



GÉotechnique
sciences de la terre sas

3, impasse Marcel Paul
31170 TOURNEFEUILLE

Tél : 09-84-36-92-00
contact31@geotechnique-sas.com

RAPPORT D'ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION G2 PHASE PRO

Localisation

SAINT GEORGES DE LUZENCON (12)

Projet

Construction d'un Centre Hospitalier

Maître d'ouvrage

GCS HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON
265 Boulevard Achille Souques
12100 MILLAU



REFERENCE : 2025.09.349.G2 PRO

Ind.	Date	Contenu	Rédacteur	Vérificateur	Observations
A	07/07/2026	74 pages + annexes	A.SUTRA	A.ANTIGNY	1 ^{ère} version

Référentiel document : v2.2 22/01/2024

PLAN DU RAPPORT

1. PRESENTATION	4
1.1. Définition de l'opération	4
1.2. Contrat – Mission géotechnique	4
1.3. Cadre réglementaire	5
1.4. Documents communiqués	5
1.5. Caractéristiques du projet	5
1.6. Caractéristiques générales du site-rappel	12
1.6.1. Localisation	12
1.6.2. Caractéristiques de la zone d'étude	13
1.6.3. Contextes géologique & hydrogéologique	14
1.6.4. Enquête historique sommaire	15
1.7. Risques naturels-rappel	16
1.7.1. Risque d'inondation	17
1.7.2. Risque de remontée de nappe	17
1.7.3. Exposition au retrait-gonflement des argiles	18
1.7.4. Présence de cavités / risque karstique	18
1.7.5. Mouvements de terrains	19
1.7.6. Amiante naturelle	19
1.7.7. Risque sismique	19
2. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES- RAPPEL	20
2.1. Implantation et nivellement	20
2.2. Investigations réalisées	20
2.2.1. Sondages de reconnaissance	20
2.2.2. Equipements piézométriques	21
2.2.3. Tests de perméabilité des sols	21
2.2.4. Essais en laboratoire	22
3. SYNTHESE GEOTECHNIQUE-RAPPEL	23
3.1. Coupe stratigraphique du terrain - caractéristiques mécaniques	23
3.2. Résultats des essais en laboratoire	27
3.3. Exposition au retrait-gonflement des sols argileux	28
3.4. Mesure chimique	28
3.4.1. Agressivité des sols sur le béton	28
3.4.2. Mesure des teneurs en matières organique et sulfate	29
3.4.3. Mesure des teneurs en amiante et HAP	29
3.5. Niveaux des eaux souterraines	29
3.6. Perméabilité des sols	30
4. APPLICATIONS GEOTECHNIQUES AU PROJET	31
4.1. Modèle géotechnique retenu	31
4.2. Niveaux des eaux souterraines	32
4.3. Conditions sismiques	32
4.3.1. Risque sismique et de liquéfaction des sols	32

4.3.2. Coefficient d'amplification topographique	33
4.4. La zone d'influence géotechnique (ZIG).....	33
4.5. Contraintes géotechniques.....	33
4.6. Adaptations techniques retenues	33
5. CONCEPTION DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES.....	34
5.1. Principes généraux de terrassements	34
5.1.1. Recommandations générales.....	34
5.1.2. Terrassements projetés.....	34
5.1.3. Travaux préparatoires – décapage de surface	34
5.1.4. Drainage du terrain.....	35
5.1.5. Réalisation des déblais.....	35
5.1.6. Arase terrassement	35
5.1.7. Conditions de réemploi des matériaux du site.....	36
5.1.8. Conditions d'utilisation de matériaux d'apport granulaires.....	38
5.1.9. Conditions d'utilisation de matériaux non naturels recyclés	38
5.1.10. Réalisation des remblais techniques	39
5.2. Conditions de talutage	40
5.2.1. Approche générale	40
5.2.2. Justification de stabilité des talus	41
5.2.3. Niveaux de nappe	43
5.2.4. Actions sismiques.....	43
5.2.5. Dispositions spécifiques aux remblais de surélévation périphérique.....	44
5.3. Réalisation des plateformes voiries.....	45
5.3.1. Assise de la structure de voirie (P.S.T.)	45
5.3.1. Couche de forme sous voirie.....	46
5.3.2. Critères de réception	47
5.3.3. Dispositions particulières.....	47
5.4. Réalisation de la plateforme bâtiment	48
5.4.1. Assise du dallage, couche de forme.....	48
5.4.2. Critères de réception	49
5.4.3. Modèle géotechnique spécifique	50
5.4.4. Tassements prévisibles.....	50
5.5. Aires de béquillage en béton	51
5.6. Quais de chargement.....	51
5.7. Etude des fondations superficielles selon la norme NF P94-261	52
5.7.1. Références normatives – méthodologie	53
5.7.2. Sol d'assise et conditions d'ancrage	54
5.7.3. Justifications de dimensionnement.....	55
5.7.3.1. Contrainte admissible	55
5.7.3.2. Capacité portante – ELS/ELU	55
5.7.3.3. Excentrement des charges – ELS/ELU.....	56
5.7.3.4. Tenue au glissement - ELU.....	56
5.7.4. Résultats du dimensionnement et tassements prévisibles – ELS	56
5.7.5. Conditions et précautions d'exécution des fondations.....	58
5.8. Protection des ouvrages contre l'eau.....	58
5.9. Protection générale vis-à-vis du risque sismique	59
6. ALEAS RESIDUELS ET RISQUES ASSOCIES	60

7. CONDITIONS GENERALES DE VALIDITE DU RAPPORT 61

Annexe 1 :	Extrait de la norme NF P94-500 de novembre 2013
Annexe 2 :	Conditions de validité de l'étude
Annexe 3 :	Implantation des sondages
Annexe 4 :	Coupes de sondages
Annexe 5 :	Mesure de perméabilité
Annexe 6 :	Essais en laboratoire
Annexe 7 :	Mesure chimique
Annexe 8 :	Calcul du tassement des fondations
Annexe 9 :	Calcul du tassement des dallage
Annexe 10 :	Calcul de stabilité

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

1. PRESENTATION

1.1. Définition de l'opération

Le Maître d'Ouvrage envisage la construction d'un centre hospitalier sur la commune de SAINT GEORGES DE LUZENCON (12).

Les principaux intervenants du projet sont :

- Maître d'ouvrage : GCS HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON
- AMO : MUPY CONSEIL
- Architecte : BRUNET SAUNIER ARCHITECTURE

1.2. Contrat – Mission géotechnique

Notre offre d'étude géotechnique référencée Ars2025-09-359/1 en date du 23/09/2025 a été acceptée le 04/11/2025.

Le présent document concerne la réalisation d'une **mission géotechnique de conception** comprenant uniquement la **phase Projet** (G2 PRO), selon la norme AFNOR NF P 94-500 de novembre 2013, sans estimation des quantités, des délais et des coûts d'exécution des ouvrages géotechniques.

Il fait suite à l'étude G2 AVP réalisée par nos soins et référencée 2025-09-349 Indice D en date du 18/03/2026.

Elle consiste à :

- Synthétiser les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet ;
- Établir les notes techniques donnant les choix constructifs pour les travaux suivants :
 - Terrassements et soutènements associés,
 - Fondations du bâtiment,
 - Assises des niveaux bas,
- Établir les notes de calcul de dimensionnement correspondantes ;
- Préciser les conditions de terrassements associées à la réalisation du projet ;
- Donner les dispositions à suivre vis-à-vis de la nappe et des avoisinants,
- 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...) ;
- les études hydrogéologiques éventuelles (niveaux caractéristiques, étude de drainage, ...) ;
- 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 aux résultats de 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 13.1 Fondations superficielles (septembre 2019)
- NF P 11-213 – DTU 13.3 partie 3 – Dallages (décembre 2021)
- guide Technique SETRA-LCPC « réalisation des remblais et des couches de formes » Fascicules I et II dit GTR 92
- Guide des Terrassements, des remblais et des couches de forme – fascicules n°1 et 2 – dit GTR 2023, publié par le CEREMA en mai 2023
- 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 :

Document	Fourni par	Référence	Format	Date
Etudes antérieures	GCS HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON	Etude G1 : PR.34GT.23.0080 – 001 Etude G2 AVP : PR.34GT.23.0080 - 002 Etude G2 AVP : MI AFF 12-15/075	pdf	18/06/2025
Plan du site		MSA_APS_BSA_ARC_PLM_TTN_0_500plan de masse	pdf	18/06/2025
Plan de masse		MSA_APS_BSA_ARC_PLM_TTN_0_500plan de masse & PC40.1-PLAN DE MASSE		
Plan des terrassements		MSA_APS_OTS_VRD_PLN_RDJ_TZ_900_A plan terrassement		
Plan des réseau existant		MSA_APS_OTS_VRD_PLN_RDJ_TZ_901_A réseau existant		
Plan des réseaux futur		MSA_APS_OTS_VRD_PLN_RDJ_TZ_902_A futur réseau		
Plan topographique et projet		230215-Topo-20230603	dwg	-
Plan topographique	OTEIS	2026 01 12_OTEIS_Sondages SAS Géotech	pdf	-
DDC bâtiment principal DDC bâtiment principal – valeurs maximales	OTEIS	DDC bâtiment principal & DDC bâtiment principal - valeurs maximales	pdf	19/06/2026
Repérage prévisionnel charge sur dallage	OTEIS	Repérage prévisionnel charges dallage 1 à 3T au m	pdf	19/06/2026
Plan des voirie lourdes		HCMSA_OTEIS_Plan masse_repérage voiries lourdes	pdf	01/07/2026

1.5. Caractéristiques du projet

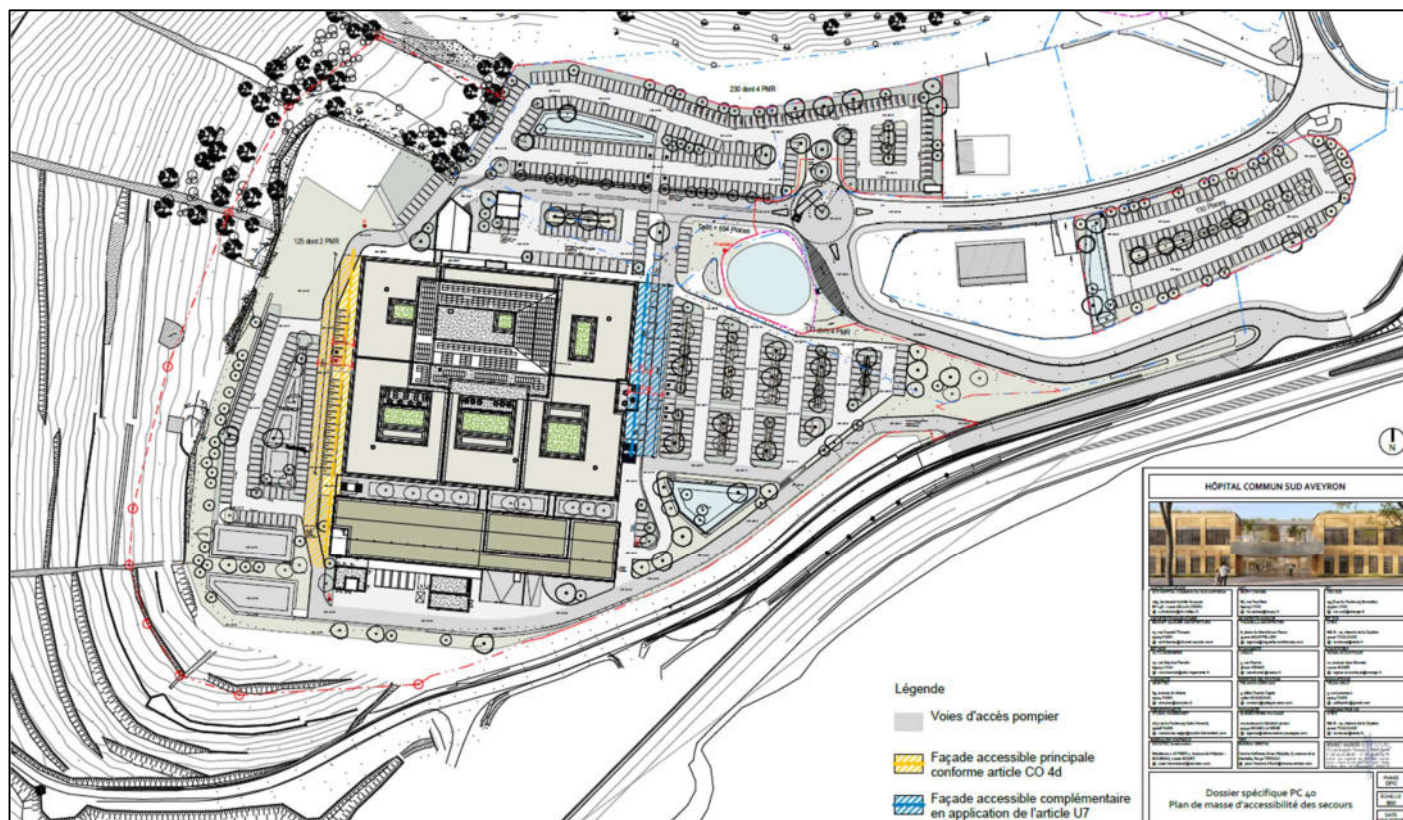
Les caractéristiques principales du projet dont nous disposons sont les suivantes :

- Construction d'un bâtiment de 11877 m² d'emprise au sol, de type R+2 et un niveau semi-enterré,
- La cote du niveau bas est à 419.5 et 416.0 m NGF,

- La réalisation d'un espace de circulation, de voirie lourdes et de places de stationnement VL,
- La réalisation de quai de chargement / déchargement PL dont le niveau-bas sera 1.2 m sous le niveau de la plateforme générale du bâtiment.

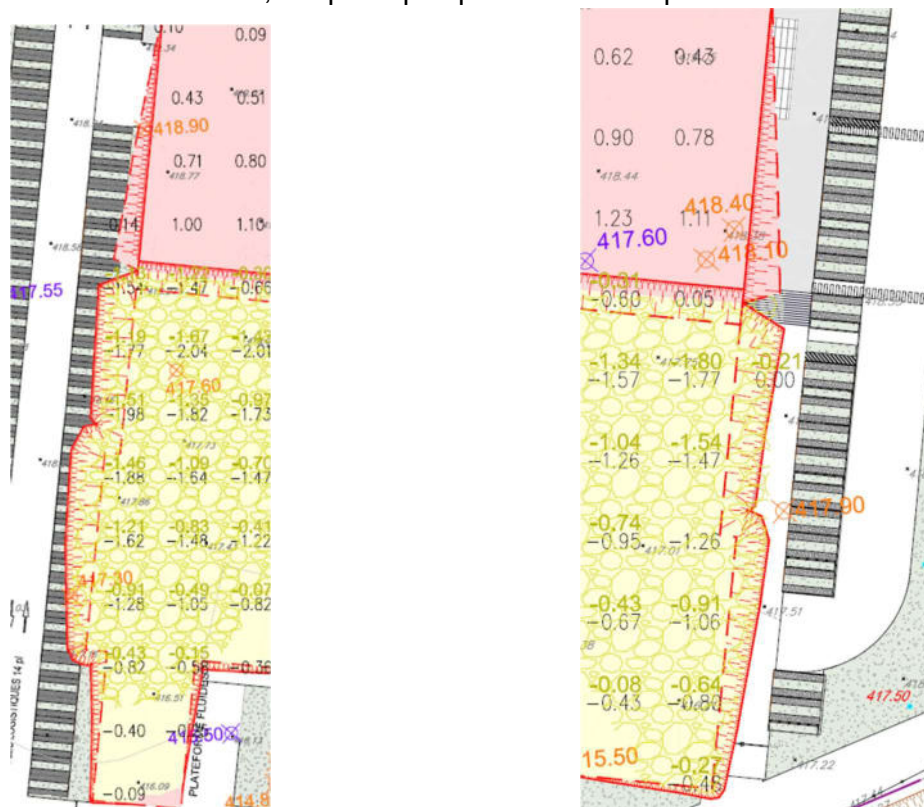
Compte tenu de la topographie du site, les terrassements seront en déblais d'environ 2.0 m et en remblai de 1.20 m,

Ci-après, un extrait du plan masse du projet et quelques coupes représentatives du projet :





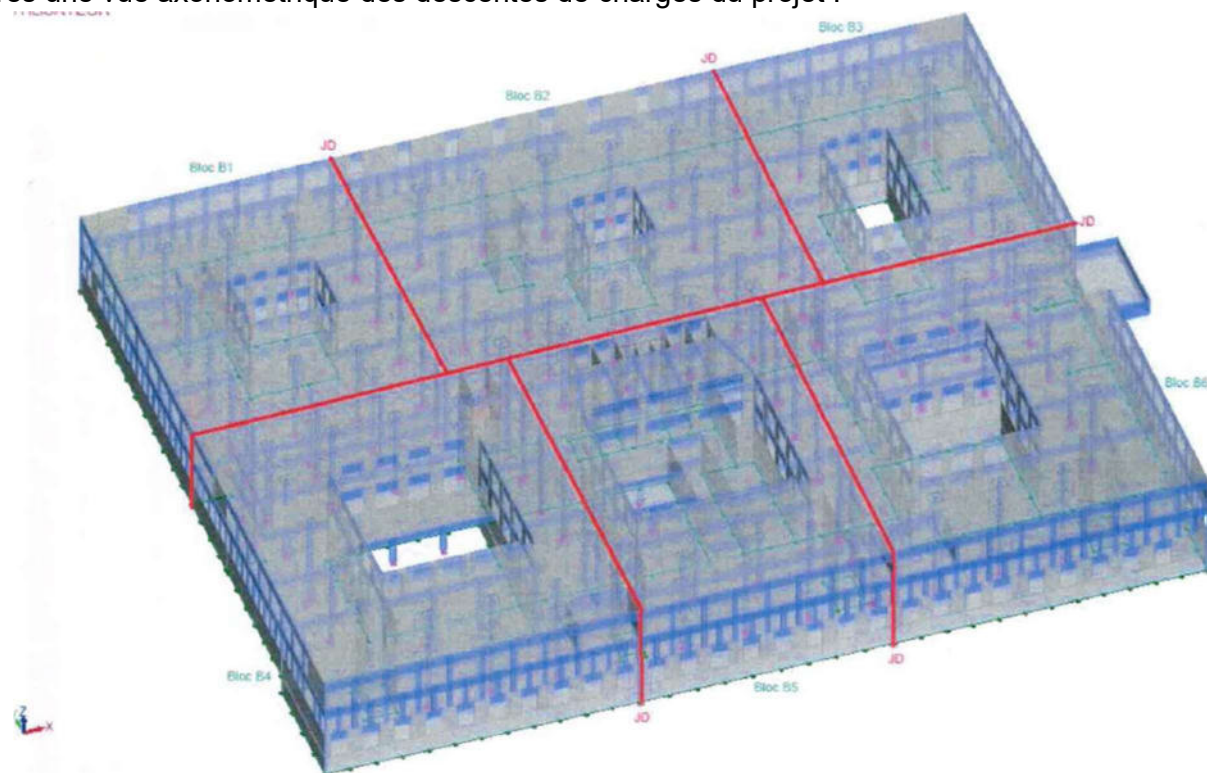
Il est prévu la réalisation de talus entre les 2 plateforme du bâtiments (1H/1V) et sur le tour du bâtiment en déblais 2H/1V et remblais 1H/1V, ci-après quelques extraits du plan de déblai/remblai :



Ci-après le repérage des voiries lourdes :

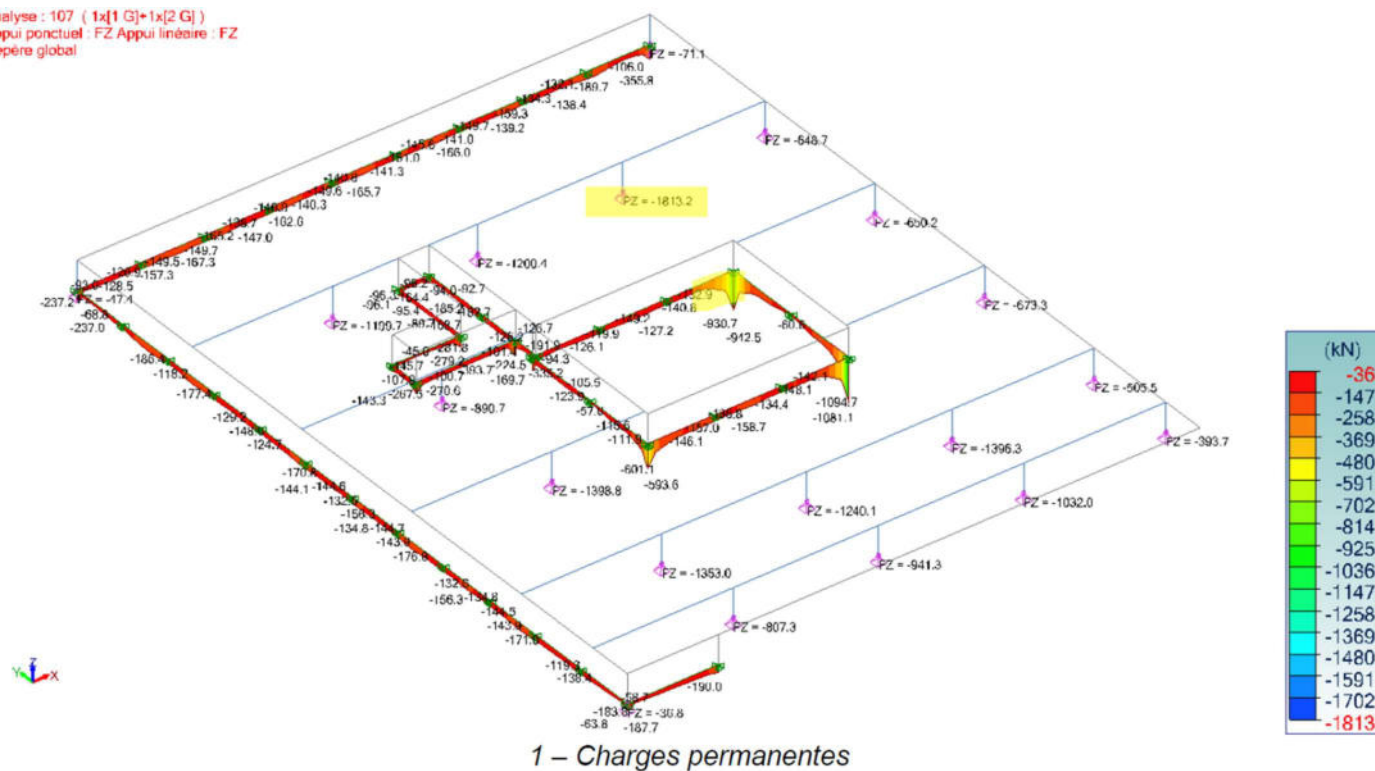


Ci-après une vue axonométrique des descentes de charges du projet :



Ci-après un extrait des sollicitations sous les appuis :
Pour le bloc 1

analyse : 107 (1x[1 G]+1x[2 G])
appui ponctuel : FZ Appui linéaire : FZ
repère global

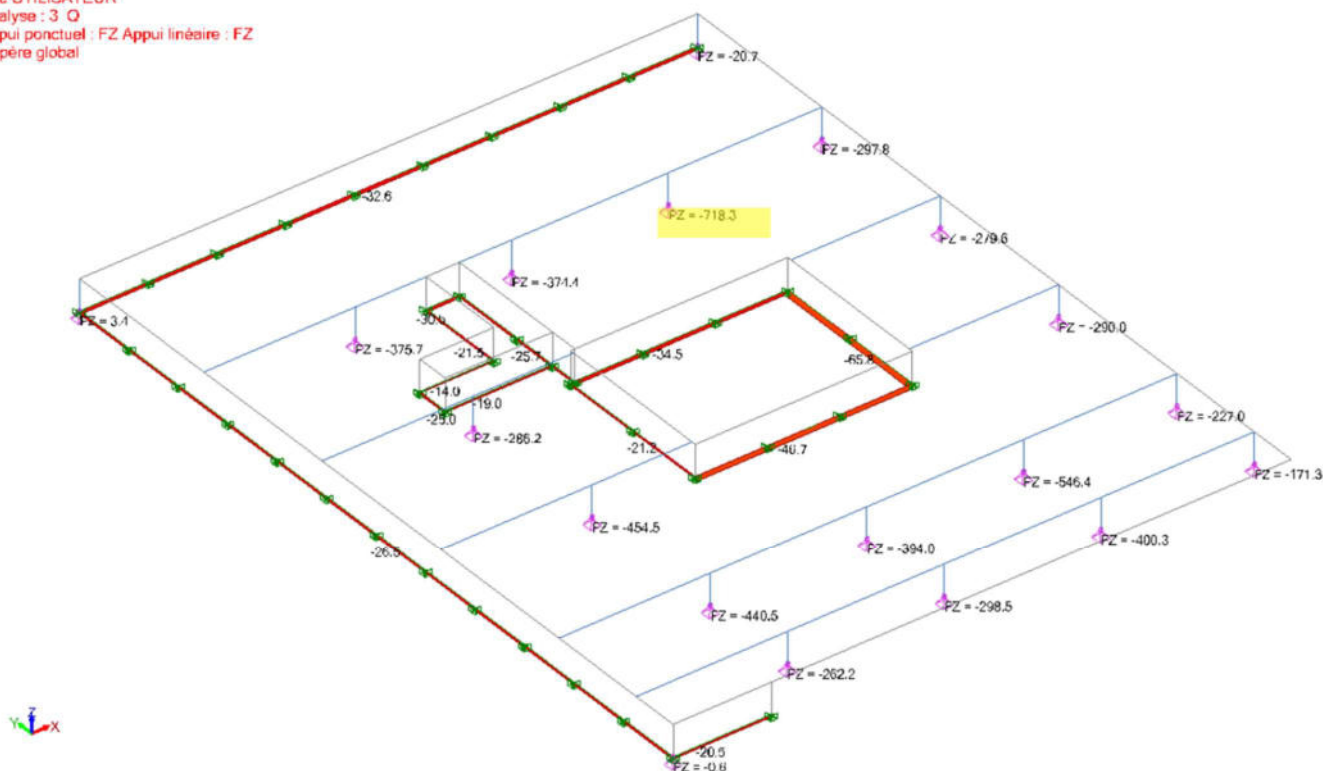


Vue UTILISATEUR

Analyse : 3 Q

Appui ponctuel : FZ Appui linéaire : FZ

Repère global



2' – Charges d'exploitation - valeurs linéarisées sous appuis filants

Les valeurs soulignées en jaune sont les plus fortement chargés.

Ci-dessous les sollicitations pour les charges ponctuelles (valeur +/- 10%) maximales enregistrées au niveau des fondations :

Bloc	1	2	3	4	5	6
Charges permanentes G (kN)	1813	1740	1798	2063	2177	2102
Charges d'exploitation Q (kN)	718	797	712	743	782	761

Ci-dessous les sollicitations pour les charges linéaires (valeur +/- 10%) maximales enregistrées au niveau des fondations :

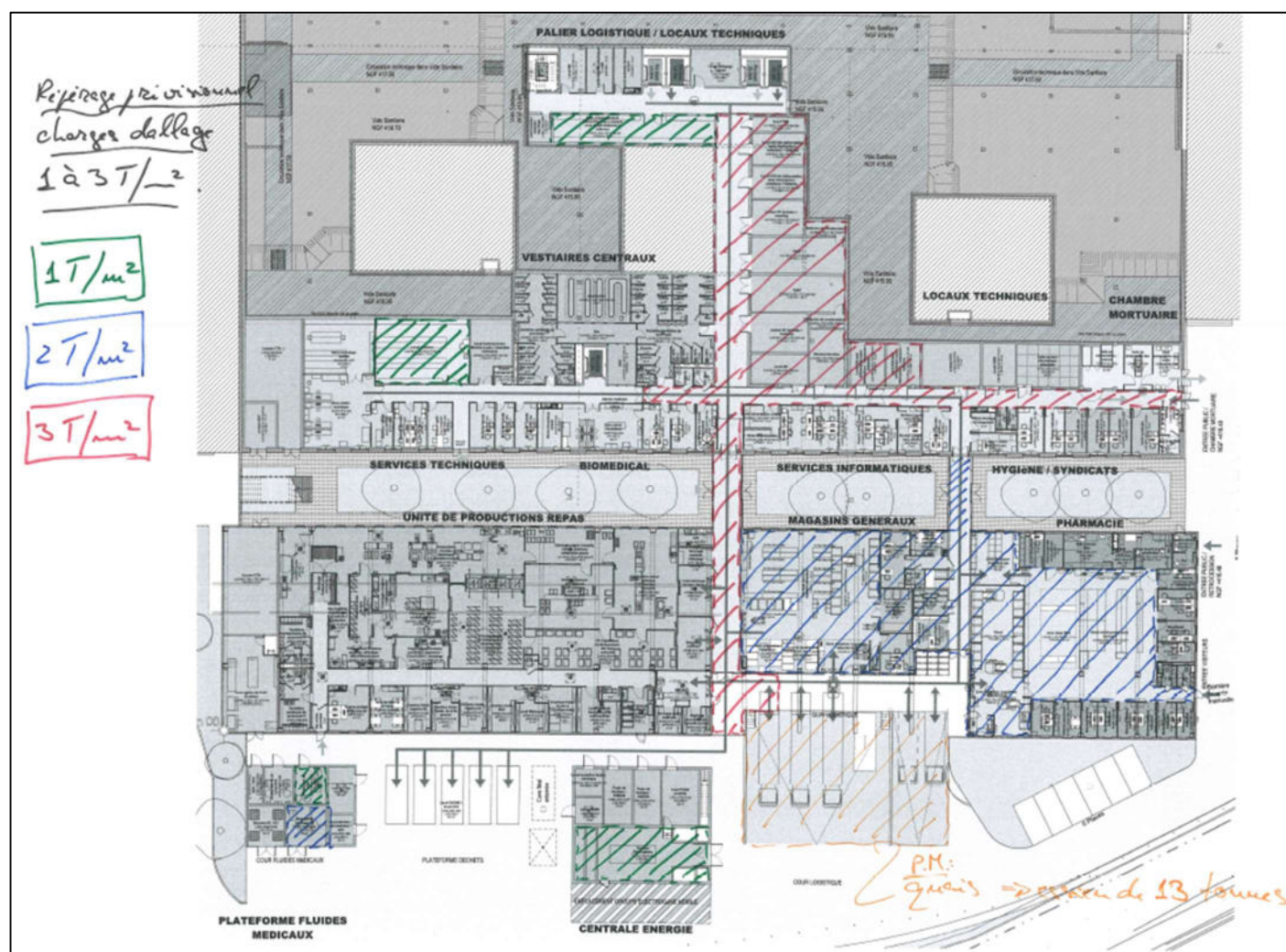
Bloc	1	2	3	4	5	6
Charges permanentes G (kN/ml)	215	285	252	344	263	374
Charges d'exploitation Q (kN/ml)	66	117	75	110	66	120

Les torseurs sismiques (valeur +/- 10%) sont les suivants :

Double voile 1 sur JD : $g = 230\text{kN/ml}$
(lg voile 7.5m) $q = 40\text{kN/ml}$
Torseur $F_x = 806\text{kN}$
Torseur $M_y = 4603\text{kN.m}$

Double voile 2 sur JD : $g = 273\text{kN/ml}$
(lg voile 7.5m) $q = 65\text{kN/ml}$
Torseur $F_x = 897\text{kN}$
Torseur $M_y = 5164\text{kN.m}$

Le plan ci-après indique les zones de chargement du dallage



Les surcharges sur le dallage sont de 1 à 3 t/m².

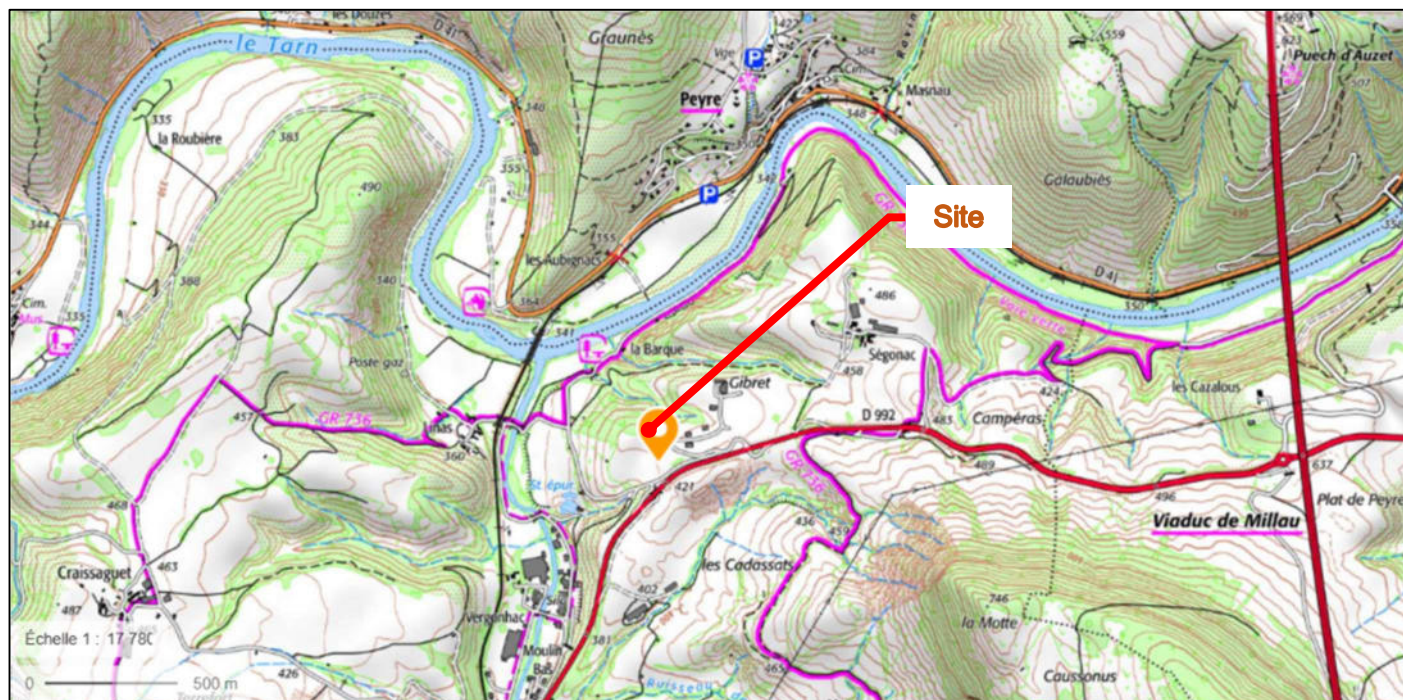
Nous ne possédons pas d'autres informations au moment de la rédaction de notre étude.

1.6. Caractéristiques générales du site-rappel

1.6.1. Localisation

Le terrain concerné par la présente étude se situe avenue du viaduc sur la commune de SAINT GEORGES DE LUZENCON (12) et correspond aux parcelles cadastrales n°0079, 0112, 0124, et 0134 section ZH.

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

1.6.2. Caractéristiques de la zone d'étude

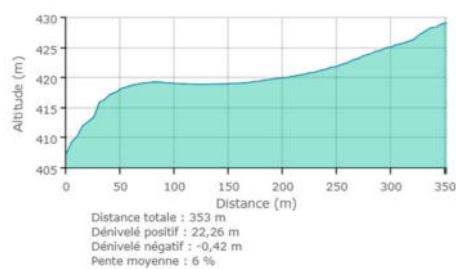
Les éléments principaux à retenir concernant la configuration du site sont les suivants :

- le terrain correspond à une prairie,
- l'altimétrie de la parcelle présente une pente de 6% vers le Sud-Est, elle se situe entre les cotes NGF de 420 à 357 m NGF d'après la carte IGN du secteur.
- la parcelle est délimitée par :
 - la route au Sud,
 - des parcelles agricoles,
 - le cours d'eau le TARN au Nord,

A noter que la parcelle est bordée par un talus à l'ouest au nord et sud

Ci-après des profils altimétriques de la parcelle :

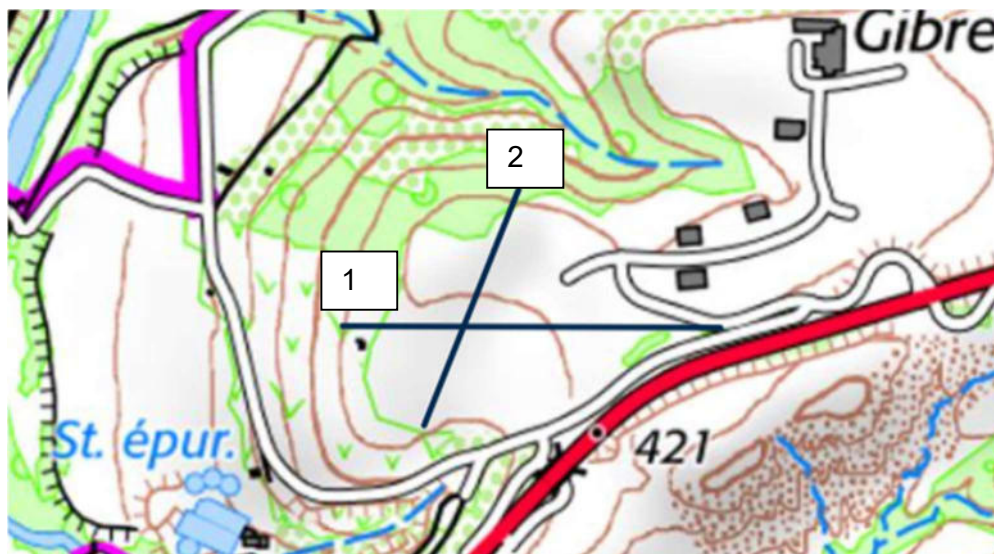
Profil 1 :



Profil 2 :



Localisation des profils :



Ci-après des photographies du site lors de notre intervention, en Novembre 2025 :

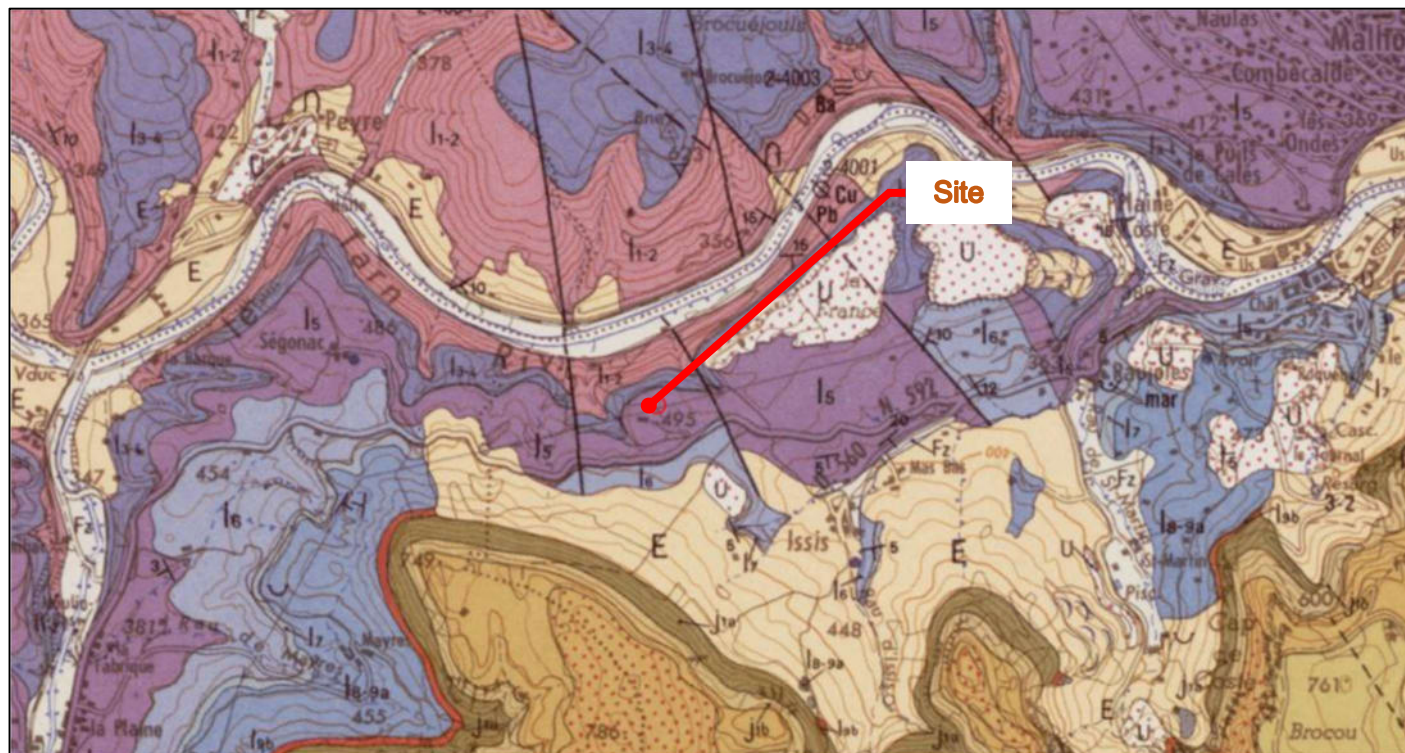


1.6.3. Contextes géologique & hydrogéologique

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

- des remblais d'aménagement,
- des formations notées : i3-4 : Calcaires et dolomies (Sinémurien),
- des formations notées : i5 : Calcaires argileux et marnes subordonnées (Carixien),
- des formations notées : i6 : Marnes feuilletées (Domérien) ,

Extrait de la carte géologique au 1/50000 :



1.6.4. Enquête historique sommaire

En raison de la localisation du site ou de l'occupation actuelle du site, une enquête bibliographique historique sommaire a été effectuée sur la base des données disponibles (archives des images aériennes, recherche sur le net,...).



Site en 2006 -2010



Site en 2016 -2020

Le site était un champ agricole, avant la création d'une zone industrielle avec la construction de bâtiments entre 2016 et 2020.

1.7. Risques naturels-rappel

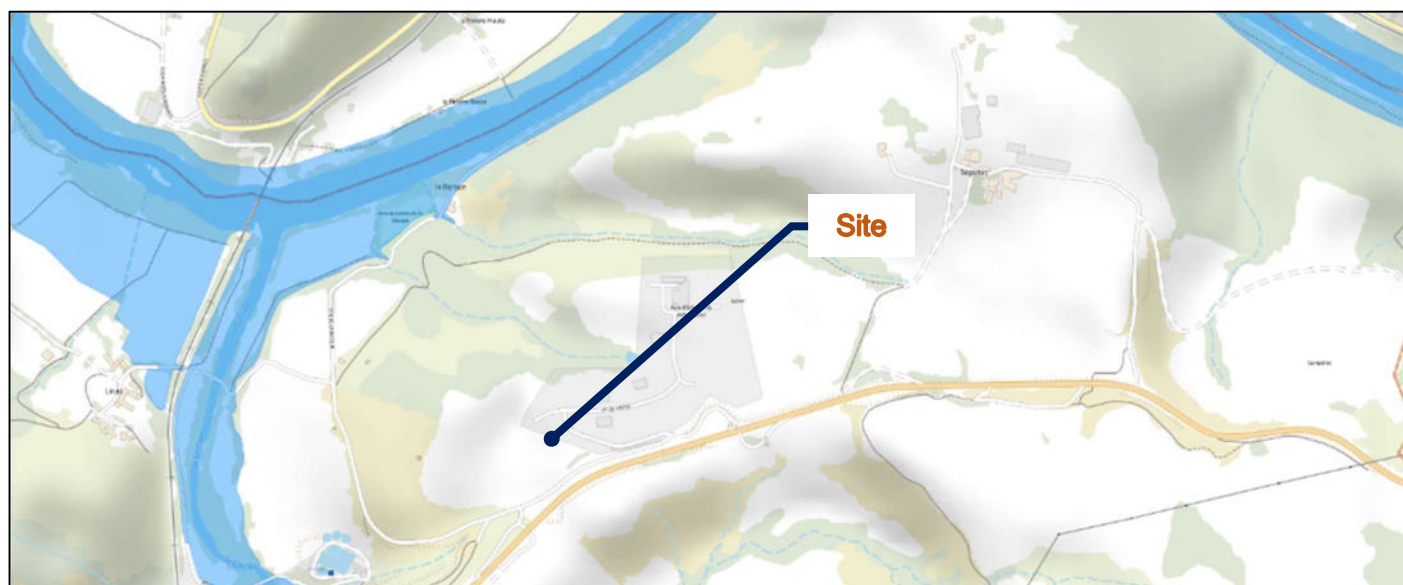
Les risques naturels relevés au droit du site, qui peuvent avoir une incidence sur l'interaction sol-structure, sont synthétisés ci-après (données Infoterre).

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 font pas l'objet de l'étude géotechnique et ne sont donc pas répertoriés.

1.7.1. Risque d'inondation

D'après les indications recueillies dans le PPRi local le site est en dehors des zones d'inondation.

Extrait de la carte du « PPRi » (source Géorisques) :

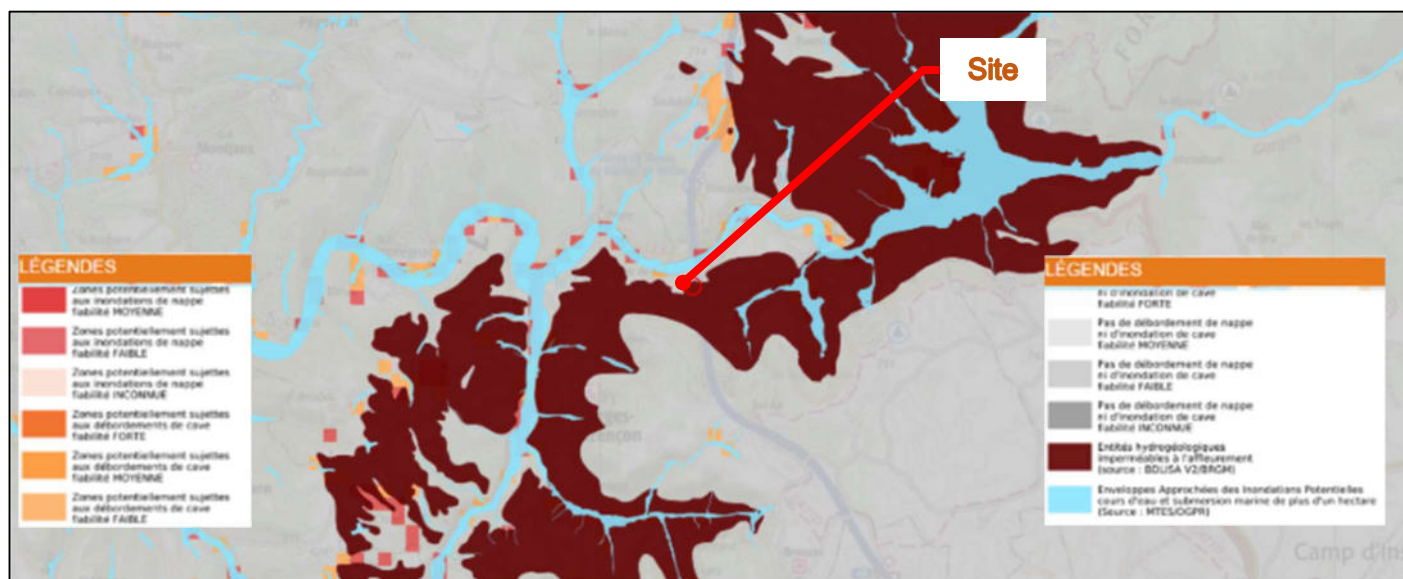


Il est de la responsabilité du Maître d'Ouvrage de se renseigner sur le risque réel d'inondation auprès des services d'urbanisme (P.L.U. notamment). Des dispositions de protection des ouvrages peuvent être prescrites et devront être dimensionnées par un bureau d'étude hydraulique.

1.7.2. Risque de remontée de nappe

D'après les données issues du BRGM, le site est classé dans une zone qui ne présente pas de débordement de nappe, ni d'inondation de cave.

Extrait de la carte de « Remontées de nappe » du BRGM (source Infoterre) :



1.7.3. Exposition au retrait-gonflement des argiles

D'après les indications du BRGM, le projet se trouve dans une zone d'exposition moyen au retrait-gonflement des argiles.

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



1.7.4. Présence de cavités / risque karstique :

Aucune cavité référencée n'est signalée dans la zone du projet.

1.7.5. Mouvements de terrains

Aucun mouvement de terrain n'est signalé sur le site INFOTERRE.

1.7.6. Amiante naturelle

Selon les cartes d'INFOTERRE, la commune ne fait pas l'objet d'une cartographie au 1/50 000 du risque d'amiante environnemental.

1.7.7. 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.

2. INVESTIGATIONS GEOTECHNIQUES- RAPPEL

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 NGF des têtes de sondages ont été déduites du plan topographique transmis.

2.2. Investigations réalisées

2.2.1. Sondages de reconnaissance

Les investigations suivantes ont été réalisées dans le cadre de la mission G2 AVP en Novembre 2025 :

Type de sondage	Référence	Cote NGF	Prof. / TN
Sondages pressiométriques Norme NF P 94-110 Méthode de forage : tarière hélicoïdale continue Ø 63 mm	SP1	420,1	8,0
	SP2	419,7	8,0
	SP3	419,4	8,0
	SP4	418,7	8,0
	SP5	416,6	8,0
	SP6	415,5	8,0
Sondages géologiques à la pelle mécanique	PM1	420,1	0,5 (refus)
	PM2	420,4	0,5 (refus)
	PM3	419,3	0,8 (refus)
	PM4	418,5	0,7 (refus)
	PM5	418,1	0,6 (refus)
	PM6	417,7	0,6 (refus)
	PM7	416,2	0,8 (refus)
	PM8	415,5	0,7 (refus)
	PM9	416,2	0,4 (refus)
	PM10	419,9	0,6 (refus)
	PM11	420,5	0,4 (refus)
	PM12	422,3	1,4 (refus)
	PM13	425,4	1,2 (refus)
	PM14	424,8	0,2 (refus)
	PM15	424,8	0,2 (refus)
	PM16	425,7	0,7 (refus)

Essais au pénétromètre dynamique lourd Norme NF EN ISO 22476-2 Méthode : DPSH-B avec un chenillard de type APAFOR	PD1	420,3	0,2 (refus)
	PD2	420,6	0,6 (refus)
	PD3	419,3	0,7 (refus)
	PD4	418,2	0,8 (refus)
	PD5	419,7	0,7 (refus)
	PD6	415,3	0,9 (refus)
	PD7	418,0	0,5 (refus)
	PD8	420,2	1,4 (refus)
	PD9	419,6	0,8 (refus)
	PD10	423,7	3,3 (refus)
	PD11	424,0	0,1 (refus)
	PD12	425,3	0,1 (refus)
	PD13	425,3	0,1 (refus)
Sondages carottés Méthode de forage : carottier rotatif Ø 116 mm	SC1	419,9	6.5
	SC2	417,7	8.0
	SC3	419,1	4.0
Sondages carottés de chaussée Méthode de forage : carottier battu Ø 110 mm	SCE1	420,9	0.6
	SCE2	421,0	0.3
	SCE3	421,3	0.3

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

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

2.2.2. Equipements piézométriques

Équipement piézométrique	Référence	Sondage	Prof. / TN	Cote NGF
Piézomètre définitif fermé avec capot métallique Norme NF P94-157-2	PZ1	SD1	12.00	420,90
	PZ2	SD2	12.00	416,30
	PZ3	SD3	12.00	423,10
	PZ4	SD4	12.00	425.00

2.2.3. Tests de perméabilité des sols

Type d'essai de perméabilité in situ	Référence	Prof. / TN
Essai Matsuo	PM1	0.50
	PM2	0.45
	PM3	0.80
	PM4	0.70
	PM5	0.60
	PM6	0.60
	PM7	0.80
	PM8	0.70
	PM9	0.45
	PM10	0.65
	PM11	0.40
	PM12	1.40
	PM13	1.25

2.2.4. 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	6
Analyse granulométrique par tamisage - NF EN ISO 17892-4	6
Valeur au bleu du sol (VBS) - NF P94-068	6
Classification des sols (GTR) - NF P11-300	6
Essai de compactage à l'essai Proctor Normal - NF P94-093	2
Indice CBR immergé (CBR _i) sur sol traité chaux et liant hydraulique	2

* Échantillons broyés prélevés dans les sondages à la tarière ou au tractopelle

Les analyses chimiques suivantes ont été réalisées par un laboratoire d'analyses spécialisé :

Critère	Quantité
Mesure des amiantes et HAP	2
Sulfates totaux sur sol	4
Mesure de la teneur en matière organique	2
Degré d'acidité sur sol selon Baumann-Gully	2

Les résultats détaillés des essais sont insérés en annexe 6.

