



GÉotechnique
sciences de la terre sas

GEOTECHNIQUE SAS
Agence de Draguignan
110 Avenue de l'Europe
83300 Draguignan

Tél : 04 90.01.39.02
Contact@geotechnique-sas.com

RAPPORT D'ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION G2 PHASE PRO

Localisation

**Descente de la Plage de Bonporteau
83240 - Cavalaire**

Projet

Réaménagement de la descente de la plage de Bonporteau

Maitre d'Ouvrage

**Commune de Cavalaire sur Mer
Hôtel de ville
Place Benjamin Gaillard
CS 50150
83240 Cavalaire Sur Mer**

REFERENCE : CGa2025-04-474-G2 PRO

Ind.	Date	Contenu	Rédacteur	Vérificateur	Observations
A	13/06/2025	31 pages + 7 annexes	C. GRIMAL	A. ANTIGNY	Première diffusion
B	29/09/2025	31 pages + 7 annexes	C. GRIMAL	A. ANTIGNY	Modification de la coupe projet

PLAN DU RAPPORT

1	PRESENTATION	3
1.1	Définition de l'opération	3
1.2	Contrat – Mission géotechnique	3
1.3	Cadre réglementaire	4
1.4	Documents communiqués	4
1.5	Caractéristiques du projet	4
1.6	Plans structuraux phase PRO	5
1.7	Caractéristiques générales du site	6
1.7.1	Localisation	6
1.7.2	Caractéristiques de la zone d'étude	7
1.7.3	Contextes géologique & hydrogéologique	8
1.8	Risques naturels	9
1.8.1	Risque d'inondation	9
1.8.2	Risque de remontée de nappe	9
1.8.3	Sensibilité au retrait-gonflement des argiles	9
1.8.4	Mouvements des terrains et cavités naturelles	10
1.8.5	Risque sismique	10
1.8.6	Amiante naturelle	10
2	INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES	11
2.1	Implantation et nivellement	11
2.2	Investigations réalisées	11
2.3	Essais en laboratoire	11
3	SYNTHESE GEOTECHNIQUE	12
3.1	Stratigraphie du terrain - caractéristiques mécaniques	12
3.2	Niveaux des eaux souterraines	13
3.3	Résultats d'essais en laboratoire	14
3.4	Sensibilité au retrait-gonflement des sols argileux	14
4	APPLICATIONS GEOTECHNIQUES AU PROJET	15
4.1	Modèle géotechnique retenu	15
4.2	Niveaux caractéristiques des eaux souterraines	16
4.3	Conditions sismiques	16
4.4	Zone d'influence géotechnique (ZIG)	16
4.5	Adaptations techniques retenues	17
4.6	Remarques importantes	17
5	TERRASSEMENTS	18
5.1	Conditions générales de terrassements	18
5.1.1	Recommandations générales	18
5.1.2	Travaux préparatoires – décapage de surface	18

5.2	Aménagements des plateformes de travaux	19
5.2.1	Drainage du terrain.....	19
5.2.2	Réalisation des déblais.....	19
5.2.3	Fond de forme	19
5.3	Conditions de talutage	20
6	OUVRAGE DE SOUTÈNEMENT	21
6.1	Principe général	21
6.2	Documents de référence / méthodes de calculs	21
6.3	Etude des fondations superficielles (Norme NF P94-261)	22
6.3.1	Sol d'assise et conditions d'ancrage	22
6.3.2	Contraintes admissibles	22
6.4	Hypothèses particulières	23
6.4.1	Hauteurs du soutènement	23
6.4.2	Propriété des matériaux	23
6.4.3	Surcharges	23
6.4.4	Paramètres sismiques	23
6.5	Vérification de la stabilité.....	24
6.5.1	Stabilité externe.....	24
6.5.2	Stabilité interne.....	24
6.5.3	Justification de la stabilité générale de l'ouvrage à long terme.....	24
7	DISPOSITIONS COMPLÉMENTAIRES	27
7.1	Conditions et précautions d'exécution des fondations	27
7.2	Dispositions constructives pour la réalisation d'un mur en L	28
8	CONCEPTION DE LA VOIRIES.....	30
8.1	Documents de référence	30
8.2	Assise de la structure de voirie (P.S.T.)	30
8.3	Couche de forme sous voirie.....	30
8.4	Critères de réception	31
9	CONDITIONS GÉNÉRALES DE VALIDITÉ DU RAPPORT	31
Annexe 1 :	Extrait de la norme NF P94-500 de novembre 2013	
Annexe 2 :	Conditions de validité de l'étude	
Annexe 3 :	Implantation des sondages	
Annexe 4 :	Sondages et essais	
Annexe 5 :	Essais en laboratoire	
Annexe 6 :	Notes de calcul – Mur de soutènement	
Annexe 7 :	Note de calcul – Stabilité générale	

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

1 PRESENTATION

1.1 Définition de l'opération

La Commune de Cavalaire Sur Mer envisage de réaménager la partie Supérieure de la descente de la plage de Bonporteau, avec la réfection de la couche de forme du chemin et la création d'un mur de soutènement d'environ 2m de hauteur.

Les principaux intervenants du projet sont :

- Maître d'ouvrage : Mairie de Cavalaire (gilles.dupuy@cavalaire.fr)

1.2 Contrat – Mission géotechnique

À la demande de la **Mairie de Cavalaire**, notre société **VINIRE GEOTECHNIQUE SAS**, a été mandatée afin de réaliser une mission géotechnique.

Notre offre d'étude géotechnique référencée CGa2025-04-474 en date du 30/04/2025 a été acceptée par le bon de commande n°25TVXN0326 en date du 05/05/2025.

Conformément à notre offre et selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013, il s'agit d'une **mission géotechnique de conception** comprenant uniquement la **phase Projet** (G2 PRO), sans estimation des quantités, des délais et des coûts d'exécution des ouvrages géotechniques.

Elle consiste à :

- réaliser une synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet ;
- réaliser un programme d'investigations géotechniques et en assurer le suivi technique ;
- établir les notes techniques correspondant à la réalisation de couche de forme et à la réalisation d'un mur en L ;
- établir les notes de calculs correspondantes si nécessaire ;
- donner les conditions de terrassements associées à la réalisation du projet ;
- donner les dispositions à prendre en compte vis-à-vis des eaux ;
- donner un avis sur les valeurs seuils à retenir.

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

- les études environnementales éventuelles (diagnostic de pollution, voisinage, etc...) ;
- le diagnostic structurel et géotechnique des ouvrages existants ;
- la reconnaissance des anomalies géotechniques en dehors de l'emprise des investigations.

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

Si ces éléments peuvent être de nature à induire un éventuel impact sur le projet, une étude hydrogéologique spécifique pourra être réalisée dans les phases ultérieures d'études en adéquation avec les objectifs et les enjeux au regard du projet.

1.3 Cadre réglementaire

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

- Eurocode 7 – Calculs géotechniques
- Norme NF P94-261 – Calcul Géotechnique – Fondations superficielles (juin 2013),
- NF P 11-211 – DTU 13.11 Fondations superficielles,
- Norme NF P94-281 – Calcul Géotechnique – Ouvrages de soutènement – Murs (avril 2014)
- Guide Technique SETRA-LCPC « réalisation des remblais et des couches de formes » Fascicules I et II,
- Normes AFNOR en vigueur concernant les travaux de sondages et essais in-situ ou de laboratoire.

1.4 Documents communiqués

Les documents suivants nous ont été communiqués pour la réalisation de la présente étude :

<i>Document</i>	<i>Fourni par</i>	<i>Référence</i>	<i>Format</i>	<i>Date</i>
Plan Etat des lieux	Mairie de Cavalaire	6727	Pdf et DWG	15/05/2025
Localisation du linéaire du mur projeté sur extrait de vue aérienne		-	JPEG	Non daté
Coupe du projet		-	pdf	08/09/2025

1.5 Caractéristiques du projet

Les caractéristiques principales du projet dont nous disposons sont les suivantes :

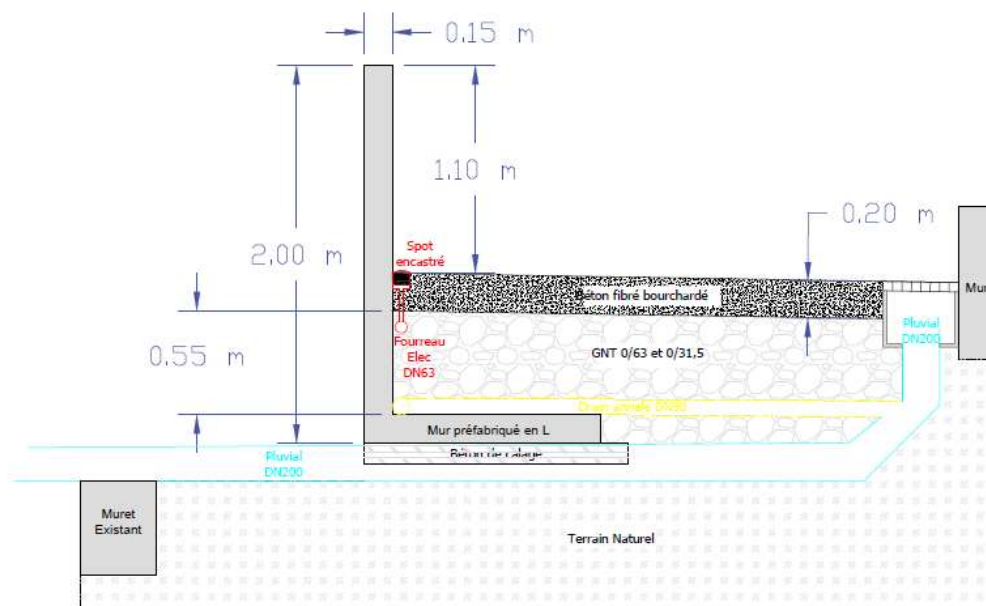
- Création d'un mur de soutènement de 2m de hauteur dans la partie aval du cheminement piéton existant,
- Le mur sera enterré sur une hauteur de 0.9m et possèdera une partie hors sol de 1.1m.
- Réfection de la couche de forme de la voirie piétonne.

Compte tenu des caractéristiques du projet, et à la vue de la configuration du site, des terrassements en déblais de l'ordre de 1,0 à 1.5m de hauteur pourront être nécessaires pour permettre la création du mur de soutènement projeté en aval du chemin piéton.

Ci-après, la localisation du linéaire projeté sur extrait de vue aérienne :



Ci-après la coupe projet :



1.6 Plans structuraux phase PRO

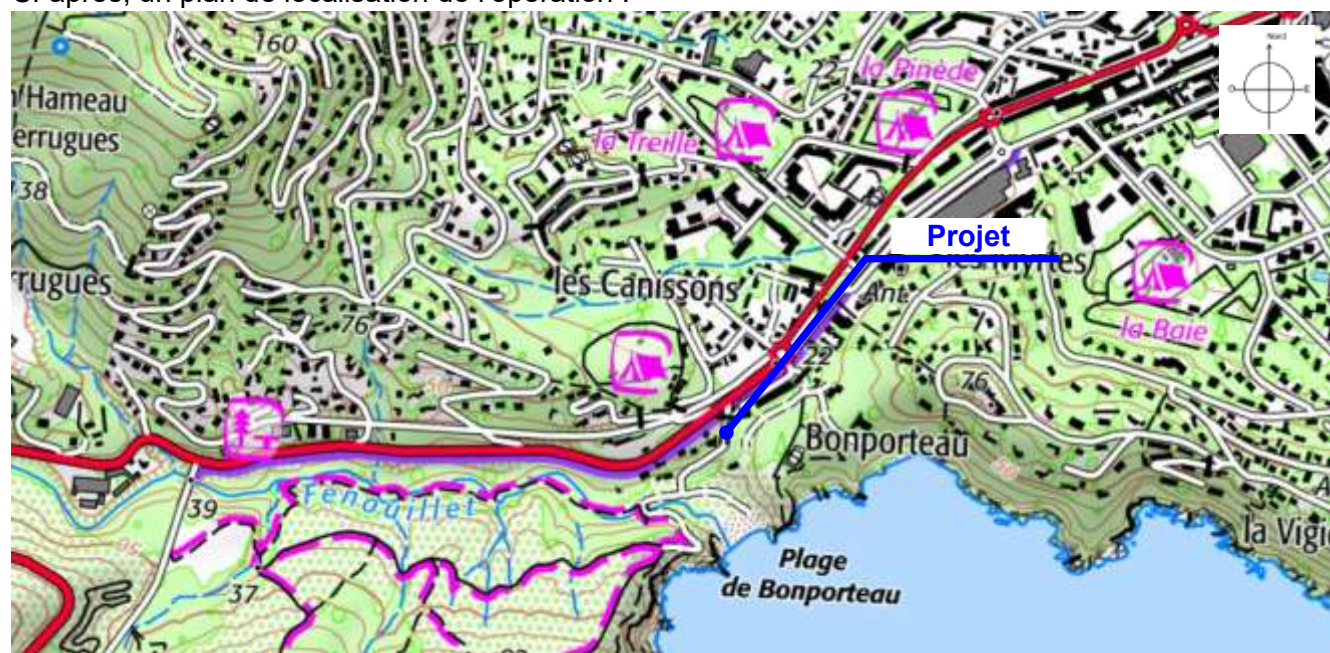
Nous rappelons que seule une coupe nous a été transmise pour la réalisation de cette étude. Ainsi nous prendrons comme hypothèse la création d'un mur de soutènement en L, de 2m de hauteur maximum, avec une hauteur hors sol de 1.1m et avec semelle excentrée vers l'amont.

1.7 Caractéristiques générales du site

1.7.1 Localisation

Le terrain concerné par la présente étude se situe dans la partie Supérieure de la descente de la plage de Bonporteau, sur la commune de Cavalaire (83) et correspond à la parcelle cadastrale n°10, section BX.

Ci-après, un plan de localisation de l'opération :



Source : www.géoportail.fr

Ci-après, un extrait d'image aérienne avec localisation du projet :



Source : www.géoportail.fr

1.7.2 Caractéristiques de la zone d'étude

Les éléments principaux à retenir concernant la configuration du site sont les suivants :

- Le terrain s'insère dans la partie Sud-Ouest de la commune, à environ 150m en amont de la bordure littorale,
- D'après la carte IGN du secteur, la zone étudiée se situe à environ +20m d'altitude NGF,
- La déclivité naturelle du secteur est moyenne, de l'ordre de 30° en direction de l'Est et du Sud-Est.
- L'espace étudié correspond à un chemin piéton permettant d'accéder à la Plage de Bonporteau.
- Des marques d'affouillements de la partie Est du chemin sont observable en partie Est.
- Le chemin est bordé en amont (Ouest) par un mur de soutènement de 1.5m de hauteur en moyenne et en aval (Est) par un talus végétalisé d'environ 5m de hauteur.
- Notons qu'un vallon d'écoulement temporaire est observable en aval du talus.



