

**MISSION GÉOTECHNIQUE DE
CONCEPTION PHASE PROJET**
(Mission G2 PR0)

ESPACE PEDAGOGIQUE ENSAP

740, avenue de la Libération – 33 405 TALENCE

ENSAP BORDEAUX

740, avenue de la Libération
33 405 TALENCE

Dossier : **26-000899**

MÉRIGNAC, le 22 mai 2026

Rédigé par	Validé par	Version	Modification	Date
Nom : F. COLAS	Nom : H. FEIL	2ème diffusion	Ajout résultats agressivité de l'eau vis-à-vis du béton	22/05/2026
Nom : F. COLAS	Nom : H. FEIL	1ère diffusion	-	09/04/2026

SOMMAIRE

1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE	4
1.1. Intervenants	4
1.2. Cadre de la mission	4
1.3. Documents d'étude	5
1.4. Normes et règlements	5
1.5. Données manquantes	5
2. DESCRIPTION DU SITE	6
2.1. Description du site	6
2.2. Contexte géologique et risques naturels.....	7
2.2.1 Contexte géologique.....	7
2.3. Définition de la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)	9
3. DESCRIPTION DU PROJET	10
3.1. Généralités	10
3.2. Sollicitations appliquées aux fondations.....	12
4. PRÉSENTATION DES INVESTIGATIONS RÉALISÉES	14
4.1. Description des investigations in-situ	14
4.2. Description des investigations en laboratoire	15
4.3. Résultats des investigations réalisées.....	16
5. PRINCIPES DE CONSTRUCTION ENVISAGEABLES POUR LES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES	19
5.1. Contraintes spécifiques du site et identification des aléas géotechniques majeurs	19
5.2. Modes de fondation envisageables	19
5.3. Possibilités techniques pour les niveaux bas.....	19
6. ÉTUDES DES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES.....	20
6.1. Réalisation des terrassements.....	20
6.1.1. Traficabilité	20
6.1.2. Moyens de terrassement des sols	20
6.1.3. Talutage et soutènement	20
6.2. Mise hors d'eau	20
6.2.1. Phase provisoire	20
6.2.2. Phase définitive	20
7. ÉTUDES DES FONDATIONS SUPERFICIELLES	22

7.1.	Type et niveau d'assise des fondations.....	22
7.2.	Calcul de la descente de charges	23
7.3.	Vérification de la capacité portante.....	24
7.4.	Vérification des excentrements.....	30
7.5.	Vérification au glissement.....	31
7.6.	Calcul du tassement	32
7.7.	Dispositions constructives pour les fondations superficielles	34
8.	ANNEXES	37
8.1.	ANNEXE 1 - Notes générales sur les missions géotechniques.....	37
8.2.	ANNEXE 2 - Plan de situation.....	40
8.3.	ANNEXE 3 - Plan d'implantation des sondages.....	41
8.4.	ANNEXE 4 - Sondages et essais réalisés par TEMSOL en 2017	42
8.5.	ANNEXE 5 - Sondages et essais réalisés par SIAL en 2026	47
8.6.	ANNEXE FOXTA.....	48

1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE

1.1. Intervenants

Demandeur de la mission : ENSAP BORDEAUX

Client : ENSAP BORDEAUX

Architecte : Atelier FERRET Architectures

BET Structures : BOLLINGER GROHMANN

1.2. Cadre de la mission

Le bureau d'études SIAL a été chargé de réaliser une mission géotechnique de conception phase projet (G2 PRO), norme NFP 94.500. Cette mission concerne la création d'un nouvelle espace pédagogique (halle) sur la commune de TALENCE (33).

Objectifs définis dans notre devis :

- Description des choix constructifs des ouvrages géotechniques intégrant le phasage et les contraintes du projet,
- Hypothèses géotechniques pour la justification des ouvrages : définition de valeurs caractéristiques des paramètres par ouvrage géotechnique,
- Pré-dimensionnement des fondations superficielles selon 3 cas de charges,
- Dispositions constructives et/ou éventuels dispositifs de contrôle à envisager pendant les travaux, et/ou pendant la durée de vie de l'ouvrage ; valeurs seuils à retenir, contraintes de maintenance...

Notre mission ne comprend pas :

- l'ébauche dimensionnelle des ouvrages de soutènement,
- toute étude d'ouvrages de gestion des eaux pluviales,
- l'étude des niveaux caractéristiques de la nappe.

Remarque importante :

Nos études géotechniques ne concernent pas les projets géothermiques ; des études géologiques, hydrogéologiques et thermiques spécifiques, aux profondeurs requises pour ces projets, doivent être menées pour analyser les aléas particuliers qui pourraient y être liés (notamment risque de mise en communication de nappes, d'artésianisme, de sols gonflants, etc.).

L'objet de l'étude géotechnique n'est pas de détecter une éventuelle contamination des sols par des matières polluantes, ni de définir les filières d'évacuation des déblais. Le cas échéant, un diagnostic environnemental devra être confié à un bureau d'étude spécialisé.

1.3. Documents d'étude

Les documents transmis dans le cadre de la présente mission sont les suivants :

Nature du documents	Indice	Date	Transmis par
Plan de niveau NO - Projet	1	Novembre 2025	Client
Dossier DPC	-	Novembre 2025	Client
Rapport TEMSOL G2 AVP, n°17.010786	1	12/01/2018	Client
DDC sous format excel	1	07/04/2026	BET Structures

1.4. Normes et règlements

Les documents suivants ont été utilisés pour mener la présente étude :

- La norme NF P 94-261 : norme d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations superficielles,
- La norme NF EN 1998-5 : norme d'application nationale de l'Eurocode 8.

1.5. Données manquantes

Il ne nous a pas été communiqué les éléments suivants :

- tassements admissibles et différentiels,
- niveau fini,
- plan topographique.

2. DESCRIPTION DU SITE

2.1. Description du site

La zone d'étude se trouve au niveau du site de l'ENSAP, sur le campus universitaire de la commune de TALENCE. Elle correspond à un espace vert sans pente apparente et non boisé, situé au Sud-est de l'atelier 5.

D'après les plans communiqués, l'altimétrie du site se trouve autour de +26,9 NGF.



Figure 1 : Photo aérienne de la zone d'étude.



Figure 2 : Photo de la zone d'étude.

2.2. Contexte géologique et risques naturels

2.2.1 Contexte géologique

D'après la carte géologique de PESSAC au 1/50 000^{ème}, le site d'étude se trouve au sein de formations de versant, composées de sables argileux à graviers épars colluvionnés (épaisseur supérieure à 1m).

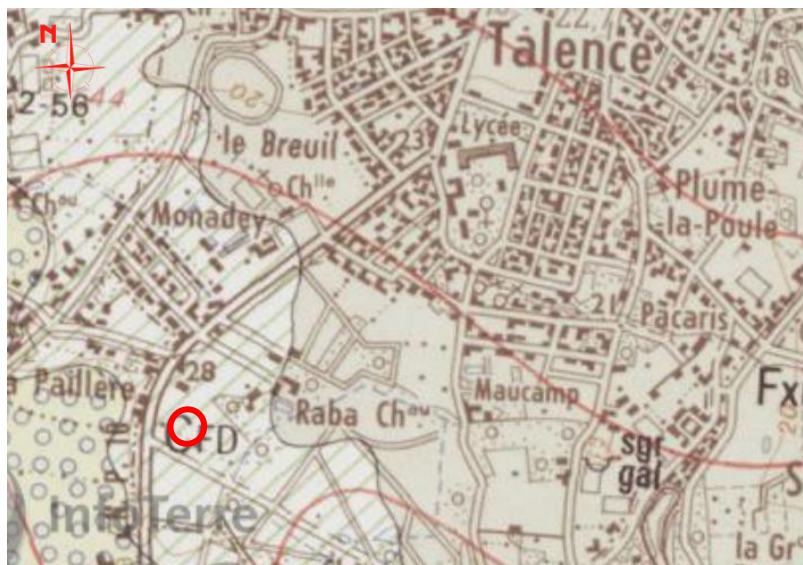


Figure 3 : Source Infoterre.

2.2.2. Aléa retrait gonflement des argiles

Au regard des données du BRGM, le site se trouve :

- en zone fortement exposée au risque de retrait-gonflement des argiles.



Figure 4 : Source Infoterre

2.2.3. Risque inondation

- en zone non concernée par les débordements de nappe ou inondations de cave.

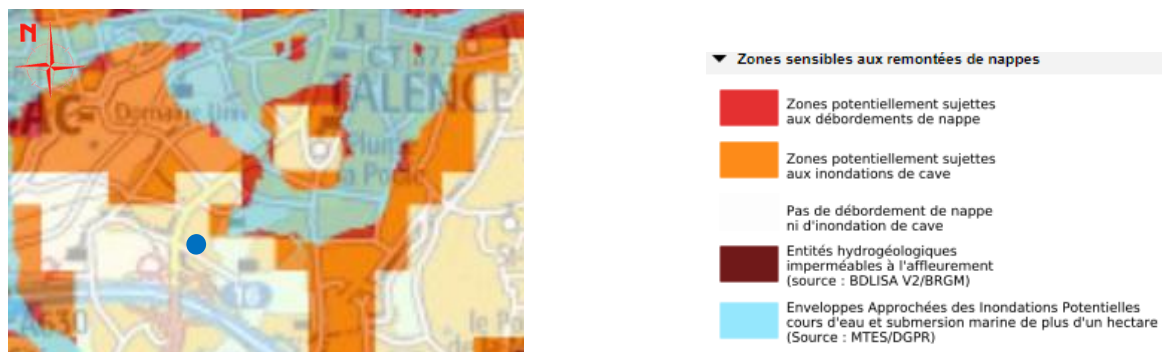


Figure 5 : Source Infoterre.

2.2.4. Sismicité

Selon le décret n°2010-1255 et la norme NF EN 1998 (Eurocode 8), les principales données parasismiques déduites des éléments du projet et des reconnaissances effectuées dans le cadre de la présente étude, sont présentées dans le tableau suivant :

Zone de sismicité	2 (aléa faible) Commune de TALENCE
Type de sol	C
Accélération maximale de référence $a_{gr}(m/s^2)$	0,7
Paramètres de sol S	1,5
Coefficient d'importance γ_I	1,2
Catégorie d'importance du bâtiment	III

On obtient ainsi :

$$a_{max} = a_{gr} \times \gamma_l \times S$$

$$a_{max} = 1,26 \text{ m/s}^2$$

Compte tenu de la présence de matériaux sableux sous nappe, un risque de liquéfaction des sols est possible en cas de séisme. Celui-ci peut être négligé si :

- $\frac{a_{gr} \times \gamma_l \times S}{g} < 0,15$

Avec g : l'accélération de la pesanteur ; $g = 9,81 \text{ m/s}^2$

Et lorsque en même temps une des conditions suivantes est remplie :

- les sables contiennent de l'argile en proportion supérieure à 20 % avec un indice de plasticité $IP > 10$,
- les sables contiennent des silts en proportion supérieure à 35 % et simultanément le nombre de coups SPT, normalisé pour l'effet de surcharge due au terrain et du rapport d'énergie, $N_1(60) < 20$,
- les sables sont propres, avec la valeur du nombre de coups SPT, normalisé pour l'effet de surcharge due au terrain et du rapport d'énergie $N_1(60) > 30$.

Dans le cas présent, $\frac{a_{gr} \times \gamma_l \times S}{g} = 0,128$ et nous avons 76,6 % de sols fins et un indice de plasticité $IP = 18$ (voir paragraphe 4.3.2.).

La liquéfaction n'est donc pas à considérer.

2.2.5. Risque cavités souterraines

Enfin, la carte du BRGM ne fait pas mention de carrière à proximité immédiate du site d'étude.

2.3. Définition de la Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)

La parcelle d'étude se trouve en zone universitaire.

3. DESCRIPTION DU PROJET

3.1. Généralités

Le projet consiste à agrandir l'atelier 5 existant en créant une nouvelle halle pédagogique. L'extension de 250 m² sera construite en mitoyenneté de son pignon Sud-est. La future halle sera de type RdC, sans sous-sol. Un auvent métallique permettra de relier l'existant et le projet. D'après les coupes, le hall fera 5,43 m de haut côté voie pompiers et 7,40 m de haut côté hall projeté.



Figure 6 : Insertion du projet.

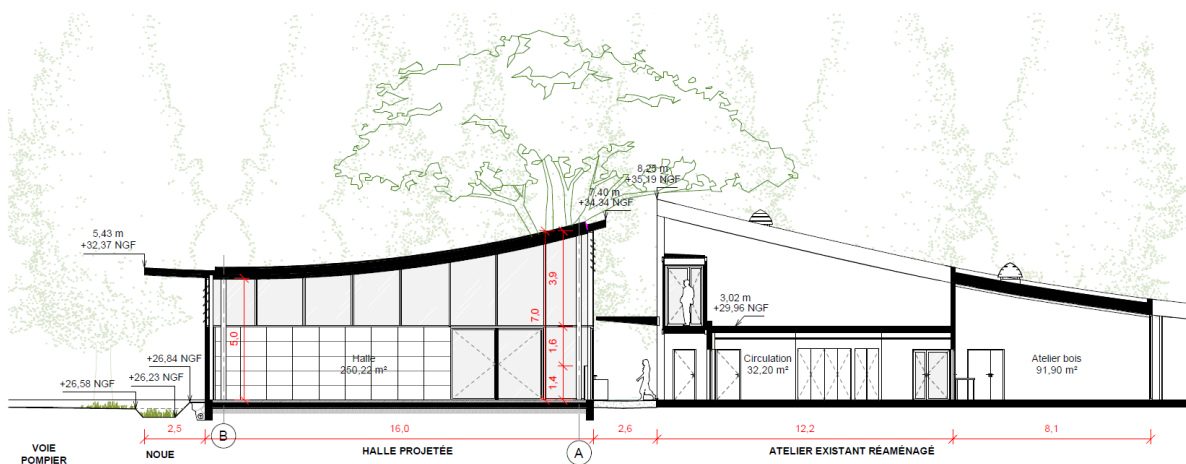


Figure 7 : Coupe Sud-est/Nord-ouest.

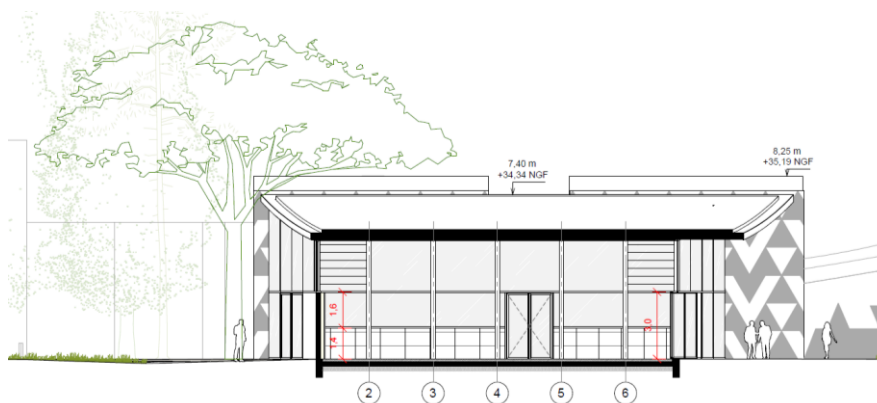


Figure 8 : Façade Sud-est de la future Halle.

La halle a une forme de trapèze de 16 m de longueur, avec une petite base de 12,6 m de large et une grande base de 20,6 m de large.

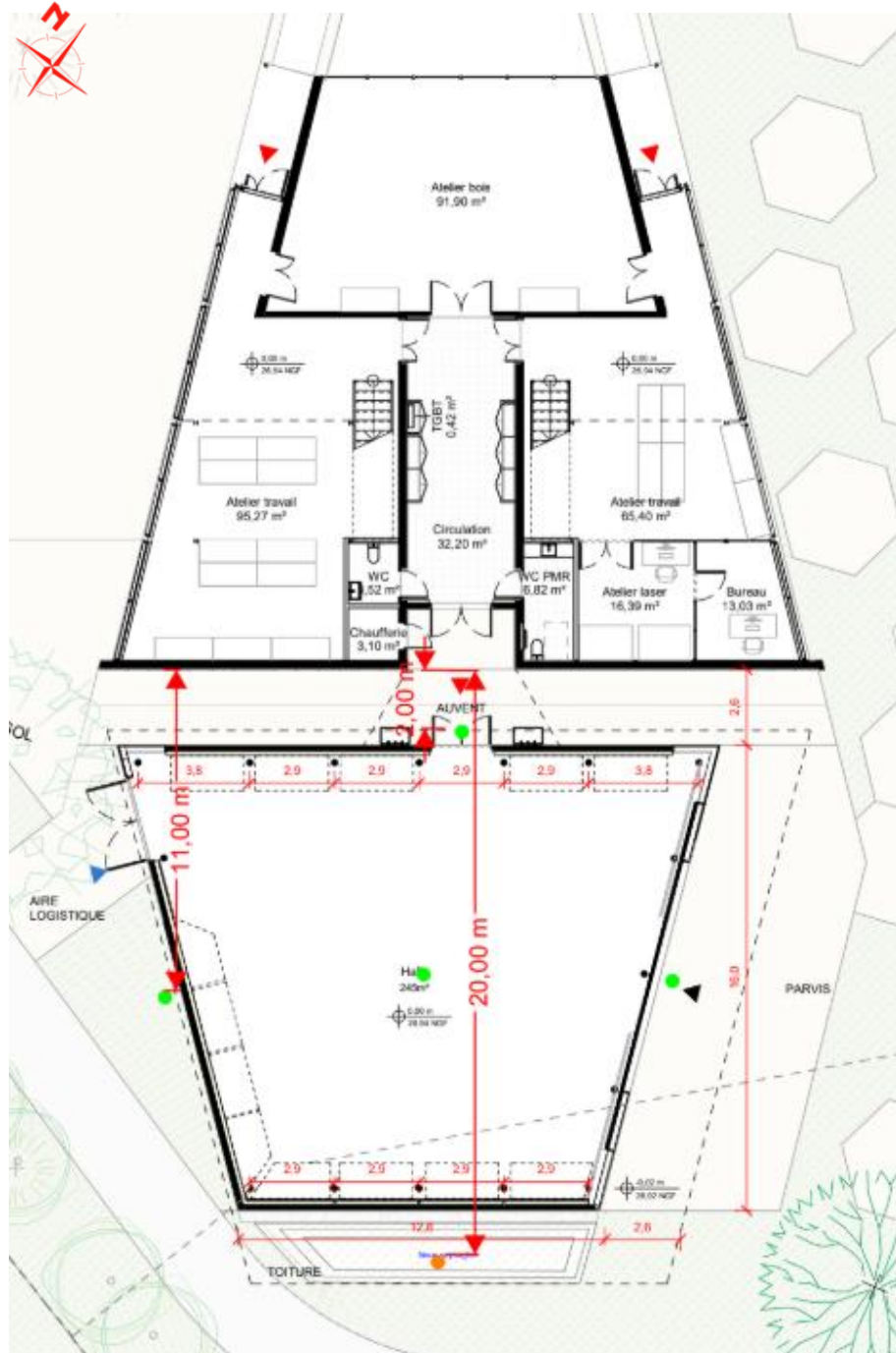


Figure 9 : Plan de masse de la halle projetée.

D'après le plan de fondations, le plancher sera porté par les fondations. La dalle portée fera 22 cm d'épaisseur. Il est prévu la réalisation de 24 appuis isolés.

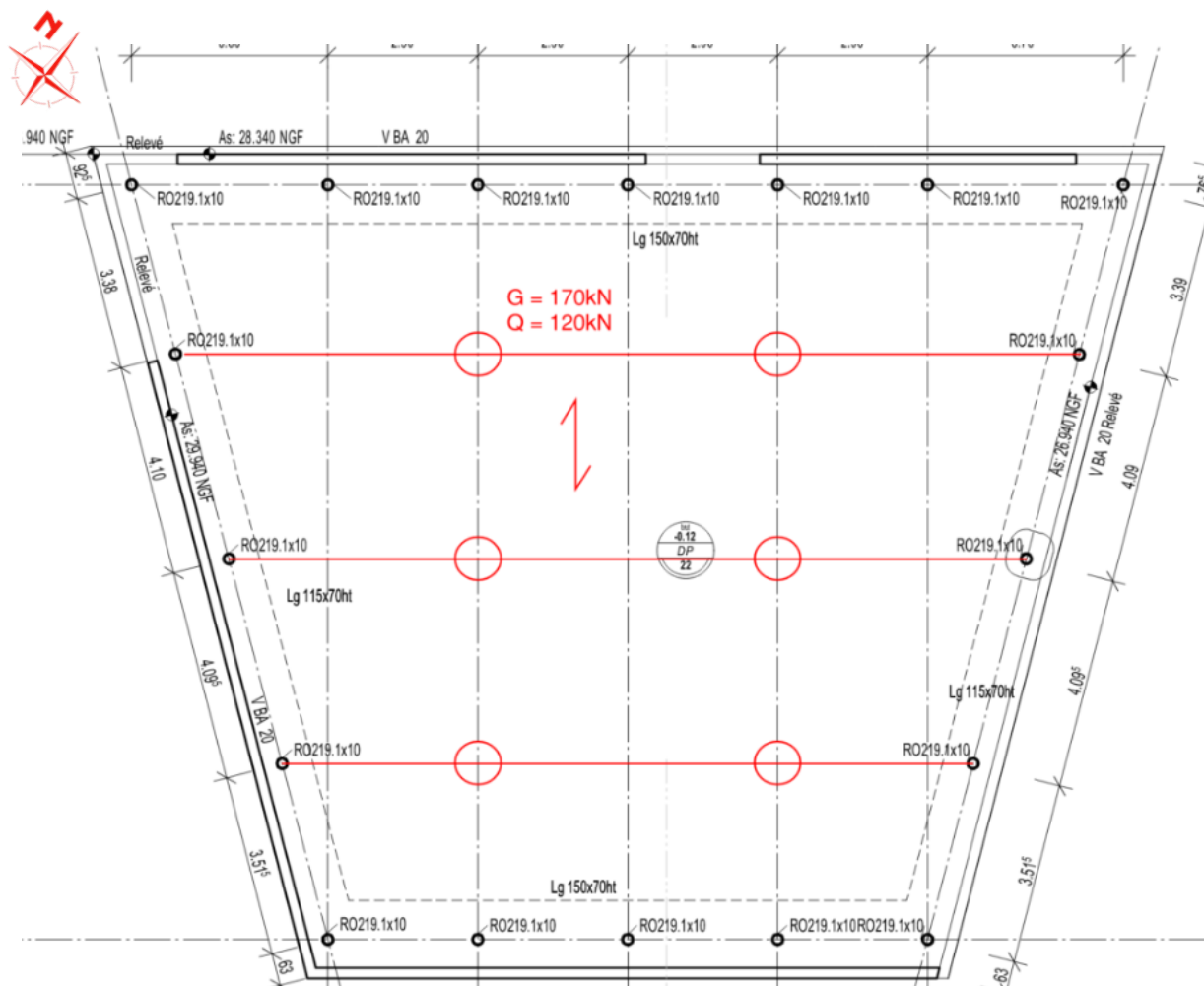


Figure 10 : Plan de fondation provisoire.

3.2. Sollicitations appliquées aux fondations

Le niveau bas de la future halle pédagogique étant porté par les fondations, les charges seront donc reprises intégralement par les fondations. La descente de charges pour les 6 appuis de la dalle basse est indiquée figure 10. La descente de charge sous poteau est issue d'un fichier excel transmis par le BET Structures en date du 07/04/2026.

