



Rapport G2AVP

Création d'un abri climatique à Cami de Vilanova (66)

Etude géotechnique de conception – Mission G2AVP



Rapport n°A133702/version B – Janvier 2025

Projet suivi par Armand RIVIERE – Armand.riviere@anteagroup.fr

Fiche signalétique

Création d'un abri photovoltaïque à Cami de Vilanova (66) Etude géotechnique de conception – Mission G2AVP

CLIENT	SITE
Technique Solaire	
2 cours du 30 juillet 33 000 Bordeaux	Cami de Vilanova (66)
Thomas FONTENEAU Ingénieur d'études PV & Stockage 07.61.55.50.42 thomas.fonteneau@techniquesolaire.com	

RAPPORT D'ANTEA GROUP	
Responsable du projet	Armand RIVIERE
Interlocuteur commercial	Armand RIVIERE
	Implantation de Toulouse
Implantation chargée du suivi du projet	06.21.05.60.85 secretariat.toulouse@anteagroup.fr
Rapport n°	A133702
Version n°	version B
Projet n°	LROP240315

	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédaction	C. OSINSKI	Ingénieure d'études géotechnique	Novembre 2024	
Approbation	M. FORTUNEL	Responsable équipe Géotechnique Grand-Ouest	Novembre 2024	
Rédaction – Version B	C. OSINSKI	Ingénieure d'études géotechnique	Janvier 2025	
Relecture – Version B	A. RIVIERE	Ingénieur de projets géotechnique	Janvier 2025	

Suivi des modifications

Indice Version	Date de révision	Nombre de pages	Nombre d'annexes	Objet des modifications
A	25/11/2024	45	3	Version initiale
B	17/01/2025	49	4	Version B

Table des annexes

Annexe I : Classification des missions d'ingénierie géotechnique (norme NF P 94-500-
Novembre 2013)

Annexe II : Investigations réalisées sur site

Annexe III : Résultats des essais en laboratoire

Annexe IV : Résultats des calculs de prédimensionnement

Sommaire

1.	Introduction	7
1.1.	Contexte et objectif	7
1.2.	Moyens mis en œuvre	8
2.	Documents de référence	9
2.1.	Principaux documents mis à disposition par le client	9
2.2.	Textes normatifs applicables	9
2.3.	Documentation technique	9
3.	Présentation du contexte général du site	10
3.1.	Contexte géographique et géomorphologique	10
3.2.	Contexte géologique régional	11
3.3.	Contexte hydrogéologique et hydrologique régional et local	11
3.4.	Aléas géotechniques	13
3.4.1.	Aléa inondation	13
3.4.2.	Aléa sismique	13
3.4.3.	Aléa carrières et cavités souterraines	14
3.4.4.	Aléa retrait gonflement des argiles	14
4.	Investigations et modèle géotechnique de synthèse au droit du projet	16
4.1.	Reconnaitances réalisées	16
4.1.1.	Investigations in-situ	16
4.1.2.	Essais en laboratoire	16
4.2.	Limite de la méthode	17
4.3.	Coupe lithologique	17
4.4.	Caractéristiques mécaniques des formations	17
4.4.1.	Caractéristiques mécaniques de l'horizon 1 : sable argileux marron	17
4.4.2.	Caractéristiques mécaniques de l'horizon 2 : Argiles marrons	18
4.4.1.	Caractéristiques mécaniques de l'horizon 3 : Marne argilo-sableuse	20
4.5.	Essais en laboratoire	22
4.6.	Laboratoire environnemental	23
4.6.1.	Agressivité vis-à-vis des bétons	23
4.6.2.	Agressivité vis-à-vis de l'acier	24
4.7.	Niveaux d'eau	25
4.8.	Modèle géotechnique de synthèse	26
5.	Description du projet	27
5.1.	Ouvrages et implantation	27
5.2.	Tables photovoltaïques	28
5.3.	Poste de transformation	28

6. Etude des fondations du projet	30
6.1. Fondations de type profilés battus	30
6.2. Fondations de type pieux forés	31
6.2.1. Méthodologie de calcul des fondations semi-profondes	31
6.2.2. Exemple de prédimensionnement des fondations des tables	33
6.3. Méthodologie de calcul des fondations superficielles	37
6.3.1. Mode de fondations	37
6.3.2. Géométrie des fondations	37
6.3.3. Règlement de calcul	38
6.3.4. Capacité portante	38
6.3.5. Vérification de stabilité au renversement	39
6.3.6. Glissement (ELU)	40
6.3.7. Tassements de la fondation (ELS)	41
6.3.8. Ebauche dimensionnelle des fondations superficielles	42
6.4. Fondations superficielles des postes de livraison et de transformation	44
6.4.1. Méthodologie de calcul	44
6.4.2. Hypothèses de calcul et modèles	44
6.4.3. Présentation des résultats	44
7. Sujétions d'exécution et recommandations constructives	46
7.1. Gestion des eaux de surface	46
7.1.1. En phase chantier	46
7.1.2. En phase définitive	46
7.2. Terrassement sur le site et plateformes	46
7.3. Circulation sur le site	47
7.4. Fondations superficielles des tables	47
7.5. Fondations profondes	48
7.6. Préconisations après travaux	48
8. Enchaînement des missions géotechniques	49

Table des figures

Figure 1 : Localisation du projet sur fond de plan IGN (Source : Technique Solaire)	7
Figure 2 : Localisation du projet sur vue aérienne (Source : Géoportail)	8
Figure 3 : Plan de masse du projet (Source : Technique Solaire)	10
Figure 4 : Extrait de la carte géologique n° 1097 d'Argelès-sur-Mer (Source : Infoterre)	11
Figure 5 : Entités hydrogéologiques à proximité de la zone d'étude (Source : BD LISA)	12
Figure 6 : Carte du risque inondation (source : Géorisques)	13
Figure 7 : Zonage sismique (Source : Infoterre)	14
Figure 8 : Aléa retrait gonflement des argiles (Source : Géorisques)	15
Figure 9 : Histogramme des valeurs de E_m et PI^*	19
Figure 10 : Résultat du sondage PD2	20
Figure 11 : Histogramme des valeurs de E_m et PI^*	21
Figure 12 : Résultats des essais d'identification	22

Figure 13 : Schéma type d'une installation photovoltaïque raccordée au réseau.....	27
Figure 14 : Coupe de principe du projet.....	27
Figure 15 : Coupe de principe du poste de transformation (Source : Technique Solaire).....	29
Figure 16: Exemple de pieux de type profilé métallique battu dans le sol (source : Antea Group)	30
Figure 17 : Exemple de pieux avec préforage scellé au coulis béton (source : Antea Group)	31
Figure 18 : Illustration des résultats de tassements absolus estimatifs obtenus sous radier des postes de transformation, après modélisation sous le module TASPLAQ de FOXTA 4.....	45
Figure 19 : Dispositions relatives à l'emplacement des fondations superficielles.....	48

Table des tableaux

Tableau 1 : Liste des principaux documents mis à disposition d'Antea Group.....	9
Tableau 2 : Description du contexte attendu.....	10
Tableau 3 : Synthèse des investigations conduites sur site	16
Tableau 4 : Synthèse des essais conduits en laboratoire	17
Tableau 5 : Caractéristiques géotechniques de l'horizon 1	18
Tableau 6 : Histogrammes de valeurs de E_m et de PI^* pour l'horizon 1.....	18
Tableau 7 : Caractéristiques géotechniques de l'horizon 2	19
Tableau 8 : Caractéristiques géotechniques de l'horizon 2	21
Tableau 9 : Profondeur des refus rencontrés	22
Tableau 10 : Valeurs seuils pour les classes d'exposition selon la norme NF EN 206-1	23
Tableau 11 : Résultats de l'analyse chimique des sols pour analyse de l'agressivité (NF EN 206 – 1) .	24
Tableau 12 : Synthèse des niveaux d'eau relevés dans les sondages pressiométriques	25
Tableau 13 : Modèle géotechnique de synthèse	26
Tableau 14 : Hypothèses de descentes de charges fournies	28
Tableau 15 : Pondération des charges aux états limites ultimes (ELU)	32
Tableau 16 : Pondération des charges aux états limites de service (ELS).....	32
Tableau 17 : Hypothèses de calcul retenues dans FOXTA.....	33
Tableau 18 : Pondération combinées des charges en traction et compression sur les pieux BAO de Classe 5 – Cat.13.....	34
Tableau 19 : Effort mobilisables aux différents états limites – profilé C battus	34
Tableau 20 : Pondération combinées des charges en traction et compression sur les pieux forés de Classe 1 – Cat.18.....	35
Tableau 21 : Effort mobilisables aux différents états limites – pieux forés	35
Tableau 22 : Coefficient partiel à prendre en compte dans la vérification de la portance du sol aux ELU et ELS	38
Tableau 23 : Facteurs de portance, coefficients de base et de forme de la fondation, coefficients d'inclinaison de la charge Méthode analytique en conditions drainées (Tableau F 3.3 NF P 94-261) .	39
Tableau 24 : Inéquations devant être vérifiées pour la justification de la stabilité d'une fondation rectangulaire au renversement.....	40
Tableau 25 : Ebauche dimensionnelle des longrines superficielles	42
Tableau 26 : Descente de charges maximales admissibles sur la longrine	43
Tableau 27 : Résultats de la modélisation du radier sous FOXTA	44

1. Introduction

1.1. Contexte et objectif

La société Technique Solaire projette de créer un abri climatique (pergola avec un toit en panneau photovoltaïque) sur une surface totale de l'ordre de 3,7 Ha, sur la commune de Cami de Vilanova (66). Le projet s'étend sur une parcelle comportant des vignes.

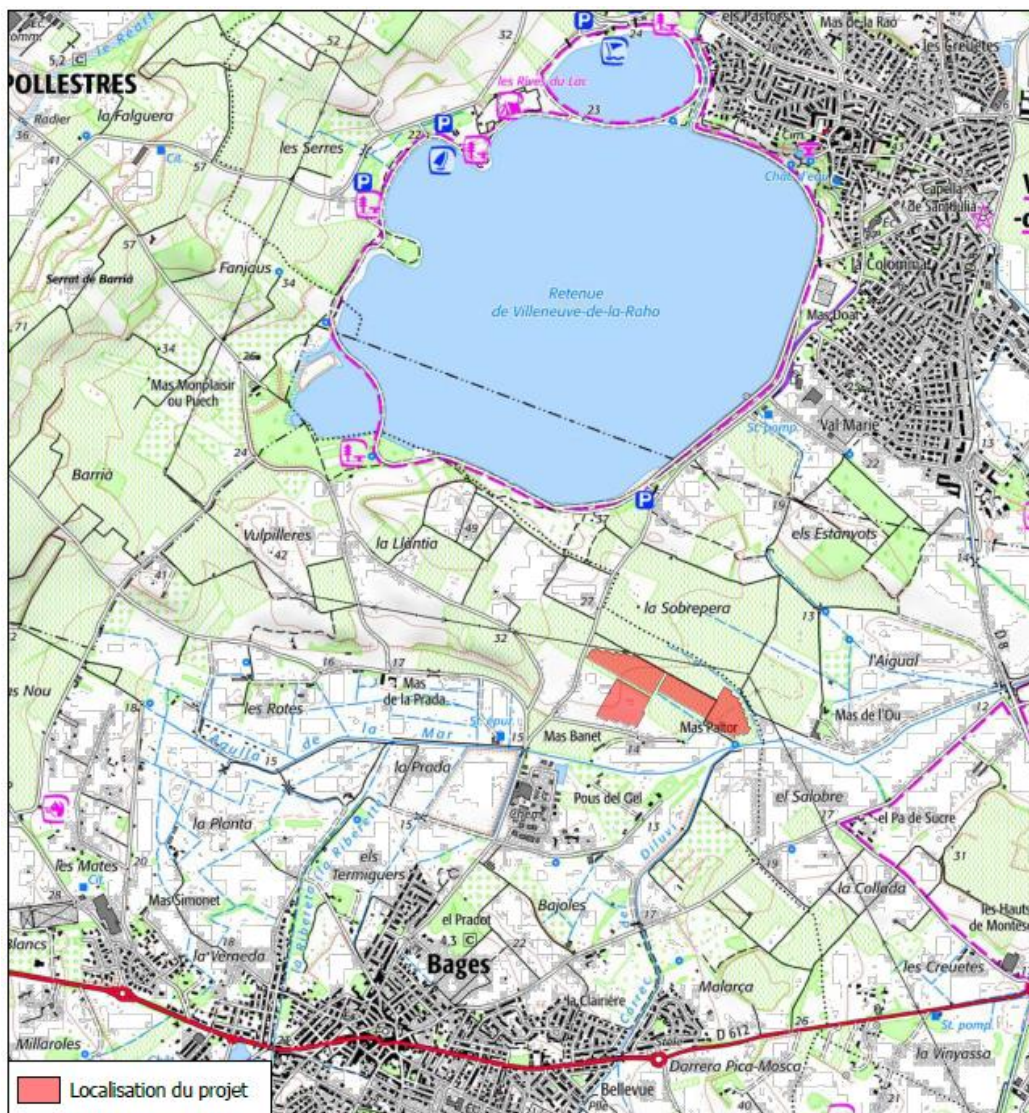


Figure 1 : Localisation du projet sur fond de plan IGN (Source : Technique Solaire)



Figure 2 : Localisation du projet sur vue aérienne (Source : Géoportail)

En vue d'appréhender les conditions de sol et de fondation des ouvrages, Antea Group a été missionné par Technique Solaire pour la réalisation d'une étude de conception géotechnique en phase Avant-projet, mission G2-AVP selon la norme NF P 94-500, version de novembre 2013 (cf. [Annexe I](#) du présent rapport).

1.2. Moyens mis en œuvre

Cette étude est basée sur :

- L'exploitation des données bibliographiques et documents à disposition,
- Un examen visuel de l'ensemble du site et des sondages à la pelle mécanique, effectués le 28 mars 2024,
- La réalisation de sondages géotechniques effectués la semaine du 08 avril 2024,
- Le calcul et modélisation du prédimensionnement des fondations préconisées et adaptées au projet.

2. Documents de référence

2.1. Principaux documents mis à disposition par le client

Les principaux documents remis par Technique Solaire à Antea Group sont récapitulés dans le tableau suivant :

Réf.	Auteur	Titre	Date et références
[1]	Technique Solaire	Plan de situation	PC1 05/02/2024
[2]	Technique Solaire	Plan de masse du projet	PC2 05/02/2024
[3]	Technique Solaire	Coupe de terrain	PC3 05/02/2024
[4]	Technique Solaire	Plan de façade	PC5 05/02/2024
[5]	Technique Solaire	Localisation du projet	Fichier KMZ

Tableau 1 : Liste des principaux documents mis à disposition d'Antea Group

2.2. Textes normatifs applicables

- Norme NF P 94-500, novembre 2013, Missions d'ingénierie géotechnique – Classification et spécifications ;
- Norme NF EN 1997-1 (Eurocode 7), Calcul Géotechnique – Partie 1 : Règles générales ;
- Norme NF P 94-261 et NF P 94-262 (normes d'application de l'Eurocode 7) respectivement pour le dimensionnement des fondations superficielles et des fondations profondes ;
- Norme NF EN 1998-1 (Eurocode 8), Conception et dimensionnement des structures pour leur résistance aux séismes.

2.3. Documentation technique

- La carte géologique à l'échelle 1/50 000^{ème} et sa notice explicative, BRGM ;
- Guide technique du SETRA – LCPC, Réalisation des remblais et couches de forme (GTR92), Fascicules I et II, Principes Généraux ;
- R. Frank, Calcul des fondations superficielles et profondes, Edition des Presses ENPC, janvier 2003 ;
- G. Philipponnat et B. Hubert, Fondations et ouvrages en terre, édition Eyrolles, oct. 97,
- F. Schlosser, Eléments de mécanique des sols, Edition des Presses, octobre 1988.

3. Présentation du contexte général du site

3.1. Contexte géographique et géomorphologique

La zone projet est située sur la commune de Bages, sur le lieu-dit Cami de Vilanova dans les Pyrénées-Orientales (66). Le site du projet correspond actuellement à de vignes.

Le plan de masse du projet est donné ci-dessous :

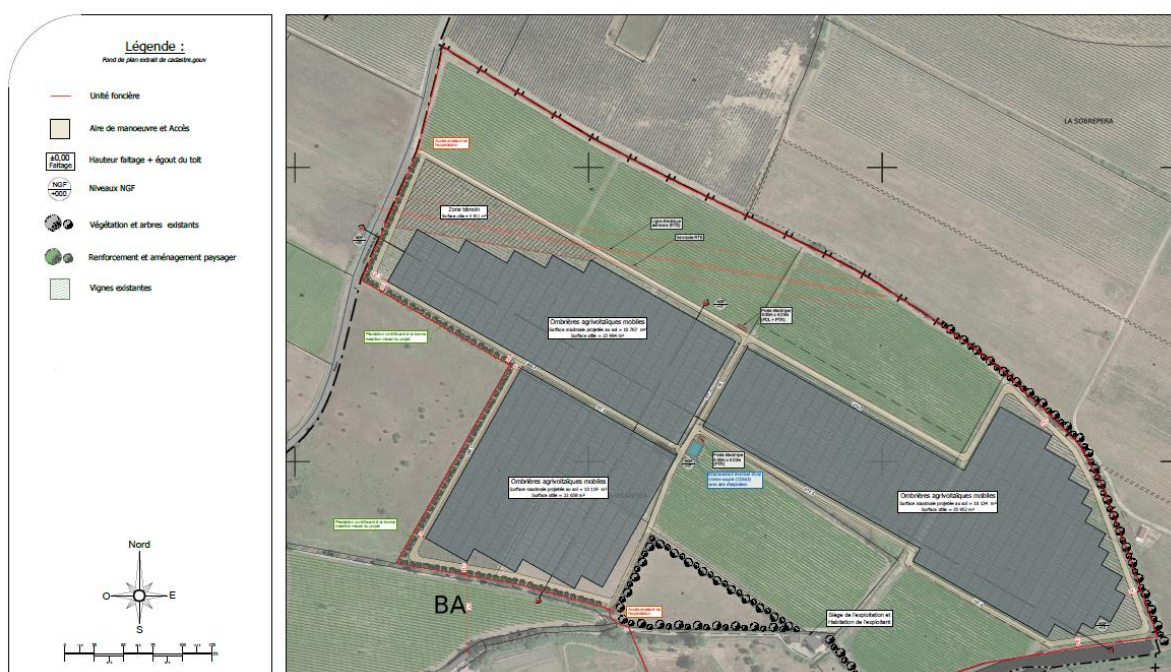


Figure 3 : Plan de masse du projet (Source : Technique Solaire)

Le contexte attendu est le suivant :

Contextes	Commentaires
Terrain	Champs de vignes
Lithologie	Lithologie prévisionnelle : Limons sableux
Hydrogéologie	Présence de plans d'eau à proximité du site. La présence d'eau à faible profondeur est probable.

Tableau 2 : Description du contexte attendu

3.2. Contexte géologique régional

D'après la carte géologique du BRGM au 1/50 000, Feuille n°1097 de Argelès-sur-Mer (cf. Figure 4), les formations géologiques correspondent à des faciès continentaux fluviaux (notées P1CDi).

D'après les données de la Banque du Sous-Sol, la lithologie attendue en surface correspond à des argiles sableuses.

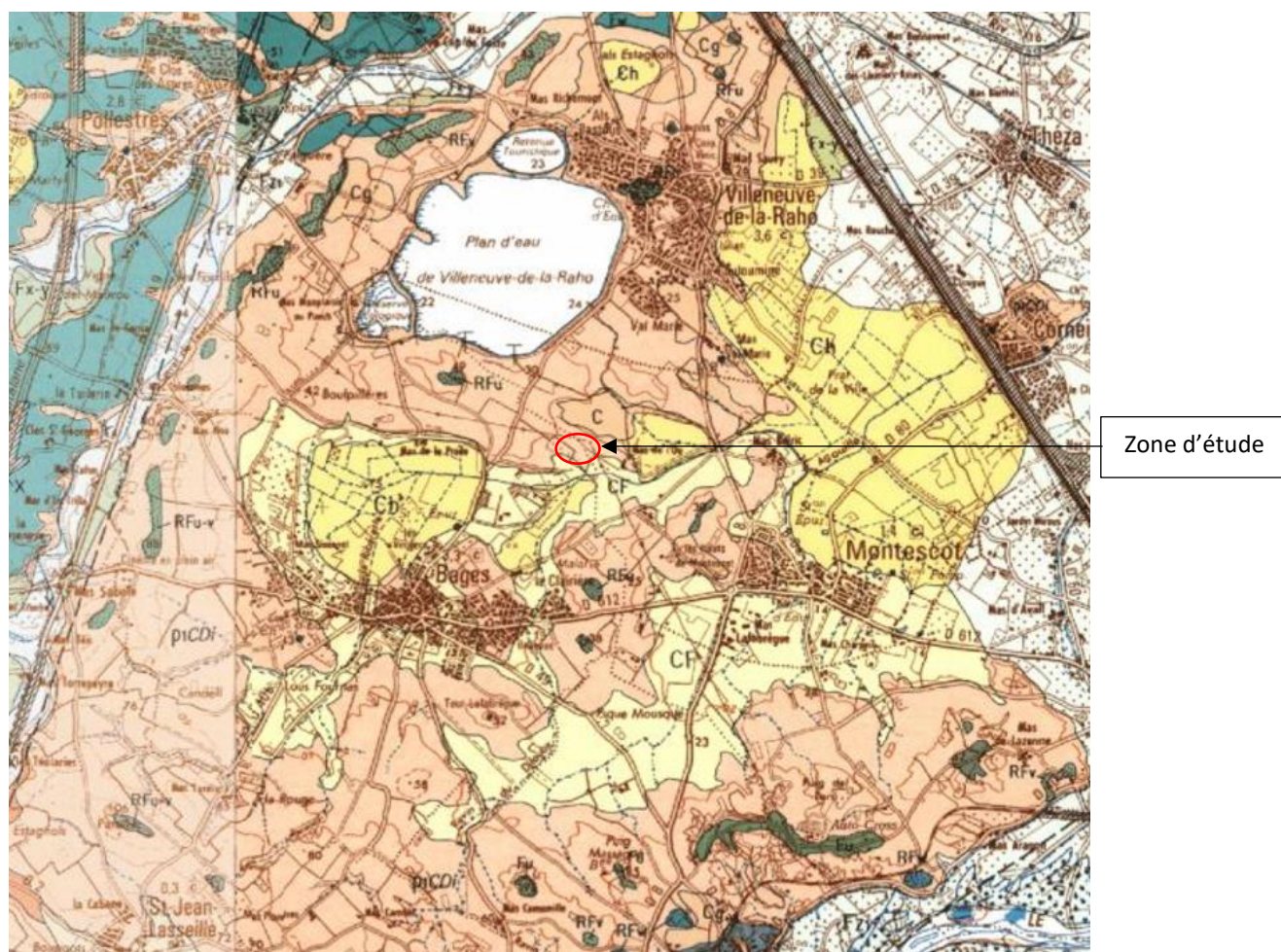


Figure 4 : Extrait de la carte géologique n° 1097 d'Argelès-sur-Mer (Source : Infoterre)

3.3. Contexte hydrogéologique et hydrologique régional et local

D'après la Base de Données des Limites de Systèmes Aquifères (BD LISA), la zone étudiée fait partie de l'entité hydrogéologique à nappe captive. Il s'agit d'une unité semi-perméable, composée de sables et d'argiles pliocènes du Roussillon (formation représentée en jaune sur la Figure 5).

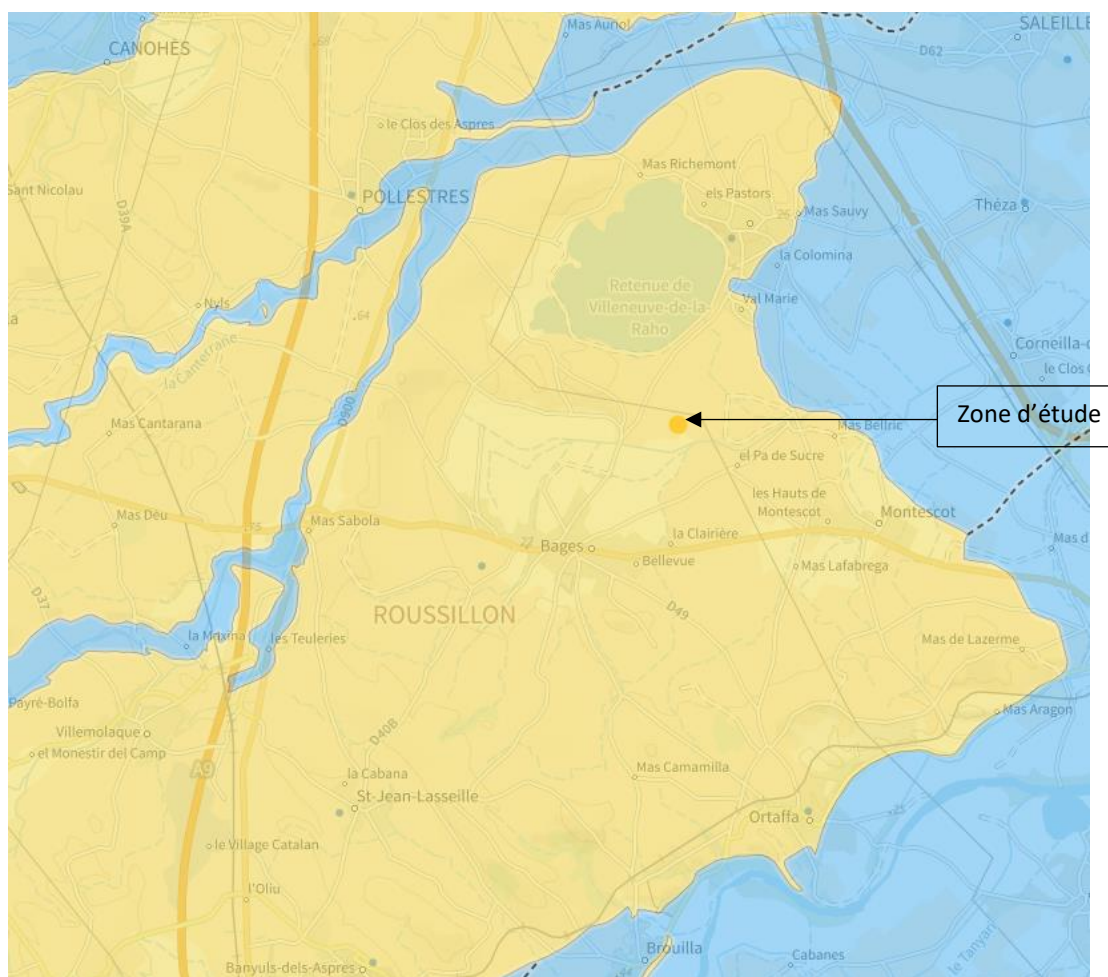


Figure 5 : Entités hydrogéologiques à proximité de la zone d'étude (Source : BD LISA)

3.4. Aléas géotechniques

3.4.1. Aléa inondation

Le site d'étude se situe sur une zone à risque d'inondation par remontée de nappe. De plus, la commune fait l'objet d'un programme d'actions de prévention des inondations (PAPI).

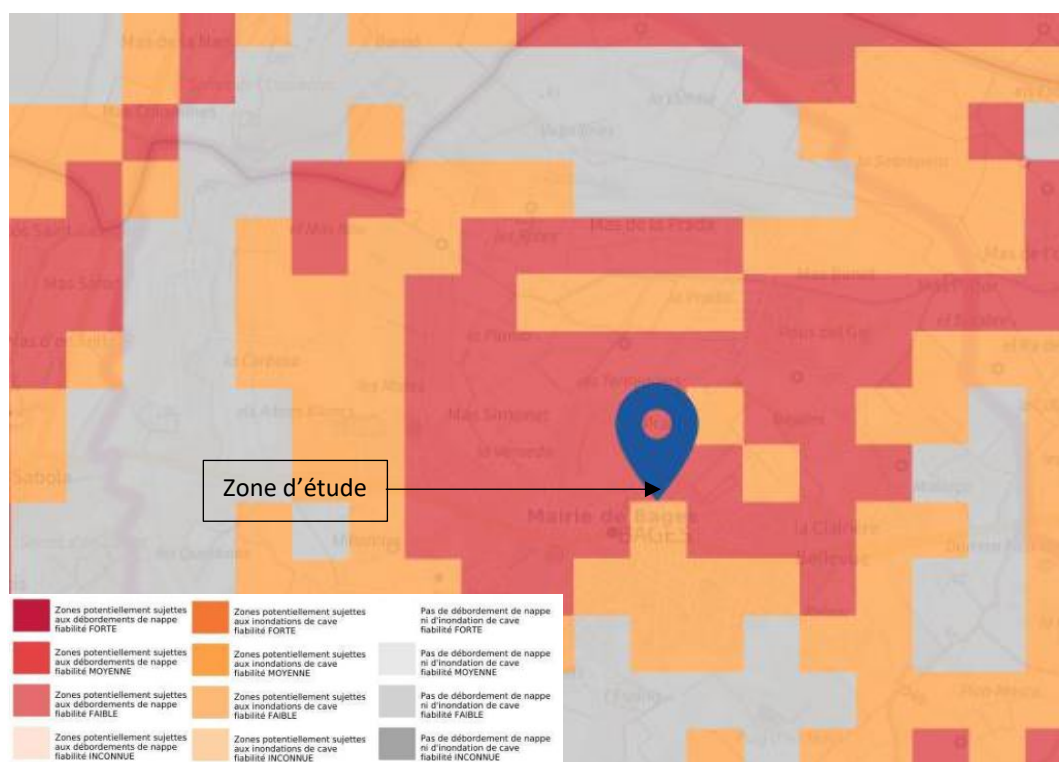


Figure 6 : Carte du risque inondation (source : Géorisques)

3.4.2. Aléa sismique

Selon le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010, portant sur la délimitation des zones de sismicité du territoire français, la commune de Bages est classée en zone de sismicité 3 (aléa modéré - sur une échelle de 1 (très faible) à 5 (forte)).