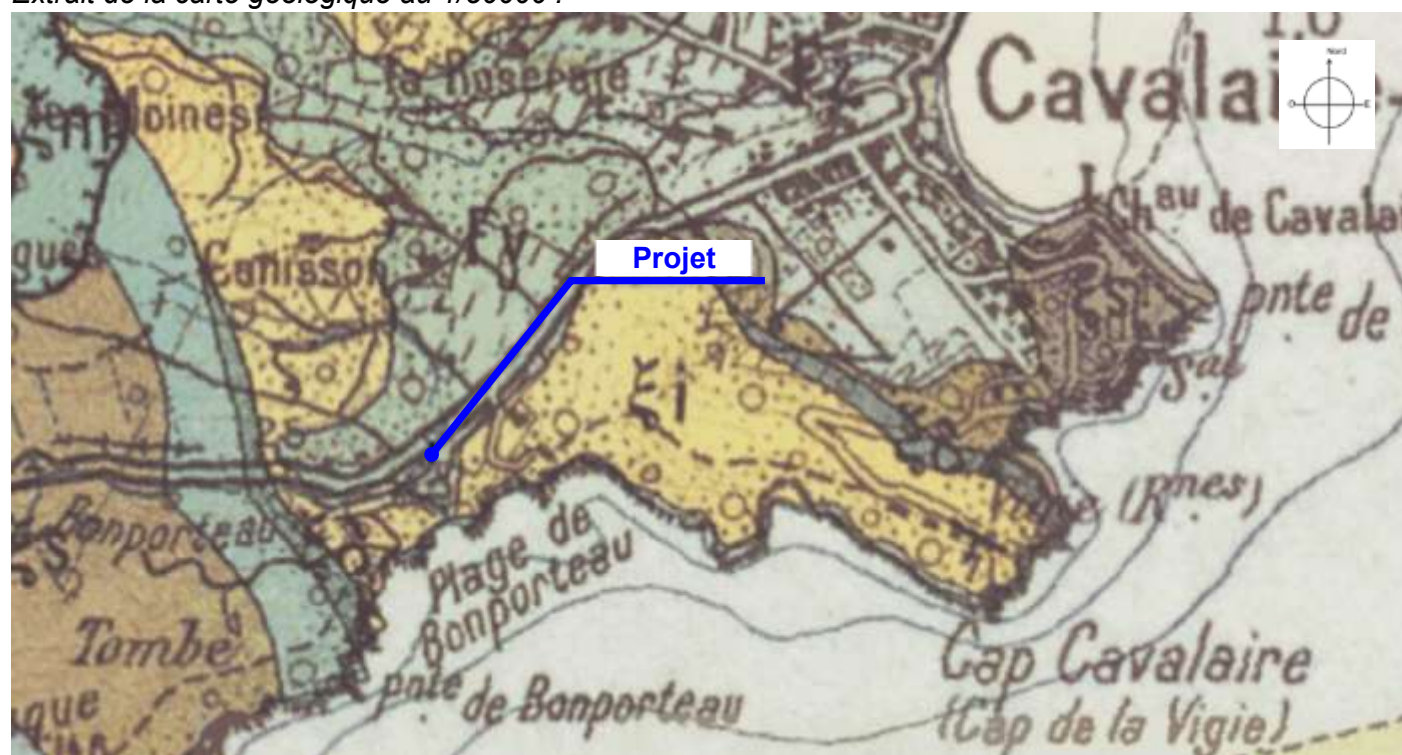
Vue du talus présent en aval de la descente de la plage

1.7.3 Contextes géologique & hydrogéologique

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

- Des remblais de recouvrement,
- Des dépôts alluvionnaires (alluvions anciennes), notés Fy, généralement caractérisés par des limons et des passées graveleuses,
- Le substratum, représenté par des micaschistes, noté ξ , généralement caractérisés par des matériaux très altérés en tête.

Extrait de la carte géologique au 1/50000 :



D'un point de vue hydrogéologique :

- Des circulations superficielles sont à craindre à la faveur de la topographie ;
- L'horizon de recouvrement (limons sableux) est réputé perméable, il peut s'avérer être le siège de circulations d'eau erratiques à la faveur des passées plus sableuses et/ou graveleuses ;
- La formation géologique sous-jacente, les gneiss micaschisteux, peut quant à elle s'avérer être le siège de circulations d'eau anarchiques et ponctuelles se faisant au gré des passées altérées et/ou des fissures et des feuillets de la roche.

1.8 Risques naturels

Les risques naturels relevés au droit du site, qui peuvent avoir une incidence sur l'interaction sol-structure, sont synthétisés ci-après (données Infoterre).

A noter que les risques naturels sans lien direct avec la stabilité des ouvrages (présence d'amiante, présence de radon, présence de pollutions de sol, etc...) ne sont pas l'objet de l'étude géotechnique et ne sont donc pas répertoriés.

1.8.1 Risque d'inondation

A ce jour, la commune de Cavalaire ne dispose pas de Plan de prévention des Risques Inondation. Elle dispose cependant d'une carte d'aléa, d'après cette carte, le terrain étudié est situé en dehors des zones exposées.

Il est de la responsabilité du Maître d'Ouvrage de se renseigner sur le risque réel d'inondation auprès des services d'urbanisme (P.L.U. notamment). Des dispositions de protection des ouvrages peuvent être prescrites et devront être dimensionnées par un bureau d'étude hydraulique.

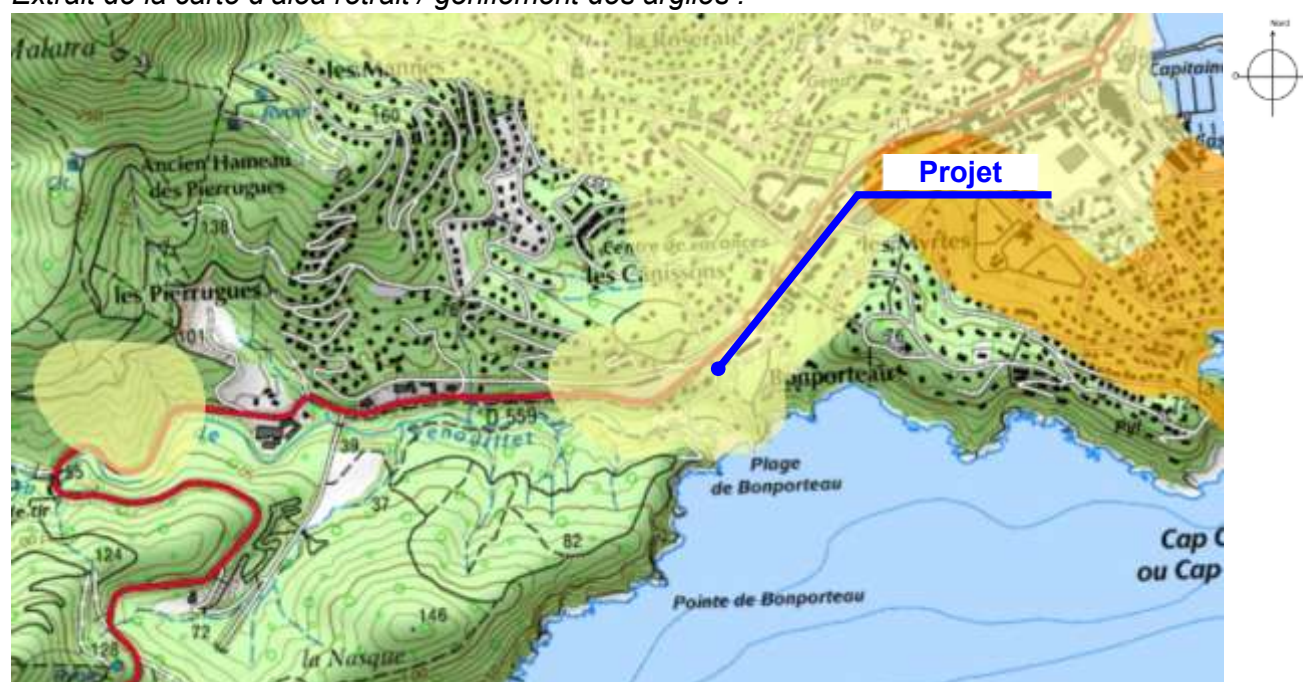
1.8.2 Risque de remontée de nappe

D'après les données issues du BRGM, le site est référencé au droit d'une entité imperméable à l'affleurement.

1.8.3 Sensibilité au retrait-gonflement des argiles

D'après les indications du BRGM, le projet se trouve dans une zone d'aléa faible, vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement des argiles.

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



1.8.4 Mouvements des terrains et cavités naturelles

La commune de Cavalaire ne dispose pas de Plan de prévention des risques naturels Mouvements de terrain. D'après la base de données INFOTERRE, deux Eboulements rocheux sont référencées à environ 200m du site étudié, au sein des micaschistes.

Aucune cavité naturelle, n'est référencé à proximité du site (< 500m).

1.8.5 Risque sismique

Selon la réglementation parasismique applicable depuis le 1^{er} mai 2011, le projet se trouve sur une commune classée en zone de sismicité 2 (sismicité faible).

Selon la catégorie retenue pour cette zone d'aléa, le décret le décret n°2010-1255 peut imposer des exigences parasismiques.

1.8.6 Amiante naturelle

Selon les cartes d'INFOTERRE, la commune fait l'objet d'une cartographie au 1/50 000 du risque d'amiante environnemental et le terrain est classé à titre indicatif en zone NSPA non affecté – Formations superficielles allochtones.

Le décret relatif aux modalités d'application de la norme sur l'amiante environnemental n'est pas encore publié mais la Maitrise d'Ouvrage peut solliciter un BE spécialisé pour effectuer un diagnostic amiante conformément à la norme NF P94-001.

2 INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES

2.1 Implantation et nivellement

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

Les altitudes des têtes des sondages ont été estimées à partir des cotes topographique figurant sur le Plan Etat des Lieux qui nous a été transmis.

Notons que compte tenu de la présence d'un réseau de refoulement des eaux usées sur le chemin, non localisable sans moyen de détection adéquate, un sondage destructif avec essais pressiométrique et un sondage pénétrométrique prévus initialement n'ont pas pu être réalisés.

2.2 Investigations réalisées

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

Type de sondage	Référence	Cote mNGF	Prof. / TN	Nbr d'Essais/commentaires
Sondage pressiométrique Norme NF P 94-110 Méthode de forage : tarière hélicoïdale continue Ø 64 mm	SP1	+19.8m	8.0m	Enregistrement des paramètres de forages 5 Essais pressiométriques
Sondage carotté Méthode de forage : carottier rotatif Ø 90 mm	SC	+19.8m	4.0m	Prélèvement des échantillons carottés
Essais au pénétromètre dynamique lourd Norme NF P 94-115 Méthode : GEOTOOL 750	P1	+19.8m	2.6m	Arrêt par refus
	P2	+19.7m	1.7m	Arrêt par refus

La coupe lithologique associée au sondage destructif sont estimées à partir des cuttings de forages, des paramètres de forage et des indications données par l'équipe de sondage.

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

2.3 Essais en laboratoire

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

Type d'essai	Quantité
Teneur en eau naturelle - NF EN ISO 17892-1	1
Analyse granulométrique par tamisage - NF EN ISO17892-4	1
Valeur au bleu du sol (VBS) - NF P94-068	1
Classification des sols (GTR 92) - NF P11-300	1

3 SYNTHÈSE GEOTECHNIQUE

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

- les échantillons remaniés prélevés à la tarière hélicoïdale avec une précision verticale de +/- 20 cm,
- les cuttings de forage ;
- la visualisation des sols au droit du sondage carotté,
- les valeurs pressiométriques qui permettent de définir la compacité des sols ;
- les diagrammes de résistance dynamique de pointe qui permettent d'apprécier la compacité des sols meubles jusqu'au refus éventuel avec une mesure tous les 10 cm ;
- les essais en laboratoire, notamment la valeur au bleu ou les limites d'Atterberg qui permettent d'appréhender le degré d'argilosité des sols ;
- l'analyse granulométrique des sols.

Les limites de couches au droit des essais au pénétromètre dynamique sont interprétées ou extrapolées à partir des diagrammes de résistance dynamique de pointe. Il s'agit d'essais complémentaires pour resserrer la maille inter-sondages.

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

3.1 Stratigraphie du terrain - caractéristiques mécaniques

Les sondages réalisés ont permis de mettre en avant les horizons suivants :

➤ **Horizon R : Remblais/recouvrement**

Cet horizon correspond vraisemblablement à des matériaux remaniés / remblais mis en place lors des anciens aménagements du site.

- Aspect visuel : Limons graveleux,
- Profondeur de la base : variable de 0.3m/TA (**P2**) à 0.5m/TA (**P1**),
- Cotes de la base : de +19.3mNGF à +19.4mNGF,
- Caractéristiques mécaniques :
 - Résistance dynamique de pointe : $2 \leq R_d \leq 6$ MPa.

Des variations de nature et d'épaisseur des **recouvrement/remblais (R)** sont à attendre dans l'emprise du projet. Le site n'étant pas complètement vierge (présence de réseaux enterrés, démolitions,...), nous attirons l'attention des différents intervenants sur les points suivants :

- un potentiel remaniement partiel ou général du terrain en surface lors des différents aménagements successifs,
- la mise en œuvre antérieure de remblais autochtones et/ou d'apports sur des épaisseurs différentes,
- la nécessité de comparer le plan topographique originel du site à l'actuel afin d'apprécier les épaisseurs de terrain remanié.

➤ **Horizon S1a : Frange d'altération du substratum**

Cet horizon semble correspondre à la frange d'altération du substratum référencé sur le site.

- Aspect visuel : Limons sableux avec des passées sablo-graveleuses,
- Profondeur de la base : 6.0m/TA (**SP1**),

- Cote de la base : +13.8 NGF (**SP1**),
- Caractéristiques mécaniques :
 - Pression limite : $1.8 \leq p_l^* \leq 2.2$ MPa,
 - Module pressiométrique (E_M) : $31.8 \leq E_M \leq 38.7$ MPa,
 - Résistance dynamique de pointe : $7 \leq R_d > 50$ MPa (refus).

Les sondages pénétrométriques **P1** et **P2** ont respectivement obtenu des refus de battage à 2.6m et 1.7m de profondeur/TA. Ces refus semblent avoir été obtenu sur le toit des passées graveleuses identifiées au droit de cet horizon.

➤ **Horizon S1b : Substratum rocheux**

Cet horizon correspond vraisemblablement au substratum composé de micaschiste référencé en profondeur.

- Aspect visuel : Micaschistes plus ou moins altérés et fracturés.
- Epaisseur : > 2.0m (**SP1**),
- Profondeur de la base : Non atteinte > 8m/ TN (**SP1**),
- Cote de la base (m NGF) : < +11.3m (**SP1**).
- Caractéristiques mécaniques :
 - Pression limite : $p_l^* \leq 4.8$ MPa,
 - Module pressiométrique (E_M) : $E_M \leq 226$ MPa.

Les profondeurs interprétatives de chaque formation, au droit des sondages réalisés, sont résumées dans le tableau suivant :

	SP1	SC
Profondeur base R (m/TN)	0.5	0.5
Cote base R (m NGF)	+19.3	+19.3
Profondeur base S1a (m/TN)	6.0	> 4.0
Cote base S1a (m NGF)	+13.8	< +15.3
Profondeur base S1b (m/TN)	> 8.0	-
Cote base S1b (m NGF)	< +11.8	-

3.2 Niveaux des eaux souterraines

Lors de notre intervention, un niveau d'eau non stabilisé en fin de sondage a été identifié à 4.2m de profondeur/TN au droit du sondage **SP1**.

Ce niveau d'eau semble correspondre à des circulations d'eau de versant, ainsi des circulations erratiques d'eaux seront susceptibles de se produire au sein des formations superficielles notamment en période pluvieuse.

