

ENEDIS

BRIPS AURA

Poste source de Joux

ARNAS (69)

ETUDE GEOTECHNIQUE G1 ET G2 AVP/PRO

w:\data\grands projets (pg)\decl20pg023_poste de joux\9 rapport\20pg023aa rapport g1, g2avp_pro.docx

N° DOSSIER	20	PG	023	A	a	GE	AB	SN	PIECE	1/1	AGENCE	GRANDS-PROJETS
DOSSIERS ASSOCIES												
N° DOSSIER									PIECE	1/1	AGENCE	GRANDS-PROJETS
04/01/2021	34556		A. BROSSIN			D JACQUES / P BARNEOUD			104			PREMIERE DIFFUSION
DATE	CHRONO		REDACTION			VERIFICATION			nb.Pages			MODIFICATIONS - OBSERVATIONS

GEOTECHNIQUE - GEOLOGIE - SONDAGES - EAU - POLLUTION - DECHETS - ENVIRONNEMENT



E.R.G. Agence MARSEILLE : 59 avenue André Roussin - 13016 MARSEILLE – Tél. 04.95.06.90.60 – Fax 04.91.03.65.58
 ETUDES ET RECHERCHES GEOTECHNIQUES – S.A.S AU CAPITAL DE 368 000 € - SIRET 339 110 611 00094 – CODE NAF 7112B – RC MARSEILLE 1994 B 422



TOULON (Siège social) 04 94 11 04 90 la-seyne@erg-sa.fr	BORDEAUX 05 56 11 77 29 bordeaux@erg-sa.fr	HAUTS DE FRANCE 03 21 64 46 92 agence-nord@erg-sa.fr	LYON 04 72 80 87 71 lyon@erg-sa.fr	MARSEILLE 04 95 06 90 60 marseille@erg-sa.fr	MONTPELLIER 04 34 17 35 11 montpellier@erg-sa.fr	NANCY 03 83 26 09 02 nancy@erg-sa.fr	NICE 04 93 72 90 00 nice@erg-sa.fr
--	---	---	---	---	---	---	---



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 (fosse déportée, transformateurs et grilles HTA)	10
3.3.2	Charges ponctuelles (ouvrages des travées HTB)	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	14
5.3.1	Pressiomètre	15
5.3.2	Pénétromètre dynamique	15
5.3.3	Essais de cisaillement	15
5.4	Hydrogéologie	16
5.4.1	Niveau piézométrique	16
5.4.2	Perméabilité	16
5.5	Résistivité électrique	16
6	HYPOTHESES GEOTECHNIQUES	19
6.1	Modèle géotechnique retenu (GEO)	19
6.2	Contexte hydrogéologique	19
6.3	Contexte sismique	19
6.4	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	22
7.6	Modules d'Young à prendre en compte	23
7.7	Tassements	23
7.7.1	Méthode de calculs	23
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)	25
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	28
8.4.1	Contrainte de calcul	28
8.4.2	Tassements des fondations superficielles	28
8.4.3	Vérification au glissement	28
8.5	Résultats	29
8.5.1	Portance	29
8.5.2	Renversement	29
8.5.3	Tassements	29
8.5.4	Glissement	30
8.6	Dispositions générales vis-à-vis des fondations superficielles	30
9	TERRASSEMENTS	32
9.1	Excavation	32
9.2	Réemploi des matériaux	32
9.3	Maintien des parois de fouille	33
10	DISPOSITIONS VIS-A-VIS DES EAUX	34
10.1	Phase travaux	34
10.2	Phase définitive	34



11	PLATEFORME & VOIRIES	35
11.1	Plateforme existante et couche de forme	35
11.2	Ebauche dimensionnelles des voiries	36
11.3	Essais de contrôle	37
11.4	Disposition relative à la protection contre les eaux	37
12	RECOMMANDATIONS GENERALES	38
12.1	Etudes d'exécution et investigations complémentaires	38
12.2	Nécessité du suivi et de la supervision géotechnique d'exécution	38
	CLASSIFICATION ET ENCHAINEMENT DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE	39
	TABLEAU 2 - CLASSIFICATION DES MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE	40
	CONDITIONS GENERALES	41
	ANNEXES	43

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 au contrat n° 5531684548, la société 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 de Joux et de la création de nouveaux ouvrages électriques (fosse déportée, transformateurs, grilles HTA et travées HTB) situé sur la commune d'ARNAS, dans le département du Rhône (69).

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 réalisé par ERG GEOTECHNIQUE,
- étude hydraulique pour la fosse déportée et d'évacuation des eaux pluviales des voies projetées réalisées par ERG ENVIRONNEMENT,
- étude de pollution des sols réalisée par 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 mise en évidence au droit de sondages ponctuels,
- Arrivées d'eau localisées,
- ...

1.4 Sondages et investigations réalisés

ERG GEOTECHNIQUE a réalisé en octobre et novembre 2020 dans le cadre de la mission G1 et G2-AVP/PRO et du contrat n° 5531684548, les investigations géotechniques suivantes :

- 2 sondages pressiométriques notés SP1 et SP2, descendus à 10 m/T(*) de profondeur, avec 9 essais pressiométriques répartis tous les mètres ; le sondage SP1 a été équipé en piézomètre jusqu'à 9.7 m de profondeur avec une tête de protection hors-sol,
- 1 sondage carotté noté SC1, descendu jusqu'au refus obtenu à 1 m/T(*) de profondeur, avec prélèvement d'un échantillon intact,
- 2 essais au pénétromètre dynamique notés PD1 et PD2 et effectués avec un matériel TECNOTEST (appareillage léger), descendus jusqu'aux refus obtenus à 4.4 et 5.2 m/T(*) de profondeur,
- 9 fouilles à la pelle mécanique notées PM1 à PM9 descendues jusqu' à 1.8 (refus) à 2.8 m/T(*) de profondeur,
- 2 essais de perméabilité en forage de type NASBERG réalisés au droit de SP1 entre 3/4 m et 4/5 m de profondeur
- 1 mesure de résistivité électrique notée Re1 réalisée selon le dispositif WENNER avec 2 axes et 3 écartements par axe (5, 15 et 30 m)
- des essais de laboratoire comportant :
 - 5 essais d'identification sur sol fin suivant la norme NF P 11-300 (comprenant teneur en eau, granulométrie, valeur au bleu ou limites d'Atterberg),
 - 3 essais PROCTOR normaux,
 - 1 mesure des paramètres de cisaillement à court et à long terme (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 :

-  Vue en Plan Generale 225-63-20kV _ Ind B
-  NC03-A - hyp. fosse déportée
-  NC01-A - hyp. banc 63 kV
-  LY0320-1069-Joux
-  HT070-Ind B_Vue en plan Générale - Solution 1 - Ech 1_200
-  HT070-HT071-HT061_Installation Générale
-  GC03 - A
-  GC01-A 3sur3
-  GC01-A 2sur3
-  GC01-A 1sur3
-  Descentes de charges
-  DDC

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 V3.3.5, 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-Est de la commune d'ARNAS (69), 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, quoiqu'entrecoupé localement par des layons d'environ 0.5 à 1 m de profondeur. 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 25.7 m² (7.05 m * 3.65 m),
 - niveau bas du radier de la fosse situé à - 2.8 m/niveau extérieur fini.
- deux **transformateurs (TR311 et TR312)** présentant les caractéristiques suivantes :
 - emprise au sol du radier d'environ 23.9 m² (7.85 m * 3.05 m),
 - niveau bas du radier de la fosse situé à - 1.25 m/niveau extérieur fini.
- deux **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.
- deux **travées HTB** comprenant **des sectionneurs HTB, disjoncteurs HTB et combinés de mesures** d'une emprise au sol d'environ 61.1 m² (11.3 m * 5.5 m) par travée,
- des voiries et pistes lourdes.

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.

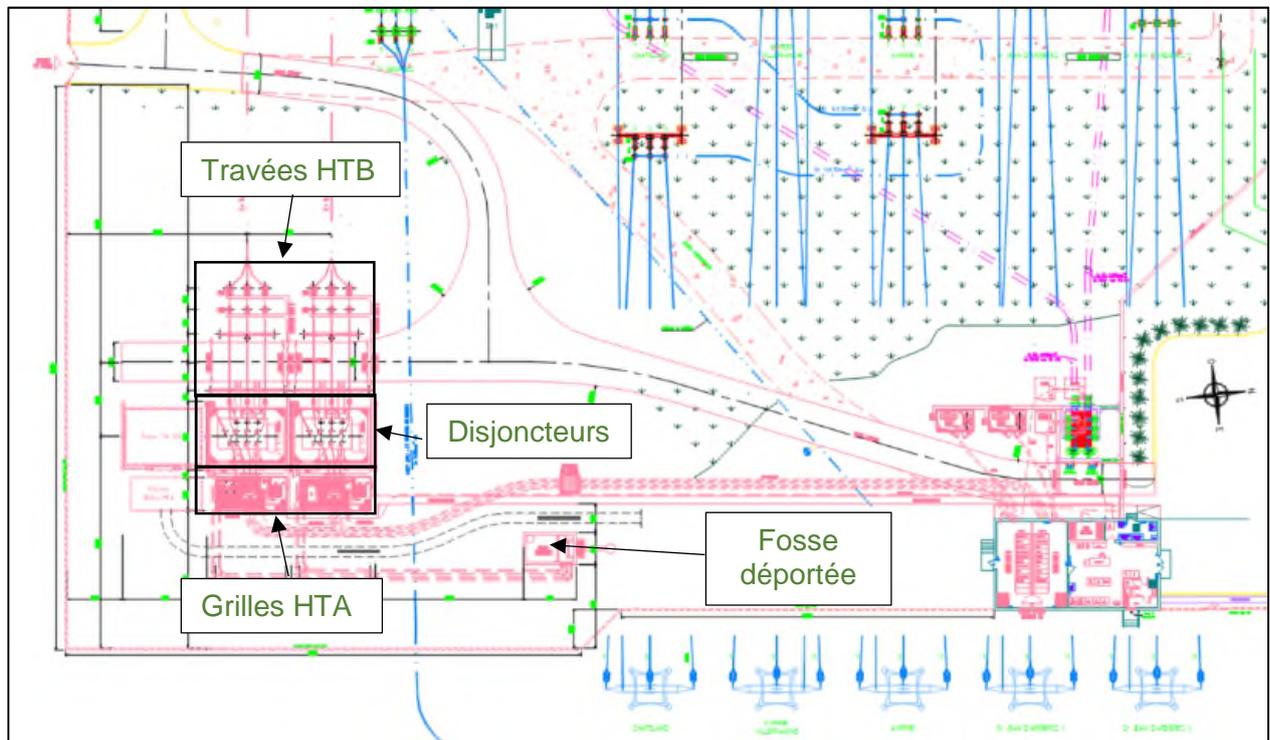


Figure 3 – Plan de masse du projet

NB : les cabines condensateurs situées au Nord du projet et à l'intérieur du poste électrique existant ne font pas partie de l'étude géotechnique, conformément à la demande d'ENEDIS et à notre offre PG200034A0/AB/SN en date du 13/03/2020.

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

3.3.1 Charges surfaciques (fosse déportée, transformateurs et grilles HTA)

Les cas de charge étudiés dans le cadre de cette étude ont été estimés sur la base des éléments de charges transmis par ENEDIS (mail du 06/11/2020) 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	781	25.7	30.4	/
Transformateur	400	23.9	16.8	/
Grille HTA	160	24.3	6.6	/

*charge génie-civil transmise, incluant le poids du radier

Tableau 2 : DDC surfaciques

σ : effort surfacique

Précisons qu'aucun cas de charge pondéré 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.

3.3.2 Charges ponctuelles (ouvrages des travées HTB)

Les cas de charge étudiés dans le cadre de cette étude ont été estimés sur la base des éléments de charges transmis par ENEDIS (mail du 06/11/2020) 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)	H _{ELS} (kN)	M _{ELS} (kN/m)
Sectionneur	22.5	/	/
Disjoncteur	30	/	/
Combiné mesure	10	/	/

*charge génie-civil transmis, incluant le poids du radier

Tableau 3 : DDC surfaciques



V : effort vertical
H : effort horizontal
M : moment

Précisons qu'aucun effort horizontal/moment et cas de charge pondéré 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 VILLEFRANCHE, le site étudié est situé au droit d'alluvions fluviales actuelles et récentes (Fz) composées de cailloutis, sables grossiers, argiles et limons. Un extrait de la carte géologique est donné ci-dessous.

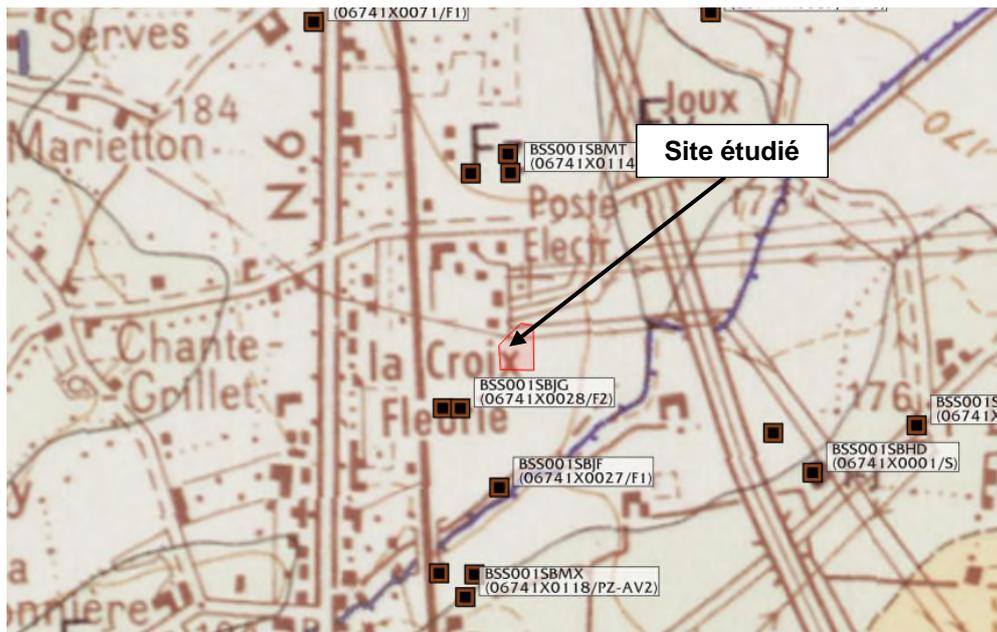


Figure 4 – Extrait de la carte géologique au 1/50 000 de VILLEFRANCHE

Nous disposons d'un sondage existant issu du BRGM (06741X0028/F2) situé à 180 m au Sud-Ouest du site, afin de mieux caractériser la zone d'étude. Ce sondage a mis en évidence la présence :

- d'argile brune à +/- de graviers jusqu'à 5.0 m de profondeur,
- de sables argileux jaunes gris à graviers jusqu'à 9.5 m de profondeur,
- d'argile grise à brune jusqu'à 14.5 m de profondeur.

La coupe détaillée du sondage figure en annexe.

4.2 Hydrogéologie générale

Le site étudié est situé à environ 200 m au Nord du cours d'eau du Nizerand.

D'après la notice de la carte géologique, « *Les alluvions de la Saône [...] ont une épaisseur aquifère de l'ordre de 6 à 10 m et une perméabilité de l'ordre de 1 à $5 \cdot 10^{-4}$ m/s ; elles sont le siège d'une circulation, normalement drainée par la Saône, qui doit son origine aux nappes des versants.* »

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	Pas de mouvement de terrain ni de cavité souterraine recensés
Retrait-gonflement des argiles	www.georisques.gouv.fr	Localisation exposée au retrait gonflement des argiles <input checked="" type="checkbox"/> aléa moyen
		pas de PPR tassements différentiels prescrit ou approuvé
Remontée de nappes	georisques.gouv.fr	Zone d'enveloppe approchée des inondations potentielles de cours d'eau Hors PPR inondation
Risque sismique	www.prim.net	Zone 2 : sismicité faible

Tableau 4 : résultats de l'enquête documentaire

5 INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

5.1 Géologie

Les sondages réalisés dans le cadre de cette mission ont permis de mettre en évidence la présence, sous un horizon de terre végétale limono-sableuse, des formations suivantes :

- **des limons sableux à rares graviers (sol 1)** : de résistance mécanique faible à moyenne rencontrés uniquement au droit des sondages SC1, PM4, PM6 à PM8 et SP2 jusqu'à 1.0 à 1.5 m de profondeur ; *cet horizon correspondrait aux alluvions récentes (Fz)*,
- **des sables limoneux à nombreux graviers ou graviers à matrice sableuse (sol 2)** : de résistance mécanique moyenne à élevée rencontrés jusqu'à l'arrêt des fouilles à la pelle entre 1.8 à 2.8 m de profondeur et jusqu'à 5 à 7 m au droit des sondages pressiométriques SP1 et SP2 ; *cet horizon correspondrait aux alluvions récentes (Fz)*,
- **des argiles +/- sableuses (sol 3)** : de résistance mécanique faible rencontrées jusqu'à l'arrêt des sondages pressiométriques à 10 m de profondeur ; *cet horizon correspondrait aux alluvions récentes (Fz)*.

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 (tricone) taillant ou la tarière peuvent broyer facilement des horizons rocheux plus ou moins friables.

5.2 Identification physique

Cinq essais d'identification en laboratoire et 3 essais PROCTOR ont été réalisés sur des échantillons remaniés prélevés au droit des fouilles à la pelle PM2, PM4, PM5 et PM7 et au droit d'un échantillon intact prélevé au droit du sondage carotté SC1.

Ces essais d'identification en laboratoire mettent en évidence :

- des limons +/- sableux (sol 1) de classe **A1**,
- des sables limoneux à nombreux graviers (sol 2) de classe **B5** et d'état hydrique **m**,
- des graviers à matrice sableuse (sol 2) de classe **B3**.

Les résultats détaillés des essais sont synthétisés dans un tableau et 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_l^* , 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 terme (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, 18 essais pressiométriques ont ainsi été réalisés. 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 _i * (MPa)	
			min	max	min	max
Terre végétale limono-sableuse	0.4	Aucun essai réalisé				
Limon sableux à rares graviers (sol 1)	1.5**	1	1.9		0.18	
Sable limoneux à nombreux graviers /graviers à matrice sableuse (sol 2)	5 à 7	9	10.0	52.1	1.63	4.25
Argile +/- sableuse (sol 3)	> 10	8	2.0	26.5	0.12	1.38

*base de la couche donnée au droit des sondages pressiométriques SP1 et SP2

**uniquement au droit du sondage pressiométrique SP2 (horizon non rencontré au droit de SP1)

Tableau 5 : résultats des essais pressiométriques

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

5.3.2 Pénétromètre 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 limono-sableuse	0.4	2.2	3.3
Limon sableux à rares graviers (sol 1)	1.0	4.3	8.2
Sable limoneux à nombreux graviers /graviers à matrice sableuse (sol 2)	> 5.2	4.9	> 30 (refus)
Argile +/- sableuse (sol 3)	Non atteint		

*base de la couche estimée au droit des essais PD1 et PD2

Tableau 6 : résultats des essais pénétrométriques

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

5.3.3 Essais de cisaillement

Un essai de cisaillement CD et un essai de cisaillement C_{cu} en laboratoire ont été réalisés sur un échantillon intact prélevé au droit du sondage SC1. 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	Limon légèrement sableux à rares graviers (sol 1)	0.45 – 0.65	7	29	3	30

Tableau 7 : résultats des essais de cisaillement

Les résultats détaillés des deux essais figurent en annexe.

5.4 Hydrogéologie

5.4.1 Niveau piézométrique

Lors de notre intervention en octobre et novembre 2020, seuls les sondages pressiométriques SP1 et SP2 ont relevé la présence d'eau souterraine entre 6.5 et 7.3 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.

De plus, des circulations erratiques restent possibles au sein des horizons sableux superficiels, notamment en période pluvieuse intense compte tenu de leur perméabilité.

Le sondage SP1 a été équipé en piézomètre jusqu'à 9.7 m de profondeur.

Un niveau d'eau stabilisé à 6.5 m de profondeur a été mesuré lors de la pose du capteur automatique le 02 décembre 2020. Le suivi piézométrique du niveau d'eau est prévu sur une durée de 12 mois (jusqu'en décembre 2021).

5.4.2 Perméabilité

Deux essais de perméabilité (essais NASBERG hors nappe) ont été réalisés dans le sondage SP1 au droit de 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)	Commentaires
NASBERG	SP1	3 - 4	Sable limoneux à nombreux graviers	$1.8 \cdot 10^{-6}$	Descente du niveau d'eau inexploitable
		4 - 5		$7.2 \cdot 10^{-6}$	/

Tableau 8 : résultats des essais de perméabilité

Ces essais fournissent un ordre de grandeur des perméabilités attendues pour les matériaux sablo-limoneux à graviers, à savoir comprise environ entre 1.8 et $7.2 \cdot 10^{-6}$ m/s (perméabilité moyenne).

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

Les résultats détaillés de ces essais figurent en annexe.

5.5 Résistivité électrique

Une mesure de résistivité électrique, désignée Re1 a été réalisée et implantée au droit de l'extension du poste électrique à des emplacements adaptés à la pratique de cette mesure (longueur suffisante, sol non revêtu afin de pouvoir planter les électrodes).

La détermination de la résistivité électrique est faite par sondage électrique selon le dispositif WENNER :

- suivant une direction principale, pour un écartement « a » successivement égal à 5, 15, 30, 50 et 100 m pour les postes ; les valeurs de « a » pouvant être éventuellement réduites en fonction de l'encombrement disponible ; dans le cas présent, compte tenu de l'espace restreint disponible, les écartements de 50 et 100 m selon les deux axes n'ont pas pu être réalisés
- lorsque l'encombrement et le revêtement de surface le permettait, suivant une direction perpendiculaire et pour des valeurs de a similaires à celles de la direction principale.

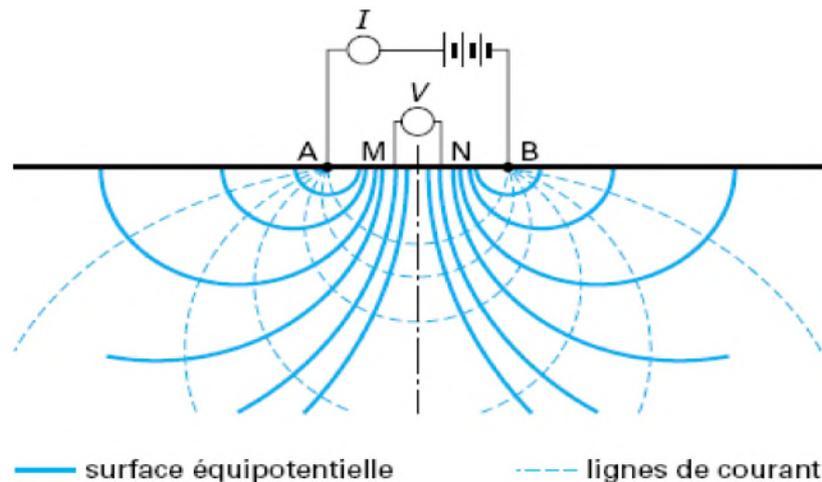


Schéma du dispositif Wenner ($a=AM=MN=NB$)

La feuille de résultats de mesure fournie en annexe comporte :

- la date de la mesure
- les valeurs de résistance lues sur le telluromètre
- les valeurs de résistivité apparente du sol.

Au droit de la mesure réalisée, la valeur de résistivité moyenne ρ obtenue est la suivante :

Mesure	Résistivité moyenne ρ ($\Omega.m$)
Re1	170.7

Tableau 9 : résultat de la mesure de résistivité

D'après les tables des valeurs empiriques de la résistivité des matériaux et le contexte géotechnique du site, cette valeur correspondrait à des sols sablo-limoneux.