Les ouvrages à réaliser sont classés en ouvrage de génie civil à risque normal, de classe I au sens des prescriptions des Eurocodes 8 (à confirmer par le Maître d'Ouvrage). Sauf contre-indication de la part du Maître d'Ouvrage, il ne sera pas tenu compte de la sismicité dans les calculs de dimensionnement.



Figure 7 : Zonage sismique (Source : Infoterre)

3.4.3. Aléa carrières et cavités souterraines

La commune de Bages est soumise au risque mouvement de terrain. Le site d'étude fait l'objet d'un Plan de Prévention des Risques de type glissement de terrain.

D'après le site Géorisques, aucune cavité n'est recensée sur ou à proximité immédiate du site d'étude.

3.4.4. Aléa retrait gonflement des argiles

L'aléa retrait-gonflement des argiles est considéré comme **faible** au droit de l'emprise des futurs travaux.

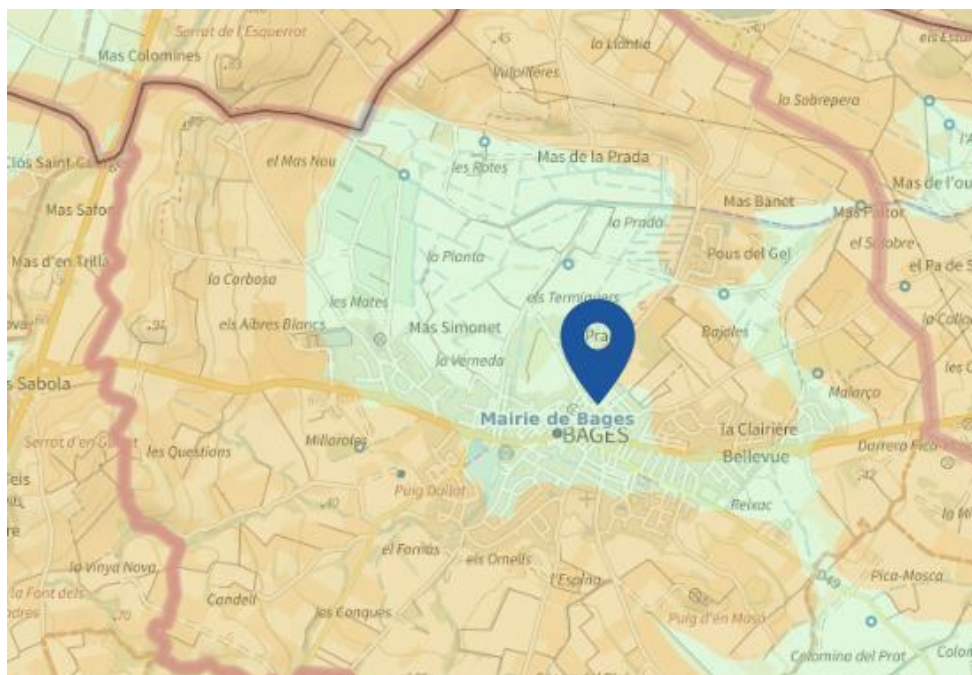


Figure 8 : Aléa retrait gonflement des argiles (Source : Géorisques)

4. Investigations et modèle géotechnique de synthèse au droit du projet

4.1. Reconnaissances réalisées

4.1.1. Investigations in-situ

Le programme d'investigations réalisées au droit du projet de création du parc photovoltaïque est résumé dans le tableau ci-dessous :

Type d'investigation	Spécificités	Quantités pour le parc
Sondage à la tarière	Reconnaissances lithologiques jusqu'à 5 m de profondeur ou au refus, afin de caractériser la nature de formations de surface	3 sondages
Sondage destructif	Forage destructif de 12 m de profondeur, permettant une reconnaissance lithologique et hydrogéologique des formations au droit du projet	3 unités
Profil pressiométrique	1 essai tous les 1,50 m sur les forages destructifs	8 essais par sondage
Sondage au pénétromètre dynamique	Menés à 10 m ou au refus afin de caractériser l'épaisseur des formations de surface et de reconnaître le toit du substratum	6 unités

Tableau 3 : Synthèse des investigations conduites sur site

Le plan de localisation des sondages est fourni en [Annexe II](#).

4.1.2. Essais en laboratoire

Les essais conduits en laboratoire sur les échantillons prélevés lors de la campagne d'investigations géotechniques sont répertoriés dans le tableau ci-dessous :

Type d'essais en laboratoire	Spécificités	Quantités
Classification GTR	Teneur en eau Courbes granulométriques VBS ou Limites d'Atterberg	2 unités
Corrosion des aciers par le sol	Selon cadre normatif DIN 50929	2 unités
Corrosion des bétons par le sol	Selon cadre normatif DIN 50929	2 unités
Test de limite d'ATTERBERG	Détermination des indices de liquidité et plasticité	2 unités

Essai de limite de retrait	Détermination de la limite de retrait	2 unités
Essai de résistivité électrique	Type WENNER réalisé en laboratoire	3 unités

Tableau 4 : Synthèse des essais conduits en laboratoire

4.2. Limite de la méthode

Les sondages sont des reconnaissances ponctuelles qui ne peuvent offrir une vision continue de l'état des terrains. Leur implantation et leur densité, guidées par la connaissance que nous avons du site, permettent d'avoir une vision représentative de l'état du sous-sol, sans que l'on puisse exclure, entre deux sondages, l'existence d'une anomalie d'extension limitée qui aurait échappé aux mailles de nos investigations.

4.3. Coupe lithologique

Les sondages géotechniques de l'étude d'Antea Group réalisés au droit du projet permettent d'établir la coupe lithologique suivante, les terrains étant décrits du haut vers le bas :

- Une **couche de sables argileux marron**. L'épaisseur de l'horizon est comprise entre 1 et 1,5 m/TN et constitue la couverture des horizons sous-jacents.
- Un **horizon à dominance argileuse** marron, parfois sableux. Cet horizon a été reconnu entre 1,5 et 3,5 m/TN.
- Des **marnes argilo-sableuse**, reconnue à partir de 3,5 m/TN et jusqu'à l'arrêt des sondages.

4.4. Caractéristiques mécaniques des formations

4.4.1. Caractéristiques mécaniques de l'horizon 1 : sable argileux marron

Les caractéristiques mécaniques de l'horizon 1 sont déduites des essais au pénétromètre dynamique PD1 à PD6 et des essais pressiométriques SP1 à SP3.

Les PV des reconnaissances lithologiques et géomécaniques sont disponibles en [Annexe II](#).

4.4.1.1. Essais pressiométriques

Les premiers essais pressiométriques ont été réalisés à partir de 1 m de profondeur. L'analyse des sondages pressiométriques permettant de caractériser l'horizon du remblai est présentée dans le tableau suivant :

	Nombre d'essais	Moyenne	Mini	Maxi	Ecart type
PI* en MPa	3	0,8	0,6	1	0,2
E _M en MPa	3	10	9	11	1

Tableau 5 : Caractéristiques géotechniques de l'horizon 1

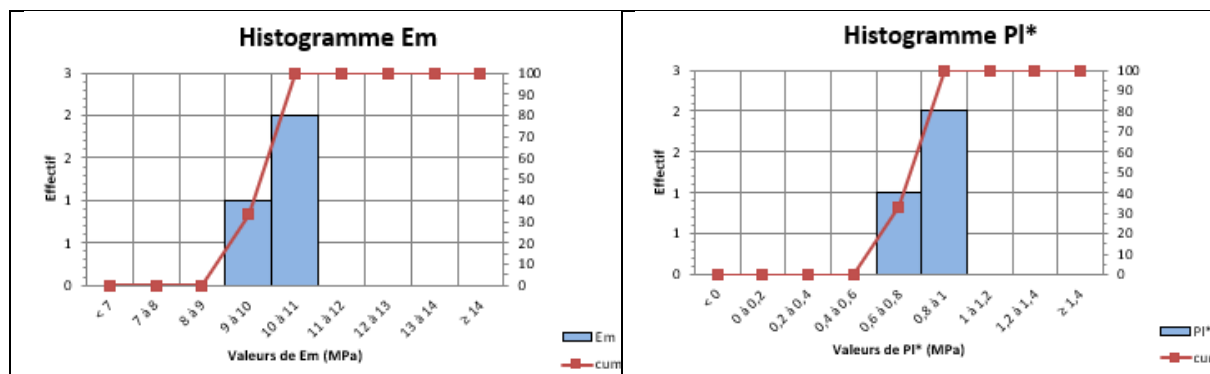


Tableau 6 : Histogrammes de valeurs de Em et de PI* pour l'horizon 1

De par notre expérience sur des terrains similaires et au regard des résultats obtenus sur les essais pressiométriques réalisés dans cette formation, nous proposons de retenir les caractéristiques géomécaniques suivantes :

$$PI^* = 0,7 \text{ MPa}$$

$$E_m = 9,0 \text{ MPa}$$

4.4.1.2. Essais au pénétromètre dynamique

Les essais au pénétromètre dynamique mettent en évidence des valeurs globalement très faibles à faibles au niveau des matériaux de surfaces. Les profondeurs varient entre 1 m et 1,5 m de profondeur. On retiendra pour les matériaux des remblais des valeurs de l'ordre de :

$$2 \text{ MPa} < q_d < 10 \text{ MPa}$$

Il s'agit de valeurs correspondant à des terrains peu à moyennement compacts. Ces valeurs peuvent être ponctuellement influencées par la présence de blocs ou d'éléments indurés, augmentant artificiellement les estimations de résistances de pointe.

De par notre expérience sur des terrains similaires, nous proposons de retenir les caractéristiques géomécaniques suivantes :

$$q_d = 3 \text{ MPa}$$

4.4.2. Caractéristiques mécaniques de l'horizon 2 : Argiles marrons

Les caractéristiques mécaniques de l'horizon 2 sont déduites des essais au pénétromètre dynamique PD1 à PD6 et des essais pressiométriques SP1 à SP3. Elles apparaissent hétérogènes.

Les PV des reconnaissances lithologiques et géomécaniques sont disponibles en [Annexe II](#).

4.4.2.1. Essais pressiométriques

L'analyse des sondages pressiométriques permettant de caractériser l'horizon des argiles marron est présentée dans le tableau suivant :

	Nombre d'essais	Moyenne	Mini	Maxi	Ecart type
PI* en MPa	6	3,3	1	5	1,7
E _M en MPa	6	40	65	95	33

Tableau 7 : Caractéristiques géotechniques de l'horizon 2

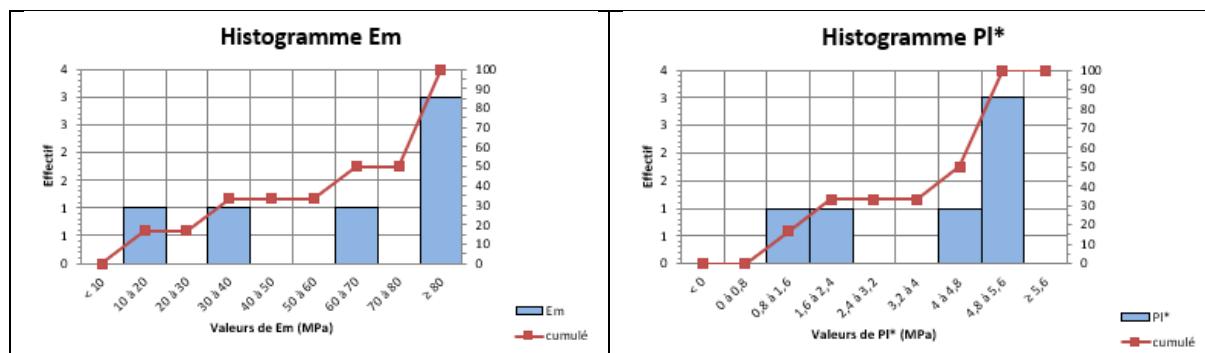


Figure 9 : Histogramme des valeurs de E_m et PI*

De par notre expérience sur des terrains similaires et au regard des résultats obtenus sur les essais pressiométriques réalisés dans cette formation, nous proposons de retenir les caractéristiques géomécaniques suivantes :

PI* = 2,4 MPa

E_m = 23 MPa

4.4.2.2. Essais au pénétromètre dynamique

Les essais au pénétromètre dynamique montrent des caractéristiques mécaniques globalement moyennes à bonnes. Les caractéristiques sont très variables et dépendantes de la rencontre ou non de blocs. On a :

10 MPa < q_d < 40 MPa

Essai sur site : PD4

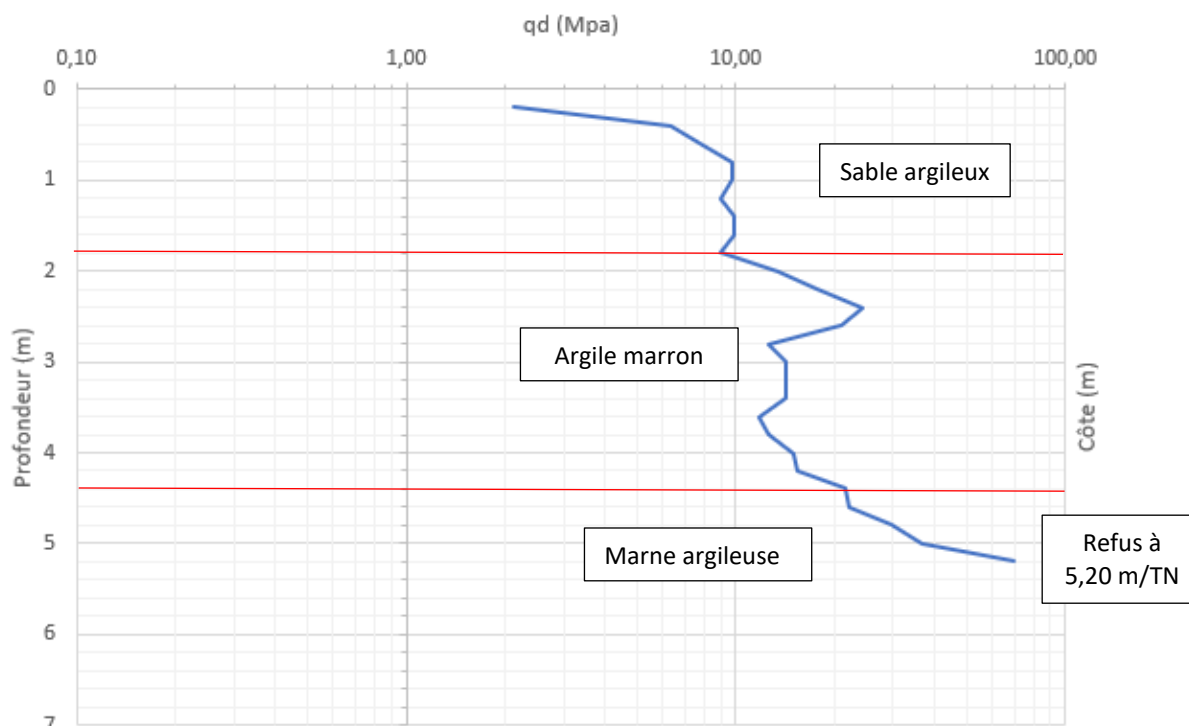


Figure 10 : Résultat du sondage PD2

De par notre expérience sur des terrains similaires et au regard des résultats obtenus sur les essais pressiométriques réalisés dans cette formation, nous proposons de retenir les caractéristiques géomécaniques suivantes (valeur sécuritaire) :

$$q_d = 15 \text{ MPa}$$

Il s'agit d'une valeur moyenne correspondant à des terrains peu à moyennement compacts. Ces valeurs peuvent être ponctuellement influencées par la présence de blocs ou d'éléments indurés, augmentant artificiellement les estimations de résistances de pointe.

4.4.1. Caractéristiques mécaniques de l'horizon 3 : Marne argilo-sableuse

Les caractéristiques mécaniques de l'horizon 3 sont déduites des essais au pénétromètre dynamique PD1 à PD6 et des essais pressiométriques SP1 à SP3. Elles apparaissent hétérogènes.

Les PV des reconnaissances lithologiques et géomécaniques sont disponibles en [Annexe II](#).

4.4.1.1. Essais pressiométriques

L'analyse des sondages pressiométriques permettant de caractériser l'horizon des marnes est présentée dans le tableau suivant :

	Nombre d'essais	Moyenne	Mini	Maxi	Ecart type
PI* en MPa	15	4,8	3,8	5	0,3
E _M en MPa	15	66	27	132	28

Tableau 8 : Caractéristiques géotechniques de l'horizon 2

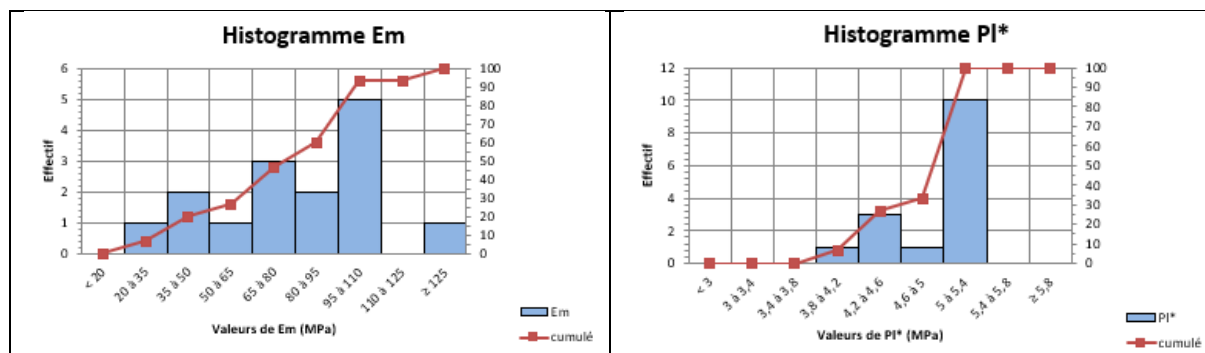


Figure 11 : Histogramme des valeurs de E_m et PI*

De par notre expérience sur des terrains similaires et au regard des résultats obtenus sur les essais pressiométriques réalisés dans cette formation, nous proposons de retenir les caractéristiques géomécaniques suivantes :

$$PI^* = 4,5 \text{ MPa}$$

$$E_m = 50 \text{ MPa}$$

4.4.1.2. Essais au pénétromètre dynamique

Les essais au pénétromètre dynamique montrent des caractéristiques mécaniques globalement très bonnes. Les caractéristiques sont très variables et dépendantes de la rencontre ou non de blocs. On a :

$$15 \text{ MPa} < q_d < 80 \text{ MPa}$$

De par notre expérience sur des terrains similaires et au regard des résultats obtenus sur les essais pressiométriques réalisés dans cette formation, nous proposons de retenir les caractéristiques géomécaniques suivantes (valeur sécuritaire) :

$$q_d = 20 \text{ MPa}$$

Les six pénétromètres réalisés ont rencontré des refus :

Pénétromètre	Profondeur du refus (en m)
PDy1	4,7
PDy2	4,0
PDy3	3,8
PDy4	5,2
PDy5	2,6
PDy6	3,6

Tableau 9 : Profondeur des refus rencontrés

4.5. Essais en laboratoire

Trois essais d'identification GTR ont été réalisés sur des matériaux du site. Les résultats des essais sont présentés dans le tableau ci-dessous :

	Code	S 102	S 111			S 114	S 105			S 107	S 120c			
	Intitulé	Teneur en eau pondérale NF P94-050	Analyse granulométrique NF EN ISO 17892-4			Essai au bleu de méthylène NF P94-008	Unité d'Abrusberg (liquidité et plasticité) NF P94-052 / NF P90-031			Unité de retrait sur matériau remanié NF P94-000-1	Résistivité électrique d'un sol		Classification GTR NF EN 15907-2	
	Symbole	W _p	D ₅₀	<63mm	<2mm	<63µm	VBS	W _L	W _p	IP	IC	W _a	P _{ref}	GTR
Référence de l'échantillon / description visuelle	Unité	(%)	(mm)	(%)	(%)	(%)	(-)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(Ohm/m)	
ST1 de 0.00 à 1.10 m Marne silteuse lâche, marron. Présence d'éléments carbonatés millimétriques.													1 ^{re} mesure : 50.5 2 nd mesure : 59.3	
ST1 de 2.10 à 3.40 m Marne silteuse (ou silt marneux) plastique à ferme, marron. Présence d'éléments carbonatés millimétriques.												13.3		
ST1 de 3.40 à 5.00 m Silt sableux légèrement carbonaté, plastique, marron clair.													49.3	
ST2 de 1.10 à 2.30 m Marne sableuse lâche, marron clair.	13.3	6	100.0	99.6	77.1	2.2								F ₁
ST2 de 2.70 à 5.00 m Argile sableuse légèrement carbonatée, ferme, marron. Présence d'éléments carbonatés millimétriques.								48	27	21	1.5	11.9		
ST3 de 1.50 à 3.10 m Marne sableuse plastique à ferme, marron beige.								47	25	22	1.4			
ST3 de 3.00 à 5.00 m Marne sableuse plastique à ferme, marron. Présence d'éléments carbonatés millimétriques.	10.5	7	100.0	94.4	47.6	1.8								F ₁

Figure 12 : Résultats des essais d'identification

Selon le Guide de Terrassement Routier de 2023 (GTR), les sols prélevés sur site sont classés F1. Ces sols changent brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau. L'emploi en couche de forme sans traitement de cette catégorie de sol nécessite de connaître leur résistance mécanique avec des essais en laboratoire spécifique comme des essais Los Angeles ou Micro-Deval en présence d'eau.

Les essais aux bleus de méthylène (VBS) donnent des résultats de 2,2 et 1,8 ce qui correspond conventionnellement à des sols limoneux.

Les essais de résistivités montrent des valeurs entre 49 et 50 Ohms/m.

De manière synthétique les sols seront considérés comme ayant un état liquide pour une teneur en eau supérieure à environ 47%.

Les sols seront considérés comme ayant un état plastique pour une teneur en eau comprises entre environ 25% et 47%.

Les sols seront considérés comme ayant un état solide pour une teneur en eau comprises inférieure à 25% et la limite de retrait est estimée à environ 13% dans les marnes sableuses et 12% dans les argiles sableuses.

L'ensemble des essais présentent des résultats globalement homogènes mais les sols testés ne le sont pas, les essais GTR montrent des proportions sableuses entre 25% environ et jusqu'à presque 50%. Le comportement argilo-sableux se retrouve dans les résultats des essais.

4.6. Laboratoire environnemental

4.6.1. Agressivité vis-à-vis des bétons

Deux essais d'agressivité ont été réalisés sur des matériaux représentatifs du site.

Les mesures chimiques sur ce prélèvement, en vue de sa caractérisation d'agressivité sur les bétons de fondation, ont été faites conformément à la norme française homologuée NF EN 206-1 d'avril 2004 et de son annexe NA.F, ainsi qu'au document normatif P18-011 de juin 1982, à statut de fascicule de documentation qui :

- Définissent des environnements agressifs les plus courants,
- Donnent diverses recommandations et les mesures préventives vis-à-vis de la durabilité des aciers.

Le document normatif P18-011 est utilisé pour aider au choix des ciments et des additions dans le cas d'environnements chimiquement agressifs, c'est-à-dire aux classes d'exposition « XA » au sens de la norme NF EN 206-1 :

	XA1	XA2	XA3
Sol			
SO ₄ ²⁻ (mg/kg)	≥ 2000 et ≤ 3000	> 3000 et ≤ 12000	> 12000 et ≤ 24000
Degré d'acidité	≥ 200	Non rencontré en pratique	

Tableau 10 : Valeurs seuils pour les classes d'exposition selon la norme NF EN 206-1

Les résultats des analyses sont résumés dans le tableau présenté ci-après :

	ST1	ST3
Degré d'acidité (ml/kg)	<20	<20
SO ₄ ²⁻ (mg/kg)	1930	2570
Classe d'agressivité selon NF EN 206	< XA1	XA1

Tableau 11 : Résultats de l'analyse chimique des sols pour analyse de l'agressivité (NF EN 206 – 1)

Les concentrations en agents agressifs mesurées sur les échantillons de sol, traduisent un environnement de **classe XA1** au regard des sulfates et du degré d'acidité. Les bétons utilisés devront satisfaire ces conditions d'agressivité chimique des sols.

4.6.2. Agressivité vis-à-vis de l'acier

Deux prélèvements de sol ont été effectués sur l'ensemble de l'emprise de la zone d'étude, sur des matériaux représentatifs de la zone, afin de caractériser la corrosivité des sols vis-à-vis des aciers. Les résultats bruts accompagnés des PV interprétés sont disponibles en Annexe.

Les mesures chimiques sur ces prélèvements, en vue de leur caractérisation de pouvoir corrosif sur les aciers, ont été faites conformément à la méthodologie AFNOR A05-252, de juillet 1990, qui définit la corrosion par les sols des aciers galvanisés ou non mis en contact des sols.

Ces éléments seront utilisés par un bureau d'études structures, afin d'aider au choix de l'épaisseur sacrifiée d'acier en fonction du contexte agressif des sols mis en évidence.

Interprétation selon la norme DIN 50929-3 :

La norme DIN 50929-3 fait référence à une interprétation selon 10 paramètres.

Pour l'ensemble de ces paramètres une note est attribuée. Ces notes sont sommées afin d'évaluer le critère B_0 .

La valeur du B_0 permet d'approcher la corrosivité des aciers par les sols :

Tableau 12 : Valeurs seuils de corrosivité selon DIN 50929-3

Points	Corrosivité
< 0	Non agressif
-1 à -4	Peu agressif
-5 à -10	Agressif
< -10	Très agressif

Le tableau de synthèse ci-après présente les résultats interprétés, sur la base de la grille interprétative de la Norme DIN 50929-3, dont un exemple est proposé en page suivante :

Tableau 13 : Synthèse des résultats de corrosivité des sols (DIN 50929-3)

Echantillon	ST1	ST2
Valeur de B_0	-8	-5

L'analyse de la corrosivité des sols sur la zone d'études, selon l'interprétation de la DIN 50929-3, traduit un environnement global **agressif pour ST1 et ST2** au regard des critères analysés.

Les aciers des pieux du projet seront protégés (épaisseur sacrificielle, revêtement protecteur, etc.) afin de satisfaire à ces conditions de corrosivité des sols. Ces éléments seront dimensionnés par un bureau d'études structures.

4.7. Niveaux d'eau

Les niveaux d'eau relevés dans les sondages pressiométriques sont présentés dans le tableau ci-dessous. Il s'agit cependant de niveaux d'eau non stabilisés.

Sondage	SP1	SP2	SP3
Niveau d'eau (m/TN)	1,90	3,50	2,10

Tableau 14 : Synthèse des niveaux d'eau relevés dans les sondages pressiométriques

4.8. Modèle géotechnique de synthèse

Sur la base des investigations réalisées dans le cadre de la présente étude, le modèle géotechnique de synthèse proposé au droit de la zone étudiée est le suivant (modèle unique sur l'ensemble de la zone d'étude) :

Formations	Prof. Base (m/TN)	γ_h [kN/m ³]	E_M [MPa]	P_L^* [MPa]	α
Sable argileux	1,50	19	9	0,7	1/3
Argile	3,5	19	23	2,4	2/3
Marne argilo-sableuse	>12	20	50	4,5	2/3

Tableau 15 : Modèle géotechnique de synthèse

Avec E_M : module pressiométrique caractéristique
 P_L^* : pression limite caractéristique
 α : coefficient rhéologique du sol
 γ_h : poids volumique humide caractéristique

5. Description du projet

5.1. Ouvrages et implantation

Le schéma suivant représente le type d'installation et de fonctionnement d'un parc photovoltaïque.



Figure 13 : Schéma type d'une installation photovoltaïque raccordée au réseau

La coupe de principe du projet est présentée sur la figure ci-dessous :

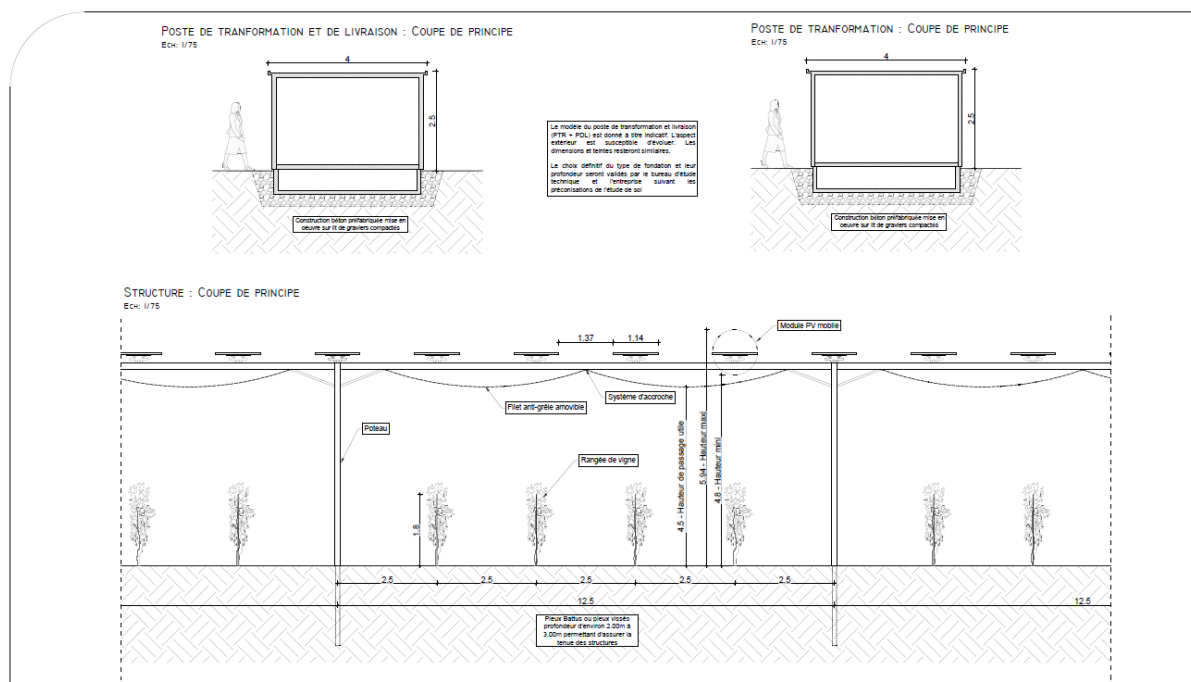


Figure 14 : Coupe de principe du projet

5.2. Tables photovoltaïques

Les tables photovoltaïques seront constituées par un assemblage de panneaux photovoltaïques fixés sur des châssis métalliques reposant sur le sol en place par l'intermédiaire de fondations adaptées aux contraintes du site.