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

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

Nota : Ces relevés restent ponctuels. Une étude hydrogéologique est conseillée dans les phases ultérieures d'études afin de définir les niveaux caractéristiques des eaux, notamment en présence d'un vallon d'écoulements temporaire présent en aval du projet.

3.3 Résultats d'essais en laboratoire

Les résultats des essais en laboratoire opérés dans le cadre de la présente mission sont indiqués dans le tableau ci-après :

Sondage	SC
Id. formation	Sol S1a
Nature de sol	Sables graveleux-limoneux
Profondeur (m)	1.7m à 1.8m
Teneur en eau naturelle W_{nat} (%)	9.7
D max (mm)	31
Passant 80 μ m (%)	13.2
Passant 63 μ m (%)	12.0
Valeur au bleu du sol VBS	0.38
Classe GTR 92	D1/B5
Classe GTR 2023	S4

Les analyses en laboratoire réalisées mettent en avant des sables graveleux-limoneux, de classe S4 selon le GTR2023.

3.4 Sensibilité au retrait-gonflement des sols argileux

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

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

Le tableau ci-dessous rappelle les caractéristiques obtenues :

Sol	Passant à 80 μm (%)	Valeur au bleu VBS	Sensibilité du sol à la variation de volume
S1a	13.2	0.38	Faible

Il résulte que les sols du site sont faiblement sensibles au phénomène du retrait-gonflement.

4 APPLICATIONS GEOTECHNIQUES AU PROJET

4.1 Modèle géotechnique retenu

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

Les paramètres indiqués dans le modèle sont les plus représentatifs au regard des résultats des essais, des hétérogénéités observées dans chaque sol et du nombre d'essais.

A la vue de l'ensemble des données acquises à ce jour, les caractéristiques moyennes retenues au stade G2 PRO sont données dans les tableaux ci-après :

Id.	Nature du sol	Base de la couche	Résistance de pointe q_d (MPa)	Valeurs pressiométriques		
		Profondeur (m/TA)		p_l^* (MPa)	E_M (MPa)	α
R	Remblais/recouvrement	0.5m	2 à 6	-	-	-
S1a	Limons sablo-graveleux (Arènes)	6m	7 à > 50	1.8	35	0.33
S1b	Micaschistes +/- altérés et fracturés	> 8m	-	4.9	220	0.50

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

En première approche, les paramètres de calculs à prendre en compte à ce stade de l'étude sont énoncés dans le tableau ci-dessous :

		Profondeur	γ	C'	Φ'
		[m/TN]	[kN/m3]	[kPa]	[°]
R	Remblais/recouvrement	0.5 m	18*	0*	35*
S1a	Limons sablo-graveleux	6.0m	20*	0*	35*
S1b	Micaschistes +/- altérés et fracturés	8.0m	22*	15*	30*

* Ces valeurs sont données à titre indicatifs, elles pourront être vérifiées par la réalisation d'essais de cisaillement sur échantillons intacts.

Note importante : la profondeur et la cote altimétrique des différentes limites de couches étant variables, elles seront considérées au cas par cas en fonction du type de structure considéré et du modèle de calcul le plus pertinent (type « modèle de terrain » ou sondage spécifique).

4.2 Niveaux caractéristiques des eaux souterraines

Nous rappelons qu'un niveau d'eau a été identifié à 4.2m d profondeur/TA au droit du sondage SP1.
Il convient de noter qu'il s'agit de niveaux d'eau non stabilisés.

Le contexte hydrogéologique du site est ainsi caractérisé par la présence de circulations d'eau sans lien avec une réelle nappe.

Cette venue d'eau semble correspondre à des circulations d'eau de versant.

Ces eaux pourront avoir un caractère permanent, avec des débits qui pourront être importants, notamment en période hivernales, ainsi des dispositions spécifiques visant à évacuer ces eaux seront vraisemblablement nécessaires.

4.3 Conditions sismiques

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

- Zone sismique : 2
- Accélération : 0.7
- Classe de sol : A
- Coefficient de sol S : 1.0
- Catégorie de bâtiment : I
- Coefficient d'importance Y_I : 0.8

En zone de sismicité 2, les règles de l'Eurocode 8 ne sont pas requises pour les ouvrages de catégorie I.

La catégorie d'ouvrage devra nous être confirmée par le maître d'ouvrage.

4.4 Zone d'influence géotechnique (ZIG)

D'après la coupe qui nous a été transmise, des terrassements en déblais de l'ordre de 1m de hauteur seront nécessaires en aval du chemin piéton existant.

Compte tenu de la localisation du site dans un versant en pente, les travaux à réaliser, les déblais pourront avoir un impact sur la stabilité des terrains en amont et en aval, vis-à-vis du glissement et ce, au-delà du chemin piéton.

En première approche, les distance d'influence sont de l'ordre de 3 fois la hauteur des talus amont, soit environ 3 m à compter des pieds des talus.

Les conditions d'aménagement des talus sont présentées au § 5.4.

Des dispositions spécifiques pourront être nécessaires pour assurer la stabilité du chemin piéton et du mur de soutènement amont, tant en phase travaux qu'en phase définitive.

4.5 Adaptations techniques retenues

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

- L'hétérogénéité lithologique et/ou mécanique des terrains dans l'emprise de l'ouvrage.
- La réalisation de terrassements en déblais sur 1m de hauteur en aval d'un chemin piéton existant dont il conviendra d'assurer la stabilité tant en phase travaux qu'en phase définitive.
- La présence de circulations d'eau (suintements) qui peuvent être importantes notamment en période pluvieuse.
- L'agressivité des sols et/ou de l'eau vis-à-vis des bétons non connue à ce jour.

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

- La réalisation d'un mur de soutènement en L reposant sur une semelle filante,
- La réfection de la couche de forme du chemin piéton.

4.6 Remarques importantes

Dans le cas où les principes constructifs retenus en phase travaux diffèreraient de ceux proposés dans la présente étude, les incidences techniques devront impérativement être étudiées dans le cadre de la mission G3 et validées en G4.

Le cas échéant, cela nécessitera une reprise partielle à complète de la présente étude G2 PRO (dans le cadre d'une modification du projet).

5 TERRASSEMENTS

5.1 Conditions générales de terrassements

5.1.1 Recommandations générales

- L'ensemble des terrassements devra être réalisé conformément au Guide Technique pour la réalisation des Remblais et des couches de forme (G.T.R. 92).
- Les matériaux de recouvrement (TV et remblais) ainsi que les matériaux impropres à l'assise des plateformes devront être préalablement décapés.
- Les éventuels fossés de drainage existants qui seraient mis à jour devront impérativement être conservés, busés ou déviés moyennant une étude hydraulique si nécessaire, afin de maintenir un bon drainage des eaux.
- L'entreprise devra, dans la mesure du possible, réaliser une pente d'évacuation des eaux au niveau des fonds de forme, de manière à les canaliser vers un exutoire approprié.
- La réalisation des déblais devra respecter les conditions d'exécution suivantes :
 - procéder au terrassement de la dernière couche de sol « en retro », sans faire évoluer les engins sur la pleine masse définitive.
 - interrompre les travaux lorsque les conditions météorologiques sont trop défavorables.
- La surveillance de l'évolution des conditions météorologiques en incombe au terrassier qui devra prévoir à l'avance les mesures et dispositions conservatoires visant à protéger la qualité et la compacité de la plateforme dans le cas d'une dégradation pluvieuse (arrêt anticipé du chantier, protection et fermeture du fond de fouille, conservation d'une garde protectrice de terrassement, etc...).
- Par ailleurs, afin d'éviter des purges supplémentaires de matériaux détériorés par les eaux météoriques notamment, il est préférable de conserver une garde de 20 cm d'épaisseur de sol au niveau du fond de fouille général, qui sera enlevée au dernier moment, si celui-ci doit rester plusieurs jours à l'air libre.

5.1.2 Travaux préparatoires – décapage de surface

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

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

Localement, des vestiges de remblais de construction pourront être mis en évidence. Ces derniers devront être purgés. Les remblais et vestiges devront être intégralement purgés, puis remblayés selon une méthodologie adaptée avec la réalisation des contrôles associés.

5.2 Aménagements des plateformes de travaux

Nous rappelons que l'insertion du mur de soutènement en aval du chemin piéton devrait nécessiter la réalisation de terrassement en déblais sur environ 1.0m de hauteur.

5.2.1 Drainage du terrain

Les matériaux correspondant aux remblais/matériaux de couverture (sol R) et aux arènes limono-sableuses (Sol S1a) pourront être sensibles à l'eau et leur portance pourra se dégrader rapidement.

Nous rappelons que des venues d'eau/suintement potentiellement importants seront susceptibles de se produire durant la phase de terrassement. Il conviendra donc de procéder au drainage du terrain par un dispositif de collecte et d'évacuation des eaux au moyen de tranchées, fossés, rigoles, drains et pompage si nécessaire.

Une réalisation en période météorologiques favorable (période sèche et absence d'intempéries) permettra de limiter la présence d'arrivées d'eau ponctuelles.

L'importance du dispositif, en termes de densité et de profondeur des ouvrages ainsi que de capacité de pompage, devra être adaptée à l'importance des arrivées d'eau et aux sources de réalimentation. Les eaux captées devront être évacuées vers un exutoire stable et pérenne, par gravité (pente $\geq 1.5\%$) ou par un système de pompage sur puisards.

5.2.2 Réalisation des déblais

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

Cependant, la présence de blocs au sein des sols superficiels (Sol S1) pourra nécessiter l'utilisation d'engins ou de procédés adaptés (éclateur, pelle puissante, brise-roche hydraulique, marteau pneumatique, ...).

L'incidence des vibrations induites par ces procédés devra être prise en compte vis-à-vis des ouvrages existants et avoisinants.

Le cas échéant, des mesures de protection devront être mises en œuvre. Des capteurs de vibrations devront être mis en place.

5.2.3 Fond de forme

En cas de portance insuffisante du fond de forme après décapage et drainage du terrain, on pourra envisager son renforcement par une des techniques suivantes :

- Un cloutage à l'aide de matériaux d'apport grossiers, type 50/150 à 100/300, à mettre en place par compactage intense et par roulement des engins de chantier,
- Une purge généralisée ou localisée et substitution avec des matériaux granulaires non sensibles à l'eau, à mettre en place par compactage,

Ces aménagements devront conduire à l'obtention d'une portance minimale EV2 de 20 à 30 MPa.

D'une manière générale, en vue de préserver la qualité des plateformes, il sera nécessaire de réaliser les travaux par temps sec. Lors des intempéries des arrêts de chantier sont à respecter.

5.3 Conditions de talutage

Nous rappelons que l'insertion du mur de soutènement projeté devrait nécessiter la réalisation de terrassements en déblais sur 2.0m de hauteur maximum.

Compte tenu de la configuration du site, et à la vue des espaces disponibles, avec la présence d'un chemin piéton existant surmonté d'un mur de soutènement de 1.5m de hauteur en moyenne, nous conseillons la réalisation d'un talutage provisoire, par phasage alterné, suivant les pentes suivantes :

- **sols R** : 1H/1V sur 0.5m de hauteur,
- **sol S1a** : 1H/2V pour une hauteur maximale de 1.5m et sous réserve de l'absence de suintements/venue d'eau.

Lors du profilage des talus, des éboulements ou des affouillements peuvent se produire notamment à la faveur de variations latérales de faciès, d'anomalies ponctuelles ou de venues d'eau localisées. Les passées graveleuses et/ou sableuse seront de nature à engendrer des instabilités par perte de cohésion.

Dans ce cas, il faudra suspendre les travaux et mettre en place, si nécessaire, un système de confortement provisoire (remblais d'épaulement, étaies, etc...) et prévenir le géotechnicien chargé du suivi géotechnique d'exécution en vue de proposer des mesures de confortement adaptées.

Les dispositions générales à prendre en compte sont les suivantes :

- Proscrire les chargements même provisoires à proximité des crêtes des talus,
- Protéger les surfaces en pente, au moyen de nappes de polyane, ou, selon les conditions hydriques, avec des géotextiles drainants, solidement fixés au sol,
- Aménager des fosses étanches de captage des eaux de ruissellement en crête et en pied de talus,
- Mettre en place un réseau de drainage relié à un exutoire stable (sans possibilité de refoulement) en cas de venues d'eau en fond de fouille,

6 OUVRAGE DE SOUTÈNEMENT

6.1 Principe général

Nous rappelons que le projet prévoit la création d'un mur de soutènement de type Cantilever, de 2.0m de hauteur (dont 1.1m hors sol).

6.2 Documents de référence / méthodes de calculs

Le document de référence pour le dimensionnement des murs de soutènement est la norme NF P94-281 relative aux « *Ouvrages de soutènement de type murs* ».

Par ailleurs, les normes suivantes sont également utilisées :

- Norme NF EN 1998-1 et NF EN 1998-5 (Eurocode 8) relative aux calculs sous sollicitations sismiques,
- Norme NF EN 1992-1-1 (Eurocode 2) relative aux calculs des structures en béton.

Conformément aux dispositions de la norme NF P94-281, le prédimensionnement des ouvrages de soutènement est effectué en vérifiant les conditions de stabilité suivantes :

- Stabilité externe (selon l'approche 2) :
 - Poinçonnement du sol support à l'ELU et à l'ELS,
 - Excentricité à l'ELU et à l'ELS,
 - Glissement horizontal à l'ELU.
- Stabilité interne (selon l'approche 2) :
 - Résistance structurale à l'ELU.

La vérification de la stabilité externe consiste à obtenir un coefficient de sécurité satisfaisant vis-à-vis des risques de poinçonnement, glissement et renversement à l'aide du logiciel GEOMUR qui utilise les principes de la méthode de Culmann.

La vérification de la stabilité générale consiste à obtenir un coefficient de sécurité satisfaisant ($F > 1$ en utilisant des coefficients de sécurité partiels) vis-à-vis du risque de grand glissement (ou glissement d'ensemble) à l'aide du logiciel GEOSTAB et selon la méthode de Bishop pour un calcul à la rupture. Les surfaces de rupture sont donc supposées circulaires et les calculs sont effectués à l'Eurocode Fondamental – Ouvrage courant ainsi qu'au séisme.

La vérification de la résistance structurale de l'ouvrage devra être effectuée par le BET de l'entreprise.

6.3 Etude des fondations superficielles (Norme NF P94-261)

Les caractéristiques géotechniques du terrain permettent d'envisager de faire reposer le mur de soutènement projeté sur un mode de fondations superficielles au moyen de semelles filante ou isolées.

6.3.1 Sol d'assise et conditions d'ancrage

Les fondations devront être ancrées dans les arènes (sol S1a) à une profondeur de 0.8m par rapport au terrain fini qui sera présent en pied de mur.

La profondeur d'assise des fondations devra respecter simultanément toutes les conditions suivantes :

- Assurer la mise hors gel recommandée pour la région, soit 0.5 m de profondeur à partir des surfaces finies du projet exposées au froid,
- Assurer un ancrage d'au moins 0.3 m dans la couche d'assise désignée ci-dessus et au-delà de tout remblai éventuel et/ou terrains remaniés par les travaux ou les intempéries,

Lors de la réalisation des fondations, il faudra vérifier la conformité du sol au niveau de chaque fond de fouille ainsi que l'ancrage dans la couche d'assise.

6.3.2 Contraintes admissibles

Les contraintes admissibles ont été évaluées par la méthode pressiométrique.

