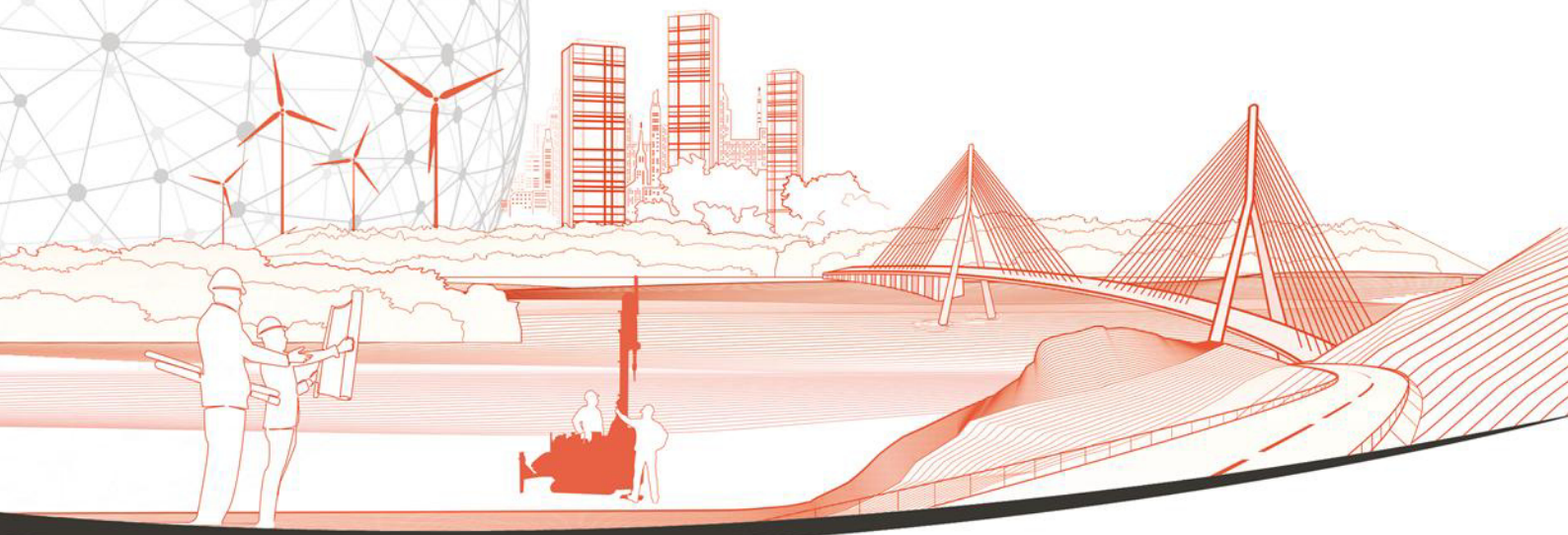


HYDROGEOTECHNIQUE

Spécialistes en études de sol,
chaussée et environnement.



RAPPORT D'ÉTUDE GÉOTECHNIQUE

Aménagements des Ports du Somail et de la Robine

Étude géotechnique (mission G2 PRO)

SALLÈLES D'AUDE (11590)

DOSSIER N°	INDICE	DATE	RÉDACTEUR	CONTRÔLEUR	SUPERVISEUR	OBSERVATIONS / MODIFICATIONS
C.25.41.175	A	21/01/2026	H. MICHEL	C. BOUTET	G. DE CARVALHO	Rapport provisoire en attente des éléments graphiques

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	3
1.1. MISSIONS	3
1.2. RÉFÉRENTIELS	4
1.3. DOCUMENTS FOURNIS	5
1.4. DESCRIPTION DU PROJET AU STADE DE NOTRE MISSION	5
2. ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE - MISSION G1 ES	8
2.1. CONTEXTES SITOLOGIQUE ET HISTORIQUE	8
2.2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE	10
2.3. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE	11
2.4. RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES	11
3. PROGRAMME SPÉCIFIQUE D'INVESTIGATIONS MIS EN ŒUVRE	13
4. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS ET INTERPRÉTATION - MISSIONS G2 AVP	15
4.1. PORT DE LA ROBINE	15
4.2. PORTE MINERVOISE	16
4.3. PORT DU SOMAIL	18
4.4. HYDROGÉOLOGIE	20
5. ALÉAS GÉOTECHNIQUES - MISSION G2 AVP	21
5.1. LA GÉOLOGIE	21
5.2. LA NATURE DES MATÉRIAUX	21
5.3. L'HYDROGÉOLOGIE	21
5.4. L'ENVIRONNEMENT ET L'HISTORIQUE DU SITE	22
5.5. LES RISQUES NATURELS	22
6. PRINCIPES GÉNÉRAUX DE CONSTRUCTION - MISSION G2 PRO	23
7. DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS PROFONDES PAR PIEUX DES OUVRAGES D'AMARRAGE DU PORT DU SOMAIL - MISSION G2 PRO	24
7.1. PRINCIPE	24
7.2. CARACTÉRISTIQUES DES PIEUX	25
7.3. MODÈLE GÉOTECHNIQUE	25
7.4. NIVEAU D'ASSISE	26
7.5. DESCENTES DE CHARGES	26
7.6. CAPACITÉ PORTANTE POUR LES PIEUX DES PONTONS	27
7.7. COMPORTEMENT TRANSVERSAL DES PIEUX	30
7.8. VÉRIFICATION STRUCTURELLES DES TUBES	32
7.9. SUJÉTIONS D'EXÉCUTION	34
8. DIMENSIONNEMENT DES SOUTÈNEMENTS DÉFINITIFS PAR PALPLANCHES À PORTE MINERVOISE ET AU PORT DU SOMAIL - MISSION G2 PRO	35
8.1. PRINCIPES	35
8.2. CARACTÉRISTIQUES DES ÉCRANS	35
8.3. MODÈLES GÉOTECHNIQUES	37
8.4. SURCHARGES	37
8.5. PRINCIPE DES CALCULS	37
8.6. RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION AU STADE PRO	39
8.7. VÉRIFICATION DES EFFORTS DANS LES PALPLANCHES	41
8.8. SUJÉTIONS D'EXÉCUTION	41
9. DIMENSIONNEMENT DU SOUTÈNEMENT PAR TUNAGE BOIS AU PORT DE LA ROBINE - MISSION G2 PRO	42
9.1. PRINCIPE	42
9.2. MODÈLES GÉOTECHNIQUES	43
9.3. SURCHARGES	43
9.4. RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION AU STADE PRO	44
9.5. ÉTUDE DU CAS DE SECTION DE PIEU RÉDUITE : 0,160 X 0,160 M	45
9.6. SUJÉTIONS D'EXÉCUTION	46
10. POINTS À ÉTUDIER PARTICULIÈREMENT AU STADE G3/G4	48
ANNEXES	49
ANNEXE 1 DOCUMENTS DE SYNTHÈSE « ÉTAT DES RISQUES »	50
ANNEXE 2 PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES	51
ANNEXE 3 SONDAGES CAROTTÉS ET REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE	52
ANNEXE 4 SONDAGES PRESSIOMÉTRIQUES	53
ANNEXE 5 PÉNÉTROGRAMMES	54
ANNEXE 6 RÉSULTATS DES ESSAIS EN LABORATOIRE	55
ANNEXE 7 DIMENSIONNEMENT DES PIEUX D'AMARRAGE ET DES PONTONS	56
ANNEXE 8 DIMENSIONNEMENT DES PALPLANCHES	57
ANNEXE 9 DIMENSIONNEMENT DU TUNAGE BOIS	58
ANNEXE 10 MISSIONS GÉOTECHNIQUES	59

1. INTRODUCTION

1.1. MISSIONS

À la demande de **RIVES & EAUX DU SUD OUEST** et pour le compte de **VOIES NAVIGABLES DE FRANCE (VNF)**, l'agence **LANGUEDOC-ROUSSILLON** du Bureau d'Études **HYDROGÉOTECHNIQUE SUD-OUEST** a procédé à l'exécution des sondages, essais et études géotechniques dans le cadre des études préalables à l'aménagement des Ports du Somail et de la Robine sur les communes de **SALLÈLES D'AUDE (11590)** et de **SAINT NAZAIRE D'AUDE (11120)**.

Cette étude s'inscrit dans le cadre de la norme 94.500 des missions type d'ingénierie géotechnique de l'AFNOR-USG (novembre 2013), qui suivent les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet, à savoir :

- ÉTAPE 1 : étude géotechnique préalable (G1)
 - ES : Phase Étude de Site,
 - PGC : Phase Principes Généraux de Construction,
- ÉTAPE 2 : étude géotechnique de conception (G2)
 - AVP : Phase Avant-Projet,
 - **PRO : Phase Projet,**
 - DCE / ACT : Phase Dossier de Consultation des Entreprises et Assistance aux Contrats de Travaux
- ÉTAPE 3 : études géotechniques de réalisation
 - Étude et suivi géotechnique d'exécution (G3)
 - Phase étude,
 - Phase suivi.
 - Supervision géotechnique d'exécution (G4)
 - Phase étude,
 - Phase suivi.
- Étude d'éléments spécifiques géotechniques
 - Diagnostic géotechnique (G5).

L'étude géotechnique conduite sur le terrain, ainsi que le présent rapport s'inscrivent au sein d'une **mission G2 PRO** de l'Union Syndicale Géotechnique. Vous trouverez en annexe la classification, le contenu et le schéma d'enchaînement de ces missions.

Cette étude fait suite à la mission G2 AVP n°C.24.41.150 réalisée par nos services en juin 2025.

Les hypothèses prises lors de l'établissement de ce rapport s'entendent sous réserve de la stricte application de cette norme et plus généralement de l'ensemble des normes et règlements en vigueur.

Ce rapport a été rédigé par **Hugo MICHEL, Ingénieur Géologue – Géotechnicien, ENSG**, vérifié par **Claire BOUTET, Ingénieure Géologue – Géotechnicienne, Polytech Grenoble** et approuvé par **Georges DE CARVALHO, Ingénieur Géologue – Géotechnicien Senior, DESS de Géologie Appliquée**.

Les objectifs de cette étude sont :

- l'appréhension des caractéristiques géologiques, hydrogéologiques et géotechniques des sols au droit du projet,
- la présentation des principes généraux de construction des ouvrages géotechniques, à savoir :
 - les fondations envisageables au droit des ouvrages d'amarrage,
 - les soutènements pour la reprise des berges,
- le dimensionnement des ouvrages principaux suivant les règles, normes AFNOR ou fascicules.

Notre mission de type G2 PRO s'arrête à la remise de ce rapport. Elle devra être suivie des missions de type G2 DCE/ACT, puis G4. Ponctuellement une mission G5 à définir par la Maîtrise d'Œuvre du projet pourra être réalisée. La mission G3 est à la charge de l'entreprise adjudicataire des travaux.

Limites de cette étude :

Le caractère de cette étude est strictement de type géotechnique. Les aspects liés à la recherche de pollution éventuelle ou à la caractérisation des ouvrages enterrés et des incidences des vestiges et fouilles archéologiques sont exclus. Notre mission n'intègre pas l'étude des dispositifs d'assainissement ni l'étude de la possibilité d'infiltration des eaux pluviales.

La présence notamment de risque d'amiante présent naturellement dans les sols (amiante environnementale), d'amiante anthropique dans les remblais et d'amiante dans les enrobés et structures de chaussées n'a pas été étudiée.

La présente étude peut présenter des contradictions avec les résultats de missions complémentaires (recherche de pollution notamment). Il appartiendra au Maître d'Œuvre de mettre en cohérence ces éléments, si nécessaire, à la réception des études.

1.2. RÉFÉRENTIELS

La campagne de sondages, ainsi que notre étude suivent les normes et documents français et plus particulièrement :

- Eurocodes 1 – NF EN 1991-1 (mars 2003),
- Eurocodes 7 – NF EN 1997-1 (juin 2005) et NF EN-1997-2 (septembre 2007),
- Eurocodes 8 – NF EN 1998-1 (septembre 2005) + A1 (mai 2013),
- Eurocodes 8 – NF EN 1998-5 (septembre 2005),
- NF P 94-262 – Calcul géotechnique – Fondations profondes (juillet 2012) et son amendement de juillet 2018 (NF P 94-262/A1)
- NF P 94-282 – Calcul géotechnique – Ouvrages de soutènement - Écrans (mars 2009) et son amendement de février 2015 (NF P 94-282/A1),
- NF EN 1536+A1 – Exécution des travaux géotechniques spéciaux – Pieux forés (novembre 2015),
- NF EN 12 699 – Exécution des travaux géotechniques spéciaux – pieux avec refoulement du sol (juillet 2015),

Le positionnement exact des ouvrages projetés n'est pas connu. En fonction de leur localisation, le dimensionnement mené dans le présent rapport peut devenir caduc et devra être repris impérativement (intégration d'éventuelles surcharges on prises en compte, bâtiments, etc.).

Sur ces secteurs, les aménagements projetés sont les suivants :

- **remplacement et création d'équipements** (bornes eau et électricité, **amarrages**, branchements EU, aires de pique-nique, collecte déchets, aires de vélos, ...),
- **réhabilitation de bâtiments** (réaménagement d'un bâtiment en capitainerie au Somail, rénovation structurelle de l'atelier et sanitaires à Port la Robine),
- **réfection et aménagement de points d'embarquement/débarquement**,
- **travaux ponctuels de reprise de berges**,
- mise aux normes environnementales de la cale de mise à l'eau,
- diagnostic de la cuve à carburant à Port la Robine en vue de sa potentielle mise aux normes.

Ainsi, les ouvrages géotechniques étudiés dans le présent rapport comprennent exclusivement :

- **pieux d'amarrage :**
 - pas d'information concernant la géométrie au stade G2 PRO,
 - DDC transmises partiellement au stade G2 PRO,
- **pontons d'amarrage avec 1 ou 2 pieux d'ancrage :**
 - pas d'information concernant la géométrie au stade G2 PRO,
 - DDC transmises partiellement au stade G2 PRO,
- **soutènements en palplanches :**
 - géométries et DDC complètes transmises au stade G2 AVP,
 - pas de modification des hypothèses au stade G2 PRO,
- **soutènement en tunage bois :**
 - géométries et DDC complètes transmises au stade G2 AVP,
 - pas de modification des hypothèses au stade G2 PRO,
 - ajout d'un calcul avec des sections de pieux bois en 0,160 x 0,160 m (en plus du calcul en section 0,250 x 0,250 m déjà effectué).

D'après les informations fournies par le Maître d'Ouvrage, le projet étudié est classé en catégorie géotechnique 2* :

Classe de conséquence	Conditions de site	Catégorie géotechnique*	Base des justifications
CC1	Simple et connues	1	Expérience et reconnaissance géotechnique qualitative admises
CC1	Complexes	2	Reconnaissance géotechnique et calculs nécessaires
CC2	Simple		
CC2	Complexes	3	Reconnaissance géotechnique et calculs approfondis
CC3	Simple ou complexes		

* cette classification est à confirmer par le Maître d'Ouvrage.

Tout changement d'implantation ou d'importance du projet par rapport aux hypothèses prises lors de l'établissement de ce rapport doit nous être communiqué et recevoir notre accord par écrit et faire l'objet d'une mission spécifique complémentaire. Ces changements peuvent modifier les conclusions de notre étude.

Cette étude a été réalisée en date du 28/01/2026. Nous attirons l'attention sur le fait qu'un certain nombre de paramètres peuvent évoluer dans la durée (environnement notamment). Au-delà d'un délai de 1 an, nous recommandons fortement une actualisation de nos conclusions.

2. ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DE SITE - MISSION G1 ES

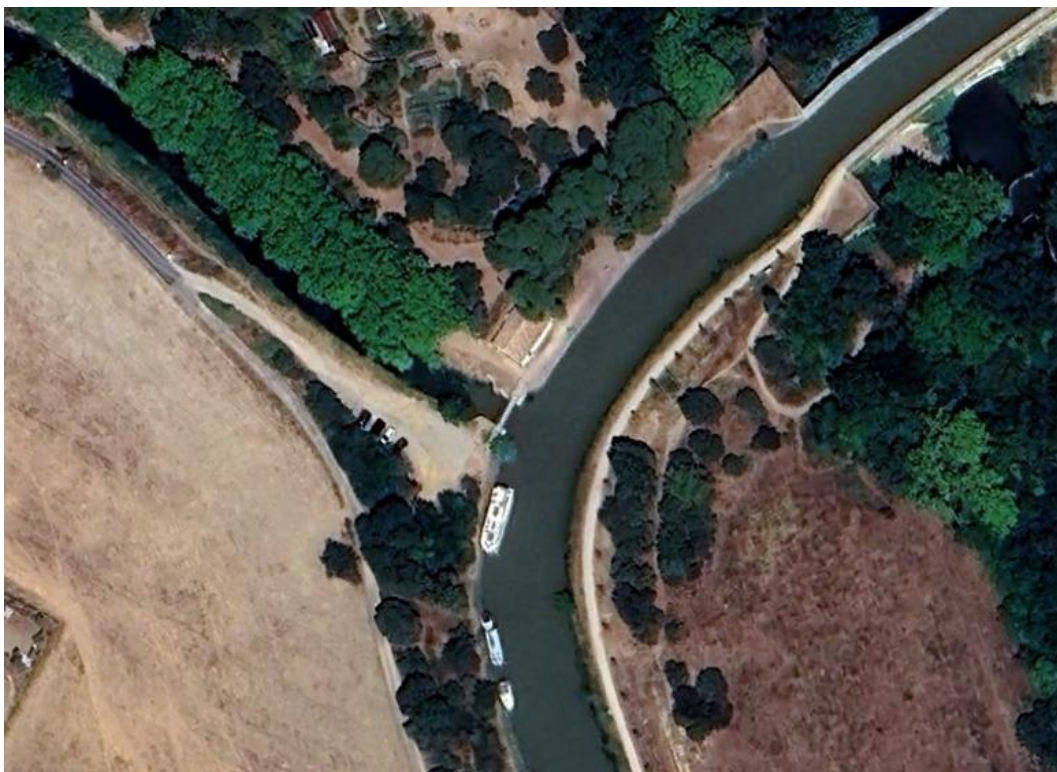
2.1. CONTEXTES SITOLOGIQUE ET HISTORIQUE

La zone d'étude concerne :

- le Port de La Robine, sur la commune de **SALLÈLES D'AUDE** :
 - illustré par la vue aérienne ci-après,
 - site en limite de la zone industrielle de Truilhas,
 - les 2 berges du port de la Robine servent de stationnement à des bateaux,
 - des pins bordent les 2 berges,
 - il n'a pas été noté de réseaux au droit de ces berges, les réseaux étant en aérien,
 - l'extrémité du port est aménagée d'une dalle de mise à l'eau et sert de réparation navale.



- l'appontement de la Porte Minervoise, sur la commune de **SALLÈLES D'AUDE** :
 - illustré par la vue aérienne ci-après,
 - un bâtiment, halte de la Porte Minervoise, se trouve sur la berge,
 - on note la présence d'un ancien réseau visible en encorbellement sur la passerelle piétonne qui semble se prolonger le long du quai, réseau non identifié par les DICT.

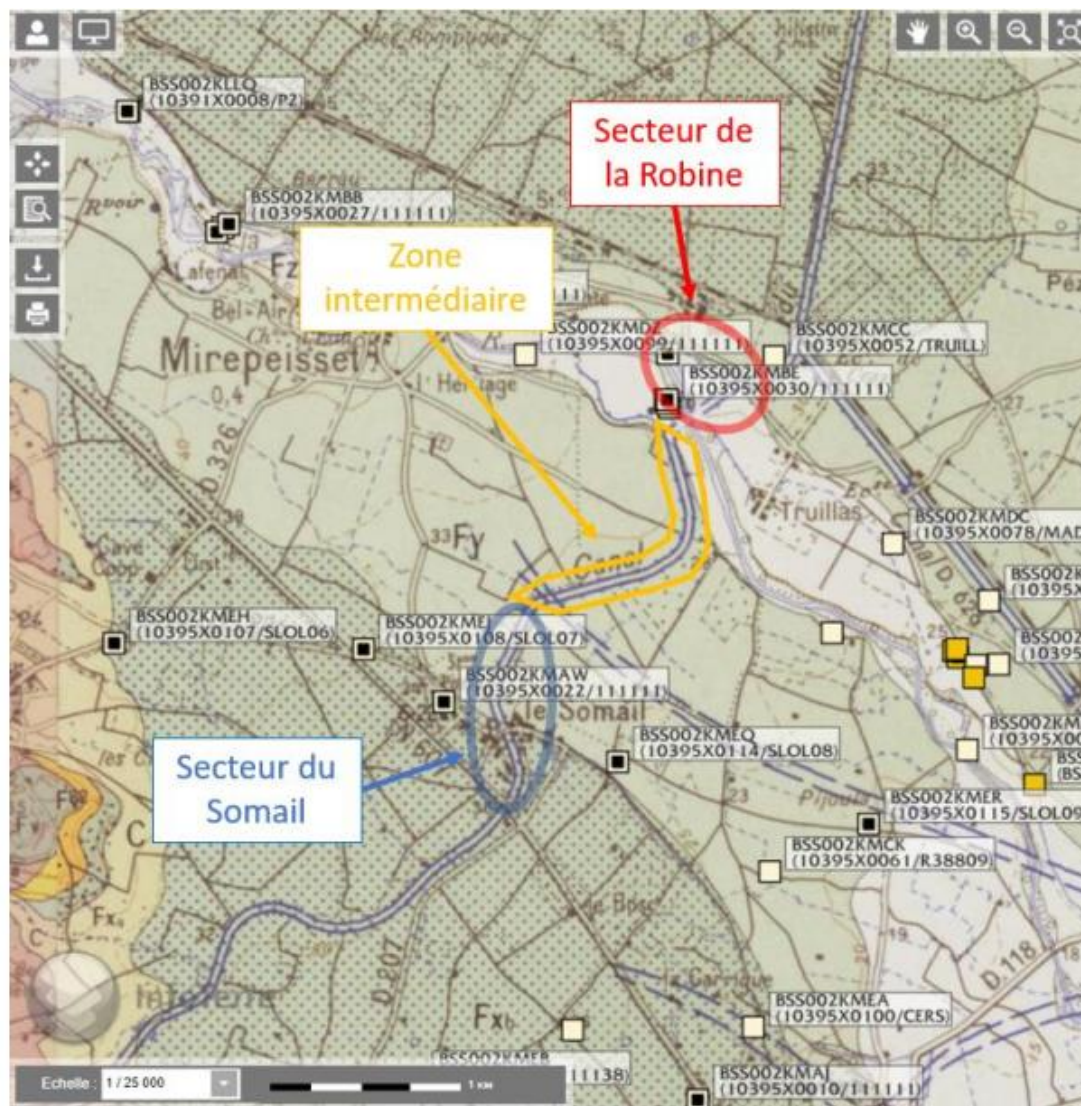


- le port du Somail sur la commune de **SAINT NAZAIRE D'AUDE** :
 - illustré par la vue aérienne ci-après,
 - en zone urbaine construite de part et d'autre des berges du canal,
 - plusieurs réseaux sont identifiés +/- proches des berges.



2.2. CONTEXTE GÉOLOGIQUE

La carte géologique (éditions du BRGM) au 1/50 000^{ème} de BÉZIERS montre que la zone d'étude se situe au niveau des formations suivantes, sous les remblais / formations de surface et d'altération non mentionnées par le document :



Sur le secteur du projet, on retrouve (du Sud vers le Nord) :

- Fxb : Alluvions anciennes du Quaternaire moyen, sablo-graveleuses à matrice plus ou moins argilo-limoneuse,
- Fy : Alluvions anciennes du Quaternaire supérieur, généralement constituées par des galets siliceux à matrice limoneuse grise blanchâtre (peu consolidée),
- Fz : Alluvions récentes de la Cesse, composées de sables (plus ou moins argileux) et de graviers,
- le substratum régional marno-calcaire sur lequel reposent ces terrains alluvionnaires.

2.3. CONTEXTE HYDROGÉOLOGIQUE

Dans ce contexte, plusieurs types de nappes sont possibles :

- dans les formations superficielles, liées à l'infiltration du ruissellement superficiel,
- dans les alluvions, en relation avec le niveau de la nappe du réseau hydrographique local.
- en profondeur dans le substratum au travers de la fracturation du massif.

Attention, la piézométrie de ces différents aquifères n'est pas nécessairement confondue.

2.4. RISQUES NATURELS ET ANTHROPIQUES

2.4.1. TABLEAU GÉNÉRAL

Le tableau ci-après récapitule les risques référencés au droit de la parcelle étudiée sur le site gouvernemental www.georisques.gouv.fr.

Risque étudié	Aléa
Sismicité	zone 2 (aléa faible)
Inondation	concerné – PPR approuvé le 01/12/1949
Remontée de nappe	concerné – zones potentiellement sujettes aux débordements de nappe fiabilité moyenne-forte
Mouvement de terrain	aléa faible
Retrait/gonflement des argiles	concerné – zone 2 (exposition moyenne)
Cavités souterraines	pas d'aléas dans un rayon de 500 m
Radon	catégorie 2 (moyen)
Submersion marine	non concerné
Tempêtes	non concerné
Avalanches	non concerné
Incendies de forêt	non concerné
Minier	non concerné
Installations industrielles classées	non concerné
Canalisations de transports de matières dangereuses	non concerné
Pollution des sols	non concerné
Rupture de barrage	non concerné
Risque technologique	non concerné
Nucléaire	non concerné
Bruit	non concerné

2.4.2. SISMICITÉ

Depuis le 22 octobre 2010, la France dispose d'un nouveau zonage sismique divisant le territoire national en cinq zones de sismicité croissante en fonction de la probabilité d'occurrence des séismes (articles R563-1 à R563-8 du Code de l'Environnement modifiés par les décrets n°2010-1254 du 22 octobre 2010 et n°2010-1255 du 22 octobre 2010, ainsi que par l'Arrêté du 22 octobre 2010) :

- une zone de sismicité 1 où il n'y a pas de prescription parasismique particulière pour les bâtiments à risque normal (l'aléa sismique associé à cette zone est qualifié de très faible),
- quatre zones de sismicité 2 à 5, où les règles de construction parasismique sont applicables aux nouveaux bâtiments, et aux bâtiments anciens dans des conditions particulières.

Ici, le décret n°2010-1255 classe la zone étudiée **en zone 2**.

La MOE nous a confirmé que les ouvrages sont classés en **catégorie d'importance II** et donc, conformément à l'Eurocode 8 (normes NF EN 1998-1 et NF EN 1998-5), ils ne seront pas dimensionnés au séisme.

3. PROGRAMME SPÉCIFIQUE D'INVESTIGATIONS MIS EN ŒUVRE

Lors de notre intervention de février 2025, nous avons mis en œuvre les investigations suivantes :

- **3 forages de reconnaissance géologique de type destructif**, notés SP1, SP2 et SP3, descendus à 10,0 m de profondeur, en diamètre 66 mm, les outils étant adaptés aux types de terrains.
- dans ces forage, **6 essais pressiométriques par forage (18 au total)**, suivant la norme NF P 94-110-1 avec une maille de principe de 1,5 m, adaptée à la lithologie rencontrée, permettant la mesure, par un essai de chargement in situ :
 - du module de compressibilité : E_m
 - de la pression de fluage : p_f
 - de la pression de rupture : p_l
 - de la pression horizontale des terres : σ_{HS} ,
 - qui permet la détermination de la pression limite nette : p_l^* .

Nous exploiterons également les investigations réalisées en octobre 2024 dans le cadre de la G1 ES+PGC :

- **8 forages en carottage continu**,
 - à 8,00 m de profondeur,
 - au carottier vibro-percussion dans les formations meubles jusqu'au refus, avec tubage à l'avancement des sols bouillants,
 - poursuivi en rotation jusque 8,00 m de profondeur,
 - avec enregistrement des paramètres de forage,
 - le fluide de forage étant l'eau claire.
- **8 essais au pénétromètre dynamique**,
 - au refus, suivant la norme NF-EN-ISO-22476-2,
 - conduits avec un train de mesure type B.

Ils ont été descendus aux profondeurs consignées dans le tableau ci-après :

Sondage	Profondeur de refus
PD1	1,80 m
PD2	6,80 m
PD3	4,40 m
PD4	3,60 m
PD5	3,00 m
PD6	2,60 m
PD7	4,80 m
PD8	2,00 m

- **en laboratoire**, suivant les normes NF P correspondantes :
 - 8 identifications GTR comprenant :
 - 8 analyses granulométriques (NF-EN-ISO-17892-4),
 - 4 limites d'Atterberg (NF-EN-ISO-17892-12),
 - 4 essais au bleu de méthylène (NF-EN-17542-3),
 - 2 mesures de la teneur en matière organique (XP P 94-047),
 - 2 essais de cisaillement rectiligne à la boîte (NF P 94-071-1),
 - 1 essai œdométrique CT (NF P94-090-1).

L'implantation des sondages est présentée en annexe 2 du rapport.

Les coordonnées sont présentées dans le tableau ci-après :

	LAMBERT CC zone 43		NGF IGN 69
Sondage	X	Y	Z
SP1	1693255,55	2231399,54	32,3
SP2	1693063,31	2231071,56	32,6
SP3	1692199,44	2229623,73	32,1

	Lambert CC zone 43		NGF IGN69
	X (m)	Y (m)	Z (m)
SC1 PD1	1693254.116	2231400.502	32.262
SC2 PD2	1693074.302	2231491.189	32.564
SC3 PD3	1693081.975	2231467.045	32.768
SC4 PD4	1693064.975	2231072.224	32.687
SC5 PD5	1692158.320	2229633.804	32.590
SC6 PD6	1692259.819	2229391.754	32.127
SC7 PD7	1692201.879	2229618.476	32.146
SC8 PD8	1692245.946	2229537.483	32.400

4. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS ET INTERPRÉTATION - MISSIONS G2 AVP

4.1. PORT DE LA ROBINE

Nous exploitons les résultats des sondages carottés SC1, SC2 et SC3, du sondage pressiométrique SP1 et des essais pénétrométriques PD1, PD2 et PD3.

L'analyse des coupes lithologiques des différents sondages permet de schématiser la lithologie de la manière ci-après.

Description par couche

- Présence en tête en SC2, d'une couche **C0**, de remblais et/ou d'alluvions pour partie, de 0,00 à 4,20 m de profondeur :
 - de béton, gravillons, graviers et graves à matrice argilo-sableuse, jusqu'à 1,40 m, de compacité élevée en tête à moyenne avec $2,57 < q_d < 19,39$ MPa,
 - puis d'argile grise moyennement consistante à trace de matière organique, de 1,40 à 4,20 m de profondeur de compacité faible à moyenne avec $1,41 < q_d < 3,19$ MPa.

- Également en tête, une couche **C1**, de limon sableux beige à argile limoneuse à cailloutis +/- abondants, correspondant à des alluvions :
 - reconnue comme suit :

Sondage	SC1	SP1	SC2	SC3
Profondeur du toit (m/TN)	0,00	0,00	-	0,00
Profondeur du mur (m/TN)	4,30	5,80	-	2,80
Épaisseur (m)	4,30	5,80	-	2,80

- de compacité élevée à très élevée au pressiomètre avec 3 essais :

$$1,40 < p_l^* \text{ (MPa)} < 3,50$$

$$31,1 < E_m \text{ (MPa)} < 138,7$$
- de compacité moyenne à très élevée au pénétromètre dynamique avec :

$$3,42 < q_d < 83,91 \text{ MPa au refus en PD1}$$
- Suivie d'une couche **C2** pouvant être rattachée aux alluvions anciennes, décrite en marne argileuse marron et silt gris à passages de grès,
 - reconnue comme suit :

Sondage	SC1	SP1	SC2	SC3
Profondeur du toit (m/TN)	4,30	5,80	4,20	2,80
Profondeur du mur (m/TN)	> 8,10	> 10,08	> 8,00	> 8,00
Épaisseur (m)	> 3,80	> 4,28	> 3,80	> 5,20

- de compacité élevée à très élevée au pressiomètre avec 3 essais :

$$1,90 < p_l^* \text{ (MPa)} < 3,40$$

$$28,2 < E_m \text{ (MPa)} < 53,1$$

- de compacité moyenne à très élevée au pénétromètre dynamique ayant conduit au refus avec :

$$3,5 < q_d < 35 \text{ MPa}$$

Essais en laboratoire

Les essais en laboratoire réalisés sur les échantillons prélevés en SC1, SC2 et SC3 sont présentés dans le tableau ci-après.

Essai d'identification			Classification		Granulométrie par tamisage													Sédimentométrie	Valeur au bleu	Limites d'Atterberg			Limites de retrait	Densité (T/m3)				Matière organique	
Normes			P 11-300	EN 16907-2	EN ISO 17892-4													EN ISO 17892-4	EN 17542-3	EN ISO 17892-12			XP P 94-060-1	EN 16907-19	EN ISO 17892-2		NF P 94-064		XP P 94-047
Sondage	Prof. (m)	Nature	GTR	GTR	Dmax (mm)	% Passant										2 µm	VBS	Wt%	Ip	Ic	Wr%	ρs	Sol		Roche		MO %		
						63 mm	50 mm	20 mm	6,3 mm	5 mm	2 mm	0,63 mm	0,4 mm	80 µm	63 µm							ρh	ρd	ρh	ρd				
SC1	1,00 - 2,00	Sable limoneux marron à cailloux, cailloutis calcaires anguleux et siliceux roulés	B5	I1	40	96	96	85	62	59	46	35	31	21,9	20,5	-	0,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
SC2	2,70-4,20	Argile gris-ocre et vert à matière organique	F11 (A2)	O1 (F2)	-	100	100	100	100	100	100	100	100	99,3	99,1	-	-	44	22	-	-	-	-	-	-	-	4,4		
SC3	1,10-2,80	Argile gris-vert-ocre à traces noires de matière organique	F11 (A2)	O1 (F3)	-	100	100	100	100	100	100	100	100	100,0	98,9	-	-	47	24	-	-	-	-	-	-	-	4,2		

Un essai œdométrique sur un échantillon prélevé en SC2 à 3,40 m donne les résultats suivants :

- $\sigma'_{v0} = 44 \text{ kPa}$
- $e_0 = 0,54$
- $\sigma'_p = 257 \text{ kPa}$
- $C_s = 0,037$
- $C_c = 0,166$

Au droit de SC2, on relève des sols décomprimés et chargés en matière organique jusqu'à 4,00 m de profondeur qui pourront nécessiter une purge et substitution.

4.2. PORTE MINERVOISE

Nous exploitons les résultats du sondage carotté SC4, du sondage pressiométrique SP2 et de l'essai pénétrométrique PD4.

L'analyse des coupes lithologiques des différents sondages permet de schématiser la lithologie de la manière ci-après.

Description par couche

- Présence en tête d'une couche **C1**, de limon sableux beige à argile limoneuse à cailloutis +/- abondants, correspondant à des alluvions :

- reconnue comme suit :

Sondage	SC4	SP2
Profondeur du toit (m/TN)	0,00	0,00
Profondeur du mur (m/TN)	3,00	2,80
Épaisseur (m)	3,00	2,80

- de compacité élevée au pressiomètre avec 1 seul essai :

$$p_l^* = 1,60 \text{ MPa}$$

$$E_m = 21,9 \text{ MPa}$$

- de compacité moyenne à très élevée au pénétromètre dynamique avec :

$$4,79 < q_d \text{ (MPa)} < 35,11$$

- Suivie d'une couche **C2** pouvant être rattachée aux alluvions anciennes, décrite en silt gris à passages de grès et de tufs, sable aggloméré et marne argileuse :

- reconnue comme suit :

Sondage	SC4	SP2
Profondeur du toit (m/TN)	3,00	2,80
Profondeur du mur (m/TN)	> 8,90	> 10,00
Épaisseur (m)	> 5,90	> 7,20

- de compacité très élevée au pressiomètre avec 5 essais :

$$3,50 < p_l^* \text{ (MPa)} < 5,00$$

$$88,2 < E_m \text{ (MPa)} < 383,5$$

- de compacité très élevée au pénétromètre dynamique ayant conduit au refus avec :

$$35,15 < q_d \text{ (MPa)} < 37,39$$

Essais en laboratoire

Les essais en laboratoire réalisés sur l'échantillon prélevé en SC4 sont présentés dans l'extrait de tableau ci-après.

Essai d'identification					Classification		Granulométrie par tamisage												Sédimentométrie	Valeur au bleu	Limites d'Atterberg				Limites de retrait	Densité (T/m3)				
Normes					P 11-300	EN 16907-2	EN ISO 17892-4												EN ISO 17892-4	EN 17542-3	EN ISO 17892-12				XP P 94-060-1	EN 16907-19	EN ISO 17892-2		NF P 94-064	
Sondage	Prof. (m)	Nature			GTR	GTR	Dmax (mm)	% Passant										2 µm	VBS	W1%	Ip	Ic	Wr%	ρs	Sol		Roche			
							63 mm	50 mm	20 mm	6,3 mm	5 mm	2 mm	0,63 mm	0,4 mm	80 µm	63 µm														
SC4	2,00-4,00	Argile sableuse à sable argileux jaune, vert, gris			A1	F1	1	100	100	100	97	96	96	95	94	42,3	40,9	-	-	27	11	-	-	-	-	2,03	-			

Un essai de cisaillement réalisé sur un échantillon prélevé à 7,45 m de profondeur dans un niveau de silt, donne les résultats suivants :

C'		φ'	
C' _p	C' _r	φ' _p	φ' _r
0	0	32	32

4.3. PORT DU SOMAIL

Nous exploitons les résultats des sondages carottés SC5, SC6, SC7 et SC8, du sondage pressiométrique SP3 et des essais pénétrométriques SPD5, SPD6, PD7 et PD8.

L'analyse des coupes lithologiques des différents sondages permet de schématiser la lithologie de la manière ci-après.