3. SYNTHÈSE GEOTECHNIQUE-RAPPEL

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

- les paramètres de forage :
 - la vitesse d'avancement instantanée généralement fonction de la résistance mécanique des sols traversés (élevée dans les horizons « mous » à lâches et faibles dans les formations compactes) ;
 - la pression d'injection des fluides de forage, généralement élevée dans les terrains peu perméables (argiles, limons et roches saines) ;
 - la pression sur l'outil de forage ainsi que le couple de rotation moteur, peu variables mais dépendant toutefois du matériau traversé (plus élevé généralement dans les formations graveleuses ou granuleuses et abrasives) ;
- les échantillons remaniés prélevés à la tarière hélicoïdale ;
- la visualisation des sols dans les sondages à la pelle (généralement limitée à 3 m de profondeur maximum ou au refus pour des raisons de capacité d'outils et de sécurité) ;
- l'observation des échantillons intacts prélevés au droit des sondages carottés ;
- 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 20 cm ;
- les essais en laboratoire, notamment la valeur au bleu qui permettent d'appréhender le degré d'argilosité des sols ;
- les analyses granulométriques 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. Coupe stratigraphique du terrain - caractéristiques mécaniques

➤ **TV : Terre végétale**

Cette formation correspond au recouvrement superficiel du terrain. Elle est impropre à toute construction.

- Aspect visuel : limon à racines et radicules,
- Épaisseur : 0.1 à 0.3 m.

Des variations d'épaisseur, parfois importantes, de la couche de **terre végétale** (TV) sont à attendre dans l'emprise du projet.

➤ **R : Remblais**

Cette formation correspond aux remblais d'aménagement du site.

- Aspect visuel : blocs gris et limon, diamètre maximum de blocs 40 cm, sur la partie Ouest du site,
- Niveau de la base : de 424,6 à 425,0 m NGF,

- Epaisseur : de 0.2 à 0.7 m,
- Caractéristiques mécaniques :
 - Résistance dynamique de pointe : $2 \leq q_d \leq 50$ MPa (Refus).
 - Compacité : hétérogène,

Des variations de nature et d'épaisseur des **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.

➤ **S01a : Limon à petits cailloux et grave à blocs**

Cette formation correspond à l'altération des Calcaires argileux, marnes subordonnées (Carixien) et des Marnes feuilletées (Domérien),

- Aspect visuel : Limon à petits cailloux et graves, marron, gris, diamètre maximum 11 à 20 cm
- Niveau du toit : de 415,3 à 425,0 m NGF,
- Niveau de la base : de 414,44 à 424,74 m NGF,
- Profondeur de base : de 0,1 à 3,3 m,
- Caractéristiques mécaniques :
 - Résistance dynamique de pointe : $1.5 \leq q_d \leq 50$ MPa, (refus)
 - Compacité : modeste,

➤ **S01b : Calcaire et marne**

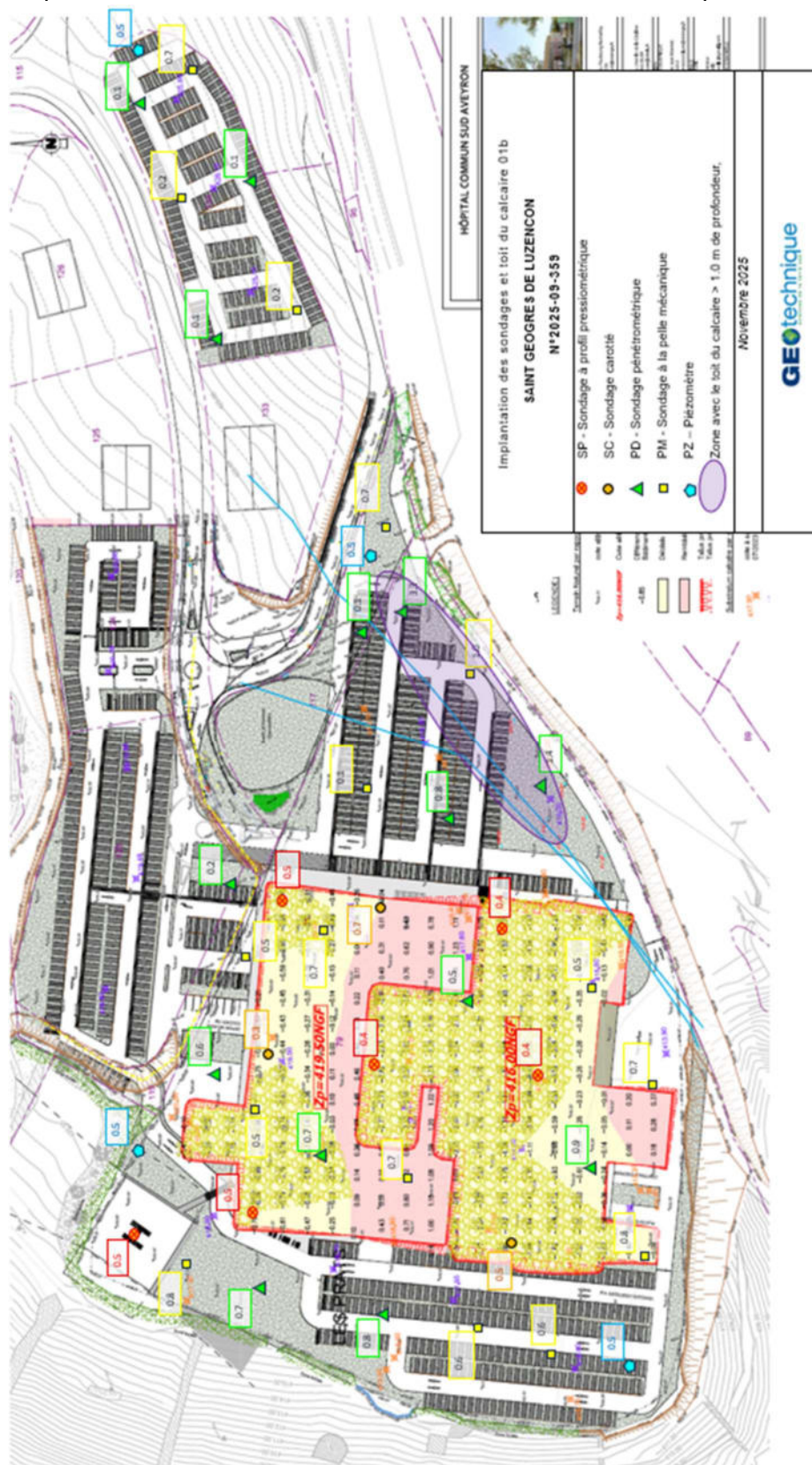
Cette formation correspond aux Calcaires argileux, marnes subordonnées (Carixien) et des Marnes feuilletées (Domérien),

- Aspect visuel : marron, beige, gris,
- Niveau du toit : de 414,44 à 424,74 m NGF,
- Niveau de la base : $> 404,3$ m NGF,
- Profondeur de base : $> 12,0$ m,
- Caractéristiques mécaniques :
 - Pression limite : $p_l^* > 4.8$ MPa,
 - Module pressiométrique (E_M) : $132 \leq E_M \leq 542$ MPa,
 - Résistance dynamique de pointe : $q_d \leq 50$ MPa (Refus).
 - Compacité : très élevée.

Le tableau, ci-après indique la base des différentes formations au droit des sondages, en m/TN et en m NGF :

Sondages	Cote m NGF	Profondeur m/TN	TV terre végétale		R remblais : blocs et limon		01a Limon à petit cailloux et grave à blocs		01b Calcaire et marne	
			m/TN	m NGF	m/TN	m NGF	m/TN	m NGF	m/TN	m NGF
SP1	420,1	8,0					0,5	419,6	>8,0	<412,1
SP2	419,7	8,0					0,5	419,2	>8,0	<411,7
SP3	419,4	8,0					0,5	418,9	>8,0	<411,4
SP4	418,7	8,0					0,4	418,3	>8,0	<410,7
SP5	416,6	8,0					0,4	416,2	>8,0	<408,6
SP6	415,5	8,0					0,4	415,1	>8,0	<407,5
SC1	419,9	6,5	0,1	419,8			0,3	419,6	>6,5	<413,4
SC2	417,7	8,0	0,1	417,6			0,5	417,2	>8,0	<409,7
SC3	419,1	4,0	0,2	418,9			0,7	418,4	>4,0	<415,1
PZ1	420,9	12,0					0,5	420,4	>12,0	<408,9
PZ2	415,7	12,0					0,5	415,2	>12,0	<403,7
PZ3	423,1	12,0					0,5	422,6	>12,0	<411,1
PZ4	425,0	12,0					0,5	424,5	>12,0	<413,0
PD1	420,3	0,2					0,2	420,1		
PD2	420,6	0,6					0,6	420,0		
PD3	419,3	0,7					0,7	418,6		
PD4	418,2	0,8					0,8	417,4		
PD5	419,7	0,7					0,7	419,0		
PD6	415,3	0,9					0,9	414,4		
PD7	418,0	0,5					0,5	417,5		
PD8	420,2	1,4					1,4	418,8		
PD9	419,6	0,8					0,8	418,8		
PD10	423,7	3,3					3,3	420,4		
PD11	424,0	0,1					0,1	423,9		
PD12	425,3	0,1					0,1	425,2		
PD13	425,3	0,1					0,1	425,2		
PM1	420,1	0,5	0,2	419,9			0,5	419,6		
PM2	420,4	0,5	0,2	420,2			0,5	419,9		
PM3	419,3	0,8	0,3	419,1			0,8	418,5		
PM4	418,5	0,7	0,2	418,3			0,7	417,8		
PM5	418,1	0,6	0,3	417,9			0,6	417,5		
PM6	417,7	0,6	0,2	417,5			0,6	417,1		
PM7	416,2	0,8	0,2	416,0			0,8	415,4		
PM8	415,5	0,7	0,2	415,3			0,7	414,8		
PM9	416,2	0,5	0,2	416,1			0,5	415,8		
PM10	419,9	0,7	0,2	419,7			0,7	419,2		
PM11	420,5	0,4	0,3	420,3			0,4	420,1		
PM12	422,3	1,4	0,2	422,1			1,0	421,3	>1,4	<420,9
PM13	425,4	1,3	0,3	425,1			0,7	424,7	>1,3	<424,2
PM14	424,8	0,2			0,2	424,6				
PM15	424,8	0,2			0,2	424,6				
PM16	425,7	0,7			0,7	425,0				

La carte ci-après indique le toit du calcaire, avec en violet la zone où le toit est à plus de 1.0 m de profondeur :



3.2. Résultats des essais en laboratoire

Les résultats des essais en laboratoire sont détaillés dans le tableau ci-après :

Sondage	PM1	PM2	PM4	PM7	PM9	PM12
Id. formation	01a	01a	01a	01a	01a	01a
Nature de sol	Limon marron à graves et blocs	Limon marron à cailloutis et graves	Limon marron à graves	Limon marron à graves	Limon marron à quelques cailloutis	Limon marron à quelques cailloutis
Profondeur (m)	0.50	0.50	0.70	0.80	0.45	1.40
Teneur en eau naturelle W_{nat} (%)	19.6	21.9	17.1	17.6	18.9	18.1
Dmax (mm)	100	50	50	40	31.5	50
Passant 80 μ m	57.1	83.6	60.4	62.4	67.4	84.8
Valeur au bleu du sol VBS	1.83	2.34	1.76	1.52	1.81	3.03
Poinçonnement IPI	-	6.3	-	-	-	12.5
Densité à l'OPN (t/m^3)	-	1.67	-	-	-	1.67
Teneur en eau à l'OPN W_{OPN} (%)	-	20.6	-	-	-	19.8
Classe GTR + état hydrique : Ancienne classification GTR :	F1 C1A1	F1m A1	F1 A1	F1 A1	F1 A1	F2m A2
Faisabilité de traitement du sol						
Dosage en chaux testé (%)	-	-	-	-	-	-
Dosage en eau (%)	-	22.9	-	-	-	30.5
Dosage en liant testé (%)	-	-	-	-	-	-
Gonflement moyen G_v (%)	-	0.610	-	-	-	5.068
Indice CBR immergé (CBR _i)	-	4.57	-	-	-	0.44

Ci-après, le tableau normatif de l'aptitude au traitement d'un sol :

Gonflement volumique G_v (%) après immersion pendant 7 j	Résistance en traction indirecte R_{it} (MPa)	Aptitude du matériau au traitement
≤ 5	≥ 0.20	Adapté
$5 < G_v \leq 10$	$0.10 \leq R_{it} < 0.20$	Douteux
> 10	< 0.10	Inadapté

3.3. Exposition 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	Exposition au retrait du sol
> 80	> 4	Forte
> 40	1.5 à 4	Moyenne
< 40	< 1.5	Faible

Il résulte que les limons à graves (01a) sont moyennement sensibles au phénomène de retrait-gonflement.

3.4. Mesure chimique

3.4.1. Agressivité des sols sur le béton

Les analyses chimiques effectuées sur les sols donnent les résultats suivants :

	Seuils				Sondage	
	« XA0 »	XA1	0.5 – 1.5	XA3	PM6 0.2 – 0.6 m	PM11 0.3 – 0.4 m
Acidité (ml/kg)	> 200	> 200	-	-	11	7.8
Sulfate SO_4^{2-} (mg/kg)	< 2000	2000 à 3000	$> 3\,000$ à 12000	> 12000 à 24000	675	1060

Il résulte que les sols présentent un caractère légèrement agressif vis-à-vis du béton. La classe correspondante à retenir est inférieure à XA1.

Cette classification est à compléter par rapport à d'autres critères qui ne relèvent pas de la géotechnique.

3.4.2. Mesure des teneurs en matières organique et sulfate

Le tableau ci-après indique les mesures de MO et SU ;

Sondage	PM2	PM3	PM7	PM12
Profondeur	0.2-0.5	0.2-0.7	0.2-0.8	0.2-0.4
Teneur en matière organique (%)	5.4	4.6	4.3	4.6
Teneur en sulfates mg / kg MS (%)	<50 <1	<50 <1	<50 <1	6400 <1

3.4.3. Mesure des teneurs en amiante et HAP

Aucune trace d'amiante et HAP n'ont été mesurées sur les sondages de carottés de chaussée : SCE1, SCE2 et SCE3.

Les PV des résultats sont fournis en annexes.

3.5. Niveaux des eaux souterraines

Aucune arrivée d'eau n'a été observée dans les sondages lors des investigations.

Des circulations erratiques d'eaux ne sont pas à exclure 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.

Des circulations d'eau peuvent également se produire au sein des remblais en zone urbanisée.

De même, en milieu urbain, la présence de venues d'eau ponctuelles peut être associée à des fuites de réseaux enterrés ou à des circulations induites par les tranchées de réseaux.

Le tableau des relevés des niveaux d'eau, en date du 10 Juin 2026 est présenté ci-après :

Référence du sondage	Cote TN (m N.G.F. / m N.I.)	Profondeur du niveau d'eau (m)	Cote du niveau d'eau (m N.G.F. / m N.I.)
PZ1	420.94	sec	-
PZ2	415.7	sec	-
PZ3	423.1	5.1	418.0
PZ4	425.0	1.9	423.0

Les niveaux d'eau ont été identifiés sur la partie Ouest du site, au niveau des parkings, ces piézométries sont en contre bas de la route. Ces niveaux d'eau peuvent correspondre aux eaux superficielles, les prochains relevés permettront de valider les niveaux d'eau.

3.6. Perméabilité des sols

Il est rappelé les essais de perméabilité sont réalisés sur des surfaces très limitées. Dans le cas où des pompages ou rabattements de nappe seraient nécessaires en phase chantier ou en phase d'exploitation, seuls des essais de pompage permettront d'obtenir une estimation réaliste des débits d'exhaure.

Les essais d'eau réalisés ont pour objet d'évaluer la perméabilité des sols. Le tableau ci-après présente les résultats obtenus :

Formation	Sondage	Nature du sol	Type d'essai	Profondeur (m)	Coefficient de perméabilité	
					K (m/s)	K (mm/h)
S01a	E1	Limon à petits cailloux et graves	Matsuo	0.50	$2.1 * 10^{-05}$	76
	E2			0.45	$1.9 * 10^{-05}$	70
	E3			0.80	$1.9 * 10^{-05}$	95
	E4			0.70	$6.5 * 10^{-06}$	23
	E5			0.60	$3.7 * 10^{-06}$	13
	E6			0.60	$5.0 * 10^{-05}$	180
	E7			0.80	$8.3 * 10^{-06}$	30
	E8			0.70	$2.6 * 10^{-06}$	9.0
	E9			0.45	$4.3 * 10^{-05}$	15
	E10			0.65	$1.2 * 10^{-05}$	42
	E11			0.40	$4.5 * 10^{-06}$	16
	E12			1.40	$7.8 * 10^{-07}$	3.0
	E13			1.25	$1.0 * 10^{-06}$	4.0

Ci-dessous, une indication du degré de perméabilité en fonction de la perméabilité mesurée :

Ordre de grandeur de la perméabilité k	Degré de perméabilité correspondant
10^{-1} à 10^{-3} m/s	Elevée
10^{-3} à 10^{-5} m/s	Modérée
10^{-5} à 10^{-7} m/s	Faible
10^{-7} à 10^{-9} m/s	Très faible
10^{-9} à 10^{-12} m/s	Quasi-nulle

Nous attirons toutefois l'attention sur le fait que les essais caractérisent les terrains localement (c'est-à-dire au droit des sondages et à la profondeur de l'essai) du fait des dimensions limitées des cavités d'essais. Les valeurs de perméabilité peuvent varier dans de larges limites à l'échelle du projet, notamment selon les variations de la granularité des terrains.

Nous conseillons donc à l'équipe de conception de tenir compte des risques d'hétérogénéité et de retenir des valeurs prudentes par type de sol, dans un souci de sécurité vis-à-vis du dimensionnement des ouvrages.

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.

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

Id.	Nature du sol	Base de la couche		Résistance de pointe q_d (MPa)	Valeurs pressiométriques		
		Profondeur (m/TA)	Cote alti. (m NGF)		p_l^* (MPa)	E_M (MPa)	α
TV	Limon à racines et radicelles	0,1 à 0,2	415,32 à 425,14	-	-	-	-
R	Blocs, gris et limon, diamètre de blocs 40 cm, sur la partie Ouest du site	0,2 à 0,7	424,6 à 424.96 et 414.7	5	-	-	-
01a	Limon à petits cailloux et graves, marron, gris	0,1 à 0.9 Et sur la partie Ouest de site à 3,3	414,74 à 424,74 Et 418.8	3 à 10	0,2 (estimé)	5 (estimé)	0,5
01b	Marne, marron, grise et calcaire, beige, gris	> 12,0	> 404,3	refus	4,0	130	0,5

p_l : pression limite nette / E_M : Module pressiométrique / α : Coefficient rhéologique du sol
 q_d : résistance dynamique de pointe

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).

Les caractéristiques géomécaniques retenues sont les suivantes :

Id,	Description	Caractéristiques géomécaniques		
		γ (kN/m ³)	c' (kPa)	φ' (°)
01a	Limon à petit cailloux et grave, marron, gris	19	0	25
01b	Marne, marron, gris et calcaire, beige, gris,	20	25	30

γ_h : poids volumique humide / γ_d : poids volumique sec / c' : cohésion effective
 φ' : angle de frottement intrinsèque

Remarque : Les valeurs de cohésion (c') et d'angle de frottement (ϕ') retenues pour les différentes couches de sol ont été estimées sur la base des sondages réalisés et de l'interprétation des essais in situ (pressiométriques, pénétrométriques, reconnaissance à la pelle mécanique).

Aucun essai de laboratoire de type cisaillement direct ou essai triaxial n'a été effectué dans le cadre de la G2 AVP et de cette mission.

Il appartiendra à l'entreprise, dans le cadre de la mission G3 (phases DCE/EXE), de **vérifier la validité des hypothèses géotechniques** et d'ajuster, si nécessaire, les paramètres mécaniques retenus pour les calculs de stabilité et de dimensionnement.

4.2. Niveaux des eaux souterraines

En absence de données historiques suffisantes concernant les eaux souterraines, les niveaux piézométriques caractéristiques nécessaires au projet, notamment le niveau des eaux exceptionnelles - EE, le niveau des eaux hautes – EH, le niveau des eaux fréquents - EF, ne sont pas connus. La détermination de ces niveaux doit être effectuée dans le cadre d'une étude hydrogéologique spécifique indépendante des études géotechniques,

Un suivi piézomètre est en cours, il sera communiqué, ultérieurement. Cependant les premiers relevés mettent en évidence un niveau d'eau entre 1.9 à 5.1 m (418.0 à 423.0 m NGF), sur la partie Ouest du site, au niveau des parking.

4.3. Conditions sismiques

4.3.1. Risque sismique et de liquéfaction des sols

Suite à l'ensemble des éléments présentés précédemment, les paramètres sismiques à prendre en compte conformément à la norme NF EN 1998 (Eurocode 8) sont les suivants :

Zone de sismicité	2
Niveau d'aléa	Faible
Accélération du sol agr (m/s^2)	0.7
Catégorie d'ouvrage	IV*
Coefficient d'importance γ	1.4
Classe de sol	A
Coefficient de sol S	1
Risque de liquéfaction	Sans objet

(*) : à confirmer par le maître d'ouvrage.

Dans notre cas présent, les exigences parasismiques doivent être prises en compte.

4.3.2. Coefficient d'amplification topographique

Les préconisations sur le coefficient S_T sont définies ci-après :

A.2 Pour des inclinaisons moyennes des terrains en pente, inférieures à environ 15°, les effets topographiques peuvent être négligés, alors qu'une étude spécifique est recommandée dans le cas d'une topographie locale fortement irrégulière. Pour des inclinaisons plus importantes, les indications suivantes sont applicables :

(a) *Versants et pentes isolés.* Il convient d'utiliser une valeur $S_T \geq 1,2$ pour les sites situés à proximité de la crête ;

(b) *Buttes dont la largeur de la crête est notablement inférieure à la largeur à la base.* Il convient d'utiliser une valeur $S_T \geq 1,4$ à proximité de la crête des pentes dont l'angle d'inclinaison moyen est supérieur à 30°, et une valeur $S_T \geq 1,2$ pour les angles inférieurs ;

(c) *Présence d'une couche lâche en surface.* Dans le cas d'une couche lâche en surface, il convient d'augmenter la valeur de S_T , donnée en (a) et (b), d'au moins 20 % ;

(d) *Variation spatiale du coefficient d'amplification.* On peut admettre que la valeur de S_T décroît linéairement, en fonction de la hauteur au-dessus de la base du versant ou de la butte, jusqu'à valoir un à la base.

D'après le site Géoportail, la pente du site est inférieure à 15 %, les effets de la topographie peuvent donc être négligés.

4.4. La zone d'influence géotechnique (ZIG)

Compte tenu de la localisation de la parcelle dans un versant en pente, les travaux à réaliser, notamment l'aménagement d'une plate-forme en déblai/remblai avec des talus à l'amont et à l'aval et la réalisation d'une fouille avec des talus de 2,0 m de hauteur, pourront avoir un impact sur la stabilité des terrains en amont et aval vis-à-vis du glissement et ce, au-delà des limites de la parcelle.

En première approche, les distances d'influence sont de l'ordre de 3 fois la hauteur des talus amont et aval, soit environ 6,0 m à compter des bords de fouille et pieds des talus.

4.5. Contraintes géotechniques

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

- la présence du substratum rocheux (calcaire et marnes) sub-affleurent,
- la pente du terrain de 6% vers le Sud-Est impliquant des mouvements de terre en déblais et/ou remblais induisant les vérifications suivantes :
 - La stabilité des talus provisoires et/ou définitifs en déblai.
 - La stabilité des talus provisoires et/ou définitifs en remblai.

4.6. Adaptations techniques retenues

Compte tenu du contexte géotechnique du site, des conclusions de la mission G2 AVP et des caractéristiques techniques du projet en phase PRO, les orientations techniques qu'il convient de retenir sont les suivantes :

- la réalisation d'un mode de fondations superficielles,
- la réalisation d'un niveau-bas de type dallage sur terre-plein et de type plancher-porter,

Ces adaptations techniques sont précisées dans la suite du rapport.

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

5. CONCEPTION DES OUVRAGES GEOTECHNIQUES

5.1. Principes généraux 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 (GTR92 ou GTR 2023),
- La terre végétale 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. Terrassements projetés

D'après la configuration du site, les travaux de terrassements comprendront les épaisseurs de déblai / remblai suivantes :

- en déblai d'environ 2,0 m
- en remblai de 1,2 m.

5.1.3. 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.

Dans les zones boisées, l'épaisseur de terre végétale peut être plus importante et atteindre 0,5 m en moyenne.

5.1.4. Drainage du terrain

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

Pour éviter toute stagnation d'eau et faciliter l'écoulement des eaux vers les drains, les plateformes devront être réglées en conservant des pentes latérales suffisantes ($\geq 1,5 \%$).

5.1.5. Réalisation des déblais

Les déblais à réaliser concerneront des matériaux très compacts, nécessitant l'utilisation d'engins ou de procédés adaptés (éclateur, pelle puissante, brise-roche hydraulique, marteau pneumatique,...). L'incidence des vibrations induites par ces procédés devra être prise en compte vis-à-vis des avoisinants. Le cas échéant, des mesures de protection devront être mises en œuvre.

5.1.6. Arase terrassement

D'après le calage altimétrique du projet et en tenant compte des terrassements envisagés, le fond de forme sera constitué de :

- Limon à petits cailloux et graves, marron, gris (01a),
- Marne, marron, gris et calcaire, beige, gris (01b).

En zone de remblai, l'arase transitoire de terrassement (avant remblaiement) correspondra au terrain naturel purgé de la terre végétale et des matériaux impropres à l'assise des remblais.

En zone de déblai et de profil rasant, la partie supérieure des terrassements correspond donc à un cas de PST1 avec une arase de classe associée AR1.

En cas de travaux réalisés en période hivernale, ou en cas de pluies importantes, la partie supérieure des terrassements pourra correspondre à un cas de PST0 avec une arase de classe associée AR0. Il faudra donc prévoir des dispositions particulières (détaillées ci-après) permettant de reclasser l'arase en AR1 minimum, **y compris en zone de déblai et en zone rasante, après retroussage de l'épaisseur de sol prévue d'être traitée en couche de forme.**

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

En cas de portance insuffisante de la PST après décapage et drainage du terrain, il faudra procéder à 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 ;
- un traitement in-situ à la chaux en cas de sols fins dans un état hydrique humide, en vue de réduire la sensibilité à l'eau du sol et d'en améliorer l'aptitude au compactage ; au préalable, il faudra s'assurer de la faisabilité du traitement des sols au moyen d'essais d'aptitude en laboratoire.

Ces aménagements devront conduire à l'obtention d'une portance minimale EV2 de 20 à 30 MPa. Par conséquent, une vérification de la portance de la P,S,T, est conseillée par essais à la plaque à raison d'un

essai tous les 2000 m², ainsi qu'une vérification visuelle de l'absence de point dur (blocs, pointement rocheux...).

5.1.7. Conditions de réemploi des matériaux du site

Nous rappelons que les sols du site qui seront recoupés par les opérations de terrassement en déblais sont les suivants :

- La terre végétale,
- Limon à petits cailloux et graves, marron, gris (01a) classés GTR F1 et F2,
- Marne, marron, gris et calcaire, beige, gris (01b),

La terre végétale ainsi que les matériaux organiques seront mis en dépôt ou réutilisés uniquement dans le cadre des aménagements paysagers.

Les limons à petits cailloux et graves, marron, gris (sol 01a) classés F1 et ponctuellement F2 selon le GTR version 2023 sont réutilisables de la manière suivante :

- dans un état hydrique très humide (th) : leurs teneurs en eau élevées ne permettent pas de les réutiliser en l'état, Aucun traitement n'est possible, seul une mise en dépôt provisoire ou un drainage préalable de plusieurs mois peut être envisageable après étude spécifique, ce qui permettrait ainsi de les ramener en F1h voire F1m,
- dans un état hydrique humide (h) : il s'agit de sols difficiles à mettre en œuvre, sujets au matelassage, et finalement de faible portance après compactage, Ces matériaux sont réutilisables en remblai, moyennant un traitement in-situ avec ajout de chaux et un compactage moyen, Leur utilisation en couche de forme nécessite un traitement avec des produits à base de liants hydrauliques,
- dans un état hydrique moyen (m) : ces sols s'emploient facilement mais sont très sensibles aux conditions météorologiques (excès de teneur en eau ou compactage difficile du matériau sec), Ces matériaux sont réutilisables en l'état avec un compactage moyen, mais la portance attendue est toutefois modérée, Leur utilisation en couche de forme nécessite un traitement avec des produits à base de liants hydrauliques.

Les modalités de mise en œuvre des matériaux devront respecter les principes et exigences du Guide de réalisation des remblais et des couches de forme – GTR, et du Guide de traitement des sols – GTS,

5.1.7.1. *Faisabilité du traitement in-situ des matériaux limoneux à graves du site*

Les analyses chimiques réalisées sur les limons à petits cailloux et graves, marron, gris (sol 01a) indiquent des dosages en sulfates faible (< 1 %) et des teneurs en matière organique de 4,5 % en moyenne (entre 3 et 6 %).

Cette teneur élevée en matière organique peut s'expliquer par le mélange de la terre végétale avec les limons sous-jacent.

On rappelle que l'épaisseur des limons à petits cailloux et graves est très faible soit de 0,2 à 0,7 m environ sur le site.

Il est donc déconseillé d'utiliser ces matériaux en couche de forme et /ou en remblais de compensation altimétrique.

5.1.7.2. Conditions d'utilisation des matériaux Calcaire

Il est prévu la réalisation de minage sur le site pour réaliser les déblais dans le calcaire.

Les matériaux extraits pourront être utilisés en remblais, ils devront être concassés, on cherchera à obtenir une granulométrie de type 0/60 à 0/80 pour une utilisation en couche de forme et en remblai de compensation altimétrique. Il conviendra avant mise en œuvre de vérifier leurs caractéristiques granulométriques afin de les reclasser en concassé R_{21} / R_{61} .

Lors des opérations de minage, il y a des risques :

- de vibrations pour les avoisinants,
- de détérioration du fond de forme (fissuration...).

Cette solution devra faire l'objet d'une procédure d'exécution détaillée par une entreprise spécialisée, en mission d'exécution (G3).

Des essais pour caractériser l'état de la roche (fragmentabilité, Dureté/abrasivité et résistance à la compression) pourront être réalisés.

5.1.7.3. Utilisation des matériaux dans des cages de gabion

Ci-dessous l'extrait de la notice APD (Page 25) mentionnant la norme NF EN 13383-1, sur l'utilisation des matériaux comme remplissage de gabions :

Les cages de gabion boîte préassemblées sont fabriquées avec :

Des panneaux en acier inoxydable électro-soudés pour toutes les faces y compris les diaphragmes où la dimension des mailles est de 50 x 50 mm (M50x50 suivant norme) ou 50 x 100 (M50/100) et fil de 4.5 mm,

Des accessoires d'assemblage en acier inoxydable ; agrafes, tirants, barres d'alignement,

Des matériaux de remplissage avec de petits enrochements au sens de la norme NF EN 13383 de masse volumique à minima de 2.3 Mg/m³ et de blocométrie proche de 80/120.

Suivant la norme NF EN 13383, la classe granulaire est comprise entre un CP_{45/125}, CP_{63/180}, CP_{90/180} ou CP_{45/180} ; la blocométrie proposée est bien dans ce fuseau.

Les matériaux rocheux du site : Marne, marron, grise et calcaire, beige, gris (formation 01b), pourront être utilisés en remplissage de gabion après un concassage des éléments, en recherchant une granulométrie de 80/120.

Une vérification de la masse volumique à 2,3 Mg/m³ et de la granulométrie, devra être réalisée en phase d'exécution.

5.1.7.4. Remarques générales

Des contrôles de l'état hydrique du sol seront réalisés au fur et à mesure de l'avancement des travaux.

Il sera nécessaire de bien protéger les plateformes des intempéries par fermeture chaque soir, afin que le matériau ne prenne pas l'eau.

5.1.8. Conditions d'utilisation de matériaux d'apport granulaires

5.1.8.1. Utilisation en remblai de compensation altimétrique

La mise en œuvre de matériaux d'apport de carrière, dont la qualité sera maîtrisée, est conseillée pour la réalisation des remblais techniques.

Selon le GTR 92, les apports devront être granulaires, insensibles à l'eau et de granulométrie continue, Il peut s'agir de matériaux de type D_2 / D_3 ou R_{21} / R_{61} .

Selon le GTR 2023, les apports devront être granulaires, insensibles à l'eau et de granulométrie continue, Il devra s'agir préférentiellement de matériaux de type $G11_{ins}/G21_{ins}$ ou $R1Vo/Me$, $R2Vo/Me$, $R3Vo/Me$ ou $R3Li$.

Pour des remblais d'épaisseur inférieure à 1,5 m, ils devront être constitués préférentiellement de matériaux de granulométrie 0/60 à 0/80.

5.1.8.2. Utilisation en couche de forme

La mise en œuvre de matériaux d'apport de carrière, dont la qualité sera maîtrisée, est conseillée pour la réalisation de la couche de forme.

Selon le GTR 92, les apports devront être granulaires, insensibles à l'eau et de granulométrie continue, Il peut s'agir de matériaux de type D_2 / D_3 ou R_{21} / R_{61} .

Selon le GTR 2023, les apports devront être granulaires, insensibles à l'eau et de granulométrie continue, Il devra s'agir préférentiellement de matériaux de type $G11_{ins}/G21_{ins}$ ou $R1Vo/Me$, $R2Vo/Me$, $R3Vo/Me$ ou $R3Li$.

La granulométrie des matériaux employés en couche de forme doit être comprise entre 0/40 et 0/80 conformément aux recommandations du DTU 13,3, La couche de réglage doit être de granulométrie 0/31,5.

5.1.9. Conditions d'utilisation de matériaux non naturels recyclés

Les matériaux recyclés (matériaux de démolition, déchets industriels, déchets miniers, déchets d'incinération...) font l'objet de guides régionaux de réutilisation des matériaux de recyclage auxquels il faut se reporter.

5.1.9.1. Sous voirie

L'utilisation de matériaux recyclés est autorisée et particulièrement bien adaptée en amélioration de la PST (cloutage) sous réserve qu'il s'agisse de concassé béton exempt de produits impropres.

L'utilisation de matériaux recyclés est également possible en remblai technique et en couche de forme avec un contrôle régulier de nature des matériaux et le respect de critères d'admissibilité spécifiques précisés dans les guides techniques régionaux de « *réutilisation des matériaux de recyclage* ».

5.1.9.2. Sous bâtiment

L'utilisation de matériaux recyclés est autorisée et particulièrement bien adaptée en amélioration de la PST (cloutage) sous réserve qu'il s'agisse de concassé béton exempt d'exogènes.

L'utilisation de matériaux recyclés est également possible en remblai technique avec un contrôle régulier de nature des matériaux et l'absence d'exogènes en respectant les critères les plus stricts indiqués dans les guides régionaux de « *réutilisation des matériaux de recyclage* ».

La réutilisation en couche de forme est proscrite d'après le DTU 13,3, L'utilisation éventuelle en partie inférieure de la couche de forme est localement tolérée sous réserve qu'il s'agisse de matériaux 0/31,5 exempt de tout exogène et insensibles à l'eau, Ils seront systématiquement recouverts de matériaux granulaires nobles de qualité « couche de forme » sur une épaisseur minimale de 15 cm.

5.1.10. Réalisation des remblais techniques

Les remblais techniques serviront de support aux dallages et à la voirie.

Nous rappelons que l'épaisseur de remblais prévue est au maximal de 1,2 m selon les informations disponibles.

Dans le cas où les remblais techniques serviraient de support aux fondations, les matériaux constitutifs des remblais devraient permettre d'atteindre des performances élevées en termes de portance jusqu'en arase inférieure de semelles ($EV2 > 50 \text{ MPa}$).

Pour atteindre cet objectif ou un niveau de portance plus élevé, cela peut impliquer l'utilisation de matériaux granulaires ou de matériaux traités au liant hydraulique.

Afin de préserver la qualité du sol d'assise des remblais (terrain naturel), les travaux devront être réalisés par temps sec.

Les conditions d'exécution des remblais devront être conformes au « Guide des Terrassement, des Remblais et des couches de forme (CEREMA – mai 2023) » et/ou aux recommandations « Caractéristiques des matériaux de remblais supports de fondations » du L,C,P,C,.

L'épaisseur de chacune des couches mises en œuvre ne dépassera pas les valeurs limites indiquées dans les recommandations GTR, en tenant compte de la classe de sol et du type d'engin de compactage utilisé.

Un contrôle régulier sera nécessaire au fur et à mesure de l'avancement de l'élévation du remblai, Ce contrôle est à prévoir à chaque couche unitaire d'apport, et au minimum tous les 50 cm d'épaisseur.

Les critères de réception du remblai par essais à la plaque $\varnothing 60 \text{ cm}$, selon le mode opératoire du L,C,P,C,, devront être les suivantes :

- sur la première couche (inférieure) :
 - un module $EV2 \geq 40 \text{ MPa}$,
 - $EV2/EV1 \leq 2$,
- sur les couches suivantes :
 - un module $EV2 \geq 50 \text{ MPa}$,
 - $EV2/EV1 \leq 2$,

Ces travaux doivent faire l'objet de contrôles réguliers de portance au moyen d'essais à la plaque à chaque élévation de remblai de 80 cm et au niveau de la plateforme finie, Un contrôle final au pénétromètre ou au

pressiomètre est également nécessaire selon la nature des matériaux et l'épaisseur des remblais mis en œuvre à raison d'un point de mesures tous les 1000 m².

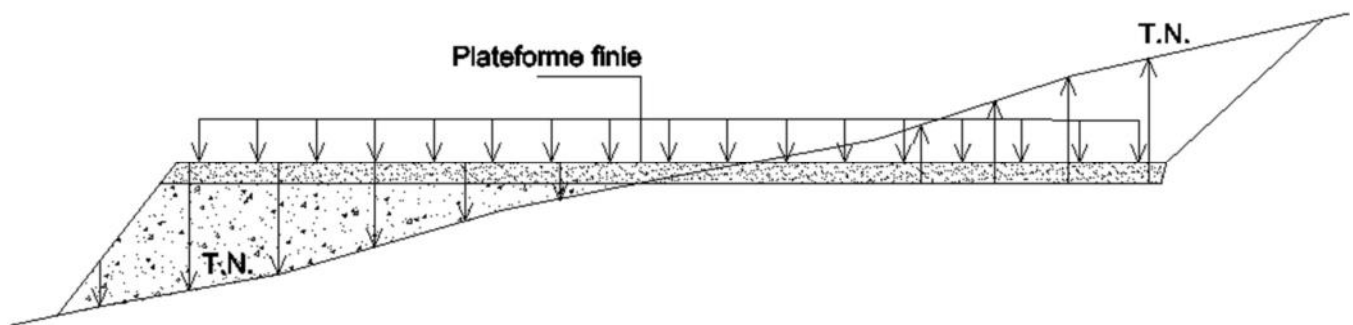
Pour des matériaux fins, on retiendra un critère de réception qd > 5 MPa correspondant à un objectif de compacité q4.

En cas de résultats non satisfaisants, les zones impactées devront être reprises et feront l'objet d'une seconde campagne de contrôle.

Remarque

Dans le cas d'aménagements en déblai/remblai sur un terrain en pente, les remblaiements de compensation altimétrique exigent un suivi régulier lors de la mise en œuvre afin de maîtriser au mieux les conditions de déformation du dallage, Ceci est d'autant plus important lorsque la hauteur de remblais est variable et que le terrain est en déblai/remblai (cf, schéma inséré ci-après), Cela engendre notamment :

- un chargement dissymétrique sur le terrain naturel pouvant occasionner des tassements différentiels non négligeables, accrus par le fait d'une configuration en déblai / remblai,
- un tassement potentiel et différentiel du remblai technique sous son propre poids lorsque les conditions de compactage ne sont pas optimales,
- un tassement au droit de la zone de transition déblai/remblai en cas de matériaux évolutifs résiduels en assise de remblai / couche de forme (terre végétale par exemple).



5.2. Conditions de talutage

5.2.1. Approche générale

Nous rappelons que l'aménagement du terrain nécessite la réalisation de déblais / remblais et des talus provisoires / définitifs de 2,0 m de hauteur maximale (1.2 m en remblais et 2.0 m en déblais).

Entre les 2 plateformes du bâtiments (1H/1V) et sur le tour du bâtiment en déblais 2H/1V et remblais 1H/1V

Il est également prévu des remblais ou niveau de la voirie.

Pour ces hauteurs, les caractéristiques géotechniques des sols et les emprises disponibles permettent la réalisation de talus,

En tenant compte de la configuration du projet telle qu'elle nous est présentée en phase PRO, les pentes de talus pourront être dressées de la manière suivante :

- en déblai : talus provisoires / définitifs : 2 H / 1 V pour une hauteur maximale de 2,0 m,

- en remblai : 3 H / 1 V pour une hauteur maximale de 2,0 m,

Les talus devront être protégés contre l'érosion et le ruissellement des eaux, Pour cela, les dispositions complémentaires suivantes devront être prises en compte :

- pour les talus provisoires :
 - proscrire les chargements même temporaires à proximité des crêtes de talus à moins qu'ils soient pris en compte dans l'étude de stabilité présentée ultérieurement,
 - protéger les surfaces en pente, au moyen de nappes de polyane ou avec des géotextiles drainants, solidement fixés au sol,
 - aménager des fossés 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,
- pour les talus définitifs :
 - proscrire les chargements même provisoires à proximité des crêtes de talus à moins qu'ils soient pris en compte dans l'étude de stabilité présentée ultérieurement,
 - protéger les talus au moyen de bâches spécifiques solidement fixés au sol, d'enrochements ou par l'intermédiaire d'une végétalisation rampante à prise rapide (les dispositifs anti-érosion peuvent être associés),
 - réaliser les talus en remblai par excès et débordant de l'emprise définitive, afin d'obtenir une compacité optimale au droit des ouvrages,

En cas de talus provisoire en attente d'un épaulement en remblai, le profilage du talus intermédiaire et temporaire devra être fait par redans afin de permettre ensuite un bon accrochage du remblai et éviter les risques de glissement plan,

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, 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,

A noté que nous n'avons pas eu d'informations complémentaire sur les talus.

Nota important : dans le cas où la configuration réelle ne correspondrait pas à celle définie dans la présente étude, les conditions de stabilité devront être réétudiées.

5.2.2. Justification de stabilité des talus

5.2.2.1. Documents de référence / méthodes de calculs

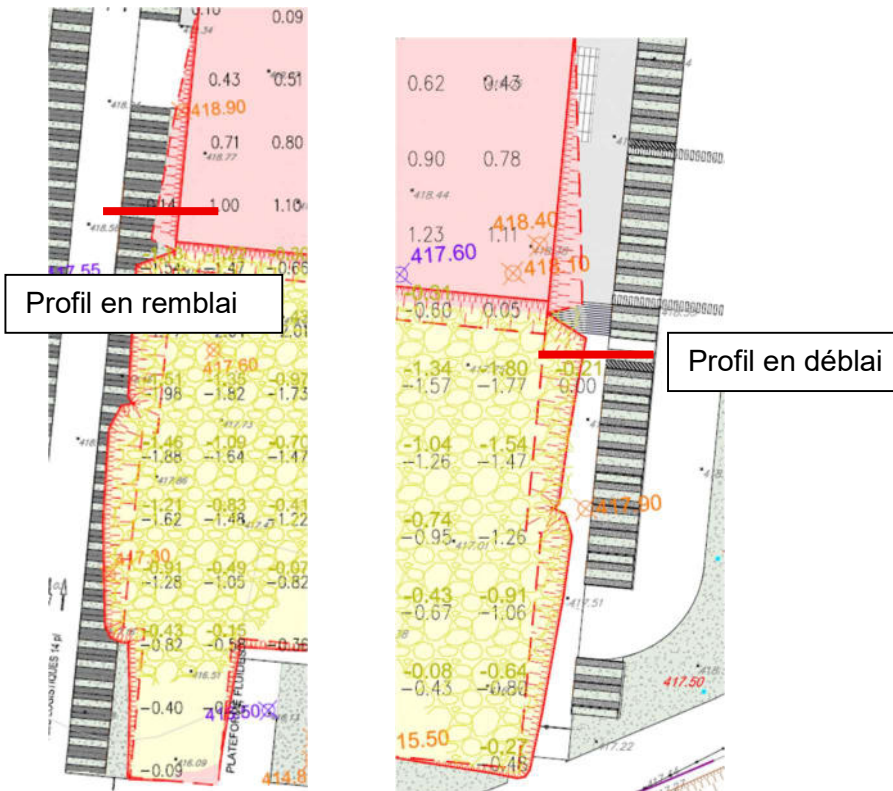
La norme relative à l'étude de stabilité des talus (ouvrages en terre) n'est pas encore éditée (NF P94-290).

En attendant, une simple vérification de la stabilité générale est effectuée.

Par ailleurs, la norme NF EN 1998-1 relative aux calculs sous sollicitations sismiques est également utilisée.

La vérification de la stabilité générale consiste à obtenir un facteur de sécurité satisfaisant ($F > 1.5$ en l'absence de coefficients de sécurité partiels en situation définitive) 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.

5.2.2.2. Caractéristiques géométriques



En première approche, nous retiendrons les caractéristiques géométriques suivantes :

Talus en déblai :

- Cote du terrain naturel : 418.5 m NGF environ,
- Niveau de la plateforme aval : 416.0 m NGF environ,
- Hauteur de talus : 2.5 m,
- Fruit de talus : 2 (h)/ 1 (v),
- Emprise totale du talus induite : 3.0 m.

Talus en remblai :

- Cote du terrain naturel : 418.5 m NGF environ,
- Niveau de la plateforme aval : 419.5 m NGF environ,
- Hauteur de talus : 2.0 m,
- Fruit de talus : 2 (h)/ 1 (v),
- Emprise totale du talus induite : 3.0 m.

5.2.2.3. Les caractéristiques géomécaniques retenues sont les suivantes :

Id,	Description	Caractéristiques géomécaniques		
		γ (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ' (°)
R	Remblais technique	19	0	25
01a	Limon à petit cailloux et grave, marron, gris	19	0	25
01b	Marne, marron, gris et calcaire, beige, gris,	20	25	30

γ_h : poids volumique humide / γ_d : poids volumique sec / c' : cohésion effective

ϕ' : angle de frottement intrinsèque

5.2.2.4. Surcharges

Nous prendrons en compte une surcharge non permanente de 20 kPa directement en tête de talus.

5.2.3. Niveaux de nappe

Aucun niveau de nappe n'a été prise en compte.

5.2.4. Actions sismiques

Dans le cas d'ouvrages de talus provisoire/définitifs, les coefficients sismiques à retenir sont les suivants, sur la base des conditions sismiques indiquées précédemment :

- Zone sismique : 2
- Classe de sol : S
- Coefficient de sol S : 1.0
- Catégorie de bâtiment γ_1 : 4.0
- Accélération de référence : $a_{gr} = 0.7 \text{ m/s}^2$
- Accélération nominale : $a_n = a_{gr} \times \gamma_1 \times S = 2.8 \text{ m/s}^2$
- Coefficient sismique $r = 2$
- Accélération sismique horizontale : $k_h = 1/r \times a_n/g = 0.057$
- Accélération sismique verticale : $k_v = \pm 0.5 k_h = \pm 0.0285$

Les vérifications au séisme seront donc menées selon les combinaisons suivantes :

- K_h et + k_v : séisme allégeant,
- K_h et - k_v : séisme pesant.

5.2.4.1. Résultats de stabilité générale

Les conditions de stabilité du site au grand glissement sont assurées dans les configurations les plus défavorables avec les facteurs de sécurité suivants :

- Pour les zones en déblai :
 - 2.0 en situation normale ($F > 1.5$),
 - 1.8 et 1.9 sous sollicitations sismiques ($F > 1.5$).
- Pour les zones en remblai :
 - 1.9 en situation normale ($F > 1.5$),
 - 1.6 sous sollicitations sismiques ($F > 1.5$).

Dans les zones en remblais la surcharge devra être à une distance 1.0 m de la crête du talus, afin d'assurer la stabilité de l'ouvrage.

Les calculs détaillés sont présentés en annexes.

5.2.5. Dispositions spécifiques aux remblais de surélévation périphérique

Compte tenu de la construction de niveaux semi-enterrés et de la rehausse du terrain fini aux abords de la construction, il sera nécessaire de prévoir la mise en œuvre de remblais pour comblement des talus provisoires, et réalisation des plateformes finies.

Leur mise en œuvre devra se faire après élévation du mur contre lequel ils s'appuient pour provoquer les tassements induits par la surcharge apportée, sous réserve de vérifier l'admissibilité des tassements différentiels et absolus vis-à-vis de l'ouvrage.

Tout remblaiement ultérieur est de nature à générer des tassements différentiels supplémentaires du sol, susceptibles d'affecter la construction.

Par ailleurs, les remblais périphériques devront être drainants et les murs concernés devront être conçus en tant que soutènement.

Les conditions d'exécution des remblais devront être conformes au « Guide des Terrassement, des Remblais et des couches de forme (CEREMA – mai 2023) » et/ou aux recommandations « Caractéristiques des matériaux de remblais supports de fondations » du L,C,P,C,.

L'épaisseur de chacune des couches mises en œuvre ne dépassera pas les valeurs limites indiquées dans les recommandations GTR, en tenant compte de la classe de sol et du type d'engin de compactage utilisé.

Un contrôle final au pénétromètre ou au pressiomètre est nécessaire, à raison d'un point de mesures tous les 20 ml environ.

Pour des matériaux fins, on retiendra un critère de réception :

- $q_d > 5$ MPa correspondant à un objectif de compacité q_4 .
- $q_d > 8$ MPa correspondant à un objectif de compacité q_3 , dans les zones concernées par des aménagements extérieurs (voiries, parkings, ouvrages...).