Compte tenu de la nature des sols d'assise des fondations et des résultats des essais effectués, les contraintes à retenir au stade de l'avant-projet, sont de **260 kPa** pour les justifications aux ELS et de 425 kPa pour les justifications aux ELU.

Remarque : ces valeurs sont valables dans le cas de charges verticales. Dans le cas où les charges seraient inclinées, il conviendrait d'appliquer un coefficient minorateur $i\delta$ qui tient compte de l'inclinaison de la charge, de la nature du sol et de l'encastrement requis (cf. les recommandations de la norme NF P94-261). De même, un coefficient minorateur $i\beta$ doit être appliqué à proximité d'un talus en aval de la fondation.

6.4 Hypothèses particulières

6.4.1 Hauteurs du soutènement

En l'absence de coupe du projet, nous retiendrons les caractéristiques suivantes :

- Profil :
 - Niveau fini de la plateforme supérieure : +19.5 m NGF environ,
 - Niveau du terrain fini en pied de mur : +18.9m NGF environ,
 - Cote de la base de la semelle du mur : +18.6m NGF,
 - Hauteur totale du mur : 2.0m (dont 1.1m hors sol).
 - Epaisseur du mur : 0.15m,
 - Largeur de la semelle en pied : 1.0m.
 - Epaisseur de la semelle : 0.3m.

6.4.2 Propriété des matériaux

Les matériaux retenus pour l'ouvrage de soutènement sont les suivants :

- Structure B.A. :
 - Poids volumique du béton armé γ_{ba} : 25 kN/m³,
 - Résistance à la compression $R_{c;d}$: 30 MPa (C25/30),
- Gros béton de rattrapage éventuel :
 - Poids volumique du béton γ_b : 22 kN/m³.

6.4.3 Surcharges

Les ouvrages projetés s'inséreront en aval d'un chemin piéton, sur lequel des véhicules de secours sont susceptibles de passer de manière occasionnelle, ainsi nous prendrons en compte les surcharges suivantes :

- Profil Mur de soutènement :
 - Surcharge n°1 : routière VL et PL occasionnelle de 20 kPa, à l'arrière du mur de soutènement,

6.4.4 Paramètres sismiques

Le site étant situé en zone de sismicité 2 (sismicité faible), aucun paramètre sismique n'a été pris en compte.

6.5 Vérification de la stabilité

6.5.1 Stabilité externe

La stabilité externe est vérifiée à l'aide du logiciel GEOMUR, dont les résultats sont insérés en annexe en prenant en compte les coefficients partiels définis par les Eurocodes.

Les résultats en situation statique sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

<i>Mur</i>	<i>État</i>	<i>Poinçonnement</i>		<i>Renversement / excentricité</i>		<i>Glissement</i>	
		<i>V_d (kN)</i>	<i>R_{v;d} (kN)</i>	<i>e (m)</i>	<i>B (m)</i>	<i>H_d (kN)</i>	<i>R_{h;d} + R_{p;d}</i>
Mur de soutènement	ELU	31.62	98.36	0.111	$1.35 \times 7/15 = 0.467$	10.98	22.36
	ELS	30.39	85.77	0.087	$1.35 \times 1/4 = 0.25$	-	-

6.5.2 Stabilité interne

La stabilité interne repose sur le dimensionnement du ferrailage pour le mur en L, à la charge du B.E. béton armé de l'entreprise.

6.5.3 Justification de la stabilité générale de l'ouvrage à long terme

6.5.3.1 Documents de référence / méthodes de calculs

La norme relative à l'étude de stabilité des talus (ouvrages en terre) n'est pas encore éditée (NF P94-290).

En attendant, on examine la stabilité vis-à-vis d'un glissement circulaire englobant l'écran. Les calculs sont effectués suivant la méthode des tranches de Bishop à l'aide du logiciel GEOSTAB.

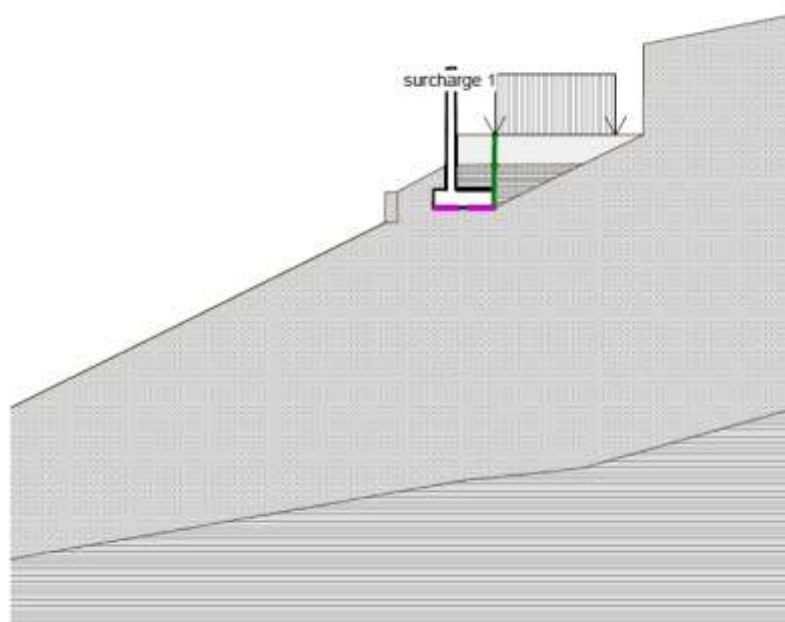
Pour la justification de l'ensemble vis-à-vis de la stabilité générale aux ELU – situation durable, la méthode de calcul adoptée est celle de l'approche 3 définie par l'Eurocode 7 et ses normes françaises d'application. Cette méthode vise un coefficient de sécurité de 1.00.

Ces calculs sont également menés à l'aide du logiciel GEOSTAB.

6.5.3.2 Caractéristiques géométriques

Nous rappelons qu'aucune coupe du projet ne nous a été transmise à ce jour, nous retiendrons ainsi les caractéristiques géométriques suivantes :

- Niveau fini de la plateforme supérieure : +19.5 m NGF environ,
- Niveau du terrain fini en pied de mur : +18.9m NGF environ,
- Cote de la base de la semelle du mur : +18.3m NGF,
- Hauteur totale du mur : 2.0m,



Vue du profil retenu

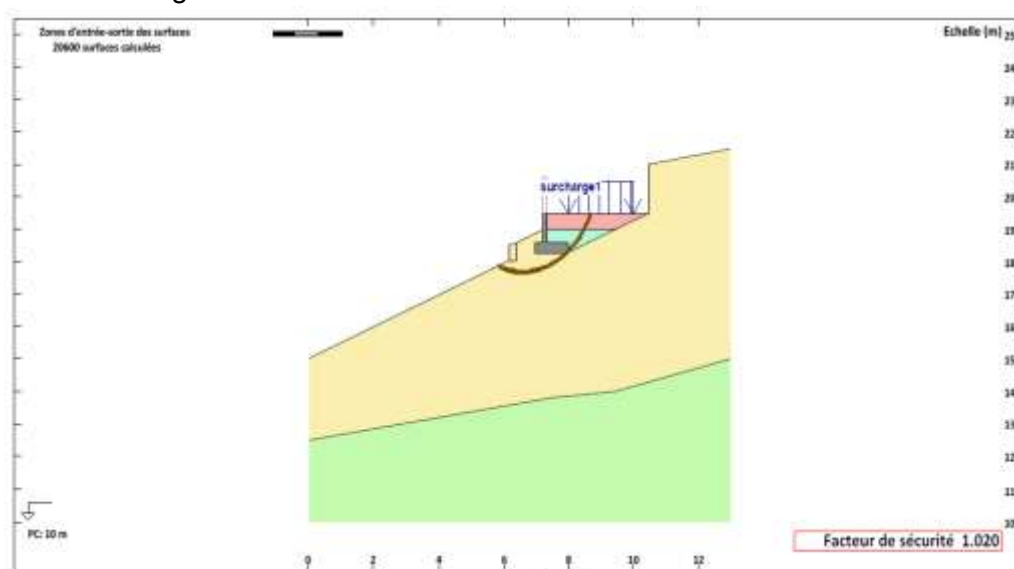
6.5.3.3 Surcharges

Nous prendrons en compte une surcharge routière VL et PL occasionnelle de 20 kPa, à l'arrière du mur de soutènement.

6.5.3.4 Résultats de stabilité générale

En phase définitive, la stabilité générale du mur est vérifiée par le calcul mené selon l'approche 3 définie par l'Eurocode 7 en recherchant un coefficient $F \geq 1.00$.

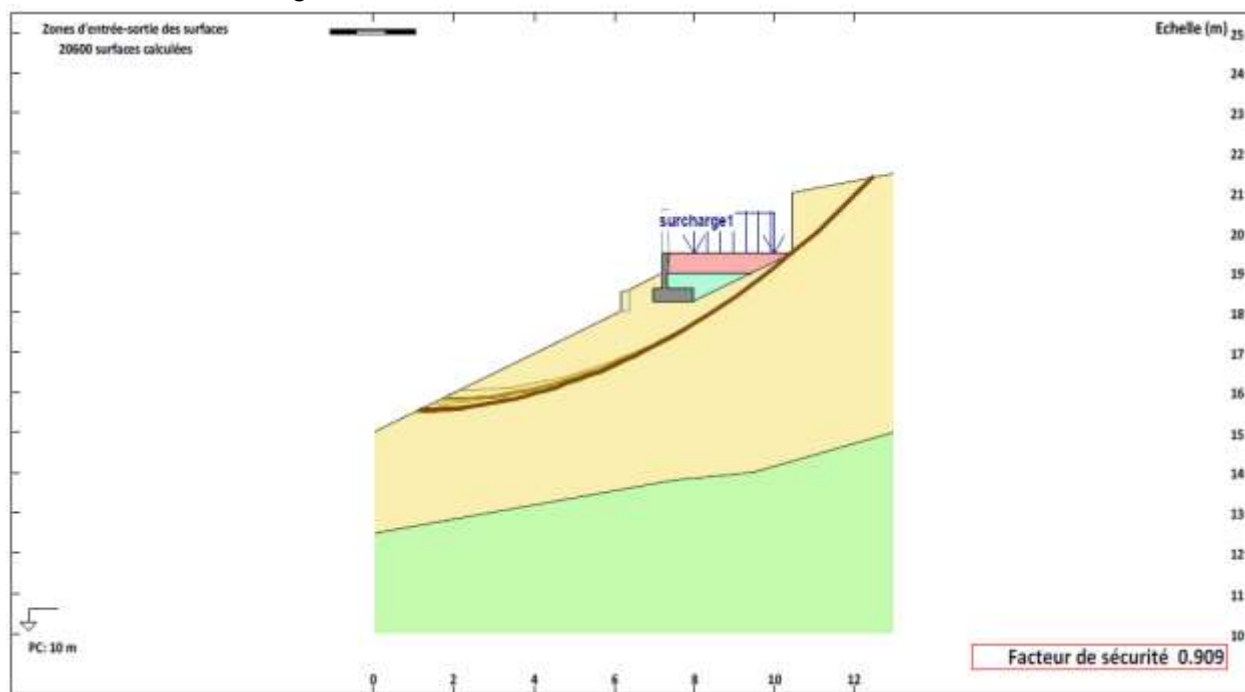
Les résultats de la stabilité générale du mur obtenus sont les suivants :



Dans cette configuration, la stabilité du mur est assurée.

Notons cependant que la stabilité générale du site n'est pas assurée à long terme suivant le profil altimétrique retenu (coefficient $F < 1$).

Les résultats de la stabilité générale du mur obtenus sont les suivants :



Le détail des calculs est présenté en annexe 7.

En l'absence de cote altimétriques en aval et en amont du projet et de coupe du projet, le profil de stabilité général est donné à titre indicatif.

La vérification de la stabilité de l'ouvrage à créer et de la stabilité générale du site devra être vérifiée dans le cadre d'une mission G2 PRO complémentaire ou dans le cadre de la mission G3.

7 DISPOSITIONS COMPLEMENTAIRES

7.1 Conditions et précautions d'exécution des fondations

L'interprétation géologique présentée dans ce rapport à partir des résultats des sondages ponctuels, correspond à la structure lithologique la plus probable du sous-sol, étant entendu que des variations d'altitude ainsi que des variations latérales peuvent exister et peuvent être découvertes au moment des travaux.

Le dimensionnement des fondations est du ressort du BET structure. Cependant, les points suivants sont à signaler pour les semelles :

- Pour des raisons de bonne exécution, la largeur des fondations doit être supérieure à 0.5 m pour des semelles filantes (cela permet d'assurer un enrobage correct des armatures standards).
- En cas d'attente forcée entre la fin de l'excavation et le bétonnage, un béton de propreté sera immédiatement coulé après terrassement afin d'éviter l'altération du sol de fondation.

Par ailleurs, les adaptations structurelles suivantes doivent être prises en compte :

- en cas de sols compressibles présents sur une partie du terrain, des joints toute hauteur et rapprochés peuvent être envisagés en vue de réduire l'effet des tassements différentiels ;
- en vue de limiter l'effet des tassements différentiels prévisibles, le soubassement de la construction devra être rigidifié ;
- en cas de deux ouvrages ou de deux parties d'un même ouvrage, fondés de façon différente ou présentant un nombre différent de niveaux, il conviendra de s'assurer que la structure peut s'adapter aux tassements différentiels ; le recours à des joints de construction est à envisager.

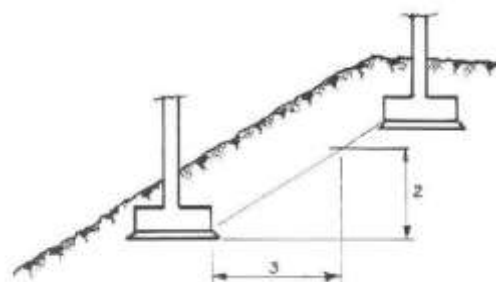
En cas de sur-profondeurs du toit de la couche d'ancrage, il faudra approfondir la fouille autant que nécessaire pour assurer l'ancrage dans la couche désignée comme assise des fondations. Le rattrapage pourra être réalisé avec un béton grossier.

En cas de mauvaise tenue des parois des fouilles et/ou en présence de la nappe, des solutions de blindage des fouilles pourront être nécessaires.

En présence de la nappe à faible profondeur, la réalisation de pompage pourra également être nécessaire.

De même, les poches molles ou remaniées qui subsisteraient en fond de fouille seront purgées et comblées par un béton grossier.

Dans les zones non soumises à la réglementation sismique (Eurocode 8), des fondations établies à des niveaux différents et à proximité de talus doivent respecter une règle des 3 de base pour 2 de hauteur entre arêtes de fondations et/ou pied de talus.



A noter que l'exécution des fondations doit également respecter les prescriptions du DTU 13-1 en date de septembre 2019.

7.2 Dispositions constructives pour la réalisation d'un mur en L

Les murs devront être dimensionnés en soutènement apte à reprendre les poussées générées par les terres et les ouvrages existants présents en amont.

Il conviendra de mettre en place des joints de dilatation correctement espacés sur le linéaire du mur. Il est conseillé de donner un peu de fruit à l'ouvrage.

En fonction des valeurs de poussée et de butée appliquées à la structure par les terres amont (estimées par le BET Structure), des clous correctement maillés et dimensionnés pourront être envisagés afin d'assurer la stabilité de l'ouvrage.