A ce stade de l'étude, aucune descente de charge n'a été transmise. D'après notre expérience, les descentes de charge générées par ce type de structures seront limitées. En revanche, ces structures seront soumises à des efforts à l'arrachement et de cisaillement importants, sous l'effet du vent, qui peuvent être dimensionnants.

A ce stade les descentes de charges pris en compte sont des hypothèses issues de nos expériences sur des projets similaires, elles seront à confirmer en phase projet :

	Effort Compression max (kN)		Effort Arrachement max (kN)	
	Valeur médiane	Valeur maximale	Valeur médiane	Valeur maximale
Centrale au Sol	9	14	7	10

Tableau 16 : Hypothèses de descentes de charges fournies

A ce stade du projet, au regard de la synthèse des données géotechniques, et par retour d'expérience sur des projets similaires, des fondations semi-profondes de type pieux battus ou pieux forés sont envisageables, afin de limiter l'impact au sol sur la parcelle. Un dimensionnement sera aussi effectué pour des fondations superficielles.

5.3. Poste de transformation

A ce stade d'avancement du projet, les hypothèses de charge à considérer sont de l'ordre de :

- 2,1 tonnes/m² pour le poste de livraison simple ou combiné avec transformateur ;
- 2,5 tonnes/m² pour un poste de transformation.

Une coupe de principe du poste de transformation est présentée ci-dessous :

POSTE DE TRANSFORMATION : COUPE DE PRINCIPE
 Ech: 1/75

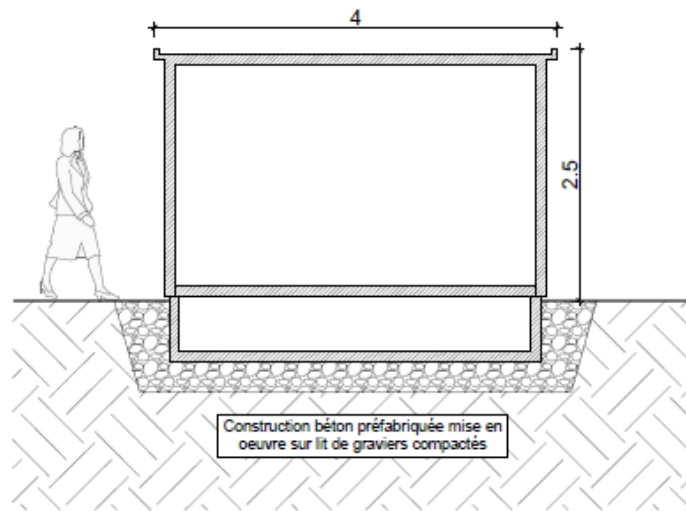


Figure 15 : Coupe de principe du poste de transformation (Source : Technique Solaire)

En prenant en compte l'hypothèse d'un radier de dimensions 12 m x 4 m x 0,3 m sous chaque poste, retenue à ce stade, la contrainte de projet sous les radiers sera de l'ordre de **25 kPa** (à confirmer en phase d'exécution, une fois les descentes de charge définitives de projet arrêtées).

6. Etude des fondations du projet

6.1. Fondations de type profilés battus

Au regard des différents retour d'expériences sur des projets similaires, la solution de fondation envisageable pour les tables du parc photovoltaïque est la suivante :

- **Fondations semi-profondes**, type pieux battus « profilé C »

Cette solution consiste à battre des profilés métalliques directement dans le sol (encaissant), constitué ici de formations argileuses.



Figure 16: Exemple de pieux de type profilé métallique battu dans le sol (source : Antea Group)

Au stade actuel de l'étude, le profilé C utilisé dans le cadre de ce prédimensionnement est un profilé de type C12x70x96x70x12x2.5. Ses caractéristiques retenues, au stade présent du prédimensionnement, sont les suivantes :

- Périmètre : 520 mm ;
- Diamètre : 119 mm.

Il est rappelé que le dimensionnement final des pieux métalliques battus ouverts (BAO), adaptés aux contraintes de projet, devra faire l'objet d'une vérification de stabilité aux différents cas de charge, dans le cadre d'une étude de conception géotechnique en phase Projet – Mission G2-PRO au sens de la Norme NF P 94-500, une fois le modèle de fondation arrêté par le porteur de projet.

6.2. Fondations de type pieux forés

Au regard des résultats des essais au pénétromètre dynamique réalisés, **un risque de refus prématuré généralisé pourrait être constaté sur la majorité de la surface à aménager**. Dans ces conditions, une solution alternative pourrait être envisagée :

- **Fondations semi-profondes**, de type pieux forés scellés au béton.



Figure 17 : Exemple de pieux avec préforage scellé au coulis béton (source : Antea Group)

Il est rappelé que le dimensionnement final des pieux forés scellés au béton, adaptés aux contraintes de projet, devra faire l'objet d'une vérification de stabilité aux différents cas de charge, dans le cadre d'une étude de conception géotechnique en phase Projet – Mission G2-PRO au sens de la Norme NF P 94-500, une fois le modèle de fondation arrêté par le porteur de projet.

6.2.1. Méthodologie de calcul des fondations semi-profondes

Les calculs ont été réalisés conformément aux prescriptions de l'EUROCODE 7 (EC7) et de ses normes d'application nationale : NF P94-262 – Justification des ouvrages géotechniques – Fondations profondes.

Les **fondations profondes** sont dimensionnées selon l'Annexe Nationale Fondations Profondes NF P 94-262 de juillet 2012 associée à l'Eurocode 7. Les calculs sont menés selon la méthode pressiométrique qui est détaillée en Annexe F de la norme NF P 94-262.

L'effort limite mobilisable sous la pointe Q_{PU} est négligé pour les micropieux.

La charge limite Q_u est alors égale à l'effort limite mobilisable par frottement latéral : $Q_u = Q_{su}$

L'effort limite mobilisable par frottement latéral sur la hauteur concernée du fût d'un élément de fondation est donné par l'expression :

$$Q_{su} = \rho_s * P * \int_0^h q_s(z). dz$$

Où : ρ_s est un coefficient réducteur
P désigne le périmètre de l'élément de fondation ;
 $q_s(z)$ le frottement latéral limite unitaire à la cote z.

Les combinaisons aux états limites sont définies par les relations suivantes :

ELU	Q_{min}	Q_{max}
Combinaisons fondamentales	$-\frac{Q_{tu}}{1,40}$	$\frac{Q_u}{1,40}$
Combinaisons accidentelles	$-\frac{Q_{tu}}{1,20}$	$\frac{Q_u}{1,20}$

Tableau 17 : Pondération des charges aux états limites ultimes (ELU)

ELS	Q_{min}	Q_{max}
Combinaisons rares	$-\frac{Q_{tc}}{1,10}$	$\frac{Q_c}{1,10}$
Combinaisons quasi permanentes	$-\frac{Q_{tc}}{1,40}$	$\frac{Q_c}{1,40}$

Tableau 18 : Pondération des charges aux états limites de service (ELS)

6.2.2. Exemple de prédimensionnement des fondations des tables

Les pieux profilés C envisagés seront de type métallique battu ouvert (BAO) de **classe 5 – catégorie 13**. Les pieux forés sont assimilables à des Pieux/Micropieux II forés de **classe 1 – catégorie 18**.

Compte tenu de la nature des fondations semi-profondes envisagées, de la méthodologie de mise en œuvre (battage jusqu'à atteinte de la cote objectif), du contexte de dépôts hétérogènes anthropiques et de l'aléa retrait gonflement des argiles, une **épaisseur de terrain de 0,5 m en tête sera neutralisée**. Cette neutralisation permettra également de prendre en compte les pertes potentielles de frottement de terrains de surface en cas de phénomènes de gels/dégels, mais aussi l'aléa retrait-gonflement des argiles considéré comme faible au droit du site.

Les tableaux suivants présentent les hypothèses de calcul prises en compte pour chaque horizon pour le mode de réalisation des « pieux battus en acier ouverts » et « pieux forés ». Les caractéristiques géotechniques retenues dans les calculs sont présentées dans les tableaux suivants :

Type de sol	Profondeur base (m/TN)	P_{LM}^* (MPa)	Pieux battus		Pieux forés	
			q_{sl} (kPa)	k_p	q_{sl} (kPa)	k_p
Terrain neutralisé	0,5	-	-	-	-	-
Sable argileux	1,5	0,7	23,71	1,90	33,87	1,10
Argile	3,5	2,4	56,63	1,00	51,91	1,15
Marne argilo-sableuse	<12	4,6	64,56	1,00	59,18	1,15

Tableau 19 : Hypothèses de calcul retenues dans FOXTA

* : L'effort de pointe n'est pas pris en compte lors d'un dimensionnement par profilé battu ou par micropieu.

6.2.2.1. Fondations de type profilés battu ouverts

Dans le cas d'un pieu battu ouvert BAO (classe 5 – Catégorie 13), les pondérations combinées retenues seront les suivantes :

Cas de charge	Pondérations	ELS qp	ELS carac	ELU fond	ELU acc
Travail en traction	Pondérations combinées sur Qs	0.467	0.636	0.870	0.952
	Pondérations combinées sur Qp*	0.000	0.000	0.000	0.000
Travail en compression	Pondérations combinées sur Qs	0.636	0.778	0.909	1.000
	Pondérations combinées sur Qp*	0.000	0.000	0.000	0.000

Tableau 20 : Pondération combinées des charges en traction et compression sur les pieux BAO de Classe 5 – Cat.13

*Effort mobilisable de pointe Qp négligé

Les calculs ont été menés sous le logiciel FoXta, développé par TERRASOL, pour différentes longueurs de pieux.

Les résultats du prédimensionnement des pieux battus obtenus pour les différentes longueurs sont les suivants :

Longueur de pieux (m)	Mode de travail	Q _{ELS-QP} (kN)	Q _{ELS-CARA} (kN)	Q _{ELU-FOND} (kN)	Q _{ELU-ACC} (kN)
2,00	Traction	4,3	11,8	16,1	17,7
	Compression	22,8	27,9	32,6	35,9
2,50	Traction	6,5	17,9	24,5	26,8
	Compression	32,2	39,3	46,0	50,6
3,00	Traction	8,7	24,0	32,8	35,9
	Compression	41,5	50,8	59,3	65,2
3,50	Traction	10,9	30,0	41,1	45,0
	Compression	50,8	62,2	72,7	79,9
4,00	Traction	13,4	37,0	50,6	55,4
	Compression	61,2	74,9	87,5	96,2

Tableau 21 : Effort mobilisables aux différents états limites – profilé C battus

Pour ce type de structure légère, les efforts dimensionnant pour les pieux sont les efforts de traction compensés par le frottement axial de la fondation dans les terrains traversés.

A partir des hypothèses de descentes de charges établies, des pieux battus de l'ordre de 3,5 à 4,0 m de longueur sont attendus au droit du projet.

Dans tous les cas, il conviendra de dimensionner le nombre, la longueur et le diamètre des micropieux dans le cadre d'une mission G2PRO au sens de la Norme NF P 94-500, une fois les descentes de charges définitives retenues au projet.

6.2.2.2. Fondations de type pieu foré scellé

Dans le cas d'un pieu foré (classe 1 – Catégorie 18), les pondérations combinées retenues seront les suivantes :

Cas de charge	Pondérations	ELS qp	ELS carac	ELU fond	ELU acc
Travail en traction	Pondérations combinées sur Qs	0.467	0.636	0.870	0.952
	Pondérations combinées sur Qp*	0.000	0.000	0.000	0.000
Travail en compression	Pondérations combinées sur Qs	0.636	0.778	0.909	1.000
	Pondérations combinées sur Qp*	0.000	0.000	0.000	0.000

Tableau 22 : Pondération combinées des charges en traction et compression sur les pieux forés de Classe 1 – Cat.18

*Effort mobilisable de pointe Qp négligé

Les calculs ont été menés sous le logiciel FoXta, développé par TERRASOL, pour différentes longueurs de pieux.

Les résultats du prédimensionnement des pieux battus obtenus pour différentes longueurs sont les suivants :

Diamètre du micropieu (mm)	Longueur de pieux (m)	Mode de travail	Q _{ELS-QP} (kN)	Q _{ELS-CARA} (kN)	Q _{ELU-FOND} (kN)	Q _{ELU-ACC} (kN)
150	2,50	Traction	6,4	17,5	24,0	26,2
		Compression	21,3	26,1	30,5	33,5
	3,00	Traction	8,2	22,6	30,9	33,8
		Compression	27,5	33,6	39,3	43,2
	3,50	Traction	10,0	27,6	37,8	41,3
		Compression	33,6	41,1	48,1	52,9
200	2,00	Traction	6,0	16,6	22,7	24,9
		Compression	20,2	24,7	28,9	31,8
	2,50	Traction	8,5	23,4	31,9	35,0
		Compression	28,4	34,8	40,6	44,7
	3,00	Traction	10,9	30,1	41,2	45,0
		Compression	36,6	44,8	52,4	57,6

Tableau 23 : Effort mobilisables aux différents états limites – pieux forés

En première approche, à partir des hypothèses de descentes de charges établies, **des micropieux de 150 mm ancré à 3,5 m de profondeur** ou **des micropieux de 200 mm ancré à 3,0 m de profondeur** paraissent adaptés.

Dans tous les cas, il conviendra de dimensionner le nombre, la longueur et le diamètre des pieux forés scellés au béton dans le cadre d'une mission G2PRO au sens de la Norme NF P 94-500, une fois les descentes de charges définitives retenues au projet.

6.3. Méthodologie de calcul des fondations superficielles

6.3.1. Mode de fondations

En cas de d'incompatibilité avec le terrain ou d'impossibilité de réaliser des fondations par pieux battus ou forés et scellés au béton, la solution alternative suivante pourra également être retenue :

- **Fondations superficielles** de type longrines béton.

Les longrines seront positionnées de manière superficielle, et pourront, le cas échéant, subir les aléas de gel/dégel ou de retrait/gonflement des argiles.

Ces déformations devront être acceptables par la structure, qui pourra admettre des déplacements de l'ordre du centimètre.

Le prédimensionnement proposé ci-après ne tient pas compte du zonage défini précédemment, il est valable pour toute l'emprise du projet.

Dans tous les cas, le dimensionnement final des fondations superficielles, adaptés aux contraintes de projet, devront faire l'objet d'une vérification de stabilité aux différents cas de charge, dans le cadre d'une étude de conception géotechnique en phase Projet – Mission G2-PRO au sens de la Norme NF P 94-500, une fois le modèle de fondation arrêté par le porteur de projet.

6.3.2. Géométrie des fondations

A ce stade de l'étude, la géométrie des fondations n'est pas encore définie.

Nous proposons d'utiliser des dimensions de longrines issues de notre expérience sur des projets similaires.

Les dimensions (Longueur x largeur x hauteur) des longrines retenues dans le cadre de cette étude seront les suivantes :

- Longueur : variation entre 3,0 et 3,5 m
- Largeur : 0,60 m
- Hauteur : 0,40 m

Ces géométries devront être confirmées dans le cadre d'une étude de conception géotechnique en phase G2-PRO, mission conforme à la Norme NF P 94-500, une fois les sollicitations de projet arrêtées.

6.3.3. Règlement de calcul

Les calculs ont été réalisés conformément aux prescriptions de l'EUROCODE 7 (EC7) et de sa norme d'application nationale NF P94-261 – Justification des ouvrages géotechniques – Fondations superficielles.

Conformément à cette norme d'application nationale, il doit être vérifié, pour la combinaison d'action fondamentale et la situation de projet la plus défavorable vis-à-vis de l'état limite ultime (ELU), la sécurité vis-à-vis des modes de rupture suivants :

- Rupture par poinçonnement du sol support : défaut de capacité portante ;
- Rupture par renversement : excès d'excentricité du chargement appliqué à la fondation ;
- Rupture liée au glissement de la fondation.

Il doit être vérifié, pour la combinaison d'action quasi-permanente et la situation de projet la plus défavorable vis-à-vis de l'état limite de service (ELS), les critères suivants :

- Un critère de tassement acceptable vis-à-vis de la structure.

6.3.4. Capacité portante

Aux ELU comme aux ELS, la condition de non-rupture par défaut de portance du terrain s'écrit :

$$V_d - R_0 \leq R_{v;d}$$

Avec :

V_d : valeur de calcul de la composante verticale de la charge transmise par la fondation au terrain ($V_d = \gamma_G G_{max}$ aux ELU et $V_d = G_{max}$ aux ELS, $\gamma_G=1,35$ selon l'approche de calcul 2),

R_0 est la contrainte totale initiale à la base de la fondation, dans notre cas cette valeur est égale à 0 compte tenu de l'absence d'encastrement des longrines.

$R_{v;d}$: valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation et s'écrit :

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

Où :

A : valeur de la surface de la semelle

A' : valeur de la surface effective $A' = A$ pour un excentrement nul,

$\gamma_{R,v}$: facteur partiel pour le calcul de la portance (cf. Tableau 6),

$\gamma_{R;d,v}$: coefficient de modèle associé à la méthode de calcul pressiométrique (cf. tableau ci-après),

	Coefficient partiel pour le calcul de la portance - $\gamma_{R;v}$	Coefficient de méthode $\gamma_{R;d;v}$
ELU transitoire et durable	1,4 (Tableau B.3.3 – Jeu R2 – NF P 94-261)	Méthode pressiométrique : 1,2
ELU accidentel	1,2	Vérification à long terme d'un cas de sol drainé : 2
ELS Quasi-permanent	2,3	
ELS caractéristique		

Tableau 24 : Coefficient partiel à prendre en compte dans la vérification de la portance du sol aux ELU et ELS

q_{net} est la contrainte associée à la résistance nette du terrain sous la fondation pouvant être calculée selon plusieurs méthodes. Elle s'écrit :

➤ **Selon la méthode de vérification à long terme d'un cas de sol drainé :**

En considérant que :

- la charge est appliquée verticale sur la fondation (coefficients d'inclinaison de la charge $i_c = i_q = i_\gamma = 1$),
- q'_0 , la contrainte effective à la base de la fondation après les travaux, est égale à 0 compte tenu de l'encastrement nul de la fondation.

Selon l'Annexe F de la norme NF P 94-261, elle s'écrit :

$$q_{net} = c' N_c s_c + 0,5 \gamma' B' N_\gamma s_\gamma - q'_0$$

Où :

N_c, N_q, N_γ : Facteurs de capacité portance,

s_c, s_q, s_γ : coefficient de forme de la fondation,

γ' : Poids volumique déjaugé, dans notre cas 10 kN,

Le calcul des facteurs de capacité portante sont présentés dans le tableau suivant :

Facteurs / coefficients	Terme de surcharge ou de profondeur	Terme de cohésion	Terme de surface
Portance	$N_q = e^{\sigma \tan \phi'} \tan^2 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi'}{2} \right)$	$N_c = \frac{N_q - 1}{\tan \phi'}$	$N_\gamma = 2(N_q - 1) \tan \phi'^0$
Forme ^a	$s_q = 1 + \frac{B'}{L} \sin \phi'$	$s_c = \frac{s_q N_q - 1}{N_q - 1}$	$s_\gamma = 1 - 0,3 \frac{B'}{L}$
Inclinaison de la base ^b	$b_q = (1 - \alpha \tan \phi')^2$	$b_c = \frac{b_q (1 - b_q)}{N_c \tan \phi'}$	$b_\gamma = (1 - \alpha \tan \phi')^2$
Inclinaison de la charge ^{c,d}	$i_q = \left[1 - \frac{H}{V + A' c' / \tan \phi'} \right]^m$	$i_c = i_q - \frac{(1 - i_q)}{N_c \tan \phi'}$	$i_\gamma = \left[1 - \frac{H}{V + A' c' / \tan \phi'} \right]^{m+1}$

^a Ces formules s'appliquent également au cas des semelles carrées ou circulaires en prenant dans ce cas $B'=L'$.
^b α est l'inclinaison de la base de la fondation par rapport à l'horizontale.
^c V, H sont respectivement la valeur de calcul de l'effort normal et parallèle au plan de la base de la fondation superficielle.
^d m est un exposant dont la valeur est indiquée en F.3.3 (3).
^e Cette formule ne s'applique que pour des fondations à base rugueuse ($\delta \geq \phi'/2$).

Tableau 25 : Facteurs de portance, coefficients de base et de forme de la fondation, coefficients d'inclinaison de la charge
Méthode analytique en conditions drainées (Tableau F 3.3 NF P 94-261)

6.3.5. Vérification de stabilité au renversement

La surface d'assise effective A' de la fondation superficielle, pour le cas d'une semelle rectangulaire, s'exprime par la relation suivante (Norme NF P 94-261 – Annexe Q) :

$$A' = (B - 2e_b)(L - 2e_l)$$

Où :

B : Largeur de la fondation rectangulaire (en m)

L : Longueur de la fondation rectangulaire (en m)

e_B : Excentrement de la charge selon la largeur de la fondation (en m).
 e_L : Excentrement de la charge selon la longueur de la fondation (en m).
 e : excentrement du chargement, calculé selon la formule suivante :

$$e = \frac{M}{N}$$

Où :

M : correspond au moment de rotation de la fondation, définir d'après l'expression suivante :
 $M = F_h \times H$

F_h : correspond à la résultante des forces horizontales agissant sur la fondation,
H : bras de levier correspondant à la hauteur d'action de la composante horizontale,
N : effort normal sur la fondation, soit la somme du poids propre de la longrine auquel se soustrait les efforts de traction.

La stabilité au renversement est justifiée en assurant une compression au sol d'assise en sous-face de la fondation, sur au moins :

- 100% de la surface d'assise totale dans un cas de charge à l'ELS permanent
- 75% de la surface d'assise totale dans un cas de charge à l'ELS caractéristique
- 10% de la surface d'assise totale dans un cas de charge à l'ELU (fondamental, accidentel et sismique).

Ces seuils peuvent être traduits en critères d'excentricité maximale du chargement. Cela est résumé dans le tableau ci-dessous :

Cas de chargement	Surface d'assise effective comprimée A' devant être vérifiée	Inéquation à vérifier pour stabilité au renversement d'une fondation rectangulaire de dimension L x B	Références sur la Norme NF P 94-261
ELS qp	= 100%	$(1 - 2e_B/B) \times (1 - 2e_L/L) \geq 2/3$	Formule 13.3.3
ELS carac	≥ 75%	$(1 - 2e_B/B) \times (1 - 2e_L/L) \geq 1/2$	Formule 13.3.6
ELU	≥ 10%	$(1 - 2e_B/B) \times (1 - 2e_L/L) \geq 1/15$	Formule 9.5.3

Tableau 26 : Inéquations devant être vérifiées pour la justification de la stabilité d'une fondation rectangulaire au renversement

6.3.6. Glissement (ELU)

Aux ELU, la condition de stabilité au glissement de la fondation s'écrit (formule 10.1.1 de la Norme NF P 94-261) :

$$H_d \leq R_{h;d} + R_{p;d}$$

Où :

H_d : composante horizontale de la charge transmise par la fondation au terrain ;
R_{h;d} : résistance au glissement de la fondation ;
R_{p;d} : résistance frontale ou tangentielle de la fondation à l'effet de H_d.

Soit, dans le cas présent :

$$H_d \leq \frac{V_d \tan \varphi'}{\gamma g_1} + \frac{c' A'}{\gamma g_2}$$

Avec :

H_d et V_d : efforts horizontaux et verticaux calculés pour les combinaisons ELU fondamentales et accidentelles.

A' : l'aire de la surface comprimée sous la semelle. On considèrera, aux ELU, que la stabilité au renversement vérifiera une surface comprimée minimale de 10%.

ϕ' et c' : l'angle de frottement interne et la cohésion effective du sol à la base de la fondation.

γ_{g1} et γ_{g2} : coefficients de sécurité partiels sur les paramètres $\tan \phi'$ et c' . On considère que $\gamma_{g1} = 1,2$ et $\gamma_{g2} = 1,5$.

6.3.7. Tassements de la fondation (ELS)

D'après l'Annexe L de la norme d'application nationale NF P94-261, il est admis, pour les structures courantes à fondations isolées, des tassements totaux atteignant 50 mm et des tassements différentiels de 20 mm entre colonnes adjacentes.

A l'ELS en combinaison quasi-permanente, les valeurs de tassements seront déterminées à partir de la méthode pressiométrique. Cette méthode permet d'estimer le tassement final d'une fondation superficielle à partir des valeurs de module E_m déduites des essais au pressiomètre Ménard.

Le tassement total S_f est la somme du tassement sphérique S_c dû aux déformations volumétriques et du tassement déviatorique S_d dû aux déformations de cisaillement. Les tassements sphérique S_c et déviatorique S_d sont calculés respectivement à partir des relations ci-après.

$$s_c = \frac{\alpha}{9E_M} (q' - \sigma'_{v0}) \lambda_c B$$

$$s_d = \frac{2}{9E_M} (q' - \sigma'_{v0}) B_0 \left(\lambda_d \frac{B}{B_0} \right)^\alpha$$

Où :

E_m : module pressiométrique Ménard ;

q' : contrainte moyenne effective appliquée au sol par la fondation ;

σ'_{v0} : contrainte verticale effective au niveau de fondation, dans la configuration du terrain avant travaux ;

B_0 : largeur de référence égale à 0,60 m ;

B : largeur de la fondation ;

α : coefficient rhéologique dépendant de la nature du sol ;

λ_c et λ_d : coefficients de forme, fonction du rapport L/B .

Tableau H.2.1.1.3 – Coefficients de forme						
L/B	Cercle	Carré	2	3	5	≥20
	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50
λ_d	1,00	1,12	1,53	1,78	2,14	2,65

Nota : ce tassement correspond au tassement de la longrine estimé sous l'effet des surcharges liées aux poids des tables.

6.3.8. Ebauche dimensionnelle des fondations superficielles

Le prédimensionnement et la vérification de la stabilité des fondations sont menés à partir du modèle géotechnique de synthèse retenu pour ce projet, et conformément à la norme NF P94-261 de juin 2013 (Justification des ouvrages géotechniques – Normes d'application nationale de l'EUROCODE 7 – Fondations superficielles).

6.3.8.1. Résistance nette du terrain et contraintes de calcul sous les longrines

Le calcul de la résistance nette du terrain, et les contraintes de calcul qui en découlent, a été étudié selon le modèle géotechnique de synthèse retenu au §4.8 du présent rapport.

La contrainte associée à la résistance nette du terrain q_{net} , sur la couche de fondation des futures fondations (ancrage dans les argiles marron) est la suivante :

$$K_p = 0.94$$

$$P_{le}^* = 700 \text{ kPa}$$

$$i_\delta = 1 \quad i_\beta = 1$$

$$\text{D'où } q_{net} \approx 650 \text{ kPa}$$

On en déduit les contraintes de calcul aux états-limites, pour la formation de couverture du massif :

$$q'_{ELS} = 230 \text{ kPa}$$

$$q'_{ELU} = 390 \text{ kPa}$$

6.3.8.2. Ebauche dimensionnelle des longrines

➤ Résistance du sol sous la longrine et estimation des tassements

Le tableau suivant présente l'ébauche dimensionnelle des fondations de type longrine en béton armé.

Géométrie de la fondation (L x l x h ; en m)	Cas de charge : ELU		Cas de charge : ELS caract		
	Surface comprimée minimale A' (m²)	$R_{v,d}$ (kN) Résistance maximale du terrain aux ELU* sous la fondation	Surface comprimée minimale A' (m²)	$R_{v,d}$ (kN) Résistance maximale du terrain aux ELS* sous la fondation	Tassements prévisionnels sous effort maximal aux ELS* (cm)
Longrine béton 3,0 x 0,6 x 0,4 m	10%, soit 0.18 m²	70 kN	75%, soit 1.35 m²	310 kN	< 1
Longrine béton 3,5 x 0,6 x 0,4 m	10%, soit 0.21 m²	80 kN	75%, soit 1.58 m²	363 kN	< 1

Tableau 27 : Ebauche dimensionnelle des longrines superficielles

*Dans le cas d'un effort vertical et centré sur la fondation, y compris poids de la fondation.

➤ Vérification de la portance du sol sous longrines béton

On vérifiera l'inéquation suivante : $V_d \leq R_{v,d}$ (R_0 étant égal à 0, dans le cas d'une longrine posée sur le sol, sans ancrage).

Où :

$$V_d = P_b + P_p$$

P_b = Poids de la longrine en béton armé

P_p = descente de charge calculée par le constructeur, appliquée sur la longrine la plus chargée

Il conviendra alors de vérifier, dans le cadre d'une étude d'exécution géotechnique en phase EXE (mission G3, au sens de la Norme NF P 94-500), lorsque les sollicitations et contraintes définitives seront définies par le bureau d'études structures, en fonction des structures réellement mises en œuvre :

Géométrie de la fondation (L x l x h ; en m)	Poids de la longrine** (kN)	Vd (kN) Effort maximal admissible aux ELU* appliqué sur la longrine	Vd (kN) Effort maximal admissible aux ELS* appliqué sur la longrine
Longrine béton 3,0 x 0,6 x 0,4 m	18 kN	52 kN	292 kN
Longrine béton 3,5 x 0,6 x 0,4 m	21 kN	59 kN	342 kN

Tableau 28 : Descente de charges maximales admissibles sur la longrine

** Hypothèse d'un poids volumique du béton armé de 25 kN/m³

6.3.8.3. Vérification de stabilité des longrines au renversement

A ce stade, aucun élément de descente de charge précise, ni cas de charge particulier n'est arrêté.