Les numéros des appuis sont représentés sur la figure ci-dessous :

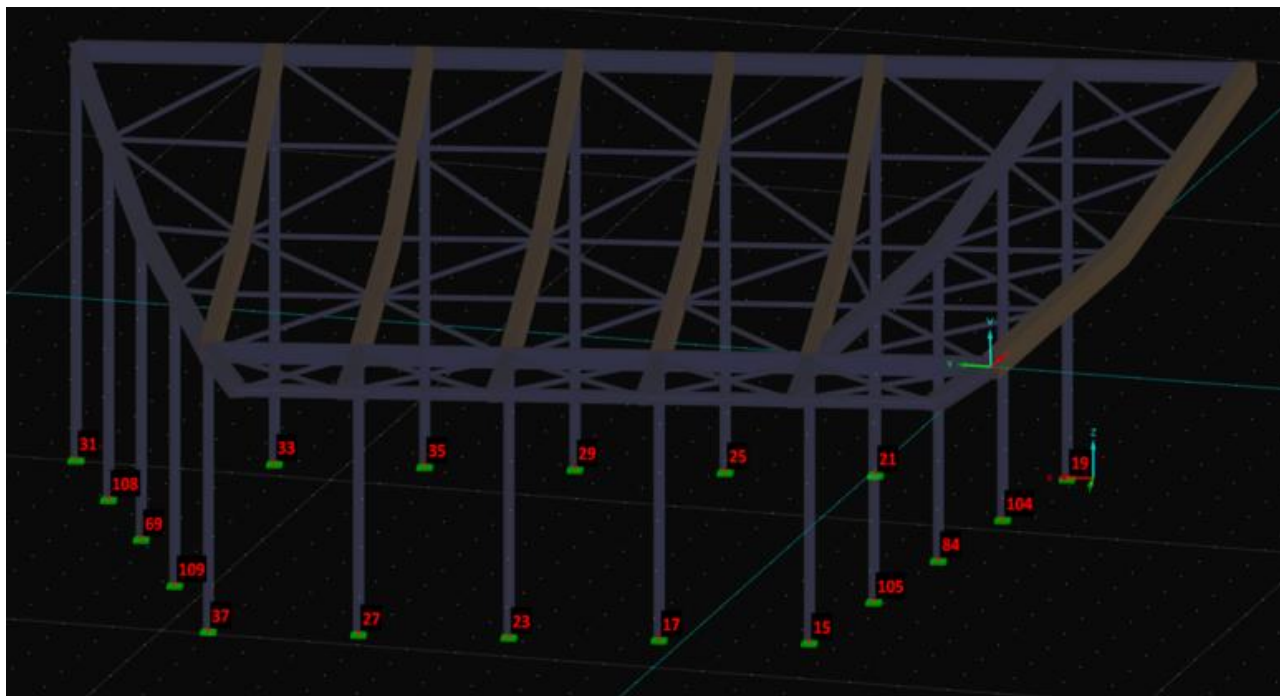


Figure 11 : Vue 3D de la halle pédagogique.

D'après le repère orthonormé, les valeurs en z négatif correspondent à de la compression.

Nous vérifierons par la suite les appuis 15, 19 et 37.

La descente de charges comprend les charges permanentes, d'exploitation, de vent, de neige, de température et sismiques.

4. PRÉSENTATION DES INVESTIGATIONS RÉALISÉES

4.1. Description des investigations in-situ

4.1.1. Campagne d'investigations menée par TEMSOL en 2017

La mission G2 AVP confiée à TEMSOL a consisté en la réalisation des reconnaissances suivantes :

Type de sondages/essais	Norme	Nombre	Dénomination	Cote (NGF)	Profondeur atteinte (m/TA)
Sondage destructif avec réalisation d'essai pressiométrique tous les 1,5 m	NF EN ISO 22476-4	1	SP1	-	-10,00
Essai au pénétromètre dynamique – Type B	NF P94-115	2	PD1 PD2	- -	-7,00® -9,60
Sondage à la tarière mécanique avec prélèvement d'échantillons remaniés	-	2	T1 T2	- -	-3,00 -3,00

4.1.2. Campagne d'investigations menée par SIAL en 2026

La campagne d'investigations confiée à SIAL a consisté en la réalisation des reconnaissances suivantes :

Type de sondages/essais	Norme	Nombre	Dénomination	Cote (NGF)	Profondeur atteinte (m/TA)
Sondage destructif avec réalisation d'essai pressiométrique tous les 1,5 m et pose d'un piézomètre provisoire	NF EN ISO 22476-4	1	SP1+PZ	-	-25,04
Reconnaissance de fondation	-	1	F1	-	-1,40
Sondage à la tarière mécanique avec prélèvement d'échantillons remaniés	-	3	T1 T2 T3	- - -	-8,00 -8,00 -8,00
Essai au pénétromètre dynamique – Type B	NF P94-115	3	PD1 PD2 PD3	- - -	-8,00 -8,00 -8,00

La profondeur zéro des sondages correspond au niveau du Terrain actuel (T.A.), c'est-à-dire celui des interventions sur site le 20/12/2017 par TEMSOL, le 28/01 et le 05/02/2026 par SIAL.

Aucun relevé topographique n'a été réalisé.

Le schéma d'implantation ainsi que les coupes de sondages sont annexés au présent document.

4.2. Description des investigations en laboratoire

4.2.1. Analyses menées par TEMSOL en 2017

Les essais en laboratoire réalisés dans le cadre de la mission G2 AVP confiée à TEMSOL sont les suivants :

Type d'essais	Norme	Nombre
Teneur en eau pondérale W	NF P94-050	1
Limites d'Atterberg	NF P94-051	1

4.2.2. Analyses menées par SIAL en 2026

Les essais en laboratoire réalisés dans le cadre de la présente mission sont les suivants :

Type d'essais	Norme	Nombre
Teneur en eau pondérale W	NF ISO 17892-1	1
Analyse granulométrique par tamisage	NF ISO 17892-4	1
Valeur au bleu de méthylène VBS	NF ISO 17542-3	1
Limites d'Atterberg	NF ISO 17892-12	1
Classification des sols (GTR)	NF P11-300	1
Analyse d'eau	Norme	Nombre
Agressivité vis-à-vis des bétons	NF EN 206-1	1

Remarque : Les échantillons de sols seront conservés pendant un mois à compter de l'envoi du présent rapport. Passé ce délai, les échantillons seront placés au rebut.

4.3. Résultats des investigations réalisées

4.3.1. Caractéristiques lithologiques et géotechniques

Les sondages et essais in-situ réalisés ont mis en évidence la succession suivante :

TABLEAU SYNTHÉTIQUE						
n° Formation	Nature	Profondeur de la base (m/TA)	Cote altimétrique de la base (NGF)	Résistance en pointe	Essai pressiométrique	
				q _d (MPa)	PI* (en MPa)	Em (en MPa)
1	Terre végétale sablo- limoneuse et/ou remblais sablo-argileux marron foncé noirâtre à quelques graves et débris calcaires	-0,30 à -1,00	-	-	-	-
2	Sable plus ou moins limoneux et/ou argileux à passées argilo-sableuses de teintes variées (marron, gris, brun, orangé, ocre)	-14,50	-	2,0 à >25,0 ou le refus	0,60 à 2,66	7,0 à 28,7
3	Sable marneux et/ou argileux beige	>-25,04	-	-	2,37 à 3,78	25,5 à 40,1

4.3.2. Caractéristiques physiques des sols

Les résultats des essais en laboratoire sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Sondage	T1 _{TEMSOL}	T2 _{SIAL}
Profondeur (m/TA)	-1,00 à -1,50	-1,00 à -1,50
Nature du matériau	Argile légèrement sableuse gris ocre	Argile sableuse marron gris ocre
Teneur en eau w _{nat} (%)	23,1	32,5
Valeur de bleu (g/100g)	-	3,6
Passant à 80µm (%)	-	77,7
Passant à 63µm (%)	-	76,6
Limite de Liquidité w _L (%)	42	
Limite de Plasticité w _P (%)	24	
Indice de Plasticité I _p	18	
Indice de Consistance I _c	1,08	
Classification GTR/GTR2023	-	A₂/F₂

Les procès-verbaux des essais figurent en annexe 4 du présent rapport.

Les sols analysés sont classés selon la norme NF P 11-300, classés en **A₂** : Ils correspondent à des matériaux fins, peu plastiques, et moyennement sensibles au retrait-gonflement.

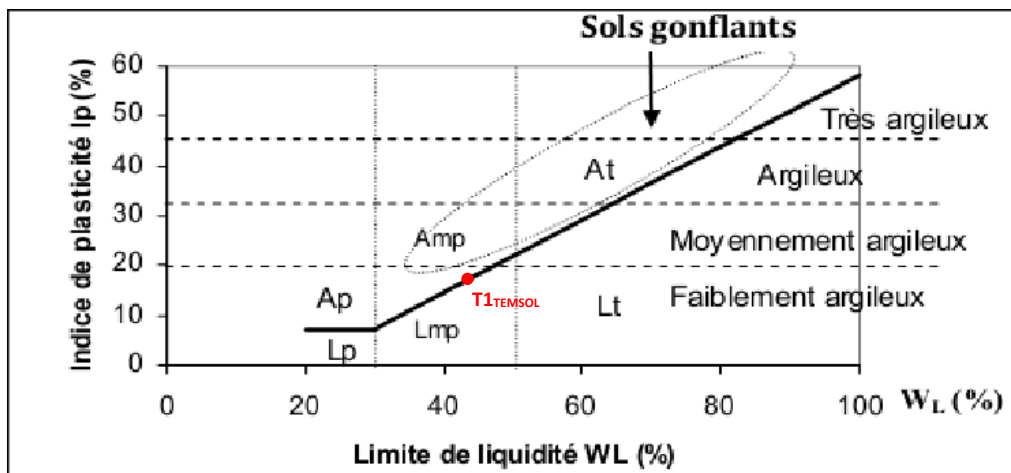


Figure 12 : Abaque de plasticité de Casagrande (Classification L.C.P.C. des sols fins).

4.3.3. Caractéristiques hydrogéologiques

4.3.3.1. Piézométrie du site

Le site est marqué par la présence d'une nappe peu profonde. Lors des différentes interventions sur site, les niveaux d'eau suivants ont été relevés :

Date de relevé	20/12/2017			28/01 au 05/02/2026				
Sondage/essai	SP1 _{TEM SOL}	T1 _{TEM SOL}	T2 _{TEM SOL}	F1 _{SIAL}	T1 _{SIAL}	T2 _{SIAL}	T3 _{SIAL}	SP1+PZ _{SIAL}
Profondeur (m/TA)	-1,40	-2,50	-1,50	-0,85	-0,50	-0,40	-0,40	-1,00 ¹

En période défavorable, cette nappe est susceptible de remonter près de la surface du sol (nappe subaffleurante).

4.3.3.2. Perméabilité du site

Les essais de perméabilité de type PORCHET ont permis de mesurer les perméabilités suivantes :

Essai		T1	T2
Profondeur (m/TA)		-0,50 à -1,00	-0,50 à -1,00
Nature du sol		Sable limoneux marron gris à brunâtre	Argile sableuse marron gris ocre
Perméabilité	m/s	$4,75 \cdot 10^{-5}$	$2,01 \cdot 10^{-6}$
	mm/h	171	7

¹ Mesuré après injection de fluide de forage, donc non représentatif d'un niveau de nappe réel.

Nous rappelons que ces valeurs sont ponctuelles et obtenues à un instant t. La perméabilité est susceptible de varier au droit du site, au gré des variations lithologiques et en fonction de la position de la nappe. Au moment de notre intervention la nappe se situait très près de la surface du sol (nappe subaffleurante mesurée entre -0,40 m/TA et -0,50 m/TA au droit de nos sondages. Nous déconseillons toute solution de réinfiltration au droit du site.

4.3.3.3. Agressivité de l'eau vis-à-vis des bétons

L'analyse du prélèvement réalisé au droit de **SP1+PZ** est récapitulée dans le tableau ci-dessous :

Sondage	SP1+Pz
Nature du prélèvement	Eau souterraine
Classification NF EN 206	<XA1

4.3.4. Reconnaissance de fondations

La reconnaissance de fondations réalisée a permis de mettre en évidence les éléments suivants :

Fouille F1	
Localisation	Pignon Sud-est de l'atelier 5
Type de fondation	Semelle filante en béton
Débord (m/nu du mur)	0,18
Epaisseur de la fondation (m)	0,55
Profondeur d'ancrage (m/TA)	-1,40
Nature du sol d'assise	Sable plus ou moins limoneux marron gris brun

5. PRINCIPES DE CONSTRUCTION ENVISAGEABLES POUR LES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES

5.1. Contraintes spécifiques du site et identification des aléas géotechniques majeurs

Le site est caractérisé par :

TABLEAU SYNTHÉTIQUE	
Existants	Bâtiment RdC (atelier 5) fondé sur semelles filantes
Lithologie	Remblais et sols végétalisés reconnus jusqu'à -0,3/-1,0 m/TA surmontant des sols sablo-argileux à argilo-sableux associés à des caractéristiques mécaniques hétérogènes
Hydrogéologie	Présence d'une nappe peu profonde, subaffleurende en période défavorable

5.2. Modes de fondation envisageables

Compte tenu du contexte géotechnique et des descentes de charge, nous proposons la réalisation de fondations superficielles de type massifs isolés ancrés dans la formation 2 (sable plus ou moins limoneux et/ou argileux à passées argilo-sableuses).

La future halle pédagogique sera désolidarisée de l'atelier 5 existant.

5.3. Possibilités techniques pour les niveaux bas

Compte tenu de la présence de remblais et sol végétalisés jusqu'à -0,30 à -1,00 m/TA, d'une nappe peu profonde et de la sensibilité des sols au retrait-gonflement des argiles, il a été préconisé de traiter le niveau bas en dalle portée par les fondations.

6. ÉTUDES DES OUVRAGES GÉOTECHNIQUES

6.1. Réalisation des terrassements

Les terrassements seront limités à l'implantation des fondations, et du niveau bas de la future halle pédagogique. Ils seront réalisés au sein des remblais, des sols végétalisés, des argiles sableuses et/ou des sables argileux (formations 1 et 2).

En cas d'évacuation de matériaux hors du site, il conviendra de définir le type de filière adapté.

6.1.1. Traficabilité

En période défavorable, les sols superficiels sont susceptibles de présenter des difficultés de traficabilité après le décapage des horizons superficiels. Nous recommandons la mise en place d'une voirie de chantier pour assurer la traficabilité des engins de chantier.

6.1.2. Moyens de terrassement des sols

Ils pourront être menés à l'aide de moyens classiques (pelle mécanique). En cas de découverte d'ouvrages enterrés (non reconnus lors de la campagne d'investigations), l'emploi du BRH pourra s'avérer nécessaire.

En période défavorable, des arrivées d'eau sont susceptibles de se produire. Les eaux seront collectées en fond de fouille puis évacuées vers un exutoire adapté. Nous recommandons de réaliser les terrassements en période sèche.

6.1.3. Talutage et soutènement

Les niveaux finis du projet ne nous ont pas été communiqués, toutefois la topographie plane du terrain et l'absence de sous-sol dans le projet ne devrait pas conduire à la réalisation de remblais ou de déblais.

La formation 2 (sable plus ou moins limoneux et/ou argileux) présentant une faible cohésion, si des talus devaient être réalisés les pentes devront être faibles.

Les pentes de talus pourront être adaptées en phase chantier selon la nature des terrains, de leur état hydrique et des profondeurs à atteindre.

6.2. Mise hors d'eau

6.2.1. Phase provisoire

En fonction de la période des travaux, les terrassements sont susceptibles d'intercepter des circulations d'eau de ruissellement et/ou d'infiltration.

En phase provisoire, des dispositifs de pompage des fouilles des fondations ou un rabattement de nappe par pointes filtrantes pourraient être nécessaires. Nous préconisons les terrassements en période favorable afin de s'affranchir éventuellement de dispositifs spécifiques.

6.2.2. Phase définitive

Le projet ne prévoit pas la réalisation de niveaux enterrés d'après les informations transmises.

On prévoira la reprise des eaux de toitures par des gouttières reliées à un réseau étanche, et une pente légère autour du bâtiment pour ne pas que l'eau de pluie stagne en pied de façades.

Les gouttières devront mener loin des fondations vers des exutoires non refoulants loin des fondations.

Tout dispositif d'infiltration devra être éloigné d'au moins 5 m des fondations de l'ouvrage. Il conviendra de mettre en œuvre un dispositif de drainage périphérique conformément au DTU 20.1, éloigné des fondations.

7. ÉTUDES DES FONDATIONS SUPERFICIELLES

7.1. Type et niveau d'assise des fondations

Compte tenu de la nature du projet et du contexte géotechnique du site, on pourra fonder le bâtiment sur des fondations superficielles de type massifs isolées en respectant les conditions suivantes :

- Ancrage de 0,30 m dans la formation 2 (sable plus ou moins limoneux),
- Encastrement de 1,20 m/TF (terrain Fini extérieur).

De ce fait la profondeur de mise hors gel de 0,50 m par rapport au terrain fini extérieur sera respectée.

On fera l'approximation par la suite que le terrain actuel correspond au terrain fini extérieur du fait que le site est globalement plat et que nous n'avons pas la connaissance du niveau 0.00 et du plan topographique.

En tenant compte de ces éléments, le niveau d'assise minimal des fondations (ancrage compris) au droit des sondages est récapitulée dans le tableau ci-dessous :

Sondage	SP1	T1	T2	T3
Profondeur minimale /TA*	1,20	1,30	1,30	1,20
Formation d'ancrage	Sable plus ou moins limoneux (formation 2)			

*Nous avons fait l'approximation que le terrain actuel correspond au terrain fini extérieur. Les profondeurs devront être adaptées en fonction du niveau du terrain fini extérieur.

Le toit du sol d'assise est sujet à des variations altimétriques et le niveau d'assise des fondations sera adapté pour respecter l'ancrage prescrit. Il faudra provisionner des quantités de béton de rattrapage permettant de prendre en compte cet aléa.

On pourra retenir un niveau d'assise unique pour les semelles et compenser les surprofondeurs par un gros béton coulé pleine fouille.

Nous considérerons le modèle géotechnique avec les caractéristiques mécaniques suivantes :

PAR LA METHODE PRESSIOMETRIQUE (SELON NF P94-261)

Au stade du projet, nous avons retenu pour l'ébauche dimensionnelle des fondations, le modèle géotechnique et les valeurs caractéristiques pressiométriques suivantes :

n°	Formation	Profondeur du toit (m/TA)	p_{LM}^* (MPa)	E_M (MPa)	α
1	Terre végétale sablo-limoneuse et/ou remblais sablo-argileux marron foncé noirâtre à quelques graves et débris calcaires	A PURGER			
2	Sable plus ou moins limoneux et/ou argileux à passées argilo-sableuses de teintes variées (marron, gris, brun, orangé, ocre)	1,00	0,60	7,0	1/3
3	Sable marneux et/ou argileux beige	14,50	2,37	25,5	1/3

α : coefficient rhéologique du sol considéré

TA : niveau du terrain actuel

7.2. Calcul de la descente de charges

Le pré-dimensionnement présenté ci-après est établie vis-à-vis des sollicitations statiques et sismiques inertiels. Elle est menée selon la norme NF P94-261 – « Justification des ouvrages géotechniques – Fondations superficielles ». Elle comprend les vérifications suivantes :

- Capacité portante,
- Excentrements,
- Glissement,
- Tassements.

Dans le fichier excel, il nous a été communiqué les efforts à l'ELS, ELU et ELUS.

Pour la suite de cette étude, les valeurs en z positif correspondront à de la compression.

Les efforts à considérer sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Appui	Cas	Hx (kN)	Hy (kN)	Vz (kN)	Mx (kN.m)	My (kN.m)
15	ELS min	1,68	-6,44	79,21	-11,09	3,66
	ELS max	10,19	2,41	254,26	13,27	21,46
	ELUF min	3,49	-9,13	248,82	-26,53	2,08
	ELUF max	13,09	7,68	353,36	19,94	28,39
	ELUS min	-4,20	-14,05	196,96	-35,16	-15,72
	ELUS max	13,98	12,04	231,98	33,40	31,34
19	ELS min	0,62	-1,66	56,99	-7,26	-0,48
	ELS max	4,84	1,75	133,54	5,60	15,70
	ELUF min	-0,56	-2,60	143,24	-19,56	-5,76
	ELUF max	6,34	4,80	178,52	9,23	21,13
	ELUS min	-3,89	-4,32	121,89	-22,34	-16,81
	ELUS max	7,00	5,82	139,80	15,35	23,54
37	ELS min	-2,29	-1,39	64,98	-15,06	-6,04
	ELS max	4,13	5,04	140,78	2,29	11,04
	ELUF min	-4,57	-2,28	139,38	-28,26	-12,02
	ELUF max	6,17	9,84	191,77	4,61	16,46
	ELUS min	-9,74	-9,54	101,67	-33,32	-25,40
	ELUS max	8,00	12,12	147,22	24,11	21,00

Nota : les efforts à communiquer à l'ELS par le BET Structures sont les efforts à l'ELSC. Nous avons considéré les mêmes valeurs à l'ELSQP.

7.3. Vérification de la capacité portante

Conformément à l'Eurocode 7 (Norme NFP 94-261 de juin 2013), il convient ici de vérifier que la charge verticale transmise par la fondation superficielle au terrain V_d est inférieure à la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle $R_{v;d}$:

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

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

avec :

- R_0 est la valeur du poids de volume de sol constitué du volume de la fondation sous le terrain après travaux et des sols compris entre la fondation et le terrain après travaux ;
- $R_{v;d}$ est la valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle ;
- $\gamma_{R;v}$ est un facteur partiel à considérer (2,30 à l'ELS quasi-permanent et caractéristique et 1,40 à l'ELU pour les situations durables, transitoires et sismiques) ;
- $\gamma_{R;d}$ est le coefficient de modèle lié à la méthode de calcul utilisée pour le calcul de la contrainte q_{net} (1,20 pour la méthode pressiométrique).
- $R_{v;k}$ est la valeur caractéristique de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle ;
- A' est la surface effective de la base d'une fondation superficielle :

$$A' = (B - 2e_B)(L - 2e_L) \quad \text{et} \quad e_B = \frac{M_{B,d} + H_{B,d}\Delta z}{V_d} \quad \text{et} \quad e_L = \frac{M_{L,d} + H_{L,d}\Delta z}{V_d} \quad \Delta z = Z_0 - Z_{base}$$

La contrainte q_{net} du terrain sous une fondation est déterminée à partir de la relation suivante :

$$q_{net} = k_p p_{le} i_\delta i_\beta$$

avec :

- k_p est le facteur de portance pressiométrique qui dépend des dimensions de la fondation, de son encastrement relatif et de la nature du sol déterminées à partir des formules ci-dessous (formule de gauche pour les semelles carrées et filante et celle de droite pour les rectangulaires) :

$$k_{p;\frac{B}{L}} = k_{p0} + \left(a + b \frac{D_e}{B} \right) \left(1 - e^{-\frac{D_e}{B}} \right) \quad \text{et} \quad k_{p;\frac{B}{L}} = k_{p;\frac{B}{L}=0} \left(1 - \frac{B}{L} \right) + k_{p;\frac{B}{L}=1} \frac{B}{L}$$

Catégorie de sol – Courbe de variation du facteur de portance		Expression de k_p			
		a	b	c	k_{p0}
Argiles et limons	Semelle filante – Q1	0,2	0,02	1,3	0,8
	Semelle carrée – Q2	0,3	0,02	1,5	0,8
Sables et graves	Semelle filante – Q3	0,3	0,05	2	1
	Semelle carrée – Q4	0,22	0,18	5	1
Craies	Semelle filante – Q5	0,28	0,22	2,8	0,8
	Semelle carrée – Q6	0,35	0,31	3	0,8
Marnes et marno-calcaires	Semelle filante – Q7	0,2	0,2	3	0,8
Roches altérées	Semelle carrée – Q8	0,2	0,3	3	0,8
NOTE 1 Les « Sols intermédiaires » définies dans la clause A.2 (4) seront rattachés soit à des sols pulvérulents soit à des sols cohérents de la manière suivante : — sols cohérents de type « Argiles et limons » regroupant également les argiles limoneuses, les limons argileux et les argiles sableuses (d'après la Figure A.2.1) ; — sols de type « Sables et graves » regroupant également les sables argileux les sables limoneux et les limons sableux (d'après la Figure A.2.1).					

- p_{ie}^* est la pression limite nette équivalente ;
- i_δ est le coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement, nous avons ici pour un modèle à la fois frottant et cohérent (cohésion et angle de frottement non nul) :

$$i_{\delta;cf;D_e/B} = i_{\delta;f;D_e/B} + \left(i_{\delta;c;D_e/B} - i_{\delta;f;D_e/B} \right) \left(1 - e^{-\frac{\alpha c}{\gamma B \tan(\varphi)}} \right)$$

α : paramètre de calage égal à 0,6,

c : hypothèse de cohésion 5 kPa.

Avec :

$$\delta_e = \arctan\left(\frac{H_d}{V_d}\right)$$

H_d étant l'effort horizontal s'appliquant sur le massif et V_d l'effort vertical.

- $i_{\delta;e;D_e/B} = \left(1 - \frac{2\delta_d}{\pi}\right)^2$
 - $i_{\delta;f;D_e/B} = \left(1 - \frac{2\delta_d}{\pi}\right)^2 - \frac{2\delta_d}{\pi} \left(2 - 3\frac{2\delta_d}{\pi}\right) e^{-D_e/B}$ pour $\delta_d < \pi/4$
 - $i_{\delta;f;D_e/B} = \left(1 - \frac{2\delta_d}{\pi}\right)^2 - \left(1 - \frac{2\delta_d}{\pi}\right)^2 e^{-D_e/B}$ pour $\delta_d \geq \pi/4$
- i_β est le coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus de pente β (pour une fondation éloignée d'un talus, $i_\beta = 1.00$).