Description par couche

- Présence en tête d'une couche **C1**, de limon sableux beige à argile limoneuse à cailloux et cailloutis +/- présents, correspondant à des alluvions :
 - reconnue comme suit :

Sondage	SC5	SC6	SC7	SP3	SC8
Profondeur du toit (m/TN)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Profondeur du mur (m/TN)	3,10	2,30	4,80	4,30	2,00
Épaisseur (m)	3,10	2,30	4,80	4,30	2,00

- de compacité élevée au pressiomètre avec 2 essais :

$$1,20 < p_l^* \text{ (MPa)} < 2,40$$

$$20,4 < E_m \text{ (MPa)} < 34,5$$
- de compacité moyenne à très élevée au pénétromètre dynamique ayant entraîné le refus du pénétromètre avec :

$$4,62 < q_d < 46,24 \text{ MPa}$$
- Suivie d'une couche **C2** pouvant être rattachée aux alluvions anciennes, décrite en sable limono-graveleux marron gris à galets, à marne argileuse marron,
 - reconnue comme suit :

Sondage	SC5	SC6	SC7	SP3	SC8
Profondeur du toit (m/TN)	3,10	2,30	4,80	4,30	2,00
Profondeur du mur (m/TN)	> 8,10	> 8,00	> 8,00	> 10,00	> 8,00
Épaisseur (m)	> 5,00	> 5,70	> 3,20	> 5,70	> 6,00

- de compacité élevée à très élevée au pressiomètre avec 4 essais :

$$1,70 < p_l^* \text{ (MPa)} < 3,50$$

$$28,4 < E_m \text{ (MPa)} < 55,3$$
- le refus pénétrométrique a été obtenu au toit de cette couche, dont la distinction a plutôt été faite sur le critère refus que lithographique.

Essais en laboratoire

Les essais en laboratoire réalisés sur les échantillons prélevés en SC5, SC6, SC7 et SC8 sont présentés dans l'extrait de tableau ci-après.

Essai d'identification			Classification		Granulométrie par tamisage											Sédimentométrie	Valeur au bleu	Limites d'Atterberg		
Normes			P 11-300	EN 16907-2	EN ISO 17892-4											EN ISO 17892-4	EN 17542-3	EN ISO 17892-12		
Sondage	Prof. (m)	Nature	GTR	GTR	Dmax (mm)	% Passant										2 µm	VBS	Wl%	Ip	Ic
					63 mm	50 mm	20 mm	6,3 mm	5 mm	2 mm	0,63 mm	0,4 mm	80 µm	63 µm						
SC5	1,50-2,30	Sable argileux marron à cailloux, cailloutis siliceux émoussés	B5	I1	33	100	100	88	62	58	47	36	33	25,2	24,0	-	0,58	-	-	-
SC6	2,30-3,60	Sable limoneux marron-beige à cailloux, cailloutis siliceux et calcaires roulés	B5	I1	23	100	100	92	68	64	51	39	36	24,0	22,3	-	0,27	-	-	-
SC7	1,50-2,50	Argile marron à rares cailloux siliceux roulés	A2	F2	0,7	100	100	100	99	99	97	94	92	78,0	75,0	-	-	41	20	-
SC8	2,00-4,00	Sable limoneux marron à cailloux, cailloutis siliceux roulés et émoussés	B5	I1	42	100	97	82	64	61	50	40	37	24,7	23,1	-	0,39	-	-	-

Un essai de cisaillement réalisé sur un échantillon prélevé à 2,00m en SC7 de profondeur dans un niveau de limon sableux, donne les résultats suivants :

C'		φ'	
C' _p	C' _r	φ' _p	φ' _r
0	0	27	26

On gardera à l'esprit que :

- compte tenu du nombre limité de points d'investigations, cette esquisse reste schématique et que l'épaisseur des différentes couches n'est certaine qu'au droit des sondages.
- les sondages ont été réalisés en petit diamètre, que les limites de couches sont approximatives et que la blocométrie des formations n'a pu être mesurée,
- notamment au droit du port de la Robine, le risque de pollution doit être appréhendé par une étude spécifique, notre mission étant strictement géotechnique.

4.4. HYDROGÉOLOGIE

Les sondages ont été réalisés à l'eau. Aussi la présence d'eau dans le sol n'a pu être caractérisée. On peut toutefois supposée qu'elle est en relation avec le niveau du canal mitoyen.

Remarques :

Les sondages de reconnaissance se font sur une période de courte durée et le niveau de la nappe indiqué dans le rapport ne reflète pas forcément le niveau maximum.

L'origine des fluctuations possibles est, soit naturelle (sécheresse, crue de nappe en relation avec la situation météorologique par exemple), soit due à des travaux ou une modification de l'environnement aux alentours immédiats (pompages, rejets, effets barrages, etc. ...).

On retiendra donc de ce site :

- l'existence de circulations erratiques et intermittentes à différentes profondeurs au sein de toutes les couches, fortement conditionnées par la météorologie,
- l'existence d'une nappe, bien évidemment sujette aux fluctuations saisonnières et en étroite relation avec le cours d'eau l'Aude, de sorte qu'elle peut se rapprocher de la surface du terrain en période de hautes eaux,
- la formation possible, en périodes pluvieuses, de poches de stagnation localisées dans les remblais.

5. ALÉAS GÉOTECHNIQUES - MISSION G2 AVP

Les aléas géotechniques sont en relation entre autres, avec :

5.1. LA GÉOLOGIE

Les aléas sont liés :

- aux importantes et fréquentes variations latérales de faciès au sein des alluvions **C1** et **C2** entraînant :
 - des variations de nature et de granulométrie par lentilles au sein d'une même couche (sables, limons, tourbes,...),
 - l'apparition possible de sols de nature localement différente de celle trouvée dans les sondages lors des terrassements,
- à l'altération pouvant faire apparaître des zones très décomprimées à différentes profondeurs en son sein,
- à l'hétérogénéité, la blocométrie.

5.2. LA NATURE DES MATÉRIAUX

Les aléas sont liés à :

- la présence de matériaux de nature hétérogène au sein des remblais en SC2,
- la présence possible de vestiges au sein des remblais non mis en évidence lors de la réalisation des sondages,
- la sensibilité à l'eau et à l'affouillement des sols,
- la sensibilité au remaniement mécanique à l'exécution,
- la présence de gros éléments, avec risque de hors profil lors des terrassements,
- la sensibilité de la couche **C1** à la boulangue,
- à l'hétérogénéité de **C2** alternant entre des niveaux marneux/conglomératiques/poudingues et des niveaux argilo-sableux.

5.3. L'HYDROGÉOLOGIE

Les aléas sont liés :

- à des arrivées d'eau parasites en périodes pluvieuses dans les remblais, et à la formation possible de poches de stagnation,
- aux fluctuations saisonnières du niveau libre de la nappe ; on rappelle que le niveau mesuré par nos soins n'est pas nécessairement représentatif du niveau maximum de cette nappe,
- au caractère erratique et intermittent des circulations susceptibles d'affecter les sols des couches au-dessus de la nappe,
- à la mise en charge localisée de la nappe sous les lentilles fines (variations latérales de faciès dans les alluvions).

5.4. L'ENVIRONNEMENT ET L'HISTORIQUE DU SITE

Les aléas sont liés :

- à la présence possible d'anciennes fouilles archéologiques non communiquées par le Maître d'Ouvrage,
- à la présence de réseaux enterrés situés à proximité, et tranchées associées dont le mode de remblaiement est inconnu,
- à la présence possible de remblais hétérogènes sur des épaisseurs variables.

5.5. LES RISQUES NATURELS

- implantation du projet dans une zone de remontée de nappe,
- implantation du projet dans une zone inondable.

6. PRINCIPES GÉNÉRAUX DE CONSTRUCTION

- MISSION G2 PRO

Les solutions proposées sont celles qui semblent les meilleures à ce stade en fonction des données en notre possession.

D'autres solutions pourraient cependant être proposées en fonction de critères non pris en compte dans une étude de faisabilité et qui peuvent apparaître en phase conception ou d'exécution (problèmes de délais ou de phasage, variante locale économique, modification de l'environnement, caractéristiques particulières du projet non portées à notre connaissance). Si cela était le cas, nous conseillons à la Maîtrise d'œuvre ou à la Maîtrise d'Ouvrage de nous confier une mission pour valider les modifications apportées.

- concernant les pieux d'amarrage et des pontons, compte tenu du contexte géotechnique, nous vous proposons une solution de pieux battus aciers ouverts, solution développée au chapitre 7.
- concernant la reprise des berges à la Porte Minervoise et au Port du Somail, vous nous avez demandé d'étudier une solution de soutènement par palplanches, solution développée au chapitre 8.
- concernant la reprise des berges au Port de la Robine, un soutènement par tunage bois sera mis en place, solution développée au chapitre 9.

Compte tenu des compacités fortes des terrains, des refus de battage sont à attendre, pouvant nécessiter des préforage et des énergies de battage importantes.

L'étude sera à effectuer par une entreprise spécialisée.

7. DIMENSIONNEMENT DES FONDATIONS PROFONDES PAR PIEUX DES OUVRAGES D'AMARRAGE DU PORT DU SOMAIL - MISSION G2 PRO

7.1. PRINCIPE

Concernant les ouvrages d'amarrage au Port du Somail, compte tenu du contexte géotechnique, nous recommandons une technique de type pieux battus aciers ouverts (classe 5 catégorie 13) ancrés dans la couche **C1** ou **C2** d'alluvions.

Nous rappelons que le positionnement exact des ouvrages projetés n'est pas connu. En fonction de leur localisation, le présent dimensionnement peut devenir caduc et devra être repris impérativement.

Classe	Catégorie	Technique de mise en œuvre	Abréviation	Norme de référence
1	1	Foré simple (pieux et barrettes)	FS	
	2	Foré boue (pieux et barrettes)	FB	
	3	Foré tubé (virole perdue)	FTP	NF EN 1536
	4	Foré tubé (virole récupérée)	FTR	
	5	Foré simple ou boue avec rainurage ou puits	FSR, FBR, PU	
2	6	Foré tarière creuse simple rotation ou double rotation	FTC, FTCD	NF EN 1536
3	7	Vissé moulé	VM	NF EN 12699
	8	Vissé tubé	VT	
4	9	Battu béton préfabriqué ou précontraint	BPF, BPR	NF EN 12699
	10	Battu enrobé (béton – mortier – coulis)	BE	
	11	Battu moulé	BM	
	12	Battu acier fermé	BAF	
5	13	Battu acier ouvert	BAO	NF EN 12699
6	14	Profilé H battu	HB	NF EN 12699
	15	Profilé H battu injecté	HBi	
7	16	Palplanches battues	PP	NF EN 12699
1 bis	17	Micropieu type I	M1	NF EN 1536/14199/12699
	18	Micropieu type II	M2	
8	19	Pieu ou micropieu injecté mode IGU (type III)	PIGU, MIGU	
	20	Pieu ou micropieu injecté mode IRS (type IV)	PIRS, MIRS	

Extrait de la norme NF P 94-262

L'ensemble de nos essais au pénétromètre dynamique ayant un refus à faible profondeur, on peut s'attendre au refus du battage des pieux.

Il faudra impérativement prévoir :

- la réalisation d'essais de mise en œuvre in situ pour valider les techniques de réalisation et les dimensionnements,
- la réalisation de préforages préalables ou une mise en place par forage en cas d'essais infructueux.

7.2. CARACTÉRISTIQUES DES PIEUX

Les pieux présentent les caractéristiques suivantes :

Pieux	Pénichettes	Péniches	Pontons
Durée de vie de l'ouvrage	100 ans		
Type de pieux	pieux battus aciers ouverts (classe 5 catégorie 13)		
Diamètre (mm)	0,152	0,244	508,0
Épaisseur (mm)	12,5	15,9	16,0
Longueur (m)	3,5	4,5	6,3
Inertie (cm ⁴)	1 343	6 792	74 909
Produit d'inertie (kN.m ²)	2 821	14 265	157 309
Épaisseur de corrosion (mm)	1,2 intérieur et extérieur (sols naturels intacts et durée de vie de 100 ans)		1,4 intérieur et extérieur (eau douce ordinaire et durée de vie de 100 ans)
Diamètre corrodé (mm)	149,6	241,6	505,2
Épaisseur corrodée (mm)	10,1	13,5	13,2
Inertie corrodée (m ⁴)	1 082	6 313	61 779
Produit d'inertie corrodé (kN.m ²)	2 273	13 259	129 736

7.3. MODÈLE GÉOTECHNIQUE

On retiendra les modèles géotechniques sécuritaires suivants :

Pieux d'amarrage

Couche	z toit (m/TN)	z mur (m/TN)	h (m)	pl* (MPa)	pf* (MPa)	Em (MPa)	α
Air	+0,70	0,00	0,70	-	-	-	-
C1	0,00	- 4,60	4,60	1,8	0,9	25,0	2/3
C2	- 4,60	≥ - 10,00	≥ 5,40	2,7	1,4	40,0	1/3

Pontons d'amarrage *

Couche	z toit (m/TN)	z mur (m/TN)	h (m)	pl* (MPa)	pf* (MPa)	Em (MPa)	α
Air	+0,70	0,00	0,70	-	-	-	-
Eau	0,00	- 1,80	1,80				
C1	- 1,80	- 4,60	2,80	1,8	0,9	25,0	2/3
C2	- 4,60	≥ - 10,00	≥ 5,40	2,7	1,4	40,0	1/3

* modèle à confirmer en fonction de l'implantation des pontons et des hauteurs d'eau à considérer

Les valeurs caractéristiques présentées ci-dessus ont été déterminées de manière prudente pour le dimensionnement géotechnique des fondations. D'autres valeurs pourraient être déterminées sur la base d'autres critères (difficultés de forage, de battage, de terrassement, ...).

Compte tenu de l'hétérogénéité forte de profondeur du toit des couches, nous conseillons de réaliser au stade G3 un sondage au droit de chaque futur ouvrage d'amarrage pour optimiser le dimensionnement (sondage pressiométrique).

7.4. NIVEAU D'ASSISE

On veillera à :

- assurer un ancrage minimal de 1,0 m au sein de l'horizon porteur **C1** ou **C2**,
- respecter un entraxe de 3 diamètres entre les pieux pour éviter les effets de groupe, le cas échéant un effet de groupe sera considéré.

La profondeur d'ancrage définitive sera en fonction des descentes de charges effectives à reprendre par pieu.

7.5. DESCENTES DE CHARGES

Les descentes de charges sur les ouvrages d'amarrage nous ont été transmis par ISOP. On retiendra :

- pieux d'amarrage (pas d'effort vertical et efforts horizontaux appliqués à 0,70 m de hauteur par rapport à la cote de la berge) :
 - 30 kN ELS pour les pénichettes, soit 45 kN ELU*,
 - 100 kN ELS pour les péniches, soit 150 kN ELU*,
- pontons d'amarrage (efforts horizontaux appliqué à 0,70 m de hauteur par rapport à la cote de la berge) :

Efforts verticaux (kN)						Efforts horizontaux (kN)	
ELS QP		ELS C.		ELU		ELS	ELU*
Traction	Compression	Traction	Compression	Traction	Compression		
0,00	74,00	50,46	132,00	82,42	192,00	78,00	117,00

* en l'absence des combinaisons ELU, nous retenons un facteur de 1,5 pour passer des combinaisons ELS aux combinaisons ELU.

L'ensemble des DDC combinées aux différents états-limites sera à nous transmettre pour mise à jour du présent rapport.

Remarque : Aucune surcharge n'étant apportée dans l'environnement des pieux, nous ne considérons pas de frottements négatifs ni de poussées parasites.

En phase EXE, il conviendra d'intégrer les tolérances d'exécution et d'implantation dans le dimensionnement des fondations.

7.6. CAPACITÉ PORTANTE POUR LES PIEUX DES PONTONS

Elle est la somme du terme de pointe et du frottement latéral. Elle est calculée à partir des règles de justification des fondations profondes développées au sein de la norme NF P 94-262 et suivant l'approche 2 de l'Eurocode 7.

7.6.1. PRINCIPE DE CALCUL DE LA CAPACITÉ PORTANTE EN COMPRESSION

On vérifie que :

- à l'ELU : $F_{d;ELU} \leq R_{c;d}$
- à l'ELS : $F_{d;ELS} \leq R_{c;cr;d}$

Avec $R_{c;d}$ et $R_{c;cr;d}$ calculées à partir des règles de justification des fondations profondes développées au sein de la norme NF P94-262 + A1, suivant l'approche 2 des Eurocodes et selon la méthode du modèle de terrain :

- À l'ELU :

$R_{c;d}$: valeur de calcul de la résistance à la compression du terrain d'une fondation profonde vaut :

$$R_{c;d} = \frac{R_{c;k}}{\gamma_t} = \frac{R_{b;k}}{\gamma_b} + \frac{R_{s;k}}{\gamma_s} = \frac{R_b}{\gamma_b \cdot \gamma_{R;d1} \cdot \gamma_{R;d2}} + \frac{R_s}{\gamma_s \cdot \gamma_{R;d1} \cdot \gamma_{R;d2}} = \frac{A_b \cdot k_p \cdot p_{le}^*}{\gamma_b \cdot \gamma_{R;d1} \cdot \gamma_{R;d2}} + \frac{P_s \int_0^D q_s(z) dz}{\gamma_s \cdot \gamma_{R;d1} \cdot \gamma_{R;d2}}$$

Situations durables et transitoires	$\gamma_t =$	1.1
Situations accidentelles	$\gamma_t =$	1.0

- À l'ELS :

$R_{c;cr;d}$: valeur de calcul de la charge de fluage en compression du terrain d'une fondation profonde vaut :

$$R_{c;cr;d} = \frac{R_{c;cr;k}}{\gamma_{cr}} = \frac{0,5 \text{ ou } 0,7^{(1)} \cdot R_{b;k} + 0,7 \cdot R_{s;k}}{\gamma_{cr}} = \frac{0,5 \text{ ou } 0,7^{(1)} \cdot R_b + 0,7 \cdot R_s}{\gamma_{cr} \cdot \gamma_{R;d1} \cdot \gamma_{R;d2}} = \frac{0,5 \text{ ou } 0,7^{(1)} \cdot [A_b \cdot k_p \cdot p_{le}^*] + 0,7 \left[P_s \int_0^D q_s(z) dz \right]}{\gamma_{cr} \cdot \gamma_{R;d1} \cdot \gamma_{R;d2}}$$

⁽¹⁾ 0.5 sans refoulement de sol ; 0.7 avec refoulement de sol

Combinaisons caractéristiques	$\gamma_{cr} =$	0.9
Combinaisons permanentes	$\gamma_{cr} =$	1.1

Avec :

- $F_{c,d}$: valeur de calcul de la charge de compression axiale sur la fondation profonde,
- $R_{c,k}$: valeur caractéristique de la portance du terrain pour un pieu = $R_{b,k} + R_{s,k}$
- $R_{b,k}$: valeur caractéristique de la résistance de pointe,
- $R_{s,k}$: valeur caractéristique de la résistance de frottement axial,
- $\gamma_t ; \gamma_b ; \gamma_s$: ont les facteurs partiels respectivement pour les résistances $R_{c,k}$, $R_{b,k}$ et $R_{s,k}$.
- R_b : résistance limite de pointe,
- R_s : résistance limite de frottement axial,
- A_b : aire nominale de la pointe du pieu,
- k_p : facteur de portance ($K_p = K_{pmax}$ si $D_{ef}/B > 5$)
- p_{le}^* : pression limite nette équivalente,
- q_0 : contrainte verticale au niveau de la pointe (négligée),
- P_s : périmètre du fut du pieux (m),
- A_b : aire nominale de la pointe du pieu
- D : longueur de la fondation dans le terrain (m),
- $q_{s,k}(z)$: frottement latéral unitaire limite à la cote z (kPa),
- $q_{s,k} : \alpha_{pieu-sol} \cdot f_{sol} \cdot [pl^*(z)]$
- $\gamma_{R;d}$: coefficient de modèle = $\gamma_{R;d1} \cdot \gamma_{R;d2}$

	Procédure du « modèle de terrain »		Procédure du « modèle de terrain »	
	$\gamma_{R;d1}$ Compression	$\gamma_{R;d1}$ Traction	$\gamma_{R;d2}$ Compression	$\gamma_{R;d2}$ Traction
Pieux non ancrés dans la craie de classe 1 à 7 hors pieux de catégorie 10 et 15	1,15	1,4	1.1	
Pieux ancrés dans la craie de classe 1 à 7 hors pieux de catégorie 10 et 15	1,4	1,7		
Pieux de catégorie 10, 15, 17, 18, 19 et 20 dans les sables, les sols intermédiaires et les roches	1,4	1,7		
Pieux de catégorie 10,15,17,18,19 et 20 dans l'argile, les craies et les marnes.	2,0	2,0		

Annexe F de la norme NF P 94-262 – Amendement juillet 2018

7.6.2. PRINCIPE DE CALCUL DE LA CAPACITÉ PORTANTE EN TRACTION

Dans le cas de fondations profondes sollicitées en traction, on considère généralement que le mécanisme de rupture se développe à l'interface sol-fondation profonde. Dans ces conditions, le calcul de la résistance limite en traction est mené suivant les mêmes principes que ceux s'appliquant aux fondations profondes sollicitées en compression :

On vérifie que :

- à l'ELU : $F_{t;d;ELU} \leq R_{t;d}$
- à l'ELS : $F_{t;d;ELS} \leq R_{t;cr;d}$

Avec $R_{t;d}$ et $R_{t;cr;d}$ calculées à partir des règles de justification des fondations profondes développées au sein de la norme NF P 94-262 + A1, suivant l'approche 2 des Eurocodes et selon la méthode du modèle de terrain :

- À l'ELU :

$R_{t;d}$: valeur de calcul de la résistance à la traction du terrain d'une fondation profonde vaut :

$$R_{c;d} = \frac{R_{c;k}}{\gamma_{s;t}} = \frac{R_{s;k}}{\gamma_{s;t}} = \frac{R_s}{\gamma_{s;t} \cdot \gamma_{R;d1} \cdot \gamma_{R;d2}} = \frac{P_s \int_0^D q_s(z) dz}{\gamma_{s;t} \cdot \gamma_{R;d1} \cdot \gamma_{R;d2}}$$

- À l'ELS :

$R_{t;cr;d}$: valeur de calcul de la charge de fluage en traction du terrain d'une fondation profonde vaut :

$$R_{t;cr;d} = \frac{R_{t;cr;k}}{\gamma_{s;cr}} = \frac{0,7 \cdot R_{s;k}}{\gamma_{s;cr}} = \frac{0,7 \cdot R_s}{\gamma_{s;cr} \cdot \gamma_{R;d1} \cdot \gamma_{R;d2}} = \frac{0,7 \left[P_s \int_0^D q_s(z) dz \right]}{\gamma_{s;cr} \cdot \gamma_{R;d1} \cdot \gamma_{R;d2}}$$

Avec :

- $R_{s;k}$: valeur caractéristique de la résistance de frottement axial,
- R_s : résistance limite de frottement axial,
- P_s : périmètre du fut de l'élément de fondation profonde (m),
- D : longueur de la fondation dans le terrain (m),
- $q_{s;k}(z)$ = frottement latéral unitaire limite à la cote z (kPa),

$$q_{s;k} = \alpha_{pieu-sol} \cdot f_{sol} \cdot [p_l^*(z)]$$

7.6.3. RÉSULTATS

Pour les pieux des pontons concernés par des efforts verticaux, un pieu battu acier ouvert (classe 5 catégorie 13), de diamètre corrodé $\varnothing 505,2$ mm, **ancré de 1,0 m dans la couche C2 valide les efforts en compression et en traction.**

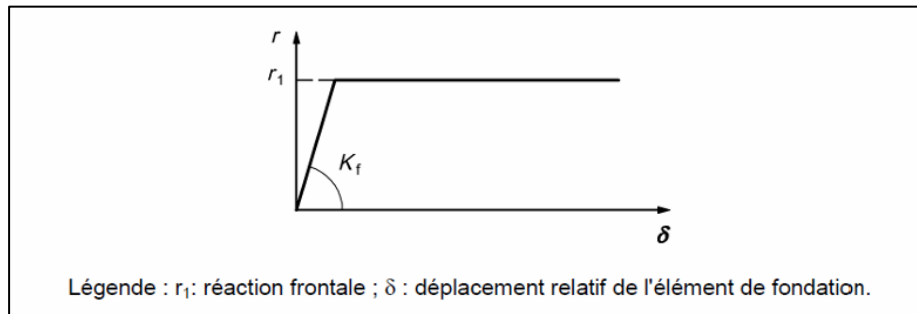
	Efforts verticaux (kN)					
	ELS QP		ELS C.		ELU	
	Traction	Compression	Traction	Compression	Traction	Compression
DDC	0,00	74,00	50,46	132,00	82,42	192,00
Efforts admissibles	47,70	666,20	131,20	814,90	179,50	952,10
Ratio	-	11 %	38 %	16 %	46 %	20 %

Les tassements seront négligeables (de l'ordre de 0,01 $\varnothing$) sous réserve du non remaniement du niveau d'ancrage.

7.7. COMPORTEMENT TRANSVERSAL DES PIEUX

7.7.1. LOI DE RÉACTION FRONTALE

Les vérifications sont menées à l'aide du logiciel FOXTA, module GROUPIE selon un modèle interaction sol structure (MISS) en considérant un comportement élastoplastique des sols, défini par un module élastique K_f et un palier plastique r .



Le palier plastique r vaut $r_1 = B \times p_f^*$ aux ELS et ELU Fond. et $r_2 = B \times p_l^*$ pour les ELU Acc.

Le module de réaction frontale K_f à court terme vaut pour $B < B_0$ (avec $B_0 = 0,60$ m) :

$$K_{f;CT} = \frac{12 \cdot E_{Mk}}{\frac{4}{2} \cdot (2.65)^\alpha + \alpha}$$

- E_M = module pressiométrique,
- $B_0 = 0,60$ m,
- B = diamètre des pieux,
- α = coefficient rhéologique de la couche.

Pour les efforts long terme, la valeur de $K_{f,LT}$ est divisée par 2 conformément à la norme NF P 94-262.

Pour les efforts accidentels, la valeur de K_f vaut $K_{f,CT}$ jusqu'au palier $r1 = B \times p_f^*$ puis vaut $K_{f,LT}$ jusqu'au palier $r2 = x \times p_i^*$.

Nous considérons en première approche des sollicitations court terme.

7.7.2. MINORATIONS

L'impact de la surface est considéré sur 4 $\emptyset$ dans le calcul du fait de la présence de sols cohérents.

On considère par ailleurs que les pieux d'amarrage seront éloignés à plus de 5 $\emptyset$ des berges.

Le cas contraire, la réaction frontale sera à diminuer conformément à la norme NF P 94-262 (plans à nous transmettre pour mise à jour du présent rapport). La prise en compte de l'influence de la berge sur la réaction frontale sera à prendre en compte impérativement en G3.

7.7.3. EFFET DE GROUPE

Nous considérons que les pieux sont espacés de plus de 3 $\emptyset$, dès lors aucun effet de groupe ne sera considéré.

7.7.4. EFFORTS ET MOMENTS DANS LES PIEUX

Nous retenons pour les pieux pour chaque type d'ouvrage :

Type d'ouvrage	$\emptyset$ pieux (m)	e pieux (mm)	e corrosion (int. et ext.) (mm)	L pieux (m)
Pieux d'amarrage - pénichettes	0,152	12,5	1,2	3,5 (dont 0,7 en air)
Pieux d'amarrage - péniches	0,244	14,2	1,2	4,5 (dont 0,7 en air)
Pontons	0,508	16,0	1,4	6,3 (dont 0,7 en air)

La corrosion est prise à la fois à l'extérieur et à l'intérieur des tubes.

Ces dimensions de pieux vérifient les efforts suivants, en valeur absolue :

Type d'ouvrage	ELS			ELU	
	Moment fléchissant max (kN.m)	Effort tranchant max (kN)	Flèche (cm)	Moment fléchissant max (kN.m)	Effort tranchant max (kN)
Pieux d'amarrage - pénichettes	24,04	30,00	1,10	38,85	45,00
Pieux d'amarrage - péniches	92,54	100,00	1,46	148,13	150,00
Pontons	214,67	95,65	1,46	322,01	143,47

Le détail des calculs est donné en annexe.

La bonne reprise des efforts par les tubes et l'admissibilité des déplacements latéraux en tête de pieux, devront également être validées par un BE structure. Si le déplacement calculé en première approche n'est pas admissible, il faudra augmenter les dimensions des pieux.

Rappelons que des allers-retours entre le BE structure et le BE géotechnique en charge du dimensionnement EXE des pieux sont à prévoir afin d'harmoniser leur modèle de calcul respectif et de parvenir à une convergence entre modèles de descentes de charges et du comportement des pieux.

7.8. VÉRIFICATION STRUCTURELLES DES TUBES

Il faut vérifier à l'ELU les inégalités suivantes conformément à l'Eurocode 3 partie 5 (NF EN 1993-6) et partie 1 (NF EN 1993-1). Nous considérons une corrosion de 1.2mm (sols naturels intacts pour une durée de vie de 100ans) ou 1.4mm (eau douce ordinaire pour une durée de vie de 100ans) selon les cas.

7.8.1. VÉRIFICATION VIS-À-VIS DU CISAILLEMENT

Les efforts tranchants sollicitants V_{Ed} et les efforts tranchants résistants $V_{pl,Rd}$ doivent vérifier la relation suivante :

$$V_{Ed} \leq V_d = \frac{V_{pl,Rd}}{\gamma_{Rd}} = \frac{A_v \frac{f_y}{\sqrt{3}}}{\gamma_{Rd} \cdot \gamma_{M0}}$$

Avec :

- f_y : limite élastique de l'acier = 235 MPa,
- V_{Ed} : l'effort tranchant maximal dans le tube,
- A_v : aire de cisaillement corrodé,
- γ_{M0} : 1,0,
- $\gamma_{Rd} = 1,0$ pour des tubes en acier de construction.

Il vient :

Tube	Corrosion	V_{Ed} (kN)	$V_{pl,Rd}$ (kN)	Ratio	Condition
0,152/12,5	1,2 (int. et ext.)	45,00	347,60	13 %	Vérifiée
0,244/14,2	1,2 (int. et ext.)	150,00	759,6	20 %	Vérifiée
0,508/16,0	1,4 (int. et ext.)	143,47	1602,1	9 %	Vérifiée

La vérification est assurée vis-à-vis de l'effort tranchant pour un tube de nuance d'acier 235 MPa.

7.8.2. VÉRIFICATION VIS-À-VIS DU MOMENT FLÉCHISSANT

L'effort tranchant étant inférieur à la moitié de la résistance plastique au cisaillement, son effet sur le moment peut être négligé (selon les éléments de l'Eurocode 3).

On cherche à vérifier :

$$M_{Ed} \leq M_{N;Rd} = \frac{M_{c;Rd}}{\gamma_{Rd}} (1 - n^{1,7}) = \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{Rd} \cdot \gamma_{M0}} (1 - n^{1,7})$$

Avec, pour une section du tube métallique corrodé de classe 1 :

- M_{Ed} : Moment fléchissant de calcul,
- $M_{N;Rd}$: Moment résistant plastique de calcul réduit par l'effort normal, conformément au chapitre 6.2.9.1 de la norme NF EN 1993-1-1 : 2005 pour des sections creuses circulaires de classe 1 et 2,
- W_{pl} : Module de flexion plastique pour la vérification des sections de classe 1 et 2,
- f_y : limite élastique de l'acier = 235 MPa,
- γ_{M0} : 1,0,
- $\gamma_{Rd} = 1,0$ pour des tubes en acier de construction.

Il vient :

Tube	Corrosion	M_{Ed} (kN)	$M_{N;Rd}$ (kN)	Ratio	Condition
0,152/12,5	1,2 (int. et ext.)	38,85	41,99	93 %	Vérifiée
0,244/14,2	1,2 (int. et ext.)	148,13	150,06	99 %	Vérifiée
0,508/16,0	1,4 (int. et ext.)	322,01	679,24	47 %	Vérifiée

La vérification est assurée vis-à-vis du moment fléchissant pour un tube de nuance d'acier 235 MPa.

7.8.3. VÉRIFICATION VIS-À-VIS DU FLAMBEMENT

Il convient de vérifier un tube comprimé vis-à-vis du flambement de la façon suivante :

$$N_{Ed} \leq N_{b;Rd} = \frac{\chi A f_y}{\gamma_{M1}}$$

Où :

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}}, \text{ mais } \chi \leq 1,0$$

Avec :

- $\Phi = 0,5 [1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$
- $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{Af_y}{F_{cr}}}$, pour les sections transversales de classe 1 et 2,
- α est un facteur d'imperfection,
- F_{cr} : charge critique de flambement, issue de PIECOEFF (listing en annexe),
- $\gamma_{M1} = 1,0$.

Il vient :

Tube	Corrosion	F _{cr} (kN)	N _{Ed} (kN)	N _{b ; Rd} (kN)	Ratio	Condition
0,508/16,0	1,4 (int. et ext.)	18612	192	4021,6	5 %	Vérifiée

La vérification est assurée vis-à-vis du flambement pour un tube de nuance d'acier 235 MPa.

7.9. SUJÉTIONS D'EXÉCUTION

Elles sont liées en autres :

- au respect de l'ancrage dans la couche **C1** ou **C2**,
- à la réalisation d'essais de battage et le cas échéant, à la réalisation de préforages (ou à une mise en place par forage),
- à la présence de niveaux indurés et/ou couches de blocométrie variable pouvant entraîner des refus et problèmes d'ancrage, et/ou nécessitant le trépannage ou au carottage de l'ancrage,
- à la fluctuation altimétrique possible du toit de la couche **C2** imposant la variation du niveau d'ancrage,
- à la prise en compte de l'effet de groupe éventuel sur le frottement latéral dans le cas où l'entraxe des pieux est inférieur à 3 diamètres,

$$C_e = 1 - C_d \times \left[2 - \left(\frac{1}{m} + \frac{1}{n} \right) \right]$$

Avec :

- $C_d = 1 - 0,25(1 + d/B)$
- B = diamètre des pieux (m),
- d = entraxe des pieux (m),
- m = nombre de lignes de pieux,
- n = nombre de pieux par ligne.
- à l'éloignement des pieux par rapport aux pieux existants éventuels,
- à la présence possible de vestiges en béton au sein des remblais non mis en évidence lors de la réalisation des sondages, nécessitant la réalisation de purges,
- à l'absence de surcharges (remblaiement excessif et surcharges sur dallages élevées) à proximité des têtes de pieux pouvant conduire à des frottements latéraux négatifs et à des poussées parasites,
- à la réalisation, au stade G3, d'analyses d'agressivité des sols et des eaux.

8. DIMENSIONNEMENT DES SOUTÈNEMENTS DÉFINITIFS PAR PALPLANCHES À PORTE MINERVOISE ET AU PORT DU SOMAIL - MISSION G2 PRO

8.1. PRINCIPES

Cette solution consiste à envisager des soutènements définitifs par écran de palplanches autostables. Les écrans seront fichés dans la couche **C2**.

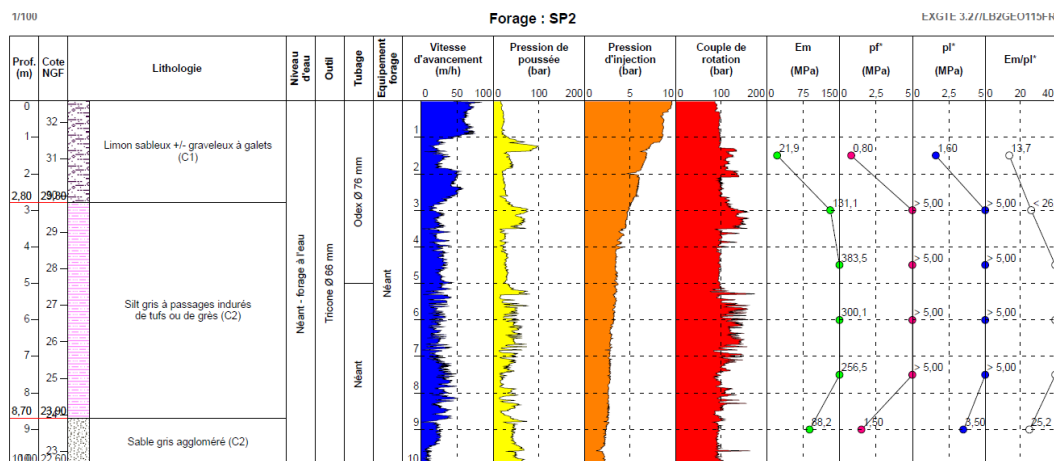
Nous rappelons que le positionnement exact des ouvrages projetés n'est pas connu. En fonction de leur localisation, le présent dimensionnement peut devenir caduc et devra être repris impérativement.

8.2. CARACTÉRISTIQUES DES ÉCRANS

Les écrans présentent les caractéristiques suivantes :

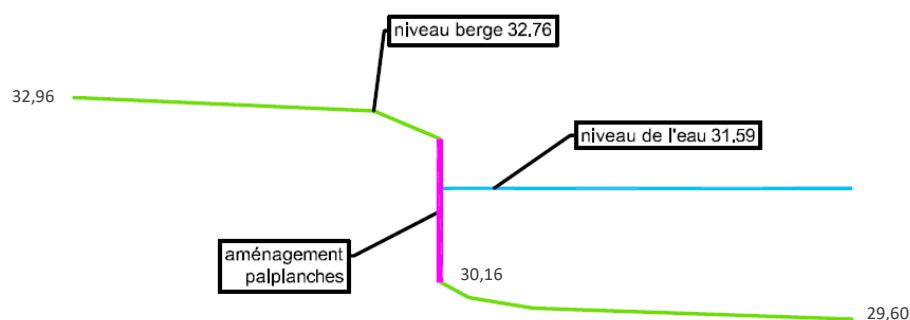
Zone	Porte Minervoise	Port du Somail
Durée de vie de l'ouvrage	75 ans	
Type de palplanches	AZ 18-800	
Nuance d'acier	S240	
Longueur (m)	9,5 *	7,8
Produit d'Inertie (kN.m ²)		
Épaisseur de corrosion (mm)	avant : 1,15 – arrière : 0,90 (sols naturels intacts, eau douce ordinaire et durée de vie de 75 ans)	
Produit d'Inertie corrodé (kN.m ²)	69 804	

* étant donné la présence de niveaux indurés au sein de la couche **C2** à Porte Minervoise, il sera indispensable de réaliser un préforage avant la mise en place des palplanches pour éviter tout refus. Nous rappelons ci-dessous le sondage SP2 réalisé à Porte Minervoise, présentant des $p_i^* > 5$ MPa et des modules $E_M > 250$ MPa.