La stabilité au renversement des fondations devra être vérifiée et confirmée dans le cadre d'une étude d'exécution géotechnique en phase EXE (mission G3, au sens de la Norme NF P 94-500), lorsque les sollicitations et contraintes définitives seront définies par le bureau d'études structures, en fonction des structures réellement mises en œuvre.

Il conviendra notamment, dans le cadre de cette mission, de vérifier la stabilité des semelles au renversement (défaut d'excentrement), pour chaque cas de charge défini au stade Exécution, et pour chaque géométrie de fondation envisagée.

6.3.8.4. Vérification de la stabilité des longrines au glissement

Ces éléments devront être vérifiés et confirmés dans le cadre d'une étude d'exécution géotechnique en phase EXE (mission G3, au sens de la Norme NF P 94-500), lorsque les sollicitations et contraintes définitives seront définies par le bureau d'études structures, en fonction des structures réellement mises en œuvre.

Il conviendra notamment, dans le cadre de cette mission, de vérifier la stabilité des semelles au glissement, pour chaque cas de charge défini au stade Exécution, et pour chaque géométrie de fondation envisagée.

6.4. Fondations superficielles des postes de livraison et de transformation

6.4.1. Méthodologie de calcul

Les fondations superficielles sont dimensionnées selon l'Annexe Nationale Fondations Superficielles NF P 94-261 de juin 2013, associée à l'Eurocode 7.

6.4.2. Hypothèses de calcul et modèles

Au vu des caractéristiques mécaniques des sols en place, la contrainte admissible au sol est compatible avec la mise en œuvre d'un radier pour la fondation des postes de transformation.

Ce radier sera posé sur un lit de pose en sable, afin d'homogénéiser le fond de fouille.

A ce stade d'avancement des études et en l'absence de données précises sur les descentes de charges et sur la géométrie retenue du radier, nous prendrons l'hypothèse d'un radier de dimension 12 m x 4 m x 0,3 m sous chaque poste (radier généralement intégré aux éléments préfabriqués constituant les postes).

6.4.3. Présentation des résultats

Le tableau ci-dessous résume les résultats des calculs d'ébauche dimensionnelle du radier sous postes :

Stabilité au poinçonnement	Stabilité au glissement	Estimation des tassements
Vérifiée	Vérifiée	De l'ordre du mm, dans tous les cas < 1 cm

Tableau 29 : Résultats de la modélisation du radier sous FOXTA

La figure ci-après illustre les résultats obtenus après calcul via le module TASPLAQ du logiciel FOXTA, développé par TERRASOL, au niveau du radier des postes (charge uniformément répartie, limitée à 20 kPa sous radier).

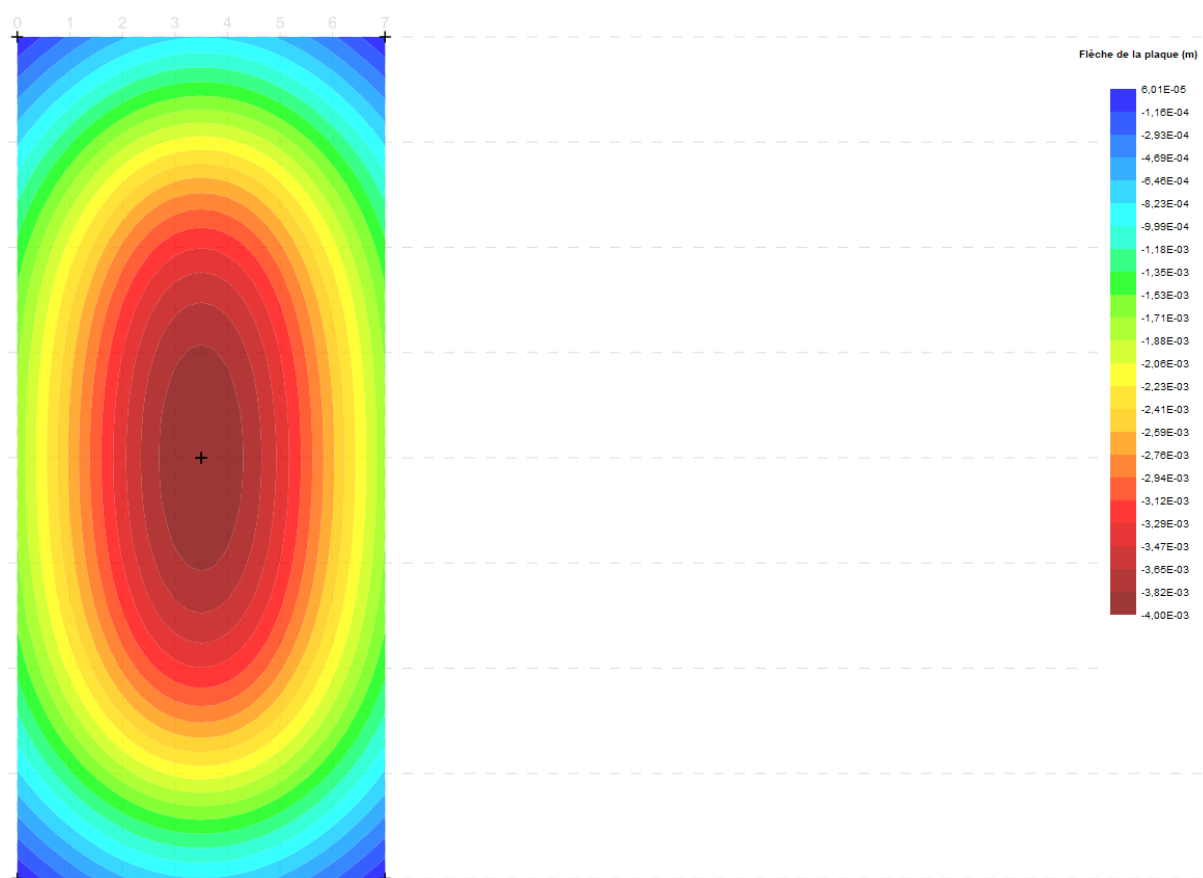


Figure 18 : Illustration des résultats de tassements absolus estimatifs obtenus sous radier des postes de transformation, après modélisation sous le module TASPLAQ de FOXTA 4

Ces valeurs de tassements devront être vérifiées et recalculées avec les descentes de charges définitives de l'ouvrage, en fonction des éléments réellement mis en œuvre (Etude d'exécution géotechnique – Mission G3 au sens de la Norme NF P 94-500).

Dans tous les cas, le radier devra être dimensionné par un bureau d'études structure, qui prendra en compte l'ensemble des éléments défini dans ce rapport, et des contraintes d'exploitation définies par le maître d'ouvrage

Le radier et les structures devront être rigidifiés de façon à favoriser les déplacements monolithiques des postes.

Les tassements liés à la construction des ouvrages devront être admissibles par la structure.

7. Sujétions d'exécution et recommandations constructives

7.1. Gestion des eaux de surface

7.1.1. En phase chantier

L'entreprise devra veiller à bien fermer les surfaces de travail avant l'arrivée de précipitations importantes afin de permettre le ruissellement et la collecte des eaux pluviales.

Des fossés provisoires adéquats seront réalisés afin de faciliter la collecte et l'évacuation des eaux. Ils devront être en état de fonctionnement tout comme leur exutoire et permettront d'éviter tout point d'accumulation des eaux météoriques.

7.1.2. En phase définitive

Il est nécessaire de limiter et de maîtriser les écoulements des eaux de ruissellement sur le site dont les effets peuvent être néfastes à la construction.

Si des zones de flash et de stagnation d'eau sont observées, elles devront être traitées. Les zones de stagnation devront être identifiées par une inspection visuelle et un repérage sur plan topographique à jour. Un léger remodelage avec apport de matériaux pourra être envisagé.

Malgré tout, le projet final ne devra pas impacter le ruissellement des eaux de surface et les ouvrages de collectes actuels. Des dispositions complémentaires seront mises en œuvre si nécessaire, dans le cas où les aménagements (alignement de longrines, pistes d'exploitation, etc.) feraient localement barrage aux écoulements de surface.

7.2. Terrassement sur le site et plateformes

Les travaux de terrassements au droit de la zone d'étude seront réalisés à l'aide d'engins classiques de terrassements de préférence en **période sèche**.

Les matériaux de déblai éventuellement extraits, notamment au niveau des tranchées pour tirage des fourreaux, pourront être réutilisés en remblai, sous réserves des conditions météorologiques et hydriques compatibles.

Dans le cadre de travaux de terrassements, notamment pour le remblaiement des tranchées, l'épaisseur de chacune des couches mises en œuvre ne devra pas dépasser les valeurs limites indiquées dans les recommandations GTR, compte tenu de la classe de sol et du type d'engin de compactage utilisé. Le taux de compactage devra être supérieur ou égal à 95 % de l'O.P.N.

Dans tous les cas, la réalisation d'une planche d'essais permettra de valider la méthodologie de mise en œuvre des matériaux rencontrés sur le site.

7.3. Circulation sur le site

Dans le cadre de la réalisation des travaux, la circulation des engins devra être maîtrisée. Il est impératif de réaliser à *minima* des pistes de circulation provisoires en matériau granulaire, afin de permettre la circulation des engins lourds type semi-remorques et grue et éviter la sollicitation des horizons potentiellement sensibles à leur variation hydrique.

Il est essentiel d'éviter l'orniérage de la couche superficielle, afin d'éviter la stagnation des eaux météoriques.

Les plateformes et pistes pourront être réalisés en prévoyant :

- La purge de la terre végétale, de terrains remaniés ou de toute poche altérée,
- Mise en œuvre d'un géotextile anticontaminant et antipoinçonnant,
- La réalisation d'une couche de forme en matériaux insensible à l'eau, de type grave, sur une épaisseur minimale de 0,45 m.

L'épaisseur finale de la couche de forme dépendra des épaisseurs de purges réalisées et du niveau zéro pour atteindre la cote souhaitée des fondations.

La réalisation de planches d'essais avec essais à la plaque permettra de caler les épaisseurs de matériaux à mettre en œuvre pour atteindre un objectif de plateforme PF2. Avant la réalisation des fondations, des essais de portance de la plate-forme devront être réalisés (selon la norme NF 94-117-3 de décembre 2008 « Coefficient de réaction de Westergaard, Kw, sous chargement statique d'une plaque ») afin d'assurer les objectifs de portance défini par la norme NF P11-213-1 :

- **$K_w \geq 35 \text{ MPa/m}$** (pour un diamètre de plaque de 75 cm).
- **$EV2 > 50 \text{ MPa}$**
- **$EV2/EV1 < 2$**

7.4. Fondations superficielles des tables

Afin de garantir la bonne exécution des semelles superficielles, il conviendra de :

- Purger la terre végétale au droit des ouvrages projetés (si présence) ;
- Vérifier et purger les fonds de fouilles de toute poche altérée, remaniée ou de nature évolutive éventuellement présente au niveau d'assise prévu. Les surprofondeurs pourront être reprises en gros béton ;
- S'assurer de la bonne qualité et de l'homogénéité du sol d'assise ;
- S'assurer que les fouilles soient sèches et au besoin évacuer les eaux par pompage ;
- Bétonner pleine fouille immédiatement après l'ouverture et la vérification des fonds de fouilles ;
- En cas de délai, prévoir la mise en œuvre d'un béton de propreté ;
- Les dénivellations des niveaux d'assise des fondations seront alors reprises par redans successifs en respectant la proportion $H/L < 2/3$ en partant du point le plus bas.

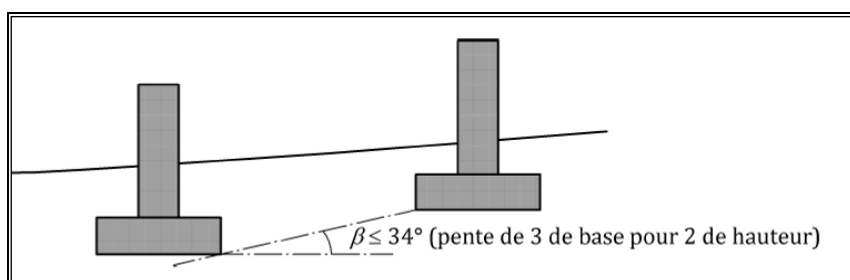


Figure 19 : Dispositions relatives à l'emplacement des fondations superficielles

Les fonds de fouilles des fondations seront soigneusement vérifiés afin de vérifier la conformité avec le contexte lithologique défini (assise des fondations limon argileux ou argile beige à marron), et déceler et purger toute poche de sols mous pouvant subsister au niveau d'assise retenu. Ce contrôle pourra être réalisé dans le cadre d'une mission de suivi d'exécution géotechnique, mission G4 au sens de la Norme NF P 94-500.

7.5. Fondations profondes

Pour l'exécution des pieux, l'entrepreneur s'assurera de disposer de matériel de capacité nécessaire pour atteindre les objectifs fixés.

Il est possible que des refus prématurés soient atteints lors du battage étant donné la variabilité des résistances mécaniques qui peuvent être localement élevées. Il conviendra d'adapter la technique de réalisation ou d'optimiser le dimensionnement selon les conditions de site rencontrées.

Dans tous les cas, en phase d'exécution, des essais de conformité et de dimensionnement seront réalisés, afin de s'assurer de la bonne méthodologie de mise en œuvre des pieux à retenir, ainsi que pour vérifier le dimensionnement réalisé selon les sollicitations définitives retenues.

Ces essais seront réalisés en nombre et en dispersion suffisante pour être représentatives de l'ensemble de la zone à traiter. Ils pourront être réalisés dans le cadre d'une étude géotechnique d'Exécution, Mission G3 au sens de la Norme NF P 94-500 de Novembre 2013.

7.6. Préconisations après travaux

Afin d'assurer la pérennité des ouvrages géotechniques, il est recommandé de :

- Ne pas charger l'ouvrage au-delà des charges prévues à la conception ;
- Ne pas creuser autour des fondations ;
- Ne pas apporter des charges à proximité immédiate de l'ouvrage ;
- Suivre les recommandations données dans le chapitre spécifique du présent rapport ;
- Eviter la plantation d'arbres à proximité de l'ouvrage ;
- Ne pas apporter de remblais sur un terrain en pente en amont ou en aval de la construction.

8. Enchaînement des missions géotechniques

Nous rappelons que le présent rapport concerne l'étude d'ingénierie géotechnique d'avant-projet (mission G2 AVP au sens de la norme NF P 94-500, version de *novembre 2013*).

Conformément aux préconisations de cette norme, elle doit être suivie par l'étude d'ingénierie géotechnique de projet (mission G2 PRO), une fois connues les caractéristiques des fondations (descentes de charge et prédimensionnement des massifs de fondation ou radiers réalisé par le BET Structures).

Pour la phase de réalisation des travaux, une mission de supervision géotechnique (mission G4) devra être réalisée. Elle comportera, d'une part, la validation des documents géotechniques produits par l'entreprise, et d'autre part le suivi géotechnique du chantier, permettant de s'assurer que les terrains rencontrés présentent des caractéristiques géotechniques cohérentes avec les hypothèses faites dans le cadre des études, et le cas échéant définir en concertation avec l'entreprise les adaptations nécessaires.

Antea Group reste à la disposition du Maître d'ouvrage et des Responsables du projet pour assurer ces différentes missions, avec l'avancement global du projet.

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne saurait engager la responsabilité de celle-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Il est rappelé que les résultats de la reconnaissance s'appuient sur un échantillonnage et que ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité du milieu naturel ou artificiel étudié.

La prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.



ANNEXES

- Annexe I : Classification des missions d'ingénierie géotechnique (norme NF P 94-500-
Novembre 2013)
- Annexe II : Investigations réalisées sur site
- Annexe III : Résultats des essais en laboratoire
- Annexe IV : Résultats des calculs de prédimensionnement

Annexe I : Classification des missions d'ingénierie géotechnique (norme NF P 94-500- Novembre 2013)

Schéma d'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 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 d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Classification des missions d'ingénierie géotechnique (page 1/2)

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.

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE 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 :

Phase Étude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

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

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

Classification des missions d'ingénierie géotechnique (page 2/2)

ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

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

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

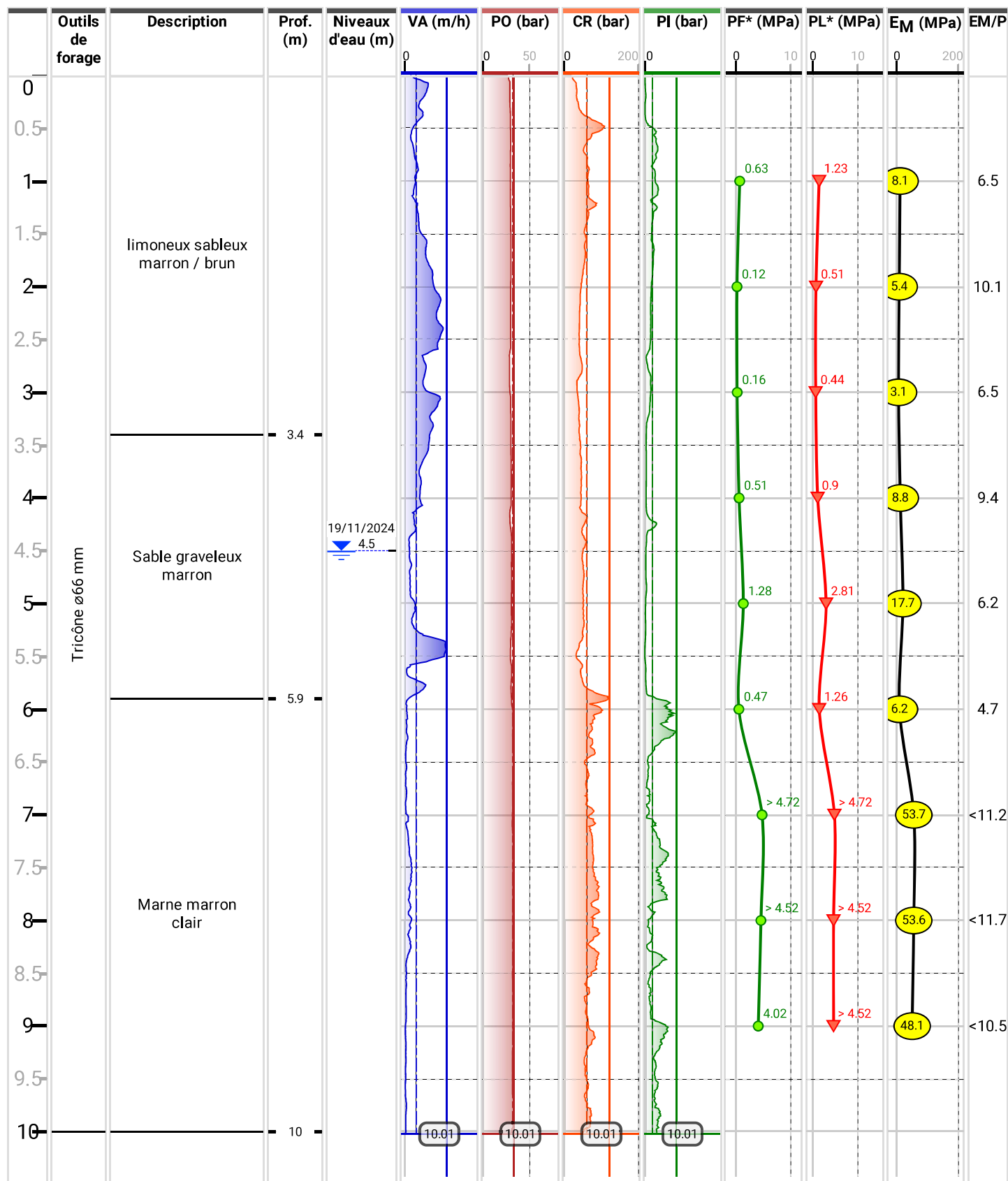
Annexe II : **Investigations réalisées sur site**

Machine
EMCI 3.50
Observation
Opérateur
GAETAN

Paramètres de forage

Date de début 19/11/2024 Cote début 0 m
Date de fin 19/11/2024 Cote fin 10.01 m

Dossier
MARMANDE
Forage
SP1

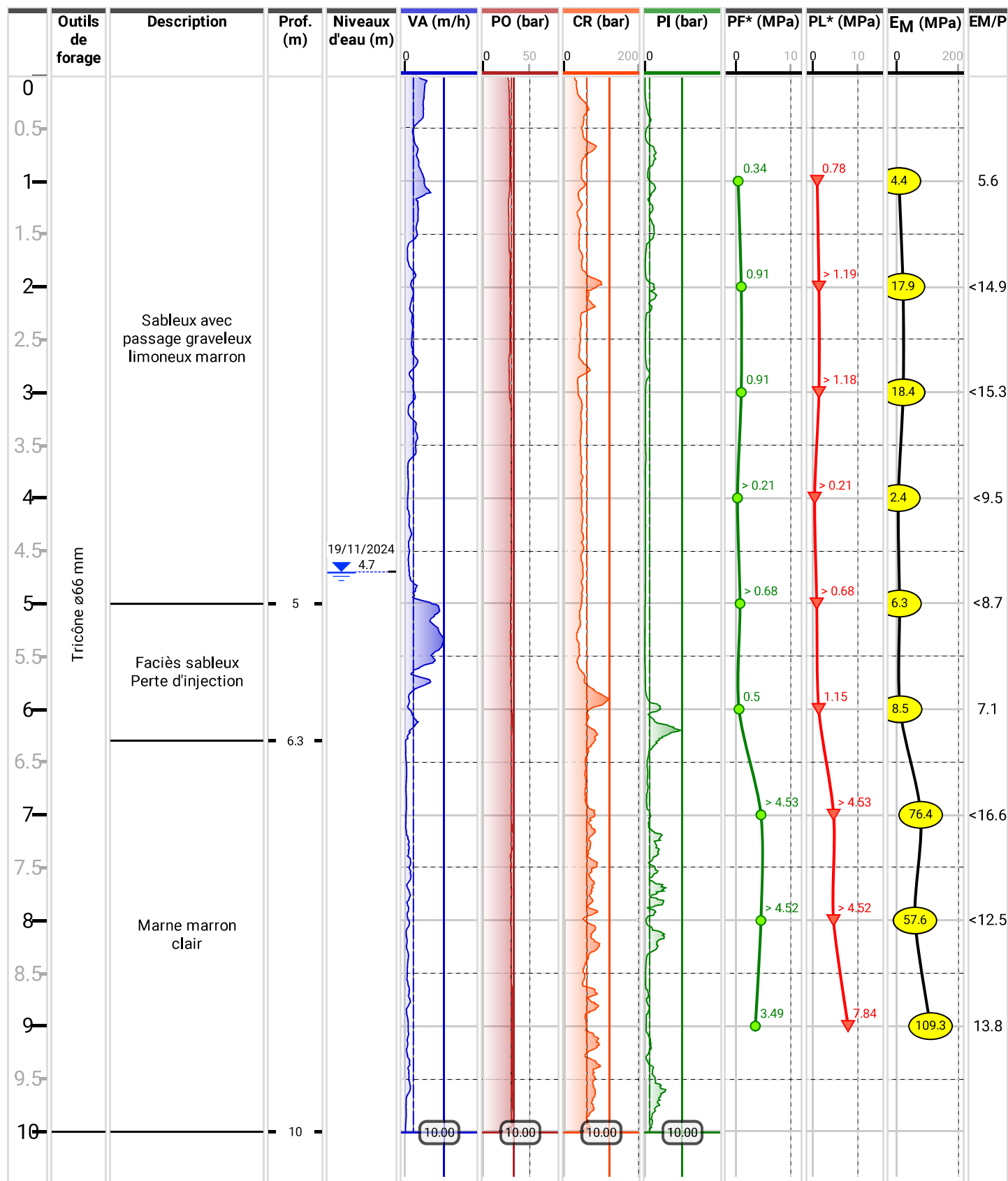


Machine
EMCI 3.50
Observation
Opérateur
GAETAN

Paramètres de forage

Date de début 19/11/2024 Cote début 0 m
Date de fin 19/11/2024 Cote fin 10 m

Dossier
MARMANDE
Forage
SP2

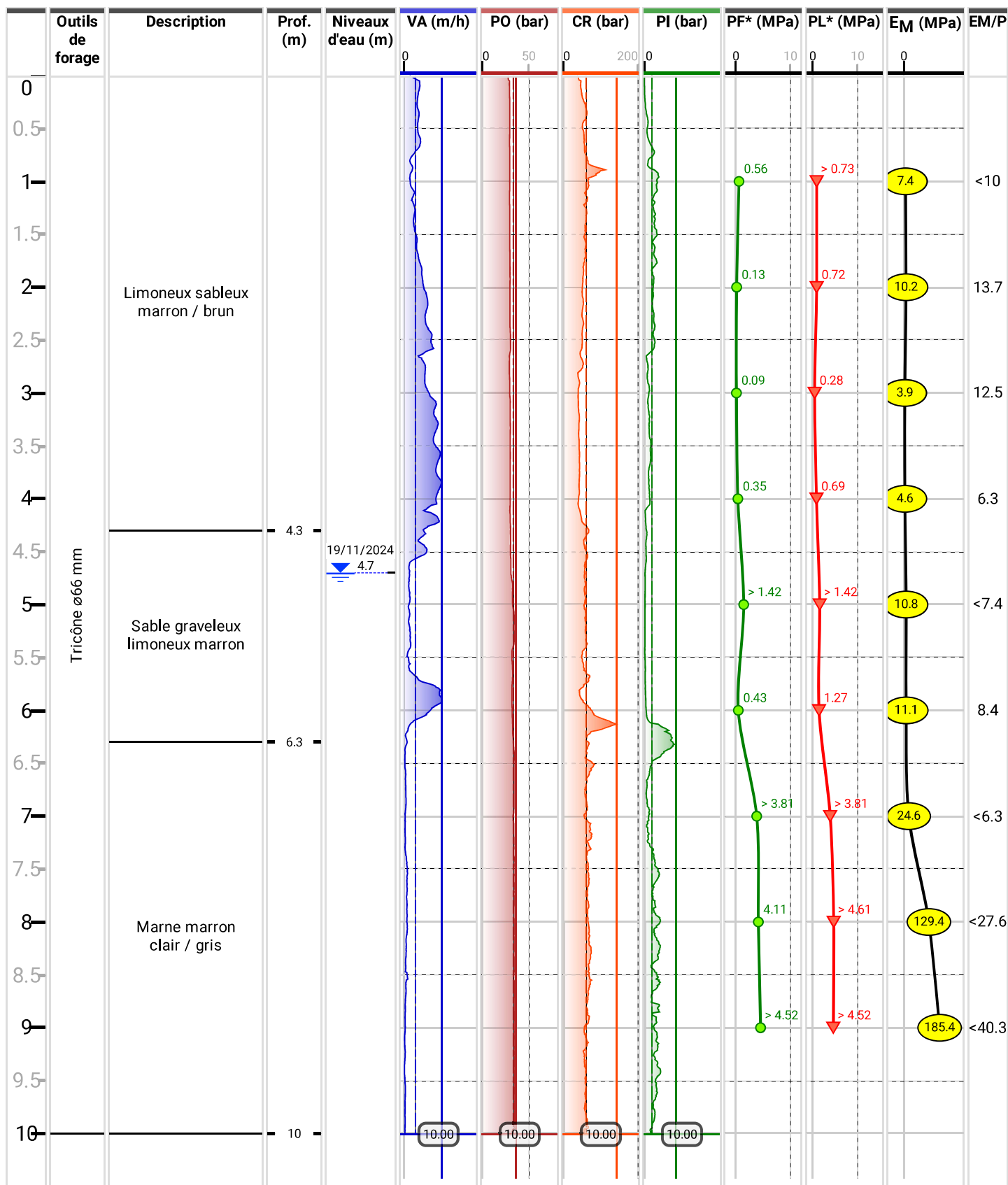


Machine
EMCI 3.50
Observation
Opérateur
GAETAN

Paramètres de forage

Date de début 19/11/2024 Cote début 0 m
Date de fin 19/11/2024 Cote fin 10 m

Dossier
MARMANDE
Forage
SP3

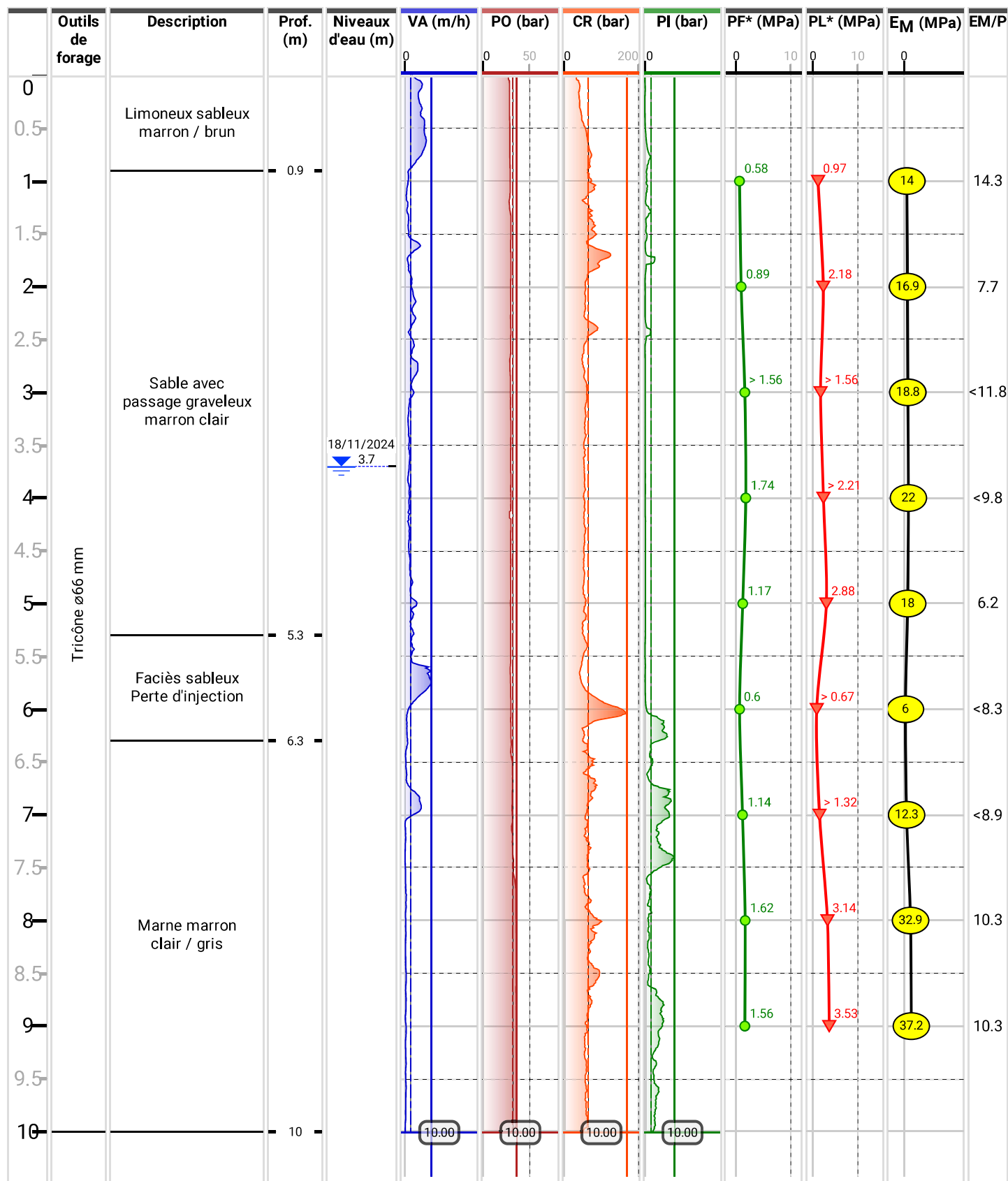


Machine
EMCI 3.50
Observation
Opérateur
GAETAN

Paramètres de forage

Date de début 18/11/2024 Cote début 0 m
Date de fin 18/11/2024 Cote fin 10 m

Dossier
MARMANDE
Forage
SP4



Annexe III : **Résultats des essais en laboratoire**

Nom et adresse du client
TECHNIQUE SOLAIRE

Elne (66) - Parc photovoltaïque de Cami de Vilanova
LROP240315
Antea Group LABEGE - A. RIVIERE
armand.riviere@anteagroup.fr

Date de réception	Echantillons réceptionnés
19/11/2024	7 échantillons en vrac en sac plastique. Sondages ST1, ST2 et ST3

Sommaire du rapport

1 tableau de résultats d'essais en laboratoire.