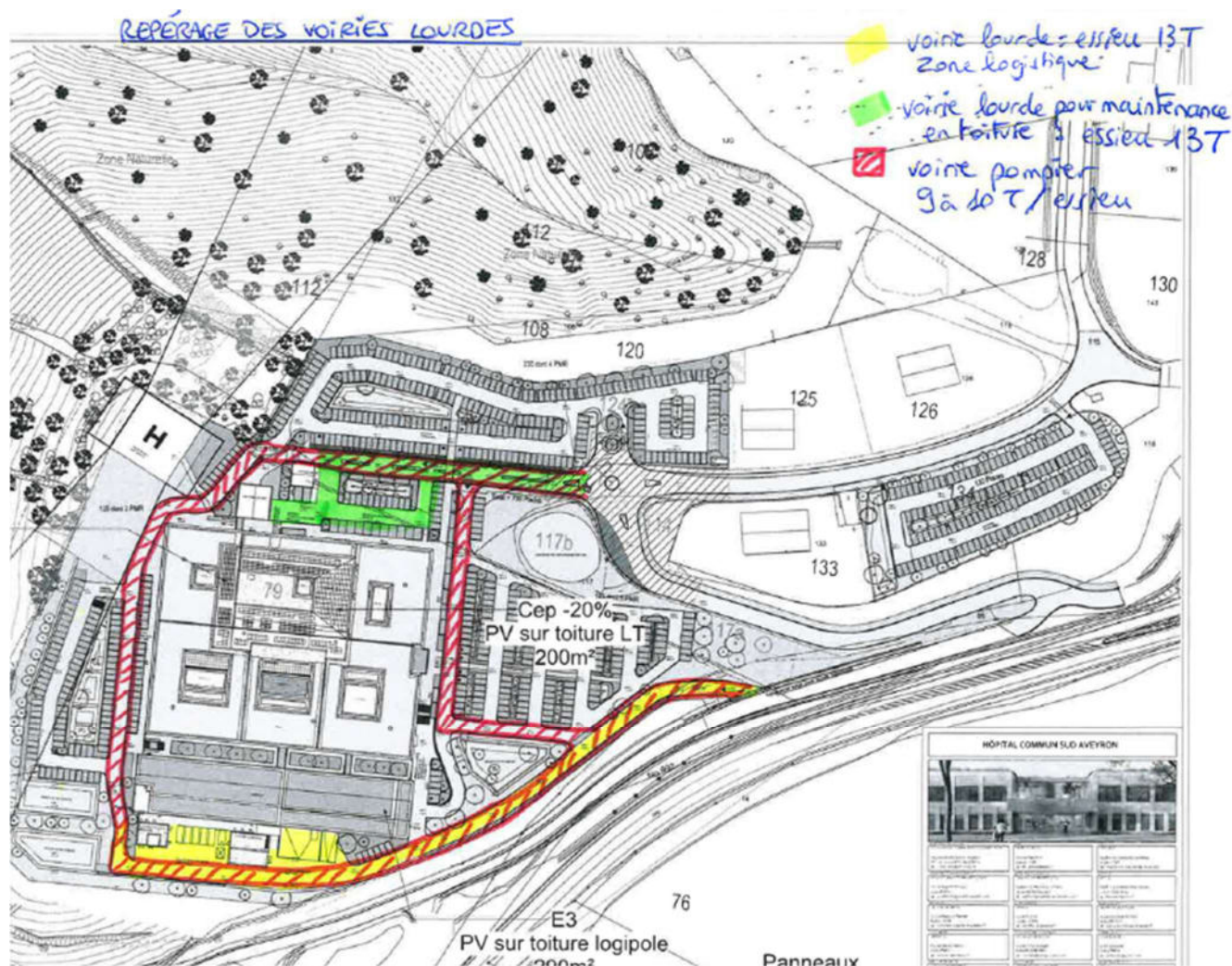
En cas de résultats non satisfaisants, les zones impactées devront être reprises et feront l'objet d'une seconde campagne de contrôle.

Enfin, il faudra éviter les dépôts de terres non contrôlés ou de matériaux lourds sur l'emprise de la construction avant sa réalisation pour éviter l'apparition de tassements localisés susceptibles d'induire à terme des tassements différentiels néfastes à la construction.

5.3. Réalisation des plateformes voiries

Ce paragraphe traite spécifiquement des voiries (stationnements et circulations) associées au projet de construction, nous rappelons qu'il est prévu des voiries PL, autour du bâtiment (13t par essieu et voirie pompier 9 à 10t par essieu), des parkings et voirie VL.

Localement la voirie va être sur des zones en remblais (environ 2.0 m d'après les informations communiquées).



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

Au niveau des zones en profil rasant, sur les limons à petits cailloux et graves, marron, gris (01a), La partie supérieure des terrassements correspond actuellement à un cas de PST2 avec une portance de l'arase de classe AR1, après purge des sols de couverture impropres. Une couche de forme devra être réalisée.

Au niveau des zones sur remblais techniques, la partie supérieure des terrassements correspond actuellement à un cas de PST3 avec une portance de l'arase de classe AR2. Une couche de forme est conseillée.

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**) et **en particulier en cas de couche de forme en matériaux traités**, ainsi qu'une vérification visuelle de l'absence de point dur (blocs, pointement rocheux...).

5.3.1. 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 Limon à petits cailloux et graves, marron, gris (01a), Marne, marron, grise et calcaire, beige, gris (01b), (zone en déblais ou profil rasant)	
Préparation du fond de forme	• Purge des sols de mauvaise qualité ou impropres à la destination des voiries • Compactage du fond de forme à 95 % de l'OPN avec un engin adapté à la nature du fond de forme
Contrôle de l'arrase	• Vérification de portance minimale par essais à la plaque • (Objectif EV2 > 30 MPa) • Vérification visuelle de l'absence de point dur (blocs, pointement rocheux...)
Mise en œuvre de la structure support de voirie	• Géotextile anti-contaminant* • 0.40 m de couche de forme en concassé R₂₁ / R₆₁ ou GNT D₂ / D₃, de granulométrie 0/40 ou 0/80 ou 0.40 m** de couche de forme en matériaux traités à la chaux et au liant hydraulique • 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

Sur les remblais techniques (en zone de remblai)	
Préparation de l'arase	• Compactage du fond de forme à 95 % de l'OPN avec un engin adapté à la nature du fond de forme
Contrôle de l'arrase	• Vérification de portance minimale par essais à la plaque • (Objectif EV2 > 30 MPa)
Mise en œuvre de la structure support de voirie	• Géotextile anti-contaminant* • 0.35 m de couche de forme en concassé R₂₁ / R₆₁ ou GNT D₂ / D₃, de granulométrie 0/40 ou 0/80 ou 0.25 m** de couche de forme en matériaux traités à la chaux et au liant hydraulique • 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)	
** à valider par une vérification au gel / dégel notamment	

Une surépaisseur de la couche de forme peut être nécessaire afin d'assurer les conditions de mise hors-gel de la couche de chaussée,

Ces épaisseurs globales induites par le risque de déformation par retrait-gonflement du sol sont indépendantes des critères de réception à obtenir, indiqués au paragraphe suivant,

On veillera à respecter les recommandations du guide GTR,

Au début de la phase d'exécution, nous recommandons de réaliser des planches d'essais afin de valider les hypothèses de conception ainsi que les modalités de mise en œuvre et le choix des engins de compactage proposées par l'entreprise.

A noter que le dimensionnement de la structure de la voirie (couche de roulement) ne fait pas partie de notre mission, à la charge de l'entreprise en phases d'exécution.

5.3.2. 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 ≥ 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 ≥ 80 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 PF3 sont :

- Module EV2 ≥ 120 MPa,
- Rapport EV2/EV1 < 2 .

Dans le cas d'une couche de forme traitée à la chaux et au liant, les critères de réception à retenir sur la couche de forme sont les suivants à partir d'essais de déflexion (protocole de mesure recommandé - cf. Note n°02 de mars 2017 du CEREMA) :

- Déflexion maximale ≤ 0.8 mm pour une PF2 (VL),
- Déflexion maximale ≤ 0.7 mm pour une PF2qs (PL),
- Déflexion maximale ≤ 0.6 mm pour une PF3.

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,

5.3.3. Dispositions particulières

L'étude géotechnique se limite à la caractérisation de la structure d'assise de la voirie : P,S,T, et couche de forme, La définition et le dimensionnement de la chaussée (couche de base, couche de fondation, couche(s) de roulement) relèvent de la Maîtrise d'œuvre, d'un BET spécialisé (Laboratoire routier) ou de l'entreprise,

La définition des voiries, comprenant tous les sujets annexes définis dans le guide GTR et dans le guide technique « Drainage routier » du SETRA, en revient aux concepteurs du projet (BET VRD et Maitrise d'œuvre),

5.4. Réalisation de la plateforme bâtiment

Nous rappelons, que compte tenu des conditions géotechniques rencontrées et des caractéristiques du projet concernant les niveaux bas, la réalisation d'une structure de type dallage sur terre-plein est envisageable sous réserve de respecter les modalités de réalisation et nos recommandations concernant les adaptations, les matériaux et les contrôles à prévoir indiqués ci-après.

5.4.1. Assise du dallage, couche de forme

La faisabilité d'un dallage sur terre-plein nécessite qu'il repose sur une assise homogène, de bonne compacité, et que les amplitudes de tassements absolus et différentiels prévisibles soient compatibles avec la destination de l'ouvrage,

La cote du niveau fini du dallage est à 419,0 et 416,0 m NGF, d'après la configuration du site le projet sera selon les zones soit en déblai jusqu'à 2,0 m ; soit en remblais, sur 1,2 m d'épaisseur.

A ce niveau, les sols en place seront constitués par :

- Limon à petit cailloux et grave, marron, gris (01a),
- Marne, marron, gris et calcaire, beige, gris (01b),

Nous n'excluons pas que des sols mous puissent subsister localement (notamment en zone de profil rasant), auquel cas il faudra procéder à leur purge et leur substitution,

Les recommandations données au paragraphe « Principes généraux de terrassements » devront par ailleurs être suivies scrupuleusement,

La conception du dallage devra suivre les recommandations suivantes :

Sur une P,S,T, de nature Limon à petits cailloux et graves, marron, gris (01a), Marne, marron, grise et calcaire, beige, gris (01b), (zone en déblais ou profil rasant)	
Préparation du fond de forme	• Purge des sols de mauvaise qualité ou impropres à la destination du dallage • Compactage du fond de forme à 95 % de l'OPN avec un engin adapté à la nature du fond de forme
Contrôle du fond de forme	• Vérification de portance minimale par essais à la plaque • (Objectif EV2 > 30 MPa) • Vérification visuelle de l'absence de point dur (blocs, pointement rocheux...)
Pour une <u>couche de forme granulaire</u>	• Géotextile anti-contaminant • 0,40 m de couche de forme en concassé de granulométrie 0/40 ou 0/80, R₂₁ / R₆₁ ou GNT D₂ / D₃, (selon GTR 92) ou en G11_{ins}/G21_{ins} ou R1Vo/Me, R2Vo/Me, R3Vo/Me ou R3Li (selon GTR 2023) • Compactage de la couche de forme à 95 % de l'OPM

	0,05 m de couche de réglage en concassé de granulométrie 0/31,5, R₂₁ / R₆₁ ou GNT D₂ / D₃ (selon le GTR 92) ou en G11_{ins}/G21_{ins} ou R1Vo/Me, R2Vo/Me, R3Vo/Me ou R3Li (selon GTR 2023)
--	---

Sur les remblais techniques (en zone de remblai)	
Préparation du fond de forme	Compactage du fond de forme à 95 % de l'OPN avec un engin adapté à la nature du fond de forme
Contrôle du fond de forme	- Vérification de portance minimale par essais à la plaque (Objectif EV2 > 30 MPa)
Pour une couche de forme granulaire	- Géotextile anti-contaminant ⁽²⁾ 0,35 m de couche de forme en concassé de granulométrie 0/40 ou 0/80, R₂₁ / R₆₁ ou GNT D₂ / D₃, (selon GTR 92) ou en G11_{ins}/G21_{ins} ou R1Vo/Me, R2Vo/Me, R3Vo/Me ou R3Li (selon GTR 2023) - Compactage de la couche de forme à 95 % de l'OPM 0,05 m de couche de réglage en concassé de granulométrie 0/31,5, R₂₁ / R₆₁ ou GNT D₂ / D₃ (selon le GTR 92) ou en G11_{ins}/G21_{ins} ou R1Vo/Me, R2Vo/Me, R3Vo/Me ou R3Li (selon GTR 2023)
⁽¹⁾ sous réserve que des dispositions de drainage de la plateforme de déblai / remblai soient mises en œuvre pour éviter tout risque de modification de l'état hydrique des remblais techniques dans le temps	
⁽²⁾ non obligatoire (épaisseur de couche de forme à réduire de 10 cm si géotextile mis en œuvre)	

On veillera à respecter les recommandations du guide GTR et les dallages seront conçus conformément au DTU 13,3 en vigueur,

Au début de la phase d'exécution, nous recommandons de réaliser des planches d'essais afin de valider les hypothèses de conception ainsi que les modalités de mise en œuvre et le choix des engins de compactage proposées par l'entreprise,

5.4.2. Critères de réception

D'après le DTU 13,3 applicable au projet, les critères de réception à retenir sur la couche de forme sont les suivants à partir d'essais à la plaque pour une surcharge sur dallage :

- de 2 t/m² maximum :
 - module EV2 ≥ 50 MPa,
 - rapport EV2/EV1 < 2,2
- supérieure à 2 t/m² :
 - module EV2 ≥ 70 MPa,
 - rapport EV2/EV1 < 2,2

Les contrôles seront réalisés à raison de 3 essais minimum + 1 essai tous les 1000 m² conformément aux recommandations du DTU 13,3 (**essais de contrôle à réaliser impérativement par essais à la plaque selon la norme NF P94-117**),

En cas de résultats non satisfaisants, les zones impactées devront être reprises et feront l'objet d'une seconde campagne de contrôle.

5.4.3. Modèle géotechnique spécifique

A partir des résultats des sondages et compte tenu des caractéristiques du projet, notamment du niveau fini du dallage et des mouvements des terres nécessaires à l'aménagement de la plateforme support, les hypothèses à retenir pour le dimensionnement des dallages et l'évaluation des tassements sont les suivantes.

En zone de déblai et profil rasant (au niveau du bâtiment) :

Formation	Nature de sol	Epaisseur (m)	Module E_M (MPa)	α	E_s (MPa)
CDF	Couche de forme granulaire	0,35	15	0,33	> 45*
01a	Limon à petits cailloux et graves, marron, gris	0.8	5	0,5	10
01b	Marne, marron, grise et calcaire, beige, gris,	>12,0	130	0,5	260

** valeurs généralement retenues dans le cadre d'une mise en œuvre de la couche de forme support du dallage conformément aux règles de l'Art (précisées au paragraphe précédent)*

En zone de remblais (au niveau du bâtiment) :

Formation	Nature de sol	Epaisseur (m)	Module E_M (MPa)	α	E_s (MPa)
CDF	Couche de forme granulaire	0,35	15	0,33	> 45*
RA	Remblai technique	1,2	-	-	20
01a	Limon à petits cailloux et graves, marron, gris	0.8	5	0,5	10
01b	Marne, marron, gris et calcaire, beige, gris,	>12,0	130	0,5	260

** valeurs généralement retenues dans le cadre d'une mise en œuvre de la couche de forme support du dallage conformément aux règles de l'Art (précisées au paragraphe précédent)*

5.4.4. Tassements prévisibles

Les tassements du dallage sont calculés en élasticité sur la base des modules de déformation E_s des différentes couches de sol, jusqu'à un horizon indéformable ou considéré comme tel.

Sur la base du modèle géotechnique décrit précédemment, les tassements sont calculés en tenant compte des caractéristiques géométriques du dallage, des surcharges d'exploitation et des éventuelles surcharges apportées par la réhausse du terrain.

Au droit des zones en remblais, la mise en place du remblai de compensation altimétrique, produira un tassement du sol de 3 mm, on considère que 30% du tassement sera consommé lors de sa mise en place, de la plateforme. Il restera donc 1 mm de tassement, avant la mise en place du dallage.

Le tableau ci-après indique le tassement prévisible en fonction de la charge appliqué sur le dallage, pour les zones en profil rasant et les zones sur remblais technique :

Localisation	Charge d'exploitation du dallage (t/m ²)	Tassement (mm)
Remblais technique	3	4.0 (3.0 + 1.0*)
Profil rasant	3	1.4
Remblais technique	2	2.0 (1.0 + 1.0 *)
Profil rasant	2	<1.0
Remblais technique	1	<2.0
Profil rasant	1	<1.0

*Tassement résiduel restant de la mise en place du remblai de compensation

Vis-à-vis des tassements prévisibles, la faisabilité du dallage est laissée à l'appréciation du Maître d'Ouvrage et de l'exploitant du dallage.

5.5. Aires de béquillage en béton

La conception des aires de béquillage en béton est plus proche de celle de la plateforme dallage du bâtiment que de la voirie en raison de la mise en œuvre d'une dalle en béton.

Les conditions de mise en œuvre et de réception devront donc être semblables à celles données au paragraphe (Réalisation de la plateforme bâtiment » auquel il faut se reporter.

5.6. Quais de chargement

La réalisation des quais de chargement induit la mise en œuvre d'un mur de soutènement (généralement en génie civil) qui devra être dimensionné par le BET structure.

En l'absence de données structurales en phase PRO, l'étude de stabilité devra être effectuée au plus tard au démarrage du chantier dans le cadre de l'étude géotechnique d'exécution (G3) par le géotechnicien associé à l'entreprise.

Il est recommandé de réaliser un plancher porté en tête de quai, dans le prolongement du dallage, pour les raisons suivantes :

- difficultés de mise en œuvre et de compactage des remblais de rattrapage ;
- risque de déformation du mur de soutènement (déplacement horizontal, déformée de renversement) ;
- inhérent à ce type d'ouvrage.

En cas de mise en œuvre de remblais techniques support du dallage en arrière de l'ouvrage, les préconisations suivantes devront être suivies scrupuleusement :

- réemploi de matériaux semblables à ceux mis en œuvre sur le reste de la plateforme support du dallage ;
- mise en œuvre identique à celle de la plateforme ;
- compactage par couches successives avec contrôle par essais à la plaque et contrôle final au pénétromètre ;
- mise en œuvre de la finition de la plateforme (couche de réglage ou autre) et du dallage après un délai de mise en charge du mur de quai.

5.7. Etude des fondations superficielles selon la norme NF P94-261

Les caractéristiques géotechniques du terrain permettent d'envisager un mode de fondations superficielles au moyen de semelles isolées et/ou filantes.

Ci-dessous les sollicitations non pondérées pour les charges ponctuelles (valeur +/- 10%) maximales enregistrées au niveau des fondations :

Bloc	1	2	3	4	5	6
Charges permanentes G (kN)	1813	1740	1798	2063	2177	2102
Charges d'exploitation Q (kN)	718	797	712	743	782	761

Ci-dessous les sollicitations non pondérées pour les charges linéaires (valeur +/- 10%) maximales enregistrées au niveau des fondations :

Bloc	1	2	3	4	5	6
Charges permanentes G (kN/ml)	215	285	252	344	263	374
Charges d'exploitation Q (kN/ml)	66	117	75	110	66	120

Les torseurs sismiques (valeur +/- 10%) sont les suivants :

Double voile 1 sur JD : g = 230kN/ml
(lg voile 7.5m) q = 40kN/ml
Torseur Fx = 806kN
Torseur My = 4603kN.m

Double voile 2 sur JD : g = 273kN/ml
(lg voile 7.5m) q = 65kN/ml
Torseur Fx = 897kN
Torseur My = 5164kN.m

Nous ne connaissons pas les tailles des massifs de fondations.

Notons qu'il s'agit d'efforts en tête de massif ne comprenant pas le système de fondations, à charge d'un BET Structure et qui induirait des efforts différents.

Par conséquent, nous avons estimé et ajouté le poids des fondations, lors de la vérification avec un poids volumique pour le béton de 25 KN/m³, soit pour :

- des fondations carrés de 1.0 m, à 1.1 m de profondeur : 27.5 KN
- des fondations carrés de 1.5 m, à 1.1 m de profondeur : 62 KN
- des fondations carrés de 2.0 m, à 1.1 m de profondeur : 110 KN
- des fondations filante de 0.6 m, à 1.1 m de profondeur : 16.5 KN/ml

Nous avons réalisé une combinaison des sollicitations pour quelques massifs du projet avec :

- Etat Limite de Service Caractéristique (ELS) : G + Q

- Etat Limite Ultime fondamental (ELU) : $1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q$
- Etat Limite Ultime Sismique (ELU) :

Les résultats sont donnés ci-après (hors poids de fondations) :

Type de fondation	Bloc	Charges classiques		Cas de charges à l'ELS caract (kN ou kN/ml)	Cas de charges à l'ELU d. & T (kN ou kN/ml)
		G (kN ou kN/ml)	Q (kN ou kN/ml)		
Massif	1	1813	718	2531	3525
	2	1740	797	2537	3545
	3	1798	712	2510	3495
	4	2063	743	2806	3900
	5	2177	782	2959	4112
	6	2102	761	2863	3979
Semelle filante	1	215	66	281	389
	2	285	117	402	560
	3	252	75	327	453
	4	344	110	454	629
	5	263	66	329	454
	6	374	120	494	685

En **bleu** massif le moins chargé, en **vert** massif le plus chargé

Concernant les efforts sismiques, il est possible de retenir :

	Fx (kN/ml)	Fz (kN/ml)	My (kN.m/ml)
Double voile 1	107	371	614
Double voile 2	120	466	689

Ces efforts devront être vérifiés et calculés précisément par le BET Structure dans le cadre de ces études d'exécution.

5.7.1. Références normatives – méthodologie

L'étude et les calculs justificatifs sont effectués suivant les principes et exigences de l'Eurocode 7 et la norme d'application nationale relative aux fondations superficielles, NF P94-261 de février 2017.

Il s'agit de vérifier les conditions de :

- stabilité externe de la fondation (selon l'approche 2) :
 - Poinçonnement du sol support à l'ELU et à l'ELS,
 - Excentrement à l'ELU et à l'ELS,
 - Glissement horizontal à l'ELU.
- Impact sismique :
 - Définition des paramètres liés aux caractéristiques du site et du projet
 - Susceptibilité des sols à la liquéfaction.

Les calculs justificatifs du dimensionnement sont effectués à l'aide du logiciel GEOFOND.

5.7.2. Sol d'assise et conditions d'ancrage

Les fondations seront ancrées dans la couche de Marne, marron, grise et calcaire, beige, gris, (01b),

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

- assurer la mise hors gel recommandée pour la région, soit 0,6 m de profondeur à partir des surfaces finies du projet exposées au froid ;
- assurer un ancrage d'au moins 0,2 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 ;

La profondeur d'assise des fondations sera calculée à l'aide des coupes de sondages et sera fonction du calage altimétrique du projet et notamment du niveau inférieur et zones d'implantation du projet (déblais ou remblais).

Le tableau ci-après indique la profondeur d'assise des fondation (ancrage compris) au droit des sondages, en m NGF et m/TN :

Sondages	Profondeur d'assise minimale m/TN	Profondeur d'assise minimale m/TN	cote d'assise minimale m NGF/TN	Niveau de la PF m NGF	Cote d'assise par rapport à la PF fini
SP1	0,7		419,4	419,5	418,9
SP2	0,7		419,0	419,5	418,9
SP3	0,7		418,7	Héliport	
SP4	0,6	0,7	418,0	416	415,4
SP5	0,6	0,7	415,9	416	415,4
SP6	0,6	0,7	414,8	416	414,8
SC1	0,5	0,7	419,2	419,5	418,9
SC2	0,7		417,0	416	415,4
SC3	0,9		418,2	419,5	418,2
PD5	0,9		418,8	419,5	418,8
PD6	1,1		414,2	416	415,4
PD7	0,7		417,3	416	415,4

Sous une profondeur d'assise entre 0,7 m à 1.1 m de profondeur, soit aux cotes de 415.4 à 418.9 m NGF.

A noté : les sondages PD8 à PD13 ne sont pas sous l'emprise du bâtiment.

L'aménagement des plateformes compactées devra permettre d'ajuster les profondeurs d'assise des fondations en fonction des épaisseurs de déblais et de remblais,

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,

5.7.3. Justifications de dimensionnement

5.7.3.1. Contrainte admissible

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 du projet, sont de **600 kPa** pour les justifications aux ELS et de 900 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,

5.7.3.2. Capacité portante – ELS/ELU

Il faut vérifier que :

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

Avec : V_d = charge transmise par la fondation superficielle au terrain, y compris poids propre de la semelle
 R_0 = charge due au poids de sol excavé pour la réalisation des fondations

$R_0 = A \cdot q_0$ avec A = surface de la fondation
 q_0 = contrainte verticale effective dans le sol au niveau de la base de la fondation

$R_{v;d}$ = résistance nette du terrain sous la fondation superficielle :

$$R_{v;d} = \frac{R_{v;k}}{\gamma_{R;v}} = \frac{A \cdot q_{net}}{\gamma_{R;d;v} \gamma_{R;v}}$$

Avec : $R_{v;k}$ = résistance caractéristique nette du terrain sous la fondation superficielle
 $\gamma_{R;v}$ = facteur partiel, égal à 1,4 aux Etats Limites Ultimes et à 2,3 aux Etats Limites de Service
 $\gamma_{R;d;v}$ = coefficient de modèle, égal à 1,2 pour la méthode pressiométrique
 q_{net} = contrainte de rupture du sol nette

$$q_{net} = k_p \cdot P_{le}^* \cdot i\delta \cdot i\beta$$

Avec : k_p = facteur de portance pressiométrique, fonction de la hauteur d'encastrement relative D_e , de la géométrie de la semelle et du facteur de portance k_{p0}

P_{le}^* = pression limite nette équivalente

$i\delta$ = coefficient de réduction lié à l'inclinaison du chargement, pris égal à 1 pour une charge verticale

$i\beta$ = coefficient de réduction lié à la proximité d'un talus, pris égal à 1 pour un terrain plat

Les résultats des calculs effectués à l'aide du logiciel GEOFOND, sont données dans le paragraphe résultats (cf. détails des calculs en annexe).

5.7.3.3. Excentrement des charges – ELS/ELU

Pour les situations durables aux et transitoires aux ELU, il faut vérifier :

- Pour une semelle filante de largeur B : $1 - \frac{2e}{B} \geq \frac{1}{15}$
- Pour une semelle rectangulaire de largeur B et de longueur L : $\left(1 - \frac{2eB}{B}\right) \left(1 - \frac{2eL}{L}\right) \geq \frac{1}{15}$

L'évaluation de l'excentrement est obtenue à l'aide du logiciel GEOFOND (cf. détails des calculs en annexe).

Pour les situations quasi-permanentes aux ELS il faut vérifier :

- Pour une semelle filante de largeur B : $1 - \frac{2e}{B} \geq \frac{2}{3}$
- Pour une semelle rectangulaire de largeur B et de longueur L : $\left(1 - \frac{2eB}{B}\right) \left(1 - \frac{2eL}{L}\right) \geq \frac{2}{3}$

L'évaluation de l'excentrement est obtenue à l'aide du logiciel GEOFOND.

Les résultats des calculs effectués à l'aide du logiciel GEOFOND, sont données dans le paragraphe résultats (cf. détails des calculs en annexe).

5.7.3.4. Tenue au glissement - ELU

Il convient de vérifier que :

$$Hd \leq Rh;d + Rp;d$$

Hd est la valeur de calcul de la composante horizontale (ou parallèle à la base de la fondation) de la charge transmise par la fondation superficielle au terrain ;

Rh;d est la valeur de calcul de la résistance frontale ou tangentielle de la fondation à l'effet de Hd ;

Rp;d est la valeur de calcul de la résistance au glissement de la fondation sur le terrain.

Les calculs ont été effectués à l'aide du logiciel GEOFOND, sur la base du modèle géotechnique retenu pour les fondations au chapitre 1.4.

Les résultats des calculs effectués à l'aide du logiciel GEOFOND, sont données dans le paragraphe résultats (cf. détails des calculs en annexe).

5.7.4. Résultats du dimensionnement et tassements prévisibles – ELS

Les calculs sont effectués par la méthode pressiométrique à l'aide du logiciel GEOFOND, nous avons combiné les décentes de charges des appuis ponctuel de l'auvent, en ajoutant le poids des massifs de fondation.

Nous avons effectué les vérifications sur le massif le plus chargé et le moins, pour différentes tailles de fondation.

Le tableau inséré ci-après présente les tassements absolus prévisibles et les autres vérifications (cf. détails des calculs en annexe) :

Données des massifs									Capacité portante		Vérification		
Massif	Longueur semelle (m)	Largeur semelle (m)	Arase inf semelle (m)	PZ-ELS car(kN)	PZ-ELU dur (kN)	Kp	PI*e (kPa)	iζ	Rvd – Ro ELS (kN)	Rvd –Ro ELU (kN)	Excentrement	Glissement	Tassement (cm)
3	1.0	1.0	1.1	2537	3522	0.9	4	1	1382	2257	Vérifié	-	Inf à 1 cm
	1.5	1.5	1.1	2572	3557	0.89	4	1	2962	4837	Vérifié	-	Inf à 1 cm
5	1.5	1.5	1.1	3021	4174	0.89	4	1	2962	4837	Vérifié	-	Inf à 1 cm
	2.0	2.0	1.1	3069	4222	0.87	4	1	5131	8378	Vérifié	-	Inf à 1 cm
6 filante	0.6	-	1.1	510	701	0.9	4	1	878	1434	Vérifié	-	Inf à 1 cm

Valeur rouge : non vérifié vert : vérifié

Dans la configuration actuelle du projet, la taille des massifs de fondations devra être au moins de 2.0 m pour les massifs dont les charges permanentes sont supérieures à 2900 kN et 1.5 m pour les massifs supérieurs à 2500 kN.

Pour les appuis filants, le dimensionnement des fondations est vérifié pour des semelles de 0.6 m de largeur.

La vérification des conditions sismiques impose des fondations de largeur 2.4 m de largeur pour le voile 1 et 2.5 m pour le voile 2, pour une longueur de 9.5 m, les résultats détaillés sont présentés en annexes 9.

Le tableau ci-après indique les principaux résultats :

Données							Vérification			
Voile	Longueur semelle (m)	Largeur semelle (m)	Arase inf semelle (m)	PZ-ELU (kN)	My (kN.m)	PX-ELU dur (kN)	Vérif N	Vérif CP	F _{Rd} (kN)	Tassement (cm)
1	9.5	2.4	1.2	941	614	107	Vérifié	-0.03 vérifié	351 vérifié	Inf à 1 cm
2	9.5	2.5	1.2	1036	689	120	Vérifié	-0.037 Vérifié	386 vérifié	Inf à 1 cm

5.7.5. 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 variations latérales peuvent exister et être découvertes au moment des travaux,

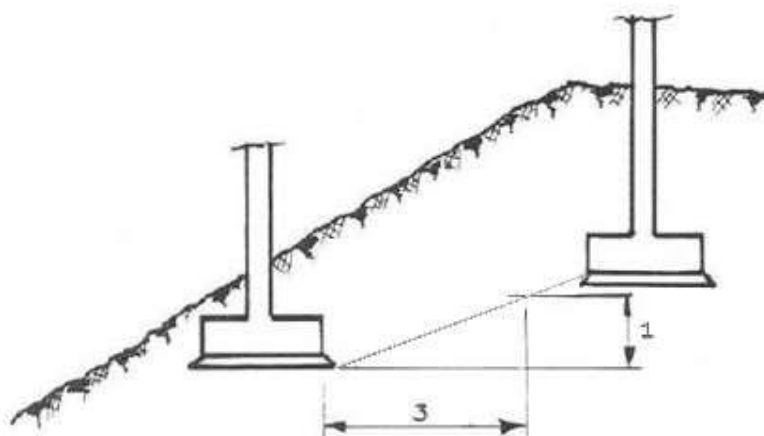
Le dimensionnement des fondations est du ressort du BET structure, Cependant, les points suivants sont à signaler pour les semelles :

- pour des raisons de bonne exécution, la largeur des fondations doit être supérieure à 0,45 m pour des semelles filantes et à 0,7 m pour des semelles isolées (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 ;
- en cas d'un substratum rocheux présent partiellement sur le terrain, les semelles concernées, seront coulées sur un lit de sable disposé en fond de fouille sur 0,3 m d'épaisseur minimum pour limiter l'effet de point dur ;

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,

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, des fondations établies à des niveaux différents et à proximité de talus doivent respecter la règle des 3 de base pour 1 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,

5.8. Protection des ouvrages contre l'eau

Aucune arrivée d'eau n'a été mise en évidence au moment des sondages, cependant les premiers relevés du suivi piézométrique mettent en évidence un niveau d'eau entre 1.9 à 5.1 m (418.0 à 423.0 m NGF), sur la partie Ouest du site, au niveau des parking.

Dans ces conditions, il est conseillé de mettre en œuvre une protection des murs enterrés contre l'humidité selon les règles de l'art (cf, DTU 20,1) avec système drainant périphérique,

L'évacuation des eaux récupérées se fera soit gravitairement si les pentes et les exutoires le permettent, soit à l'aide de fosses de récupération associées à des pompes de relevage, Les eaux de ruissellement des plateformes au pourtour du bâtiment ne devront préférentiellement pas être dirigées vers le bâtiment, En cas de mise en œuvre d'un tapis drainant sous dallage, l'épaisseur sera prise en compte dans le dimensionnement de la structure d'assise,

Les drainages devront être raccordés à un exutoire adapté par gravitation ou par l'intermédiaire de pompes de relevage,

Le rejet des eaux de drainage dans les réseaux sera soumis à l'autorisation des services compétents concernés,

Un entretien régulier des ouvrages de drainage devra être assuré par le maître d'ouvrage afin de garantir la pérennité de son fonctionnement,

5.9. Protection générale vis-à-vis du risque sismique

Afin de se conformer aux prescriptions de l'Eurocode 8, les dispositions générales à respecter en zone sismique supérieure à 1 sont les suivantes :

- Système de fondation homogène sous un même corps de bâtiment, à moins de délimiter des blocs par joints parasismiques.
- Ne pas fonder un même ouvrage sur des discontinuités géologiques naturelles : fractures, failles, etc...
- Encastrer fortement les fondations dans les sols meubles et veiller à ce que l'assise des fondations soit horizontale.
- Préférer la présence de niveaux enterrés homogènes sur l'emprise de la construction ou, à défaut, sur un bloc indépendant dissocié par un joint parasismique.
- Encastrer toutes les fondations dans une même couche géologique en cas de stratification.
- Ne pas fonder les ouvrages sur des sols liquéfiables.
- Rigidifier la structure d'assise des ouvrages (à définir par le BET Structure).

6. ALEAS RESIDUELS ET RISQUES ASSOCIES

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

- Les variations d'épaisseur des couches identifiées, Au stade de l'exécution, la supervision géotechnique doit intervenir pour vérifier la présence des sols conformes aux résultats des études, ou, à défaut, pour définir en coordination avec la Maîtrise d'œuvre, les adaptations à envisager,
- La présence de vestiges enterrés non identifiés ; en cas de rencontre il faudra évaluer l'importance des vestiges en vue de déterminer les mesures à prendre,
- Les variations altimétriques du toit du substratum,

7. 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 par GCS HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON,

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,

Selon la norme NF P94-500, la mission G2PRO doit être suivie de la phase d'Assistance à Contrat de Travaux limitée aux seuls ouvrages géotechniques consistant notamment en :

- rédaction des éléments géotechniques nécessaires à l'élaboration d'un DCE (soit éléments de CCTP, BPU, et DQE),
- assistance pour l'analyse technique des offres des entreprises.

Au stade des travaux, une mission de supervision d'étude et de suivi géotechnique d'exécution G4 doit être confiée à un géotechnicien.

GEOTECHNIQUE SAS reste donc à la disposition de la Maitrise d'Ouvrage pour tout renseignement complémentaire et pour la réalisation des missions ultérieures (études G2 PRO et G4 notamment),

A, SUTRA
REDACTEUR
Chargée d'affaire



A, Antigny
VERIFICATEUR
Ingénieur



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 G4, 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,

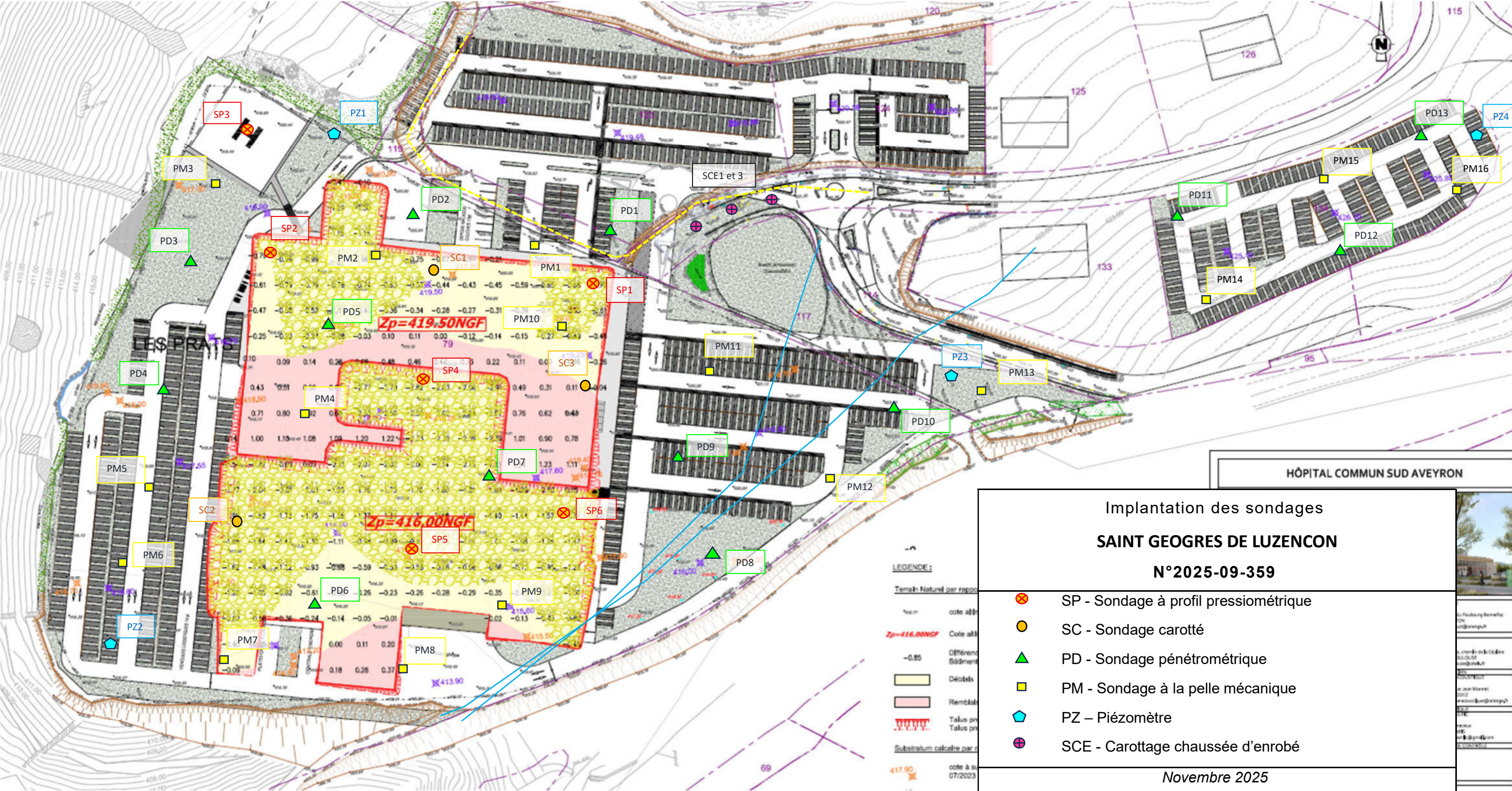
5 - Tout changement de maîtrise d'ouvrage nécessite une mise à jour du rapport que le terrain et/ou l'emprise des travaux envisagées soient identiques ou aient évolués depuis la publication du présent rapport,

6 - Le délai de validité du présent rapport est limité à 6 mois et sous réserve que les conditions globales du site et du projet restent intactes dans ce même délai, Dans le cas contraire, une mise à jour du rapport ou une nouvelle étude doit être sollicitée par le client,

7 - 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,

8 - 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





Annexe 4 : Coupes de sondages



Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

Dossier : **2025-09-359**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

Echelle : **1/60**

Profondeur atteinte : **8 m**

Date du sondage : **17/11/2025**

Cote altimétrique : **420.09**

Profondeur (m / T.A.)	Cote (m)	Outil	Tubage	Faciès	Lithologie	Niveau d'eau	o Pression de fluage pf* ■ Pression limite nette pl* (en MPa)	Module pressiométrique Em (en MPa)	E/PI*	
0	420	Tricone Ø63 mm		01a	Limon à petits cailloux Beige 0,50 m - NGF : 419,59 m	Pas de veue d'eau				
1	419			01b	Calcaire Gris			4,86	228	47,0
2	418							4,86	194	40,1
3	417							4,85	215	44,5
4	416									
5	415							4,86	314	64,6
6	414							4,86	388	79,9
7	413							4,86	532	109,6
8	412			8,00 m - NGF : 412,09 m						
9	411									
10	410									
11	409									
12										

</

Observation :



Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

Dossier : **2025-09-359**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

Echelle : 1/60

Profondeur atteinte : **8 m**

Date du sondage : 19/11/2025

Cote altimétrique : **419.7**

Profondeur (m / T.A.)	Cote (m)	Outil	Tubage	Faciès	Lithologie	Niveau d'eau	o Pression de fluage pf* ■ Pression limite nette pl* (en MPa)	Module pressiométrique Em (en MPa)	E/Pl*
0				01a	Terre végétale Limon à petits cailloux Beige 0,50 m - NGF : 419,20 m	Pas de veue d'eau			
1	419						4,84		27,4
2	418				Calcaire Beige		4,84		
3	417				3,00 m - NGF : 416,70 m		4,85		41,0
4	416			01b			4,85		
5	415						4,85		44,4
6	414				Calcaire Gris		4,85		55,1
7	413						4,85		
8	412				8,00 m - NGF : 411,70 m		4,85		64,0
9	411								
10	410								
11	409								
12	408								

Observation :



Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

Dossier : **2025-09-359**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

Echelle : **1/60**

Profondeur atteinte : **8 m**

Date du sondage : **19/11/2025**

Cote altimétrique : **419.4**

Profondeur (m / T.A.)	Cote (m)	Outil	Tubage	Faciès	Lithologie	Niveau d'eau	o Pression de fluage pf* ■ Pression limite nette pl* (en MPa)	Module pressiométrique Em (en MPa)	E/Pl*		
0	419	Tricone Ø63 mm		01a	Terre végétale Limon à petits cailloux Beige 0,50 m - NGF : 418,90 m	Pas de veue d'eau					
1	418			01b	Calcaire Beige			4,85	170	35,1	
2	417										
3	416						3,00 m - NGF : 416,40 m	4,86	202	41,7	
4	415							4,85	150	31,1	
5	414						Calcaire Gris				
6	413							4,86	201	41,5	
7	412							4,86	295	60,9	
8	411			8,00 m - NGF : 411,40 m							
9	410										
10	409										
11	408										
12											

Observation :



Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

Dossier : **2025-09-359**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

Echelle : **1/60**

Profondeur atteinte : **8 m**

Date du sondage : **18/11/2025**

Cote altimétrique : **418.74**

Profondeur (m / T.A.)	Cote (m)	Outil	Tubage	Faciès	Lithologie	Niveau d'eau	o Pression de fluage pf* ■ Pression limite nette pl* (en MPa)	Module pressiométrique Em (en MPa)	E/Pl*
0				01a	Terre végétale Limon à petits cailloux Beige 0,40 m - NGF : 418,34 m	Pas de veue d'eau			
1	418						4,87	190	39,2
2	417				Calcaire Belge 2,50 m - NGF : 416,24 m		4,85	215	44,3
3	416						4,85	226	46,6
4	415			01b			4,85	259	53,5
5	414				Calcaire Gris		4,85	327	67,6
6	413								
7	412								
8	411				8,00 m - NGF : 410,74 m				
9	410								
10	409								
11	408								
12	407								

Observation :



Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

Dossier : **2025-09-359**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

Echelle : 1/60

Profondeur atteinte : **8 m**

Date du sondage : 18/11/2025

Cote altimétrique : **416.6**

Profondeur (m / T.A.)	Cote (m)	Outil	Tubage	Faciès	Lithologie	Niveau d'eau	o Pression de fluage pf* ■ Pression limite nette pl* (en MPa)	Module pressiométrique Em (en MPa)	E/Pl*
0				01a	Terre végétale Limon à petits cailloux Beige 0,40 m - NGF : 416,20 m	Pas de veue d'eau	4,86	174	36,0
1	416						4,86		
							4,86	268	55,2
2	415				Calcaire Marron, gris 2,00 m - NGF : 414,60 m		4,85	169	35,0
3	414						4,84	148	30,7
4	413			01b			4,84	166	34,5
5	412				Calcaire Marron, beige		4,84	244	50,6
6	411								
7	410								
8	409				NGF : 408,60 m				
9	408								
10	407								
11	406								
12	405								

Observation :



Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

Dossier : **2025-09-359**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

Echelle : 1/60

Profondeur atteinte : **8 m**

Date du sondage : 19/11/2025

Cote altimétrique : **415.5**

Profondeur (m / T.A.)	Cote (m)	Outil	Tubage	Faciès	Lithologie	Niveau d'eau	o Pression de fluage pf* ■ Pression limite nette pl* (en MPa)	Module pressiométrique Em (en MPa)	E/Pl*
0	415			01a	Terre végétale Limon à petits cailloux Beige 0,40 m - NGF : 415,10 m	Pas de veue d'eau			
1	414						4,86	162	33,5
2	413				Marne Gris		4,85	152	31,5
3	412				3,30 m - NGF : 412,20 m		4,85	233	48,1
4	411			01b			4,85	318	65,7
5	410				Calcaire Gris		4,85	542	111,8
6	409								
7	408								
8	407				NGF : 407,50 m				
9	406								
10	405								
11	404								
12									

Observation :



Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

Dossier : **2025-09-359**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

Echelle : **1/60**

Profondeur atteinte : **12 m**

Date du sondage : **27/11/2025**

Cote altimétrique : **420.94**

Cote (m)	Profondeur (m / T.A.)	Outil	Tubage	Facès	Lithologie	Niveau d'eau	Equipement forage
0				01a	Terre végétale Limon à petits cailloux Beige	Pas de veue d'eau	PVC plein
420	1				0,50 m - NGF : 420,44 m		
419	2				Calcaire Beige		
418	3				3,00 m - NGF : 417,94 m		
417	4						
416	5						
415	6			01b			6,00 m - NGF : 414,94 m
							bouchon étanche de 30 cm
414	7						PVC crépiné
413	8				Calcaire Gris		
412	9						
411	10						
410	11						
409	12				12,00 m - NGF : 408,94 m		12,00 m - NGF : 408,94 m

Observation : Capot métallique

Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

 Dossier : **2025-09-359**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

 Echelle : **1/60**

 Profondeur atteinte : **12 m**

 Date du sondage : **27/11/2025**

 Cote altimétrique : **415.7**

Cote (m)	Profondeur (m / T.A.)	Outil	Tubage	Faciès	Lithologie	Niveau d'eau	Equipement forage
0				01a	Terre végétale Limon à petits cailloux Beige	Pas de vue d'eau	
415					0,50 m - NGF : 415,20 m		
1					Calcaire Beige		
414					2,00 m - NGF : 413,70 m	Pas de vue d'eau	PVC plein
2							
413							
3							
412							
4							
411							
5							
410							
6				01b			
409							
7					Calcaire Gris		
408							
8							
407							
9							
406							
10							
405							
11							
404							
12					12,00 m - NGF : 403,70 m		12,00 m - NGF : 403,70 m

 6,00 m - NGF : 409,70 m
 bouchon étanche de 30 cm

PVC crépiné

Observation :



Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

Dossier : **2025-09-359**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

Echelle : **1/60**

Profondeur atteinte : **12 m**

Date du sondage : **27/11/2025**

Cote altimétrique : **423.15**

Cote (m)	Profondeur (m / T.A.)	Outil	Tubage	Faciès	Lithologie	Niveau d'eau	Equipement forage	Echantillons
423	0			01a	Terre végétale Limon à petits cailloux Beige	Pas de veue d'eau		01a
					0,50 m - NGF : 422,65 m			
422	1							
	2							
421								
	3						PVC plein	
420								
	4							
419								
	5							
418								
	6			01b	Calcaire Gris, beige		6,00 m bouchon étanche de 3	01b
417								
	7							
416								
	8							
415								
	9						PVC crépiné	
414								
	10							
413								
	11							
412								
	12				12,00 m - NGF : 411,15 m		12,00 m - NGF : 411,15 m	

Observation :



Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

Dossier : **2025-09-359**

Coordonnée en X :

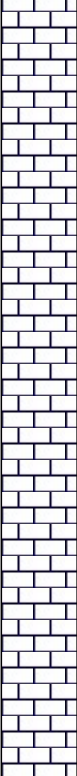
Coordonnée en Y :

Echelle : **1/60**

Profondeur atteinte : **12 m**

Date du sondage : **27/11/2025**

Cote altimétrique : **4425.0**

Cote (m)	Profondeur (m / T.A.)	Outil	Tubage	Faciès	Lithologie		Niveau d'eau	Equipement forage
4425	0	Tricone Ø63 mm		01a		Terre végétale Limon à petits cailloux Beige	Pas de veue d'eau	PVC plein
4424	1			0,50 m - NGF : 4424,50 m				
4423	2							
4422	3							
4421	4							
4420	5							
4419	6			01b		Calcaire Gris, beige	6,00 m - NGF : 4419,00 m bouchon étanche de 30 cm	
4418	7			PVC crépiné				
4417	8							
4416	9							
4415	10							
4414	11							
12	12				12,00 m - NGF : 4413,00 m		12,00 m - NGF : 4413,00 m	

Observation :

Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

 Dossier : **2025-09-359**

Inclinaison de °

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

 Echelle : **1/60**

 Profondeur atteinte : **6.5 m**

 Date du sondage : **24/11/2025**

 Cote altimétrique : **419.99**

Cote (m)	Profondeur (m/T.A.)	Outil	Tubage	Passes	Formation géologique	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Récupération (%)			RQD (%)		
								0	50	100	0	50	100
	0				01a	Terre végétale limoneuse Marron							
						0,10 m - NGF : 419,89 m							
419	1					Limon argileux à quelques cailloutis/calcaires et anthropiques, Dmax=1cm) Marron		1			1		
						0,32 m - NGF : 419,67 m							
418	2					Calcaire légèrement fracturé avec cristallisation secondaire de calcite Gris/Beige		2			2		
						2,21 m - NGF : 417,78 m							
						Calcaire marneux Beige/Ocre							
417	3					2,60 m - NGF : 417,39 m		3			3		
					01b	Calcaire à quelques fracturation recristalisé par de la calcite Gris		4			4		
416	4												
						4,78 m - NGF : 415,21 m							
415	5					Calcaire marneux altéré Beige/Ocre		5			5		
						4,91 m - NGF : 415,08 m							
414	6					Calcaire très peu fracturé Gris		6			6		
						6,50 m - NGF : 413,49 m							
413	7							7			7		
412	8							8			8		
411	9							9			9		
410	10							10			10		
409	11							11			11		
408	12							12			12		