Pour le dimensionnement des fondations superficielles, il est possible de retenir :

$$\begin{aligned} p_{le}^* &= 0,6 \text{ MPa} \\ k_p &= 0,8 \text{ (valeur argileuse, cas le plus défavorable)} \end{aligned}$$

Les contraintes de calcul sont alors de :

$$q'_{ELS} = 0,175 i_\delta i_\beta \text{ (en MPa)}$$

$$q'_{ELU} = 0,285 i_\delta i_\beta \text{ (en MPa)}$$

Ces contraintes de calculs s'entendent pour des fonds de fouilles sains et non remaniés.

Les fondations auront une largeur minimale de 0,80 m pour les appuis isolés.

Les calculs ont été menés suivant le module FONDSUP de FOXTA.

La capacité portante prend également en compte l'annexe F de l'EC8-5 à l'ELU sismique.

Les valeurs de k_p pourront être optimisées en fonction de la largeur des appuis et de la profondeur d'ancrage dans la couche porteuse ainsi que p_{le}^* . Nous obtenons les valeurs suivantes en fonction de notre maquette géotechnique pour les fondations superficielles ainsi que les contraintes au sol suivantes :

Nœud/Appui	Type de fondation	De (m)	Cas de charge	Dimension fondation (massif - L×l×ht)	k_p	P_{le}^* (kPa)	$i_{\delta\beta}$	q ELS (kPa)	q ELU (kPa)
15	Massif isolé	0,30	ELSC max	1,50m×1,50m×1,30m	0,91	600,00	0,95	187	
			ELSQP max				0,95	187	
			ELUF max				0,94		307
			ELUS max				0,88		287
19	Massif isolé	0,30	ELSC max	1,20m×1,20m×1,30m	0,94	600,00	0,95	194	
			ELSQP max				0,95	194	
			ELUF max				0,95		316
			ELUS max				0,92		308
37	Massif isolé	0,30	ELSC max	1,40m×1,40m×1,30m	0,92	600,00	0,95	190	
			ELSQP max				0,95	190	
			ELUF max				0,93		307
			ELUS max				0,89		293

De : profondeur d'ancrage dans la couche porteuse en m,

L : longueur de la fondation en m,

l : largeur de la fondation en m,

ht : hauteur de la fondation en m.

Les dimensions des fondations et la vérification de la portance est récapitulée dans le tableau ci-dessous pour les cas de charge maximum :

Nœud/Appui	Type de fondation	Cas de charge	Dimension massif (L×l×ht)	V (kN)	H (kN)*	Mx (kN.m)	My (kN.m)	Ro (kN)	Rvd (kN)	Portance
15	Massif isolé	ELSC max	1,50m×1,50m×1,30m	327,3	10,4	13,2	21,4	55,5	339,4	OK
		ELSQP max		327,3	10,4	13,2	21,4	55,5	339,4	OK
		ELUF max		452,1	15,1	19,9	28,3	55,5	547,4	OK
		ELUS max		305,1	18,4	33,4	31,3	55,5	398,1	OK
19	Massif isolé	ELSC max	1,20m×1,20m×1,30m	180,3	5,1	5,6	15,7	35,5	207,5	OK
		ELSQP max		180,3	5,1	5,6	15,7	35,5	207,5	OK
		ELUF max		241,7	7,9	9,2	21,1	35,5	325,4	OK
		ELUS max		186,6	9,1	15,3	23,5	35,5	250,7	OK
37	Massif isolé	ELSC max	1,40m×1,40m×1,30m	204,5	6,5	2,2	11,0	44,9	286,5	OK
		ELSQP max		204,5	6,5	2,2	11,0	44,9	286,5	OK
		ELUF max		277,7	11,6	9,8	4,6	44,9	442,5	OK
		ELUS max		210,9	14,5	24,1	21,0	44,9	300,4	OK

H : valeur absolue de résultante*

Le poids propre des massifs a été ajouté dans la charge verticale.

Nous avons également vérifié la portance avec les cas de charges minimum qui est conforme avec les dimensions des massifs ci-dessus.

7.4. Vérification des excentrements

Les fondations superficielles sont également vérifiées suivant le contrôle de l'excentrement d'après la NF P 94-261, soit :

- 100% de la surface d'assise comprimée à l'ELSQP
- 75% de la surface d'assise comprimée à l'ELSC
- 10% de la surface d'assise comprimée à l'ELU

<u>Aire comprimée</u> Aire d'assise	Fondation filante de largeur B	Fondation circulaire de diamètre B	Fondation rectangulaire de section B x L
= 100%	$(1-2e/B) \geq 2/3$	$(1-2e/B) \geq 3/4$	$(1-2e_B/B).(1-2e_L/L) \geq 2/3$
$\geq 75\%$	$(1-2e/B) \geq 1/2$	$(1-2e/B) \geq 9/16$	$(1-2e_B/B).(1-2e_L/L) \geq 1/2$
$\geq 10\%$	$(1-2e/B) \geq 1/15$	$(1-2e/B) \geq 3/40$	$(1-2e_B/B).(1-2e_L/L) \geq 1/15$

Tableau d'après la norme NFP 94-261.

L'aire comprimée d'assise à 100% correspond à l'ELSQP, supérieure ou égale à 75% l'ELSC, supérieure ou égale à 10% l'ELU.

Nous trouvons les valeurs répertoriées dans le tableau ci-dessous pour les massifs isolés (calcul FOXTA en annexe) :

Appui	Type de fondation	Cas de charge	Dimension massif (L×l×ht)	Seff/Stot	Vérification excentrement
15	Massif isolé	ELSC max	1,50m×1,50m×1,30m	0,80	OK
		ELSQP max		0,80	OK
		ELUF max		0,79	OK
		ELUS max		0,62	OK
19	Massif isolé	ELSC max	1,20m×1,20m×1,30m	0,74	OK
		ELSQP max		0,74	OK
		ELUF max		0,71	OK
		ELUS max		0,56	OK
37	Massif isolé	ELSC max	1,40m×1,40m×1,30m	0,83	OK
		ELSQP max		0,83	OK
		ELUF max		0,79	OK
		ELUS max		0,56	OK

Nous avons également vérifié l'excentrement avec les cas de charges minimum qui est conforme avec les dimensions des massifs ci-dessus (paramètre dimensionnant à l'ELSQP pour le massif 37).

7.5. Vérification au glissement

Les calculs de vérification au glissement ont été menés sur FOXTA suivant le module FONDSUP (résultats en annexe). Le glissement est vérifié à l'ELU et doit vérifier les conditions suivantes en conditions non drainées :

$$H_d \leq R_{h,d}$$

Avec :

- $$R_{h,d} = \min \left\{ \frac{1}{\gamma_{R;h} \gamma_{R;d;h}} (A' c_{u;k}) ; 0,4 V_d \right\}$$
- $R_{h,d}$ est la valeur de calcul de la résistance ultime par glissement ;
- V_d est la valeur de calcul de la composante verticale de la charge transmise par la fondation superficielle au terrain, déduite de la situation de calcul fournissant la valeur de la composante H_d ;
- $\gamma_{R;h}$ est le facteur partiel pour la résistance au glissement de la fondation superficielle, sa valeur est égale à 1,1 (Annexe B) ;
- $\gamma_{R;d;h}$ est le coefficient de modèle lié à l'estimation de la résistance ultime au glissement, sa valeur est égale à 1,1 ;
- $c_{u;k}$ est la valeur caractéristique de la cohésion non drainée du terrain d'assise de la fondation.

Nous avons considéré 20 kPa comme hypothèse de cohésion non drainée.

La résistance en butée est négligée suivant FOXTA.

Les résultats sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

Appui	Cas de charge	Dimension massif (L×l×ht)	V (kN)	H (kN)	R _{h,d} (kN)	Glissement
15	ELUF max	1,50m×1,50m×1,30m	452,0	15,1	29,4	OK
	ELUS max		330,6	18,4	22,2	OK
19	ELUF max	1,20m×1,20m×1,30m	241,7	7,9	16,9	OK
	ELUS max		186,6	9,1	13,0	OK
37	ELUF max	1,40m×1,40m×1,30m	265,8	11,6	23,7	OK
	ELUS max		202,1	14,5	16,3	OK

La résistance au glissement est vérifiée pour les appuis 15, 19 et 37 (feuilles de calcul en annexe).

Nous avons également vérifié le glissement avec les cas de charges minimum qui est conforme avec les dimensions des massifs ci-dessus.

7.6. Calcul du tassement

Les calculs de tassement ont été menés sur FOXTA suivant le module FONDSUP à l'ELSQP (résultats en annexe).

Le tassement calculé est la somme du tassement volumique et déviatorique :

$$s_{10 \text{ ans}} = s_c + s_d$$

où :

- $s_c = (q - \sigma_v) \lambda_c B \alpha / 9 E_c$ est le tassement volumique ;
- $s_d = 2(q - \sigma_v) B_0 (\lambda_d B / B_0)^\alpha / 9 E_d$ est le tassement déviatorique ;

- q est la contrainte verticale appliquée par la fondation ;
- σ_v est la contrainte verticale totale avant travaux au niveau de la base de la fondation $\sigma_v = (Z_o - Z_b) \times \gamma_{moy}$;
- λ_c est le coefficient de forme volumique ;
- λ_d est le coefficient de forme déviatorique ;
- α est le coefficient rhéologique ;
- B largeur de la fondation ;
- B_0 dimension de référence égale à 0.60 m ;
- E_c module pressiométrique équivalent dans la zone volumique
- E_d module pressiométrique équivalent dans la zone déviatorique

Les coefficients de forme déviatorique et volumique sont déterminés dans le tableau ci-dessous :

L/B	Cercle	Carré	2	3	5	20
λ_c	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50
λ_d	1,00	1,12	1,53	1,78	2,14	2,65

Les modules pressiométriques :

- E_i module pressiométrique mesuré dans la couche située entre $(i-1)B/2$ et $iB/2$;
- E_{ij} moyenne harmonique des modules E_i à E_j .

Par ailleurs, si les valeurs de $9B/2$ à $16B/2$ ne sont pas connues, mais sont supposées supérieures aux valeurs sus-jacentes, on calcule E_d de la manière suivante :

$$\frac{1}{E_d} = \frac{0,25}{E_1} + \frac{0,30}{E_2} + \frac{0,25}{E_{3,5}} + \frac{0,20}{E_{6,8}}$$

$$E_c = E_1$$

Les calculs de tassement sont récapitulés dans le tableau ci-dessous pour les massifs isolés (calcul FOXTA en annexe) :

Appui	Type de fondation	Cas de charge	Dimension massif (Lxlxht)	V (kN)	S (cm)
15	Massif isolé	ELSQP max	1,50m×1,50m×1,30m	327,3	0,43
19	Massif isolé	ELSQP max	1,20m×1,20m×1,30m	180,3	0,32
37	Massif isolé	ELSQP max	1,40m×1,40m×1,30m	204,5	0,29

Les tassements des fondations sont inférieurs au cm. Les valeurs de tassement avec les cas de charges minimum sont inférieures aux valeurs du tableau ci-dessus.

7.7. Dispositions constructives pour les fondations superficielles

Les principes généraux sont listés ci-dessous :

CONDITIONS DE TERRASSEMENT

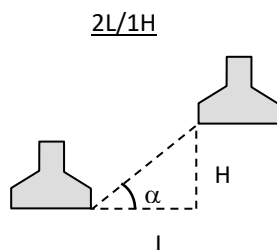
- Les terrassements des fondations superficielles pourront se faire en retro avec un engin de terrassement puissant traditionnel (pelle hydraulique, par exemple). Il pourra nécessiter l'utilisation de briche roche hydraulique pour les éléments de blocs calcaires et béton présents dans les remblais. Des précautions devront être prises pour ne pas induire de vibrations nuisibles aux structures voisines,
- Les sols à traverser pourront s'avérer bouillants (notamment en cas de venue d'eau ou de pluies), nous recommandons de réaliser un coffrage perdu pour les parois, à moins de réaliser des pentes pour les talus,
- Bien vérifier les fonds de fouilles et purger toute poche de sol douteux (poche de limon ou de sable très mous, remblais, sol comportant des éléments végétaux ...) au niveau d'assise retenu. Tout sol douteux détecté à l'ouverture des fouilles sera purgé, remplacé par du gros béton coulé pleine fouille,
- Les fondations seront coulées pleine-fouille immédiatement après ouverture.

RISQUES LIES A L'EAU (PLUIE, NAPPE...)

- Les travaux seront réalisés en dehors des périodes de pluie, et nous conseillons de réaliser les travaux de fondation en période de nappe basse (été, début d'automne) pour se prémunir d'une remontée de nappe,
- Le bétonnage interviendra immédiatement après la réalisation des fouilles de fondation. Malgré cette précaution, en cas de pluie avant le bétonnage des fouilles, les fonds de fouilles remaniés par l'eau et les matériaux effondrés des parois devront être bien curés et bien nettoyés avant le coulage,
- En cas de venue d'eau en fond de fouilles, un drainage sera nécessaire (pompage fond de fouille à l'abri du coffrage ou parois talutées) mais en période de nappe haute, les fouilles de fondation intercepteront la nappe, et c'est un dispositif de rabattement de nappe par puits ou pointes filtrantes qu'il faudra mettre en place.

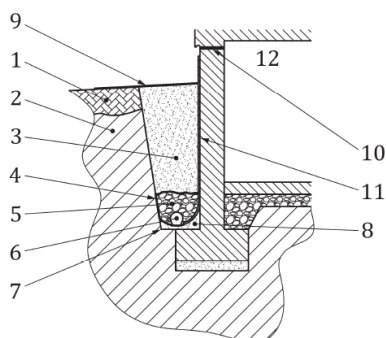
SUJETIONS D'EXECUTION LIEES A LA PRESENCE D'EXISTANTS

- Compte tenu du niveau de la fondation relevé de l'atelier 5 actuel à -1,40 m/TA présentant un débord de 0,18 m, de l'éloignement du projet par rapport à l'existant (2,6 m), il n'y aura pas de dispositions spécifiques concernant les niveaux d'ancrages vis-à-vis de l'existant. Si le projet devait se rapprocher, on respecterait les dispositions suivantes. Si le projet devait se rapprocher de l'existant, on respectera une pente de 2L/1H (2 Longueur /1 Hauteur) entre niveaux d'assise de fondation en zone sismique 2.



$$\tan \alpha = \frac{H}{L} \leq 1/2$$

- L'auvent faisant office de jonction entre le hall B et la halle projetée devra être désolidarisée des deux bâtiments,
- Le drainage pourra être réalisé à proximité des fondations du nouveau bâtiment pour la façade Nord à proximité de l'existant afin de ne pas affouiller l'existant.



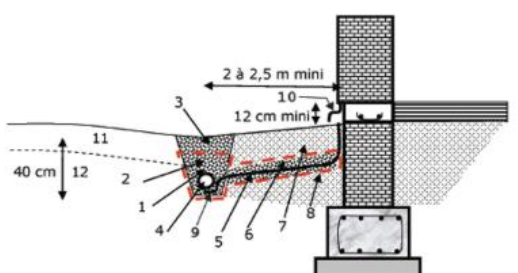
Légende

1 Terrain perméable	8 Chanfrein en béton maigre
2 Terrain peu perméable	9 Imperméabilisation de surface
3 Remblai peu perméable	10 Coupure de capillarité
4 Géotextile (Séparation et filtration)	11 Étanchéité du soubassement suivant NF DTU 20.1 P1-1 + complexe de protection éventuel ou drainage vertical éventuel
5 Graviers ou graves	12 Sous-sol
6 Drain	
7 Cunette en béton maigre	

Figure 13 : Schéma de mise en œuvre d'un drainage à proximité d'une fondation.

DISPOSITIONS A PRENDRE EN COMPTE POUR LE RISQUE RETRAIT-GONFLEMENT

- Rigidification des fondations et du soubassement de la structure, permettant d'assurer un comportement le plus monolithique possible de la construction,
- Profondeur minimale d'assise des fondations à 1,20 m sous le niveau extérieur définitif du terrain,
- Réalisation d'une géomembrane sur 2,0 m de large ou d'un trottoir étanche autour des fondations et d'un drain périphérique à l'extrémité suivant le schéma ci-dessous :



1. Cailloux 30/60	7. Remblai
2. Graviers 5/15	8. Fond de forme de terrassement (pente 5 %)
3. Sable 0/3	9. Géotextiles
4. Collecteur drainant type drain routier 0,5cm/m	10. Profilé métallique ou plastique
5. Géomembrane pente 5 %	11. Terrain perméable (terre végétale)
6. Sable 0/3 2 couches de 5 cm	12. Terrain imperméable

Figure 21
Schéma de mise en œuvre d'une géomembrane

Figure 14 : Schéma de mise en œuvre d'un drainage éloigné des fondations.

- Mise en place d'un drainage sous le vide constructif de la dalle,
- Aucune plantation d'arbre ou arbuste ne devra être réalisée à proximité directe de l'ouvrage ; les arbres existants devront soit être supprimés sur une distance à la construction égale au moins à la 1,5 fois la

hauteur de l'arbre à maturité, soit la mise en place d'un écran anti-racines devra permettre d'annuler leur effet au voisinage des fondations,

- Récupération des eaux de toiture par des gouttières et rejet des eaux pluviales dans un collecteur étanche, ou dans un fossé suffisamment éloigné des fondations,
- Mise en œuvre de canalisations flexibles (avec raccord souples, ...) et des entrées et sorties qui s'effectueront de la manière la plus directe possible (de préférence perpendiculairement à la construction),
- Aucun dispositif d'infiltration ne devra être placé à moins de 5 m de tout ouvrage (distance minimale pouvant être revue à la hausse de par la nature argileuse des terrains en place).

Le présent rapport conclut la mission d'étude géotechnique préalable G2PRO confiée à SIAL

Les calculs et valeurs dimensionnelles donnés dans le présent rapport ne sont que des ébauches destinées à donner un premier aperçu des sujétions techniques d'exécution et ne constituent pas un dimensionnement du projet.

Selon la norme NF P94-500, cette phase est insuffisante pour consulter les entreprises ; elle doit être suivie des phases PRO de prédimensionnement des ouvrages géotechniques, et DCE/ACT visant notamment à vérifier avant l'envoi du DCE aux entreprises, que les préconisations de l'étude G2 sont bien prises en compte dans les paragraphes du CCTP relatifs aux ouvrages géotechniques.

Il conviendra également de missionner un géotechnicien pour la supervision d'exécution des travaux géotechniques dans le cadre d'une mission G4. L'étude et le suivi d'exécution de ces travaux est à confier à l'entreprise dans le cadre d'une mission G3.

SIAL est à la disposition de tous les intervenants pour réaliser des missions complémentaires.

8. ANNEXES

8.1. ANNEXE 1 - Notes générales sur les missions géotechniques

Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

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

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique

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 : <u>Phase Étude de Site (ES)</u> Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site. — Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours. — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs. <u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u> Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées. — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).
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 : <u>Phase Avant-projet (AVP)</u> Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées. — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques. <u>Phase Projet (PRO)</u> Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site. — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités. <u>Phase DCE / ACT</u> Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques. — Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel). — Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)
ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)
ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

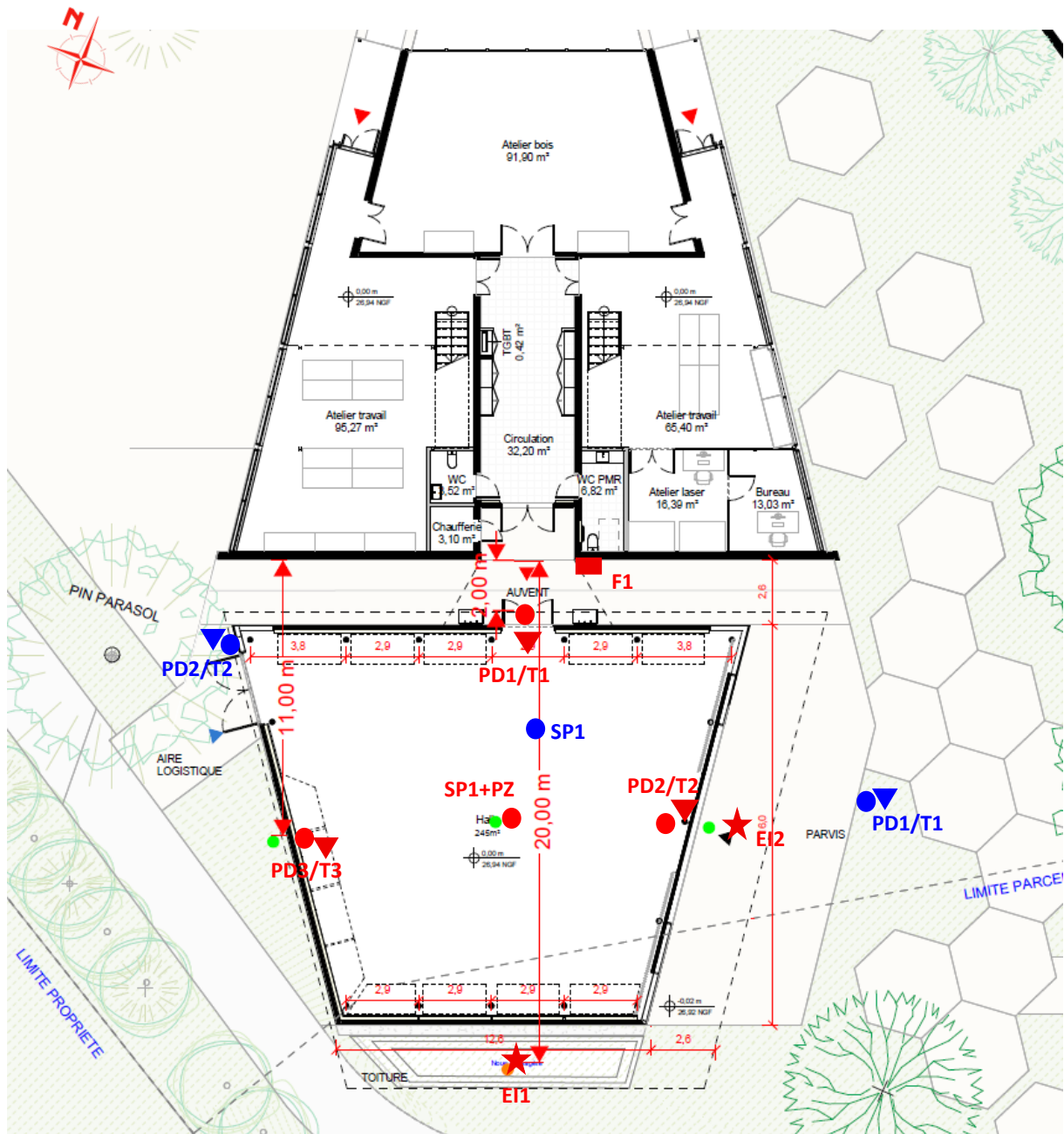
Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou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

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

8.2. ANNEXE 2 - Plan de situation



8.3. ANNEXE 3 - Plan d'implantation des sondages



LÉGENDE :

