitement, etc.).

La réutilisation en couche de forme de ces matériaux nécessiterait leur traitement aux liants hydrauliques, éventuellement associés à la chaux, afin maîtriser leur état hydrique (la réalisation d'essais d'aptitude et de formulation de traitement et d'une planche d'essais sont à prévoir au préalable en phase d'exécution, afin de s'assurer de l'absence de gonflement et l'obtention de performances mécaniques satisfaisantes).

Les sols de classe D2 sont moins sensibles à l'eau et peuvent être réutiliser sous forme de remblai avec compactage. Toutefois, la réutilisation en couche de forme de ces matériaux nécessiterait un traitement aux liants hydrauliques, ou une correction de granulométrie.

10 DISPOSITIONS VIS-A-VIS DES EAUX

10.1 Phase travaux

Lors de notre intervention en mars 2023, les sondages ont mis en évidence un niveau d'eau entre 3 et 9.2 m de profondeur. Il s'agit de niveaux non stabilisés, mesurés de manière ponctuelle à l'occasion du sondage et possiblement influencés par la méthode de forage. Il est certain qu'ils ne sont pas stabilisés, qu'ils sont susceptibles de varier et qu'ils ne représentent pas forcément un niveau maximal.

Rappelons que le site n'est pas situé en zone inondable (d'après l'information disponible) et que le risque de remontée de nappe est considéré comme faible. Compte tenu des caractéristiques des ouvrages projetés (terrassement maximal jusqu'à 3 m de profondeur), et à partir des informations disponibles à ce stade, la réalisation des parties enterrées du projet ne devrait à priori pas interférer avec une nappe (à confirmer toutefois par le suivi piézométrique, non compris dans notre mission).

Des circulations/poches d'eau au sein des formations alluvionnaires sont toutefois à craindre, notamment dans les horizons plus grossiers.

Certains ouvrages comportant des parties enterrées, seul le suivi des piézométriques sur une durée significative permettra la détermination des niveaux des plus hautes eaux, visant à déterminer les niveaux remarquables de nappe EB (eaux basses), EH (eaux hautes) et EE (eaux exceptionnelles), nécessaire à la conception du projet (caractéristiques de drainage, hauteur de cuvelage, sous pression).

En cas d'arrivées d'eaux intempestives (infiltrations, ruissellements, pluies, etc ...), un dispositif d'épuisement en fond de fouille associé à des blindages sera à prévoir. La réalisation des fouilles devra dans tous les cas s'effectuer idéalement dans des conditions météorologiques favorables et si possible en période de basses eaux.

10.2 Phase définitive

Un dispositif d'évacuation des eaux de ruissellement sera mis en place aux abords de l'ensemble des ouvrages projetés, afin d'éviter toute réinjection des eaux de surface au niveau du sol d'assise des fondations.

Rappelons qu'une étude hydraulique vis-à-vis de la gestion des eaux pluviales a été réalisée par ABO-ERG ENVIRONNEMENT. Cette étude fait l'objet d'un rapport séparé.

La fosse déportée et les fosses enterrées des transformateurs/grilles HTA seront, de par leur conception, étanches.

La réalisation d'un suivi piézométrique sur une durée significative permettrait de réaliser, si nécessaire, une estimation prévisionnelle des niveaux des plus hautes eaux visant à déterminer les niveaux remarquables de nappe EB (eaux basses), EH (eaux hautes) et EE (eaux exceptionnelles), nécessaire à la conception du projet (caractéristiques de drainage, hauteur de cuvelage, sous pression).

11 FONDATION DES PISTES

11.1 Recommandations

Le projet prévoit l'extension de la plateforme du poste électrique (niveau fini pris au niveau de l'entrée de la plateforme du poste existant, soit 246.53 m NGF) et la création d'une piste légère et d'une piste lourde.

Au droit de la zone projet, après une purge minimale sur **0.2 à 0.4 m** d'épaisseur en moyenne de l'horizon de terre végétale superficielle, la nature des terrains composés de sable limoneux à limono-argileux (sols de classes B5 et B6 mises en évidence par les essais d'identification en laboratoire et ponctuellement de classe A1), dans un **état hydrique très humide (th)** lorsque ce dernier a pu être déterminé, permet de classer la partie supérieure des terrassements en **PST0 et l'arase AR0**.

Une telle situation n'autorise pas de mise en place de couche de forme sans préparation préalable. Il sera ainsi nécessaire de réaliser les opérations suivantes afin de se retrouver en PST1 et classe d'arase AR1 :

- aménagement de fossés latéraux de drainage plus ou moins profonds,
- purge et substitution sur au moins 0.4/0.5 m d'épaisseur par des matériaux de classe D21, posés sur un géotextile,
- cloutage à l'aide de matériaux grossiers insensibles à l'eau, traitement des sols en place, ...).

La maîtrise de l'état hydrique de la plateforme est déterminante. La mise en œuvre d'un traitement de sol préalable (chaux, ciment) pourra être envisagée, et devra faire l'objet d'étude spécifique (aptitude au traitement des sols, étude de formulation).

Après les traitements préalables énoncés ci-dessus, ou en situation climatique favorable (état hydrique humide (h) ou moyen (m)), la partie supérieure des terrassements pourra ainsi être reclassée en **PST1/AR1**.

En fonction du niveau fini souhaité de la future plateforme du poste (niveau fini pris à 246.63 m NGF à ce stade de l'étude), il pourra être nécessaire de réaliser localement une purge plus importante des terrains superficiels. Une étude de plateforme sera réalisée dans un second temps par ABO-ERG GEOTECHNIQUE afin d'estimer les volumes de déblais/remblais.

Dans l'objectif de garantir une plateforme PF2 ($E_{v2} > 50$ MPa) et dans le cas d'une PST1/AR1, il sera nécessaire de mettre en œuvre un **corps de remblai** (plateforme) ou une **couche de forme (piste) de 0.6 à 0.8 m d'épaisseur minimale** (à ajuster en fonction du niveau fini de la piste), avec **intercalation d'un géotextile**, préférentiellement en matériau insensible à l'eau de type GNT 0/31.5 (matériaux de classe D en référence au GTR).

Nous recommandons la réalisation d'une planche d'essais au démarrage du chantier, afin d'adapter si nécessaire ces épaisseurs en fonction de l'état hydrique réel des sols du site au moment de la réalisation des travaux.

La mise en œuvre d'un géotextile contribuera à l'amélioration de la portance, en évitant la contamination de la couche de forme ou de fondation par des particules fines du sol support en cas de circulations d'eau par exemple (cas d'une couche de forme en matériaux granulaires).

On rappelle, comme évoqué ci-avant, qu'une plateforme AR1 chutant en AR0, conduit à l'exécution de travaux de préparation préalable : aménagement de fossés latéraux plus ou moins profonds de drainage, purge et substitution sur au moins 0.4/0.5 m d'épaisseur, par des matériaux de classe D21 posés sur un géotextile, cloutage à l'aide de matériaux grossiers insensibles à l'eau, traitement des sols en place, ...), afin de se retrouver en classe AR1.

En cas de dégradation de la plateforme, des difficultés de traficabilité sont à craindre.

Il est donc par conséquent vivement conseillé d'effectuer les travaux lors des périodes favorables et également par temps sec.

De plus, les plateformes terrassées devront présenter une pente suffisante, associée le cas échéant à des dispositifs de gestion et de collecte des eaux de ruissellement (rigoles, fossés, ...), vers un exutoire permanent et suffisant.

La maîtrise de la préparation de la plate-forme appartient à l'entreprise de terrassement et dépend notamment des conditions hydriques au moment des travaux, des moyens et des matériaux dont elle dispose, etc. Elle est en tout cas avertie de la présence d'un fond de forme constitué de matériaux très sensibles et dont notamment l'état, la consistance et la portance, se dégradent très rapidement pour de faibles augmentations de teneur en eau. Elle prévoira donc les moyens et la méthode en conséquence.

11.2 Ebauche dimensionnelles des voiries

Les pistes seront conformes au document « Spécifications d'études des accès et voiries, référencé NT-DI-CNER-DP-SIP-20-51220 indice 1 ».

Compte tenu du contexte géotechnique décrit ci-avant, si la solution de mise en place de piste légère en structure de chaussée souple est retenue, on pourra dans ce contexte, se reporter aux paragraphes « 2.2.2 *Eléments de Prescription* » et « 2.5.2 *Cas d'une piste légère* » du document NT-DI-CNER-DP-SIP-20-51220 indice 1.

Concernant la piste lourde, nous proposons de mettre en place une structure de chaussée rigide, on pourra dans ce contexte, se reporter aux paragraphes « 2.2.2 *Eléments de Prescription* » et « 2.6 *Dimensionnement des chaussées rigides en béton* », du document NT-DI-CNER-DP-SIP-20-51220 indice 1.

D'après le document des spécifications d'études des accès et voiries, référencé NT-DI-CNER-DP-SIP-20-51220, on pourra retenir les épaisseurs suivantes :

Couche		épaisseur couche (cm) pour la piste légère	épaisseur de la couche (cm) pour la piste lourde
Surface		ESU de type bicouche	18 (béton)
Assise		15 (GNT 0/20)	/
CDF (pour obtention d'une PF2)	GNT 0/31.5 (réglage)	10	
	GNT 0/63	50 à 60 + géotextile	

Tableau 21 : ébauche dimensionnelle de la voirie

Cette ébauche dimensionnelle est donnée à partir des éléments à notre disposition, et devra être reprise lors des études d'exécution (G3) en fonction du trafic réel de projet et de la solution retenue par l'Entreprise titulaire avec notamment une justification vis-à-vis du gel.

11.3 Essais de contrôle

Le contrôle de la couche de forme se fera au moyen d'essais à la plaque suivant la norme NF P 94-117-1 en partie supérieure de la couche de forme existante.

Nous proposons les critères de réception suivants :

- $E_{v2} > 50 \text{ MPa}$ $E_{v2}/E_{v1} < 2$ sur la CDF
- $E_{v2}/E_{v1} < 1.2$ pour les voiries.

Il est recommandé de réaliser au minimum 1 essai pour 400 m² de plate-forme.

11.4 Disposition relative à la protection contre les eaux

On veillera à protéger les plateformes et voiries des eaux d'infiltrations en assurant l'évacuation des eaux superficielles. Pour cela, il faut évacuer le plus rapidement possible les eaux de la surface (dévers, ouvrages de collecte et d'évacuation des eaux superficielles).

De même, selon les conditions hydriques lors des travaux, il est important de protéger les voiries vis-à-vis des effets des eaux internes traduisant des difficultés, des défauts d'exécution ou des dégradations sur l'ouvrage terminé.

Il appartiendra donc à l'Entreprise de terrassements d'assurer une parfaite gestion des eaux : création de fossés de drainage et de collecte des eaux d'infiltration, de ruissellement et de pluie, fermeture et glaçage des plates-formes avant toute période pluvieuse, dressage des plates-formes avec des pentes suffisantes, etc. (cette liste n'est pas exhaustive).

12 RECOMMANDATIONS GENERALES

12.1 Etudes d'exécution et investigations complémentaires

L'entreprise retenue pour la réalisation des travaux devra dimensionner les ouvrages géotechniques dans le cadre de sa mission G3 phase étude (norme NF P 94-500). Le pré-dimensionnement des ouvrages proposés dans le cadre de cette étude pourra être adapté aux différentes techniques proposées par l'entreprise.

Dans le cadre de sa mission G3, l'entreprise pourra réaliser une campagne d'investigations géotechniques pour préciser les conditions d'exécution, adapter et éventuellement optimiser le dimensionnement des ouvrages.

12.2 Nécessité du suivi et de la supervision géotechnique d'exécution

Il est primordial et indispensable d'effectuer un suivi d'exécution des travaux pour confirmer, adapter, et éventuellement optimiser les dispositions proposées.

Des contrôles et vérifications devront être réalisés en phase travaux, afin de valider certaines hypothèses et, si nécessaire, recalculer les modèles en cours de travaux. Rappelons la présence de sols argileux possiblement sensibles aux variations hydriques (phénomène de retrait-gonflement) au droit des ouvrages. Il conviendrait d'étudier la sensibilité des terrains d'assises lors d'une mission type G3, et de mettre en place les mesures nécessaires si ce risque est confirmé (rigidification des structures ...). Les entreprises en charge de l'exécution des travaux devront assurer un suivi géotechnique d'exécution dans le cadre d'une mission de type G3 suivi.

Conjointement aux missions de type G3 réalisées par l'entreprise, une supervision géotechnique d'exécution (mission de type G4) devra être prévue par la maîtrise d'œuvre/d'ouvrage. Elle permettra de vérifier la conformité de l'étude et du suivi géotechniques aux objectifs du projet. Cette mission est normalement à la charge du maître d'ouvrage.

12.3 Méthode observationnelle

Il conviendra de mettre en place un suivi d'exécution, selon le principe de la méthode observationnelle.

L'objectif de cette méthode est d'aboutir à une optimisation du dimensionnement de l'ouvrage, par une itération entre les résultats d'un calcul du comportement le plus probable, et les résultats d'une instrumentation durant la construction.

La méthode observationnelle constitue une approche pertinente qui permet, compte tenu du contexte géotechnique, d'aboutir à des ouvrages qui ne sont pas inutilement surdimensionnés et coûteux, sans concession sur les objectifs de sécurité et de comportement.

En ce qui concerne le présent document, il s'agit d'une mission de conception normalisée de type G2 PRO selon la norme NF P 94-500 des Missions Géotechniques, relative à l'étude d'ouvrages divers dans un poste électrique. Il conviendra de prévoir un suivi d'exécution (G3) et une supervision (G4), afin d'adapter les dispositions préconisées dans la présente étude, compte tenu des hypothèses retenues et des aléas géotechniques éventuellement mis à jour lors des terrassements.

Extrait de la norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013
CLASSIFICATION ET ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

L'enchaînement des missions contribue à la maîtrise des risques géotechniques en vue de fiabiliser la qualité, le délai d'exécution et le coût réel des ouvrages géotechniques. Tout ouvrage géotechnique est en interaction avec son environnement géotechnique. Le maître d'ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la maîtrise d'œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception puis de réalisation de l'ouvrage. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives de la maîtrise d'œuvre du projet. L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du maître de l'ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3 ; la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3. Toute mission d'ingénierie géotechnique doit s'appuyer sur des données géotechniques pertinentes issues de la réalisation de prestations d'investigations géotechniques spécifiées à l'Article 6.

Tableau 1 – Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

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

TABLEAU 2 - CLASSIFICATION DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

<p>L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.</p>
<p>ETAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRELABLE (G1) Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u> 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.</p> <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u> 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).</p>
<p>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 :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u> 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.</p> <p><u>Phase Projet (PRO)</u> 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.</p> <p><u>Phase DCE / ACT</u> 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.</p>
<p>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 :</p> <p><u>Phase Étude</u> — 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.</p> <p><u>Phase Suivi</u> — Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude. — Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats). — Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)</p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Supervision de l'étude d'exécution</u> — Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils.</p> <p><u>Phase Supervision du suivi d'exécution</u> — Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3). — Donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.</p>
<p>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).</p>

CONDITIONS GENERALES

1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du co-contractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.

2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des feuilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

Conformément à l'art L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment). ERG est en mesure d'établir un devis pour ces différents types de déclaration.

3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que le Prestataire s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Le Prestataire réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

Hors domaine sites et sols pollués, la mission (géotechnique par exemple) et les investigations éventuelles n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.

Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés.

Si le Prestataire déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte que le Prestataire puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

4. Plans et documents contractuels

Le Prestataire réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité.

5. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager le Prestataire. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité du Prestataire est dérogée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

Le Prestataire n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou le Prestataire avec un autre Prestataire.

6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés, à la pollution des sols et des nappes et à la présence d'amiante ou de matériaux amiantés. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions. Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutages nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client. Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnités correspondantes sont à la charge du Client.

7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude, les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, le Prestataire a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inévitables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

.../...

Conditions générales (suite)

11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins du Prestataire dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par le Prestataire qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire du Prestataire, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit du Prestataire. Si dans le cadre de sa mission, le Prestataire mettait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. Le Prestataire serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent le Prestataire à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission, le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où le Prestataire est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission. Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

14. conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice « SYNTEC », l'Indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, le Prestataire peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement à la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture.

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

15. Résiliation anticipée

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes du Prestataire, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par le Prestataire au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par le Prestataire ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

Assurance décennale obligatoire

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. Conformément aux usages et aux capacités du marché de l'assurance et de la réassurance, le contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Le client prendra en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voire inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. Le prix fixé dans l'offre ayant été déterminé en fonction de conditions normales d'assurabilité de la mission, il sera réajusté, et le client s'engage à l'accepter, en cas d'éventuelle surcotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières (notamment en cas de défaut de garantie du Prestataire, qui n'aurait pu s'assurer dans de bonnes conditions, faute d'informations suffisantes). Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 6 000 000 € pour les ouvrages de génie civil en convention spéciale Responsabilité Professionnelle de l'Ingénierie et 2 000 000 € en génie civil en convention spéciale Responsabilité Professionnelle de l'Economie de la Construction doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels le Prestataire participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartient au client de prendre en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

Le Prestataire assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défectuosité lui est imputable. Le Prestataire sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant le Prestataire qu'au delà du montant de responsabilité visé ci-dessus pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée du Prestataire au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.

17. Cessibilité de contrat

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

18. Litiges

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du Tribunal de Commerce de Marseille sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.

ANNEXES

A1 – DONNEE BIBLIOGRAPHIQUE OBTENUE

**A2 - PLAN D'IMPLANTATION, COUPES DES SONDAGES, ESSAIS EN
LABORATOIRE, ESSAIS DE PERMEABILITE**

A3 - RESULTATS DES CALCULS DE TASSEMENT SOUS RADIER

**A4 - RESULTATS DES CALCULS DE PREDIMENSIONNEMENT DES SEMELLES
ISOLEES**

A1 – DONNEE BIBLIOGRAPHIQUE OBTENUE

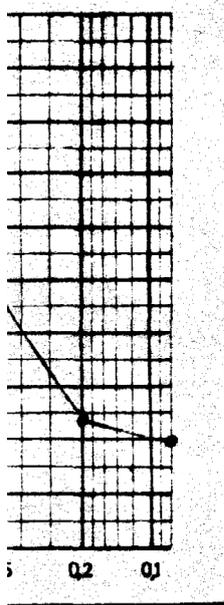
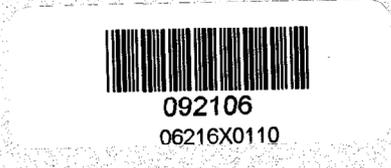
AL D'ALLIER

servation n° : 410

EDD : +246.00

COUPE GEOLOGIQUE

Prélèvements	eau	Profondeurs	Graphique	Observations
1 sac de 0 à 1cm		0	✓	Terre végétale sable argileuse - maron humide.
		1	7	
		2	7	
2 sacs de mélange		3	7	Sable grossier. argileux maron brun avec galets de Basalte φ 2cm.
		4	7	
		5	0	Sable graveleux maron avec galets φ 6cm maxi
		6	0	
		7	0	
		8	0	
		9	0	
		10 m	0	
		11	0	
		12	0	
	13	0	gravier sableux à gros éléments φ 12cm	
	14	0		
	15	0		
	16	0	Masse altérée gris Vert.	
	17	0		
	18	0	Aret à 17m. + 246 16,5 ----- + 229,5	
	19	0		
	20 m	0		
	21	0		
	22	0		



FORAGE PRESSIOMETRIQUE SP10

Chantier : RN7 VARENNES ST LOUP

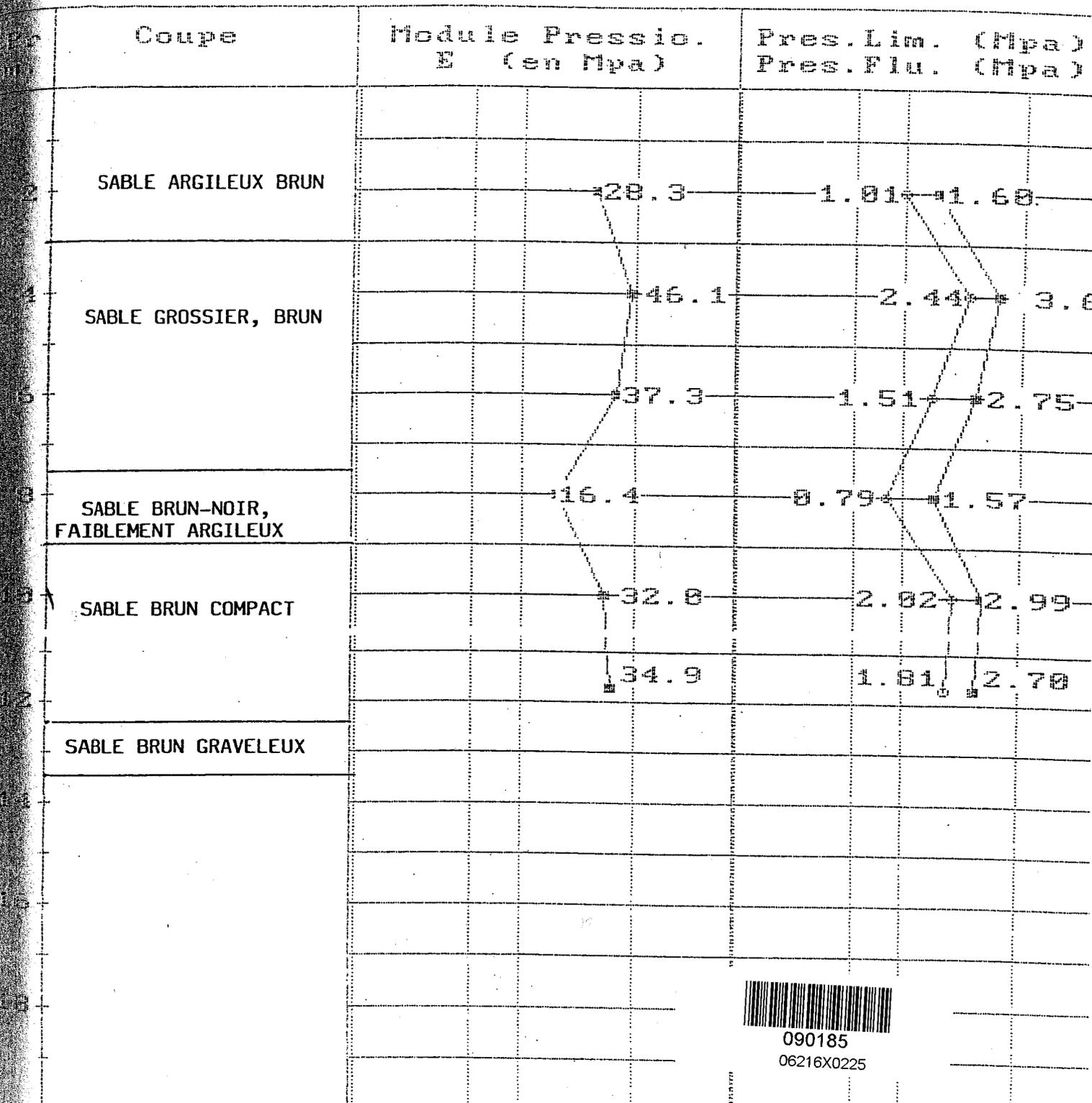
Matériel utilisé : Wagon drill

Dossier n° 5252 0312

Date : 15 10 90

Cote NGF soi : m.

Niveau eau : 11,80 m.



090185

06216X0225

Nota : Seuls les points comportant des valeurs ont fait l'objet de mesures.

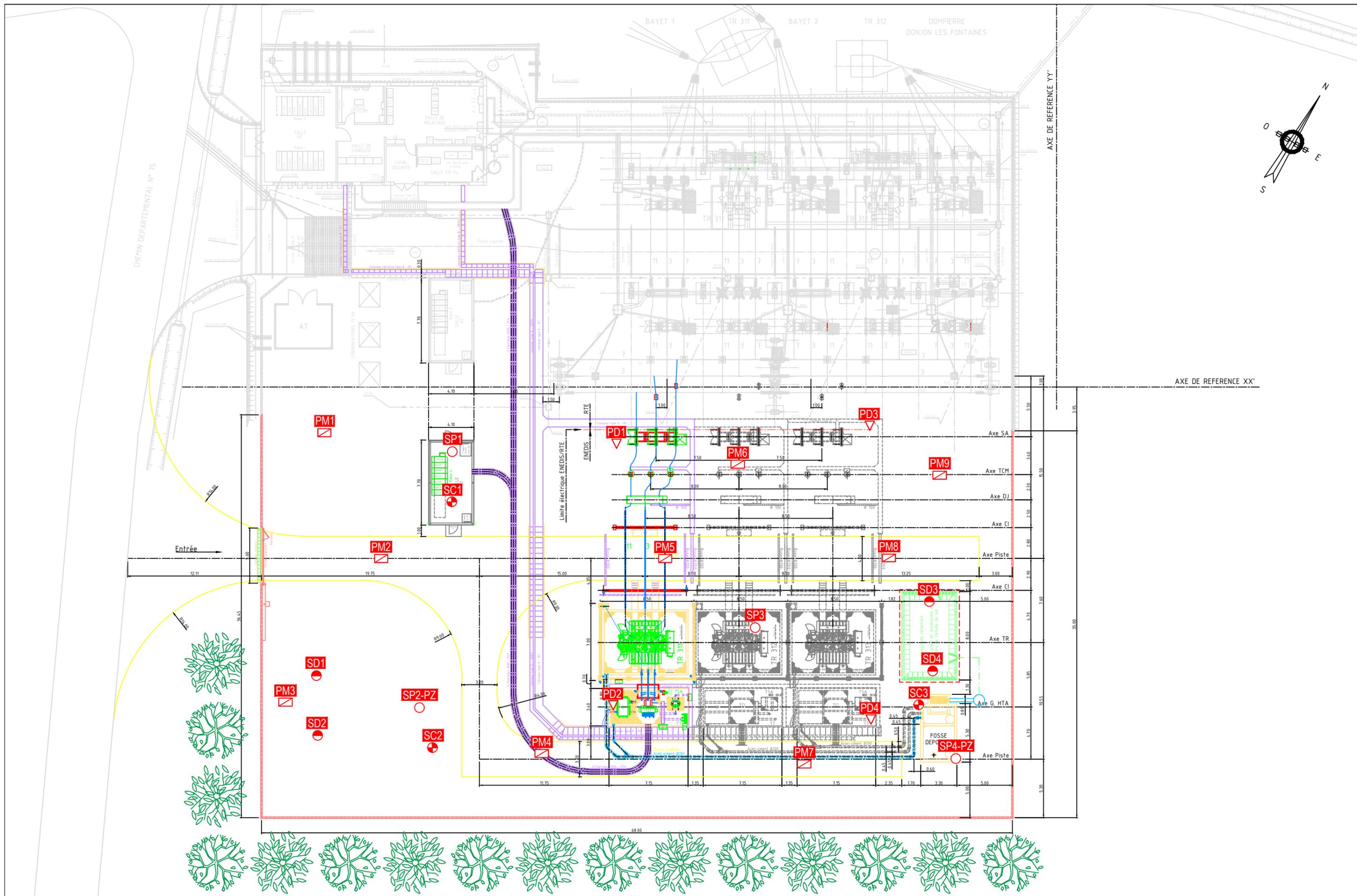
X : 682530

Y : 2748590

Z : 245

06216X0225

A2 - PLAN D'IMPLANTATION, COUPES DES SONDAGES, ESSAIS EN LABORATOIRE, ESSAIS DE PERMEABILITE





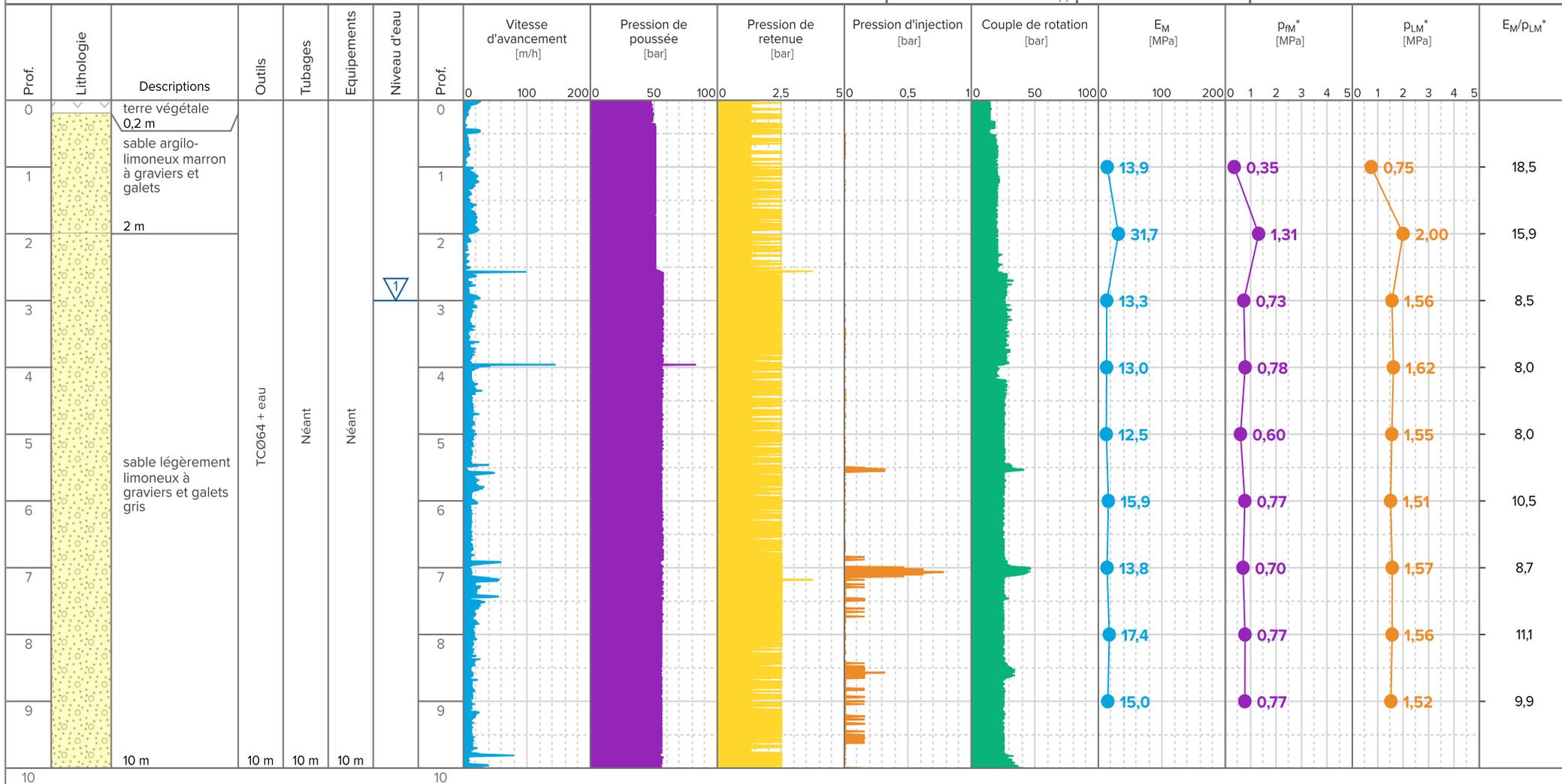
POSTE SOURCE
03 VARENNES SUR ALLIER
ENEDIS

09/06/2023

22PG070Aa

SP1

Début	29/03/2023	Machine	SOCO35 8	Opérateur	ACI	X(m)		Syst.	
Fin	29/03/2023	Prof. atteinte (m)		10,0		Y(m)		Précision	
Niveau d'eau	Non stabilisé					Élévation Z (m)	—	Syst.	
Données	SP1	Type	Combiné		Inclinaison (°)			0,0°	Précision
						Azimut (°)		/verticale	
								/Nord	



1 29/03/2023 - 3m

Edité par ERG
 Sylvia Bedel | s-bedel@erg-sa.fr

POSTE SOURCE
 www.soilcloud.fr

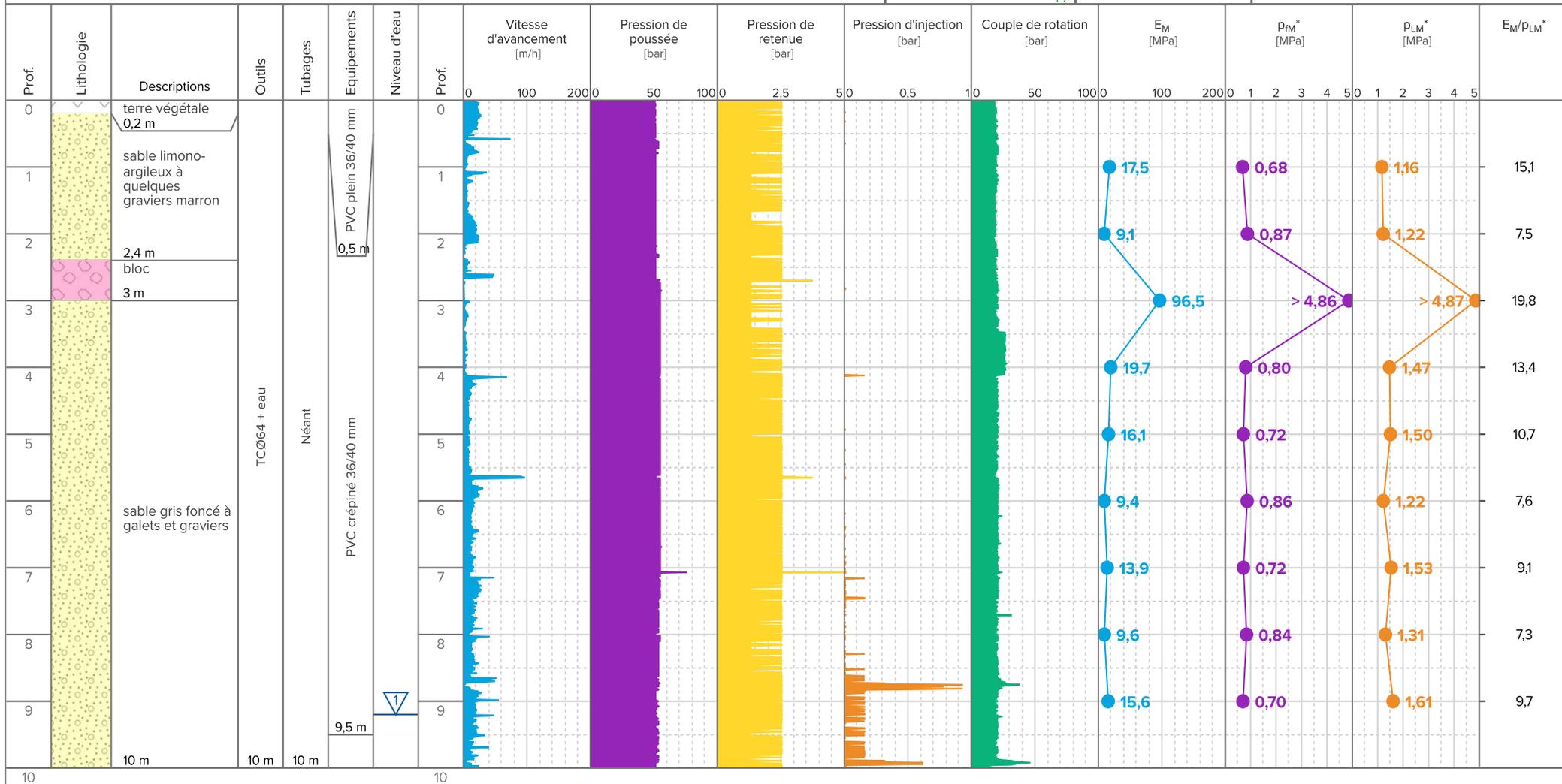


POSTE SOURCE
03 VARENNES SUR ALLIER
ENEDIS

09/06/2023
22PG070Aa

SP2-PZ

Début	30/03/2023	Machine	SOCO35 8	Opérateur	ACI	X(m)		Syst.	
Fin	30/03/2023	Prof. atteinte (m)			10,0	Y(m)		Précision	
Niveau d'eau	Non stabilisé					Élévation Z (m)	-	Syst.	
Données	SP2-PZ	Type	Combiné		Inclinaison (°)			0,0°	Précision
						Azimut (°)		/verticale	
								/Nord	