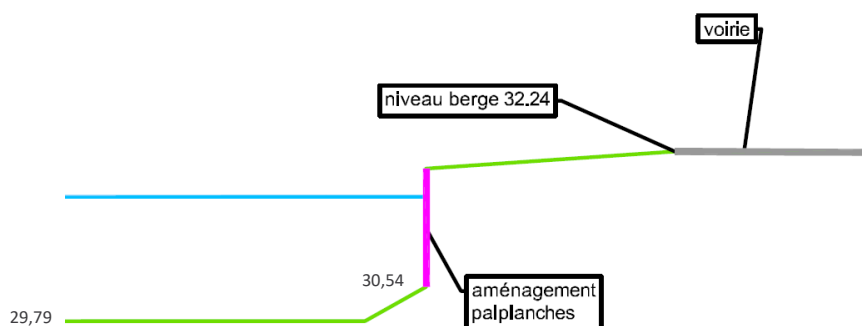


Nous étudierons 2 coupes de calcul :

Porte Minervoise



Port du Somail



Les caractéristiques des coupes de calcul sont les suivantes :

Zone	Porte Minervoise	Port du Somail
Niveau amont (m NGF)	+32,96	+32,24
Niveau aval (m NGF)	+29,60	+29,79
Base de l'écran (m NGF)	+23,46	+24,44
Hauteur libre (m)	3,4	2,5
Longueur de l'écran (m)	9,5	7,8

Nous considérons une sur-excavation Δa de 10 % avec $\Delta H = 0,35$ m pour Porte Minervoise et 0,25 m pour Port du Somail, conformément à la NF P 94-282.

On gardera à l'esprit que toute sur-excavation par rapport aux hypothèses prises en compte dans le présent rapport conduira nécessairement à un ouvrage plus conséquent.

8.3. MODÈLES GÉOTECHNIQUES

On retiendra les modèles géotechniques sécuritaires suivants :

Porte Minervoise

Couche	z toit (m/TN)	z mur (m/TN)	h (m)	pl* (MPa)	Em (MPa)	α	γ_h (kN/m ³)	C' (kPa)	ϕ' (°)
C1	0,00	3,00	2,00	1,6	20	2/3	19	0	27
C2	3,00	≥ 10,00	≥ 7,00	4,7	230	1/2	19	0	32

Port du Somail

Couche	z toit (m/TN)	z mur (m/TN)	h (m)	pl* (MPa)	Em (MPa)	α	γ_h (kN/m ³)	C' (kPa)	ϕ' (°)
C1	0,00	4,60	4,60	1,8	25	2/3	19	0	27
C2	4,60	≥ 10,00	≥ 5,40	2,7	40	1/3	19	0	30

Concernant les niveaux d'eau, nous étudierons trois situations :

- niveau d'eau du canal à +31,59 m NGF égal au niveau d'eau à l'arrière des palplanches,
- niveau d'eau du canal à +31,59 m NGF et niveau d'eau à +32,09 m NGF (+50 cm) à l'arrière des palplanches,
- baisse du niveau d'eau du canal à +31,29 m NGF et niveau d'eau à +31,59 m NGF (+30 cm) à l'arrière des palplanches.

Les hypothèses de niveau d'eau à retenir seront à confirmer par la MOE/MOA, conditionnant fortement le dimensionnement. Nous considérons un dénivelé d'eau entre l'amont et l'aval de 50 cm maximum. L'ouvrage devra permettre à l'eau de s'écouler lors des décrues pour ne pas avoir plus de 50 cm d'eau en charge à l'amont.

8.4. SURCHARGES

Les surcharges nous ont été confirmées par VNF et RIVES ET EAUX DU SUD-OUEST, on retiendra :

- 10 kPa de surcharge appliquées sur une bande de 4,00 m à partir de la tête de la paroi sur les berges, pour les phases chantier et définitive,
- que les pieux des amarrage sont éloignés de plus de 5 Ø des berges et n'apportent pas de charges sur les palplanches.

Les surcharges en phase chantier seront à valider au stade des études ultérieures.

8.5. PRINCIPE DES CALCULS

Compte-tenu du contexte géotechnique et étant donné qu'il n'y a pas de modification des profils existants après les travaux, nous considérons la stabilité générale du site vis-à-vis d'une rupture rotationnelle acquise.

8.5.1. MODÈLE DE CALCULS

Le dimensionnement et la réalisation des écrans de soutènement doivent se conformer à la norme NF P 94-282 - Ouvrages de soutènement - Ecrans et aux règles de l'Eurocode 7.

Les calculs ont été menés à l'aide du logiciel KREA.

- États limites ultimes : pour la vérification du défaut de butée et le calcul des efforts et moments dans la paroi à l'ELU, les phases autostables sont justifiées selon un Modèle aux Équilibres Limites (MEL) conformément à la norme NF P 94-282, et les phases ancrées par un Modèle Interaction Sol Structure aux coefficients de réaction (MISS).
- États limites de service : pour le calcul des déplacements, moments et efforts dans la paroi à l'ELS, le modèle pris en compte est un Modèle d'Interaction Sol Structure aux coefficients de réaction (MISS).

Les calculs ont été menés à l'aide du logiciel KREA suivant l'approche 2 à l'ELU conformément à la norme NF P 94-282.

		Symbole	Approche 2
Action			A1
Permanente	Défavorable	γ_{Gsup}	1,35
	Favorable	γ_{Ginf}	1
Variable	Défavorable	γ_{Qsup}	1,5
	Favorable	γ_{Qinf}	0
Paramètres de sol			M1
Angle de frottement interne (appliqué à $\tan \varphi'$)		$\gamma_{\phi'}$	1
Cohésion effective		$\gamma_{c'}$	1
Cohésion non drainée		γ_{cu}	1
Poids volumique		γ_{γ}	1
Résistance pour la stabilité externe			R2
Portance		$\gamma_{R,v}$	1,4
Glissement		$\gamma_{R,h'}$	1,1
Résistance des terres		$\gamma_{R,e'}$	1,1

8.5.2. ACTIONS DE POUSSÉE ET DE BUTÉE

Les actions de poussée et de butée sont déterminées à partir de coefficients de poussée et de butée données par Kérisel et Absi en considérant $\delta a/\phi = 2/3$ en poussée et $\delta p/\phi = -1/4$ à $-1/3$ en butée.

8.5.3. COEFFICIENTS DE RÉACTION HORIZONTALE

Le coefficient de réaction horizontale du sol vis-à-vis de l'écran est calculé selon les recommandations de l'annexe F de la norme NF P 94-282 avec la formule de Schmitt :

$$k_h = 2 \frac{\left(\frac{E_M}{\alpha}\right)^{4/3}}{\left(\frac{EI}{B_0}\right)^{1/3}}$$

- EI/B_0 : Produit d'inertie d'écran par mètre linéaire ($B_0 = 1$ m),
- E_M : Module pressiométrique des sols en place,
- α : Coefficient rhéologique.

8.5.1. PHASAGE

À ce stade, les phases retenues pour la modélisation sont les suivantes :

- Phase 1 – transitoire : mise en place des palplanches, et application des surcharges,
- Phase 2 – durable,
- Phase 3 – transitoire : niveau d'eau du canal à +31,59 m NGF et hausse du niveau d'eau à l'arrière des palplanches à +32,09 m NGF,
- Phase 3 – transitoire : baisse du niveau d'eau du canal à +31,29 m NGF et niveau d'eau à l'arrière des palplanches à +31,59 m NGF.

8.6. RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION AU STADE PRO

Les stabilités des parois sont validées pour les caractéristiques d'ouvrages définies ci-avant. Les résultats sont les suivants :

Porte Minervoise

ELS :

PHASE	Déplac. en tête mm	Déplac. max mm	Moment max kNm/m	Tranch. max kN/m	Rapport butées
P1	-21,23	-21,23	-101,59	83,07	3,004
P2	-21,23	-21,23	-101,59	83,07	3,004
P3	-30,50	-30,50	-130,74	105,27	2,527
P4	-30,50	-30,50	-130,74	105,29	2,515
Extrema	-30,50	-30,50	-130,74	105,29	2,515

Les résultats donnent des déplacements de l'ordre de 3 cm. L'admissibilité des déformations devra être validée par la MOE.

ELU :

PHASE	Type Vérif.	M,d max kNm/m	V,d max kN/m	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. kN/m	Vérif. Kranz
P1	MEL	-174,82	93,37	OK	23,94	-
P2	MEL	-198,95	125,25	OK	18,89	-
P3	MEL	-229,01	138,52	OK	6,86	-
P4	MEL	-212,99	124,96	OK	14,95	-
Extrema	-	-229,01	138,52	-	-	-

Port du Somail

ELS :

PHASE	Déplac. en tête mm	Déplac. max mm	Moment max kNm/m	Tranch. max kN/m	Rapport butées
P1	-8,06	-8,06	-50,31	33,19	3,458
P2	-8,06	-8,06	-50,31	33,19	3,458
P3	-12,99	-12,99	-75,11	49,69	2,889
P4	-12,98	-12,98	-75,16	49,92	2,871
Extrema	-12,99	-12,99	-75,16	49,92	2,871

Les résultats donnent des déplacements de l'ordre de 1 cm.

ELU :

PHASE	Type Vérif.	M,d max kNm/m	V,d max kN/m	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. kN/m	Vérif. Kranz
P1	MEL	-92,47	59,53	OK	9,48	-
P2	MEL	-108,61	82,01	OK	3,11	-
P3	MEL	-138,28	103,57	OK	1,16	-
P4	MEL	-125,52	90,89	OK	0,72	-
Extrema	-	-138,28	103,57	-	-	-

La vérification vis-à-vis du défaut de butée est validée pour l'ensemble des phases.

Les efforts ELU maximaux obtenus dans les palplanches sont les suivants :

- Moment fléchissant maximal : $M_d = 229,01 \text{ kN.m/ml}$,
- Effort tranchant maximal : $V_d = 138,52 \text{ kN/ml}$.

Il conviendra au bureau d'étude structure de prendre en compte les efforts obtenus pour le dimensionnement interne des éléments du soutènement (efforts tranchants, moments, ...). Il conviendra au Maître d'œuvre de vérifier la compatibilité des déplacements obtenus avec les déplacements admissibles des ouvrages projetés et existants.

Le détail des calculs est présenté en annexe.

8.7. VÉRIFICATION DES EFFORTS DANS LES PALPLANCHES

Nous vérifions succinctement les efforts dans les palplanches corrodées pour vérifier la bonne adéquation des profilés :

Flexion

$$M_{Ed} = 133 \text{ kNm/m} \leq M_{c,Rd} = \frac{\beta_B W_{el} f_y}{\gamma_{M0}} = 338 \text{ kNm/m}$$

$$W_{el} = 1485 \text{ cm}^3/\text{m}$$

Flexion & cisaillement

$$V_{Ed} = 68 \text{ kN/m} \leq V_{pl,Rd} = \frac{A_v f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 467 \text{ kN/m}$$

$$V_{Ed} = 68 \text{ kN/m} \leq 0.50 V_{pl,Rd} = 233 \text{ kN/m}$$

Aucune vérification supplémentaire nécessaire

Voilement de l'âme par cisaillement

$$\frac{c}{t_w \cdot \varepsilon} = 85,5 > 72$$

$$\bar{\lambda} = 0.346 \frac{c}{t_w} \sqrt{\frac{f_y}{E}} = 0,990$$

$$f_{bw} = 110,4 \text{ MPa}$$

$$V_{Ed} = 68 \text{ kN/m} \leq V_{b,Rd} = \frac{2(h - t_f)t_w f_{bw}}{B \cdot \gamma_{M0}} = 392 \text{ kN/m}$$

La vérification est assurée pour un profilé AZ 18-800 S240. L'ensemble des éléments de structure devront être vérifiés en détails par un BE Structure.

8.8. SUJÉTIONS D'EXÉCUTION

Elles sont liées entre autres :

- à la réalisation des éléments verticaux du soutènement (palplanches),
- à la prise en compte d'une sur-profondeur du canal dans les calculs, conformément à la NF P 94-282,
- à la réalisation d'essais de battage des palplanches,
- à la présence de blocs ou de passages indurés nécessitant la réalisation de préforages préalables à la mise en fiche des palplanches,
- à l'ancrage des éléments verticaux dans la couche C2, couche indurée qui nécessitera forcément des préforages au niveau de Porte Minervoise,
- à la possibilité de mettre en place des tirants pour diminuer la fiche d'ancrage,
- au phasage du chantier,
- à la réalisation d'une étude hydrogéologique afin de connaître le niveau des PHE,
- à la présence d'avoisinants pouvant nécessiter un suivi pendant les travaux (cibles topographiques,...),
- à la reprise des efforts en phase définitive et des efforts sismiques éventuels,
- à la vérification des déplacements calculés vis à vis des déplacements admissibles des ouvrages existants,
- à la prise en compte par le bureau structure des sollicitations calculées pour le dimensionnement interne du soutènement.

Compte-tenu des préforages indispensables au niveau de la porte Minervoise, nous conseillons à la MOE/MOA de réfléchir à d'autres solutions comme une paroi de pieux sécants.

9. DIMENSIONNEMENT DU SOUTÈNEMENT PAR TUNAGE BOIS AU PORT DE LA ROBINE - MISSION G2 PRO

9.1. PRINCIPE

Cette solution consiste à envisager un soutènement définitif par écran en tunage bois. L'écran sera fiché dans la couche **C2**.

Nous rappelons que le positionnement exact des ouvrages projetés n'est pas connu. En fonction de leur localisation, le présent dimensionnement peut devenir caduc et devra être repris impérativement.

L'écran présente les caractéristiques suivantes :

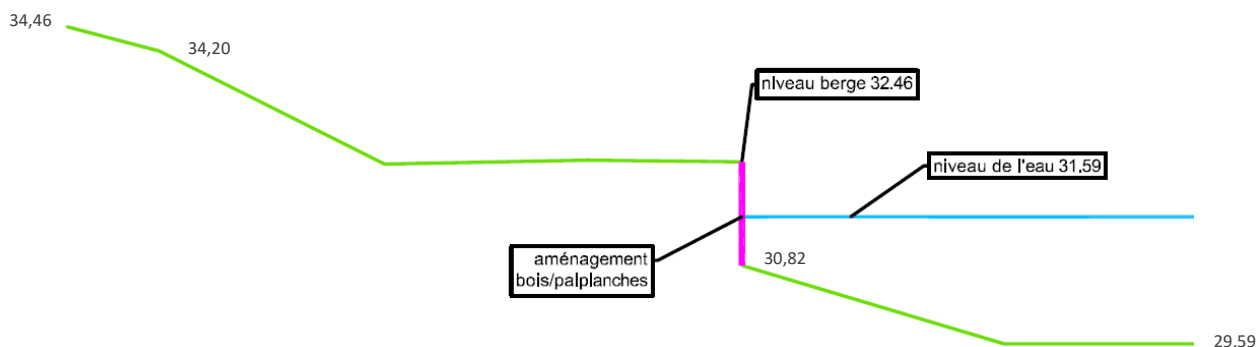
Zone	Port de la Robine
Durée de vie de l'ouvrage	20 ans *
Type de pieux bois	Chêne / D24
Section pieux	Carrée : 0,250 x 0,250 m
Longueur pieux	6,5 m
Espacement pieux	1,0 m
Épaisseur de dégradation pieux	20 mm (à raison de 1,0 mm/an)*
Module d'Young du bois	10 000 MPa
Produit d'Inertie corrodé pieux	1620,7 kN.m ²
Type de bardage	Chêne / D24
Section bardage	Rectangulaire : 0,200 x 0,045 m
Épaisseur de dégradation bardage	12 mm ((à raison de 0,6 mm/an)*
Module d'Young du bois	10 000 MPa
Produit d'Inertie corrodé bardage	5,6 kN.m ²
Produit d'Inertie corrodé total (pieux et bardage)	1626,3 kN.m ²

* donnée fournie par la MOA

** épaisseurs de dégradations à valider par la MOE

Compte tenu des compacités fortes des terrains, des risques de refus de battage sont à craindre, pouvant nécessiter des préforages et des énergies de battage importantes.

La coupe de calcul étudiée est la suivante :



9.2. MODÈLES GÉOTECHNIQUES

On retiendra le modèle géotechnique sécuritaire suivant, déterminé à partir d'un calage à rebours :

Port de la Robine

Couche	z toit (m/TN)	z mur (m/TN)	h (m)	pl* (MPa)	Em (MPa)	α	γ_h (kN/m ³)	C' (kPa)	ϕ' (°)
C1	0,00	5,00	5,00	1,5	30	1	19	2	25
C2	5,00	≥ 10,00	≥ 5,00	2,7	40	2/3	19	5	30

Concernant les niveaux d'eau, nous étudierons deux situations :

- niveau d'eau du canal à +31,59 m NGF égal au niveau d'eau à l'arrière du tunage bois,
- baisse du niveau d'eau du canal à +31,29 m NGF et niveau d'eau à +31,59 m NGF (+30 cm) à l'arrière du tunage.

Les hypothèses de niveau d'eau à retenir seront à confirmer par la MOE/MOA, conditionnant fortement le dimensionnement. Nous considérons un dénivelé d'eau entre l'amont et l'aval de 30 cm maximum. L'ouvrage devra permettre à l'eau de s'écouler lors des décrues pour ne pas avoir plus de 30 cm d'eau en charge à l'amont.

9.3. SURCHARGES

Les surcharges nous ont été confirmées par VNF et RIVES ET EAUX DU SUD-OUEST, on retiendra :

- 10 kPa de surcharge appliquées sur une bande de 4,00 m à partir de la tête de la paroi sur les berges, pour la phase chantier,
- 5 kPa de surcharge appliquées sur une bande de 2,00 m à partir de 2,00 m de la tête de la paroi sur les berges, pour la phase définitive,
- que les pieux des amarrage sont éloignés de plus de 5 Ø des berges et n'apportent pas de charges sur le tunage bois.

Les surcharges seront à considérer au stade des études ultérieures, en mission G3.

9.4. RÉSULTATS DE LA MODÉLISATION AU STADE PRO

Étant donné qu'il n'y a pas de modification des profils existants après les travaux, nous considérons la stabilité générale du site vis-à-vis d'une rupture rotationnelle acquise.

Les calculs de stabilité de l'écran ont été menés à l'aide du logiciel K REA suivant l'approche 2 à l'ELU conformément à la norme NF P 94-282.

		Symbole	Approche 2
Action			A1
Permanente	Défavorable	γ_{Gsup}	1,35
	Favorable	γ_{Ginf}	1
Variable	Défavorable	γ_{Qsup}	1,5
	Favorable	γ_{Qinf}	0
Paramètres de sol			M1
Angle de frottement interne (appliqué à $\tan \varphi'$)		$\gamma_{\phi'}$	1
Cohésion effective		$\gamma_{c'}$	1
Cohésion non drainée		γ_{cu}	1
Poids volumique		γ_{γ}	1
Résistance pour la stabilité externe			R2
Portance		$\gamma_{R,v}$	1,4
Glissement		$\gamma_{R,h'}$	1,1
Résistance des terres		$\gamma_{R,e'}$	1,1

À ce stade, les phases retenues pour la modélisation sont les suivantes :

- Phase 1 – transitoire : mise en place des pieux bois et du bardage, et de la surcharge chantier,
- Phase 2 – durable : suppression de la surcharge chantier et mise en place de la surcharge définitive,
- Phase 3 – transitoire : baisse du niveau d'eau du canal à +31,29 m NGF et niveau d'eau à l'arrière du tunage à +31,59 m NGF.

La stabilité des parois est validée pour les caractéristiques d'ouvrages définies ci-avant. Les résultats sont les suivants :

Port de la Robine

ELS :

PHASE	Déplac. en tête mm	Déplac. max mm	Moment max kNm/m	Tranch. max kN/m	Rapport butées
P1	-56,86	-56,86	-15,00	17,61	2,409
P2	-56,83	-56,83	-14,99	17,60	2,460
P3	-56,83	-56,83	-15,00	17,63	2,326
Extrema	-56,86	-56,86	-15,00	17,63	2,326

ELU :

PHASE	Type Vérif.	M,d max kNm/m	V,d max kN/m	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. kN/m	Vérif. Kranz
P1	MEL	-35,18	30,17	OK	3,11	-
P2	MISS	-22,40	25,35	OK	2,77	OK
P3	MISS	-21,63	25,66	OK	2,24	OK
Extrema	-	-35,18	30,17	-	-	-

Le déplacement de l'écran est de l'ordre de 6 cm. Il conviendra au Maître d'œuvre de vérifier la compatibilité des déplacements obtenus avec les déplacements admissibles des ouvrages projetés et existants.

Il conviendra au bureau d'étude structure de prendre en compte les efforts obtenus pour le dimensionnement interne des éléments du soutènement (efforts tranchants, moments, ...).

Le détail des calculs est présenté en annexe.

9.5. ÉTUDE DU CAS DE SECTION DE PIEU RÉDUITE : 0,160 X 0,160 M

VNF nous a demandé d'étudier le cas de section réduite de pieux à 0,160 x 0,160 m.

Les hypothèses de calcul restent les mêmes que précédemment, mis à part pour le produit d'inertie corrodé qui passe à : 178,4 m² (l'espacement entre les pieux restant de 1,0 m).

On considérera donc le même modèle géotechnique, les mêmes surcharges et le même phasage que précédemment.

Les résultats de la modélisation sont les suivants (pour une section de pieux de 0,160 x 0,160 m) :

Port de la Robine

ELS :

PHASE	Déplac. en tête mm	Déplac. max mm	Moment max kNm/m	Tranch. max kN/m	Rapport butées
P1	-525,84	-525,84	-15,23	20,88	2,363
P2	-525,81	-525,81	-15,23	20,86	2,410
P3	-525,81	-525,81	-15,23	20,89	2,284
Extrema	-525,84	-525,84	-15,23	20,89	2,284

ELU :

PHASE	Type Vérif.	M,d max kNm/m	V,d max kN/m	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. kN/m	Vérif. Kranz
P1	MEL	-35,70	35,49	OK	0,72	-
P2	MISS	-22,77	30,50	OK	-0,95	OK
P3	MISS	-22,77	30,55	OK	-0,87	OK
Extrema	-	-35,70	35,49	-	-	-

Le déplacement de l'écran est de l'ordre de 52 cm. Il conviendra au Maître d'œuvre de vérifier la compatibilité des déplacements obtenus avec les déplacements admissibles des ouvrages projetés et existants.

Il sera impératif ici que le bureau d'étude structure prenne en compte les efforts obtenus pour le dimensionnement interne des éléments du soutènement (efforts tranchants, moments, ...).

Le détail des calculs est présenté en annexe.

9.6. SUJÉTIONS D'EXÉCUTION

Elles sont liées entre autres :

- à la réalisation des éléments du soutènement (pieux et bardage bois),
- à la réalisation d'essais de battage des pieux,
- à la présence de blocs ou de passages indurés nécessitant la réalisation de préforages préalables à la mise en fiche des pieux,
- à l'ancrage des éléments verticaux dans la couche C2,
- au phasage du chantier,
- à la réalisation d'essais de contrôle,
- à la réalisation d'une étude hydrogéologique afin de connaître le niveau des PHE, et le décalage possible entre amont et aval,
- à la présence d'avoisinants pouvant nécessiter un suivi pendant les travaux (cibles topographiques,...),

- à la reprise des efforts en phase définitive,
- à la vérification des déplacements calculés vis à vis des déplacements admissibles des ouvrages existants,
- à la prise en compte par le bureau structure des sollicitations calculées pour le dimensionnement interne du soutènement.

10. POINTS À ÉTUDIER PARTICULIÈREMENT AU STADE G3/G4

Dans le cadre de la mission G3 à la charge de l'Entreprise adjudicataire des travaux géotechniques, les points suivants devront être spécifiquement étudiés (liste non exhaustive) :

- réalisation d'investigations complémentaires permettant de préciser les modèles géotechniques au regard des implantations définitives des ouvrages, les épaisseurs de corrosion à considérer et les agressivité des sols et des eaux,
- dimensionnement EXE de tous les ouvrages pour l'ensemble des combinaisons aux états limites,
- étude EXE des soutènements (stabilité interne, externe, globale) incluant les phase provisoires et définitives,
- étude de l'interaction des ouvrages sur les ouvrages existants,
- étude hydrogéologique spécifique afin de définir les niveaux d'eau à prendre en compte dans le dimensionnement des ouvrages.

Au stade de la mission G4, nous conseillons la mise en place d'un suivi d'exécution par un géotechnicien.

Notre mission se termine à la remise du présent rapport qui constitue un ensemble indissociable.

**Nous restons à la disposition de RIVES & EAUX DU SUD OUEST, de VNF,
et de tous les intervenants pour tous renseignements complémentaires.**

Dressé par les personnes soussignées

Hugo MICHEL

En charge de l'opération

Claire BOUTET

En charge du contrôle interne

ANNEXES



ANNEXE 1

DOCUMENTS DE SYNTHÈSE

« ÉTAT DES RISQUES »



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Ce QR Code peut servir à vérifier
l'authenticité des données contenues
dans ce document.

ÉTAT DES RISQUES POUR L'INFORMATION DES ACQUÉREURS ET DES LOCATAIRES

Établi le 24 octobre 2024

La loi du 30 juillet 2003 a institué une obligation d'information des acquéreurs et locataires (IAL) : le propriétaire d'un bien immobilier (bâti ou non bâti) est tenu d'informer l'acquéreur ou le locataire du bien sur certains risques majeurs auquel ce bien est exposé, au moyen d'un état des risques, ceci afin de bien les informer et de faciliter la mise en œuvre des mesures de protection éventuelles .

L'état des risques est obligatoire à la première visite.

Attention! Le non respect de ces obligations peut entraîner une annulation du contrat ou une réfaction du prix.

Ce document est un état des risques pré-rempli mis à disposition par l'État depuis www.georisques.gouv.fr. Il répond au modèle arrêté par le ministre chargé de la prévention des risques prévu par l'article R. 125-26 du code de l'environnement.

Il appartient au propriétaire du bien de vérifier l'exactitude de ces informations autant que de besoin et, le cas échéant, de les compléter à partir de celles disponibles sur le site internet de la préfecture ou de celles dont ils disposent, notamment les sinistres que le bien a subis.

En complément, il aborde en annexe d'autres risques référencés auxquels la parcelle est exposée.

Cet état des risques réglementés pour l'information des acquéreurs et des locataires (ERRIAL) est établi pour les parcelles mentionnées ci-dessous.

PARCELLE(S)

11120 MOUSSAN

Code parcelle :
000-AY-25



Parcelle(s) : 000-AY-25, 11120 MOUSSAN

1 / 7 pages

A L'ADRESSE SAISIE, LES RISQUES EXISTANTS ET FAISANT L'OBJET D'UNE OBLIGATION D'INFORMATION AU TITRE DE L'IAL SONT :



INONDATION

Le Plan de prévention des risques naturels (PPR) de type Plan de Prévention des Risques Naturels Inondation nommé PSS sur la commune Moussan a été approuvé et affecte votre bien.

Date de prescription : 20/10/1937

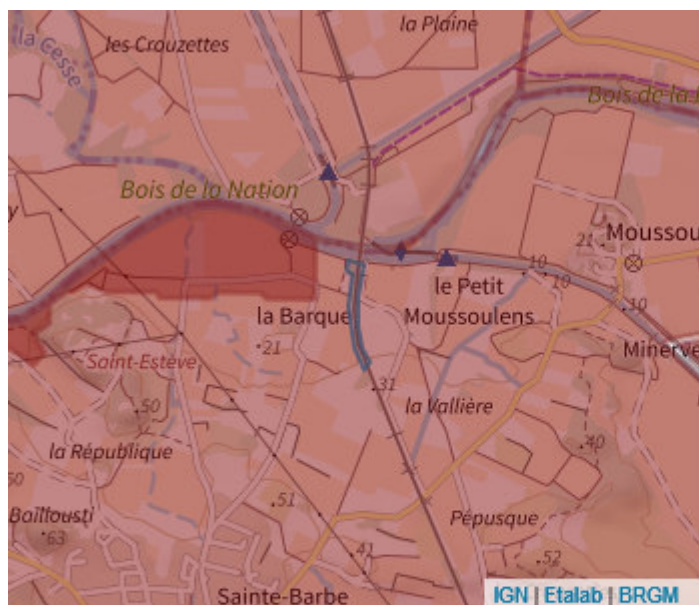
Date d'approbation : 01/12/1949

Un PPR approuvé est un PPR définitivement adopté.

Le PPR couvre les aléas suivants :

Par une crue à débordement lent de cours d'eau

Le plan de prévention des risques est un document réalisé par l'Etat qui interdit de construire dans les zones les plus exposées et encadre les constructions dans les autres zones exposées.



SISMICITÉ : 2/5

- 1 - très faible
- 2 - faible
- 3 - modéré
- 4 - moyen
- 5 - fort

Un tremblement de terre ou séisme, est un ensemble de secousses et de déformations brusques de l'écorce terrestre (surface de la Terre). Le zonage sismique détermine l'importance de l'exposition au risque sismique.



RAPPEL

Plans de prévention des risques

Votre immeuble est situé dans le périmètre d'un plan de prévention des risques. Il peut être concerné par l'obligation de réaliser certains travaux. Pour le savoir vous devez consulter le PPR auprès de votre commune ou sur le site de votre préfecture.

Sismicité

Pour certains bâtiments de taille importante ou sensibles, des dispositions spécifiques à mettre en oeuvre s'appliquent lors de la construction.

Pour connaître les consignes à appliquer en cas de séisme, vous pouvez consulter le site :

<https://www.gouvernement.fr/risques/seisme>

Recommandation

Pour faire face à un risque, il faut se préparer et connaître les bons réflexes.

Consulter le dossier d'information communal sur les risques (DICRIM) sur le site internet de votre mairie et les bons conseils sur georisques.gouv.fr/me-preparer-me-protger

INFORMATIONS À PRÉCISER PAR LE VENDEUR / BAILLEUR

PLAN DE PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS

Rappel du risque : Inondation.

Le bien est-il concerné par des prescriptions de travaux ? ☐ Oui ☐ Non

Si oui, les travaux prescrits ont-ils été réalisés ? ☐ Oui ☐ Non

INFORMATION RELATIVE AUX SINISTRES INDEMNISÉS PAR L'ASSURANCE À LA SUITE D'UNE CATASTROPHE NATURELLE, MINIÈRE OU TECHNOLOGIQUE

Le bien a-t-il fait l'objet d'indemnisation par une assurance suite à des dégâts liés à une catastrophe ? ☐ Oui ☐ Non

Vous trouverez la liste des arrêtés de catastrophes naturelles pris sur la commune en annexe 2 ci-après (s'il y en a eu).

Les parties signataires à l'acte certifient avoir pris connaissance des informations restituées dans ce document et certifient avoir été en mesure de les corriger et le cas échéant de les compléter à partir des informations disponibles sur le site internet de la Préfecture ou d'informations concernant le bien, notamment les sinistres que le bien a subis.

Le propriétaire doit joindre les extraits de la carte réglementaire et du règlement du PPR qui concernent la parcelle.

SIGNATURES

Vendeur / Bailleur

Date et lieu

Acheteur / Locataire

ANNEXE 1 : A L'ADRESSE SAISIE, LES RISQUES SUIVANTS EXISTENT MAIS NE FONT PAS L'OBJET D'UNE OBLIGATION D'INFORMATION AU TITRE DE L'IAL



ARGILE : 2/3

- 1 : Exposition faible
- 2 : Exposition moyenne
- 3 : Exposition fort

Les sols argileux évoluent en fonction de leur teneur en eau. De fortes variations d'eau (sécheresse ou d'apport massif d'eau) peuvent donc fragiliser progressivement les constructions (notamment les maisons individuelles aux fondations superficielles) suite à des gonflements et des tassements du sol, et entraîner des dégâts pouvant être importants. Le zonage argile identifie les zones exposées à ce phénomène de retrait-gonflement selon leur degré d'exposition.

Exposition moyenne : La probabilité de survenue d'un sinistre est moyenne, l'intensité attendue étant modérée. Les constructions, notamment les maisons individuelles, doivent être réalisées en suivant des prescriptions constructives ad hoc. Pour plus de détails :

<https://www.cohesion-territoires.gouv.fr/sols-argileux-secheresse-et-construction#e3>



RADON : 2/3

- 1 : potentiel radon faible
- 2 : potentiel radon moyen
- 3 : potentiel radon significatif

Le radon est un gaz radioactif naturel inodore, incolore et inerte. Ce gaz est présent partout dans les sols et il s'accumule dans les espaces clos, notamment dans les bâtiments.



ANNEXE 2 : LISTE DES ARRÊTÉS CAT-NAT PRIS SUR LA COMMUNE

Cette liste est utile notamment pour renseigner la question de l'état des risques relative aux sinistres indemnisés par l'assurance à la suite d'une catastrophe naturelle.

Nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles (CAT-NAT) : 19

Source : CCR

Inondations et/ou Coulées de Boue : 14

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE0600098A	13/11/2005	15/11/2005	16/02/2006	28/02/2006
INTE1429330A	27/11/2014	30/11/2014	10/12/2014	11/12/2014
INTE1829420A	14/10/2018	15/10/2018	29/10/2018	08/11/2018
INTE8800010A	10/10/1987	10/10/1987	02/12/1987	16/01/1988
INTE8900559A	05/08/1989	05/08/1989	05/12/1989	13/12/1989
INTE9200448A	22/01/1992	25/01/1992	15/07/1992	24/09/1992
INTE9200465A	26/09/1992	27/09/1992	12/10/1992	13/10/1992
INTE9500104A	18/10/1994	19/10/1994	03/03/1995	17/03/1995
INTE9600255A	28/01/1996	29/01/1996	17/06/1996	09/07/1996
INTE9600559A	06/12/1996	12/12/1996	21/01/1997	05/02/1997
INTE9900544A	12/11/1999	14/11/1999	17/11/1999	18/11/1999
IOCE0902322A	24/01/2009	27/01/2009	28/01/2009	29/01/2009
NOR19821118	06/11/1982	10/11/1982	18/11/1982	19/11/1982
NOR19861211	12/10/1986	14/10/1986	11/12/1986	09/01/1987

Sécheresse : 2

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE1802927A	01/07/2016	30/09/2016	09/03/2018	10/03/2018
IOME2308745A	30/06/2022	30/12/2022	02/04/2023	02/05/2023

Poids de la Neige : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE9200448A	22/01/1992	25/01/1992	15/07/1992	24/09/1992

Chocs Mécaniques liés à l'action des Vagues : 1

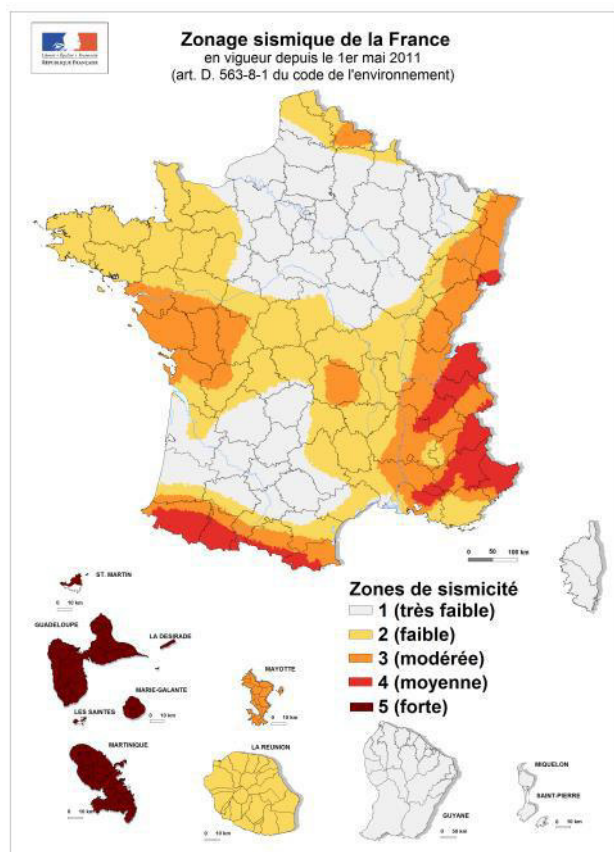
Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
IOCE0902322A	24/01/2009	27/01/2009	28/01/2009	29/01/2009

Le zonage sismique sur ma commune

Le zonage sismique de la France:

Les données de sismicité instrumentale et historique et des calculs de probabilité permettent d'aboutir à l'élaboration d'un zonage sismique. Cette analyse probabiliste représente la possibilité pour un lieu donné, d'être exposé à des secousses telluriques.

Elle prend en compte la répartition spatiale non uniforme de la sismicité sur le territoire français et a permis d'établir la cartographie ci-contre qui découpe le territoire français en 5 zones de sismicité: **très faible, faible, modérée, moyenne, forte**. Les constructeurs s'appuient sur ce zonage sismique pour appliquer des dispositions de constructions adaptées au degré d'exposition **au risque sismique**.



La réglementation distingue quatre catégories d'importance (selon leur utilisation et leur rôle dans la gestion de crise):

I – bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée

II – bâtiments de faible hauteur, habitations individuelles

III – établissements recevant du public, établissements scolaires, logements sociaux

IV – bâtiments indispensables à la sécurité civile et à la gestion de crise (hôpitaux, casernes de pompiers, préfectures ...)

Pour les bâtiments neufs		1	2	3	4	5
I		Aucune exigence				
II		Aucune exigence		Règles CPMI-EC8 Zones 3/4	Règles CPMI-EC8 Zone5	
		Aucune exigence	Eurocode 8			
III		Aucune exigence	Eurocode 8			
IV		Aucune exigence	Eurocode 8			

Si vous habitez, construisez votre maison ou effectuez des travaux :

- en **zone 1**, aucune règle parasismique n'est imposée ;

- en **zone 2**, aucune règle parasismique n'est imposée sur les maisons individuelles et les petits bâtiments. Les règles de l'Eurocode 8 sont imposées pour les logements sociaux et les immeubles de grande taille ;

- en **zone 3 et 4**, des règles simplifiées appelées CPMI –EC8 zone 3/4 peuvent s'appliquer pour les maisons individuelles;

- en **zone 5**, des règles simplifiées appelées CPMI-EC8 zone 5 peuvent s'appliquer pour les maisons individuelles.

Pour connaître, votre zone de sismicité: <https://www.georisques.gouv.fr/> - rubrique « Connaître les risques près de chez moi »

Le moyen le plus sûr pour résister aux effets des séismes est la construction parasismique : concevoir et construire selon les normes parasismique en vigueur, tenir compte des caractéristiques géologiques et mécaniques du sol.