Quelle que soit la fondation des murs réalisés, il conviendra à ce qu'ils soient dimensionnés au poinçonnement, au renversement et à la flexion.

Le dimensionnement de ce mur devra faire l'objet d'une étude spécifique dans le cadre de la mission G3 EXE.

Les murs de plus de 2.50m de hauteur nécessitent généralement un clouage pour assurer leur stabilité à long terme.

Le mur de soutènement envisagé ne devra pas avoir une hauteur de plus de 2m.

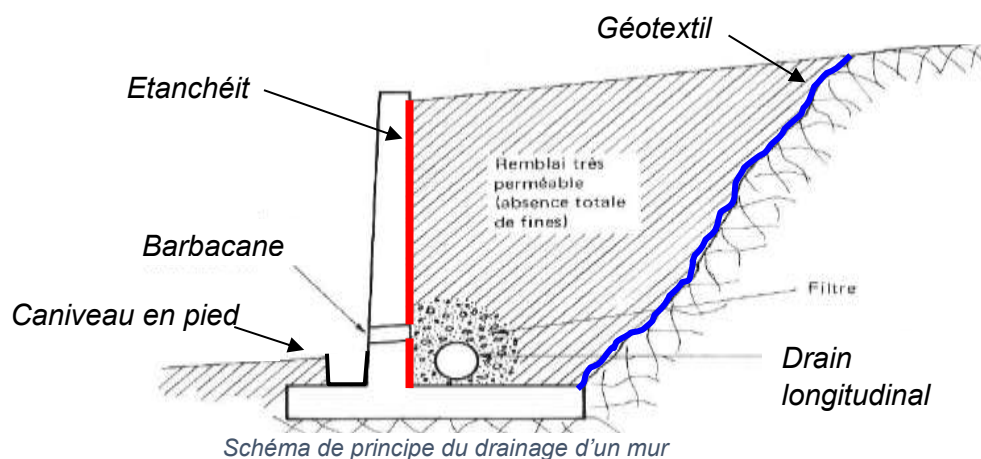
Les éventuelles circulations d'eau à l'arrière du mur projeté seront traitées par des dispositifs drainants appropriés :

- Remblais à l'arrière de l'ouvrage constitués de matériaux drainants, grave propre par exemple, insensibles à l'eau et protégés par un géotextile,
- Etanchéité adéquate sur les parties arrière du mur,
- Dispositif drainant longitudinal en base arrière, avec cunette et exutoire gravitaire assurant l'évacuation des eaux résiduelles,
- Mise en place de barbacanes disposées de manière régulière, en nombre suffisant, avec une densité plus importante en base de mur,
- Cunette béton en pied pour récupérer les écoulements des barbacanes.

Ces différents équipements seront munis de regard de contrôle de fonctionnement et seront entretenus périodiquement.

L'ensemble des eaux ainsi collectées sera dirigé hors de l'emprise de l'ouvrage, vers le réseau pluvial du site.

Le mur devra faire l'objet d'un drainage efficace afin d'éliminer la mise en charge de l'ouvrage due aux pressions interstitielles (infiltration des eaux de ruissellement et venues d'eaux internes).



En cas de soutènement avec remblaiement à l'arrière, les coefficients de poussée associés aux remblais d'apport dépendront directement de leur nature et des conditions de mise en œuvre. Celles-ci devront suivre les recommandations du Guide des Terrassements Routiers du LCPC SETRA de 1992. Il est conseillé de retenir un matériau granulaire frottant à l'arrière de l'ouvrage.

8 CONCEPTION DE LA VOIRIES

Ce paragraphe traite spécifiquement de la voirie du chemin de la descente de la plage de Bonporteau. Il s'agit d'une voie piétonne, cependant des véhicules de secours (VL et PL) sont susceptibles de l'emprunter de manière occasionnelle.

8.1 Documents de référence

Le prédimensionnement des structures types de voirie est effectué à partir des règlements suivants :

- Le Guide Technique de réalisation des remblais et des couches de forme SETRA & LCPC de septembre 1992 (GTR),
- Le Guide Technique : « conception et dimensionnement des structures de chaussées » édité par le LCPC (décembre 2004),
- Le catalogue des structures types de chaussées neuves du réseau routier national (1998).

8.2 Assise de la structure de voirie (P.S.T.)

La partie supérieure des terrassements correspondra à un cas de PST1 / AR1.

Il conviendra de la ramener à un état PST2 / AR1 minimum en procédant à un cloutage du sol support ou à une amélioration de ce dernier (cf. § 4.6.5.3).

Dans tous les cas, un compactage du fond de forme devra être effectué à 95 % de l'OPN avec un engin adapté à la nature des sols.

Une vérification de la portance de la P.S.T. est conseillée par essais à la plaque (**Objectif EV2 > 30 MPa**) ainsi qu'une vérification visuelle de l'absence de point dur (blocs, ...).

8.3 Couche de forme sous voirie

La structure d'assise de la voirie de type VL/PL respectera les préconisations données ci-après :

Sur une P.S.T. de nature limono-sablo-graveleuses (sol S1a)	
Mise en œuvre de la structure support de voirie	<ul style="list-style-type: none">• Géotextile anti-contaminant*• 0.50m de couche de forme en concassé R₂₁ / R₆₁ ou GNT D₂ / D₃, de granulométrie 0/40 ou 0/80• Compactage de la couche de forme à 95 % de l'OPM• Mise en œuvre de la couche d'assise (base et fondation) à définir par la Maitrise d'œuvre
* non obligatoire (épaisseur de couche de forme à réduire de 10 cm si géotextile mis en œuvre)	

Pour une voirie PL, l'épaisseur de couche de forme granulaire devra être augmentée de 0.20m.

En cas de couche de forme envisagée en sols traités, une étude spécifique devra être menée sur la base d'aptitudes au traitement conformément à la norme NF P94-100.

8.4 Critères de réception

Dans le cas d'une couche de forme en matériaux d'apport granulaires, les critères de réception à retenir sur la couche de forme, à l'aide d'essais à la plaque, pour une PF2 (VL) sont :

- Module EV2 \geq 50 MPa,
- Rapport EV2/EV1 $<$ 2.

Dans le cas d'une couche de forme en matériaux d'apport granulaires, les critères de réception à retenir sur la couche de forme, à l'aide d'essais à la plaque, pour une PF2qs (PL) sont :

- Module EV2 \geq 80 MPa,
- Rapport EV2/EV1 $<$ 2.

Dans le cas où les portances souhaitées ne seraient pas atteintes, une adaptation de la structure support devra être envisagée. Une étude particulière sera effectuée en phase travaux dans le cadre des missions G3 et G4.

9 CONDITIONS GENERALES DE VALIDITE DU RAPPORT

Le présent rapport a été établi en fonction des données transmises. Il conclut la mission G2 phase PRO qui nous a été confiée.

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

GEOTECHNIQUE SAS reste donc à la disposition de la Maitrise d'Ouvrage pour tout renseignement complémentaire et pour la réalisation des missions ultérieures (étude G4 notamment).

Rédacteur
Célia GRIMAL
Chargée d'affaires

Vérificateur
Anaïs ANTIGNY
Ingénieur Conception

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

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

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

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

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

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

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

Annexe 2 : Conditions de validité de l'étude

1 - Le présent rapport et ses annexes sont indissociables. Il est basé sur un nombre limité de sondages et de mesures et sur les renseignements concernant le projet remis à GEOTECHNIQUE SAS au moment de la reconnaissance géotechnique. L'analyse et les recommandations soumises dans ce rapport sont basées sur les résultats obtenus à partir des sondages dont l'emplacement est indiqué sur le plan d'implantation joint en annexe, et sur toutes les informations données dans ce rapport.

2 - Ce rapport ne peut pas prendre en compte les variations éventuelles entre sondages. L'étude de sol étant basée sur un nombre limité de sondages, la continuité des couches de sols entre sondages ne peut être garantie et une adaptation du projet de fondation en fonction de l'hétérogénéité des sols est normale et ne peut être reprochée à GEOTECHNIQUE SAS.

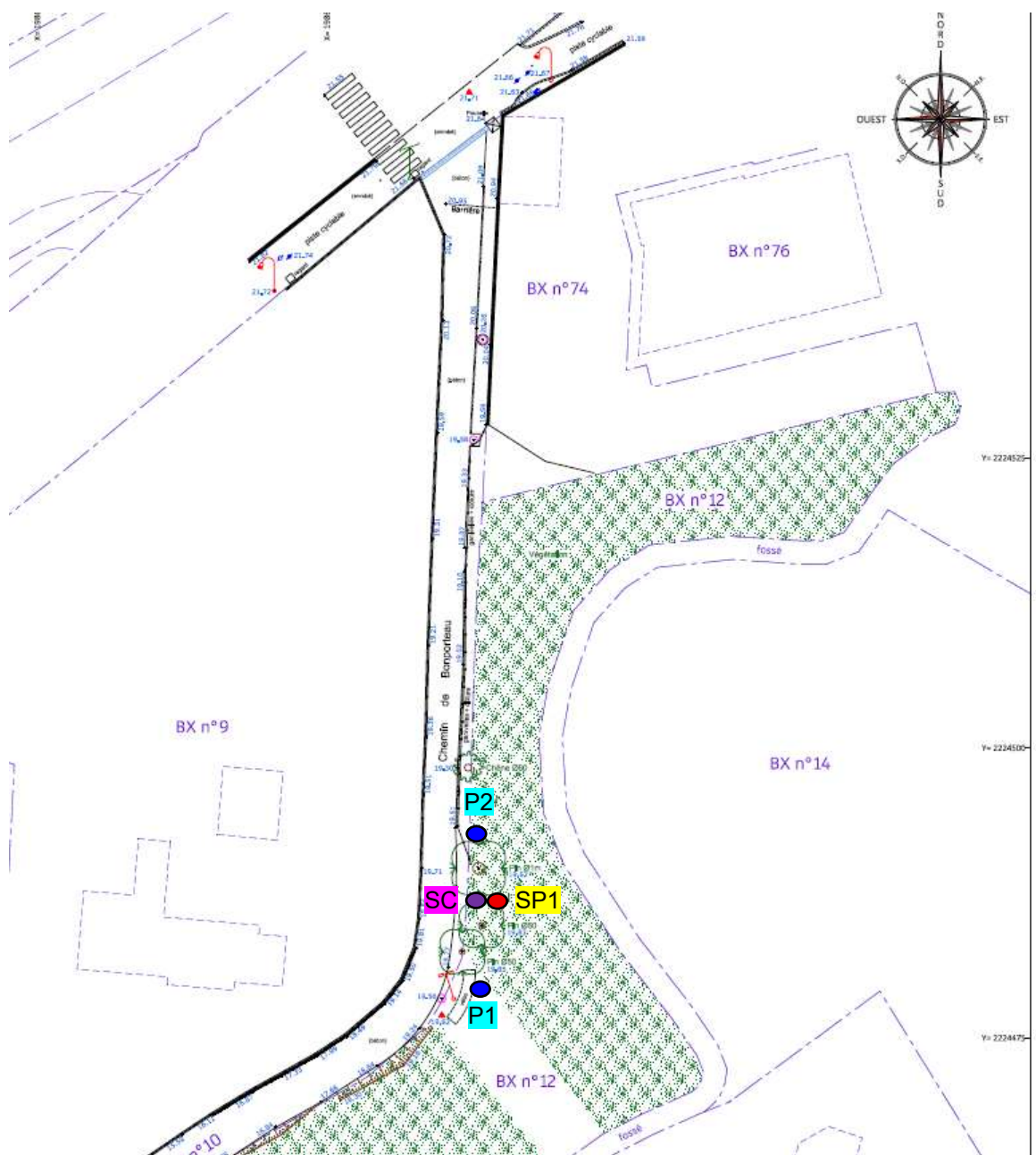
3 - Toute étude réalisée à partir d'une esquisse ou d'un plan de principe nécessitera une seconde étude spécifique adaptée au projet retenu. Le but de ce rapport est limité au projet et à la localisation décrite ci-avant.

4 - Tout changement d'implantation ou de structure des constructions par rapport aux hypothèses de départ sera communiqué à GEOTECHNIQUE SAS qui donnera ou non son accord, selon que ces changements modifient les conclusions de l'étude.

5 - Les éléments nouveaux mis à jour en cours des travaux de fondations et non détectés lors de la reconnaissance devront être signalés à GEOTECHNIQUE SAS afin d'étudier les adaptations nécessaires.

6 - Nous recommandons que toutes les opérations de construction en relation avec les terrassements et les fondations soient inspectées par un ingénieur géotechnicien afin d'assurer que les dispositions constructives soient totalement accomplies pendant les travaux.

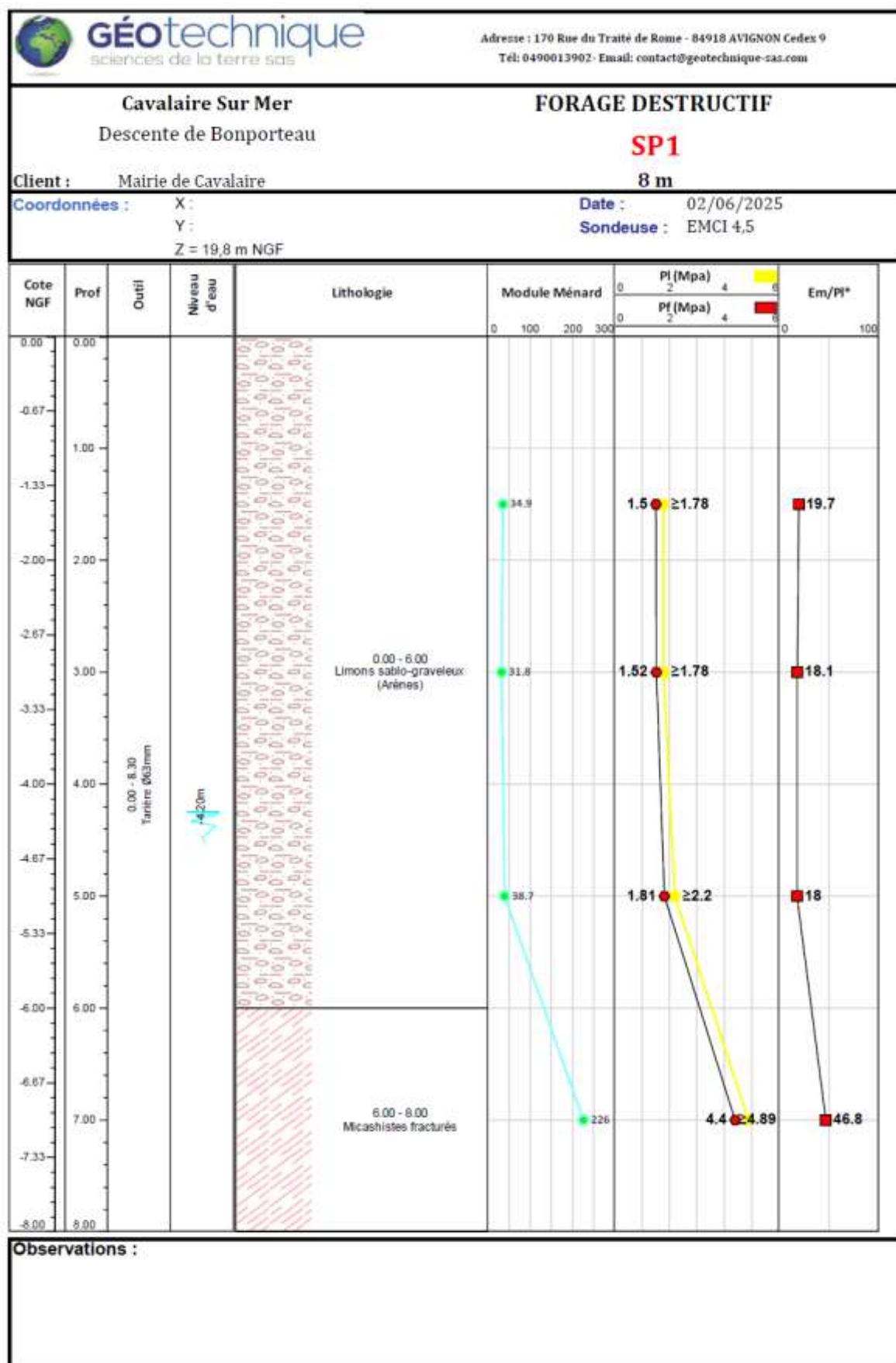
Annexe 3 : Implantation des sondages





Légende :