9 pages d'annexes dont :

- Bordereau d'essais d'identification de sol (1 page).
- Bordereau d'essai au bleu de méthylène (1 page).
- Bordereaux d'essai de limite d'Atterberg (2 pages).
- Bordereaux d'essai de limite de retrait sur échantillon remanié (2 pages).
- Bordereaux de classification GTR (2 pages).
- Bordereau d'essai de mesures de résistivité électrique (1 pages).

Les résultats exprimés ne concernent que les échantillons soumis à essais.
Sauf accord écrit préalable, le présent rapport ne peut être reproduit que dans son intégralité.
Sauf demande expresse du donneur d'ordre, les échantillons ne sont pas conservés au delà de deux mois après l'envoi du rapport.
L'attention est attirée sur le fait que les résultats mentionnés par le présent rapport ont été obtenus avec les échantillons définis ci-dessus, mais que la portée et les conclusions à tirer de ces résultats font l'objet d'un document séparé ou n'ont pas été demandés par le donneur d'ordre.

Le responsable des essais
T. LANDO



Le responsable technique
E. ANTOINET

fichier : Lab24291 - BE_GES-03_Lab24291_LROP240315.xls

Contact pour le suivi des essais

A. PITHON

Synthèse des Résultats d'Essais

N° Rapport : Lab24291

Date de Mise-à-jour : 10/01/2025

N°Projet : LROP240315

Projet : Elne (66) - Parc photovoltaïque de Cami de Vilanova

Client : TECHNIQUE SOLAIRE

Unité : LABEGE

Chef de Projet : A. RIVIERE

	Code	S 102	S 111				S 114	S 105				S 107	S 120c	
	Intitulé	Teneur en eau pondérale NF P94-050	Analyse granulométrique NF EN ISO 17892-4				Essai au bleu de méthylène NF P94-068	Limite d'Atterberg (liquidité et plasticité) NF P94-052-1/NF P90-051				Limite de retrait sur matériau remanié XP P94-060-1	Résistivité électrique d'un sol	Classification GTR NF EN 16907-2
Référence de l'échantillon / description visuelle	Symbole Unité	W _n (%)	D _{max} (mm)	<63mm (%)	<2mm (%)	<63µm (%)	VB5 (-)	W _L (%)	W _P (%)	IP (%)	IC (%)	W _R (%)	P _{sol} (Ohm/m)	GTR
ST1 de 0.00 à 1.10 m Marne silteuse lâche, marron. Présence d'éléments carbonatés millimétriques.													1 ^{er} mesure : 50.5 2 nd mesure : 59.3	
ST1 de 2.10 à 3.40 m Marne silteuse (ou silt marneux) plastique à ferme, marron. Présence d'éléments carbonatés millimétriques.												13.3		
ST1 de 3.40 à 5.00 m Silt sableux légèrement carbonaté, plastique, marron clair.													49.3	
ST2 de 1.10 à 2.30 m Marne sableuse lâche, marron clair.		13.3	6	100.0	99.6	77.1	2.2							F ₁
ST2 de 2.70 à 5.00 m Argile sableuse légèrement carbonatée, ferme, marron. Présence d'éléments carbonatés millimétriques.								48	27	21	1.5	11.9		
ST3 de 1.50 à 3.10 m Marne sableuse plastique à ferme, marron beige.								47	25	22	1.4			
ST3 de 3.00 à 5.00 m Marne sableuse plastique à ferme, marron. Présence d'éléments carbonatés millimétriques.		10.5	7	100.0	94.4	47.6	1.8							F ₁

Projet : Elne (66) - Parc photovoltaïque de Cami de Vilanova
N° de projet : LROP240315
Sondage : cf. ci-dessous
Client : TECHNIQUE SOLAIRE
N° d'échantillon : cf. ci-dessous
Date de prélèv. : Non communiquée
Profondeur : cf. ci-dessous
Date de réception : 19/11/2024
N° d'archivage : 24_2247 et 24_2251
Etat : Vrac
Nature : cf. tableau de synthèse des essais
Observation :

Mesure de la teneur en eau W (%) - NF P94-050 (sol) OU NF P94-410-1 (roche)

Référence de l'échantillon	Etuvage 50/105 (°C)	ρ_s (Mg/m ³)	M _{humide} + tare (g)	M _{sèche} + tare (g)	M _{tare} (g)	M _{sèche} (g)	W (%)
ST2 de 1.10 à 2.30 m	105	2.65	474.74	431.00	102.19	328.81	13.3
ST3 de 3.00 à 5.00 m	105	2.65	485.89	449.66	105.83	343.83	10.5

(en rouge) : valeur fixée à 2.65 par défaut si non mesurée par l'essai défini par la NF P94-054

Mesure des masses volumiques (Mg/m³) - NF P94-053 (à la trousse coupante §6.1 et au moule §6.2 - sol) OU NF P94-410-2 (roche)

Référence de l'échantillon	M _{humide} (g)	M _{trousse} (g)	D (cm)	H (cm)	V _v /V _{grains}	W/(1/ρ _r -1/ρ _s)	ρ _h (Mg/m ³)	ρ _d (Mg/m ³)	e/(1+e)
					e (1)	Sr (%)			n _t (porosité) (1)

Mesure des masses volumiques (Mg/m³) - NF P94-053 (par immersion dans l'eau §6.3 - sol) OU P94-512-2 (méthode par déplacement d'un fluide §5.3) OU NF P94-410-2 (roche)

Référence de l'échantillon	M _{épr. sèche} (g)	M _{épr. + para} OU M _{tare} (g)	M _{immergée} OU M _{tare} + eau (g)	V _{échantillon} (cm ³)	Temp. (°C)	W/(1/ρ _r -1/ρ _s)	ρ _h (Mg/m ³)	W (%)	ρ _d (Mg/m ³)
						Sr (%)			

Mesure de la masse volumique absolue (Mg/m³) - NF P94-054 (au pycnomètre)

Référence de l'échantillon	M _{pycnomètre} (g)	M _{pycno+eau} (g)	T1 (°C)	V _{pycnomètre} (cm ³)	M _{pycno+echan} (g)	M _{pycno+ech+eau} (g)	T2 (°C)	V _{échantillon} (cm ³)	ρ _s (Mg/m ³)

Mesure de la porosité connectée - NF P94-410-3 (§7.2)

Référence de l'échantillon	Etuvage 50/105 (°C)	M _{sèche} (g)	M _{saturée} (g)	M _{immergée} (g)	W _{sat} (%)	ρ _d (Mg/m ³)	ρ _s (Mg/m ³)	ρ _{sat} (Mg/m ³)	n _c (porosité) (1)

	Opérateur		Contrôleur	
	A. PITHON		T. LANDO	

fichier : Lab24291 - BE_IDE-02_IDE_LROP240315 (1).xls

Valeur au Bleu de Méthylène

Essai à la tache

NF P94-068

Date : 12/12/2024

Projet : Elne (66) - Parc photovoltaïque de Cami de Vilanova
Sondage : cf. ci-dessous
N° d'échantillon : cf. ci-dessous
Profondeur : cf. ci-dessous
N° d'archivage : 24_2247 et 24_2251
Nature : cf. ci-dessous
Observation :

N° de projet : LROP240315
Client : TECHNIQUE SOLAIRE
Date de prélèv. : Non communiquée
Date de réception : 19/11/2024
Etat : Vrac

Mesure de la teneur en eau W (%) - NF94-050

Référence de l'échantillon	Etuvage 50/105 (°C)	M _{humide+tare} (g)	M _{totale sèche} (g)	M _{tare} (g)
ST2 de 1.10 à 2.30 m	50	474.74	431.00	102.19
ST3 de 3.00 à 5.00 m	50	485.89	449.66	105.83

W (%)
13.3
10.5

Valeur au Bleu de Méthylène (Essai à la tache) - NF P94-068

Référence de l'échantillon	M _{humide} (g)	V _{bleu introduit} Solution à 10 g/L (cc)	Tamisat à 5 mm (%)	Description
ST2 de 1.10 à 2.30 m	40.49	80	99.9	Marne sableuse lâche, marron clair.
ST3 de 3.00 à 5.00 m	42.23	70	99.7	Marne sableuse plastique à ferme, marron. Présence d'éléments carbonatés millimétriques.

VBS (gramme de bleu pour 100 g de matériaux sec)
2.2
1.8

		Opérateur		Contrôleur	
		A. PITHON		T. LANDO	
fichier :	Lab24291 - BE IDE-05 VBS LROP240315 (1).xls				

Limite de liquidité Limite de plasticité

Norme NF P 94-051

Norme NF P 94-052-1

Date : 19/12/2024

Méthode au cône de pénétration

Projet : Elne (66) - Cami de Vilanova**N° de projet :** LROP240315

Sondage : ST2

Client : TECHNIQUE SOLAIRE

N° d'échantillon :

Date de prélèv. : Non communiquée

Profondeur : de 2.70 à 5.00 m

Date de réception : 19/11/2024

N° d'archivage : 24_2248 et 24_2249

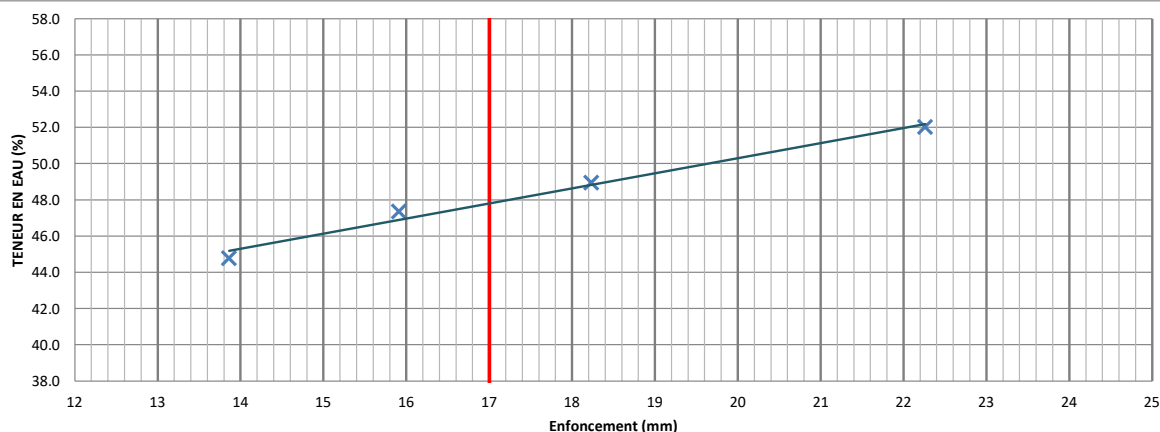
Etat : Vrac

Nature : Argile sableuse légèrement carbonatée, ferme, marron. Présence d'éléments carbonatés millimétriques.

Observation :

Etuvage après essai : 50°C

		LIMITE DE LIQUIDITE W_L				LIMITE DE PLASTICITE W_P		
		Essai 1	Essai 2	Essai 3	Essai 4	Essai 1	Essai 2	Essai 3
Affichage initial	L1	25.19	25.29	25.42	25.55			
Affichage final	L2	11.33	9.38	7.19	3.29			
Enfoncement	E = L1-L2	13.86	15.91	18.23	22.26			
N° tare		1	2	3	4	5	6	
$M_{\text{totale humide + tare}}$	A	21.73	10.72	19.50	21.52	2.13	2.20	
$M_{\text{totale sèche + tare}}$	B	15.13	7.40	13.22	14.29	1.77	1.82	
M_{tare}	C	0.39	0.39	0.39	0.39	0.42	0.43	
M_{eau}	(A-B)	6.6	3.32	6.28	7.23	0.36	0.38	
$M_{\text{sol sec}}$	(B - C)	14.74	7.01	12.83	13.9	1.35	1.39	
Teneur en eau W	($M_{\text{eau}}/M_{\text{sol sec}}$)	44.8	47.4	48.9	52.0	26.7	27.3	



W_{nat}	16.9
Indice de consistance ($W_L - W$)/IP	IC*
	1.5

(*) : paramètre à prendre en compte lorsque IP>12 et particules inférieures ou égales à 80µm>35%

Teneur en eau à 17 mm	W_L	48
	W_P	27
Indice de plasticité ($W_L - W_P$)	IP	21

		Opérateur	Contrôleur
		P. CHOPART	T. LANDO
fichier :	Lab24291 - BE_IDE-06_ATT&Wr_LROP240315_ST2_de 2.70 à 5.00 m.xls		

Limite de liquidité Limite de plasticité

Norme NF P 94-051

Norme NF P 94-052-1

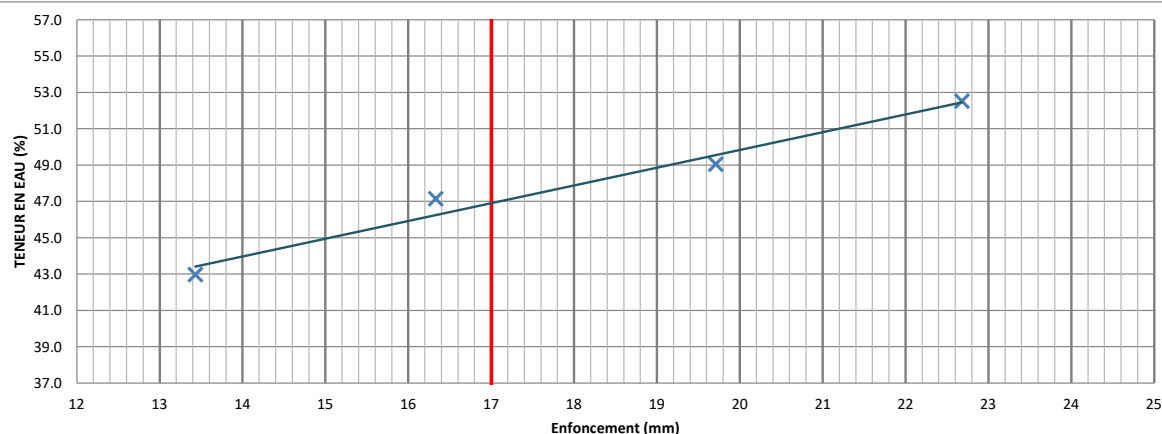
Date : 18/12/2024

Méthode au cône de pénétration

Projet : Elne (66) - Cami de Vilanova**N° de projet :** LROP240315**Sondage :** ST3**Client :** TECHNIQUE SOLAIRE**N° d'échantillon :****Date de prélèv. :** Non communiquée**Profondeur :** de 1.50 à 3.10 m**Date de réception :** 19/11/2024**N° d'archivage :** 24_2250**Etat :** Vrac**Nature :** Marne sableuse plastique à ferme, marron beige.**Observation :**

Etuvage après essai : 50°C

		LIMITE DE LIQUIDITE W_L				LIMITE DE PLASTICITE W_P		
		Essai 1	Essai 2	Essai 3	Essai 4	Essai 1	Essai 2	Essai 3
Affichage initial	L1	25.00	24.91	24.98	24.80			
Affichage final	L2	11.57	8.58	5.27	2.12			
Enfoncement	E = L1-L2	13.43	16.33	19.71	22.68			
N° tare		1	2	3	4	5	6	
$M_{\text{totale humide + tare}}$	A	16.47	15.87	19.85	22.58	1.93	1.95	
$M_{\text{totale sèche + tare}}$	B	11.64	10.92	13.45	14.95	1.64	1.64	
M_{tare}	C	0.40	0.42	0.40	0.42	0.44	0.44	
M_{eau}	(A-B)	4.83	4.95	6.4	7.63	0.29	0.31	
$M_{\text{sol sec}}$	(B - C)	11.24	10.5	13.05	14.53	1.2	1.2	
Teneur en eau W	($M_{\text{eau}}/M_{\text{sol sec}}$)	43.0	47.1	49.0	52.5	24.2	25.8	



W_{nat}	17.2
Indice de consistance ($W_L - W$)/IP	IC*
	1.4

(*) : paramètre à prendre en compte lorsque $IP > 12$ et particules inférieures ou égales à $80\mu\text{m} > 35\%$

Teneur en eau à 17 mm	W_L	47
	W_P	25
Indice de plasticité ($W_L - W_P$)	IP	22

		Opérateur	Contrôleur
		A. PITHON	T. LANDO
fichier :	Lab24291 - BE_IDE-06_ATT_LROP240315_ST3_de 1.50 à 3.10 m.xls		

Projet : Elne (66) - Cami de Vilanova
Sondage : ST1
N° d'échantillon :
Profondeur : de 2.10 à 3.40 m
N° d'archivage : 24_2245
Nature : Marne silteuse plastique à ferme, marron. Présence d'éléments carbonatés millimétriques.
Observation :

N° de projet : LROP240315
Client : TECHNIQUE SOLAIRE
Date de prélèv. : Non communiquée
Date de réception : 19/11/2024
Etat : Vrac

Référence de l'échantillon	NF P94-050	NF P 94-051			
	Teneur en Eau	Limite de Liquidité	Limite de Plasticité	Indice de Plasticité	Indice de Consistance
	W_{nat} (%)	W_L (%)	W_P (%)	I_p (%)	I_c (-)
	18.0				

		Masse de la tare	Masse totale humide	Masse totale sèche	Teneur en eau
		$M_{coupelle}$ (g)	M_{humide} (g)	$M_{sèche}$ (g)	W (%)
Essai 1	L5	17.49	46.47	37.34	46.0
Essai 2	L9	21.59	50.45	41.39	45.8
Essai 3	Q2	20.30	49.34	40.26	45.5
Essai 4	W	16.38	45.44	36.40	45.2

		Température ambiante	Masse coupelle + mercure	Masse mercure déplacé	Limite de Retrait
		T (°C)	$M_{coupelle + Hg}$ (g)	$M_{Hg déplacé}$ (g)	W_R (%)
Essai 1	L5	22.3	242.82	138.87	13.8
Essai 2	L9	22.0	247.35	138.60	13.2
Essai 3	Q2	22.0	246.94	139.08	13.1
Essai 4	W	22.1	242.78	139.31	13.0

Masse volumique du mercure :	13.54 g/cm ³
Masse volumique de l'eau :	1.00 g/cm ⁴

Limite de Retrait Moyenne des mesures	W_R (%)	13.3
---------------------------------------	--------------	------

	Opérateur	Contrôleur
	A. PITHON	T. LANDO

fichier : Lab24291 - BE_IDE-06_Wr_LROP240315_ST1_de 2.10 à 3.40 m.xls
 Antea Group - Laboratoire d'essais géomécaniques - tél +33(0)2 38 23 23 41 - 3 Av. Claude Guillemin - 45100 ORLEANS - laboratoire.fr@anteagroup.fr

Projet : Elne (66) - Cami de Vilanova
Sondage : ST2
N° d'échantillon :
Profondeur : de 2.70 à 5.00 m
N° d'archivage : 24_2248 et 24_2249
Nature : Argile sableuse légèrement carbonatée, ferme, marron. Présence d'éléments carbonatés millimétriques.
Observation :

N° de projet : LROP240315
Client : TECHNIQUE SOLAIRE
Date de prélèv. : Non communiquée
Date de réception : 19/11/2024
Etat : Vrac

Référence de l'échantillon	NF P94-050	NF P 94-051			
	Teneur en Eau	Limite de Liquidité	Limite de Plasticité	Indice de Plasticité	Indice de Consistance
	W_{nat} (%)	W_L (%)	W_P (%)	I_p (%)	I_c (-)
	16.9	48	27	21	1.5

		Masse de la tare	Masse totale humide	Masse totale sèche	Teneur en eau
		$M_{coupelle}$ (g)	M_{humide} (g)	$M_{sèche}$ (g)	W (%)
Essai 1	Y	15.55	44.85	35.69	45.5
Essai 2	HB	22.20	51.06	42.05	45.4
Essai 3	YW	21.49	50.60	41.48	45.6
Essai 4	H18	21.09	50.21	41.11	45.5

		Température ambiante	Masse coupelle + mercure	Masse mercure déplacé	Limite de Retrait
		T (°C)	$M_{coupelle + Hg}$ (g)	$M_{Hg déplacé}$ (g)	W_R (%)
Essai 1	Y	20.4	242.27	137.01	12.6
Essai 2	HB	20.6	248.78	134.70	11.2
Essai 3	YW	20.8	249.06	136.64	12.0
Essai 4	H18	20.9	249.08	136.83	11.8

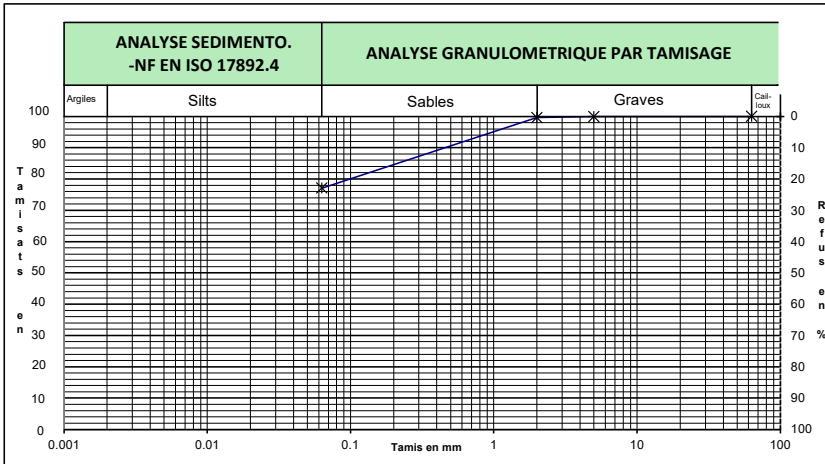
Masse volumique du mercure :	13.54 g/cm ³
Masse volumique de l'eau :	1.00 g/cm ⁴

Limite de Retrait Moyenne des mesures	W_R (%)	11.9
---------------------------------------	--------------	------

	Opérateur	Contrôleur
	M. MAISON / A. PITHON	T. LANDO

fichier : Lab24291 - BE_IDE-06_ATT&Wr_LROP240315_ST2_de 2.70 à 5.00 m.xls

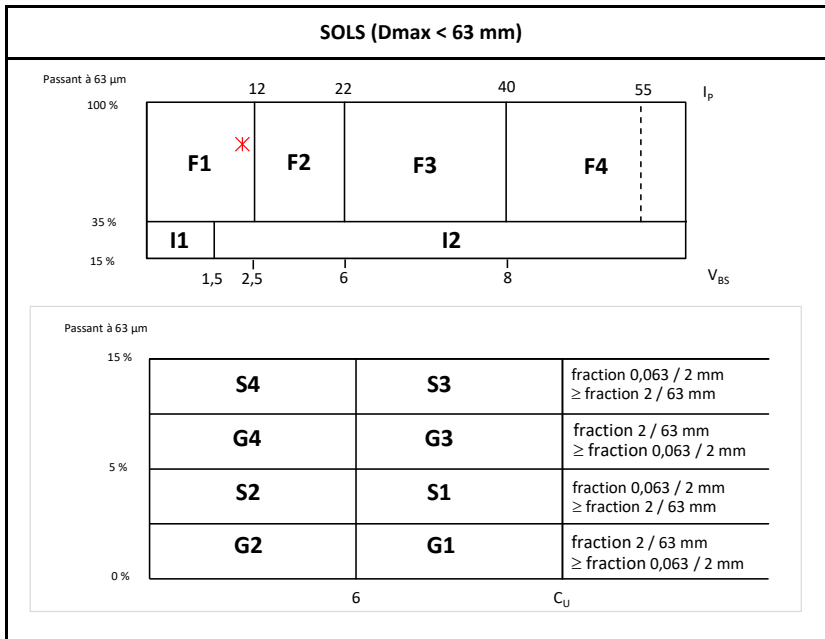
Projet : Elne (66) - Parc photovoltaïque de Cami de Vilanova **N° de projet :** LROP240315
Sondage : ST2 **Client :** TECHNIQUE SOLAIRE
N° d'échantillon : **Date de prélèv. :** Non communiquée
Profondeur : de 1.10 à 2.30 m **Date de réception :** 19/11/2024
N° d'archivage : 24_2247 **Etat :** Vrac
Nature : Marne sableuse lâche, marron clair.
Observations :



Paramètres de Nature

Granularité			
NF EN ISO 17892-4	L_{max} (mm)		7
	D_{max} (mm)		6
	Fraction 0/63 mm (%)		
	Passant	63	100.0
	Fraction 0/63 (%)	5	99.9
		2	99.6
		0.063	77.1
		0.002	
	Coefficient d'uniformité	C_u	-

Argilosité			
NF P94-068	Valeur au bleu de méthylène	VBS (g/100g)	2.2
NF EN ISO 17892-12	Indice de plasticité	IP (%)	



Sol organique			
XP P94-047	Teneur en matière organique	C_{MOC} (%)	

Paramètres d'Etat

NF EN ISO 17892-1	Teneur en eau	W (%)	13.3
NF EN ISO 17892-2/-3	Masse Volumique	P_d (Mg/m³)	
NF EN ISO 17892-12	Indice de consistance	I_c (-)	
NF P94-093	Optimum Proctor	W_{OPN} (%)	
NF P94-078	Indice de Portance immédiat	IP_I (-)	

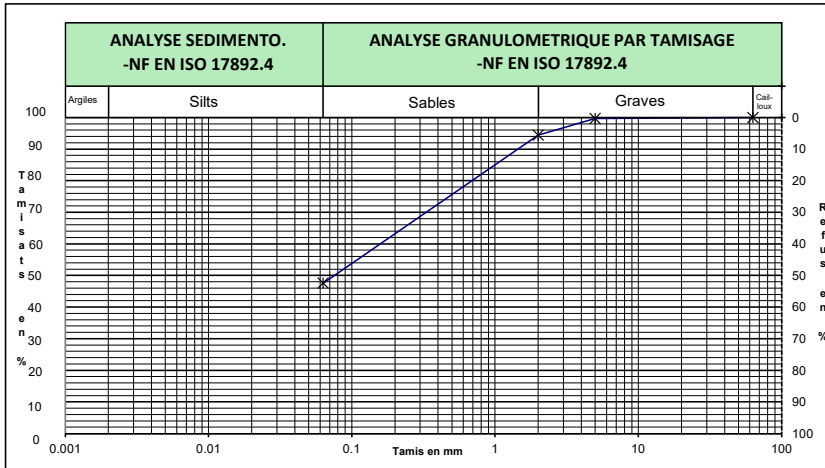
Paramètres de Comportement Mécanique

Essais sur sol et roche			
NF EN 1097-2	Los Angeles	L _A (%)	-
NF EN1097-1	Micro Deval	M _{DE} (%)	-
P18-576	Friabilité des sables	F _S (%)	-
NF EN933-8+A1	Equivalent de sable	ESV (-)	-
		ESP (-)	-
Essais sur roche			
NF P94-066	Coefficient de Fragmentabilité	FR (-)	-
NF P94-067	Coefficient de Dégradabilité	DG (-)	-

CLASSE DU SOL			
NF EN 16907-2	Classification	GTR 2023	Limons peu plastiques, loess, silts alluvionnaires, sables fins peu pollués, arènes peu plastiques...
			F1

Opérateur		Contrôleur	
A. PITHON		T. LANDO	

Projet : Elne (66) - Parc photovoltaïque de Cami de Vilanova **N° de projet :** LROP240315
Sondage : ST3 **Client :** TECHNIQUE SOLAIRE
N° d'échantillon : **Date de prélèv. :** Non communiquée
Profondeur : de 3.00 à 5.00 m **Date de réception :** 19/11/2024
N° d'archivage : 24_2251 **Etat :** Vrac
Nature : Marne sableuse plastique à ferme, marron. Présence d'éléments carbonatés millimétriques.
Observations :