Pour en savoir plus:

Qu'est-ce qu'un séisme, comment mesure-t-on un séisme ? —> <https://www.georisques.gouv.fr/minformer-sur-un-risque/seisme>

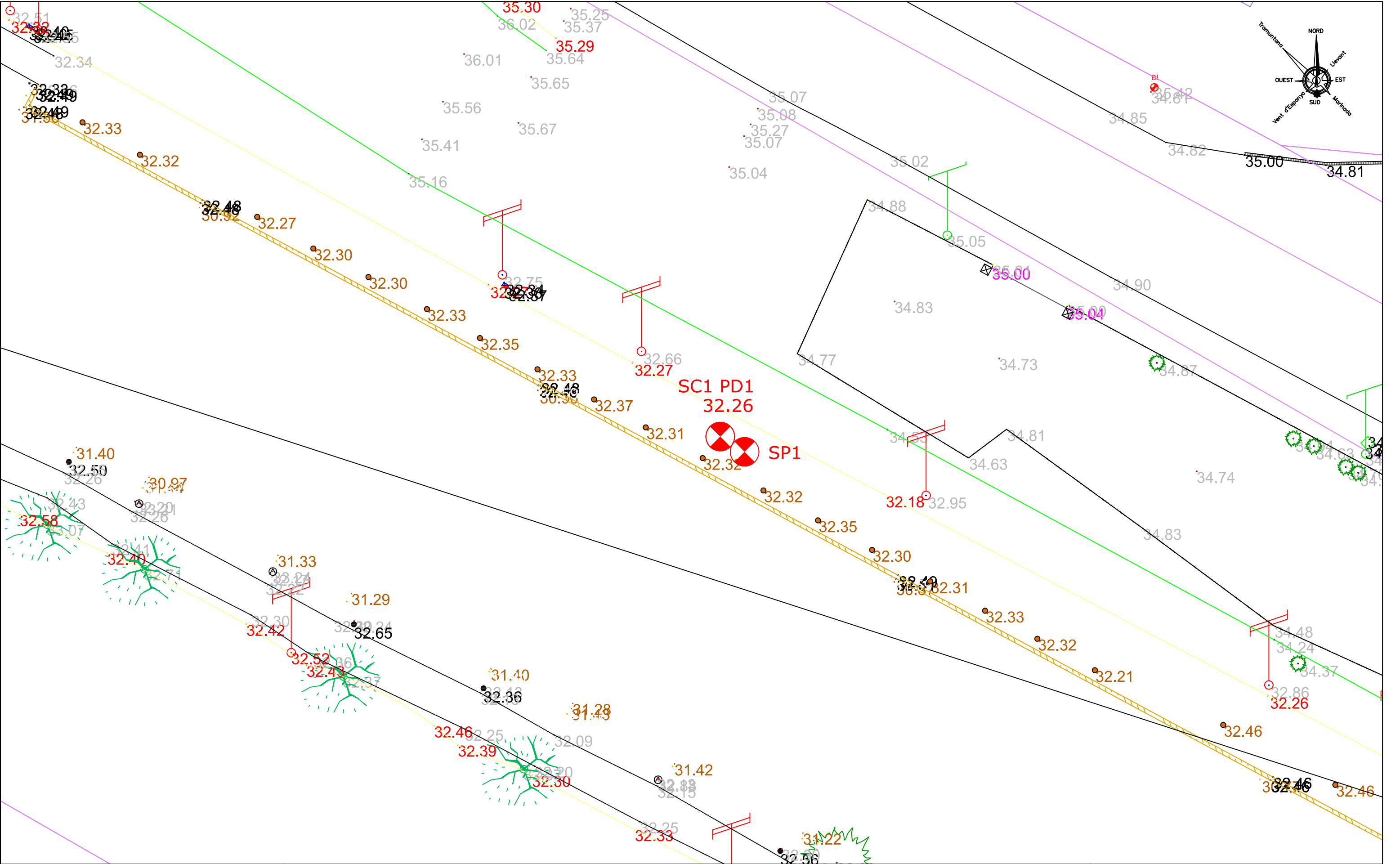
Que faire en cas de séisme ? —> <https://www.georisques.gouv.fr/me-preparer-me-proteger/que-faire-en-cas-de-seisme>

ANNEXE 2

PLAN D'IMPLANTATION

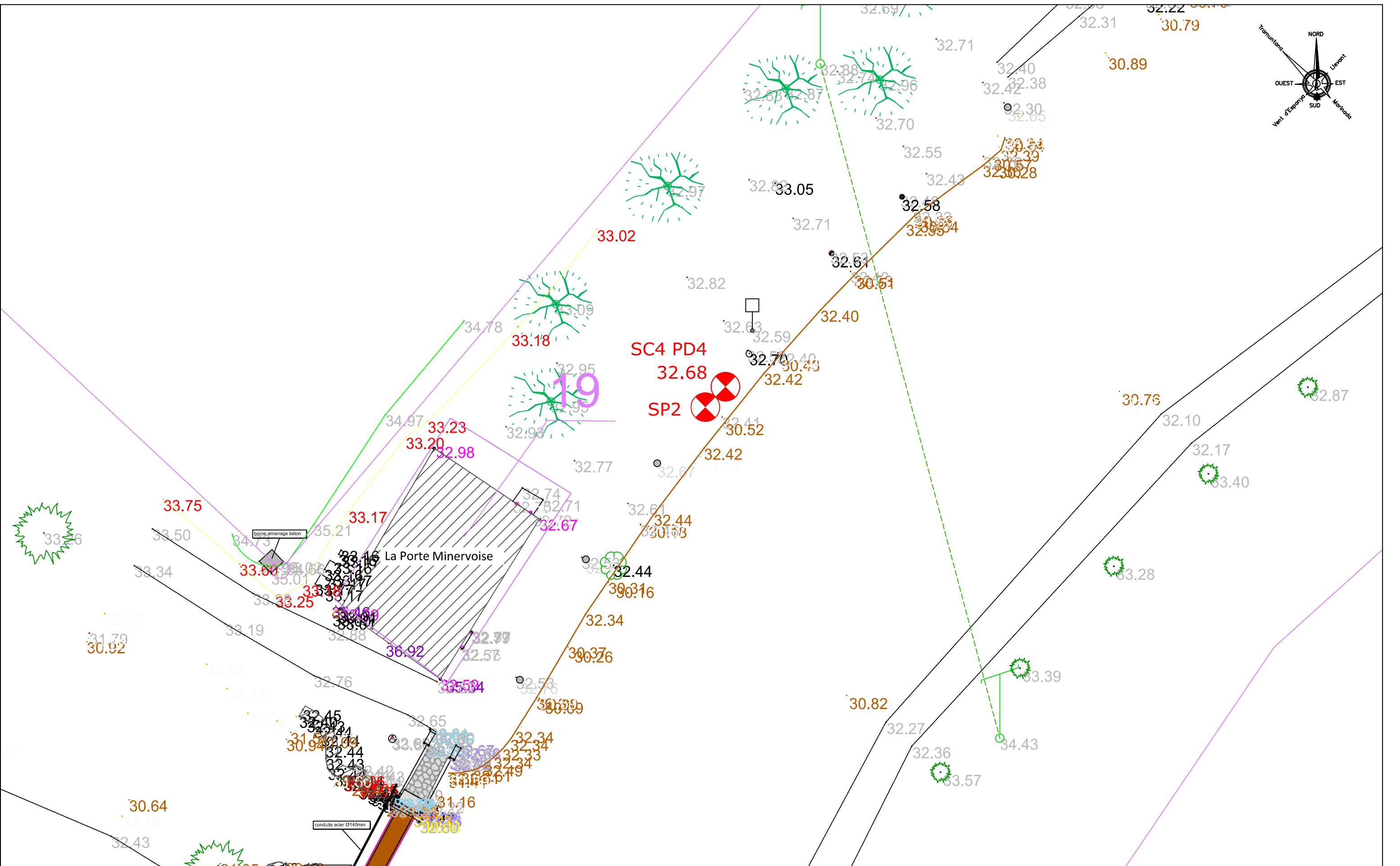
DES SONDAGES

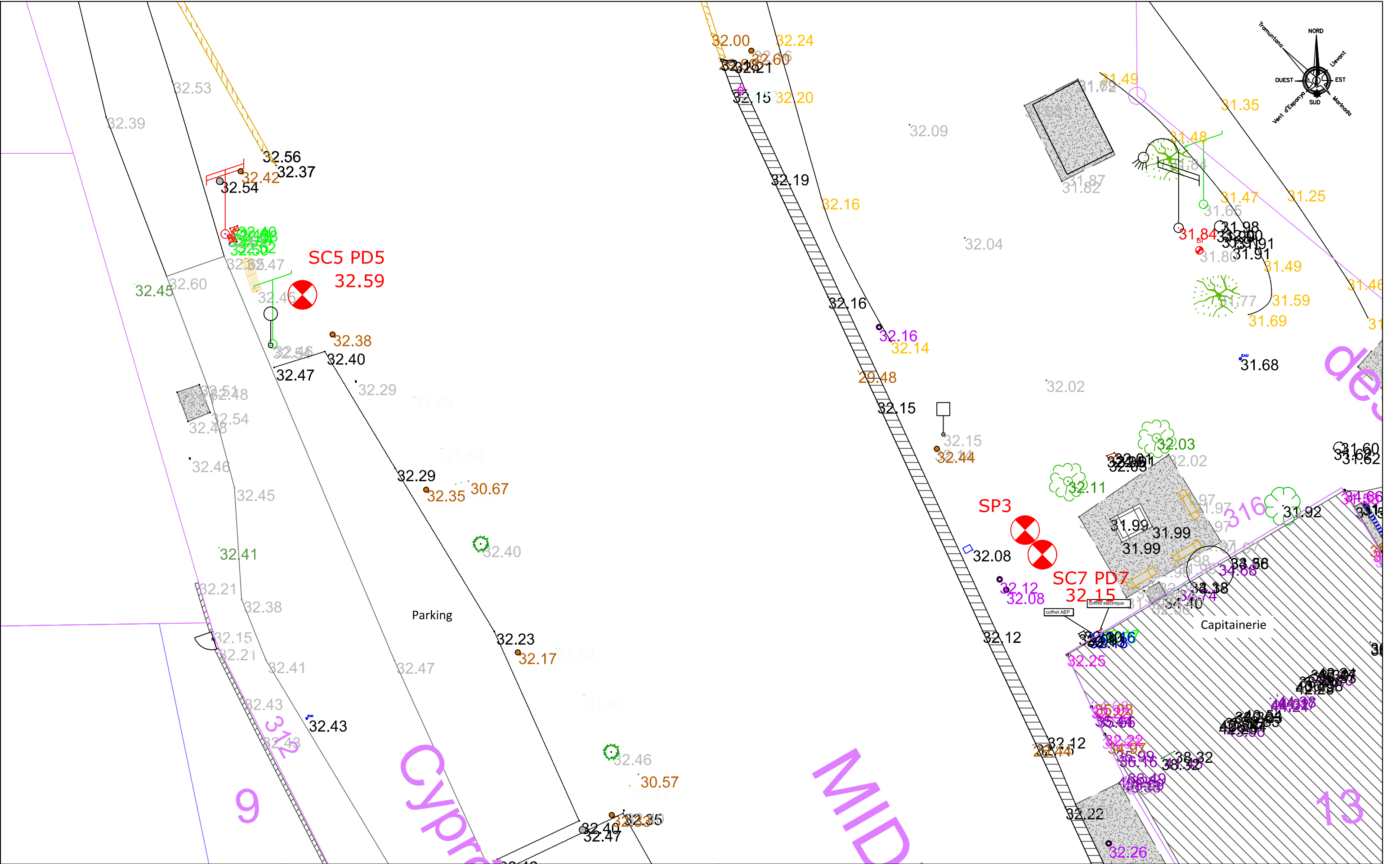


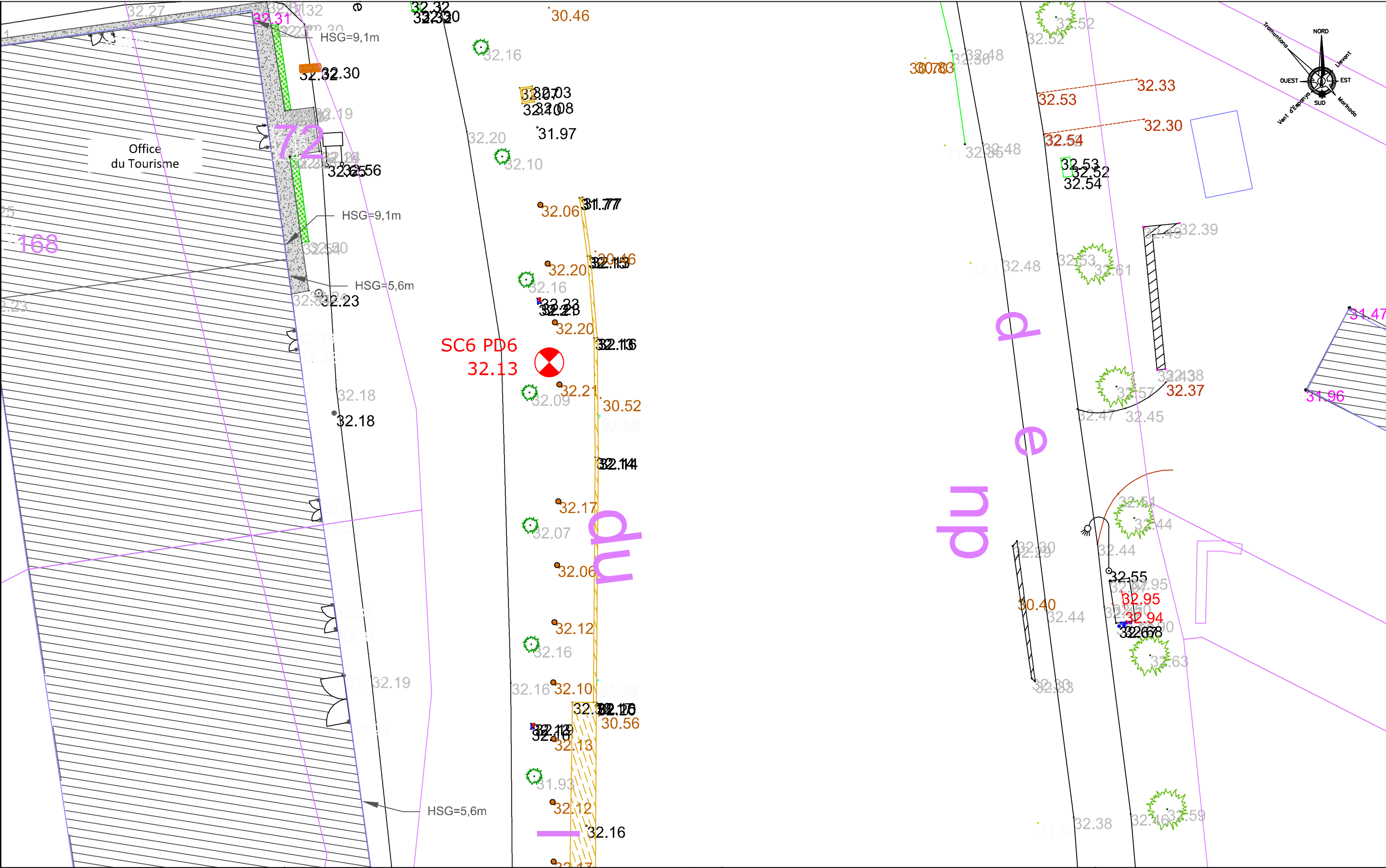


Plan d'implantation des sondages

Dressé le 8 novembre 2024







VNF
Ports du Somail et de la Robine

Plan d'implantation des sondages

Echelle : 1/250

Dossier C.24.41.150

Dressé le 8 novembre 2024

ANNEXE 3

SONDAGES CAROTTÉS

ET REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

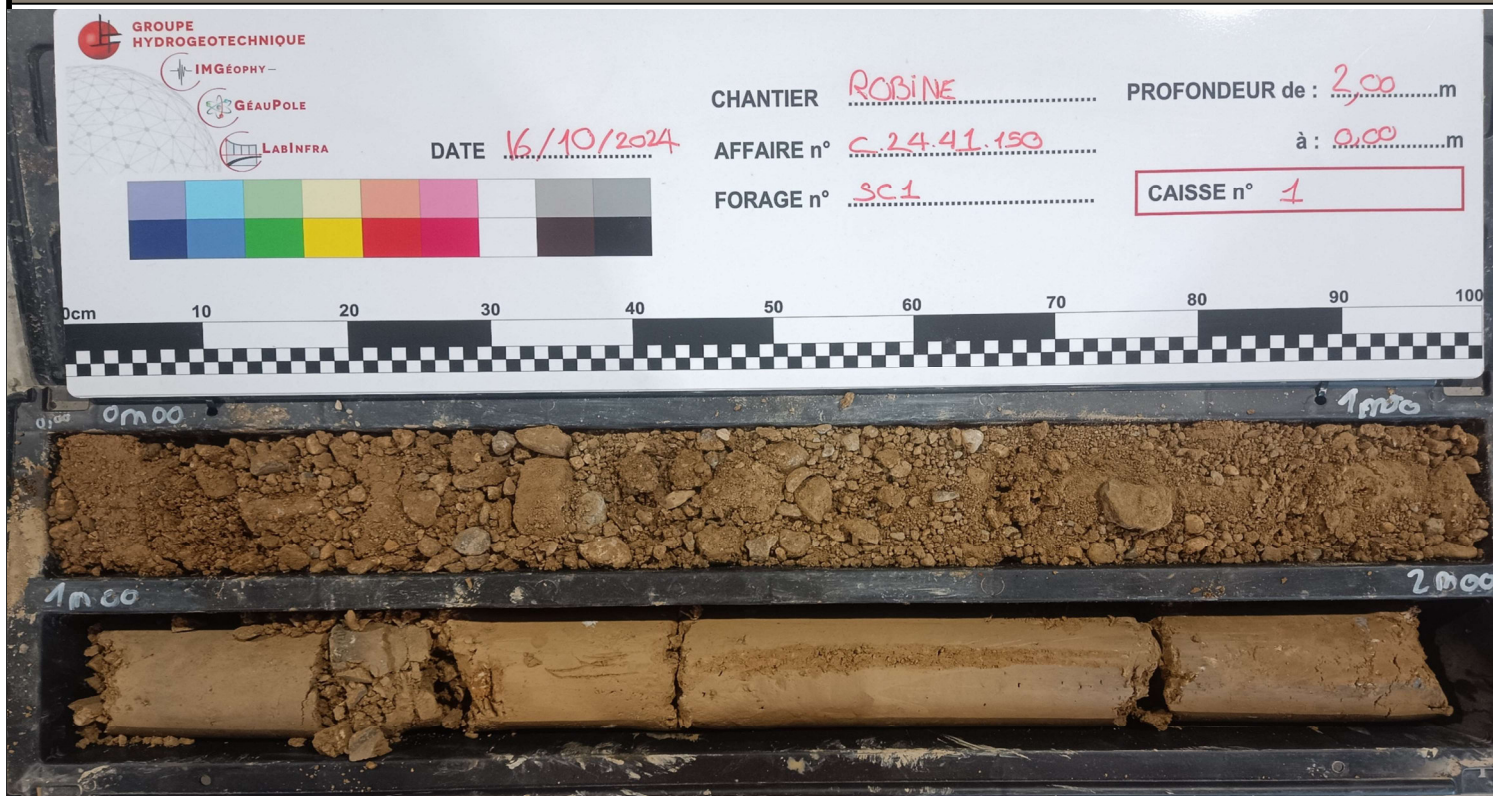
Prof (m)	Cote NGF	Formation	Lithologie	Carottier	Tubage	Equipement	Niveau d'eau	% récup. par passe	RQD	Vitesse d'avancement (m/h)	Pression d'injection	Pression de poussée (bar)	Couple de rotation (bar)	
0	32									0100200	012,525	050100	0125250	
1,00 m	31,26 m		Limon sableux beige foncé à cailloutis , cailloux et quelques blocs. couche C1	Carottier rotopercussion Ø116mm	Acier provisoire Ø120/140mm	Sans objet	1,00 m	100						
2,10 m	30,16 m		limon sableux légèrement argileux beige à cailloutis. couche C1					100						
3	29		argile limonneuse à marne argileuse marron clair à trace grise,cailloutis. couche C1					100						
3,60 m	28,66 m			3,60 m			3,60 m	85						
4	28		argile légèrement limonneuse beige foncé à graviers. couche C1	Carottier rotation Ø116 T6			Forage à l'eau	85						
4,30 m	27,96 m							85						
5	27		marne argileuse marron clair à trace grise. couche C2					100						
5,60 m	26,66 m							100						
6	26		marne argileuse marron clair à trace grise , gravillons. couche C2					100						
7	25							100						
8,10 m	24,16 m			8,10 m				100						

REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

DOSSIER N°C.24.41.150

Sondage carotté n° SC1

Profondeur : de 0,00 à 2,00 m



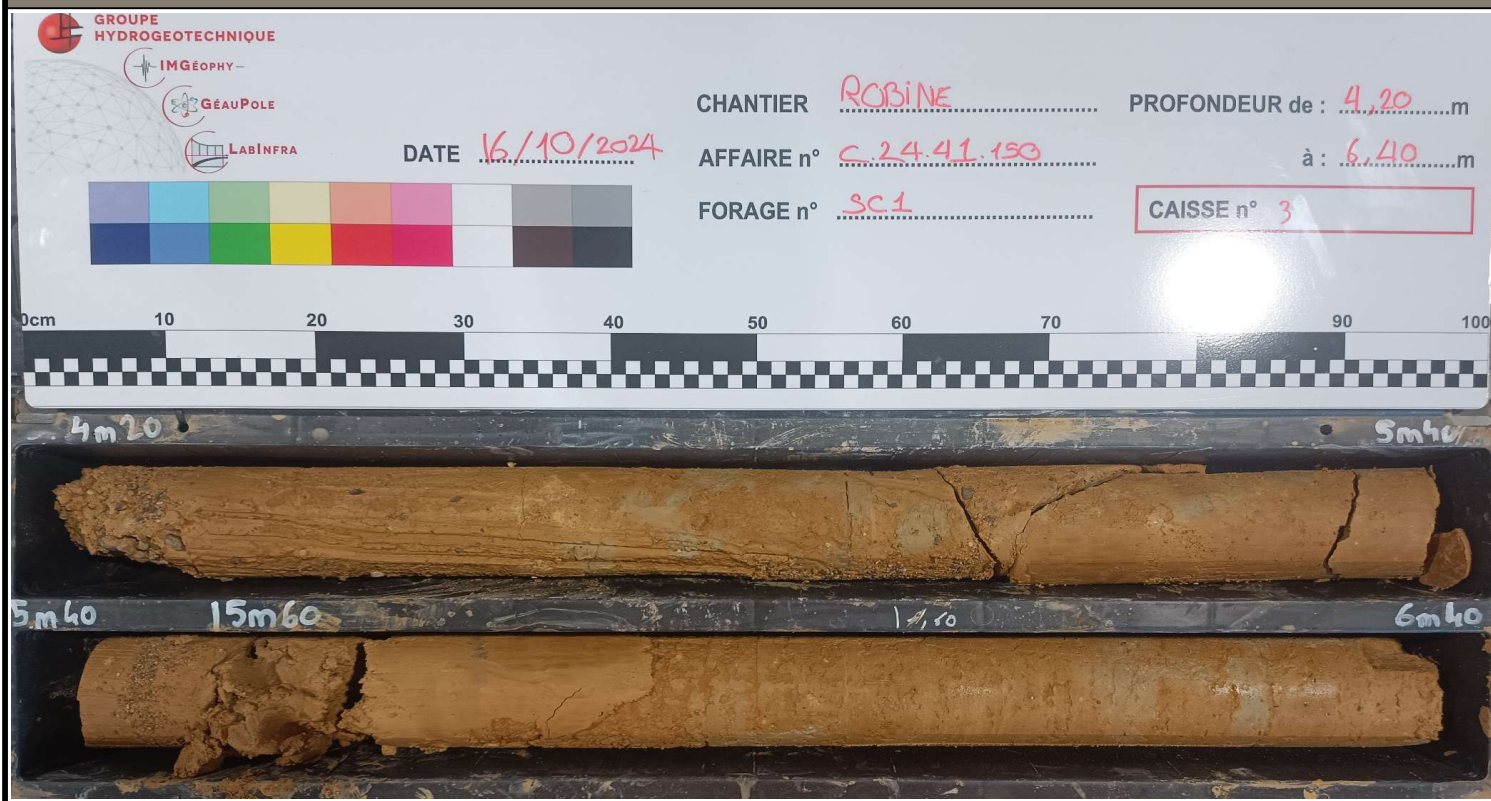
Profondeur : de 2,00 à 4,20 m



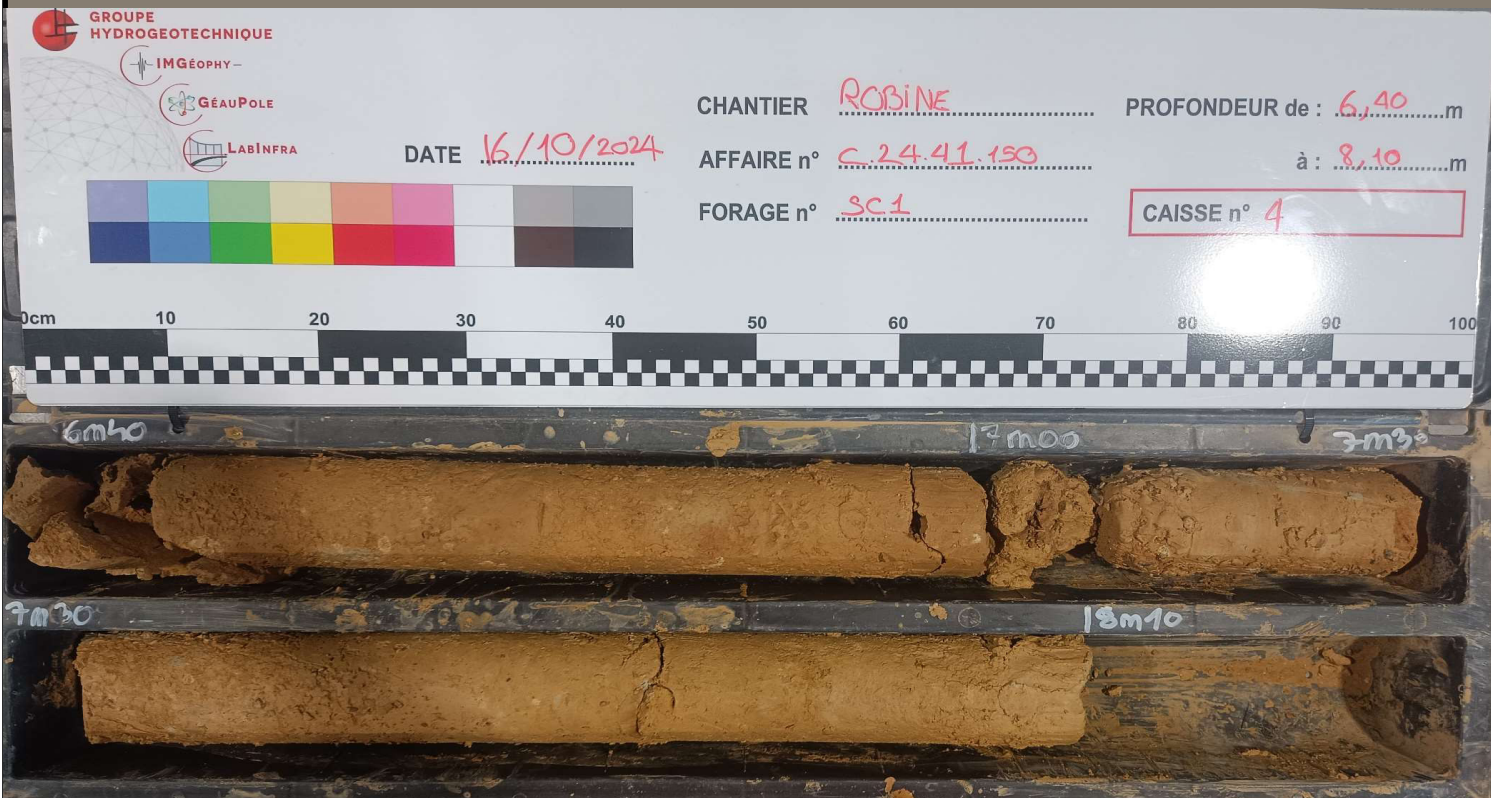
REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

DOSSIER N°C.24.41.150

Profondeur : de 4,20 à 6,40 m



Profondeur : de 6,40 à 8,10 m



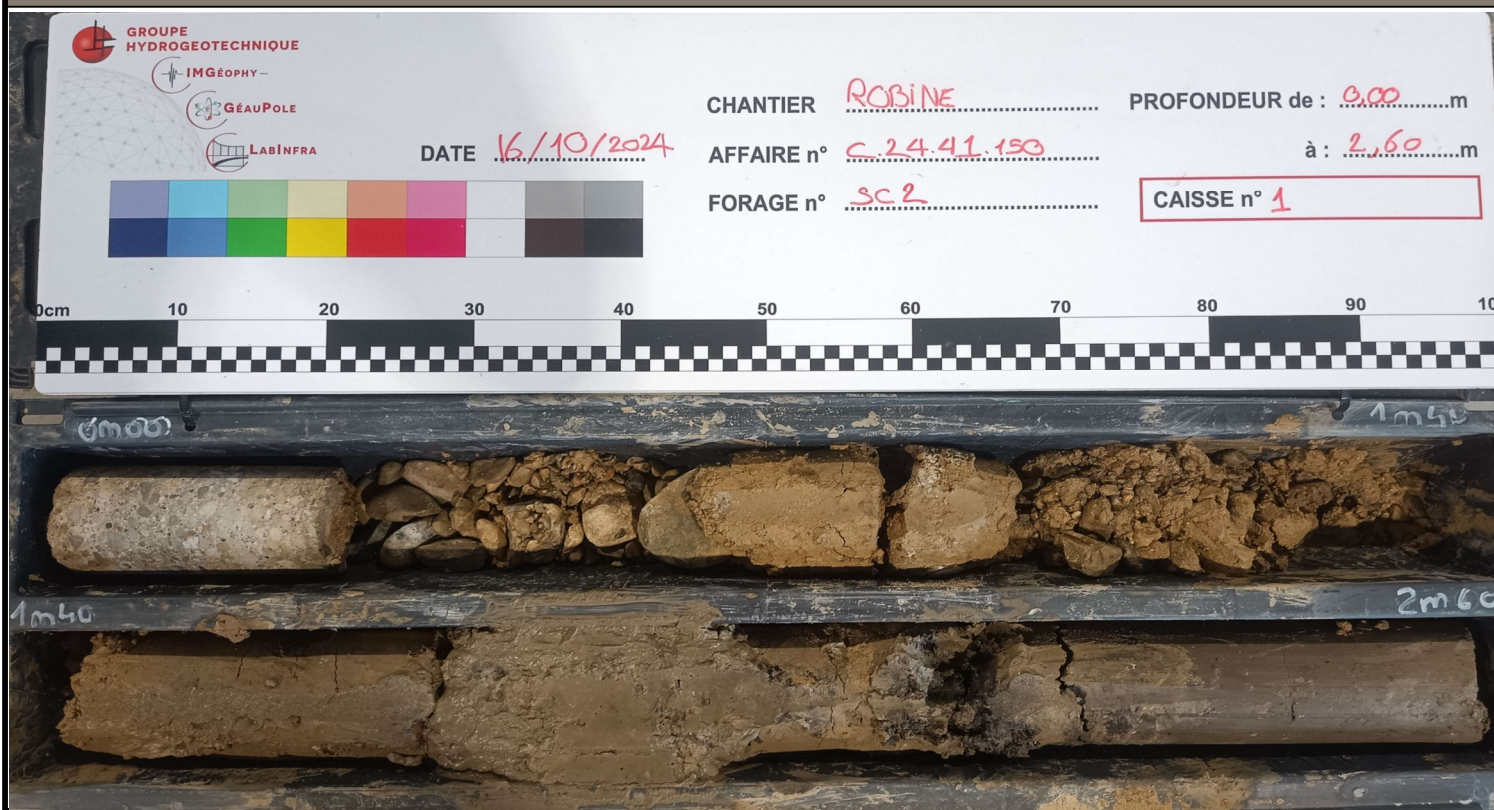
Prof (m)	Cote NGF	Formation	Lithologie	Carottier	Tubage	Equipement	Niveau d'eau	% récup. par passe	RQD	Vitesse d'avancement (m/h)	Pression d'injection	Pression de poussée (bar)	Couple de rotation (bar)
0,20 m	32,36 m		beton. C0	Carrotier à roto-percusion Ø116 jusqu'au refus	120/140mm			70					
0,50 m	32,06 m		graves (remblais C0).										
0,70 m	31,86 m		argile très peu consistante à graviers, gravillons.										
1,40 m	31,16 m		gravillons, graviers, graves dans matrice argilo-sableuse C0.	Carrotier rotatif Ø116T6		Forage à l'eau à partir de 2.8m		85					
2,70 m	29,36 m		argile limoneuse grise brune cailloutis, cailloux, à trace de matière organique moyennement consistante C0.										
4,20 m	28,36 m		argile grise moyennement consistante C0/C1?.										
5,10 m	27,46 m		marne argileuse marron, gris C2										
8,00 m	24,56 m		silt gris, beige Couche C2										

REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

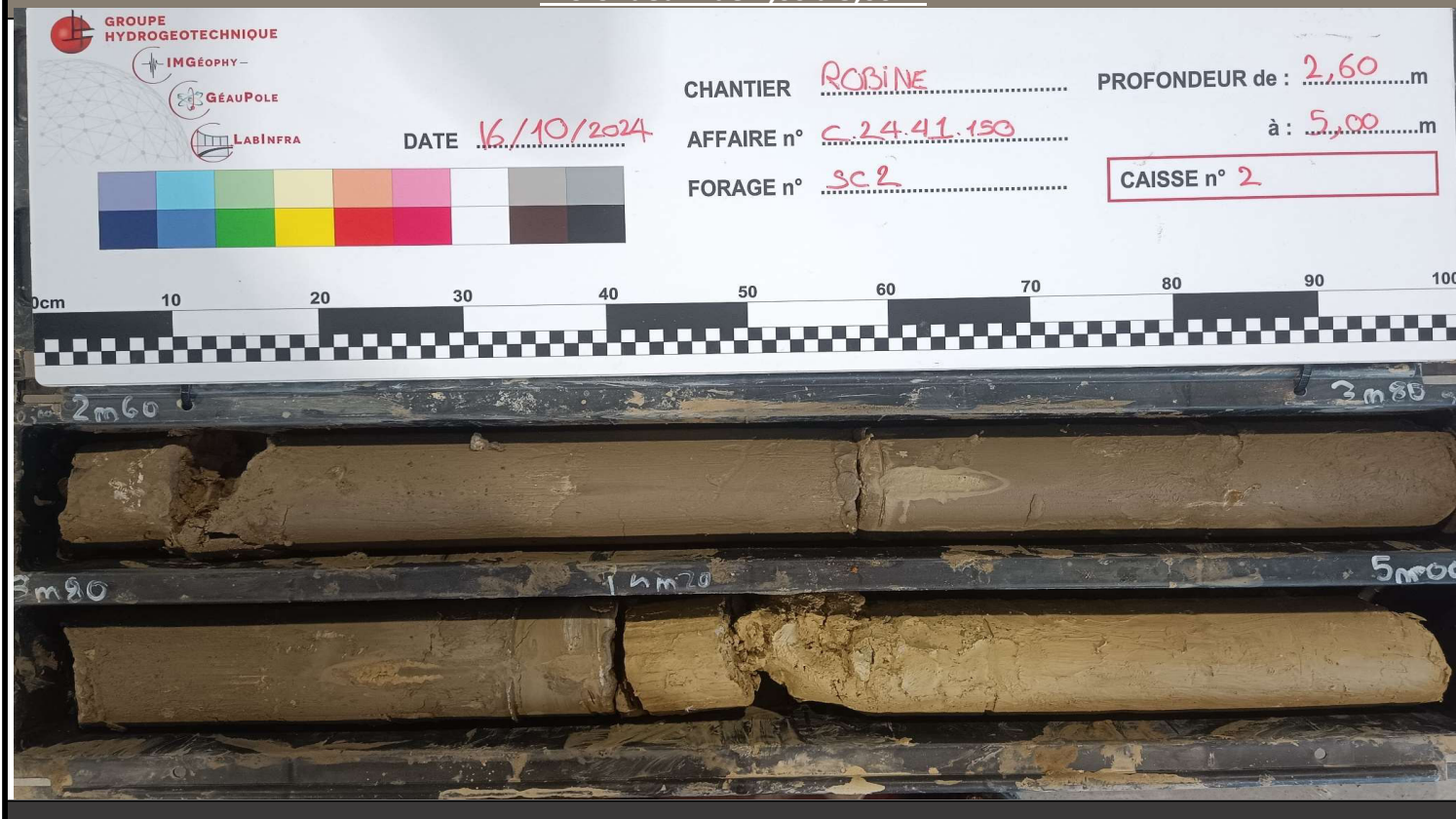
DOSSIER N°C.24.41.150

Sondage carotté n° SC2

Profondeur : de 0,00 à 2,60 m



Profondeur : de 2,60 à 5,00 m



REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

DOSSIER N°C.24.41.150

Profondeur : de 5,00 à 7,50 m

 GROUPE
HYDROGEOTECHNIQUE

 IMGÉOPHY

 GÉAUPOLE

 LABINFRA

DATE 16/10/2024

CHANTIER ROBINE

PROFONDEUR de : 5,00 m

AFFAIRE n° C.24.41.150

à : 7,50 m

FORAGE n° SC 2

CAISSE n° 3



cm 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100



Profondeur : de 7,50 à 8,00 m

 GROUPE
HYDROGEOTECHNIQUE

 IMGÉOPHY

 GÉAUPOLE

 LABINFRA

DATE 16/10/2024

CHANTIER ROBINE

PROFONDEUR de : 7,50 m

AFFAIRE n° C.24.41.150

à : 8,00 m

FORAGE n° SC 2

CAISSE n° 4



cm 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100



Prof (m)	Cote NGF	Formation	Lithologie	Carottier	Tubage	Equipement	Niveau d'eau	% récup. par passe	RQD	Vitesse d'avancement (m/h)	Pression d'injection	Pression de poussée (bar)	Couple de rotation (bar)
0	32							100		0100200	012,525	050100	0125250
1,10 m	31,67 m		limon sablo-graveleux. Couche C1					100					
2	31		marne argileuse gris, vert, marron, moyennement consistante. Couche C1		120/140mm	roto-percution Ø116 jusqu'au refus		100					
2,80 m	29,97 m							100					
3,00 m	29,77 m		silt gris, marron légèrement argilo-graveleux. C2										
3,30 m	29,47 m		marne argileuse gris , vert, marron très peu consistante. C2					100					
4	29							100					
5	28		silt gris, marron légèrement argilo-graveleux. Couche C2			Forage à l'eau Carrotier rotatif Ø116T6		100					
6	27							0.85					
6,60 m	26,17 m												
6,80 m	25,97 m		grès fin gris, marron. C2					100					
7	26		silt gris, marron légèrement argilo-graveleux. C2					100					
7,80 m	24,97 m							100					
8,00 m	24,77 m		marne argileuse gris, vert , marron moyennement consistante. C2										
			silt gris										

REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

DOSSIER N°C.24.41.150

Sondage carotté n° SC3

Profondeur : de 0,00 à 2,00 m



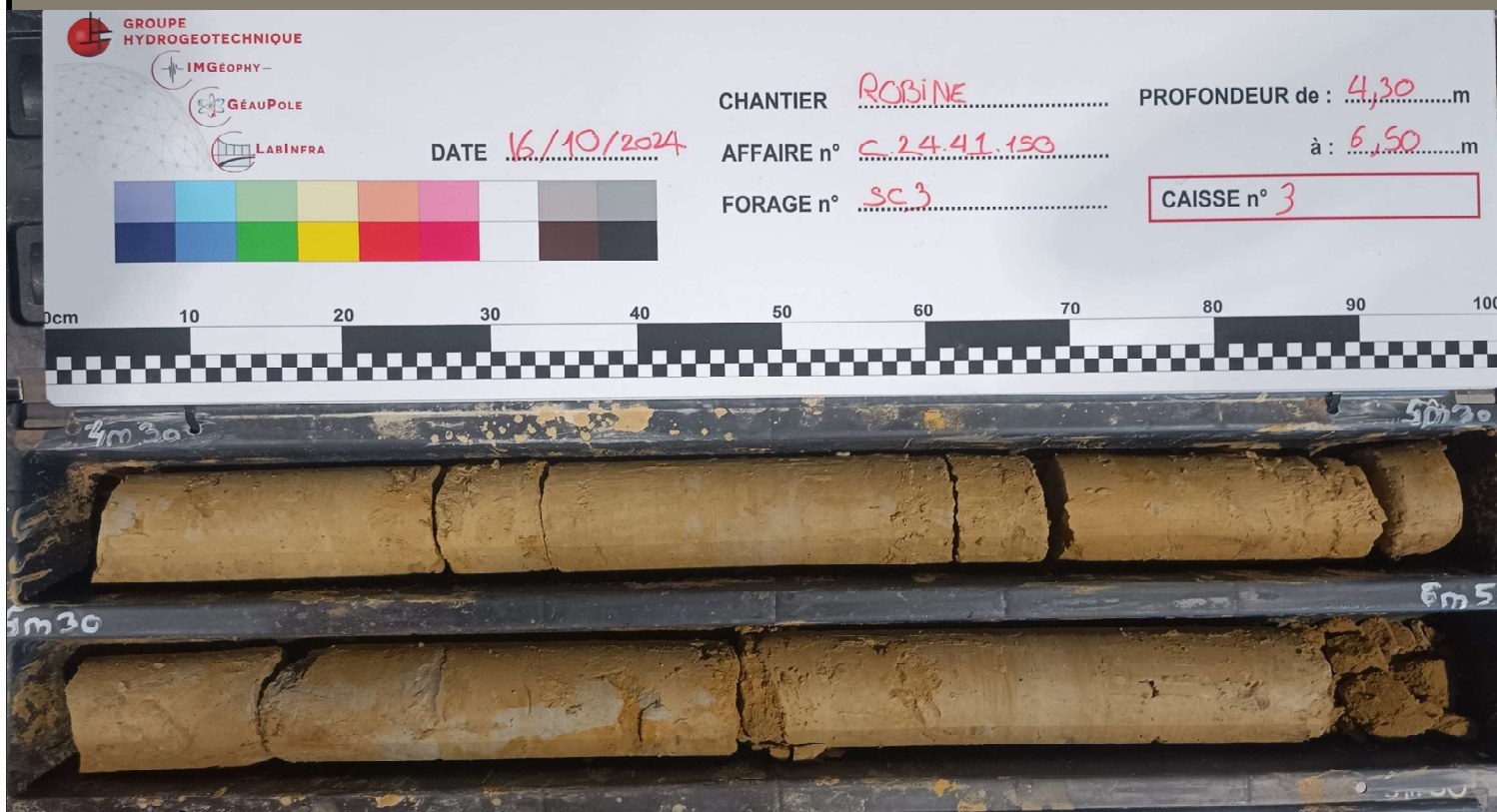
Profondeur : de 2,00 à 4,30 m



REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

DOSSIER N°C.24.41.150

Profondeur : de 4,30 à 6,50 m



Profondeur : de 6,50 à 8,00 m



Prof (m)	Cote NGF	Formation		Lithologie	Carottier	Tubage	Equipement	Niveau d'eau	% récup. par passe	RQD	Vitesse d'avancement (m/h)	Pression d'injection	Pression de poussée (bar)	Couple de rotation (bar)							
											0100200	012,525	050100	0125250							
0				Limon sablo-graveleux brun à galets. Couche C1	Carrotier battu roto-percution Ø116	120/140mm		Forage à l'eau à 3m													
1,10 m	31,59 m			Graves sableuse légèrement limoneuse à galets brun C1										100							
1,60 m	31,09 m			Limon légèrement argileux beige à cailloux et cailloutis C1										100							
2,00 m	30,69 m			Silt gris beige Couche C1	Carrotier rotatif Ø116T6									65							
4,00 m	28,69 m													Sable moyen à grossier aggloméré gris C2	100						
4,60 m	28,09 m													Tufs (sable aggloméré beige à debris de coquilles) C2	100						
5,00 m	27,69 m			Silt gris Couche C2	75																
6,20 m	26,49 m			Grès fin gris Couche C2	75																
6,60 m	26,09 m			Silt gris Couche C2	100																
7	26			Sable gris aggloméré Couche C2	100																
7,90 m	24,79 m			Marne argileuse grise beige Couche C2																	
8,80 m	23,29 m																				
8,90 m	23,79 m																				

REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

DOSSIER N°C.24.41.150

Sondage carotté n° SC4

Profondeur : de 0,00 à 2,00 m

 GROUPE HYDROGÉOTECHNIQUE
 IMGÉOPHY
 GÉAUPÔLE
 LABINFRA

DATE 16/10/2024

CHANTIER Sallèles d'Aude PROFONDEUR de : 0,00 m
 AFFAIRE n° C.24.41.150 à : 2,00 m
 FORAGE n° SC4 CAISSE n° 1

0cm 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100



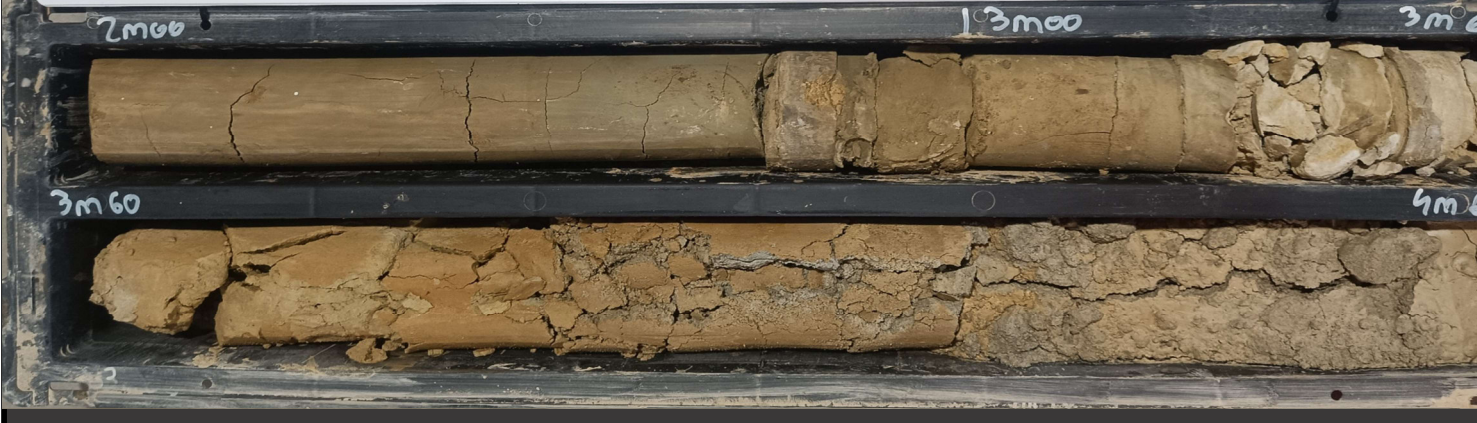
Profondeur : de 2,00 à 4,60 m

 GROUPE HYDROGÉOTECHNIQUE
 IMGÉOPHY
 GÉAUPÔLE
 LABINFRA

DATE 16/10/2024

CHANTIER Sallèles d'Aude PROFONDEUR de : 2,00 m
 AFFAIRE n° C.24.41.150 à : 4,60 m
 FORAGE n° SC4 CAISSE n° 2

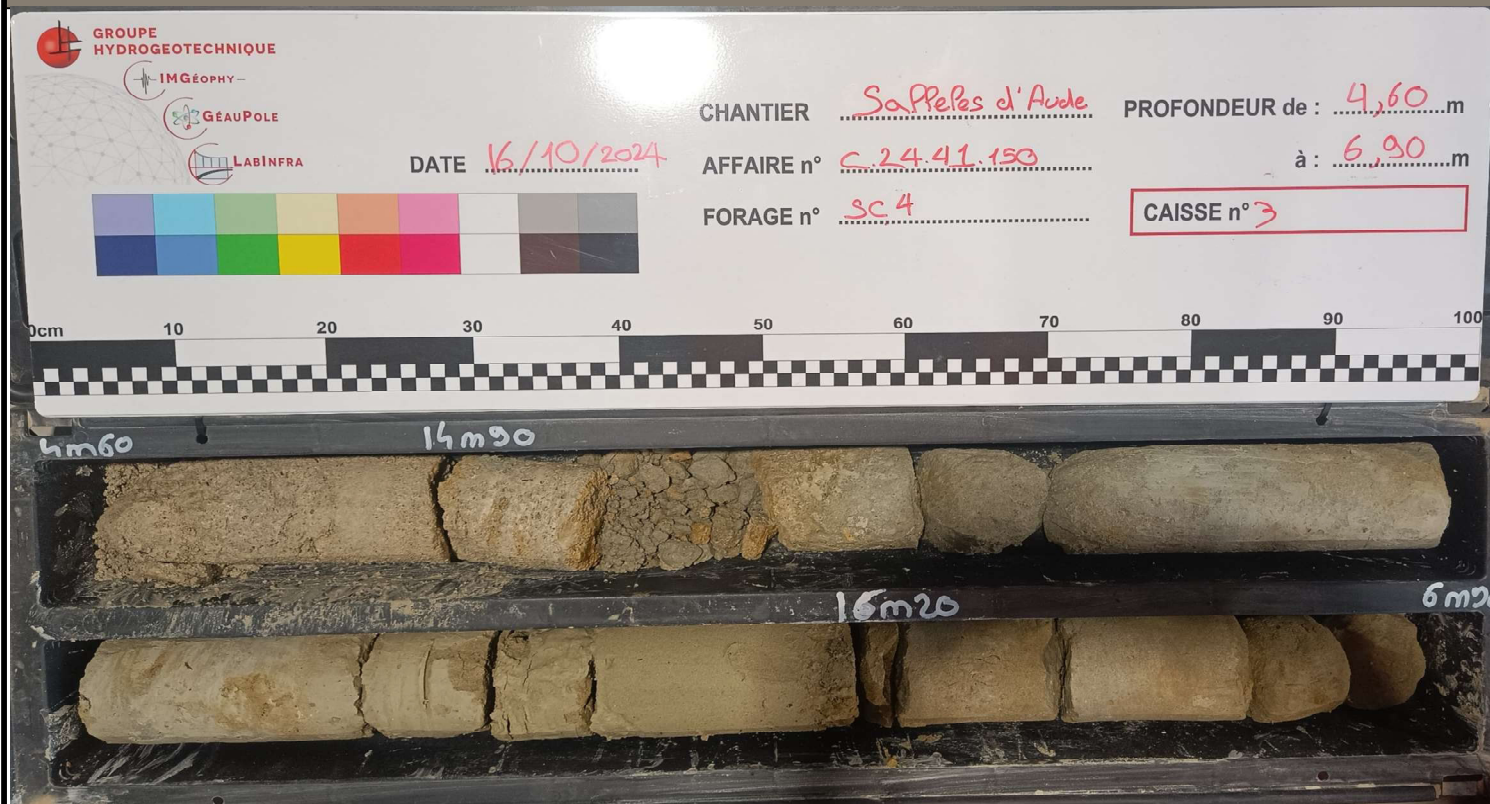
0cm 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100



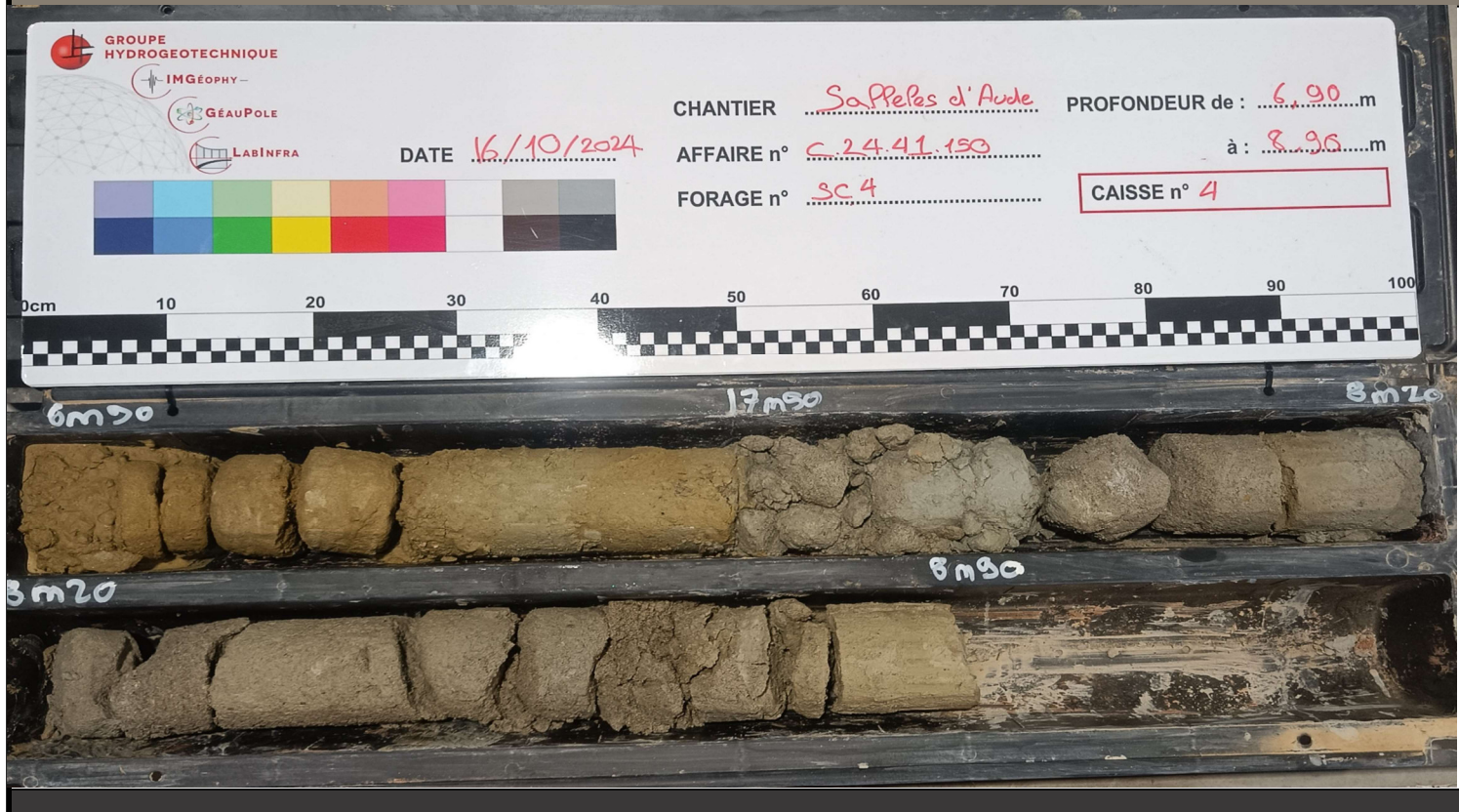
REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

DOSSIER N°C.24.41.150

Profondeur : de 4,60 à 6,90 m



Profondeur : de 6,90 à 8,00 m



Prof (m)	Cote NGF	Formation	Lithologie	Carottier	Tubage	Equipement	Niveau d'eau	% récup. par passe	RQD	Vitesse d'avancement (m/h)	Pression d'injection	Pression de poussée (bar)	Couple de rotation (bar)
0,20 m	32,39 m		Limon sableux brun à racines C1							0100200	012,525	050100	0125250
0,90 m	31,69 m		Limon légèrement sableux marron à gravillons, graviers et galets C1					100					
1,20 m	31,39 m		Limon marron C1										
1,50 m	31,09 m		Limon marron, brun à quelques cailloutis					100					
	31		Limon légèrement argileux marron foncé à cailloutis, cailloux C1										
2,30 m	30,29 m		Sable limoneux marron, gris à cailloux, cailloutis C1					100					
3,10 m	29,49 m		Limon sableux légèrement argileux Marron, gris à gravillons, graviers et galets Couche C2				4 m	100					
4,10 m	28,49 m		Sable limoneux, graveleux marron, gris à galets Couche C2					70					
6,00 m	26,59 m		Sable argileux marron, beige à gravillon, graviers Couche C2				6 m	100					
6,60 m	25,99 m		Marne argileuse gris bleu moyennement consistante Couche C2					100					
8,10 m	24,49 m							100					

REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

DOSSIER N°C.24.41.150

Sondage carotté n° SC5

Profondeur : de 0,00 à 2,00 m



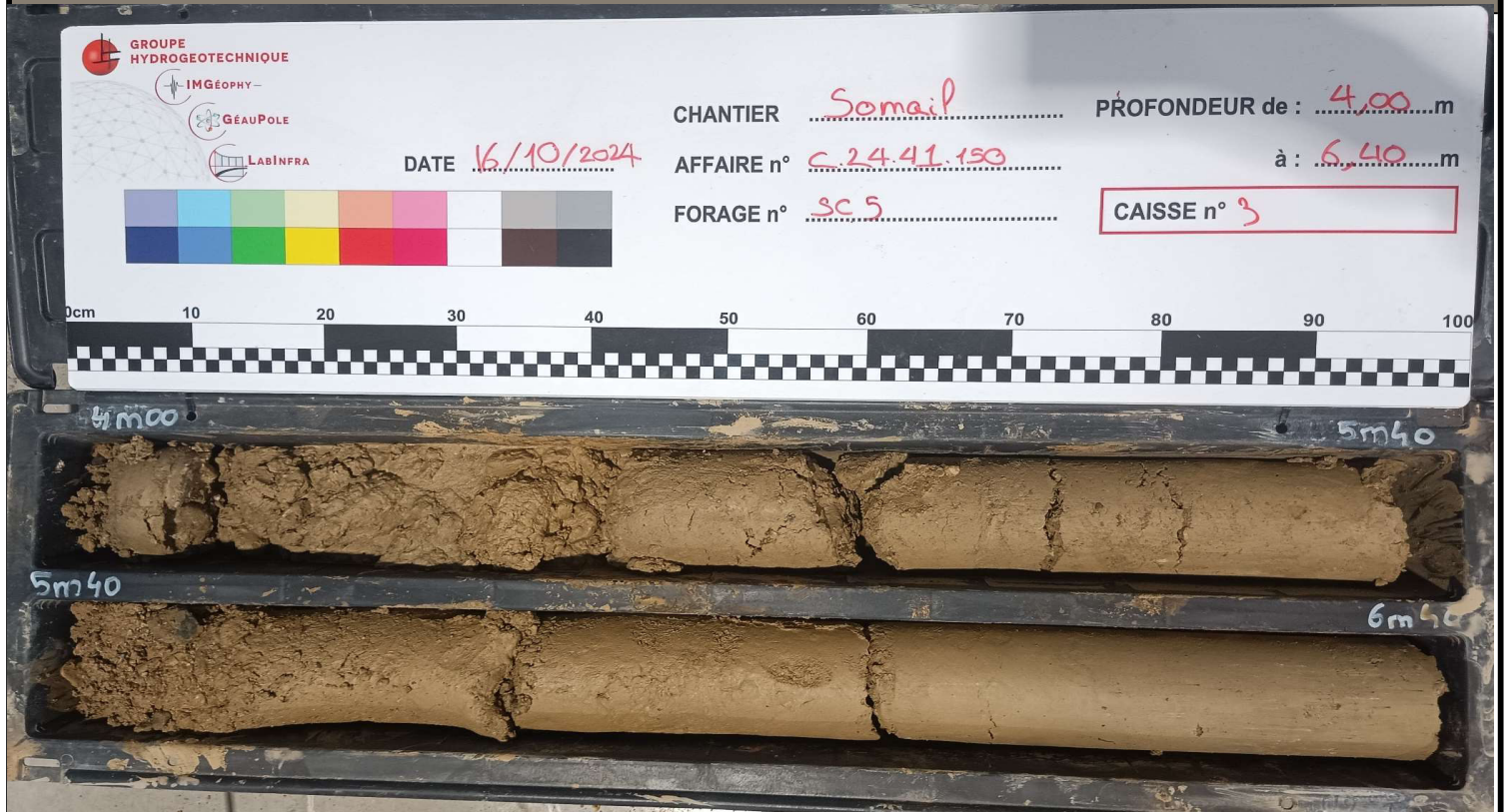
Profondeur : de 2,00 à 4,00 m



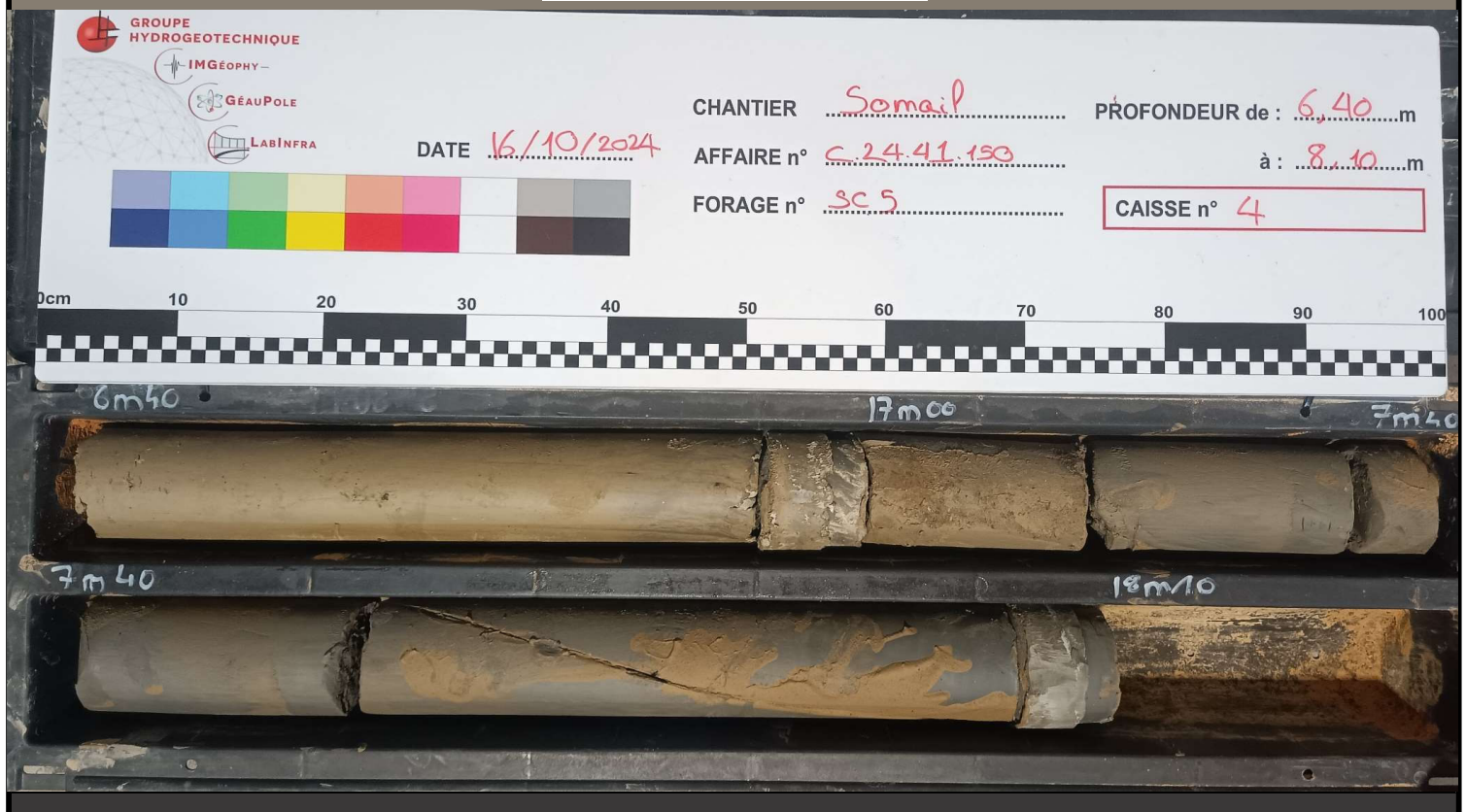
REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

DOSSIER N°C.24.41.150

Profondeur : de 4,00 à 6,40 m



Profondeur : de 6,40 à 8,10 m



1/70

Forage : SC6

EXGTE 3.23.3/LB2GEO115FR

Prof (m)	Cote NGF	Formation		Lithologie	Carottier	Tubage	Equipement	Niveau d'eau	% récup. par passe	RQD	Vitesse d'avancement (m/h)	Pression d'injection	Pression de poussée (bar)	Couple de rotation (bar)
											0100200	012,525	050100	0125250
0,30 m	31,33 m			Sable légèrement limoneux beige à cailloux et cailloutis C1	carrotier battu roto-percution 116Ø	120/140mm		Forage à l'au à 4.5m	100					
0,80 m	31,33 m			Argile brun à graviers et galets C1					100					
1,00 m	31,13 m			Limon beige à cailloux C1					100					
1,20 m	30,93 m			Argile limoneuse beige, grise à gravillons, graviers et galets C1					100					
1,70 m	30,43 m			Argile limoneuse marron à gravillons, graviers et galets					100					
2,30 m	29,83 m			Limon sableux, argileux marron beige à gravillons, graviers C1	100									
3	29			Limon sableux, graveleux beige à galets Couche C2	100									
3,60 m	28,53 m			Grave sableuse beige, grise à galet et bloc Couche C2	100									
4	28				100									
5	27				100									
6	26		100											
7	25		Carrotier rotatif Ø116T6	7,00 m		niveau stabilisé à 4.8m	100							
7,50 m	24,63 m						100							
8,00 m	24,13 m			Marne argileuse grise moyennement consistante Couche C2										

REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

DOSSIER N°C.24.41.150

Sondage carotté n° SC6

Profondeur : de 0,00 à 2,00 m

GROUPE
HYDROGÉOTECHNIQUE

IMGÉOPHY

GÉAUPOLE

LABINFRA

DATE 16/10/2024

CHANTIER Somaip

PROFONDEUR de : 0,00 m

AFFAIRE n° C.24.41.150

à : 2,00 m

FORAGE n° SC6

CAISSE n° 1

0cm 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

0m00 1m00

1m00 2m00

Profondeur : de 2,00 à 4,00 m

GROUPE
HYDROGÉOTECHNIQUE

IMGÉOPHY

GÉAUPOLE

LABINFRA

DATE 16/10/2024

CHANTIER Somaip

PROFONDEUR de : 2,00 m

AFFAIRE n° C.24.41.150

à : 4,00 m

FORAGE n° SC6

CAISSE n° 2

0cm 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

2m00 3m00

3m00 4m00

REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

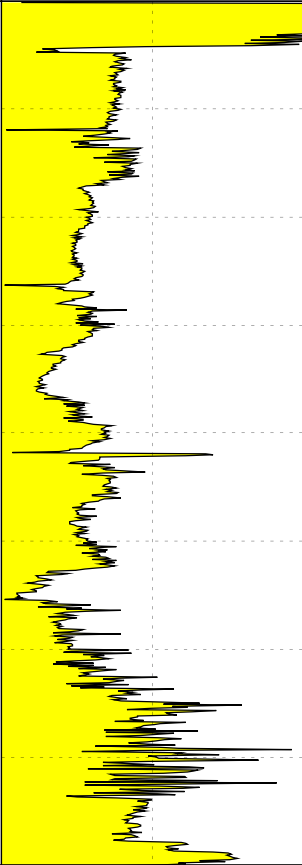
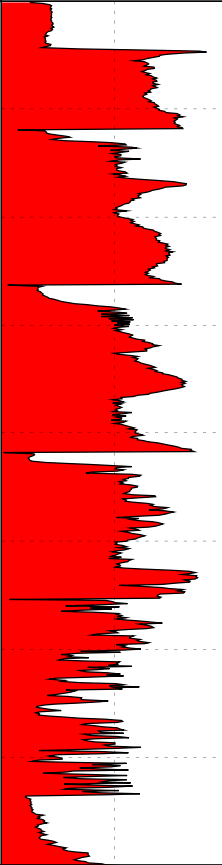
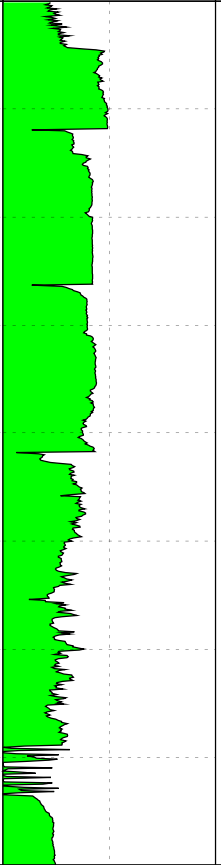
DOSSIER N°C.24.41.150

Profondeur : de 4,00 à 6,00 m



Profondeur : de 6,00 à 8,00 m



Prof (m)	Cote NGF	Formation	Lithologie	Carottier	Tubage	Equipement	Niveau d'eau	% récup. par passe	RQD	Vitesse d'avancement (m/h)	Pression d'injection	Pression de poussée (bar)	Couple de rotation (bar)
0,30 m	31,35 m		Cailloux, cailloutis dans matrice sablo-limoneuse brune	Carrotier à roto-percussion Ø116	120/140mm		forage à l'eau	100					
0,50 m	31,65 m		Limon argileux ,sableux brun à gravillons et graviers										
1,20 m	30,95 m		Limon brun légèrement sableux										
1,50 m	30,65 m		Limon argileux brun à graviers et galets										
2,50 m	29,65 m		Limon argileux marron										
3,50 m	28,65 m		Limon sableux légèrement argileuxmarron beige à gravillons, graviers										
5,00 m	27,15 m		Sable limoneux graveleux brun beige à galets Couche C1/C2										
5,40 m	26,75 m		Limon sabeux graveleux marron brun à galets C2										
6,23 m	25,92 m		Sable limoneux gravelleux brun à galets C2										
6,90 m	25,25 m		Sable gravelleux beige légèrement limoneux à galets C2										
8,00 m	24,15 m		Marne argileuse grise moyennement consistante Couche C2										

REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

DOSSIER N°C.24.41.150

Sondage carotté n° SC7

Profondeur : de 0,00 à 2,00 m

 GROUPE
HYDROGÉOTECHNIQUE

 IMGÉOPHY

 GÉAUPOLE

 LABINFRA

DATE 16/10/2024

CHANTIER Somail

PROFONDEUR de : 0,00 m

AFFAIRE n° C.24.41.150

à : 2,00 m

FORAGE n° SC7

CAISSE n° 1

0cm 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100



Profondeur : de 2,00 à 4,00 m

 GROUPE
HYDROGÉOTECHNIQUE

 IMGÉOPHY

 GÉAUPOLE

 LABINFRA

DATE 16/10/2024

CHANTIER Somail

PROFONDEUR de : 2,00 m

AFFAIRE n° C.24.41.150

à : 4,00 m

FORAGE n° SC7

CAISSE n° 2

0cm 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100



REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

DOSSIER N°C.24.41.150

Profondeur : de 4,00 à 6,00 m



Profondeur : de 6,00 à 8,00 m



1/70

Forage : SC8

EXGTE 3.23.3/LB2GEO115FR

Prof (m)	Cote NGF	Formation	Lithologie	Carottier	Tubage	Equipement	Niveau d'eau	% récup. par passe	RQD	Vitesse d'avancement (m/h)	Pression d'injection	Pression de poussée (bar)	Couple de rotation (bar)
0,05 m	32,35 m		enrobé							0100200	012,525	050100	0125250
0,60 m	31,80 m		Sable limoneux argileux graveleux brun marron C1					100					
1,20 m	31,20 m		Limon marron ocre C1										
1,40 m	31,00 m		limon argileux graveleux beige légèrement sableux C1					100					
2	30							100					
3	29		Limon sableux graveleux beige à galets Couche C2					100					
4													
4,60 m	27,80 m							100					
5	27		Limon argileux sableux beige à galets Couche C2					100					
6,00 m	26,40 m												
6,30 m	26,10 m		Grave sableuse limoneuse beige marron à galets Couche C2					100					
7	25		Sable limoneux argileux à gravillons et graviers Couche C2					100					
7,80 m	24,60 m												
8,00 m	24,40 m		Marne argileuse marron beige à moyennement consistante C2										

REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

DOSSIER N°C.24.41.150

Sondage carotté n° SC8

Profondeur : de 0,00 à 2,00 m

 GROUPE HYDROGEOTECHNIQUE
 IMGÉOPHY
 GÉAUPOLE
 LABINFRA

DATE 16/10/2024

CHANTIER Somail

AFFAIRE n° C.24.41.150

FORAGE n° SC 8

PROFONDEUR de : 0,00 m
à : 2,00 m

CAISSE n° 1

0cm 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100



Profondeur : de 2,00 à 4,00 m

 GROUPE HYDROGEOTECHNIQUE
 IMGÉOPHY
 GÉAUPOLE
 LABINFRA

DATE 16/10/2024

CHANTIER Somail

AFFAIRE n° C.24.41.150

FORAGE n° SC 8

PROFONDEUR de : 2,00 m
à : 4,00 m

CAISSE n° 2

0cm 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100



REPORTAGE PHOTOGRAPHIQUE

DOSSIER N°C.24.41.150

Profondeur : de 4,00 à 6,00 m



Profondeur : de 6,00 à 8,00 m



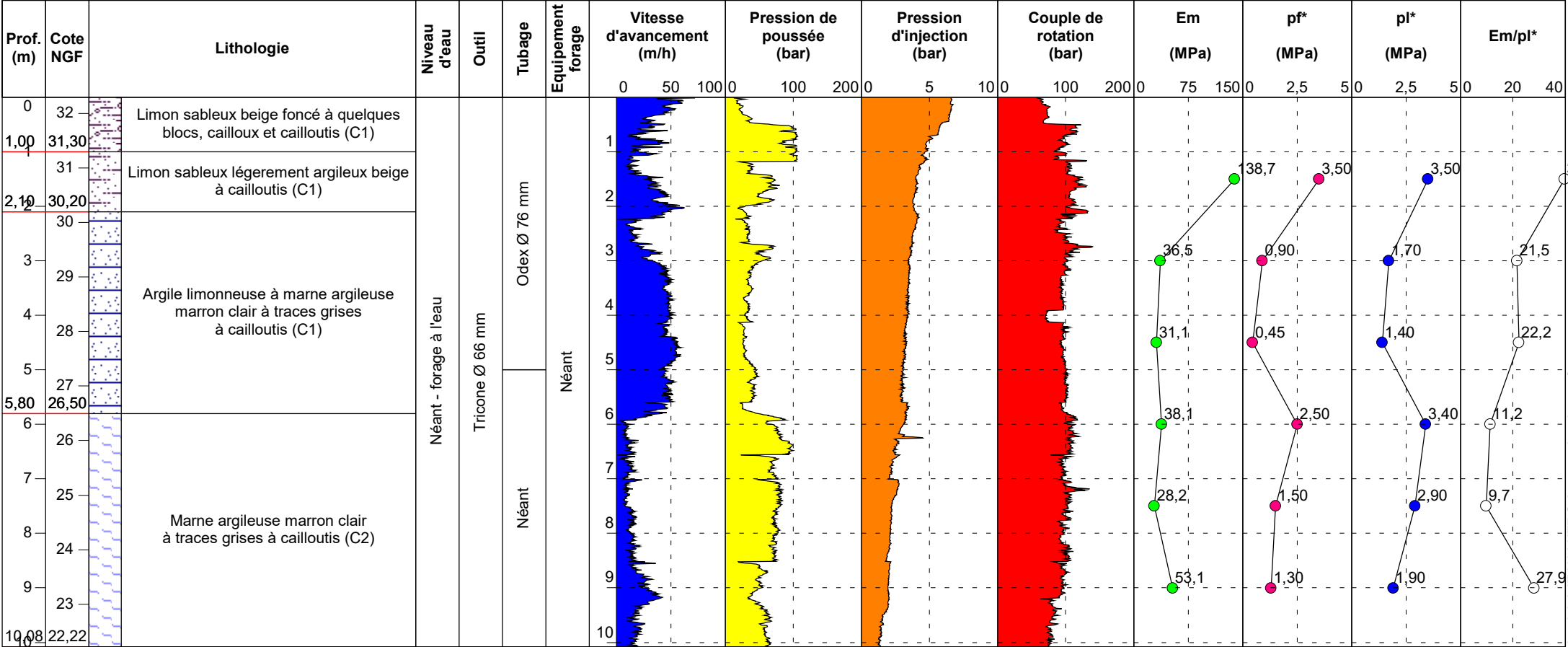
ANNEXE 4

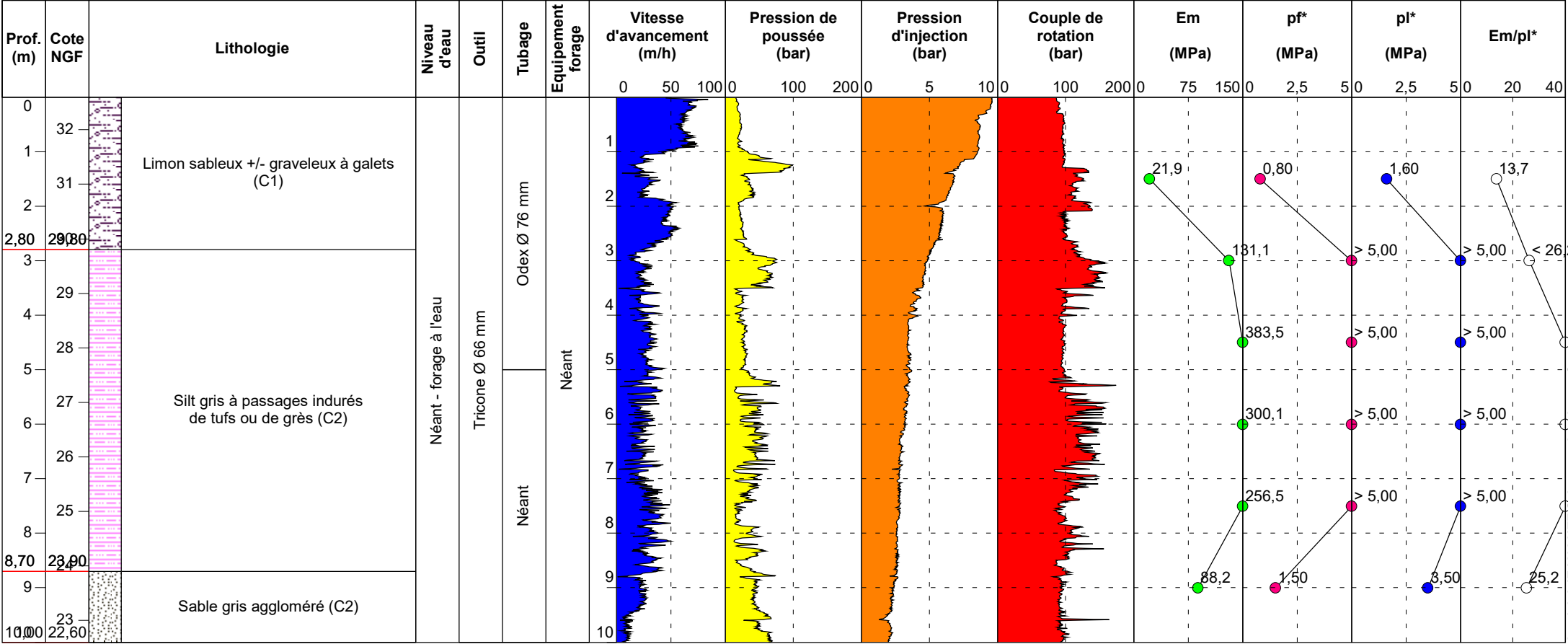
SONDAGES PRESSIOMÉTRIQUES

1/100

Forage : SP1

EXGTE 3.27/LB2GEO115FR







Aménagement du port du Somail et de la Robine

Profondeur : 0,00 - 10,00 m

X : 1692199,44

Y : 2229623,73

Forage : SP3

EXGTE 3.27/LB2GEO115FR

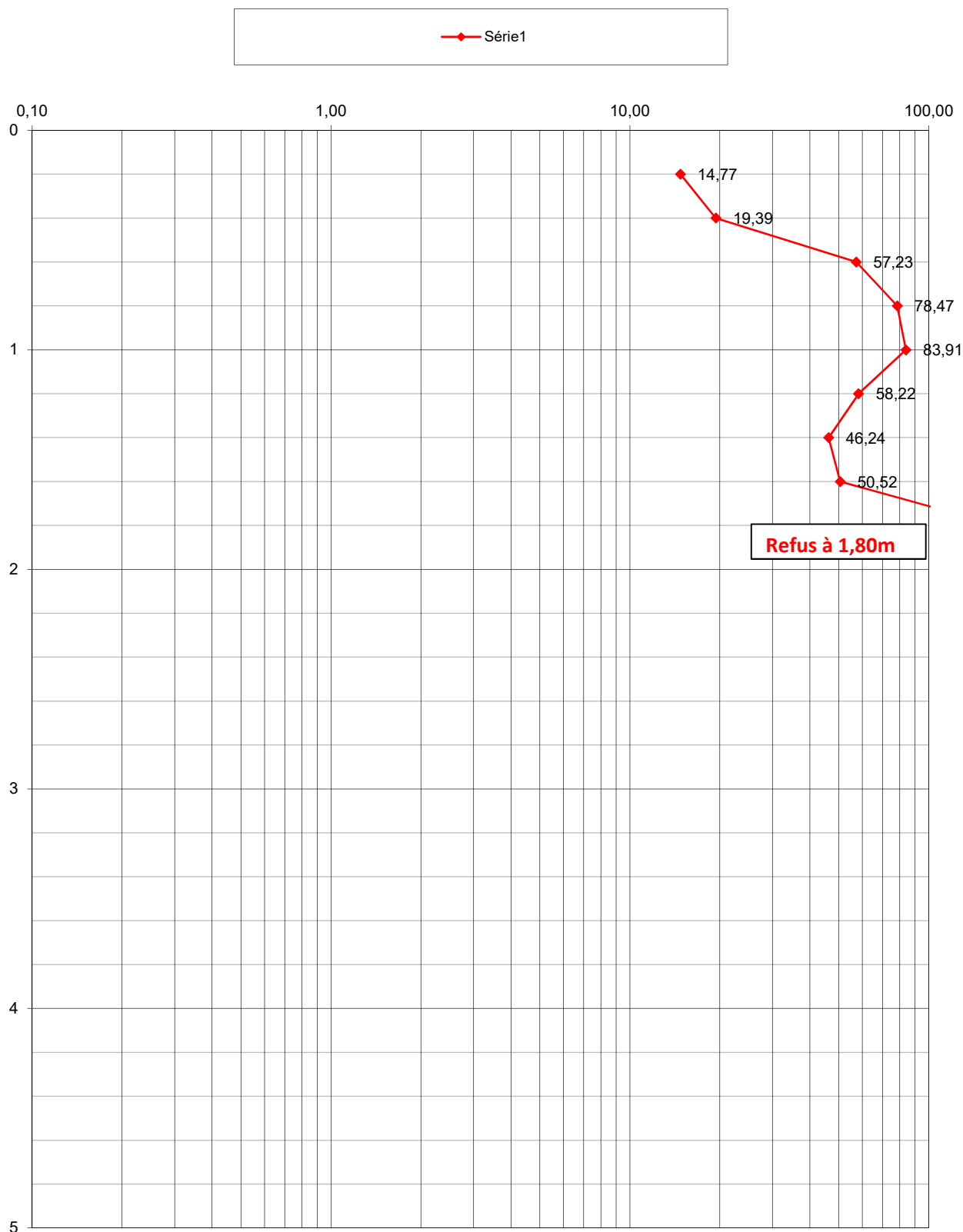
Prof. (m)	Cote NGF	Lithologie	Niveau d'eau	Outil	Tubage	Equipement forage	Vitesse d'avancement (m/h)	Pression de poussée (bar)	Pression d'injection (bar)	Couple de rotation (bar)	Em (MPa)	pf* (MPa)	pl* (MPa)	Em/pl*				
							050100	0100200	0510	0100200	075150	02,55	02,55	02040				
0	32	Limon sableux beige à argile limoneuse à cailloux et cailloutis +/- présents (C1)	Néant - forage à l'eau	Tricone Ø 66 mm	Odex Ø 76 mm	Néant	1											
1	31						2								20,4	0,65	1,20	17,0
2	30						3								34,5	1,20	2,40	14,4
3	29						4								40,4	2,00	3,40	11,9
4,30	28,80	5												36,5	1,60	2,20	16,6	
5	27	Sable limono-graveleux marron gris à galets (C2)					Néant	6							55,3	0,80	1,70	32
6	26							7										
7	25							8										
8	24							9										
8,70	23,40	Marne argileuse grise (C2)						Néant	10						28,4	1,40	3,50	8,1
10,00	22,10																	

ANNEXE 5

PÉNÉTROGRAMMES

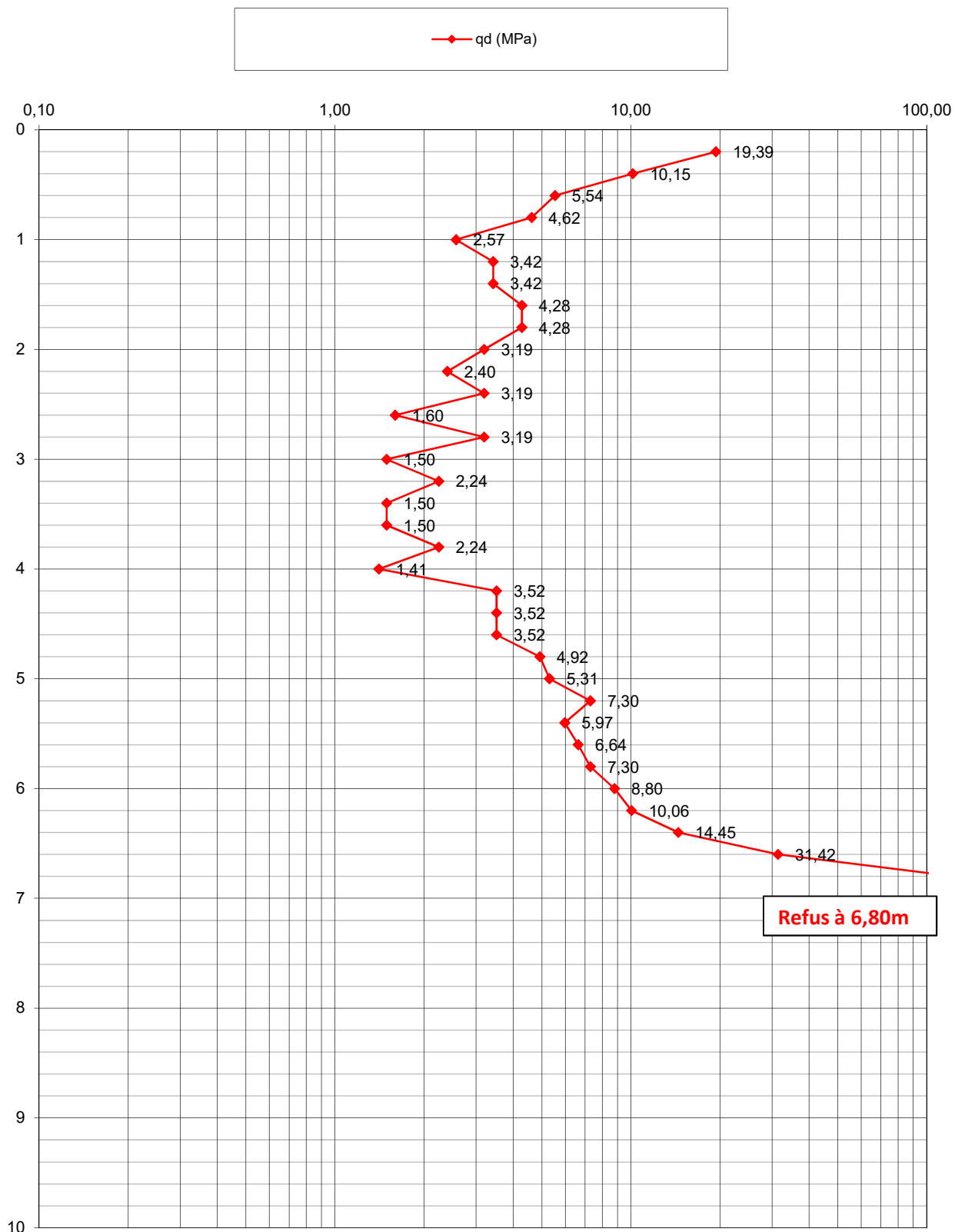
Client **VNF**
Chantier **Sallèles-d'Aude**
Dossier **C.24.41.150**
Date **07/10/2024**
X /
Y /
Cote Z /m NGF

Sondage PD1



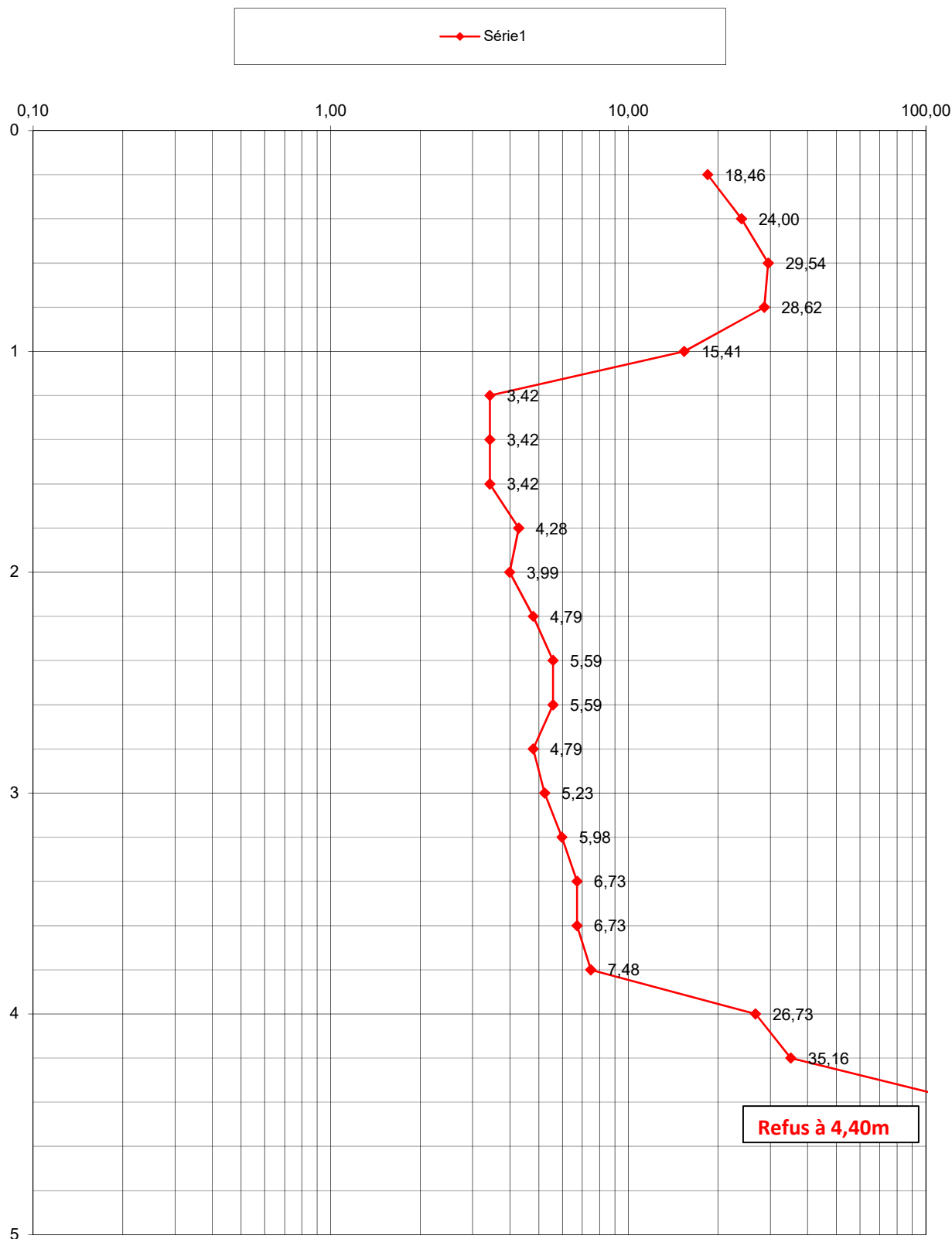
Client **VNF**
 Chantier **Sallèles-d'Aude**
 Dossier **C.24.41.150**
 Date **07/10/2024**
 X /
 Y /
 Cote Z /m NGF

Sondage PD2



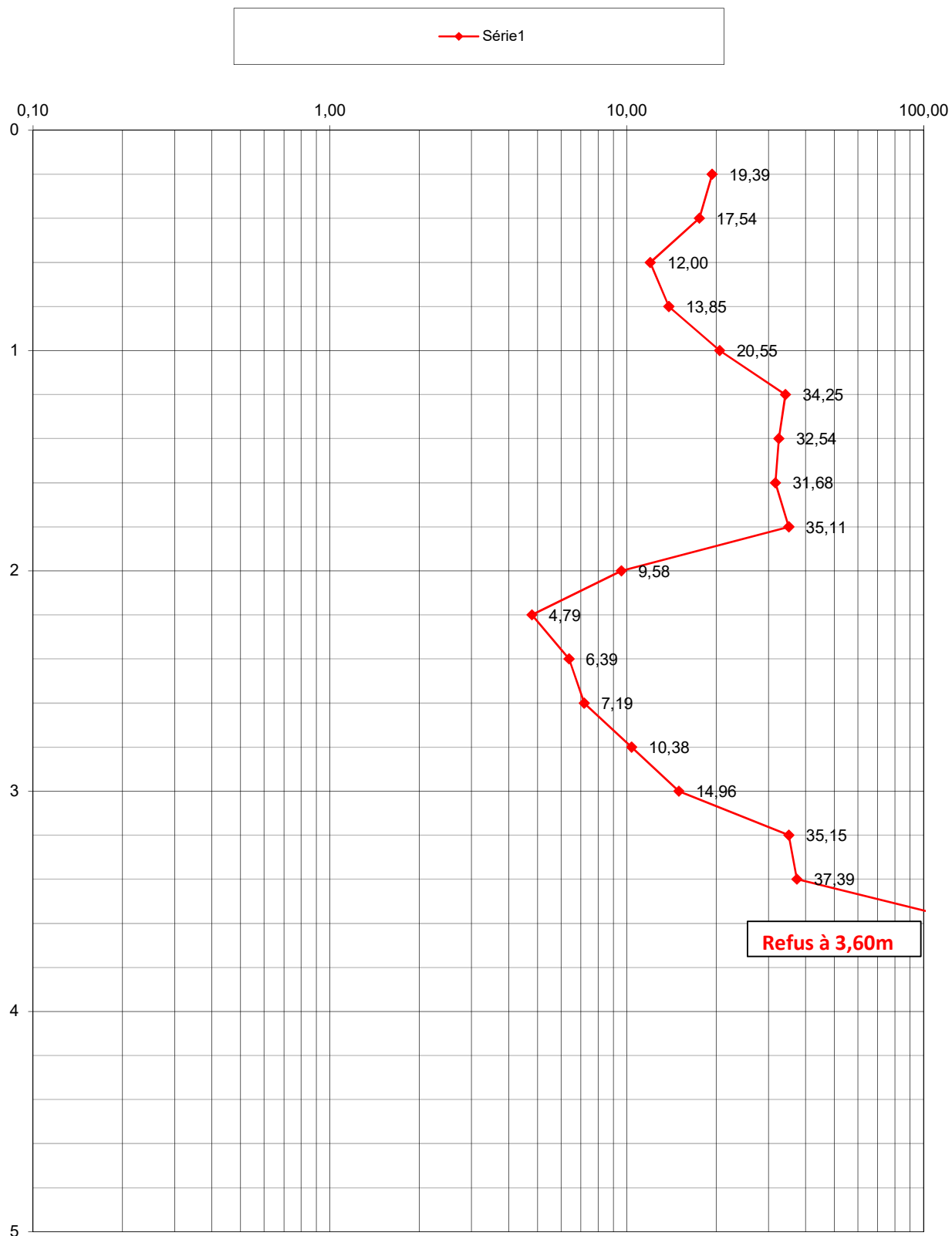
Client **VNF**
Chantier **Sallèles-d'Aude**
Dossier **C.24.41.150**
Date **07/10/2024**
X /
Y /
Cote Z /m NGF

Sondage PD3



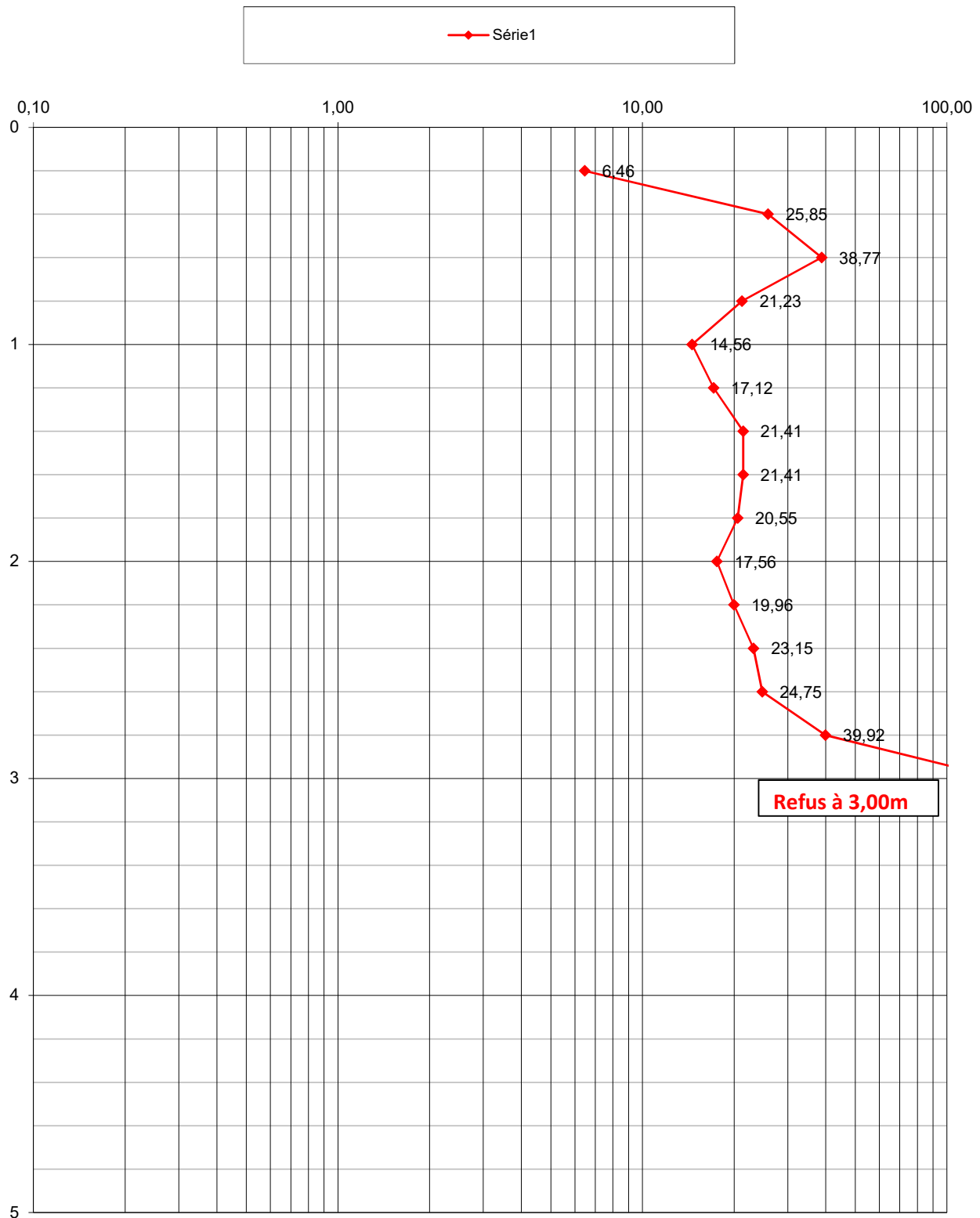
Client **VNF**
Chantier **Sallèles-d'Aude**
Dossier **C.24.41.150**
Date **07/10/2024**
X /
Y /
Cote Z /m NGF

Sondage PD4



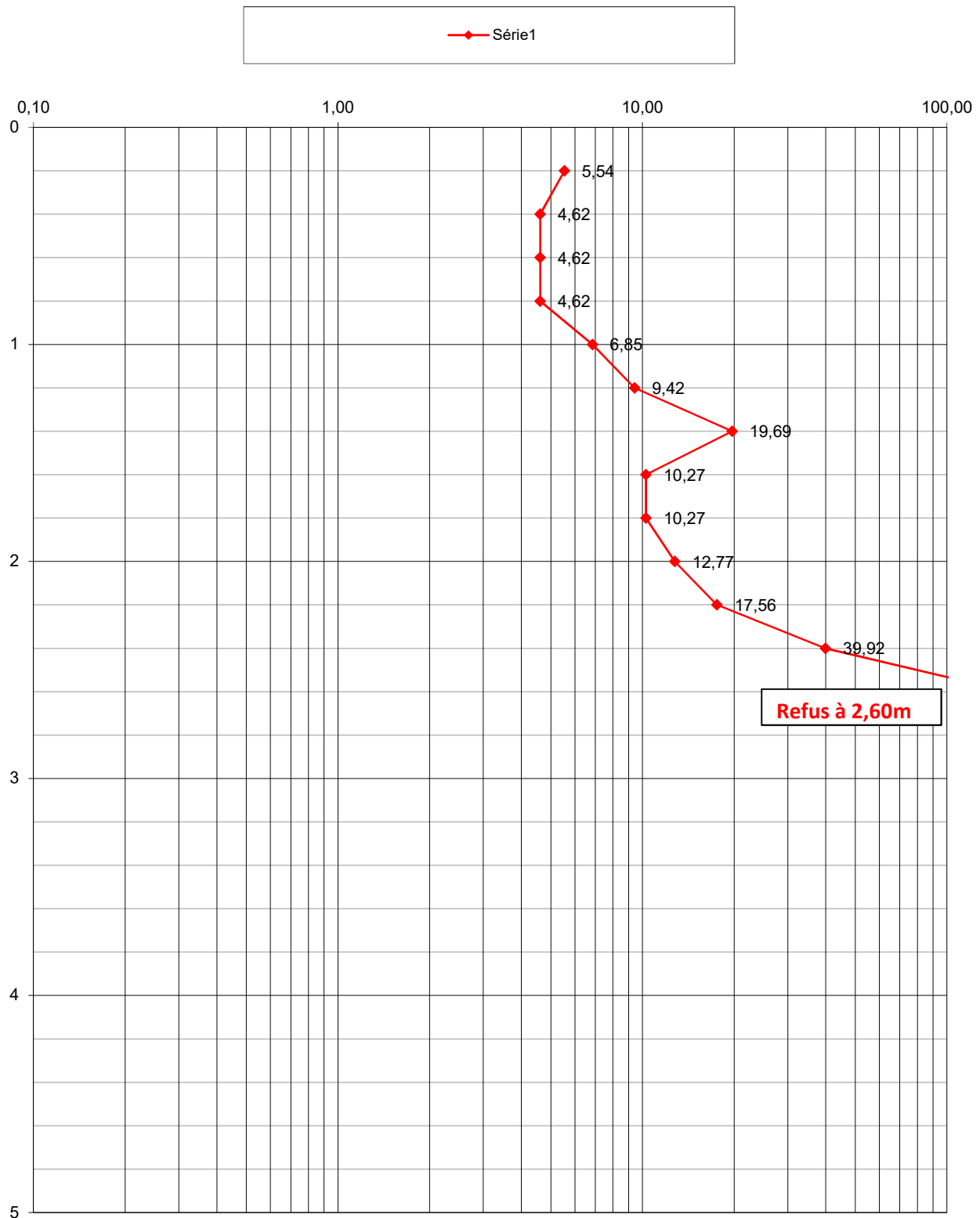
Client **VNF**
Chantier **Somail**
Dossier **C.24.41.150**
Date **07/10/2024**
X /
Y /
Cote Z /m NGF

Sondage PD5



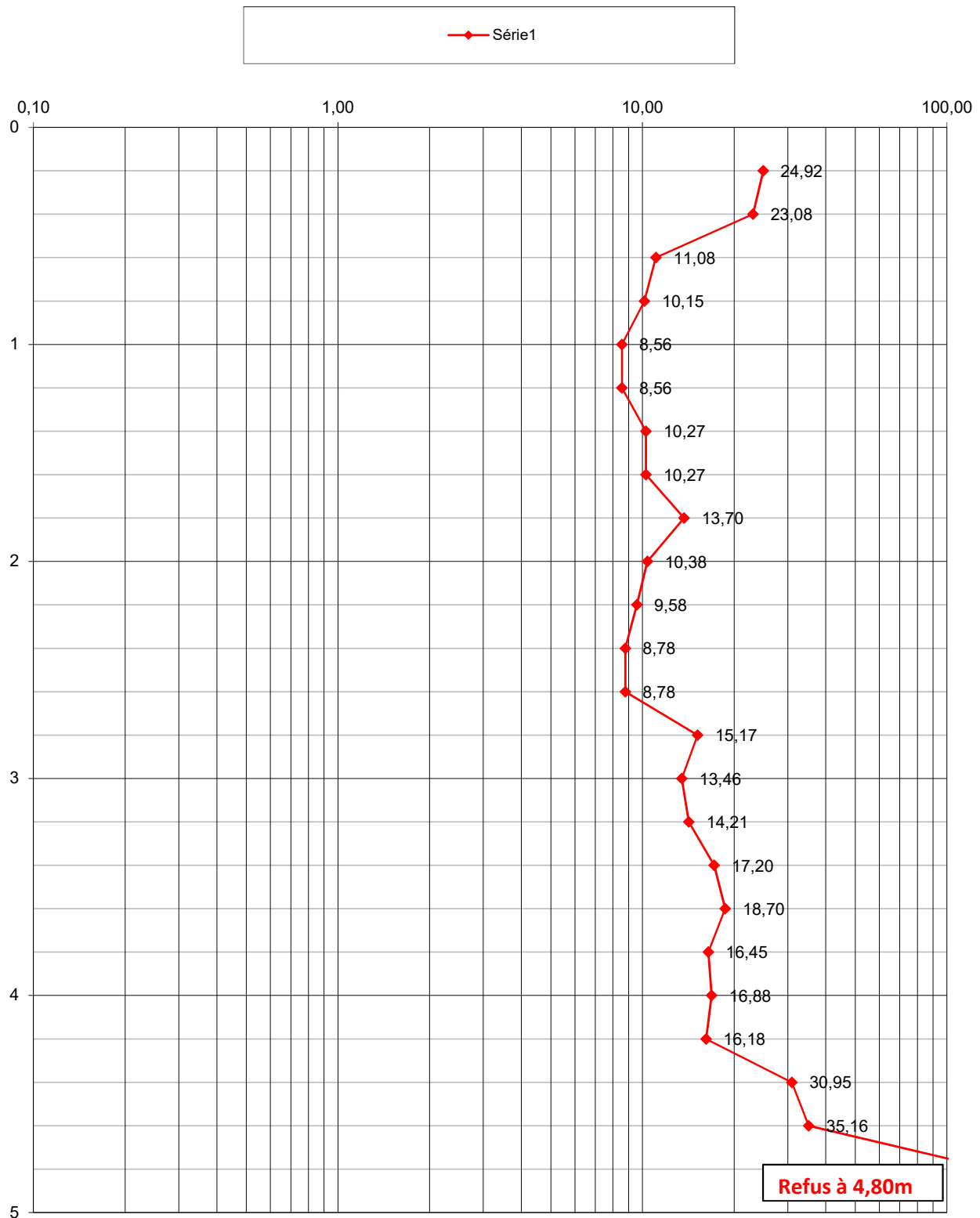
Client **VNF**
Chantier **Somail**
Dossier **C.24.41.150**
Date **07/10/2024**
X /
Y /
Cote Z /m NGF

Sondage PD6



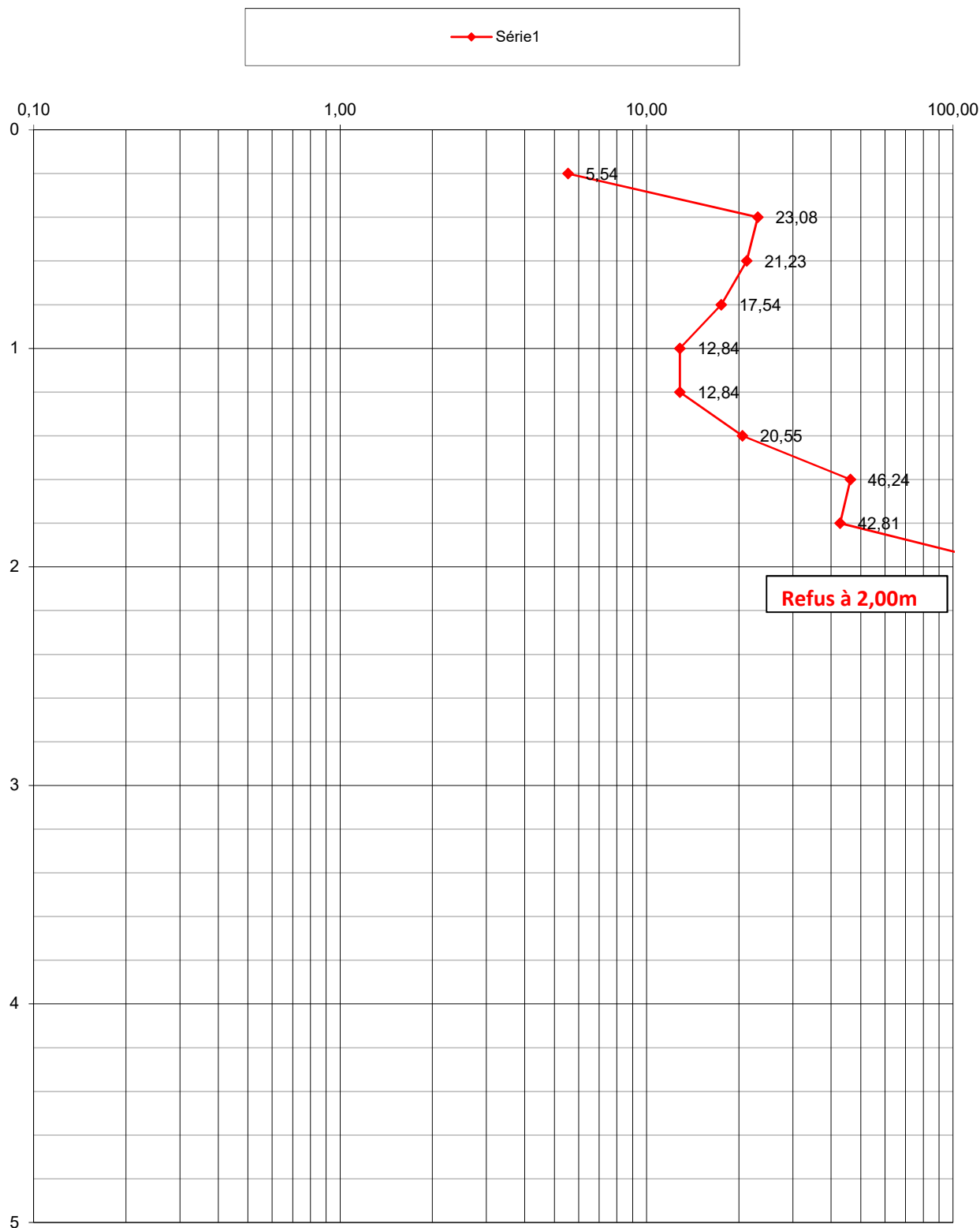
Client **VNF**
Chantier **Somail**
Dossier **C.24.41.150**
Date **07/10/2024**
X /
Y /
Cote Z /m NGF

Sondage PD7



Client **VNF**
Chantier **Somail**
Dossier **C.24.41.150**
Date **07/10/2024**
X /
Y /
Cote Z /m NGF

Sondage PD8



ANNEXE 6

RÉSULTATS DES ESSAIS EN

LABORATOIRE



RÉSULTATS DE LABORATOIRE

N° Dossier : C.24.41.150

Agence : NARBONNE

Lieu :	SALLELES D'AUDE
Affaire :	VNF PORT DE LA ROBINE - PORT DU SOMAIL
Chantier :	Aménagement de quai

Ingénieur : G DE CARVALHO

Description du chantier : aménagement des ports du somail et la robine

Essai d'identification			Teneur en eau	Teneur en eau	Classification		Granulométrie par tamisage										Sédimentométrie	Valeur au bleu	Limites d'Atterberg				Limites de retrait				Densité (T/m3)				Matière organique	Calcimétrie	Perméabilité	Los Angeles	Micro-Deval	Fragmentabilité	Dégradabilité	Compactage ESSAI PROCTOR et POINCONEMENT											
Normes			EN ISO 17892-1	EN ISO 17892-1	P 11-300	EN 16907-2	EN ISO 17892-4										EN ISO 17892-4	EN 17542-3	EN ISO 17892-12				XP P 94-060-1	EN 16907-19	EN ISO 17892-2				NF P 94-064	XP P 94-047	P 94-048	X 30-441	EN 1097-2	EN 1097-1	NF P 94-066	NF P 94-067	P 94-078				P 94-093				94-093 Annexe A				
Sondage	Prof. (m)	Nature	Wn% (0/20)	Wn% (0/D)	GTR	GTR	Dmax (mm)	% Passant										2 µm	VBS	Wl%	Ip	Ic	Wr%	ps	Sol		Roche		MO %	CaCo3 %	K (m/s)	LA	MDE	FR	DG	Naturel (0/20)			OPN (0/20)			Naturel (0/D)		OPN (0/D)					
								63 mm	50 mm	20 mm	6,3 mm	5 mm	2 mm	0,63 mm	0,4 mm	80 µm	63 µm								ph	pd	ph	pd								Wn%	IPI	pd Wn (T/m3)	Wn% OPN	IPI	pd (OPN T/m3)	Wn% (0/D)	pd Wn (0/D)	Wn%	pd OPN (T/m3)				
SC1	1,00 - 2,00	Sable limoneux marron à cailloux, cailloutis calcaires anguleux et siliceux roulés			B5	I1	40	96	96	85	62	59	46	35	31	21,9	20,5	-	0,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SC2	2,70- 4,20	Argile gris-ocre et vert à matière organique			F11 (A2)	O1 (F2)	-	100	100	100	100	100	100	100	100	99,3	99,1	-	-	44	22	-	-	-	-	-	-	4,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SC3	1,10- 2,80	Argile gris-vert-ocre à traces noires de matière organique			F11 (A2)	O1 (F3)	-	100	100	100	100	100	100	100	100	100,0	98,9	-	-	47	24	-	-	-	-	-	-	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SC4	2,00- 4,00	Argile sableuse à sable argileux jaune, vert, gris			A1	F1	1	100	100	100	97	96	96	95	94	42,3	40,9	-	-	27	11	-	-	-	-	2,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SC5	1,50- 2,30	Sable argileux marron à cailloux, cailloutis siliceux émoussés			B5	I1	33	100	100	88	62	58	47	36	33	25,2	24,0	-	0,58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SC6	2,30- 3,60	Sable limoneux marron-beige à cailloux, cailloutis siliceux et calcaires roulés			B5	I1	23	100	100	92	68	64	51	39	36	24,0	22,3	-	0,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SC7	1,50- 2,50	Argile marron à rares cailloux siliceux roulés			A2	F2	0,7	100	100	100	99	99	97	94	92	78,0	75,0	-	-	41	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
SC8	2,00- 4,00	Sable limoneux marron à cailloux, cailloutis siliceux roulés et émoussés			B5	I1	42	100	97	82	64	61	50	40	37	24,7	23,1	-	0,39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