Pas de venue d'eau

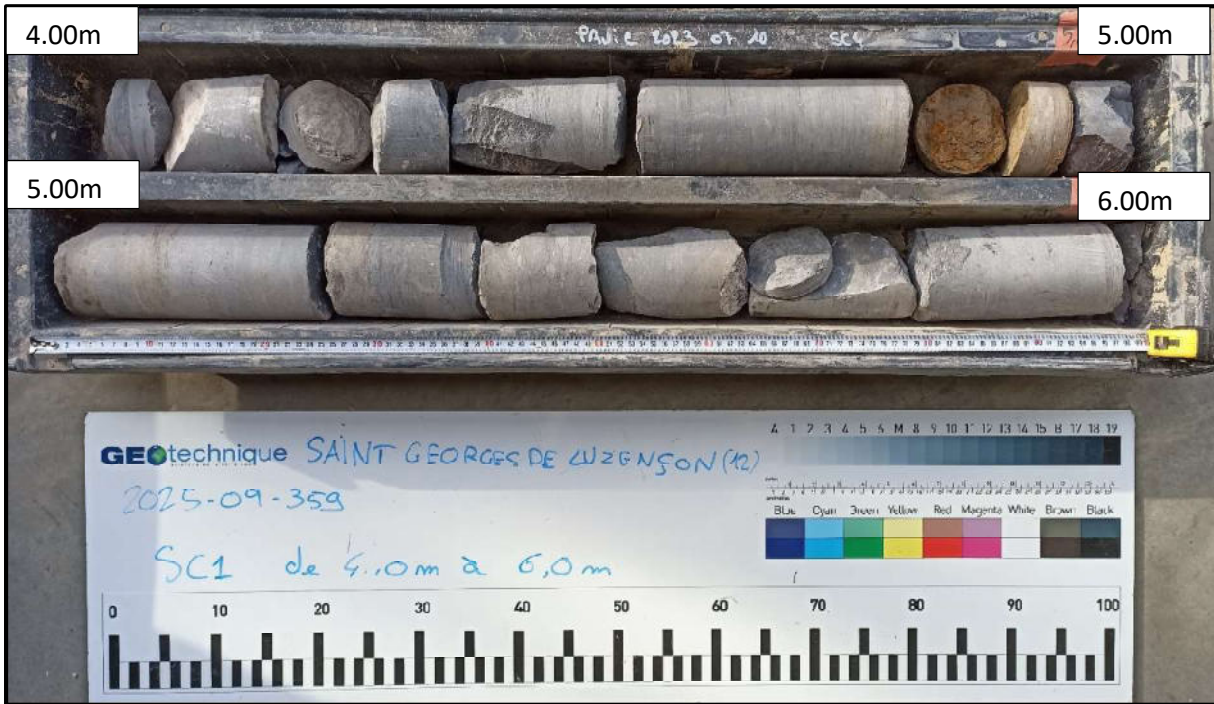
Observation :

EXGTE 3.23

2025-09-359	SAINT GEORGES DE LUZENCON (12)	SC1 (0-4m)



		
2025-09-359	SAINT GEORGES DE LUZENCON (12)	SC1 (4-6m)



Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

 Dossier : **2025-09-359**

Inclinaison de °

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

 Echelle : **1/60**

 Profondeur atteinte : **8 m**

Date du sondage : 25/11/2025

 Cote altimétrique : **417.73**

Cote (m)	Profondeur (m/T.A.)	Outil	Tubage	Passes	Formation géologique	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Récupération (%)			RQD (%)		
								0	50	100	0	50	100
417	0				01a	Terre végétale limoneuse Marron 0,10 m - NGF : 417,63 m							
	1					Limon argileux à cailloux/blocs calcaires et anthropiques, Dmax=10cm Marron/Ocre 0,50 m - NGF : 417,23 m					1		
416	2					Calcaire très fracturé et cristallisation secondaire de calcite Gris/Beige/Ocre 1,00 m - NGF : 416,73 m					2		
415	3					Marne calcaire "feuilletée" Beige/Ocre 1,28 m - NGF : 416,45 m					3		
414	4					Calcaire très fracturé et cristallisation secondaire de calcite Gris/Beige/Ocre 1,82 m - NGF : 415,91 m					4		
413	5				01b	Marne calcaire "feuilletée" Beige/Ocre 2,00 m - NGF : 415,73 m					5		
						Calcaire fracturé avec cristallisation secondaire de calcite Gris/Ocre 3,00 m - NGF : 414,73 m					6		
412	6					Calcaire légèrement fracturé Gris/Ocre 4,00 m - NGF : 413,73 m					7		
411	7					Calcaire légèrement fracturé en début et cristallisation secondaire de calcite Gris					8		
410	8					8,00 m - NGF : 409,73 m							
409	9												
408	10												
407	11												
406	12												

Pas de venue d'eau

Observation :

EXGTE 3.23

2025-09-359	SAINT GEORGES DE LUZENCON (12)	SC2 (0-4m)





Géotechnique
sciences de la terre sas

2025-09-359	SAINT GEORGES DE LUZENCON (12)	SC2 (4-8m)
-------------	--------------------------------	------------

4.00m

5.00m

5.00m

6.00m



Géotechnique SAINT GEORGES DE LUZENCON (12)
2025-09-359
SC2 de 4,0m à 8,0m

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19
Blue Cyan Green Yellow Red Magenta White Brown Black

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

6.00m

7.00m

7.00m

8.00m



Géotechnique SAINT GEORGES DE LUZENCON (12)
2025-09-359
SC2 de 6,0m à 8,0m

A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19
Blue Cyan Green Yellow Red Magenta White Brown Black

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

 Dossier : **2025-09-359**

Inclinaison de °

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

Echelle : 1/60

Profondeur atteinte : 4 m

Date du sondage : 26/11/2025

 Cote altimétrique : **419.05**

Cote (m)	Profondeur (m/T.A.)	Outil	Tubage	Passes	Formation géologique	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Récupération (%)			Récupération (%)		
								0	50	100	0	50	100
419	0					Terre végétale limoneuse Marron 0,15 m - NGF : 418,90 m							
418	1					Argile marneuse à cailloutis/cailloux calcaire et anthropique, Dmax= 2 cm Marron/Ocre 0,70 m - NGF : 418,35 m							
417	2					Argile marneuse Ocre 1,00 m - NGF : 418,05 m							
416	3					Calcaire fracturé avec cristallisation secondaire de calcite Gris/Ocre 2,00 m - NGF : 417,05 m							
415	4					Calcaire légèrement fracturé Gris 3,64 m - NGF : 415,41 m							
						Calcaire marneux "feuilleté" Gris/Beige 4,00 m - NGF : 415,05 m							
414	5												
413	6												
412	7												
411	8												
410	9												
409	10												
408	11												
	12												

Pas de venue d'eau

Observation :

EXGTE 3.23

2025-09-359	SAINT GEORGES DE LUZENCON (12)	SC3 (0-4m)



Opération : **SAINT GEORGES DE LUZENCON - 12**

Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

Dossier : **2025-09-359**

Coordonnée en X :

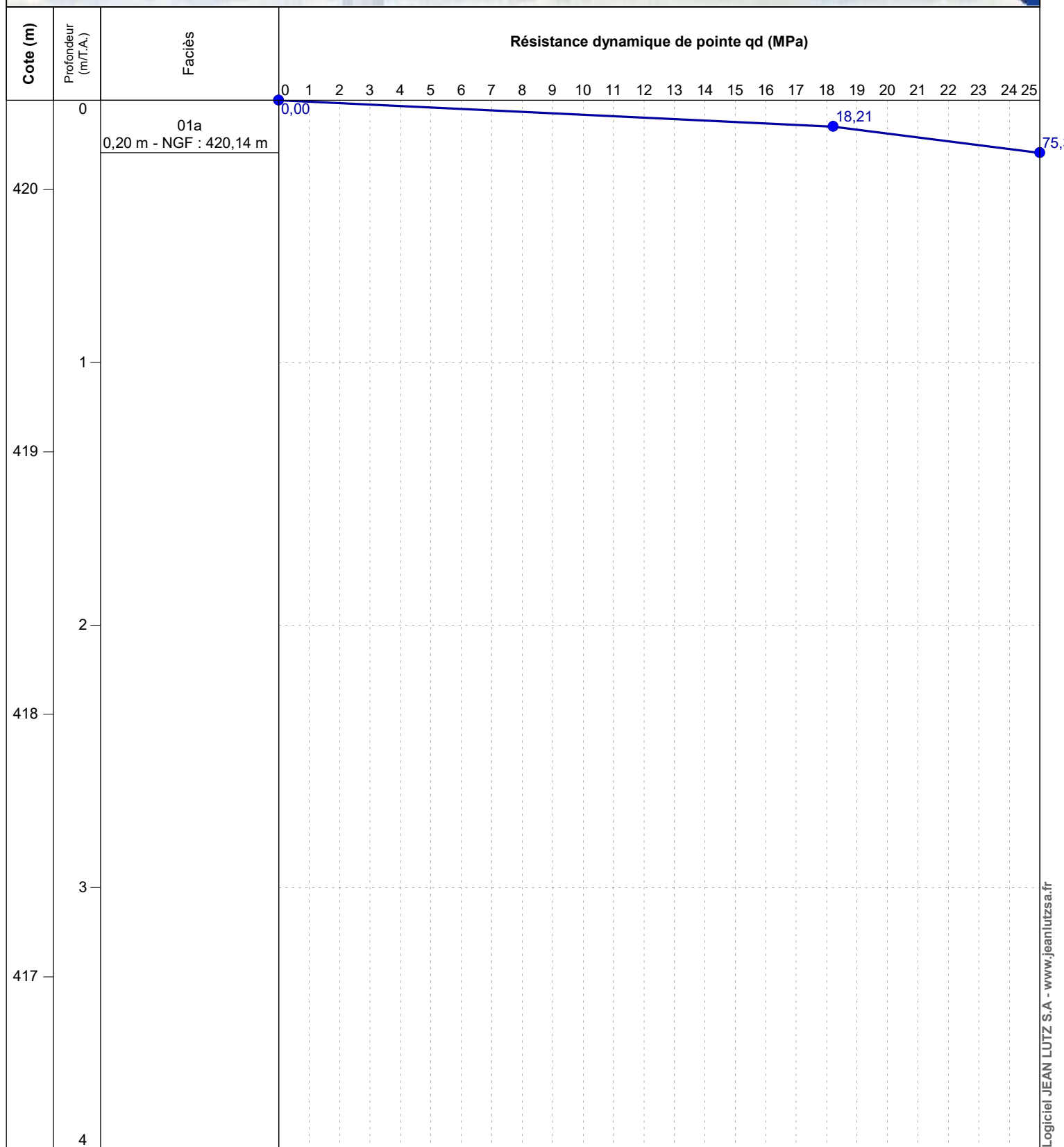
Coordonnée en Y :

Echelle : **1/20**

Profondeur atteinte : **0.2 m**

Date de l'essai : 17/11/2025

Cote altimétrique : **420.34**



Opération : **SAINT GEORGES DE LUZENCON - 12**

Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

Dossier : **2025-09-359**

Coordonnée en X :

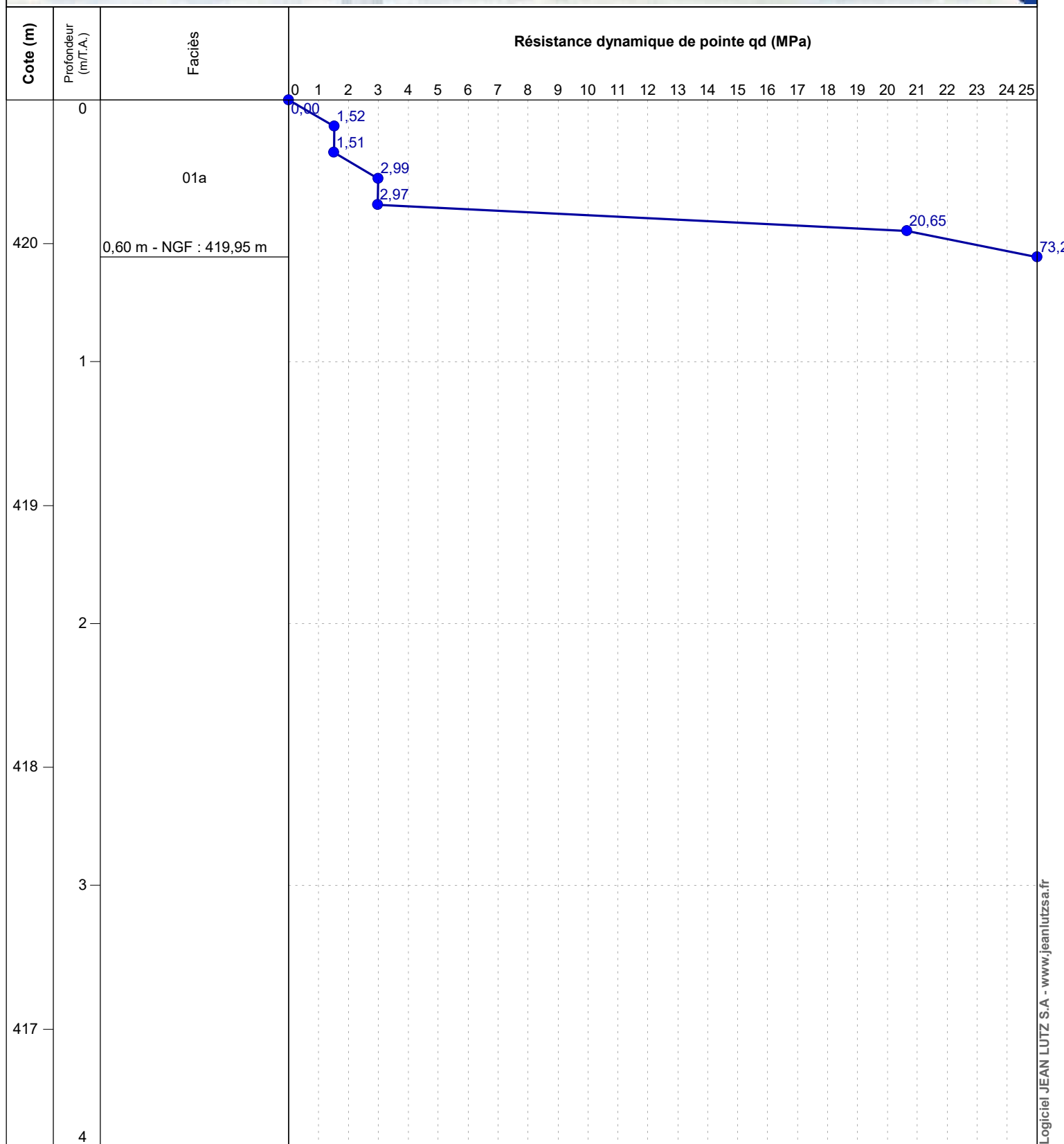
Coordonnée en Y :

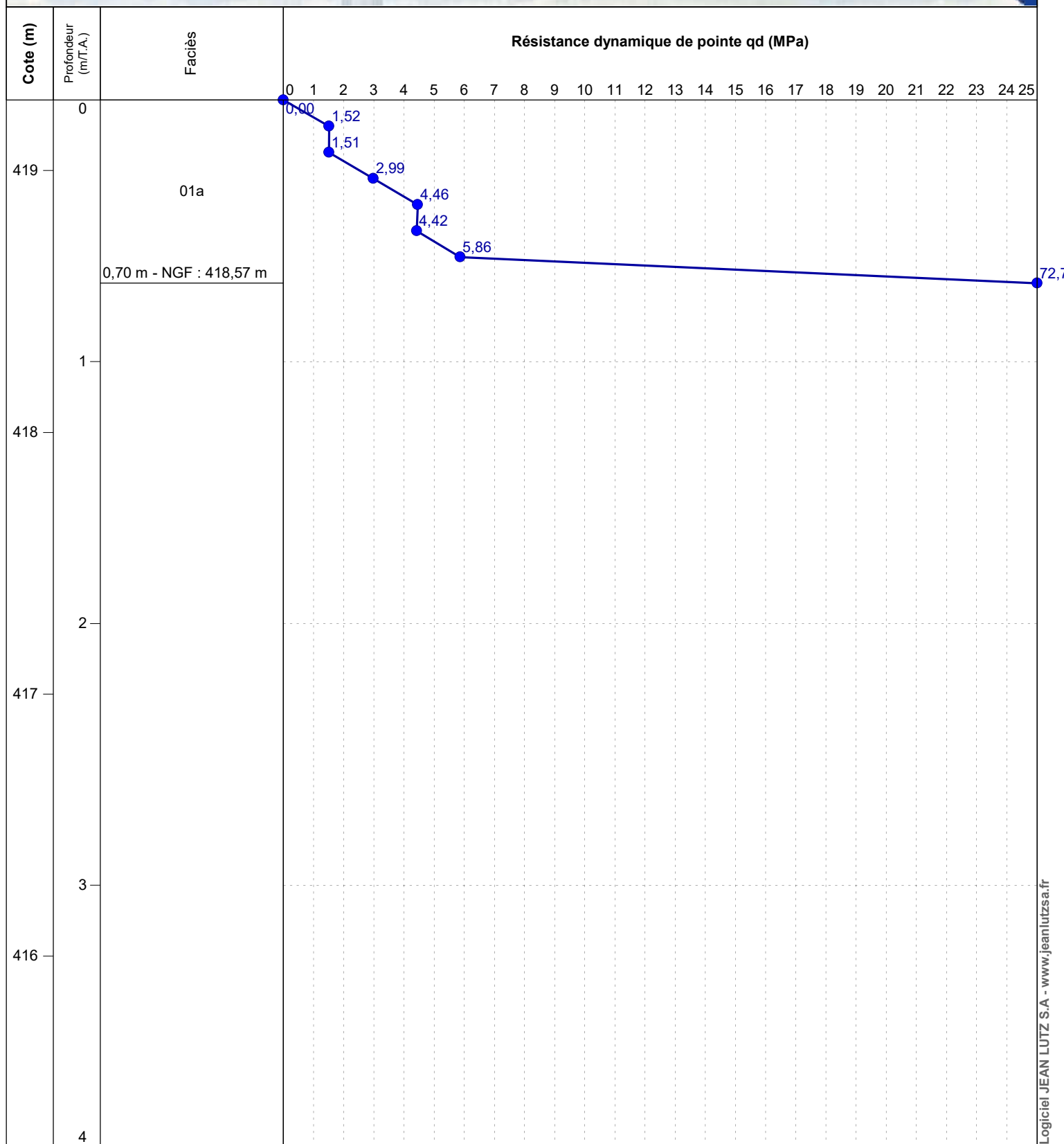
Echelle : **1/20**

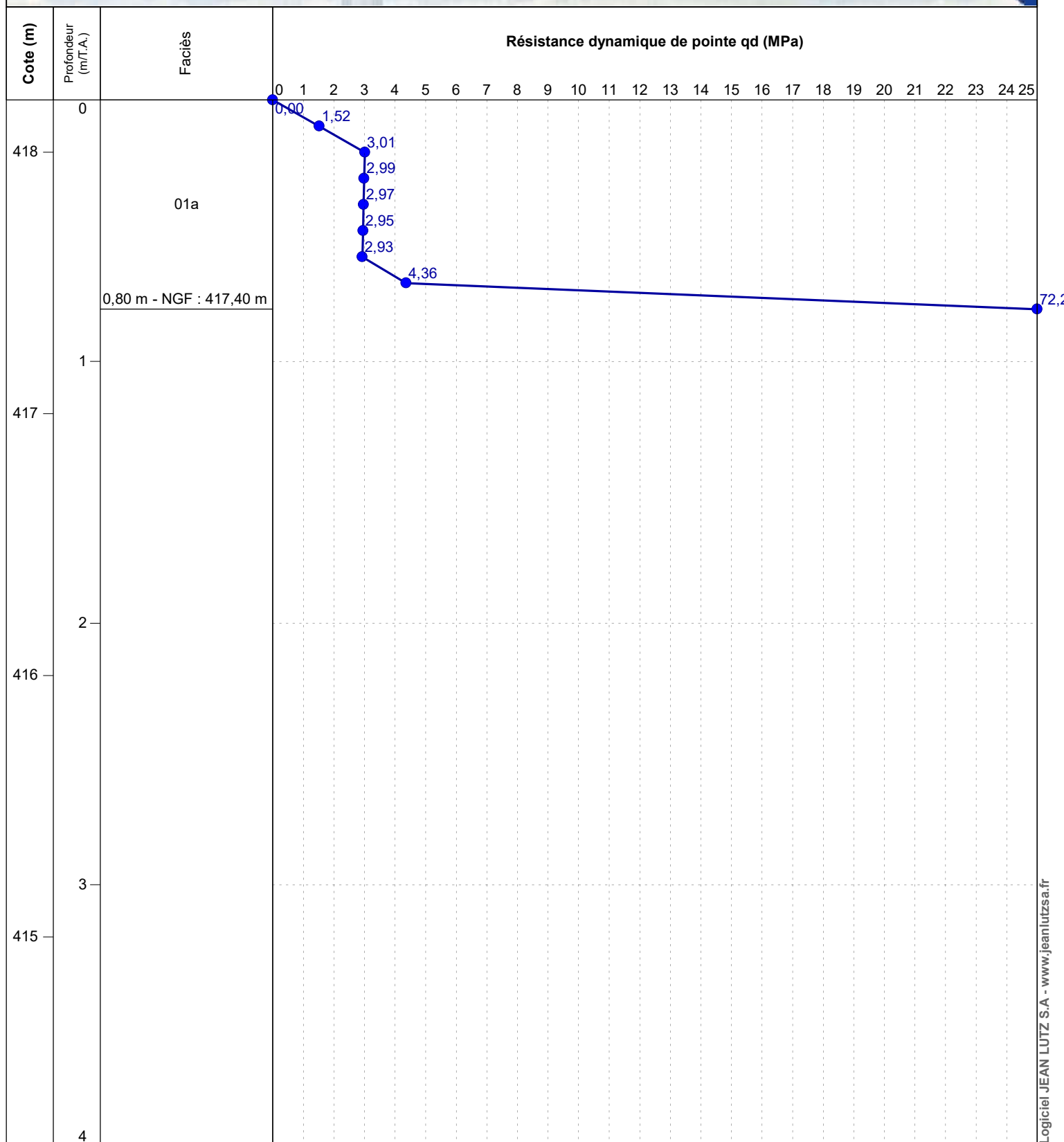
Profondeur atteinte : **0.6 m**

Date de l'essai : 17/11/2025

Cote altimétrique : **420.55**







Opération : **SAINT GEORGES DE LUZENCON - 12**

Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

Dossier : **2025-09-359**

Coordonnée en X :

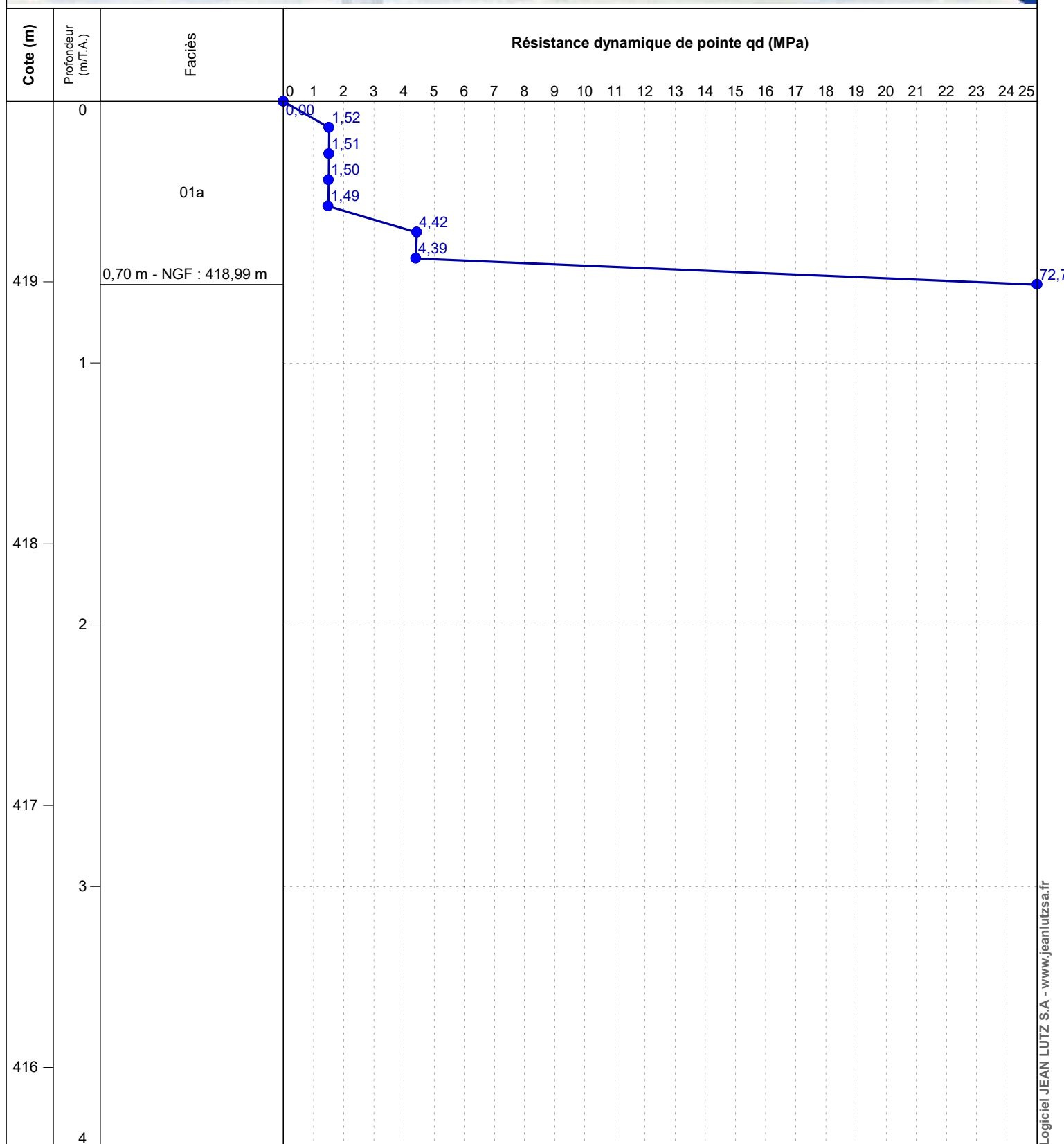
Coordonnée en Y :

Echelle : **1/20**

Profondeur atteinte : **0.7 m**

Date de l'essai : 17/11/2025

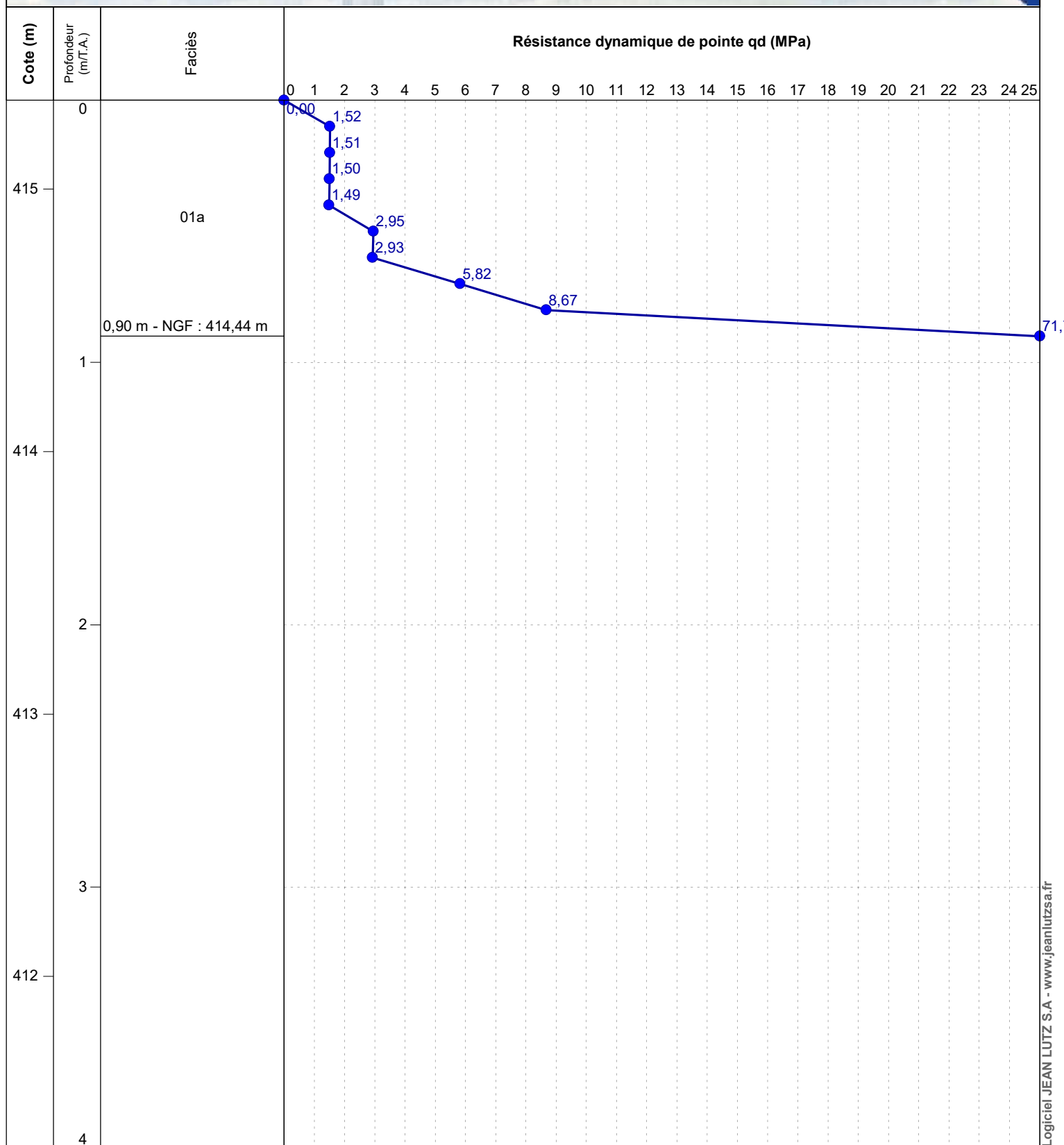
Cote altimétrique : **419.69**



Matériel utilisé : mouton de 63 kg, hauteur de chute de 0.75 m, équipement mobile de 18 kg, tiges de 1.0 m pour 6 kg, section de pointe de 0.20 cm²

Coef. étalonnage : 0.89

EXGTE 3.23





Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

Dossier : **2025-09-359**

Coordonnée en X :

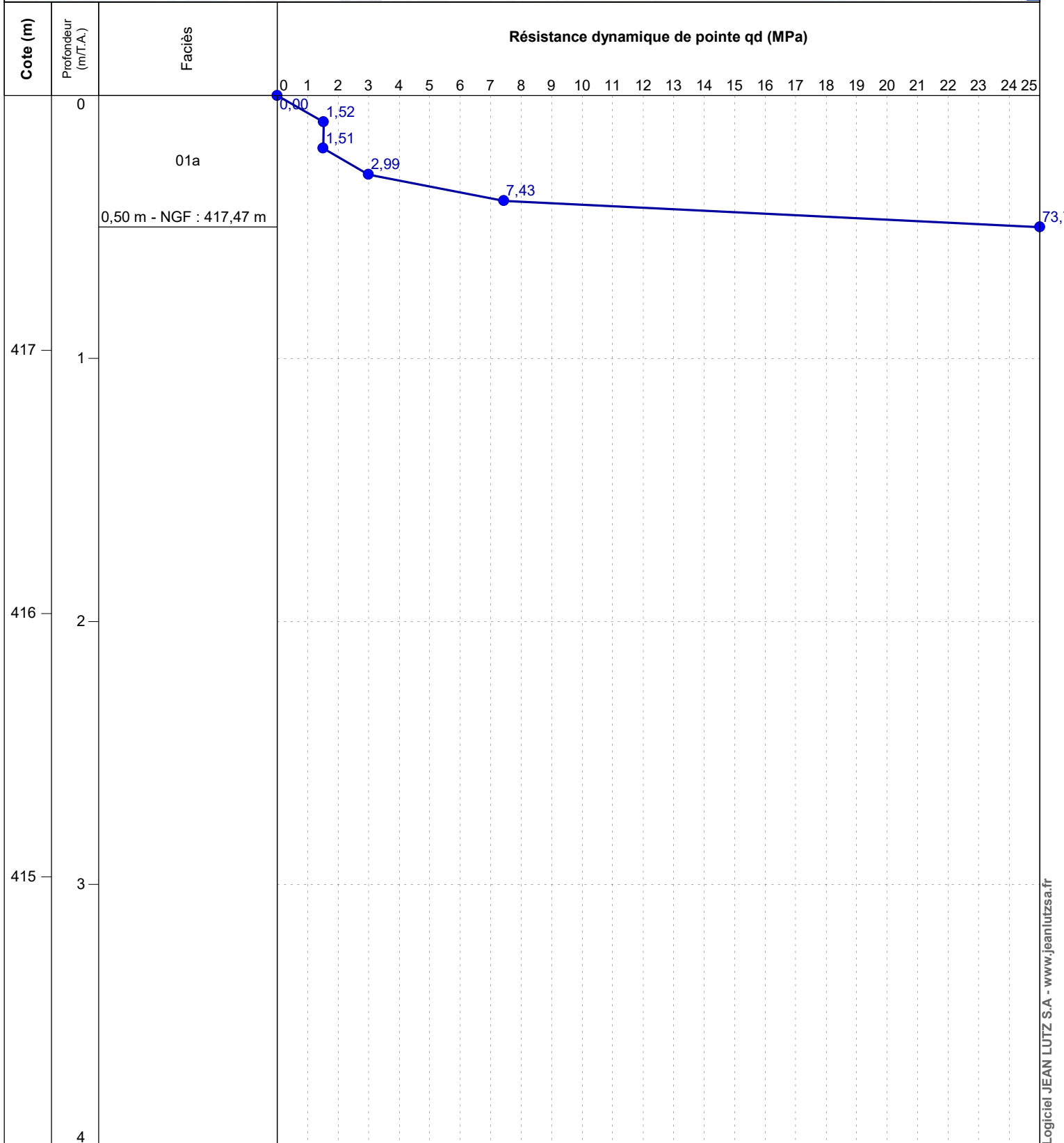
Coordonnée en Y :

Echelle : **1/20**

Profondeur atteinte : **0.5 m**

Date de l'essai : 17/11/2025

Cote altimétrique : **417.97**



Opération : **SAINT GEORGES DE LUZENCON - 12**

Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

Dossier : **2025-09-359**

Coordonnée en X :

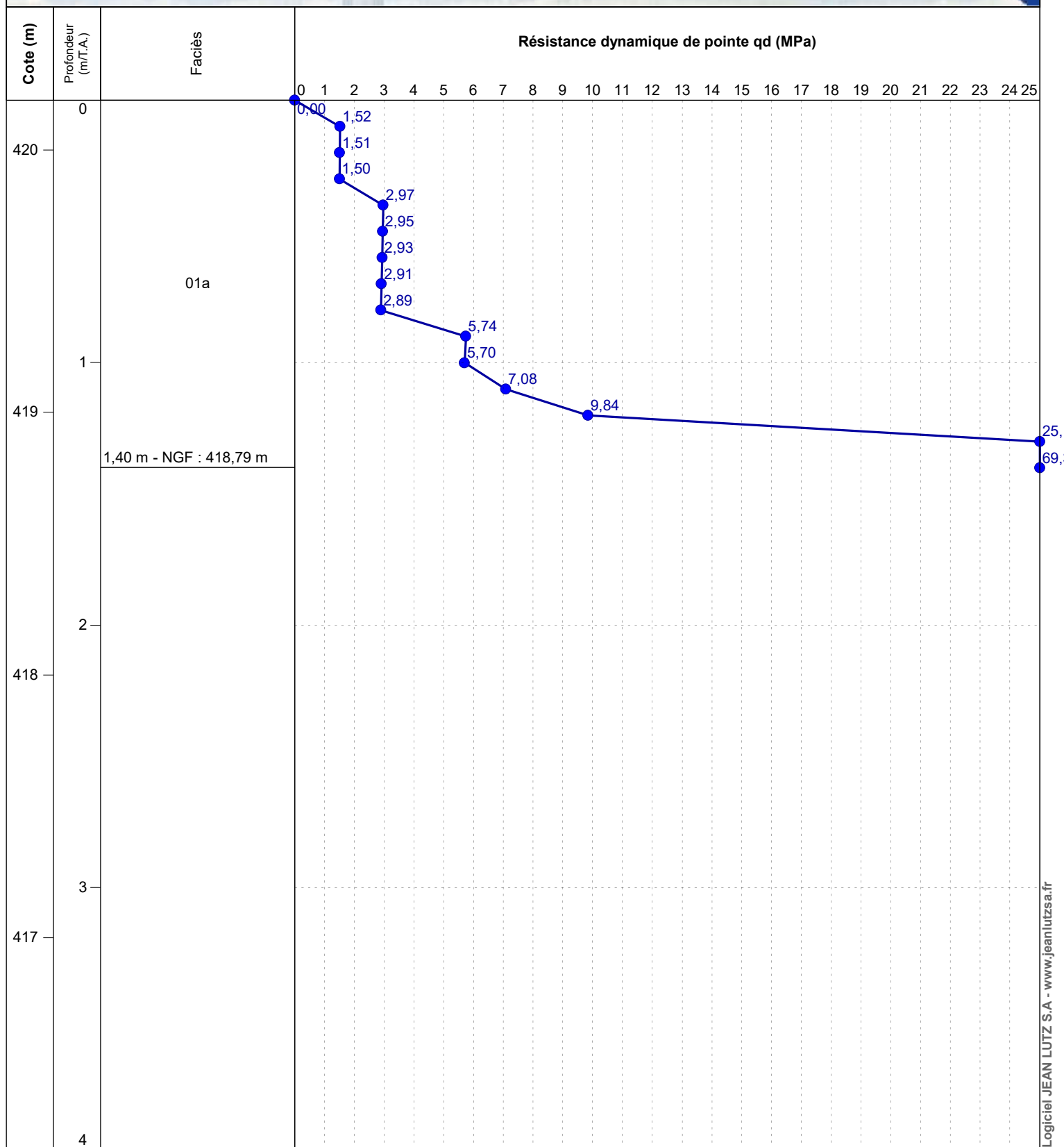
Coordonnée en Y :

Echelle : **1/20**

Profondeur atteinte : **1.4 m**

Date de l'essai : **17/11/2025**

Cote altimétrique : **420.19**



Opération : **SAINT GEORGES DE LUZENCON - 12**

Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

Dossier : **2025-09-359**

Coordonnée en X :

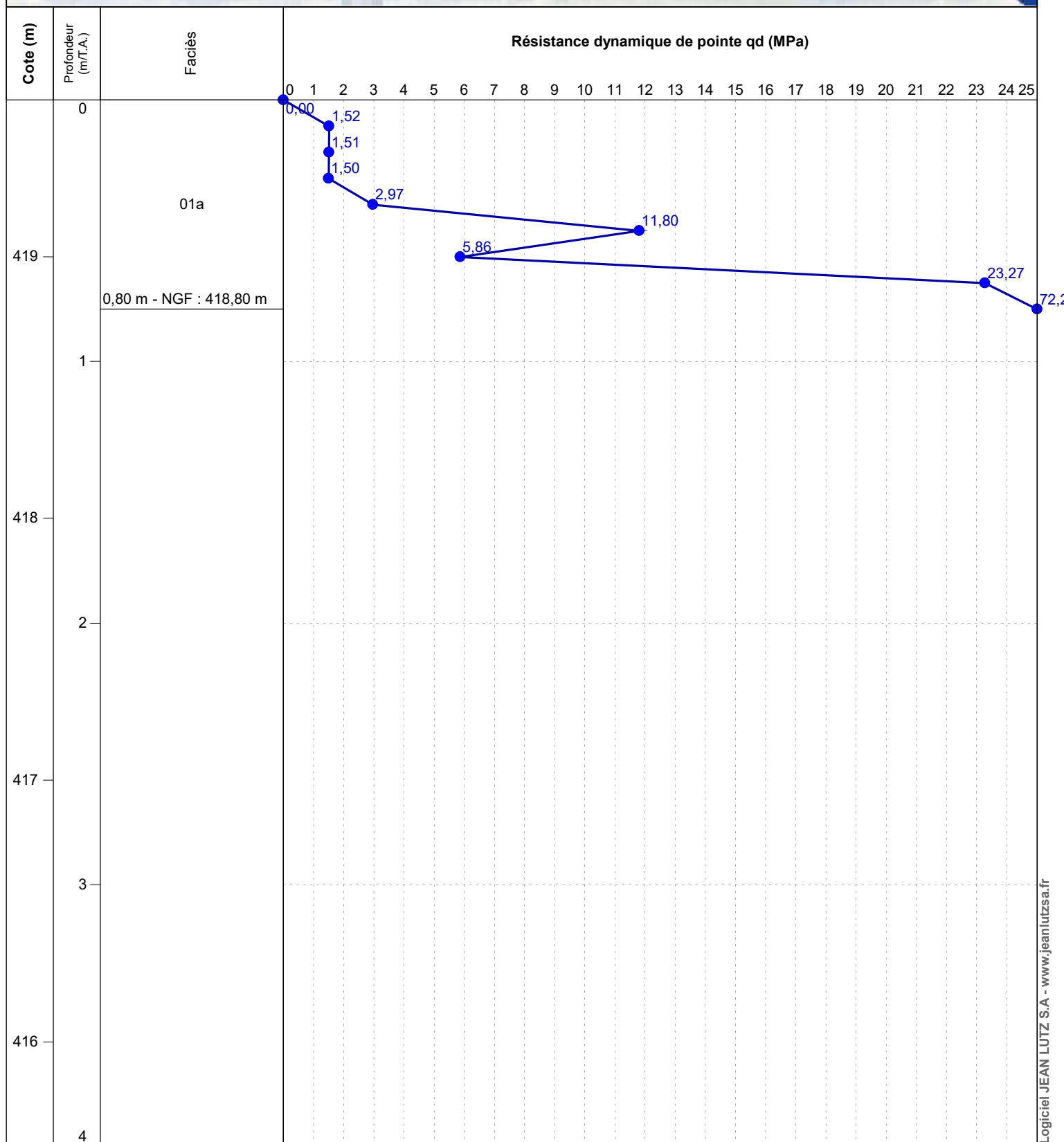
Coordonnée en Y :

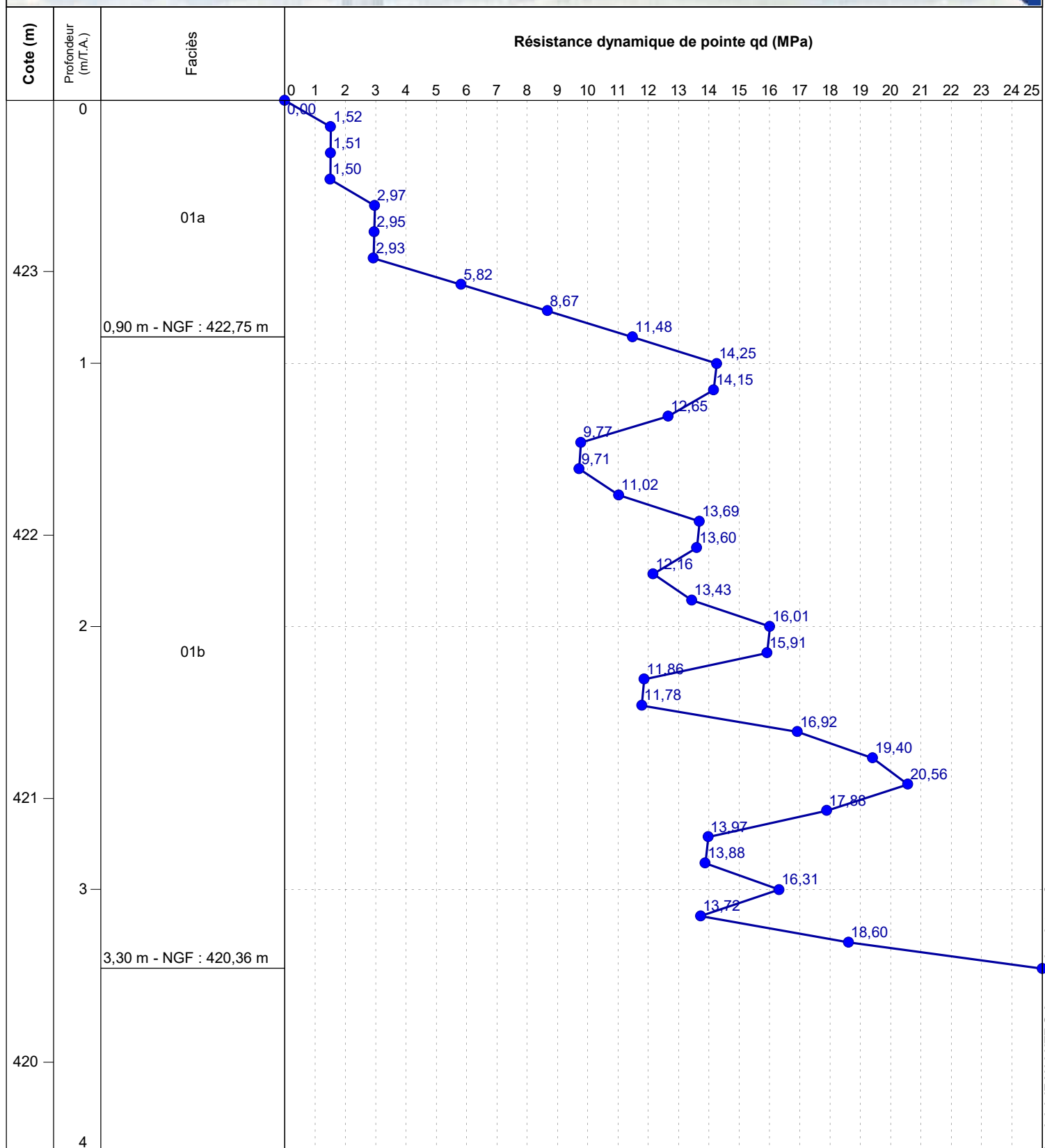
Echelle : **1/20**

Profondeur atteinte : **0.8 m**

Date de l'essai : 17/11/2025

Cote altimétrique : **419.6**





Opération : **SAINT GEORGES DE LUZENCON - 12**

Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

Dossier : **2025-09-359**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

Echelle : **1/20**

Profondeur atteinte : **0.1 m**

Date de l'essai : 17/11/2025

Cote altimétrique : **424.04**

Cote (m)	Profondeur (m/T.A.)	Faciès	Résistance dynamique de pointe qd (MPa)																									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
424	0	0,10 m - NGF : 423,94 m																										
423	1																											
422	2																											
421	3																											
	4																											

Matériel utilisé : mouton de 63 kg, hauteur de chute de 0.75 m, équipement mobile de 18 kg, tiges de 1.0 m pour 6 kg, section de pointe de 0.20 cm²

Coef. étalonnage : 0.89

EXGTE 3.23

Opération : **SAINT GEORGES DE LUZENCON - 12**

 Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

 Dossier : **2025-09-359**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

 Echelle : **1/20**

 Profondeur atteinte : **0.1 m**

Date de l'essai : 17/11/2025

 Cote altimétrique : **425.3**

Cote (m)	Profondeur (m/T.A.)	Faciès	Résistance dynamique de pointe qd (MPa)																									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
	0	0,10 m - NGF : 425,20 m																										
425																												
	1																											
424																												
	2																											
423																												
	3																											
422																												
	4																											

Opération : **SAINT GEORGES DE LUZENCON - 12**

Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

Dossier : **2025-09-359**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

Echelle : **1/20**

Profondeur atteinte : **0.1 m**

Date de l'essai : 17/11/2025

Cote altimétrique : **425.34**

Cote (m)	Profondeur (m/T.A.)	Faciès	Résistance dynamique de pointe qd (MPa)																									
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
425	0	01a																										
424	1																											
423	2																											
422	3																											
422	4																											



Client : HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON

Dossier : 2025-09-359

Cote altimétrique : **420.13**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

Echelle : **1/20**

Profondeur atteinte : **0.5 m**

Date du sondage : 18/11/2025

Cote	Profondeur (m)	Lithologie	Arrivée d'eau	Commentaire	Faciès	Images
420	0	Terre végétale limon à racines et radicelles 0,20 m - NGF : 419,93 m	Pas de venue d'eau	Moyenne tenue des parois	01a	
	0,5	Limon à graves et blocs gris (Dmax = 11cm) Marron 0,50 m - NGF : 419,63 m				
419	1					
	1,5					
418	2					
	2,5					
417	3					
	3,5					
	4					

Observation : Refus à 0.5 m/TN

Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

 Dossier : **2025-09-359**

 Cote altimétrique : **420.38**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

 Echelle : **1/20**

 Profondeur atteinte : **0.5 m**

 Date du sondage : **18/11/2025**

Cote	Profondeur (m)	Lithologie	Arrivée d'eau	Commentaire	Faciès	Images
	0	Terre végétale limon à racines et radicelles	Pas de venue d'eau	Bonne tenue des parois	01a	
	0,25	0,25 m - NGF : 420,13 m				
420	0,5	Limon à cailloutis et graves (Dmax = 6 cm) Marron 0,50 m - NGF : 419,88 m				
	1					
419	1,5					
	2					
418	2,5					
	3					
417	3,5					
	4					

Observation : Refus à 0.5 m/TN



Client : HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON

Dossier : 2025-09-359

Cote altimétrique : **419.31**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

Echelle : **1/20**

Profondeur atteinte : **0.8 m**

Date du sondage : **18/11/2025**

Cote	Profondeur (m)	Lithologie	Arrivée d'eau	Commentaire	Faciès	Images
	0	Terre végétale limon à racines et radicelles	Pas de venue d'eau	Bonne tenue des parois	01a	
	0,25 m - NGF : 419,06 m					
419	0,5	Limon à graves et blocs gris (Dmax = 20 cm) Marron				
	0,80 m - NGF : 418,51 m					
	1					
418	1,5					
	2					
417	2,5					
	3					
416	3,5					
	4					

Observation : Refus à 0.8 m/TN



Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

Dossier : **2025-09-359**

Cote altimétrique : **418.53**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

Echelle : **1/20**

Profondeur atteinte : **0.7 m**

Date du sondage : **18/11/2025**

Cote	Profondeur (m)	Lithologie	Arrivée d'eau	Commentaire	Facès	Images
418	0	Terre végétale limon à racines et radicelles 0,20 m - NGF : 418,33 m	Pas de venue d'eau	Bonne tenue des parois	01a	
	0,5	Limon à graves et blocs gris (Dmax = 6 cm) Marron 0,70 m - NGF : 417,83 m				
417	1					
	1,5					
416	2					
	2,5					
	3					
415	3,5					
	4					

Observation : Refus à 0.7 m/TN



Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

Dossier : **2025-09-359**

Cote altimétrique : **418.1**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