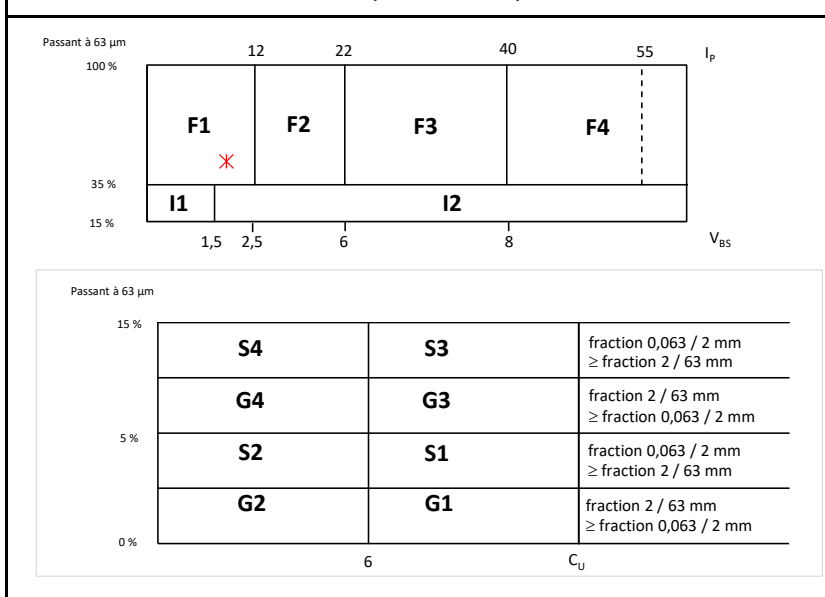
Paramètres de Nature

Granularité			
NF EN ISO 17892-4		L _{max} (mm)	10
		D _{max} (mm)	7
		Fraction 0/63 mm (%)	
	Passant Fraction 0/63 (%)	63	100.0
		5	99.7
		2	94.4
		0.063	47.6
0.002			
	Coefficient d'uniformité	C _u (-)	-

Argilosité

NF P94-068	Valeur au bleu de méthylène	VBS (g/100g)	1.8
NF EN ISO 17892-12	Indice de plasticité	IP (%)	

SOLS (D_{max} < 63 mm)



Sol organique

XP P94-047	Teneur en matière organique	C _{MOC} (%)	
------------	-----------------------------	-------------------------	--

Paramètres d'Etat

NF EN ISO 17892-1	Teneur en eau	W (%)	10.5
NF EN ISO 17892-2/-3	Masse Volumique	P _d (Mg/m ³)	
NF EN ISO 17892-12	Indice de consistance	I _c (-)	
NF P94-093	Optimum Proctor	W _{OPN} (%)	
NF P94-078	Indice de Portance Immédiat	IP _I (-)	

Paramètres de Comportement Mécanique

Essais sur sol et roche			
NF EN 1097-2	Los Angeles	L _A (%)	-
NF EN1097-1	Micro Deval	M _{DE} (%)	-
P18-576	Friabilité des sables	F _S (%)	-
NF EN933-8+A1	Equivalent de sable	ESV (-)	-
		ESP (-)	-
Essais sur roche			
NF P94-066	Coefficient de Fragmentabilité	FR (-)	-
NF P94-067	Coefficient de Dégradabilité	DG (-)	-

CLASSE DU SOL

NF EN 16907-2	Classification	GTR 2023	Limons peu plastiques, loess, silts alluvionnaires, sables fins peu pollués, arènes peu plastiques...	F1
---------------	----------------	----------	---	----

Opérateur
A. PITHON

Contrôleur
T. LANDO

Détermination de la résistivité électrique de sol ou de roche

BS 1377

BE_ROC-12-V2

Date : 08/01/2025

Projet : Elne (66) - Cami de Vilanova Sondage : cf. ci-dessous N° d'échantillon : cf. ci-dessous Profondeur : cf. ci-dessous N° d'archivage : 24_2244 et 24_2246 Nature : cf. tableau de synthèse des essais Observation : Les mesures de résistivité électrique ont été réalisées à trois zones différentes dans la cellule d'essai localisées à 60° d'écart entre chaque zone de mesure, afin d'obtenir un résultat représentatif de l'ensemble de l'éprouvette.	N° de projet : LROP240315 Client : TECHNIQUE SOLAIRE Date de prélèv. : Non communiquée Date de réception : 19/11/2024 Etat : Vrac
---	--

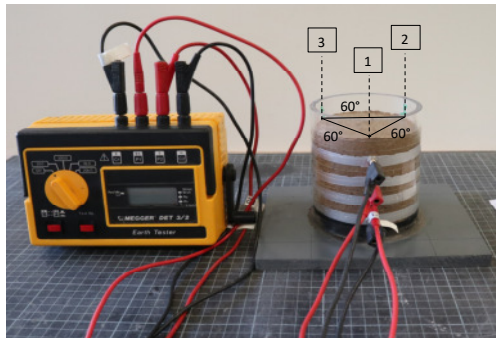
Mesure de la teneur en eau W (%) - NF P94-050

Référence de l'échantillon	Etuvage 50/105 (°C)	ρ_s (*) (Mg/m ³)	M _{humide} +tare (g)	M _{totale} sèche (g)	M _{tare} (g)
ST1 de 0.00 à 1.10 m	50	2.65	216.62	199.43	62.47
ST1 de 3.40 à 5.00 m	50	2.65	249.19	220.68	62.89

W (%)
12.6
18.1

(*) : valeur fixée à 2.65 par défaut si non mesurée par l'essai défini par la NF P94-054

ST1 de 3.40 à 5.00 m



Mesure de la résistivité électrique (Ohms/m) - BS 1377

Référence de l'échantillon	Mesures	Géométrie éprouvette	Masse humide (g)	ϕ (cm)	H (cm)	Etat	R _{lu1} (Ohms)	R _{lu2} (Ohms)	R _{lu moyen} (Ohms)	Ecart electrode (cm)	ρ sol ou roche (Ohms/m)	Moyenne ρ sol ou roche (Ohms/m)
ST1 de 0.00 à 1.10 m Premières mesures Cellule n°1	1	Cylindre	1262.82	9.06	10.0	Humide	31.7	31.6	31.7	2.0	66.1	50.5
	2	Cylindre	1262.82	9.06	10.0	Humide	64.0	63.5	63.8	2.0	43.6	
	3	Cylindre	1262.82	9.06	10.0	Humide	59.3	62.7	61.0	2.0	41.8	
ST1 de 0.00 à 1.10 m Deuxièmes mesures Cellule n°2	1	Cylindre	1261.91	9.06	10.0	Humide	35.4	35.2	35.3	2.0	56.8	59.3
	2	Cylindre	1261.91	9.06	10.0	Humide	65.0	67.9	66.5	2.0	56.7	
	3	Cylindre	1261.91	9.06	10.0	Humide	75.8	74.3	75.1	2.0	64.2	
ST1 de 3.40 à 5.00 m	1	Cylindre	1346.28	9.06	10.0	Humide	32.4	32.4	32.4	2.0	30.0	49.3
	2	Cylindre	1346.28	9.06	10.0	Humide	65.5	64.1	64.8	2.0	59.8	
	3	Cylindre	1346.28	9.06	10.0	Humide	66.6	67.3	67.0	2.0	58.0	

Moyens de mesure mis en œuvre :
 Contrôleur de terre numérique MEGGER DET 3
 Mesure(s) réalisée(s) selon un protocole Wenner

Opérateur

Contrôleur

A. PITHON

T. LANDO

fichier : Lab24291 - BE_ROC-12_RES_LROP240315 (1).xls

ANTEA GROUP**Armand RIVIERE**

Agence aquitaine-charentes-midi-pyrénées
technoparc 5
31674 LABEGE CEDEX

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 24E217814

Version du : 13/12/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-270046-01

Date de réception technique : 20/11/2024

Première date de réception physique : 20/11/2024

Référence Dossier : N° Projet : LROP240315

Nom Projet : LROP240315 - Pallau del vidre

Nom Commande : LROP240315

Référence Commande : LROP240315

Coordinateur de Projets Clients : Marion Medina / MarionMedina@eurofins.com / +33 3 88 91 19 11

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Sol	(SOL)	ST3 (0-1.5)
002	Sol	(SOL)	ST1 (1.1-3.4)
004	Sol	(SOL)	ST2 (0-1,1)

RAPPORT D'ANALYSE
Dossier N° : 24E217814

Version du : 13/12/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-270046-01

Date de réception technique : 20/11/2024

Première date de réception physique : 20/11/2024

Référence Dossier : N° Projet : LROP240315

Nom Projet : LROP240315 - Pallau del vidre

Nom Commande : LROP240315

Référence Commande : LROP240315

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001**ST3 (0-1.5)****SOL**

18/11/2024

20/11/2024

13.8°C

002**ST1 (1.1-3.4)****SOL**

18/11/2024

20/11/2024

13.8°C

004**ST2 (0-1,1)****SOL**

18/11/2024

20/11/2024

13.8°C

Sous-traitance
**EM00B : Sulfates solubles dans l'acide (SO4) -
Agressivité sur béton**

 Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité mg/kg
 Béton
 Classe d'agressivité selon NF EN 206

2570

1930

XA1

< XA1

**EM005 : Degré d'acidité des sols
selon BAUMANN GULLY**

ml/kg M.S.

<20

<20

Sous-traitance
**AN1LD : Sulfure (agressivité de
l'acier)**

mg/kg M.S.

< 5.0

< 5.0

Sous-traitance
AN01C : Matières sèches 105°C

% (w/w)

83.1 ±8.31

90.5 ±9.05

Sous-traitance
**AN02E : Conductivité (25 ° C)
[solide] µS / cm**

µS/cm

331

108

**AN0PY : Teneur en eau, calc. ma
.-%**

% (w/w)

16.9

9.5

**AN1LU : Capacité tampon (agressivité de
l'acier)**

base capacity, pH 7.0

mmol/kg M.S.

< 0.5

< 0.5

Acid capacity pH 4.3

mmol/kg M.S.

417

1220

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 24E217814

Version du : 13/12/2024

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-270046-01

Date de réception technique : 20/11/2024

Première date de réception physique : 20/11/2024

Référence Dossier : N° Projet : LROP240315

Nom Projet : LROP240315 - Pallau del vidre

Nom Commande : LROP240315

Référence Commande : LROP240315

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

Température de l'air de l'enceinte :

001
ST3 (0-1.5)
SOL

18/11/2024

20/11/2024

13.8°C

002
ST1 (1.1-3.4)
SOL

18/11/2024

20/11/2024

13.8°C

004
ST2 (0-1,1)
SOL

18/11/2024

20/11/2024

13.8°C

Sous-traitance

 AN1LV : **Teneur en sel neutre (agressivité de l'acier)**

Sulfates mmol/kg M.S.

4.1

0.21

Chlorures (Cl) mmol/kg M.S.

2.5

0.40

neutral salt content, calculated mmol/kg M.S.

11

0.82

 AN1MD : **Sulfate (agressivité de l'acier)**

mmol/kg M.S.

4.3

2.0

 AN2T8 : **Valeur du pH (agressivité de l'acier)**

8.3

8.3

 ANDT1 : **Préparation des échantillons [tamisage <5mm, acier]**

% (w/w)

100.0

98.7

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 24E217814

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-270046-01

Référence Dossier : N° Projet : LROP240315

Nom Projet : LROP240315 - Pallau del vidre

Nom Commande : LROP240315

Référence Commande : LROP240315

Version du : 13/12/2024

Date de réception technique : 20/11/2024

Première date de réception physique : 20/11/2024

**Aurélie Schaeffer**

Coordinatrice Projets Clients

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 6 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai. Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire. Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec $k = 2$) sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg pour l'accomplissement de tâches techniques d'étude et de vérification dans le domaine de l'environnement – Détail disponible sur demande

Annexe technique

Dossier N° :24E217814

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-270046-01

Emetteur : Armand RIVIERE

Commande EOL : 006-10514-1227662

Nom projet : N° Projet : LROP240315

Référence commande : LROP240315

LROP240315 - Pallau del vidre

Nom Commande : LROP240315

Sol

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Incertitude à la LQ	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
AN01C	Matières sèches 105°C	Gravimétrie - L8:DIN EN 14346:2007-03A; F5:DIN EN 15934:2012-11A - L8:DIN EN 14346:2007-03A; F5:DIN EN 15934:2012-11A	0.1	10%	% (w/w)	restauration soustraite à Eurofins Umwelt Ost GmbH
AN02E	Conductivité (25 ° C) [solide] µS / cm	Conductométrie - DIN ISO 11265: 1997-06 - DIN ISO 11265: 1997-06	5		µS/cm	
AN0PY	Teneur en eau, calc. ma .-%	Calcul - L8:DIN EN 14346:2007-03A; F5:DIN EN 15934:2012-11A - L8:DIN EN 14346:2007-03A; F5:DIN EN 15934:2012-11A - L8:DIN EN 14346:2007-03A; F5:DIN EN 15934:2012-11A	0.1		% (w/w)	
AN1LD	Sulfure (agressivité de l'acier)	Spectrophotométrie (UV/VIS) - DIN 50929-3: 2018-03	5		mg/kg M.S.	
AN1LU	Capacité tampon (agressivité de l'acier)	Volumétrie - DIN 38409-7 (H7): 2005-12 - DIN 38409-7 (H7): 2005-12				
	base capacity, pH 7.0		0.5		mmol/kg M.S.	
AN1LV	Acid capacity pH 4.3		0.5		mmol/kg M.S.	
	Teneur en sel neutre (agressivité de l'acier)	Chromatographie ionique - Conductimétrie - DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07 - DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07				
	Sulfates		0.03		mmol/kg M.S.	
	Chlorures (Cl)		0.03		mmol/kg M.S.	
AN1MD	neutral salt content, calculated				mmol/kg M.S.	
	Sulfate (agressivité de l'acier)	ICP/AES - DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09 - DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09	0.1		mmol/kg M.S.	
AN2T8	Valeur du pH (agressivité de l'acier)	Conductométrie - DIN ISO 10390: 2005-12				Prestation soustraite à Eurofins Analyses Des Matériaux Et Combustibles Fr
ANDT1	Préparation des échantillons [tamisage <5mm, acier]	Tamissage et gravimétrie - DVGW GW 9: 2011-05 - DVGW GW 9: 2011-05	0.1		% (w/w)	
EM005	Degré d'acidité des sols selon BAUMANN GULLY	Titrimétrie - NF EN 16502	20		ml/kg M.S.	
EM00B	Sulfates solubles dans l'acide (SO4) - Agressivité sur béton	Gravimétrie - NF EN 196-2 - NF EN 206				
	Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité Béton		100		mg/kg	
	Classe d'agressivité selon NF EN 206					

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flacons des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 24E217814

N° de rapport d'analyse : AR-24-LK-270046-01

Emetteur :

Commande EOL : 006-10514-1227662

Nom projet : N° Projet : LROP240315

Référence commande : LROP240315

LROP240315 - Pallau del vidre

Nom Commande : LROP240315

Sol

N° Ech	Référence Client	Date & Heure Prélèvement	Date de Réception Physique ⁽¹⁾	Date de Réception Technique ⁽²⁾	Code-Barre	Nom Flacon
001	ST3 (0-1.5)	18/11/2024 10:42:00	20/11/2024	20/11/2024		
002	ST1 (1.1-3.4)	18/11/2024 10:42:00	20/11/2024	20/11/2024		
004	ST2 (0-1,1)	18/11/2024 10:45:00	20/11/2024	20/11/2024		

(1) : Date à laquelle l'échantillon a été réceptionné au laboratoire.

Lorsque l'information n'a pas pu être récupérée, cela est signalé par la mention N/A (non applicable).

(2) : Date à laquelle le laboratoire disposait de toutes les informations nécessaires pour finaliser l'enregistrement de l'échantillon.

EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS
Département Environnement

5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-24-EM-018851-01 Version du : 05/12/2024

Page 1/2

Dossier N° : 24Q009707

Date de réception : 25/11/2024

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200150884

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Préleveur
001	Sols	24E217814-001	Client

Conservation de vos échantillons

Les échantillons seront conservés pendant 1 mois après la date d'édition du rapport. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part.

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

3 rue d'Otterswiller
67700 Saverne
SAS au capital de 115 750 €
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100
TVA FR72529294100
Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531
Mail : Materiaux@Eurofins.com

ACCREDITATION
N° 1- 6313
Portée disponible sur
www.cofrac.fr



RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-24-EM-018851-01 Version du : 05/12/2024 Page 2/2
 Dossier N° : 24Q009707 Date de réception : 25/11/2024
 Référence Dossier :
 Référence Commande : EUFRSA200150884

N° Echantillon : **24Q009707-001** Référence : 24E217814-001
 Date de prélèvement : 18/11/2024
 Début d'analyse : 29/11/2024
 Description échantillon : ST3 (0-1.5) -

Essais Chimiques

	Résultat	Unité	Limite
EM005 : Degré d'acidité des sols selon BAUMANN GULLY Prestation réalisée sur le site de * Saverne COFRAC ESSAIS 1-6313 Titrimétrie - NF EN 16502	<20	ml/kg M.S.	
EM00B : Sulfates solubles dans l'acide (SO4) - Agressivité sur béton Prestation réalisée sur le site de Saverne COFRAC ESSAIS 1-6313 Gravimétrie - NF EN 196-2 - NF EN 206			
Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité Béton *	2570	mg/kg	
Classe d'agressivité selon NF EN 206 *	XA1		

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s).

Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

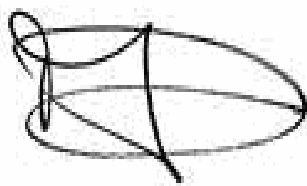
Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ●.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation.

Les résultats précédés du signe "<" correspondent à des limites de quantification. Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande. Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

MS : Matières Sèches
 P.B. : Produit Brut



Dorothée Mangold
 Cheffe d'Equipe

EUROFINS ANALYSES POUR
L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS
Département Environnement

5 rue d'Otterswiller
67700 SAVERNE

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-24-EM-018852-01 Version du : 05/12/2024

Page 1/2

Dossier N° : 24Q009707

Date de réception : 25/11/2024

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200150884

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Préleveur
002	Sols	24E217814-002	Client

Conservation de vos échantillons

Les échantillons seront conservés pendant 1 mois après la date d'édition du rapport. Sans avis contraire, ils seront détruits après cette période sans aucune communication de notre part.

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

3 rue d'Otterswiller
67700 Saverne
SAS au capital de 115 750 €
APE 7120B RCS SAVERNE 529294100
TVA FR72529294100
Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531
Mail : Materiaux@Eurofins.com

ACCREDITATION
N° 1- 6313
Portée disponible sur
www.cofrac.fr



RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-24-EM-018852-01 Version du : 05/12/2024

Page 2/2

Dossier N° : 24Q009707

Date de réception : 25/11/2024

Référence Dossier :

Référence Commande : EUFRSA200150884

N° Echantillon **24Q009707-002**

Référence : 24E217814-002

Date de prélèvement : 18/11/2024

Début d'analyse : 29/11/2024

Description échantillon : ST1 (1.1-3.4) -

Essais Chimiques

	Résultat	Unité	Limite
EM005 : Degré d'acidité des sols selon BAUMANN GULLY Prestation réalisée sur le site de * Saverne COFRAC ESSAIS 1-6313 Titrimétrie - NF EN 16502	<20	ml/kg M.S.	
EM00B : Sulfates solubles dans l'acide (SO4) - Agressivité sur béton Prestation réalisée sur le site de Saverne COFRAC ESSAIS 1-6313 Gravimétrie - NF EN 196-2 - NF EN 206			
Sulfate dans l'acide (SO4) Agressivité Béton *	1930	mg/kg	
Classe d'agressivité selon NF EN 206 *	< XA1		

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 2 page(s).

Les résultats et conclusions éventuelles s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable de la représentativité des échantillons. Les données transmises par le client pouvant affecter la validité des résultats (la date de prélèvement, la matrice, la référence échantillon et autres informations identifiées comme provenant du client), ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Les résultats non conformes aux limites ou références de qualité sont signalés par un rond noir ●.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

Lors de l'émission d'une nouvelle version de rapport, toute modification est identifiée par une mise en forme gras, italique et souligné ou notifiée en observation.

Les résultats précédés du signe "<" correspondent à des limites de quantification. Tous les éléments de traçabilité et incertitude (déterminée avec k = 2) sont disponibles sur demande. Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

MS : Matières Sèches

P.B. : Produit Brut

Dorothée Mangold
Cheffe d'Equipe

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

3 rue d'Otterswiller

67700 Saverne

SAS au capital de 115 750 €

APE 7120B RCS SAVERNE 529294100

TVA FR72529294100

Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531

Mail : Matériaux@Eurofins.com

ACCREDITATION
N° 1- 6313
Portée disponible sur
www.cofrac.fr

cofrac

ESSAIS

Eurofins Umwelt Ost GmbH - Lindenstraße 11 - Gewerbegebiet Freiberg Ost -
09627 Bobritzsch-Hilbersdorf

**Eurofins Analyses pour l'Environnement France
SAS
5, rue d'Otterswiller
F-67700 Saverne
FRANCE**

Title : **Analytical Report for Order 12452430**
Test report number : **AR-24-FR-068818-01**

Project name : **EUFRSA200150886**
Client Reference Code: **24E217814**

Number of samples : **1**
Sample type: **Boden, unspezifisch**
Sample Taker: **not specified, sample(s) were delivered to lab**

Sample reception date : **2024-11-26**
Sample processing time : **2024-12-02 - 2024-12-13**

The test results solely refer to the analysed test specimen. Unless the sampling was done by our laboratory or in our sub-order the responsibility for the correctness of the sampling is disclaimed. This analytical report was generated automatically and is valid without signature. Proliferation may only be published completely and unchanged. Extracts or changes require the authorisation of the EUROFINS UMWELT in each individual case.

Our General Terms & Conditions of Sale (GTCS) are applicable, as far as no specific agreements do exist. The GTCS are available on <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx>.

Accredited test laboratory according to DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS notification under the DAkkS German Accreditation System for Testing. The laboratory is according (D-PL-14081-01-00) accredited.

Attachments

XML_Export_AR-24-FR-068818-01.xml

Bobritzsch-Hilbersdorf, 2024-12-13
If you have questions, please contact:
Faizan Rafique
Phone +49 3731 2076 500



Description	ST1 (1.1-3.4) -
Customer Reference	24E217814-002
Sample number	124189227

Parameter	Lab	Accr.	Method	LOQ	Unit	
-----------	-----	-------	--------	-----	------	--

Sample preparation solid samples

Fraction < 5 mm (humid)	FR	F5	DVGW GW 9: 2011-05	0.1	% (w/w)	100.0
-------------------------	----	----	--------------------	-----	---------	-------

Physico-chemical parameters from the original substance

Dry matter	FR	F5	L8:DIN EN 14346:2007-03A; F5:DIN EN 15934:2012-11A	0.1	% (w/w)	83.1
Water content	FR	F5	L8:DIN EN 14346:2007-03A; F5:DIN EN 15934:2012-11A	0.1	% (w/w)	16.9
pH	FR	F5	DIN ISO 10390: 2005-12			8.3
Conductivity at 25°C	FR	F5	DIN ISO 11265: 1997-06	5	µS/cm	331

Inorganic sum parameters from the original substance

Acid capacity pH 4.3	FR	F5	DIN 38409-7 (H7): 2005-12	0.5	mmol/kg dw	417
base capacity, pH 7.0	FR	F5	DIN 38409-7 (H7): 2005-12	0.5	mmol/kg dw	< 0.5

Anions from the original substance

Sulphide	FR	F5	DIN 50929-3: 2018-03	5.0	mg/kg dw	< 5.0
----------	----	----	----------------------	-----	----------	-------

Anions from the hydrochloric acid extract according to DIN 50929-3: 2018-03

Sulphates	FR	F5	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09	0.1	mmol/kg dw	4.3
-----------	----	----	---------------------------------	-----	------------	-----

Anions from the aqueous extract

Chloride (Cl)	FR	F5	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	0.03	mmol/kg dw	2.5
Sulphates	FR	F5	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	0.03	mmol/kg dw	4.1
neutral salt content, calculated	FR	F5	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07		mmol/kg dw	11

Explanations

LOQ - Limit of quantification

Lab - Abbreviation of the performing laboratory

Accr. - Abbreviation of the accreditation of the performing laboratory

The parameters identified by FR have been performed by the laboratory Eurofins Umwelt Ost GmbH (Lindenstraße 11, Gewerbegebiet Freiberg Ost, Bobritzsch-Hilbersdorf). The accreditation code F5 identifies the parameters accredited according to DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14081-01-00.

Eurofins Umwelt Ost GmbH - Lindenstraße 11 - Gewerbegebiet Freiberg Ost -
09627 Bobritzsch-Hilbersdorf

**Eurofins Analyses pour l'Environnement France
SAS
5, rue d'Otterswiller
F-67700 Saverne
FRANCE**

Title : **Analytical Report for Order 12452422**
Test report number : **AR-24-FR-068631-01**

Project name : **EUFRSA200150886**
Client Reference Code: **24E217814**

Number of samples : **1**
Sample type: **Boden, unspezifisch**
Sample Taker: **not specified, sample(s) were delivered to lab**

Sample reception date : **2024-11-26**
Sample processing time : **2024-11-26 - 2024-12-13**

The test results solely refer to the analysed test specimen. Unless the sampling was done by our laboratory or in our sub-order the responsibility for the correctness of the sampling is disclaimed. This analytical report was generated automatically and is valid without signature. Proliferation may only be published completely and unchanged. Extracts or changes require the authorisation of the EUROFINS UMWELT in each individual case.

Our General Terms & Conditions of Sale (GTCS) are applicable, as far as no specific agreements do exist. The GTCS are available on <http://www.eurofins.de/umwelt/avb.aspx>.

Accredited test laboratory according to DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS notification under the DAkkS German Accreditation System for Testing. The laboratory is according (D-PL-14081-01-00) accredited.

Attachments

XML_Export_AR-24-FR-068631-01.xml

Bobritzsch-Hilbersdorf, 2024-12-13
If you have questions, please contact:
Faizan Rafique
Phone +49 3731 2076 500



Description	ST2 (0-1,1) -
Customer Reference	24E217814-004
Sample number	124189214

Parameter	Lab	Accr.	Method	LOQ	Unit	
------------------	------------	--------------	---------------	------------	-------------	--

Sample preparation solid samples

Fraction < 5 mm (humid)	FR	F5	DVGW GW 9: 2011-05	0.1	% (w/w)	98.7
-------------------------	----	----	--------------------	-----	---------	------

Physico-chemical parameters from the original substance

Dry matter	FR	F5	L8:DIN EN 14346:2007-03A; F5:DIN EN 15934:2012-11A	0.1	% (w/w)	90.5
Water content	FR	F5	L8:DIN EN 14346:2007-03A; F5:DIN EN 15934:2012-11A	0.1	% (w/w)	9.5
pH	FR	F5	DIN ISO 10390: 2005-12			8.3
Conductivity at 25°C	FR	F5	DIN ISO 11265: 1997-06	5	µS/cm	108

Inorganic sum parameters from the original substance

Acid capacity pH 4.3	FR	F5	DIN 38409-7 (H7): 2005-12	0.5	mmol/kg dw	1220
base capacity, pH 7.0	FR	F5	DIN 38409-7 (H7): 2005-12	0.5	mmol/kg dw	< 0.5

Anions from the original substance

Sulphide	FR	F5	DIN 50929-3: 2018-03	5.0	mg/kg dw	< 5.0
----------	----	----	----------------------	-----	----------	-------

Anions from the hydrochloric acid extract according to DIN 50929-3: 2018-03

Sulphates	FR	F5	DIN EN ISO 11885 (E22): 2009-09	0.1	mmol/kg dw	2.0
-----------	----	----	---------------------------------	-----	------------	-----

Anions from the aqueous extract

Chloride (Cl)	FR	F5	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	0.03	mmol/kg dw	0.40
Sulphates	FR	F5	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07	0.03	mmol/kg dw	0.21
neutral salt content, calculated	FR	F5	DIN EN ISO 10304-1 (D20): 2009-07		mmol/kg dw	0.82

Explanations

LOQ - Limit of quantification

Lab - Abbreviation of the performing laboratory

Accr. - Abbreviation of the accreditation of the performing laboratory

The parameters identified by FR have been performed by the laboratory Eurofins Umwelt Ost GmbH (Lindenstraße 11, Gewerbegebiet Freiberg Ost, Bobritzsch-Hilbersdorf). The accreditation code F5 identifies the parameters accredited according to DIN EN ISO/IEC 17025:2018 DAkkS D-PL-14081-01-00 .