1 30/03/2023 - 9,2m

Edité par ERG
Sylvia Bedel | s-bedel@erg-sa.fr

POSTE SOURCE
www.soilcloud.fr



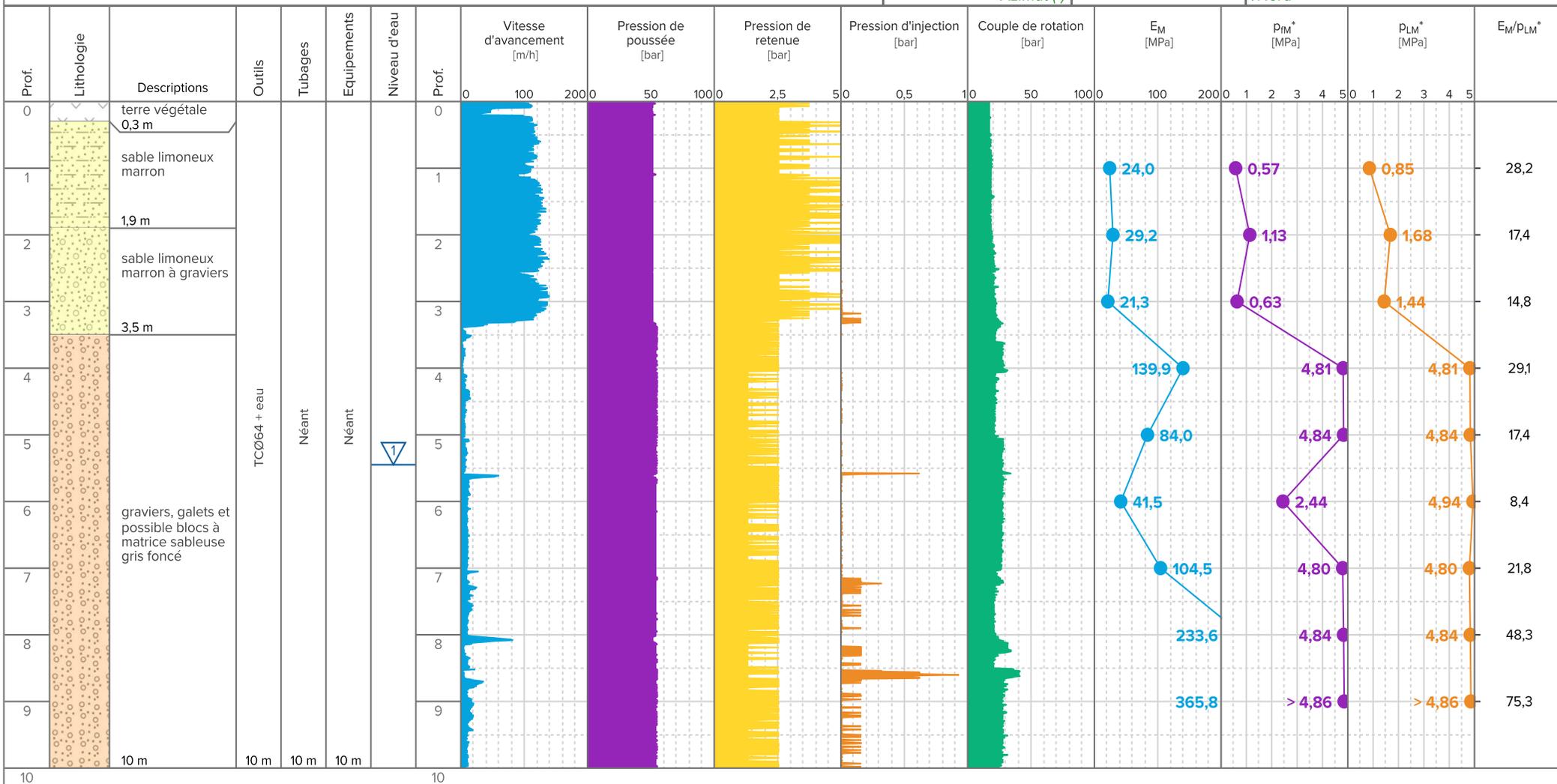
POSTE SOURCE
03 VARENNES SUR ALLIER
ENEDIS

09/06/2023

22PG070Aa

SP3

Début	28/03/2023	Machine	SOCO35 8	Opérateur	ACI	X(m)		Syst.	
Fin	29/03/2023	Prof. atteinte (m)		10,0		Y(m)		Précision	
Niveau d'eau	Non stabilisé					Élévation Z (m)	—	Syst.	
Données	SP3	Type	Combiné			Inclinaison (°)	0,0°	Précision	—
						Azimut (°)		/verticale	
								/Nord	



1 28/03/2023 - 5,45m

Edité par ERG
 Sylvia Bedel | s-bedel@erg-sa.fr

POSTE SOURCE
 www.soilcloud.fr



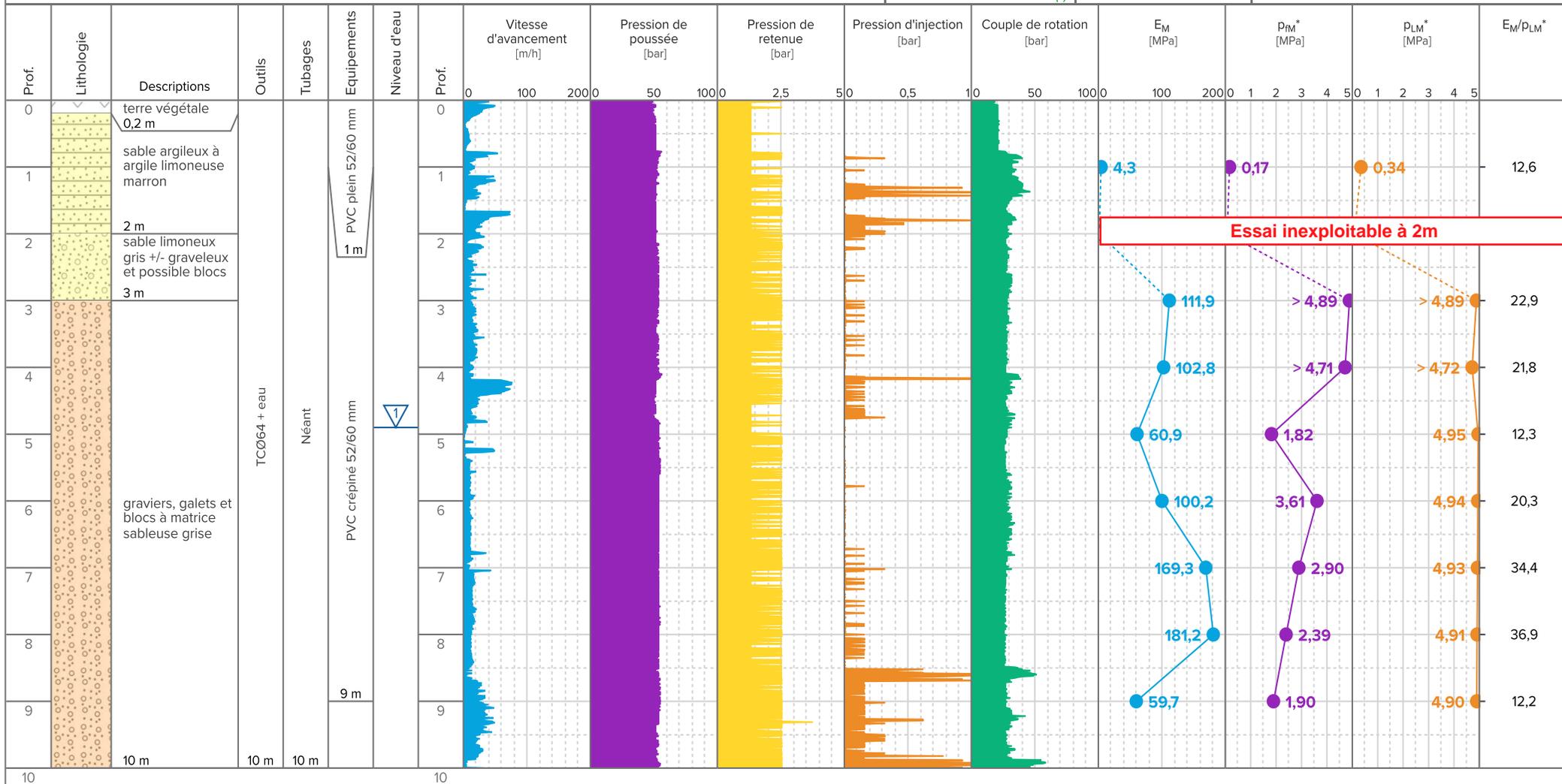
POSTE SOURCE
03 VARENNES SUR ALLIER
ENEDIS

09/06/2023

22PG070Aa

SP4-PZ

Début	15/03/2023	Machine	SOCO35 8	Opérateur	ACI	X(m)		Syst.	
Fin	15/03/2023	Prof. atteinte (m)		10,0		Y(m)		Précision	
Niveau d'eau	Non stabilisé					Élévation Z (m)	-	Syst.	
Données	SP4-PZ	Type	Combiné			Inclinaison (°)	0,0°	Précision	-
						Azimut (°)		/verticale	
								/Nord	



1 15/03/2023 - 4,9m

Edité par ERG
Sylvia Bedel | s-bedel@erg-sa.fr

*1 = Essai inexploitable

POSTE SOURCE
www.soilcloud.fr



POSTE SOURCE
03 VARENNES SUR ALLIER
ENEDIS

09/06/2023
22PG070Aa

SC1

Machine	SOCO35 8	Opérateur	ACI	X(m)		Syst.	
Début	14/03/2023	Prof. atteinte (m)	2,0	Y(m)		Précision	
Fin	14/03/2023					Syst.	
Niveau d'eau	Néant			Élévation Z (m)	-	Précision	
Données	SC1	Type	Lithologie	Inclinaison (°)	0,0°	/verticale	
				Azimut (°)		/Nord	

Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Tubages	Equipements	Echantillons	Taux de récupération
0		terre végétale sablo-limoneuse brune 0,2 m	CPØ114 LS	Néant	Néant	E11	100,0 %
1		sable argilo-limoneux brun 2 m				E12	
2							



POSTE SOURCE
03 VARENNES SUR ALLIER
ENEDIS

09/06/2023
22PG070Aa

SC2

Machine	SOCO35 8	Opérateur	ACI	X(m)		Syst.	
Machine		Opérateur		Y(m)		Précision	
Prof. atteinte (m)	3,0					Syst.	
Niveau d'eau	Néant			Élévation Z (m)	-	Précision	
Données	SC2	Type	Lithologie	Inclinaison (°)	0,0°	/verticale	
				Azimut (°)		/Nord	

Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Tubages	Equipements	Echantillons	Taux de récupération
0		terre végétale argilo-sableuse brun foncé 0,2 m	CPØ114 LS	Néant	Néant	E11	100,0 %
1		sable limono-argileux brun				E12	
2		2,2 m				E13	
		sable noir-gris foncé à graviers					
		3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m
3							



POSTE SOURCE
03 VARENNES SUR ALLIER
ENEDIS

09/06/2023
22PG070Aa

SC3

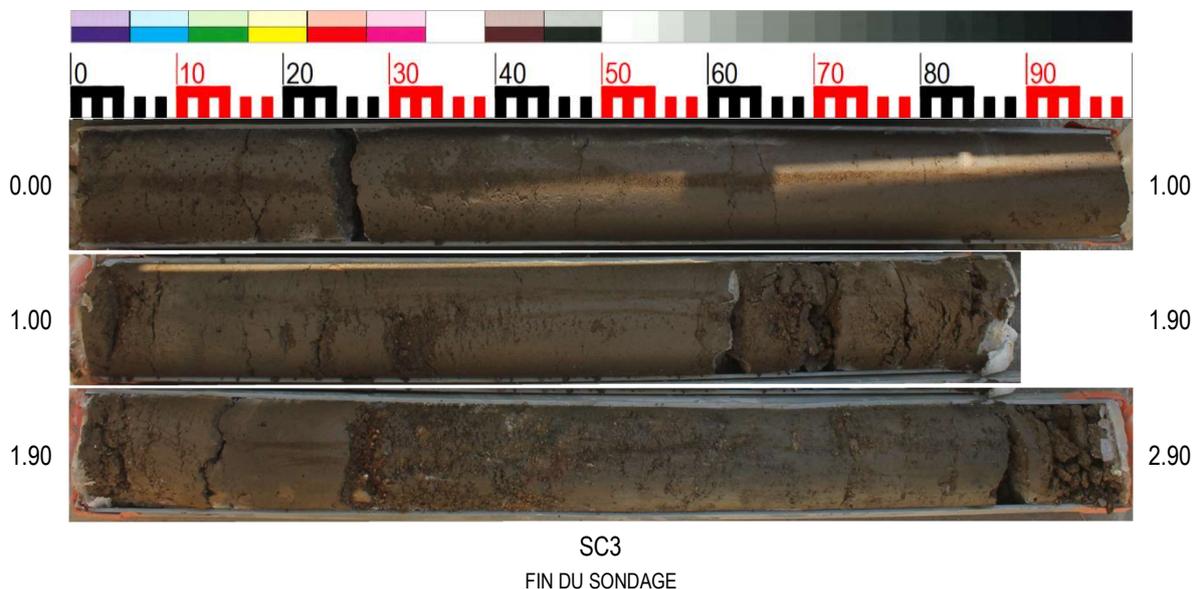
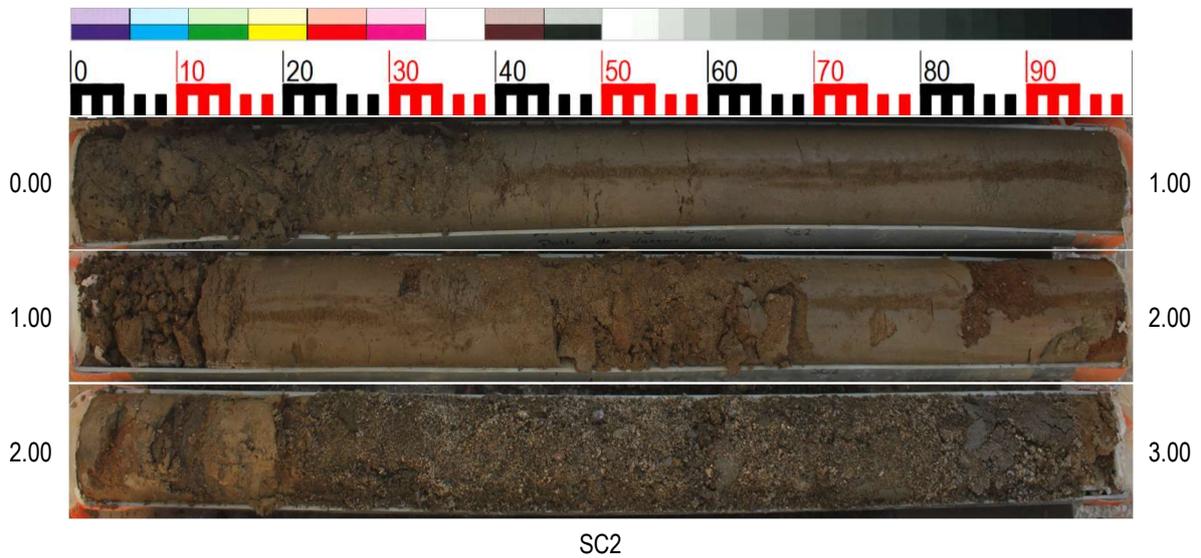
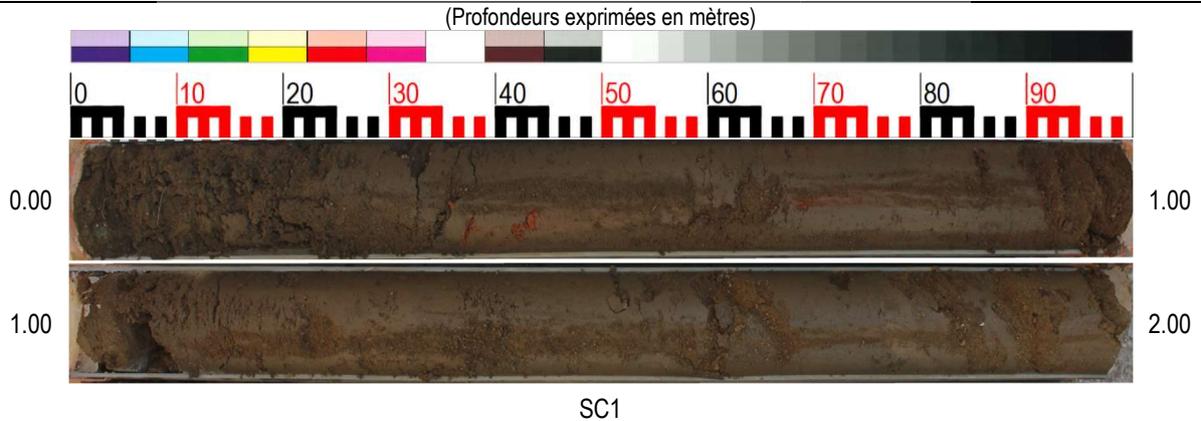
Machine	SOCO35 8	Opérateur	ACI	X(m)		Syst.	
Machine		Opérateur		Y(m)		Précision	
Niveau d'eau	Néant			Élévation Z (m)	—	Syst.	
Données	SC3	Type	Lithologie	Inclinaison (°)	0,0°	Précision	
				Azimut (°)		/verticale	
						/Nord	

Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Tubages	Equipements	Echantillons	Taux de récupération
0	terre végétale 0,2 m					E11	100,0 %
1	limon sablo-argileux brun 1,9 m		CPØ114 LS	Néant	Néant	E12	
2	sable limoneux brun foncé à graviers 2,9 m					E13	
			2,9 m	2,9 m	2,9 m	2,9 m	2,9 m

PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES



OBJET	POSTE SOURCE	OPERATEUR	A.CALIANI
LIEU	VARENNES SUR ALLIER (03)	MACHINE	SOC035 n°8
CLIENT	ENEDIS	PELLICULE	Numérique
N° DOSSIER	22PG070Aa	Nb ISO	/





POSTE SOURCE
03 VARENNES SUR ALLIER
ENEDIS

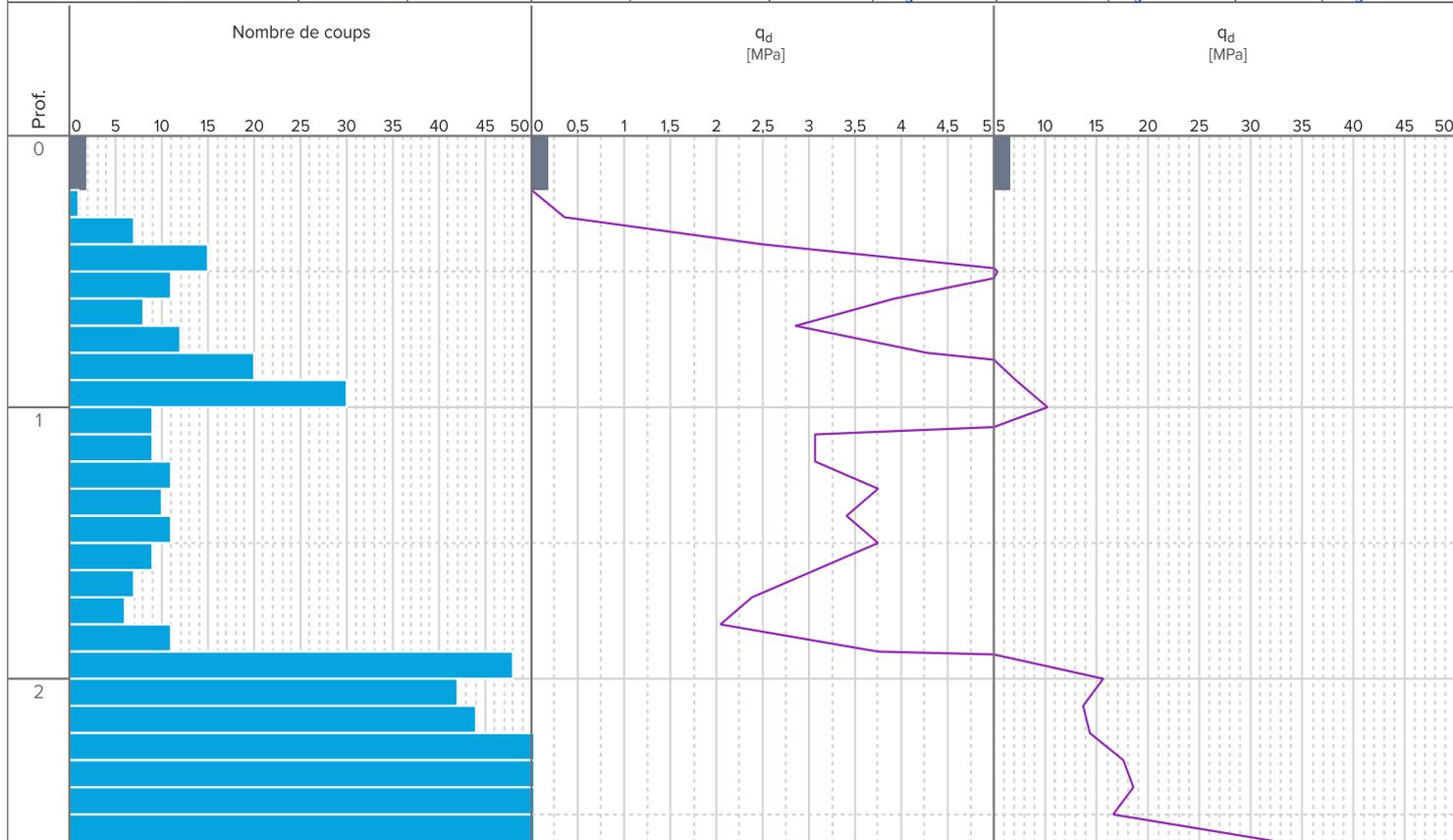
09/06/2023

22PG070Aa

PD1

Début	15/03/2023	Machine	SOCO35 8	Opérateur	ABI	X(m)		Syst.	
Fin	15/03/2023		Prof. atteinte (m)	2,6		Y(m)		Précision	
Données	DPRB-PD1	Type	Pénétromètre dynamique			Élévation Z (m)	-	Syst.	
								Précision	-

Type de pénétromètre	Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige
TECNO.T5	23,6 cm	4,95 cm ²	30,33 kg	2711 kg	2,85 kg/m



Refus

Refus

Refus



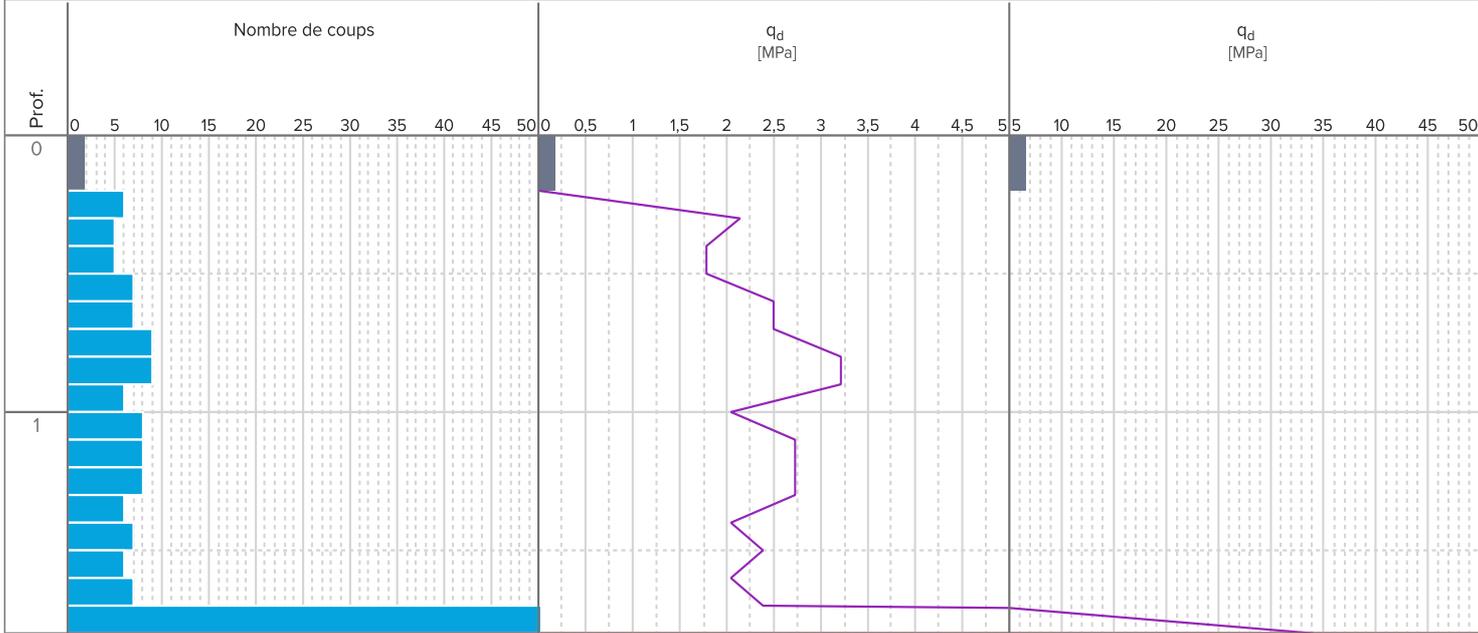
POSTE SOURCE
03 VARENNES SUR ALLIER
ENEDIS

09/06/2023
22PG070Aa

PD2

Début	14/04/2023	Machine	SOCO35 8	Opérateur	ACI	X(m)		Syst.	
Fin	14/04/2023	Prof. atteinte (m)	1,8			Y(m)		Précision	
Données	DPRB-PD2	Type	Pénétromètre dynamique			Élévation Z (m)	-	Syst.	
								Précision	-

Type de pénétromètre	Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige
TECNO.T5	23,6 cm	4,95 cm ²	30,33 kg	2711 kg	2,85 kg/m





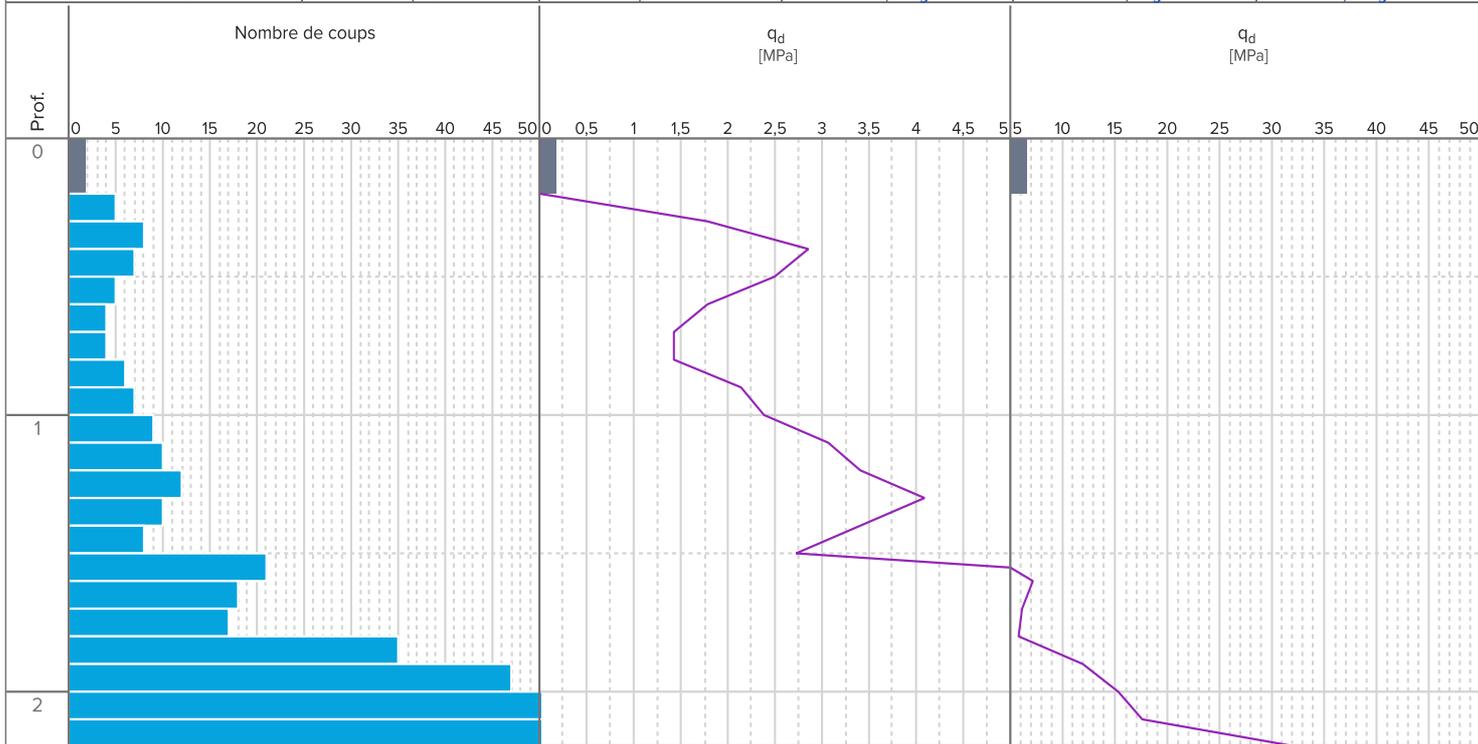
POSTE SOURCE
03 VARENNES SUR ALLIER
ENEDIS

09/06/2023

22PG070Aa

PD3

Début	14/04/2023	Machine	SOCO35 8	Opérateur	ACI	X(m)		Syst.	
Fin	14/04/2023	Prof. atteinte (m)	2,2			Y(m)		Précision	
Données	DPRB-PD3	Type	Pénétromètre dynamique			Élévation Z (m)	-	Syst.	
								Précision	-
Type de pénétromètre	Hauteur de chute		Surface de pointe		Masse frappante		Masse accessoire		Masse de la tige
TECNO.T5	23,6 cm		4,95 cm ²		30,33 kg		2711 kg		2,85 kg/m



Refus

Refus

Refus

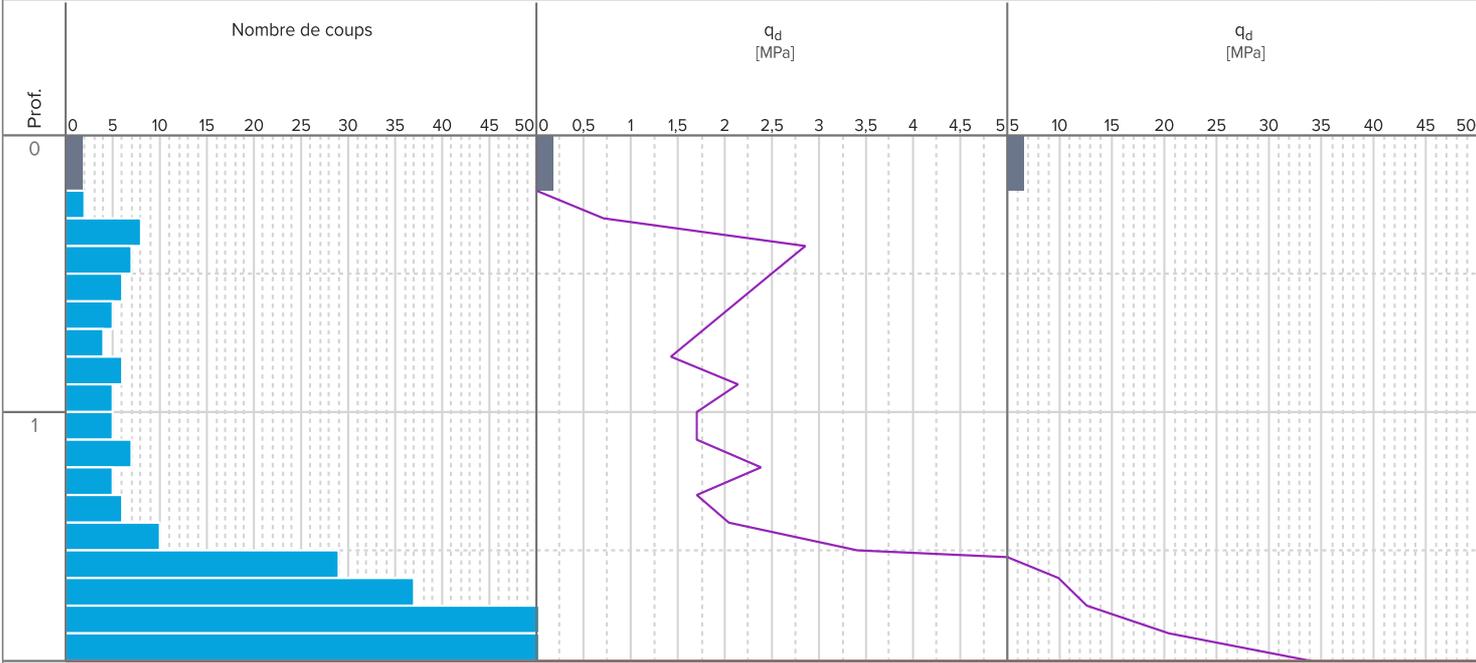


POSTE SOURCE
03 VARENNES SUR ALLIER
ENEDIS

09/06/2023
22PG070Aa

PD4

Machine	SOCO35 8	Opérateur	ACI	X(m)		Syst.	
Précision		Y(m)					
Type	Pénétrömètre dynamique	Élévation Z (m)					
Type de pénétrömètre	TECNO.T.5	Hauteur de chute	23,6 cm	Surface de pointe	4,95 cm ²	Masse frappante	30,33 kg
						Masse accessoire	27,11 kg
						Masse de la tige	2,85 kg/m





POSTE SOURCE
03 VARENNES SUR ALLIER
ENEDIS

09/06/2023

22PG070Aa

SD1

Machine	SOCO35 8	Opérateur	ACI	X(m)		Syst.	
Début	17/04/2023	Fin	17/04/2023	Prof. atteinte (m)	2,5	Y(m)	
Niveau d'eau	Néant	Élévation Z (m)			-	Syst.	
Données	SD1	Type	Lithologie	Inclinaison (°)	0,0°	Précision	
				Azimut (°)		/verticale	
						/Nord	

Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Tubages	Equipements	Perméabilité
0		terre végétale 0,2 m				
1		sable limoneux à quelques graviers	THC063	103/117 (PQ)	Néant	
2				Néant		
		2,5 m	2,5 m	1,5 m	2,5 m	1,5 m

k = 3,7 x 10⁻⁶ m/s (*Le)
2,5 m



POSTE SOURCE
03 VARENNES SUR ALLIER
ENEDIS

09/06/2023
22PG070Aa

SD2

Machine	SOCO35 8	Opérateur	ACI	X(m)		Syst.	
Début	17/04/2023	Prof. atteinte (m)	3,5	Y(m)		Précision	
Fin	17/04/2023						
Niveau d'eau	Néant			Élévation Z (m)	—	Syst.	
Données	SD2	Type	Lithologie	Inclinaison (°)	0,0°	Précision	—
				Azimut (°)		/verticale	
						/Nord	

Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Tubages	Equipements	Perméabilité
0		terre végétale 0,3 m	THCØ63	103/117 (PQ)	Néant	k = 3,4 x 10 ⁻⁶ m/s (*Le)
1		sable limoneux à quelques graviers				
2		2,5 m				
3		blocs et graviers grisâtre 3,5 m				

3,5 m



POSTE SOURCE
03 VARENNES SUR ALLIER
ENEDIS

09/06/2023

22PG070Aa

SD3

Machine	SOCO35 8	Opérateur	ACI	X(m)		Syst.	
Début	30/03/2023	Prof. atteinte (m)	2,5	Y(m)		Précision	
Fin	12/04/2023					Syst.	
Niveau d'eau	Néant			Élévation Z (m)	-	Précision	-
Données	SD3	Type	Lithologie	Inclinaison (°)	0,0°	/verticale	
				Azimut (°)		/Nord	

Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Tubages	Equipements	Perméabilité
0		terre végétale 0,3 m				
1		sable argilo-limoneux marron foncé à graviers	THC063	Néant	Néant	1,5 m
2		2,5 m	2,5 m	2,5 m	2,5 m	$k = 4,9 \times 10^{-6} \text{ m/s (*Le)}$

2,5 m



POSTE SOURCE
03 VARENNES SUR ALLIER
ENEDIS

09/06/2023
22PG070Aa

SD4

Machine	SOCO35 8	Opérateur	ACI	X(m)		Syst.	
Début	12/04/2023	Prof. atteinte (m)	3,5	Y(m)		Précision	
Fin	12/04/2023						
Niveau d'eau	Néant			Élévation Z (m)	—	Syst.	
Données	SD4	Type	Lithologie	Inclinaison (°)	0,0°	Précision	—
				Azimut (°)		/verticale	
						/Nord	

Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Tubages	Equipements	Perméabilité
0		terre végétale 0,2 m				
1		sable argilo-limoneux marron foncé à graviers et galets	THCØ63	Néant	Néant	2,5 m
2						
3	3,5 m					
			3,5 m	3,5 m	3,5 m	k = 6,2 x 10 ⁻⁶ m/s (*Le) 3,5 m



POSTE SOURCE
03 VARENNES SUR ALLIER
ENEDIS

09/06/2023

22PG070Aa

PM1

Machine	PELLE 6t	Opérateur	EEL	X(m)		Syst.	
Début	07/03/2023	Prof. atteinte (m)	3,0	Y(m)		Précision	
Fin	07/03/2023						
Niveau d'eau	Néant			Élévation Z (m)	—	Syst.	
Données	PM1	Type	Lithologie	Inclinaison (°)	0,0°	Précision	—
				Azimut (°)		/verticale	
						/Nord	

Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Echantillons	Notes
0		terre végétale 0,3 m		0,3 m	
1		sable limoneux marron	Godet 50 cm	ER1	Arrêt volontaire
2		2,3 m sable +/- limoneux moyen à graviers arrondis			
3		3 m	3 m	3 m	3 m

Machine	PELLE 6t	Opérateur	EEL	X(m)		Syst.	
Prof. atteinte (m)	3,0	Y(m)				Précision	
Niveau d'eau	Néant	Élévation Z (m)		—		Syst.	
Données	PM1	Type	Lithologie	Inclinaison (°)	0,0°	Précision	—
				Azimut (°)		/verticale	
						/Nord	