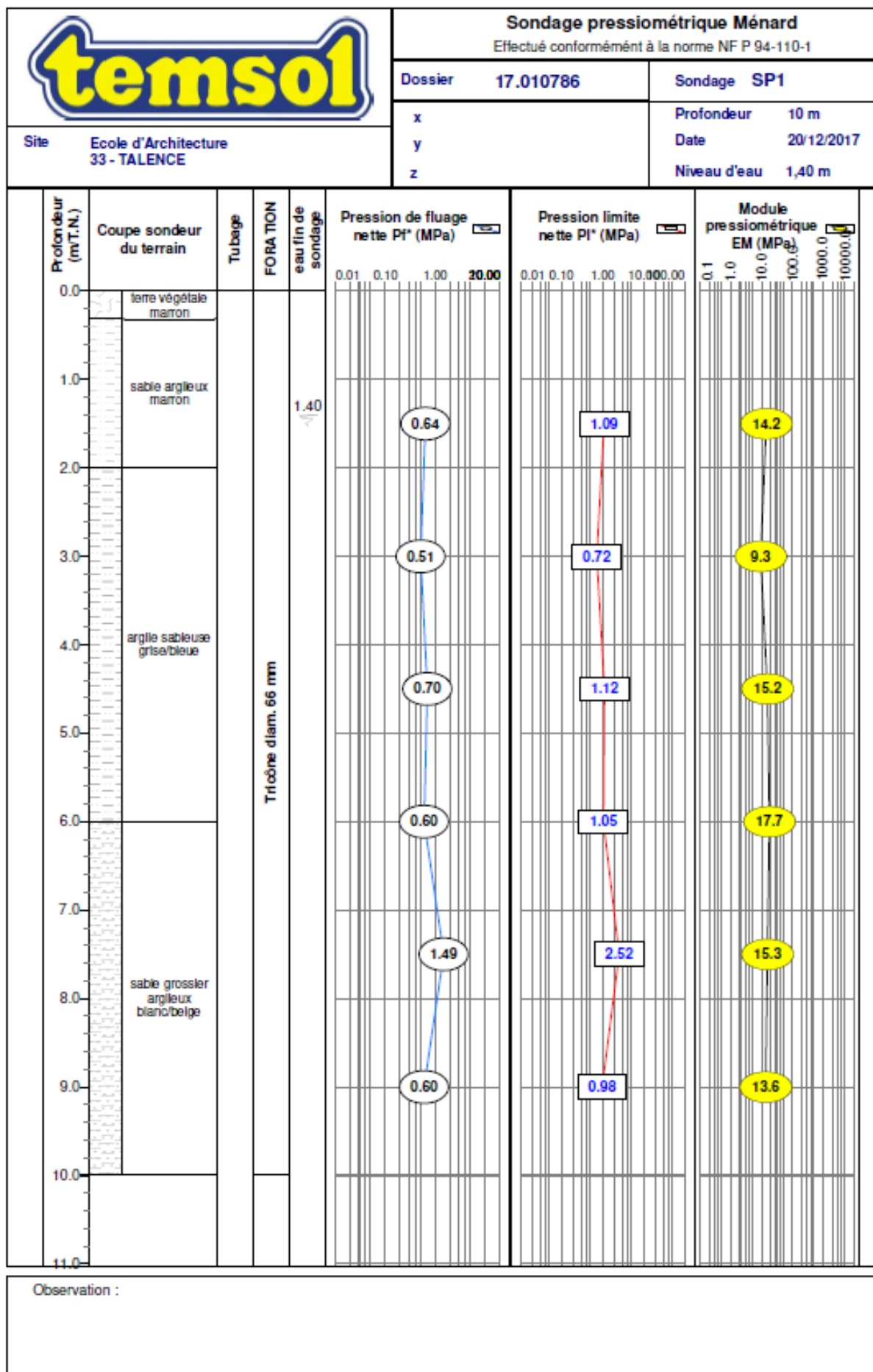
- SP ● Sondage pressiométrique
- T ● Sondage à la tarière mécanique
- F ■ Reconnaissance de fondations
- P ★ Essai de perméabilité de type PORCHET
- PD ▼ Essai pénétrométrique

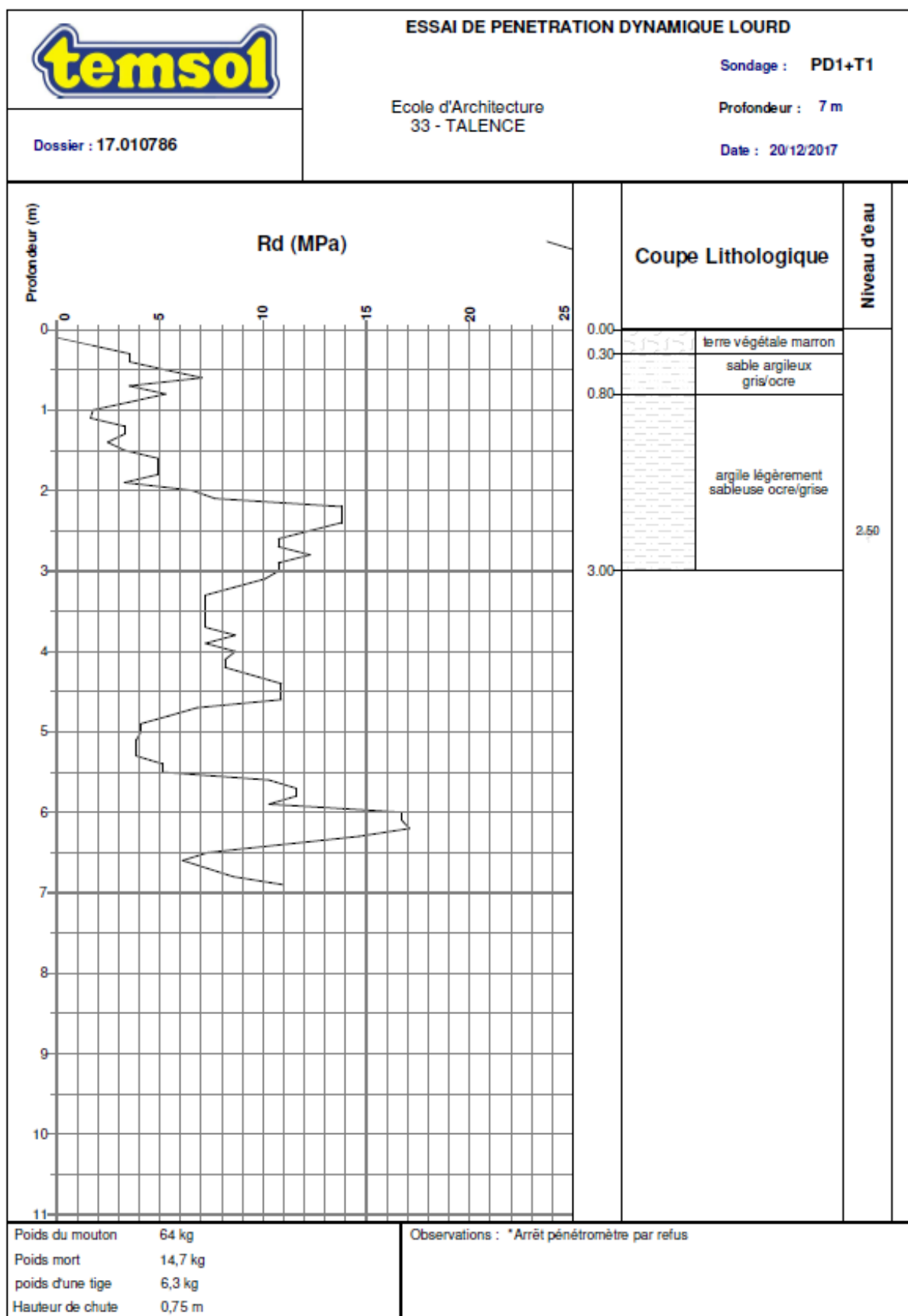
Campagne d'investigations menée par TEMSOL en 2017

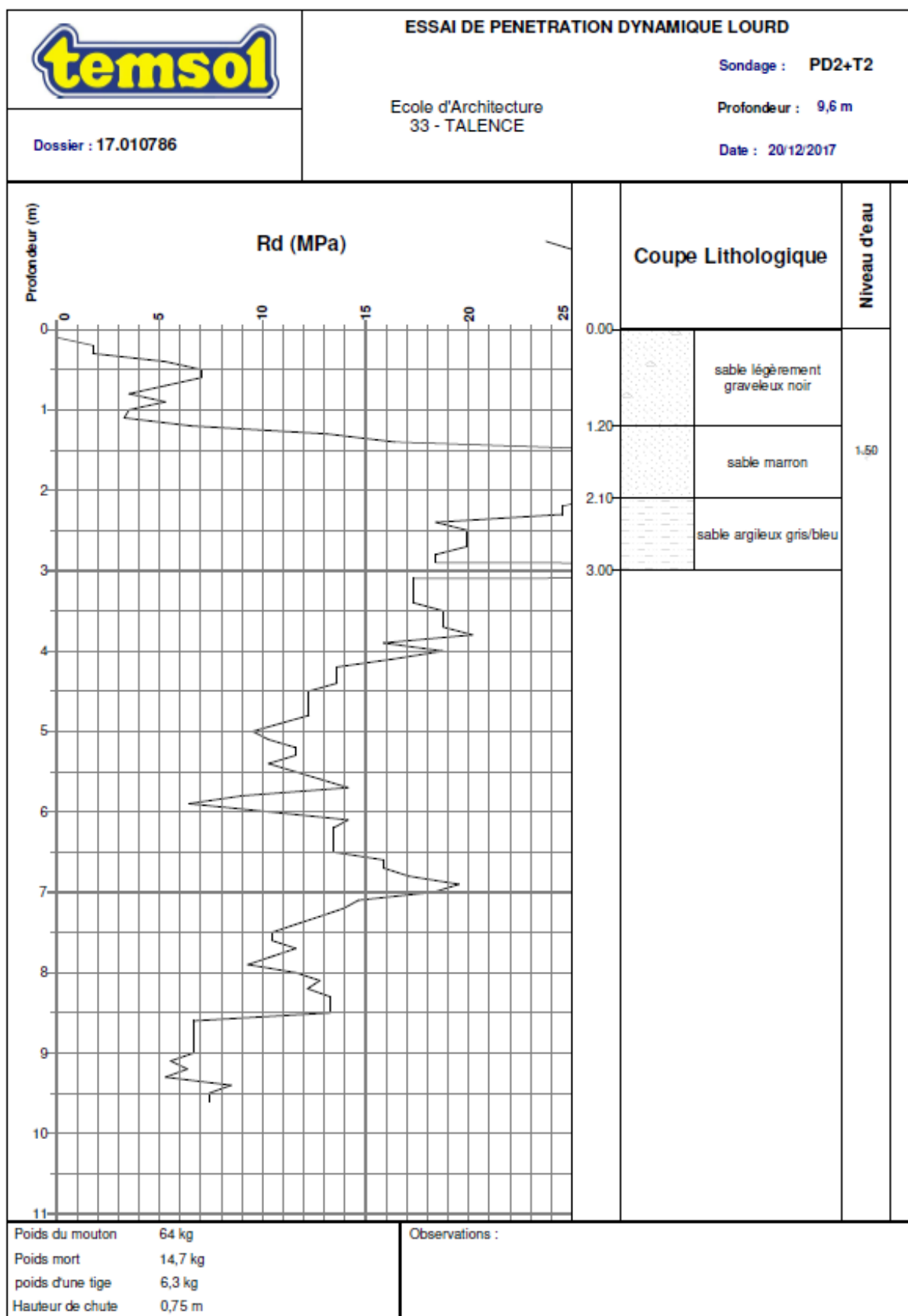
Campagne d'investigations menée par SIAL en 2026

8.4. ANNEXE 4 - Sondages et essais réalisés par TEMSOL en 2017

- Coupe du sondage pressiométrique
- Coupes des sondages à la tarière mécanique
- Diagrammes des essais pénétrométriques
- Procès-verbal des analyses en laboratoire







Dossier n° 17.010786 **Sondage** T1
CHANTIER: Agrandissement de l'Atelier **Profondeur (m)** 1,00 - 1,50 m
DATE: janv-18 **Matériau** argile légèrement sableuse ocre/grise
Prélevé le: 20/12/17 **par:** Temsol **ajoutant de forage:** Néant

DETERMINATION DES LIMITES D'ATTERBERG (NF P 94-051/ NF P 94-052-1)

Conditions d'essai

Essai réalisé par: C. GEROME Date: 05/01/18

W% mesurées par étuvage à

50°C
 105°C

Limite de liquidité (WL) à la coupelle de Casagrande

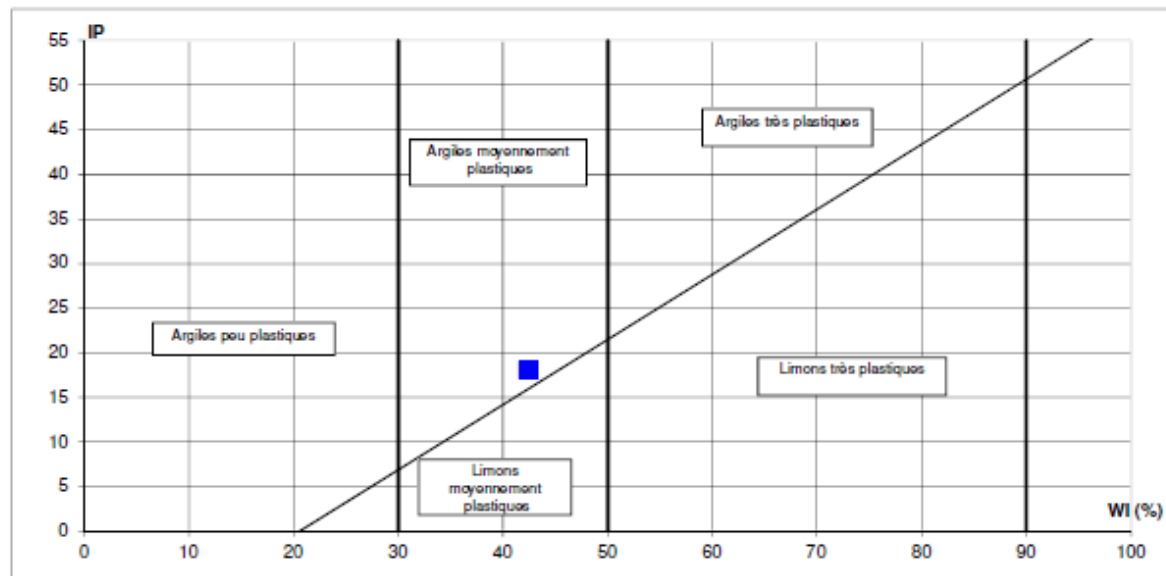
coupelle lisse
 coupelle rugueuse

mesure n°	1	2	3	4	5
N coups	19	23	27	31	0
W	43,9%	42,5%	42,0%	41,7%	

Résultats retenus

W nat(%)	WL(%)	Wp(%)	Ip	Ic	repère	observations
23,1	42,5	24,5	18,0	1,08	☒	

w = teneur en eau naturelle; wl = limite de liquidité; wp = limite de plasticité; Ip = indice de plasticité; Ic = indice de consistance

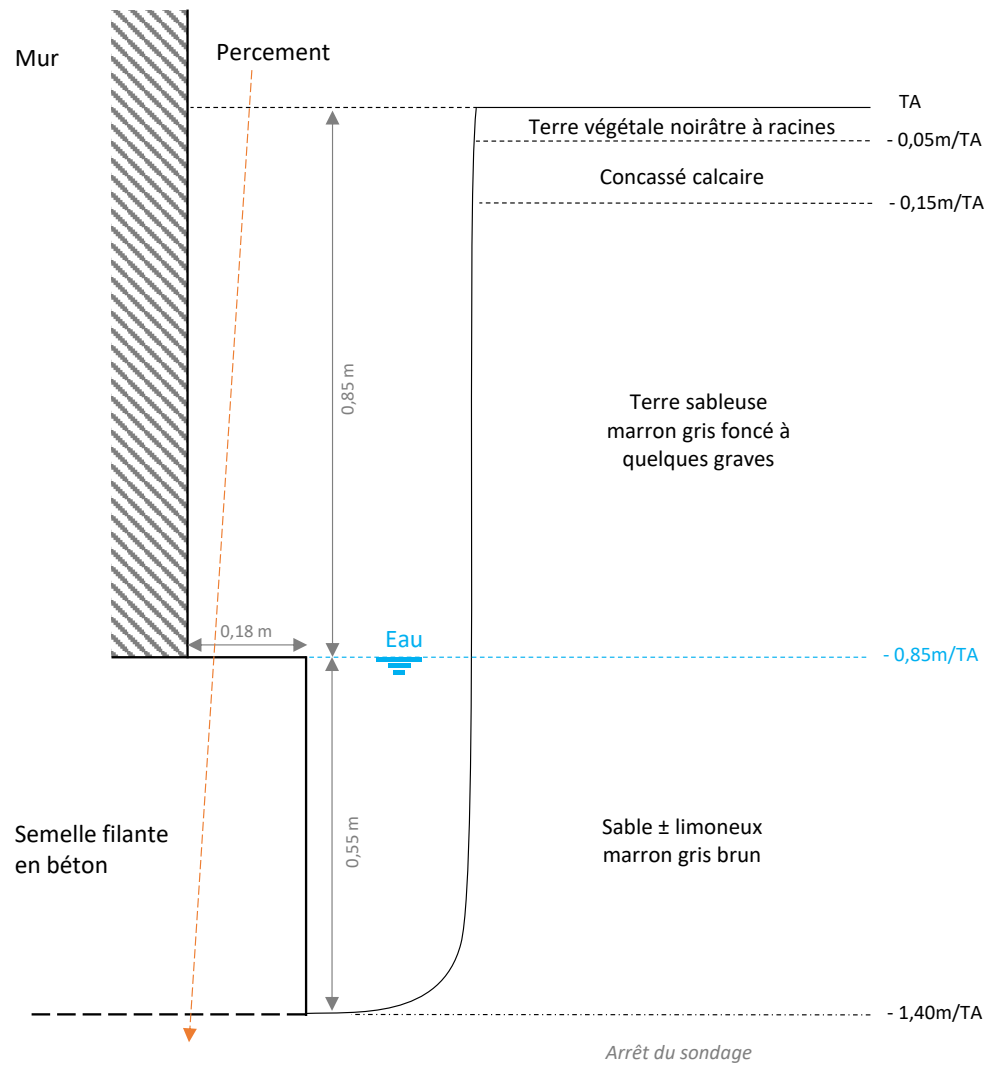


8.5. ANNEXE 5 - Sondages et essais réalisés par SIAL en 2026

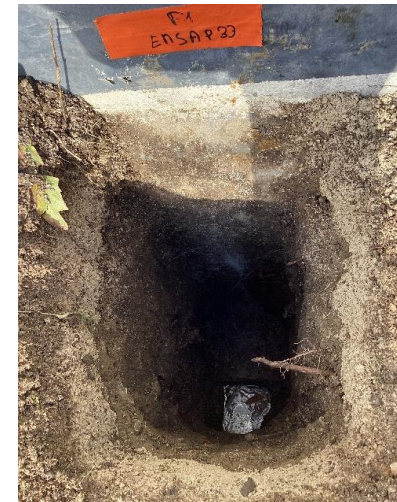
- Croquis de la fouille sur fondations
- Coupe du sondage pressiométrique
- Coupes des sondages à la tarière mécanique
- Diagrammes des essais pénétrométriques
- Procès-verbaux des analyses en laboratoire

Reconnaissance de fondations - F1

Coupe de la fouille F1



Photographie de la fouille F1



Dossier : **23-011375**

Localité : **33 - TALENCE**

Chantier : **Création d'un espace pédagogique à l'ENSAP**

Client : **ENSAPBX**

X :

Date début de forage : **05/09/2023**

Echelle : **1/50**

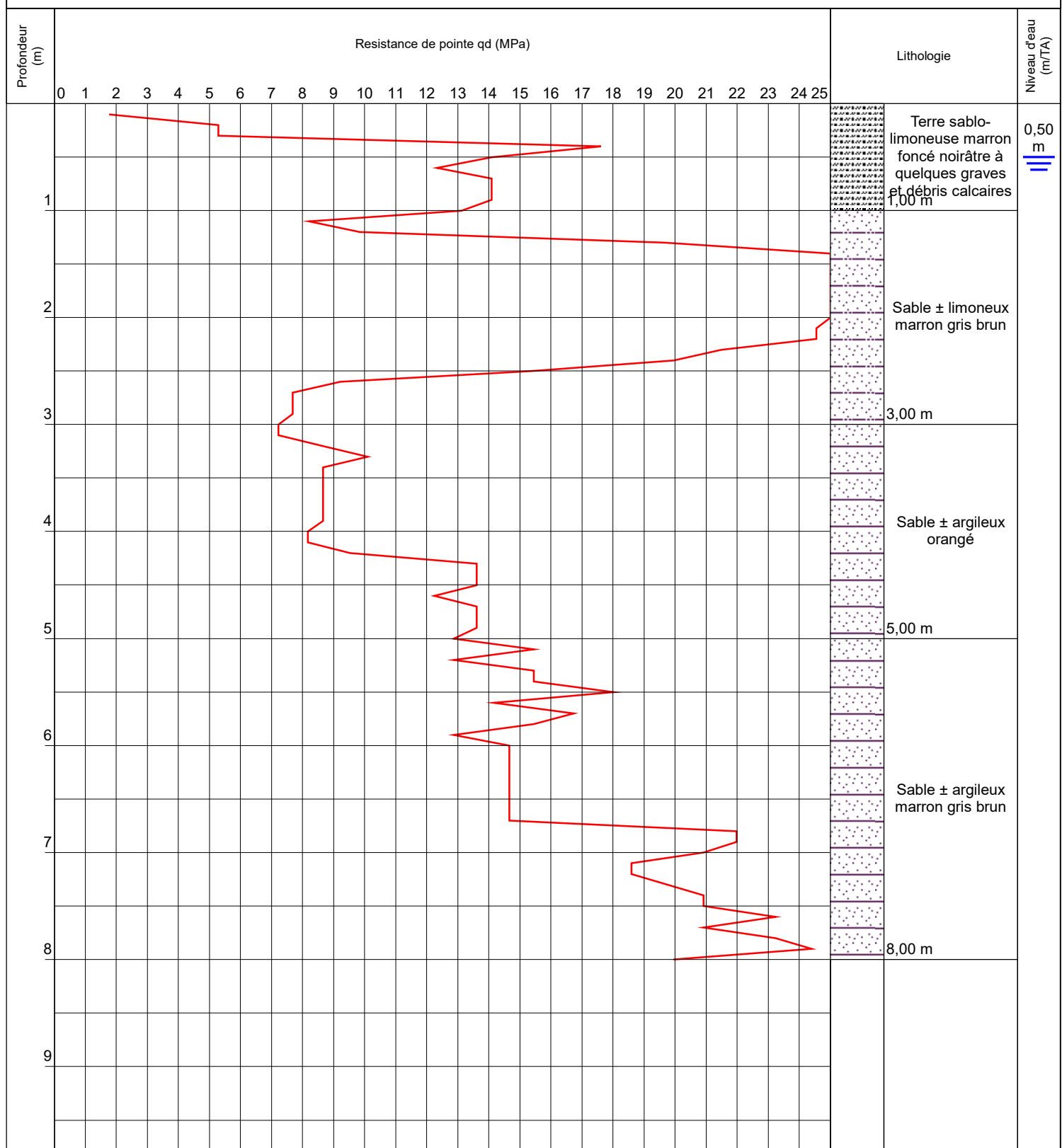
Y :

Date fin de forage : **05/09/2023**

Machine : **APAFOR 100**

Z :

Profondeur de fin : **8,00m**



Observations : **Arrêt volontaire de l'essai à -8,00 m/TA**

EXGTE 3.23.1

Dossier : **23-011375**

Localité : **33 - TALENCE**

Chantier : **Création d'un espace pédagogique à l'ENSAP**

Client : **ENSAPBX**

X :

Date début de forage : **05/09/2023**

Echelle : **1/50**

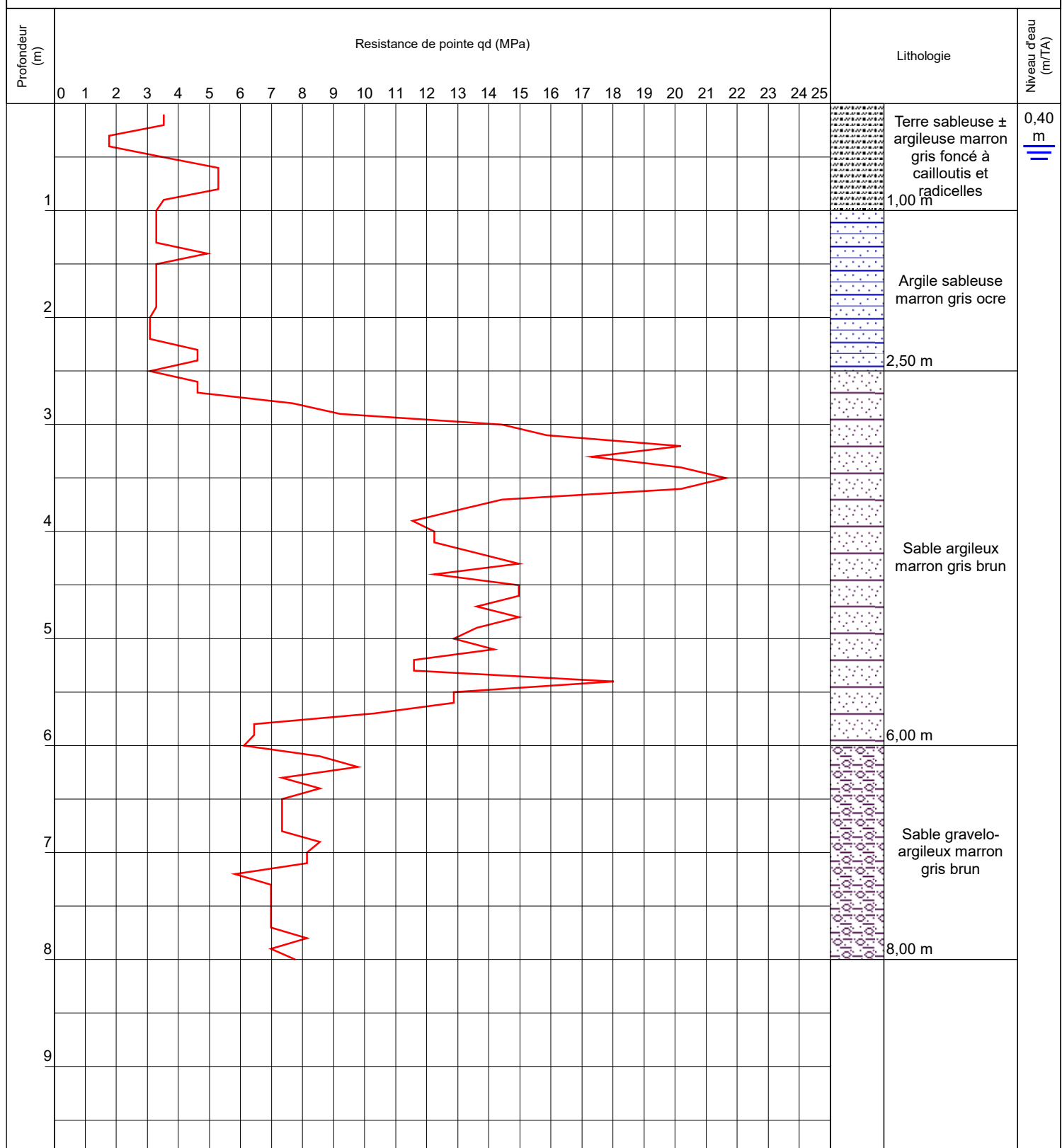
Y :