Echelle : **1/20**

Profondeur atteinte : **0.6 m**

Date du sondage : **18/11/2025**

Cote	Profondeur (m)	Lithologie	Arrivée d'eau	Commentaire	Faciès	Images
418	0	Terre végétale limon à racines et radicelles	Pas de venue d'eau	Bonne tenue des parois	01a	
	0,25 m - NGF : 417,85 m					
	0,5	Limon à graves et blocs gris (Dmax = 15 cm) Marron				
	0,60 m - NGF : 417,50 m					
417	1					
	1,5					
416	2					
	2,5					
415	3					
	3,5					
	4					

Observation : Refus à 0.6 m/TN



Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

Dossier : **2025-09-359**

Cote altimétrique : **417.74**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

Echelle : **1/20**

Profondeur atteinte : **0.6 m**

Date du sondage : **18/11/2025**

Cote	Profondeur (m)	Lithologie	Arrivée d'eau	Commentaire	Faciès	Images
	0	Terre végétale limon à racines et radicelles 0,20 m - NGF : 417,54 m	Pas de venue d'eau	Bonne tenue des parois	01a	
	0,5	Limon à graves Marron 0,60 m - NGF : 417,14 m				
417						
	1					
	1,5					
416						
	2					
	2,5					
415						
	3					
	3,5					
414						
	4					

Observation : Refus à 0.6 m/TN



Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

Dossier : **2025-09-359**

Cote altimétrique : **416.19**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

Echelle : **1/20**

Profondeur atteinte : **0.8 m**

Date du sondage : **18/11/2025**

Cote	Profondeur (m)	Lithologie	Arrivée d'eau	Commentaire	Faciès	Images
416	0	Terre végétale limon à racines et radicelles 0,20 m - NGF : 415,99 m	Pas de venue d'eau	Bonne tenue des parois	01a	
	0,5	Limon à graves Marron 0,80 m - NGF : 415,39 m				
415	1					
	1,5					
414	2					
	2,5					
413	3					
	3,5					
	4					

Observation : Refus à 0.8 m/TN photo prise à la fin de l'essai d'eau



Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

Dossier : **2025-09-359**

Cote altimétrique : **415.52**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

Echelle : **1/20**

Profondeur atteinte : **0.7 m**

Date du sondage : **18/11/2025**

Cote	Profondeur (m)	Lithologie	Arrivée d'eau	Commentaire	Facès	Images
	0	Terre végétale limon à racines et radicelles 0,20 m - NGF : 415,32 m	Pas de venue d'eau	Bonne tenue des parois	01a	
415	0,5	Limon à graves (Dmax = 6 cm) Marron 0,70 m - NGF : 414,82 m				
	1					
414	1,5					
	2					
413	2,5					
	3					
412	3,5					
	4					

Observation : Refus à 0.7 m/TN



Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

Dossier : **2025-09-359**

Cote altimétrique : **416.21**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

Echelle : **1/20**

Profondeur atteinte : **0.45 m**

Date du sondage : **18/11/2025**

Cote	Profondeur (m)	Lithologie	Arrivée d'eau	Commentaire	Facès	Images
416	0	Terre végétale limon à racines et radicelles 0,15 m - NGF : 416,06 m	Pas de venue d'eau	Bonne tenue des parois	01a	
	0,45	Limon à quelques cailloutis Marron 0,45 m - NGF : 415,76 m				
415	1					
	1,5					
414	2					
	2,5					
413	3					
	3,5					
	4					

Observation : Refus à 0.45 m/TN



Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

Dossier : **2025-09-359**

Cote altimétrique : **419.88**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

Echelle : **1/20**

Profondeur atteinte : **0.65 m**

Date du sondage : **18/11/2025**

Cote	Profondeur (m)	Lithologie	Arrivée d'eau	Commentaire	Facès	Images
	0	Terre végétale limon à racines et radicelles 0,20 m - NGF : 419,68 m	Pas de venue d'eau	Moyenne tenue des parois	01a	
	0,5	Limon à graves et blocs gris (Dmax = 6 cm) Marron 0,65 m - NGF : 419,23 m				
419	1					
	1,5					
418	2					
	2,5					
417	3					
	3,5					
416	4					

Observation : Refus à 0.65 m/TN

Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

 Dossier : **2025-09-359**

 Cote altimétrique : **420.54**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

 Echelle : **1/20**

 Profondeur atteinte : **0.4 m**

 Date du sondage : **18/11/2025**

Cote	Profondeur (m)	Lithologie	Arrivée d'eau	Commentaire	Faciès	Images
	0	Terre végétale limon à racines et radicelles	Pas de venue d'eau	Bonne tenue des parois	01a	
		0,25 m - NGF : 420,29 m				
		Limon à graves Marron				
		0,40 m - NGF : 420,14 m				
420	0,5					
	1					
419	1,5					
	2					
418	2,5					
	3					
417	3,5					
	4					

Observation : Refus à 0.4 m/TN

Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

 Dossier : **2025-09-359**

 Cote altimétrique : **422.26**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

 Echelle : **1/20**

 Profondeur atteinte : **1.4 m**

 Date du sondage : **18/11/2025**

Cote	Profondeur (m)	Lithologie	Arrivée d'eau	Commentaire	Facès	Images
422	0	Terre végétale limon à racines et radicelles 0,20 m - NGF : 422,06 m	Pas de venue d'eau	Bonne tenue des parois	01a	
	0,5	Limon marron à quelques cailloutis Marron				
	1	1,00 m - NGF : 421,26 m			01b	
421		Marne (descente lente à la pelle 5 tonnes) Marron, gris 1,40 m - NGF : 420,86 m				
	1,5					
	2					
420						
	2,5					
	3					
419						
	3,5					
	4					

Observation : Refus à 1.4 m/TN



Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

Dossier : **2025-09-359**

Cote altimétrique : **425.44**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

Echelle : **1/20**

Profondeur atteinte : **1.25 m**

Date du sondage : **18/11/2025**

Cote	Profondeur (m)	Lithologie	Arrivée d'eau	Commentaire	Faciès	Images	
	0	Terre végétale limon à racines et radicelles	Pas de venue d'eau	Bonne tenue des parois	01a		
	0,30 m - NGF : 425,14 m						
425	0,5	Limon marron à quelques cailloutis Marron			01b		
	0,70 m - NGF : 424,74 m						
	1	Marne (descente lente à la pelle 5 tonnes) Marron, gris					
	1,25 m - NGF : 424,19 m						
424	1,5						
	2						
	2,5						
423	3						
	3,5						
422	4						

Observation : Refus à 1.25 m/TN, note photo fouille en fin d'essai d'eau

Client : HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON

Dossier : 2025-09-359

Cote altimétrique : **424.76**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

Echelle : **1/20**

Profondeur atteinte : **0.2 m**

Date du sondage : 18/11/2025

Cote	Profondeur (m)	Lithologie	Arrivée d'eau	Commentaire	Faciès	Images
	0	Blocs gris et limon, Dmax = 40 cm Remblais 0,20 m - NGF : 424,56 m	Pas de venue d'eau	Mauvais e tenue des paroi	R	
	0,5					
424	1					
	1,5					
423	2					
	2,5					
422	3					
	3,5					
421	4					

Observation : Refus à 0.2 m/TN

Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

 Dossier : **2025-09-359**

 Cote altimétrique : **424.84**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

 Echelle : **1/20**

 Profondeur atteinte : **0.2 m**

 Date du sondage : **18/11/2025**

Cote	Profondeur (m)	Lithologie	Arrivée d'eau	Commentaire	Facès	Images
	0	 Blocs gris et limon, Dmax = 50 cm Remblais 0,20 m - NGF : 424,64 m	Pas de venue d'eau	Mauvais e tenue des paroi	R	
424	0,5					
	1					
423	1,5					
	2					
422	2,5					
	3					
421	3,5					
	4					

Observation : Refus à 0.2 m/TN

Client : **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

 Dossier : **2025-09-359**

 Cote altimétrique : **425.66**

Coordonnée en X :

Coordonnée en Y :

 Echelle : **1/20**

 Profondeur atteinte : **0.7 m**

 Date du sondage : **18/11/2025**

Cote	Profondeur (m)	Lithologie	Arrivée d'eau	Commentaire	Facès	Images
425	0	Blocs gris et limon, Dmax = 40 cm Remblais	Pas de venue d'eau	Moyenne tenue des parois	R	
	0,5					
	0,70 m - NGF : 424,96 m					
424	1					
	1,5					
423	2					
	2,5					
422	3					
	3,5					
	4					

Observation : Refus à 0.7 m/TN, fouille décalée de 2m car refus direct sur bloc

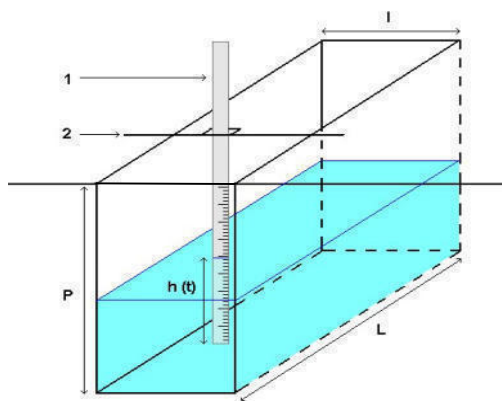


Annexe 5 : Mesure de perméabilité

PROCES VERBAL
ESSAI D'INFILTRATION A LA FOSSE
(essai à charge variable)

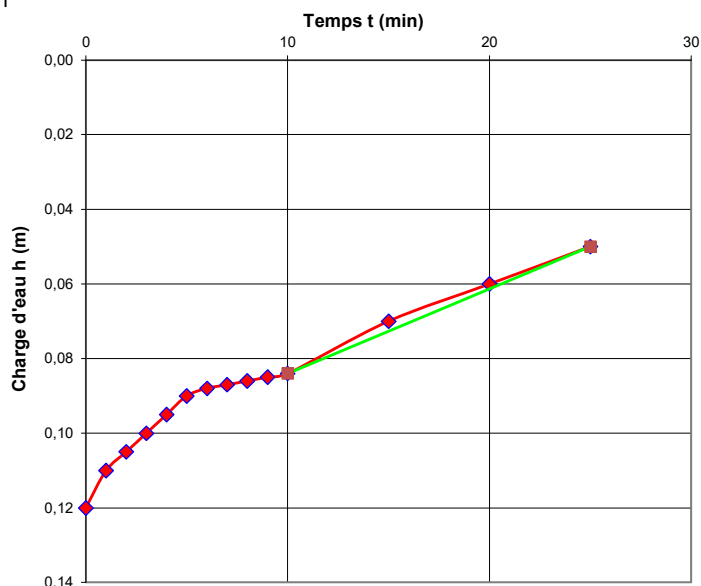
Dossier n° :	2025-09-359
Client :	GCS HOPITAL AVEYRON
Lieu :	ST GEORGES DE LUZENCON
Sondage n° :	E1
Date de l'essai :	18/11/2025

CONDITIONS DE REALISATION DE L'ESSAI			
Profondeur	P =	0,50 m	Matériels utilisés
Longueur	L =	1,60 m	Pelle
Largeur	I =	0,30 m	Citerne
Volume d'eau	V =	~ 58 litres	Charge d'eau initiale =
			0,12 m



IMPLANTATION DU SONDAGE		
X =	Y =	Z _{TN} = m NGF

Temps		Hauteur d'eau par rapport au fond	Valeurs de perméabilité K (mesurée entre deux points de mesures)
(hh:min)	(min)		
00:00	0	0,120 m	-
00:01	1	0,110 m	8,73E-05 m/s
00:02	2	0,105 m	4,50E-05 m/s
00:03	3	0,100 m	4,60E-05 m/s
00:04	4	0,095 m	4,70E-05 m/s
00:05	5	0,090 m	4,81E-05 m/s
00:06	6	0,088 m	1,96E-05 m/s
00:07	7	0,087 m	9,85E-06 m/s
00:08	8	0,086 m	9,89E-06 m/s
00:09	9	0,085 m	9,94E-06 m/s
00:10	10	0,084 m	9,99E-06 m/s
00:15	15	0,070 m	2,90E-05 m/s
00:20	20	0,060 m	2,20E-05 m/s
00:25	25	0,050 m	2,32E-05 m/s



COUPE DE SOL	
Nature du matériau	Profondeur
Terre végétale	0,0-0,2
Limon à blocs	0,2 - 0,5
	Refus à 0,5 m /TN

RESULTATS DE L'ESSAI			
Pas de temps retenu :	de	10 min	à 25 min
K =	2,1E-05 m/s	soit	75,8 mm/h

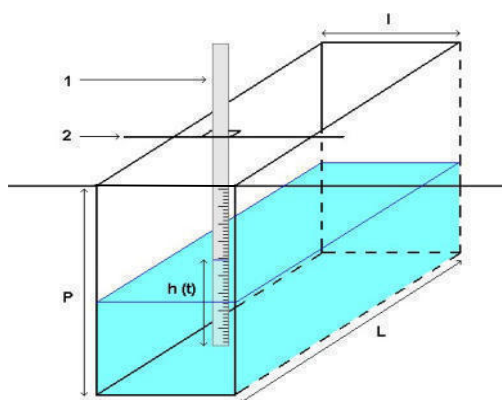
PROCES VERBAL

ESSAI D'INFILTRATION A LA FOSSE

(essai à charge variable)

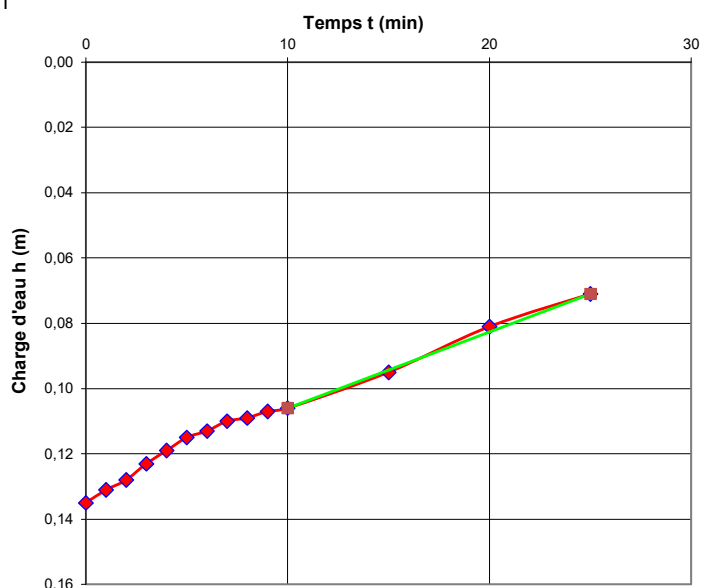
Dossier n° :	2025-09-359
Client :	GCS HOPITAL AVEYRON
Lieu :	ST GEORGES DE LUZENCON
Sondage n° :	E2
Date de l'essai :	18/11/2025

CONDITIONS DE REALISATION DE L'ESSAI			
Profondeur	P =	0,45 m	Matériels utilisés
Longueur	L =	1,45 m	Pelle
Largeur	I =	0,30 m	Citerne
Volume d'eau	V =	~ 59 litres	Charge d'eau initiale =
			0,14 m



IMPLANTATION DU SONDAGE		
X =	Y =	Z _{TN} = m NGF

Temps		Hauteur d'eau par rapport au fond	Valeurs de perméabilité K (mesurée entre deux points de mesures)
(hh:min)	(min)		
00:00	0	0,135 m	-
00:01	1	0,131 m	3,22E-05 m/s
00:02	2	0,128 m	2,45E-05 m/s
00:03	3	0,123 m	4,15E-05 m/s
00:04	4	0,119 m	3,38E-05 m/s
00:05	5	0,115 m	3,43E-05 m/s
00:06	6	0,113 m	1,74E-05 m/s
00:07	7	0,110 m	2,64E-05 m/s
00:08	8	0,109 m	8,86E-06 m/s
00:09	9	0,107 m	1,78E-05 m/s
00:10	10	0,106 m	8,98E-06 m/s
00:15	15	0,095 m	2,03E-05 m/s
00:20	20	0,081 m	2,73E-05 m/s
00:25	25	0,071 m	2,07E-05 m/s



COUPE DE SOL	
Nature du matériau	Profondeur
Terre végétale	0,0-0,2
Limon à blocs	0,2 - 0,45
	Refus à 0,45 m /TN

RESULTATS DE L'ESSAI			
Pas de temps retenu :	de	10 min	à 25 min
K =	1,9E-05 m/s	soit	69,5 mm/h

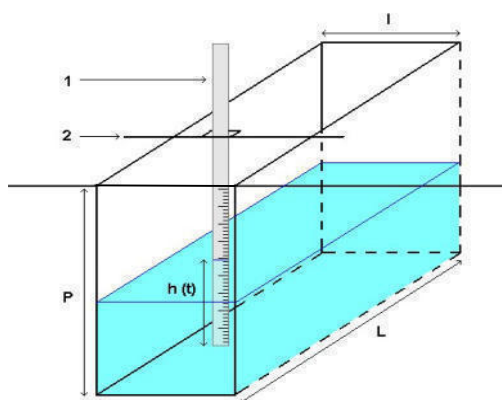
PROCES VERBAL

ESSAI D'INFILTRATION A LA FOSSE

(essai à charge variable)

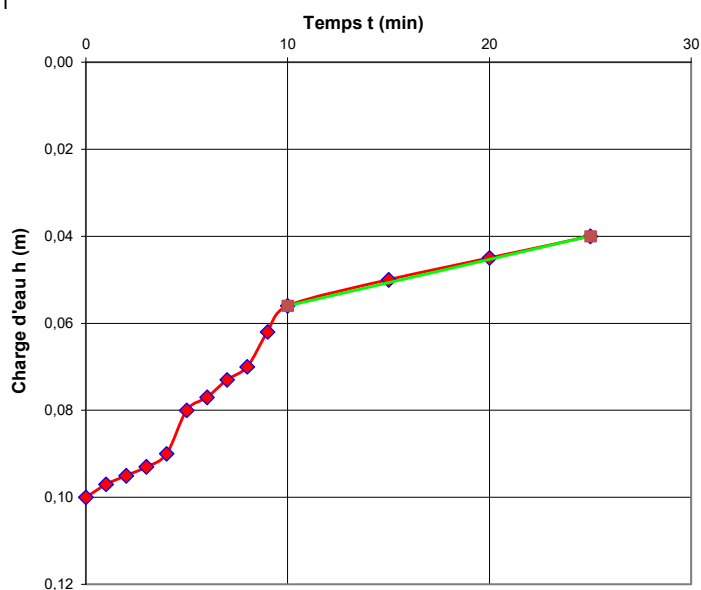
Dossier n° :	2025-09-359
Client :	GCS HOPITAL AVEYRON
Lieu :	ST GEORGES DE LUZENCON
Sondage n° :	E3
Date de l'essai :	19/11/2025

CONDITIONS DE REALISATION DE L'ESSAI			
Profondeur	P =	0,80 m	Matériels utilisés
Longueur	L =	1,40 m	Pelle
Largeur	I =	0,30 m	Citerne
Volume d'eau	V =	~ 42 litres	Charge d'eau initiale =
			0,10 m



IMPLANTATION DU SONDAGE		
X =	Y =	Z _{TN} = m NGF

Temps		Hauteur d'eau par rapport au fond	Valeurs de perméabilité K (mesurée entre deux points de mesures)
(hh:min)	(min)		
00:00	0	0,100 m	-
00:01	1	0,097 m	2,78E-05 m/s
00:02	2	0,095 m	1,88E-05 m/s
00:03	3	0,093 m	1,89E-05 m/s
00:04	4	0,090 m	2,87E-05 m/s
00:05	5	0,080 m	9,87E-05 m/s
00:06	6	0,077 m	3,06E-05 m/s
00:07	7	0,073 m	4,15E-05 m/s
00:08	8	0,070 m	3,17E-05 m/s
00:09	9	0,062 m	8,69E-05 m/s
00:10	10	0,056 m	6,77E-05 m/s
00:15	15	0,050 m	1,40E-05 m/s
00:20	20	0,045 m	1,20E-05 m/s
00:25	25	0,040 m	1,24E-05 m/s



COUPE DE SOL	
Nature du matériau	Profondeur
Terre végétale	0,0-0,25
Limon à graves et à blocs	0,25 - 0,8
	Refus à 0,8 m /TN
Note : Essai après longue saturation, environ 250	

RESULTATS DE L'ESSAI			
Pas de temps retenu :	de	10 min	à 25 min
K =	2,7E-05 m/s	soit	95,5 mm/h

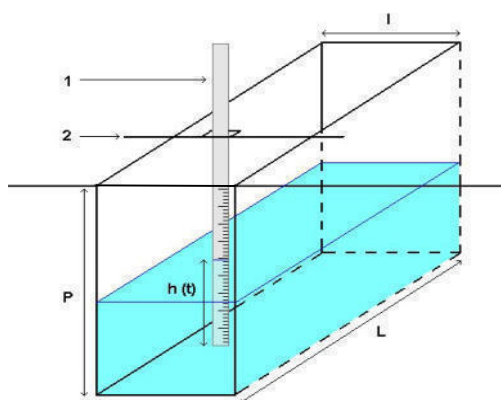
PROCES VERBAL

ESSAI D'INFILTRATION A LA FOSSE

(essai à charge variable)

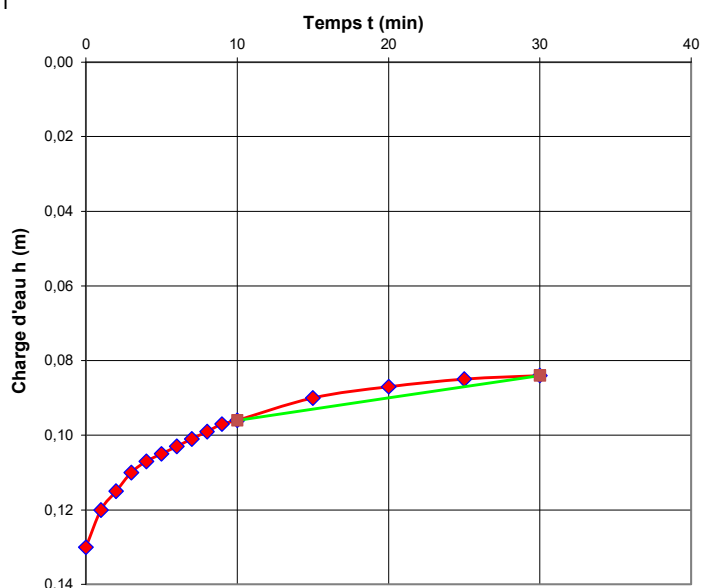
Dossier n° :	2025-09-359
Client :	GCS HOPITAL AVEYRON
Lieu :	ST GEORGES DE LUZENCON
Sondage n° :	E4
Date de l'essai :	20/11/2025

CONDITIONS DE REALISATION DE L'ESSAI			
Profondeur	P =	0,70 m	Matériels utilisés
Longueur	L =	1,50 m	Pelle
Largeur	I =	0,30 m	Citerne
Volume d'eau	V =	~ 59 litres	Charge d'eau initiale =
			0,13 m



IMPLANTATION DU SONDAGE		
X =	Y =	Z _{TN} = m NGF

Temps		Hauteur d'eau par rapport au fond	Valeurs de perméabilité K (mesurée entre deux points de mesures)
(hh:min)	(min)		
00:00	0	0,130 m	-
00:01	1	0,120 m	8,33E-05 m/s
00:02	2	0,115 m	4,30E-05 m/s
00:03	3	0,110 m	4,39E-05 m/s
00:04	4	0,107 m	2,68E-05 m/s
00:05	5	0,105 m	1,80E-05 m/s
00:06	6	0,103 m	1,82E-05 m/s
00:07	7	0,101 m	1,84E-05 m/s
00:08	8	0,099 m	1,85E-05 m/s
00:09	9	0,097 m	1,87E-05 m/s
00:10	10	0,096 m	9,41E-06 m/s
00:15	15	0,090 m	1,15E-05 m/s
00:20	20	0,087 m	5,85E-06 m/s
00:25	25	0,085 m	3,95E-06 m/s
00:30	30	0,084 m	1,99E-06 m/s



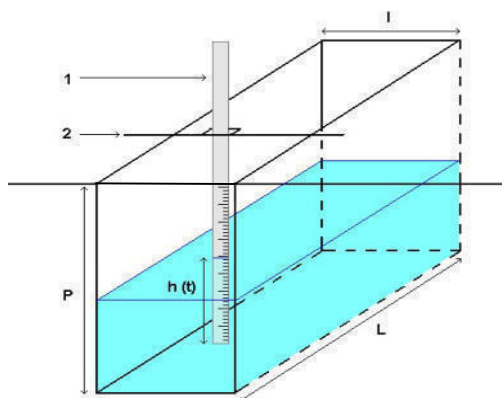
COUPE DE SOL	
Nature du matériau	Profondeur
Terre végétale	0,0-0,2
Limon à graves	0,2 - 0,7
	Refus à 0,7 m /TN

RESULTATS DE L'ESSAI			
Pas de temps retenu :	de	10 min	à 30 min
K =	6,5E-06 m/s	soit	23,5 mm/h

PROCES VERBAL
ESSAI D'INFILTRATION A LA FOSSE
(essai à charge variable)

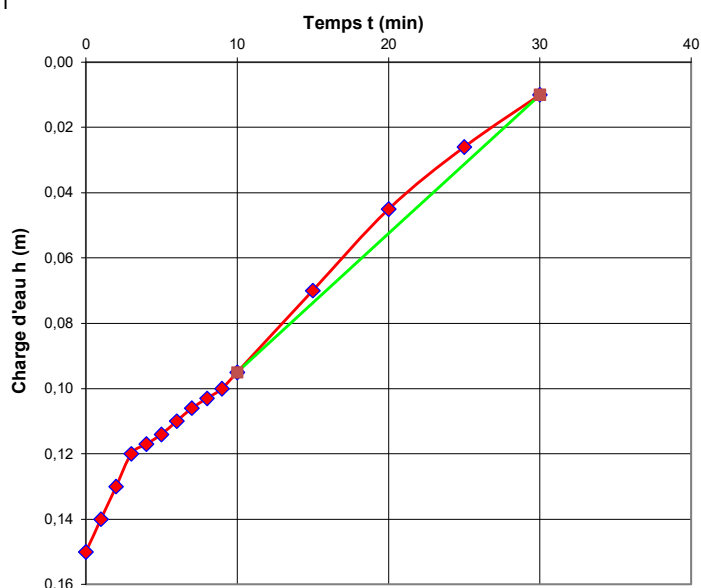
Dossier n° :	2025-09-359
Client :	GCS HOPITAL AVEYRON
Lieu :	ST GEORGES DE LUZENCON
Sondage n° :	E6
Date de l'essai :	20/11/2025

CONDITIONS DE REALISATION DE L'ESSAI			
Profondeur	P =	0,60 m	Matériels utilisés
Longueur	L =	1,50 m	Pelle
Largeur	I =	0,30 m	Citerne
Volume d'eau	V =	~ 68 litres	Charge d'eau initiale =
			0,15 m



IMPLANTATION DU SONDAGE		
X =	Y =	Z _{TN} = m NGF

Temps		Hauteur d'eau par rapport au fond	Valeurs de perméabilité K (mesurée entre deux points de mesures)
(hh:min)	(min)		
00:00	0	0,150 m	-
00:01	1	0,140 m	7,72E-05 m/s
00:02	2	0,130 m	8,01E-05 m/s
00:03	3	0,120 m	8,33E-05 m/s
00:04	4	0,117 m	2,57E-05 m/s
00:05	5	0,114 m	2,60E-05 m/s
00:06	6	0,110 m	3,52E-05 m/s
00:07	7	0,106 m	3,58E-05 m/s
00:08	8	0,103 m	2,72E-05 m/s
00:09	9	0,100 m	2,76E-05 m/s
00:10	10	0,095 m	4,68E-05 m/s
00:15	15	0,070 m	5,03E-05 m/s
00:20	20	0,045 m	5,72E-05 m/s
00:25	25	0,026 m	4,94E-05 m/s
00:30	30	0,010 m	4,67E-05 m/s



COUPE DE SOL	
Nature du matériau	Profondeur
Terre végétale	0,0-0,2
Limon à graves	0,2 - 0,6
	Refus à 0,6 m /TN

RESULTATS DE L'ESSAI		
Pas de temps retenu :	de 10 min à 30 min	
K =	5,0E-05 m/s	soit 180,2 mm/h

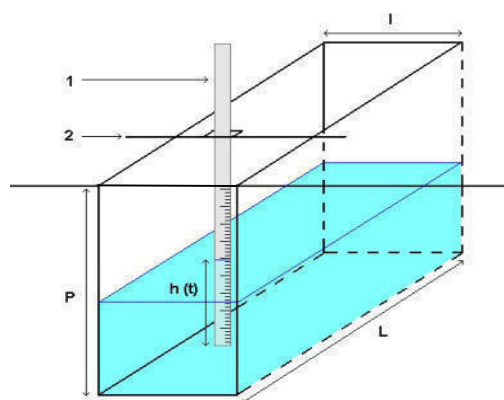
PROCES VERBAL

ESSAI D'INFILTRATION A LA FOSSE

(essai à charge variable)

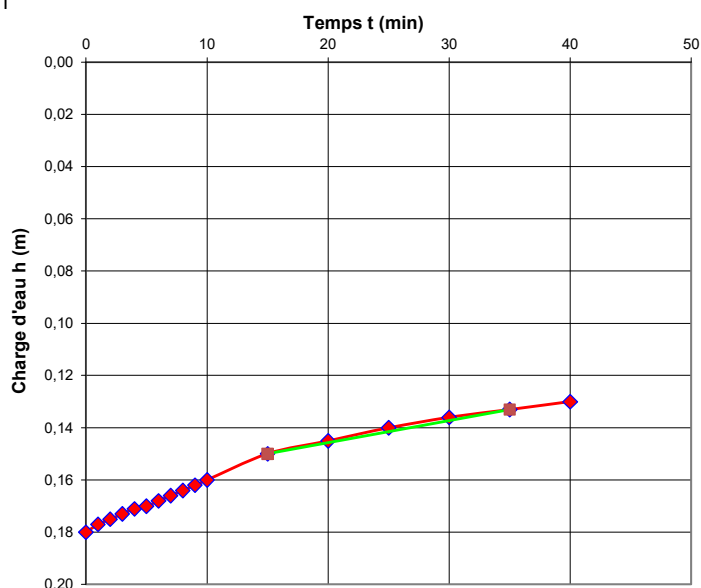
Dossier n° :	2025-09-359
Client :	GCS HOPITAL AVEYRON
Lieu :	ST GEORGES DE LUZENCON
Sondage n° :	E7
Date de l'essai :	19/11/2025

CONDITIONS DE REALISATION DE L'ESSAI			
Profondeur	P =	0,80 m	Matériels utilisés
Longueur	L =	1,50 m	Pelle
Largeur	I =	0,30 m	Citerne
Volume d'eau	V =	~ 81 litres	Charge d'eau initiale =
			0,18 m



IMPLANTATION DU SONDAGE		
X =	Y =	Z _{TN} = m NGF

Temps		Hauteur d'eau par rapport au fond	Valeurs de perméabilité K (mesurée entre deux points de mesures)
(hh:min)	(min)		
00:00	0	0,180 m	-
00:01	1	0,177 m	2,06E-05 m/s
00:02	2	0,175 m	1,38E-05 m/s
00:03	3	0,173 m	1,39E-05 m/s
00:04	4	0,171 m	1,40E-05 m/s
00:05	5	0,170 m	7,05E-06 m/s
00:06	6	0,168 m	1,42E-05 m/s
00:07	7	0,166 m	1,43E-05 m/s
00:08	8	0,164 m	1,44E-05 m/s
00:09	9	0,162 m	1,45E-05 m/s
00:10	10	0,160 m	1,46E-05 m/s
00:15	15	0,150 m	1,49E-05 m/s
00:20	20	0,145 m	7,65E-06 m/s
00:25	25	0,140 m	7,79E-06 m/s
00:30	30	0,136 m	6,34E-06 m/s
00:35	35	0,133 m	4,82E-06 m/s
00:40	40	0,130 m	4,87E-06 m/s



COUPE DE SOL	
Nature du matériau	Profondeur
Terre végétale	0,0-0,2
Limon à graves	0,2 - 0,8
	Refus à 0,8 m /TN

RESULTATS DE L'ESSAI	
Pas de temps retenu :	de 15 min à 35 min
K =	8,3E-06 m/s soit 29,9 mm/h

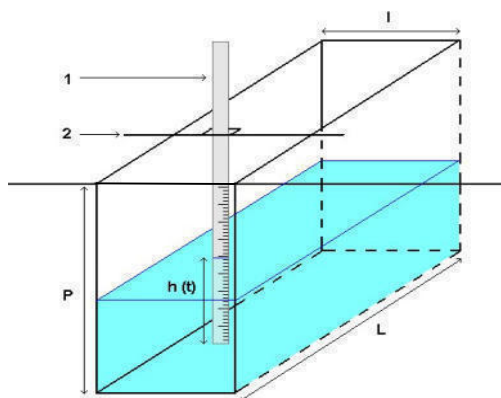
PROCES VERBAL

ESSAI D'INFILTRATION A LA FOSSE

(essai à charge variable)

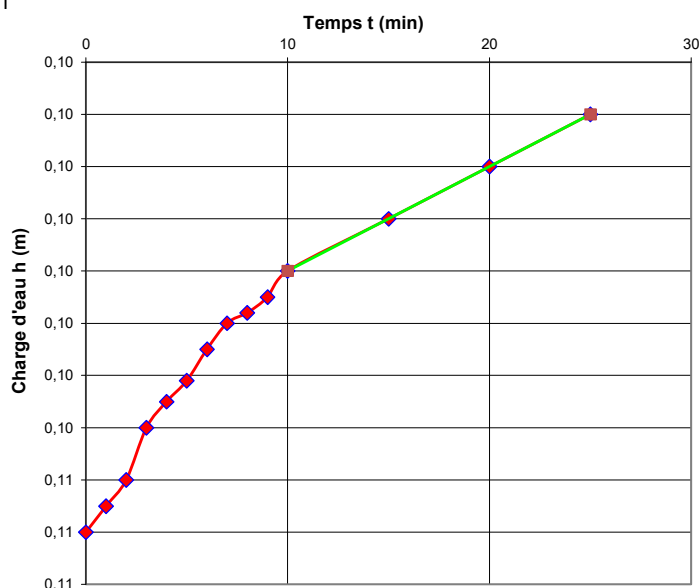
Dossier n° :	2025-09-359
Client :	GCS HOPITAL AVEYRON
Lieu :	ST GEORGES DE LUZENCON
Sondage n° :	E8
Date de l'essai :	18/11/2025

CONDITIONS DE REALISATION DE L'ESSAI			
Profondeur	P =	0,70 m	Matériels utilisés
Longueur	L =	1,60 m	Pelle
Largeur	I =	0,30 m	Citerne
Volume d'eau	V =	~ 51 litres	Charge d'eau initiale =
			0,11 m



IMPLANTATION DU SONDAGE		
X =	Y =	Z _{TN} = m NGF

Temps		Hauteur d'eau par rapport au fond	Valeurs de perméabilité K (mesurée entre deux points de mesures)
(hh:min)	(min)		
00:00	0	0,106 m	-
00:01	1	0,106 m	4,54E-06 m/s
00:02	2	0,105 m	4,55E-06 m/s
00:03	3	0,104 m	9,12E-06 m/s
00:04	4	0,104 m	4,58E-06 m/s
00:05	5	0,103 m	3,67E-06 m/s
00:06	6	0,103 m	5,51E-06 m/s
00:07	7	0,102 m	4,61E-06 m/s
00:08	8	0,102 m	1,84E-06 m/s
00:09	9	0,102 m	2,77E-06 m/s
00:10	10	0,101 m	4,63E-06 m/s
00:15	15	0,100 m	1,86E-06 m/s
00:20	20	0,099 m	1,86E-06 m/s
00:25	25	0,098 m	1,87E-06 m/s



COUPE DE SOL	
Nature du matériau	Profondeur
Terre végétale	0,0-0,2
Limon à blocs	0,2 - 0,7
	Refus à 0,6 m /TN

RESULTATS DE L'ESSAI			
Pas de temps retenu :	de	10 min	à 25 min
K =	2,6E-06 m/s	soit	9,2 mm/h

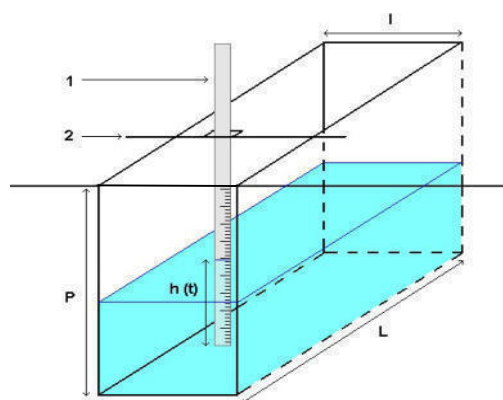
PROCES VERBAL

ESSAI D'INFILTRATION A LA FOSSE

(essai à charge variable)

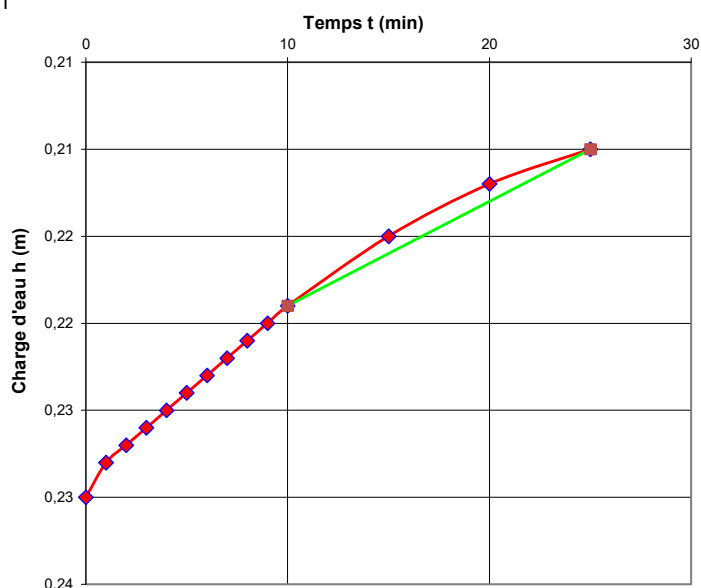
Dossier n° :	2025-09-359
Client :	GCS HOPITAL AVEYRON
Lieu :	ST GEORGES DE LUZENCON
Sondage n° :	E9
Date de l'essai :	19/11/2025

CONDITIONS DE REALISATION DE L'ESSAI			
Profondeur	P =	0,45 m	Matériels utilisés
Longueur	L =	1,50 m	Pelle
Largeur	I =	0,30 m	Citerne
Volume d'eau	V =	~ 104 litres	Charge d'eau initiale =
			0,23 m



IMPLANTATION DU SONDAGE		
X =	Y =	Z _{TN} = m NGF

Temps		Hauteur d'eau par rapport au fond	Valeurs de perméabilité K (mesurée entre deux points de mesures)
(hh:min)	(min)		
00:00	0	0,230 m	-
00:01	1	0,228 m	1,18E-05 m/s
00:02	2	0,227 m	5,91E-06 m/s
00:03	3	0,226 m	5,93E-06 m/s
00:04	4	0,225 m	5,94E-06 m/s
00:05	5	0,224 m	5,96E-06 m/s
00:06	6	0,223 m	5,98E-06 m/s
00:07	7	0,222 m	6,00E-06 m/s
00:08	8	0,221 m	6,01E-06 m/s
00:09	9	0,220 m	6,03E-06 m/s
00:10	10	0,219 m	6,05E-06 m/s
00:15	15	0,215 m	4,87E-06 m/s
00:20	20	0,212 m	3,69E-06 m/s
00:25	25	0,210 m	2,48E-06 m/s



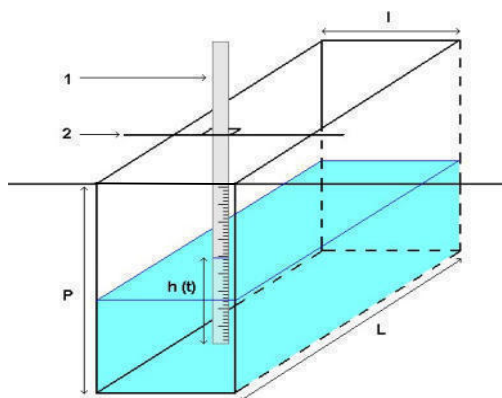
COUPE DE SOL	
Nature du matériau	Profondeur
Terre végétale	0,0-0,15
Limon à cailloutis	0,15 - 0,45
	Refus à 0,45 m /TN

RESULTATS DE L'ESSAI	
Pas de temps retenu :	de 10 min à 25 min
K =	4,3E-06 m/s soit 15,4 mm/h

PROCES VERBAL
ESSAI D'INFILTRATION A LA FOSSE
(essai à charge variable)

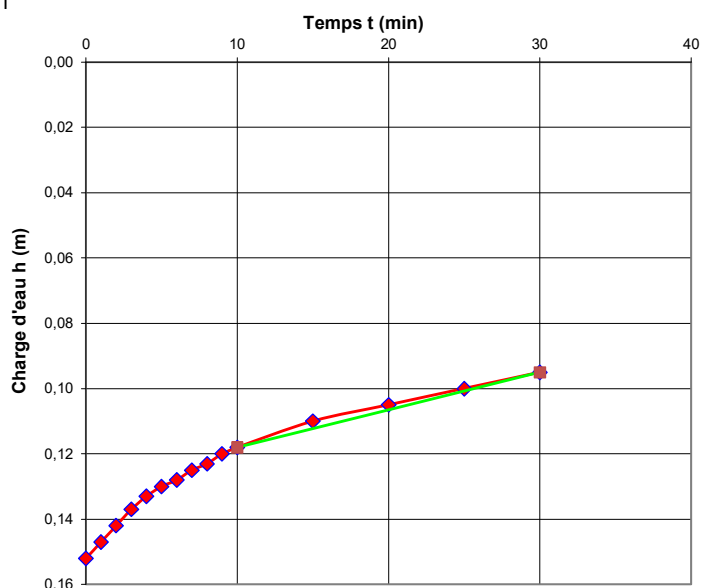
Dossier n° :	2025-09-359
Client :	GCS HOPITAL AVEYRON
Lieu :	ST GEORGES DE LUZENCON
Sondage n° :	E10
Date de l'essai :	18/11/2025

CONDITIONS DE REALISATION DE L'ESSAI			
Profondeur	P =	0,65 m	Matériels utilisés
Longueur	L =	1,50 m	Pelle
Largeur	I =	0,30 m	Citerne
Volume d'eau	V =	~ 68 litres	Charge d'eau initiale =
			0,15 m



IMPLANTATION DU SONDAGE		
X =	Y =	Z _{TN} = m NGF

Temps		Hauteur d'eau par rapport au fond	Valeurs de perméabilité K (mesurée entre deux points de mesures)
(hh:min)	(min)		
00:00	0	0,152 m	-
00:01	1	0,147 m	3,79E-05 m/s
00:02	2	0,142 m	3,87E-05 m/s
00:03	3	0,137 m	3,94E-05 m/s
00:04	4	0,133 m	3,21E-05 m/s
00:05	5	0,130 m	2,44E-05 m/s
00:06	6	0,128 m	1,64E-05 m/s
00:07	7	0,125 m	2,49E-05 m/s
00:08	8	0,123 m	1,67E-05 m/s
00:09	9	0,120 m	2,54E-05 m/s
00:10	10	0,118 m	1,71E-05 m/s
00:15	15	0,110 m	1,39E-05 m/s
00:20	20	0,105 m	8,96E-06 m/s
00:25	25	0,100 m	9,16E-06 m/s
00:30	30	0,095 m	9,36E-06 m/s



COUPE DE SOL	
Nature du matériau	Profondeur
Terre végétale	0,0 - 0,2
Limon et blocs	0,2 - 0,65
	Refus à 0,65 m / TN

RESULTATS DE L'ESSAI		
Pas de temps retenu :	de 10 min à 30 min	
K =	1,2E-05 m/s	soit 42,1 mm/h

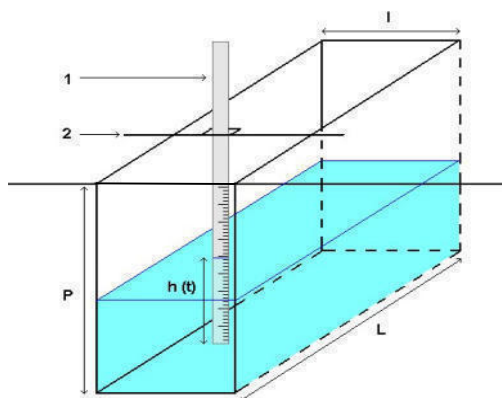
PROCES VERBAL

ESSAI D'INFILTRATION A LA FOSSE

(essai à charge variable)

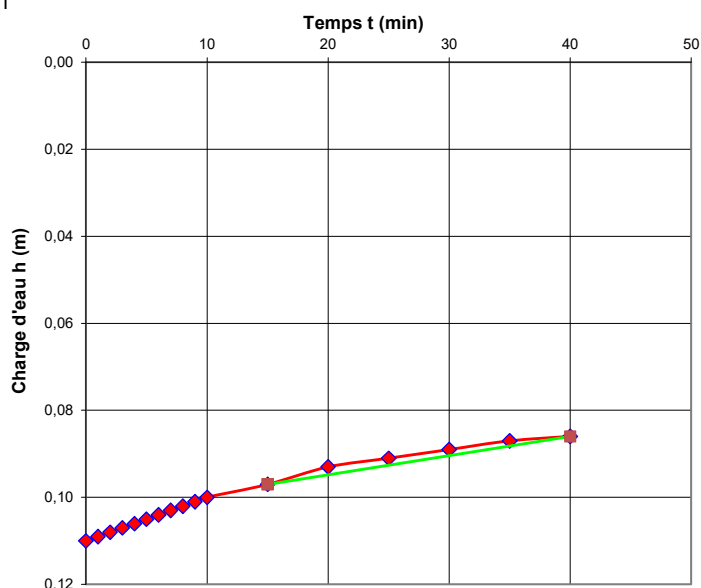
Dossier n° :	2025-09-359
Client :	GCS HOPITAL AVEYRON
Lieu :	ST GEORGES DE LUZENCON
Sondage n° :	E11
Date de l'essai :	18/11/2025

CONDITIONS DE REALISATION DE L'ESSAI			
Profondeur	P =	0,40 m	Matériels utilisés
Longueur	L =	1,50 m	Pelle
Largeur	I =	0,30 m	Citerne
Volume d'eau	V =	~ 50 litres	Charge d'eau initiale =
			0,11 m



IMPLANTATION DU SONDAGE		
X =	Y =	Z _{TN} = m NGF

Temps		Hauteur d'eau par rapport au fond	Valeurs de perméabilité K (mesurée entre deux points de mesures)
(hh:min)	(min)		
00:00	0	0,110 m	-
00:01	1	0,109 m	8,88E-06 m/s
00:02	2	0,108 m	8,92E-06 m/s
00:03	3	0,107 m	8,96E-06 m/s
00:04	4	0,106 m	9,00E-06 m/s
00:05	5	0,105 m	9,04E-06 m/s
00:06	6	0,104 m	9,08E-06 m/s
00:07	7	0,103 m	9,12E-06 m/s
00:08	8	0,102 m	9,16E-06 m/s
00:09	9	0,101 m	9,20E-06 m/s
00:10	10	0,100 m	9,24E-06 m/s
00:15	15	0,097 m	5,59E-06 m/s
00:20	20	0,093 m	7,58E-06 m/s
00:25	25	0,091 m	3,84E-06 m/s
00:30	30	0,089 m	3,88E-06 m/s
00:35	35	0,087 m	3,91E-06 m/s
00:40	40	0,086 m	1,97E-06 m/s



COUPE DE SOL	
Nature du matériau	Profondeur
Terre végétale	0,0 - 0,25
Limon à graves	0,25 - 0,4
	Refus à 0,4 m / TN

RESULTATS DE L'ESSAI	
Pas de temps retenu :	de 15 min à 40 min
K =	4,5E-06 m/s soit 16,1 mm/h

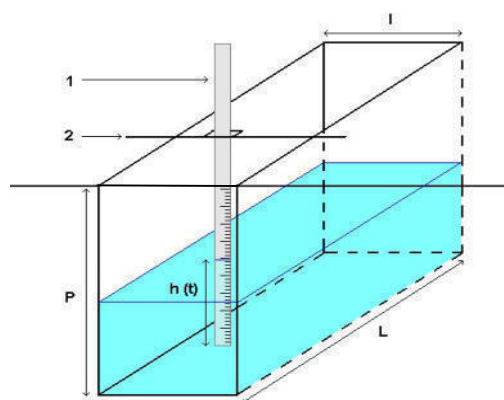
PROCES VERBAL

ESSAI D'INFILTRATION A LA FOSSE

(essai à charge variable)

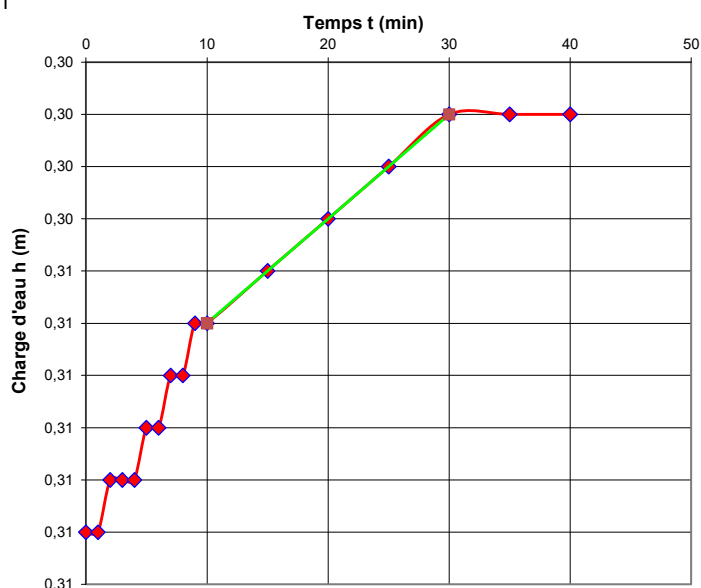
Dossier n° :	2025-09-359
Client :	GCS HOPITAL AVEYRON
Lieu :	ST GEORGES DE LUZENCON
Sondage n° :	E12
Date de l'essai :	18/11/2025

CONDITIONS DE REALISATION DE L'ESSAI			
Profondeur	P =	1,40 m	Matériels utilisés
Longueur	L =	1,50 m	Pelle
Largeur	I =	0,30 m	Citerne
Volume d'eau	V =	~ 140 litres	Charge d'eau initiale =
			0,31 m



IMPLANTATION DU SONDAGE		
X =	Y =	Z _{TN} = m NGF

Temps		Hauteur d'eau par rapport au fond	Valeurs de perméabilité K (mesurée entre deux points de mesures)
(hh:min)	(min)		
00:00	0	0,310 m	-
00:01	1	0,310 m	0,00E+00 m/s
00:02	2	0,309 m	4,79E-06 m/s
00:03	3	0,309 m	0,00E+00 m/s
00:04	4	0,309 m	0,00E+00 m/s
00:05	5	0,308 m	4,81E-06 m/s
00:06	6	0,308 m	0,00E+00 m/s
00:07	7	0,307 m	4,82E-06 m/s
00:08	8	0,307 m	0,00E+00 m/s
00:09	9	0,306 m	4,83E-06 m/s
00:10	10	0,306 m	0,00E+00 m/s
00:15	15	0,305 m	9,68E-07 m/s
00:20	20	0,304 m	9,70E-07 m/s
00:25	25	0,303 m	9,72E-07 m/s
00:30	30	0,302 m	9,75E-07 m/s
00:35	35	0,302 m	0,00E+00 m/s
00:40	40	0,302 m	0,00E+00 m/s