1-Excavation



2- Déblai



POSTE SOURCE
03 VARENNES SUR ALLIER
ENEDIS

09/06/2023

22PG070Aa

PM2

Machine	PELLE 6t	Opérateur	EEL	X(m)		Syst.	
Début	07/03/2023	Prof. atteinte (m)	3,0	Y(m)		Précision	
Fin	07/03/2023					Syst.	
Niveau d'eau	Néant			Élévation Z (m)	—	Précision	—
Données	PM2	Type	Lithologie	Inclinaison (°)	0,0°	/verticale	
				Azimut (°)		/Nord	

Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Echantillons	Notes
0		terre végétale 0,3 m		0,3 m	
1		sable limoneux marron à quelques graviers	Godet 50 cm	ER1	Arrêt volontaire
2		2,3 m sable +/- limoneux moyen à graviers arrondis			
3		3 m	3 m	3 m	3 m

Machine	PELLE 6t	Opérateur	EEL	X(m)		Syst.	
Prof. atteinte (m)	3,0	Y(m)				Précision	
Niveau d'eau	Néant	Élévation Z (m)		—		Syst.	
Données	PM2	Type	Lithologie	Inclinaison (°)	0,0°	Précision	—
				Azimet (°)		/verticale	
						/Nord	



1=Excavation



2=Déblai



POSTE SOURCE
03 VARENNES SUR ALLIER
ENEDIS

09/06/2023
22PG070Aa

PM3

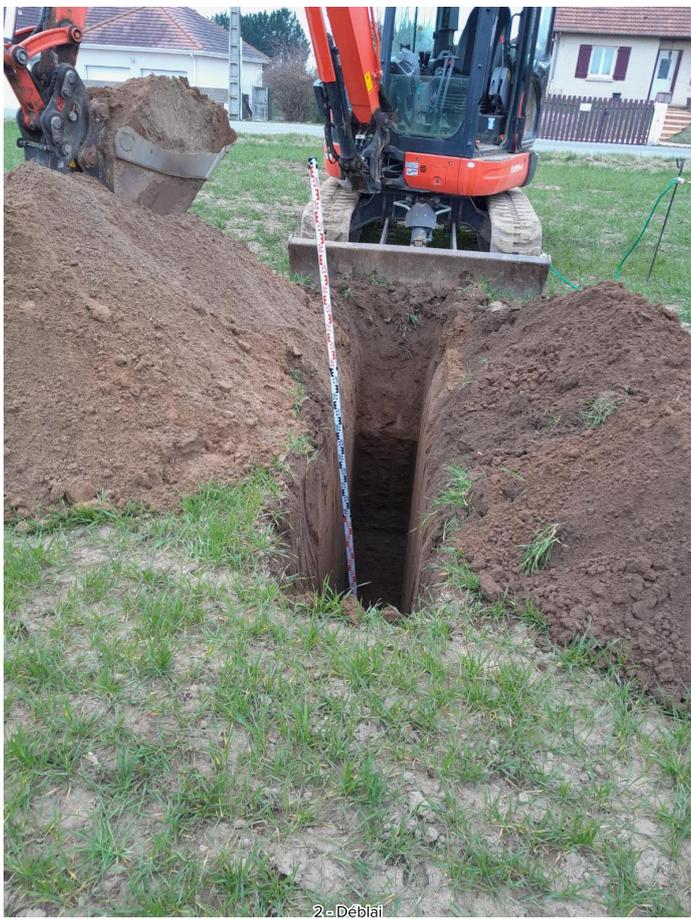
Machine	PELLE 6t	Opérateur	EEL	X(m)		Syst.	
Début	07/03/2023	Prof. atteinte (m)	3,0	Y(m)		Précision	
Fin	07/03/2023						
Niveau d'eau	Néant			Élévation Z (m)	-	Syst.	
Données	PM3	Type	Lithologie	Inclinaison (°)	0,0°	Précision	-
				Azimut (°)		/verticale	
						/Nord	

Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Echantillons	Notes
0		terre végétale 0,3 m	Godet 50 cm	0,3 m	Arrêt volontaire
1		sable limoneux marron			
2		2,1 m sable moyen beige à graviers arrondis			
3		3 m	3 m	3 m	3 m

Machine	PELLE 6t	Opérateur	EEL	X(m)		Syst.	
Prof. atteinte (m)	3,0	Y(m)				Précision	
Niveau d'eau	Néant	Élévation Z (m)				Syst.	
Données	PM3	Type	Lithologie	Inclinaison (°)	0,0°	Précision	
				Azimut (°)		/verticale	
						/Nord	



1- Excavation



2- Déblai



POSTE SOURCE
03 VARENNES SUR ALLIER
ENEDIS

09/06/2023
22PG070Aa

PM4

Machine	PELLE 6t	Opérateur	EEL	X(m)	Syst.
Début	07/03/2023	Prof. atteinte (m)	2,8	Y(m)	Précision
Fin	07/03/2023				Syst.
Niveau d'eau	Néant	Élévation Z (m)	—		Précision
Données	PM4	Type	Lithologie	Inclinaison (°)	0,0°
				Azimut (°)	/verticale
					/Nord

Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Echantillons	Notes
0		terre végétale 0,3 m	Godet 50 cm	ER1 ER2	Arrêt volontaire
1		sable limoneux fin marron 1,8 m			
2		sable beige-gris à graviers arrondis 2,8 m			

Machine	PELLE 6t	Opérateur	EEL	X(m)		Syst.	
Prof. atteinte (m)	2,8	Y(m)				Précision	
Niveau d'eau	Néant	Élévation Z (m)		—		Syst.	
Données	PM4	Type	Lithologie	Inclinaison (°)	0,0°	Précision	—
				Azimut (°)		/verticale	
						/Nord	



1-Excavation



2- Déblai



POSTE SOURCE
03 VARENNES SUR ALLIER
ENEDIS

09/06/2023
22PG070Aa

PM5

Machine	PELLE 6t	Opérateur	EEL	X(m)		Syst.	
Début	07/03/2023	Prof. atteinte (m)	3,3	Y(m)		Précision	
Fin	07/03/2023						
Niveau d'eau	Néant			Élévation Z (m)	—	Syst.	
Données	PM5	Type	Lithologie	Inclinaison (°)	0,0°	Précision	—
				Azimut (°)		/verticale	
						/Nord	

Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Echantillons	Notes
0		terre végétale 0,4 m	Godet 50 cm	0,3 m	Arrêt volontaire
1		sable limoneux marron foncé		ER1	
2				1,9 m	
3		3,3 m		ER1	

Machine	PELLE 6t	Opérateur	EEL	X(m)		Syst.	
Prof. atteinte (m)	3,3	Y(m)				Précision	
Niveau d'eau	Néant	Élévation Z (m)	—			Syst.	
Données	PM5	Type	Lithologie	Inclinaison (°)	0,0°	Précision	—
				Azimut (°)		/verticale	
						/Nord	





POSTE SOURCE
03 VARENNES SUR ALLIER
ENEDIS

09/06/2023
22PG070Aa

PM6

Machine	PELLE 6t	Opérateur	EEL	X(m)		Syst.	
Début	07/03/2023	Prof. atteinte (m)	2,9	Y(m)		Précision	
Fin	07/03/2023						
Niveau d'eau	Néant			Élévation Z (m)	—	Syst.	
Données	PM6	Type	Lithologie	Inclinaison (°)	0,0°	Précision	—
				Azimut (°)		/verticale	
						/Nord	

Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Echantillons	Notes
0		terre végétale			
		0,4 m		0,4 m	
1		sable limoneux marron à graviers	Godet 50 cm	ER1	Arrêt volontaire
		1,9 m		1,9 m	
2		sable gris à graviers		ER2	
		2,9 m	2,9 m	2,9 m	2,9 m

Machine	PELLE 6t	Opérateur	EEL	X(m)		Syst.	
Prof. atteinte (m)	2.9	Y(m)				Précision	
Niveau d'eau	Néant	Élévation Z (m)	—			Syst.	
Données	PM6	Type	Lithologie	Inclinaison (°)	0,0°	Précision	—
				Azimut (°)		/verticale	
						/Nord	





POSTE SOURCE
03 VARENNES SUR ALLIER
ENEDIS

09/06/2023
22PG070Aa

PM7

Machine	PELLE 6t	Opérateur	EEL	X(m)		Syst.	
Début	07/03/2023	Prof. atteinte (m)	3,0	Y(m)		Précision	
Fin	07/03/2023						
Niveau d'eau	Néant			Élévation Z (m)	-	Syst.	
Données	PM7	Type	Lithologie	Inclinaison (°)	0,0°	Précision	-
				Azimut (°)		/verticale	
						/Nord	

Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Echantillons	Notes
0		terre végétale	Godet 50 cm	0,4 m	Arrêt volontaire
		sable argilo-limoneux marron		ER1	
1		1,6 m		1,6 m	
2		sable à graviers et galets		ER2	
		3 m	3 m	3 m	3 m
3					

Machine	PELLE 6t	Opérateur	EEL	X(m)		Syst.	
Prof. atteinte (m)	3,0			Y(m)		Précision	
Niveau d'eau	Néant			Élévation Z (m)	—	Syst.	
Données	PM7	Type	Lithologie	Inclinaison (°)	0,0°	Précision	—
				Azimut (°)		/verticale	
						/Nord	





POSTE SOURCE
03 VARENNES SUR ALLIER
ENEDIS

09/06/2023
22PG070Aa

PM8

Machine	PELLE 6t	Opérateur	EEL	X(m)		Syst.	
Début	07/03/2023	Prof. atteinte (m)	3,0	Y(m)		Précision	
Fin	07/03/2023						
Niveau d'eau	Néant			Élévation Z (m)	—	Syst.	
Données	PM8	Type	Lithologie	Inclinaison (°)	0,0°	Précision	—
				Azimut (°)		/verticale	
						/Nord	

Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Echantillons	Notes
0		terre végétale			
		0,4 m		0,4 m	
1		sable argilo-limoneux à quelques graviers	Godet 50 cm	ER1	Arrêt volontaire
2		2,2 m		2,2 m	
		sable moyen à nombreux graviers arrondis		ER2	
		3 m	3 m	3 m	3 m
3					

Machine	PELLE 6t	Opérateur	EEL	X(m)		Syst.	
Prof. atteinte (m)	3,0	Y(m)				Précision	
Niveau d'eau	Néant	Élévation Z (m)	—			Syst.	
Données	PM8	Type	Lithologie	Inclinaison (°)	0,0°	Précision	—
				Azimut (°)		/verticale	
						/Nord	



1=Excavation



2=Déblai



POSTE SOURCE
03 VARENNES SUR ALLIER
ENEDIS

09/06/2023
22PG070Aa

PM9

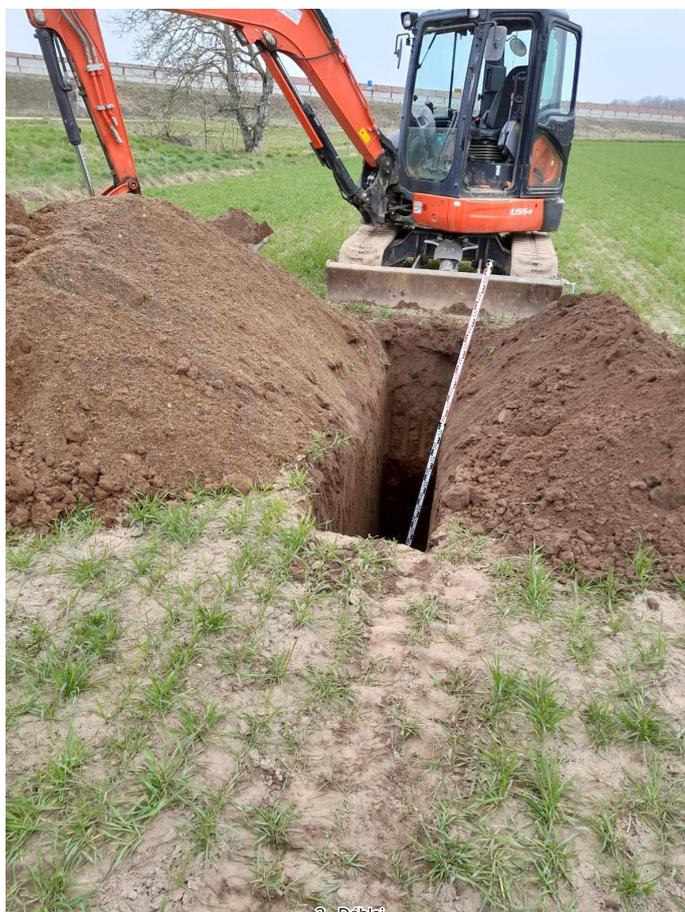
Machine	PELLE 6t	Opérateur	EEL	X(m)		Syst.	
Début	07/03/2023	Prof. atteinte (m)	3,2	Y(m)		Précision	
Fin	07/03/2023						
Niveau d'eau	Néant			Élévation Z (m)	—	Syst.	
Données	PM9	Type	Lithologie	Inclinaison (°)	0,0°	Précision	—
				Azimut (°)		/verticale	
						/Nord	

Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Echantillons	Notes
0		terre végétale	Godet 50 cm	0,4 m	Arrêt volontaire
1		sable argilo-limoneux marron		ER1	
2		sable moyen beige-gris à graviers		ER2	
3			3,2 m	3,2 m	3,2 m

Machine	PELLE 6t	Opérateur	EEL	X(m)		Syst.	
Prof. atteinte (m)	3,2	Y(m)				Précision	
Niveau d'eau	Néant	Élévation Z (m)		—		Syst.	
Données	PM9	Type	Lithologie	Inclinaison (°)	0,0°	Précision	—
				Azimut (°)		/verticale	
						/Nord	



1=Excavation



2=Déblai

OUVRAGE	poste source
LIEU	VARENNES SUR ALLIER (02)
CLIENT	ENEDIS
DOSSIER	22pg070Aa

SYNTHESE DES RESULTATS LABORATOIRE



sondage	nature	couleur	profondeur m	ESSAIS D'IDENTIFICATION					ESSAIS PROCTOR				ESSAIS DE CISAILLEMENT				commentaires	
				w %	passant		VBs -	classification		fraction 0/20		fraction 0/D		court terme		long terme		
					2 mm	80 µm		classe	état hydrique	W _{OPN} (%)	γ _{dOPN} (kN/m ³)	W _{OPN} (%)	γ _{dOPN} (kN/m ³)	ccu (kPa)	φ _{cu} (°)	c' (kPa)		φ' (°)
SC1	sable argilo-limoneux	brun foncé	1,7-1,9	15,7	99,6	16,9	1,5	B5					19	28	2	34	cohésion court terme forte	
SC2	sable limono-argileux	brun foncé	1,65-1,8										6	35	3	37		
SC2	sable à graviers	noir, gris foncé	2,8-3	4	59,9	2,9	0,1	D2										
SC3	limon sablo-argileux voir sable limono-argileux	brun foncé	1,3-1,5	16,6	97,2	35,2	1,7	A1 (limite B6)					19	31	4	34		
SC3	sable limoneux à graviers	brun foncé	2,7-2,9	10,6	77	22	0,3	B5										
PM1	sable limoneux	marron	1-1,3	15	97,1	20,4	0,9	B5										
PM2	sable limoneux à quelques graviers	brun foncé	1,5-2,3	17,4	92,1	17,2	1,1	B5	th	12,4	1,93	12,4	1,93					
PM3	sable limoneux	marron	1-1,3	13,5	98,2	16,2	0,7	B5										
PM4	sable à graviers	marron et gris	1,8-2,8	6,9	67,5	3,1	0,2	B3										
PM5	sable limoneux	brun foncé	1,9-3,3	18,9	98,6	23,1	1,2	B5	th	13	1,92	13	1,92					
PM8	sable argilo-limoneux à quelques graviers	marron	0,4-2,2	15,2	89	30,3	1,8	B6										

CHANTIER		POSTE SOURCE		
LIEU		03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		22PG0070Aa		
SC1 <i>sondage</i>	EI2 <i>échantillon</i>	1,00	à	2,00
description lithologique sable argileux brun foncé				
<i>Date prélèvement</i>		14/03/2023		

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX
Norme NFP-94-050

Température d'étuvage	105°C	opérateur	MJ PEDRO	date essai	25/04/2023
-----------------------	-------	-----------	----------	------------	------------

n° tare	essai 1			n° tare	essai 2		
	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁		masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
524	2529,6	2257,3	523,4				
teneur en eau (%) w				<u>COMMENTAIRES</u>			
moyenne	essai 1	essai 2					
15,7	15,7						

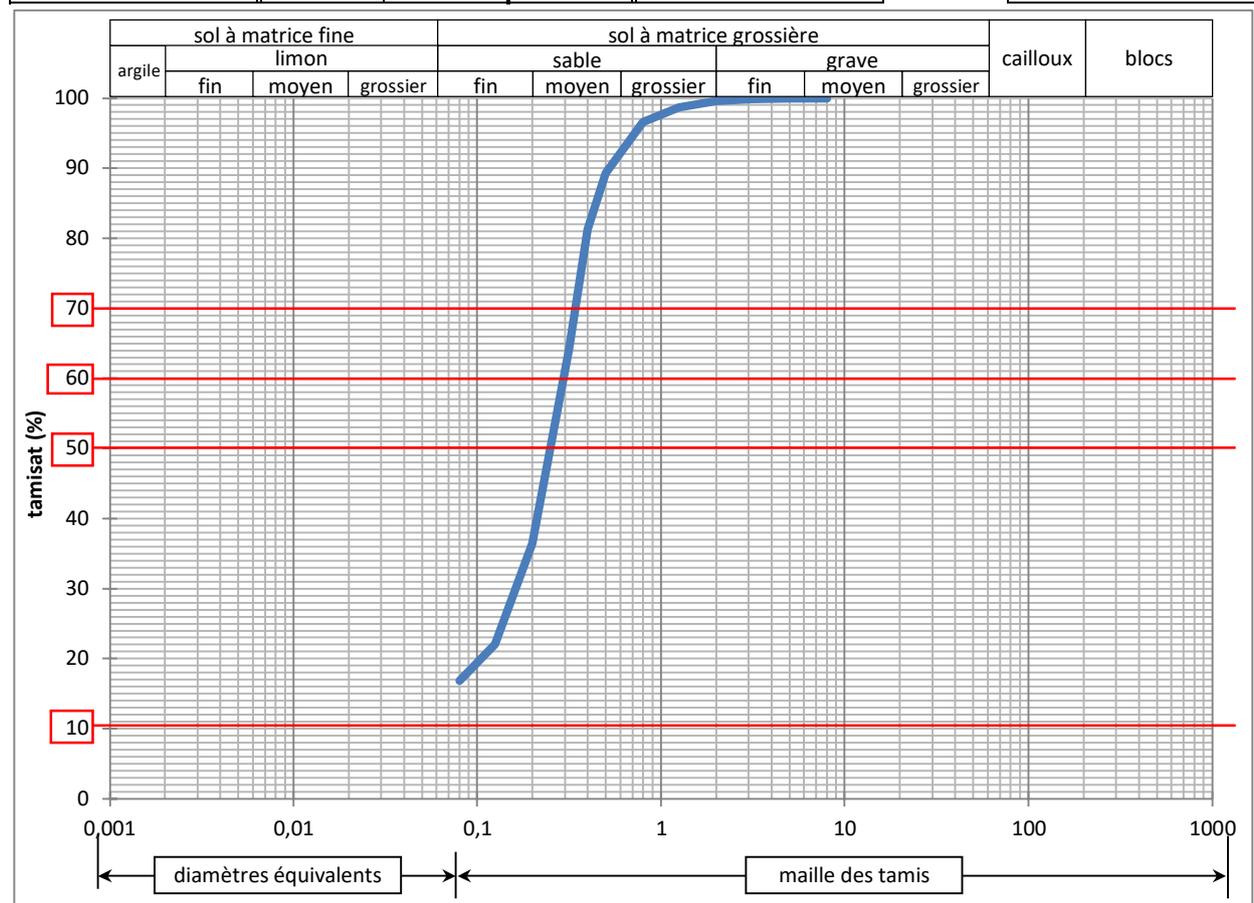
CHANTIER		POSTE SOURCE		
LIEU		03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		22PG0070Aa		
SC1 <i>sondage</i>	EI2 <i>échantillon</i>	1,00	à	2,00
description lithologique sable argileux brun foncé		profondeurs (m) 1,70 1,90		
Date prélèvement		14/03/2023		

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE

Norme NFP-94-056

Température d'étuvage	105°C	opérateur	N RICHER	date essai	28/04/2023
-----------------------	-------	-----------	----------	------------	------------

w_{nat}	15,7%	NFP 94-050	D_{max}	0,736 mm	classification NFP 11-300
w_L	—	NFP 94-052 & NFP 94-051	D_{70}	0,344 mm	
l_p	—		D_{60}	0,298 mm	B5
VB_s	1,5	NFP 94-068	D_{50}	0,257 mm	
passant à 2mm	99,6%		D_{15}		classe/sous classe état hydrique
passant à 80 µm	16,9%		D_{10}		d_m (mm) 8



diamètre d (mm)	passant (%)								
100		20		0,8	96,56				
80		12,5		0,5	89,26				
63		8	100,00	0,4	81,29				
50		5	99,92	0,315	64,09				
40		3,15	99,83	0,2	36,41				
31,5		2	99,58	0,125	22,06				
25		1,25	98,66	0,08	16,86				

CHANTIER		POSTE SOURCE		
LIEU		03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		22PG0070Aa		
SC1 <i>sondage</i>	EI2 <i>échantillon</i>	1,00	à	2,00
description lithologique sable argileux brun foncé		<i>profondeurs (m)</i>		
-----		1,70 1,90		
<i>Date prélèvement</i>		14/03/2023		
ESSAI AU BLEU DE METHYLENE <i>Norme NFP-94-068</i>				

opérateur	H MORIEUX	date essai	11/05/2023
-----------	-----------	------------	------------

w_{nat}	15,7%	<i>NF P 94-050</i>
-----------	--------------	--------------------

masse de sol sec utilisé (g)	Elts < 5 mm dans la fraction 0/50 mm (%)	Volume de solution utilisée (ml)	V.B.S. 1,5
71,162	99,92	110	

Remarque

CHANTIER LIEU CLIENT N° DOSSIER	POSTE SOURCE 03 - VARENNES SUR ALLIER ENEDIS 22PG0070Aa	
--	--	---

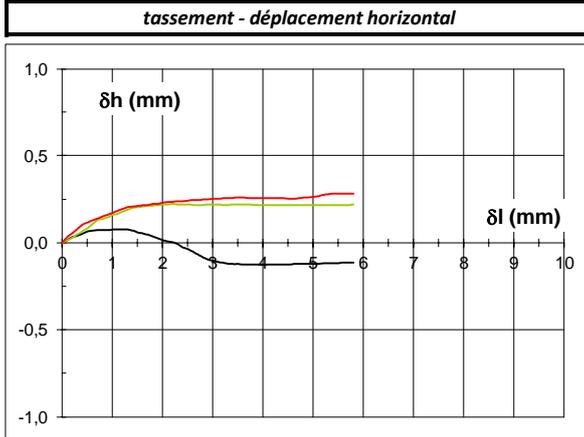
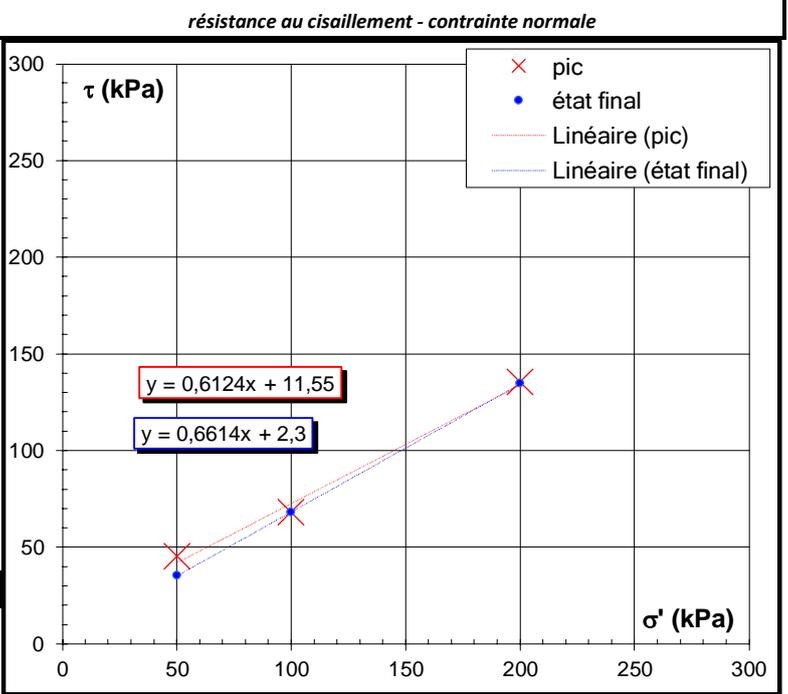
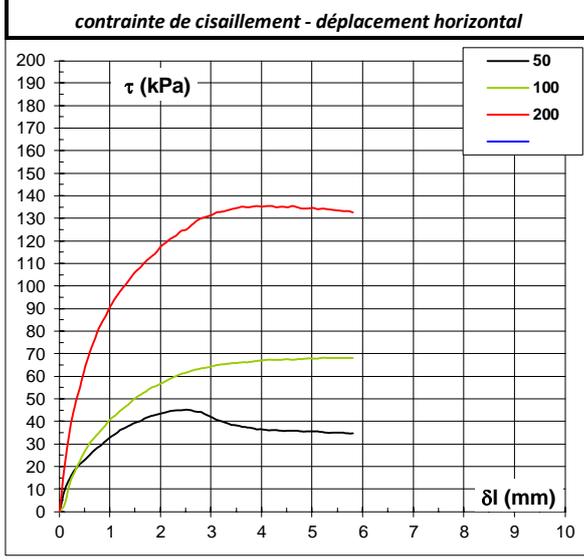
SC1 <i>sondage</i>	EI2 <i>échantillon</i>	1,00 à 2,00 <i>profondeurs (m)</i>			
description lithologique sable argileux brun foncé					
Nom opérateur	L BOYER	Date prélèvement	14/03/2023	Date essai	25/04/2023

ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE DIRECT
Norme NFP-94-071-1

COMMENTAIRES	caractéristique s éprouvette	hauteur (mm)	20
		coté (mm)	60
		vitesse de cisaillement (mm/min)	0,024
		ρ _s (kg/m ³)	mesuré : _____ estimé : 2700

IDENTIFICATION DES EPROUVETTES DE SOL										PARAMETRES DE RESISTANCE AU CISAILLEMENT				
n° éprouvette	avant essai					après consolidation			σ' (kPa)	τ _{f,p} (kPa)	δl _{f,p} (mm)	τ _{f,f} (kPa)	δl _{f,f} (mm)	
	ρ (kg/m ³)	ρ _d (kg/m ³)	w (%)	e	S _R	ρ _d (kg/m ³)	t ₁₀₀ (min)	w (%)						
1	1963	1672	17,4	0,615	76,3	1724	2,3	21,2	50	45,3	2,5	35,6	5	
2	1961	1682	16,6	0,605	74,0	1759	1,2	20,4	100	68,1	5	68,1	5	
3	1957	1697	15,3	0,591	69,9	1807	1,6	19,2	200	135,6	4,7	134,7	5	
4														

GRAPHIQUES



RESULTATS

cohésion c' (kPa)		angle de frottement φ' (°)	
<i>pic c' _p</i>	<i>état final c' _f</i>	<i>pic φ' _p</i>	<i>état final φ' _f</i>
12	2	32	34

CHANTIER	POSTE SOURCE	
LIEU CLIENT	03 - VARENNES SUR ALLIER	
N° DOSSIER	ENEDIS 22PG0070Aa	

SC1 sondage	EI2 échantillon	1,00 à 2,00 profondeurs (m)
----------------	--------------------	--------------------------------

description lithologique sable argileux brun foncé	
---	--

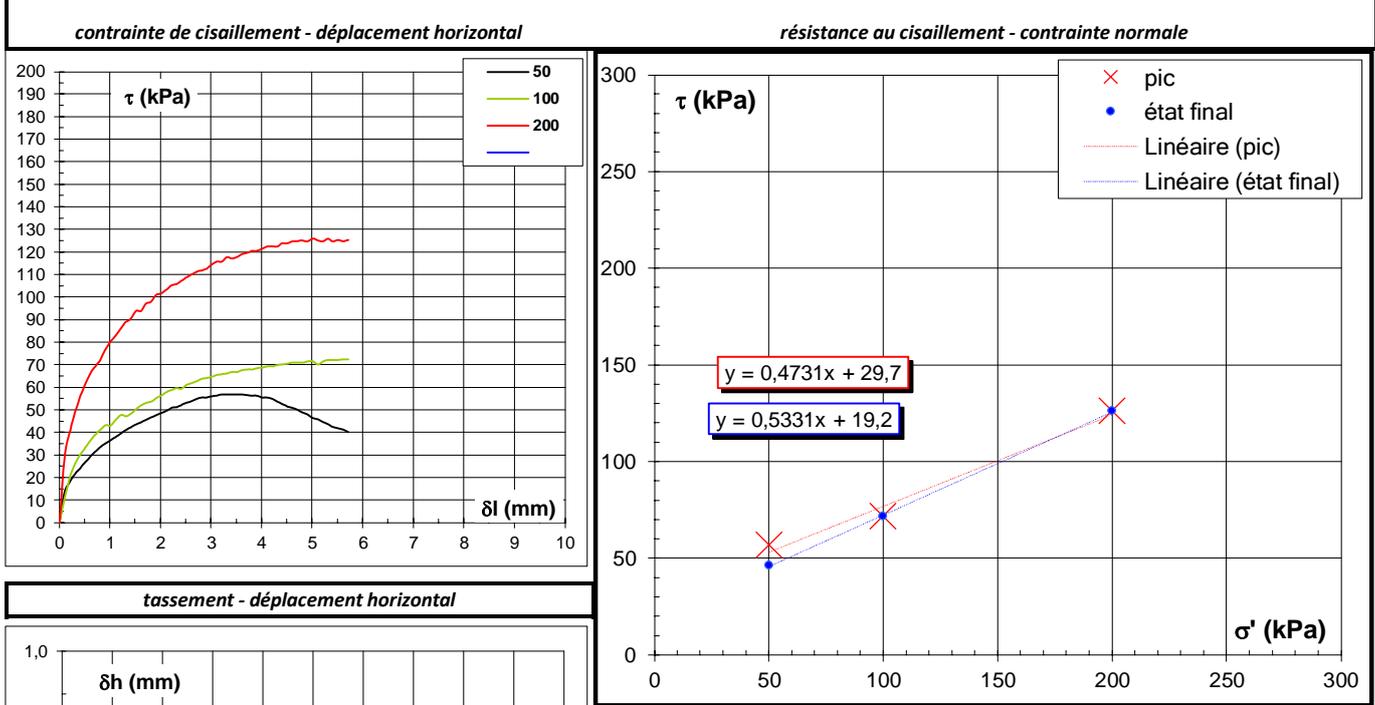
Nom opérateur	L BOYER	Date prélèvement	14/03/2023	Date essai	25/04/2023
---------------	---------	------------------	------------	------------	------------

ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE CONSOLIDÉ NON DRAINE
Essai non normé

COMMENTAIRES	caractéristique s éprouvette	hauteur (mm)	20
		coté (mm)	60
		vitesse de cisaillement (mm/min)	0,3
		ρ_s (kg/m ³)	mesuré : --- estimé : 2700

IDENTIFICATION DES EPROUVETTES DE SOL									PARAMETRES DE RESISTANCE AU CISAILLEMENT				
n° éprouvette	avant essai					après consolidation			σ' kPa	$\tau_{f,p}$ kPa	$\delta l_{f,p}$ mm	$\tau_{f,f}$ kPa	$\delta l_{f,f}$ mm
	ρ kg/m ³	ρ_d kg/m ³	w %	e	S_R	ρ_d kg/m ³	t_{100} min	w %					
1	1958	1682	16,4	0,605	73,3	1730	1,6	20,5	50	56,9	3,2	46,4	5
2	1972	1699	16,1	0,590	73,8	1790	2,2	20,1	100	71,7	4,9	71,7	5
3	1956	1686	16,0	0,601	71,8	1781	2,7	19,7	200	126,1	5	126,1	5
4													

GRAPHIQUES



RESULTATS			
cohésion ccu (kPa)		angle de frottement ϕ_{cu} (°)	
pic ccu_p	état final ccu_f	pic ϕ_{cu_p}	état final ϕ_{cu_f}
30	19	25	28

CHANTIER	POSTE SOURCE	
LIEU CLIENT	03 - VARENNES SUR ALLIER	
N° DOSSIER	ENEDIS 22PG0070Aa	

SC2 sondage	EI2 échantillon	1,00 à 2,00 profondeurs (m)
----------------	--------------------	--------------------------------

description lithologique sable limono-argileux brun foncé	
--	--

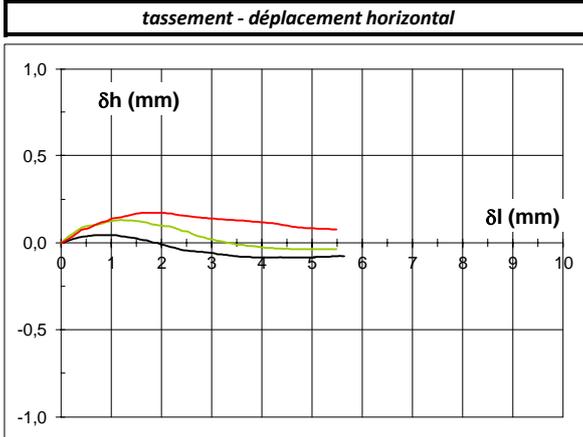
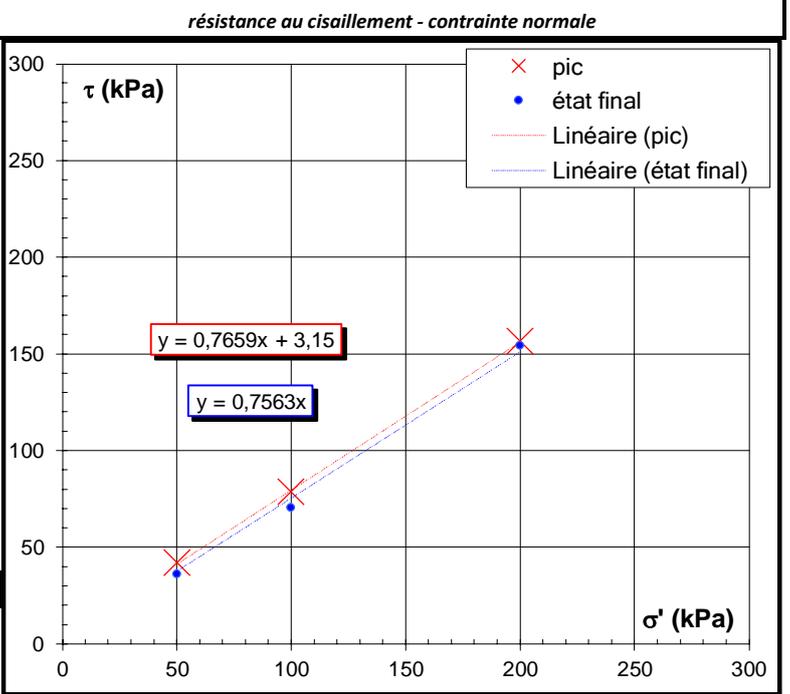
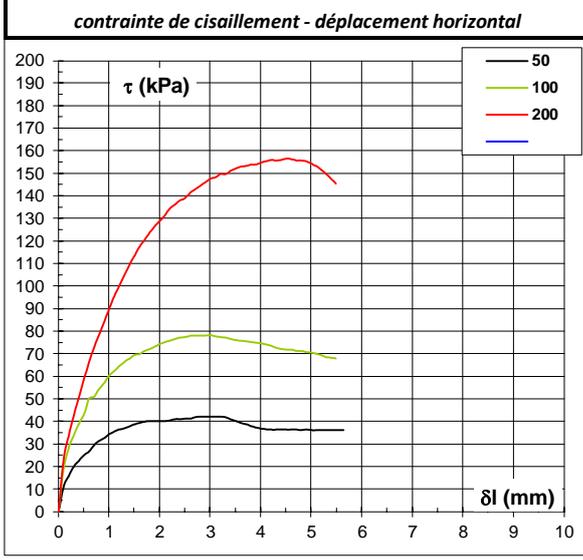
Nom opérateur	L BOYER	Date prélèvement	14/03/2023	Date essai	26/04/2023
---------------	---------	------------------	------------	------------	------------

ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE DIRECT
Norme NFP-94-071-1

COMMENTAIRES	caractéristique s éprouvette	hauteur (mm)	20
		coté (mm)	60
		vitesse de cisaillement (mm/min)	0,024
		ρ_s (kg/m ³)	mesuré : _____ estimé : 2700

IDENTIFICATION DES EPROUVETTES DE SOL							PARAMETRES DE RESISTANCE AU CISAILLEMENT						
n° éprouvette	avant essai					après consolidation			σ' kPa	$\tau_{f,p}$ kPa	$\delta l_{f,p}$ mm	$\tau_{f,f}$ kPa	$\delta l_{f,f}$ mm
	ρ kg/m ³	ρ_d kg/m ³	w %	e	S_R	ρ_d kg/m ³	t_{100} min	w %					
1	1933	1590	21,6	0,698	83,5	1617	1,5	22,9	50	42,2	2,8	36,1	5
2	1924	1606	19,8	0,682	78,5	1651	2,5	22,0	100	78,6	3	70,6	5
3	1899	1592	19,3	0,696	74,8	1654	0,6	20,8	200	156,7	4,5	154,2	5
4													