	RESISTIVITE EN Ohm.m		Valeurs les plus fréquentes proches de	CONDUCTIVITE EN μ Siemens/cm		Valeurs les plus fréquentes proches de
EAU DE MER	0,1	0,3	0,2	100000	33333	50000
EAU DE NAPPE	0,2	50	10	50000	200	1000
EAU DE RIVIERE	5	300	15	2000	33	667
EAU DU ROBINET	15	25	20	667	400	500
LIMITE DE POTABILITE	2	6	6	5000	1667	1667
	RESISTIVITE EN Ohm.m		Valeurs les plus fréquentes proches de	CONDUCTIVITE EN mSiemens/m		Valeurs les plus fréquentes proches de
MORAINES	70	500	350	14	2	3
SABLES	50	800	80	20	1	13
SABLES Saturés	50	400	60	20	3	17
GRAVIERS	150	5000	800	7	0	1
GRAVIERS Saturés	150	500	200	7	2	5
ARGILES	2	20	15	500	50	67
ARGILES Saturées	2	10	10	500	100	100
SILT	20	40	30	50	25	33
CALCAIRE	100	10000	2000	10	0	0,5
CALCAIRE Saturé	50	3000	1000	20	0	1,0
DOLOMIE	200	10000	3000	5	0	0,3
DOLOMIE Saturée	100	10000	1000	10	0	1,0
BASALTE	300	50000	7000	3	0	0,1
BASALTE Saturé	10	50000	3000	100	0	0,3
GRANITE	100	50000	5000	10	0	0,2
GRANITE Saturé	100	5000	3000	10	0	0,3
ARENE GRANITIQUE	10	200	50	100	5	20
CRAIE	20	300	80	50	3	13
CRAIE Saturée	20	150	50	50	7	20
ARGILITES	70	200	100	14	5	10
TUF VOLCANIQUE	10	100	30	100	10	33
MARNE	10	50	30	100	20	33
GRES	50	1000	500	20	1	2,0
GNEISS	10	10000	1000	100	0	1,0
QUARTZITE	1000	10000	5000	1	0	0,2
GABBRO	6000	10000	8000	0	0	0,1
LAVES	100	15000	1000	10	0	1,0

valeurs empiriques de la résistivité et de la conductivité des sols et roches

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 le tableau suivant :

Sol	Nature	Base de la couche (m/TN)		γ kN/m ³	pf MPa	p _i MPa	E _M MPa	α -	c' kPa	ϕ' °
		Zone SP1	Zone SP2							
1	Limon sableux à rares graviers	/	1 à 1.5	18	0.12	0.18	2.0	0.5	3	30
2	Sable limoneux à nombreux graviers /graviers à matrice sableuse	5	7	18	1.6	2.0	25.0	0.5	0	33
3	Argile +/- sableuse	> 10		18	0.50	0.70	10.0	0.67	8	29

Tableau 10 : Caractéristiques géotechniques retenues

γ : poids volumique

E_M : module pressiométrique

c' : cohésion à long terme

pf / p_i : 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, 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 hydrogéologique

Rappelons qu'un niveau d'eau stabilisé a été mesuré au droit du piézomètre installé en SP1 à 6.5 m de profondeur lors de la pose du capteur automatique le 02 décembre 2020, et que le suivi piézométrique du niveau d'eau est prévu sur une durée de 12 mois (jusqu'à décembre 2021).

À l'issue du suivi piézométrique, 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) devra être effectuée (document séparé).

6.3 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 d'ARANS)	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 11 : Données relatives à la sismicité

6.4 Aléa liquéfaction

En zone de sismicité faible, l'analyse de la liquéfaction n'est pas requise.

Par ailleurs, les sondages n'ont pas mis en évidence de nappe à très faible profondeur. Le suivi piézométrique du niveau de la nappe permettra de statuer sur l'absence/présence d'une nappe à faible profondeur et permettra d'affiner notre connaissance actuelle du site pour une meilleure évaluation du risque de liquéfaction.

Ainsi, à ce stade des études de conception, le risque de liquéfaction des sols semble faible.

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**, 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 et du **sol 1** (limons sableux à rares graviers), pour atteindre la cote du fond de fouille, les formations **des sols 2 (sables limoneux à graviers ou graviers à matrice sableuse)** 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)
Fosse déportée	SP1	2.8**
Transformateurs	SP2	2.2**
	PD2	> 1.3**
Grilles HTA	SP2	2.2**
	PD2	> 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 par ENEDIS

Tableau 12 : 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 lorsque des niveaux limoneux d'une consistance insuffisante ou trop déformables seront rencontrés à la profondeur initialement prévue. Nous attirons en effet l'attention sur le fait que des sur-profondeurs de l'horizon limoneux peu consistant du sol 1 sont localement possibles, comme au droit du sondage SP2, rencontrées jusqu'à 1.5 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 des sols 1, et jusqu'à la couche d'assise (sol 2), nous proposons de mettre en œuvre un matelas de répartition sur une épaisseur minimale de 0.4 à 0.5 m, suivant le phasage :

- purge de la terre végétale et des sols 1, et des éventuels passages remaniés au sein du sol d'assise (sol 2) et saturés d'eau,
- 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 à 0.5 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 $K_w > 50$ MPa/m,
 - un module de déformation $EV_2 > 50$ MPa,
 - un coefficient de compactage $EV_2/EV_1 < 2$.

Pour la couche de forme, il faudra utiliser une GNT insensible à l'eau, et présenter une granulométrie continue, inscrite dans le fuseau de Talbot correspondant, avec un diamètre D n'excédant pas 60 mm et 31,5 mm pour la couche finale.

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 :

$$\begin{aligned} \sigma_{R,d ELS} &= 0.07 \times i_{\delta} \times i_{\beta} \text{ MPa} \\ \sigma_{R,d ELU} &= 0.12 \times i_{\delta} \times i_{\beta} \text{ MPa} \end{aligned}$$

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 :

- 30.4 kPa < 70 kPa pour la fosse déportée,
- 16.8 kPa < 70 kPa pour les transformateurs,
- 6.6 kPa < 70 kPa pour les grilles HTA.

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	0.4	A purger		
Limon sableux à rares graviers (sol 1)	0.6 à 1.1			
Sable limoneux à nombreux graviers / graviers à matrice sableuse (sol 2)	4.6 à 5.5	25.0	0.5	37.0
Argile +/- sableuse (sol 3)	> 5	10.0	0.66	11.0

Tableau 13 : Modules d'Young à prendre en compte

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.3, 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 :

- **30.4 kPa** pour la fosse déportée,
- **16.8 kPa** pour les transformateurs,
- **6.6 kPa** pour les grilles HTA.

Les caractéristiques de la plaque est synthétisée dans le tableau ci-dessous :

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

E : module d'Young

v : 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.

Les sorties graphiques des calculs ci-dessous, jointes en annexe, présentent les tassements sous le radier :

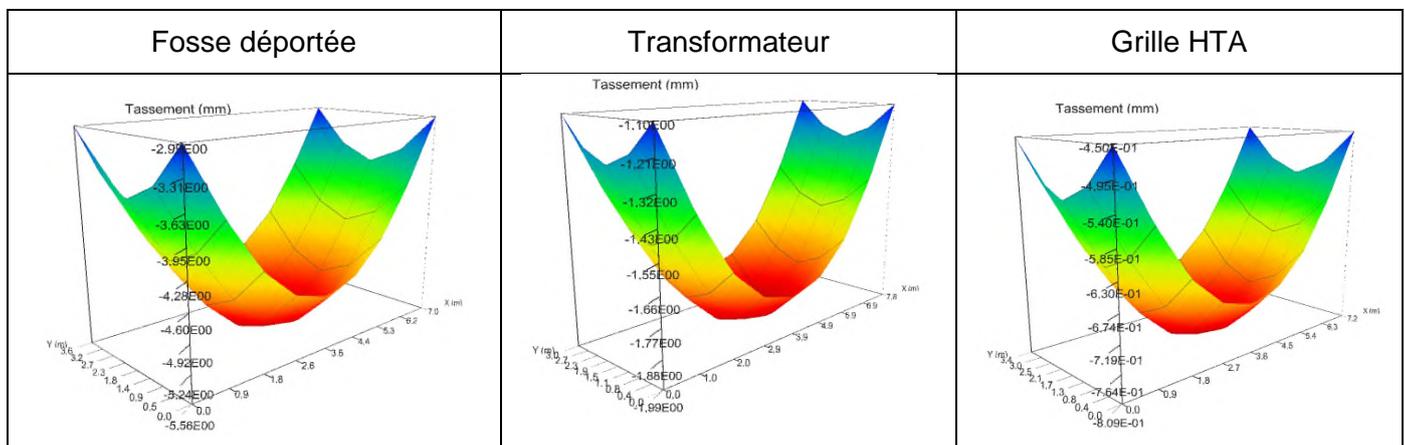


Figure 5 : Résultats des calculs de tassements

Ces figures indiquent des tassements du radier inférieurs au demi-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.

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

	Tassements Max - centre	Tassements Min - bord	Différentiel sur la demi-longueur
Fosse déportée	0.5 cm	< 0.5 cm	< 0.5 cm
Transformateur	< 0.5 cm	< 0.5 cm	< 0.5 cm
Grille HTA	< 0.5 cm	< 0.5 cm	< 0.5 cm

Tableau 14 : résultats des calculs de tassements

Il s'agit de valeurs absolues. Dans le cadre des études structures, on prendra en compte des tassements prévisibles de l'ordre de 0,5 cm.

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	6 080 kPa/m
Transformateur	3 360 kPa/m
Grille HTA	1 320 kPa/m

Tableau 15 : détermination des raideurs de sol

Il conviendra d'étudier l'interaction des ouvrages à créer en mitoyenneté sur le radier, et notamment les tassements par influence lors de la création de mur de soutènement ou de remblaiement ultérieur lors de la mission G3.

7.9 Vérification au glissement / renversement

Compte tenu de l'absence d'efforts horizontaux transmis, la vérification des fondations au glissement est satisfaite.

Si des efforts horizontaux devaient finalement être pris en compte, la vérification au glissement devra être réalisée lors du dimensionnement dans le cadre de la mission G3.

Toutefois, ces ouvrages comportant des parties enterrées, le radier fera office de buton des parois de soutènements. Aussi, la vérification au glissement semble obsolète (à confirmer lors de la mission G3).

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 1.3 et 2.8 m de profondeur (niveau bas des radiers). En effet, rappelons qu'un niveau d'eau stabilisé a été mesuré au droit du piézomètre installé en SP1 à 6.5 m de profondeur, lors de la pose du capteur automatique le 02 décembre 2020. Seul le suivi des variations aquifères à partir d'un piézomètre (actuellement en cours jusqu'en

décembre 2021) permettra de définir les niveaux des eaux souterraines, dont celui des plus hautes eaux HE et exceptionnel EE.

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 2) devront être purgés,
- Le fond de forme devra être horizontal et homogène,
- Toute zone douteuse (terrains remaniés et/ou évolutifs,...) ou molle (sur-profondeur du sol 1) 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 **0,3 m** dans les formations **des sols 2 (sables limoneux à graviers ou graviers à matrice sableuse)** au-delà de la frange de sol végétalisée et des limons mous.

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 :

sondages	profondeur min d’assise* /TN (m)
PD1	> 1.0
PM4	1.30
PM6	1.30

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

Tableau 16 : profondeurs minimales d’assise

Suivant les conditions rencontrées en fonds de fouilles et sur la base de nos investigations, des sur-profondeurs ne peuvent être exclues et sont à prévoir (des sur-profondeurs de l’horizon limoneux peu consistant du sol 1 sont localement possibles).

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

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

8.3 Méthode de justification

La justification des fondations superficielles a été réalisée en considérant des semelles superficielles 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.

8.4 Principe de justification

8.4.1 Contrainte de calcul

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).

Dans la mesure où les profondeurs d'assises présentées en §8.2 et les dispositions constructives qui sont énoncées au §8.5 sont respectées, les semelles pourront être dimensionnées en considérant les contraintes maximales suivantes au sein des **sables limoneux à graviers ou graviers à matrice sableuse** (sol 2) :

$$\begin{aligned} \sigma_{R,d ELS} &= 200 \times i_{\delta} \times i_{\beta} \text{ kPa} \\ \sigma_{R,d ELU} &= 327 \times i_{\delta} \times i_{\beta} \text{ kPa} \end{aligned}$$

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.

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.

Les calculs ont été réalisés en considérant un ancrage de 0.3 m au sein des formations du sol 2, situées à partir de 1 m de profondeur.

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.

Les efforts pris en compte à la base des fondations de chaque ouvrage sont précisés dans le tableau suivant :

Ouvrage étudié	V _{ELS}	Dimensions	Poids de la fondation	V total _{ELS} carac/QP	V _{ELU}
Sectionneur	22.5 kN	0.7 m x 0.7 m x 1.3 m	16 kN	$V = 22.5 + 16 = 38.5 \text{ kN}$	Aucun effort transmis
Disjoncteur	30 kN			$V = 30 + 16 = 46 \text{ kN}$	
Combiné mesure	10 kN			$V = 10 + 16 = 26 \text{ kN}$	

Tableau 17 : résultats du dimensionnement géotechnique G2 PRO

Conformément aux règles de l'art, nous recommandons d'adopter une largeur minimale de 0,7 m pour les massifs isolés.

La vérification aux ELU n'a pas pu être effectuée en l'absence d'efforts transmis aux ELU. Cette vérification aux ELU devra être effectuée par l'entreprise dans le cadre de la mission G3.

Les fichiers de résultats FOXTA sont joints en annexe.

8.5.2 Renversement

En l'absence d'efforts horizontaux/moments transmis, la vérification au renversement n'a pu être réalisée.

Dans le cas où des efforts horizontaux seraient à considérer, la vérification devra être réalisée pour chaque appui lors du dimensionnement dans le cadre de la mission G3.

8.5.3 Tassements

Les tassements ont été vérifiés aux ELS_{QP} :

Ouvrage étudié	largeur B	longueur L	Tassement
Sectionneur	0.7 m	0.7 m	< 0.5 cm
Disjoncteur			< 0.5 cm
Combiné mesure			< 0.5 cm

Tableau 18 : estimation des tassements

Les tassements absolus et différentiels seront inférieurs à 5 mm. Le bureau d'études structures devra toutefois confirmer que ces valeurs sont compatibles avec la structure des ouvrages projetés.

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.

Lors des visites de fonds de fouilles, en fonction de la compacité des sols d'assise, la contrainte admissible des sols pourra être révisée. L'absence de niveaux mous et/ou saturés devra être vérifiée.

8.5.4 Glissement

En l'absence d'efforts horizontaux transmis, la vérification au glissement n'a pu être réalisée.

Dans le cas où des efforts horizontaux seraient à considérer, la vérification au glissement devra être réalisée pour chaque appui 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, argile molle, ancienne infrastructure) 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.
- Compte tenu de la sensibilité possible des sols vis-à-vis des variations hydriques, il conviendra de bétonner les fondations immédiatement après ouverture des fouilles.
- 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 1.0 à 3 m de profondeur) intéresseront, de la terre végétale limono-sableuse, localement des limons sableux à rares graviers (sol 1) puis des sables limoneux à nombreux graviers et graviers à matrice sableuse (sol 2).

Ils devront s'effectuer à l'aide de moyens traditionnels (pelle mécanique de puissance adaptée). L'utilisation du BRH pourrait s'avérer nécessaire dans le cas de la rencontre de passages indurés ou d'anciennes substructures non reconnues au droit des sondages effectués.

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 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 limoneuse de classe **A1** et à dominance sableuse avec +/- de graviers, de classe **B3 et B5**. Il s'agit principalement de sols sensibles à l'eau.

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, ces sols 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 de neutraliser leur argilosité et/ou 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).

9.3 Maintien des parois de fouille

Le projet comporte la réalisation de terrassements en déblai (fouilles des fondations et des fosses des grilles HTA) conduisant à la création de talus et/ou de parements de fouilles, qu'il convient de maintenir stables.

Dans le cas de la réalisation de talus d'excavation et comme l'environnement du projet semble le permettre (absence de mitoyens et surcharges notamment), une pente de talus de **3H/2V** devra être respectée dans les terrains rencontrés (sols 1 et 2), moyennant des dispositifs de protection vis-à-vis des risques de ravinement (mise en place de polyane par exemple).

Dans le cas où la réalisation de talus ne serait pas envisageable, un blindage (soutènement provisoire) des fouilles pourra être à prévoir sur la hauteur des formations des sols 1 et 2 présentant une tenue faible à moyenne en fouille à court et long terme.

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

Les ouvrages de soutènement provisoires seront conçus de manière à éviter tout déplacement et mouvement des terres amont et aval, des fondations mitoyennes et de leurs terrains d'assise (si présents).

Ces ouvrages devront être dimensionnés dans le cadre d'une mission G3 spécifique.

10 DISPOSITIONS VIS-A-VIS DES EAUX

10.1 Phase travaux

Rappelons qu'un niveau d'eau stabilisé a été mesuré au droit du piézomètre installé en SP1 à 6.5 m de profondeur lors de la pose du capteur automatique le 02 décembre 2020, et que le suivi piézométrique du niveau d'eau est prévu sur une durée de 12 mois (jusque décembre 2021).

Ainsi, en phase travaux et à partir des informations disponibles à ce stade, la réalisation des parties enterrées du projet (fosses enterrées d'environ 1.0 à 2.8 m de profondeur au droit des ouvrages projetés) ne devrait pas interférer avec le niveau de la nappe (à confirmer à partir des résultats du suivi piézométrique actuellement en cours).

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

À l'issue du suivi piézométrique, 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) devra être effectuée (document séparé).

11 PLATEFORME & VOIRIES

11.1 Plateforme existante et couche de forme

Le projet prévoit la création de la plateforme en extension du poste dont le niveau fini ne nous a pas été communiqué à ce stade de l'étude, et la création d'une piste légère et d'une piste lourde.

Au droit de la zone projet, après une purge minimale sur **0.3 à 0.5 m** d'épaisseur en moyenne de l'horizon de terre végétale limono-sableuse superficielle, et de la frange supérieure des terrains limono-sableux à sablo-graveleux sous-jacents, la nature des terrains permet de classer la partie supérieure des terrassements en **PST1/AR1**, en situation climatique favorable.

Rappelons que les sols sont sensibles aux variations hydriques. En cas de saturation des terrains lors de conditions météorologiques et/ou hydrogéologiques défavorables (fortes pluies, circulations d'eau ...), la classe de cette plate-forme peut chuter à un niveau de portance PST0. Une telle situation (plate-forme AR1 à AR0) n'autorise en général pas de mise en place de couche de forme sans préparation préalable.

En fonction des niveaux finis souhaités de la future plateforme du poste, il pourra être nécessaire de réaliser localement une purge plus importante des terrains superficiels. Précisons qu'une étude de terrassement avec estimation des volumes de déblais/remblais sera réalisée ultérieurement par ERG GEOTECHNIQUE, une fois les plans et cotes de plateforme/voiries définitifs transmis.

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

Rappelons que la réutilisation des matériaux sablo-limoneux en déblai du site, en couche de forme est envisageable sous conditions (cf. paragraphe 9.2 ; traitement aux liants hydrauliques, éventuellement associés à la chaux ; essais d'aptitude et de formulation de traitement ainsi qu'une planche d'essai à réaliser au préalable avant le démarrage du chantier). D'une manière générale le principe de traitement est généralement axé sur le phasage suivant :

- Traitement du fond de forme et des éventuels remblais en sols fins à l'aide de chaux, sur une épaisseur de 0,50 m (et toute épaisseur pour les remblais),
- Traitement de la couche de forme au liant sur 0,35 m d'épaisseur minimale,
- Les dosages de la chaux et du liant doivent être établis dans le cadre des études d'exécution.

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).

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.

On rappelle ainsi 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.

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, associées le cas échéant à des dispositifs de gestion et de collecte des eaux de ruissellement (rigoles, fossés, ...), vers un exutoire permanent et suffisant.

Un traitement des sols fins à l'aide de chaux vive permet également de maîtriser la teneur en eau. Il faut cependant des surfaces à traiter conséquentes, et il est nécessaire de s'assurer de l'adaptation de la chaux proposée (essais de convenance vérifiant l'absence de gonflement pour l'emploi de chaux et de liant).

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 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 lourde et légère seront conformes au DTP 222.1 – 2005. Nous proposons ainsi de mettre en place une structure de chaussée rigide.

On pourra dans ce contexte, se reporter au paragraphe 4.2 *Fondation – Sol moyen* du DTP 222.1-2005.

La couche de forme préconisée ci-dessus permet d'obtenir une plateforme dont les caractéristiques sont supérieures à celles préconisées dans le DTP 222.1 – 2005 ($EV_2 > 40$ MPa). Dans ce contexte, la réalisation d'une couche de fondation ne sera pas nécessaire.

D'après le DTP 222.1 – 2005, on pourra retenir les épaisseurs suivantes :

Couche	épaisseur couche (cm)	
	Piste légère	Piste lourde
surface (béton)	12	18
CDF (pour PST1/AR1)*	60 cm + géotextile	

*pouvant chuter en PST0/AR0 en conditions défavorables (voir plus haut)

Cette ébauche dimensionnelle devra être reprise lors des études d'exécution 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.

L'exploitation des résultats du suivi piézométrique en cours jusque décembre 2021 sera nécessaire, afin de déterminer les niveaux remarquables de nappe (NPHE).

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

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

De nombreuses hypothèses sont faites dans le cadre de cette étude, comme par exemple la position du toit des couches de sols qui constitue une hypothèse importante du pré-dimensionnement ainsi que les limites horizontales des différentes zones. Il est donc 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.

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.

A.BROSSIN
Ingénieur Géotechnicien

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 PREALABLE (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)</p> <p>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 fouilles 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'eau 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 grutage 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 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 appartiendra 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 déféctuosité 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-dessous pour le cas des prestations déféctueuses. 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 ET MESURE DE RESISTIVITE**

A3 - RESULTATS DES CALCULS DE TASSEMENT SOUS RADIER

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

A1 – DONNEE BIBLIOGRAPHIQUE OBTENUE

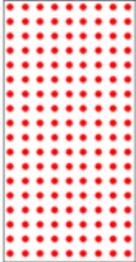
Dossier du sous-sol

BSS001SBJG

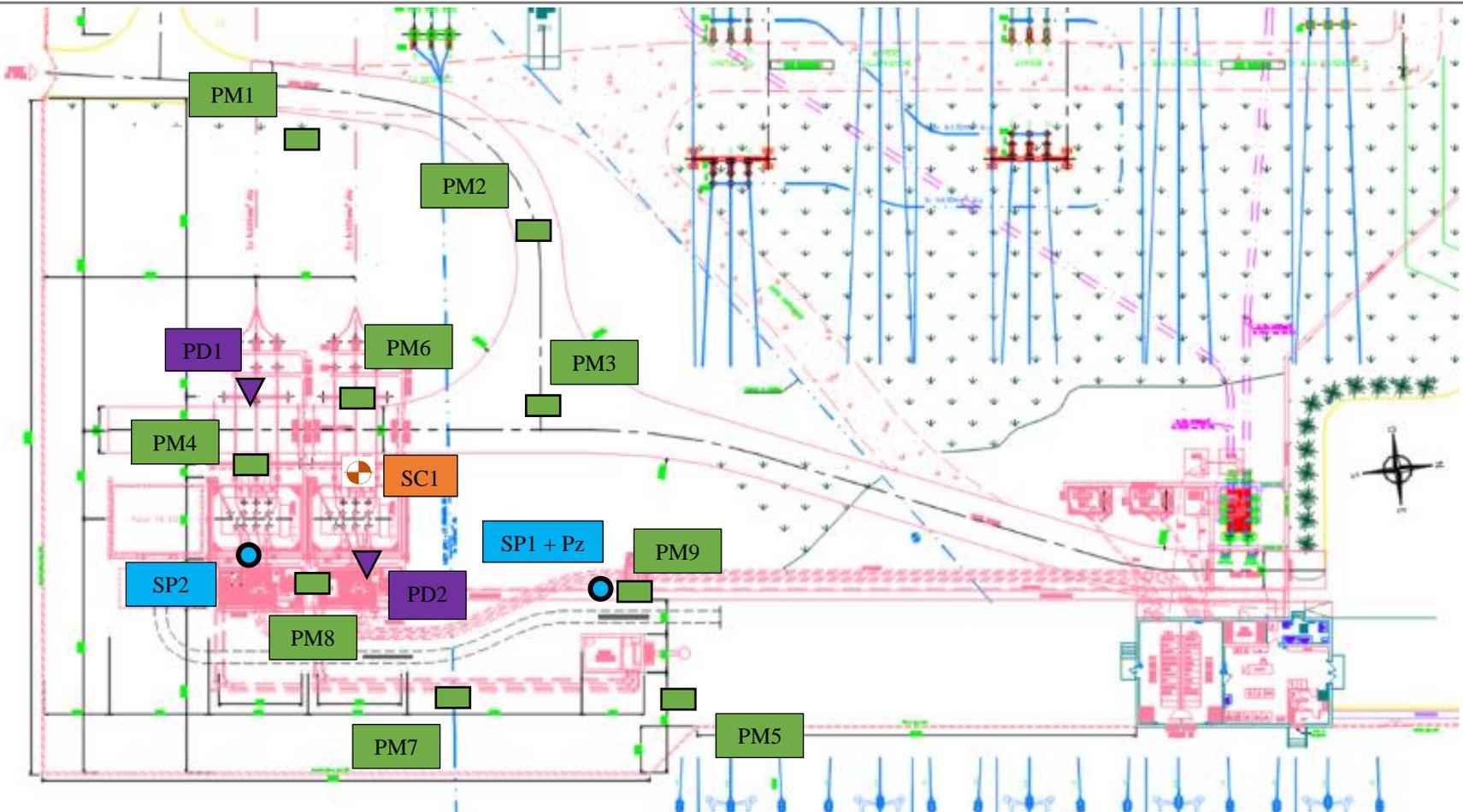
06741X0028/F2

Log validé

Profondeur			
De 0.0	à 15	m	Rafraîchir

Profondeur	Formation	Lithologie	Lithologie	Stratigraphie	Altitude
1.50	Alluvions récentes et subactuelles fluviales, lacustres ou palustres, comblant les fonds de vallée ou colmatant des dépressions		Argile brune, graviers.	Holocène	182.50
5.00			Argile brune.		179.00
9.30			Sable jaune gris, argile, graviers.		174.70
14.50			Argile gris brun.		169.50
			Argile brune, graviers.	Quaternaire	