- Sondage destructif avec essais pressiométriques
- Sondage carotté
- Sondages au pénétromètre dynamique

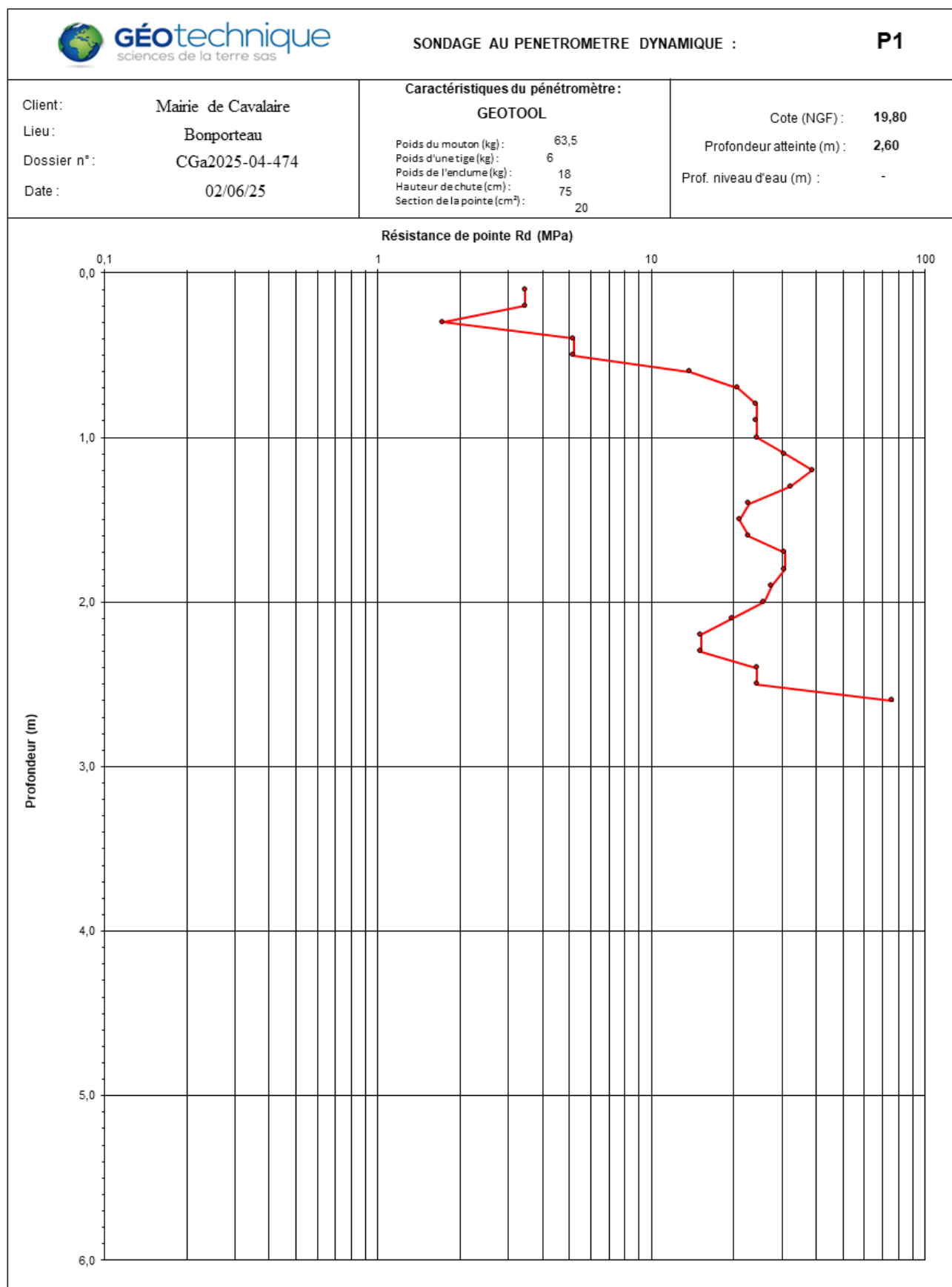
Annexe 4 : Sondages et essais

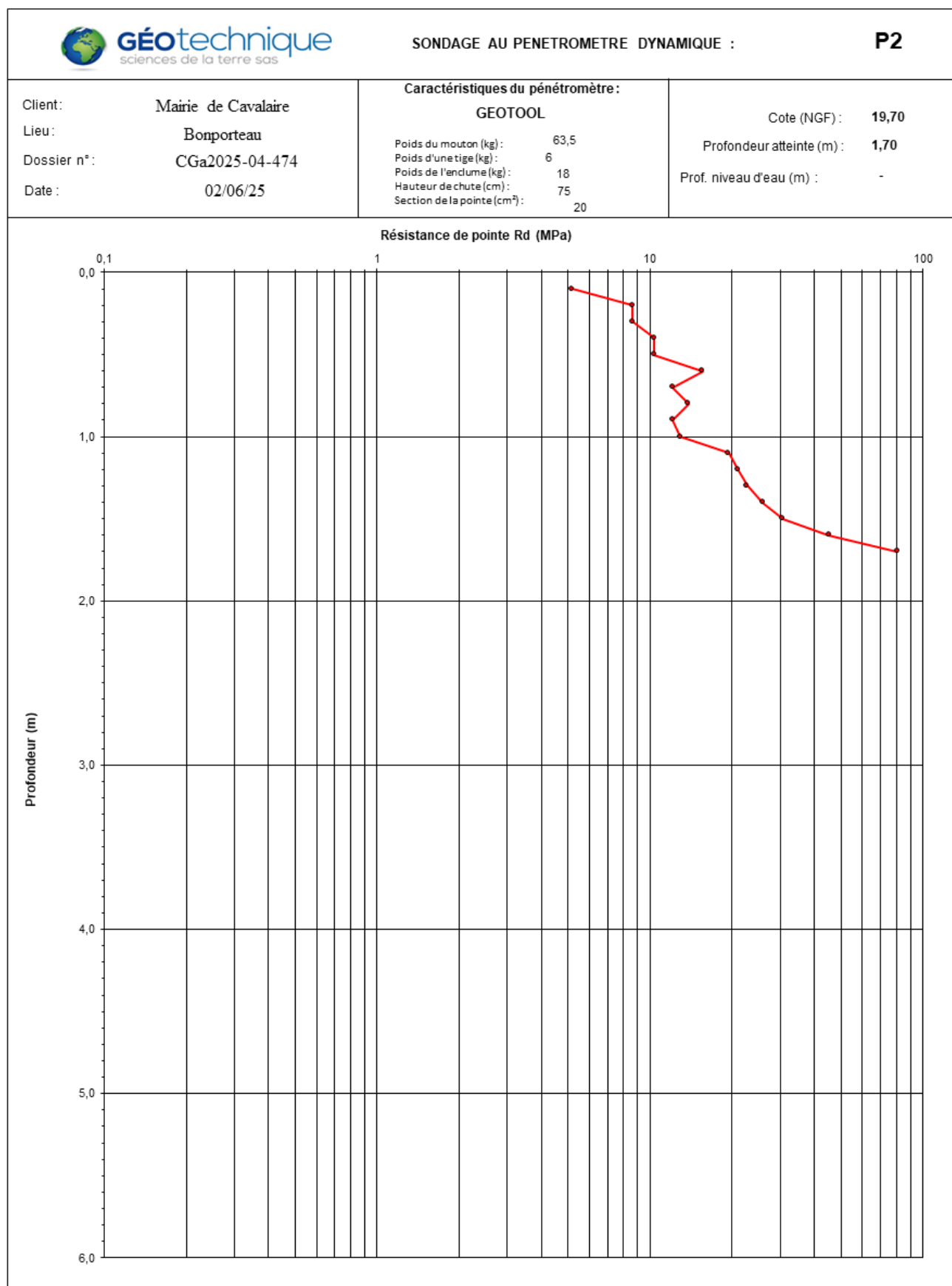


	GÉotechnique sciences de la terre sas	Adresse : 170 Rue du Traité de Rome - 84918 AVIGNON Cedex 9 Tél: 0490013902- Email: contact@geotechnique-sas.com
Cavalaire Sur Mer Descente de Bonporteau		FORAGE DESTRUCTIF SC 4 m
Client : Mairie de Cavalaire		Date : 03/06/2025 Sondeuse : EMCI 4,5
Coordonnées : X : Y : Z = 19.80 m NGF		


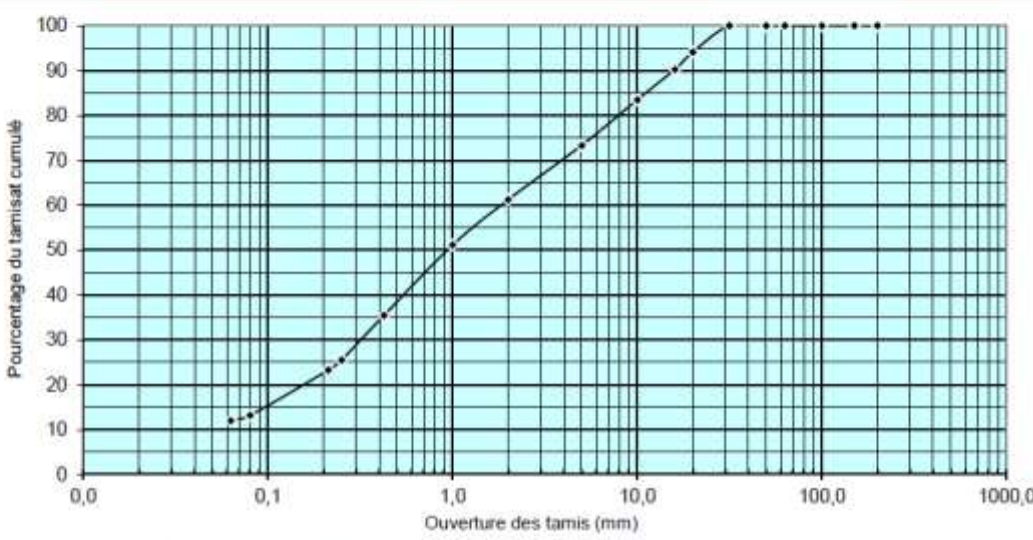
Cote NGF IGN69	Profondeur	Outils	Niveau d'eau	Nature du Sol	Photographie
19.8	0.00				
19.3	0.50				
18.8	1.00				
18.3	1.50				
17.8	2.00	0.00 - 4.00 Carottier rotatif Ø90mm		0.00 - 4.00 Lims sableux avec des passées graveleuses (Arènes)	
17.3	2.50				
16.8	3.00				
16.3	3.50				
15.8	4.00				

Observations :