GRAPHIQUES



RESULTATS			
cohésion c' (kPa)		angle de frottement ϕ' (°)	
pic c' _p	état final c' _f	pic ϕ'_p	état final ϕ'_f
3	0	37	37

CHANTIER LIEU CLIENT N° DOSSIER	POSTE SOURCE 03 - VARENNES SUR ALLIER ENEDIS 22PG0070Aa	
--	--	---

SC2 <i>sondage</i>	EI2 <i>échantillon</i>	1,00 à 2,00 <i>profondeurs (m)</i>
------------------------------	----------------------------------	---------------------------------------

description lithologique sable limono-argileux brun foncé	
--	--

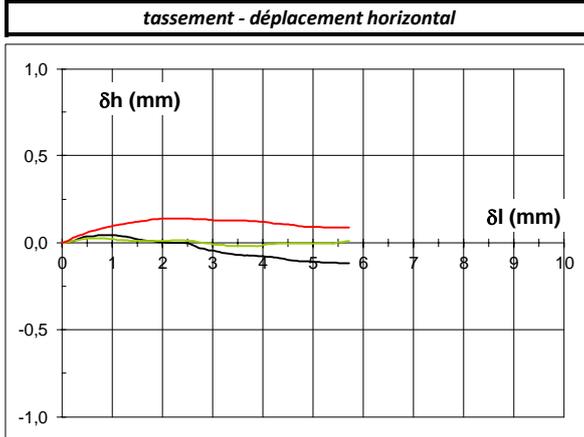
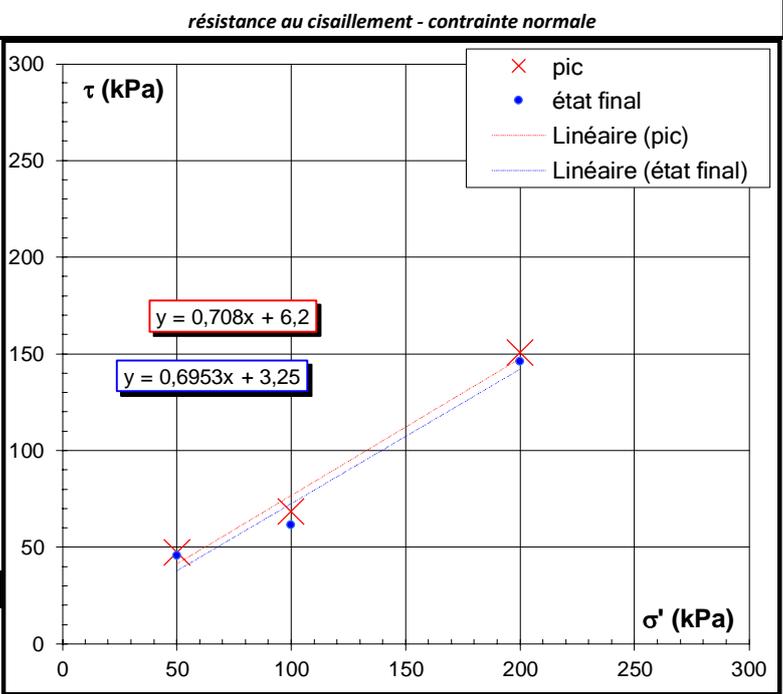
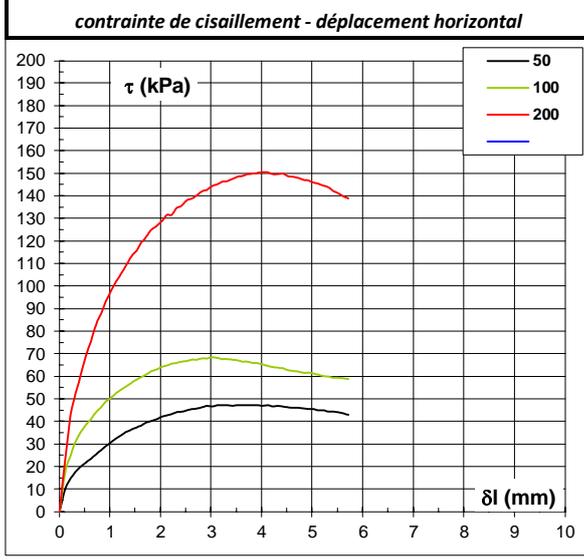
Nom opérateur	L BOYER	Date prélèvement	14/03/2023	Date essai	26/04/2023
---------------	---------	------------------	------------	------------	------------

ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE CONSOLIDÉ NON DRAINE
Essai non normé

COMMENTAIRES 	caractéristique s éprouvette	hauteur (mm)	20
		coté (mm)	60
		vitesse de cisaillement (mm/min)	0,3
		ρ _s (kg/m ³)	mesuré : _____ estimé : 2700

IDENTIFICATION DES EPROUVETTES DE SOL							PARAMETRES DE RESISTANCE AU CISAILLEMENT						
n° éprouvette	avant essai					après consolidation			σ' (kPa)	τ _{f,p} (kPa)	δl _{f,p} (mm)	τ _{f,f} (kPa)	δl _{f,f} (mm)
	ρ (kg/m ³)	ρ _d (kg/m ³)	w (%)	e	S _R	ρ _d (kg/m ³)	t ₁₀₀ (min)	w (%)					
1	1918	1567	22,4	0,723	83,7	1594	3	23,8	50	47,2	3,1	45,6	5
2	1922	1578	21,8	0,711	82,9	1628	3,3	22,4	100	68,6	3	61,4	5
3	1908	1614	18,2	0,673	73,2	1687	2	19,5	200	150,6	4	146,1	5
4													

GRAPHIQUES



RESULTATS

cohésion ccu (kPa)		angle de frottement φcu (°)	
<i>pic ccu_p</i>	<i>état final ccu_f</i>	<i>pic φcu_p</i>	<i>état final φcu_f</i>
6	3	35	35

CHANTIER		POSTE SOURCE		
LIEU		03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		22PG0070Aa		
SC2 <i>sondage</i>	EI3 <i>échantillon</i>	2,00	à	3,00
description lithologique sable gris foncé à graviers		<i>profondeurs (m)</i>		
Date prélèvement		14/03/2023		
				

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX

Norme NFP-94-050

Température d'étuvage	105°C
-----------------------	-------

opérateur	MJ PEDRO	date essai	27/04/2023
-----------	----------	------------	------------

n° tare	essai 1			n° tare	essai 2		
	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁		masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
M4	2663,9	2577,9	402,4				
teneur en eau (%) w				<u>COMMENTAIRES</u>			
moyenne	essai 1	essai 2					
4,0	4,0						

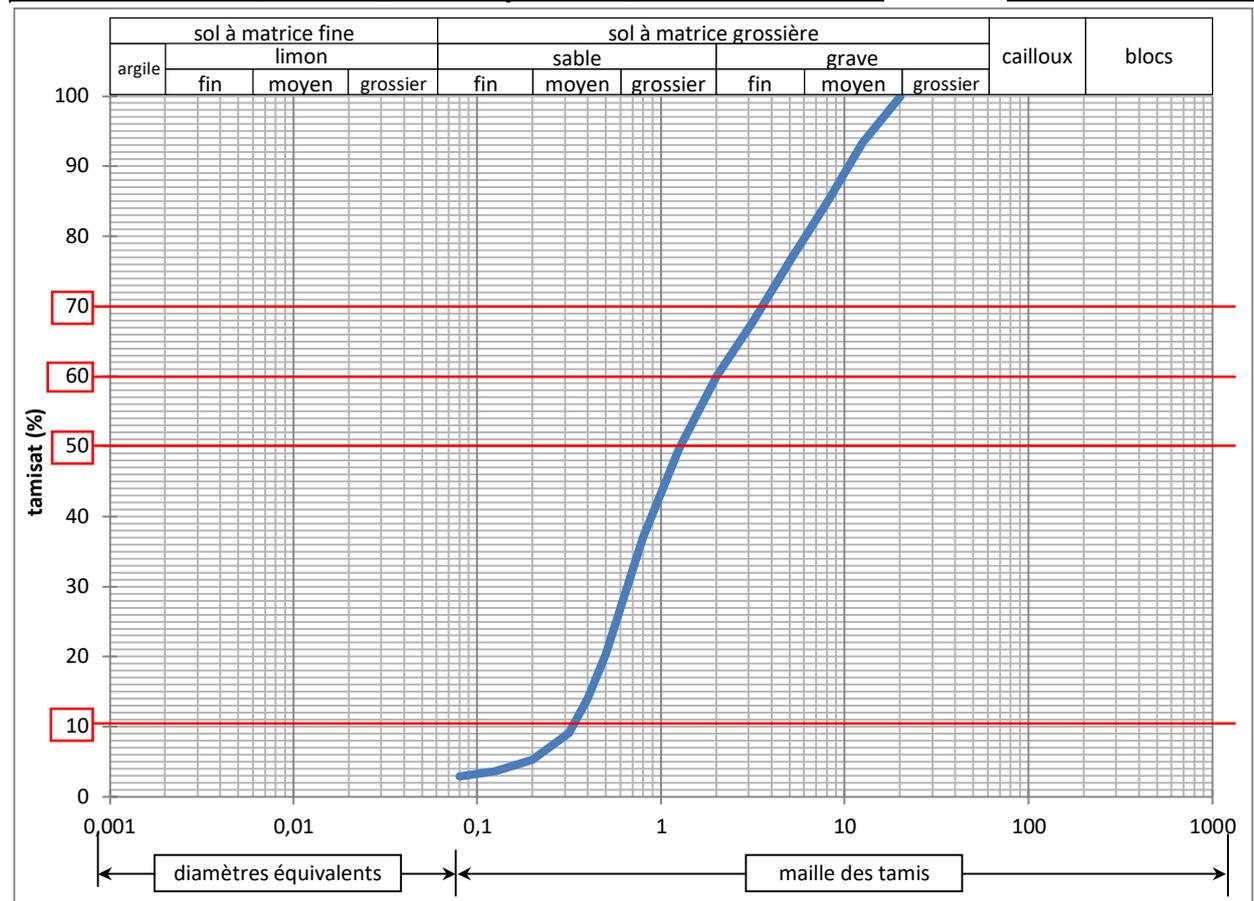
CHANTIER		POSTE SOURCE		
LIEU		03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		22PG0070Aa		
SC2 sondage	EI3 échantillon	2,00	à	3,00
description lithologique sable gris foncé à graviers		profondeurs (m) 2,80 3,00		
Date prélèvement		14/03/2023		

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE

Norme NFP-94-056

Température d'étuvage	105°C	opérateur	N RICHER	date essai	02/05/2023
-----------------------	-------	-----------	----------	------------	------------

w_{nat}	4,0%	NFP 94-050	D_{max}	14,381 mm	classification NFP 11-300
w_L	1	NFP 94-052 & NFP 94-051	D_{70}	3,639 mm	
l_p	1		D_{60}	2,009 mm	D2
VB_s	0,1	NFP 94-068	D_{50}	1,275 mm	
passant à 2mm	59,9%		D_{15}	0,416 mm	classe/sous classe état hydrique
passant à 80 µm	2,9%		D_{10}	0,331 mm	d_m (mm) 20



diamètre d (mm)	passant (%)								
100		20	100,00	0,8	36,97				
80		12,5	93,33	0,5	20,33				
63		8	84,81	0,4	14,01				
50		5	76,45	0,315	9,08				
40		3,15	67,68	0,2	5,30				
31,5		2	59,94	0,125	3,66				
25		1,25	49,66	0,08	2,92				

CHANTIER		POSTE SOURCE		
LIEU		03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		22PG0070Aa		
SC2 <i>sondage</i>	EI3 <i>échantillon</i>	2,00	à	3,00
description lithologique sable gris foncé à graviers		<i>profondeurs (m)</i> 2,80 à 3,00		
<i>Date prélèvement</i>		14/03/2023		
ESSAI AU BLEU DE METHYLENE <i>Norme NFP-94-068</i>				

opérateur	H MORIEUX	date essai	11/05/2023
-----------	-----------	------------	------------

w_{nat}	4,0%	NF P 94-050
-----------	-------------	-------------

masse de sol sec utilisé (g)	Elts < 5 mm dans la fraction 0/50 mm (%)	Volume de solution utilisée (ml)	V.B.S. 0,1
123,065	76,45	15	

Remarque

CHANTIER		POSTE SOURCE		
LIEU		03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		22PG0070Aa		
SC3 <i>sondage</i>	EI2 <i>échantillon</i>	1,00	à	1,90
		<i>profondeurs (m)</i>		
description lithologique limon sablo-argileux brun foncé				
<i>Date prélèvement</i>		14/03/2023		

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX
Norme NFP-94-050

Température d'étuvage	105°C	opérateur	MJ PEDRO	date essai	27/04/2023
------------------------------	-------	------------------	----------	-------------------	------------

n° tare	essai 1			n° tare	essai 2		
	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁		masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
M9	1871,8	1663,2	405,9				
teneur en eau (%) w				COMMENTAIRES			
moyenne	essai 1	essai 2					
16,6	16,6						

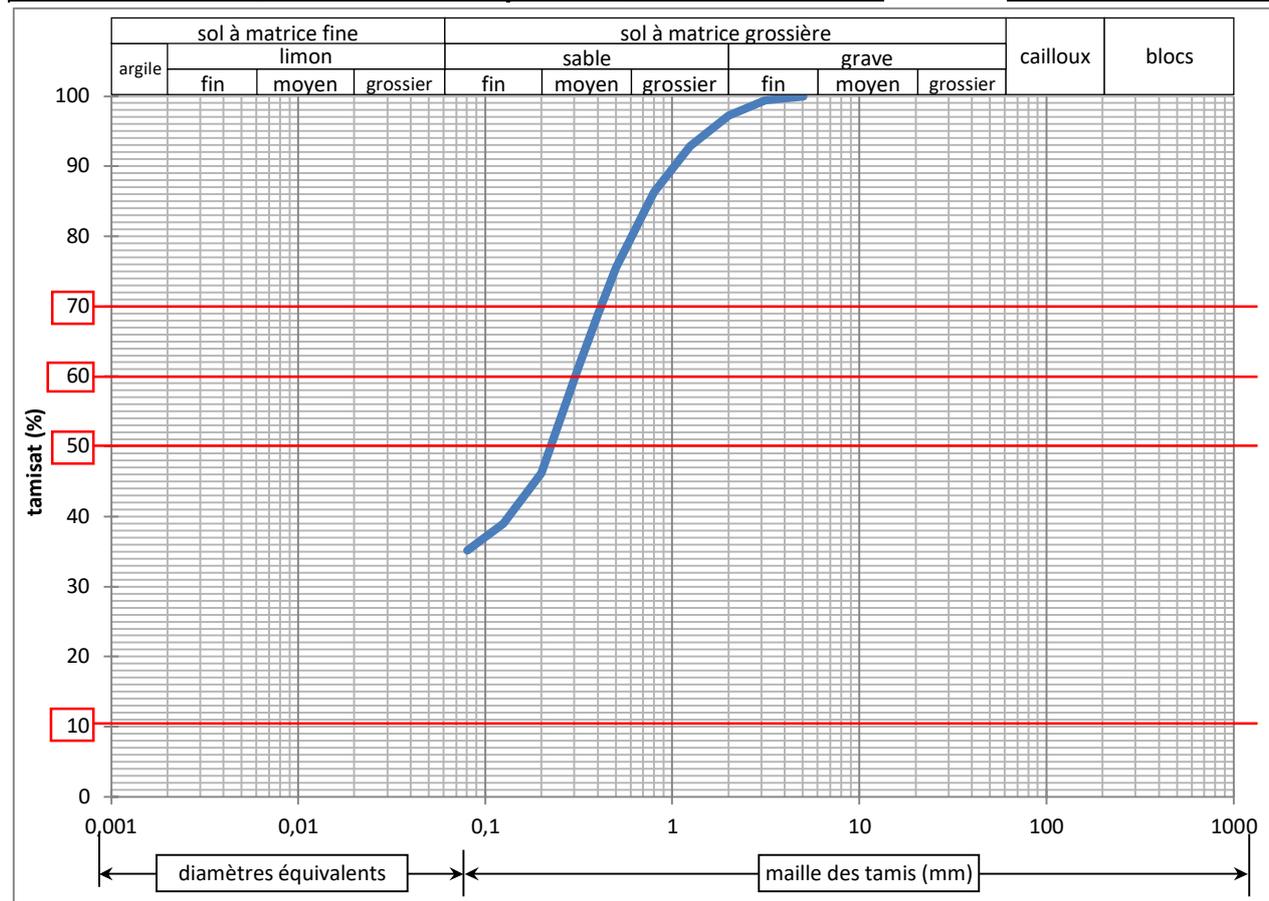
CHANTIER		POSTE SOURCE		
LIEU		03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		22PG0070Aa		
SC3 sondage	EI2 échantillon	1,00	à	1,90
description lithologique limon sablo-argileux brun foncé				
Date prélèvement		14/03/2023		

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE

Norme NFP-94-056

Température d'étuvage	105°C	opérateur	N RICHER	date essai	28/04/2023
-----------------------	-------	-----------	----------	------------	------------

w_{nat}	16,6%	NF P 94-050	D_{max}	1,618 mm	classification NF P 11-300	
w_L	—	NF P 94-052 & NF P 94-051	D_{70}	0,416 mm		
I_p	—		D_{60}	0,306 mm	A1 (limite B6)	
VB_s	1,7	NF P 94-068	D_{50}	0,229 mm		
passant à 2mm	97,2%		D_{15}	—	classe/sous classe	
passant à 80 µm	35,2%		D_{10}	—	état hydrique	
					d_m (mm)	5



diamètre d (mm)	passant (%)								
100		20		0,8	86,27				
80		12,5		0,5	75,52				
63		8		0,4	68,91				
50		5	100,00	0,315	61,16				
40		3,15	99,43	0,2	46,22				
31,5		2	97,20	0,125	39,03				
25		1,25	92,88	0,08	35,16				

CHANTIER		POSTE SOURCE		
LIEU		03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		22PG0070Aa		
SC3 <i>sondage</i>	EI2 <i>échantillon</i>	1,00	à	1,90
description lithologique limon sablo-argileux brun foncé				
<i>Date prélèvement</i>		14/03/2023		

ESSAI AU BLEU DE METHYLENE
Norme NFP-94-068

opérateur	H MORIEUX	date essai	11/05/2023
-----------	-----------	------------	------------

w_{nat}	16,6%	<i>NF P 94-050</i>
-----------	--------------	--------------------

masse de sol sec utilisé (g)	Elts < 5 mm dans la fraction 0/50 mm (%)	Volume de solution utilisée (ml)	V.B.S. 1,7
71,230	100,00	120	

Remarque

CHANTIER	POSTE SOURCE	
LIEU CLIENT	03 - VARENNES SUR ALLIER	
N° DOSSIER	ENEDIS 22PG0070Aa	

SC3 sondage	EI2 échantillon	1,00 à 1,90 profondeurs (m)
-----------------------	---------------------------	--

description lithologique limon sablo-argileux brun foncé	
---	--

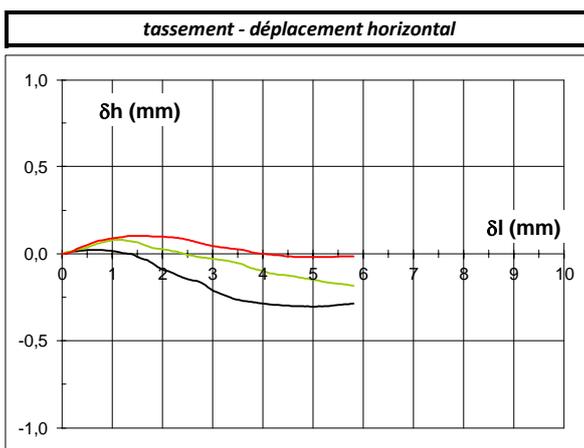
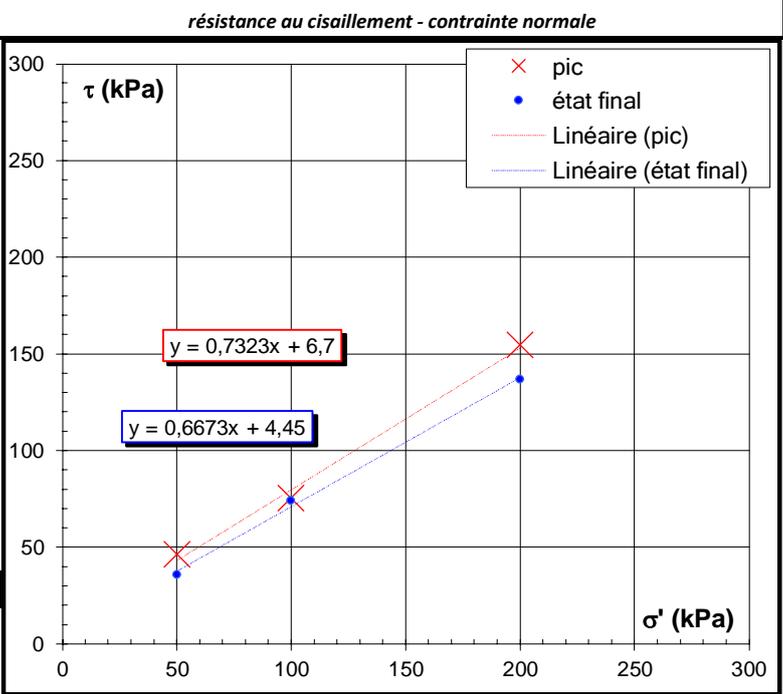
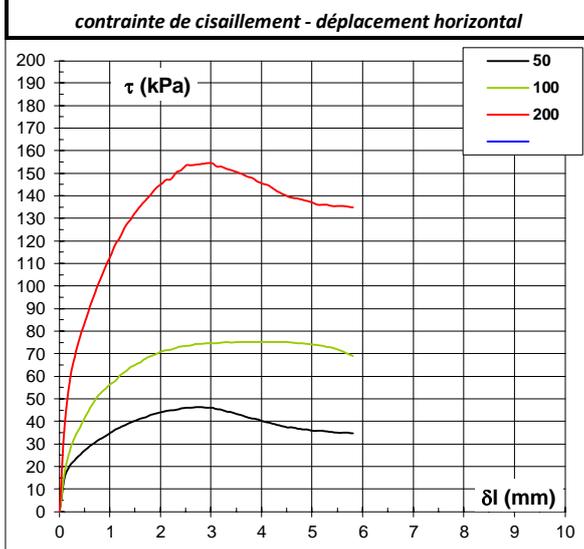
Nom opérateur	MJ PEDRO	Date prélèvement	14/03/2023	Date essai	27/04/2023
---------------	----------	------------------	------------	------------	------------

ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE DIRECT
Norme NFP-94-071-1

COMMENTAIRES	caractéristique s éprouvette	hauteur (mm)	20
		coté (mm)	60
		vitesse de cisaillement (mm/min)	0,024
		ρ_s (kg/m ³)	mesuré : _____ estimé : 2700

IDENTIFICATION DES EPROUVETTES DE SOL									PARAMETRES DE RESISTANCE AU CISAILLEMENT				
n° éprouvette	avant essai					après consolidation			σ' kPa	$\tau_{f,p}$ kPa	$\delta l_{f,p}$ mm	$\tau_{f,f}$ kPa	$\delta l_{f,f}$ mm
	ρ kg/m ³	ρ_d kg/m ³	w %	e	S_R	ρ_d kg/m ³	t_{100} min	w %					
1	2121	1797	18,0	0,502	96,8	1850	2,4	20,0	50	46,4	2,7	35,8	5
2	2107	1783	18,1	0,514	95,3	1852	0,6	19,8	100	75,3	3,3	74,2	5
3	2104	1772	18,7	0,524	96,6	1901	2,1	18,7	200	154,7	3	136,9	5
4													

GRAPHIQUES



RESULTATS

cohésion c' (kPa)		angle de frottement ϕ' (°)	
<i>pic c' p</i>	<i>état final c' f</i>	<i>pic ϕ' p</i>	<i>état final ϕ' f</i>
7	4	36	34

CHANTIER	POSTE SOURCE	
LIEU CLIENT	03 - VARENNES SUR ALLIER	
N° DOSSIER	ENEDIS 22PG0070Aa	

SC3 sondage	EI2 échantillon	1,00	à	1,90	profondeurs (m)
----------------	--------------------	------	---	------	-----------------

description lithologique limon sablo-argileux brun foncé	
---	--

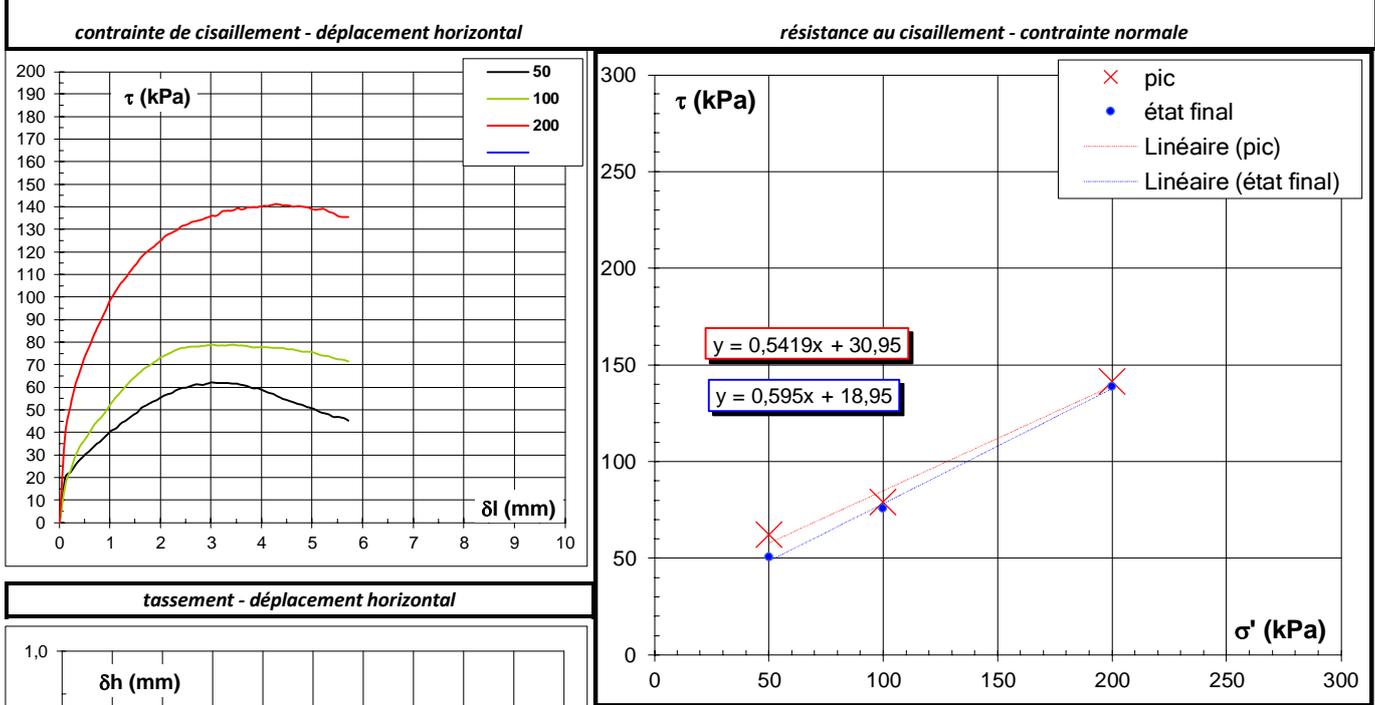
Nom opérateur	MJ PEDRO	Date prélèvement	14/03/2023	Date essai	27/04/2023
---------------	----------	------------------	------------	------------	------------

ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE CONSOLIDÉ NON DRAINE
Essai non normé

COMMENTAIRES	caractéristique s éprouvette	hauteur (mm)	20
		côté (mm)	60
		vitesse de cisaillement (mm/min)	0,3
		ρ_s (kg/m ³)	mesuré : _____ estimé : 2700

IDENTIFICATION DES EPROUVETTES DE SOL							PARAMETRES DE RESISTANCE AU CISAILLEMENT						
n° éprouvette	avant essai					après consolidation			σ' kPa	$\tau_{f,p}$ kPa	$\delta l_{f,p}$ mm	$\tau_{f,f}$ kPa	$\delta l_{f,f}$ mm
	ρ kg/m ³	ρ_d kg/m ³	w %	e	S_R	ρ_d kg/m ³	t_{100} min	w %					
1	2118	1778	19,1	0,519	99,6	1820	2,1	20,5	50	62,2	3	50,6	5
2	2110	1794	17,6	0,505	94,0	1881	1,9	19,4	100	78,9	3	75,6	5
3	2115	1799	17,6	0,501	94,9	1911	1,1	18,7	200	141,4	4,3	138,9	5
4													

GRAPHIQUES



RESULTATS			
cohésion ccu (kPa)		angle de frottement ϕ_{cu} (°)	
pic ccu_p	état final ccu_f	pic ϕ_{cu_p}	état final ϕ_{cu_f}
31	19	29	31

CHANTIER		POSTE SOURCE		
LIEU		03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		22PG0070Aa		
SC3 <i>sondage</i>	EI3 <i>échantillon</i>	1,90	à	2,90
description lithologique sable limoneux à graviers brun foncé				
<i>Date prélèvement</i>		14/03/2023		

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX

Norme NFP-94-050

Température d'étuvage	105°C
-----------------------	-------

opérateur	MJ PEDRO	date essai	27/04/2023
-----------	----------	------------	------------

n° tare	essai 1			n° tare	essai 2		
	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁		masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
e4	3579	3275,6	426,7				
teneur en eau (%) w				<u>COMMENTAIRES</u>			
moyenne	essai 1	essai 2					
10,6	10,6						

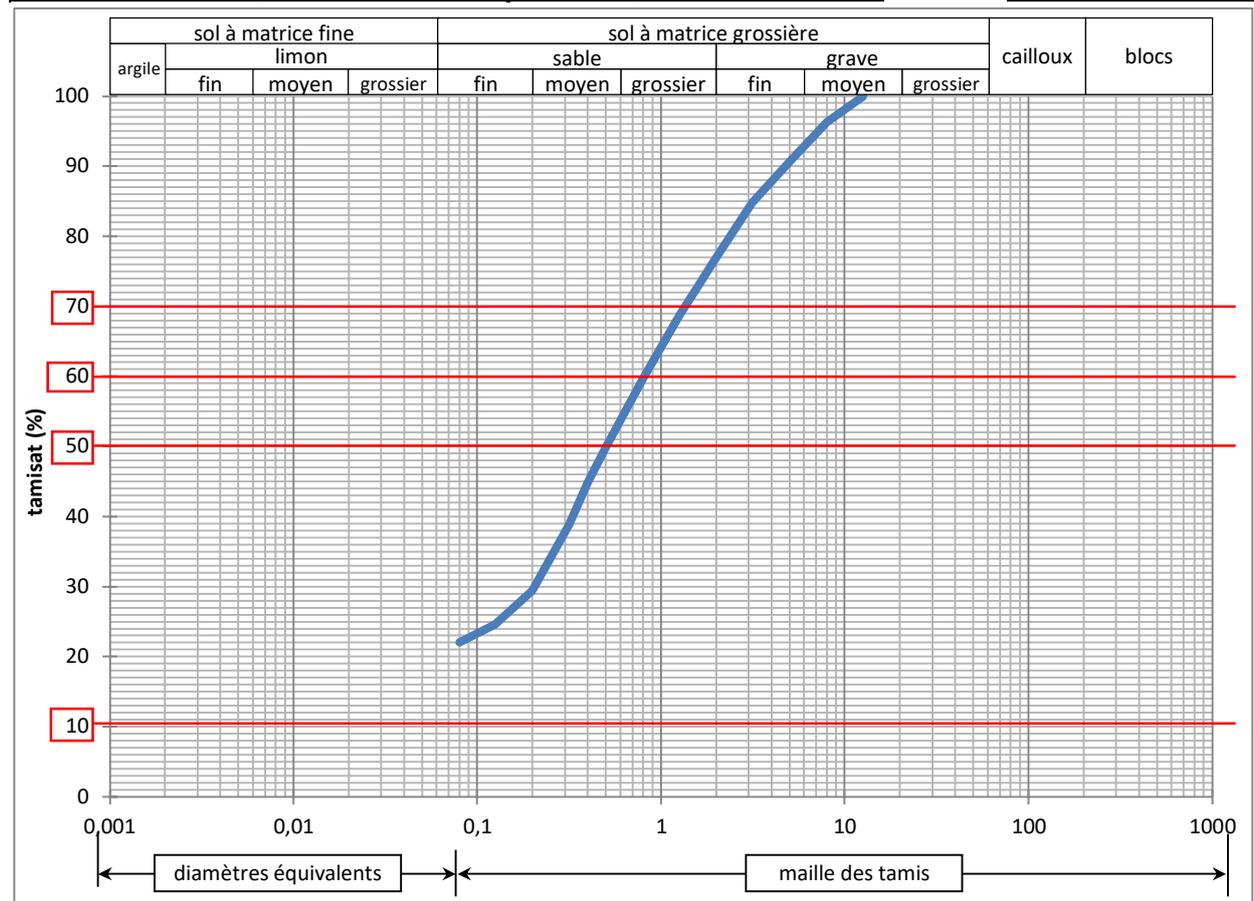
CHANTIER		POSTE SOURCE		
LIEU		03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		22PG0070Aa		
SC3 <i>sondage</i>	EI3 <i>échantillon</i>	1,90	à	2,90
description lithologique sable limoneux à graviers brun foncé		profondeurs (m) 2,70 2,90		
Date prélèvement		14/03/2023		

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE

Norme NFP-94-056

Température d'étuvage	105°C	opérateur	N RICHER	date essai	28/04/2023
-----------------------	-------	-----------	----------	------------	------------

w_{nat}	10,6%	NFP 94-050	D_{max}	7,317 mm	classification NFP 11-300	
w_L	1	NFP 94-052 & NFP 94-051	D_{70}	1,374 mm		
I_p	1	NFP 94-068	D_{60}	0,815 mm	B5	
VB_s	0,3		D_{50}	0,504 mm		
passant à 2mm	77,0%		D_{15}		classe/sous classe état hydrique	
passant à 80 µm	22,0%		D_{10}			
					d_m (mm)	12,5



diamètre d (mm)	passant (%)								
100		20		0,8	59,70				
80		12,5	100,00	0,5	49,86				
63		8	96,27	0,4	44,87				
50		5	90,69	0,315	38,81				
40		3,15	84,81	0,2	29,40				
31,5		2	76,98	0,125	24,56				
25		1,25	68,61	0,08	22,02				

CHANTIER	POSTE SOURCE		
LIEU	03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT	ENEDIS		
N° DOSSIER	22PG0070Aa		
SC3 <i>sondage</i>	EI3 <i>échantillon</i>	1,90	à 2,90 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique sable limoneux à graviers brun foncé			
<i>Date prélèvement</i>		14/03/2023	
ESSAI AU BLEU DE METHYLENE <i>Norme NFP-94-068</i>			

opérateur	H MORIEUX	date essai	11/05/2023
-----------	-----------	------------	------------

w_{nat}	10,6%	<i>NF P 94-050</i>
-----------	--------------	--------------------

masse de sol sec utilisé (g)	Els < 5 mm dans la fraction 0/50 mm (%)	Volume de solution utilisée (ml)	V.B.S. 0,3
124,518	90,69	35	

Remarque

CHANTIER		POSTE SOURCE		
LIEU		03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		22PG0070Aa		
PM1 <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	1,00	à	1,30
description lithologique sable limoneux marron				
<i>Date prélèvement</i>		14/03/2023		

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX

Norme NFP-94-050

Température d'étuvage	105°C
-----------------------	-------

opérateur	H MORIEUX	date essai	15/05/2023
-----------	-----------	------------	------------

n° tare	essai 1			n° tare	essai 2		
	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁		masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
A8	1991	1779,1	365,1				
teneur en eau (%) w				<u>COMMENTAIRES</u>			
moyenne	essai 1	essai 2					
15,0	15,0						