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



PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES



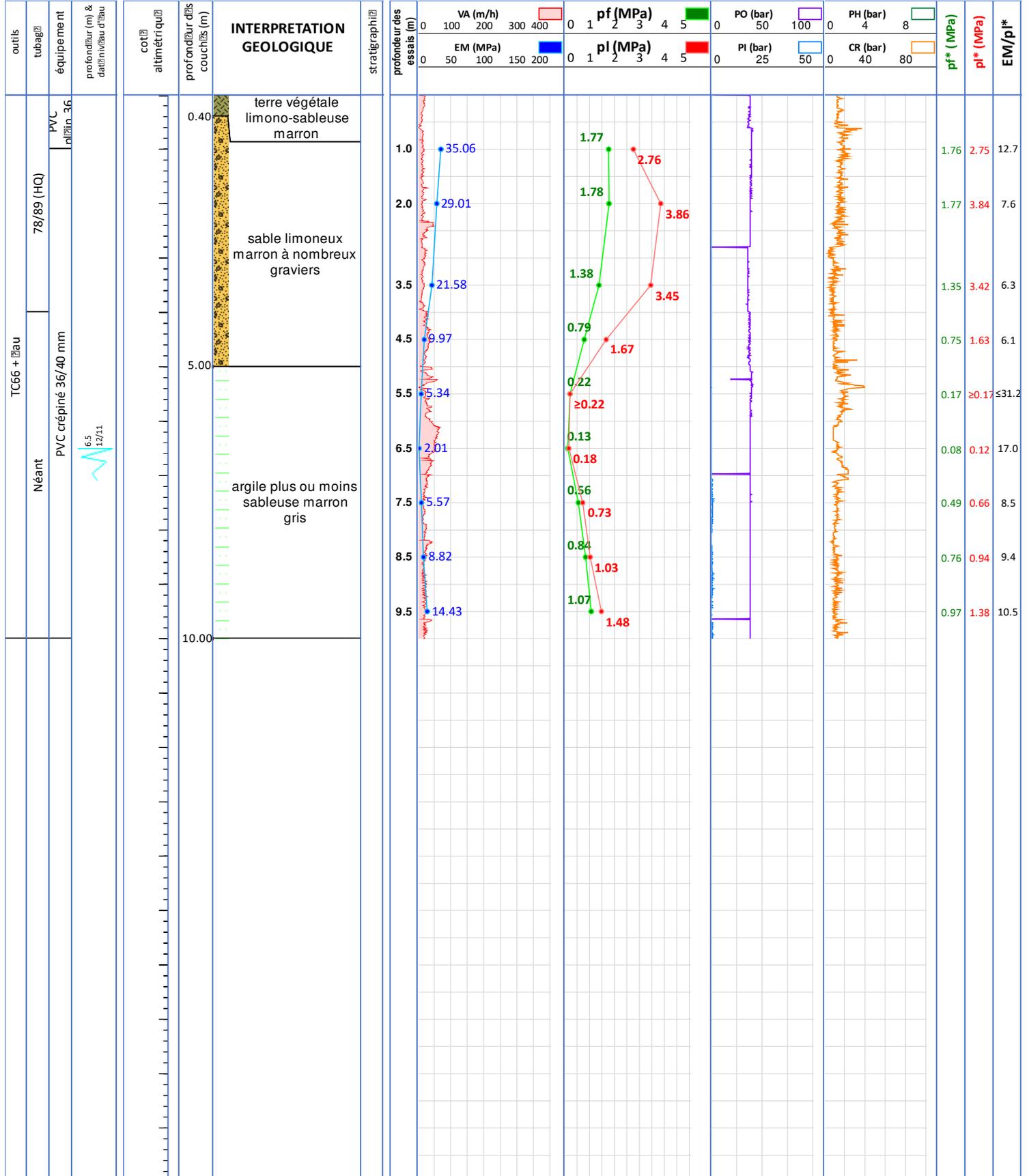
Document extrait de	Echelle	Type sondage	Qté
HT070-HT071-HT061_Installation Générale	sans	forage pressiométrique	2/2
		forage destructif	
	système de repérage	forage carotté	1/1
		équipement piézométrique	1/1
	sans	essai au pénétromètre dynamique	2/2
		essai de pénétration statique	
	sans	sans	fouille à la pelle mécanique
fouille manuelle			

désignation du dossier POSTE DE JOUX	
ville(s) du dossier ARNAS	69
désignation du client ENEDIS	
n° de dossier ERG 20PG023Aa	date fin de réalisation 10/11/2020
équipe de sondage SOCO35 5	ML longueur atteinte (m) 10 m
hauteur d'eau au dessus du sol (site aquatique)	n° enregistreur 50284
Observations Tête de protection cadencée - Hors-sol=0.3 m	
établi	SBL
vérifié	AB
approuvé	OG

coordonnées planimétriques	X (m) ou longitude E (°)
	Y (m) ou latitude N (°)
	système planimétrique
altitude	Z (m)
	système altimétrique
orientation	inclinaison/verticale (°) 0°
	azimut/Nord (°)

hypothèses de calcul des pressions nettes (pf*, pl*) : poids volumique=18 kN/m3, coefficient des terres au repos=0.5

pressio+parametres_forage
en_tete_pressio.xls

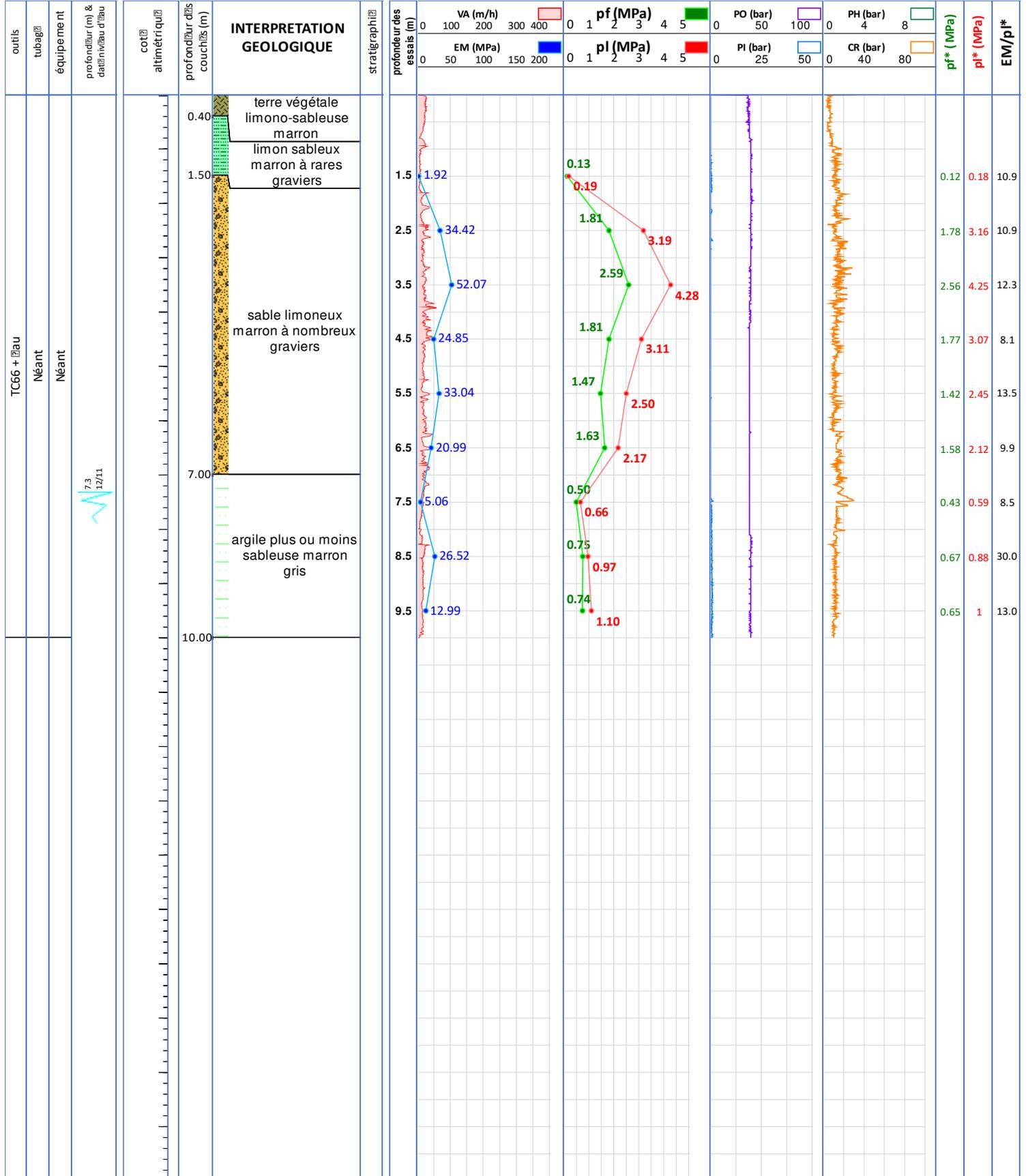


désignation du dossier POSTE DE JOUX	
ville(s) du dossier ARNAS	69
désignation du client ENEDIS	
n° de dossier ERG 20PG023Aa	date fin de réalisation 12/11/2020
équipe de sondage SOCO35 5	ML longueur atteinte (m) 10 m
hauteur d'eau au dessus du sol (site aquatique)	n° enregistreur 50284
Observations	établi SBL
	vérifié AB
	approuvé OG

coordonnées planimétriques	X (m) ou longitude E (°)
	Y (m) ou latitude N (°)
	système planimétrique
altitude	Z (m)
	système altimétrique
orientation	inclinaison/verticale (°) 0°
	azimut/Nord (°)

hypothèses de calcul des pressions nettes (pf*, pl*) : poids volumique=18 kN/m3, coefficient des terres au repos=0.5

pressio+parametres_forage
en_tete_pressio.xls



SONDAGE CAROTTE

SC1

sondage



OBJET	POSTE DE JOUX	OPERATEUR	LESTOQUOY	X
LIEU	69 – ARNAS	MACHINE	SOCOMAFOR 35 n°5	Y
CLIENT	ENEDIS	Date	12-11-2020	Z
N° DOSSIER	20/PG/023Aa	Azimut		Incl/V

Profondeur (m)	LITHOLOGIE	Stratigraphie	Echantillons	Carottage (%)	RQD (%)	LEFRANC	LUGEON	Niveau d'eau	Equipement	Outils	Tubage
0.00 à 0.45	Terre végétale limono-sableuse brune		0.00 E11	100							
0.45 à 1.00	Limons légèrement sableux marron à rares graviers		1.00						Néant	CP114	Néant



ESSAI DE PENETRATION DYNAMIQUE

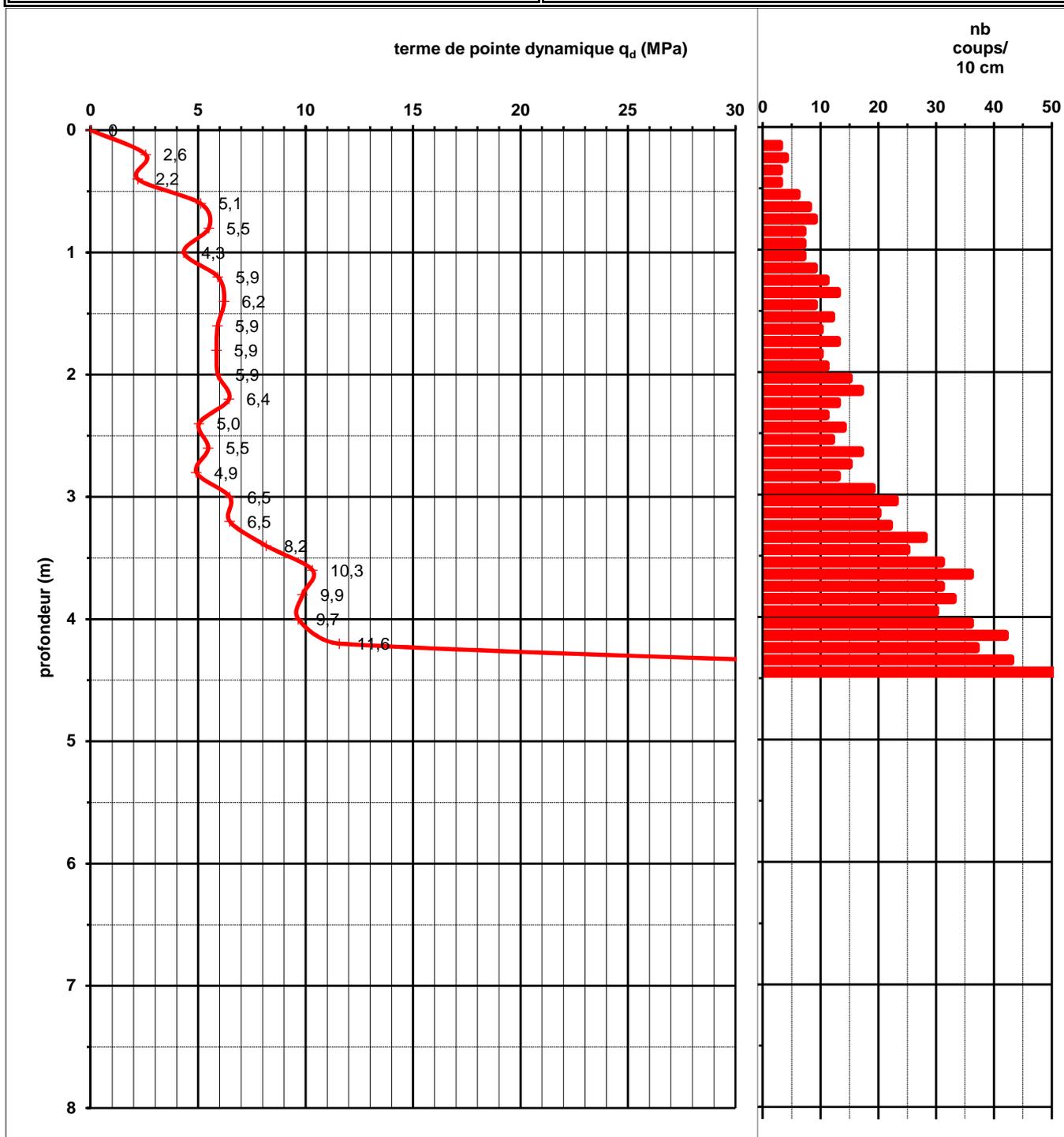
PD1



type pénétromètre :

TECNOTEST 5

CHANTIER	POSTE DE JOUX	EQUIPE	SOCOMAFOR 35 n°5
LIEU	69 - ARNAS	SONDEURS	LESTOQUOY
CLIENT	ENEDIS	DATE	12/11/2020
N° DOSSIER	20/PG/023Aa	COTE Z (m)	



CARACTERISTIQUES PENETROMETRE DYNAMIQUE

masse mouton	m	kg	30
masse linéique tige	m_t	kg/m	3
masse enclume+pointe	m_e	kg	18,3
hauteur de chute	H	cm	20
section pointe	A	cm ²	5

OBSERVATIONS

cause arrêt (volontaire/refus)	refus
nature refus	
indications sur niveaux eau	
niveau eau fin sondage	néant
profondeur tiges humides	néant

ESSAI DE PENETRATION DYNAMIQUE

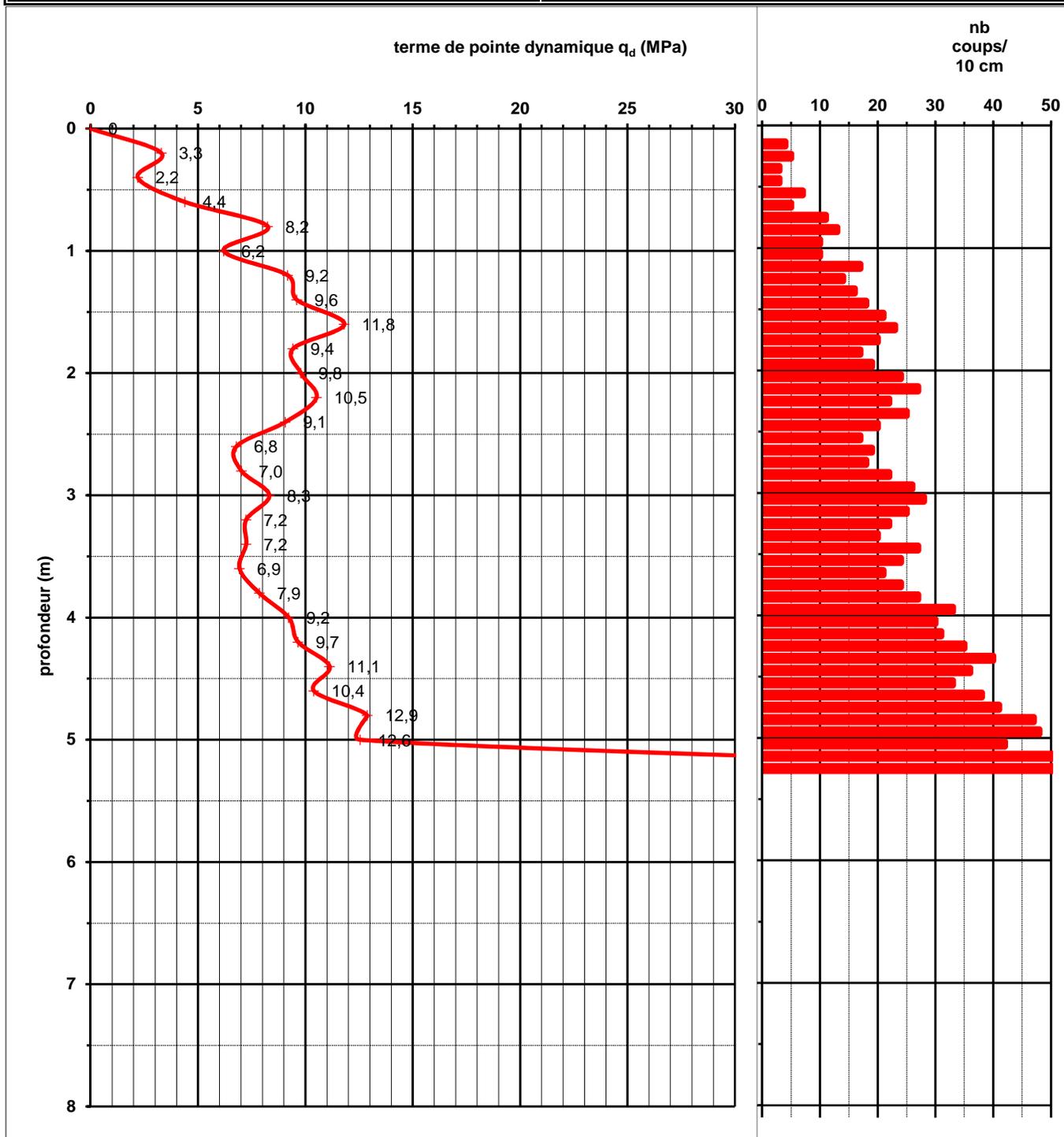
PD2



type pénétromètre :

TECNOTEST 5

CHANTIER	POSTE DE JOUX	EQUIPE	SOCOMAFOR 35 n°5
LIEU	69 - ARNAS	SONDEURS	LESTOQUOY
CLIENT	ENEDIS	DATE	12/11/2020
N° DOSSIER	20/PG/023Aa	COTE Z (m)	



CARACTERISTIQUES PENETROMETRE DYNAMIQUE				OBSERVATIONS	
masse mouton	m	kg	30	cause arrêt (volontaire/refus)	refus
masse linéique tige	m_t	kg/m	3	nature refus	
masse enclume+pointe	m_e	kg	18,3	indications sur niveaux eau	
hauteur de chute	H	cm	20	niveau eau fin sondage	néant
section pointe	A	cm ²	5	profondeur tiges humides	néant

SONDAGE A LA PELLE MECANIQUE

PM1



CHANTIER	POSTE DE JOUX	OPERATEUR	PH	X
LIEU	ARNAS - 69	MACHINE	PELLE 3T	Y
CLIENT	ENEDIS	GODET (cm)	50	Z
N° DOSSIER	20 PG 023 Aa	DATE	26/10/2020	Azimut

Profondeur (m)	LITHOLOGIE	Echantillons	Nature arrêt	Niveau d'eau (m)
0.00 à 0.30	Terre végétale limono-sableuse marron à rare graves	0.3 - 2.5	Volontaire	SEC
0.30 à 2.50	Sable limoneux ocre à nombreux graviers			

EXCAVATION



DEBLAI



SONDAGE A LA PELLE MECANIQUE

PM2



CHANTIER	POSTE DE JOUX	OPERATEUR	PH	X
LIEU	ARNAS - 69	MACHINE	PELLE 3T	Y
CLIENT	ENEDIS	GODET (cm)	50	Z
N° DOSSIER	20 PG 023 Aa	DATE	26/10/2020	Azimut

Profondeur (m)	LITHOLOGIE	Echantillons	Nature arrêt	Niveau d'eau (m)
0.00 à 0.30	Terre végétale limono-sableuse marron à rares graves	0.3 - 2.8	Volontaire	SEC
0.30 à 2.80	Graves à matrice sableuse marron			

EXCAVATION



DEBLAI



SONDAGE A LA PELLE MECANIQUE

PM3



CHANTIER	POSTE DE JOUX	OPERATEUR	PH	X
LIEU	ARNAS - 69	MACHINE	PELLE 3T	Y
CLIENT	ENEDIS	GODET (cm)	50	Z
N° DOSSIER	20 PG 023 Aa	DATE	26/10/2020	Azimut

Profondeur (m)	LITHOLOGIE	Echantillons	Nature arrêt	Niveau d'eau (m)
0.00 à 0.30	Terre végétale limono-sableuse marron à rares graves	0.3 – 2.8	Volontaire	SEC
0.30 à 2.80	Graves à matrice sableuse marron			

EXCAVATION



DEBLAI



SONDAGE A LA PELLE MECANIQUE

PM4



CHANTIER	POSTE DE JOUX	OPERATEUR	PH	X
LIEU	ARNAS - 69	MACHINE	PELLE 3T	Y
CLIENT	ENEDIS	GODET (cm)	50	Z
N° DOSSIER	20 PG 023 Aa	DATE	26/10/2020	Azimut

Profondeur (m)	LITHOLOGIE	Echantillons	Nature arrêt	Niveau d'eau (m)
0.00 à 0.30	Terre végétale limono-sableuse marron à rares graves			
0.30 à 1.00	Limon sableux beige à rares graviers	1 - 2.8		
1.00 à 2.80	Sable limoneux ocre à nombreux graviers		Volontaire	SEC

EXCAVATION



DEBLAI



SONDAGE A LA PELLE MECANIQUE

PM5



CHANTIER	POSTE DE JOUX	OPERATEUR	PH	X
LIEU	ARNAS - 69	MACHINE	PELLE 3T	Y
CLIENT	ENEDIS	GODET (cm)	50	Z
N° DOSSIER	20 PG 023 Aa	DATE	26/10/2020	Azimut

Profondeur (m)	LITHOLOGIE	Echantillons	Nature arrêt	Niveau d'eau (m)
0.00 à 0.30	Terre végétale limono-sableuse marron à rares graves	0.3 – 2.8	Volontaire	SEC
0.30 à 2.80	Graviers à matrice sableuse marron			