Date fin de forage : **05/09/2023**

Machine : **APAFOR 100**

Z :

Profondeur de fin : **8,00m**



Observations : **Arrêt volontaire de l'essai à -8,00 m/TA**

EXGTE 3.23.1

Dossier : **23-011375**

 Localité : **33 - TALENCE**

 Chantier : **Création d'un espace pédagogique à l'ENSAP**

 Client : **ENSAPBX**

X :

 Date début de forage : **05/09/2023**

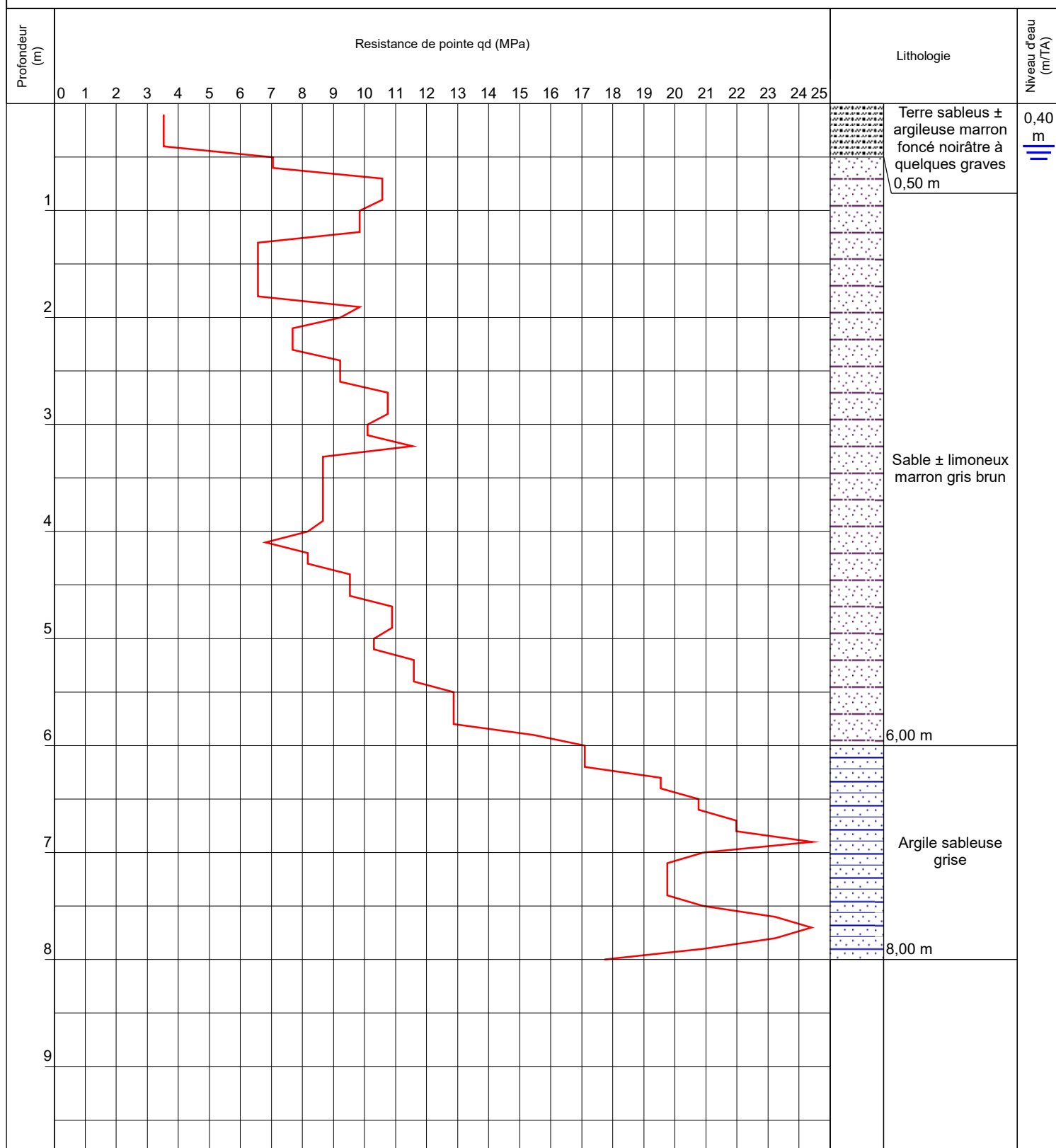
 Echelle : **1/50**

Y :

 Date fin de forage : **05/09/2023**

 Machine : **APAFOR 100**

Z :

 Profondeur de fin : **8,00m**

 Observations : **Arrêt volontaire de l'essai à -8,00 m/TA**

EXGTE 3.23.1

SONDAGE PRESSIOMETRIQUE SP1+PZ

Chantier : Création d'un espace pédagogique à l'ENSAP

Dossier : 26-000899

Client : ENSAPBX

Echelle : 1/150°

Machine : GEO305

X :

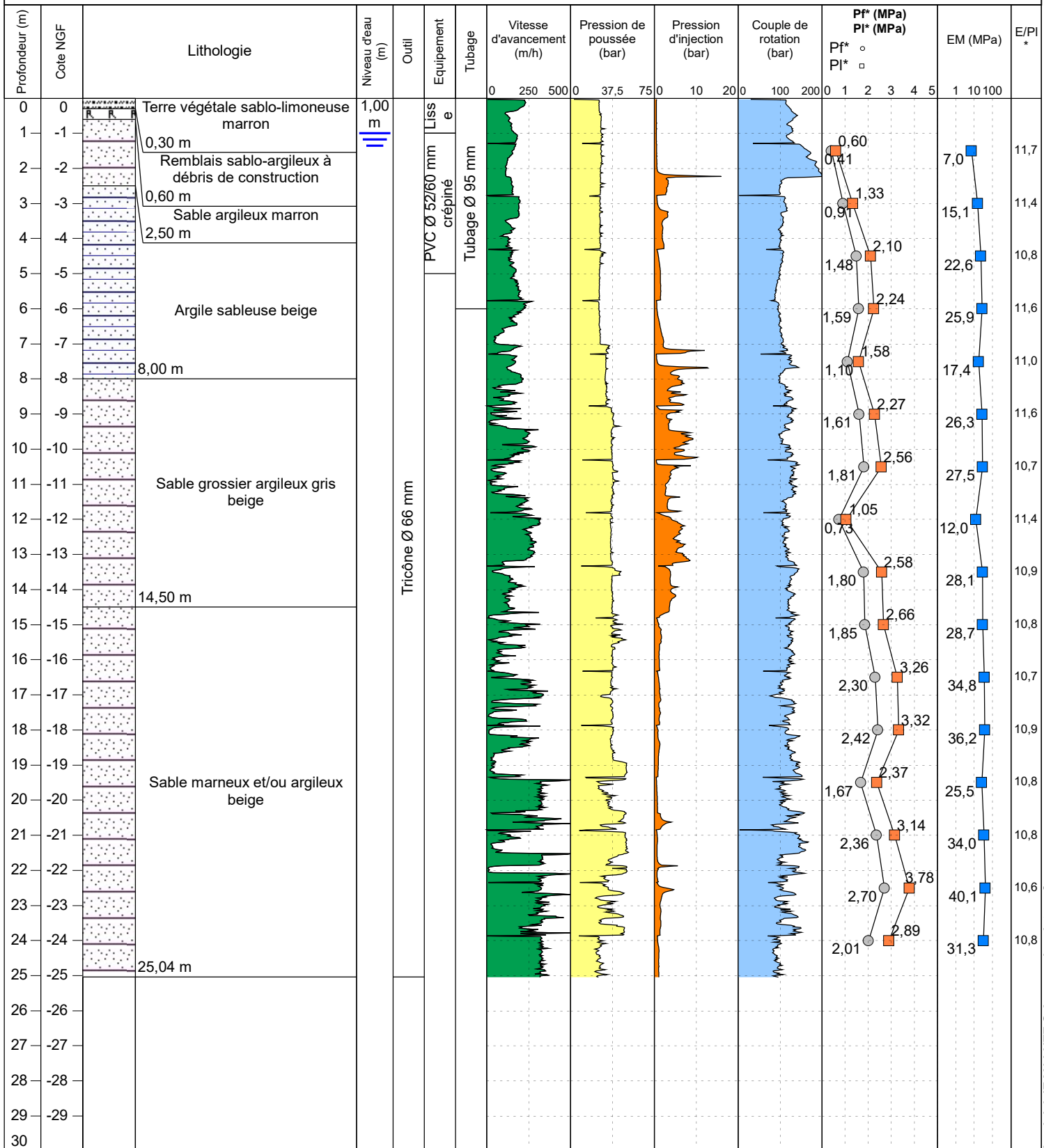
Y :

Z : 0

Date début de forage : 05/02/2026

Date fin de forage : 05/02/2026

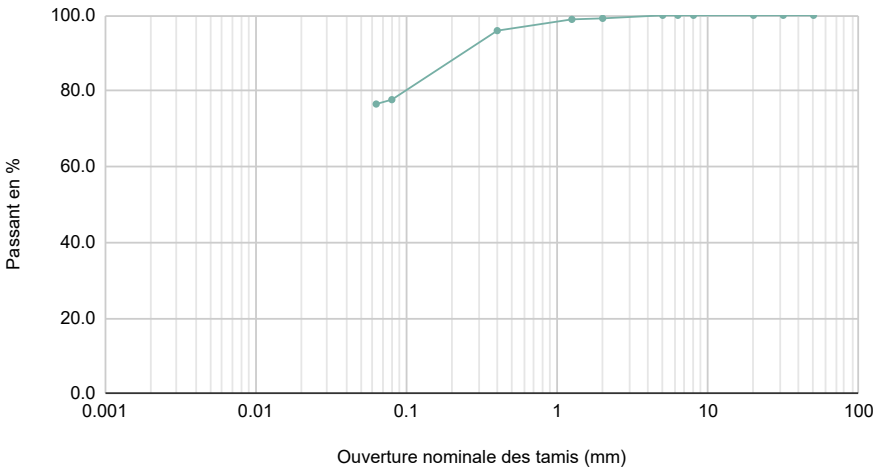
Profondeur du forage : 25,04 m



Observations :

EXGTE 3.23.1/LB2EPF587FR

Log pressiométrique - E158 V

	RAPPORT D'ESSAIS	FICHE L12-1																																																								
	Classification des matériaux utilisés pour la construction des remblais et des couches de forme NF P 11-300	Version 2 du 12/12/2025																																																								
INFORMATIONS GENERALES																																																										
Désignation:	ENSAP	N° dossier: 26-000899																																																								
Localité:	33 - TALENCE																																																									
INFORMATIONS SUR L'ECHANTILLON																																																										
Sondage:	T2	Profondeur: 1,00 à 1,50m																																																								
Description:	Argile sableuse marron gris ocre	N° enregistrement:																																																								
Mode de prélèvement:	Sondage à la tarière	Prélevé par: SIAL																																																								
Mode de conservation:	Echantillon prélevé en sac	Date de prélèvement: 28/01/2026																																																								
RESULTATS DES ESSAIS																																																										
Détermination de la teneur en eau - NF EN ISO17892-1																																																										
Teneur en eau - W% (Mode de séchage par étuvage à 105°C)		32.5																																																								
Détermination de la distribution granulométrique des particules - NF ISO 17892-4																																																										
<table><thead><tr><th colspan="2">Méthode par tamisage après lavage</th><th colspan="2">Méthode par sédimentation par densimètre</th></tr><tr><th>Tamis (mm)</th><th>Passant (%)</th><th>Diamètre (mm)</th><th>Passant (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>63</td><td>100.0</td><td>0.061</td><td>#DIV/0!</td></tr><tr><td>50</td><td>100.0</td><td>0.000</td><td>#DIV/0!</td></tr><tr><td>31.5</td><td>100.0</td><td>0.000</td><td>#DIV/0!</td></tr><tr><td>20</td><td>100.0</td><td>0.000</td><td>#DIV/0!</td></tr><tr><td>8</td><td>100.0</td><td>0.000</td><td>#DIV/0!</td></tr><tr><td>6.3</td><td>100.0</td><td>0.000</td><td>#DIV/0!</td></tr><tr><td>5</td><td>100.0</td><td>0.000</td><td>#DIV/0!</td></tr><tr><td>2</td><td>99.2</td><td>0.000</td><td>#DIV/0!</td></tr><tr><td>1.25</td><td>98.9</td><td>0.000</td><td>#DIV/0!</td></tr><tr><td>0.4</td><td>96.0</td><td>0.000</td><td>#DIV/0!</td></tr><tr><td>0.08</td><td>77.7</td><td></td><td></td></tr><tr><td>0.063</td><td>76.6</td><td>Dm (mm):</td><td>3</td></tr></tbody></table>		Méthode par tamisage après lavage		Méthode par sédimentation par densimètre		Tamis (mm)	Passant (%)	Diamètre (mm)	Passant (%)	63	100.0	0.061	#DIV/0!	50	100.0	0.000	#DIV/0!	31.5	100.0	0.000	#DIV/0!	20	100.0	0.000	#DIV/0!	8	100.0	0.000	#DIV/0!	6.3	100.0	0.000	#DIV/0!	5	100.0	0.000	#DIV/0!	2	99.2	0.000	#DIV/0!	1.25	98.9	0.000	#DIV/0!	0.4	96.0	0.000	#DIV/0!	0.08	77.7			0.063	76.6	Dm (mm):	3	
Méthode par tamisage après lavage		Méthode par sédimentation par densimètre																																																								
Tamis (mm)	Passant (%)	Diamètre (mm)	Passant (%)																																																							
63	100.0	0.061	#DIV/0!																																																							
50	100.0	0.000	#DIV/0!																																																							
31.5	100.0	0.000	#DIV/0!																																																							
20	100.0	0.000	#DIV/0!																																																							
8	100.0	0.000	#DIV/0!																																																							
6.3	100.0	0.000	#DIV/0!																																																							
5	100.0	0.000	#DIV/0!																																																							
2	99.2	0.000	#DIV/0!																																																							
1.25	98.9	0.000	#DIV/0!																																																							
0.4	96.0	0.000	#DIV/0!																																																							
0.08	77.7																																																									
0.063	76.6	Dm (mm):	3																																																							
Valeur de bleu de méthylène VBS d'un sol ou d'une roche - NF EN 17542-3																																																										
W(%) fraction 0/5mm		33.7																																																								
C(%) proportion massique de 0/5mm sur fraction 0/50mm		100.0																																																								
VBS g de bleu pour 100g de matériaux de fraction 0/50mm		3.6																																																								
Détermination des limites de liquidité et de plasticité - NF EN ISO 17892-12																																																										
<table><thead><tr><th colspan="3">Limite de Liquidité WL (%)</th><th colspan="2">Limite de Plasticité WP (%)</th></tr><tr><th>Mesure n°</th><th>Profondeur de pénétration (mm)</th><th>Teneur en eau W (%)</th><th>Mesure n°</th><th>Teneur en eau W (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td>0</td><td></td><td>1</td><td></td></tr><tr><td>2</td><td>0</td><td></td><td>2</td><td></td></tr><tr><td>3</td><td>0</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>4</td><td>8</td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>			Limite de Liquidité WL (%)			Limite de Plasticité WP (%)		Mesure n°	Profondeur de pénétration (mm)	Teneur en eau W (%)	Mesure n°	Teneur en eau W (%)	1	0		1		2	0		2		3	0				4	8																													
Limite de Liquidité WL (%)			Limite de Plasticité WP (%)																																																							
Mesure n°	Profondeur de pénétration (mm)	Teneur en eau W (%)	Mesure n°	Teneur en eau W (%)																																																						
1	0		1																																																							
2	0		2																																																							
3	0																																																									
4	8																																																									
<table><tr><td>Limite de liquidité WL (%)</td><td></td></tr><tr><td>Limite de plasticité WP (%)</td><td></td></tr></table>			Limite de liquidité WL (%)		Limite de plasticité WP (%)																																																					
Limite de liquidité WL (%)																																																										
Limite de plasticité WP (%)																																																										
Indice de plasticité - Ip		Indice de consistance - Ic																																																								
Méthode du Cône tombant 60g/60°																																																										
Classification selon GTR2023		Classification selon GTR92																																																								
F2		A2																																																								
Date: 05/02/2026 Responsable des essais:																																																										

SIAL - Agence de MERIGNAC - 38 Avenue Maurice LEVY 33700 MERIGNAC - Tél: 05.32.00.00.77

SIAL

Monsieur Hugues FEIL

38 Avenue Maurice Levy

33700 MERIGNAC

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-26-EM-007631-01 Version du : 20/05/2026

Page 1/3

Dossier N° : 26Q002842

Date de réception : 29/04/2026

Référence Dossier : Nom Commande : 26-000899 ensap talence

Référence Commande :

N° Ech	Matrice	Référence échantillon	Préleveur
001	Eau souterraine	echantillon 1	Client

Conservation de vos échantillons

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

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

3 rue d'Otterswiller

67700 Saverne

SAS au capital de 115 750 €

APE 7120B RCS SAVERNE 529294100

TVA FR72529294100

Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531

Mail : Materiaux@etfr.Eurofins.com

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-26-EM-007631-01 Version du : 20/05/2026

Page 2/3

Dossier N° : 26Q002842

Date de réception : 29/04/2026

Référence Dossier : Nom Commande : 26-000899 ensap talence

Référence Commande :

N° Echantillon **26Q002842-001**

Référence : echantillon 1

Date de prélèvement : 12/03/2026

Début d'analyse : 04/05/2026

Sous-traitance | Eurofins Analyse pour l'Environnement France (ENV)

	Résultat	Unité	Limite
ZSWK6 : Anhydride carbonique (CO2) agressif Prestation soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1) (Non accrédité) Calcul - Calcul	0.00	mg/l	
LS025 : Filtration 0.45 µm Prestation soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1) (Non accrédité) Filtration - Méthode interne	04/05/2026 09:36:36		
LSRDB : Classe d'agressivité selon NF EN 206 Prestation soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1) (Non accrédité) Calcul - Calcul	<XA1		
LS02R : Ammonium Prestation soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1) COFRAC ESSAIS 1-1488 Spectrophotométrie (UV/VIS) - NF EN ISO 15923-1	# 0.21	mg NH4/l	
LS204 : Calcium (Ca) dissous Prestation soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1) COFRAC ESSAIS 1-1488 ICP/AES - NF EN ISO 11885	# 97.9	mg/l	
LS206 : Magnésium (Mg) dissous Prestation soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1) COFRAC ESSAIS 1-1488 ICP/AES - NF EN ISO 11885	# 15.1	mg/l	
LS207 : Potassium (K) dissous Prestation soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1) COFRAC ESSAIS 1-1488 ICP/AES - NF EN ISO 11885	# 1.88	mg/l	
LS208 : Sodium (Na) dissous Prestation soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1) COFRAC ESSAIS 1-1488 ICP/AES - NF EN ISO 11885	# 68.1	mg/l	
LS40Q : Injection ICP/AES Métaux Dissous Prestation soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1) (Non accrédité) Injection ICP -	blank value/Imported		

Contrôle préliminaire

	Résultat	Unité	Limite
LS001 : Mesure du pH Prestation soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1) COFRAC ESSAIS 1-1488 Potentiométrie - NF EN ISO 10523			
pH	# 7.2		
Température	20.6	°C	

Essais chimiques

	Résultat	Unité	Limite
LS02I : Chlorures (Cl) Prestation soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1) COFRAC ESSAIS 1-1488 Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrophotométrie visible automatisée] - NF EN ISO 15923-1	# 31.5	mg/l	
LS02Z : Sulfates (SO4) Prestation soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1) COFRAC ESSAIS 1-1488 Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrophotométrie visible automatisée] - NF EN ISO 15923-1	# 19.8	mg/l	
LS02L : Azote Nitrique / Nitrates (NO3) Prestation soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1) COFRAC ESSAIS 1-1488 Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrophotométrie visible automatisée] - NF EN ISO 15923-1			
Nitrates	# <1.00	mg NO3/l	

EUROFINS ANALYSES DES MATERIAUX ET COMBUSTIBLES France SAS

3 rue d'Otterswiller

67700 Saverne

SAS au capital de 115 750 €

APE 7120B RCS SAVERNE 529294100

TVA FR72529294100

Tél 03 88 021 562 - fax 03 88 916 531

Mail : Matériaux@etfr.Eurofins.com

RAPPORT D'ANALYSE

N° de rapport d'analyse : AR-26-EM-007631-01 Version du : 20/05/2026 Page 3/3
 Dossier N° : 26Q002842 Date de réception : 29/04/2026
 Référence Dossier : Nom Commande : 26-000899 ensap talence
 Référence Commande :

N° Echantillon **26Q002842-001** Référence : echantillon 1
 Date de prélèvement : 12/03/2026
 Début d'analyse : 04/05/2026

Essais chimiques

LS02L : **Azote Nitrique / Nitrates (NO3)** Prestation soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1)
 COFRAC ESSAIS 1-1488
 Spectrophotométrie (UV/VIS) [Spectrophotométrie visible automatisée] - NF EN ISO 15923-1

		Résultat	Unité	Limite
Azote nitrique	▲	# <0.20	mg N-NO3/l	
JI020 : Titre Alcalimétrique Complet (TAC) Prestation soustraite à Eurofins Analyses pour l'Environnement France (S1) COFRAC ESSAIS 1-1488 Spectrophotométrie (UV/VIS) - Méthode interne	▲	# 42.8	° f	

La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 3 page(s).