Annexe IV : **Résultats des calculs de prédimensionnement**

Données

Titre du projet : G2AVP parc photovoltaïque Guitalens

Numéro d'affaire : MPYP200388

Commentaires : N/A

Titre du calcul : BAO - calcul en compression (Cas1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,10

Section de calcul : Section de calcul quelconque

Section de calcul (m2) : 0,007

Périmètre de calcul (m) : 0,520

Classe du pieu : 5 - Pieu battu ouvert

Catégorie du pieu : 13 [BAO] - Battu acier ouvert

Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,636	0,778	0,909	1,000

Cote de référence (m) : 0,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Couche neutralisée		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-0,50	0,01	0,01	1,90	1,265
2	Sable argileux		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-1,50	600,00	23,71	1,90	1,265
3	Argile		Argile, limons	-3,50	2400,00	56,63	1,00	1,265
4	Marne argilo-sableuse		Sols intermédiaires, tendance argileuse	-12,00	4600,00	64,56	1,00	1,265

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 4,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

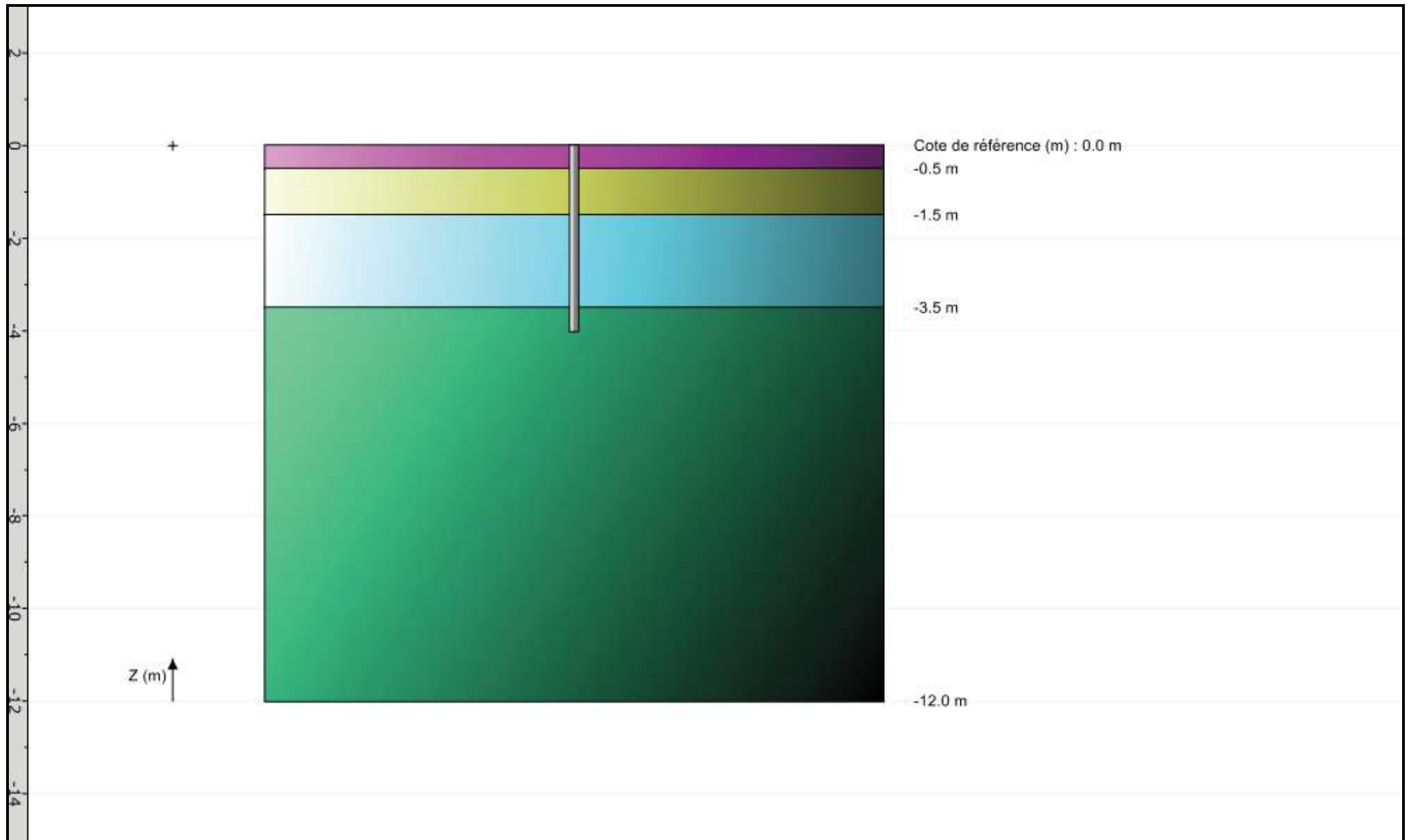


FoXta v4
v4.1.16

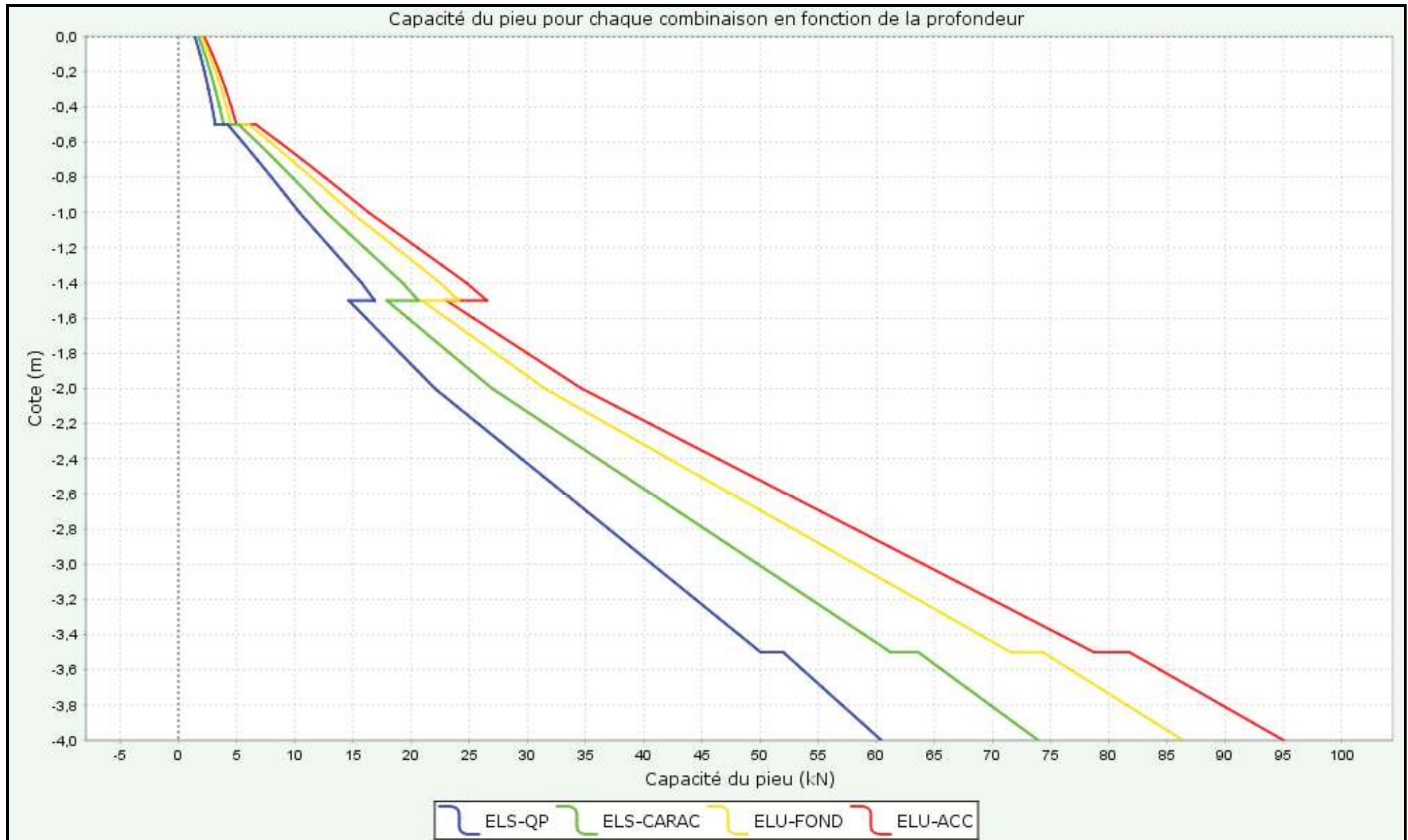
Imprimé le : 28/11/2024 - 11:38:40
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : G2AVP Technique Solaire
Module : Fondprof (Cas 1/6)
Titre du calcul : BAO - calcul en compression

Onglet "Paramètres généraux"



Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : G2AVP parc photovoltaïque Guitalens

Numéro d'affaire : MPYP200388

Commentaires : N/A

Titre du calcul : BAO - calcul en traction (Cas2)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,10

Section de calcul : Section de calcul quelconque

Section de calcul (m2) : 0,007

Périmètre de calcul (m) : 0,520

Classe du pieu : 5 - Pieu battu ouvert

Catégorie du pieu : 13 [BAO] - Battu acier ouvert

Essais réalisés : Non

Mode de chargement : Travail en traction

Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,467	0,636	0,870	0,952
Pondérations combinées sur Qp,k	0,000	0,000	0,000	0,000

Cote de référence (m) : 0,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Couche neutralisée		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-0,50	0,01	0,01	1,90	1,540
2	Sable argileux		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-1,50	600,00	23,71	1,90	1,540
3	Argile		Argile, limons	-3,50	2400,00	56,63	1,00	1,540
4	Marne argilo-sableuse		Sols intermédiaires, tendance argileuse	-12,00	4600,00	64,56	1,00	1,540

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 4,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

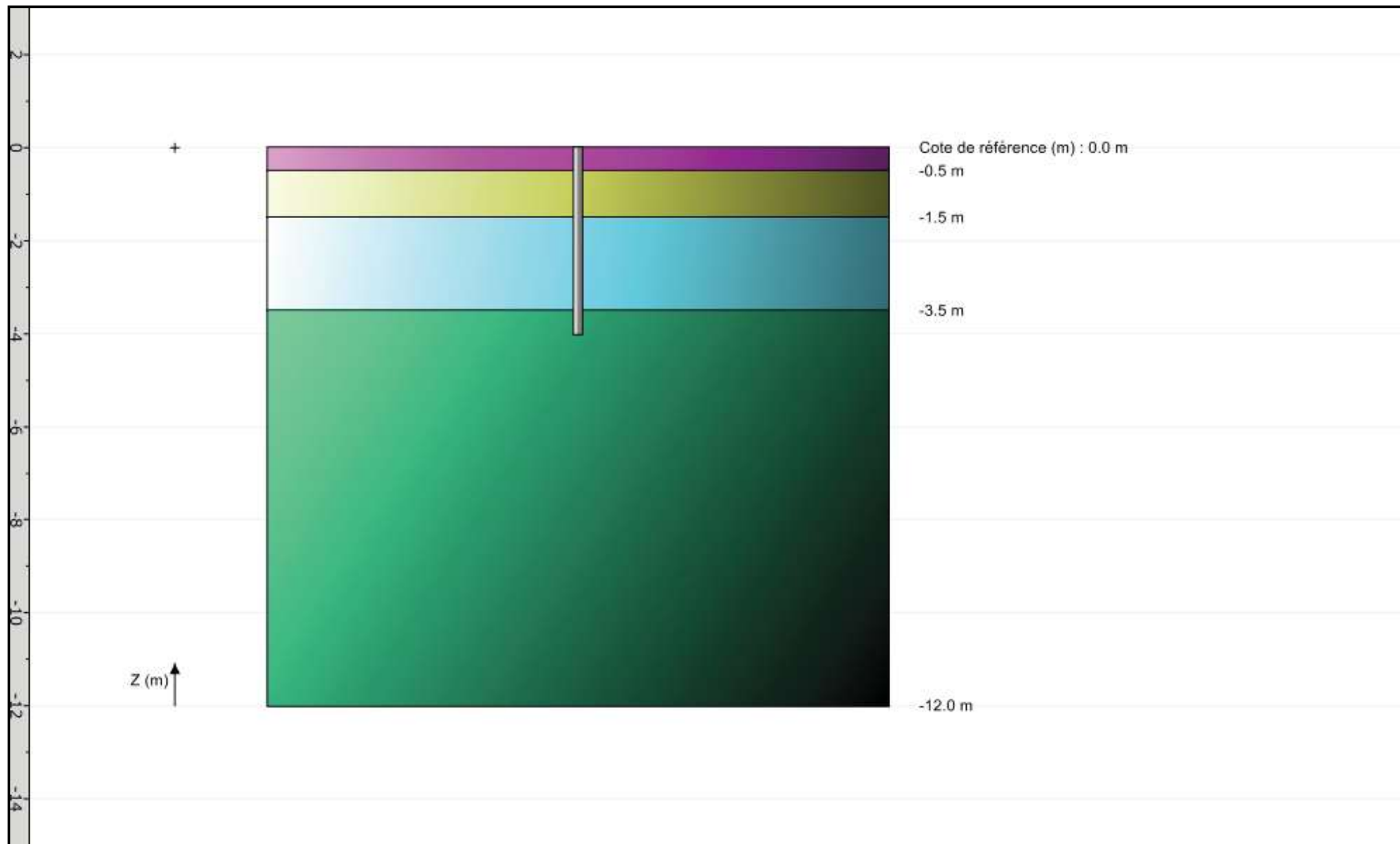


FoXta v4
v4.1.16

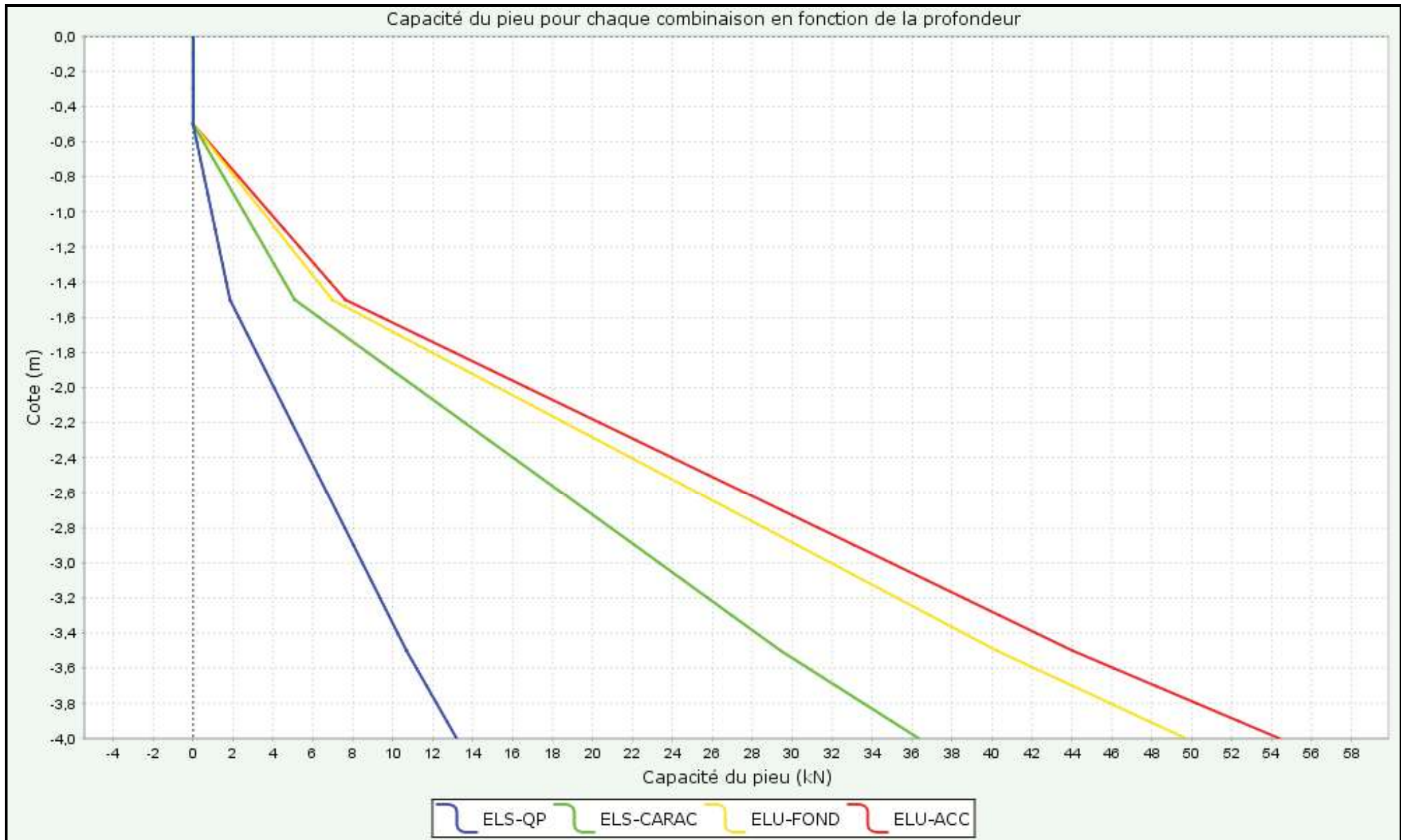
Imprimé le : 28/11/2024 - 11:39:21
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : G2AVP Technique Solaire
Module : Fondprof (Cas 2/6)
Titre du calcul : BAO - calcul en traction

Onglet "Paramètres généraux"



Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : G2AVP parc photovoltaïque Guitalens

Numéro d'affaire : MPYP200388

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Diamètre 0,15 - compression (Cas3)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,10

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,15

Classe du pieu : 1 - Pieu/micropieu foré

Catégorie du pieu : 18 [M2] - Micropieu type II

Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,000	0,000	0,000	0,000

Cote de référence (m) : 0,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Couche neutralisée		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-0,50	0,01	0,01	0,01	1,265
2	Sable argileux		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-1,50	600,00	33,87	1,10	1,265
3	Argile		Argile, limons	-3,50	2400,00	51,91	1,15	1,265
4	Marne argilo-sableuse		Sols intermédiaires, tendance argileuse	-12,00	4600,00	59,18	1,15	1,265

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 3,50

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

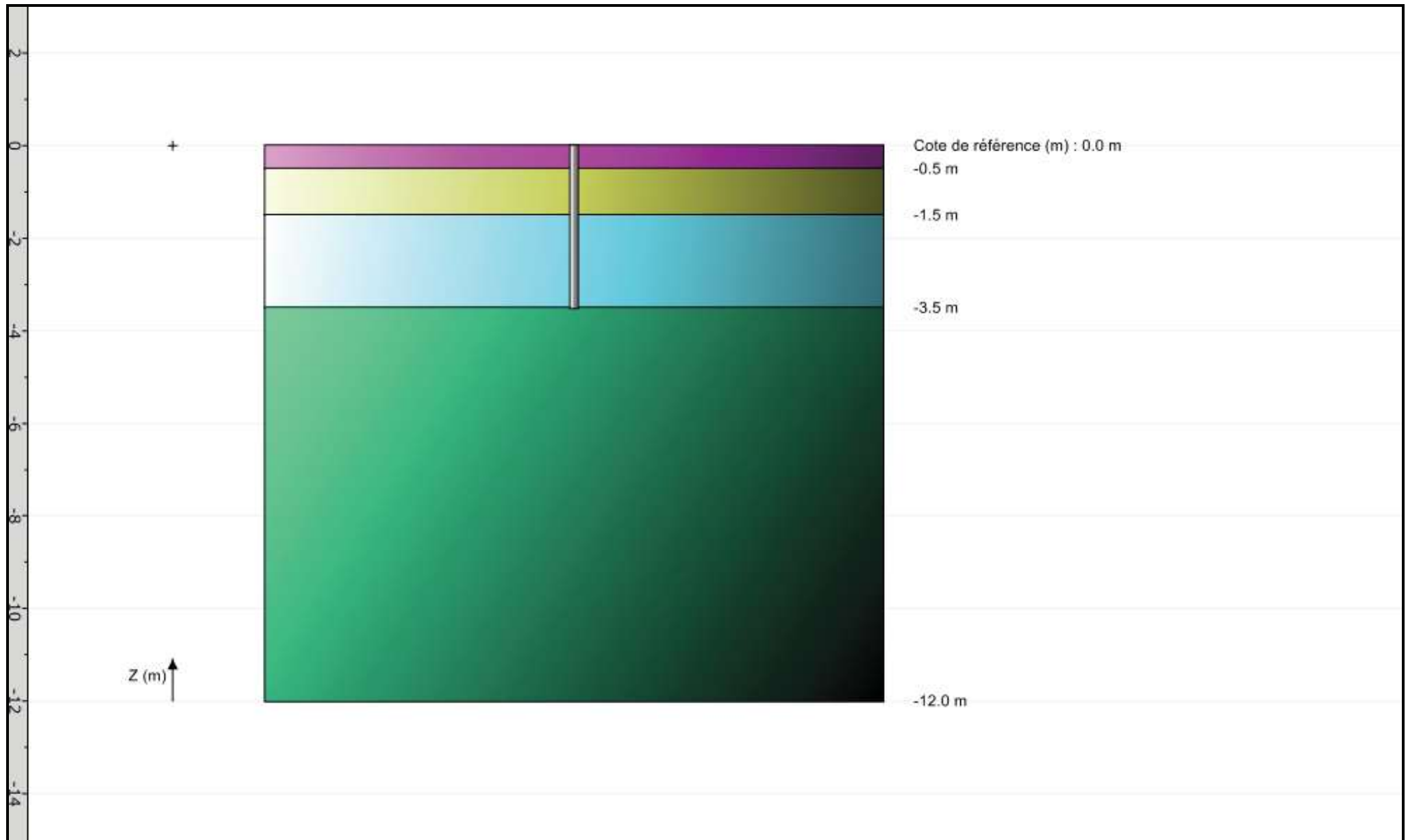


FoXta v4
v4.1.16

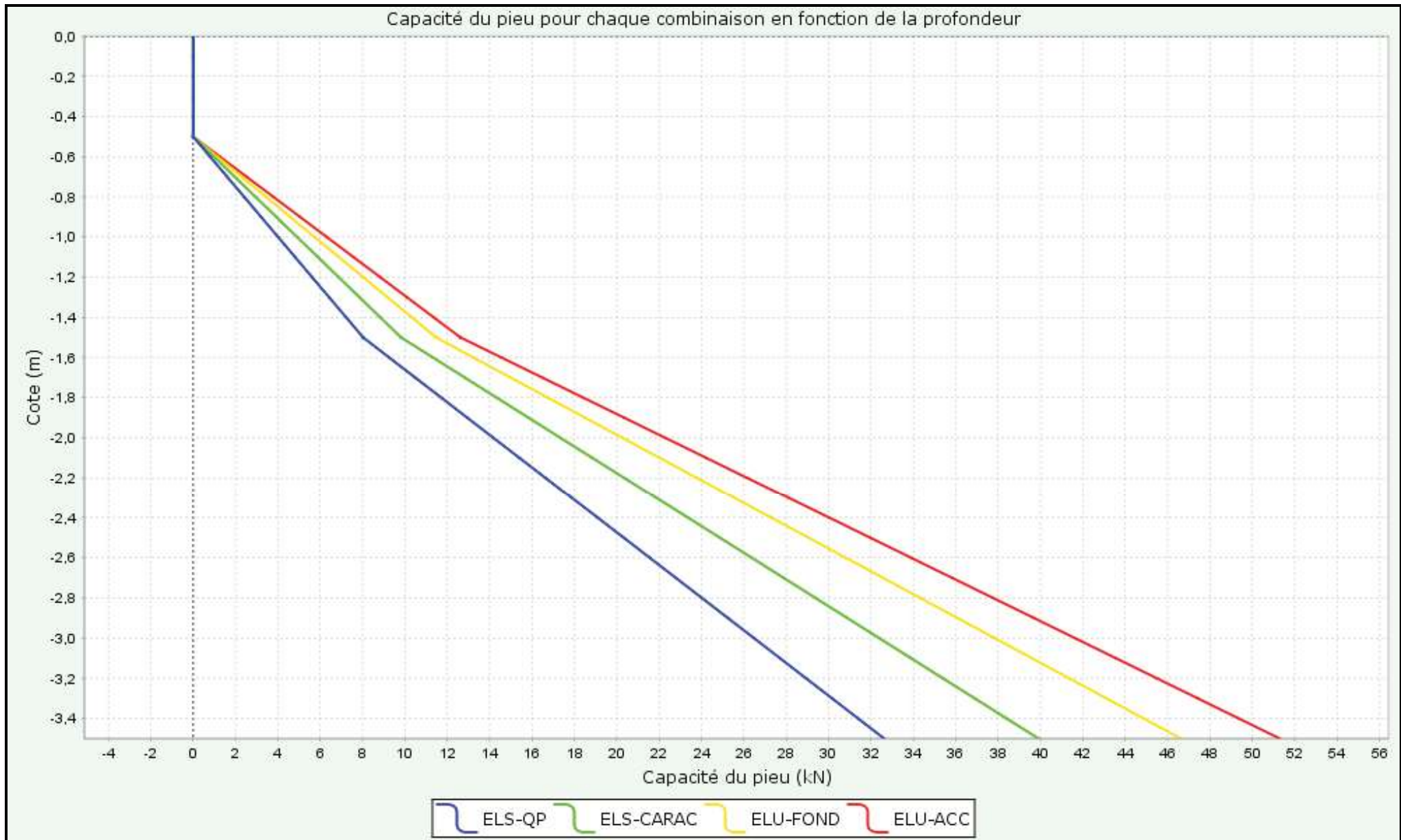
Imprimé le : 28/11/2024 - 11:39:58
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : G2AVP Technique Solaire
Module : Fondprof (Cas 3/6)
Titre du calcul : Diamètre 0,15 - compression

Onglet "Paramètres généraux"



Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : G2AVP parc photovoltaïque Guitalens

Numéro d'affaire : MPYP200388

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Diamètre 0,15 - traction (Cas4)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,10

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,15

Classe du pieu : 1 - Pieu/micropieu foré

Catégorie du pieu : 18 [M2] - Micropieu type II

Essais réalisés : Non

Mode de chargement : Travail en traction

Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,467	0,636	0,870	0,952
Pondérations combinées sur Qp,k	0,000	0,000	0,000	0,000

Cote de référence (m) : 0,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Couche neutralisée		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-0,50	0,01	0,10	1,10	1,540
2	Sable argileux		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-1,50	600,00	33,87	1,10	1,540
3	Argile		Argile, limons	-3,50	2400,00	51,91	1,15	1,540
4	Marne argilo-sableuse		Sols intermédiaires, tendance argileuse	-12,00	4600,00	59,18	1,15	1,540

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 3,50

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

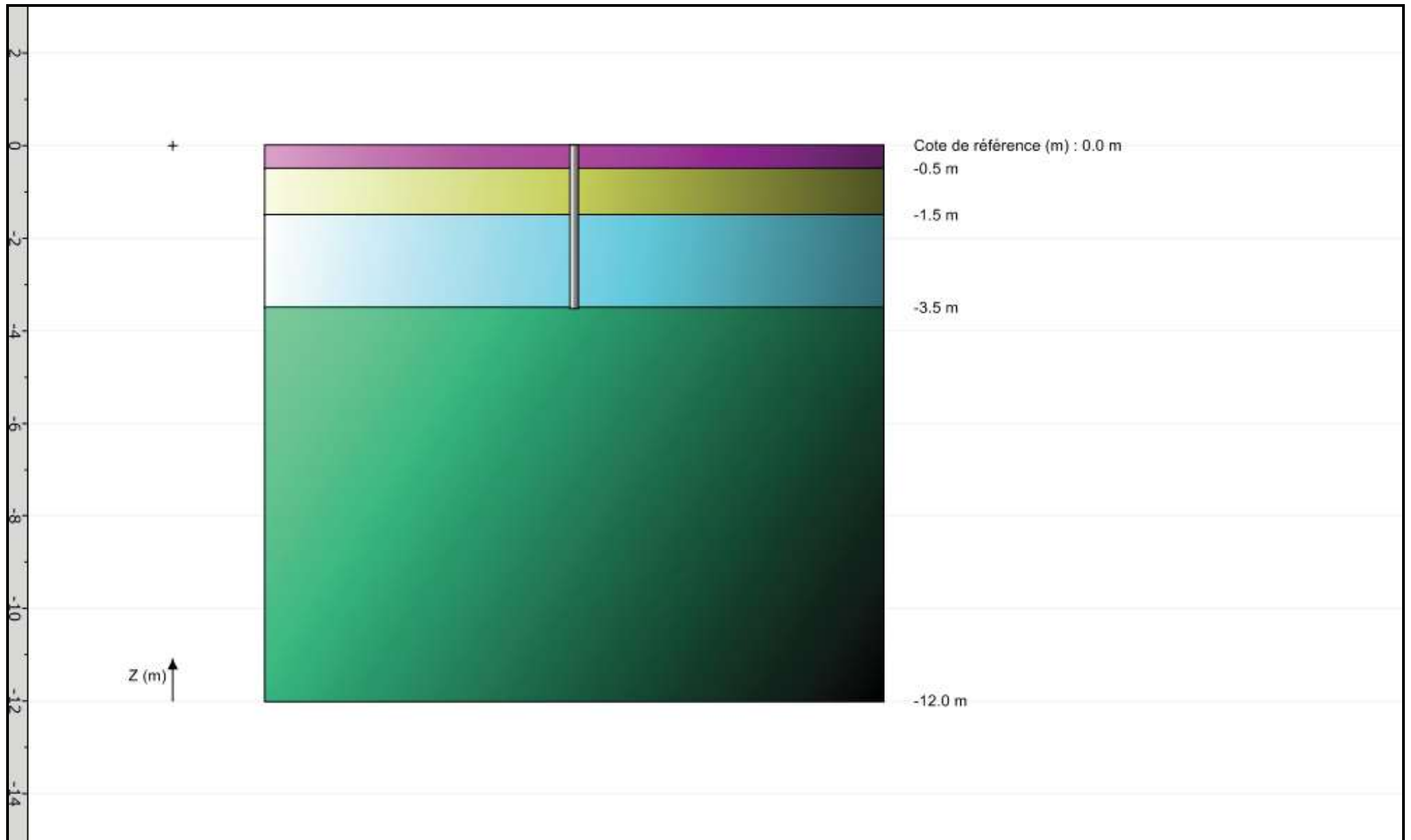


FoXta v4
v4.1.16

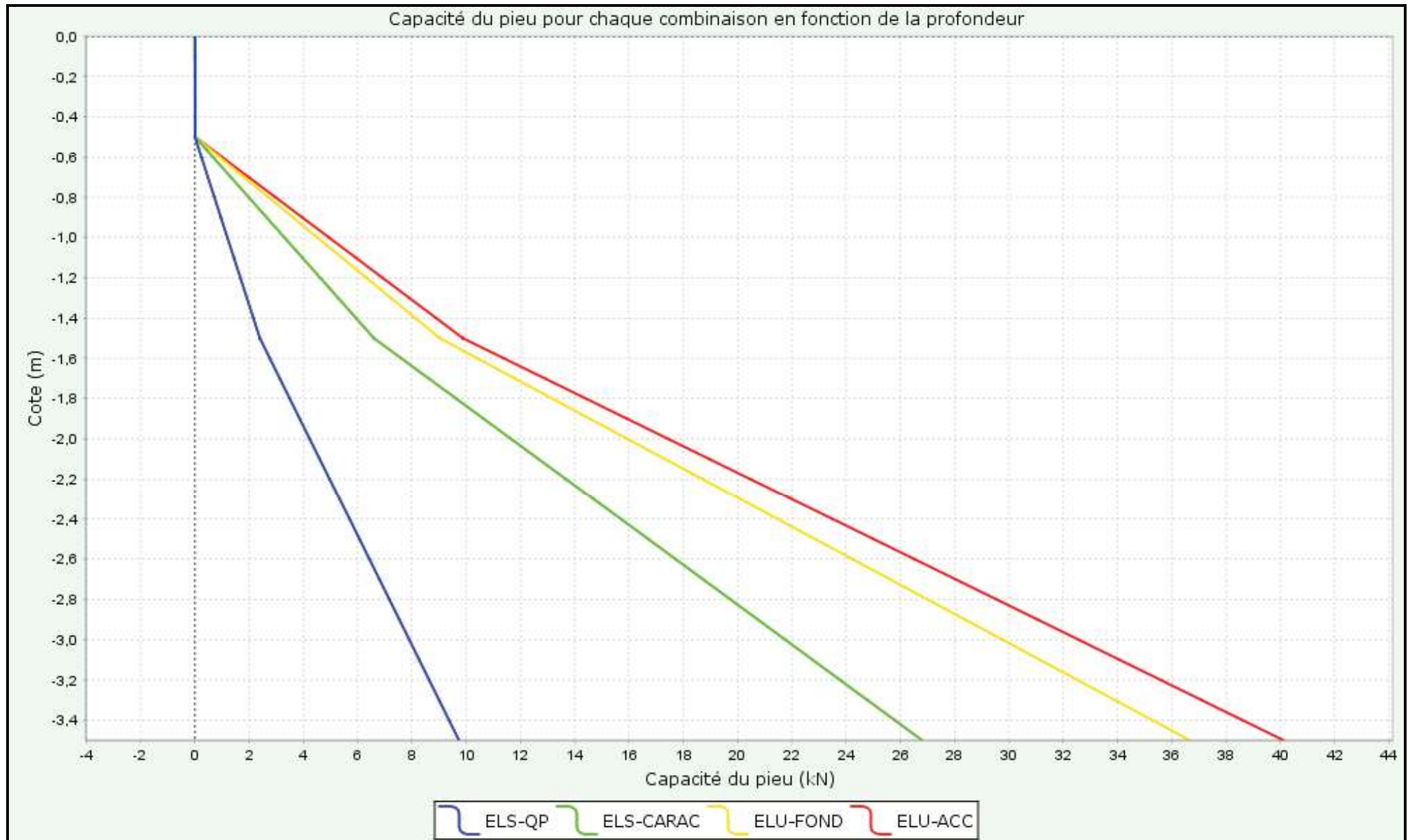
Imprimé le : 28/11/2024 - 11:40:15
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : G2AVP Technique Solaire
Module : Fondprof (Cas 4/6)
Titre du calcul : Diamètre 0,15 - traction