RAPPORT D'ESSAIS

Norme NF P 11-300

Affaire suivie par: Georges DE CARVALHO Date 23/10/24 Laboratoire: NARBONNE

RÉFÉRENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.24.41.150 Chantier: Aménagement de quai
N° ENR: - Lieu: SALLELES D'AUDE

RÉFÉRENCES DE L'ÉCHANTILLONNAGE

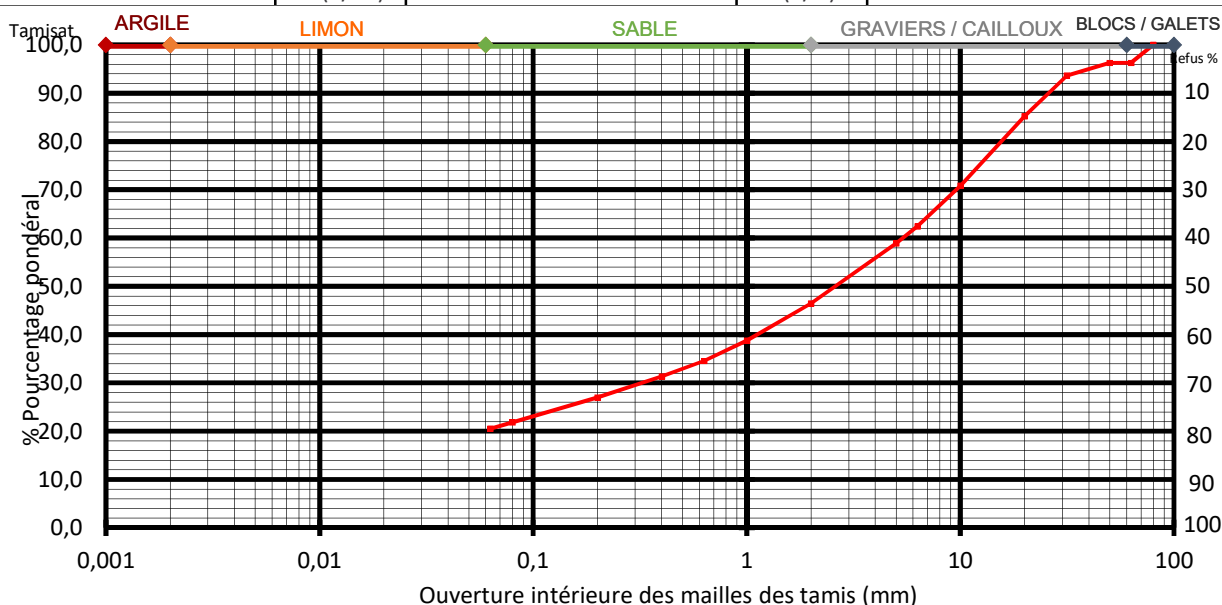
Sondage: SC1 Date prélèvement: -
Profondeur (m): 1,00 - 2,00 Réaction à l'acide: -
Nature: 0

IDENTIFICATION	Norme :	Essai réalisé par :
Teneur en eau par étuvage	NF EN ISO 17892-1	Opératrice P. GUERS
Analyse granulométrique des sols	NF EN ISO 17892-4	Opérateur O. MUNOZ
Analyse granulométrique par sédimentation	NF P 94-057	#N/A
Valeur de bleu de méthylène d'un sol	NF EN 17542-3	Responsable E. BROUSMICHE
Limites d'Atterberg	NF EN ISO 17892-12	#N/A

OBSERVATIONS: Prélèvement en caisse: teneur en eau non représentative L_{max}: 9 cm -
Epreuve d'essai de masse inférieure aux recommandations des normes en vigueur - résultats à utiliser avec discernement T° étuvage (°C) 105°C

RÉSULTATS

TENEUR EN EAU NATURELLE W_n (0/20) % 6,4 W_n (0/D) % 5,6



Maille tamis (mm)	200	150	100	80	50	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,08
% Tamisat	100	100	100	100	96	96	85	71	59	46	39	31	27	22
GRANULOMÉTRIE								ARGILOSITÉ						
D10 (mm):	-	D max (mm)*		96,3		Valeur au bleu (VBS)								0,39
D30 (mm):	-	Passant à 0,08 mm		0,0		Limite de liquidité (WL %)								-
D50 (mm):	-	0,08mm(0/50)		40,0		Indice de plasticité (Ip)								-
D60 (mm):	-	Passant à 2mm		21,9		COMPACTAGE								
Coefficient courbure (Cc):	-				IPI								-	
Coefficient uniformité (Cu):	-													

* déterminé avec le D95 (NF P 11-300) de l'échantillonnage

Classement GTR (NF P 11-300):

B5

RAPPORT D'ESSAIS

Norme NF P 11-300

Affaire suivie par: Georges DE CARVALHO Date 24/10/24 Laboratoire: NARBONNE

RÉFÉRENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.24.41.150 Chantier: Aménagement de quai
N° ENR: - Lieu: SALLELES D'AUDE

RÉFÉRENCES DE L'ÉCHANTILLONNAGE

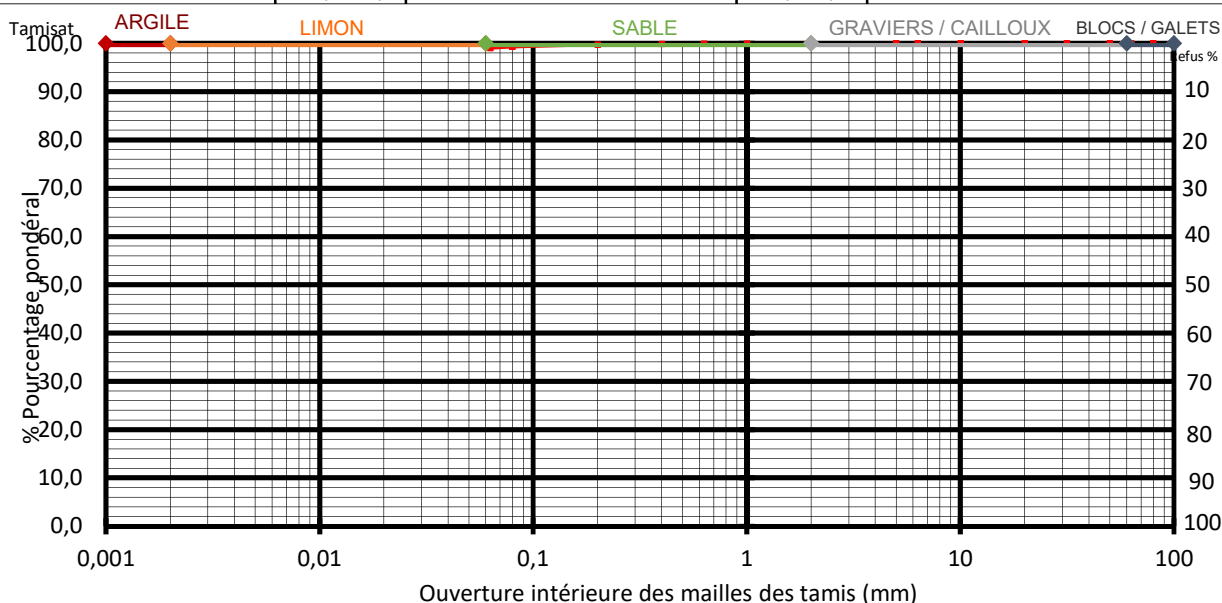
Sondage: SC2 Date prélèvement: -
Profondeur (m): 2,70-4,20 Réaction à l'acide: -
Nature: 0

IDENTIFICATION	Norme :	Essai réalisé par :
Teneur en eau par étuvage	NF EN ISO 17892-1	Opératrice P. GUERS
Analyse granulométrique des sols	NF EN ISO 17892-4	Opérateur O. MUNOZ
Analyse granulométrique par sédimentation	NF P 94-057	#N/A
Valeur de bleu de méthylène d'un sol	NF EN 17542-3	Responsable E. BROUSMICHE
Limites d'Atterberg	NF EN ISO 17892-12	Opératrice P. GUERS

OBSERVATIONS: Prélèvement en caisse: teneur en eau non représentative - T° étuvage (°C) 50°C

RÉSULTATS

TENEUR EN EAU NATURELLE Wn (0/20) % 18,6 Wn (0/D) % 18,6



Maille tamis (mm)	200	150	100	80	50	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,08
% Tamisat	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99

GRANULOMÉTRIE				ARGILOSITÉ	
D10 (mm):	-	D max (mm)*	100,0	Valeur au bleu (VBS)	-
D30 (mm):	-	Passant à 0,08 mm	0,0	Limite de liquidité (WL %)	44
D50 (mm):	-	0,08mm(0/50)	-	Indice de plasticité (Ip)	22
D60 (mm):	-	Passant à 2mm	99,3	COMPACTAGE	
Coefficient courbure (Cc):	-			IPI	-
Coefficient uniformité (Cu):	-				

* déterminé avec le D95 (NF P 11-300) de l'échantillonnage

Classement GTR (NF P 11-300):

F11 (A2)m

RAPPORT D'ESSAIS

Norme NF P 11-300

Affaire suivie par: Georges DE CARVALHO Date 23/10/24 Laboratoire: NARBONNE

RÉFÉRENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.24.41.150 Chantier: Aménagement de quai
N° ENR: - Lieu: SALLELES D'AUDE

RÉFÉRENCES DE L'ÉCHANTILLONNAGE

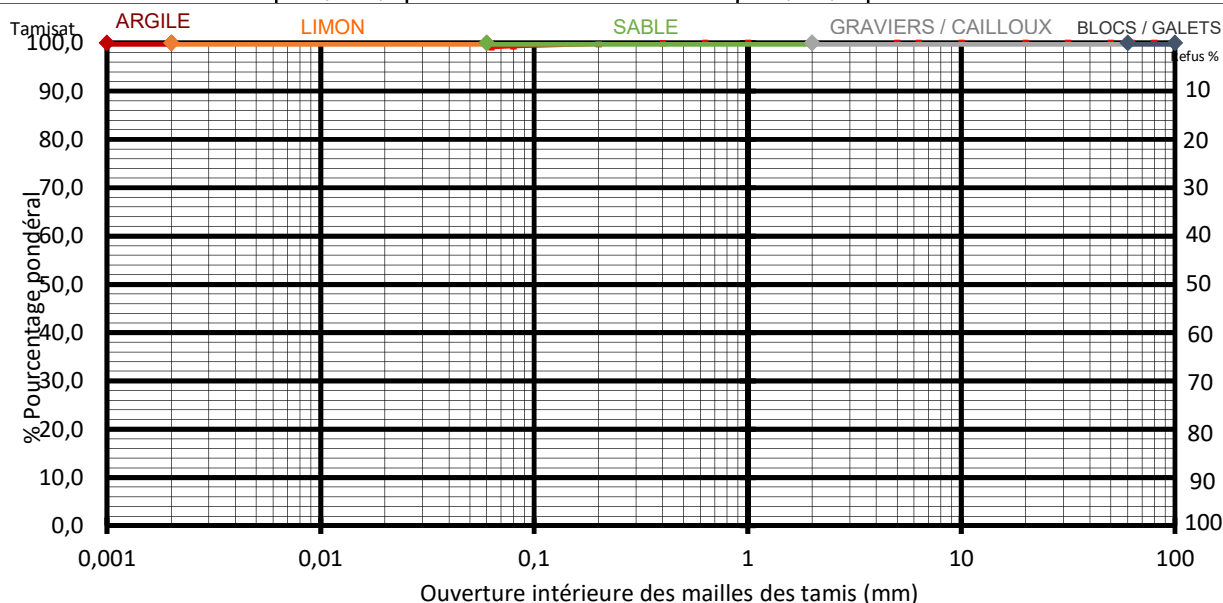
Sondage: SC3 Date prélèvement: -
Profondeur (m): 1,10-2,80 Réaction à l'acide: -
Nature: 0

IDENTIFICATION	Norme :	Essai réalisé par :
Teneur en eau par étuvage	NF EN ISO 17892-1	Opératrice P. GUERS
Analyse granulométrique des sols	NF EN ISO 17892-4	Opérateur O. MUNOZ
Analyse granulométrique par sédimentation	NF P 94-057	#N/A
Valeur de bleu de méthylène d'un sol	NF EN 17542-3	Responsable E. BROUSMICHE
Limites d'Atterberg	NF EN ISO 17892-12	Opératrice P. GUERS

OBSERVATIONS: Prélèvement en caisse: teneur en eau non représentative - T° étuvage (°C) 50°C

RÉSULTATS

TENEUR EN EAU NATURELLE Wn (0/20) % 20,0 Wn (0/D) % 20,0



Maille tamis (mm)	200	150	100	80	50	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,08	
% Tamisat	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
GRANULOMÉTRIE										ARGILOSITÉ					
D10 (mm):	-		D max (mm)*			100,0				Valeur au bleu (VBS)			-		
D30 (mm):	-		Passant à 0,08 mm			0,0				Limite de liquidité (WL %)			47		
D50 (mm):	-		0,08mm(0/50)			-				Indice de plasticité (Ip)			24		
D60 (mm):	-		Passant à 2mm			100,0				COMPACTAGE					
Coefficient courbure (Cc):				-						IPI			-		
Coefficient uniformité (Cu):				-											

* déterminé avec le D95 (NF P 11-300) de l'échantillonnage

Classement GTR (NF P 11-300):

F11 (A2)

RAPPORT D'ESSAIS

Norme NF P 11-300

Affaire suivie par: Georges DE CARVALHO Date 23/10/24 Laboratoire: NARBONNE

RÉFÉRENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.24.41.150 Chantier: Aménagement de quai
N° ENR: - Lieu: SALLELES D'AUDE

RÉFÉRENCES DE L'ÉCHANTILLONNAGE

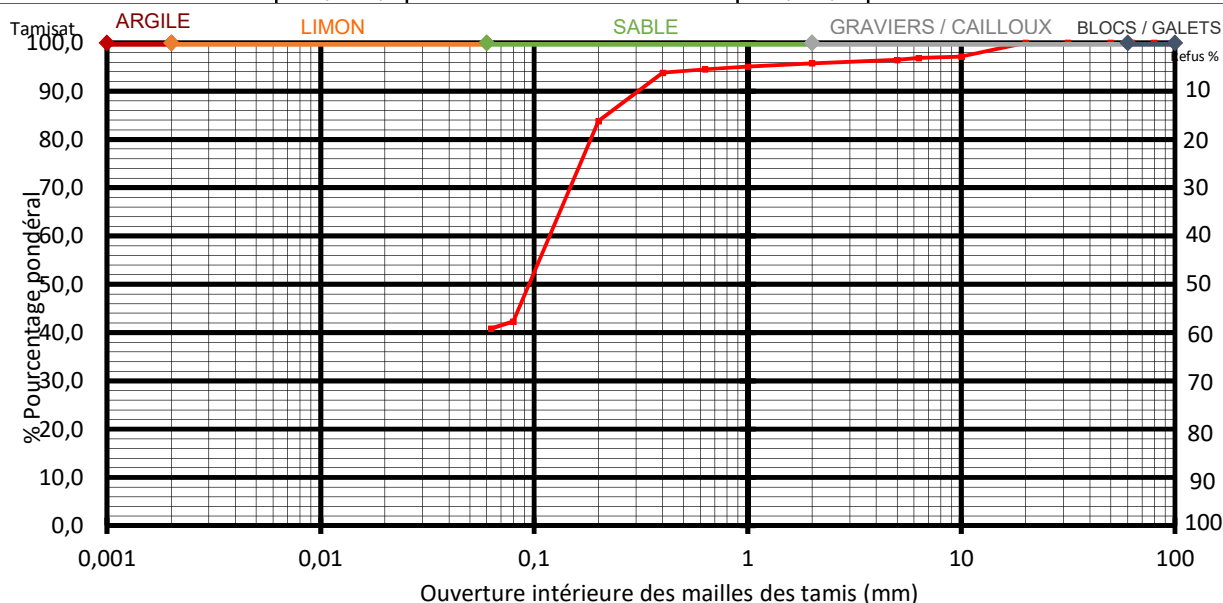
Sondage: SC4 Date prélèvement: -
Profondeur (m): 2,00-4,00 Réaction à l'acide: -
Nature: 0

IDENTIFICATION	Norme	Essai réalisé par
Teneur en eau par étuvage	NF EN ISO 17892-1	Opératrice P. GUERS
Analyse granulométrique des sols	NF EN ISO 17892-4	Opérateur O. MUNOZ
Analyse granulométrique par sédimentation	NF P 94-057	#N/A
Valeur de bleu de méthylène d'un sol	NF EN 17542-3	Responsable E. BROUSMICHE
Limites d'Atterberg	NF EN ISO 17892-12	Opératrice P. GUERS

OBSERVATIONS: Prélèvement en caisse: teneur en eau non représentative - T° étuvage (°C) 105°C

RÉSULTATS

TENEUR EN EAU NATURELLE Wn (0/20) % 11,2 Wn (0/D) % 11,2



Maille tamis (mm)	200	150	100	80	50	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,08					
% Tamisat	100	100	100	100	100	100	100	97	96	96	95	94	84	42					
GRANULOMÉTRIE																ARGILOSITÉ			
D10 (mm):	-		D max (mm)*			100,0										Valeur au bleu (VBS)		-	
D30 (mm):	-		Passant à 0,08 mm			0,0										Limite de liquidité (WL %)		27	
D50 (mm):	-		0,08mm(0/50)			1,0										Indice de plasticité (Ip)		11	
D60 (mm):	-		Passant à 2mm			42,3										COMPACTAGE			
Coefficient courbure (Cc):				-												IPI		-	
Coefficient uniformité (Cu):				-															

* déterminé avec le D95 (NF P 11-300) de l'échantillonnage

Classement GTR (NF P 11-300):

A1

RAPPORT D'ESSAIS

Norme NF P 11-300

Affaire suivie par: Georges DE CARVALHO Date 23/10/24 Laboratoire: NARBONNE

RÉFÉRENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.24.41.150 Chantier: Aménagement de quai
N° ENR: - Lieu: SALLELES D'AUDE

RÉFÉRENCES DE L'ÉCHANTILLONNAGE

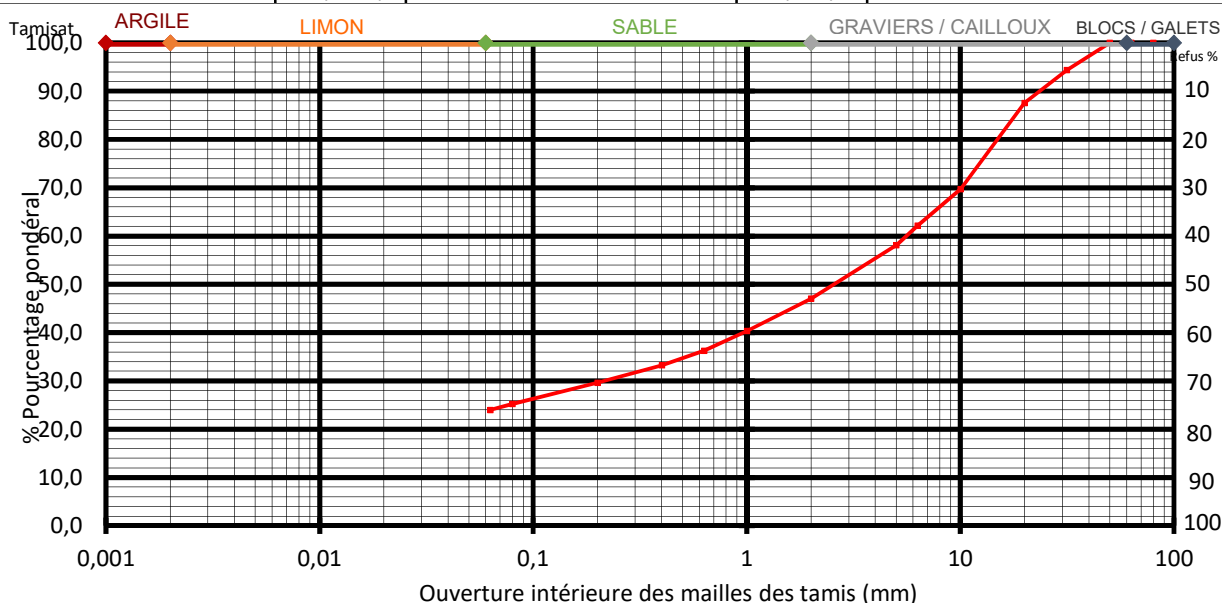
Sondage: SC5 Date prélèvement: -
Profondeur (m): 1,50-2,30 Réaction à l'acide: -
Nature: 0

IDENTIFICATION	Norme :	Essai réalisé par :
Teneur en eau par étuvage	NF EN ISO 17892-1	Opératrice P. GUERS
Analyse granulométrique des sols	NF EN ISO 17892-4	Opérateur O. MUNOZ
Analyse granulométrique par sédimentation	NF P 94-057	#N/A
Valeur de bleu de méthylène d'un sol	NF EN 17542-3	Responsable E. BROUSMICHE
Limites d'Atterberg	NF EN ISO 17892-12	#N/A

OBSERVATIONS: Prélèvement en caisse: teneur en eau non représentative Lmax: 8,5 cm T° étuvage (°C) 105°C

RÉSULTATS

TENEUR EN EAU NATURELLE Wn (0/20) % 9,3 Wn (0/D) % 8,3



Maille tamis (mm)	200	150	100	80	50	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,08	
% Tamisat	100	100	100	100	100	100	88	70	58	47	40	33	30	25	
GRANULOMÉTRIE											ARGILOSITÉ				
D10 (mm):	-		D max (mm)*			100,0			Valeur au bleu (VBS)			0,58			
D30 (mm):	-		Passant à 0,08 mm			0,0			Limite de liquidité (WL %)			-			
D50 (mm):	-		0,08mm(0/50)			33,0			Indice de plasticité (Ip)			-			
D60 (mm):	-		Passant à 2mm			25,2			COMPACTAGE						
Coefficient courbure (Cc):				-							IPI			-	
Coefficient uniformité (Cu):				-											

* déterminé avec le D95 (NF P 11-300) de l'échantillonnage

Classement GTR (NF P 11-300):

B5

RAPPORT D'ESSAIS

Norme NF P 11-300

Affaire suivie par: Georges DE CARVALHO Date 23/10/24 Laboratoire: NARBONNE

RÉFÉRENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.24.41.150 Chantier: Aménagement de quai
N° ENR: - Lieu: SALLELES D'AUDE

RÉFÉRENCES DE L'ÉCHANTILLONNAGE

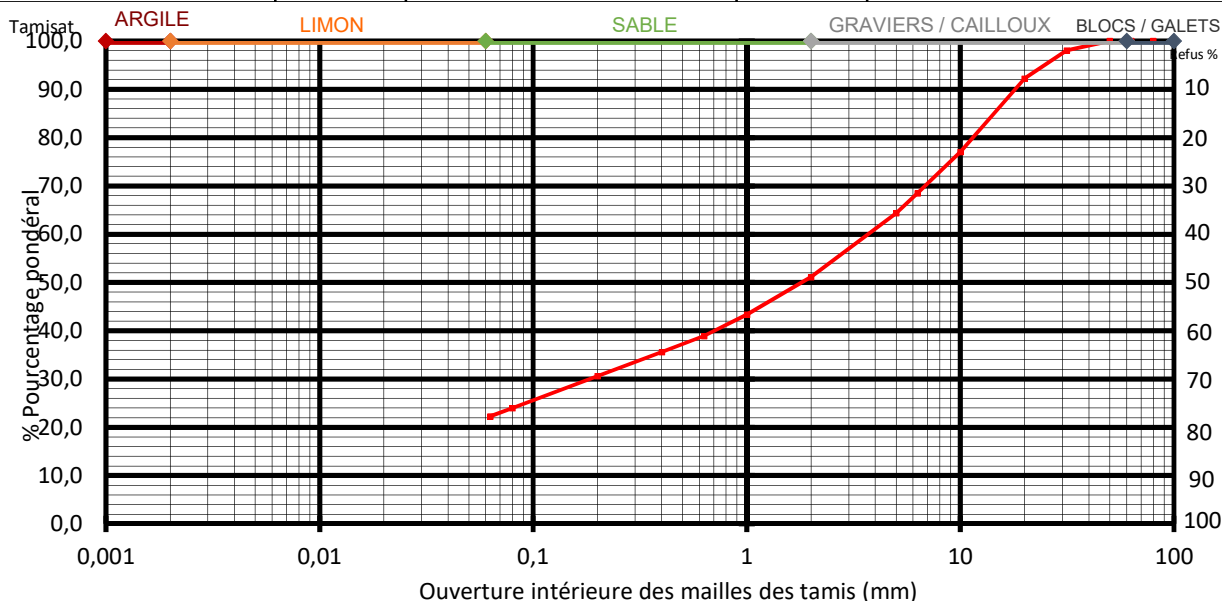
Sondage: SC6 Date prélèvement: -
Profondeur (m): 2,30-3,60 Réaction à l'acide: -
Nature: 0

IDENTIFICATION	Norme :	Essai réalisé par :
Teneur en eau par étuvage	NF EN ISO 17892-1	Opératrice P. GUERS
Analyse granulométrique des sols	NF EN ISO 17892-4	Opérateur O. MUNOZ
Analyse granulométrique par sédimentation	NF P 94-057	#N/A
Valeur de bleu de méthylène d'un sol	NF EN 17542-3	Responsable E. BROUSMICHE
Limites d'Atterberg	NF EN ISO 17892-12	#N/A

OBSERVATIONS: Prélèvement en caisse: teneur en eau non représentative Lmax: 5,2 cm T° étuvage (°C) 105°C

RÉSULTATS

TENEUR EN EAU NATURELLE Wn (0/20) % 4,0 Wn (0/D) % 3,8



Maille tamis (mm)	200	150	100	80	50	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,08
% Tamisat	100	100	100	100	100	100	92	77	64	51	43	36	31	24

GRANULOMÉTRIE			
D10 (mm):	-	D max (mm)*	100,0
D30 (mm):	-	Passant à 0,08 mm	0,0
D50 (mm):	-	0,08mm(0/50)	23,0
D60 (mm):	-	Passant à 2mm	24,0
Coefficient courbure (Cc):	-		
Coefficient uniformité (Cu):	-		

ARGILOSITÉ	
Valeur au bleu (VBS)	0,27
Limite de liquidité (WL %)	-
Indice de plasticité (Ip)	-
COMPACTAGE	
IPI	-

* déterminé avec le D95 (NF P 11-300) de l'échantillonnage

Classement GTR (NF P 11-300):	
B5	

RAPPORT D'ESSAIS

Norme NF P 11-300

Affaire suivie par: Georges DE CARVALHO Date 23/10/24 Laboratoire: NARBONNE

RÉFÉRENCES DU CHANTIER

Dossier N°: C.24.41.150 Chantier: Aménagement de quai
N° ENR: - Lieu: SALLELES D'AUDE

RÉFÉRENCES DE L'ÉCHANTILLONNAGE

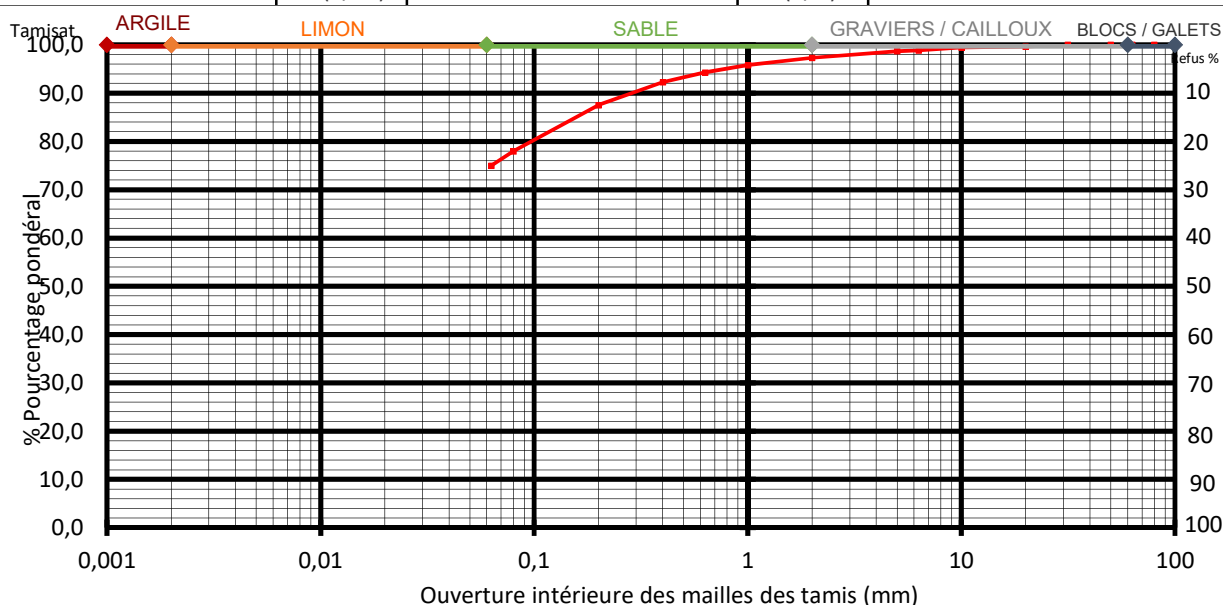
Sondage: SC7 Date prélèvement: -
Profondeur (m): 1,50-2,50 Réaction à l'acide: -
Nature: 0

IDENTIFICATION	Norme :	Essai réalisé par :
Teneur en eau par étuvage	NF EN ISO 17892-1	Opératrice P. GUERS
Analyse granulométrique des sols	NF EN ISO 17892-4	Opérateur O. MUNOZ
Analyse granulométrique par sédimentation	NF P 94-057	#N/A
Valeur de bleu de méthylène d'un sol	NF EN 17542-3	Responsable E. BROUSMICHE
Limites d'Atterberg	NF EN ISO 17892-12	Opératrice P. GUERS

OBSERVATIONS: Prélèvement en caisse: teneur en eau non représentative Lmax: 4,3 cm T° étuvage (°C) 105°C

RÉSULTATS

TENEUR EN EAU NATURELLE Wn (0/20) % 12,0 Wn (0/D) % 11,9



Maille tamis (mm)	200	150	100	80	50	31,5	20	10	5	2	1	0,4	0,2	0,08	
% Tamisat	100	100	100	100	100	100	100	99	99	97	96	92	88	78	
GRANULOMÉTRIE											ARGILOSITÉ				
D10 (mm):	-		D max (mm)*			100,0			Valeur au bleu (VBS)					-	
D30 (mm):	-		Passant à 0,08 mm			0,0			Limite de liquidité (WL %)					41	
D50 (mm):	-		0,08mm(0/50)			0,7			Indice de plasticité (Ip)					20	
D60 (mm):	-		Passant à 2mm			78,0			COMPACTAGE						
Coefficient courbure (Cc):				-					IPI					-	
Coefficient uniformité (Cu):				-											

* déterminé avec le D95 (NF P 11-300) de l'échantillonnage

Classement GTR (NF P 11-300):

A2



Essai de cisaillement rectiligne à la boîte

réalisé conformément à la norme NF P 94-071-1

Chantier :

VNF PORT DE LA ROBINE - PORT DU
SOMAIL

Sondage :	SC4	Nature :	Sable gris-vert-jaune	Date :	28/10/2024
Profondeur :	7,45 m			Hauteur nappe =	1,00 m
N° de dossier :	C.24.41.150	ps=	2700 kg/m3	σ' vo=	85 KPa
version log.	2,100			Côté=	60 mm

Echantillon n°1		Date :	28/10/2024		σ_n =	200,0	kPa
Confection de l'éprouvette :				Observations :			
Mh= 146,2 g		V ₀ = 72,0 cm3		Echantillon remanié, écrêté à 5mm puis recompacté à la densité $\gamma_h = 2,03$ T/m3			
Ms= 116,1 g		ρ = 2031 kg/m3					
W% = 25,9%		ρ_d = 1613 kg/m3					
		e= 0,67					
		Sr= 103,8%					
Méch= 146,2 g							
Consolidation :							
Δh= 1,685 mm		V _{fc} = 65,9 cm3		Mh=		144,1 g	
Méch= 139,1 g		ρ = 2109 kg/m3		Ms=		121,1 g	
		ρ_d = 1761 kg/m3		Tare=		5,0 g	
		e= 0,53		W% =		19,7%	
		Sr= 100,0%					

Echantillon n°2		Date :	28/10/2024		σ_n =	100,0	kPa
Confection de l'éprouvette :					<u>Observations :</u>		
Mh= 146,2 g		V ₀ = 72,0 cm3		Echantillon remanié, écrêté à 5mm puis recompacté à la densité $\gamma_h = 2,03$ T/m3			
Ms= 116,1 g		ρ = 2031 kg/m3					
W% = 25,9%		ρ_d = 1613 kg/m3					
		e= 0,67					
		Sr= 103,8%					
Méch= 146,2 g							
Consolidation :							
Δh = 0,899 mm		V _{fc} = 68,8 cm3		Mh=	146,9 g		
Méch= 141,9 g		ρ = 2063 kg/m3		Ms=	121,1 g		
		ρ_d = 1689 kg/m3		Tare=	5,0 g		
		e= 0,60		W% =	22,2%		
		Sr= 100,0%					

Echantillon n°3		Date :	28/10/2024		σ_n =	50,0	kPa
Confection de l'éprouvette :					Observations :		
Mh= 146,2 g		V ₀ = 72,0 cm3		Echantillon remanié, écrêté à 5mm puis recompacté à la densité $\gamma_h = 2,03$ T/m3			
Ms= 116,1 g		ρ = 2031 kg/m3					
W% = 25,9%		ρ_d = 1613 kg/m3					
		e= 0,67					
		Sr= 103,8%					
Méch= 146,2 g							
Consolidation :							
Δh = 0,567 mm		V _{fc} = 70,0 cm3		Mh= 148,1 g			
Méch= 143,1 g		ρ = 2045 kg/m3		Ms= 121,1 g			
		ρ_d = 1660 kg/m3		Tare= 5,0 g			
		e= 0,63		W% = 23,2%			
		Sr= 100,0%					

Commentaire :

RESULTATS:

C'		φ'	
c' _p	c' _r	φ' _p	φ' _r
0	0	32	32



Essai de cisaillement rectiligne à la boîte

réalisé conformément à la norme NF P 94-071-1

Chantier : VNF PORT DE LA ROBINE - PORT DU SOMAIL

Sondage : SC7 Nature : Argile marron à argile limoneuse Date : 23/10/2024
Profondeur : 2,00 m Hauteur nappe = -
N° de dossier : C.24.41.150 ps= 2700 kg/m³ σ' vo= 40 KPa Côté= 60 mm
version log. 2,100

Echantillon n°1 Date : 23/10/2024 σ_n= 200,0 kPa

Confection de l'éprouvette :		Observations :	
Mh= 148,6 g	V ₀ = 72,0 cm ³	Echantillon intact , prélevé à la trousse coupante	
Ms= 131,8 g	ρ= 2064 kg/m ³		
W% = 12,8%	pd= 1830 kg/m ³		
	e= 0,48		
	Sr= 72,5%		
Méch= 148,6 g			
Consolidation :			
Δh= 3,217 mm	V _{fc} = 60,4 cm ³	Mh= 148,4 g	
Méch= 143,4 g	ρ= 2373 kg/m ³	Ms= 136,8 g	
	pd= 2181 kg/m ³	Tare= 5,0 g	
	e= 0,24	W% = 8,8%	
	Sr= 100,0%		

Echantillon n°2 Date : 23/10/2024 σ_n= 100,0 kPa

Confection de l'éprouvette :		Observations :	
Mh= 145,8 g	V ₀ = 72,0 cm ³	Echantillon intact , prélevé à la trousse coupante	
Ms= 129,3 g	ρ= 2025 kg/m ³		
W% = 12,8%	pd= 1796 kg/m ³		
	e= 0,50		
	Sr= 68,4%		
Méch= 145,8 g			
Consolidation :			
Δh= 2,866 mm	V _{fc} = 61,7 cm ³	Mh= 148,1 g	
Méch= 143,1 g	ρ= 2320 kg/m ³	Ms= 134,3 g	
	pd= 2096 kg/m ³	Tare= 5,0 g	
	e= 0,29	W% = 10,7%	
	Sr= 100,0%		

Echantillon n°3 Date : 23/10/2024 σ_n= 50,0 kPa

Confection de l'éprouvette :		Observations :	
Mh= 150,6 g	V ₀ = 72,0 cm ³	Echantillon intact , prélevé à la trousse coupante	
Ms= 133,6 g	ρ= 2092 kg/m ³		
W% = 12,8%	pd= 1855 kg/m ³		
	e= 0,46		
	Sr= 75,6%		
Méch= 150,6 g			
Consolidation :			
Δh= 1,268 mm	V _{fc} = 67,4 cm ³	Mh= 156,5 g	
Méch= 151,5 g	ρ= 2247 kg/m ³	Ms= 138,6 g	
	pd= 1981 kg/m ³	Tare= 5,0 g	
	e= 0,36	W% = 13,5%	
	Sr= 100,0%		

Commentaire :

RESULTATS:

C'		φ'	
c' _p	c' _r	φ' _p	φ' _r
0	0	27	26



Groupe
HYDROGEOTECHNIQUE

ESSAI de COMPRESSIBILITE par PALIERS à l'OEDOMETRE

Essai réalisé selon la norme NF P94-090-1

SITE :	Port de la Robine - Port du Somail	Date de prélèvement	-
Client :	VNF	Opérateur	Estelle BROUSMICHE
N° DOSSIER:	C.24.41.150	Observations : métode sol gonflant	
Sondage :	SC2		
Profondeur :	3,40 m		
Nature du sol :	F11(A2) / O1/(F2)		
Description :	Argile gris-vert et marron à traces noires de matière organique		