EXCAVATION



DEBLAI



SONDAGE A LA PELLE MECANIQUE

PM6



CHANTIER	POSTE DE JOUX	OPERATEUR	PH	X
LIEU	ARNAS - 69	MACHINE	PELLE 3T	Y
CLIENT	ENEDIS	GODET (cm)	50	Z
N° DOSSIER	20 PG 023 Aa	DATE	26/10/2020	Azimut

Profondeur (m)	LITHOLOGIE	Echantillons	Nature arrêt	Niveau d'eau (m)
0.00 à 0.30	Terre végétale limono-sableuse marron à rare graves	0 - 1	Volontaire	SEC
0.30 à 1.00	Limon sableux beige à rares graviers			
1.00 à 2.80	Sable limoneux ocre à nombreux graviers	1 - 2.8		

EXCAVATION



DEBLAI



SONDAGE A LA PELLE MECANIQUE

PM7



CHANTIER	POSTE DE JOUX	OPERATEUR	PH	X
LIEU	ARNAS - 69	MACHINE	PELLE 3T	Y
CLIENT	ENEDIS	GODET (cm)	50	Z
N° DOSSIER	20 PG 023 Aa	DATE	26/10/2020	Azimut

Profondeur (m)	LITHOLOGIE	Echantillons	Nature arrêt	Niveau d'eau (m)
0.00 à 0.30	Terre végétale limono-sableuse marron à rare graves	0 - 1	Refus	SEC
0.30 à 1.10	Limon sableux beige orangé à rares graviers	1 - 1.8		
1.10 à 1.80	Sable limoneux ocre à nombreux graviers			

EXCAVATION



DEBLAI



SONDAGE A LA PELLE MECANIQUE

PM8



CHANTIER	POSTE DE JOUX	OPERATEUR	PH	X
LIEU	ARNAS - 69	MACHINE	PELLE 3T	Y
CLIENT	ENEDIS	GODET (cm)	50	Z
N° DOSSIER	20 PG 023 Aa	DATE	26/10/2020	Azimut

Profondeur (m)	LITHOLOGIE	Echantillons	Nature arrêt	Niveau d'eau (m)
0.00 à 0.30	Terre végétale limono-sableuse marron à rare graves	1 - 2.8	Volontaire	SEC
0.30 à 1.00	Limon sableux beige à rares graviers			
1.00 à 2.80	Sable limoneux ocre à nombreux graviers			

EXCAVATION



DEBLAI



SONDAGE A LA PELLE MECANIQUE

PM9



CHANTIER	POSTE DE JOUX	OPERATEUR	PH	X
LIEU	ARNAS - 69	MACHINE	PELLE 3T	Y
CLIENT	ENEDIS	GODET (cm)	50	Z
N° DOSSIER	20 PG 023 Aa	DATE	26/10/2020	Azimut

Profondeur (m)	LITHOLOGIE	Echantillons	Nature arrêt	Niveau d'eau (m)
0.00 à 0.30	Terre végétale limono-sableuse marron à rare graves	0 - 2.8	Volontaire	SEC
0.30 à 2.80	Sable limoneux ocre à nombreux graviers			

EXCAVATION



DEBLAI



OUVRAGE	poste source de Joux	SYNTHESE DES RESULTATS LABORATOIRE	
LIEU	ARNAS (69)		
CLIENT	ENEDIS		
DOSSIER	20pg023Aa		

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' (°)	
PM2	graviers à matrice sableuse	marron	0,3 - 2,5	6,8	14,5	4,2	0,2	B3		9,5	20,5	8	21,3	/	/	/	/	
PM4	sable limoneux à nombreux graviers	marron	1 - 2,8	10,4	57	22,3	0,3	B5	m	11,2	20,3	10,4	20,7	/	/	/	/	
PM5	graviers à matrice sableuse	marron	0,3 - 2,8	6,9	40,6	4,8	0,2	B3		9,5	20,8	8,8	21,2	/	/	/	/	
PM7	limon sableux à rares graviers	brun	0 - 1,10	9,4	89,7	48,9	1,7	A1		/	/	/	/	/	/	/	/	
SC1	limon légèrement sableux à rares graviers	marron	0,45 - 0,6	13,7	92,3	68,9	0,9	A1		/	/	/	/	7	29	3	30	

CHANTIER	POSTE DE JOUX			
LIEU	69 - ARNAS			
CLIENT	ENEDIS			
N° DOSSIER	20PG0023Aa			
PM2 sondage	ER échantillon	0,30	à	2,50 profondeurs (m)
description lithologique				
graviers à matrice sableuse marron				
Date prélèvement	16/11/2020			
DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX <i>Norme NFP-94-050</i>				

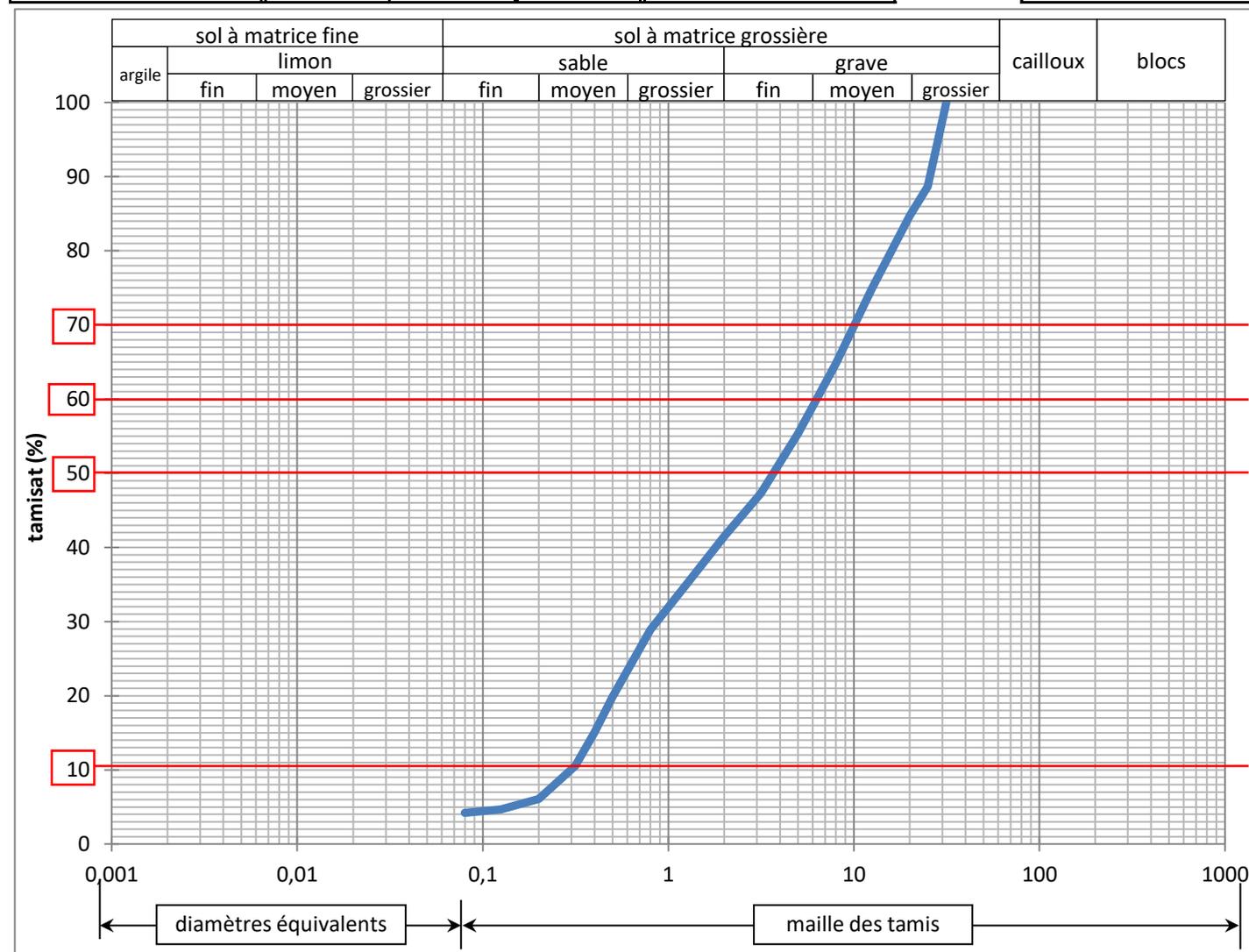
Température d'étuvage	105°C	opérateur	D CHASSOILLER	date essai	17/11/2020
-----------------------	-------	-----------	---------------	------------	------------

essai 1				essai 2			
n° tare	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁	n° tare	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
B7	3204	3027,9	422,2				
teneur en eau (%) w				<u>COMMENTAIRES</u>			
moyenne	essai 1	essai 2					
6,8	6,8						

CHANTIER	POSTE DE JOUX			
LIEU	69 - ARNAS			
CLIENT	ENEDIS			
N° DOSSIER	20PG0023Aa			
PM2 sondage	ER échantillon	0,30	à	2,50 profondeurs (m)
description lithologique		graviers à matrice sableuse marron		
Date prélèvement		16/11/2020		
ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE Norme NFP-94-056				

Température d'étuvage	105°C	opérateur	D CHASSOILLER	date essai	19/11/2020
-----------------------	-------	-----------	---------------	------------	------------

W_{nat}	6,8%	NF P 94-050	D_{max}	28,632 mm	classification NF P 11-300
W_L		NF P 94-052 & NF P 94-051	D_{70}	10,316 mm	
I_p		NF P 94-051	D_{60}	6,477 mm	B3
VB_s	0,2	NF P 94-068	D_{50}	3,772 mm	
passant à 2mm	41,5%		D_{15}	0,399 mm	classe/sous classe état hydrique
passant à 80 µm	4,2%		D_{10}	0,300 mm	d_m (mm)
					31,5



diamètre d (mm)	passant (%)								
100		20	84,71	0,8	28,91				
80		12,5	74,90	0,5	19,87				
63		8	64,81	0,4	15,07				
50		5	55,34	0,315	10,57				
40		3,15	47,29	0,2	6,08				
31,5	100,00	2	41,48	0,125	4,66				
25	88,67	1,25	34,98	0,08	4,21				

CHANTIER		POSTE DE JOUX		
LIEU		69 - ARNAS		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		20PG0023Aa		
PM2 <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	0,30	à	2,50 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique graviers à matrice sableuse marron				
<i>Date prélèvement</i>		16/11/2020		
ESSAI AU BLEU DE METHYLENE <i>Norme NFP-94-068</i>				

opérateur	S THIEBAUT	date essai	20/11/2020
-----------	------------	------------	------------

w_{nat}	6,8%	<i>NFP 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.
80,544	55,34	30	0,2

<u>Remarque</u>

CHANTIER		POSTE DE JOUX		
LIEU		69 - ARNAS		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		20PG0023Aa		
PM2 sondage	ER échantillon	0,30	à	2,50 profondeurs (m)
description lithologique		graviers à matrice sableuse marron		
Date prélèvement		16/11/2020		

ESSAI PROCTOR NORMAL

Norme NFP 94-093; 94-078

opérateur	D CHASSOILLER	date essai	20/11/2020
-----------	---------------	------------	------------

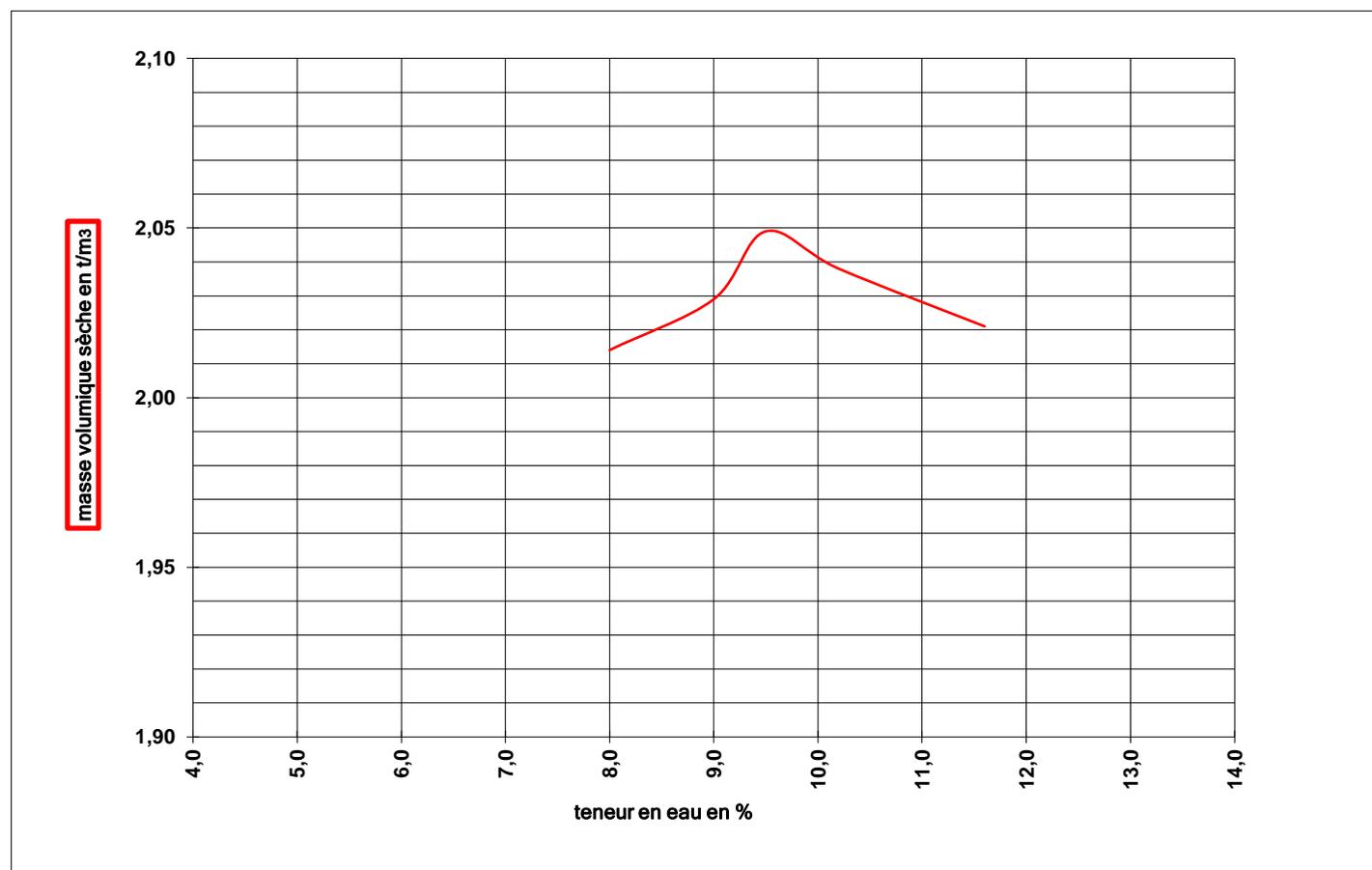
DIMENSION du MOULE:

	Moule Proctor Normal
X	Moule Proctor CBR

ENERGIE DE COMPACTAGE:

X	Proctor Normal
	Proctor modifié

teneur en en eau (%)	Densité sèche	Indice IPI
8,0	2,01	
9,0	2,03	
9,5	2,05	
10,2	2,04	
11,6	2,02	



Fraction 0/20	Teneur en eau optimum Proctor Normal - Wopn fraction 0/20 en %	9,5
	Masse volumique sèche maximale Proctor Normal - γ_{dopn} 0/20 en t/m ³	2,05

Lorsque le sol comporte une proportion d'éléments de plus de 20mm de diamètre inférieure à 30% (dans le cas présent $m=15,3\%$), on détermine ses caractéristiques Proctor moyennant une correction des valeurs ρ_d et $W\%$ déterminées sur la fraction 0/20 du matériau soumis à l'essai.

Fraction 0/D	Teneur en eau optimum Proctor Normal - Wopn fraction 0/D en %	8,0
	Masse volumique sèche maximale Proctor Normal - γ_{dopn} 0/D en t/m ³	2,13

CHANTIER	POSTE DE JOUX	
LIEU	69 - ARNAS	
CLIENT	ENEDIS	
N° DOSSIER	20PG0023Aa	

PM4 <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	1,00	à	2,80
<i>profondeurs (m)</i>				

description lithologique	
sable limoneux marron à nombreux graviers	
<i>Date prélèvement</i>	16/11/2020

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX <i>Norme NFP-94-050</i>

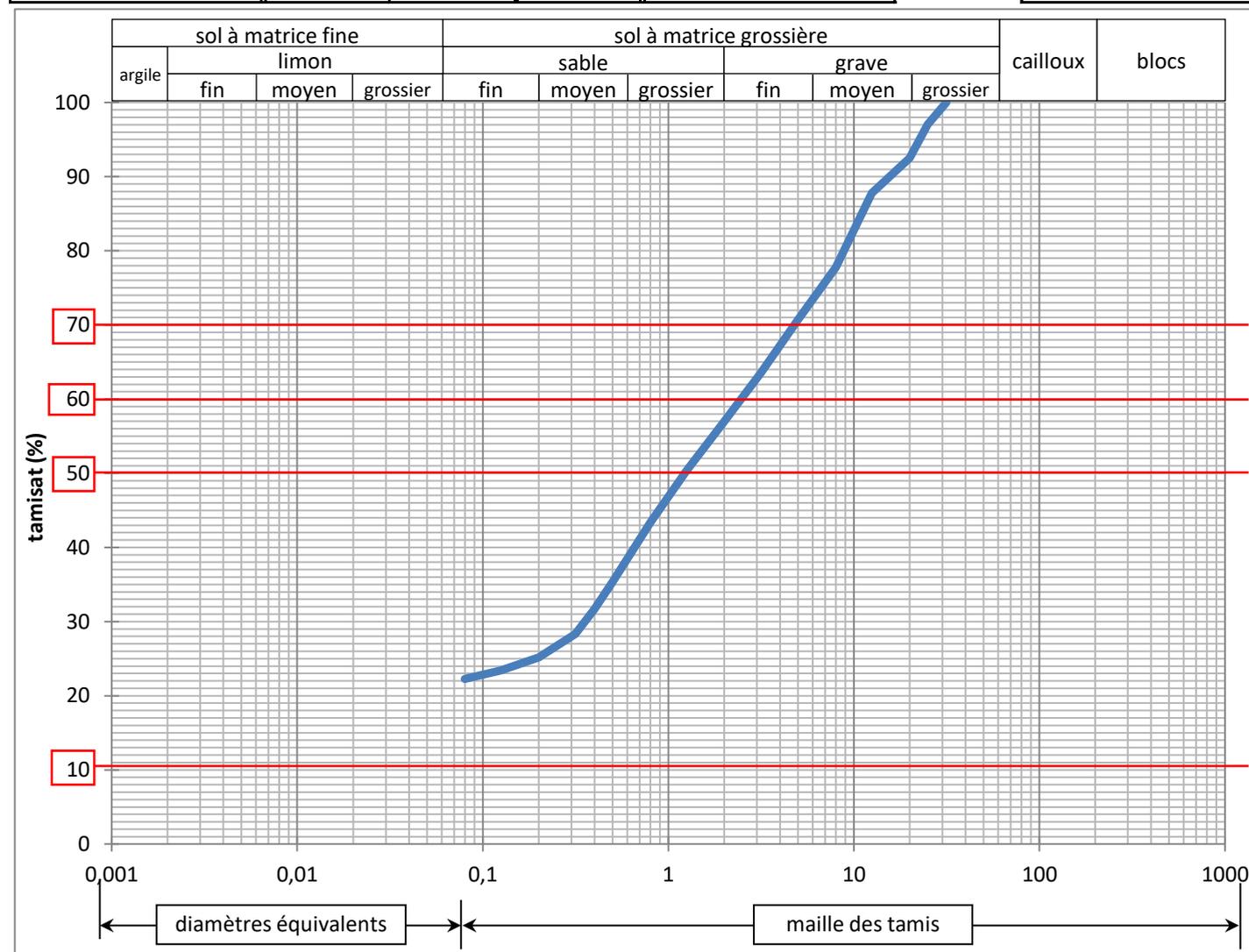
Température d'étuvage	105°C	opérateur	D CHASSOILLER	date essai	17/11/2020
-----------------------	-------	-----------	---------------	------------	------------

essai 1				essai 2			
n° tare	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁	n° tare	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
B1	2155,2	1987,1	367,2				
teneur en eau (%) w				<u>COMMENTAIRES</u>			
moyenne	essai 1	essai 2					
10,4	10,4						

CHANTIER	POSTE DE JOUX			
LIEU	69 - ARNAS			
CLIENT	ENEDIS			
N° DOSSIER	20PG0023Aa			
PM4 sondage	ER échantillon	1,00	à	2,80 profondeurs (m)
description lithologique		sable limoneux marron à nombreux graviers		
Date prélèvement		16/11/2020		
ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE Norme NFP-94-056				

Température d'étuvage	105°C	opérateur	D CHASSOILLER	date essai	19/11/2020
-----------------------	-------	-----------	---------------	------------	------------

w_{nat}	10,4%	NF P 94-050	D_{max}	22,723 mm	classification NF P 11-300
w_L		NF P 94-052 & NF P 94-051	D_{70}	4,820 mm	
I_p			D_{60}	2,532 mm	B5 m
VB_s	0,3	NF P 94-068	D_{50}	1,231 mm	classe/sous classe état hydrique
passant à 2mm	57,0%		D_{15}		
passant à 80 µm	22,3%		D_{10}		d_m (mm) 31,5



diamètre d (mm)	passant (%)								
100		20	92,54	0,8	43,38				
80		12,5	87,76	0,5	35,36				
63		8	77,78	0,4	31,69				
50		5	70,70	0,315	28,31				
40		3,15	63,51	0,2	25,15				
31,5	100,00	2	56,97	0,125	23,43				
25	97,06	1,25	50,30	0,08	22,26				

CHANTIER		POSTE DE JOUX		
LIEU		69 - ARNAS		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		20PG0023Aa		
PM4 <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	1,00	à	2,80 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique sable limoneux marron à nombreux graviers				
<i>Date prélèvement</i>		16/11/2020		
ESSAI AU BLEU DE METHYLENE <i>Norme NFP-94-068</i>				

opérateur	S THIEBAUT	date essai	20/11/2020
-----------	------------	------------	------------

w_{nat}	10,4%	<i>NFP 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. 0,3
102,265	70,70	45	

<u>Remarque</u>

CHANTIER		POSTE DE JOUX		
LIEU		69 - ARNAS		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		20PG0023Aa		
PM4 sondage	ER échantillon	1,00	à	2,80 profondeurs (m)
description lithologique		sable limoneux marron à nombreux graviers		
Date prélèvement		16/11/2020		

ESSAI PROCTOR NORMAL

Norme NFP 94-093; 94-078

opérateur	D CHASSOILLER	date essai	20/11/2020
-----------	----------------------	------------	------------

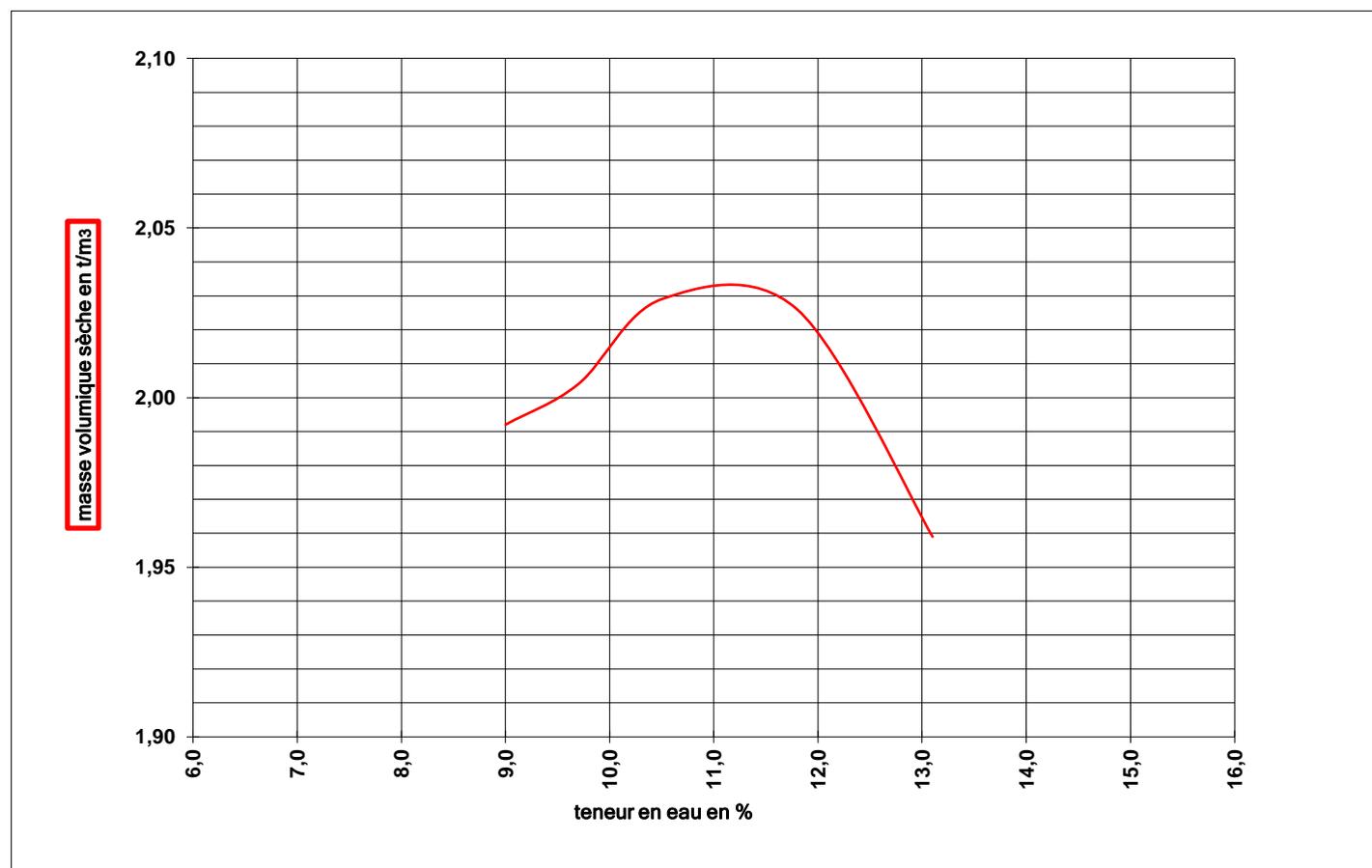
DIMENSION du MOULE:

	Moule Proctor Normal
X	Moule Proctor CBR

ENERGIE DE COMPACTAGE:

X	Proctor Normal
	Proctor modifié

teneur en en eau (%)	Densité sèche	Indice IPI
9,0	1,99	
9,7	2,00	
10,5	2,03	
11,8	2,03	
13,1	1,96	



Fraction 0/20	Teneur en eau optimum Proctor Normal - Wopn fraction 0/20 en %	11,2
	Masse volumique sèche maximale Proctor Normal - γ_{dopn} 0/20 en t/m ³	2,03

Lorsque le sol comporte une proportion d'éléments de plus de 20mm de diamètre inférieure à 30% (dans le cas présent $m=7.5\%$), on détermine ses caractéristiques Proctor moyennant une correction des valeurs ρ_d et $W\%$ déterminées sur la fraction 0/20 du matériau soumis à l'essai.