Onglet "Paramètres généraux"



Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : G2AVP parc photovoltaïque Guitalens

Numéro d'affaire : MPYP200388

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Diamètre 0,20 - compression (Cas5)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,10

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,20

Classe du pieu : 1 - Pieu/micropieu foré

Catégorie du pieu : 18 [M2] - Micropieu type II

Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,636	0,778	0,909	1,000
Pondérations combinées sur Qp,k	0,000	0,000	0,000	0,000

Cote de référence (m) : 0,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Couche neutralisée		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-0,50	0,01	0,01	1,10	1,265
2	Sable argileux		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-1,50	600,00	33,87	1,10	1,265
3	Argile		Argile, limons	-3,50	2400,00	51,91	1,15	1,265
4	Marne argilo-sableuse		Sols intermédiaires, tendance argileuse	-12,00	4600,00	59,18	1,15	1,265

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 3,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

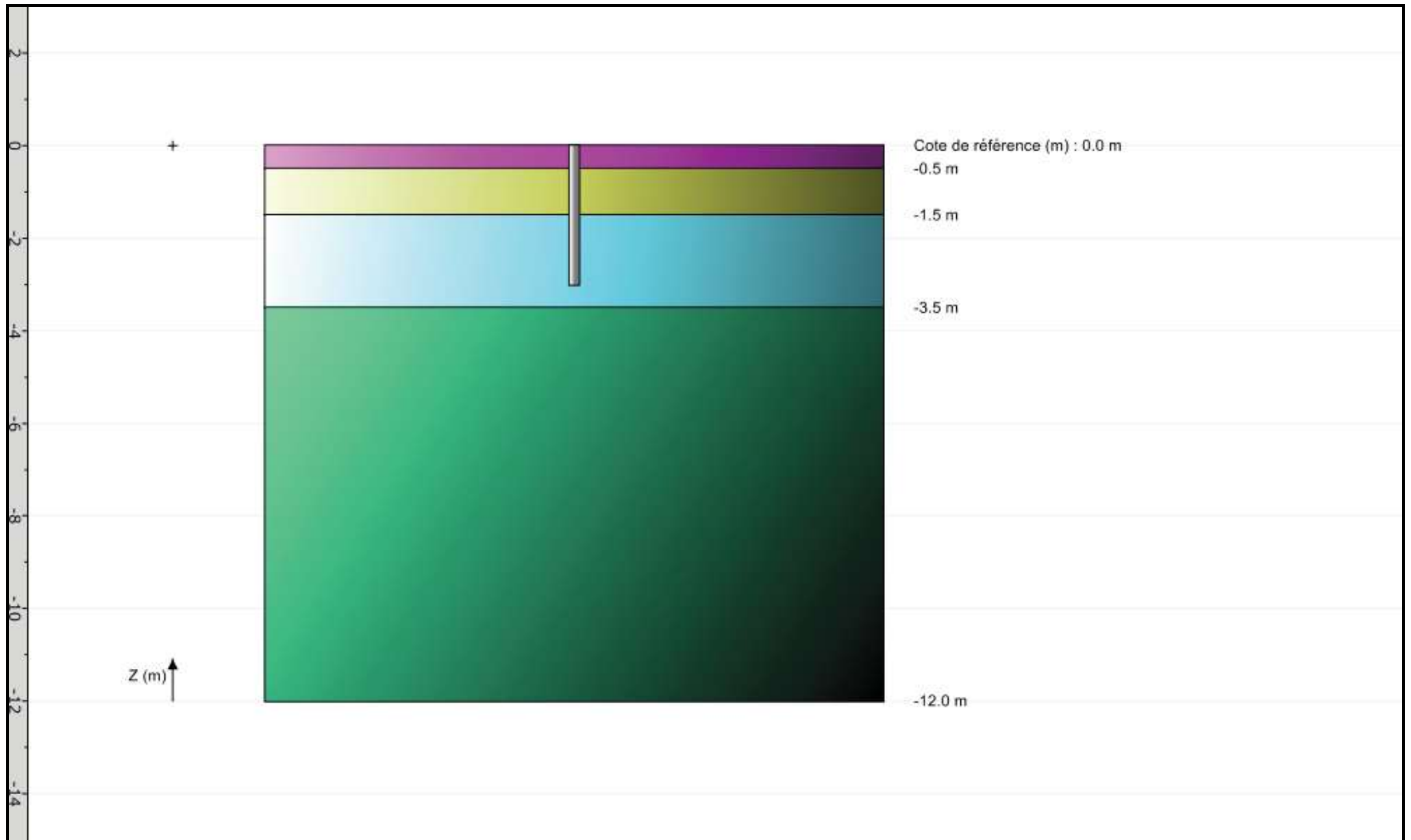


FoXta v4
v4.1.16

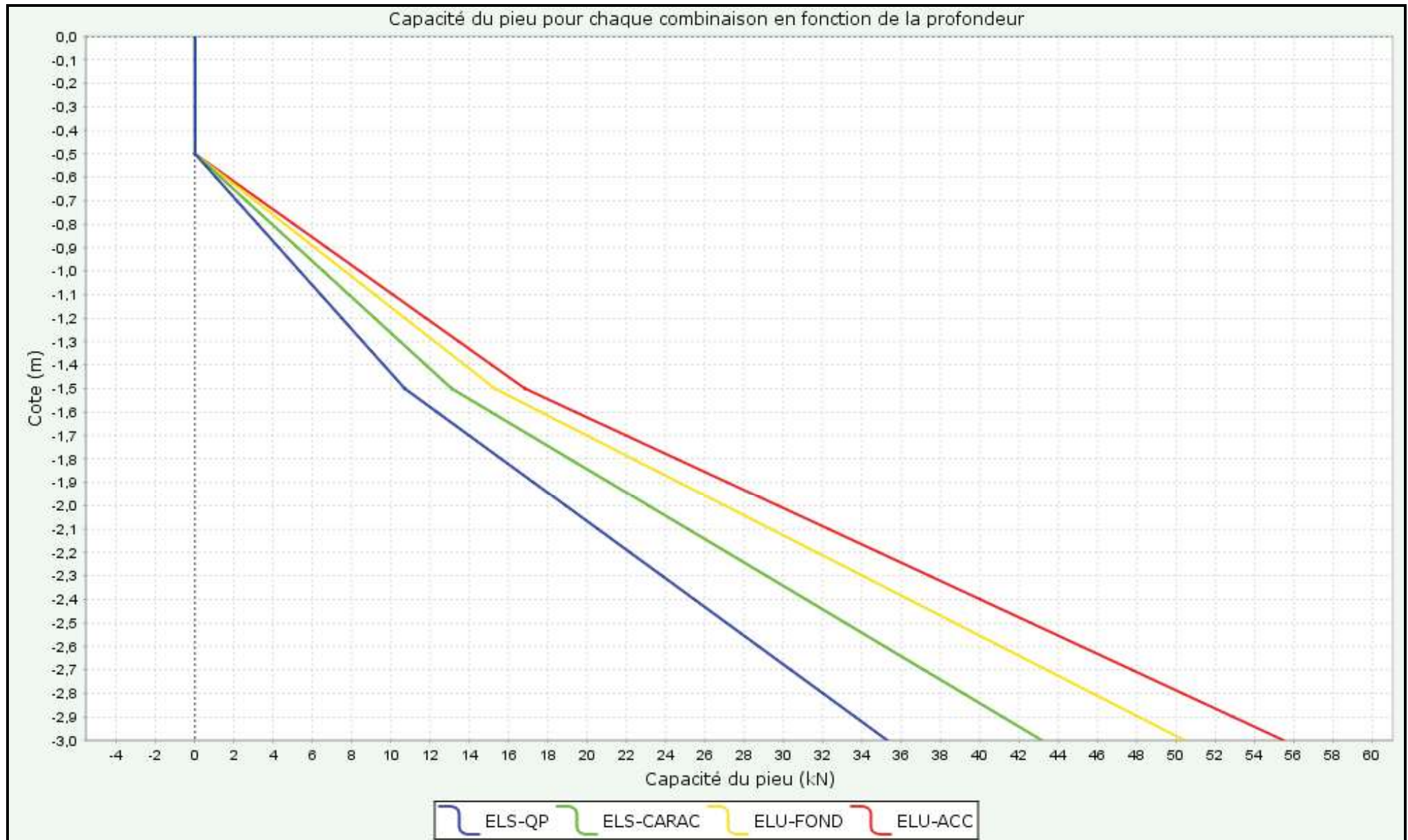
Imprimé le : 28/11/2024 - 11:40:31
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : G2AVP Technique Solaire
Module : Fondprof (Cas 5/6)
Titre du calcul : Diamètre 0,20 - compression

Onglet "Paramètres généraux"



Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : G2AVP parc photovoltaïque Guitalens

Numéro d'affaire : MPYP200388

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Diamètre 0,20 - traction (Cas6)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-262/A1 (juillet 2018)

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,10

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,20

Classe du pieu : 1 - Pieu/micropieu foré

Catégorie du pieu : 18 [M2] - Micropieu type II

Essais réalisés : Non

Mode de chargement : Travail en traction

Combinaisons

	ELS-QP	ELS-CARAC	ELU-FOND	ELU-ACC
Pondérations combinées sur Qs,k	0,467	0,636	0,870	0,952
Pondérations combinées sur Qp,k	0,000	0,000	0,000	0,000

Cote de référence (m) : 0,00

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Couche neutralisée		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-0,50	0,01	0,01	1,10	1,540
2	Sable argileux		Sols intermédiaires, tendance sableuse	-1,50	600,00	33,87	1,10	1,540
3	Argile		Argile, limons	-3,50	2400,00	51,91	1,15	1,540
4	Marne argilo-sableuse		Sols intermédiaires, tendance argileuse	-12,00	4600,00	59,18	1,15	1,540

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 3,00

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

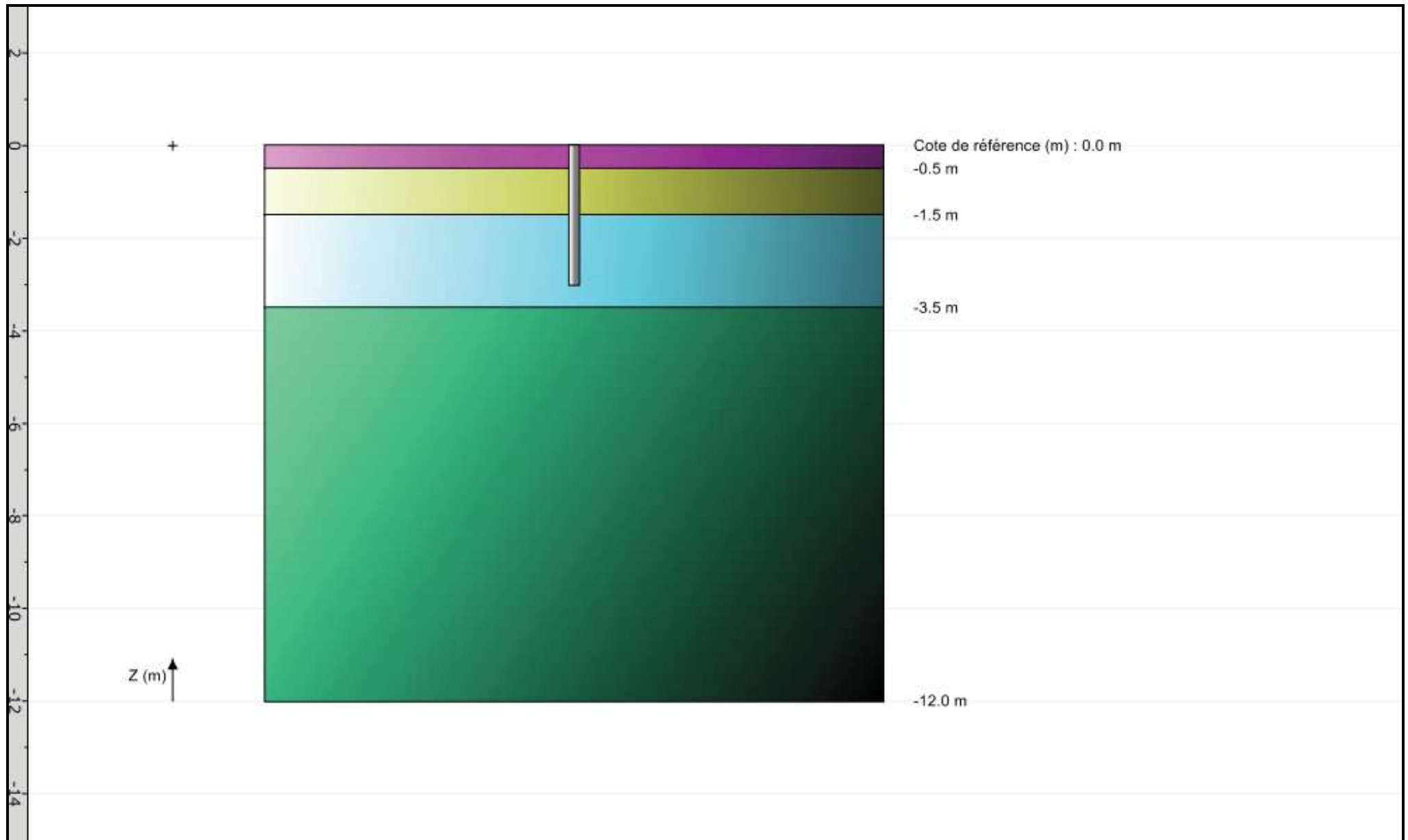


FoXta v4
v4.1.16

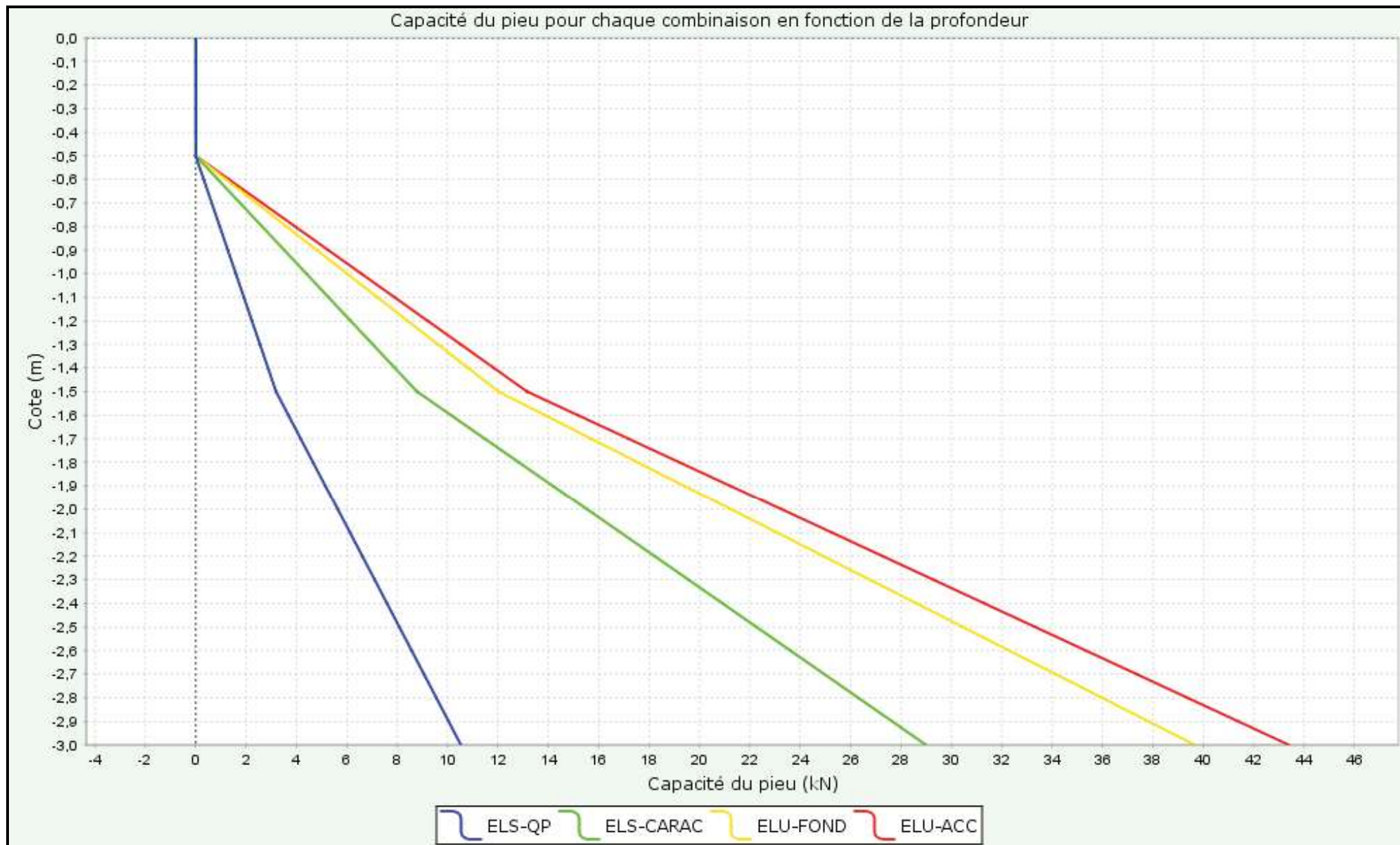
Imprimé le : 28/11/2024 - 11:40:50
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP

Projet : G2AVP Technique Solaire
Module : Fondprof (Cas 6/6)
Titre du calcul : Diamètre 0,20 - traction

Onglet "Paramètres généraux"



Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : G2AVP parc photovoltaïque Guitalens

Numéro d'affaire : MPYP200388

Commentaires : N/A

Titre du calcul : G2AVP Technique Solaire (Cas1)

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 rectangulaire

Longueur L (m) : 3,00

Largeur B (m) : 0,60

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

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

Cote de base fondation Zd (m) : -0,40

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Argiles et limons

Type de comportement : Comportement cohérent

Type d'interface : Interface adhérente

Angle de contact à l'interface (°) : 30,0

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 20,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Sable argileux		-1,50	600,00	6500,00	0,33
2	Argile		-3,50	2400,00	23000,00	0,66
3	Marne argilo-sableuse		-12,00	4600,00	52000,00	0,66

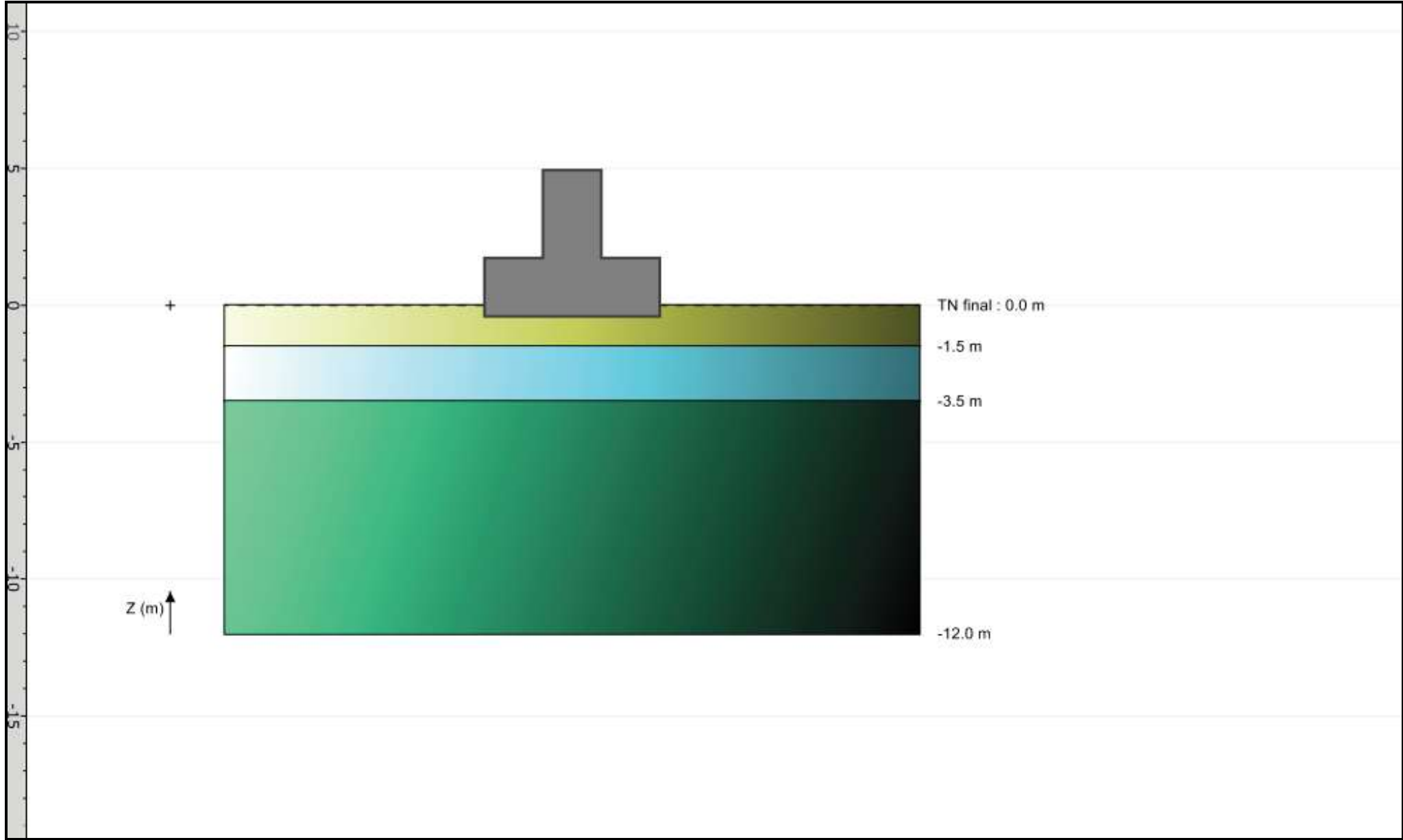
Poids propre de la semelle (P0) : 18,00

Cote d'application de la charge Z0 (m) : -0,40

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	14,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	ELU-Fondamentales

Onglet "Paramètres généraux"



Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

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

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

R0 [kN] : Poids des terres excavées

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

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

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

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

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

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

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rvd	Rhd	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELU-Fondamentales	32,00	0,00	14,40	1,00	603,35	12,80	Ok	Ok	Ok	-

Données

Titre du projet : G2AVP parc photovoltaïque Guitalens

Numéro d'affaire : MPYP200388

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Plaque 1 (Cas1)

Dimension du projet : 3D

Cote de référence (m) : 0,000

Seuil de décollement (kPa) : 5

Seuil de plastification (kPa) : 1000

Décollement/plastification automatique : Non

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	Esol	v	Pente-x	Pente-y
1	Sable argileux		-1,50	9,50E03	0,00	0,000	0,000
2	Argile		-3,50	2,30E04	0,00	0,000	0,000
3	Marne argilo-sableuse		-12,00	5,20E04	0,00	0,000	0,000

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

Plaque - Rectangle

N°	E	v	e	zbase	X	Y	B	L	θ
1	2,00E07	0,20	0,30	0,00	0,00	0,00	7,00	16,00	0,0

Surcharge répartie - Rectangle

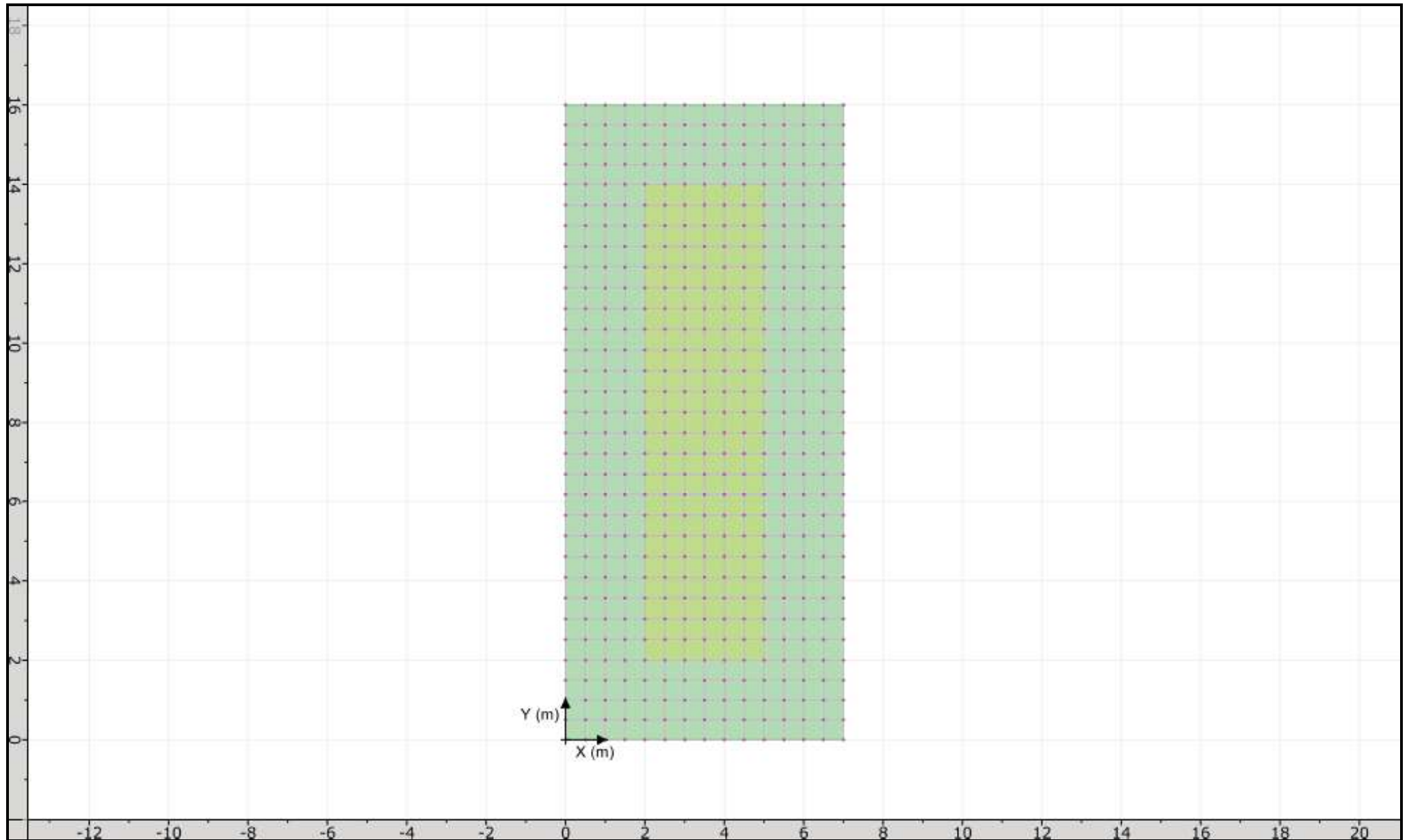
N°	Q	X	Y	B	L	θ
1	25,00	2,00	2,00	3,00	12,00	0,0

Pas maximal (m) : 0,53

Utiliser un maillage rectangulaire si possible : Oui

Lisser les moments dans les coupes de résultats : Non

Onglet "Paramètres généraux"



Isovaleurs / Flèche de la plaque