COUPE DE SOL	
Nature du matériau	Profondeur
Terre végétale	0,0 - 0,2
Limon à graves	0,2 - 1,0
Argile marneuse	1,0 - 1,4
	Refus à 1,4 m / TN

RESULTATS DE L'ESSAI			
Pas de temps retenu :	de	10 min	à 30 min
K =	7,8E-07 m/s	soit	2,8 mm/h

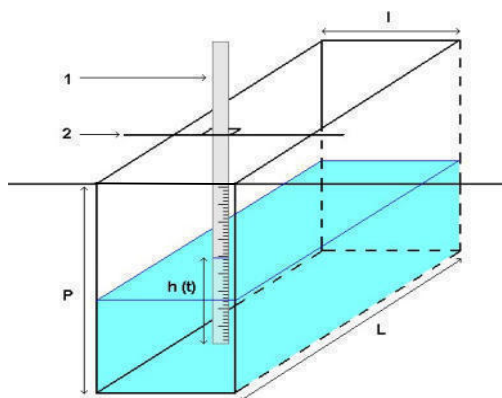
PROCES VERBAL

ESSAI D'INFILTRATION A LA FOSSE

(essai à charge variable)

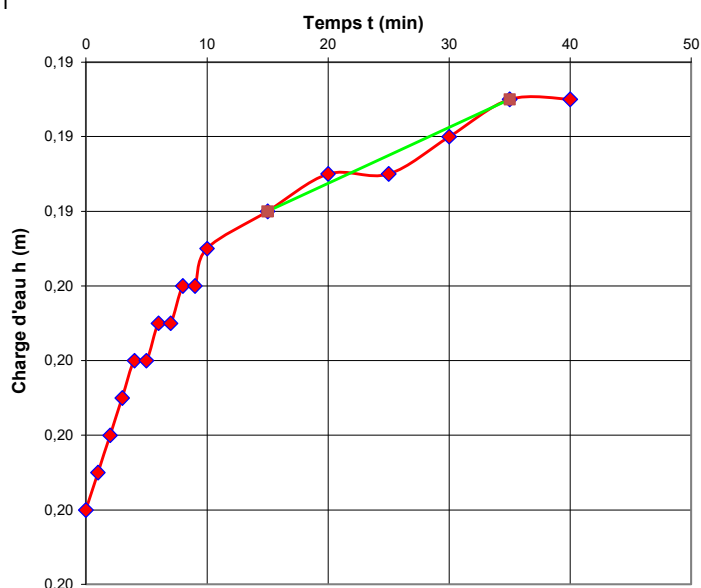
Dossier n° :	2025-09-359
Client :	GCS HOPITAL AVEYRON
Lieu :	ST GEORGES DE LUZENCON
Sondage n° :	E13
Date de l'essai :	18/11/2025

CONDITIONS DE REALISATION DE L'ESSAI			
Profondeur	P =	1,25 m	Matériels utilisés
Longueur	L =	1,50 m	Pelle
Largeur	I =	0,30 m	Citerne
Volume d'eau	V =	~ 91 litres	Charge d'eau initiale =
			0,20 m



IMPLANTATION DU SONDAGE		
X =	Y =	Z _{TN} = m NGF

Temps		Hauteur d'eau par rapport au fond	Valeurs de perméabilité K (mesurée entre deux points de mesures)
(hh:min)	(min)		
00:00	0	0,202 m	-
00:01	1	0,201 m	6,38E-06 m/s
00:02	2	0,200 m	6,40E-06 m/s
00:03	3	0,199 m	6,42E-06 m/s
00:04	4	0,198 m	6,44E-06 m/s
00:05	5	0,198 m	0,00E+00 m/s
00:06	6	0,197 m	6,46E-06 m/s
00:07	7	0,197 m	0,00E+00 m/s
00:08	8	0,196 m	6,48E-06 m/s
00:09	9	0,196 m	0,00E+00 m/s
00:10	10	0,195 m	6,50E-06 m/s
00:15	15	0,194 m	1,30E-06 m/s
00:20	20	0,193 m	1,31E-06 m/s
00:25	25	0,193 m	0,00E+00 m/s
00:30	30	0,192 m	1,31E-06 m/s
00:35	35	0,191 m	1,32E-06 m/s
00:40	40	0,191 m	0,00E+00 m/s



COUPE DE SOL	
Nature du matériau	Profondeur
Terre végétale	0,0 - 0,2
Limon à cailloutis	0,2 - 0,7
Argile marneuse	0,7 - 1,25
	Refus à 1,25 m / TN

RESULTATS DE L'ESSAI			
Pas de temps retenu :	de	15 min	à 35 min
K =	1,0E-06 m/s	soit	3,8 mm/h



Annexe 6 : Essais en laboratoire



GÉOTECHNIQUE
sciences de la terre sas

GEOTECHNIQUE SAS
672 rue des Mercières - 69140
RILLIEUX LA PAPE - 04 78 88 75 83

Chantier : St Georges de Luzençon

Projet :

Client : GCS Hôpital Sud Aveyron

Dossier : ARs2025-09-359

ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

Nature des matériaux : **Limon à graves**

Date du prélèvement :

Type de matériau : **Sols fins à granulaires**

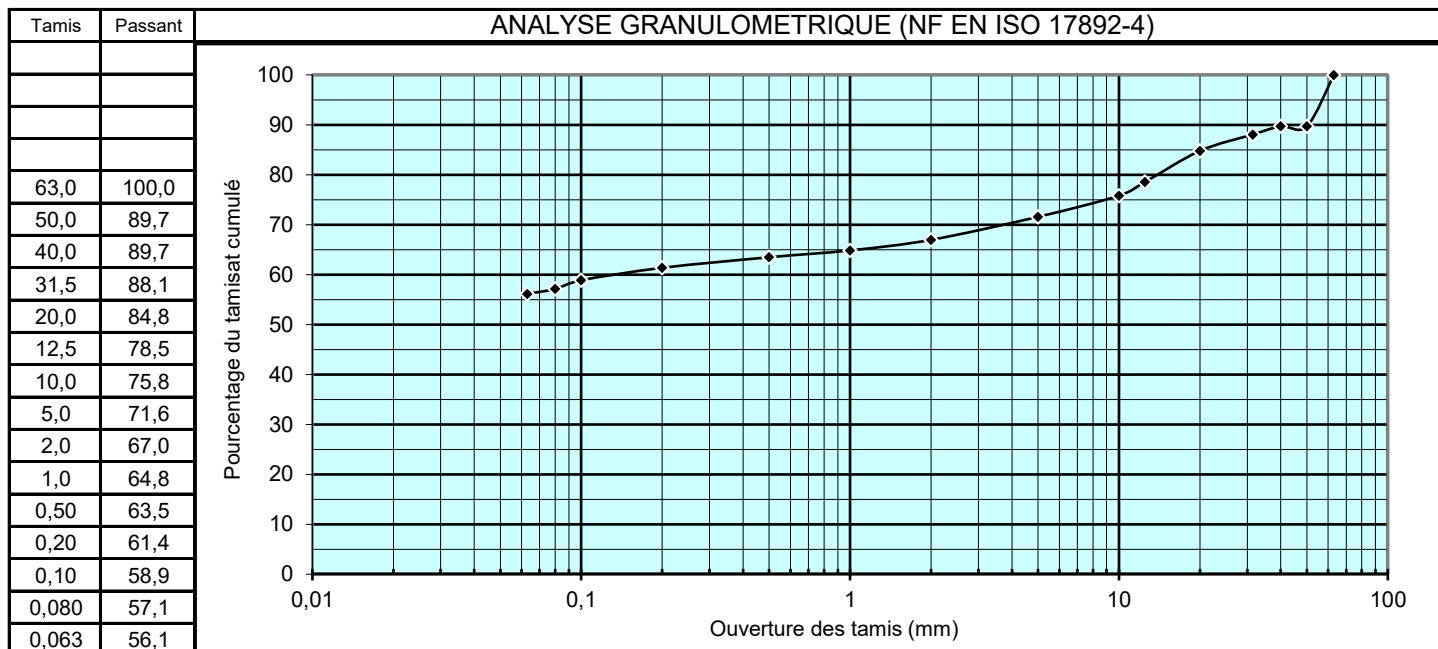
Provenance des matériaux : **PM1**

Date des essais : 11/12/2025

Profondeurs : **0,20 à 0,50m**

Réf. opérateurs : ASy

Observations : marron



AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat
ISO 17892-4	Passant au tamis de 63 µm	< 63 µm = 56,1%
ISO 17892-4	Diamètre maximal des grains	D _{max} = 100,0 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} = 19,6%
NF EN 17542-3	Valeur au bleu du sol	V _{BS} = 1,83
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 / p _d =
NF P94-093	Valeurs caractéristiques à l'OPN	WOPN / p _d =
NF P18-576	Coefficient de friabilité des sables	I _{FS} =
NF EN 1097-2	Résistance à la fragmentation (Coefficient Los Angeles)	C _{LA} =
NF EN 1097-1	Résistance à l'usure (Coefficient Micro Deval)	C _{MDE} =
NF P94-066	Coefficient de fragmentabilité	I _{FR} =
NF P94-067	Coefficient de dégradabilité	I _{DG} =
NF P94-078	Indice Californian Bearing Ratio Immergé	I _{CBRI} =
NF EN 17685-1	Perte au feu - Teneur en matière organique	C _{OM} =

CLASSIFICATION GTR 2023 :

F1

Ancienne classification GTR :

C1 A1

Observations :

PV27a
16/05/2024



GÉOTECHNIQUE
sciences de la terre sas

GEOTECHNIQUE SAS
672 rue des Mercières - 69140
RILLIEUX LA PAPE - 04 78 88 75 83

Chantier : St Georges de Luzençon

Projet :

Client : GCS Hôpital Sud Aveyron

Dossier : ARs2025-09-359

ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

Nature des matériaux : **Limon à graves**

Date du prélèvement :

Type de matériau : **Sols fins à granulaires**

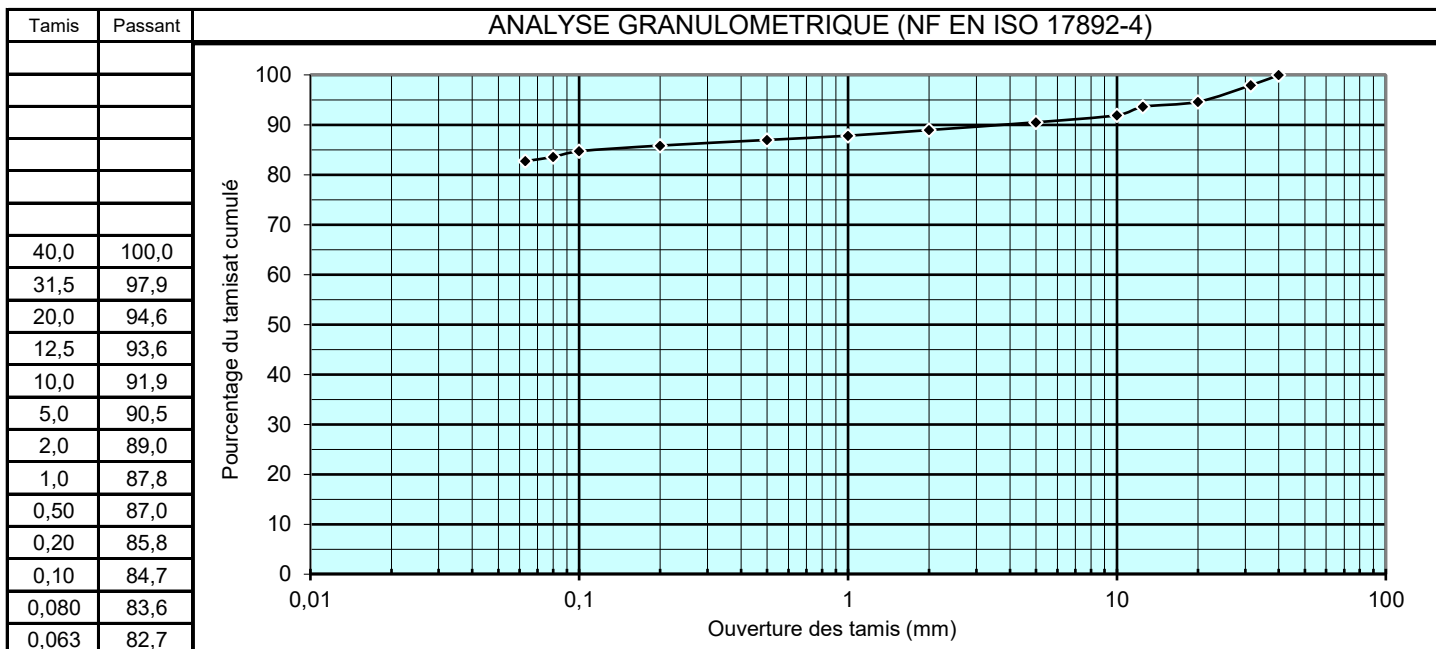
Provenance des matériaux : **PM2**

Date des essais : 15/12/2025

Profondeurs : **0,20 à 0,50m**

Réf. opérateurs : ASy

Observations : marron



AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat
ISO 17892-4	Passant au tamis de 63 µm	< 63 µm = 82,7%
ISO 17892-4	Diamètre maximal des grains	D _{max} = 50,0 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} = 21,9%
NF EN 17542-3	Valeur au bleu du sol	V _{BS} = 2,34
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 / p _d =
NF P94-093	Valeurs caractéristiques à l'OPN	WOPN / p _d = 21,8% / 1,64 t/m ³
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 :

F1m (moyen)

Ancienne classification GTR :

A1

Observations :

PV27a
16/05/2024



GÉOTECHNIQUE
sciences de la terre sas

GEOTECHNIQUE SAS
672 rue des Mercières - 69140
RILLIEUX LA PAPE - 04 78 88 75 83

Chantier : St Georges de Luzençon

Projet :

Client : GCS Hôpital Sud Aveyron

Dossier : ARs2025-09-359

ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

Nature des matériaux : **Limon à graves**

Date du prélèvement :

Type de matériau : **Sols fins à granulaires**

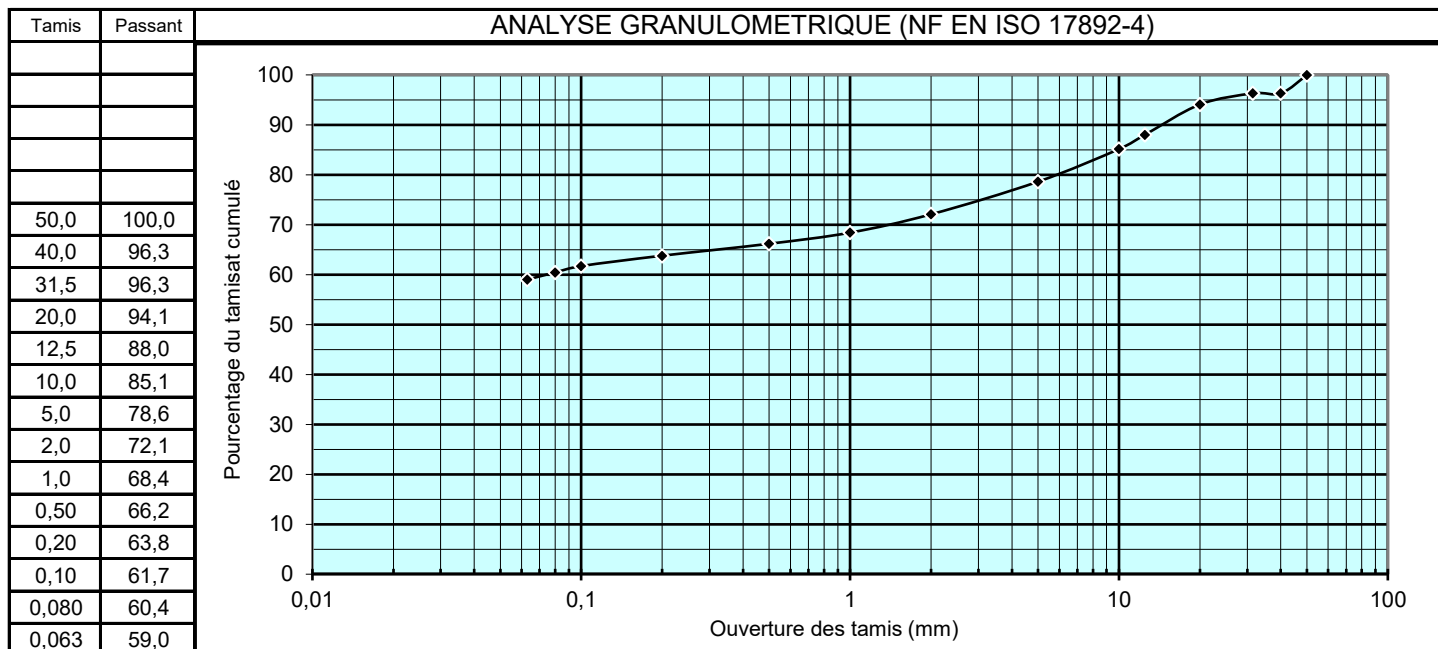
Provenance des matériaux : **PM4**

Date des essais : 11/12/2025

Profondeurs : **0,20 à 0,70m**

Réf. opérateurs : ASy

Observations : marron



AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat
ISO 17892-4	Passant au tamis de 63 µm	< 63 µm = 59,0%
ISO 17892-4	Diamètre maximal des grains	D _{max} = 50,0 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} = 17,1%
NF EN 17542-3	Valeur au bleu du sol	V _{BS} = 1,76
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 / p _d =
NF P94-093	Valeurs caractéristiques à l'OPN	WOPN / p _d =
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 :

F1

Ancienne classification GTR :

A1

Observations :

PV27a
16/05/2024



GÉOTECHNIQUE
sciences de la terre sas

GEOTECHNIQUE SAS
672 rue des Mercières - 69140
RILLIEUX LA PAPE - 04 78 88 75 83

Chantier : St Georges de Luzençon

Projet :

Client : GCS Hôpital Sud Aveyron

Dossier : ARs2025-09-359

ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

Nature des matériaux : **Limon à graves**

Date du prélèvement :

Type de matériau : **Sols fins à granulaires**

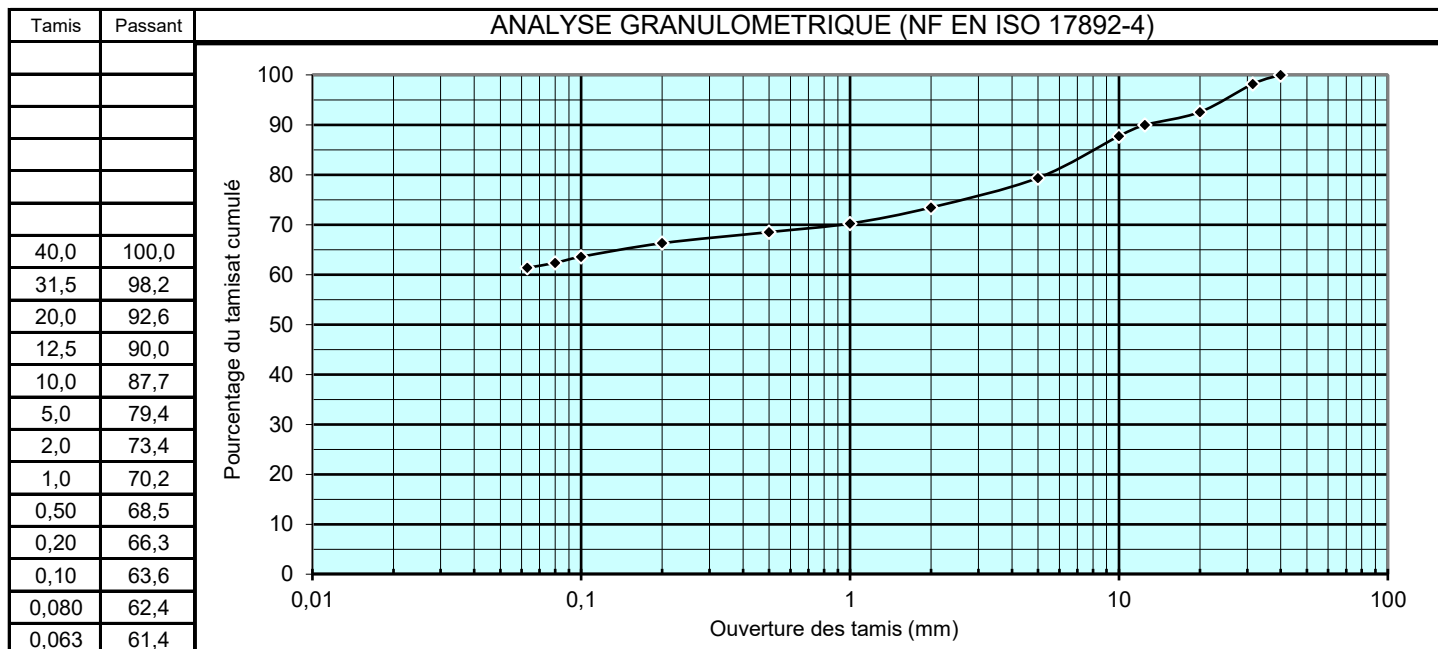
Provenance des matériaux : **PM7**

Date des essais : 11/12/2025

Profondeurs : **0,20 à 0,80m**

Réf. opérateurs : ASy

Observations : marron



AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat
ISO 17892-4	Passant au tamis de 63 µm	< 63 µm = 61,4%
ISO 17892-4	Diamètre maximal des grains	D _{max} = 40,0 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} = 17,6%
NF EN 17542-3	Valeur au bleu du sol	V _{BS} = 1,52
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 / p _d =
NF P94-093	Valeurs caractéristiques à l'OPN	WOPN / p _d =
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 :

F1

Ancienne classification GTR :

A1

Observations :

PV27a
16/05/2024



GÉOTECHNIQUE
sciences de la terre sas

GEOTECHNIQUE SAS
672 rue des Mercières - 69140
RILLIEUX LA PAPE - 04 78 88 75 83

Chantier : St Georges de Luzençon

Projet :

Client : GCS Hôpital Sud Aveyron

Dossier : ARs2025-09-359

ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

Nature des matériaux : **Limon à quelques cailloutis**

Date du prélèvement :

Type de matériau : **Sols fins à granulaires**

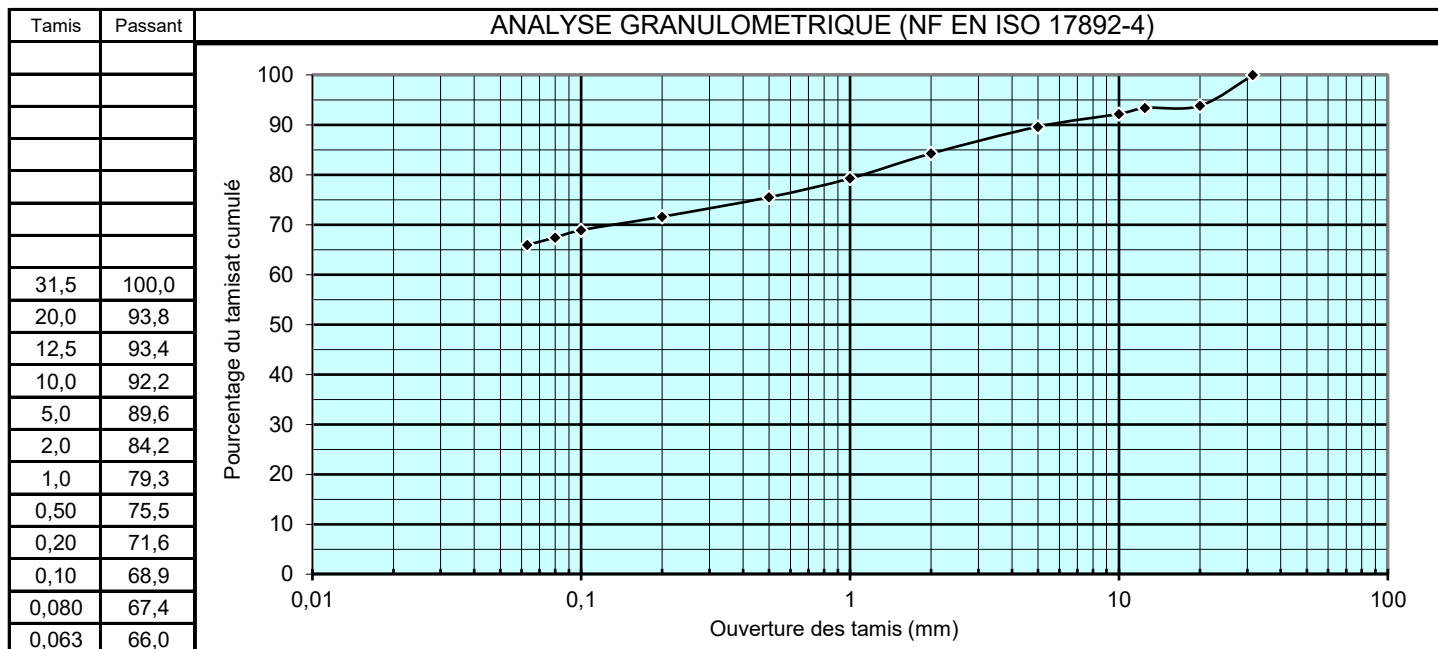
Provenance des matériaux : **PM9**

Date des essais : 11/12/2025

Profondeurs : **0,20 à 0,50m**

Réf. opérateurs : ASy

Observations : marron



AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat
ISO 17892-4	Passant au tamis de 63 µm	< 63 µm = 66,0%
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} = 18,9%
NF EN 17542-3	Valeur au bleu du sol	V _{BS} = 1,81
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 / p _d =
NF P94-093	Valeurs caractéristiques à l'OPN	WOPN / p _d =
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 :

F1

Ancienne classification GTR :

A1

Observations :

PV27a
16/05/2024



GÉOTECHNIQUE
sciences de la terre sas

GEOTECHNIQUE SAS
672 rue des Mercières - 69140
RILLIEUX LA PAPE - 04 78 88 75 83

Chantier : St Georges de Luzençon

Projet :

Client : GCS Hôpital Sud Aveyron

Dossier : ARs2025-09-359

ESSAIS D'IDENTIFICATION SUR SOLS

Nature des matériaux : **Limon à quelques cailloutis**

Date du prélèvement :

Type de matériau : **Sols fins à granulaires**

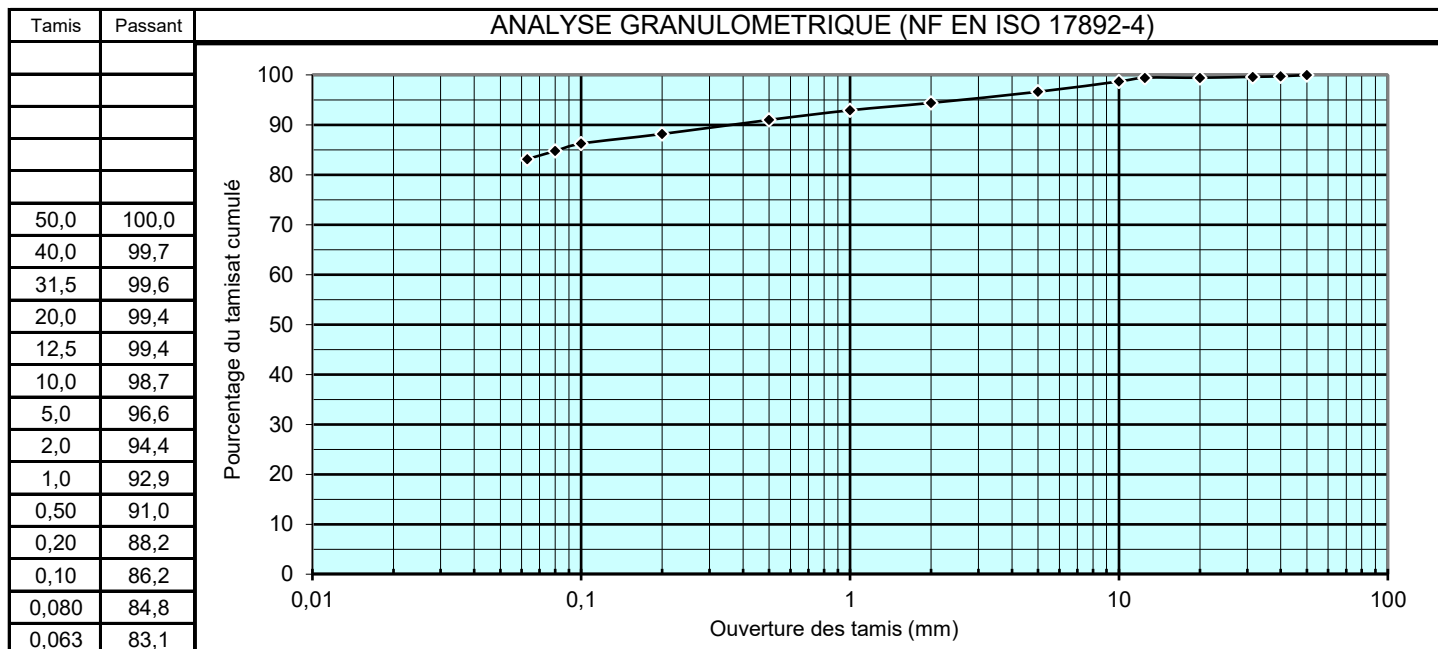
Provenance des matériaux : **PM12**

Date des essais : 15/12/2025

Profondeurs : **0,20 à 0,50m**

Réf. opérateurs : ASy

Observations : marron



AUTRES PARAMETRES D'IDENTIFICATION

Norme	Essai	Résultat
ISO 17892-4	Passant au tamis de 63 µm	< 63 µm = 83,1%
ISO 17892-4	Diamètre maximal des grains	D _{max} = 50,0 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} = 18,1%
NF EN 17542-3	Valeur au bleu du sol	V _{BS} = 3,03
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 / p _d =
NF P94-093	Valeurs caractéristiques à l'OPN	WOPN / p _d = 19,9% / 1,67 t/m ³
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 :

F2m (moyen)

Ancienne classification GTR :

A2

Observations :

PV27a
16/05/2024



GÉOTECHNIQUE
sciences de la terre sas

GEOTECHNIQUE SAS
672 rue des Mercières - 69140
RILLIEUX LA PAPE - 04 78 88 75 83

Chantier : **ST GEROGES DE LUZENCON**

Projet :

Client : **GCS Hôpital Sud Aveyron**

Dossier : **ARs2025-09-359**

COMPTE RENDU D'ESSAI PROCTOR NF P 94 093

Nature des matériaux : **Argile limoneuse légèrement sableuse**

Date du prélèvement :

Provenance des matériaux : **PM12**

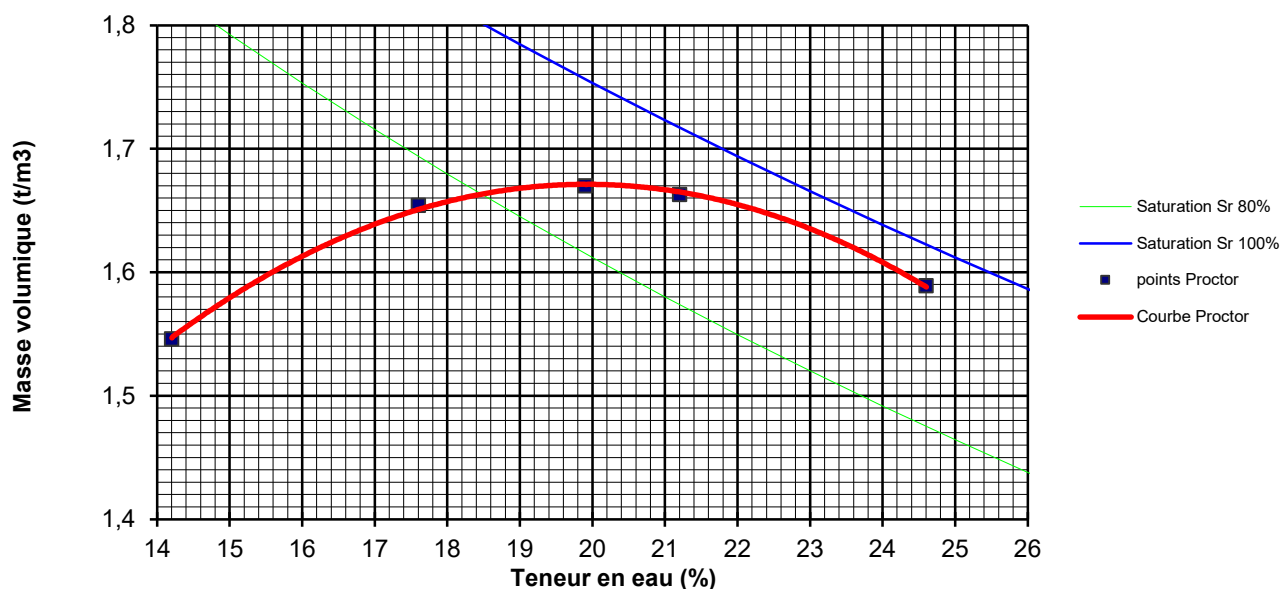
Date des essais : **16/12/2025**

Profondeurs : **0,20 à 0,40m**

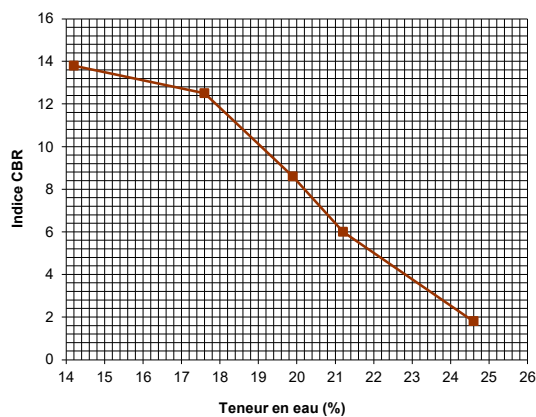
Réf. opérateurs : **ATh**

Teneur en eau	14,2	17,6	19,9	21,2	24,6		%		Energie : Normale
Masse volumique sèche	1,55	1,65	1,67	1,66	1,59		t/m ³		Moule : CBR
							%		
							t/m ³		ρs estimée 2,70 t/m3
Poinçonnement CBR	13,8	12,5	8,6	6	1,8				W% naturelle 18,1 %

Proctor



Poinçonnement CBR



Résultats :

Sur la fraction 0/20
ρd OPN= 1,67 t/m3
W OPN= 19,9 %

% de la fraction 20/D **0,6 %**

Sur la fraction 0/D
ρd ' OPN= 1,67 t/m3
W' OPN= 19,8 %

Observations :

Calculs pour test d'aptitude			
M mélange aptitude	M mélange aptitude théorique	W% aptitude	M mélange proctor
188,65	188,65	20	185,67



GÉOTECHNIQUE
sciences de la terre sas

GEOTECHNIQUE SAS
672 rue des Mercières - 69140
RILLIEUX LA PAPE - 04 78 88 75 83

Chantier : **ST GEROGES DE LUZENCON**

Projet :

Client : **GCS Hôpital Sud Aveyron**

Dossier : **ARs2025-09-359**

COMPTE RENDU D'ESSAI PROCTOR NF P 94 093

Nature des matériaux :

Limon argileux légèrement graveleux

Date du prélèvement :

Provenance des matériaux :

PM2

Date des essais : 16/12/2025

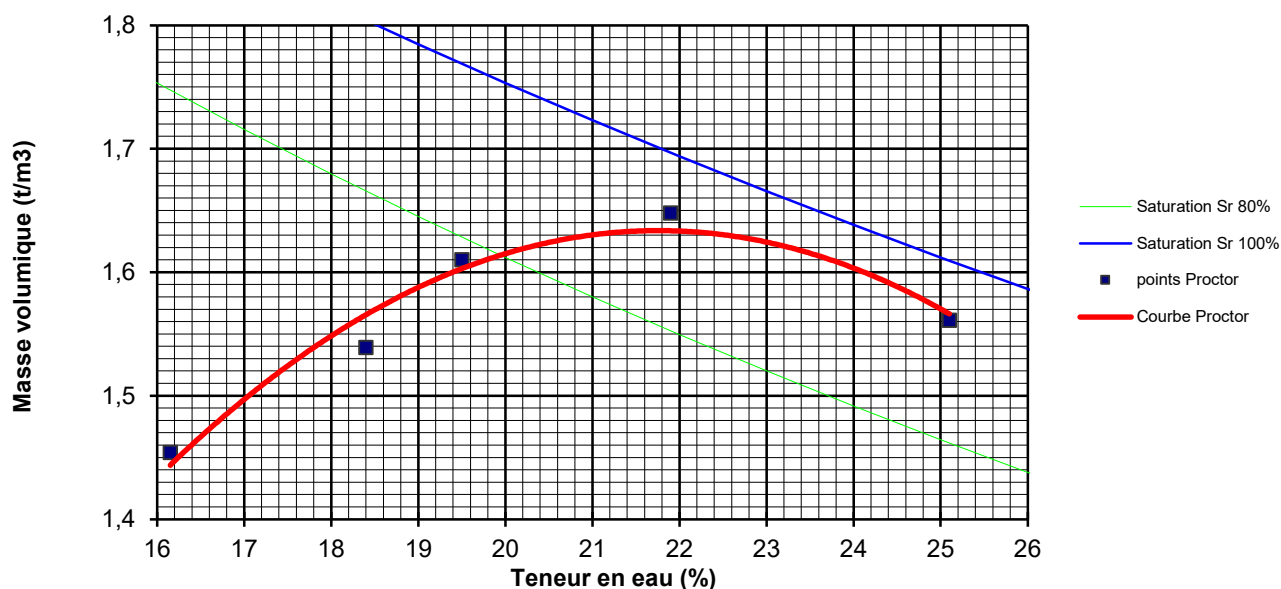
Profondeurs :

0,20 à 0,50m

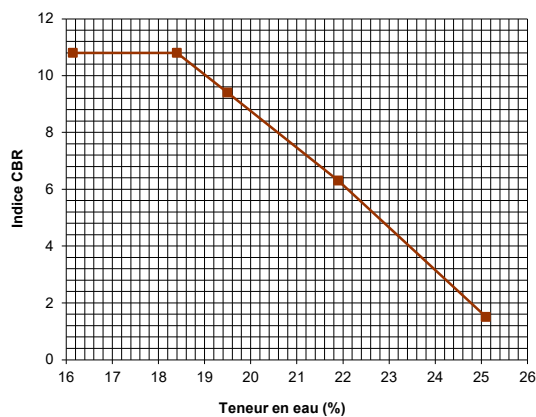
Réf. opérateurs : ATh

Teneur en eau	16,2	18,4	19,5	21,9	25,1		%		Energie : Normale
Masse volumique sèche	1,45	1,54	1,61	1,65	1,56		t/m ³		Moule : CBR
							%		
							t/m ³		ρs estimée 2,70 t/m3
Poinçonnement CBR	10,8	10,8	9,4	6,3	1,5				W% naturelle 21,9 %

Proctor



Poinçonnement CBR



Résultats :

Sur la fraction 0/20

ρd OPN= 1,63 t/m3

W OPN= 21,8 %

% de la fraction 20/D

5,4 %

Sur la fraction 0/D

ρd ' OPN= 1,67 t/m3

W' OPN= 20,6 %

Observations :

Calculs pour test d'aptitude			
M mélange aptitude	M mélange aptitude théorique	W% aptitude	M mélange proctor
184,50	184,50	20	187,42

POINCONNEMENT CBR ou IPI - Immersion NF P 94-078

 Provenance échantillon : **PM12 (0,2-0,4m)**

Date du prélèvement :

 Nature du matériau : **Limon argileux à graves**

Date de l'essai : 16/12/2025

 Opérateurs : **AT**

CONFECTION DU MOULE

INDICE :

ENERGIE :



CBR

normale



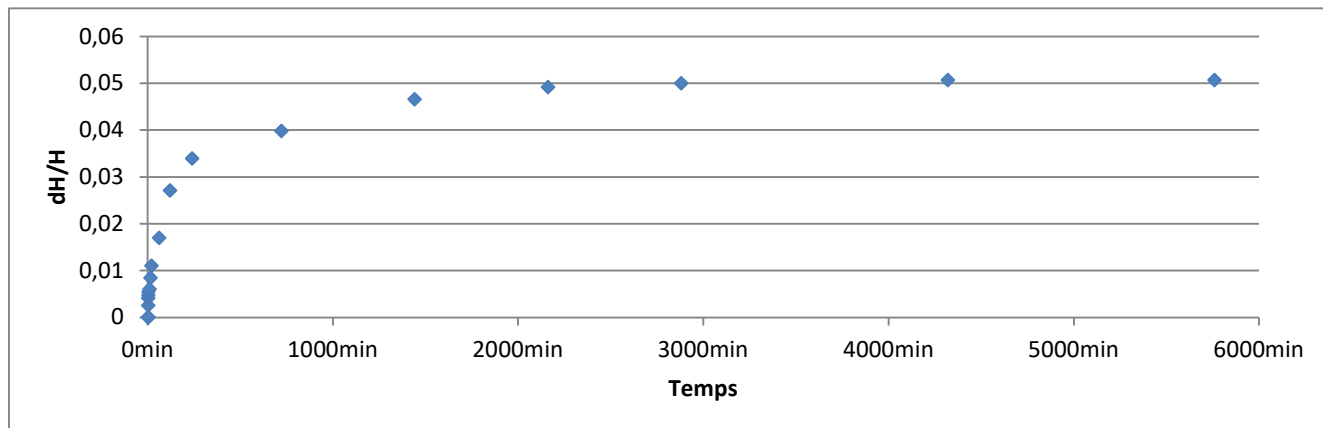
IPI

modifiée

Moule	Poids total humide :	14917
	Poids du moule :	10805
	Poids du sol humide :	4112
	Volume du moule :	2114
	$\rho_{\text{humide}} (t/m^3)$:	1,945
	$\rho_{\text{sèche}} (t/m^3)$:	1,653

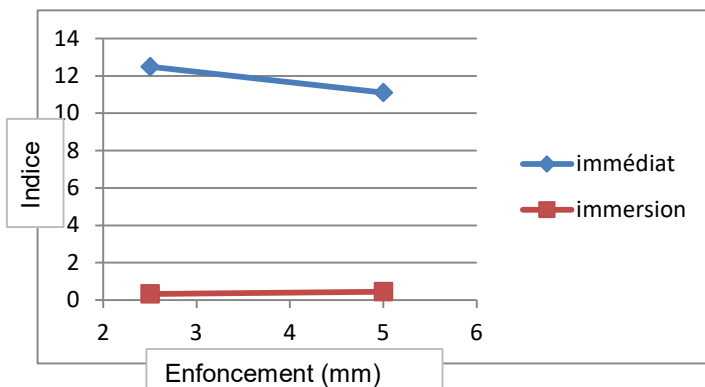
Teneur en eau	PH :	269,4
	PS :	229
	W%:	17,6%

	Lecture	Indice
E 2.5 mm	28	12,5
E 5 mm	37	11,1
Indice immédiat	12,5	



MOULE APRES IMMERSION

Teneur en eau	PH :	385
	PS :	295
	W%:	30,5%



	Lecture	Indice
E 2.5 mm	1	0,33
E 5 mm	2	0,44
Indice immersion	0,44	

Déformation

$$G = \Delta H/H * 100$$

$$G = \mathbf{5,068\%}$$

 Remarque : **à la teneur en eau naturelle**

POINCONNEMENT CBR ou IPI - Immersion NF P 94-078

 Provenance échantillon : **PM2 (0,2-0,5m)**

Date du prélèvement :

Nature du matériau :

Limon argileux légèrement graveleux

Date de l'essai : 16/12/2025

 Opérateurs : **AT**

CONFECTION DU MOULE

INDICE :

ENERGIE :



CBR

normale



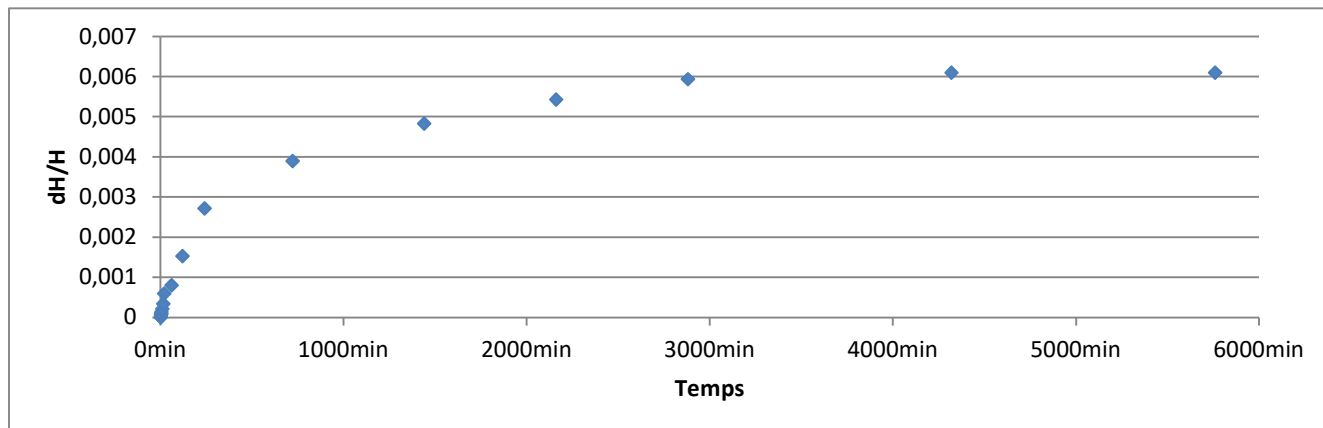
IPI

modifiée

Moule	Poids total humide :	15287
	Poids du moule :	11039
	Poids du sol humide :	4248
	Volume du moule :	2114
	$\rho_{\text{humide}} (t/m^3)$:	2,009
	$\rho_{\text{sèche}} (t/m^3)$:	1,650

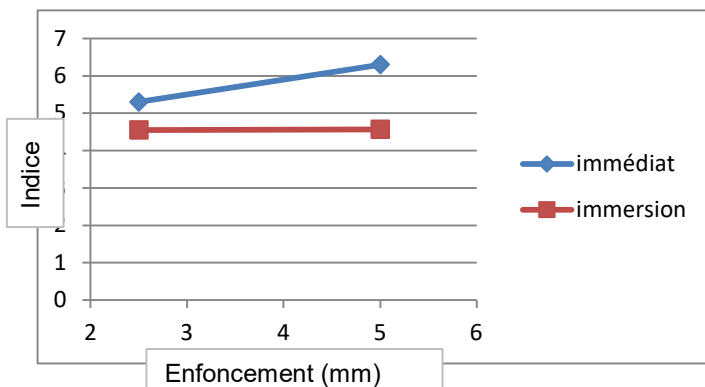
Teneur en eau	PH :	159,5
	PS :	131
	W%:	21,8%

	Lecture	Indice
E 2.5 mm	12	5,3
E 5 mm	21	6,3
Indice immédiat	6,3	



MOULE APRES IMMERSION

Teneur en eau	PH :	318,2
	PS :	258,9
	W%:	22,9%



	Lecture	Indice
E 2.5 mm	14	4,55
E 5 mm	21	4,57
Indice immersion	4,57	

Déformation

$$G = \Delta H/H * 100$$

$$G = \mathbf{0,610\%}$$

 Remarque : **à la teneur en eau naturelle**



Annexe 7 : **Mesure chimique**



Rapport d'analyse

GEOTECHNIQUE SAS - TOURNEFEUILLE

Joanne HOARAU

3 Impasse Marcel PAUL

ZI de Pahin

31170 TOURNEFEUILLE

Page 1 sur 7

Votre nom de Projet : ST GEORGES DE LUZENCON
Votre référence de Projet : 2025-09-359
Référence du rapport SGS : 14410414, version: 1.

Rotterdam, 19-12-2025

Cher(e) Madame/ Monsieur,

Ce rapport contient les résultats des analyses effectuées pour votre projet 2025-09-359.

Les analyses ont été réalisées en accord avec votre commande. Les résultats ne se rapportent qu' aux échantillons analysés et tels qu' ils ont été reçus par SGS. Le rapport reprend les descriptions des échantillons, la date de prélèvement (si fournie), le nom de projet et les analyses que vous avez indiqués sur le bon de commande. SGS n'est pas responsable des données fournies par le client.

Ce rapport est constitué de 7 pages dont chromatogrammes si prévus, références normatives, informations sur les échantillons. Dans le cas d'une version 2 ou plus élevée, toute version antérieure n'est pas valable. Toutes les pages font partie intégrante de ce rapport, et seule une reproduction de l'ensemble du rapport est autorisée.

En cas de questions et/ou remarques concernant ce rapport, nous vous prions de contacter notre Service Client.

Toutes les analyses sont réalisées par SGS Environmental Analytics, Steenhouwerstraat 15, Rotterdam, Pays Bas. Les analyses sous-traitées sont indiquées sur le rapport.

Veuillez recevoir, Madame/ Monsieur, l'expression de nos cordiales salutations.

René Eugster
Business Unit Manager

Rapport d'analyse

GEOTECHNIQUE SAS - TOURNEFEUILLE

Joanne HOARAU

Projet ST GEORGES DE LUZENCON

Référence du projet 2025-09-359

Réf. du rapport 14410414 - 1

Date de commande 25-11-2025

Date de début 27-11-2025

Rapport du 19-12-2025

Code	Matrice	Réf. échantillon					
001	Sol	PM2 0.2-0.5					
002	Sol	PM2 0.2-0.5					
003	Sol	PM3 0.2-0.7					
004	Sol	PM3 0.2-0.7					
005	Sol	PM6 0.2-0.6					

Analyse	Unité	Q	001	002	003	004	005
prétraitement de l'échantillon		Q	Oui	Oui	Oui	Oui	
Matière sèche	% massique	Q	83.5	84.4	86.0	85.2	
matières organiques	% MS	Q	5.4		4.6		
<i>AUTRES ANALYSES CHIMIQUES</i>							
sulfate	mg/kg MS	Q		<50		<50	
<i>ANALYSES SOUS-TRAITÉES</i>							
Agressivité béton - pack complet							voir annexe

Les analyses notées Q sont accréditées par le RvA.

Paraphe :



Rapport d'analyse

GEOTECHNIQUE SAS - TOURNEFEUILLE

Joanne HOARAU

Projet ST GEORGES DE LUZENCON

Référence du projet 2025-09-359

Réf. du rapport 14410414 - 1

Date de commande 25-11-2025

Date de début 27-11-2025

Rapport du 19-12-2025

Code	Matrice	Réf. échantillon					
006	Sol	PM7 0.2-0.8					
007	Sol	PM7 0.2-0.8					
008	Sol	PM11 0.3-0.4					
009	Sol	PM12 0.2-0.4					
010	Sol	PM12 0.2-0.4					

Analyse	Unité	Q	006	007	008	009	010
prétraitement de l'échantillon		Q	Oui	Oui		Oui	Oui
Matière sèche	% massique	Q	83.9	84.7		83.9	85.3
matières organiques	% MS	Q	4.3			4.6	
<i>AUTRES ANALYSES CHIMIQUES</i>							
sulfate	mg/kg MS	Q		<50			6400
<i>ANALYSES SOUS-TRAITÉES</i>							
Agressivité béton - pack complet					voir annexe		

Les analyses notées Q sont accréditées par le RvA.