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

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

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

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

MS : Matières Sèches
 P.B. : Produit Brut



Dorothée MANGOLD
 Chef(fe) d'Equipe

8.6. ANNEXE FOXTA

CALCULS SUIVANT FONDSUP

Données

Titre du projet : ENSAP

Numéro d'affaire : 26-000899

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Massif 15 - ELSC (Cas 1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation rectangulaire

Longueur L (m) : 1,50

Largeur B (m) : 1,50

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

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

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

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Argiles et limons

Type de comportement : Comportement intermédiaire

Cohésion c (kPa) : 20,00

Angle de frottement (°) : 30,0

Poids volumique net (kN/m3) : 19,0

Type d'interface : Interface adhérente

Cohésion à l'interface (kPa) : 20,0

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 19,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Terre végétale sablo-limoneuse		-1,00	100,00	2000,00	0,33
2	Sable plus ou moins limoneux		-14,50	600,00	7000,00	0,33
3	Sable marneux		-25,00	2370,00	25500,00	0,33

Poids propre de la semelle (P0) : 73,10

Cote d'application de la charge Z0 (m) : 0,00

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	254,26	10,19	2,41	13,27	21,46	1,00	ELS-Caractéristiques

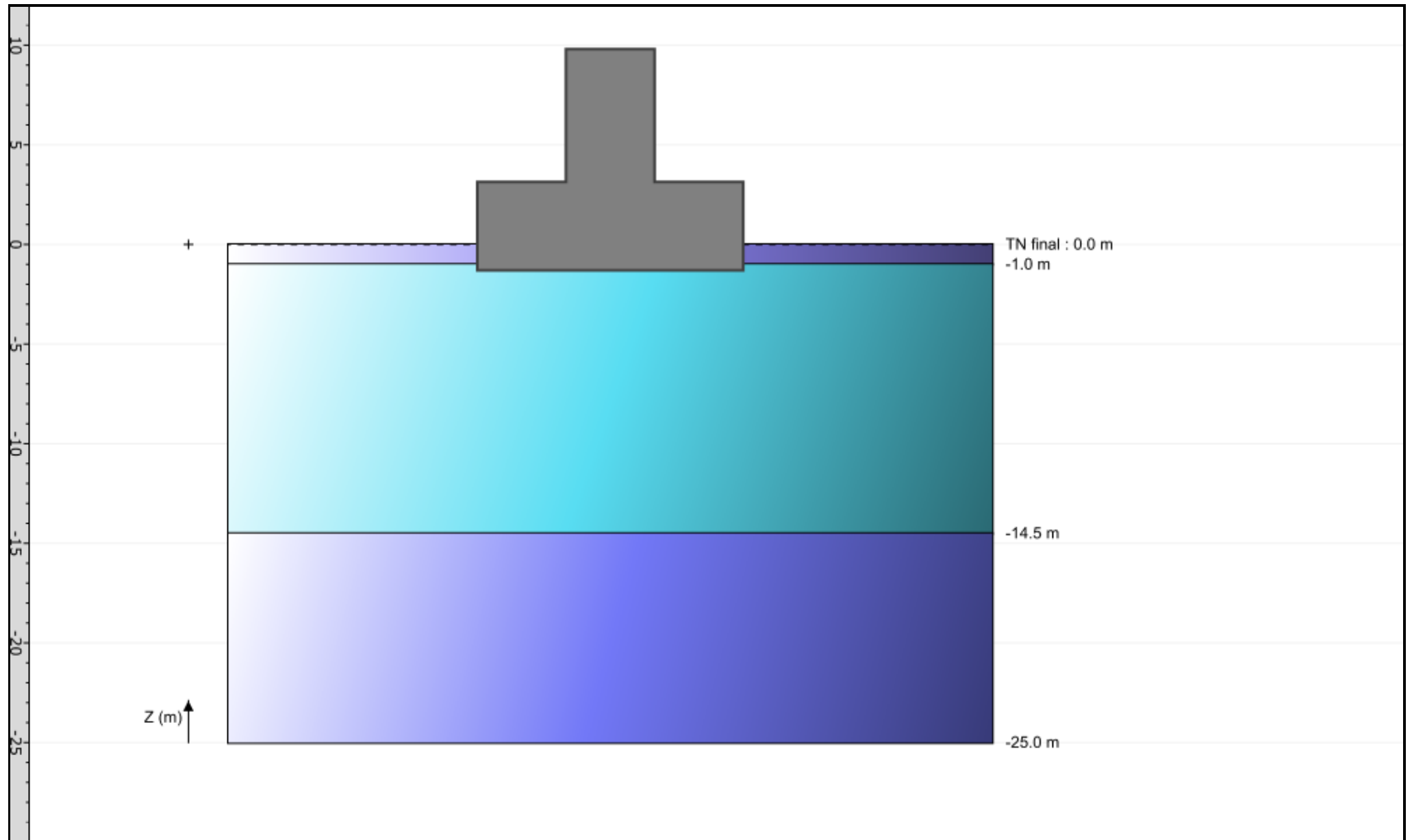


FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 21/05/2026 - 15:43:43
Calcul réalisé par : SIAL

Projet : Massif ENSAP
Module : Fondsup (Cas 1/1)
Titre du calcul : Massif 15 - ELSC

Onglet "Chargement (valeurs de calcul)"



Synthèse des principaux résultats

- N° cas de charge : Indice du cas de charge
- Combinaison : Type de combinaison
- Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation
- Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation
- R0 [kN] : Poids des terres excavées
- Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation
- Rv,d [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)
- Rh,d [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)
- Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)
- Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)
- Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)
- Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rv,d	Rh,d	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Caractéristiques	327,36	10,47	55,58	0,80	339,44	-	Ok	Ok	-	-



FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 21/05/2026 - 15:43:44
Calcul réalisé par : SIAL

Projet : Massif ENSAP
Module : Fondsup (Cas 1/1)
Titre du calcul : Massif 15 - ELSC

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

- N° cas de charge : Indice du cas de charge
- Combinaison : Type de combinaison
- iδβ : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus
- kp : Facteur de portance pressiomérique
- ple [kPa] : Pression limite nette équivalente
- qnet [kPa] : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)
- Seff [m²] : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)
- Fglobal : Facteur de sécurité global
- Rv,d [kN] : Valeur de calcul de la résistance nette du terrain de fondation

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	Seff	Fglobal	Rv,d
1	ELS-Caractéristiques	0,95	0,91	600,00	518,76	1,81	2,76	339,44



FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 21/05/2026 - 15:43:44
Calcul réalisé par : SIAL

Projet : Massif ENSAP
Module : Fondsup (Cas 1/1)
Titre du calcul : Massif 15 - ELSC

Données

Titre du projet : ENSAP

Numéro d'affaire : 26-000899

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Massif 15 - ELSQP (Cas 1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation rectangulaire

Longueur L (m) : 1,50

Largeur B (m) : 1,50

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

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

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

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Argiles et limons

Type de comportement : Comportement intermédiaire

Cohésion c (kPa) : 20,00

Angle de frottement (°) : 30,0

Poids volumique net (kN/m3) : 19,0

Type d'interface : Interface adhérente

Cohésion à l'interface (kPa) : 20,0

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 19,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Terre végétale sablo-limoneuse		-1,00	100,00	2000,00	0,33
2	Sable plus ou moins limoneux		-14,50	600,00	7000,00	0,33
3	Sable marneux		-25,00	2370,00	25500,00	0,33

Poids propre de la semelle (P0) : 73,10

Cote d'application de la charge Z0 (m) : 0,00

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	254,26	10,19	2,41	13,27	21,46	1,00	ELS-Quasi-permanentes

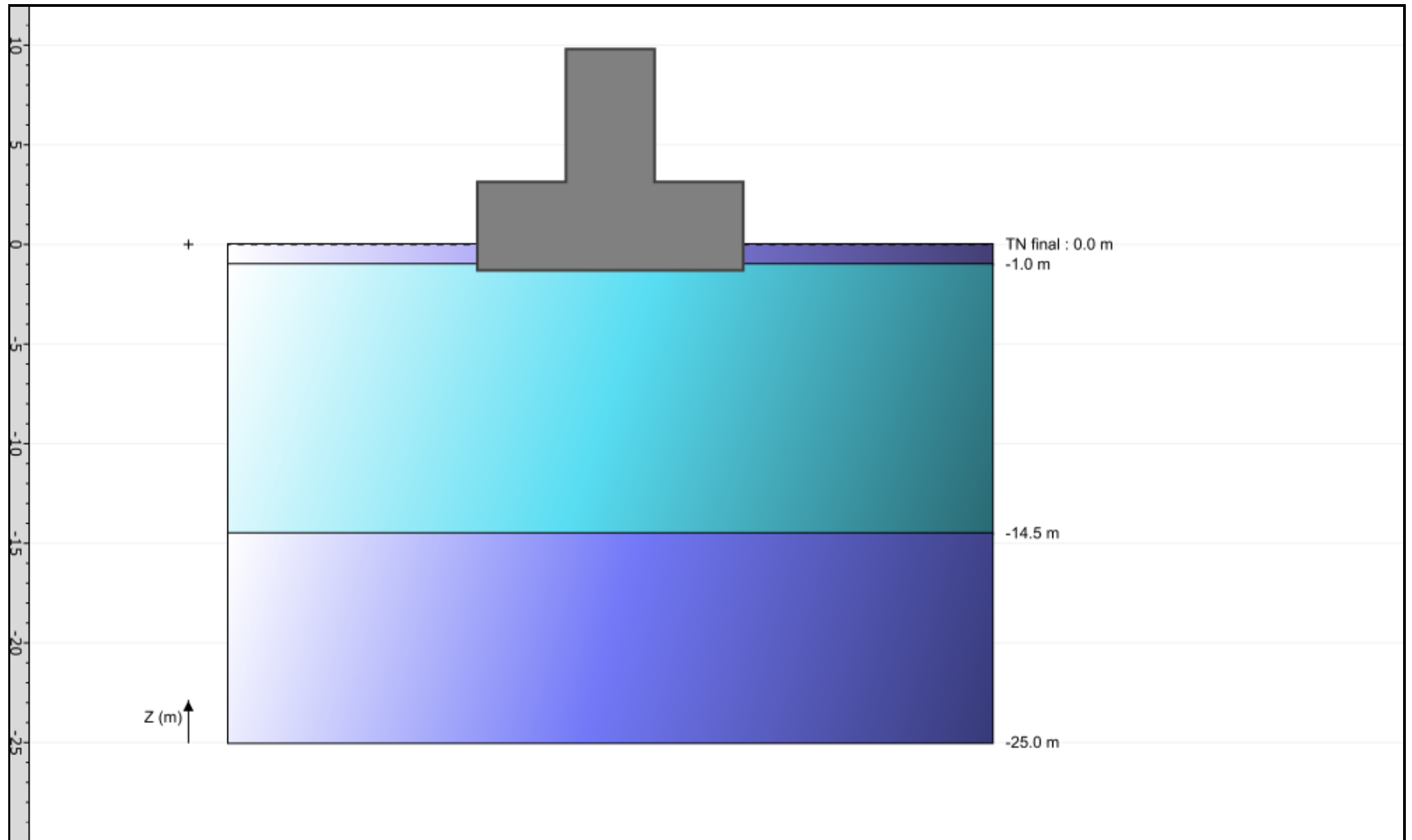


FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 21/05/2026 - 15:42:30
Calcul réalisé par : SIAL

Projet : Massif ENSAP
Module : Fondsup (Cas 1/1)
Titre du calcul : Massif 15 - ELSQP

Onglet "Chargement (valeurs de calcul)"



Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

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

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

R0 [kN] : Poids des terres excavées

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

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

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

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

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

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

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rv,d	Rh,d	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	327,36	10,47	55,58	0,80	339,44	-	Ok	Ok	-	0,43

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

- N° cas de charge : Indice du cas de charge
- Combinaison : Type de combinaison
- iδβ : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus
- kp : Facteur de portance pressiomérique
- ple [kPa] : Pression limite nette équivalente
- qnet [kPa] : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)
- Seff [m²] : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)
- Fglobal : Facteur de sécurité global
- Rv,d [kN] : Valeur de calcul de la résistance nette du terrain de fondation

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	Seff	Fglobal	Rv,d
1	ELS-Quasi-permanentes	0,95	0,91	600,00	518,76	1,81	2,76	339,44



FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 21/05/2026 - 15:42:30
Calcul réalisé par : SIAL

Projet : Massif ENSAP
Module : Fondsup (Cas 1/1)
Titre du calcul : Massif 15 - ELSQP

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge : Indice du cas de charge

λc : Coefficient de forme sphérique

λd : Coefficient de forme déviatorique

α : Coefficient rhéologique moyen

Ec [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation volumique

Ed [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation déviatorique

q0 [kPa] : Contrainte initiale avant travaux

qref [kPa] : Contrainte de référence

sc [cm] : Tassement sphérique

sd [cm] : Tassement déviatorique

stot [cm] : Tassement total

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge	λc	λd	α	Ec	Ed	q0	qref	sc	sd	stot
1	1,10	1,12	0,33	7000,00	7000,00	24,70	145,49	0,10	0,32	0,43

Données

Titre du projet : ENSAP

Numéro d'affaire : 26-000899

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Massif 15 - ELUF (Cas 1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation rectangulaire

Longueur L (m) : 1,50

Largeur B (m) : 1,50

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

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

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

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Argiles et limons

Type de comportement : Comportement intermédiaire

Cohésion c (kPa) : 20,00

Angle de frottement (°) : 30,0

Poids volumique net (kN/m3) : 19,0

Type d'interface : Interface adhérente

Cohésion à l'interface (kPa) : 20,0

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 19,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Terre végétale sablo-limoneuse		-1,00	100,00	2000,00	0,33
2	Sable plus ou moins limoneux		-14,50	600,00	7000,00	0,33
3	Sable marneux		-25,00	2370,00	25500,00	0,33

Poids propre de la semelle (P0) : 73,10

Cote d'application de la charge Z0 (m) : 0,00

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	353,36	13,09	7,68	19,94	28,39	1,35	ELU-Fondamentales

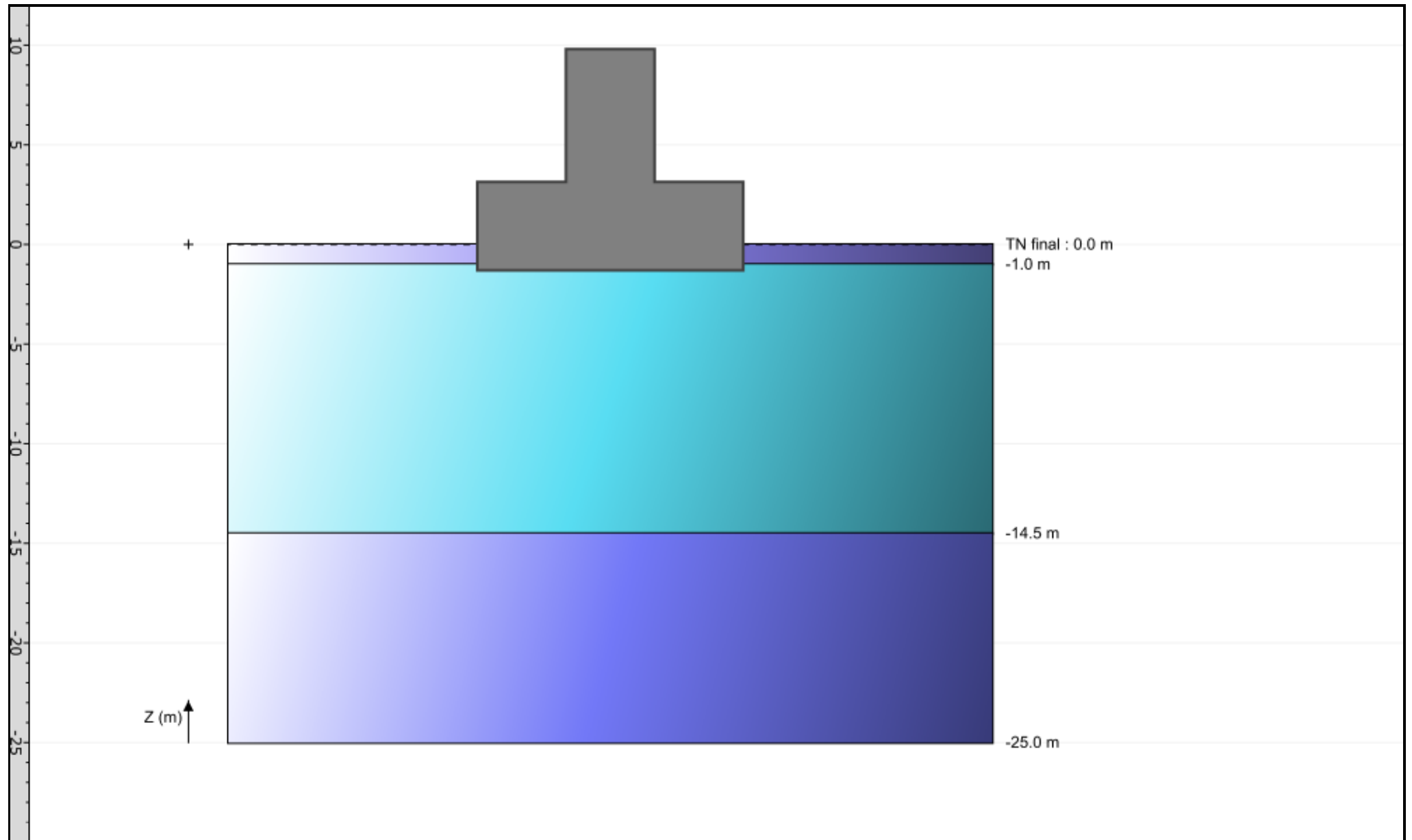


FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 21/05/2026 - 16:49:31
Calcul réalisé par : SIAL

Projet : Massif ENSAP
Module : Fondsup (Cas 1/1)
Titre du calcul : Massif 15 - ELUF

Onglet "Chargement (valeurs de calcul)"



Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

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

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

R0 [kN] : Poids des terres excavées

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

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

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

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

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

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

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rv,d	Rh,d	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELU-Fondamentales	452,05	15,18	55,58	0,79	547,44	29,39	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 21/05/2026 - 16:49:31
Calcul réalisé par : SIAL

Projet : Massif ENSAP
Module : Fondsup (Cas 1/1)
Titre du calcul : Massif 15 - ELUF

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

iδβ : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus

kp : Facteur de portance pressiomérique

ple [kPa] : Pression limite nette équivalente

qnet [kPa] : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)

Seff [m²] : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)

Fglobal : Facteur de sécurité global

Rv,d [kN] : Valeur de calcul de la résistance nette du terrain de fondation

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	Seff	Fglobal	Rv,d
1	ELU-Fondamentales	0,94	0,91	600,00	517,31	1,78	1,68	547,44

Données

Titre du projet : ENSAP

Numéro d'affaire : 26-000899

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Massif 15 - ELUS (Cas 1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation rectangulaire

Longueur L (m) : 1,50

Largeur B (m) : 1,50

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

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

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

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Argiles et limons

Type de comportement : Comportement intermédiaire

Cohésion c (kPa) : 5,00

Angle de frottement (°) : 30,0

Poids volumique net (kN/m3) : 19,0

Type d'interface : Interface adhérente

Cohésion à l'interface (kPa) : 20,0

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 19,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Terre végétale sablo-limoneuse		-1,00	100,00	2000,00	0,33
2	Sable plus ou moins limoneux		-14,50	600,00	7000,00	0,33
3	Sable marneux		-25,00	2370,00	25500,00	0,33

Poids propre de la semelle (P0) : 73,10

Cote d'application de la charge Z0 (m) : 0,00

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	231,98	13,98	12,04	33,40	31,34	1,00	ELU-Sismiques

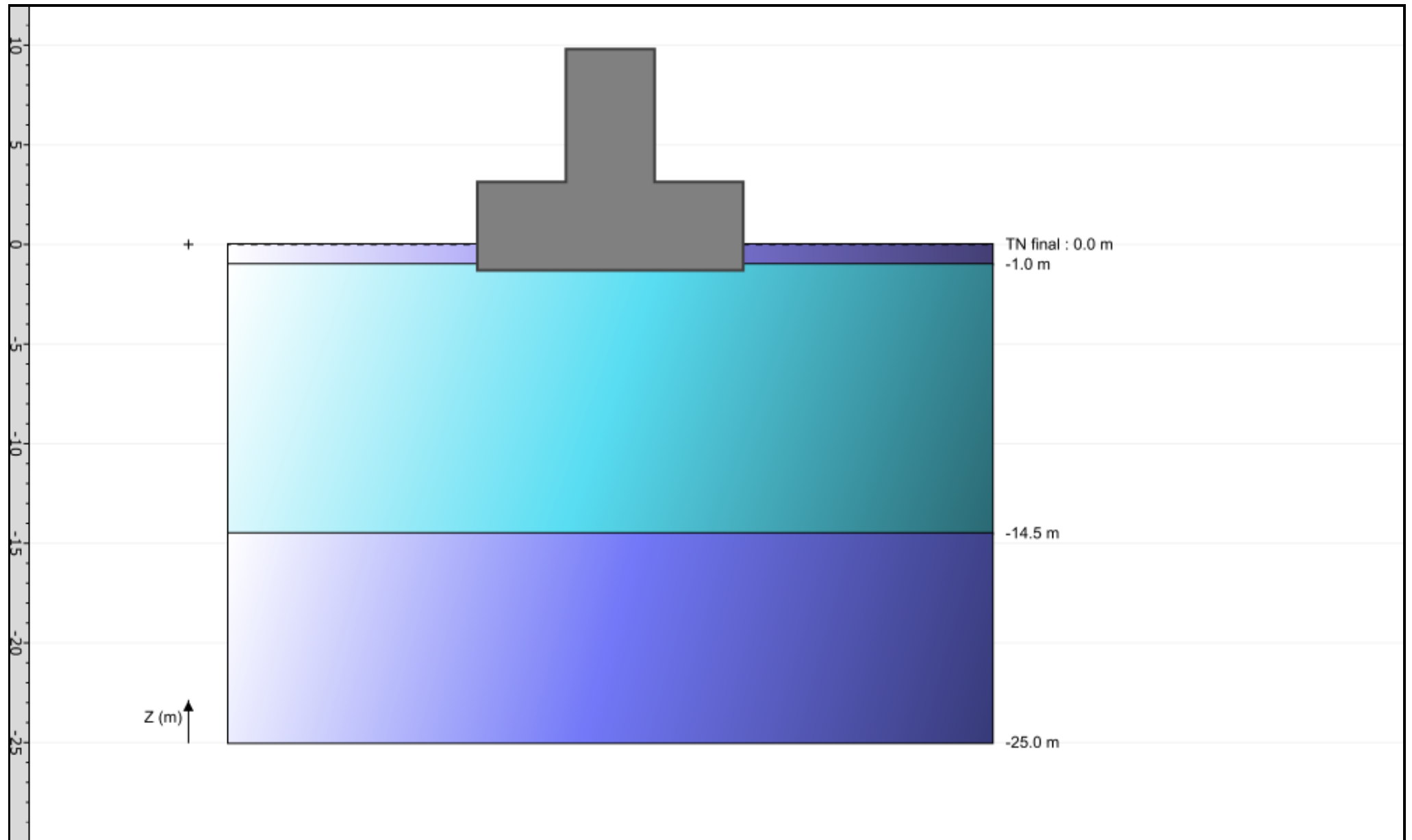


FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 21/05/2026 - 15:32:18
Calcul réalisé par : SIAL

Projet : Massif ENSAP
Module : Fondsup (Cas 1/1)
Titre du calcul : Massif 15 - ELUS

Onglet "Chargement (valeurs de calcul)"



Synthèse des principaux résultats

- N° cas de charge :** Indice du cas de charge
- Combinaison :** Type de combinaison
- Vd [kN] :** Effort vertical à la base de la fondation
- Hd [kN] :** Effort horizontal à la base de la fondation
- R0 [kN] :** Poids des terres excavées
- Seff/Stot :** Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation
- Rv,d [kN] :** Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)
- Rh,d [kN] :** Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)
- Portance :** Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)
- Excentrement :** Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)
- Glissement :** Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)
- Tassement [cm] :** Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rv,d	Rh,d	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELU-Sismiques	305,08	18,45	55,58	0,62	398,06	22,16	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 21/05/2026 - 15:32:19
Calcul réalisé par : SIAL

Projet : Massif ENSAP
Module : Fondsup (Cas 1/1)
Titre du calcul : Massif 15 - ELUS

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

iδβ : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus

kp : Facteur de portance pressiomérique

ple [kPa] : Pression limite nette équivalente

qnet [kPa] : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)

Seff [m²] : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)

Fglobal : Facteur de sécurité global

Rv,d [kN] : Valeur de calcul de la résistance nette du terrain de fondation

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	Seff	Fglobal	Rv,d
1	ELU-Sismiques	0,88	0,91	600,00	482,87	1,38	1,68	398,06

Vérifiation additionnelle de la portance sismique selon l'annexe F de l'EC8-5

- N° cas de charge : Indice du cas de charge
- Vmax [kN] : Résistance verticale nette du terrain sous charge sismique
- Fbarre : Facteur addimensionnel liés aux forces d'inertie dans le terrain
- Vbarre : Effort vertical normalisé
- Hbarre : Effort horizontal normalisé
- Mbarre : Moment de renversement normalisé
- Gcritère : Valeur du critère G(N, H, M, F) devant être inférieur ou égal à 1
- Vérification : Vérification de la portance sismique

Vérifiation additionnelle de la portance sismique selon l'annexe F de l'EC8-5

N° cas de charge	Vmax	Fbarre	Vbarre	Hbarre	Mbarre	Gcritère	Vérification
1	734,62	1,80	0,42	0,03	0,05	0,33	Ok



FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 21/05/2026 - 15:32:19
Calcul réalisé par : SIAL

Projet : Massif ENSAP
Module : Fondsup (Cas 1/1)
Titre du calcul : Massif 15 - ELUS

Données

Titre du projet : ENSAP

Numéro d'affaire : 26-000899

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Massif 19 - ELSC (Cas 1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation rectangulaire

Longueur L (m) : 1,20

Largeur B (m) : 1,20

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

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

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

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Argiles et limons

Type de comportement : Comportement intermédiaire

Cohésion c (kPa) : 20,00

Angle de frottement (°) : 30,0

Poids volumique net (kN/m3) : 19,0

Type d'interface : Interface adhérente

Cohésion à l'interface (kPa) : 20,0

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 19,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Terre végétale sablo-limoneuse		-1,00	100,00	2000,00	0,33
2	Sable plus ou moins limoneux		-14,50	600,00	7000,00	0,33
3	Sable marneux		-25,00	2370,00	25500,00	0,33