Fraction 0/D	Teneur en eau optimum Proctor Normal - Wopn fraction 0/D en %	10,4
	Masse volumique sèche maximale Proctor Normal - γ_{dopn} 0/D en t/m ³	2,07

CHANTIER	POSTE DE JOUX	
LIEU	69 - ARNAS	
CLIENT	ENEDIS	
N° DOSSIER	20PG0023Aa	

PM5 sondage	ER échantillon	0,30	à	2,80
<i>profondeurs (m)</i>				

description lithologique graviers à matrice sableuse marron	
<i>Date prélèvement</i>	16/11/2020

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX
<i>Norme NFP-94-050</i>

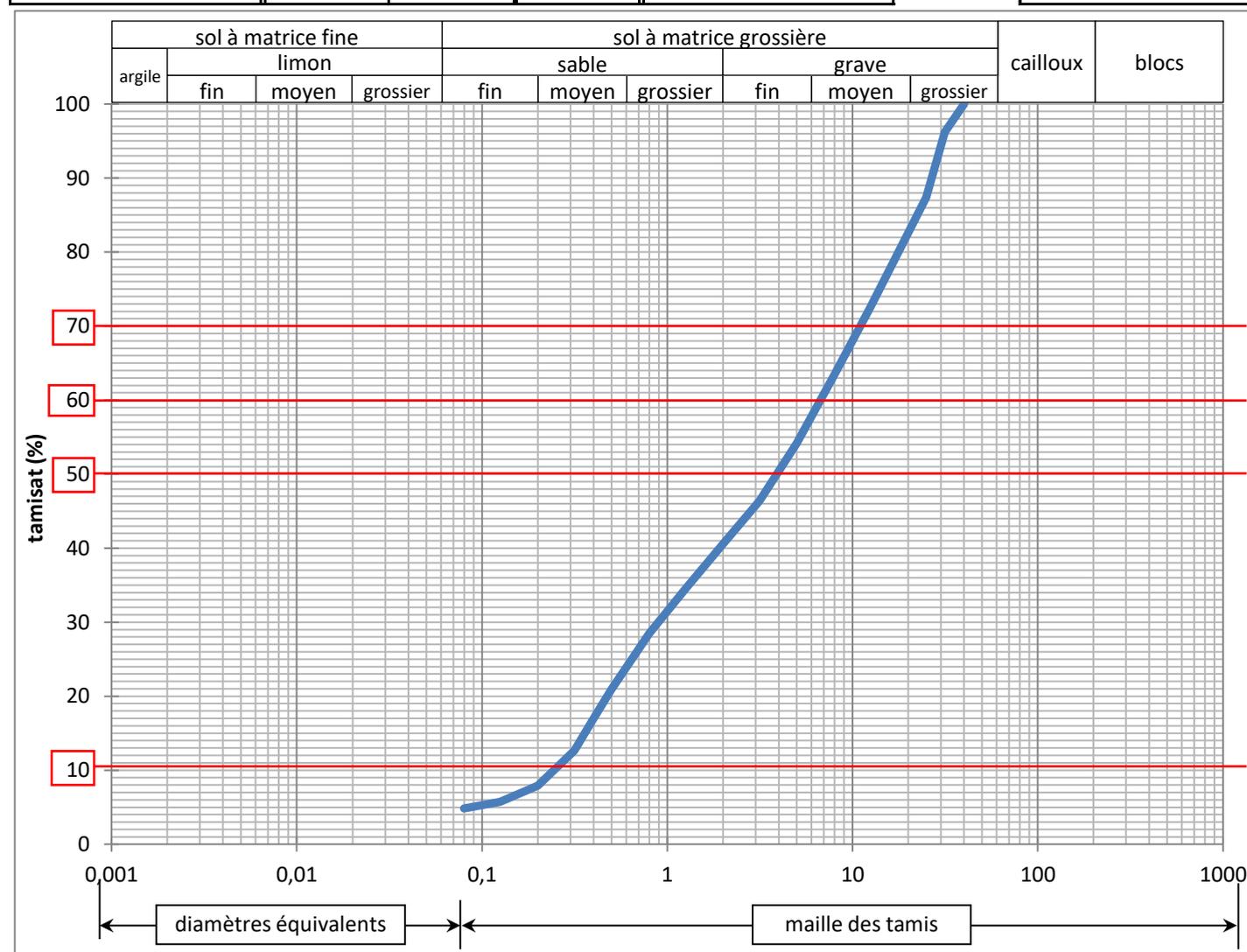
Température d'étuvage	105°C	opérateur	D CHASSOILLER	date essai	17/11/2020
-----------------------	-------	-----------	---------------	------------	------------

essai 1				essai 2			
n° tare	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁	n° tare	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
E1	3031,2	2862,5	408,6				
teneur en eau (%) w				<u>COMMENTAIRES</u>			
moyenne	essai 1	essai 2					
6,9	6,9						

CHANTIER	POSTE DE JOUX			
LIEU	69 - ARNAS			
CLIENT	ENEDIS			
N° DOSSIER	20PG0023Aa			
PM5 sondage	ER échantillon	0,30	à	2,80 profondeurs (m)
description lithologique		graviers à matrice sableuse marron		
Date prélèvement		16/11/2020		
ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE Norme NFP-94-056				

Température d'étuvage	105°C	opérateur	D CHASSOILLER	date essai	19/11/2020
-----------------------	-------	-----------	---------------	------------	------------

W_{nat}	6,9%	NF P 94-050	D_{max}	30,617 mm	classification NF P 11-300
W_L		NF P 94-052 & NF P 94-051	D_{70}	11,230 mm	
I_p			D_{60}	6,882 mm	B3
VB_s	0,2	NF P 94-068	D_{50}	4,008 mm	
passant à 2mm	40,6%		D_{15}	0,361 mm	classe/sous classe état hydrique
passant à 80 µm	4,8%		D_{10}	0,251 mm	d_m (mm) 40



diamètre d (mm)	passant (%)								
100		20	82,58	0,8	28,49				
80		12,5	72,57	0,5	20,93				
63		8	63,47	0,4	16,98				
50		5	54,16	0,315	12,66				
40	100,00	3,15	46,40	0,2	7,90				
31,5	96,20	2	40,58	0,125	5,74				
25	87,37	1,25	34,47	0,08	4,84				

CHANTIER		POSTE DE JOUX		
LIEU		69 - ARNAS		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		20PG0023Aa		
PMS <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	0,30	à	2,80
description lithologique graviers à matrice sableuse marron				
<i>Date prélèvement</i>		16/11/2020		
ESSAI AU BLEU DE METHYLENE <i>Norme NFP-94-068</i>				

opérateur	S THIEBAUT	date essai	20/11/2020
-----------	------------	------------	------------

w_{nat}	6,9%	<i>NFP 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.
100,267	54,16	45	0,2

<u>Remarque</u>

CHANTIER		POSTE DE JOUX		
LIEU		69 - ARNAS		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		20PG0023Aa		
PM5 sondage	ER échantillon	0,30	à	2,80
description lithologique		graviers à matrice sableuse marron		
Date prélèvement		16/11/2020		

ESSAI PROCTOR NORMAL

Norme NFP 94-093; 94-078

opérateur	V MORIZOT	date essai	23/11/2020
-----------	-----------	------------	------------

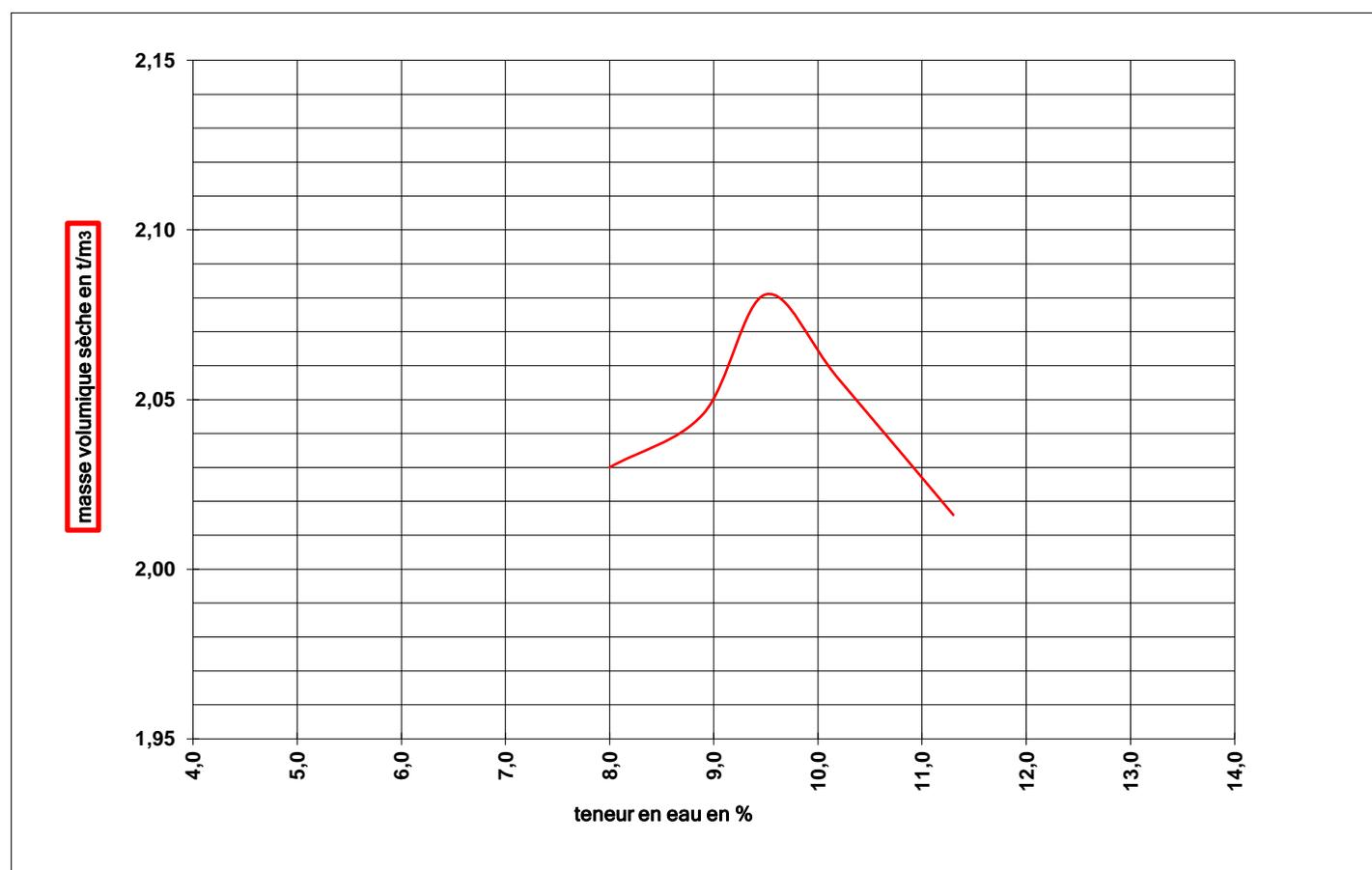
DIMENSION du MOULE:

	Moule Proctor Normal
X	Moule Proctor CBR

ENERGIE DE COMPACTAGE:

X	Proctor Normal
	Proctor modifié

teneur en en eau (%)	Densité sèche	Indice IPI
8,0	2,03	
8,9	2,05	
9,5	2,08	
10,2	2,06	
11,3	2,02	



Fraction 0/20	Teneur en eau optimum Proctor Normal - Wopn fraction 0/20 en %	9,5
	Masse volumique sèche maximale Proctor Normal - γ_{dopn} 0/20 en t/m ³	2,08

Lorsque le sol comporte une proportion d'éléments de plus de 20mm de diamètre inférieure à 30% (dans le cas présent $m=7.4\%$), on détermine ses caractéristiques Proctor moyennant une correction des valeurs ρ_d et $W\%$ déterminées sur la fraction 0/20 du matériau soumis à l'essai.

Fraction 0/D	Teneur en eau optimum Proctor Normal - Wopn fraction 0/D en %	8,8
	Masse volumique sèche maximale Proctor Normal - γ_{dopn} 0/D en t/m ³	2,12

CHANTIER	POSTE DE JOUX			
LIEU	69 - ARNAS			
CLIENT	ENEDIS			
N° DOSSIER	20PG0023Aa			
PM7 sondage	ER échantillon	0,00	à	1,10 profondeurs (m)
description lithologique				
limon sableux brun à rares graviers				
Date prélèvement	16/11/2020			
DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX <i>Norme NFP-94-050</i>				

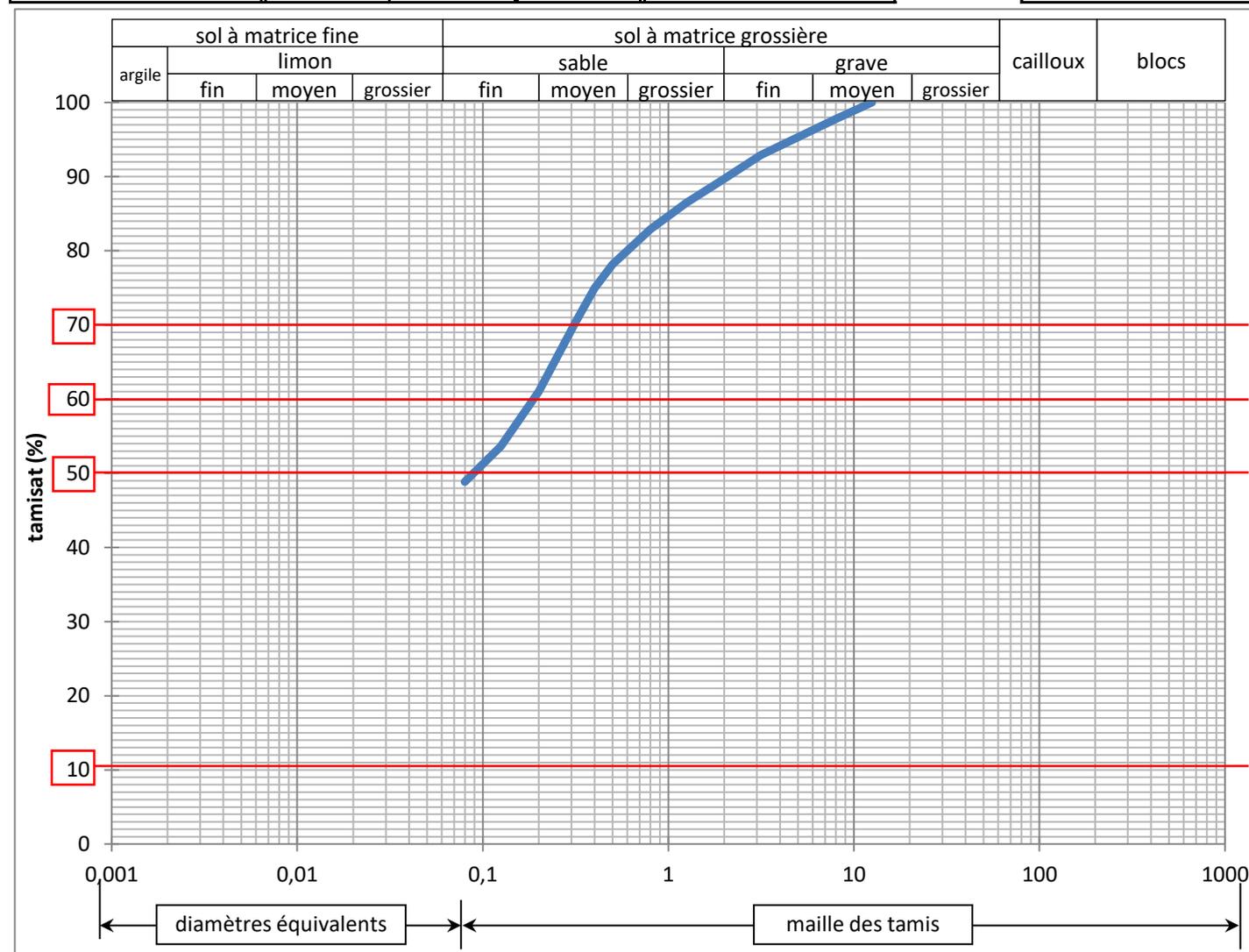
Température d'étuvage	105°C	opérateur	D CHASSOILLER	date essai	17/11/2020
-----------------------	-------	-----------	---------------	------------	------------

essai 1				essai 2			
n° tare	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁	n° tare	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
M15	1835,8	1713,3	405,9				
teneur en eau (%) w				<u>COMMENTAIRES</u>			
moyenne	essai 1	essai 2					
9,4	9,4						

CHANTIER	POSTE DE JOUX			
LIEU	69 - ARNAS			
CLIENT	ENEDIS			
N° DOSSIER	20PG0023Aa			
PM7 sondage	ER échantillon	0,00	à	1,10 profondeurs (m)
description lithologique		limon sableux brun à rares graviers		
Date prélèvement		16/11/2020		
ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE Norme NFP-94-056				

Température d'étuvage	105°C	opérateur	D CHASSOILLER	date essai	19/11/2020
-----------------------	-------	-----------	---------------	------------	------------

W_{nat}	9,4%	NF P 94-050	D_{max}	4,764 mm	classification NF P 11-300
W_L		NF P 94-052 & NF P 94-051	D_{70}	0,311 mm	
I_p		NF P 94-068	D_{60}	0,190 mm	A1
VB_s	1,7		D_{50}	0,091 mm	
passant à 2mm	89,7%		D_{15}		classe/sous classe état hydrique
passant à 80 µm	48,9%		D_{10}		d_m (mm) 12,5



diamètre d (mm)	passant (%)								
100		20	100,00	0,8	82,91				
80		12,5	100,00	0,5	78,18				
63		8	97,78	0,4	74,97				
50		5	95,31	0,315	70,33				
40		3,15	92,89	0,2	61,03				
31,5		2	89,70	0,125	53,66				
25		1,25	86,46	0,08	48,85				

CHANTIER	POSTE DE JOUX		
LIEU	69 - ARNAS		
CLIENT	ENEDIS		
N° DOSSIER	20PG0023Aa		
PM7 <i>sondage</i>	ER <i>échantillon</i>	0,00	à 1,10 <i>profondeurs (m)</i>
description lithologique limon sableux brun à rares graviers			
<i>Date prélèvement</i> 16/11/2020			
ESSAI AU BLEU DE METHYLENE <i>Norme NFP-94-068</i>			

opérateur	S THIEBAUT	date essai	20/11/2020
-----------	------------	------------	------------

w_{nat}	9,4%	<i>NFP 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.
45,725	95,31	80	1,7

<u>Remarque</u>

CHANTIER	POSTE DE JOUX	
LIEU	69 - ARNAS	
CLIENT	ENEDIS	
N° DOSSIER	20PG0023Aa	

SC1 <i>sondage</i>	E11 <i>échantillon</i>	0,00	à	1,00
description lithologique		0,45 0,60		
limon légèrement sableux marron à rares graviers				
<i>Date prélèvement</i>	16/11/2020			

DETERMINATION DE LA TENEUR EN EAU PONDERALE DES MATERIAUX

Norme NFP-94-050

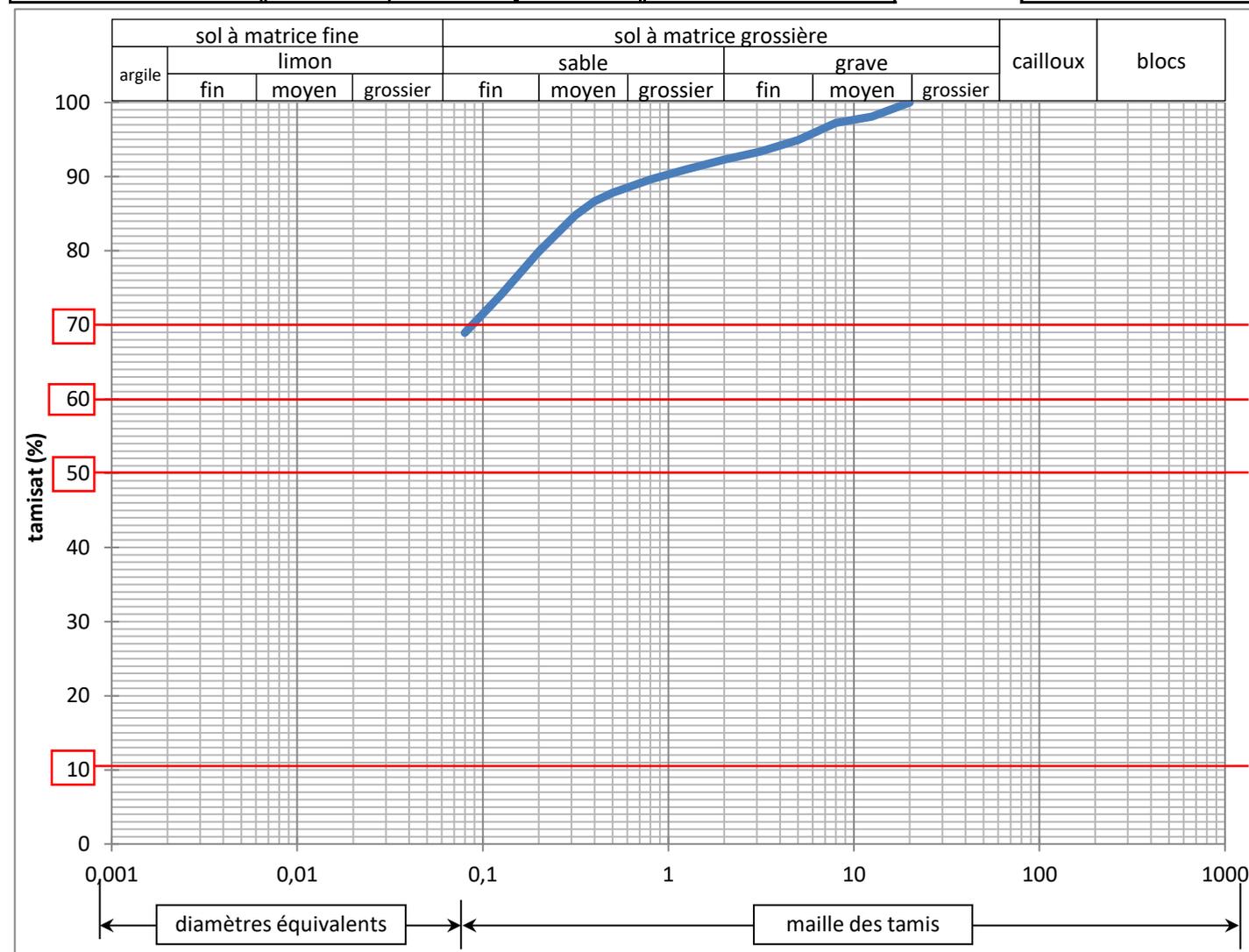
Température d'étuvage	105°C	opérateur	MJ PEDRO	date essai	19/11/2020
-----------------------	-------	-----------	----------	------------	------------

essai 1				essai 2			
n° tare	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁	n° tare	masse totale humide (g) m ₂	masse totale sèche (g) m ₃	masse de la tare (g) m ₁
A7	1851,4	1672,6	366,7				
teneur en eau (%) w				<u>COMMENTAIRES</u>			
moyenne	essai 1	essai 2					
13,7	13,7						