Paraphe :



Rapport d'analyse

GEOTECHNIQUE SAS - TOURNEFEUILLE

Joanne HOARAU

Projet ST GEORGES DE LUZENCON

Référence du projet 2025-09-359

Réf. du rapport 14410414 - 1

Date de commande 25-11-2025

Date de début 27-11-2025

Rapport du 19-12-2025

Analyse	Matrice	Référence normative
prétraitement de l'échantillon	Sol	Sol: NF EN 16179. Sol (AS3000): AS3000 et NEN-EN 16179
Matière sèche	Sol	Sol: NEN-EN 15934. Sol (AS3000): AS3010-2 et NEN-EN 15934
matières organiques	Sol	Equivalent à NEN 5754 (Matière org. corrigée pour / avec / par 5.4% de lutum)
sulfate	Sol	Méthode interne (preparation méthode interne, mesure NEN-ISO 15923-1)
Agressivité béton - pack complet	Sol	Analyse sous-traitée

Code	Code barres	Date de réception	Date prélèvement	Flaconnage
001	V2788569	27-11-2025	20-11-2025	SGS209
002	V2788568	27-11-2025	20-11-2025	SGS209
003	V2788567	27-11-2025	20-11-2025	SGS209
004	V2788561	27-11-2025	20-11-2025	SGS209
005	V2788563	27-11-2025	20-11-2025	SGS209
005	V2788560	27-11-2025	20-11-2025	SGS209
006	V2788566	27-11-2025	20-11-2025	SGS209
007	V2788564	27-11-2025	20-11-2025	SGS209
008	V2788558	27-11-2025	20-11-2025	SGS209
008	V2788559	27-11-2025	20-11-2025	SGS209
009	V2788562	27-11-2025	20-11-2025	SGS209
010	V2788570	27-11-2025	20-11-2025	SGS209

Paraphe :



SGS Analytics Germany GmbH - Hauptstraße 105 - 04416 Markkleeberg

F068801 SGS Netherlands - French Branch
99 - 101 Avenue Louis Roche - Peripark
92230 Gennevilliers
FRANCE

Standort Markkleeberg

Téléphone: +49-341-492899-130
Fax: +49-341-492899-333
E-mail: DE.IE.mar.info@sgs.com
Internet: www.sgs.com/analytics-de

page 1 sur 3

Date: 19.12.2025

Rapport d'essai n°: ULE-25-0115970/01-1

Numéro de commande: ULE-25-0115970

Votre commande: vom 02.12.2025, PO 680500742

Projet: V5-14312968 | (14410414) 2025-09-359 | (14410414) ST
GEORGES DE LUZENCON

Date de réception: 02.12.2025

Début des analyses: 02.12.2025 08:37

Date de prélèvement: 20.11.2025

Heure de prélèvement: 00:00

Durée des analyses: 02.12.2025 - 19.12.2025

Type d'échantillons: Sol



Les paramètres dont la méthode n'est pas accréditée sont identifiés à l'aide d'un astérisque (*).

Sauf indication contraire, les tests ont été réalisés sur le site de l'entreprise. Les résultats de l'essai se réfèrent exclusivement aux objets examinés et au moment où l'essai a été réalisé dans le cadre des spécifications de l'essai. La divulgation des rapports d'essai aux autorités ou à d'autres organismes publics est autorisée si et dans la mesure où cela est requis par l'objectif contractuel ou prescrit par la loi. Toute publication ou reproduction des rapports d'essai, y compris des extraits, en particulier sur Internet ou à des fins publicitaires, ainsi que toute autre divulgation à des tiers ne sont autorisées qu'avec l'accord écrit préalable de la société.

Ce document a été délivré par la société conformément à ses conditions générales, consultables sur www.sgs-group.de/agb. Il est fait expressément référence aux limitations de responsabilité, d'exemption et de juridiction qu'elles contiennent. Ce document est un original. Si le document est transmis numériquement, il doit être considéré comme un original au sens de l'UCP 600. Nous précisons à chaque propriétaire de ce document que les informations qu'il contient reflètent uniquement les faits établis par la société à la date à laquelle la prestation a été fournie et, le cas échéant, conformément aux indications du client. La responsabilité de l'entreprise se limite au client. Ce document ne libère pas les parties menant des transactions juridiques de leurs droits et obligations existants. Toute modification, falsification ou distorsion non autorisée du contenu ou de l'apparence de ce document est illégale. Toute violation est punissable par la loi.

Le rapport d'essai a été validé électroniquement le 19.12.2025 à 08:25 heure par Dr. Torsten Westphal (Customer Service) et est valable sans signature



Référence de l'échantillon: (14410414-005) PM6 0.2-0.6

Echantillon-n°:

ULE-25-0115970-01

Préparation

Paramètre	Unité	Résultat	Méthode
Homogénéisation	--	x	-
Granulométrie < 2 mm	--	x	DIN 18123:2011-04

Analyses à réaliser

Paramètre	Unité	Résultat	Méthode
Acidité	ml/kg	11	DIN 4030-2:2008-06 (*)

Métaux lourds

Paramètre	Unité	Résultat	Méthode
Digestion HCl	--	x	DIN EN 13656:2003-01

Paramètre	Unité	Résultat	Méthode
Séchage	--	x	-
Éluat	--	x	DIN 4030-2:2008-06 (*)
Sulfate (extrait acide chlorhydrique)	mg/kg	675	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09

Interprétation

Classe d'exposition < XA1 (EN 206)

L'échantillon de sol a été catégorisée selon les paramètres analysés en classe d'exposition <XA1 (chimiquement légèrement agressif).

Il est évaluée comme non agressif vis-à-vis du béton.

La classification se fait sans tenir compte de l'incertitude de mesure.

Référence de l'échantillon: (14410414-008) PM11 0.3-04

Echantillon-n°:

ULE-25-0115970-02

Préparation

Paramètre	Unité	Résultat	Méthode
Homogénéisation	--	x	-
Granulométrie < 2 mm	--	x	DIN 18123:2011-04

Analyses à réaliser

Paramètre	Unité	Résultat	Méthode
Acidité	ml/kg	7,8	DIN 4030-2:2008-06 (*)

Métaux lourds

Paramètre	Unité	Résultat	Méthode
Digestion HCl	--	x	DIN EN 13656:2003-01

Paramètre	Unité	Résultat	Méthode
Séchage	--	x	-
Éluat	--	x	DIN 4030-2:2008-06 (*)
Sulfate (extrait acide chlorhydrique)	mg/kg	1060	DIN EN ISO 11885 (E 22):2009-09

Interprétation

Classe d'exposition < XA1 (EN 206)

L'échantillon de sol a été catégorisée selon les paramètres analysés en classe d'exposition <XA1 (chimiquement légèrement agressif).

Il est évaluée comme non agressif vis-à-vis du béton.

La classification se fait sans tenir compte de l'incertitude de mesure.

(*) - méthode non accréditée

ALS France, 40 rue du Ruisseau, 38070 Saint-Quentin-Fallavier Cedex

VINIRE - S2E
Monsieur Alexis RIFFLART
3 Impasse Marcel Paul
31170 TOURNEFEUILLE

N° rapport d'essai	ULY25-042863-1
N° commande	ULY-44403-25
Interlocuteur (interne)	D. Cardon
Téléphone	+33 164 471 475
Courrier électronique	David.Cardon@alsglobal.com
Date	12.12.2025

Rapport d'essai

2025-09-359 ST GEORGES DE LUZENCON



Les résultats ne se rapportent qu'aux échantillons soumis à l'essai et tels qu'ils ont été reçus.

Les paramètres couverts par l'accréditation EN ISO/CEI 17025 sont marqués d'un (A) et leurs résultats sont accrédités sauf avis contraire en remarque.

La portée d'accréditation COFRAC n°1-1364 essais du laboratoire ALS France, site de Lyon (St Quentin Fallavier) est disponible sur le site www.cofrac.fr pour les résultats accrédités par ce laboratoire.

Ce rapport d'essai ne peut être reproduit que sous son intégralité et avec l'autorisation des laboratoires ALS.

Les laboratoires ALS autorisent leurs clients à extraire tout ou partie des résultats d'essai envoyés à titre indicatif sous format excel uniquement à des fins de retraitement, de suivi et d'interprétation de données sans faire allusion à l'accréditation des résultats d'essai.

Les données fournies par le client sont sous sa responsabilité et identifiées en italique.



Le 12.12.2025

N° d'échantillon		25-166309-01	25-166309-02	25-166309-03
Désignation d'échantillon	Unité	SCE1	SCE2	SCE3

Broyage/Concassage - Méthode interne - Réalisé par ALS France, Lyon (France)

Broyage/Concassage	MB	05.12.2025	05.12.2025	05.12.2025
--------------------	----	------------	------------	------------

Description de l'échantillon

Analyse d'amiante (détection et identification) - Arrêté du 1er octobre 2019 - Réalisé par ALS France, Lyon (France)

Matrice		Agrégat d'enrobés	Agrégat d'enrobés	Agrégat d'enrobés
Apparence		Matériaux bitumineux dur	Matériaux bitumineux dur	Matériaux bitumineux dur
Couleur		noir	noir	noir

Couche analysée 1

Analyse d'amiante (détection et identification) - Arrêté du 1er octobre 2019 - Réalisé par ALS France, Lyon (France)

Apparence		Matériaux bitumineux dur hors granulats	Matériaux bitumineux dur hors granulats	Matériaux bitumineux dur hors granulats
-----------	--	---	---	---

Couche analysée 1 - META

Analyse d'amiante (détection et identification) - Arrêté du 1er octobre 2019 - Réalisé par ALS France, Lyon (France)

Analyste		J. Dubuisson	J. Dubuisson	J. Dubuisson
Nombre de préparations		1	1	1
Nombre de lames ou grilles		2	2	2
Détection d'amiante		amiante non détecté (A)	amiante non détecté (A)	amiante non détecté (A)

Couche analysée 2

Analyse d'amiante (détection et identification) - Arrêté du 1er octobre 2019 - Réalisé par ALS France, Lyon (France)

Apparence		Granulats	Granulats	Granulats
-----------	--	-----------	-----------	-----------

Couche analysée 2 - MOLP

Analyse d'amiante (détection et identification) - Arrêté du 1er octobre 2019 - Réalisé par ALS France, Lyon (France)

Analyste		C. Barioz	C. Barioz	C. Barioz
Nombre de préparations		3	3	3
Nombre de lames ou grilles		3	3	3
Détection d'amiante		Non concluant (A)	Non concluant (A)	Non concluant (A)

Couche analysée 2 - META

Analyse d'amiante (détection et identification) - Arrêté du 1er octobre 2019 - Réalisé par ALS France, Lyon (France)

Analyste		J. Dubuisson	J. Dubuisson	J. Dubuisson
Nombre de préparations		3	3	3
Nombre de lames ou grilles		6	6	6
Détection d'amiante		amiante non détecté (A)	amiante non détecté (A)	amiante non détecté (A)



Le 12.12.2025

N° d'échantillon		25-166309-01	25-166309-02	25-166309-03
Désignation d'échantillon	Unité	SCE1	SCE2	SCE3

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) - NF EN 15002 (prétraitement) et méthode interne HAP déchets GC/MS (analyse) - Réalisé par ALS France, Lyon (France)

Prétraitement de l'échantillon	MB	10.12.2025 (A)	10.12.2025 (A)	10.12.2025 (A)
Naphtalène	mg/kg MB	<0,5 (A)	<0,5 (A)	<0,5 (A)
Acénaphthylène	mg/kg MB	<0,5 (A)	<0,5 (A)	<0,5 (A)
Acénaphène	mg/kg MB	<0,5 (A)	<0,5 (A)	<0,5 (A)
Fluorène	mg/kg MB	<0,5 (A)	<0,5 (A)	<0,5 (A)
Phénanthrène	mg/kg MB	<0,5 (A)	<0,5 (A)	<0,5 (A)
Anthracène	mg/kg MB	<0,5 (A)	<0,5 (A)	<0,5 (A)
Fluoranthène	mg/kg MB	<0,5 (A)	<0,5 (A)	<0,5 (A)
Pyrène	mg/kg MB	<0,5 (A)	<0,5 (A)	<0,5 (A)
Benzo(a)anthracène	mg/kg MB	<0,5 (A)	<0,5 (A)	<0,5 (A)
Chrysène	mg/kg MB	<0,5 (A)	<0,5 (A)	<0,5 (A)
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MB	<0,5 (A)	<0,5 (A)	<0,5 (A)
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MB	<0,5 (A)	<0,5 (A)	<0,5 (A)
Benzo(a)pyrène	mg/kg MB	<0,5 (A)	<0,5 (A)	<0,5 (A)
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MB	<0,5 (A)	<0,5 (A)	<0,5 (A)
Benzo(g,h,i)pyrène	mg/kg MB	<0,5 (A)	<0,5 (A)	<0,5 (A)
Indéno(1,2,3,c,d)pyrène	mg/kg MB	<0,5 (A)	<0,5 (A)	<0,5 (A)
Somme des HAP	mg/kg MB	-/-	-/-	-/-

MB : Matières brutes

< : résultat inférieur à la limite de quantification

Informations sur les échantillons

Date de réception :	08.12.2025	08.12.2025	08.12.2025
Type d'échantillon :	Agrégat d'enrobé	Agrégat d'enrobé	Agrégat d'enrobé
Date de prélèvement :	28.11.2025	28.11.2025	28.11.2025
Heure de prélèvement :	12:14	12:14	12:14
Récipient :	sachet DE	sachet DE	sachet DE
Température à réception (C°) :	11.2	11.2	11.2
Début des analyses :	08.12.2025	08.12.2025	08.12.2025
Fin des analyses :	12.12.2025	12.12.2025	12.12.2025
Préleveur :	WAFFLART	WAFFLART	WAFFLART



Le 12.12.2025

Informations sur vos résultats d'analyses :

Recherche d'amiante réglementaire réalisée selon l'arrêté du 1er octobre 2019, relatif aux modalités de réalisation des analyses de matériaux et produits susceptibles de contenir de l'amiante, aux conditions de compétences du personnel et d'accréditation des organismes procédant à ces analyses.

Nos résultats d'essai se limitent aux 6 fibres d'amiante réglementaires dont le rapport longueur sur largeur est supérieur à 3 et la longueur est supérieure à 0.5 μm : Crocidolite, amosite, anthophyllite-amiante, actinolite-amiante, trémolite-amiante et chrysotile.

Méthode de préparation selon notre méthode interne "PRÉPARATION AMIANTE" :

La préparation est faite sur chaque couche dissociable et une prise d'essai est effectuée de façon à être représentative de l'échantillon. Chaque prise d'essai est soumise à une calcination suivie d'une attaque acide et d'un broyage manuel. Une filtration est effectuée pour éliminer l'acide avant de récupérer les particules sur les grilles de microscopie par la technique de "dépôt goutte".

Recherche d'amiante au Microscope Optique à Lumière Polarisée : couche analysée-MOLP :

L'analyse est réalisée selon le Guide HSG 248 (appendice2) et la norme NF ISO 22262-1 (parties utiles).

L'observation visuelle et sous stéréomicroscope permet de décrire l'échantillon.

En cas d'analyse MOLP d'une couche non fibreuse, un résultat négatif doit obligatoirement être confirmé par une analyse en META, sauf si la nature de la couche permet une recherche de fibres optiquement observables.

Un résultat "Non concluant" en MOLP doit être confirmé par une analyse en META.

Si un résultat au MOLP est "Amiante non détectée" : Aucune fibre d'amiante n'a été détectée, l'échantillon objet de l'essai peut éventuellement renfermer une teneur en fibre d'amiante optiquement observables inférieure à la limite de détection. Pour être optiquement observable, une fibre doit avoir une largeur supérieure à 0,2 μm .

La limite de détection (LD) garantie en fibres d'amiante réglementaire est de 0.1% massique, selon un intervalle de confiance de 95%.

Recherche d'amiante au Microscope Électronique à Transmission Analytique: couche analysée- META :

L'échantillon est préparé selon notre "méthode interne de PRÉPARATION AMIANTE" puis analysé en META selon la norme NF X43-050. Pour les matériaux et produits manufacturés susceptibles de contenir de l'amiante naturellement, l'analyse au META peut s'appuyer sur les principes pétrographiques et de classification de l'IMA.

Au moins une préparation META est réalisée par couche dissociable.

Si un résultat au META est "Amiante non détectée" : Aucune fibre d'amiante n'a été détectée, l'échantillon objet de l'essai peut éventuellement renfermer une teneur en fibre d'amiante inférieure à la limite de détection.

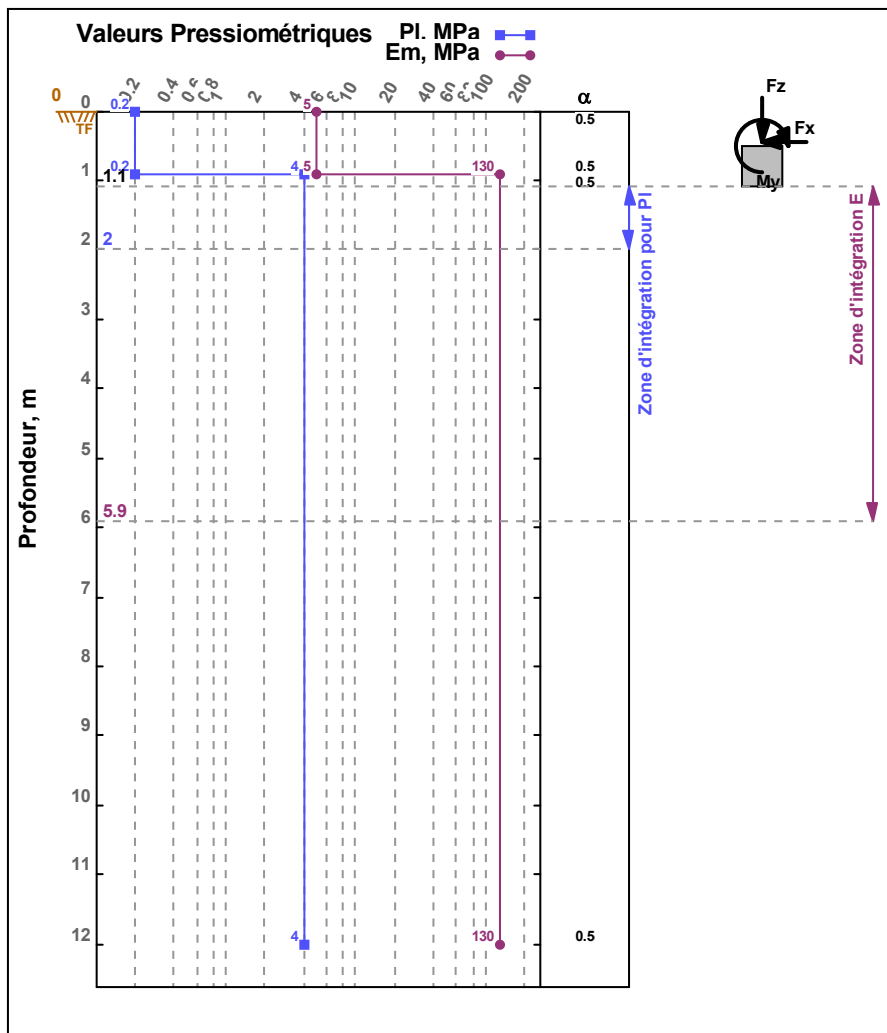
La limite de détection (LD) garantie en fibres d'amiante réglementaire est de 0.1% massique, selon un intervalle de confiance de 95%.

La masse de l'échantillon reçu est supérieure à 80 g, l'homogénéité de l'échantillon ne peut être assurée :

-Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), Naphtalène, Acénaphthylène, Acénaphène, Fluorène, Phénanthrène, Anthracène, Fluoranthène, Pyrène, Benzo(a)anthracène, Chrysène, Benzo(b)fluoranthène, Benzo(k)fluoranthène, Benzo(a)pyrène, Dibenzo(a,h)anthracène, Benzo(g,h,i)pérylène, Indéno(1,2,3,c,d)pyrène : Valable pour tous les échantillons.

Approuvé par :
Jean-Francois CAMPENS
Président

Annexe 8 : Calcul du tassement des fondations



Fondation : Semelle filante

Largeur : 0.6 m

Aire : 0.6 m²

Encastrement : 1.1 m

Base de la fondation : 1.1 m

Paramètres des sols

Type de sol sous la fondation :

Marnes et marno-calcaires, Roches altérées

Poids des terres au-dessus de la fondation :

après travaux = 18 kN/m³

avant travaux = 20 kN/m³

Contrainte verticale finale $q'0$: 19.8 kPa (calculée)

Contrainte verticale initiale $\sigma'v0$: 22 kPa (calculée)

$\alpha = 0.5$ (fixé)

Cohésion sous la fondation : 50 kPa

Angle de frottement sous la fondation : 25 °

Module de Young sous la fondation : 260 MPa

Coefficient de poisson sous la fondation : 0.33

Fichier : fondation filante



GEOFOND© V1.4.9 du 01/06/2026 développé par GEOS

site web : <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

Données :

N°	Etat-limite	P _Z (kN)	P _X (kN)	M _Y (kN.m)	V _d (kN)	H _d (kN)	δ (°)	e _B (m)	σ _{V,d} (kPa)
1	ELS cara.	510	0	0	510	0	0	-0	850
2	ELU dur. trans.	701	0	0	701	0	0	-0	1168

Capacité portante suivant la NF P 94-261 :

N°	h _r (m)	D _e (m)	k _p	p _{le} (MPa)	i _δ	i _{δβ}	q _{net} (kPa)	A'(m ²)	γ' _{r,v}	R _{v,d} (kN)	Excentricité	R _{h,d} (kN)
1	0.9	0.24	0.996	4	1	1	3983	0.6	2.3	878 vérifié	vérifié	Non calc.(ELS)
2	0.9	0.24	0.996	4	1	1	3983	0.6	1.4	1434 vérifié	vérifié	270.1 vérifié

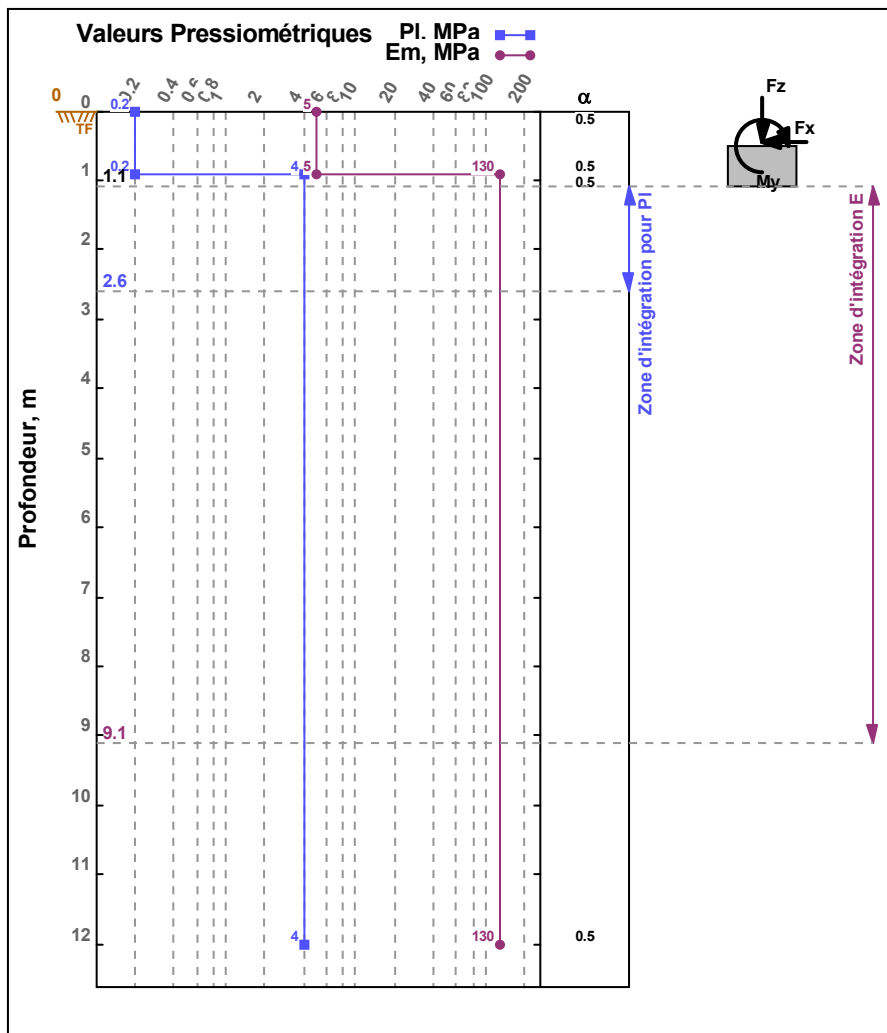
Tassements suivant la NF P 94-261 :

N°	q _{ref} (kPa)	E _c (MPa)	E _d (MPa)	λ _c	λ _d	S _c (cm)	S _d (cm)	S _f (cm)	S _{def} (cm)
1	850	130	130	1.5	2.65	0.0318	0.138	0.17	0.409
2	1.17e+03	130	130	1.5	2.65	0.0441	0.191	0.235	0.562

Raideurs et tassements suivant NF P 94-261 :

N°	K _v (MN/m)	δ _v (cm)	K _h (MN/m)	K _θ (MN.m/rd)
1	106	0.479	58.5	82.4
2	106	0.658	58.5	82.4

2025-09-349	06/07/2026 14:47	HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON	FIGURE
		fondation filante	



Fondation : Semelle carrée

Côté : 1 m

Aire : 1 m²

Encastrement : 1.1 m

Base de la fondation : 1.1 m

Paramètres des sols

Type de sol sous la fondation :

Marnes et marno-calcaires, Roches altérées

Poids des terres au-dessus de la fondation :

après travaux = 18 kN/m³

avant travaux = 20 kN/m³

Contrainte verticale finale $q'0$: 19.8 kPa (calculée)

Contrainte verticale initiale $\sigma'v0$: 22 kPa (calculée)

$\alpha = 0.5$ (fixé)

Cohésion sous la fondation : 50 kPa

Angle de frottement sous la fondation : 25 °

Module de Young sous la fondation : 260 MPa

Coefficient de poisson sous la fondation : 0.33

Fichier : fondation 1



GEOFOND© V1.4.9 du 01/06/2026 développé par GEOS

site web : <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

Données :

N°	Etat-limite	P _Z (kN)	P _X (kN)	P _Y (kN)	M _X (kN.m)	M _Y (kN.m)	V _d (kN)	H _d (kN)	δ (°)	δ _X (°)	δ _Y (°)	e _B (m)	e _L (m)	σ _{V;d} (kPa)
1	ELS cara.	2537	0	0	0	0	2537	0	0	0	0	-0	0	2537
2	ELU dur. trans.	3522	0	0	0	0	3522	0	0	0	0	-0	0	3522

Capacité portante suivant la NF P 94-261 :

N°	h _r (m)	D _e (m)	k _p	p _{le} (MPa)	i _δ	i _{δβ}	q _{net} (kPa)	A'(m ²)	γ' _{r;v}	R _{v;d} (kN)	Excentricité	R _{h;d} (kN)
1	1.5	0.24	0.94	4	1	1	3759	1	2.3	1382 non vérifié	é vérifié	Non calc.(ELS)
2	1.5	0.24	0.94	4	1	1	3759	1	1.4	2257 non vérifié	é vérifié	1357 vérifié

Tassements suivant la NF P 94-261 :

N°	q _{ref} (kPa)	E _c (MPa)	E _d (MPa)	λ _c	λ _d	S _c (cm)	S _d (cm)	S _f (cm)	S _{def} (cm)
1	2.54e+03	130	130	1.1	1.12	0.118	0.352	0.471	1.04
2	3.52e+03	130	130	1.1	1.12	0.165	0.49	0.655	1.44

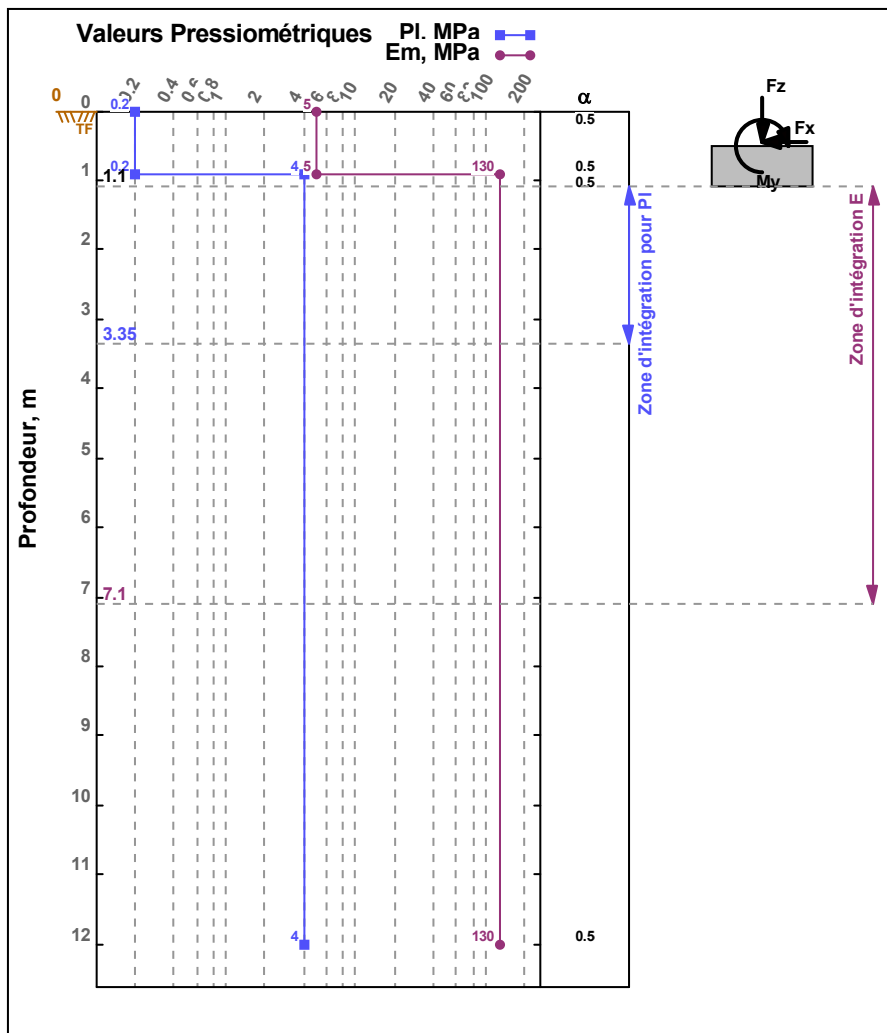
Raideurs et tassements suivant NF P 94-261 :

N°	K _v (MN/m)	δ _v (cm)	K _h (MN/m)	K _θ (MN.m/rd)
1	343	0.74	269	63.3
2	343	1.03	269	63.3

2025-09-349 06/07/2026 14:31 **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

fondation massif 3 1.0 m de largeur

FIGURE



Fondation : Semelle carrée

Côté : 1.5 m

Aire : 2.25 m²

Encastrement : 1.1 m

Base de la fondation : 1.1 m

Paramètres des sols

Type de sol sous la fondation :

Marnes et marno-calcaires, Roches altérées

Poids des terres au-dessus de la fondation :

après travaux = 18 kN/m³

avant travaux = 20 kN/m³

Contrainte verticale finale $q'0$: 19.8 kPa (calculée)

Contrainte verticale initiale $\sigma'v0$: 22 kPa (calculée)

$\alpha = 0.5$ (fixé)

Cohésion sous la fondation : 50 kPa

Angle de frottement sous la fondation : 25 °

Module de Young sous la fondation : 260 MPa

Coefficient de poisson sous la fondation : 0.33

Fichier : fondation 1 1.5



GEOFOND© V1.4.9 du 01/06/2026 développé par GEOS

site web : <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

Données :

N°	Etat-limite	P_z (kN)	P_x (kN)	P_y (kN)	M_x (kN.m)	M_y (kN.m)	V_d (kN)	H_d (kN)	δ (°)	δ_x (°)	δ_y (°)	e_B (m)	e_L (m)	$\sigma_{V;d}$ (kPa)
1	ELS cara.	2572	0	0	0	0	2572	0	0	0	0	-0	0	1143
2	ELU dur. trans.	3557	0	0	0	0	3557	0	0	0	0	-0	0	1581

Capacité portante suivant la NF P 94-261 :

N°	h_f (m)	D_e (m)	k_p	p_{le} (MPa)	i_δ	$i_{\delta\beta}$	q_{net} (kPa)	A' (m ²)	$\gamma'_{r,v}$	$R_{v;d}$ (kN)	Excentricité	$R_{h;d}$ (kN)
1	2.25	0.24	0.895	4	1	1	3579	2.25	2.3	2962 vérifié	vérifié	Non calc.(ELS)
2	2.25	0.24	0.895	4	1	1	3579	2.25	1.4	4837 vérifié	vérifié	1371 vérifié

Tassements suivant la NF P 94-261 :

N°	q_{ref} (kPa)	E_c (MPa)	E_d (MPa)	λ_c	λ_d	S_c (cm)	S_d (cm)	S_f (cm)	S_{def} (cm)
1	1.14e+03	130	130	1.1	1.12	0.0791	0.192	0.271	0.662
2	1.58e+03	130	130	1.1	1.12	0.11	0.268	0.377	0.916

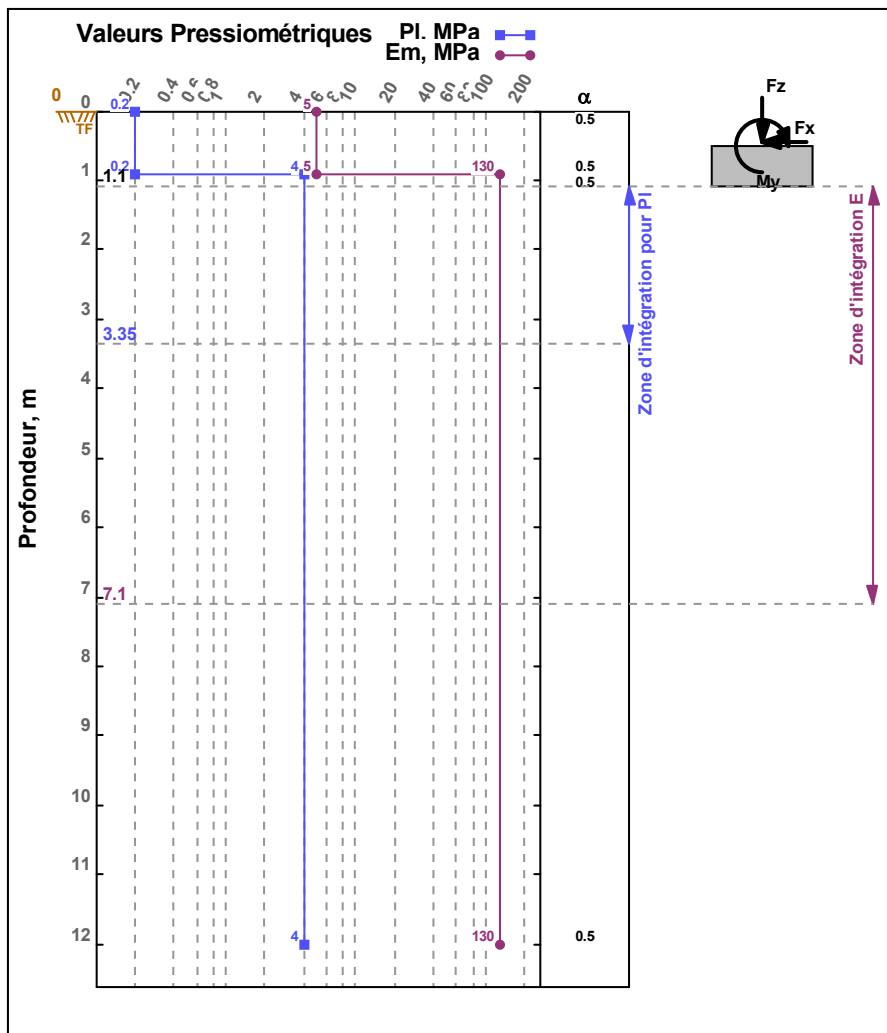
Raideurs et tassements suivant NF P 94-261 :

N°	K_v (MN/m)	δ_v (cm)	K_h (MN/m)	K_θ (MN.m/rd)
1	514	0.5	404	214
2	514	0.692	404	214

2025-09-349 06/07/2026 14:38 **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

fondation massif 3 1.5 m de largeur

FIGURE



Fondation : Semelle carrée

Côté : 1.5 m

Aire : 2.25 m²

Encastrement : 1.1 m

Base de la fondation : 1.1 m

Paramètres des sols

Type de sol sous la fondation :

Marnes et marno-calcaires, Roches altérées

Poids des terres au-dessus de la fondation :

après travaux = 18 kN/m³

avant travaux = 20 kN/m³

Contrainte verticale finale $q'0$: 19.8 kPa (calculée)

Contrainte verticale initiale $\sigma'v0$: 22 kPa (calculée)

$\alpha = 0.5$ (fixé)

Cohésion sous la fondation : 50 kPa

Angle de frottement sous la fondation : 25 °

Module de Young sous la fondation : 260 MPa

Coefficient de poisson sous la fondation : 0.33

Fichier : fondation 5 1.5



GEOFOND© V1.4.9 du 01/06/2026 développé par GEOS

site web : <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

Données :

N°	Etat-limite	P _Z (kN)	P _X (kN)	P _Y (kN)	M _X (kN.m)	M _Y (kN.m)	V _d (kN)	H _d (kN)	δ (°)	δ _X (°)	δ _Y (°)	e _B (m)	e _L (m)	σ _{V;d} (kPa)
1	ELS cara.	3021	0	0	0	0	3021	0	0	0	0	-0	0	1343
2	ELU dur. trans.	4174	0	0	0	0	4174	0	0	0	0	-0	0	1855

Capacité portante suivant la NF P 94-261 :

N°	h _r (m)	D _e (m)	k _p	p _{le} (MPa)	i _δ	i _{δβ}	q _{net} (kPa)	A'(m ²)	γ' _{r;v}	R _{v;d} (kN)	Excentricité	R _{h;d} (kN)
1	2.25	0.24	0.895	4	1	1	3579	2.25	2.3	2962 non vérifié	vérifié	Non calc.(ELS)
2	2.25	0.24	0.895	4	1	1	3579	2.25	1.4	4837 vérifié	vérifié	1609 vérifié

Tassements suivant la NF P 94-261 :

N°	q _{ref} (kPa)	E _c (MPa)	E _d (MPa)	λ _c	λ _d	S _c (cm)	S _d (cm)	S _f (cm)	S _{def} (cm)
1	1.34e+03	130	130	1.1	1.12	0.0931	0.227	0.32	0.778
2	1.86e+03	130	130	1.1	1.12	0.129	0.315	0.444	1.07

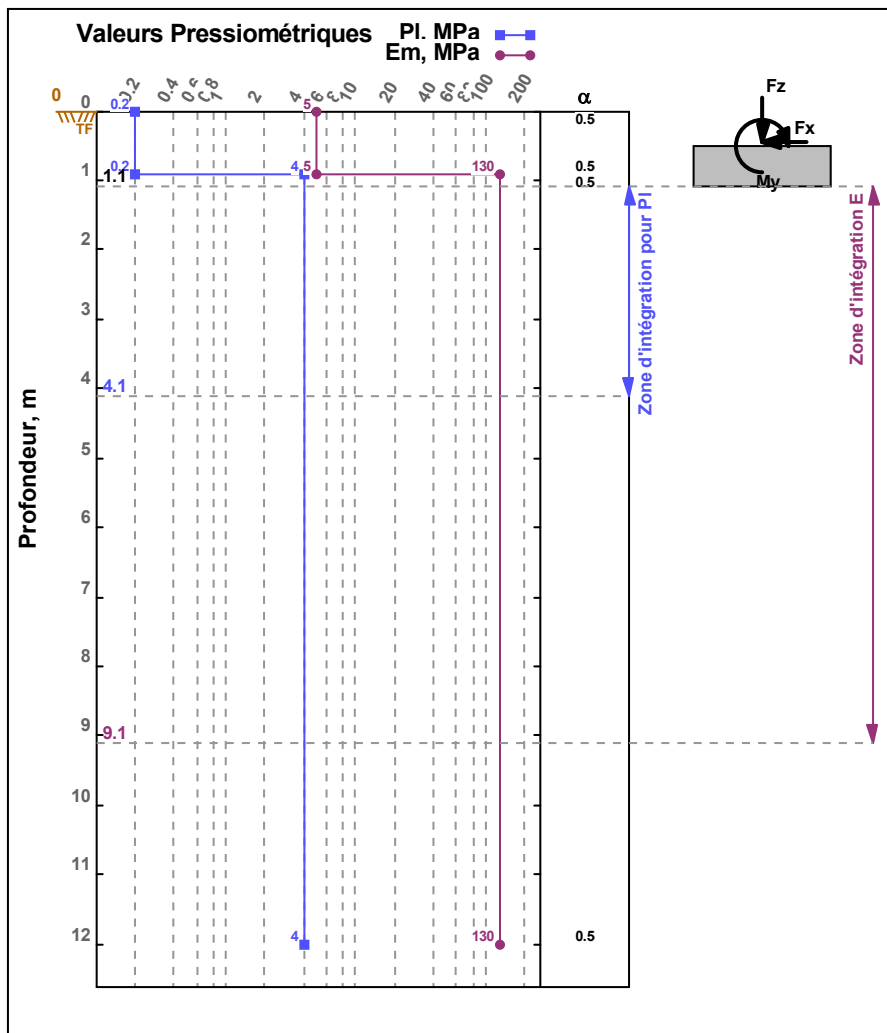
Raideurs et tassements suivant NF P 94-261 :

N°	K _v (MN/m)	δ _v (cm)	K _h (MN/m)	K _θ (MN.m/rd)
1	514	0.587	404	214
2	514	0.812	404	214

2025-09-349 06/07/2026 14:41 **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

fondation massif 5 1.5 m de largeur

FIGURE



Fondation : Semelle carrée

Côté : 2 m

Aire : 4 m²

Encastrement : 1.1 m

Base de la fondation : 1.1 m

Paramètres des sols

Type de sol sous la fondation :

Marnes et marno-calcaires, Roches altérées

Poids des terres au-dessus de la fondation :

après travaux = 18 kN/m³

avant travaux = 20 kN/m³

Contrainte verticale finale $q'0$: 19.8 kPa (calculée)

Contrainte verticale initiale $\sigma'v0$: 22 kPa (calculée)

$\alpha = 0.5$ (fixé)

Cohésion sous la fondation : 50 kPa

Angle de frottement sous la fondation : 25 °

Module de Young sous la fondation : 260 MPa

Coefficient de poisson sous la fondation : 0.33

Fichier : fondation 5 2.0



GEOFOND© V1.4.9 du 01/06/2026 développé par GEOS

site web : <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

Données :

N°	Etat-limite	P_z (kN)	P_x (kN)	P_y (kN)	M_x (kN.m)	M_y (kN.m)	V_d (kN)	H_d (kN)	δ (°)	δ_x (°)	δ_y (°)	e_B (m)	e_L (m)	$\sigma_{V;d}$ (kPa)
1	ELS cara.	3069	0	0	0	0	3069	0	0	0	0	-0	0	767.2
2	ELU dur. trans.	4222	0	0	0	0	4222	0	0	0	0	-0	0	1056

Capacité portante suivant la NF P 94-261 :

N°	h_r (m)	D_e (m)	k_p	p_{le} (MPa)	i_δ	$i_{\delta\beta}$	q_{net} (kPa)	A' (m ²)	$\gamma'_{r,v}$	$R_{v;d}$ (kN)	Excentricité	$R_{h;d}$ (kN)
1	3	0.24	0.871	4	1	1	3486	4	2.3	5131 vérifié	vérifié	Non calc.(ELS)
2	3	0.24	0.871	4	1	1	3486	4	1.4	8378 vérifié	vérifié	1627 vérifié

Tassements suivant la NF P 94-261 :

N°	q_{ref} (kPa)	E_c (MPa)	E_d (MPa)	λ_c	λ_d	S_c (cm)	S_d (cm)	S_f (cm)	S_{def} (cm)
1	767	130	130	1.1	1.12	0.0701	0.148	0.218	0.592
2	1.06e+03	130	130	1.1	1.12	0.0972	0.205	0.302	0.815

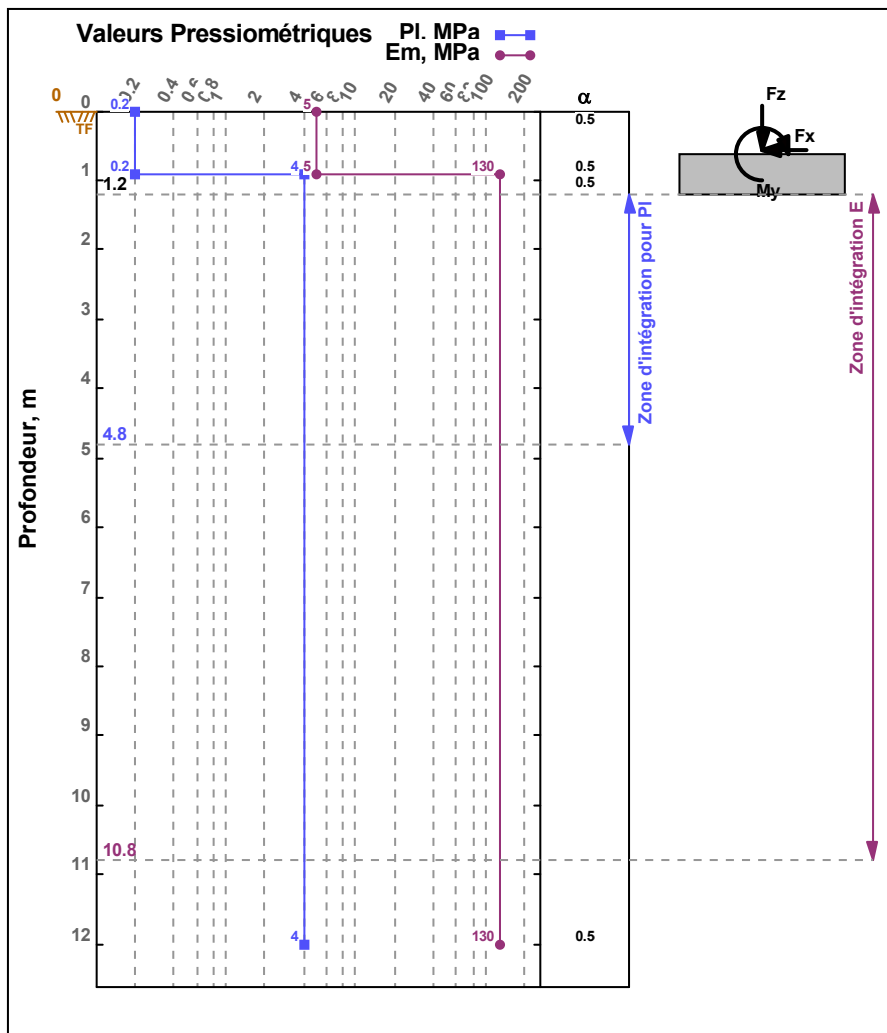
Raideurs et tassements suivant NF P 94-261 :

N°	K_v (MN/m)	δ_v (cm)	K_h (MN/m)	K_θ (MN.m/rd)
1	686	0.448	538	507
2	686	0.616	538	507

2025-09-349 06/07/2026 14:43 **HOPITAL COMMUN SUD AVEYRON**

fondation massif 5 2.0 m de largeur

FIGURE



Fondation

Semelle rectangulaire
Largeur : 2.4 m, Longueur : 9.5 m
Aire : 22.8 m²
Encastrement : 1.2 m
Base de la fondation : 1.2 m

Paramètres des sols

Type de sol sous la fondation :
Marnes et marno-calcaires, Roches altérées

Poids des terres au-dessus de la fondation :
après travaux = 18 kN/m³
avant travaux = 20 kN/m³

Contrainte verticale finale $q'0$: 21.6 kPa (calculée)
Contrainte verticale initiale $\sigma'v0$: 24 kPa (calculée)

$\alpha = 0.5$ (fixé)

Cohésion sous la fondation : 50 kPa
Angle de frottement sous la fondation : 20 °

Module de Young sous la fondation : 260 MPa
Coefficient de poisson sous la fondation : 0.33

Paramètres sismiques

Sol pur. Frottant $\varphi; k = 25^\circ$ $\delta = 25^\circ$
Sables moyennement denses à denses

$g = 9.8 \text{ m/s}^2$ $agr = 0.7$ $\gamma_i = 4$
 $r = 2$ $ST = 1$ $S = 1$
 $\sigma_h/\sigma_v = 0.5$ $\sigma_h = 0.143$ $\sigma_v = 0.0714$

Fichier : fondation sismique V2 largeur 2.5

Données :

N°	Etat-limite	P _Z (kN)	P _X (kN)	P _Y (kN)	M _X (kN.m)	M _Y (kN.m)	V _d (kN)	H _d (kN)	δ (°)	δ_x (°)	δ_y (°)	e _B (m)	e _L (m)	$\sigma_{v;d}$ (kPa)
1	ELU Sism.	941	107	0	0	614	941	107	6.487	6.487	0	-0.6525	0	90.46

Vérification sismique suivant la norme NF EN 1998-5 (Valable pour semelle filante)