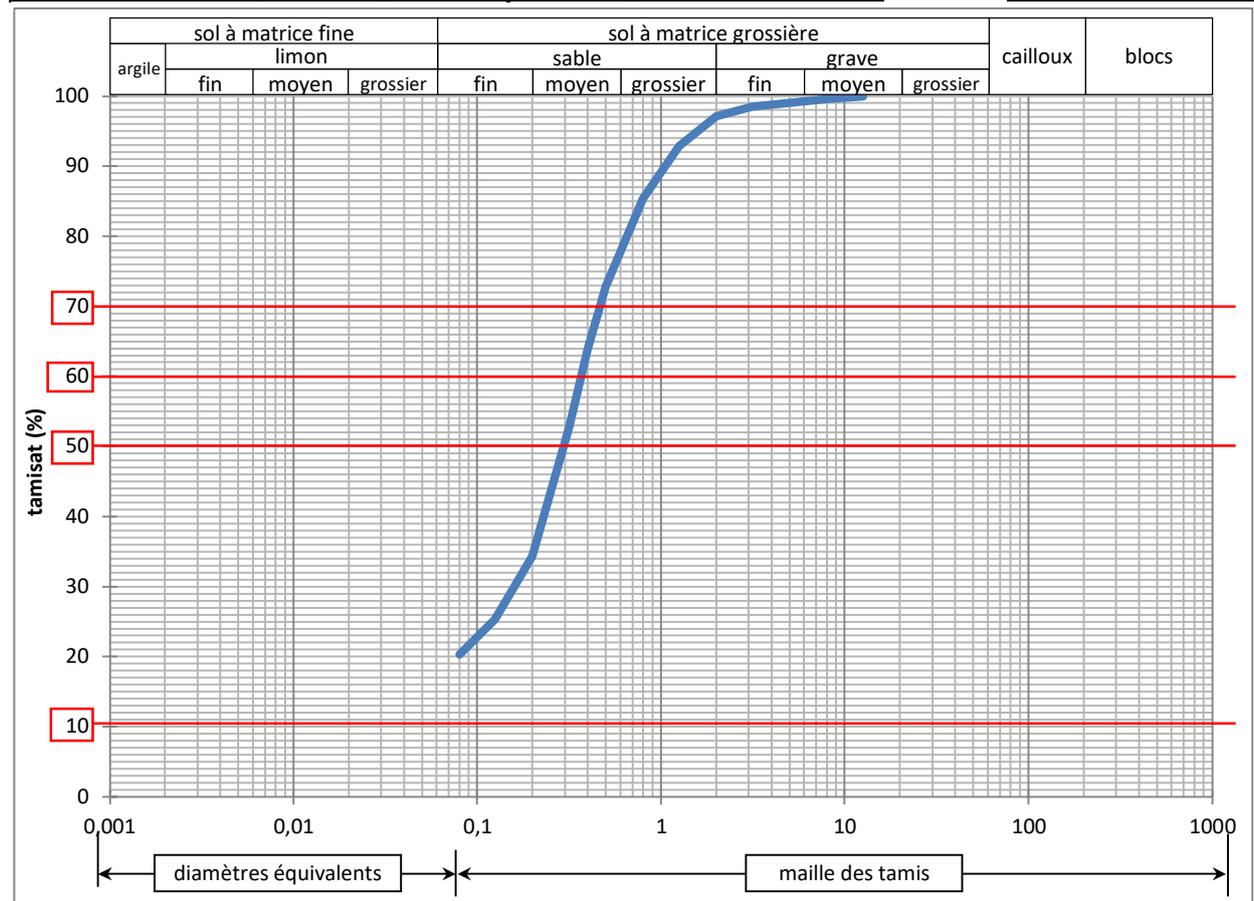
CHANTIER		POSTE SOURCE		
LIEU		03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		22PG0070Aa		
PM1 sondage	ER échantillon	1,00	à	1,30 profondeurs (m)
description lithologique sable limoneux marron				
Date prélèvement		14/03/2023		

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE

Norme NFP-94-056

Température d'étuvage	105°C	opérateur	N RICHER	date essai	17/05/2023
-----------------------	-------	-----------	----------	------------	------------

w_{nat}	15,0%	NFP 94-050	D_{max}	1,631 mm	classification NFP 11-300	
w_L	1	NFP 94-052 & NFP 94-051	D_{70}	0,469 mm		
I_p	1		D_{60}	0,371 mm	B5	
VB_s	0,9	NFP 94-068	D_{50}	0,299 mm		
passant à 2mm	97,1%		D_{15}		classe/sous classe état hydrique	
passant à 80 µm	20,4%		D_{10}			
					d_m (mm)	12,5



diamètre d (mm)	passant (%)								
100		20		0,8	85,33				
80		12,5	100,00	0,5	72,80				
63		8	99,61	0,4	63,83				
50		5	99,04	0,315	52,63				
40		3,15	98,47	0,2	34,35				
31,5		2	97,12	0,125	25,31				
25		1,25	92,81	0,08	20,35				

CHANTIER	POSTE SOURCE		
LIEU	03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT	ENEDIS		
N° DOSSIER	22PG0070Aa		
PM1 <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	1,00	à 1,30 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique sable limoneux marron			
Date prélèvement		14/03/2023	
ESSAI AU BLEU DE METHYLENE <i>Norme NFP-94-068</i>			

opérateur	H MORIEUX	date essai	16/05/2023
-----------	-----------	------------	------------

w_{nat}	15,0%	<i>NF P 94-050</i>
-----------	--------------	--------------------

masse de sol sec utilisé (g)	Elts < 5 mm dans la fraction 0/50 mm (%)	Volume de solution utilisée (ml)	V.B.S. 0,9
79,800	99,04	70	

Remarque

CHANTIER		POSTE SOURCE		
LIEU		03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		22PG0070Aa		
PM2 <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	1,50	à	1 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique sable limoneux à quelques graviers brun foncé				
<i>Date prélèvement</i>		14/03/2023		

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX

Norme NFP-94-050

Température d'étuvage	105°C
-----------------------	-------

opérateur	H MORIEUX	date essai	15/05/2023
-----------	-----------	------------	------------

n° tare	essai 1			n° tare	essai 2		
	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁		masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
B8	1947,1	1721,5	424,3				
teneur en eau (%) w				<u>COMMENTAIRES</u>			
moyenne	essai 1	essai 2					
17,4	17,4						

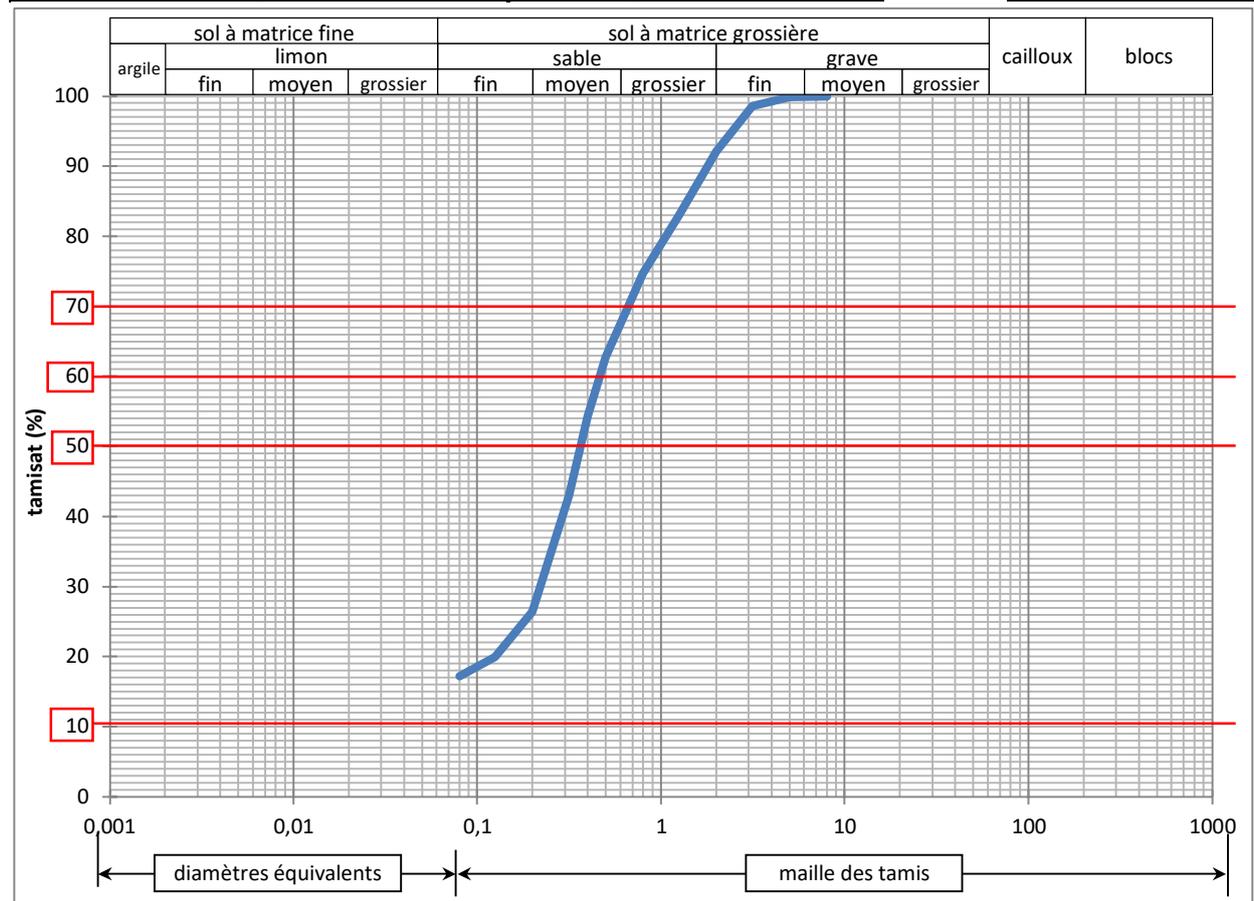
CHANTIER		POSTE SOURCE		
LIEU		03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		22PG0070Aa		
PM2 <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	1,50	à	1 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique				
sable limoneux à quelques graviers brun foncé				
Date prélèvement		14/03/2023		

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE

Norme NFP-94-056

Température d'étuvage	105°C	opérateur	N RICHER	date essai	17/05/2023
-----------------------	-------	-----------	----------	------------	------------

w_{nat}	17,4%	NFP 94-050	D_{max}	2,516 mm	classification NFP 11-300	
w_L	1	NFP 94-052 & NFP 94-051	D_{70}	0,682 mm		
I_p	1		D_{60}	0,468 mm	B5 th	
VB_s	1,1	NFP 94-068	D_{50}	0,368 mm		
passant à 2mm	92,1%		D_{15}		classe/sous classe état hydrique	
passant à 80 µm	17,2%		D_{10}			
					d_m (mm)	8



diamètre d (mm)	passant (%)								
100		20		0,8	74,71				
80		12,5		0,5	62,75				
63		8	100,00	0,4	54,28				
50		5	99,86	0,315	43,02				
40		3,15	98,57	0,2	26,37				
31,5		2	92,10	0,125	19,95				
25		1,25	82,99	0,08	17,23				

CHANTIER	POSTE SOURCE		
LIEU	03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT	ENEDIS		
N° DOSSIER	22PG0070Aa		
PM2 <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	1,50	à 1 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique sable limoneux à quelques graviers brun foncé			
<i>Date prélèvement</i>		14/03/2023	
ESSAI AU BLEU DE METHYLENE <i>Norme NFP-94-068</i>			

opérateur	H MORIEUX	date essai	11/05/2023
-----------	-----------	------------	------------

w_{nat}	17,4%	NF P 94-050
-----------	--------------	-------------

masse de sol sec utilisé (g)	Elts < 5 mm dans la fraction 0/50 mm (%)	Volume de solution utilisée (ml)	V.B.S. 1,1
90,633	99,86	100	

Remarque

CHANTIER		POSTE SOURCE		
LIEU		03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		22PG0070Aa		
PM2 sondage	ER échantillon	1,50	à	1 profondeurs (m)
description lithologique sable limoneux à quelques graviers brun foncé				
Date prélèvement		14/03/2023		

ESSAI PROCTOR NORMAL
Norme NFP 94-093; 94-078

opérateur	H MORIEUX	date essai	11/05/2023
-----------	-----------	------------	------------

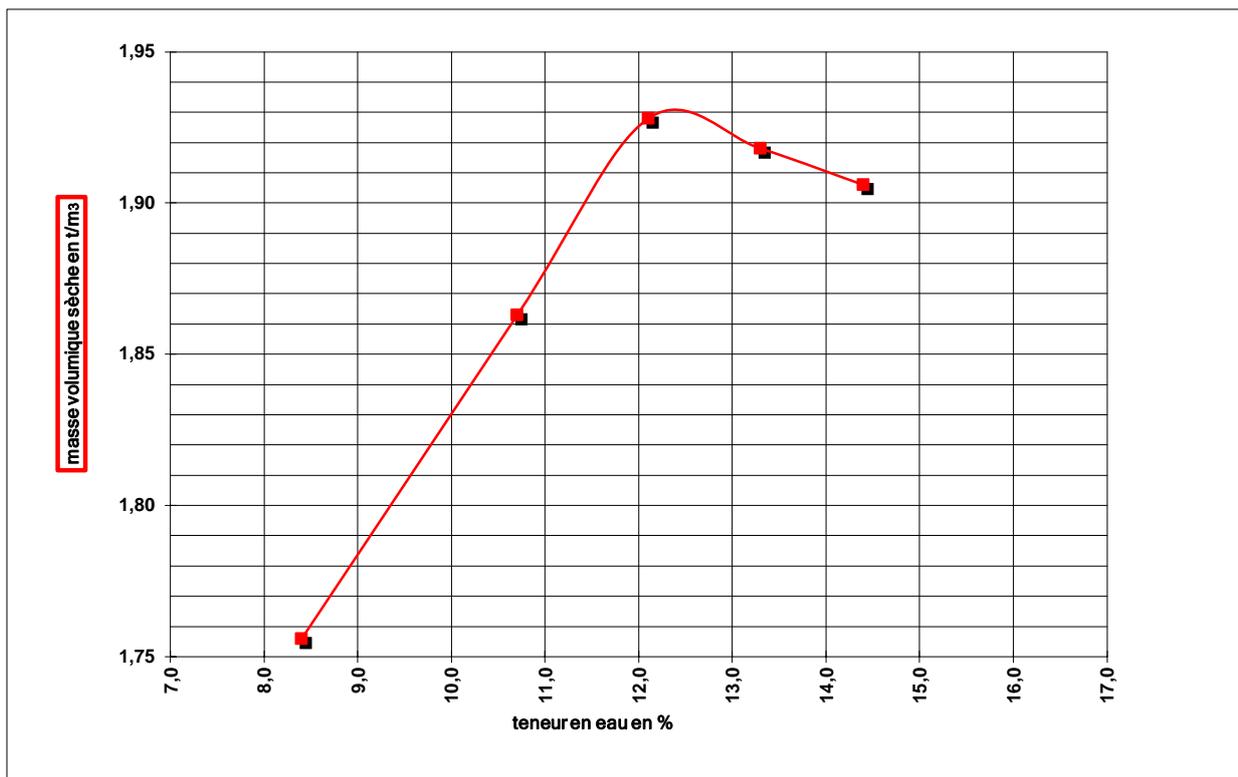
DIMENSION du MOULE:

	Moule Proctor Normal
X	Moule Proctor CBR

ENERGIE DE COMPACTAGE:

X	Proctor Normal
	Proctor modifié

teneur en en eau (%)	Densité sèche	Indice IPI
8,4	1,76	
10,7	1,86	
12,1	1,93	
13,3	1,92	
14,4	1,91	



Fraction 0/20	Teneur en eau optimum Proctor Normal - Wopn fraction 0/20 en %	12,4
	Masse volumique sèche maximale Proctor Normal - γ_{dopn} 0/20 en t/m³	1,93

--	--	--

Fraction 0/D	Teneur en eau optimum Proctor Normal - Wopn fraction 0/D en %	12,4
	Masse volumique sèche maximale Proctor Normal - γ_{dopn} 0/D en t/m³	1,93

CHANTIER		POSTE SOURCE		
LIEU		03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		22PG0070Aa		
PM3 <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	1,00	à	1,30
		<i>profondeurs (m)</i>		
description lithologique sable limoneux marron foncé				
Date prélèvement		14/03/2023		

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX

Norme NFP-94-050

Température d'étuvage	105°C
-----------------------	-------

opérateur	H MORIEUX	date essai	15/05/2023
-----------	-----------	------------	------------

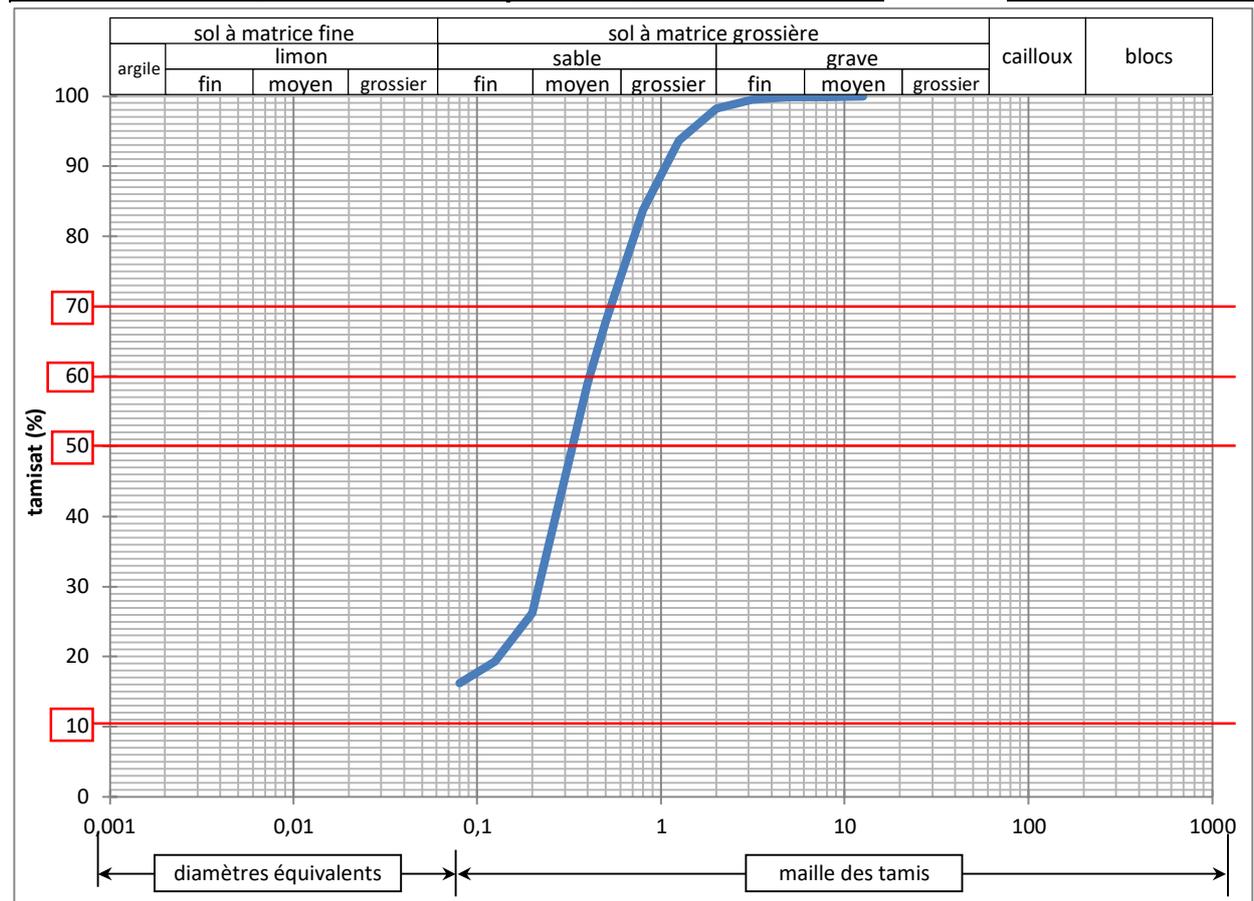
n° tare	essai 1			n° tare	essai 2		
	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁		masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
B9	2065,1	1868,9	414,8				
teneur en eau (%) w				<u>COMMENTAIRES</u>			
moyenne	essai 1	essai 2					
13,5	13,5						

CHANTIER		POSTE SOURCE		
LIEU		03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		22PG0070Aa		
PM3 <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	1,00	à	1,30 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique sable limoneux marron foncé				
Date prélèvement		14/03/2023		

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE
Norme NFP-94-056

Température d'étuvage	105°C	opérateur	N RICHER	date essai	17/05/2023
-----------------------	-------	-----------	----------	------------	------------

w_{nat}	13,5%	NFP 94-050	D_{max}	1,472 mm	classification NFP 11-300
w_L	1	NFP 94-052 & NFP 94-051	D_{70}	0,542 mm	
I_p	1		D_{60}	0,411 mm	B5
VB_s	0,7	NFP 94-068	D_{50}	0,331 mm	
passant à 2mm	98,2%		D_{15}		classe/sous classe état hydrique
passant à 80 µm	16,2%		D_{10}		d_m (mm) 12,5



diamètre d (mm)	passant (%)								
100		20		0,8	83,76				
80		12,5	100,00	0,5	67,77				
63		8	99,89	0,4	59,02				
50		5	99,83	0,315	47,88				
40		3,15	99,51	0,2	26,27				
31,5		2	98,21	0,125	19,32				
25		1,25	93,65	0,08	16,23				

CHANTIER		POSTE SOURCE		
LIEU		03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		22PG0070Aa		
PM3 <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	1,00	à	1,30
description lithologique sable limoneux marron foncé		<i>profondeurs (m)</i>		
<i>Date prélèvement</i>		14/03/2023		
ESSAI AU BLEU DE METHYLENE <i>Norme NFP-94-068</i>				

opérateur	H MORIEUX	date essai	22/05/2023
-----------	-----------	------------	------------

w_{nat}	13,5%	<i>NF P 94-050</i>
-----------	--------------	--------------------

masse de sol sec utilisé (g)	Elts < 5 mm dans la fraction 0/50 mm (%)	Volume de solution utilisée (ml)	V.B.S. 0,7
80,642	99,83	55	

Remarque

CHANTIER		POSTE SOURCE		
LIEU		03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		22PG0070Aa		
PM4 <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	1,80	à	2,80
description lithologique sable marron et gris à graviers fins à moyens				
<i>Date prélèvement</i>		14/03/2023		

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX

Norme NFP-94-050

Température d'étuvage	105°C
-----------------------	-------

opérateur	H MORIEUX	date essai	15/05/2023
-----------	-----------	------------	------------

n° tare	essai 1			n° tare	essai 2		
	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁		masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
E8	1466,4	1398,3	405,8				
teneur en eau (%) w				<u>COMMENTAIRES</u>			
moyenne	essai 1	essai 2					
6,9	6,9						

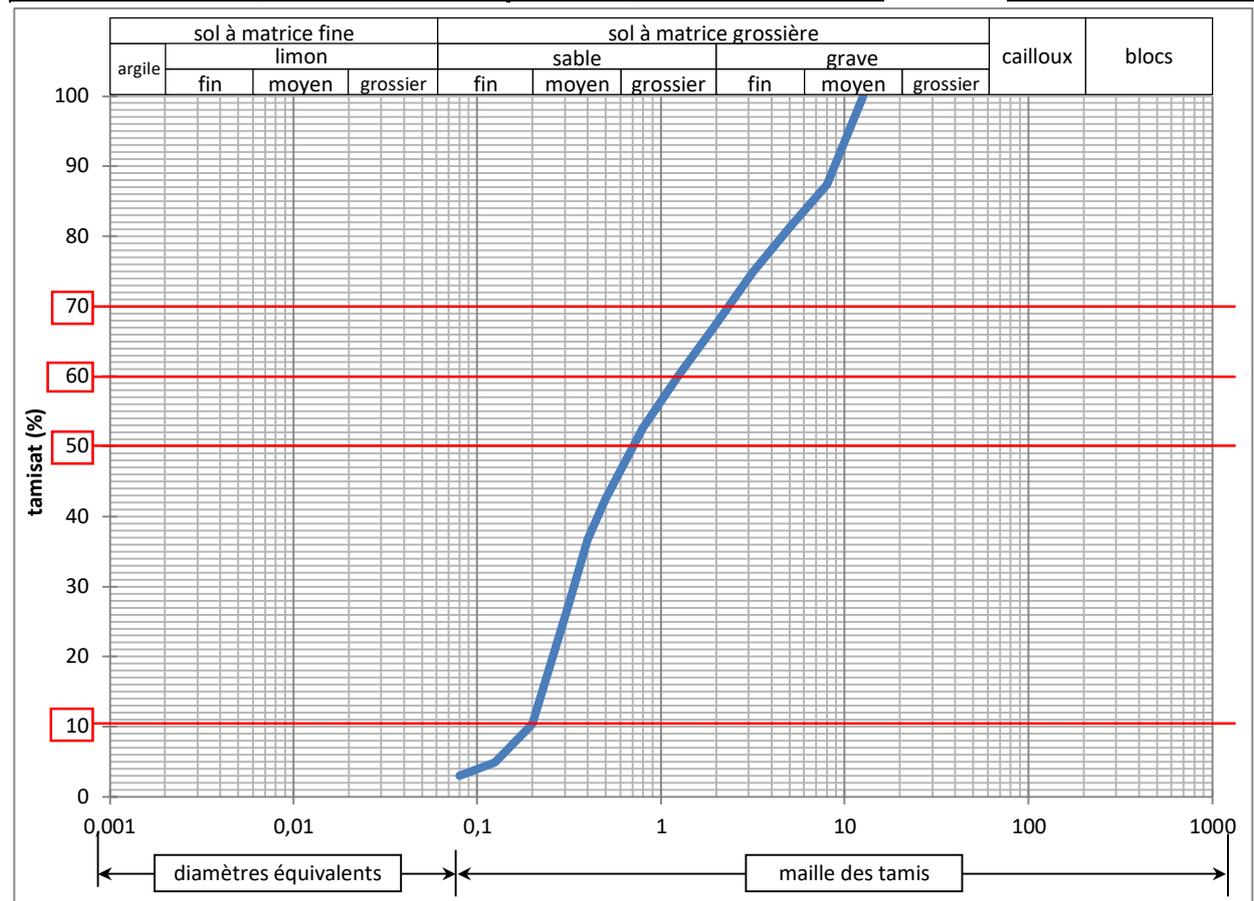
CHANTIER		POSTE SOURCE		
LIEU		03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		22PG0070Aa		
PM4 <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	1,80	à	2,80
description lithologique sable marron et gris à graviers fins à moyens				
<i>Date prélèvement</i>		14/03/2023		

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE

Norme NFP-94-056

Température d'étuvage	105°C	opérateur	N RICHER	date essai	17/05/2023
------------------------------	-------	------------------	----------	-------------------	------------

w_{nat}	6,9%	<i>NFP 94-050</i>	D_{max}	10,723 mm	classification NFP 11-300	
w_L	1	<i>NFP 94-052 & NFP 94-051</i>	D_{70}	2,391 mm		
I_p	1	<i>NFP 94-068</i>	D_{60}	1,235 mm	B3	
VB_s	0,2		D_{50}	0,721 mm	classe/sous classe état hydrique	
passant à 2mm	67,5%		D_{15}	0,231 mm		
passant à 80 µm	3,1%		D_{10}	0,195 mm		
					d_m (mm)	12,5



diamètre d (mm)	passant (%)								
100		20		0,8	52,64				
80		12,5	100,00	0,5	42,56				
63		8	87,34	0,4	36,75				
50		5	81,30	0,315	27,58				
40		3,15	74,81	0,2	10,34				
31,5		2	67,52	0,125	4,93				
25		1,25	60,26	0,08	3,06				

CHANTIER	POSTE SOURCE		
LIEU	03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT	ENEDIS		
N° DOSSIER	22PG0070Aa		
PM4 <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	1,80	à 2,80 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique sable marron et gris à graviers fins à moyens			
<i>Date prélèvement</i> 14/03/2023			
ESSAI AU BLEU DE METHYLENE <i>Norme NFP-94-068</i>			

opérateur	H MORIEUX	date essai	22/05/2023
-----------	-----------	------------	------------

w_{nat}	6,9%	<i>NF P 94-050</i>
-----------	-------------	--------------------

masse de sol sec utilisé (g)	Els < 5 mm dans la fraction 0/50 mm (%)	Volume de solution utilisée (ml)	V.B.S. 0,2
122,807	81,30	25	

Remarque

CHANTIER		POSTE SOURCE		
LIEU		03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		22PG0070Aa		
PM5 <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	1,90	à	3,30
description lithologique sable limoneux marron foncé				
<i>Date prélèvement</i>		14/03/2023		

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX

Norme NFP-94-050

Température d'étuvage	105°C
-----------------------	-------

opérateur	H MORIEUX	date essai	15/05/2023
-----------	-----------	------------	------------

n° tare	essai 1			n° tare	essai 2		
	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁		masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
E3	1984,1	1734	408,5				
teneur en eau (%) w				<u>COMMENTAIRES</u>			
moyenne	essai 1	essai 2					
18,9	18,9						

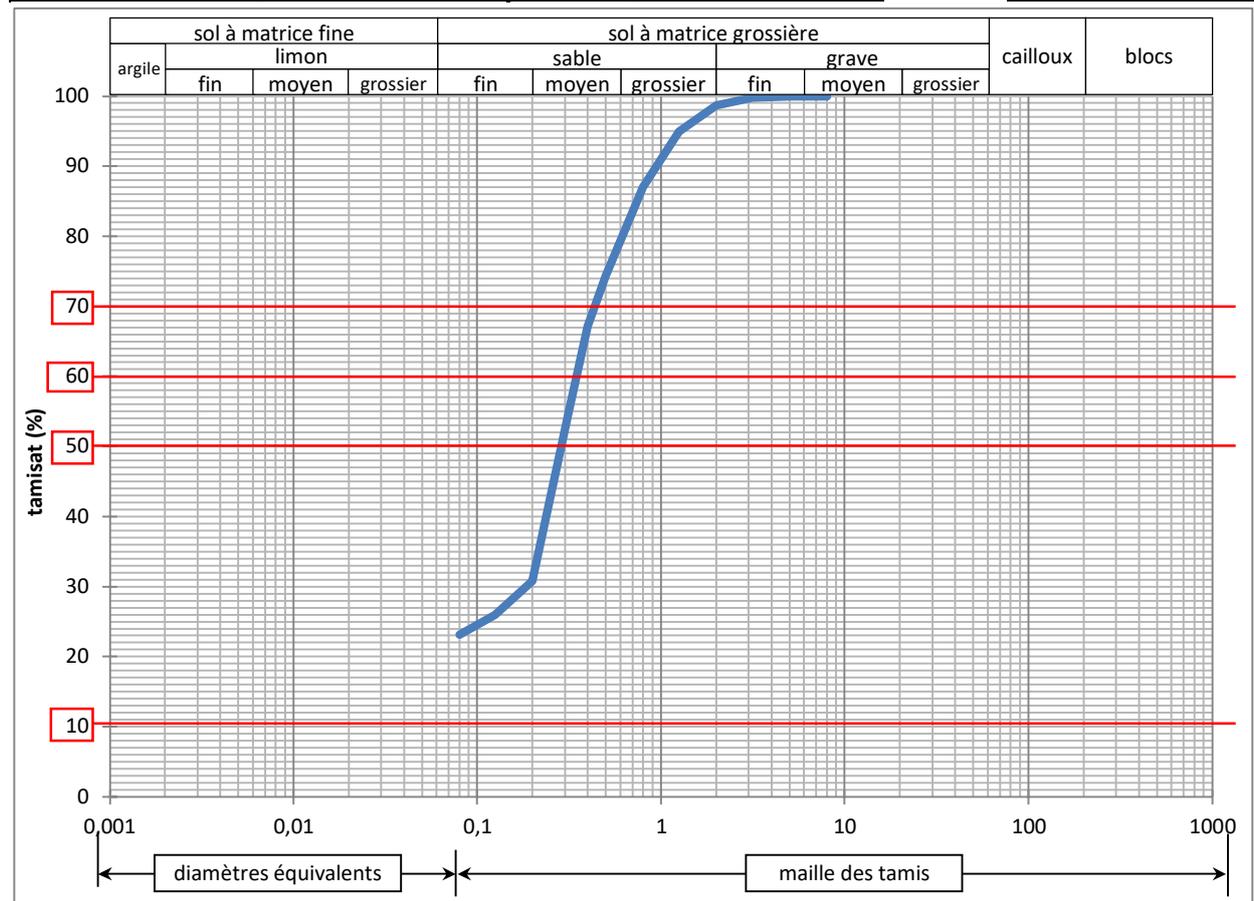
CHANTIER		POSTE SOURCE		
LIEU		03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		22PG0070Aa		
PM5 <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	1,90	à	3,30
description lithologique sable limoneux marron foncé				
Date prélèvement		14/03/2023		

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE

Norme NFP-94-056

Température d'étuvage	105°C	opérateur	N RICHER	date essai	17/05/2023
-----------------------	-------	-----------	----------	------------	------------

w_{nat}	18,9%	NFP 94-050	D_{max}	1,260 mm	classification NFP 11-300
w_L	1	NFP 94-052 & NFP 94-051	D_{70}	0,439 mm	
I_p	1		D_{60}	0,349 mm	B5 th
VB_s	1,2	NFP 94-068	D_{50}	0,291 mm	
passant à 2mm	98,6%		D_{15}		classe/sous classe état hydrique
passant à 80 µm	23,1%		D_{10}		d_m (mm)
					8



diamètre d (mm)	passant (%)								
100		20		0,8	87,01				
80		12,5		0,5	74,39				
63		8	100,00	0,4	67,15				
50		5	99,97	0,315	55,14				
40		3,15	99,73	0,2	30,79				
31,5		2	98,65	0,125	26,00				
25		1,25	94,95	0,08	23,12				

CHANTIER		POSTE SOURCE		
LIEU		03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		22PG0070Aa		
PM5 <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	1,90	à	3,30
description lithologique sable limoneux marron foncé		<i>profondeurs (m)</i>		
<i>Date prélèvement</i>		14/03/2023		
ESSAI AU BLEU DE METHYLENE <i>Norme NFP-94-068</i>				

opérateur	H MORIEUX	date essai	16/05/2023
-----------	-----------	------------	------------

w_{nat}	18,9%	<i>NF P 94-050</i>
-----------	--------------	--------------------

masse de sol sec utilisé (g)	Elts < 5 mm dans la fraction 0/50 mm (%)	Volume de solution utilisée (ml)	V.B.S. 1,2
120,999	99,97	145	

Remarque

CHANTIER		POSTE SOURCE		
LIEU		03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		22PG0070Aa		
PM5 <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	1,90	à	3,30
description lithologique sable limoneux marron foncé				
Date prélèvement		14/03/2023		

ESSAI PROCTOR NORMAL
Norme NFP 94-093; 94-078

opérateur	H MORIEUX	date essai	11/05/2023
-----------	-----------	------------	------------

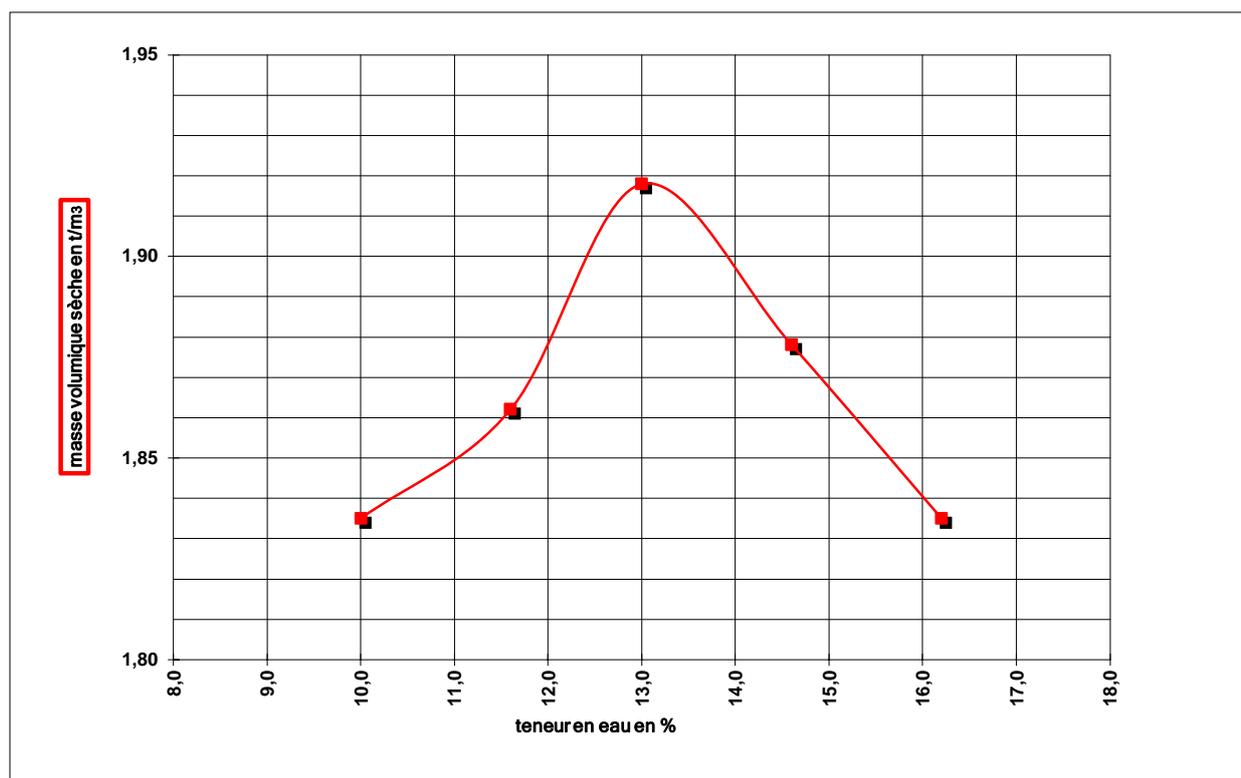
DIMENSION du MOULE:

	Moule Proctor Normal
X	Moule Proctor CBR

ENERGIE DE COMPACTAGE:

X	Proctor Normal
	Proctor modifié

teneur en eau (%)	Densité sèche	Indice IPI
10,0	1,84	
11,6	1,86	
13,0	1,92	
14,6	1,88	
16,2	1,84	



Fraction 0/20	Teneur en eau optimum Proctor Normal - Wopn fraction 0/20 en %	13,0
	Masse volumique sèche maximale Proctor Normal - γ_{dopn} 0/20 en t/m³	1,92

--	--	--

Fraction 0/D	Teneur en eau optimum Proctor Normal - Wopn fraction 0/D en %	13,0
	Masse volumique sèche maximale Proctor Normal - γ_{dopn} 0/D en t/m³	1,92