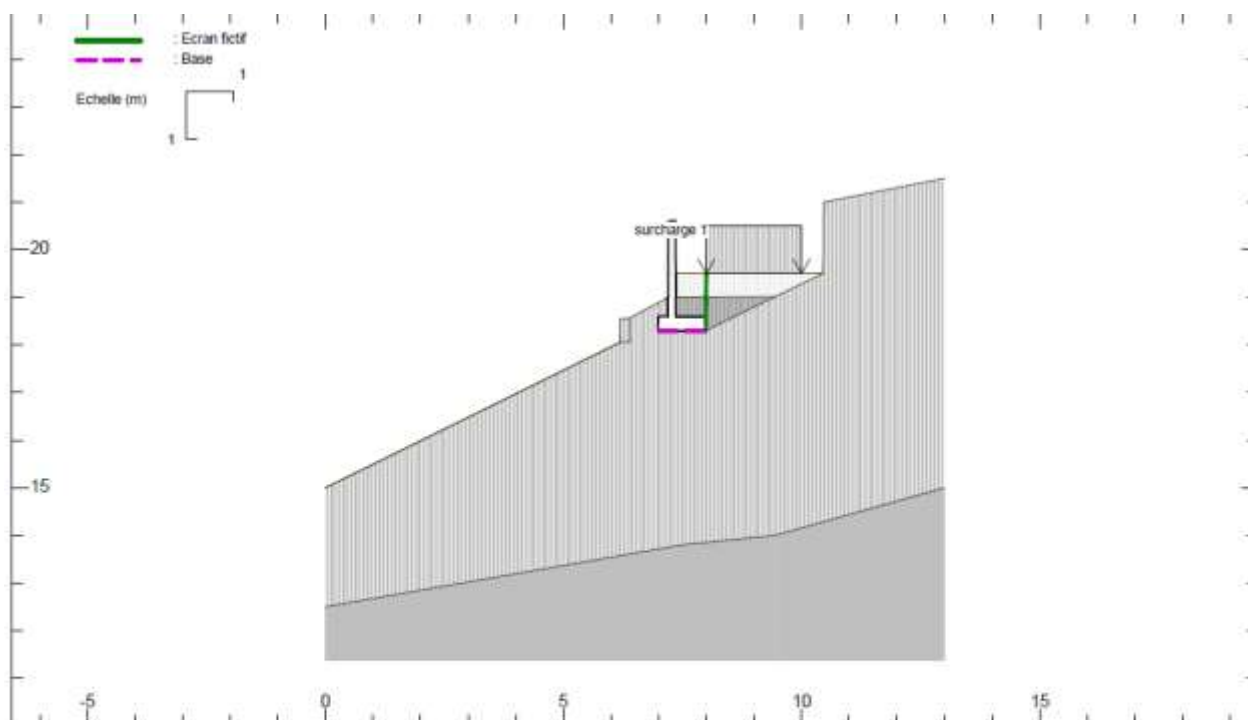




Annexe 5 : Essais en laboratoire

 <p>GÉotechnique sciences de la terre sas GÉOTECHNIQUE SAS 672 rue des Mercières - 69140 RILLIEUX LA PAPE - 04 78 88 75 83</p>	<p>Chantier : CAVALAIRE Projet : Descente Plage de Bonporteau Client : Dossier : CGa2025-04-474</p>																																				
ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS																																					
<p>Nature des matériaux : Sables gravelo - limoneux Date du prélèvement : 03/06/2025</p> <p>Type de matériau : <i>Sols fins à granulaires</i></p> <p>Provenance des matériaux : SC1 Date des essais : 12/06/2025</p> <p>Profondeurs : 1,70m - 1,80m Réf. opérateurs : Ady</p> <p>Observations : marron</p>																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Tamis</th> <th>Passant</th> </tr> <tr><td>200,0</td><td>100,0</td></tr> <tr><td>150,0</td><td>100,0</td></tr> <tr><td>100,0</td><td>100,0</td></tr> <tr><td>63,0</td><td>100,0</td></tr> <tr><td>50,0</td><td>100,0</td></tr> <tr><td>31,5</td><td>100,0</td></tr> <tr><td>20,0</td><td>94,1</td></tr> <tr><td>16,0</td><td>90,3</td></tr> <tr><td>10,0</td><td>83,5</td></tr> <tr><td>5,0</td><td>73,3</td></tr> <tr><td>2,0</td><td>61,2</td></tr> <tr><td>1,0</td><td>51,1</td></tr> <tr><td>0,425</td><td>35,5</td></tr> <tr><td>0,25</td><td>25,5</td></tr> <tr><td>0,2</td><td>23,3</td></tr> <tr><td>0,080</td><td>13,2</td></tr> <tr><td>0,063</td><td>12,0</td></tr> </table>	Tamis	Passant	200,0	100,0	150,0	100,0	100,0	100,0	63,0	100,0	50,0	100,0	31,5	100,0	20,0	94,1	16,0	90,3	10,0	83,5	5,0	73,3	2,0	61,2	1,0	51,1	0,425	35,5	0,25	25,5	0,2	23,3	0,080	13,2	0,063	12,0	<p style="text-align: center;">ANALYSE GRANULOMETRIQUE (NF EN ISO 17892-4)</p> 
Tamis	Passant																																				
200,0	100,0																																				
150,0	100,0																																				
100,0	100,0																																				
63,0	100,0																																				
50,0	100,0																																				
31,5	100,0																																				
20,0	94,1																																				
16,0	90,3																																				
10,0	83,5																																				
5,0	73,3																																				
2,0	61,2																																				
1,0	51,1																																				
0,425	35,5																																				
0,25	25,5																																				
0,2	23,3																																				
0,080	13,2																																				
0,063	12,0																																				
AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION																																					
Norme	Essai	Résultat																																			
ISO 17892-4	Passant au tamis de 63 µm	< 63 µm = 12,0%																																			
ISO 17892-4	Diamètre maximal des grains	D _{max} = 31,5 mm																																			
GTR 2023	Coefficient d'uniformité	C _u = Indéterminé																																			
GTR 2023	Coefficient de courbure	C _c = Indéterminé																																			
ISO 17892-1	Teneur en eau naturelle	W _{nat} = 9,7%																																			
NF P94-068	Valeur au bleu du sol	V _{bs} = 0,38																																			
ISO 17892-12	Limite de liquidité (Méthode de Casagrande)	WL =																																			
ISO 17892-12	Limite de plasticité	WP =																																			
ISO 17892-12	Indice de plasticité	I _p =																																			
ISO 17892-12	Indice de consistance	I _c =																																			
NF P94-078	Indice Portant Immédiat	IPI / pd =																																			
NF P94-093	Valeurs caractéristiques à l'OPN	WOPN / pd =																																			
NF P18-576	Coefficient de friabilité des sables	I _{fs} =																																			
NF EN 1097-2	Résistance à la fragmentation (Coefficient Los Angeles)	CL _A =																																			
NF EN 1097-1	Résistance à l'usure (Coefficient Micro Deval)	CMDE =																																			
NF P94-066	Coefficient de fragmentabilité	I _{fr} =																																			
NF P94-067	Coefficient de dégradabilité	IDG =																																			
NF P94-078	Indice Californian Bearing Ratio Immergé	ICBRI =																																			
NF EN 17685-1	Perte au feu - Teneur en matière organique	COM =																																			
CLASSIFICATION GTR 2023 :		S4																																			
Ancienne classification GTR :		B5/D1																																			

Annexe 6 : Notes de calcul – Mur de soutènement



GEOMUR® 2.3.3 du 20/12/23 développé par GEOS
site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr

GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât. Europa 2
Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS

Tél : 04 50 95 38 14
Fax : 04 50 95 99 36

SOLS	γ	c	ϕ	δ	C_a
1	18.00	0.00	35.00	24.00	0.00
2	20.00	0.00	35.00	24.00	0.00
3	22.00	15.00	30.00	10.00	0.00
4	18.00	0.00	35.00	24.00	0.00

Fichier : GEOMUR Cavalaire.gmr
Unités : kN, m
Méthode de CULMANN
Surfaces brisées précalculées
Xi incliné à delta

MUR	γ	BASE	C	ϕ	α_0	q_u	Type sol	D_e
	25.00		0.00	35.00	12.00	1440.00	frottant	0.00

SURCHARGES	X_g	X_d	Q_g	Q_d	θ	
1	8.00	10.00	20.00	20.00	0.00	permanente

Prise en compte de la cohésion pour le calcul des poussées :
Intégration de la partie positive du diagramme des contraintes, calculé avec la cohésion.

CG	2/10/2025 - 14.25	Mur Cavalaire	FIGURE 1 - 1/4
----	-------------------	---------------	-------------------

GEOTECHNIQUE SAS - 233158160817058737

Facteurs de sécurité partiels	Critère Eurocodes 7 : NF P 94-281	Statique	Sismique	
			Pesant	Allégeant
Actions - ELU permanentes défavorables : $g = 1.35$ variables défavorables : $q = 1.5$ permanentes favorables : $g = 1$ variables favorables : $q = 0$ Eau favorable : $w_{inf} = 1$ Eau défavorable : $w_{sup} = 1.35$ Résistances portance (ELU) : $R_v = 1.4$ portance (ELS) : $R_v = 2.3$ glissement : $R_h = 1.1$ butée : $R_e = 1.4$ Méthode glissement : $R_{d,h} = 0.9$ portance : $R_{d,v} = 1$	Approche 2 - ELU Glissement (ELU Article 9.3.1) Poussée défavorable-Poids favorable Renvolement (ELU Article 9.2.2) Poussée défavorable-Poids favorable Poinçonnement (ELU Article 9.2.1) Poussée défavorable-Poids favorable Approche 2 - ELS Renvolement (ELS Article 12.3) Poinçonnement (ELS Article 12.2)	$R_{h,d} = 22.366 \text{ kNm}$ $R_{p,d} = 0 \text{ kNm}$ $H_d = 10.98 \text{ kNm}$ $H_d \leq R_{h,d} + R_{p,d}$ $e = 0.111 \text{ m}$ $e < 7/15 \cdot B = 0.467 \text{ m}$ $R_D = 12 \text{ kN}$; $i_{58} = 0.123$ $R_{v,d} = 96.36 \text{ kNm}$ $V_d = 31.622 \text{ kNm}$ $V_d \leq R_{v,d} + R_D$ $e = 0.0872 \text{ m}$ $e < 1/4 \cdot B = 0.25 \text{ m}$ $R_D = 12 \text{ kN}$; $i_{58} = 0.166$ $R_{v,d} = 85.773 \text{ kNm}$ $V_d = 30.397 \text{ kNm}$ $V_d \leq R_{v,d} + R_D$		
RESULTATS DE CALCULS INTERMEDIAIRES (METHODE CLASSIQUE) SOL À PREDOMINANCE FROTTANTE Statique $\beta = 35.00^\circ$; $d = 1.00 \text{ m}$ Vol. mur = 0.603 m^3				

GEOMUR® 2.3.3 du 20/12/23 développé par GEOS
site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr

GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât. Europa 2
Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS

Tél : 04 50 95 38 14
Fax : 04 50 95 99 36

CG	2/10/2025 - 14:25	Mur Cavalaire	FIGURE 1 - 2/4

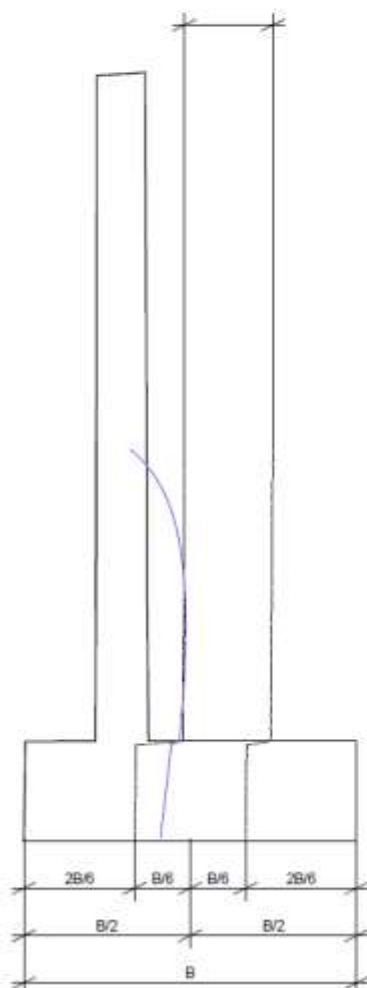
GEOTECHNIQUE SAS - 233158160817058737



STABILITE INTERNE

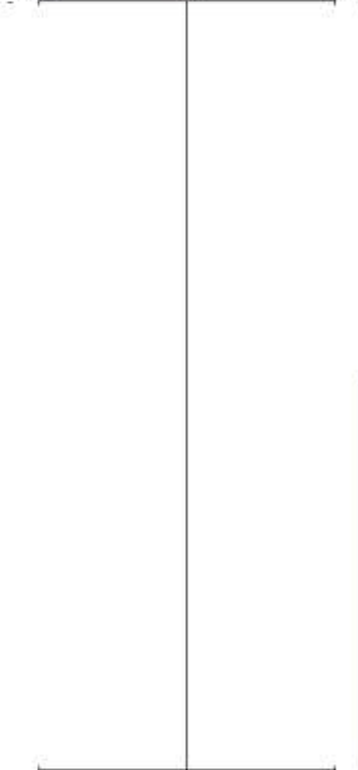
mur en maçonnerie :

La résultante doit passer dans le tiers central.



Facteur de sécurité au glissement.

0.00 1.00 2.00



Caractéristiques internes du mur (Méthode classique):

C ϕ
45.00 45.00

Conditions vérifiées :

Résultante :
en statique -> NON

Glissement :
; OUI

Légende :

— : statique

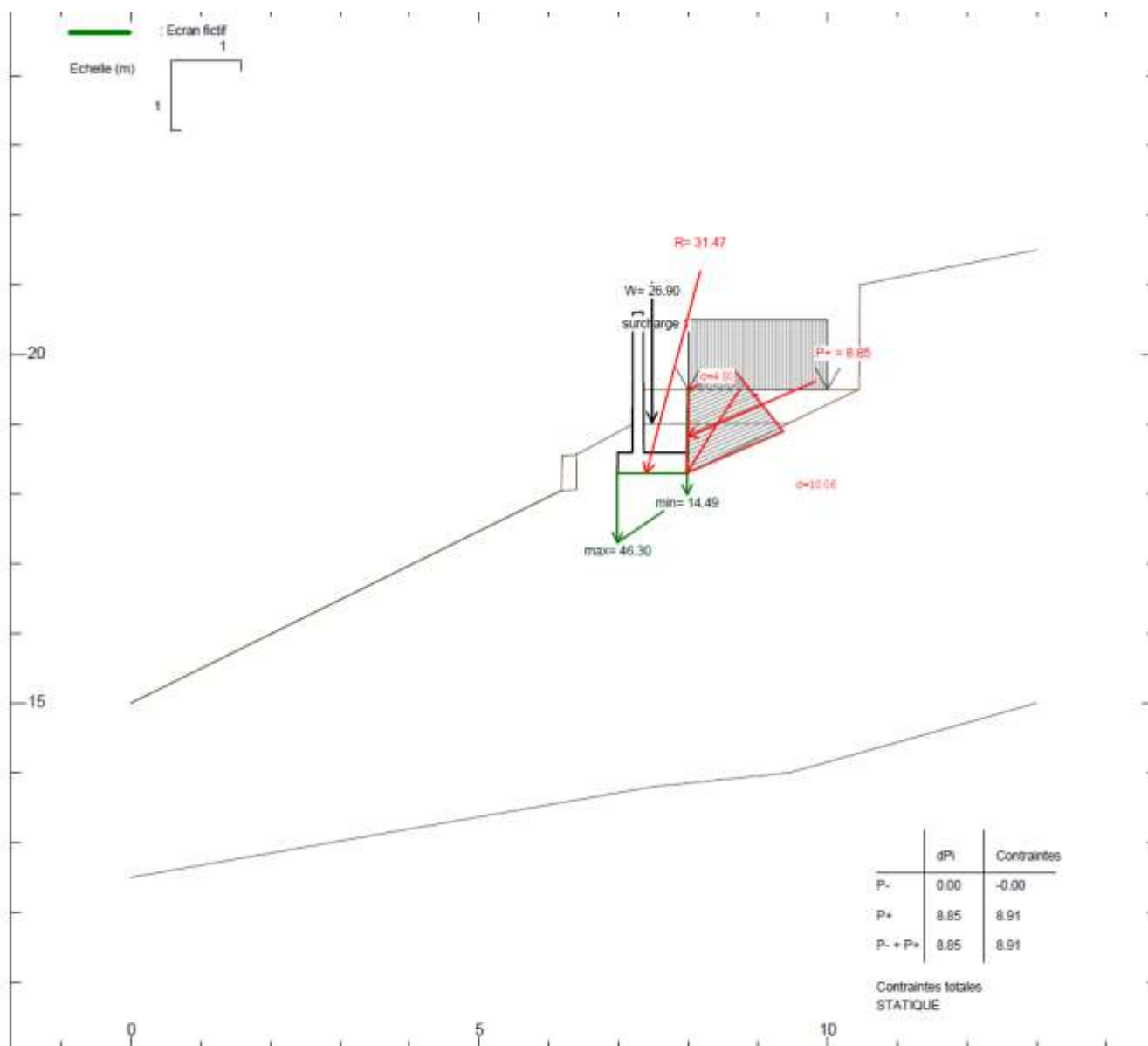
GEOMUR© 2.3.3 du 20/12/23 développé par GEOS
site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr

GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât. Europa 2
Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS

Tél : 04 50 95 38 14
Fax : 04 50 95 99 36

_CG	2/10/2025 - 14:25	Mur Cavalaire	FIGURE 1 - 3/4

GEOTECHNIQUE SAS - 233158160817058737



POIDS DU MUR	W = 26.90 kN	W sol/semelle = 10.34 kN	W sol/patin = 1.49 kN	Xg = 7.48 m	Yg = 19.02 m
dont : W mur = 15.06 kN	W charges = 0.00 kN	W sol/sous semelle = 0.00 kN	W eau = 0.00 kN		

POUSSEE TOTALE	P = 8.85 kN	$\alpha = 23.28^\circ$	Pv = 3.50 kN	Ph = 8.13 kN	X = 7.99 m	Y = 18.82 m
Poussée due au sol	P = 3.17 kN	$\alpha = 23.28^\circ$	Pv = 1.25 kN	Ph = 2.91 kN	X = 7.99 m	Y = 18.70 m
Poussée due aux charges	P = 5.69 kN	$\alpha = 23.28^\circ$	Pv = 2.25 kN	Ph = 5.22 kN	X = 7.99 m	Y = 18.69 m

RESULTANTE	R = 31.47 kN	$\alpha = 75.02^\circ$	Rv = 30.40 kN	Rh = 8.13 kN	X = 7.40 m	Y = 18.30 m
------------	--------------	------------------------	---------------	--------------	------------	-------------

GEOMUR® 2.3.3 du 20/12/23 développé par GEOS
site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr

GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât. Europa 2
Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS

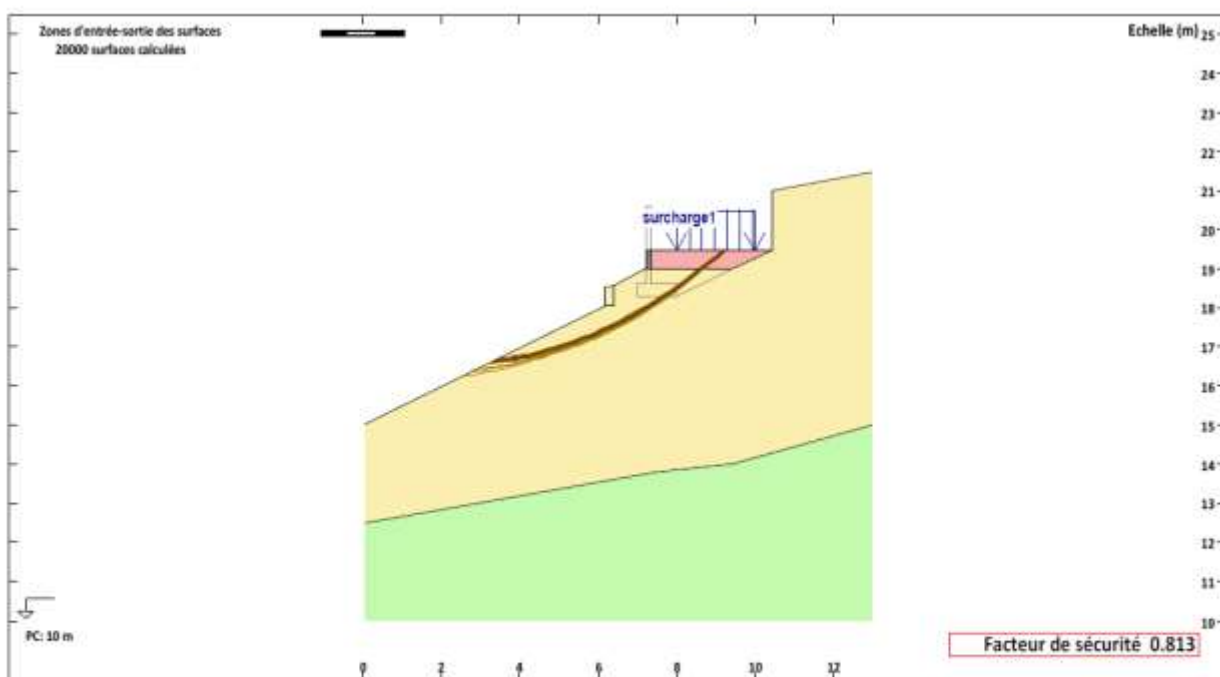
Tél : 04 50 95 38 14
Fax : 04 50 95 99 36

_CG	2/10/2025 - 14:25	Mur Cavalaire	FIGURE 1 - 4/4

GEOTECHNIQUE SAS - 233158160817058737

Annexe 7 : Note de calcul – Stabilité générale

Phase Initiale -- Cas Initial



GEOSTAB® v5.3.3 du 17/12/2024 développé par GEOS
http://www.geos.fr E-mail: logiciel@geos.fr
GEOS ingénieurs Conseils, 18 rue des 2 Gares
92500 Rueil-Malmaison
Tél : + 33 (0)1 49 04 66 10

1 - CARACTERISTIQUES DES SOLS

SOLS	(γ ; γ_{sat})	C	ϕ	ψ
1	(25.00; 25.00) * 1.00	45.00 / 1.25	45.00 / 1.25	0.000 / 1.15
2	(18.00; 18.00) * 1.00	0.000 / 1.25	35.00 / 1.25	0.000 / 1.15
3	(20.00; 20.00) * 1.00	0.000 / 1.25	35.00 / 1.25	0.000 / 1.15
4	(22.00; 22.00) * 1.00	15.00 / 1.25	30.00 / 1.25	0.000 / 1.15
5	(18.00; 18.00) * 1.00	0.000 / 1.25	35.00 / 1.25	0.000 / 1.15

3 - OPTIONS DE CALCUL

Fichier "Mur cavalaire vue AA"
Méthode de CARTER
ECT Approche 3
Action des terres γ_e : 1
Résistance des terres γ_{re} : 1
Coefficient de Méthode 1.2
Unités : kN, m

5 - CHARGES ET FORCES

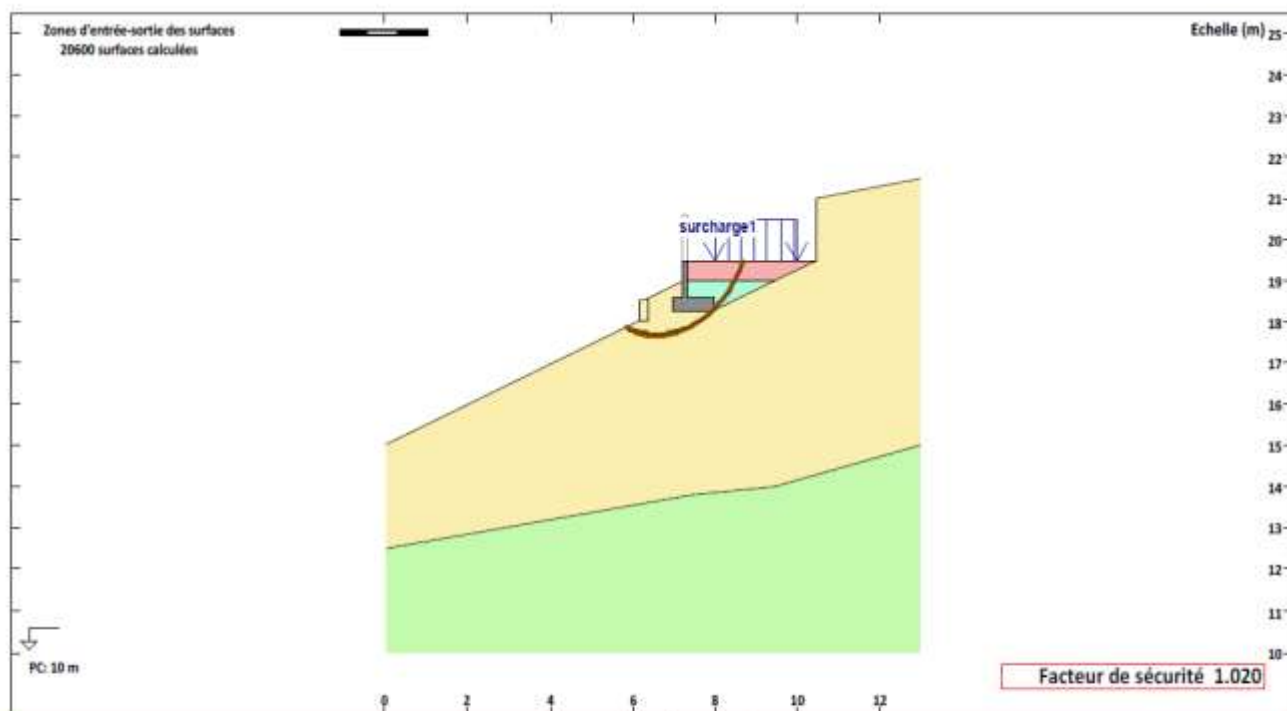
	q _g	q _l	P	G _{rem}	γ
1	20.0	20.0	*1.00	0.00	

5 - RESULTATS : STABILITE EXTERNE

N°	X _L	Y _L	ϕ	F _S
1	-0.4700	19.270	49.910	0.813
2	0.1400	19.690	44.430	0.813
3	0.4000	19.070	48.920	0.813
4	-1.5500	20.880	39.880	0.815
5	0.2100	19.440	45.710	0.815
6	-1.0300	19.940	44.330	0.815
7	-0.6000	20.190	42.740	0.815
8	-1.9300	20.240	45.980	0.816
9	-2.2400	20.740	42.270	0.816
10	-3.0700	20.810	42.930	0.816

CG	02/10/25 15:47	FIGURE
		1

Mur Cavalaire || Phase finale - stab mur L -- Cas 1



GEOSTAB® v5.3.3 du 17/12/2024 développé par GEOS
http://www.geos.fr E-mail: logiciels@geos.fr

GEOS Ingénieurs Conseils, 18 rue des 2 Gares
92500 Rueil-Malmaison

Tél : + 33 (0)1 49 04 68 10

1 - CARACTERISTIQUES DES SOLS

SOLS	[Y, Y sat]	C	ϕ	ω
1	(25.00; 25.00) * 1.00	45.00 / 1.25	45.00 / 1.25	0.000 / 1.15
2	(18.00; 18.00) * 1.00	0.000 / 1.25	35.00 / 1.25	0.000 / 1.15
3	(20.00; 20.00) * 1.00	0.000 / 1.25	35.00 / 1.25	0.000 / 1.15
4	(22.00; 22.00) * 1.00	15.00 / 1.25	30.00 / 1.25	0.000 / 1.15
5	(18.00; 18.00) * 1.00	0.000 / 1.25	35.00 / 1.25	0.000 / 1.15

3 - OPTIONS DE CALCUL

Fichier "Mur cavalaire vue AA"
Méthode de CARTER
EC7 Approche 3
Action des terres γ_e : 1
Résistance des terres γ_{re} : 1
Coefficient de Méthode 1.2
Unités : kN, m

5 - CHARGES ET FORCES

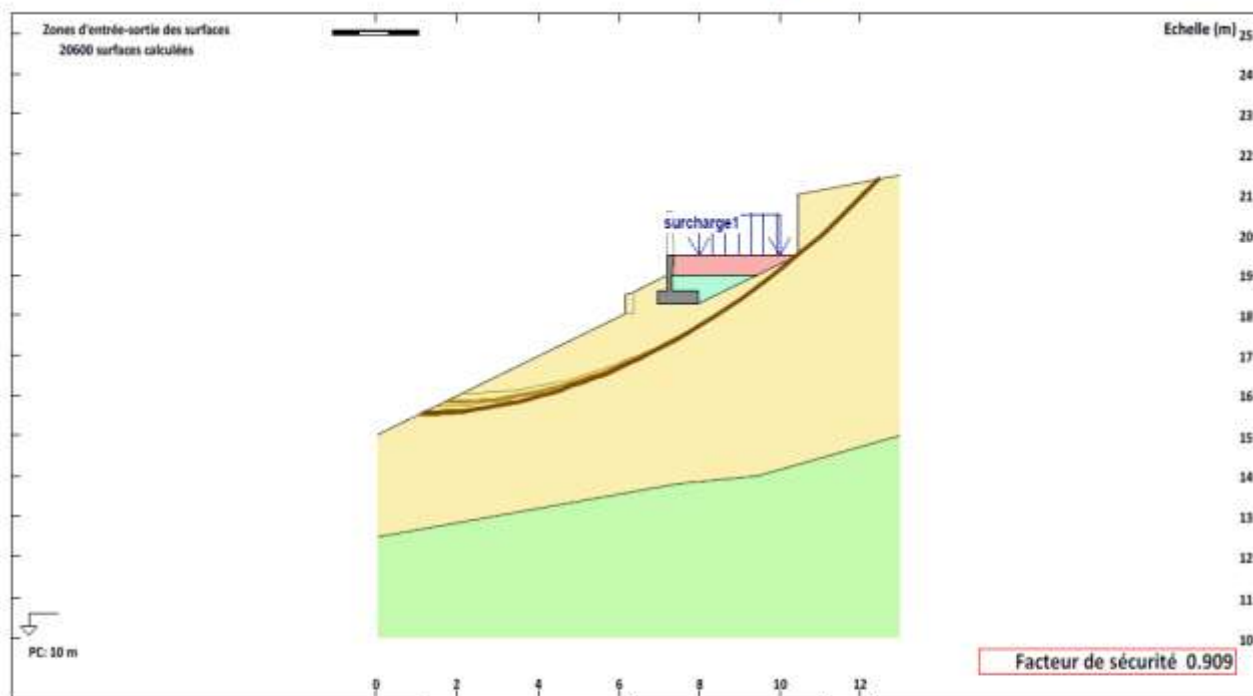
	q_g	q_d	F	Gamm	ϕ
1	20.0	20.0	*1.00	0.00	

5 - RESULTATS : STABILITE EXTERNE

N°	Xc	Yc	ϕ	FS
1	5.9100	19.040	26.440	1.020
2	5.8600	18.720	33.940	1.024
3	5.9000	18.850	30.910	1.026
4	5.8700	18.740	33.810	1.035
5	5.8700	18.610	35.580	1.037
6	5.9200	18.730	33.480	1.040
7	5.7700	18.700	35.250	1.043
8	5.9000	18.690	34.000	1.044
9	5.8100	18.970	28.960	1.046
10	5.8700	18.570	35.970	1.046

_CG	02/10/25 15:47	Mur Cavalaire	FIGURE
			1

Mur Cavalaire || Phase n° 2 - stab globale -- Cas 1



GEOSTAB® v5.3.3 du 17/12/2024 développé par GEOS
<http://www.geos.fr> E-mail: logiciels@geos.fr

GEOS Ingénieurs Conseils, 18 rue des 2 Gares
92500 Rueil-Malmaison

Tél : + 33 (0)1 49 04 68 10

1 - CARACTERISTIQUES DES SOLS

SOLS	(γ ; γ_{sat})	C	ϕ	ψ
1	(25.00; 25.00) * 1.00	45.00 / 1.25	45.00 / 1.25	0.000 / 1.15
2	(18.00; 18.00) * 1.00	0.000 / 1.25	35.00 / 1.25	0.000 / 1.15
3	(20.00; 20.00) * 1.00	0.000 / 1.25	35.00 / 1.25	0.000 / 1.15
4	(22.00; 22.00) * 1.00	15.00 / 1.25	30.00 / 1.25	0.000 / 1.15
5	(18.00; 18.00) * 1.00	0.000 / 1.25	35.00 / 1.25	0.000 / 1.15

3 - OPTIONS DE CALCUL

Fichier "Mur cavalaire vue AA"
Méthode de CARTER
EC7 Approche 3
Action des terres γ_e : 1
Résistance des terres $\gamma_{r,e}$: 1
Coefficient de Méthode 1.2
Unités : kN, m

5 - CHARGES ET FORCES

	q_0	q_d	F	Gamm	ϕ
1	20.0	20.0	*1.00	0.00	

5 - RESULTATS : STABILITE EXTERNE

N°	x_c	y_c	ϕ	FS
1	-3.5000	19.290	51.070	0.909
2	-3.1100	20.160	47.210	0.909
3	-4.3900	20.240	47.280	0.909
4	-2.6500	19.760	48.840	0.910
5	-2.5000	19.600	49.370	0.910
6	-3.4300	19.590	49.640	0.910
7	-3.5700	20.410	46.450	0.910
8	-1.6100	19.170	51.660	0.911
9	-2.4600	19.240	51.080	0.911
10	-2.7600	20.050	47.160	0.911

_CG	02/10/25 15:47	Mur Cavalaire	FIGURE
			1

NOTRE SIÈGE SOCIAL

170 rue du Traité de Rome CS 80131
84918 AVIGNON Cedex 9
Tél. : 04 90 01 39 02
contact@geotechnique-sas.com

Retrouvez toutes nos agences sur
www.geotechnique-sas.com

0 805 690 989



GÉOtechnique
sciences de la terre sas