CHANTIER		POSTE DE JOUX		
LIEU		69 - ARNAS		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		20PG0023Aa		
SC1 <i>sondage</i>	E11 <i>échantillon</i>	0,00	à	1,00
		<i>profondeurs (m)</i>		
description lithologique		0,45 0,60		
limon légèrement sableux marron à rares graviers				
<i>Date prélèvement</i>		16/11/2020		
ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE A SEC APRES LAVAGE				
<i>Norme NFP-94-056</i>				

Température d'étuvage	105°C	opérateur	D CHASSOILLER	date essai	23/11/2020
-----------------------	-------	-----------	---------------	------------	------------

W_{nat}	13,7%	NF P 94-050	D_{max}	5,065 mm	classification NF P 11-300	
W_L		NF P 94-052 & NF P 94-051	D_{70}	0,089 mm		
I_p			D_{60}		A1	
VB_s	0,9	NF P 94-068	D_{50}		classe/sous classe état hydrique	
passant à 2mm	92,3%		D_{15}			
passant à 80 µm	68,9%		D_{10}			
					d_m (mm)	20



diamètre d (mm)	passant (%)								
100		20	100,00	0,8	89,63				
80		12,5	98,09	0,5	87,83				
63		8	97,25	0,4	86,69				
50		5	94,95	0,315	84,77				
40		3,15	93,38	0,2	79,88				
31,5		2	92,31	0,125	74,06				
25		1,25	90,97	0,08	68,94				

CHANTIER		POSTE DE JOUX		
LIEU		69 - ARNAS		
CLIENT		ENEDIS		
N° DOSSIER		20PG0023Aa		
SC1 sondage	E11 échantillon	0,00	à	1,00
description lithologique		profondeurs (m)		
limon légèrement sableux marron à rares graviers				
Date prélèvement	16/11/2020			
ESSAI AU BLEU DE METHYLENE				
Norme NFP-94-068				

opérateur	S THIEBAUT	date essai	20/11/2020
-----------	------------	------------	------------

w_{nat}	13,7%	NFP 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.
69,145	94,95	65	0,9

Remarque

CHANTIER	POSTE DE JOUX	
LIEU	69 - ARNAS	
CLIENT	ENEDIS	
N° DOSSIER	20PG0023Aa	

SC1 sondage	EI1 échantillon	0,00 à 1,00 profondeurs (m)
-----------------------	---------------------------	--

description lithologique limon légèrement sableux marron à rares graviers	0,45 0,60 
--	--

Nom opérateur	MJ PEDRO	Date prélèvement	16/11/2020	Date essai	19/11/2020
---------------	----------	------------------	------------	------------	------------

ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE DIRECT

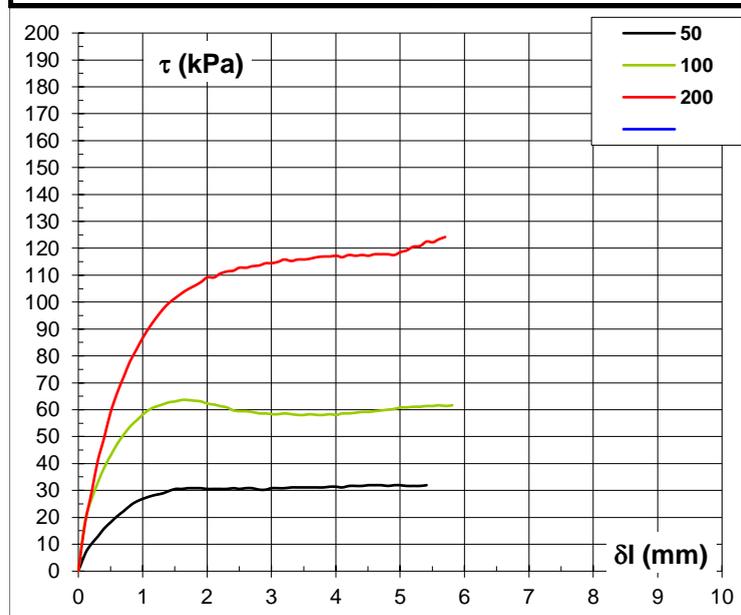
Norme NFP-94-071-1

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

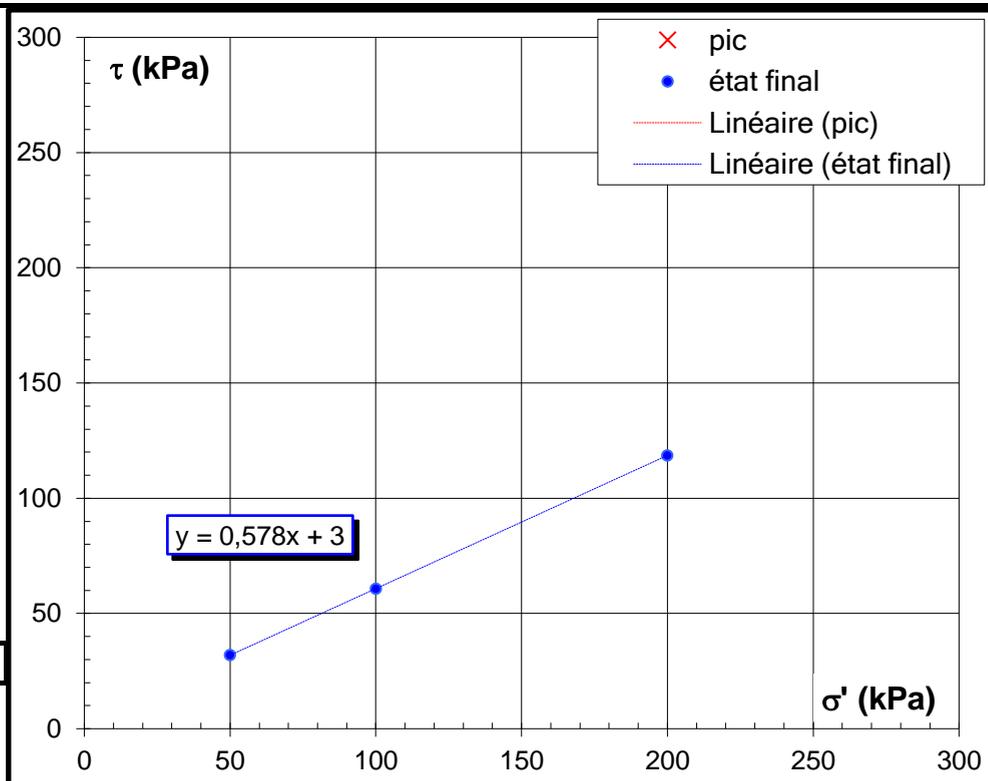
IDENTIFICATION DES EPROUVETTES DE SOL									PARAMETRES DE RESISTANCE AU CISAILLEMENT				
n° éprouvette	avant essai					après consolidation		après cisaillement	σ' kPa	$\tau_{f,p}$ kPa	$\delta l_{f,p}$ mm	$\tau_{f,f}$ kPa	$\delta l_{f,f}$ mm
	ρ kg/m ³	ρ_d kg/m ³	w %	e	S_R	ρ_d kg/m ³	t_{100} min						
1	2222	1924	15,5	0,404	103,8	1978	0,2	16,0	50			31,9	5
2	2213	1915	15,5	0,410	102,3	2027	1	15,5	100			60,8	5
3	2229	1922	16,0	0,405	106,6	2018	0,8	15,5	200			118,6	5
4													

GRAPHIQUES

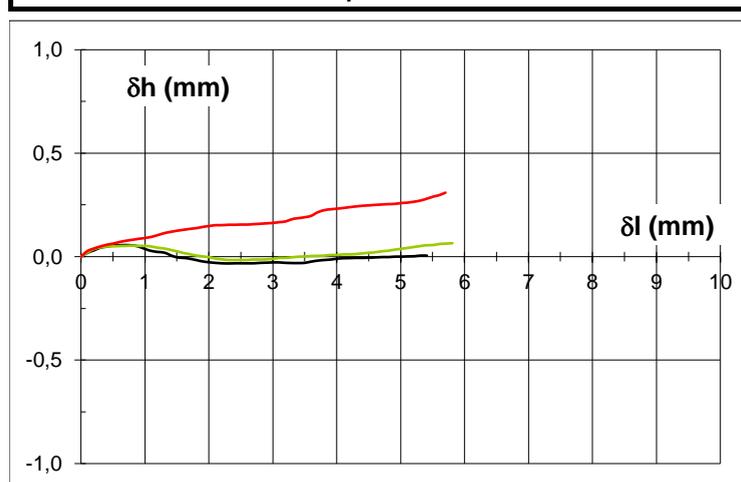
contrainte de cisaillement - déplacement horizontal



résistance au cisaillement - contrainte normale



tassement - déplacement horizontal



RESULTATS

cohésion c' (kPa)		angle de frottement ϕ' (°)	
pic c'_p	état final c'_f	pic ϕ'_p	état final ϕ'_f
	3		30

CHANTIER	POSTE DE JOUX	
LIEU	69 - ARNAS	
CLIENT	ENEDIS	
N° DOSSIER	20PG0023Aa	

SC1 sondage	EI1 échantillon	0,00 à 1,00 profondeurs (m)
-----------------------	---------------------------	--

description lithologique limon légèrement sableux marron à rares graviers	0,45 0,60 
--	--

Nom opérateur	MJ PEDRO	Date prélèvement	16/11/2020	Date essai	19/11/2020
---------------	----------	------------------	------------	------------	------------

ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE CONSOLIDE NON DRAINE

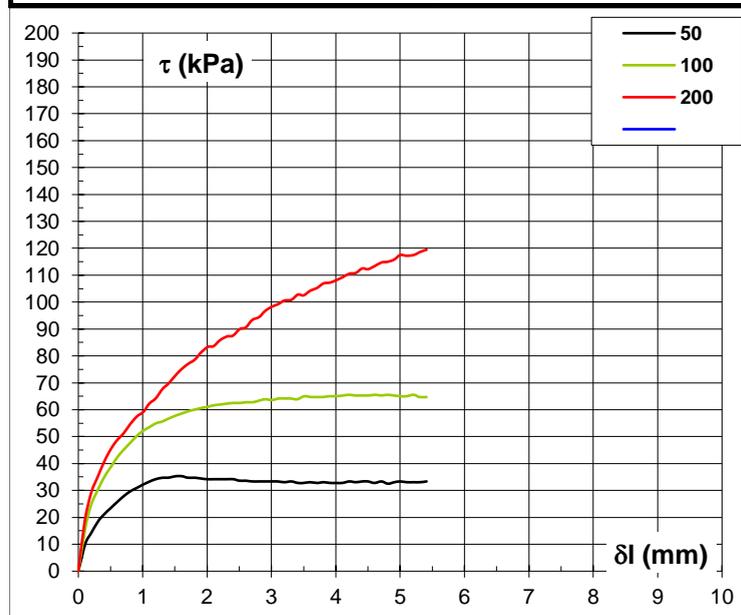
Essai non normé

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

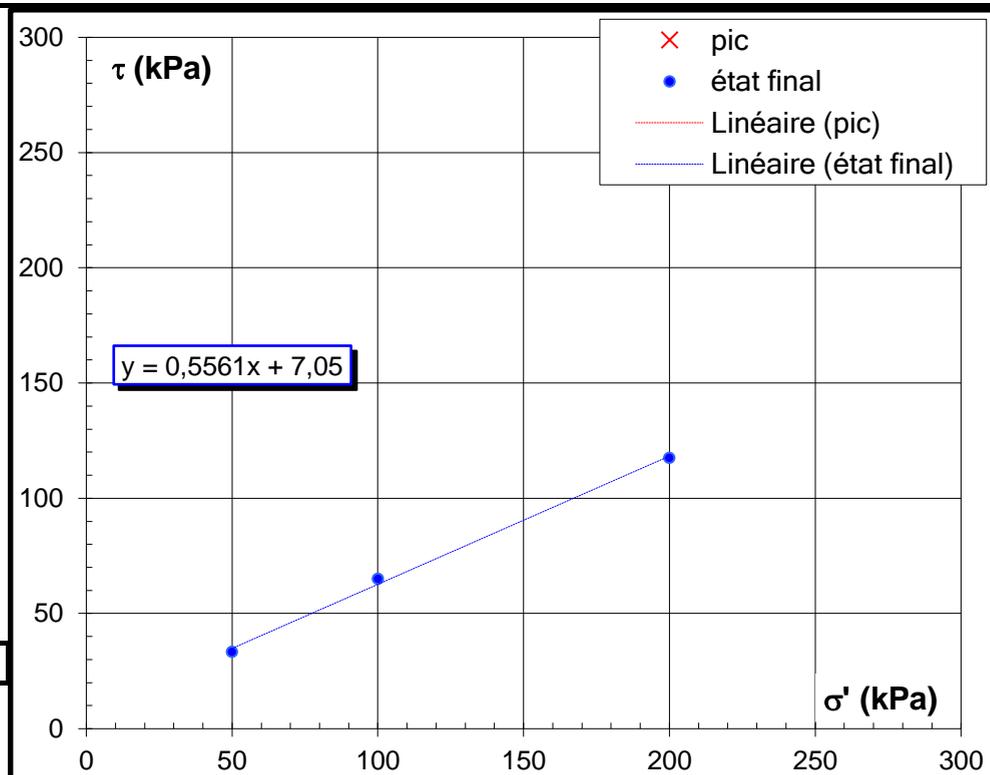
IDENTIFICATION DES EPROUVETTES DE SOL									PARAMETRES DE RESISTANCE AU CISAILLEMENT				
n° éprouvette	avant essai					après consolidation		après cisaillement	σ' kPa	$\tau_{f,p}$ kPa	$\delta l_{f,p}$ mm	$\tau_{f,f}$ kPa	$\delta l_{f,f}$ mm
	ρ kg/m ³	ρ_d kg/m ³	w %	e	S_R	ρ_d kg/m ³	t_{100} min						
1	2208	1906	15,9	0,417	102,9	1951	3,2	16,8	50			33,3	5
2	2229	1932	15,4	0,398	104,5	1982	2	16,2	100			65	5
3	2210	1906	16,0	0,417	103,4	2051	4	16,5	200			117,5	5
4													

GRAPHIQUES

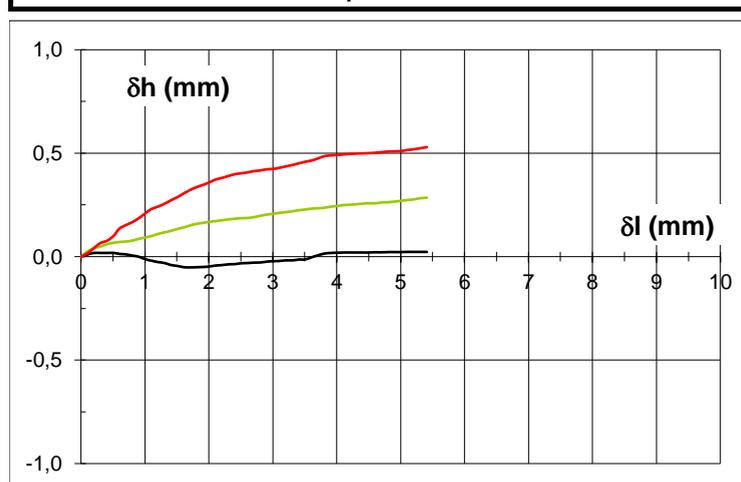
contrainte de cisaillement - déplacement horizontal



résistance au cisaillement - contrainte normale



tassement - déplacement horizontal



RESULTATS

cohésion ccu (kPa)		angle de frottement ϕ_{cu} (°)	
<i>pic ccu_p</i>	<i>état final ccu_f</i>	<i>pic ϕ_{cu_p}</i>	<i>état final ϕ_{cu_f}</i>
	7		29

ESSAI DE PERMEABILITE NASBERG <i>données - mesures - résultats</i>		SP1 <small>sondage</small>	03,50 m <small>profondeur</small>	
CHANTIER	Poste de Joux	MACHINE		SOCO 35
VILLE	ARNAS (69)	OPERATEURS		LESTOQUOY
CLIENT	ENEDIS	DATE		10-nov-20
DOSSIER	20PG023Aa			injection

DONNEES DE L'ESSAI			
PROFONDEURS PAR RAPPORT AU TN	profondeur haut cavité (=bas tubage) (m)	Z _C haut	3,00
	profondeur bas cavité (m)	Z _C bas	4,00
	profondeur essai (milieu cavité) (m)	H _c	3,50
HAUTEURS	hauteur tubage au dessus du TN (m)	H _T	0,50
	profondeur milieu cavité/arase tubage (m)	H _L	4,00
DIAMETRES/SECTION TUBAGE	diamètre extérieur tubage (m)	B _e	0,089
	diamètre intérieur tubage (m)	B _i	0,084
	section intérieure du tubage (m ²)	S	5,54E-03
GEOMETRIE CAVITE	diamètre (m)	B _c	0,066
	hauteur (m)	L _c	1,00
	élancement	c=L _c /B _c	15,15
	diamètre cavité sphérique équivalente	B	0,74
	hauteur entre tête tubage et milieu cavité sphérique	H _c	3,87
APPORT	débit m ³ /h	Q _a	0,072
	par injection m ³ /s		2,0E-05

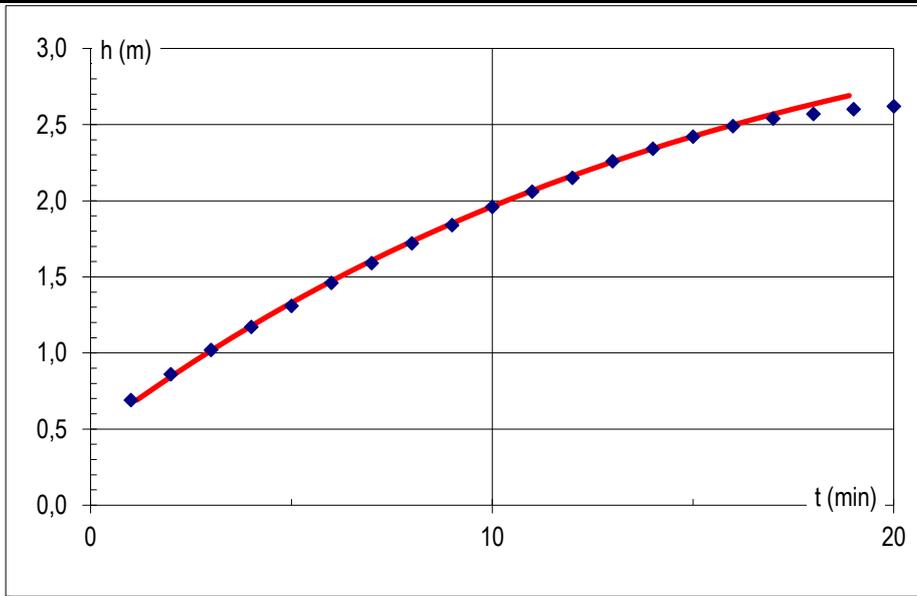
MESURES			
injection		arrêt injection	
t (min)	H _e (m)	t (min)	H _e (m)
0	3,4	0,17	1,20
1	3,18	0,34	2,13
2	3,01	0,51	2,88
3	2,85	0,68	3,46
4	2,7	0,85	4,00
5	2,56		
6	2,41		
7	2,28		
8	2,15		
9	2,03		
10	1,91		
11	1,81		
12	1,72		
13	1,61		
14	1,53		
15	1,45		
16	1,38		
17	1,33		
18	1,3		
19	1,27		
20	1,25		
25	1,2		
30	1,18		
35	1,18		
40			
45			
50			
55			
60			
niveau stabilisé			
H _e (m)	1,18		

RESULTATS			
regime	méthode d'interprétation	k _L (m/s)	observations
PERMANENT		2,1E-06	
TRANSITOIRE débit non nul	solution éq. différent.	1,5E-06	
TRANSITOIRE débit nul			inexploitable (descente trop rapide)

ESSAI DE PERMEABILITE NASBERG <i>interprétation en régime transitoire</i>	SP1 <small>sondage</small>	03,50 m <small>profondeur</small>	
---	--------------------------------------	---	---

CHANTIER Poste de Joux	MACHINE SOCO 35
VILLE ARNAS (69)	OPERATEURS LESTOQUOY
CLIENT ENEDIS	DATE 10-nov-20
DOSSIER 20PG023Aa	MODE (pompage/injection) injection

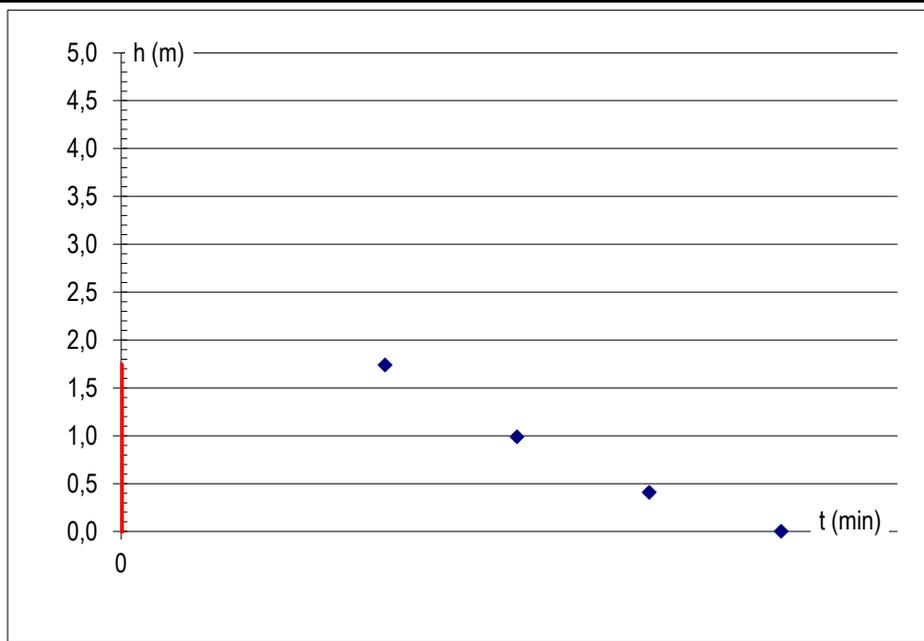
DEBIT NON NUL (injection d'eau)



α	0,0006
β	0,0391
$U=(\beta/\alpha)^{1/2}$	7,892
$h(t=0)$	0,47
x_0	-2,34

PERMEABILITE k_L (m/s)
1,5E-06

DEBIT NUL (arrêt de l'injection)



PERMEABILITE k_L (m/s)

ESSAI DE PERMEABILITE NASBERG données - mesures - résultats		SP1 sondage	04,50 m profondeur	
CHANTIER	Poste de Joux	MACHINE	SOCO 35	
VILLE	ARNAS (69)	OPERATEURS	LESTOQUOY	
CLIENT	ENEDIS	DATE	10-nov-20	
DOSSIER	20PG023Aa		injection	