Poids propre de la semelle (P0) : 46,80

Cote d'application de la charge Z0 (m) : 0,00

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	133,54	4,84	1,75	5,60	15,70	1,00	ELS-Caractéristiques

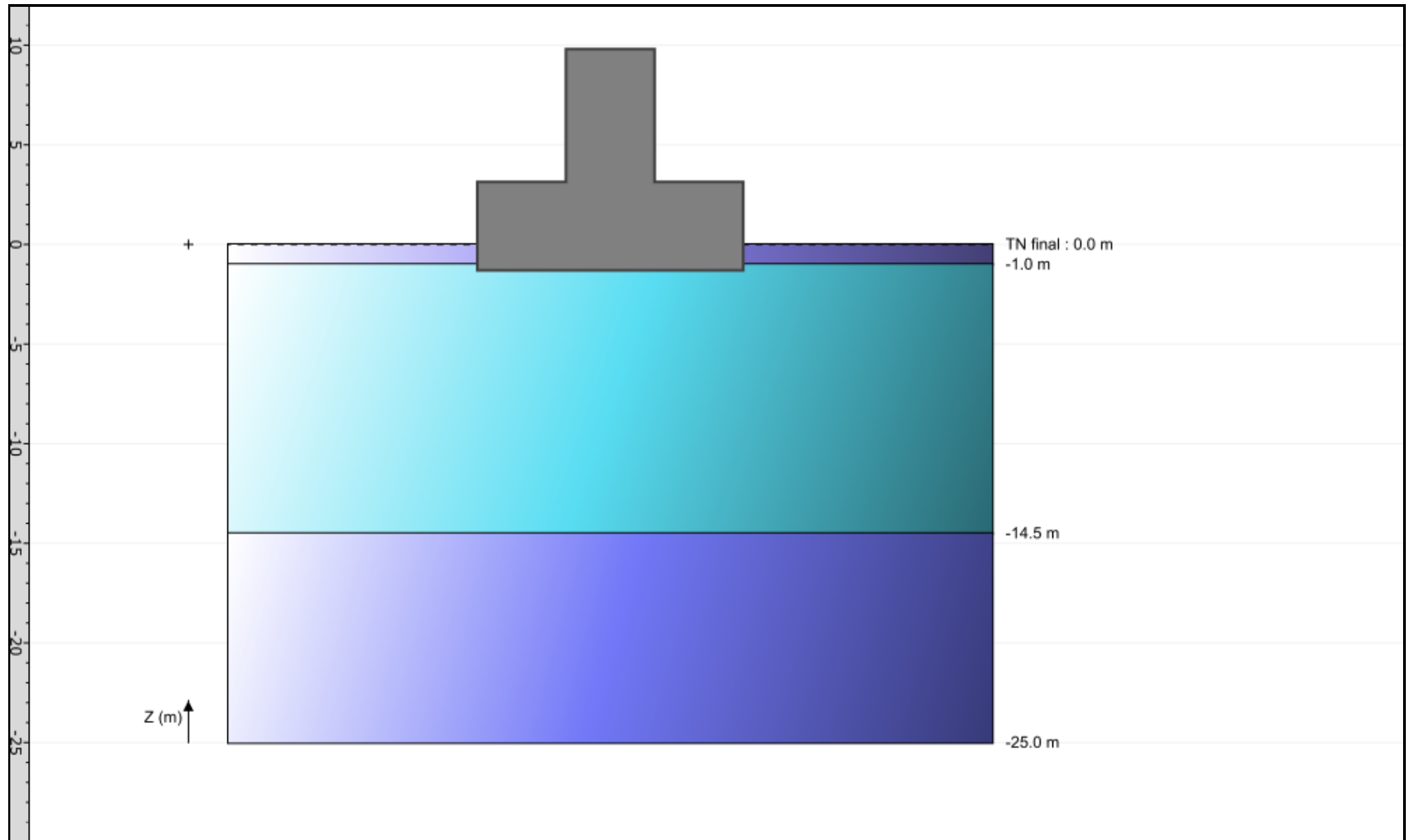


FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 21/05/2026 - 16:17:09
Calcul réalisé par : SIAL

Projet : Massif 19
Module : Fondsup (Cas 1/1)
Titre du calcul : Massif 19 - ELSC

Onglet "Chargement (valeurs de calcul)"



Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

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

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

R0 [kN] : Poids des terres excavées

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

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

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

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

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

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

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rv,d	Rh,d	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Caractéristiques	180,34	5,15	35,57	0,74	207,56	-	Ok	Ok	-	-

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

- N° cas de charge : Indice du cas de charge
- Combinaison : Type de combinaison
- iδβ : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus
- kp : Facteur de portance pressiomérique
- ple [kPa] : Pression limite nette équivalente
- qnet [kPa] : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)
- Seff [m²] : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)
- Fglobal : Facteur de sécurité global
- Rv,d [kN] : Valeur de calcul de la résistance nette du terrain de fondation

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	Seff	Fglobal	Rv,d
1	ELS-Caractéristiques	0,95	0,94	600,00	535,99	1,07	2,76	207,56

Données

Titre du projet : ENSAP

Numéro d'affaire : 26-000899

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Massif 19 - ELSQP (Cas 1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation rectangulaire

Longueur L (m) : 1,20

Largeur B (m) : 1,20

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

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

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

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Argiles et limons

Type de comportement : Comportement intermédiaire

Cohésion c (kPa) : 20,00

Angle de frottement (°) : 30,0

Poids volumique net (kN/m3) : 19,0

Type d'interface : Interface adhérente

Cohésion à l'interface (kPa) : 20,0

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 19,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Terre végétale sablo-limoneuse		-1,00	100,00	2000,00	0,33
2	Sable plus ou moins limoneux		-14,50	600,00	7000,00	0,33
3	Sable marneux		-25,00	2370,00	25500,00	0,33

Poids propre de la semelle (P0) : 46,80

Cote d'application de la charge Z0 (m) : 0,00

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	133,54	4,84	1,75	5,60	15,70	1,00	ELS-Quasi-permanentes

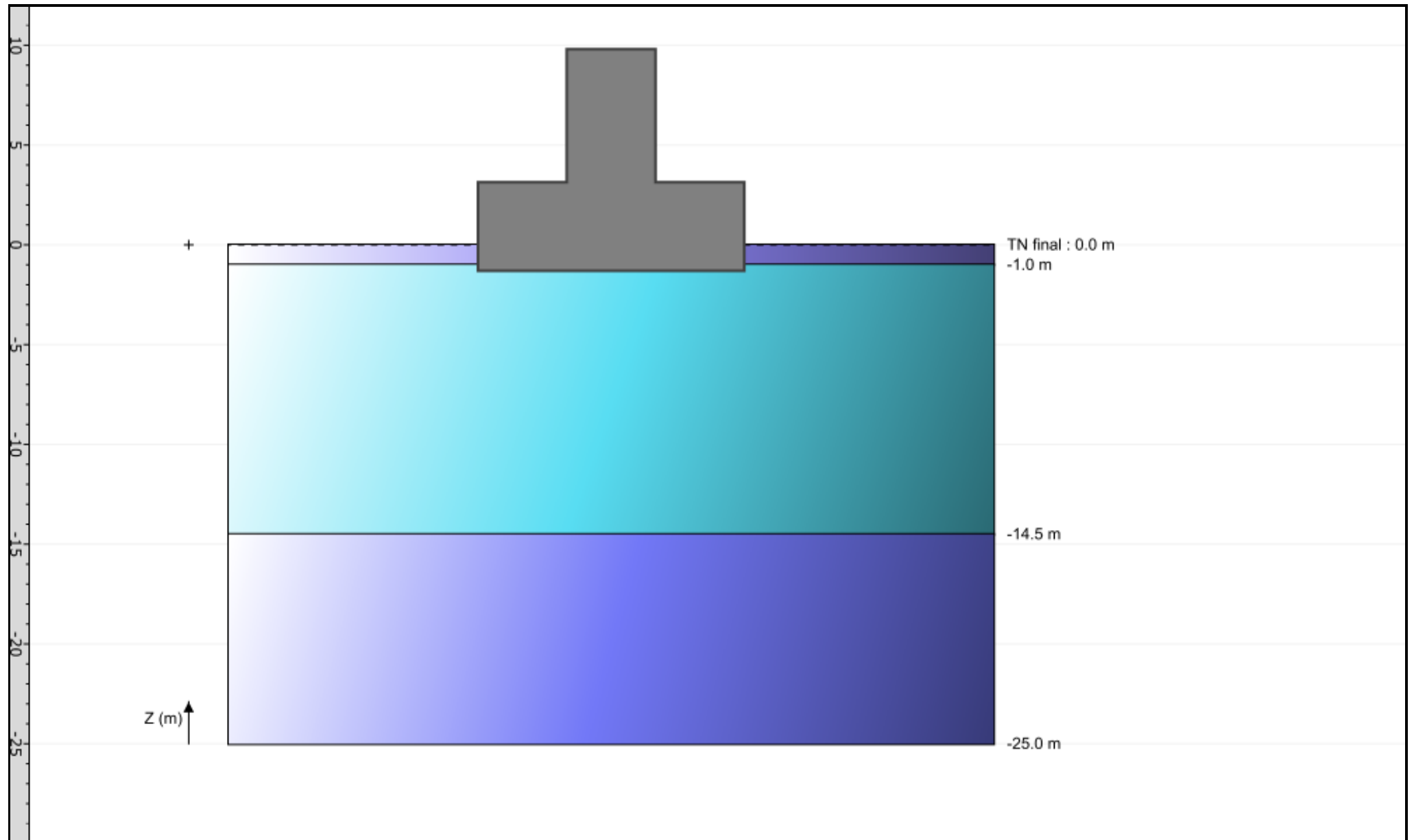


FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 21/05/2026 - 16:14:18
Calcul réalisé par : SIAL

Projet : Massif 19
Module : Fondsup (Cas 1/1)
Titre du calcul : Massif 19 - ELSQP

Onglet "Chargement (valeurs de calcul)"



Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

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

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

R0 [kN] : Poids des terres excavées

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

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

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

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

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

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

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rv,d	Rh,d	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	180,34	5,15	35,57	0,74	207,56	-	Ok	Ok	-	0,32

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

- N° cas de charge : Indice du cas de charge
- Combinaison : Type de combinaison
- iδβ : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus
- kp : Facteur de portance pressiomérique
- ple [kPa] : Pression limite nette équivalente
- qnet [kPa] : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)
- Seff [m²] : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)
- Fglobal : Facteur de sécurité global
- Rv,d [kN] : Valeur de calcul de la résistance nette du terrain de fondation

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	Seff	Fglobal	Rv,d
1	ELS-Quasi-permanentes	0,95	0,94	600,00	535,99	1,07	2,76	207,56



FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 21/05/2026 - 16:14:18
Calcul réalisé par : SIAL

Projet : Massif 19
Module : Fondsup (Cas 1/1)
Titre du calcul : Massif 19 - ELSQP

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge : Indice du cas de charge

λ_c : Coefficient de forme sphérique

λ_d : Coefficient de forme déviatorique

α : Coefficient rhéologique moyen

Ec [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation volumique

Ed [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation déviatorique

q0 [kPa] : Contrainte initiale avant travaux

qref [kPa] : Contrainte de référence

sc [cm] : Tassement sphérique

sd [cm] : Tassement déviatorique

stot [cm] : Tassement total

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge	λ_c	λ_d	α	Ec	Ed	q0	qref	sc	sd	stot
1	1,10	1,12	0,33	7000,00	7000,00	24,70	125,24	0,07	0,25	0,32

Données

Titre du projet : ENSAP

Numéro d'affaire : 26-000899

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Massif 19 - ELUF (Cas 1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation rectangulaire

Longueur L (m) : 1,20

Largeur B (m) : 1,20

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

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

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

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Argiles et limons

Type de comportement : Comportement intermédiaire

Cohésion c (kPa) : 20,00

Angle de frottement (°) : 30,0

Poids volumique net (kN/m3) : 19,0

Type d'interface : Interface adhérente

Cohésion à l'interface (kPa) : 20,0

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 19,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Terre végétale sablo-limoneuse		-1,00	100,00	2000,00	0,33
2	Sable plus ou moins limoneux		-14,50	600,00	7000,00	0,33
3	Sable marneux		-25,00	2370,00	25500,00	0,33

Poids propre de la semelle (P0) : 46,80

Cote d'application de la charge Z0 (m) : 0,00

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	178,52	6,34	4,80	9,23	21,13	1,35	ELU-Fondamentales

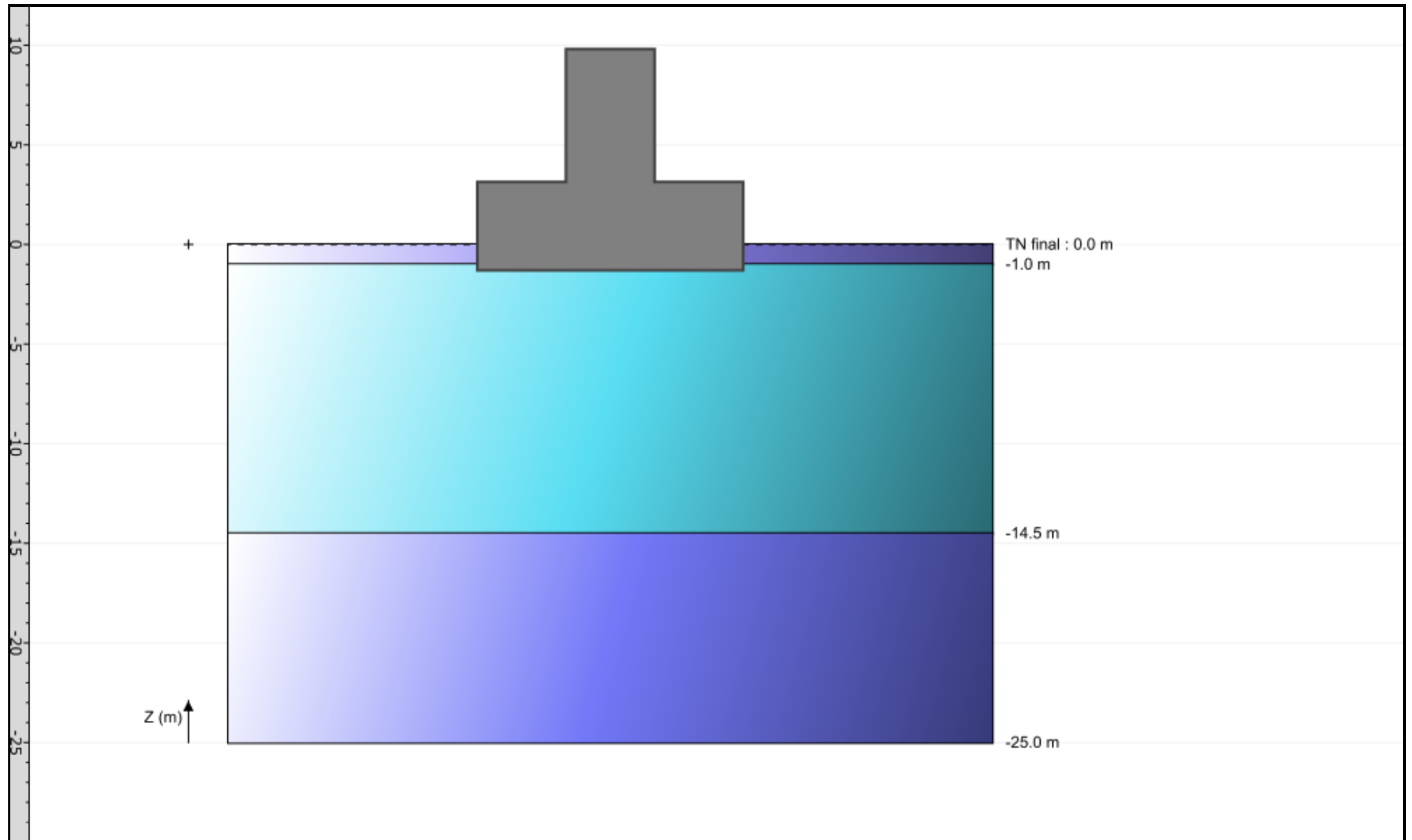


FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 21/05/2026 - 16:46:55
Calcul réalisé par : SIAL

Projet : Massif 19
Module : Fondsup (Cas 1/1)
Titre du calcul : Massif 19 - ELUF

Onglet "Chargement (valeurs de calcul)"



Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

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

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

R0 [kN] : Poids des terres excavées

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

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

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

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

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

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

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rv,d	Rh,d	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELU-Fondamentales	241,70	7,95	35,57	0,71	325,45	16,98	Ok	Ok	Ok	-

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

- N° cas de charge : Indice du cas de charge
- Combinaison : Type de combinaison
- iδβ : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus
- kp : Facteur de portance pressiomérique
- ple [kPa] : Pression limite nette équivalente
- qnet [kPa] : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)
- Seff [m²] : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)
- Fglobal : Facteur de sécurité global
- Rv,d [kN] : Valeur de calcul de la résistance nette du terrain de fondation

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	Seff	Fglobal	Rv,d
1	ELU-Fondamentales	0,95	0,94	600,00	532,14	1,03	1,68	325,45

Données

Titre du projet : ENSAP

Numéro d'affaire : 26-000899

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Massif 19 - ELUS (Cas 1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation rectangulaire

Longueur L (m) : 1,20

Largeur B (m) : 1,20

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

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

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

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Argiles et limons

Type de comportement : Comportement intermédiaire

Cohésion c (kPa) : 20,00

Angle de frottement (°) : 30,0

Poids volumique net (kN/m3) : 19,0

Type d'interface : Interface adhérente

Cohésion à l'interface (kPa) : 20,0

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 19,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Terre végétale sablo-limoneuse		-1,00	100,00	2000,00	0,33
2	Sable plus ou moins limoneux		-14,50	600,00	7000,00	0,33
3	Sable marneux		-25,00	2370,00	25500,00	0,33

Poids propre de la semelle (P0) : 46,80

Cote d'application de la charge Z0 (m) : 0,00

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	139,80	7,00	5,82	15,35	23,54	1,00	ELU-Sismiques

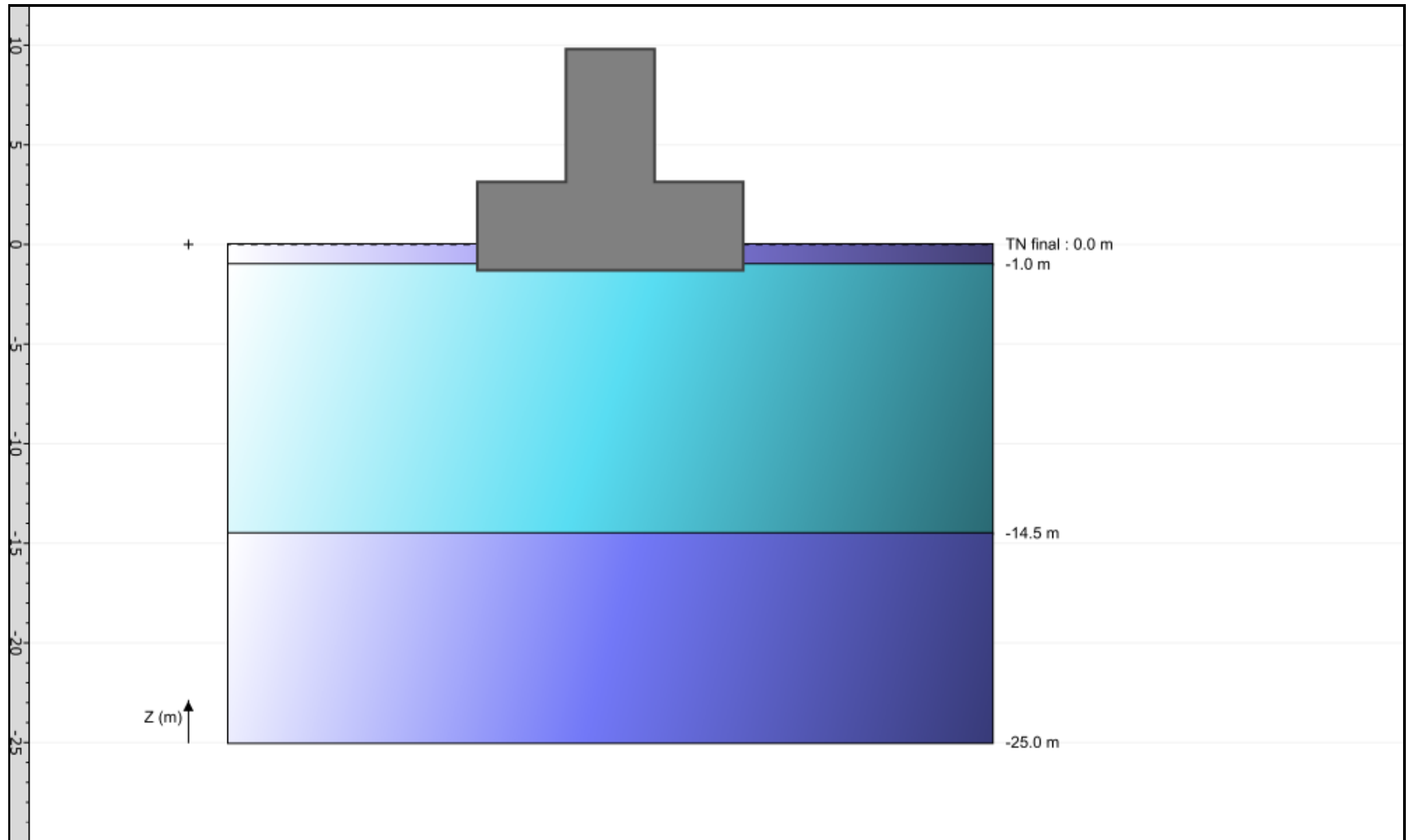


FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 21/05/2026 - 15:59:19
Calcul réalisé par : SIAL

Projet : Massif 19
Module : Fondsup (Cas 1/1)
Titre du calcul : Massif 19 - ELUS

Onglet "Chargement (valeurs de calcul)"



Synthèse des principaux résultats

- N° cas de charge : Indice du cas de charge
- Combinaison : Type de combinaison
- Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation
- Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation
- R0 [kN] : Poids des terres excavées
- Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation
- Rv,d [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)
- Rh,d [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)
- Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)
- Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)
- Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)
- Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rv,d	Rh,d	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELU-Sismiques	186,60	9,10	35,57	0,56	250,74	13,01	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 21/05/2026 - 15:59:19
Calcul réalisé par : SIAL

Projet : Massif 19
Module : Fondsup (Cas 1/1)
Titre du calcul : Massif 19 - ELUS

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

- N° cas de charge : Indice du cas de charge
- Combinaison : Type de combinaison
- iδβ : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus
- kp : Facteur de portance pressiomérique
- ple [kPa] : Pression limite nette équivalente
- qnet [kPa] : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)
- Seff [m²] : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)
- Fglobal : Facteur de sécurité global
- Rv,d [kN] : Valeur de calcul de la résistance nette du terrain de fondation

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	Seff	Fglobal	Rv,d
1	ELU-Sismiques	0,92	0,94	600,00	518,25	0,81	1,68	250,74

Vérifiation additionnelle de la portance sismique selon l'annexe F de l'EC8-5

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Vmax [kN] : Résistance verticale nette du terrain sous charge sismique

Fbarre : Facteur addimensionnel liés aux forces d'inertie dans le terrain

Vbarre : Effort vertical normalisé

Hbarre : Effort horizontal normalisé

Mbarre : Moment de renversement normalisé

Gcritère : Valeur du critère G(N, H, M, F) devant être inférieur ou égal à 1

Vérification : Vérification de la portance sismique

Vérifiation additionnelle de la portance sismique selon l'annexe F de l'EC8-5

N° cas de charge	Vmax	Fbarre	Vbarre	Hbarre	Mbarre	Gcritère	Vérification
1	481,39	1,44	0,39	0,02	0,04	0,18	Ok

Données

Titre du projet : ENSAP

Numéro d'affaire : 26-000899

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Massif 37 - ELSC (Cas 1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation rectangulaire

Longueur L (m) : 1,40

Largeur B (m) : 1,30

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

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

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

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Argiles et limons

Type de comportement : Comportement intermédiaire

Cohésion c (kPa) : 20,00

Angle de frottement (°) : 30,0

Poids volumique net (kN/m3) : 19,0

Type d'interface : Interface adhérente

Cohésion à l'interface (kPa) : 20,0

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 19,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Terre végétale sablo-limoneuse		-1,00	100,00	2000,00	0,33
2	Sable plus ou moins limoneux		-14,50	600,00	7000,00	0,33
3	Sable marneux		-25,00	2370,00	25500,00	0,33