CHANTIER		POSTE SOURCE		
LIEU		03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		22PG0070Aa		
PM8 <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	0,40	à	2,20
		<i>profondeurs (m)</i>		
description lithologique				
sable argilo-limoneux marron à quelques graviers fins				
<i>Date prélèvement</i> 14/03/2023				

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX

Norme NFP-94-050

Température d'étuvage	105°C
-----------------------	-------

opérateur	H MORIEUX	date essai	15/05/2023
-----------	-----------	------------	------------

n° tare	essai 1			n° tare	essai 2		
	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁		masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
A1	2125,6	1893,2	365,8				
teneur en eau (%) w				<u>COMMENTAIRES</u>			
moyenne	essai 1	essai 2					
15,2	15,2						

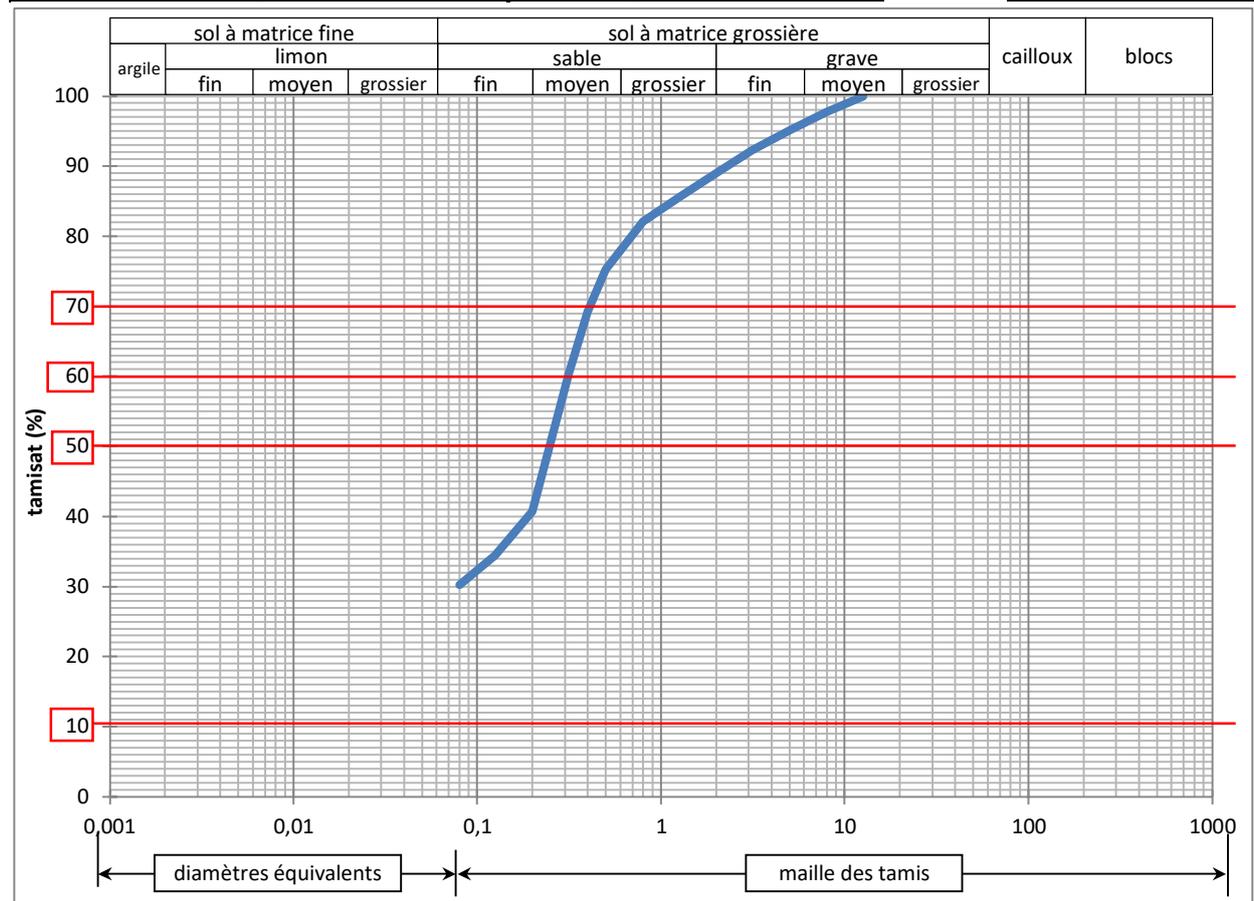
CHANTIER		POSTE SOURCE		
LIEU		03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		22PG0070Aa		
PM8 sondage	ER échantillon	0,40	à	2,20 profondeurs (m)
description lithologique		sable argilo-limoneux marron à quelques graviers fins		
Date prélèvement		14/03/2023		

ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE

Norme NFP-94-056

Température d'étuvage	105°C	opérateur	N RICHER	date essai	17/05/2023
-----------------------	-------	-----------	----------	------------	------------

w_{nat}	15,2%	NFP 94-050	D_{max}	4,933 mm	classification NFP 11-300
w_L	—	NFP 94-052 & NFP 94-051	D_{70}	0,413 mm	
I_p	—		D_{60}	0,312 mm	B6
VB_s	1,8	NFP 94-068	D_{50}	0,254 mm	
passant à 2mm	89,0%		D_{15}	—	classe/sous classe état hydrique
passant à 80 µm	30,3%		D_{10}	—	d_m (mm) 12,5



diamètre d (mm)	passant (%)								
100		20		0,8	82,07				
80		12,5	100,00	0,5	75,22				
63		8	97,80	0,4	69,20				
50		5	95,10	0,315	60,46				
40		3,15	92,25	0,2	40,70				
31,5		2	89,02	0,125	34,41				
25		1,25	85,53	0,08	30,30				

CHANTIER	POSTE SOURCE		
LIEU	03 - VARENNES SUR ALLIER		
CLIENT	ENEDIS		
N° DOSSIER	22PG0070Aa		
PM8 <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	0,40	à 2,20 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique sable argilo-limoneux marron à quelques graviers fins			
<i>Date prélèvement</i>		14/03/2023	
ESSAI AU BLEU DE METHYLENE <i>Norme NFP-94-068</i>			

opérateur	H MORIEUX	date essai	22/05/2023
-----------	-----------	------------	------------

w_{nat}	15,2%	<i>NF P 94-050</i>
-----------	--------------	--------------------

masse de sol sec utilisé (g)	Elts < 5 mm dans la fraction 0/50 mm (%)	Volume de solution utilisée (ml)	V.B.S. 1,8
92,147	95,10	175	

Remarque

ESSAI DE PERMEABILITE NASBERG

SD1

2 m



données & mesures - norme NF P 94-132

désignation du forage : profondeur du milieu de la cavité

référence document qualité

document(s) qualité associé(s)

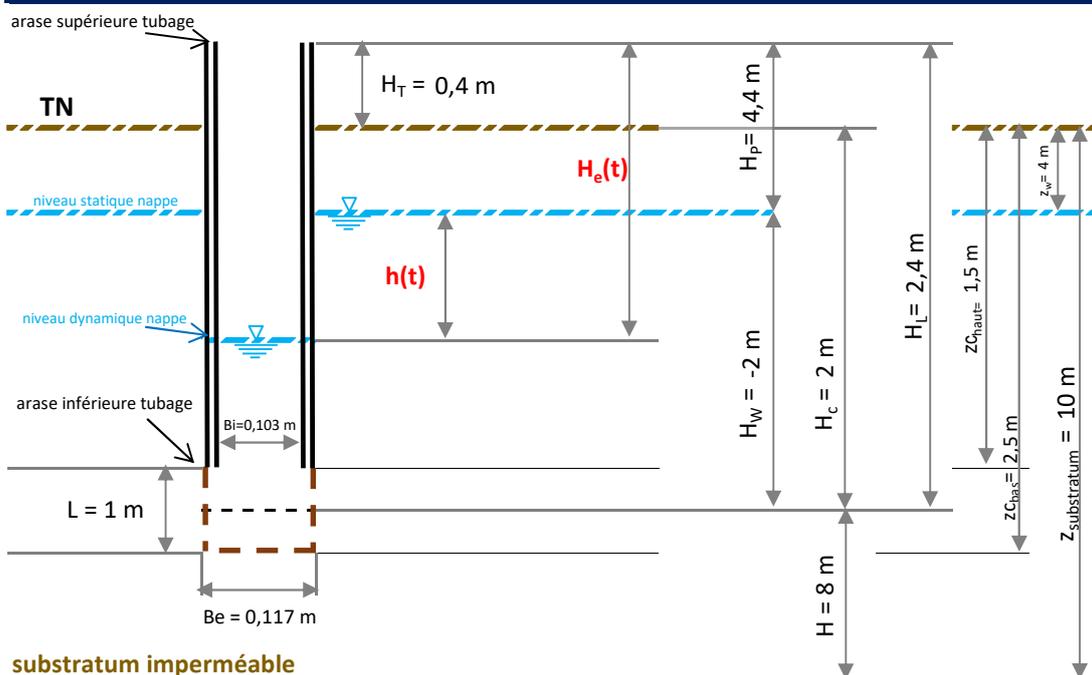
projet	Poste source	équipe	SOCO 35 n°8
ville(s)/dépt(s)	VARENNES SUR ALLIER (02)	opérateur	ACI
client	ENEDIS	date essai	23-nov-22
n° dossier	22PG070Aa	pompage/injection	injection

case grisée = formule de calcul automatique

case rouge = valeur incohérente

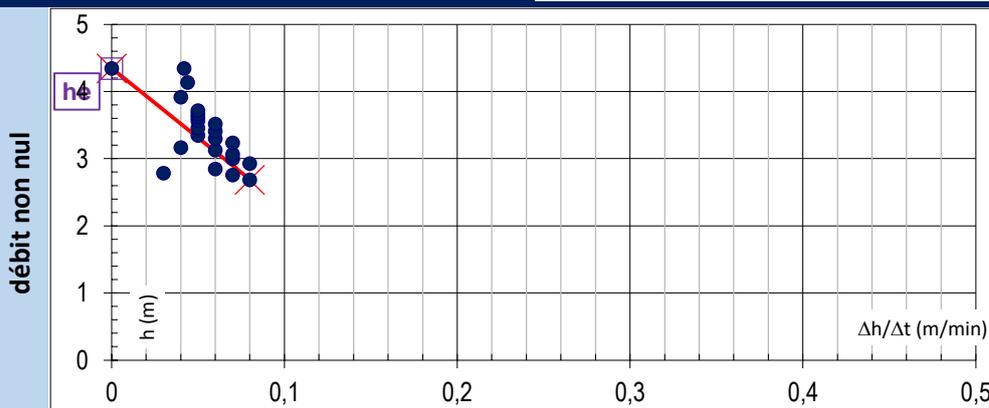
DONNEES DE L'ESSAI					
rubrique	paramètre	notation	valeur	unité	
PROFONDEURS PAR RAPPORT AU TN	profondeur haut cavité (=bas tubage)	$z_{C\ haut}$	1,50	m	
	profondeur bas cavité	$z_{C\ bas}$	2,50	m	
	profondeur essai (milieu cavité)	H_c	2,00	m	
	profondeur nappe	z_w	4,00	m	
	profondeur substratum étanche	$z_{substratum}$	10,00	m	
HAUTEURS	hauteur tubage au dessus du TN	H_T	0,40	m	
	profondeur milieu cavité/arase tubage	H_L	2,40	m	
	profondeur nappe/arase tubage	H_p	4,40	m	
	hauteur entre nappe et milieu cavité	H_w	-2,00	m	
	hauteur entre milieu cavité et substratum	H	8,00	m	
DIAMETRES & SECTION TUBAGE	diamètre extérieur tubage	B_e	0,117	m	
	diamètre intérieur tubage	B_i	0,103	m	
	section intérieure du tubage	S	8,3E-03	m ²	
GEOMETRIE CAVITE & POSITION PAR RAPPORT AUX LIMITES DE L'AQUIFERE	diamètre	B	0,064	m	
	hauteur	L	1,00	m	
	élançement	$c=L/B$	15,63	sd	
	facteur de forme	configuration nappe $H > H_w$	cavité éloignée des limites de l'aquifère		
		cas suggéré b cas choisi			
	d'une cavité éloignée des limites de l'aquifère	m_0	28,52	sd	
	en fonction des limites de l'aquifère	m	28,52	sd	
APPORT/PRELEVEMENT	débit par injection		0,6	m ³ /h	
			1,7E-04	m ³ /s	

MESURES			
injection		arrêt injection	
t min	H_e m	t min	H_e m
0	1,81	0,5	0,09
1	1,79	1	0,21
2	1,71	2	0,37
3	1,64	3	0,50
4	1,61	4	0,62
5	1,55	5	0,68
6	1,47	6	0,75
7	1,4	7	0,80
8	1,33	8	0,83
9	1,27	9	0,92
10	1,23	10	0,96
11	1,16	11	0,99
12	1,1	12	1,03
13	1,05	13	1,06
14	0,99	14	1,09
15	0,94	15	1,11
16	0,88	16	1,14
17	0,83	17	1,16
18	0,78	18	1,19
19	0,73	19	1,22
20	0,68	20	1,24
25	0,48	21	1,32
30	0,26	22	1,41
35	0,05	23	1,48
40	0,05	24	1,51
45		25	1,53
50		26	1,56
55		27	1,63
60		28	1,70
niveau stabilisé H_e (m)		29	1,76
0,05		30	1,81
		40	
		50	
		60	



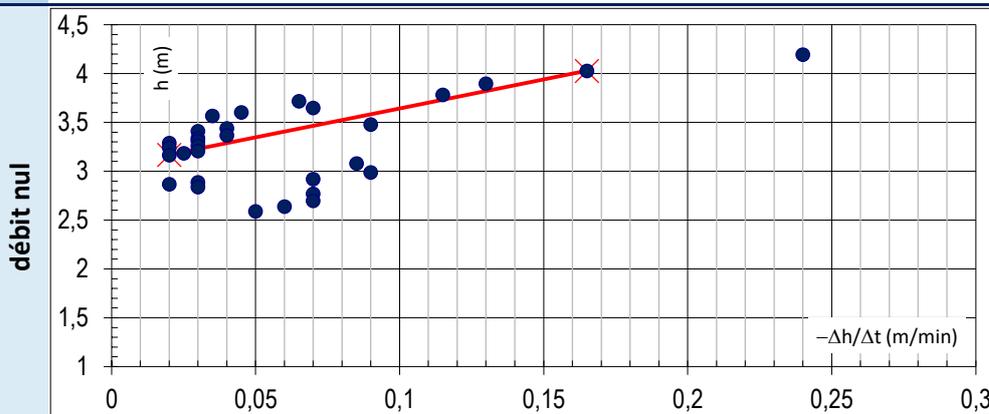
PHASE D'ESSAI A REGIME PERMANENT

2,1E-05 m/s



régime transitoire, terrain perméable, débit non nul - calcul à partir de l'équation différentielle

3,7E-06 m/s



régime transitoire, terrain perméable, débit nul - calcul à partir de l'équation différentielle

1,3E-05 m/s

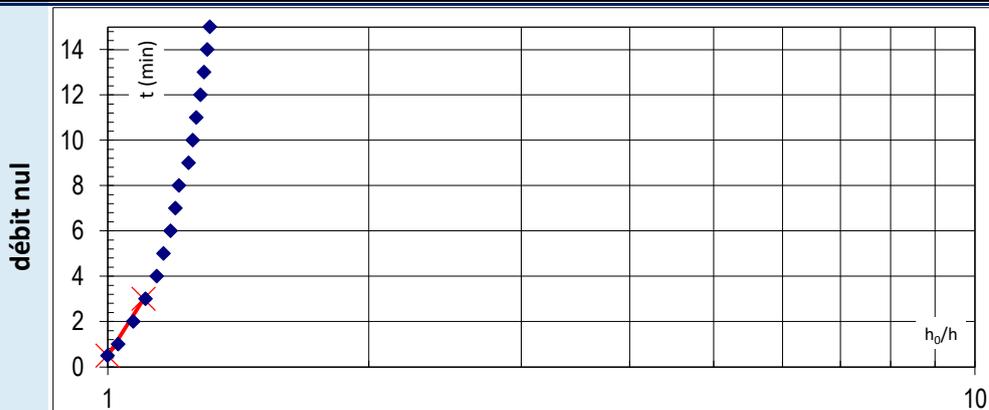
PHASE TRANSITOIRE DE L'ESSAI

TERRAIN PERMEABLE ($k \geq 10^{-5}$ m/s)

EQUATION DIFFERENTIELLE

SOLUTION DE L'EQUATION DIFFERENTIELLE

ESSAI INEXPLOITABLE



régime transitoire, terrain perméable, débit nul - calcul à partir de la solution de l'équation différentielle

2,9E-06 m/s

TERRAIN PEU PERMEABLE ($k < 10^{-5}$ m/s)
prise en compte compressibilité du sol

légende des graphiques ●●●●● points expérimentaux courbe théorique ajustée

ESSAI DE PERMEABILITE NASBERG

SD2

3 m



données & mesures - norme NF P 94-132

désignation du forage profondeur du milieu de la cavité

référence document qualité

document(s) qualité associé(s)

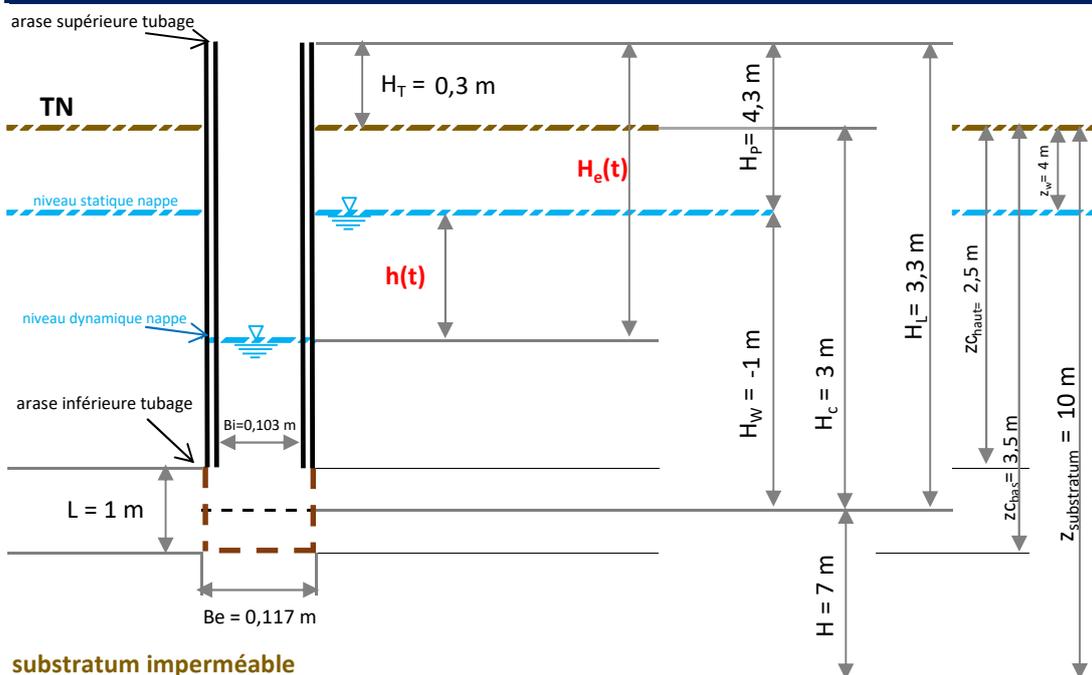
projet	Poste source	équipe	SOCO 35 n°8
ville(s)/dépt(s)	VARENNES SUR ALLIER (02)	opérateur	ACI
client	ENEDIS	date essai	23-nov-22
n° dossier	22PG070Aa	pompage/injection	injection

case grisée = formule de calcul automatique

case rouge = valeur incohérente

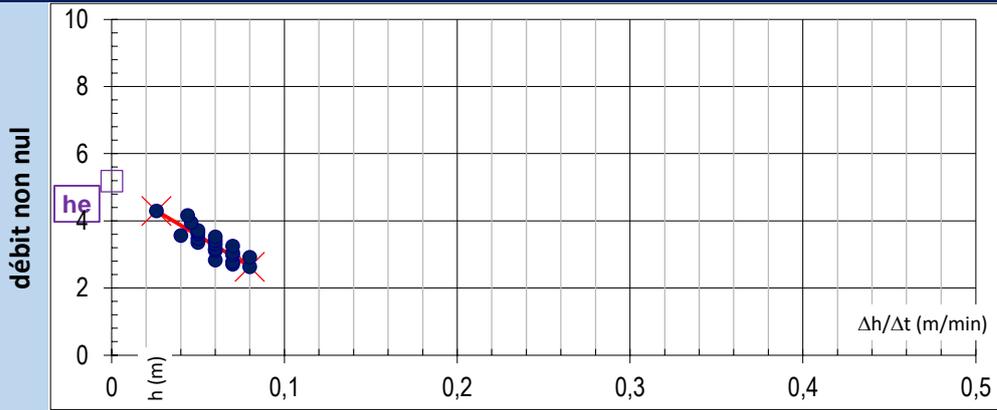
DONNEES DE L'ESSAI					
rubrique	paramètre	notation	valeur	unité	
PROFONDEURS PAR RAPPORT AU TN	profondeur haut cavité (=bas tubage)	$z_{C\ haut}$	2,50	m	
	profondeur bas cavité	$z_{C\ bas}$	3,50	m	
	profondeur essai (milieu cavité)	H_c	3,00	m	
	profondeur nappe	z_w	4,00	m	
	profondeur substratum étanche	$z_{substratum}$	10,00	m	
HAUTEURS	hauteur tubage au dessus du TN	H_T	0,30	m	
	profondeur milieu cavité/arase tubage	H_L	3,30	m	
	profondeur nappe/arase tubage	H_p	4,30	m	
	hauteur entre nappe et milieu cavité	H_w	-1,00	m	
	hauteur entre milieu cavité et substratum	H	7,00	m	
DIAMETRES & SECTION TUBAGE	diamètre extérieur tubage	B_e	0,117	m	
	diamètre intérieur tubage	B_i	0,103	m	
	section intérieure du tubage	S	8,3E-03	m ²	
GEOMETRIE CAVITE & POSITION PAR RAPPORT AUX LIMITES DE L'AQUIFERE	diamètre	B	0,064	m	
	hauteur	L	1,00	m	
	élanement	$c=L/B$	15,63	sd	
	facteur de forme	configuration nappe $H > H_w$	cavité éloignée des limites de l'aquifère		
		cas suggéré b cas choisi			
	d'une cavité éloignée des limites de l'aquifère	m_0	28,52	sd	
	en fonction des limites de l'aquifère	m	28,52	sd	
APPORT/PRELEVEMENT	débit par injection		0,84	m ³ /h	
			2,3E-04	m ³ /s	

MESURES			
injection		arrêt injection	
t min	H_e m	t min	H_e m
0	1,76	0,5	0,07
1	1,74	1	0,19
2	1,66	2	0,36
3	1,59	3	0,49
4	1,52	4	0,60
5	1,46	5	0,67
6	1,38	6	0,74
7	1,31	7	0,78
8	1,24	8	0,81
9	1,18	9	0,89
10	1,12	10	0,92
11	1,05	11	0,95
12	0,99	12	0,99
13	0,94	13	1,02
14	0,88	14	1,04
15	0,83	15	1,07
16	0,77	16	1,09
17	0,73	17	1,12
18	0,68	18	1,15
19	0,63	19	1,17
20	0,58	20	1,19
25	0,35	21	1,27
30	0,13	22	1,36
35	0	23	1,43
40		24	1,51
45		25	1,58
50		26	1,65
55		27	1,71
60		28	1,76
niveau stabilisé H_e (m)		29	
		30	
		40	
		50	
		60	



PHASE D'ESSAI A REGIME PERMANENT

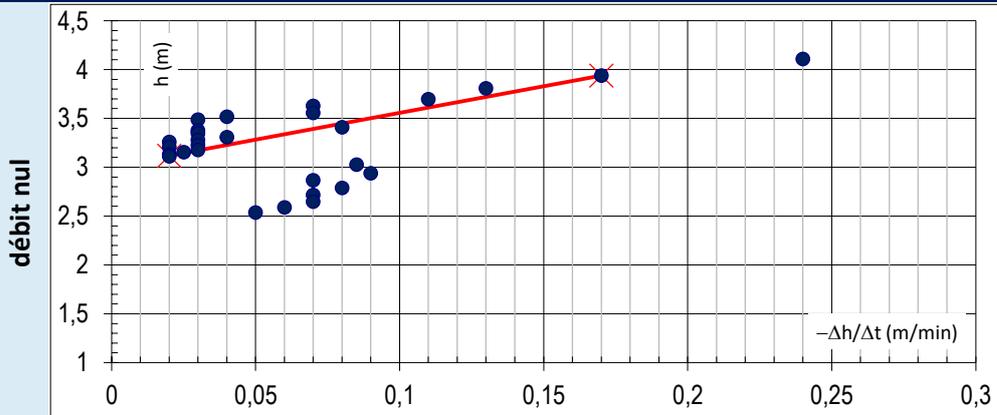
EQUATION DIFFERENTIELLE



régime transitoire, terrain perméable, débit non nul - calcul à partir de l'équation différentielle

2,5E-06 m/s

EQUATION DIFFERENTIELLE

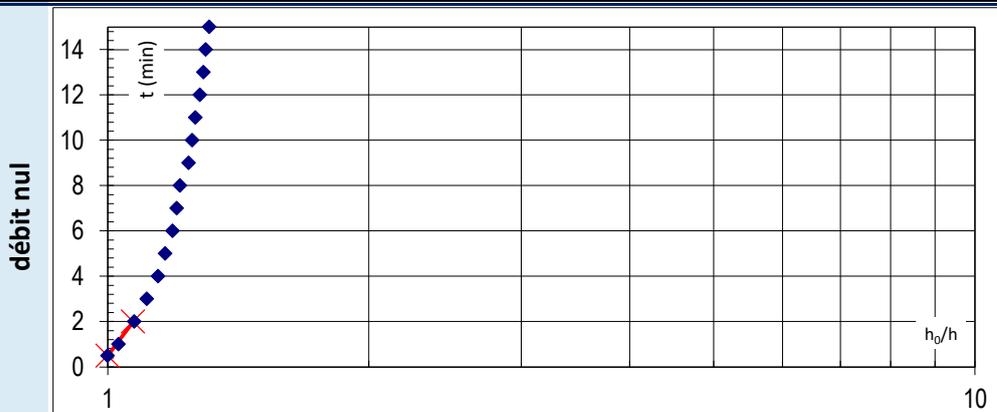


régime transitoire, terrain perméable, débit nul - calcul à partir de l'équation différentielle

1,4E-05 m/s

ESSAI INEXPLOITABLE

SOLUTION DE L'EQUATION DIFFERENTIELLE



régime transitoire, terrain perméable, débit nul - calcul à partir de la solution de l'équation différentielle

3,4E-06 m/s

TERRAIN PEU PERMEABLE ($k < 10^{-5}$ m/s)
prise en compte compressibilité du sol

légende des graphiques ●●●●● points expérimentaux courbe théorique ajustée

ESSAI DE PERMEABILITE NASBERG

SD3

2 m



données & mesures - norme NF P 94-132

désignation du forage profondeur du milieu de la cavité

référence document qualité

document(s) qualité associé(s)

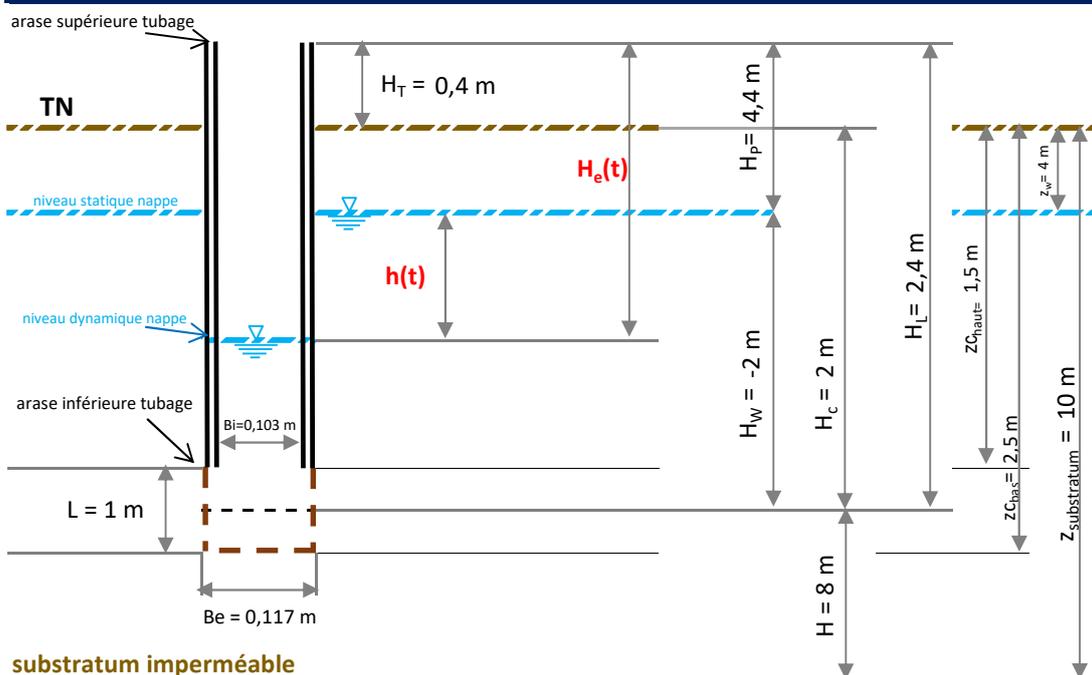
projet	Poste source	équipe	SOCO 35 n°8
ville(s)/dépt(s)	VARENNES SUR ALLIER (02)	opérateur	ACI
client	ENEDIS	date essai	23-nov-22
n° dossier	22PG070Aa	pompage/injection	injection

case grisée = formule de calcul automatique

case rouge = valeur incohérente

DONNEES DE L'ESSAI					
rubrique	paramètre	notation	valeur	unité	
PROFONDEURS PAR RAPPORT AU TN	profondeur haut cavité (=bas tubage)	$z_{C\ haut}$	1,50	m	
	profondeur bas cavité	$z_{C\ bas}$	2,50	m	
	profondeur essai (milieu cavité)	H_c	2,00	m	
	profondeur nappe	z_w	4,00	m	
	profondeur substratum étanche	$z_{substratum}$	10,00	m	
HAUTEURS	hauteur tubage au dessus du TN	H_T	0,40	m	
	profondeur milieu cavité/arase tubage	H_L	2,40	m	
	profondeur nappe/arase tubage	H_p	4,40	m	
	hauteur entre nappe et milieu cavité	H_w	-2,00	m	
	hauteur entre milieu cavité et substratum	H	8,00	m	
DIAMETRES & SECTION TUBAGE	diamètre extérieur tubage	B_e	0,117	m	
	diamètre intérieur tubage	B_i	0,103	m	
	section intérieure du tubage	S	8,3E-03	m ²	
GEOMETRIE CAVITE & POSITION PAR RAPPORT AUX LIMITES DE L'AQUIFERE	diamètre	B	0,064	m	
	hauteur	L	1,00	m	
	élançement	$c=L/B$	15,63	sd	
	facteur de forme	configuration nappe $H > H_w$	cavité éloignée des limites de l'aquifère		
		cas suggéré b cas choisi			
	d'une cavité éloignée des limites de l'aquifère	m_0	28,52	sd	
	en fonction des limites de l'aquifère	m	28,52	sd	
APPORT/PRELEVEMENT	débit par injection	Q_a	0,108	m ³ /h	
			3,0E-05	m ³ /s	

MESURES			
injection		arrêt injection	
t min	H_e m	t min	H_e m
0	0,95	0,5	0,02
1	0,89	1	0,03
2	0,76	2	0,04
3	0,65	3	0,05
4	0,51	4	0,06
5	0,37	5	0,06
6	0,25	6	0,07
7	0,004	7	0,07
8	0	8	0,08
9		9	0,08
10		10	0,09
11		11	0,13
12		12	0,14
13		13	0,17
14		14	0,21
15		15	0,25
16		16	0,28
17		17	0,30
18		18	0,32
19		19	0,34
20		20	0,36
25		21	0,43
30		22	0,52
35		23	0,61
40		24	0,68
45		25	0,75
50		26	0,81
55		27	0,88
60		28	0,95
niveau stabilisé H_e (m)		29	
		30	
		40	
		50	
		60	



ESSAI DE PERMEABILITE LEFRANC

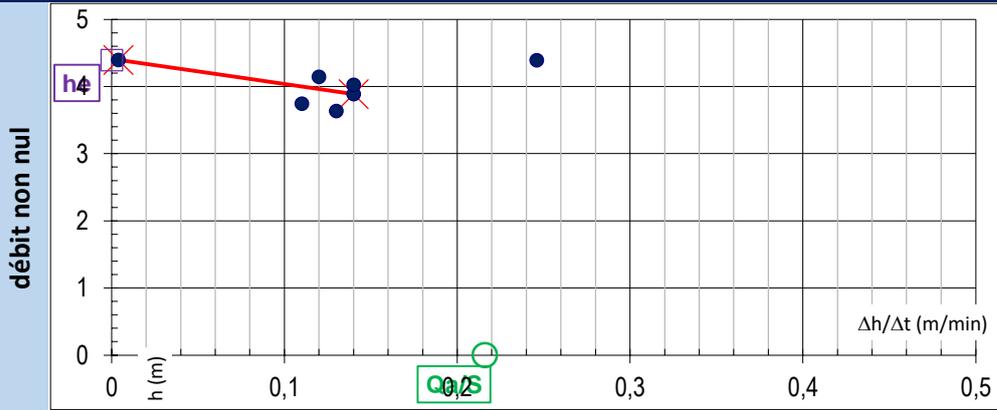
exploitation des mesures, interprétation & résultats - norme NFP 94-132

SD3 - 2 m



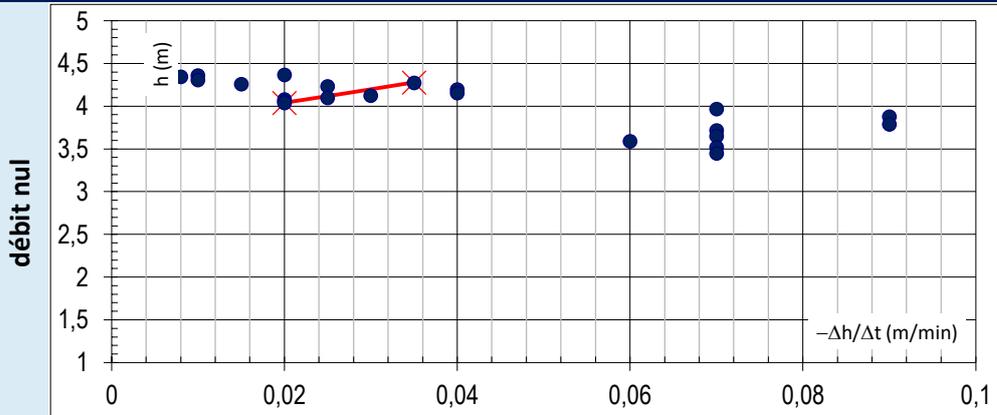
coefficient de perméabilité Lefranc k_L ↓

PHASE D'ESSAI A REGIME PERMANENT



régime transitoire, terrain perméable, débit non nul - calcul à partir de l'équation différentielle

3,7E-06 m/s



régime transitoire, terrain perméable, débit nul - calcul à partir de l'équation différentielle

4,8E-06 m/s

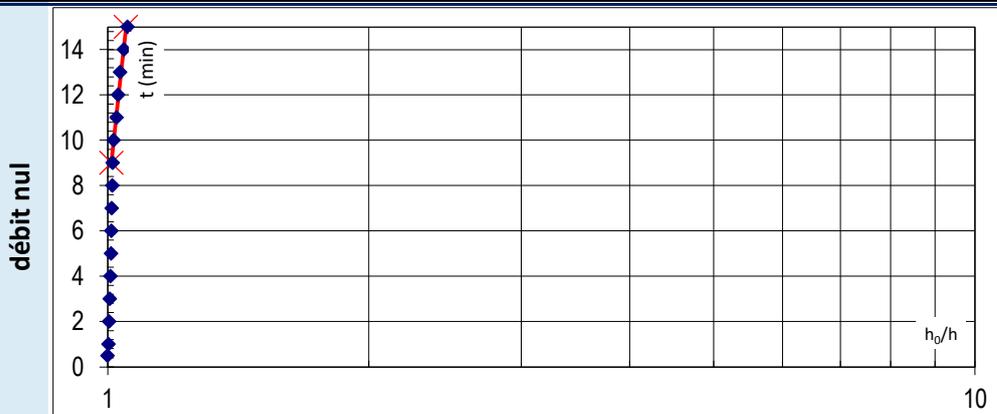
PHASE TRANSITOIRE DE L'ESSAI

TERRAIN PERMEABLE ($k \geq 10^{-5}$ m/s)

EQUATION DIFFERENTIELLE

SOLUTION DE L'EQUATION DIFFERENTIELLE

ESSAI INEXPLOITABLE



régime transitoire, terrain perméable, débit nul - calcul à partir de la solution de l'équation différentielle

4,9E-07 m/s

TERRAIN PEU PERMEABLE ($k < 10^{-5}$ m/s)
prise en compte compressibilité du sol

légende des graphiques ●●●●● points expérimentaux courbe théorique ajustée

ESSAI DE PERMEABILITE NASBERG

SD4

3 m



données & mesures - norme NF P 94-132

désignation du forage profondeur du milieu de la cavité

référence document qualité

document(s) qualité associé(s)