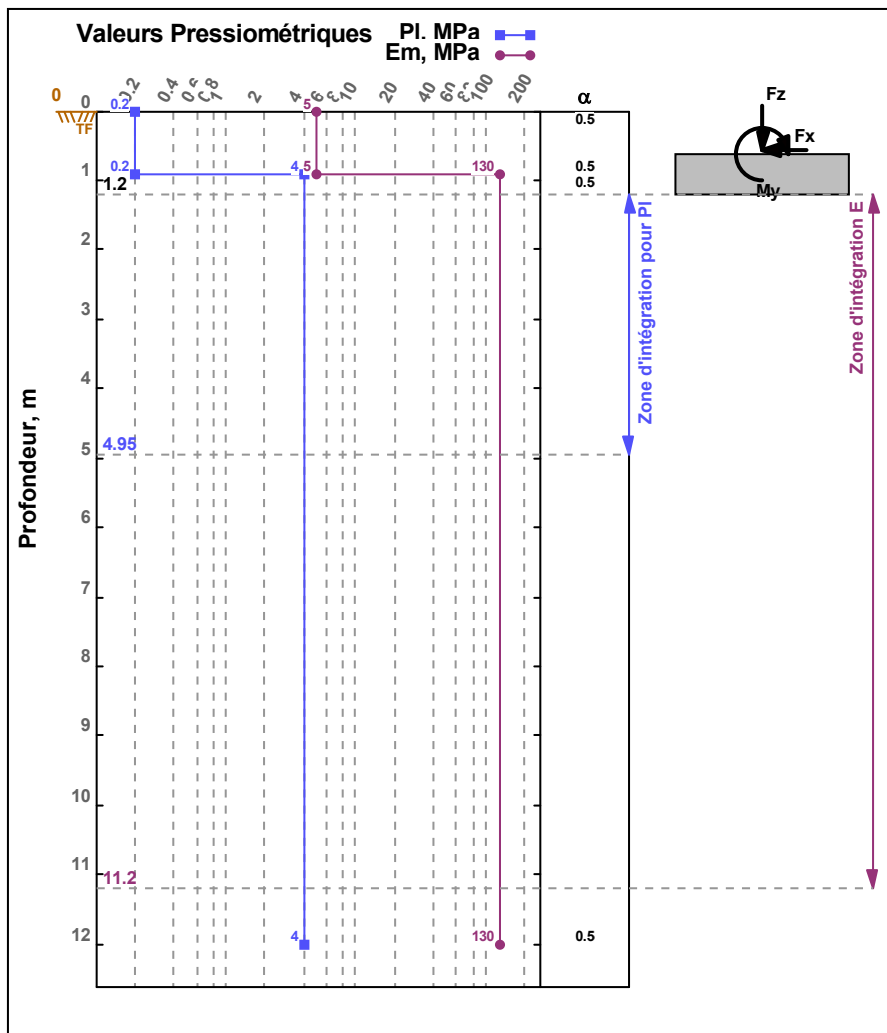
N°	N _{ed} (kN)	V _{ed} (kN)	M _{ed} (kN.m)	γ_{Rd}	$\gamma_{r;d;v}$	$\gamma_{r;v}$	N _{max} (kN)	$\bar{F}$	$\bar{N}$	$\bar{V}$	$\bar{M}$	Verif. N	Verif. CP	F _{Rd} (kN)
1	941	107	614	1	1.2	1.4	4.343e+04	0.766	0.022	0.002	0.006	vérifié	-0.031 vérifié	351 vérifié

Tassements suivant la NF P 94-261 :

N°	q _{ref} (kPa)	E _c (MPa)	E _d (MPa)	λ_c	λ_d	S _c (cm)	S _d (cm)	S _f (cm)	S _{def} (cm)
1	90.5	130	130	1.41	2.17	0.00656	0.0166	0.0232	0.0906

Raideurs et tassements suivant NF P 94-261 :

N°	K _V (MN/m)	δ_v (cm)	K _B (MN/m)	K _L (MN/m)	K _{θ;B} (MN.m/rd)	K _{θ;L} (MN.m/rd)
1	1.8e+03	0.0522	1.34e+03	1.5e+03	858	5.55e+03



Fondation

Semelle rectangulaire
Largeur : 2.5 m, Longueur : 9.5 m
Aire : 23.8 m²
Encastrement : 1.2 m
Base de la fondation : 1.2 m

Paramètres des sols

Type de sol sous la fondation :
Marnes et marno-calcaires, Roches altérées

Poids des terres au-dessus de la fondation :
après travaux = 18 kN/m³
avant travaux = 20 kN/m³

Contrainte verticale finale $q'0$: 21.6 kPa (calculée)
Contrainte verticale initiale $\sigma'v0$: 24 kPa (calculée)

$\alpha = 0.5$ (fixé)

Cohésion sous la fondation : 50 kPa
Angle de frottement sous la fondation : 20 °

Module de Young sous la fondation : 260 MPa
Coefficient de poisson sous la fondation : 0.33

Paramètres sismiques

Sol pur. Frottant $\phi; k = 25^\circ$ $\delta = 25^\circ$
Sables moyennement denses à denses

$g = 9.8 \text{ m/s}^2$ $agr = 0.7$ $\gamma_i = 4$
 $r = 2$ $ST = 1$ $S = 1$
 $\sigma_h/\sigma_v = 0.5$ $\sigma_h = 0.143$ $\sigma_v = 0.0714$

Fichier : fondation sismique V2

Données :

N°	Etat-limite	P _Z (kN)	P _X (kN)	P _Y (kN)	M _X (kN.m)	M _Y (kN.m)	V _d (kN)	H _d (kN)	δ (°)	δ_x (°)	δ_y (°)	e _B (m)	e _L (m)	$\sigma_{V;d}$ (kPa)
1	ELU Sism.	1036	120	0	0	689	1036	120	6.607	6.607	0	-0.6651	0	93.22

Vérification sismique suivant la norme NF EN 1998-5 (Valable pour semelle filante)

N°	N _{ed} (kN)	V _{ed} (kN)	M _{ed} (kN.m)	γ_{Rd}	$\gamma_{r;d;v}$	$\gamma_{r;v}$	N _{max} (kN)	$\bar{F}$	$\bar{N}$	$\bar{V}$	$\bar{M}$	Verif. N	Verif. CP	F _{Rd} (kN)
1	1036	120	689	1	1.2	1.4	4.524e+04	0.766	0.023	0.003	0.006	vérifié	-0.037 vérifié	386.5 vérifié

Tassements suivant la NF P 94-261 :

N°	q _{ref} (kPa)	E _c (MPa)	E _d (MPa)	λ_c	λ_d	S _c (cm)	S _d (cm)	S _f (cm)	S _{def} (cm)
1	93.2	130	130	1.4	2.15	0.00728	0.0178	0.0251	0.0991

Raideurs et tassements suivant NF P 94-261 :

N°	K _V (MN/m)	δ_v (cm)	K _B (MN/m)	K _L (MN/m)	K _{\theta;B} (MN.m/rd)	K _{\theta;L} (MN.m/rd)
1	1.83e+03	0.0566	1.36e+03	1.52e+03	972	5.93e+03

Annexe 9 : Calcul du tassement des dallages

Données

Titre du projet : dallage

Numéro d'affaire : 2025-09-349

Commentaires : N/A

Titre du calcul : tassement remblais (Plaque n°3)

Dimension du projet : 3D

Seuil de décollement (kPa) : 5

Seuil de plastification (kPa) : 1000

Décollement/plastification automatique : Non

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	Esol	v	Pente-x	Pente-y
1	limon 01a		-2,00	1,00E04	0,33	0,000	0,000
2	calcaire 01b		-12,00	2,60E05	0,33	0,000	0,000

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

Plaque - Rectangle

N°	E	v	e	zbase	X	Y	B	L	θ
1	1,00E07	0,33	0,20	0,00	0,00	0,00	50,00	50,00	0,0

Surcharge répartie - Rectangle

N°	Q	X	Y	B	L	θ
1	22,00	0,00	0,00	50,00	50,00	0,0

Pas maximal (m) : 2,50

Utiliser un maillage rectangulaire si possible : Oui

Lisser les moments dans les coupes de résultats : Non

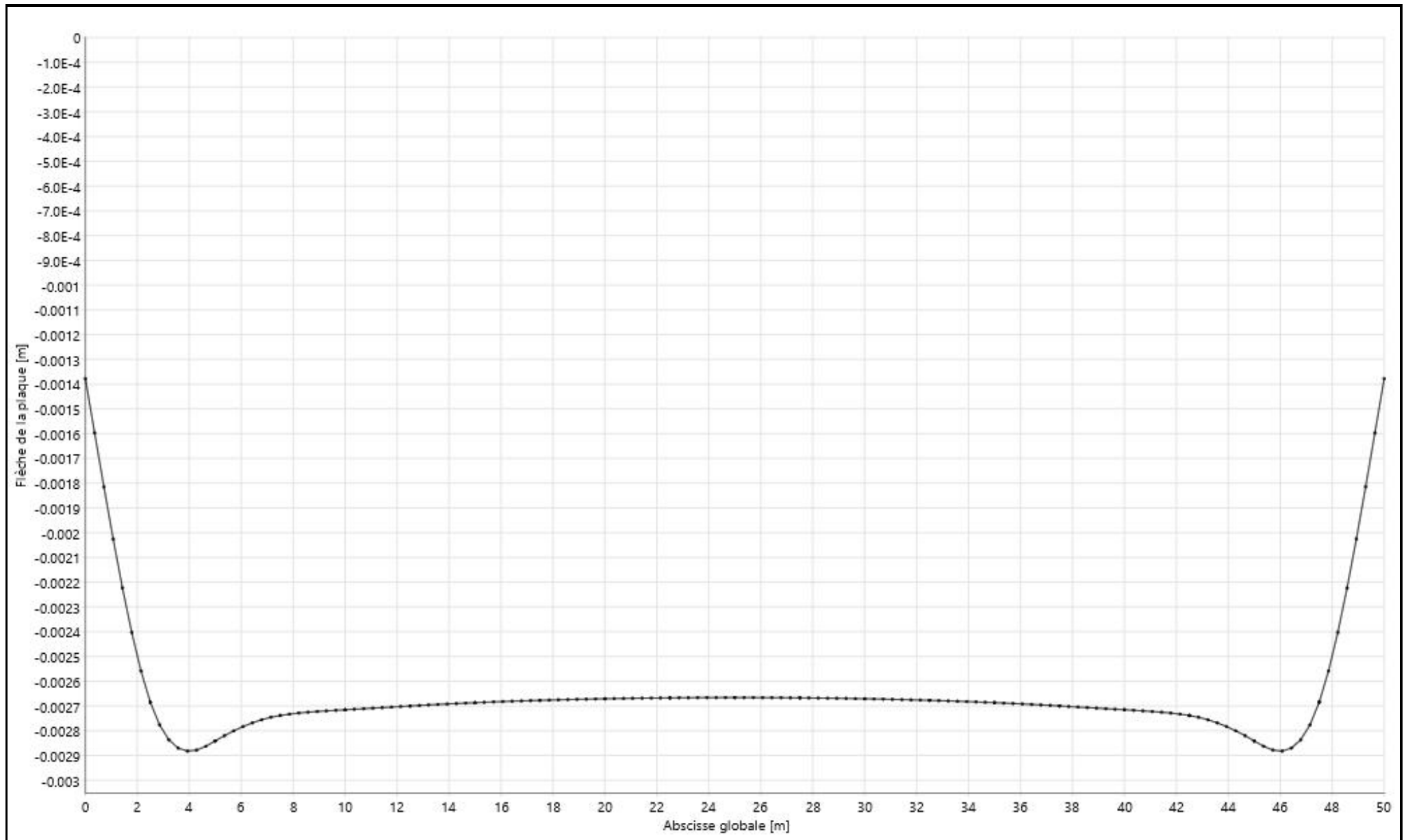


FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 26/06/2026 - 15:26:02
Calcul réalisé par : GEOTECHNIQUE SAS

Projet : DALLAGE RASSANT
Module : Tasplaq (Plaque 3/3)
Titre du calcul : tassement remblais

Coupe / Flèche de la plaque / Y=25,00m



Données

Titre du projet : dallage

Numéro d'affaire : 2025-09-349

Commentaires : N/A

Titre du calcul : en profil remblais 3t (Plaque n°3)

Dimension du projet : 3D

Seuil de décollement (kPa) : 5

Seuil de plastification (kPa) : 1000

Décollement/plastification automatique : Non

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	Esol	v	Pente-x	Pente-y
1	couche de forme		-0,45	4,50E04	0,33	0,000	0,000
2	remblais		-1,20	2,00E04	0,33	0,000	0,000
3	limon 01a		-2,00	1,00E04	0,33	0,000	0,000
4	calcaire 01b		-12,00	2,60E05	0,33	0,000	0,000

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

Plaque - Rectangle

N°	E	v	e	zbase	X	Y	B	L	θ
1	1,00E07	0,33	0,20	0,00	0,00	0,00	50,00	50,00	0,0

Surcharge répartie - Rectangle

N°	Q	X	Y	B	L	θ
1	20,00	0,00	0,00	50,00	50,00	0,0

Pas maximal (m) : 2,50

Utiliser un maillage rectangulaire si possible : Oui

Lisser les moments dans les coupes de résultats : Non

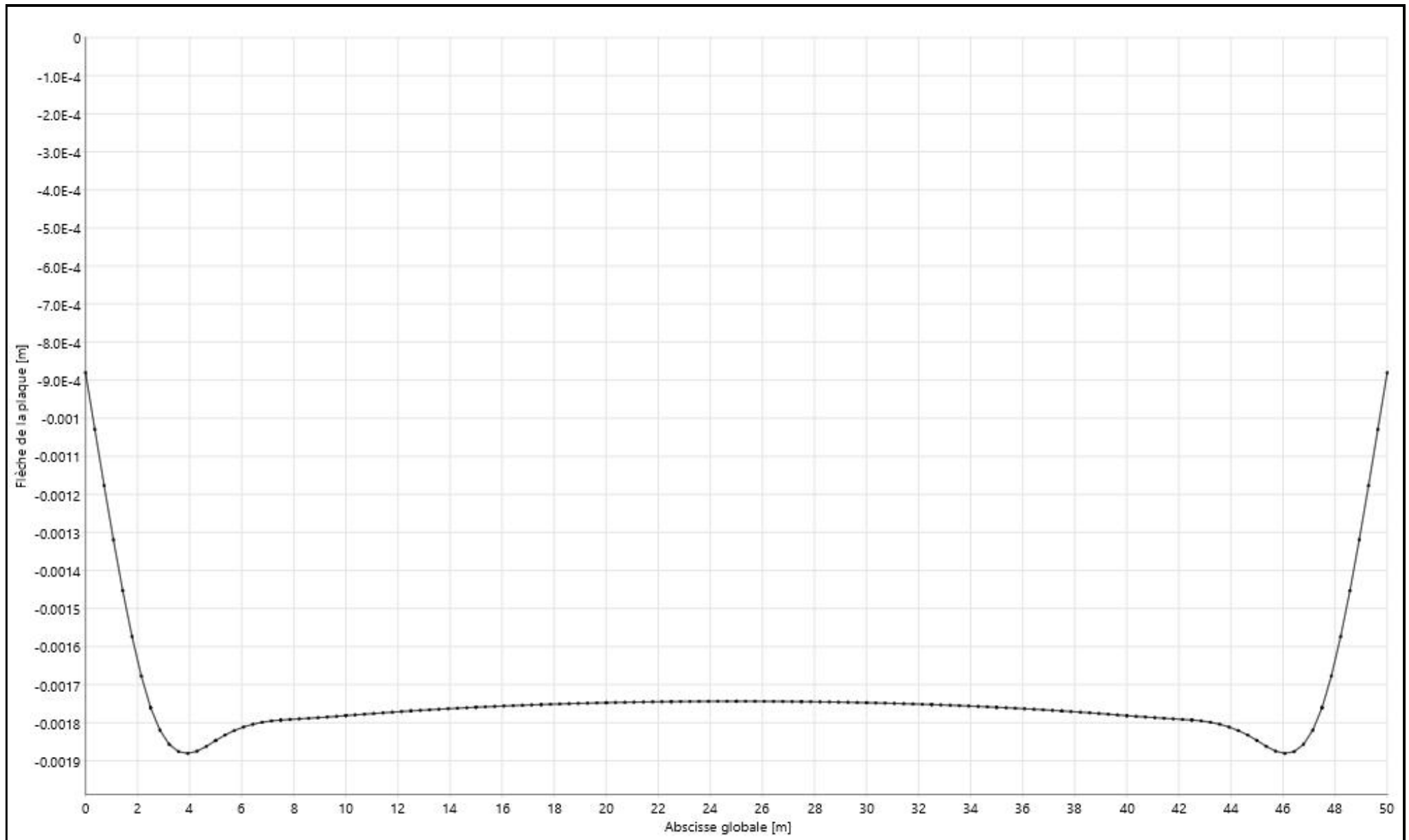


FoXta v4
v4.1.13

Imprimé le : 29/06/2026 - 12:21:54
Calcul réalisé par : GEOTECHNIQUE SAS

Projet : dallage
Module : Tasplaq (Plaque 3/4)
Titre du calcul : en profil remblais 3t

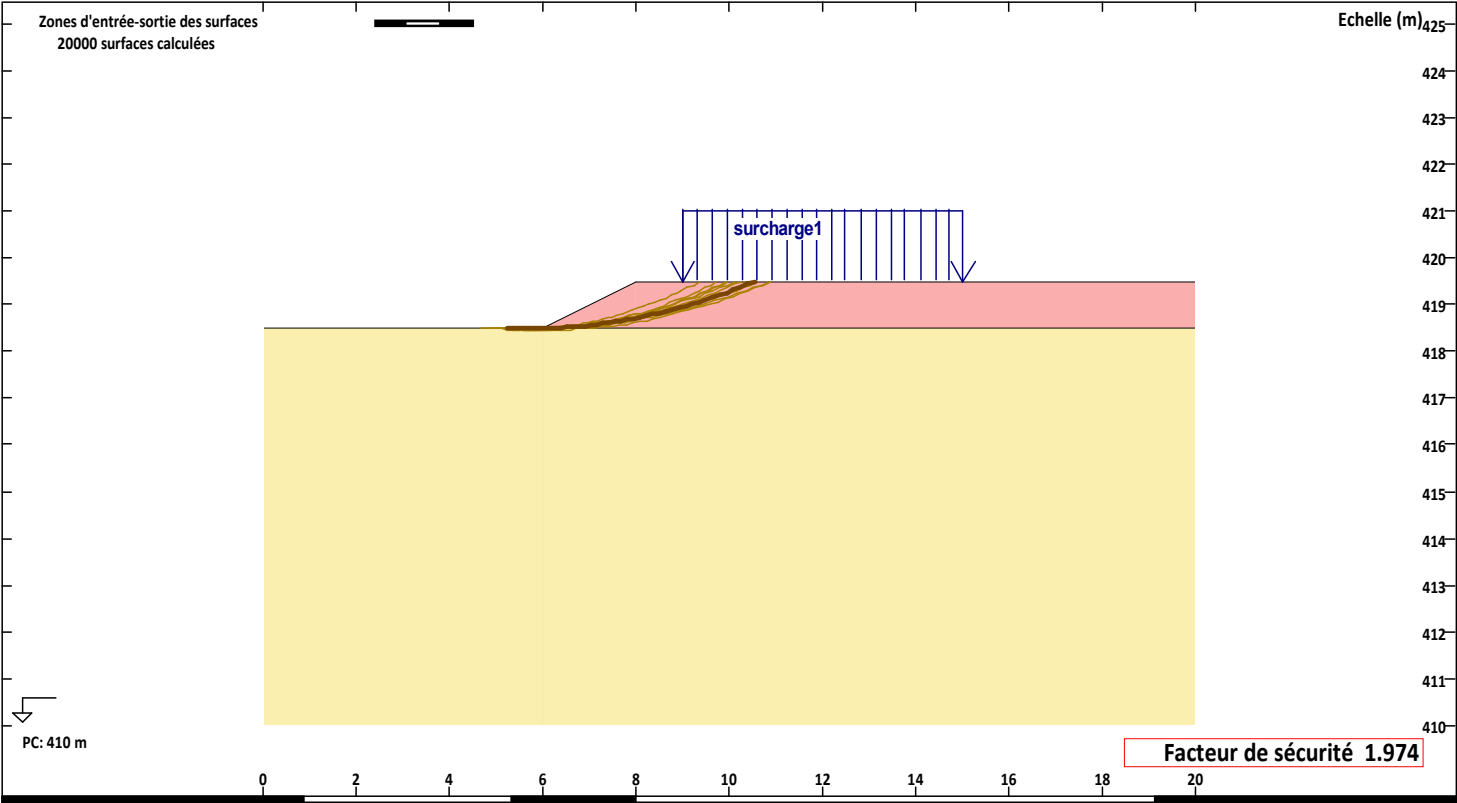
Coupe / Flèche de la plaque / Y=25,00m





Annexe 10 : **Calcul de stabilité**

SAINT GEORGES DE LUZENCON || Phase Initiale -- Cas Initial





GEOSTAB® v5.3.7 du 28/04/2026 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	qs
	1	(19.00; 19.00) * 1.00	0.000 / 1.25	25.00 / 1.25	0.000 / 1.15
	2	(20.00; 20.00) * 1.00	30.00 / 1.25	25.00 / 1.25	0.000 / 1.15

3 - OPTIONS DE CALCUL

Fichier "profil stabilité Remblais"
Méthode de CARTER
EC7 Approche 3
Action des terres γe : 1
Résistance des terres γr,e : 1
Coefficient de Méthode 1.2
Unités : kN, m

5 - CHARGES ET FORCES

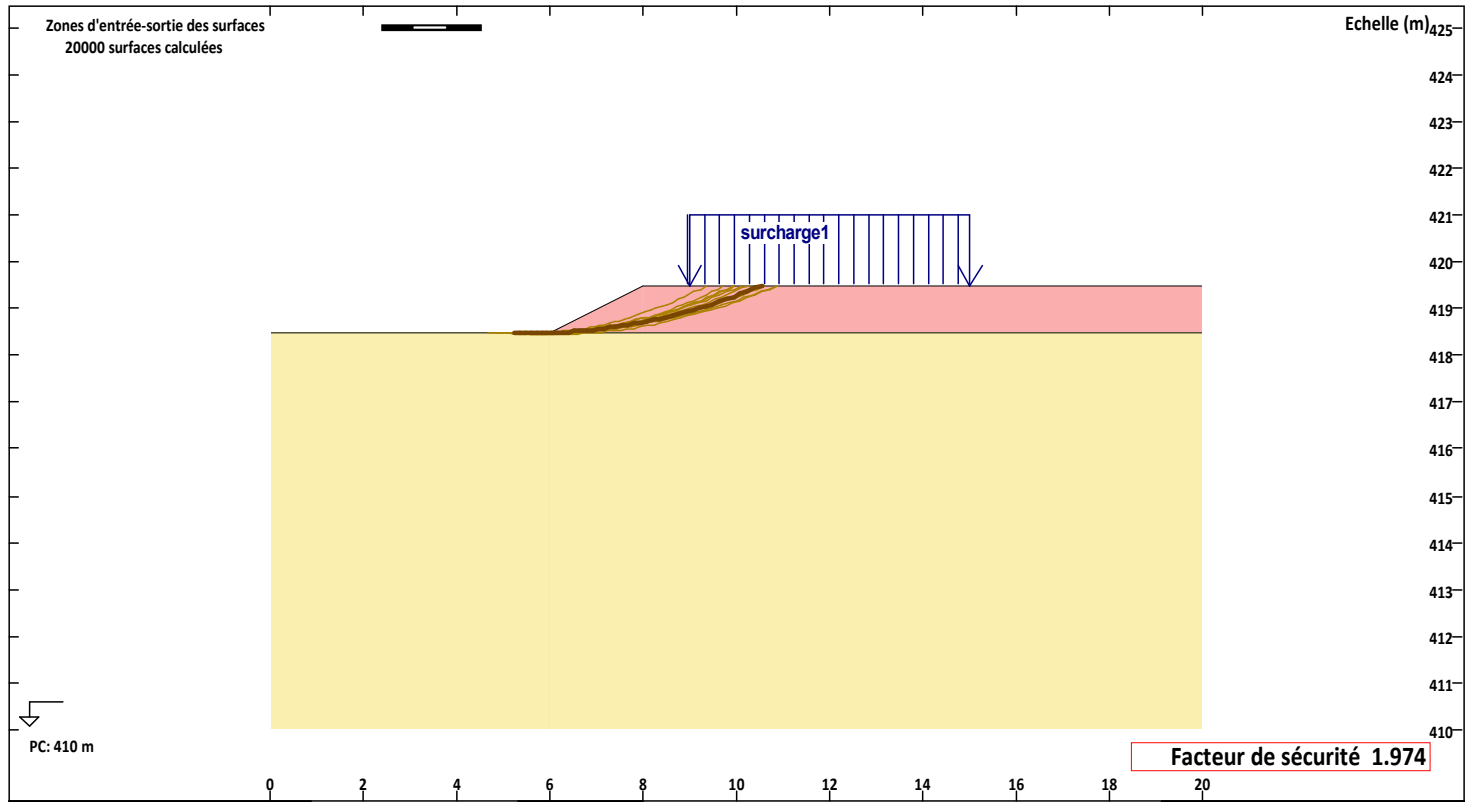
	qg	qd	F	Gamm	θ
1	30.0	30.0		*1.00	0.00

5 - RESULTATS : STABILITE EXTERNE

N°	Xc	Yc	φ	FS
1	0.5200	424.01	43.390	1.974
2	1.3100	423.17	43.730	1.995
3	0.7200	424.04	42.560	2.253
4	2.4800	422.28	41.510	2.282
5	1.8500	422.54	43.750	2.366
6	2.0000	422.52	43.270	2.373
7	2.5100	421.80	43.070	2.446
8	1.1400	423.65	43.810	2.462
9	0.3300	423.85	43.180	2.562
10	-0.1600	424.63	43.650	2.577

2025-09-349_	09/07/26 11:10	SAINT GEORGES DE LUZENCON	FIGURE

SAINT GEORGES DE LUZENCON || Phase n° 1 -- Cas 1



GEOSTAB® v5.3.7 du 28/04/2026 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	qs
1	(19.00; 19.00) * 1.00	0.000 / 1.25	25.00 / 1.25	0.000 / 1.15
2	(20.00; 20.00) * 1.00	30.00 / 1.25	25.00 / 1.25	0.000 / 1.15

3 - OPTIONS DE CALCUL

Fichier "profil stabilité Remblais"
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

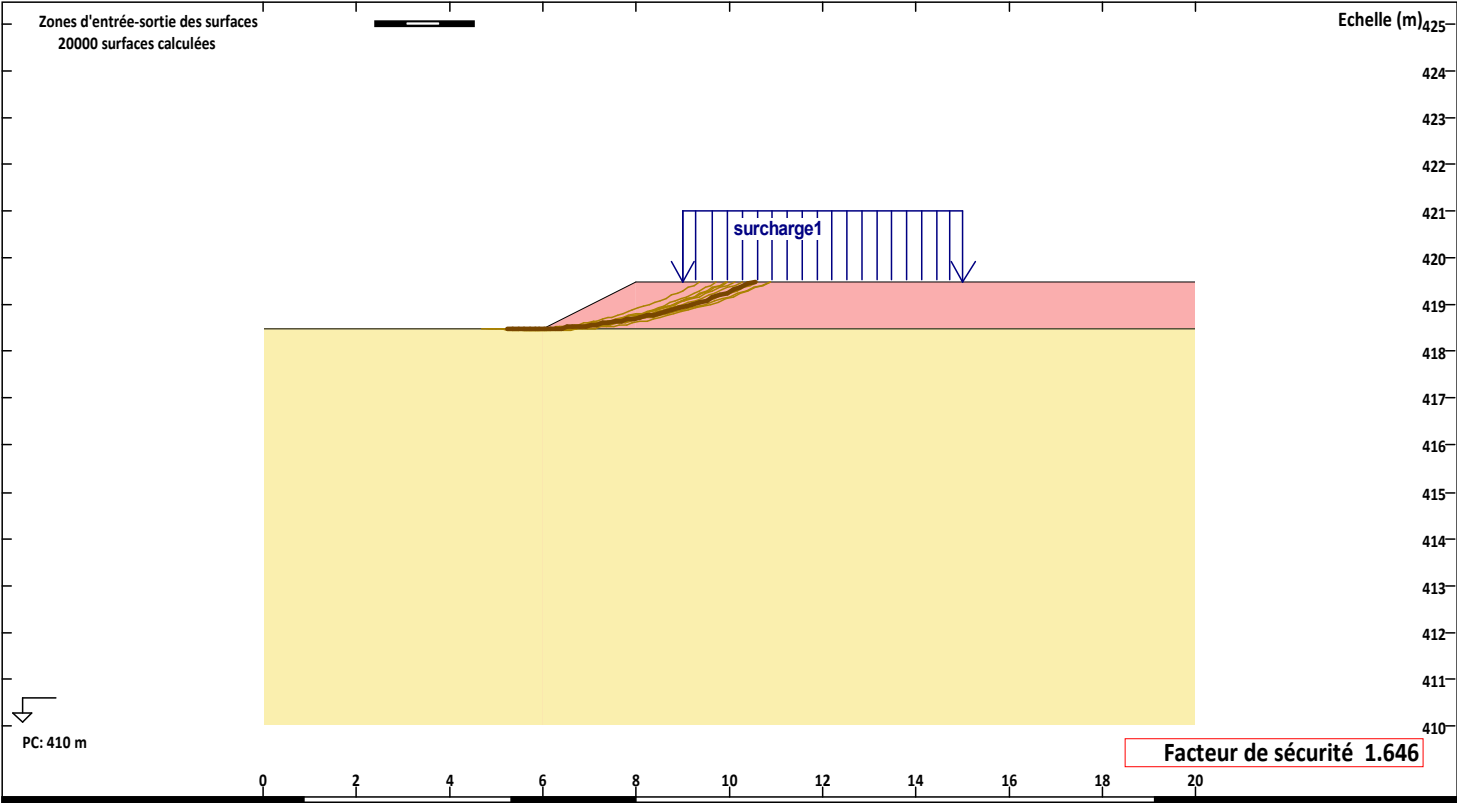
	qg	qd	F	Gamm	θ
1	30.0	30.0	*1.00	0.00	

5 - RESULTATS : STABILITE EXTERNE

N°	Xc	Yc	ϕ	FS
1	0.5200	424.01	43.390	1.974
2	1.3100	423.17	43.730	1.995
3	0.7200	424.04	42.560	2.253
4	2.4800	422.28	41.510	2.282
5	1.8500	422.54	43.750	2.366
6	2.0000	422.52	43.270	2.373
7	2.5100	421.80	43.070	2.446
8	1.1400	423.65	43.810	2.462
9	0.3300	423.85	43.180	2.562
10	-0.1600	424.63	43.650	2.577

2025-09-349_	09/07/26 11:10	SAINT GEORGES DE LUZENCON	FIGURE

SAINT GEORGES DE LUZENCON || Phase n° 1 -- Seisme pesant





GEOSTAB® v5.3.7 du 28/04/2026 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	qs
	1	(19.00; 19.00) * 1.00	0.000 / 1.25	25.00 / 1.25	0.000 / 1.15
	2	(20.00; 20.00) * 1.00	30.00 / 1.25	25.00 / 1.25	0.000 / 1.15

3 - OPTIONS DE CALCUL

Fichier "profil stabilité Remblais"

Méthode de CARTER

EC7 Approche 3

Action des terres γ_e : 1

Résistance des terres γ_{r,e} : 1

Coefficient de Méthode 1.2

Unités : kN, m

4 - DONNEES SISMIQUES

σ _h	σ _v	Pcav
0.057	0.000	0.0000

σ_v ↑
σ_h ←

5 - CHARGES ET FORCES

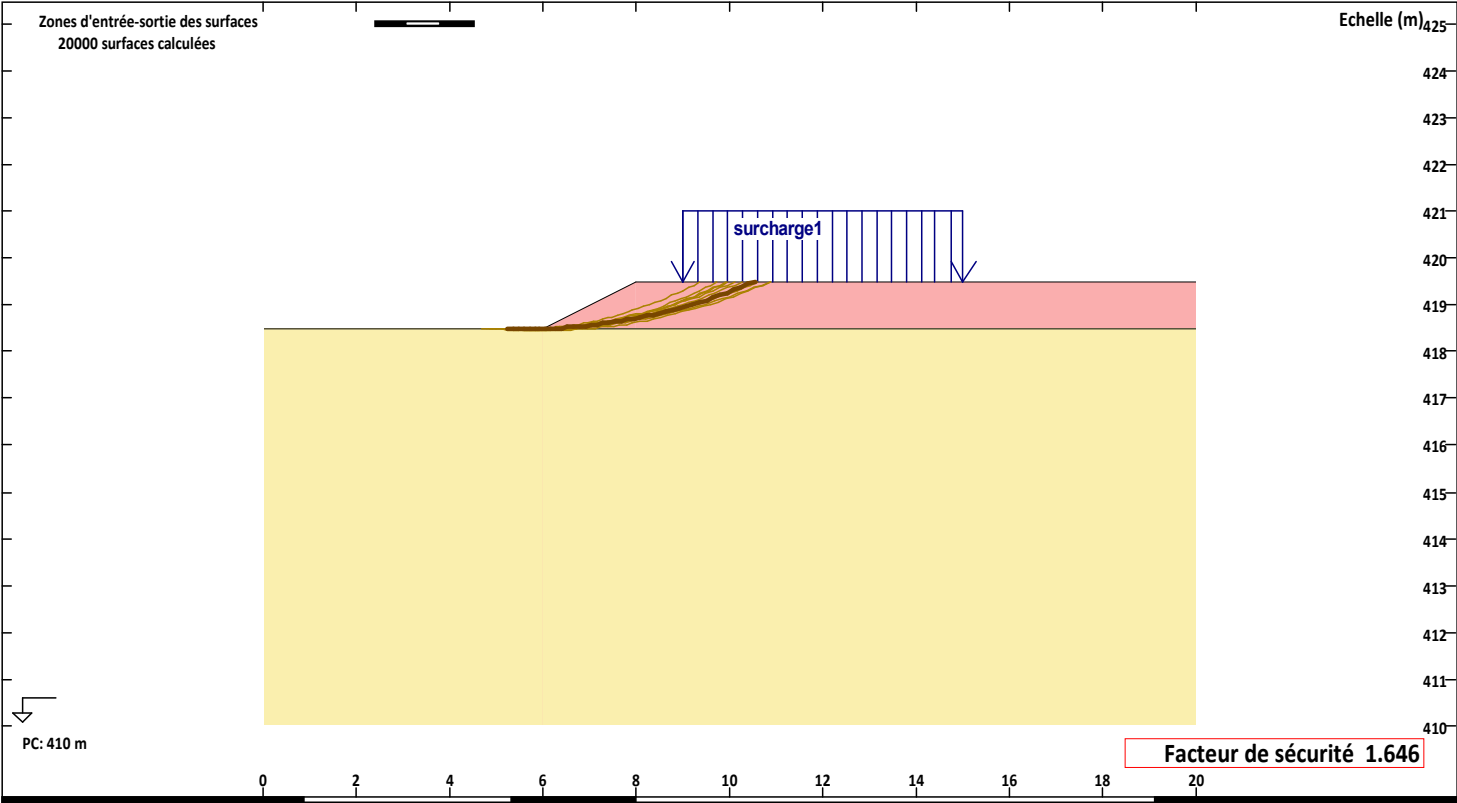
	qg	qd	F	Gamm	θ
1	30.0	30.0		*1.00	0.00

5 - RESULTATS : STABILITE EXTERNE

N°	Xc	Yc	φ	FS
1	0.5200	424.01	43.390	1.646
2	1.3100	423.17	43.730	1.684
3	0.7200	424.04	42.560	1.880
4	2.4800	422.28	41.510	1.968
5	1.8500	422.54	43.750	2.023
6	2.0000	422.52	43.270	2.030
7	1.1400	423.65	43.810	2.047
8	2.5100	421.80	43.070	2.119
9	-0.1600	424.63	43.650	2.128
10	0.3300	423.85	43.180	2.162

2025-09-349_	09/07/26 11:10	SAINT GEORGES DE LUZENCON	FIGURE

SAINT GEORGES DE LUZENCON || Phase n° 1 -- Seisme allegeant





GEOSTAB® v5.3.7 du 28/04/2026 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	qs
1	(19.00; 19.00) * 1.00	0.000 / 1.25	25.00 / 1.25	0.000 / 1.15
2	(20.00; 20.00) * 1.00	30.00 / 1.25	25.00 / 1.25	0.000 / 1.15

3 - OPTIONS DE CALCUL

Fichier "profil stabilité Remblais"
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

4 - DONNEES SISMIQUES

σ_h	σ_v	Pcav
0.057	0.000	0.0000



5 - CHARGES ET FORCES

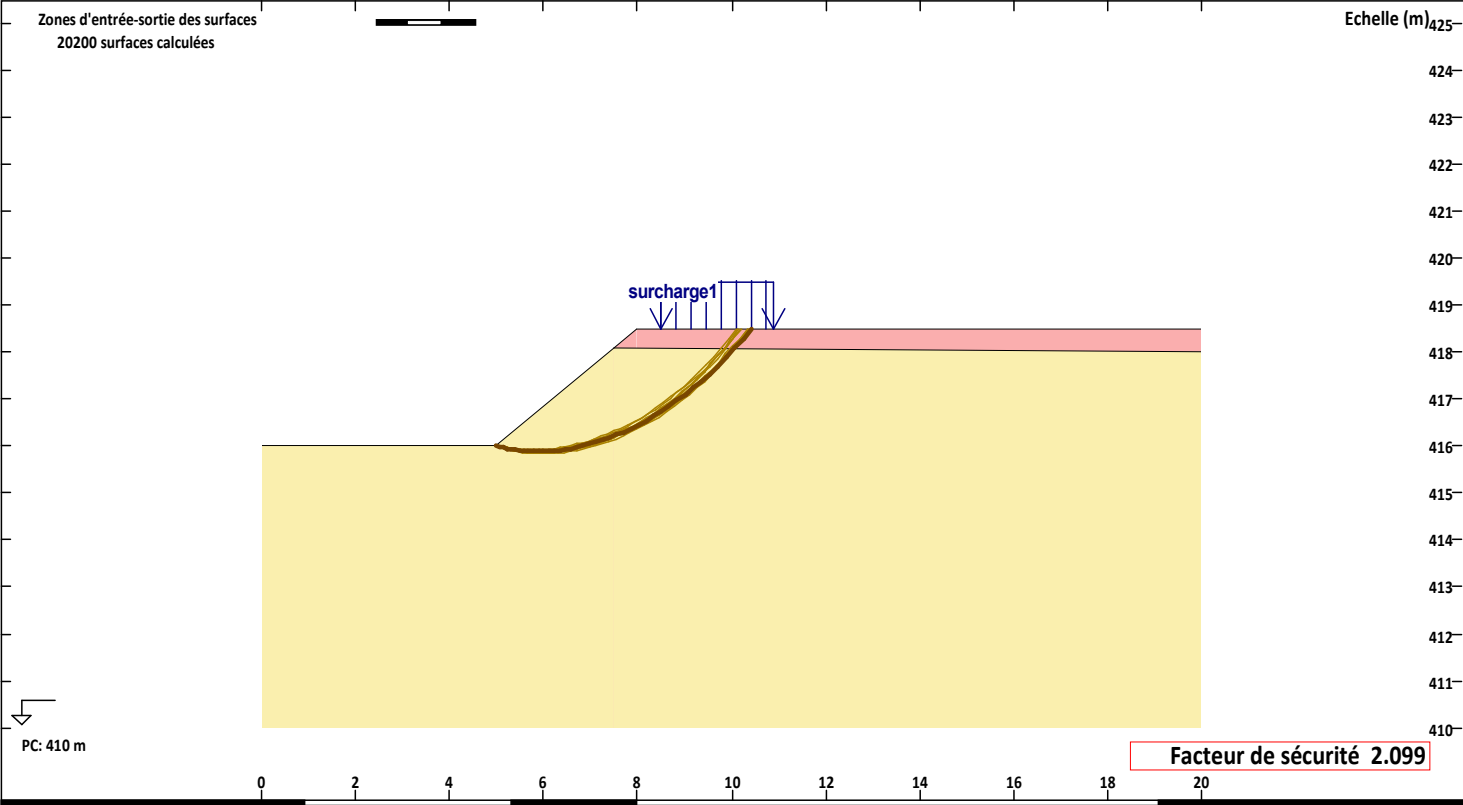
	qg	qd	F	Gamm	(i)
1	30.0	30.0		*1.00	0.00

5 - RESULTATS : STABILITE EXTERNE

N°	Xc	Yc	φ	FS
1	0.5200	424.01	43.390	1.646
2	1.3100	423.17	43.730	1.684
3	0.7200	424.04	42.560	1.880
4	2.4800	422.28	41.510	1.968
5	1.8500	422.54	43.750	2.023
6	2.0000	422.52	43.270	2.030
7	1.1400	423.65	43.810	2.047
8	2.5100	421.80	43.070	2.119
9	-0.1600	424.63	43.650	2.128
10	0.3300	423.85	43.180	2.162

2025-09-349_	09/07/26 11:10	SAINT GEORGES DE LUZENCON	FIGURE

SAINT GEORGES DE LUZENCON | | Phase Initiale -- Cas Initial





GEOSTAB® v5.3.7 du 28/04/2026 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	qs
	1	(19.00; 19.00) * 1.00	0.000 / 1.25	25.00 / 1.25	0.000 / 1.15
	2	(20.00; 20.00) * 1.00	25.00 / 1.25	30.00 / 1.25	0.000 / 1.15

3 - OPTIONS DE CALCUL

Fichier "profil stabilité"
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

4 - DONNEES SISMIQUES

σ_h	σ_v	Pcav
0.000	0.000	0.0000



5 - CHARGES ET FORCES

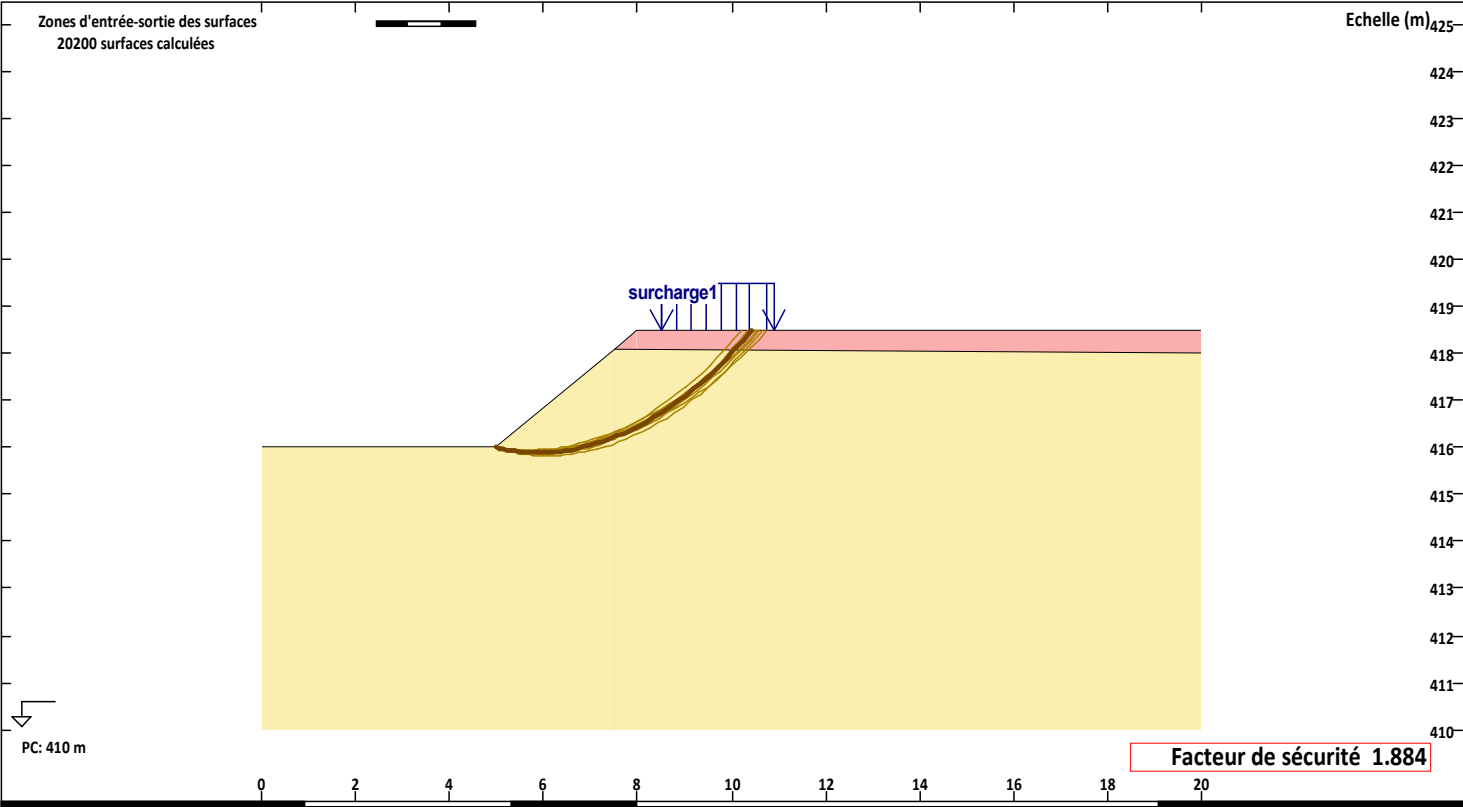
	qg	qd	F	Gamm	θ
1	20.0	20.0		*1.00	0.00

5 - RESULTATS : STABILITE EXTERNE

N°	Xc	Yc	ψ	FS
1	4.1100	417.44	48.340	2.099
2	4.1600	417.70	44.100	2.101
3	4.0200	417.48	47.790	2.102
4	3.9400	418.12	40.480	2.102
5	4.1700	417.92	40.740	2.103
6	4.1500	417.79	41.940	2.103
7	4.2500	417.82	41.510	2.105
8	4.1700	417.49	45.960	2.105
9	4.3400	417.38	46.230	2.106
10	4.2400	417.85	40.170	2.106

2025-09-349_	09/07/26 10:44	SAINT GEORGES DE LUZENCON	FIGURE

SAINT GEORGES DE LUZENCON || Phase n° 1 -- Seisme pesant





GEOSTAB® v5.3.7 du 28/04/2026 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	qs
	1	(19.00; 19.00) * 1.00	0.000 / 1.25	25.00 / 1.25	0.000 / 1.15
	2	(20.00; 20.00) * 1.00	25.00 / 1.25	30.00 / 1.25	0.000 / 1.15

3 - OPTIONS DE CALCUL

Fichier "profil stabilité"
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

4 - DONNEES SISMIQUES

σ_h	σ_v	Pcav
0.057	-0.029	0.0000

σ_h
 σ_v

5 - CHARGES ET FORCES

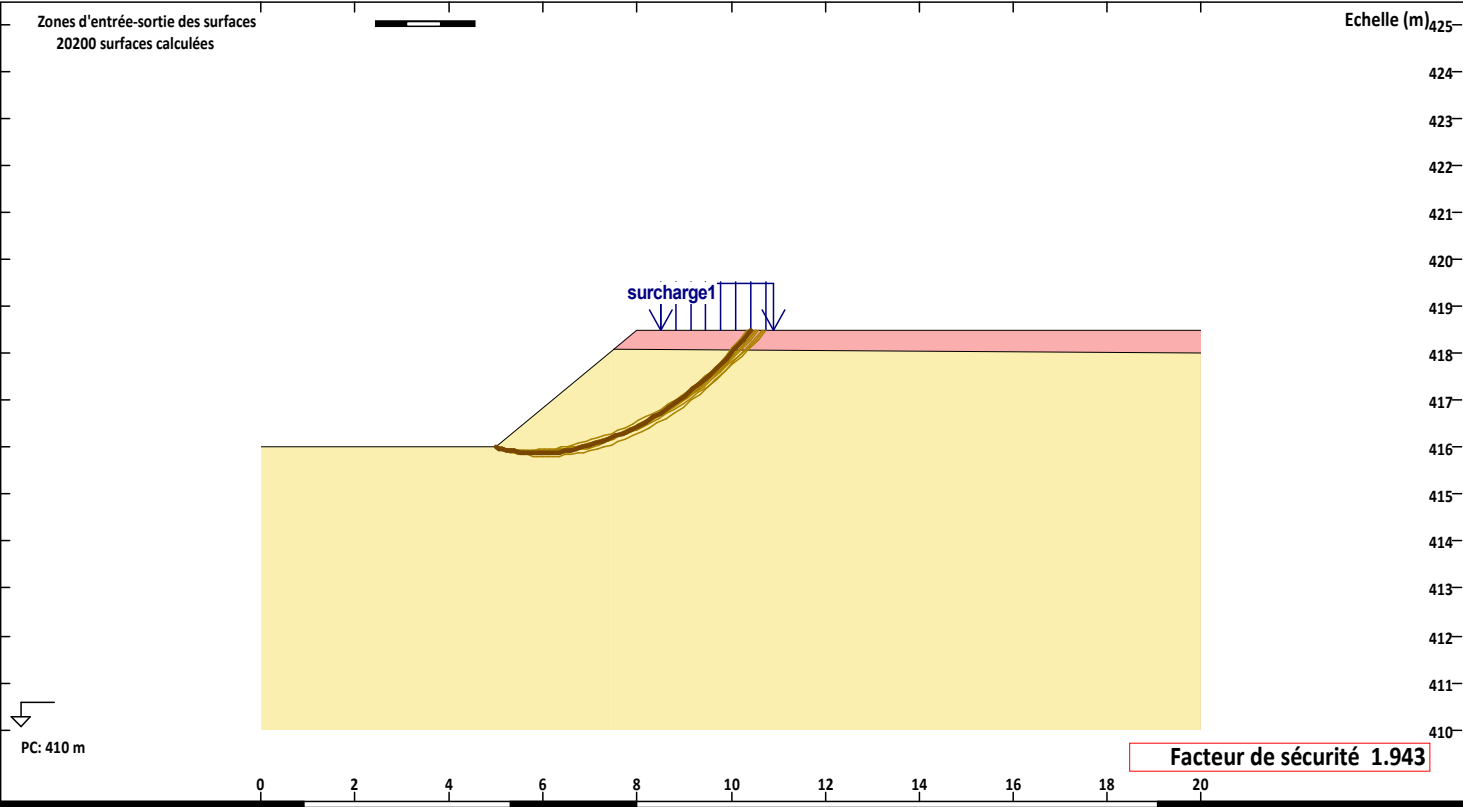
	qg	qd	F	Gamm	θ
1	20.0	20.0		*1.00	0.00

5 - RESULTATS : STABILITE EXTERNE

N°	Xc	Yc	ϕ	FS
1	4.1100	417.44	48.340	1.884
2	3.8500	417.73	47.140	1.888
3	3.8000	418.14	42.390	1.888
4	3.9400	418.12	40.480	1.889
5	3.5800	417.97	45.750	1.889
6	4.1600	417.70	44.100	1.889
7	4.0200	417.48	47.790	1.890
8	3.7400	417.91	46.320	1.891
9	3.9900	417.56	48.200	1.891
10	4.3000	417.42	47.580	1.891

2025-09-349_	09/07/26 10:44	SAINT GEORGES DE LUZENCON	FIGURE

SAINT GEORGES DE LUZENCON || Phase n° 1 -- Seisme allegant





GEOSTAB® v5.3.7 du 28/04/2026 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	qs
	1	(19.00; 19.00) * 1.00	0.000 / 1.25	25.00 / 1.25	0.000 / 1.15
	2	(20.00; 20.00) * 1.00	25.00 / 1.25	30.00 / 1.25	0.000 / 1.15

3 - OPTIONS DE CALCUL

Fichier "profil stabilité"
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

4 - DONNEES SISMIQUES

σ_h	σ_v	Pcav
0.057	0.029	0.0000



5 - CHARGES ET FORCES

	qg	qd	F	Gamm	θ
1	20.0	20.0		*1.00	0.00

5 - RESULTATS : STABILITE EXTERNE

N°	Xc	Yc	φ	FS
1	4.1100	417.44	48.340	1.943
2	3.8000	418.14	42.390	1.946
3	3.8500	417.73	47.140	1.946
4	3.7400	417.91	46.320	1.948
5	4.1600	417.70	44.100	1.948
6	4.3000	417.42	47.580	1.948
7	3.9400	418.12	40.480	1.948
8	3.5800	417.97	45.750	1.948
9	3.9900	417.80	45.210	1.950
10	3.7900	417.64	49.580	1.950

2025-09-349_	09/07/26 10:44	SAINT GEORGES DE LUZENCON	FIGURE

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