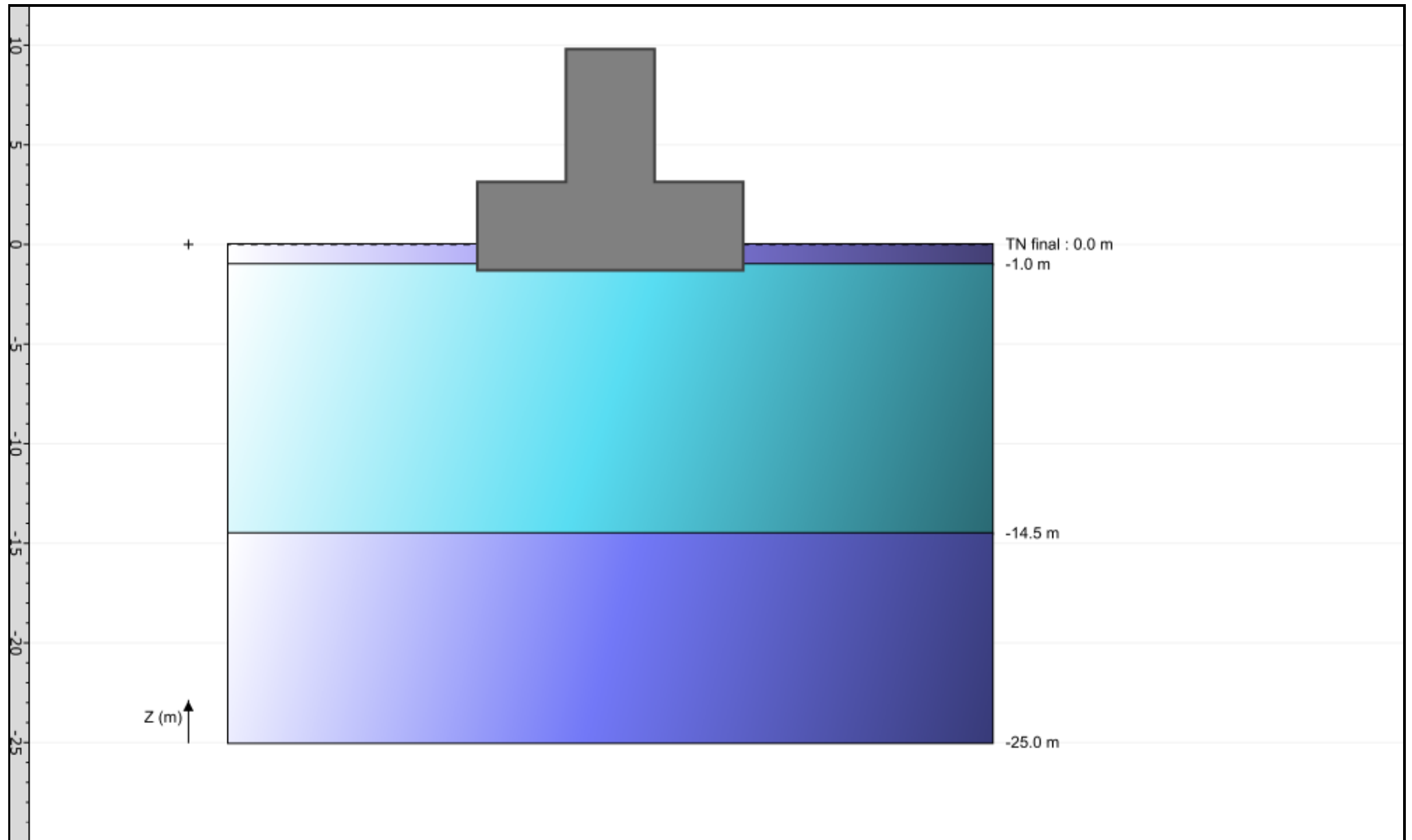
Poids propre de la semelle (P0) : 63,70

Cote d'application de la charge Z0 (m) : 0,00

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	140,78	4,13	5,04	2,29	11,04	1,00	ELS-Caractéristiques

Onglet "Chargement (valeurs de calcul)"



Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

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

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

R0 [kN] : Poids des terres excavées

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

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

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

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

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

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

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rv,d	Rh,d	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Caractéristiques	204,48	6,52	44,95	0,83	286,55	-	Ok	Ok	-	-

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

- N° cas de charge : Indice du cas de charge
- Combinaison : Type de combinaison
- iδβ : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus
- kp : Facteur de portance pressiomérique
- ple [kPa] : Pression limite nette équivalente
- qnet [kPa] : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)
- Seff [m²] : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)
- Fglobal : Facteur de sécurité global
- Rv,d [kN] : Valeur de calcul de la résistance nette du terrain de fondation

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	Seff	Fglobal	Rv,d
1	ELS-Caractéristiques	0,95	0,92	600,00	525,74	1,50	2,76	286,55



FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 21/05/2026 - 16:39:54
Calcul réalisé par : SIAL

Projet : mASSIF 37
Module : Fondsup (Cas 1/1)
Titre du calcul : Massif 37 - ELSC

Données

Titre du projet : ENSAP

Numéro d'affaire : 26-000899

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Massif 37 - ELSQP (Cas 1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation rectangulaire

Longueur L (m) : 1,40

Largeur B (m) : 1,30

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

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

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

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Argiles et limons

Type de comportement : Comportement intermédiaire

Cohésion c (kPa) : 20,00

Angle de frottement (°) : 30,0

Poids volumique net (kN/m3) : 19,0

Type d'interface : Interface adhérente

Cohésion à l'interface (kPa) : 20,0

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 19,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Terre végétale sablo-limoneuse		-1,00	100,00	2000,00	0,33
2	Sable plus ou moins limoneux		-14,50	600,00	7000,00	0,33
3	Sable marneux		-25,00	2370,00	25500,00	0,33

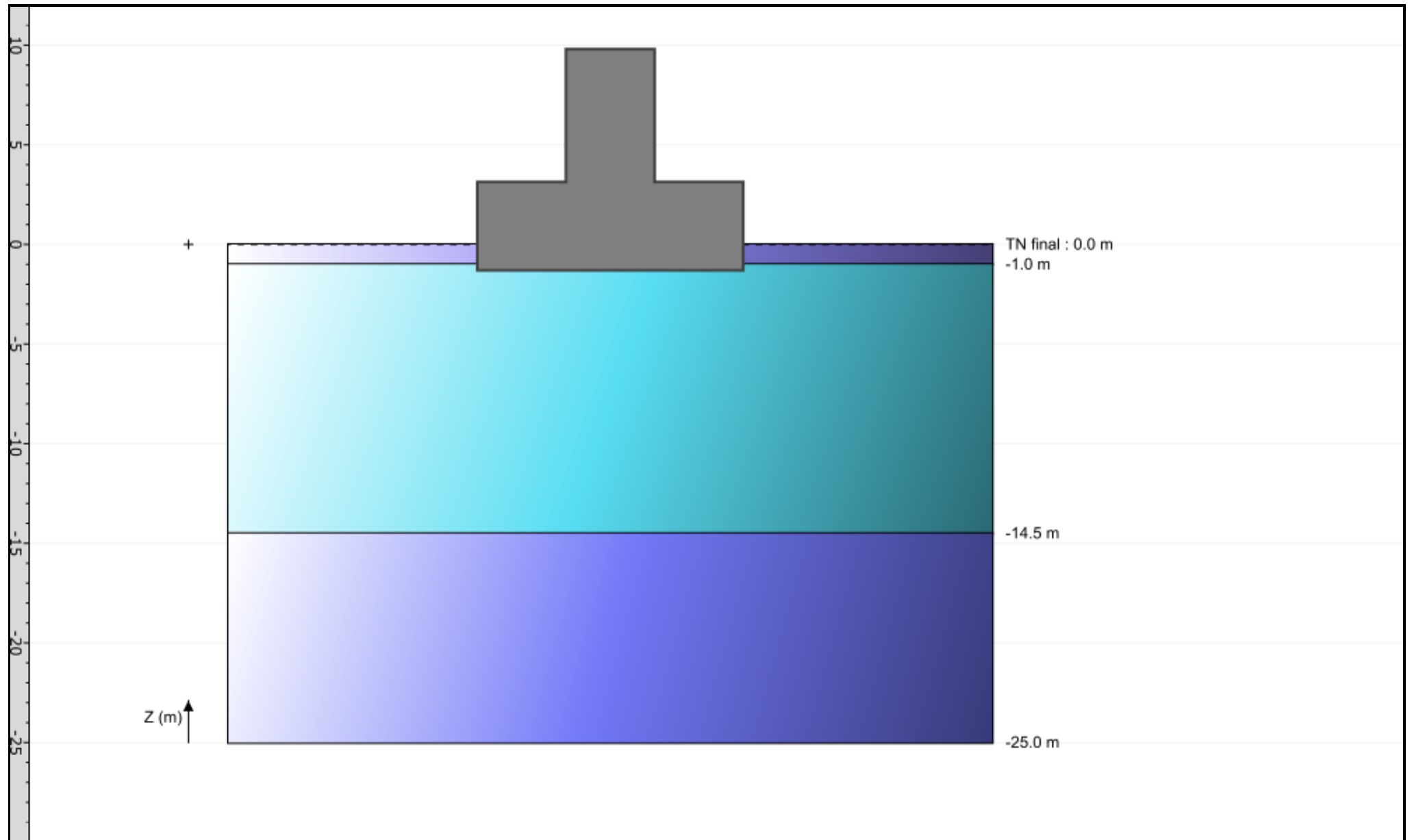
Poids propre de la semelle (P0) : 63,70

Cote d'application de la charge Z0 (m) : 0,00

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	140,78	4,13	5,04	2,29	11,04	1,00	ELS-Quasi-permanentes

Onglet "Chargement (valeurs de calcul)"



Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

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

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

R0 [kN] : Poids des terres excavées

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

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

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

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

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

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

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rv,d	Rh,d	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	204,48	6,52	44,95	0,83	286,55	-	Ok	Ok	-	0,29

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

- N° cas de charge : Indice du cas de charge
- Combinaison : Type de combinaison
- iδβ : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus
- kp : Facteur de portance pressiomérique
- ple [kPa] : Pression limite nette équivalente
- qnet [kPa] : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)
- Seff [m²] : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)
- Fglobal : Facteur de sécurité global
- Rv,d [kN] : Valeur de calcul de la résistance nette du terrain de fondation

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	Seff	Fglobal	Rv,d
1	ELS-Quasi-permanentes	0,95	0,92	600,00	525,74	1,50	2,76	286,55

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge : Indice du cas de charge

λ_c : Coefficient de forme sphérique

λ_d : Coefficient de forme déviatorique

α : Coefficient rhéologique moyen

Ec [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation volumique

Ed [kPa] : Module pressiométrique équivalent dans la zone de déformation déviatorique

q0 [kPa] : Contrainte initiale avant travaux

qref [kPa] : Contrainte de référence

sc [cm] : Tassement sphérique

sd [cm] : Tassement déviatorique

stot [cm] : Tassement total

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge	λ_c	λ_d	α	Ec	Ed	q0	qref	sc	sd	stot
1	1,11	1,15	0,33	7000,00	7000,00	24,70	112,35	0,07	0,23	0,29

Données

Titre du projet : ENSAP

Numéro d'affaire : 26-000899

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Massif 37 - ELUF (Cas 1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation rectangulaire

Longueur L (m) : 1,40

Largeur B (m) : 1,30

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

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

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

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Argiles et limons

Type de comportement : Comportement intermédiaire

Cohésion c (kPa) : 20,00

Angle de frottement (°) : 30,0

Poids volumique net (kN/m3) : 19,0

Type d'interface : Interface adhérente

Cohésion à l'interface (kPa) : 20,0

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 19,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Terre végétale sablo-limoneuse		-1,00	100,00	2000,00	0,33
2	Sable plus ou moins limoneux		-14,50	600,00	7000,00	0,33
3	Sable marneux		-25,00	2370,00	25500,00	0,33

Poids propre de la semelle (P0) : 63,70

Cote d'application de la charge Z0 (m) : 0,00

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	191,77	6,17	9,84	4,61	16,46	1,35	ELU-Fondamentales

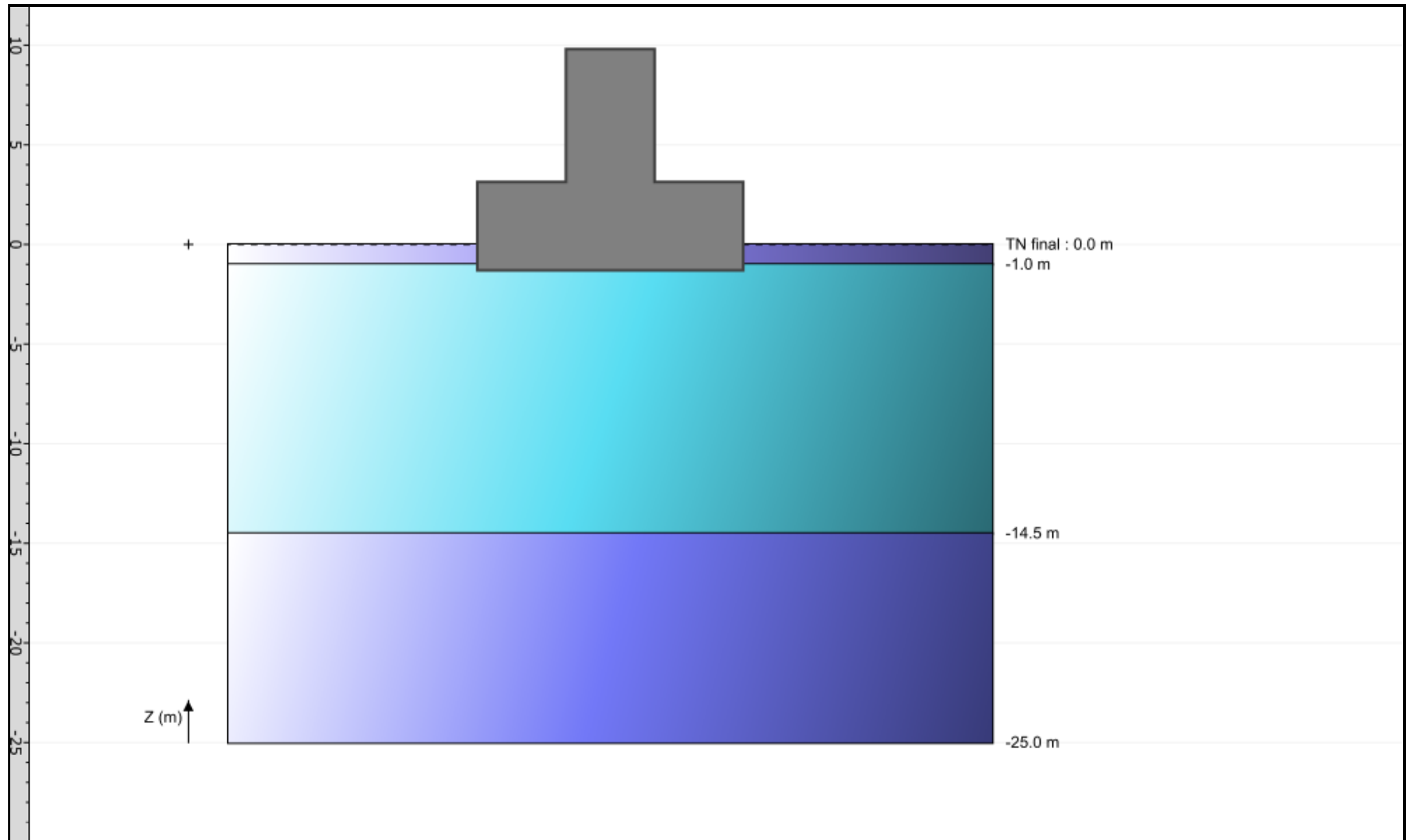


FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 21/05/2026 - 16:33:08
Calcul réalisé par : SIAL

Projet : mASSIF 37
Module : Fondsup (Cas 1/1)
Titre du calcul : Massif 37 - ELUF

Onglet "Chargement (valeurs de calcul)"



Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

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

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

R0 [kN] : Poids des terres excavées

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

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

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

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

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

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

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rv,d	Rh,d	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELU-Fondamentales	277,76	11,61	44,95	0,79	442,47	23,77	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 21/05/2026 - 16:33:08
Calcul réalisé par : SIAL

Projet : mASSIF 37
Module : Fondsup (Cas 1/1)
Titre du calcul : Massif 37 - ELUF

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

iδβ : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus

kp : Facteur de portance pressiomérique

ple [kPa] : Pression limite nette équivalente

qnet [kPa] : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)

Seff [m²] : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)

Fglobal : Facteur de sécurité global

Rv,d [kN] : Valeur de calcul de la résistance nette du terrain de fondation

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	Seff	Fglobal	Rv,d
1	ELU-Fondamentales	0,93	0,92	600,00	516,92	1,44	1,68	442,47

Données

Titre du projet : ENSAP

Numéro d'affaire : 26-000899

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Massif 37 - ELUS (Cas 1)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation rectangulaire

Longueur L (m) : 1,40

Largeur B (m) : 1,30

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

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

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

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Argiles et limons

Type de comportement : Comportement intermédiaire

Cohésion c (kPa) : 20,00

Angle de frottement (°) : 30,0

Poids volumique net (kN/m3) : 19,0

Type d'interface : Interface adhérente

Cohésion à l'interface (kPa) : 20,0

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 19,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Terre végétale sablo-limoneuse		-1,00	100,00	2000,00	0,33
2	Sable plus ou moins limoneux		-14,50	600,00	7000,00	0,33
3	Sable marneux		-25,00	2370,00	25500,00	0,33

Poids propre de la semelle (P0) : 63,70

Cote d'application de la charge Z0 (m) : 0,00

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	147,22	8,00	12,12	24,11	21,00	1,00	ELU-Sismiques

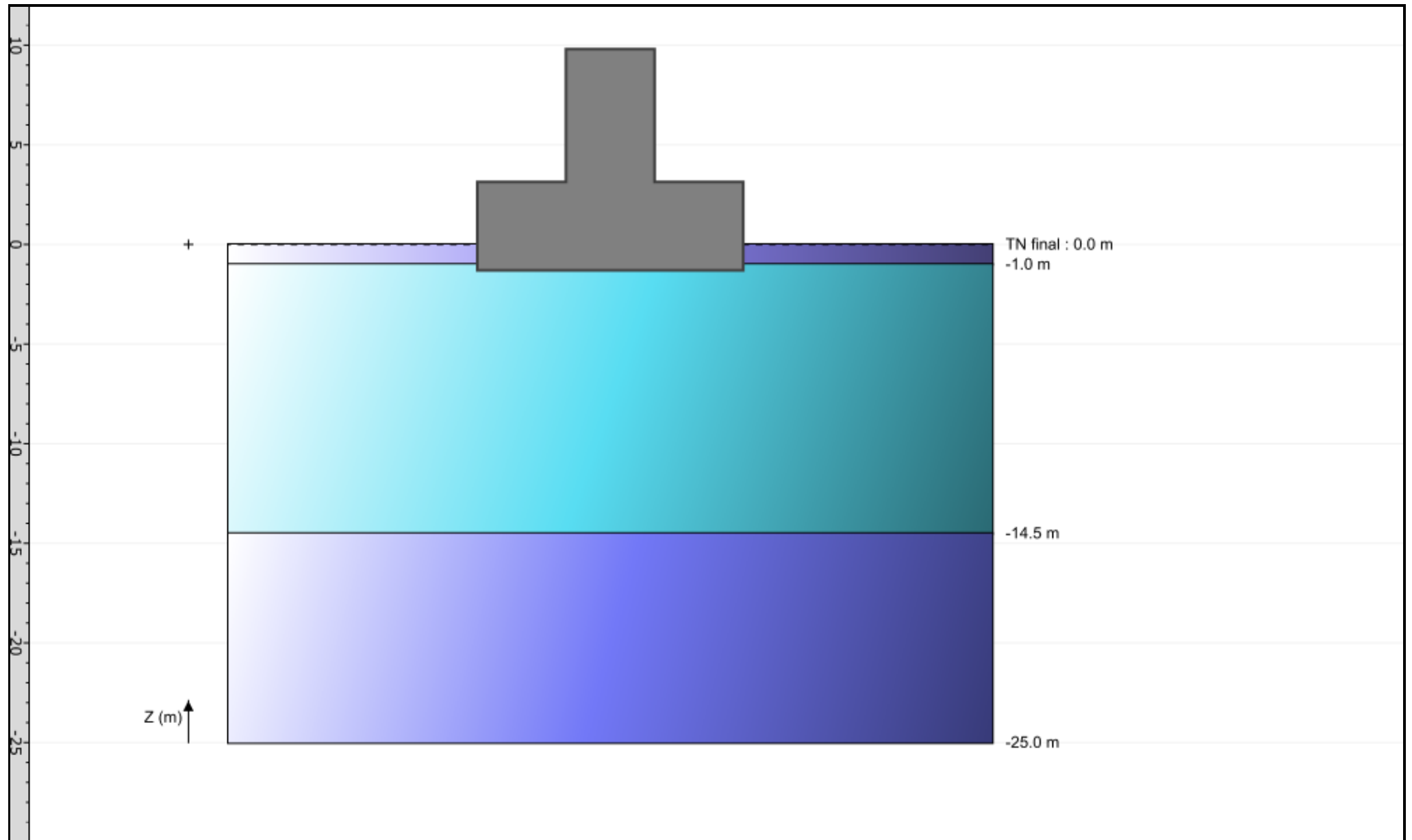


FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 21/05/2026 - 16:26:52
Calcul réalisé par : SIAL

Projet : mASSIF 37
Module : Fondsup (Cas 1/1)
Titre du calcul : Massif 37 - ELUS

Onglet "Chargement (valeurs de calcul)"



Synthèse des principaux résultats

- N° cas de charge : Indice du cas de charge
- Combinaison : Type de combinaison
- Vd [kN] : Effort vertical à la base de la fondation
- Hd [kN] : Effort horizontal à la base de la fondation
- R0 [kN] : Poids des terres excavées
- Seff/Stot : Rapport entre l'aire effective et l'aire totale de la fondation
- Rv,d [kN] : Valeur de calcul de la résistance verticale nette du terrain (mécanisme de portance)
- Rh,d [kN] : Valeur de calcul de la résistance horizontale du terrain (mécanisme de glissement)
- Portance : Vérification de la capacité portante de la fondation (ELU et ELS)
- Excentrement : Vérification de l'excentricité du chargement (ELU et ELS)
- Glissement : Vérification de la stabilité au glissement (ELU uniquement)
- Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rv,d	Rh,d	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELU-Sismiques	210,92	14,52	44,95	0,56	300,42	16,36	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 21/05/2026 - 16:26:52
Calcul réalisé par : SIAL

Projet : mASSIF 37
Module : Fondsup (Cas 1/1)
Titre du calcul : Massif 37 - ELUS

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

- N° cas de charge : Indice du cas de charge
- Combinaison : Type de combinaison
- iδβ : Coefficient réducteur lié à l'inclinaison et à la proximité d'un talus
- kp : Facteur de portance pressiomérique
- ple [kPa] : Pression limite nette équivalente
- qnet [kPa] : Contrainte de rupture du terrain de fondation (sans pondérations)
- Seff [m²] : Aire d'assise effective de la fondation (tenant compte de l'excentrement du chargement)
- Fglobal : Facteur de sécurité global
- Rv,d [kN] : Valeur de calcul de la résistance nette du terrain de fondation

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	Seff	Fglobal	Rv,d
1	ELU-Sismiques	0,89	0,92	600,00	493,44	1,02	1,68	300,42

Vérifiation additionnelle de la portance sismique selon l'annexe F de l'EC8-5

- N° cas de charge : Indice du cas de charge
- Vmax [kN] : Résistance verticale nette du terrain sous charge sismique
- Fbarre : Facteur addimensionnel liés aux forces d'inertie dans le terrain
- Vbarre : Effort vertical normalisé
- Hbarre : Effort horizontal normalisé
- Mbarre : Moment de renversement normalisé
- Gcritère : Valeur du critère G(N, H, M, F) devant être inférieur ou égal à 1
- Vérification : Vérification de la portance sismique

Vérifiation additionnelle de la portance sismique selon l'annexe F de l'EC8-5

N° cas de charge	Vmax	Fbarre	Vbarre	Hbarre	Mbarre	Gcritère	Vérification
1	600,78	1,56	0,35	0,02	0,04	0,21	Ok