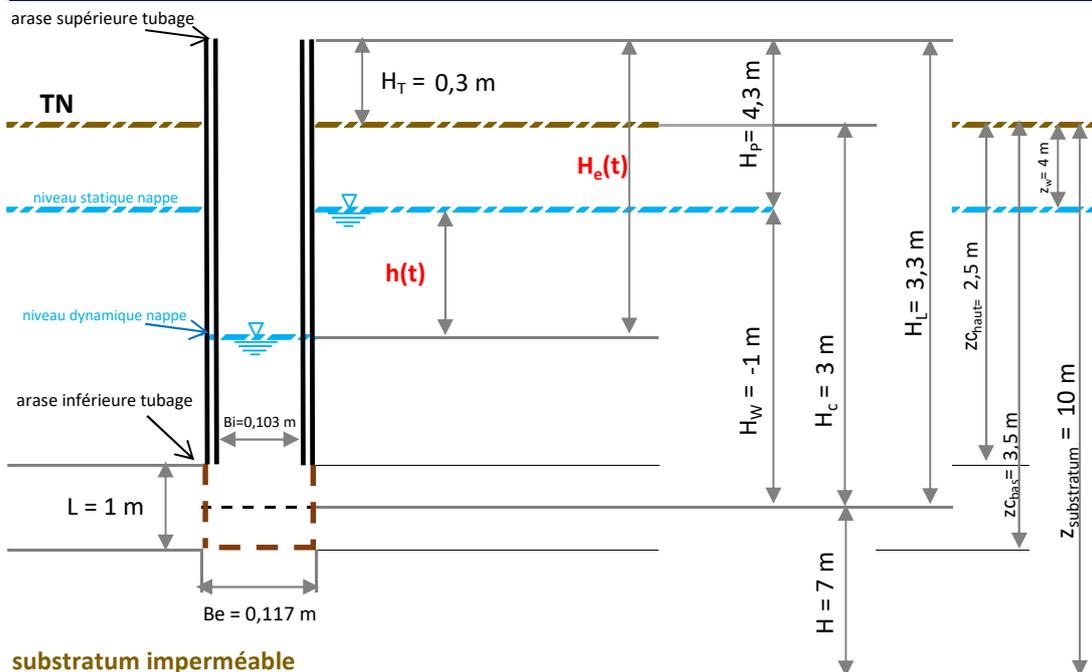
projet	Poste source	équipe	SOCO 35 n°8
ville(s)/dépt(s)	VARENNES SUR ALLIER (02)	opérateur	ACI
client	ENEDIS	date essai	23-nov-22
n° dossier	22PG070Aa	pompage/injection	injection

case grisée = formule de calcul automatique

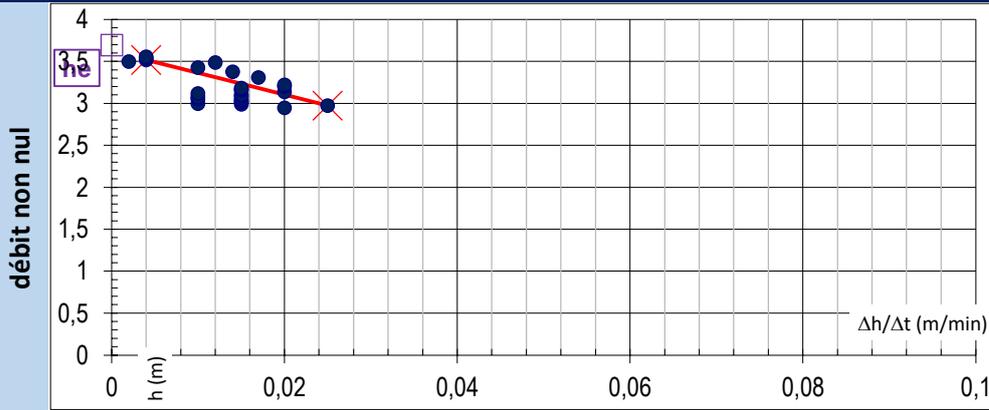
case rouge = valeur incohérente

DONNEES DE L'ESSAI					
rubrique	paramètre	notation	valeur	unité	
PROFONDEURS PAR RAPPORT AU TN	profondeur haut cavité (=bas tubage)	$z_{C\ haut}$	2,50	m	
	profondeur bas cavité	$z_{C\ bas}$	3,50	m	
	profondeur essai (milieu cavité)	H_c	3,00	m	
	profondeur nappe	z_w	4,00	m	
	profondeur substratum étanche	$z_{substratum}$	10,00	m	
HAUTEURS	hauteur tubage au dessus du TN	H_T	0,30	m	
	profondeur milieu cavité/arase tubage	H_L	3,30	m	
	profondeur nappe/arase tubage	H_p	4,30	m	
	hauteur entre nappe et milieu cavité	H_w	-1,00	m	
	hauteur entre milieu cavité et substratum	H	7,00	m	
DIAMETRES & SECTION TUBAGE	diamètre extérieur tubage	B_e	0,117	m	
	diamètre intérieur tubage	B_i	0,103	m	
	section intérieure du tubage	S	8,3E-03	m ²	
GEOMETRIE CAVITE & POSITION PAR RAPPORT AUX LIMITES DE L'AQUIFERE	diamètre	B	0,064	m	
	hauteur	L	1,00	m	
	élançement	$c=L/B$	15,63	sd	
	facteur de forme	configuration nappe $H > H_w$	cavité éloignée des limites de l'aquifère		
		cas suggéré b cas choisi			
	d'une cavité éloignée des limites de l'aquifère	m_0	28,52	sd	
	en fonction des limites de l'aquifère	m	28,52	sd	
APPORT/PRELEVEMENT	débit par injection	Q_a	0,216	m ³ /h	
			6,0E-05	m ³ /s	

MESURES			
injection		arrêt injection	
t min	H_e m	t min	H_e m
0		0,5	0,25
1	1,37	1	0,50
2	1,35	2	0,73
3	1,325	3	0,79
4	1,31	4	0,81
5	1,3	5	0,84
6	1,285	6	0,86
7	1,27	7	0,88
8	1,255	8	0,90
9	1,245	9	0,91
10	1,23	10	0,93
11	1,22	11	0,94
12	1,205	12	0,96
13	1,19	13	0,98
14	1,18	14	0,99
15	1,16	15	1,00
16	1,145	16	1,01
17	1,13	17	1,02
18	1,115	18	1,03
19	1,095	19	1,04
20	1,075	20	1,05
25	0,99	21	1,11
30	0,92	22	1,15
35	0,87	23	1,20
40	0,81	24	1,24
45	0,8	25	1,29
50	0,78	26	1,32
55	0,76	27	1,36
60	0,74	28	1,39
niveau stabilisé H_e (m)		29	
		30	
		40	
		50	
		60	

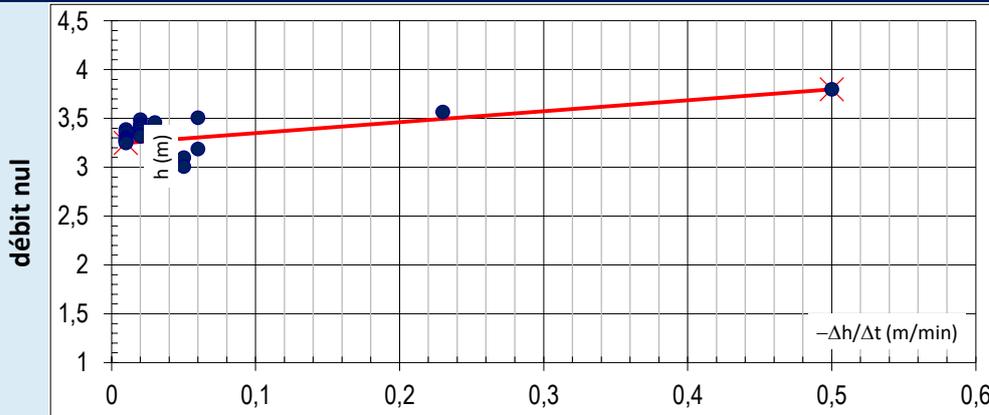


PHASE D'ESSAI A REGIME PERMANENT



régime transitoire, terrain perméable, débit non nul - calcul à partir de l'équation différentielle

2,9E-06 m/s



régime transitoire, terrain perméable, débit nul - calcul à partir de l'équation différentielle

6,8E-05 m/s

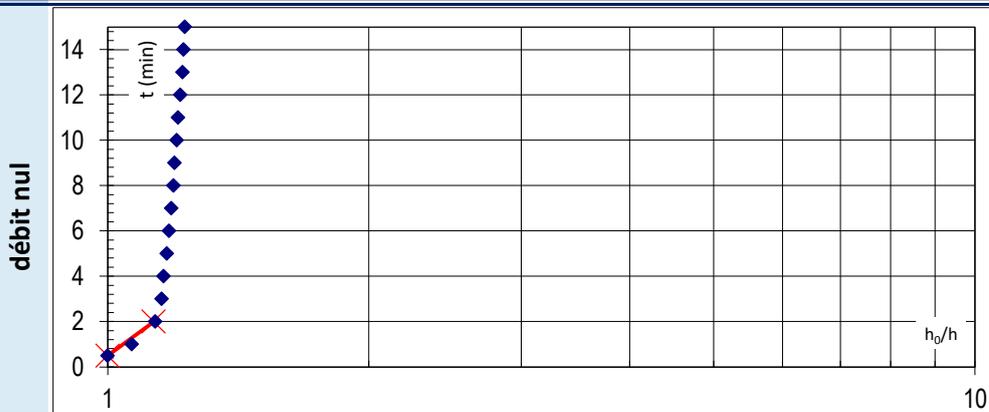
PHASE TRANSITOIRE DE L'ESSAI

TERRAIN PERMEABLE ($k \geq 10^{-5}$ m/s)

EQUATION DIFFERENTIELLE

SOLUTION DE L'EQUATION DIFFERENTIELLE

ESSAI INEXPLOITABLE



régime transitoire, terrain perméable, débit nul - calcul à partir de la solution de l'équation différentielle

6,2E-06 m/s

TERRAIN PEU PERMEABLE ($k < 10^{-5}$ m/s)
prise en compte compressibilité du sol

légende des graphiques ●●●●● points expérimentaux courbe théorique ajustée

A3 - RESULTATS DES CALCULS DE TASSEMENT SOUS RADIER

Données

Titre du projet : Poste de Varennes sur allier

Numéro d'affaire : 22pg070Aa

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Banc transformateur (Plaque n°4)

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	GNT		-1,65	2,00E04	0,30	0,000	0,000
2	sable limoneux		-1,90	7,40E03	0,30	0,000	0,000
3	sable limoneux à graviers		-3,50	3,26E04	0,30	0,000	0,000
4	graviers, galets et blocs à matrice sableuse		-10,00	1,55E05	0,30	0,000	0,000

Poids volumique du sol au dessus de la base de la plaque (kN/m3) : 0,00

Rapport Eur/E0 (sans unité) : 3,000

Plaque - Rectangle

N°	E	v	e	zbase	X	Y	B	L	θ
1	1,00E07	0,20	0,30	-1,25	0,00	0,00	7,00	8,50	0,0

Surcharge répartie - Rectangle

N°	Q	X	Y	B	L	θ
1	18,40	0,00	0,00	7,00	8,50	0,0

Pas maximal (m) : 0,39

Utiliser un maillage rectangulaire si possible : Oui

Lisser les moments dans les coupes de résultats : Non

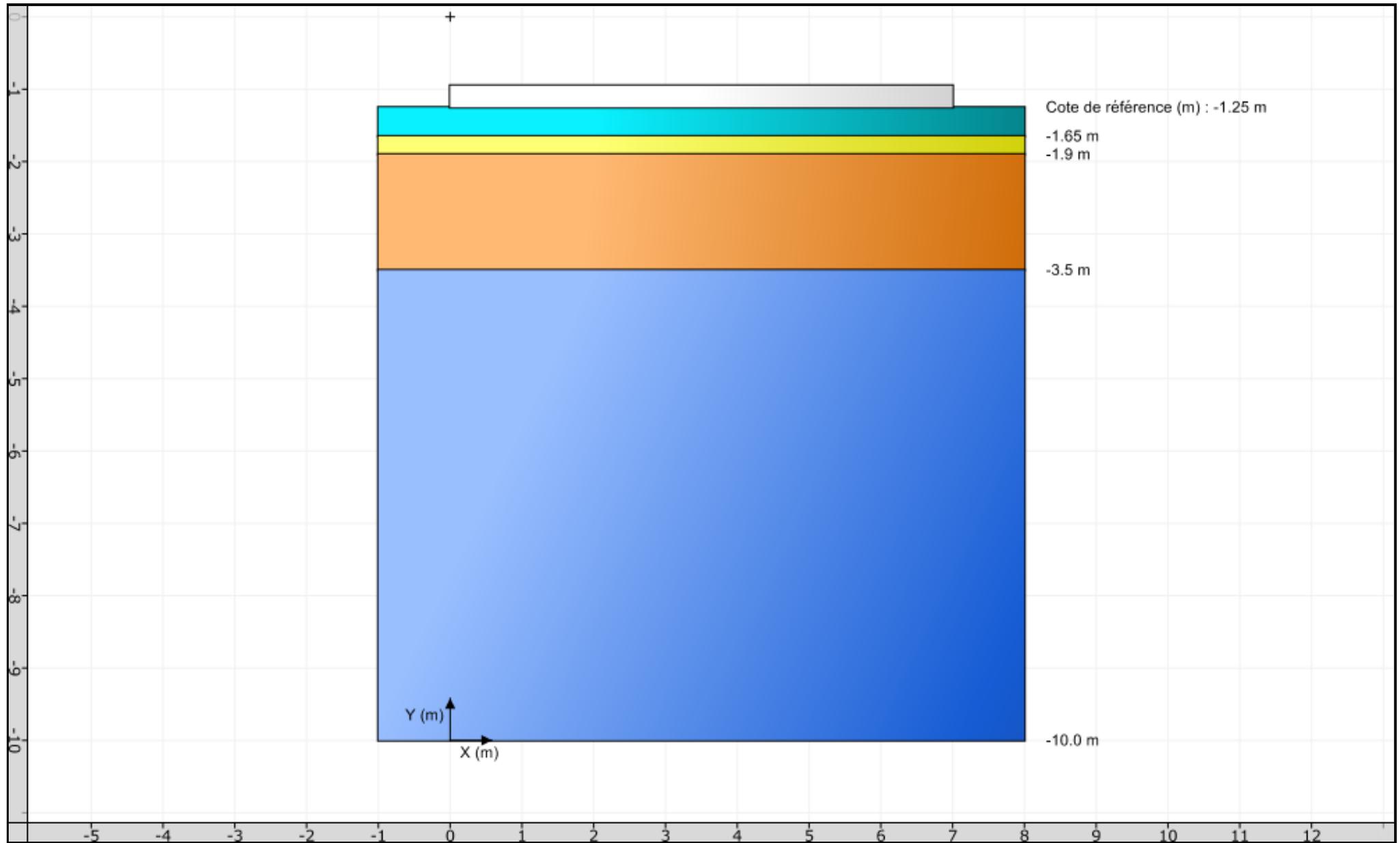


FoXta v4
v4.1.13

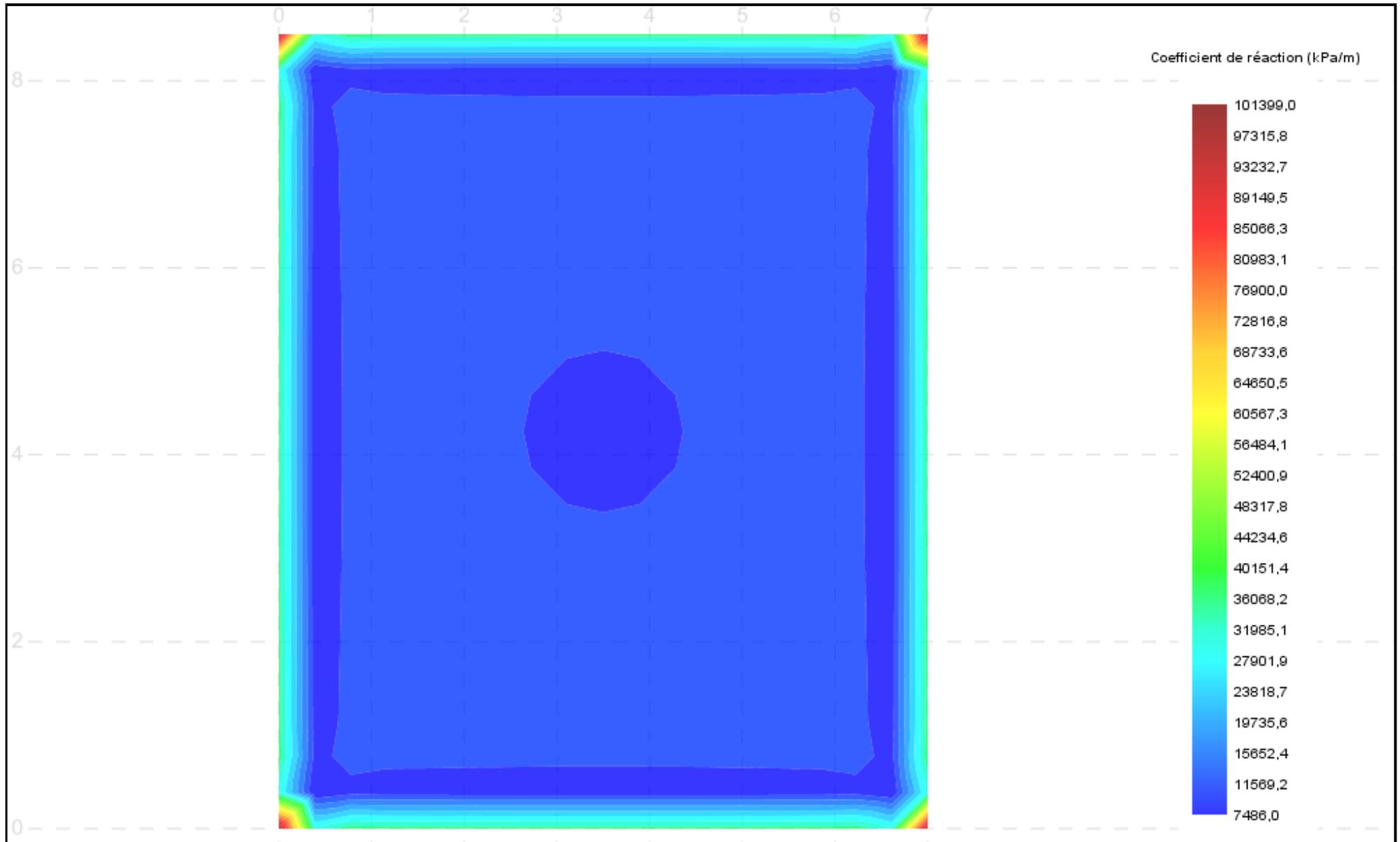
Imprimé le : 30/06/2023 - 10:16:53
Calcul réalisé par : ABO ERG GEOTECHNIQUE

Projet : poste de Varennes
Module : Tasplaq (Plaque 4/5)
Titre du calcul : Banc transformateur

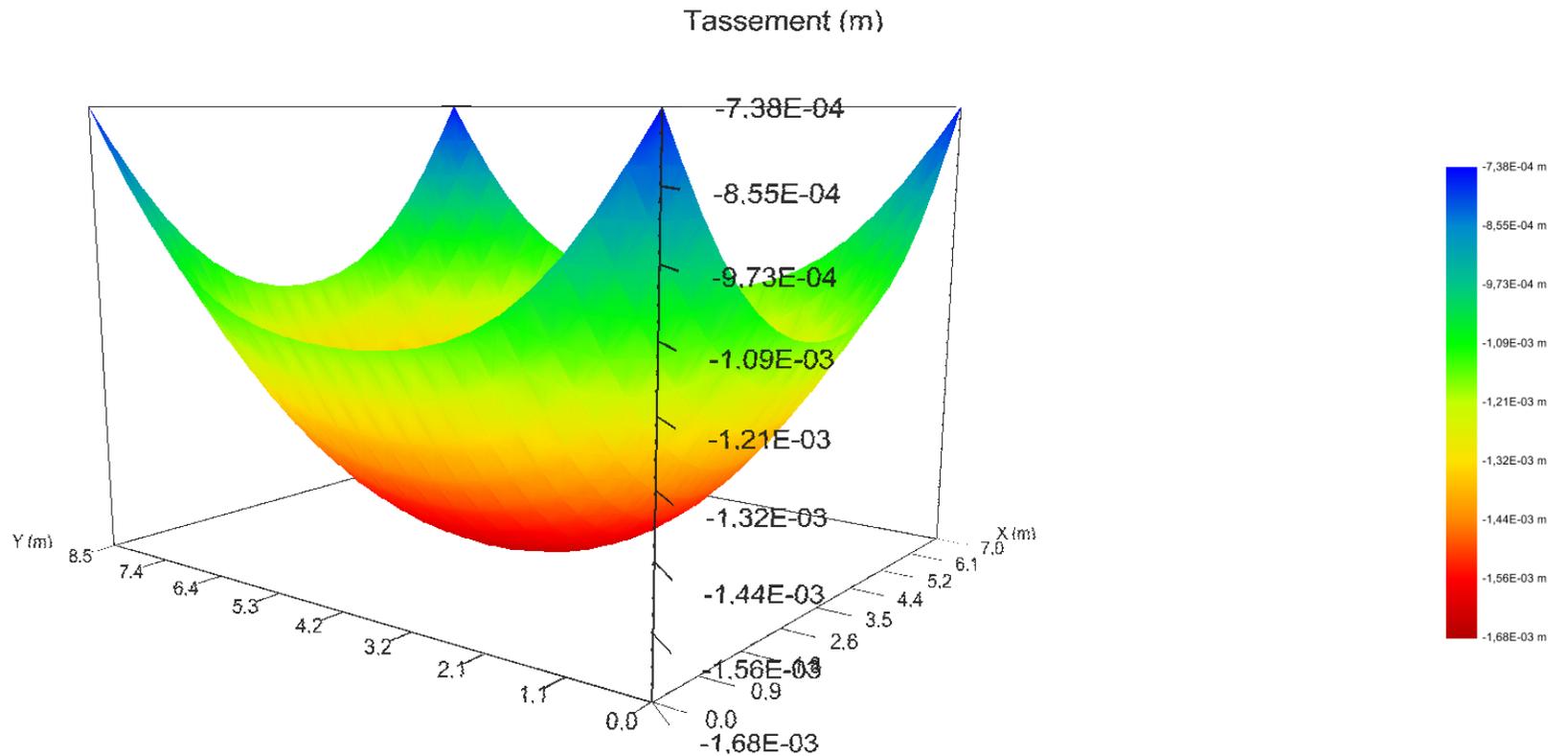
Onglet "Données des couches"



Isovaleurs / Coefficient de réaction



Graphique 3D / Tassement du sol



Données

Titre du projet : Poste de Varennes sur allier

Numéro d'affaire : 22pg070Aa

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Bâtiment HTA (Plaque n°3)

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	GNT		-2,80	2,00E04	0,30	0,000	0,000
2	sabe légèrement limoneux à graviers et galets		-10,00	3,11E04	0,30	0,000	0,000

Poids volumique du sol au dessus de la base de la plaque (kN/m3) : 0,00

Rapport Eur/E0 (sans unité) : 3,000

Plaque - Rectangle

N°	E	v	e	zbase	X	Y	B	L	θ
1	1,00E07	0,20	0,30	-2,40	0,00	0,00	4,10	8,70	0,0

Surcharge répartie - Rectangle

N°	Q	X	Y	B	L	θ
1	20,00	0,00	0,00	4,10	8,70	0,0

Pas maximal (m) : 0,30

Utiliser un maillage rectangulaire si possible : Oui

Lisser les moments dans les coupes de résultats : Non

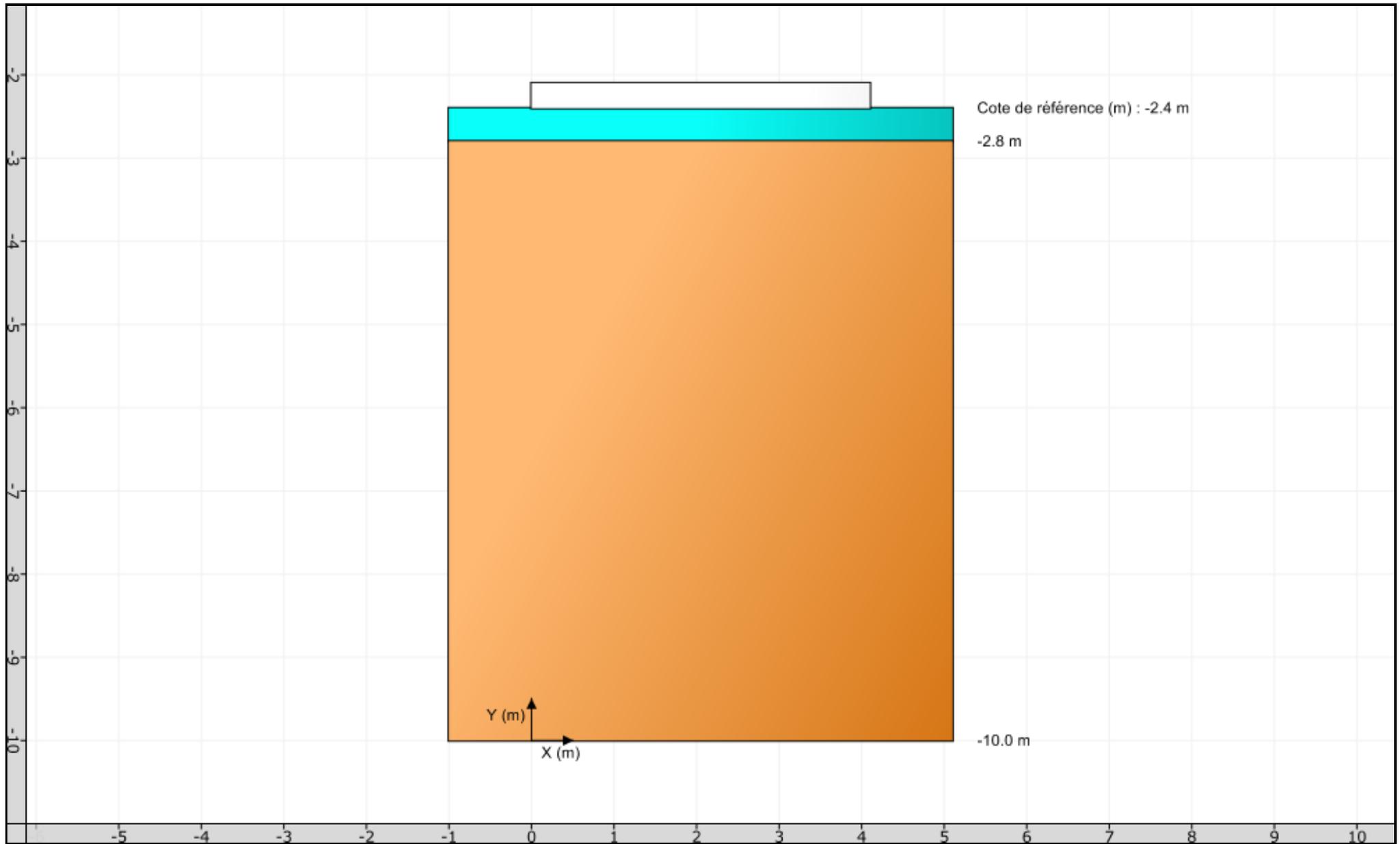


FoXta v4
v4.1.13

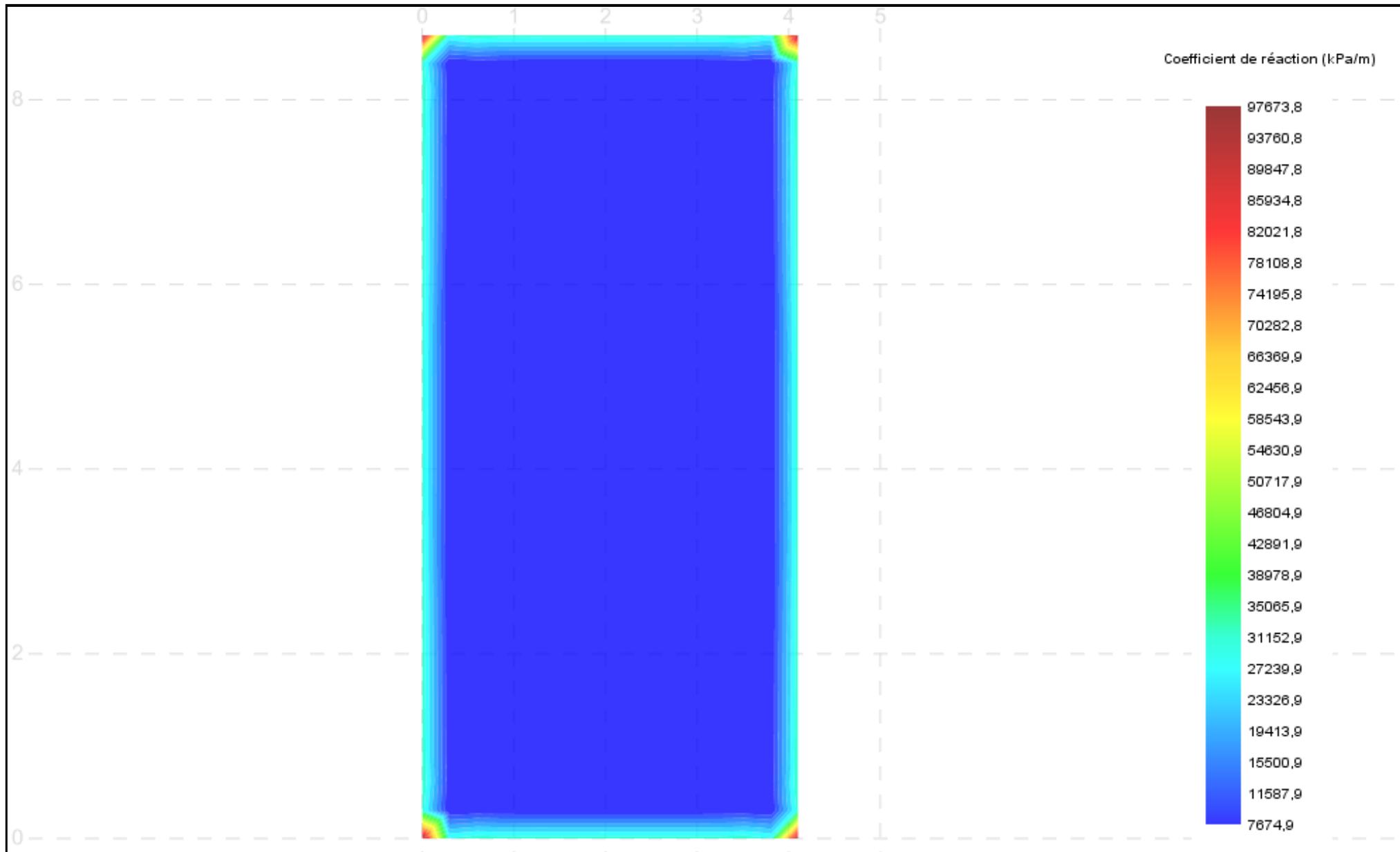
Imprimé le : 16/06/2023 - 08:46:04
Calcul réalisé par : ABO ERG GEOTECHNIQUE

Projet : poste de Varennes
Module : Tasplaq (Plaque 3/5)
Titre du calcul : Bâtiment HTA

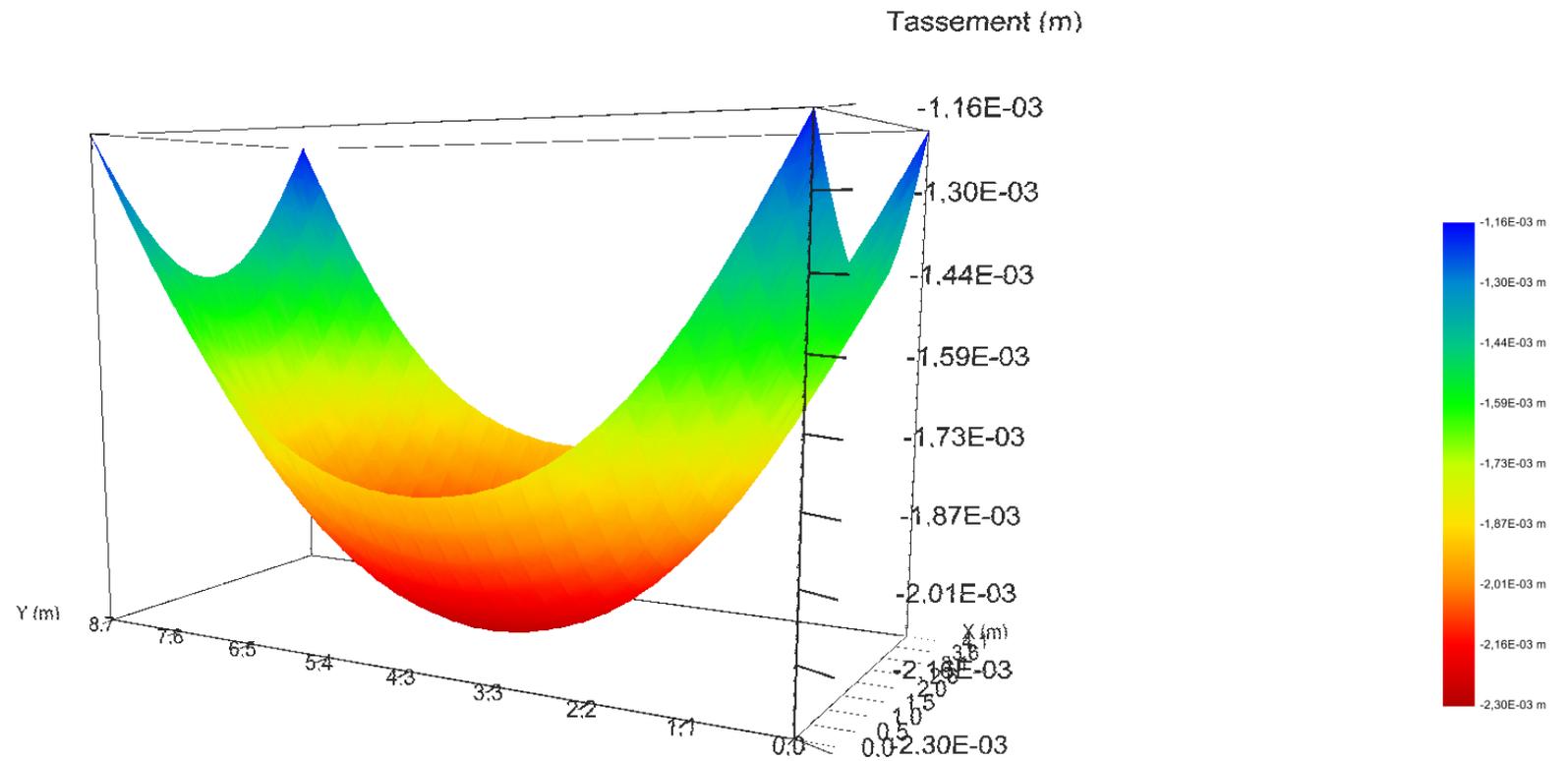
Onglet "Données des couches"



Isovaleurs / Coefficient de réaction



Graphique 3D / Tassement du sol



Données

Titre du projet : Poste de Varennes sur allier

Numéro d'affaire : 22pg070Aa

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Fosse déportée (emplacement n°1) (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	GNT		-3,20	2,00E04	0,30	0,000	0,000
2	graviers, galets et blocs à matrice sableuse		-10,00	1,55E05	0,30	0,000	0,000