DONNEES DE L'ESSAI			
PROFONDEURS PAR RAPPORT AU TN	profondeur haut cavité (=bas tubage) (m)	Z _C haut	4,00
	profondeur bas cavité (m)	Z _C bas	5,00
	profondeur essai (milieu cavité) (m)	H _c	4,50
HAUTEURS	hauteur tubage au dessus du TN (m)	H _T	0,50
	profondeur milieu cavité/arase tubage (m)	H _L	5,00
DIAMETRES/SECTION TUBAGE	diamètre extérieur tubage (m)	B _e	0,089
	diamètre intérieur tubage (m)	B _i	0,084
	section intérieure du tubage (m ²)	S	5,54E-03
GEOMETRIE CAVITE	diamètre (m)	B _c	0,066
	hauteur (m)	L _c	1,00
	élancement	c=L _c /B _c	15,15
	diamètre cavité sphérique équivalente	B	0,74
	hauteur entre tête tubage et milieu cavité sphérique	H _c	4,87
APPORT	débit m ³ /h	Q _a	0,063
	par injection m ³ /s		1,8E-05

MESURES			
injection		arrêt injection	
t (min)	H _e (m)	t (min)	H _e (m)
0	1,39	0,5	0,49
1	1,32	1	0,60
2	1,22	2	0,65
3	1,12	3	0,71
4	1,03	4	0,76
5	0,88	5	0,84
6	0,77	6	0,91
7	0,68	7	0,97
8	0,62	8	1,02
9	0,55	9	1,08
10	0,48	10	1,14
11	0,44	11	1,19
12	0,41	12	1,23
13	0,39	13	1,26
14	0,39	14	1,30
15	0,38	15	1,34
16	0,37	16	1,36
17	0,36	17	1,40
18	0,35	18	1,44
19	0,34	19	1,47
20	0,32	20	1,51
25	0,31	21	1,53
30	0,31	22	1,56
35	0,31	23	1,58
40		24	
45		25	
50		26	
55		27	
60		28	
niveau stabilisé		29	
H _e (m)	0,31	30	

RESULTATS			
regime	méthode d'interprétation	k _L (m/s)	observations
PERMANENT		1,0E-06	
TRANSITOIRE débit non nul	solution éq. différent.	6,0E-07	
TRANSITOIRE débit nul		2,0E-05	

ESSAI DE PERMEABILITE NASBERG

interprétation en régime transitoire

SP1

04,50 m



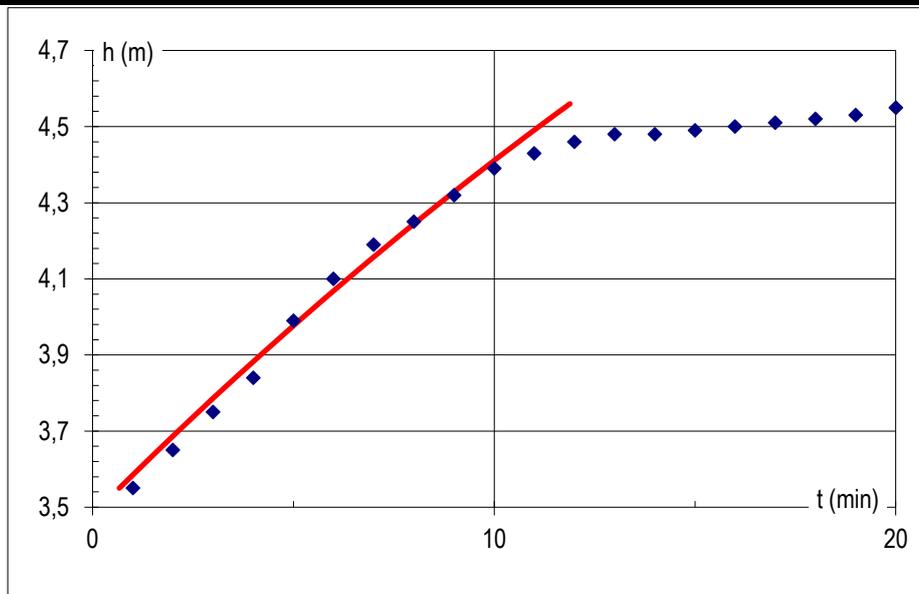
sondage

profondeur

CHANTIER Poste de Joux
 VILLE ARNAS (69)
 CLIENT ENEDIS
 DOSSIER 20PG023Aa

MACHINE SOCO 35
 OPERATEURS LESTOQUOY
 DATE 10-nov-20
 MODE (pompage/injection) injection

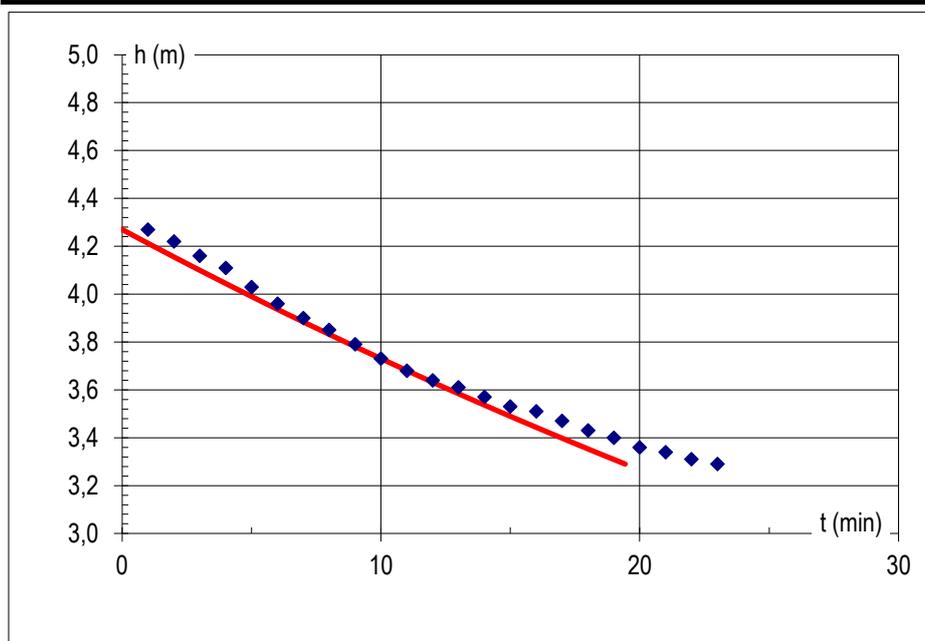
DEBIT NON NUL (injection d'eau)



α	0,0003
β	0,0342
$U=(\beta/\alpha)^{1/2}$	11,672
$h(t=0)$	3,48
x_0	-7,74

PERMEABILITE k_L (m/s)**6,0E-07**

DEBIT NUL (arrêt de l'injection)



α	0,0084
β	0,0342
$U=(\beta/\alpha)^{1/2}$	11,672
$h(t=1)$	4,27
x_0	-8,67

PERMEABILITE k_L (m/s)**2,0E-05**

COMPTE RENDU DE MESURES DE RESISTIVITE

suivant annexe 1 NA-IMR-CNER-DL-SLA-08-00150 indice 1

Re1

Sondage



OUVRAGE	Poste Source de Joux	nature terrain	Terre végétale
LIEU	ARNAS (69)	conditions météo	Nuageux
CLIENT	ENEDIS	appareil	TERCA 3
DOSSIER	20pg023Aa	date	2-nov.-20

RAPPEL DES EXIGENCES DE RTE

les 4 piquets sont alignés à écartement constant ; les 2 axes ne doivent pas être parallèles

$a_1 = 5 \text{ m}$; $a_2 = 15 \text{ m}$; $a_3 = 30 \text{ m}$; $a_4 = 50 \text{ m}$; $a_5 = 100 \text{ m}$

a_1, a_2, a_3, a_4 et a_5 sont mesurées à 5 % près

$60^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$ entre les 2 axes de mesure

les écartements sont les mêmes dans les 2 directions de mesure

les mesures sont faites à proximité du projet (point O, intersection des axes de mesure)

CRITERE DE VALIDATION : pour un même écartement (suivant axe A et axe B), l'écart entre 2 mesures ne doit pas dépasser 50 % (ceci pour les 3 écartements a_1, a_2 et a_3)

SCHEMA DE LA ZONE OBJET DE LA MESURE

distance entre le futur poste et le centre du dispositif de mesure d (m)	0	angle θ entre les axes A et B ($^\circ$)	70

RESULTATS DES MESURES

écartement des électrodes a (m)		a1	a2	a3	a4	a5
		5	15	30	50	100
résistance (Ω)	mesure principale (axe A)	4,065	3,149	0,464		
	mesure perpendiculaire à la mesure principale (axe B)	3,99	3,406	0,486		
résistivité ρ ($\Omega.m$)	mesure principale (axe A)	127,7	296,8	87,5		
	mesure perpendiculaire à la mesure principale (axe B)	125,3	321	91,6		
	moyennes	126,5	308,9	89,6	170,67	

COMMENTAIRES

écart par rapport aux exigences RTE	x si oui	motif
réduction des écartements	x	écartement de 50 et 100 m selon les deux axes non réalisable par manque de place
mesure perpendiculaire (suivant axe B) non réalisable		
angle θ inférieur à 60°		
autre :		

Pour des raisons d'encombrement, le protocole de mesure peut être adapté par rapport à celui demandé par ENEDIS : réduction des écartements, mesure dans une seule direction, distance minimale par rapport à la ligne

A3 - RESULTATS DES CALCULS DE TASSEMENT SOUS RADIER

Données

Titre du projet : Poste de Joux

Numéro d'affaire : 20pg023Aa

Commentaires : Fosse déportée

Dimension du projet : 3D

Coordonnée X de la plaque (m) : 0,00

Coordonnée Y de la plaque (m) : 0,00

Cote de la plaque (m) : -2,80

Orientation de la plaque (°) : 0,0

Symétries du projet : Aucune

Seuil de décollement (kPa) : 5

Seuil de plastification (kPa) : 2000

Décollement/plastification automatique : Non

Définition des couches de sol

No	Nom	Couleur	Zbase	Esol	v	Pente-x	Pente-y
1	GNT		-3,20	2,00E04	0,30	0,000	0,000
2	Sol 2		-5,00	7,58E04	0,30	0,000	0,000
3	Sol 3		-10,00	2,00E04	0,30	0,000	0,000

Contrainte initiale en surface (kPa) : 0,00

Rapport Eur/E0 (sans unité) : 3,000

Plaque

Zone n°	Xmin	Xmax	Ymin	Ymax	Eplaque	v	h
1	0,00	7,05	0,00	3,65	1,00E07	0,20	0,30

Charges réparties

Charge n°	Xmin	Xmax	Ymin	Ymax	Charge	kz
1	0,00	7,05	0,00	3,65	30,40	0,00E00

Pas maximal (m) : 1,00

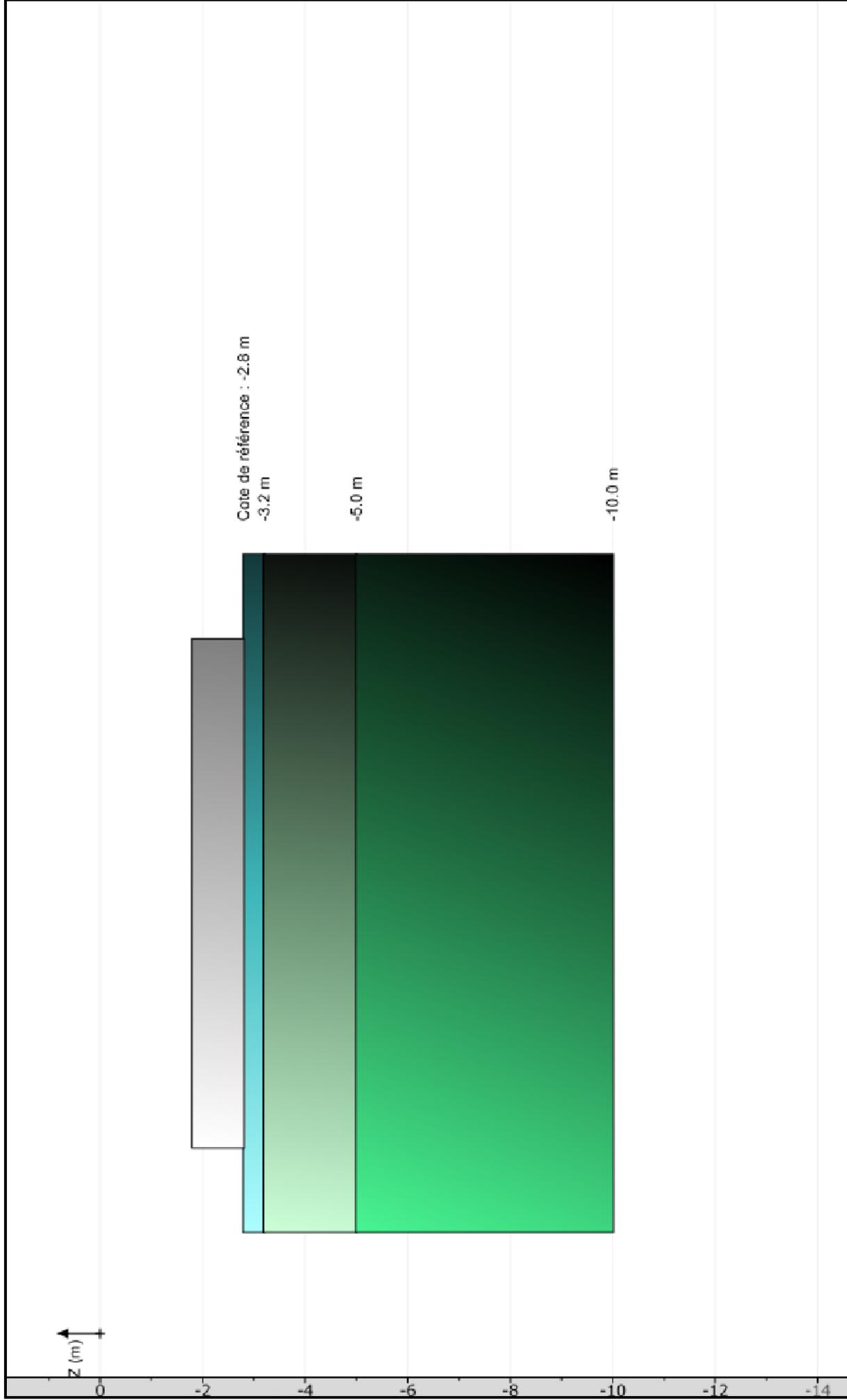


FoXta v3
v3.3.5

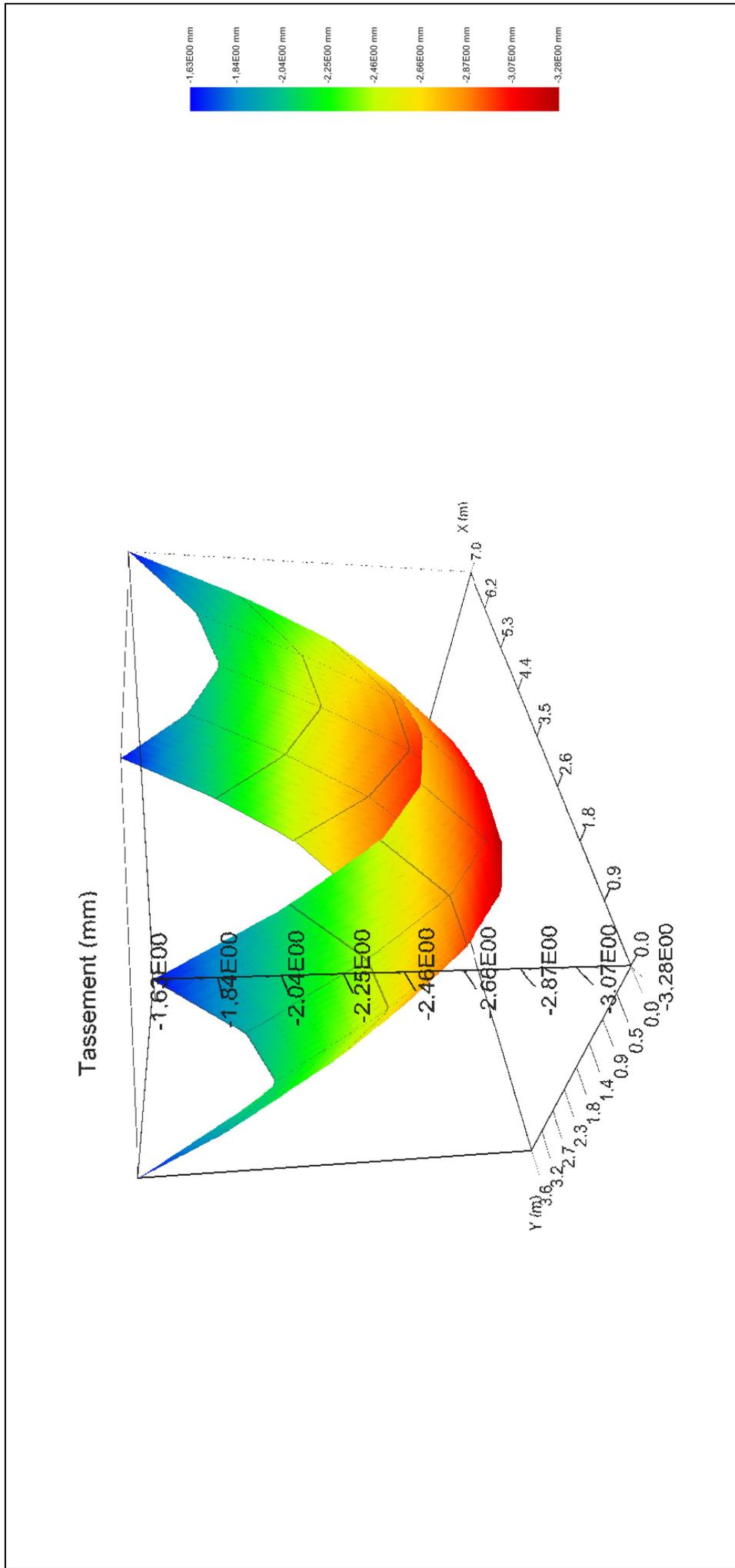
Imprimé le : 21/12/2020 - 15:59:14
Calcul réalisé par : ERG

Projet : Poste de Joux - radier fosse déportée
Module : Tasplaq

Onglet "Données des couches"



Graphique 3D / Tassement du sol



Données

Titre du projet : Poste de Joux

Numéro d'affaire : 20pg023Aa

Commentaires : Transformateur

Dimension du projet : 3D

Coordonnée X de la plaque (m) : 0,00

Coordonnée Y de la plaque (m) : 0,00

Cote de la plaque (m) : -1,30

Orientation de la plaque (°) : 0,0

Symétries du projet : Aucune

Seuil de décollement (kPa) : 5

Seuil de plastification (kPa) : 2000

Décollement/plastification automatique : Non

Définition des couches de sol

No	Nom	Couleur	Zbase	Esol	v	Pente-x	Pente-y
1	GNT		-1,80	2,00E04	0,30	0,000	0,000
2	Sol 2		-7,00	7,58E04	0,30	0,000	0,000
3	Sol 3		-10,00	2,00E04	0,30	0,000	0,000

Contrainte initiale en surface (kPa) : 0,00

Rapport Eur/E0 (sans unité) : 3,000

Plaque

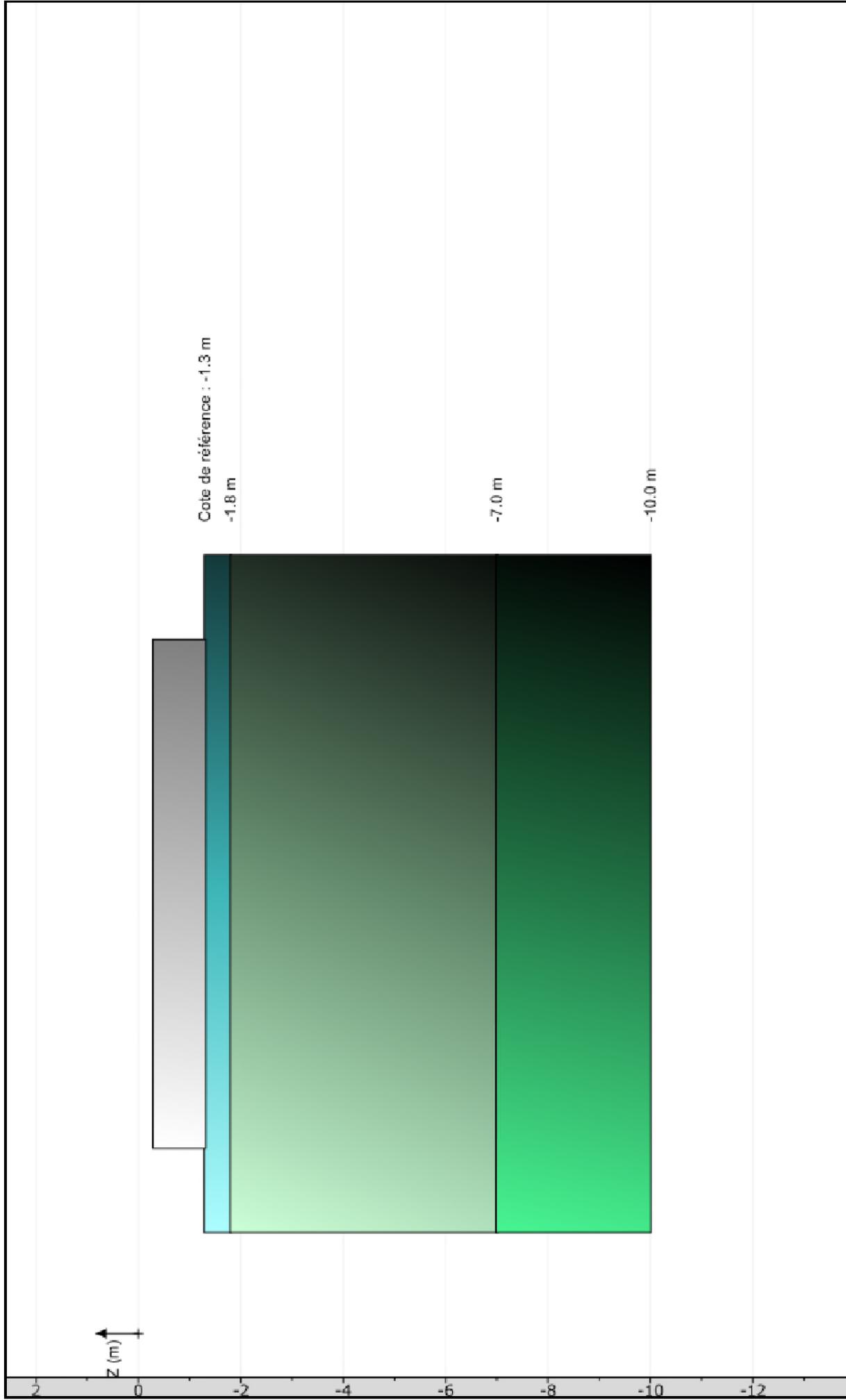
Zone n°	Xmin	Xmax	Ymin	Ymax	Eplaque	v	h
1	0,00	7,85	0,00	3,05	1,00E07	0,20	0,30

Charges réparties

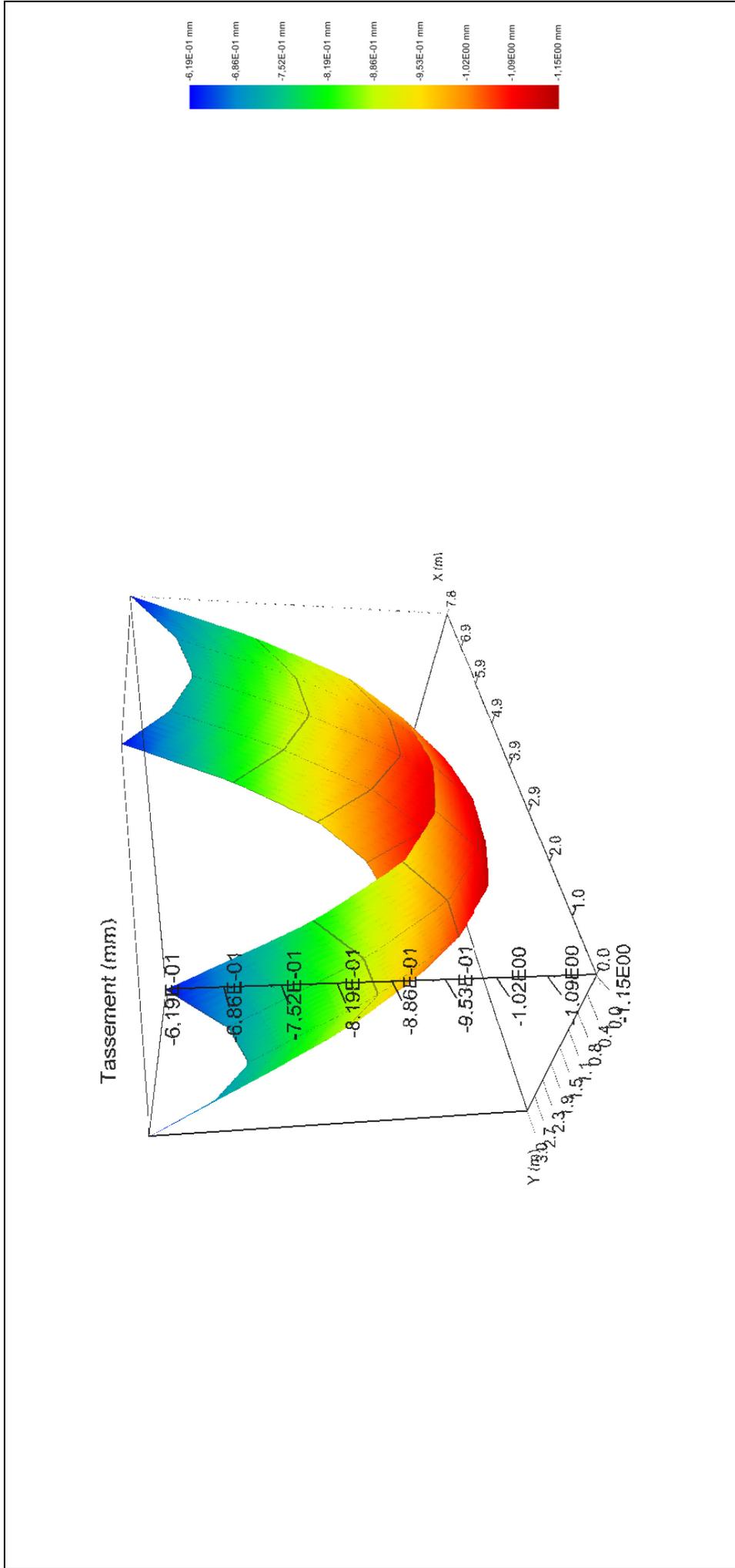
Charge n°	Xmin	Xmax	Ymin	Ymax	Charge	kz
1	0,00	7,85	0,00	3,05	16,80	0,00E00

Pas maximal (m) : 1,00

Onglet "Données des couches"



Graphique 3D / Tassement du sol



Données

Titre du projet : Poste de Joux

Numéro d'affaire : 20pg023Aa

Commentaires : Transformateur

Dimension du projet : 3D

Coordonnée X de la plaque (m) : 0,00

Coordonnée Y de la plaque (m) : 0,00

Cote de la plaque (m) : -1,50

Orientation de la plaque (°) : 0,0

Symétries du projet : Aucune

Seuil de décollement (kPa) : 5

Seuil de plastification (kPa) : 2000

Décollement/plastification automatique : Non

Définition des couches de sol

No	Nom	Couleur	Zbase	Esol	v	Pente-x	Pente-y
1	GNT		-1,90	2,00E04	0,30	0,000	0,000
2	Sol 2		-7,00	7,58E04	0,30	0,000	0,000
3	Sol 3		-10,00	2,00E04	0,30	0,000	0,000

Contrainte initiale en surface (kPa) : 0,00

Rapport Eur/E0 (sans unité) : 3,000

Plaque

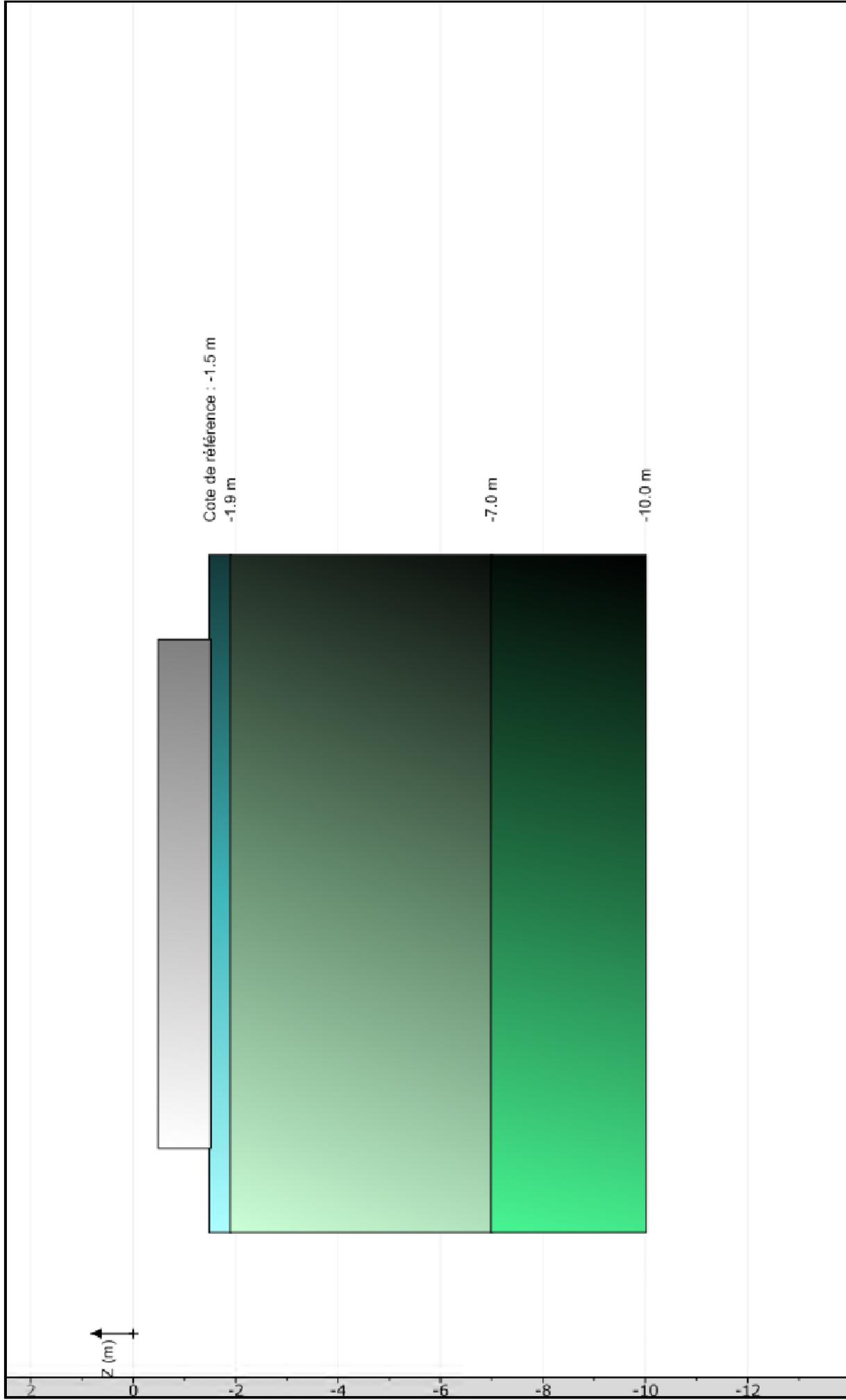
Zone n°	Xmin	Xmax	Ymin	Ymax	Eplaque	v	h
1	0,00	7,15	0,00	3,40	1,00E07	0,20	0,30

Charges réparties

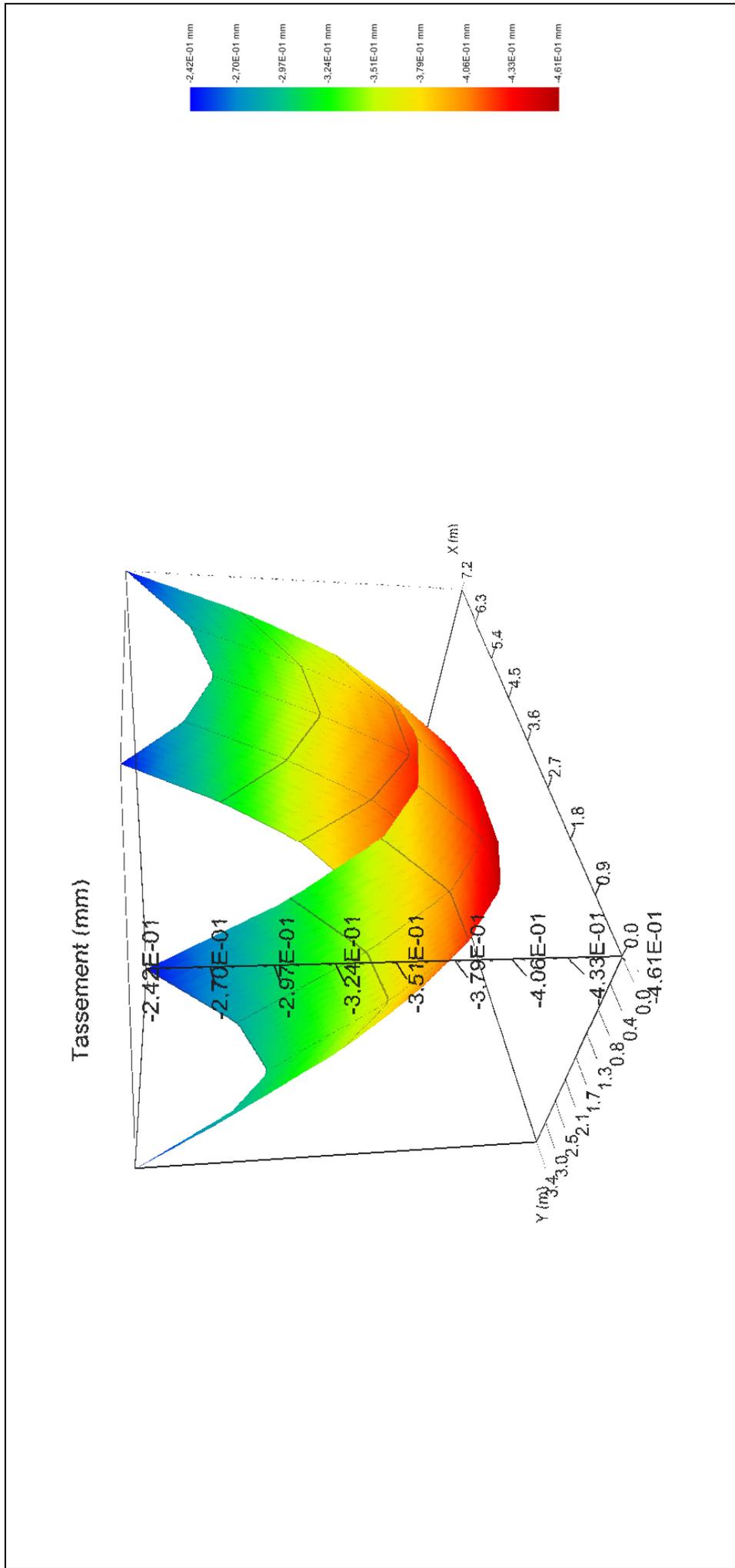
Charge n°	Xmin	Xmax	Ymin	Ymax	Charge	kz
1	0,00	7,15	0,00	3,40	6,60	0,00E00

Pas maximal (m) : 1,00

Onglet "Données des couches"



Graphique 3D / Tassement du sol



A4 - RESULTATS DES CALCULS DE PREDIMENSIONNEMENT DES SEMELLES ISOLEES

Données

Titre du projet : Poste de Joux
Numéro d'affaire : 20pg023Aa
Commentaires : Travées HTB
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) : 0,70

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

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

Cote de base fondation Zd (m) : -1,30

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Argiles et limons

Type de comportement : Comportement frottant

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

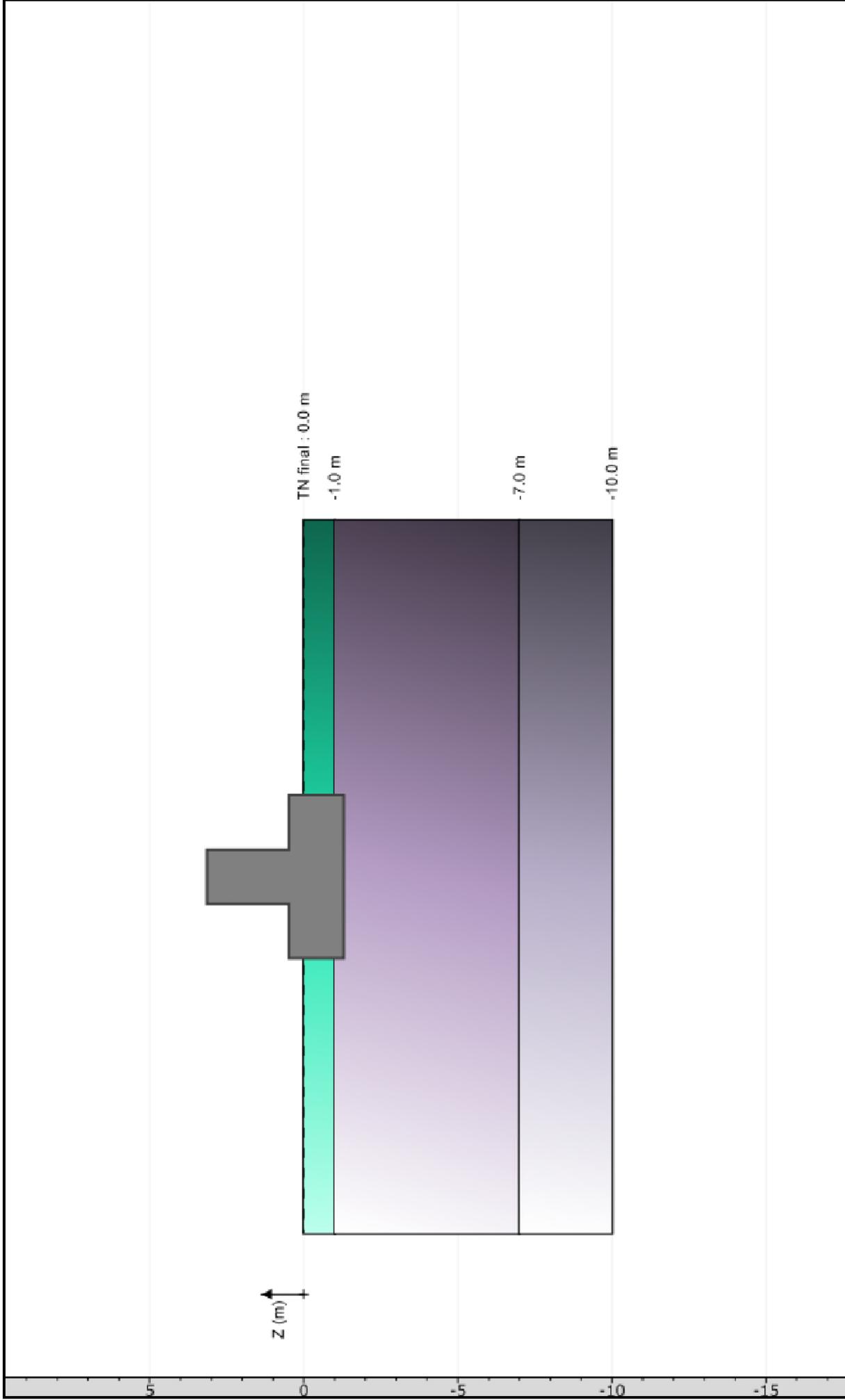
Terrain et profil pressiométrique

No	Nom	Couleur	Zbase [p]*	EM	α	
1	Sol 1		-1,00	180,00	2000,00	0,50
2	Sol 2		-7,00	2000,00	25000,00	0,33
3	Sol 3		-10,00	700,00	10000,00	0,50

Cas de charge

N°	Qd	δd	MB,d	ML,d	Combinaison
1	38,5	0,0	0,0	0,0	ELS-Quasi-permanentes
2	46,0	0,0	0,0	0,0	ELS-Quasi-permanentes
3	26,0	0,0	0,0	0,0	ELS-Quasi-permanentes

Onglet "Chargement (valeurs de calcul)"



File : C:\Users\ALEXIS-1\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v3\11200\temp[FS].resu

Calcul réalisé le : 21/12/2020 à 17h29
par : ERG

Paramètres de calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon la norme NF P 94 261 - EC7
- profils de pl* et EM définis par couche

Base de la fondation Zd -1.30
Toit du terrain initial Zini 0.00
Toit du terrain final Zfin 0.00

Fondation rectangulaire :
largeur B 0.70
longueur L 0.70

Caractéristiques du sol (données utilisateur)

Classe du sol de fondation : Argiles et limons
Type de comportement : parfaitement frottant

Poids volumique moyen du sol au dessus de Zd 0.00
Coefficient rheologique du sol de fondation 0.33

Couche	base	pl*	EM
01	-1.00	180.00	2000.00
02	-7.00	2000.00	25000.00
03	-10.00	700.00	10000.00

Discretisation des couches (Paramètres du calcul)

Pas du calcul 0.20

couche	point	cote	pl*	EM
01	1	0.00	180.00	2000.00
01	2	-0.20	180.00	2000.00
01	3	-0.40	180.00	2000.00
01	4	-0.60	180.00	2000.00
01	5	-0.80	180.00	2000.00
01	6	-1.00	180.00	2000.00
01	7	-1.00	180.00	2000.00
02	8	-1.00	2000.00	25000.00
02	9	-1.20	2000.00	25000.00
02	10	-1.40	2000.00	25000.00
02	11	-1.60	2000.00	25000.00
02	12	-1.80	2000.00	25000.00
02	13	-2.00	2000.00	25000.00
02	14	-2.20	2000.00	25000.00
02	15	-2.40	2000.00	25000.00
02	16	-2.60	2000.00	25000.00
02	17	-2.80	2000.00	25000.00
02	18	-3.00	2000.00	25000.00
02	19	-3.20	2000.00	25000.00
02	20	-3.40	2000.00	25000.00
02	21	-3.60	2000.00	25000.00
02	22	-3.80	2000.00	25000.00
02	23	-4.00	2000.00	25000.00
02	24	-4.20	2000.00	25000.00
02	25	-4.40	2000.00	25000.00
02	26	-4.60	2000.00	25000.00
02	27	-4.80	2000.00	25000.00
02	28	-5.00	2000.00	25000.00
02	29	-5.20	2000.00	25000.00
02	30	-5.40	2000.00	25000.00

02	31	-5.60	2000.00	25000.00
02	32	-5.80	2000.00	25000.00
02	33	-6.00	2000.00	25000.00
02	34	-6.20	2000.00	25000.00
02	35	-6.40	2000.00	25000.00
02	36	-6.60	2000.00	25000.00
02	37	-6.80	2000.00	25000.00
02	38	-7.00	2000.00	25000.00
02	39	-7.00	2000.00	25000.00
03	40	-7.00	700.00	10000.00
03	41	-7.20	700.00	10000.00
03	42	-7.40	700.00	10000.00
03	43	-7.60	700.00	10000.00
03	44	-7.80	700.00	10000.00
03	45	-8.00	700.00	10000.00
03	46	-8.20	700.00	10000.00
03	47	-8.40	700.00	10000.00
03	48	-8.60	700.00	10000.00
03	49	-8.80	700.00	10000.00
03	50	-9.00	700.00	10000.00
03	51	-9.20	700.00	10000.00
03	52	-9.40	700.00	10000.00
03	53	-9.60	700.00	10000.00
03	54	-9.80	700.00	10000.00
03	55	-10.00	700.00	10000.00
03	56	-10.00	700.00	10000.00

RESULTATS DU CALCUL

Valeurs valables pour tous les cas de charge :

Hauteur d'encastrement equivalente De	0.39
Facteur de portance kp	0.98

=====
 Cas de charge n° : 001 - Combinaison ELS-QP
 =====

Charge verticale V,d	38.50
Charge horizontale H,d	0.00
Moment Mb,d	0.00
Moment Ml,d	0.00

 PORTANCE ET RENVERSEMENT

Excentricité de la charge selon B	0.00
Excentricité de la charge selon L	0.00
Surface d'assise effective A'	0.49

Pression limite équiv. Ple	2000.00
Hauteur de calcul Hr	1.05

Coefficient réducteur idb	1.00
---------------------------	------

Contrainte initiale q0	0.00
Contrainte ultime nette qu	1952.48

Facteur de pondération global F	2.76
---------------------------------	------

Résultante de la contrainte intiale sous la fondation R0	0.00
---	------

Valeur de calcul de l'effort de résistance nette du terrain Rv,d	346.64
---	--------

Portance : V,d - R0 < Rv,d => OK!
 Excentricité : Surface comprimée = 100% => OK!

 TASSEMENTS

Coefficients de forme :



FoXta v3
v3.3.5

Imprimé le : 21/12/2020 - 17:33:32
 Calcul réalisé par : ERG
 Projet : Poste de Joux - semelles travées HTB
 Module : Fondsup

Coefficient Lambda_c 1.10
 Coefficient Lambda_d 1.12

Modules équivalents :

Module E1 25000.00
 Module E2 25000.00
 Module E3,5 25000.00
 Module E6,8 25000.00
 Module E9,16 25000.00
 Module Ec 25000.00
 Module Ed 25000.00

Contrainte initiale sv0 0.00

Tassements (mm):

Part volumique sc 0.09
 Part déviatorique sd 0.46
 Tassement total 10 ans 0.55

=====
 Cas de charge n° : 002 - Combinaison ELS-QP
 =====

Charge verticale V,d 46.00
 Charge horizontale H,d 0.00
 Moment Mb,d 0.00
 Moment Ml,d 0.00

PORTANCE ET RENVERSEMENT

Excentricité de la charge selon B 0.00
 Excentricité de la charge selon L 0.00
 Surface d'assise effective A' 0.49

Pression limite équiv. Ple 2000.00
 Hauteur de calcul Hr 1.05

Coefficient réducteur idb 1.00

Contrainte initiale q0 0.00
 Contrainte ultime nette qu 1952.48

Facteur de pondération global F 2.76

Résultante de la contrainte
 initiale sous la fondation R0 0.00

Valeur de calcul de l'effort de
 résistance nette du terrain Rv,d 346.64

Portance : V,d - R0 < Rv,d => OK!
 Excentricité : Surface comprimée = 100% => OK!

TASSEMENTS

Coefficients de forme :

Coefficient Lambda_c 1.10
 Coefficient Lambda_d 1.12

Modules équivalents :

Module E1 25000.00
 Module E2 25000.00
 Module E3,5 25000.00
 Module E6,8 25000.00
 Module E9,16 25000.00
 Module Ec 25000.00
 Module Ed 25000.00

Contrainte initiale sv0 0.00



FoXta v3
v3.3.5

Imprimé le : 21/12/2020 - 17:33:32
 Calcul réalisé par : ERG
 Projet : Poste de Joux - semelles travées HTB
 Module : Fondsup

Tassements (mm):

Part volumique sc	0.11
Part déviatorique sd	0.55
Tassement total 10 ans	0.65

=====
 Cas de charge n° : 003 - Combinaison ELS-QP
 =====

Charge verticale V,d	26.00
Charge horizontale H,d	0.00
Moment Mb,d	0.00
Moment Ml,d	0.00

 PORTANCE ET RENVERSEMENT

Excentricité de la charge selon B	0.00
Excentricité de la charge selon L	0.00
Surface d'assise effective A'	0.49

Pression limite équiv. Ple	2000.00
Hauteur de calcul Hr	1.05

Coefficient réducteur idb	1.00
---------------------------	------

Contrainte initiale q0	0.00
Contrainte ultime nette qu	1952.48

Facteur de pondération global F	2.76
---------------------------------	------

Résultante de la contrainte initiale sous la fondation R0	0.00
--	------

Valeur de calcul de l'effort de résistance nette du terrain Rv,d	346.64
---	--------

Portance : V,d - R0 < Rv,d => OK!
 Excentricité : Surface comprimée = 100% => OK!

 TASSEMENTS

Coefficients de forme :

Coefficient Lambda_c	1.10
Coefficient Lambda_d	1.12

Modules équivalents :

Module E1	25000.00
Module E2	25000.00
Module E3,5	25000.00
Module E6,8	25000.00
Module E9,16	25000.00
Module Ec	25000.00
Module Ed	25000.00

Contrainte initiale sv0	0.00
-------------------------	------

Tassements (mm):

Part volumique sc	0.06
Part déviatorique sd	0.31
Tassement total 10 ans	0.37