Poids volumique du sol au dessus de la base de la plaque (kN/m3) : 0,00

Rapport Eur/E0 (sans unité) : 3,000

Plaque - Rectangle

N°	E	v	e	zbase	X	Y	B	L	θ
1	1,00E07	0,20	0,30	-2,80	0,00	0,00	3,65	8,75	0,0

Surcharge répartie - Rectangle

N°	Q	X	Y	B	L	θ
1	38,50	0,00	0,00	3,65	8,75	0,0

Pas maximal (m) : 0,28

Utiliser un maillage rectangulaire si possible : Oui

Lisser les moments dans les coupes de résultats : Non

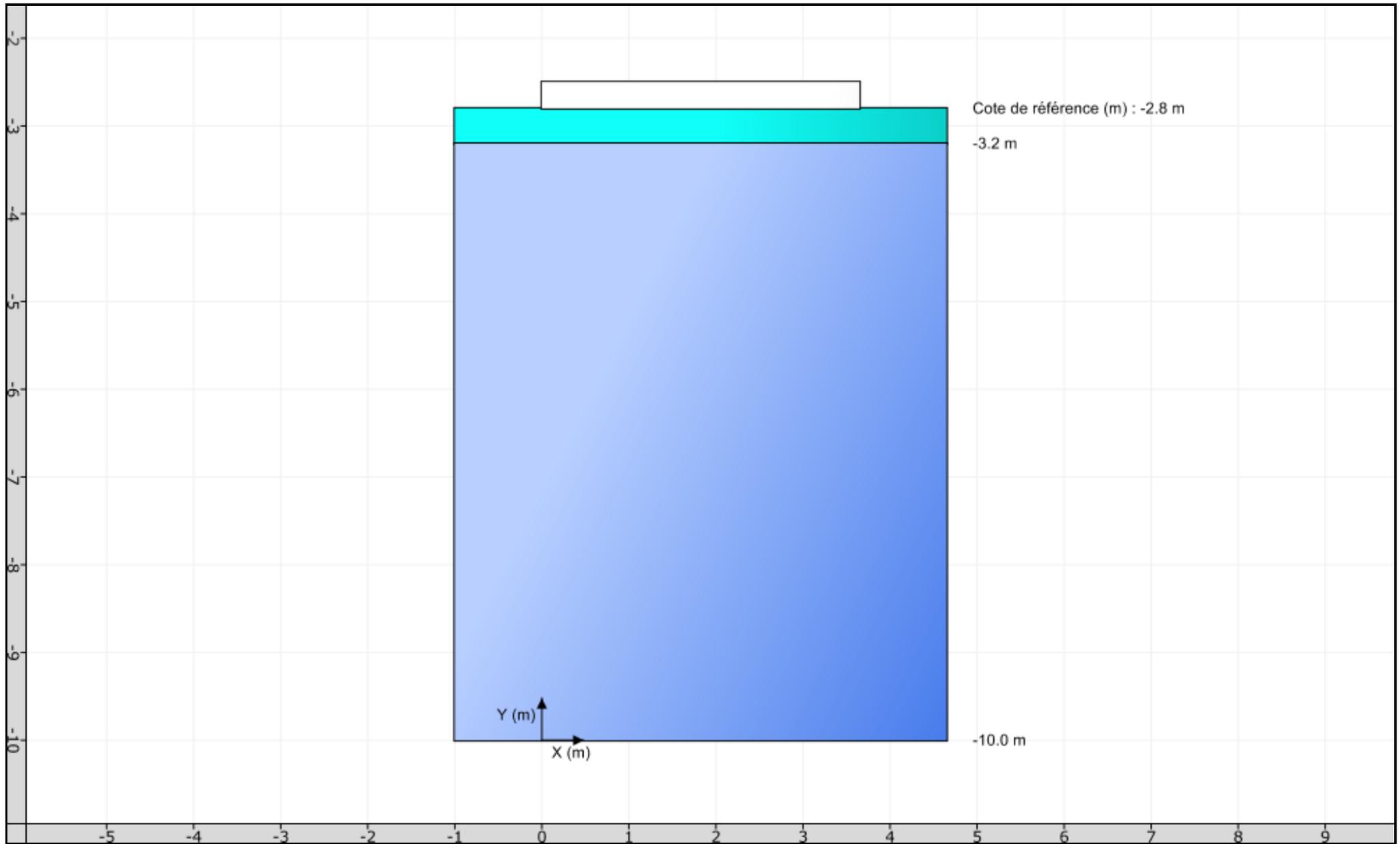


FoXta v4
v4.1.13

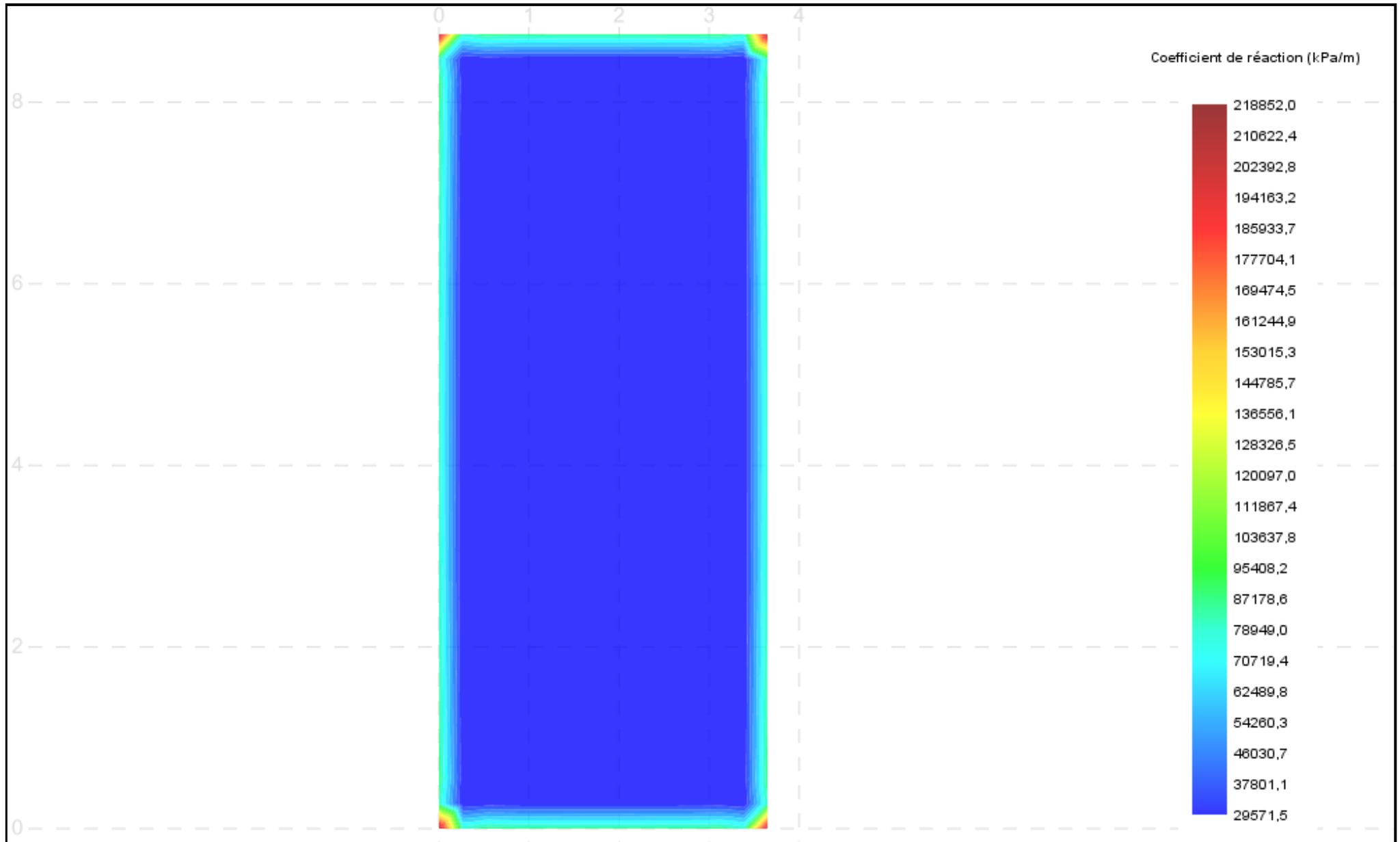
Imprimé le : 30/06/2023 - 10:15:47
Calcul réalisé par : ABO ERG GEOTECHNIQUE

Projet : poste de Varennes
Module : Tasplaq (Plaque 1/5)
Titre du calcul : Fosse déportée (emplacement n°1)

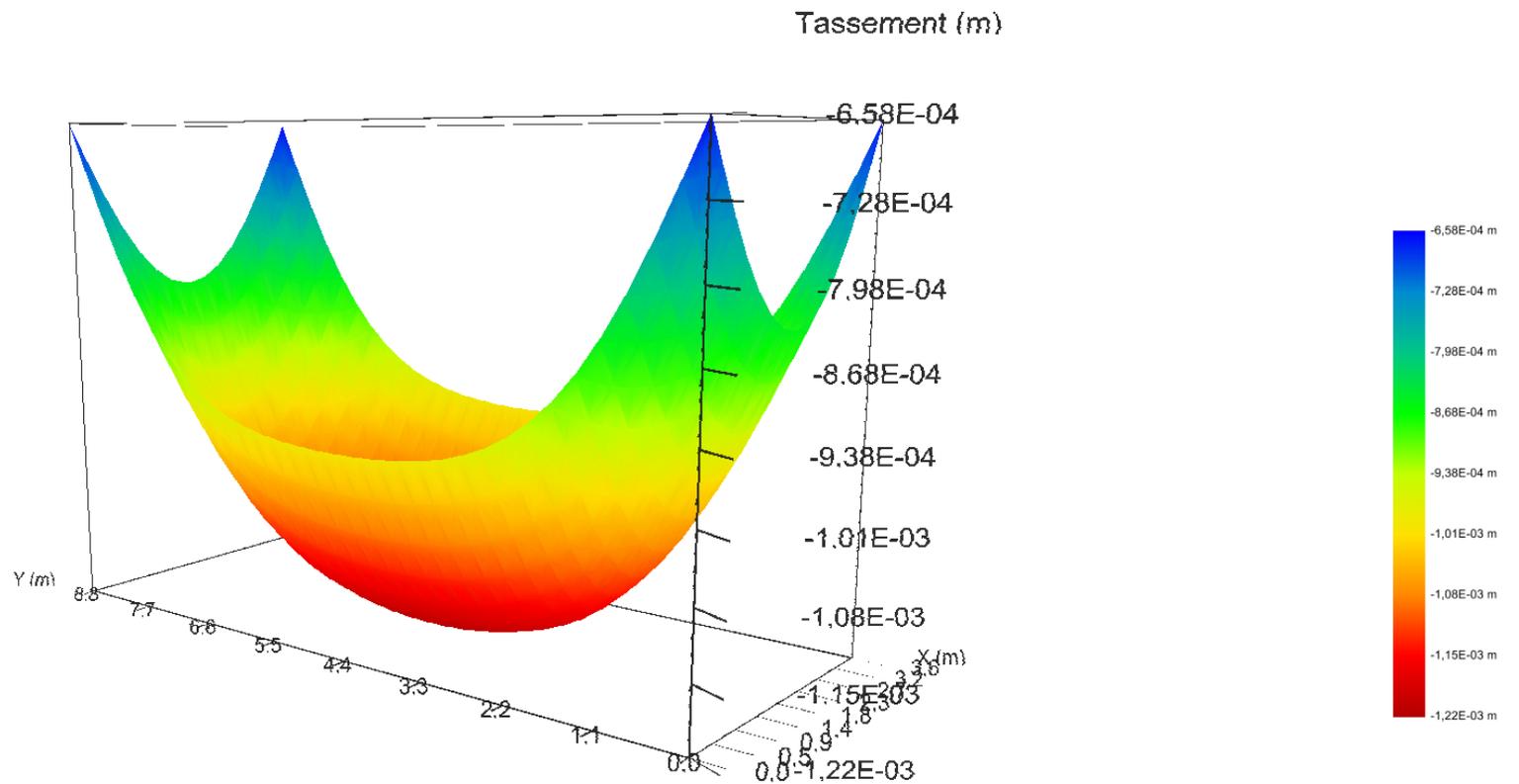
Onglet "Données des couches"



Isovaleurs / Coefficient de réaction



Graphique 3D / Tassement du sol



Données

Titre du projet : Poste de Varennes sur allier

Numéro d'affaire : 22pg070Aa

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Fosse déportée (emplacement n°2) (Plaque n°2)

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	GNT		-3,20	2,00E04	0,30	0,000	0,000
2	sable à graviers, galets et blocs		-10,00	3,11E04	0,30	0,000	0,000

Poids volumique du sol au dessus de la base de la plaque (kN/m3) : 0,00

Rapport Eur/E0 (sans unité) : 3,000

Plaque - Rectangle

N°	E	v	e	zbase	X	Y	B	L	θ
1	1,00E07	0,20	0,30	-2,80	0,00	0,00	3,65	8,75	0,0

Surcharge répartie - Rectangle

N°	Q	X	Y	B	L	θ
1	38,50	0,00	0,00	3,65	8,75	0,0

Pas maximal (m) : 0,28

Utiliser un maillage rectangulaire si possible : Oui

Lisser les moments dans les coupes de résultats : Non

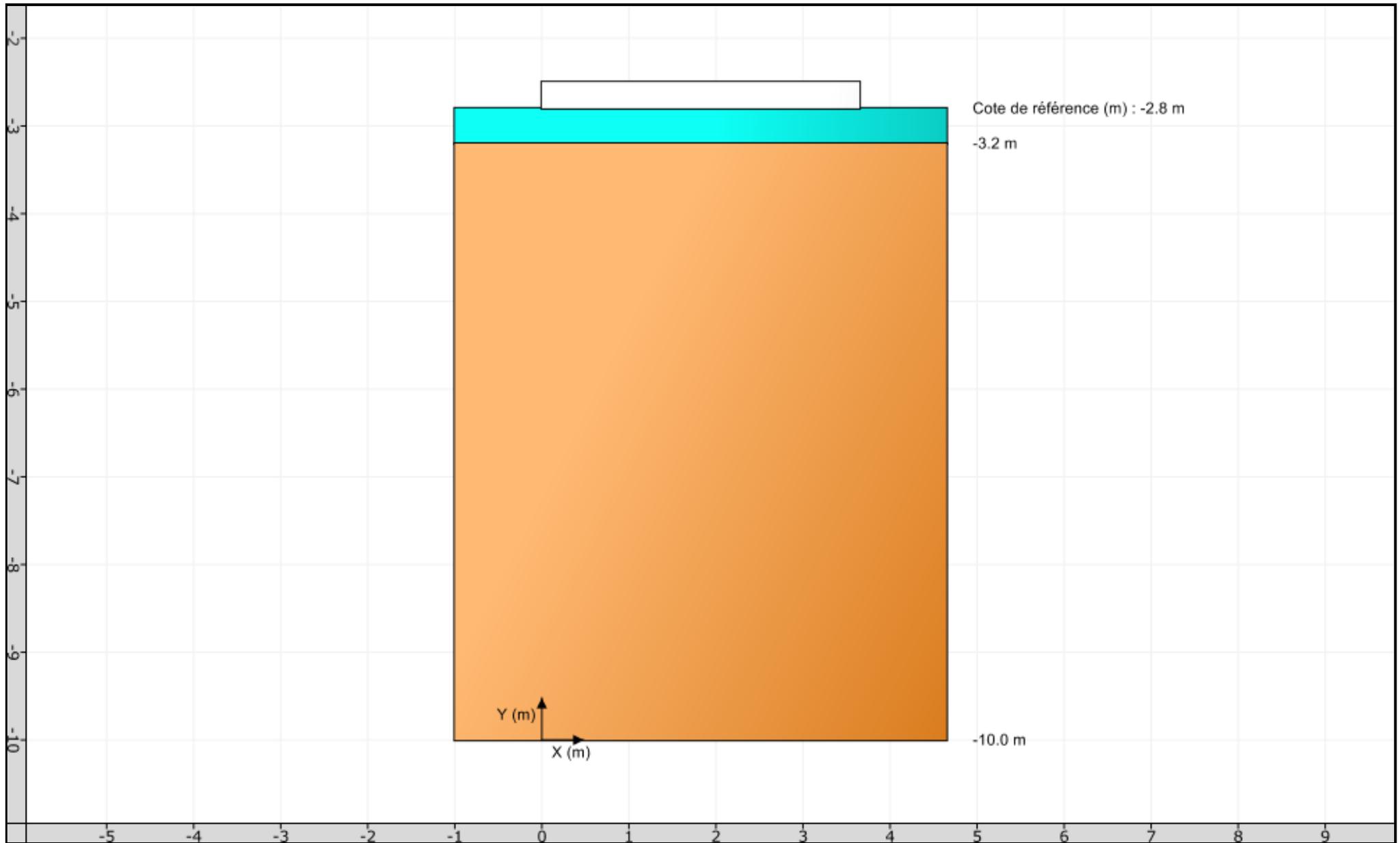


FoXta v4
v4.1.13

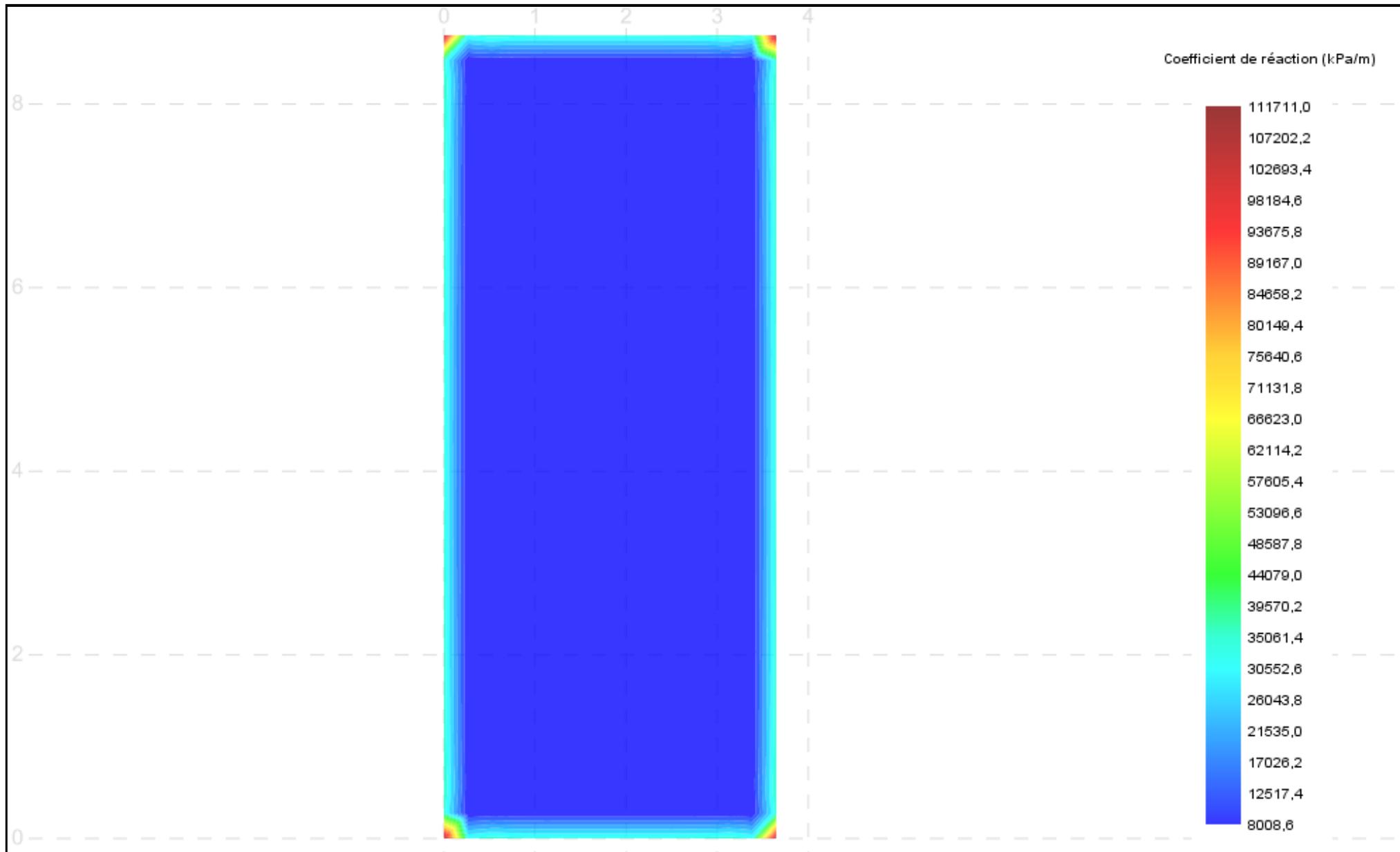
Imprimé le : 16/06/2023 - 08:39:59
Calcul réalisé par : ABO ERG GEOTECHNIQUE

Projet : poste de Varennes
Module : Tasplaq (Plaque 2/5)
Titre du calcul : Fosse déportée (emplacement n°2)

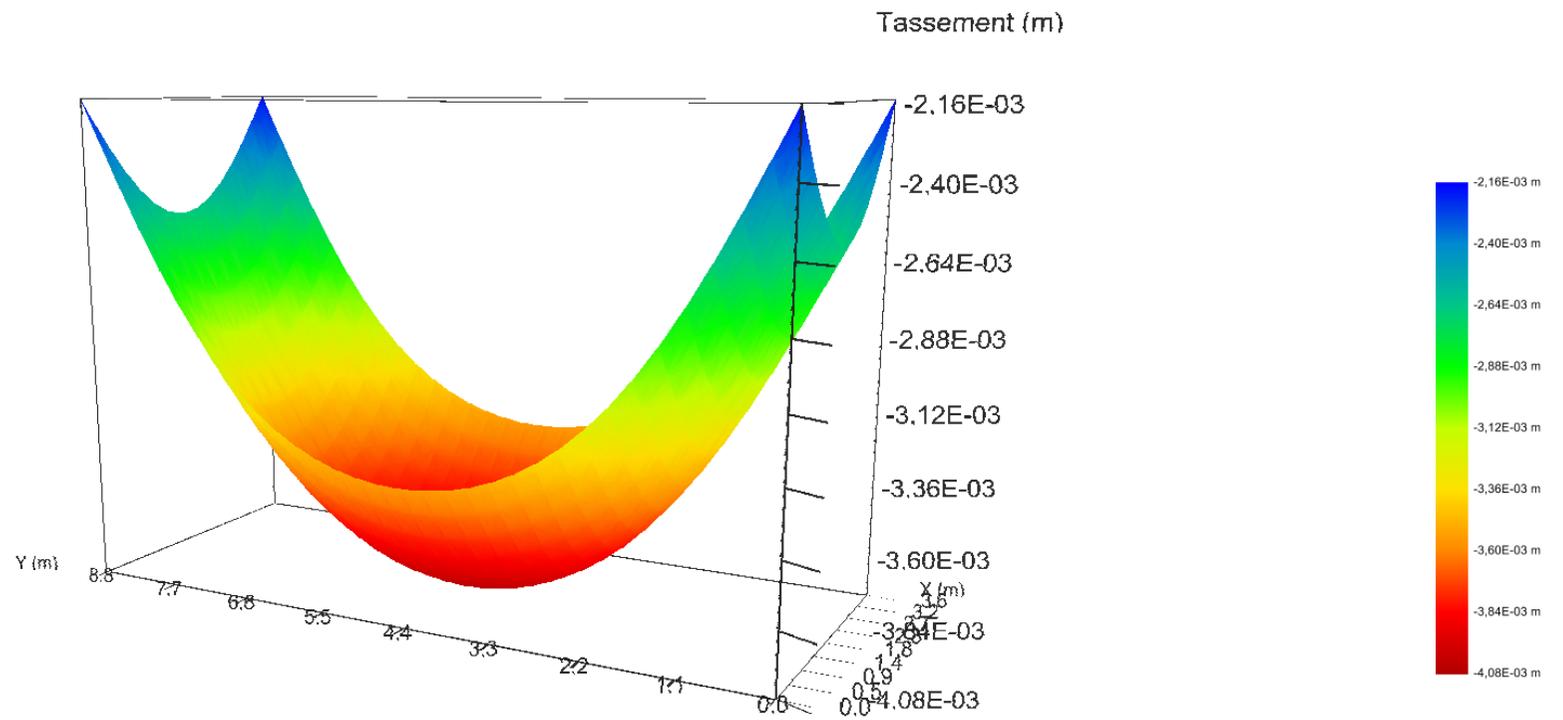
Onglet "Données des couches"



Isovaleurs / Coefficient de réaction



Graphique 3D / Tassement du sol



Données

Titre du projet : Poste de Varennes sur allier

Numéro d'affaire : 22pg070Aa

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Grille HTA (Plaque n°5)

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	GNT		-1,90	2,00E04	0,30	0,000	0,000
2	sable limoneux à graviers		-3,50	3,26E04	0,30	0,000	0,000
3	graviers, galets et blocs à matrice sableuse		-10,00	1,55E05	0,30	0,000	0,000

Poids volumique du sol au dessus de la base de la plaque (kN/m3) : 0,00

Rapport Eur/E0 (sans unité) : 3,000

Plaque - Rectangle

N°	E	v	e	zbase	X	Y	B	L	θ
1	1,00E07	0,20	0,30	-1,50	0,00	0,00	3,40	7,15	0,0

Surcharge répartie - Rectangle

N°	Q	X	Y	B	L	θ
1	19,00	0,00	0,00	3,40	7,15	0,0

Pas maximal (m) : 0,25

Utiliser un maillage rectangulaire si possible : Oui

Lisser les moments dans les coupes de résultats : Non

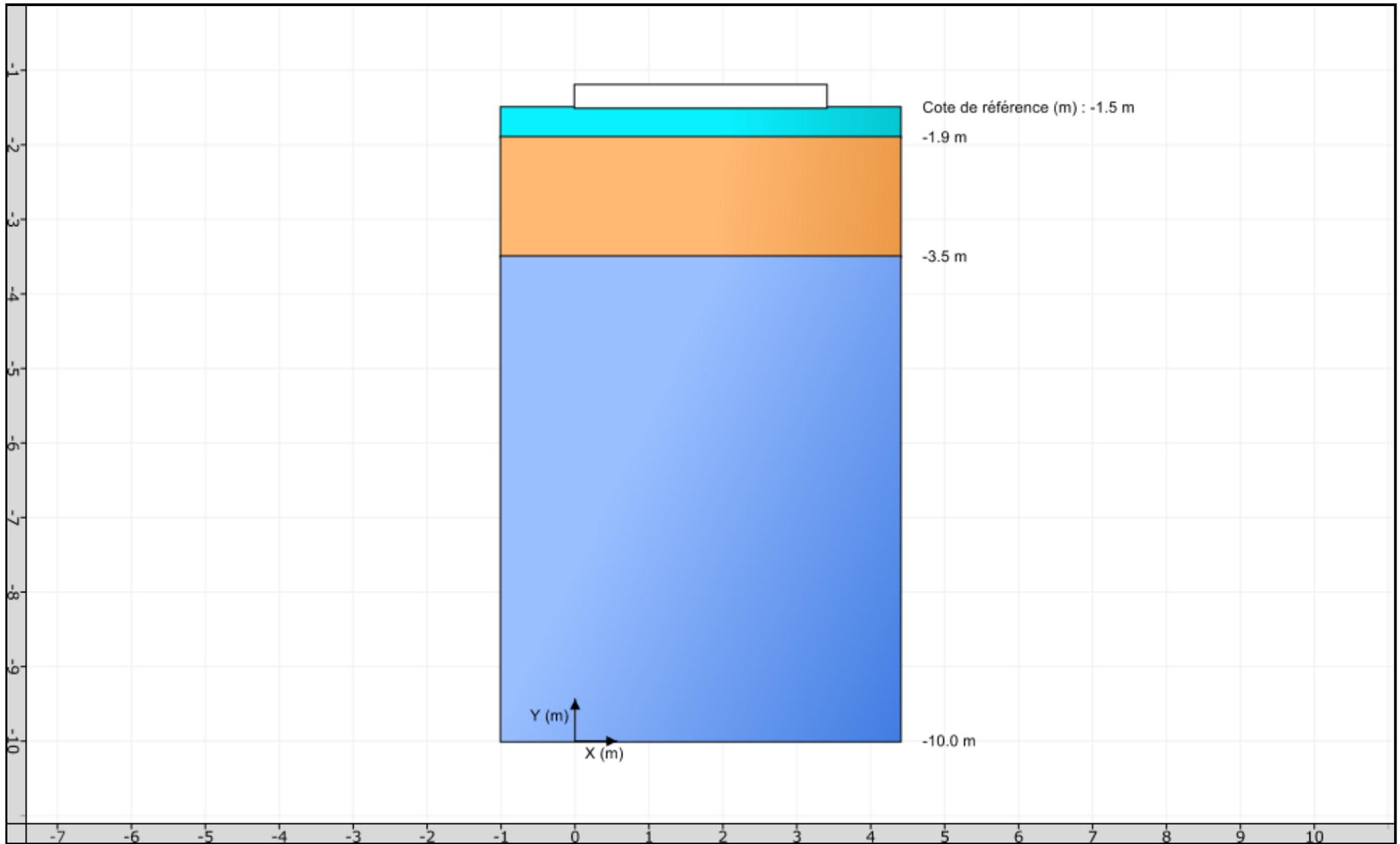


FoXta v4
v4.1.13

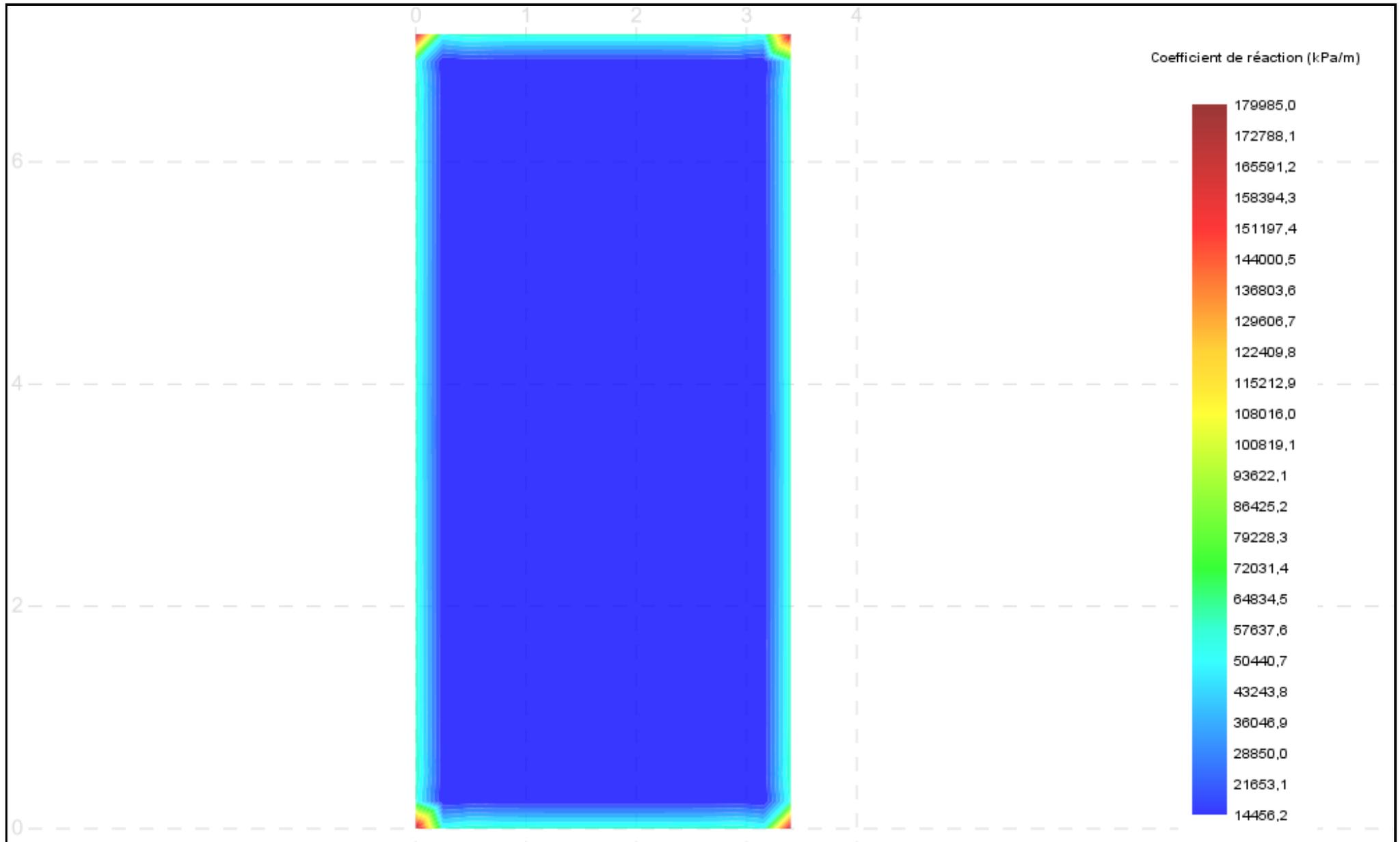
Imprimé le : 30/06/2023 - 10:17:53
Calcul réalisé par : ABO ERG GEOTECHNIQUE

Projet : poste de Varennes
Module : Tasplaq (Plaque 5/5)
Titre du calcul : Grille HTA

Onglet "Données des couches"



Isovaleurs / Coefficient de réaction



A4 - RESULTATS DES CALCULS DE PREDIMENSIONNEMENT DES SEMELLES ISOLEES

Données

Titre du projet : Poste de Varennes sur allier

Numéro d'affaire : 22pg070Aa

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Disjoncteur (Fondation n°1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation carrée

Côté B (m) : 1,90

Cote du TN initial Zini (m) : 0,00

Cote du TN final Zfin (m) : 0,00

Cote de base fondation Zd (m) : -1,50

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Sables et graves

Type de comportement : Comportement frottant

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 17,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Terre végétale		-0,30	0,00	0,00	0,00
2	sable limoneux		-1,90	400,00	5000,00	0,50
3	sable limoneux à graviers		-3,50	1500,00	22000,00	0,50
4	graviers, galets et blocs à matrice sableuse		-10,00	4800,00	70000,00	0,67

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	45,0	12,0	0,0	52,7	0,0	1,00	ELS-Quasi-permanentes
2	45,0	12,0	0,0	52,7	0,0	1,00	ELS-Caractéristiques
3	63,0	16,8	0,0	72,8	0,0	1,35	ELU-Fondamentales

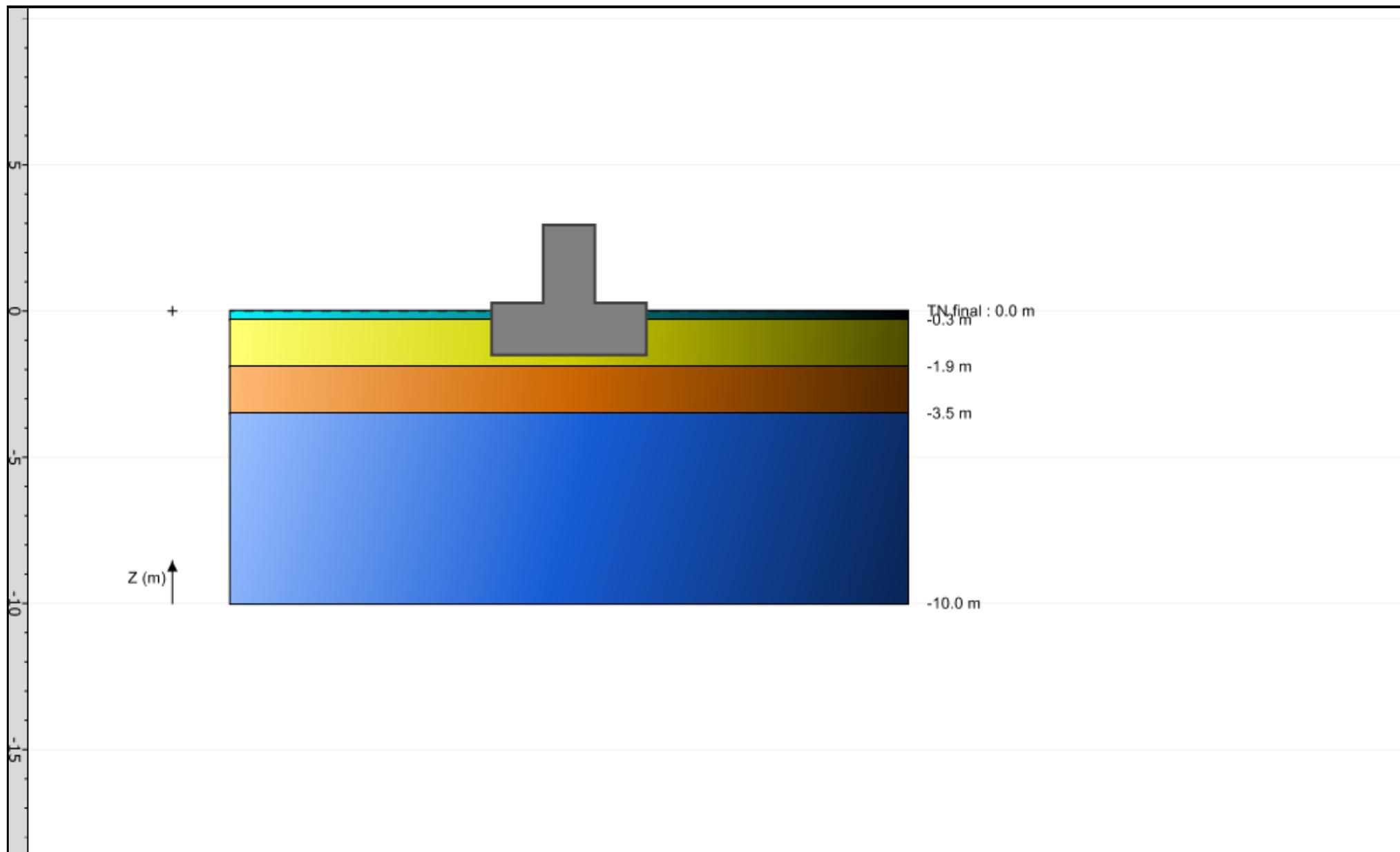


FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 30/06/2023 - 10:18:27
Calcul réalisé par : ABO ERG GEOTECHNIQUE

Projet : poste de Varennes
Module : Fondsup (Fondation 1/1)
Titre du calcul : Disjoncteur

Onglet "Définition du sol"



Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation

Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation

R0 [kN] : Poids des terres excavées

Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation

Rvd [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)

Rhd [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)

Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)

Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)

Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	180,00	12,00	92,06	0,69	1523,20	-	Ok	Ok	-	0,07
2	ELS-Caractéristiques	180,00	12,00	92,06	0,69	1523,20	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	245,25	16,80	92,06	0,69	2475,20	117,02	Ok	Ok	Ok	-