CARACTERISTIQUES de l'EPROUVETTE

Confection de l'éprouvette:	hauteur bague (mm) :	20
	Densité sèche initiale:	1,75
	Teneur en eau initiale(%):	19,5
	Teneur en eau initiale verif (%):	19,1
	Indice des vides initial:	0,54

CONSOLIDATION à σ'_{vo} et déchargement:

Poids humide initial de l'échantillon(g):	167,6	Hauteur initiale (mm):	20,0
Poids sec de l'échantillon(g):	140,3	Teneur en eau initiale(%):	19,5
Diametre de l'éprouvette(mm):	71,4	Densité sèche initiale:	1,75
Densité humide initiale:	2,09	Densité des grains estimée:	2,70
Indice des vides initial:	0,54	ei estimée:	0,54
		Wnsat estimée:	20,0
		Sr (%)	97,2%

CARACTERISTIQUES de COMPRESSIBILITE

	Contrainte au repos	σ'_{vo} :	44	kPa	
		e0 :	0,54		
	Pression de préconsolidation	σ'_p :	257	kPa	
	Indice de gonflement	Cs :	0,037		
	Indice de compression:	Cc :	0,166		

COEFFICIENT de CONSOLIDATION (Méthode de Taylor)

		Palier (kPa)			CV (cm ² /s)	Kvn (m/s)
	de	200	à	400	11,3E-04	1,21E-10
	de	400	à	800	11,2E-04	7,75E-11
	de	800	à	1600	6,8E-04	3,34E-11

COEFFICIENT de CONSOLIDATION (Méthode de casagrande)

		Palier (kPa)			CV (cm ² /s)	Kvn (m/s)
	de	200	à	400	7,71E-04	8,25E-11
	de	400	à	800	1,98E-03	1,37E-10
	de	800	à	1600	9,22E-04	4,52E-11



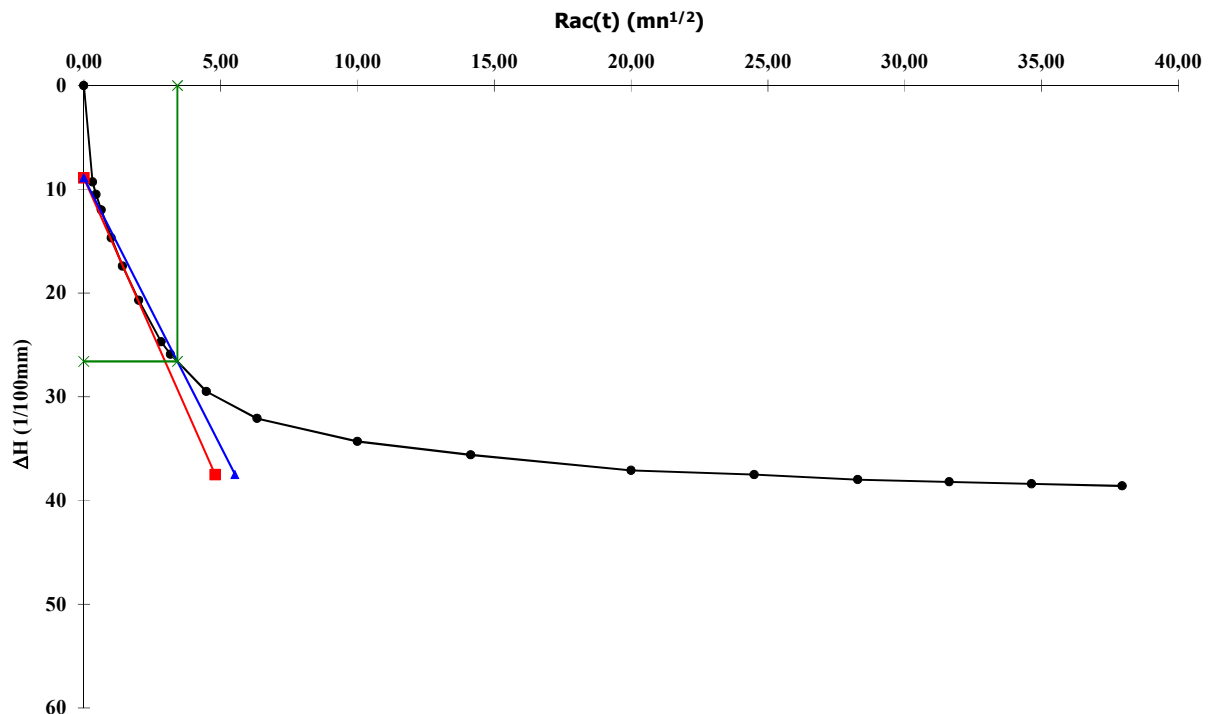
Groupe
HYDROGEOTECHNIQUE

GRAPHIQUE TASSEMENT-TEMPS

(Méthode de TAYLOR)

SITE :	Port de la Robine - Port du Somail	N° DOSSIER :	C.24.41.150
Client :	VNF	Prof. de la nappe :	1,00
Sondage :	SC2		
Profondeur :	3,40 m		
Nature du sol :	F11(A2) / O1/(F2)	Date de prélèvement :	-
Description :	Argile gris-vert et marron à traces noires de ma	Palier :	199,8 - 399,6 kPa

Temps (mn)	Lecture (1/100mm)	Rac(t) (mn ^{1/2})	ΔH (1/100mm)		
	40,5			emn	0,49
0,1	49,8	0,32	9,3	mvn=	0,000106872
0,2	51	0,45	10,5		
0,4	52,5	0,63	12,0	dc=sc=	8,9 1/100mm
1	55,2	1,00	14,7	d90=s ₉₀ =	26,6 1/100mm
2	57,9	1,41	17,4	t90=	11,7 mn
4	61,2	2,00	20,7	h=	0,966 cm
8	65,2	2,83	24,7		
10	66,4	3,16	25,9	Cv=	11,3E-04 cm ² /s
20	70	4,47	29,5		
40	72,6	6,32	32,1		
100	74,8	10,00	34,3	Kvn=	1,20765E-10
200	76,1	14,14	35,6		
400	77,6	20,00	37,1		
600	78	24,49	37,5		
800	78,5	28,28	38,0		
1000	78,7	31,62	38,2		
1200	78,9	34,64	38,4		
1440	79,1	37,95	38,6		





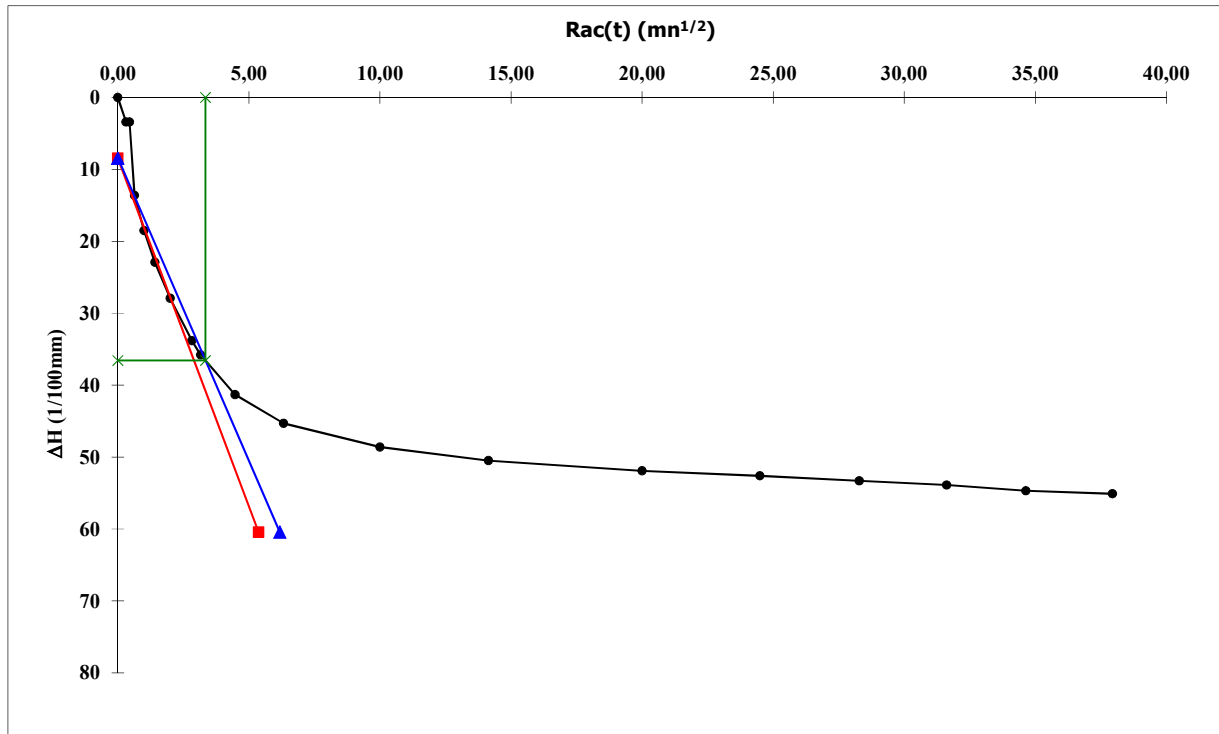
Groupe
HYDROGEOTECHNIQUE

GRAPHIQUE TASSEMENT-TEMPS

(Méthode de TAYLOR)

SITE :	Port de la Robine - Port du Somail	N° DOSSIER :	C.24.41.150
Cient :	VNF		
Sondage :	SC2		
Profondeur :	3,40 m		
Nature du sol :	F11(A2) / O1/(F2)	Date de prélèvement :	-
Description :	Argile gris-vert et marron à traces noires de ma	Palier :	399,6 - 800 kPa

Temps (mn)	Lecture (1/100mm)	Rac(t) (mn ^{1/2})	ΔH (1/100mm)		
	79,1			emn	0,46
0,1	82,5	0,32	3,4	mvn=	6,91765E-05
0,2	82,5	0,45	3,4		
0,4	92,7	0,63	13,6	dc=sc=	8,4 1/100mm
1	97,6	1,00	18,5	d90=s ₉₀ =	36,6 1/100mm
2	102	1,41	22,9	t90=	11,2 mn
4	107	2,00	27,9	h=	0,942 cm
8	112,9	2,83	33,8		
10	114,9	3,16	35,8	Cv=	11,2E-04 cm ² /s
20	120,4	4,47	41,3		
40	124,4	6,32	45,3		
100	127,7	10,00	48,6	Kvn=	7,74776E-11
200	129,6	14,14	50,5		
400	131	20,00	51,9		
600	131,7	24,49	52,6		
800	132,4	28,28	53,3		
1000	133	31,62	53,9		
1200	133,8	34,64	54,7		
1440	134,2	37,95	55,1		



ANNEXE 7

DIMENSIONNEMENT DES PIEUX D'AMARRAGE ET DES PONTONS

Données

Titre du projet : VNF – Aménagement des Ports du Somail et de la Robine

Numéro d'affaire : C.24.41.150

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Pontons - portance (Cas 1)

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

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,10

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,50

Classe du pieu : 5 - Pieu battu ouvert

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

Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

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

Cote de référence (m) : 0,70

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Air		Argile, limons	0,00	0,01	0,01	1,00	1,265
2	Eau		Argile, limons	-1,80	0,01	0,01	1,00	1,265
3	C1		Argile, limons	-4,60	1800,00	54,38	1,00	1,265
4	C2		Sables, graves	-6,10	2700,00	50,00	1,90	1,265

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 6,30

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

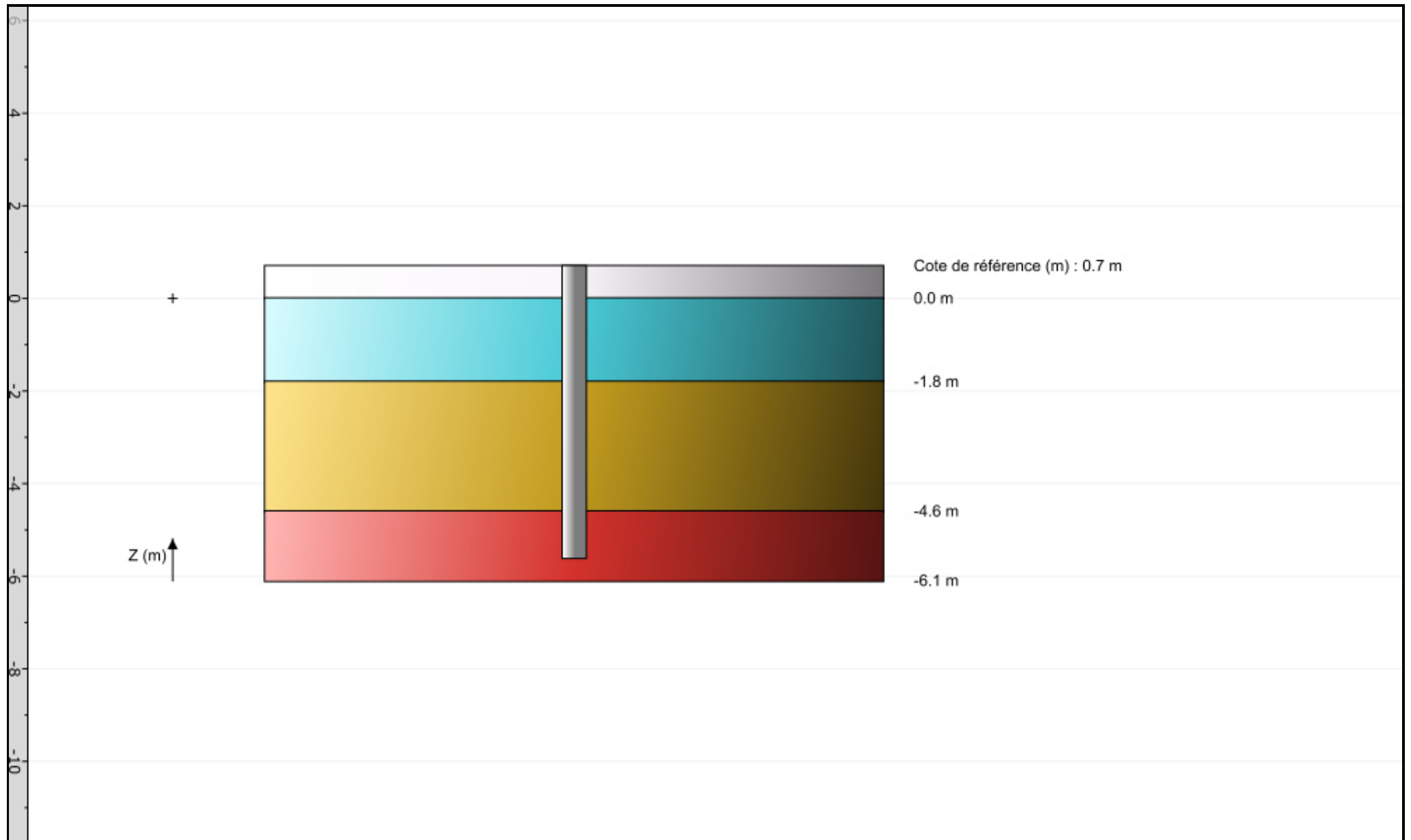


FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 28/01/2026 - 11:53:29
Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE

Projet : Pieux
Module : Fondprof (Cas 1/2)
Titre du calcul : Pontons - portance

Onglet "Données des couches"



File : C:\Users\hnmichel\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\3860\FP.0.resu

Calcul réalisé le : 28/01/2026 à 11h52
 par : HYDROGEOTECHNIQUE

Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 13
- pour pieu travaillant en compression

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.636	0.778	0.909	1.000
Pointe	0.636	0.778	0.909	1.000

Cote de référence : 0.700

Section du pieu : 0.196
 Périmètre : 1.571

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	0.00	0.0	0.01	1.00	1.00	1.26
02	-1.80	0.0	0.01	1.00	1.00	1.26
03	-4.60	1800.0	54.38	1.00	1.00	1.26
04	-6.10	2700.0	50.00	1.00	1.90	1.26

Pas du calcul : 0.10

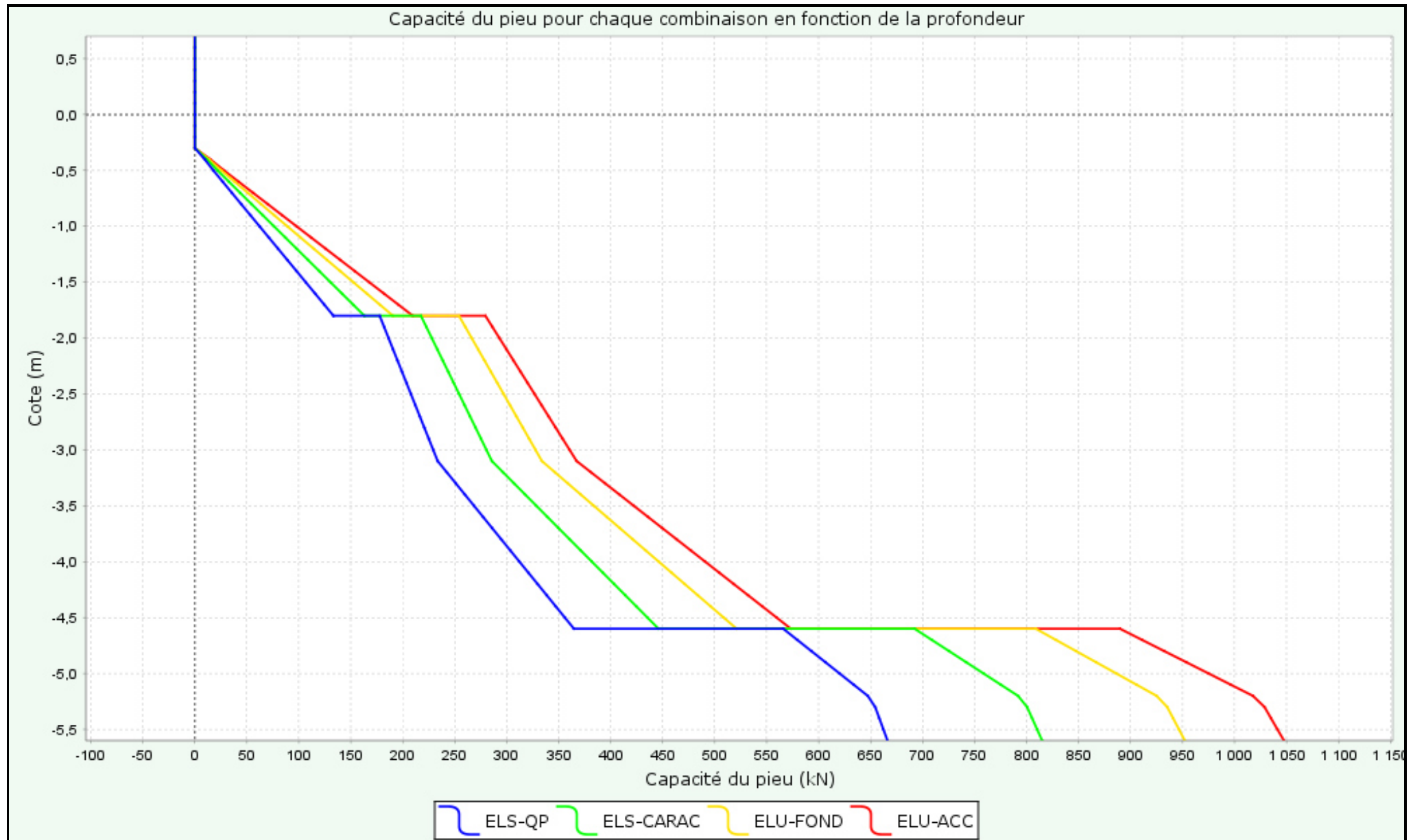
 SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 6.30

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	0.70	0.01	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	0.60	0.01	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	0.50	0.01	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	0.40	0.01	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	0.30	0.01	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	0.20	0.01	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	0.10	0.01	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	0.00	0.01	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	0.00	0.01	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-0.10	0.01	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-0.20	0.01	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-0.30	0.01	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-0.40	0.01	94.7	1.000	0.0	18.6	9.4	11.5	13.4	14.7
02	-0.50	0.01	180.0	1.000	0.0	35.3	17.8	21.7	25.4	28.0
02	-0.60	0.01	270.0	1.000	0.0	53.0	26.7	32.6	38.1	41.9
02	-0.70	0.01	360.0	1.000	0.0	70.7	35.6	43.5	50.8	55.9
02	-0.80	0.01	450.0	1.000	0.0	88.4	44.4	54.4	63.5	69.9
02	-0.90	0.01	540.0	1.000	0.0	106.0	53.3	65.2	76.2	83.8
02	-1.00	0.01	630.0	1.000	0.0	123.7	62.2	76.1	88.9	97.8
02	-1.10	0.01	720.0	1.000	0.0	141.4	71.1	87.0	101.6	111.8
02	-1.20	0.01	810.0	1.000	0.0	159.0	80.0	97.8	114.3	125.8

02	-1.30	0.01	900.0	1.000	0.0	176.7	88.9	108.7	127.0	139.7
02	-1.40	0.01	990.0	1.000	0.0	194.4	97.7	119.6	139.7	153.7
02	-1.50	0.01	1080.0	1.000	0.0	212.1	106.6	130.4	152.4	167.7
02	-1.60	0.01	1170.0	1.000	0.0	229.7	115.5	141.3	165.1	181.6
02	-1.70	0.01	1260.0	1.000	0.0	247.4	124.4	152.2	177.8	195.6
02	-1.80	0.01	1350.0	1.000	0.0	265.1	133.3	163.0	190.5	209.6
02	-1.80	0.01	1350.0	1.000	0.0	265.1	133.3	163.0	190.5	209.6
03	-1.80	54.38	1800.0	1.000	0.0	353.4	177.7	217.4	254.0	279.4
03	-1.90	54.38	1800.0	1.000	8.6	353.4	182.0	222.6	260.1	286.2
03	-2.00	54.38	1800.0	1.000	17.1	353.4	186.3	227.9	266.3	292.9
03	-2.10	54.38	1800.0	1.000	25.7	353.4	190.6	233.2	272.4	299.7
03	-2.20	54.38	1800.0	1.000	34.2	353.4	194.9	238.4	278.5	306.4
03	-2.30	54.38	1800.0	1.000	42.7	353.4	199.2	243.7	284.7	313.2
03	-2.40	54.38	1800.0	1.000	51.3	353.4	203.5	248.9	290.8	319.9
03	-2.50	54.38	1800.0	1.000	59.8	353.4	207.8	254.2	297.0	326.7
03	-2.60	54.38	1800.0	1.000	68.4	353.4	212.1	259.4	303.1	333.4
03	-2.70	54.38	1800.0	1.000	76.9	353.4	216.4	264.7	309.2	340.2
03	-2.80	54.38	1800.0	1.000	85.5	353.4	220.7	269.9	315.4	346.9
03	-2.90	54.38	1800.0	1.000	94.0	353.4	225.0	275.2	321.5	353.7
03	-3.00	54.38	1800.0	1.000	102.5	353.4	229.2	280.4	327.7	360.5
03	-3.10	54.38	1800.0	1.000	111.1	353.4	233.5	285.7	333.8	367.2
03	-3.20	54.38	1845.0	1.000	119.6	362.3	242.3	296.4	346.3	380.9
03	-3.30	54.38	1890.0	1.000	128.2	371.1	251.0	307.1	358.8	394.7
03	-3.40	54.38	1935.0	1.000	136.7	379.9	259.8	317.7	371.3	408.4
03	-3.50	54.38	1980.0	1.000	145.3	388.8	268.5	328.4	383.7	422.2
03	-3.60	54.38	2025.0	1.000	153.8	397.6	277.2	339.1	396.2	435.9
03	-3.70	54.38	2070.0	1.000	162.3	406.4	286.0	349.8	408.7	449.6
03	-3.80	54.38	2115.0	1.000	170.9	415.3	294.7	360.5	421.2	463.4
03	-3.90	54.38	2160.0	1.000	179.4	424.1	303.4	371.2	433.7	477.1
03	-4.00	54.38	2205.0	1.000	188.0	433.0	312.2	381.9	446.2	490.8
03	-4.10	54.38	2250.0	1.000	196.5	441.8	320.9	392.6	458.7	504.6
03	-4.20	54.38	2295.0	1.000	205.0	450.6	329.6	403.2	471.1	518.3
03	-4.30	54.38	2340.0	1.000	213.6	459.5	338.4	413.9	483.6	532.1
03	-4.40	54.38	2385.0	1.000	222.1	468.3	347.1	424.6	496.1	545.8
03	-4.50	54.38	2430.0	1.000	230.7	477.1	355.9	435.3	508.6	559.5
03	-4.60	54.38	2475.0	1.000	239.2	486.0	364.6	446.0	521.1	573.3
04	-4.60	50.00	2700.0	1.672	239.2	886.4	565.9	692.3	808.8	889.8
04	-4.70	50.00	2700.0	1.708	247.1	905.5	579.5	708.8	828.2	911.1
04	-4.80	50.00	2700.0	1.744	254.9	924.6	593.0	725.4	847.6	932.4
04	-4.90	50.00	2700.0	1.780	262.8	943.7	606.6	742.0	866.9	953.7
04	-5.00	50.00	2700.0	1.816	270.6	962.7	620.1	758.5	886.3	975.0
04	-5.10	50.00	2700.0	1.852	278.5	981.8	633.6	775.1	905.6	996.3
04	-5.20	50.00	2700.0	1.888	286.3	1000.9	647.2	791.7	925.0	1017.6
04	-5.30	50.00	2700.0	1.900	294.2	1007.3	654.3	800.4	935.2	1028.8
04	-5.40	50.00	2700.0	1.900	302.0	1007.3	658.3	805.3	940.8	1035.0
04	-5.50	50.00	2700.0	1.900	309.9	1007.3	662.2	810.1	946.5	1041.2
04	-5.60	50.00	2700.0	1.900	317.8	1007.3	666.2	814.9	952.1	1047.5
04	-5.60	50.00	2700.0	1.900	317.8	1007.3	666.2	814.9	952.1	1047.5

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : VNF – Aménagement des Ports du Somail et de la Robine

Numéro d'affaire : C.24.41.150

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Pontons - traction (Cas 2)

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

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas du calcul (m) : 0,10

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,50

Classe du pieu : 5 - Pieu battu ouvert

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

Essais réalisés : Non

Mode de chargement : Travail en traction

Combinaisons

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

Cote de référence (m) : 0,70

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Air		Argile, limons	0,00	0,01	0,01	1,00	1,540
2	Eau		Argile, limons	-1,80	0,01	0,01	1,00	1,540
3	C1		Argile, limons	-4,60	1800,00	54,38	1,00	1,540
4	C2		Sables, graves	-6,10	2700,00	50,00	1,90	1,540

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 6,30

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Non

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 28/01/2026 - 11:54:31
Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE

Projet : Pieux
Module : Fondprof (Cas 2/2)
Titre du calcul : Pontons - traction

File : C:\Users\hnmichel\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\3860\FP.1.resu

Calcul réalisé le : 28/01/2026 à 11h53
 par : HYDROGEOTECHNIQUE

Options du calcul :

- calcul basé sur des paramètres issus du pressiomètre de Ménard
- calcul selon les règles de la norme NF P 94 262
- profil de pression limite pl^* défini par couche
- pour pieu de catégorie : 13
- pour pieu travaillant en traction

Combinaisons	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
Frottement	0.467	0.636	0.870	0.952
Pointe	0.000	0.000	0.000	0.000

Cote de référence : 0.700

Section du pieu : 0.196
 Périmètre : 1.571

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	pl^*	qsl	kpmin	kpmax	gamrd
01	0.00	0.0	0.01	1.00	1.00	1.54
02	-1.80	0.0	0.01	1.00	1.00	1.54
03	-4.60	1800.0	54.38	1.00	1.00	1.54
04	-6.10	2700.0	50.00	1.00	1.90	1.54

Pas du calcul : 0.10

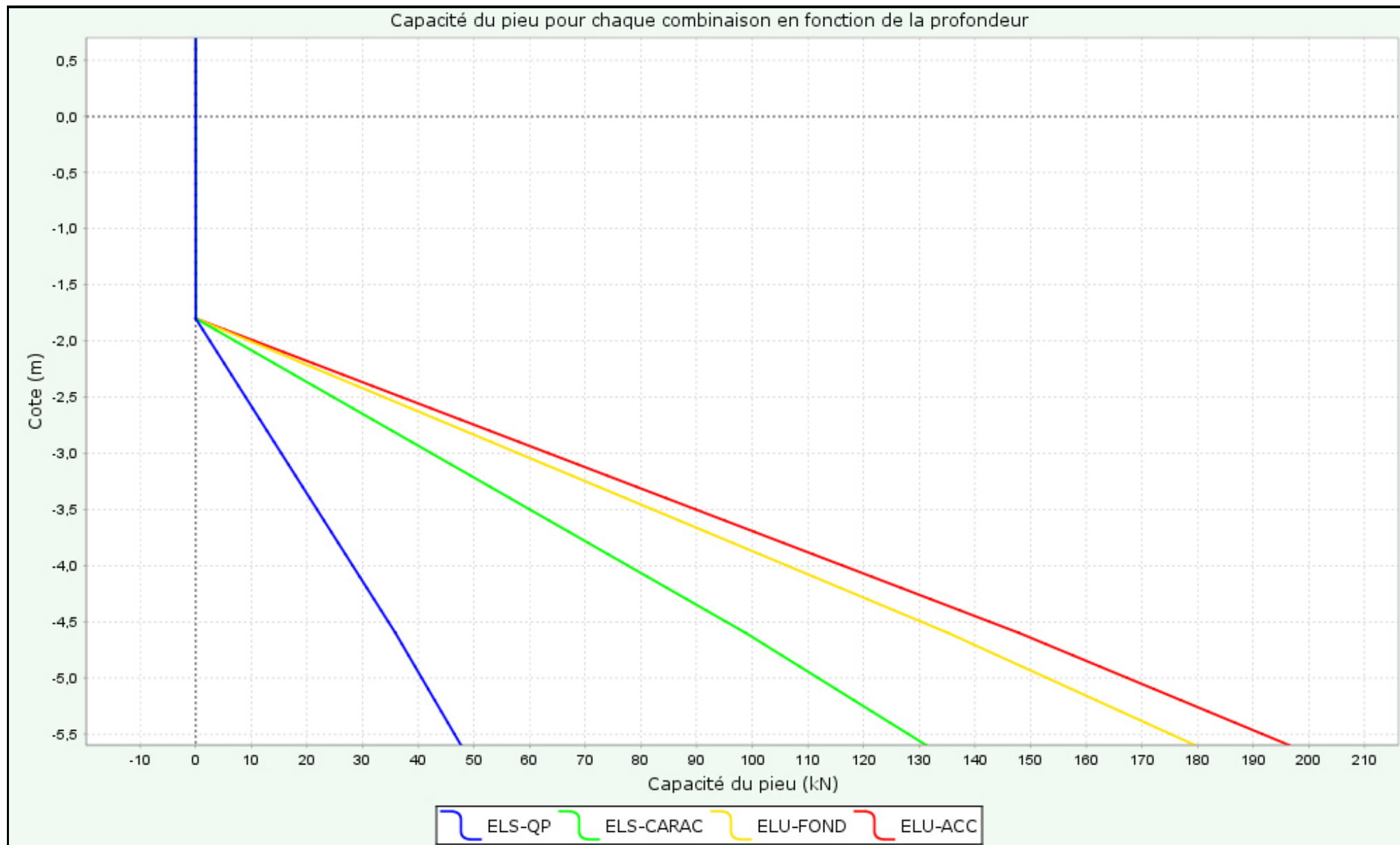
 SOLUTION

Calcul à longueur imposée : L = 6.30

couche	cote	qsl	ple	kp	Qs	Qp	ELS-QP	ELS-CARA	ELU-FOND	ELU-ACC
01	0.70	0.01	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	0.60	0.01	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	0.50	0.01	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	0.40	0.01	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	0.30	0.01	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	0.20	0.01	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	0.10	0.01	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
01	0.00	0.01	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	0.00	0.01	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-0.10	0.01	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-0.20	0.01	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-0.30	0.01	0.0	1.000	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-0.40	0.01	94.7	1.000	0.0	18.6	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-0.50	0.01	180.0	1.000	0.0	35.3	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-0.60	0.01	270.0	1.000	0.0	53.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-0.70	0.01	360.0	1.000	0.0	70.7	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-0.80	0.01	450.0	1.000	0.0	88.4	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-0.90	0.01	540.0	1.000	0.0	106.0	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-1.00	0.01	630.0	1.000	0.0	123.7	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-1.10	0.01	720.0	1.000	0.0	141.4	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-1.20	0.01	810.0	1.000	0.0	159.0	0.0	0.0	0.0	0.0

02	-1.30	0.01	900.0	1.000	0.0	176.7	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-1.40	0.01	990.0	1.000	0.0	194.4	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-1.50	0.01	1080.0	1.000	0.0	212.1	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-1.60	0.01	1170.0	1.000	0.0	229.7	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-1.70	0.01	1260.0	1.000	0.0	247.4	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-1.80	0.01	1350.0	1.000	0.0	265.1	0.0	0.0	0.0	0.0
02	-1.80	0.01	1350.0	1.000	0.0	265.1	0.0	0.0	0.0	0.0
03	-1.80	54.38	1800.0	1.000	0.0	353.4	0.0	0.0	0.0	0.0
03	-1.90	54.38	1800.0	1.000	8.6	353.4	1.3	3.5	4.8	5.3
03	-2.00	54.38	1800.0	1.000	17.1	353.4	2.6	7.1	9.7	10.6
03	-2.10	54.38	1800.0	1.000	25.7	353.4	3.8	10.6	14.5	15.9
03	-2.20	54.38	1800.0	1.000	34.2	353.4	5.1	14.1	19.3	21.1
03	-2.30	54.38	1800.0	1.000	42.7	353.4	6.4	17.7	24.2	26.4
03	-2.40	54.38	1800.0	1.000	51.3	353.4	7.7	21.2	29.0	31.7
03	-2.50	54.38	1800.0	1.000	59.8	353.4	9.0	24.7	33.8	37.0
03	-2.60	54.38	1800.0	1.000	68.4	353.4	10.3	28.2	38.6	42.3
03	-2.70	54.38	1800.0	1.000	76.9	353.4	11.5	31.8	43.5	47.5
03	-2.80	54.38	1800.0	1.000	85.5	353.4	12.8	35.3	48.3	52.8
03	-2.90	54.38	1800.0	1.000	94.0	353.4	14.1	38.8	53.1	58.1
03	-3.00	54.38	1800.0	1.000	102.5	353.4	15.4	42.3	57.9	63.4
03	-3.10	54.38	1800.0	1.000	111.1	353.4	16.7	45.9	62.8	68.7
03	-3.20	54.38	1845.0	1.000	119.6	362.3	17.9	49.4	67.6	74.0
03	-3.30	54.38	1890.0	1.000	128.2	371.1	19.2	52.9	72.4	79.2
03	-3.40	54.38	1935.0	1.000	136.7	379.9	20.5	56.5	77.2	84.5
03	-3.50	54.38	1980.0	1.000	145.3	388.8	21.8	60.0	82.1	89.8
03	-3.60	54.38	2025.0	1.000	153.8	397.6	23.1	63.5	86.9	95.1
03	-3.70	54.38	2070.0	1.000	162.3	406.4	24.4	67.0	91.7	100.4
03	-3.80	54.38	2115.0	1.000	170.9	415.3	25.6	70.6	96.5	105.6
03	-3.90	54.38	2160.0	1.000	179.4	424.1	26.9	74.1	101.4	110.9
03	-4.00	54.38	2205.0	1.000	188.0	433.0	28.2	77.6	106.2	116.2
03	-4.10	54.38	2250.0	1.000	196.5	441.8	29.5	81.2	111.0	121.5
03	-4.20	54.38	2295.0	1.000	205.0	450.6	30.8	84.7	115.8	126.8
03	-4.30	54.38	2340.0	1.000	213.6	459.5	32.0	88.2	120.7	132.0
03	-4.40	54.38	2385.0	1.000	222.1	468.3	33.3	91.7	125.5	137.3
03	-4.50	54.38	2430.0	1.000	230.7	477.1	34.6	95.3	130.3	142.6
03	-4.60	54.38	2475.0	1.000	239.2	486.0	35.9	98.8	135.1	147.9
04	-4.60	50.00	2700.0	1.672	239.2	886.4	35.9	98.8	135.1	147.9
04	-4.70	50.00	2700.0	1.708	247.1	905.5	37.1	102.0	139.6	152.7
04	-4.80	50.00	2700.0	1.744	254.9	924.6	38.2	105.3	144.0	157.6
04	-4.90	50.00	2700.0	1.780	262.8	943.7	39.4	108.5	148.5	162.4
04	-5.00	50.00	2700.0	1.816	270.6	962.7	40.6	111.8	152.9	167.3
04	-5.10	50.00	2700.0	1.852	278.5	981.8	41.8	115.0	157.3	172.2
04	-5.20	50.00	2700.0	1.888	286.3	1000.9	43.0	118.3	161.8	177.0
04	-5.30	50.00	2700.0	1.900	294.2	1007.3	44.1	121.5	166.2	181.9
04	-5.40	50.00	2700.0	1.900	302.0	1007.3	45.3	124.7	170.6	186.7
04	-5.50	50.00	2700.0	1.900	309.9	1007.3	46.5	128.0	175.1	191.6
04	-5.60	50.00	2700.0	1.900	317.8	1007.3	47.7	131.2	179.5	196.4
04	-5.60	50.00	2700.0	1.900	317.8	1007.3	47.7	131.2	179.5	196.4

Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : VNF – Aménagement des Ports du Somaïl et de la Robine

Numéro d'affaire : C.24.41.150

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Pieux - pénichettes - ELS (Cas 1)

Type de calcul : Calcul de pieu sous sollicitations latérales

Loi p-y avec saisie directe des données pressiométriques

Cas où les sollicitations de courte durée en tête dominent

Cote de référence (m) : 0,70

Inclinaison du pieu (°) : 0,0

Nb d'incréments : 20

Nb d'itérations par incrément : 100

Prise en compte d'une dégradation à proximité de la surface : Oui

Cote du toit de la zone de dégradation (m) : 0.0

Cote de la base de la zone de dégradation (m) : -0.61

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	EM	α	B	pf*	pl*
1	Air		0,00	1,00E-02	1,00	0,15	0,01	0,01
2	C1		-2,80	2,50E04	0,66	0,15	900,00	1800,00

Prise en compte des déformations d'effort tranchant : Non

Discrétisation

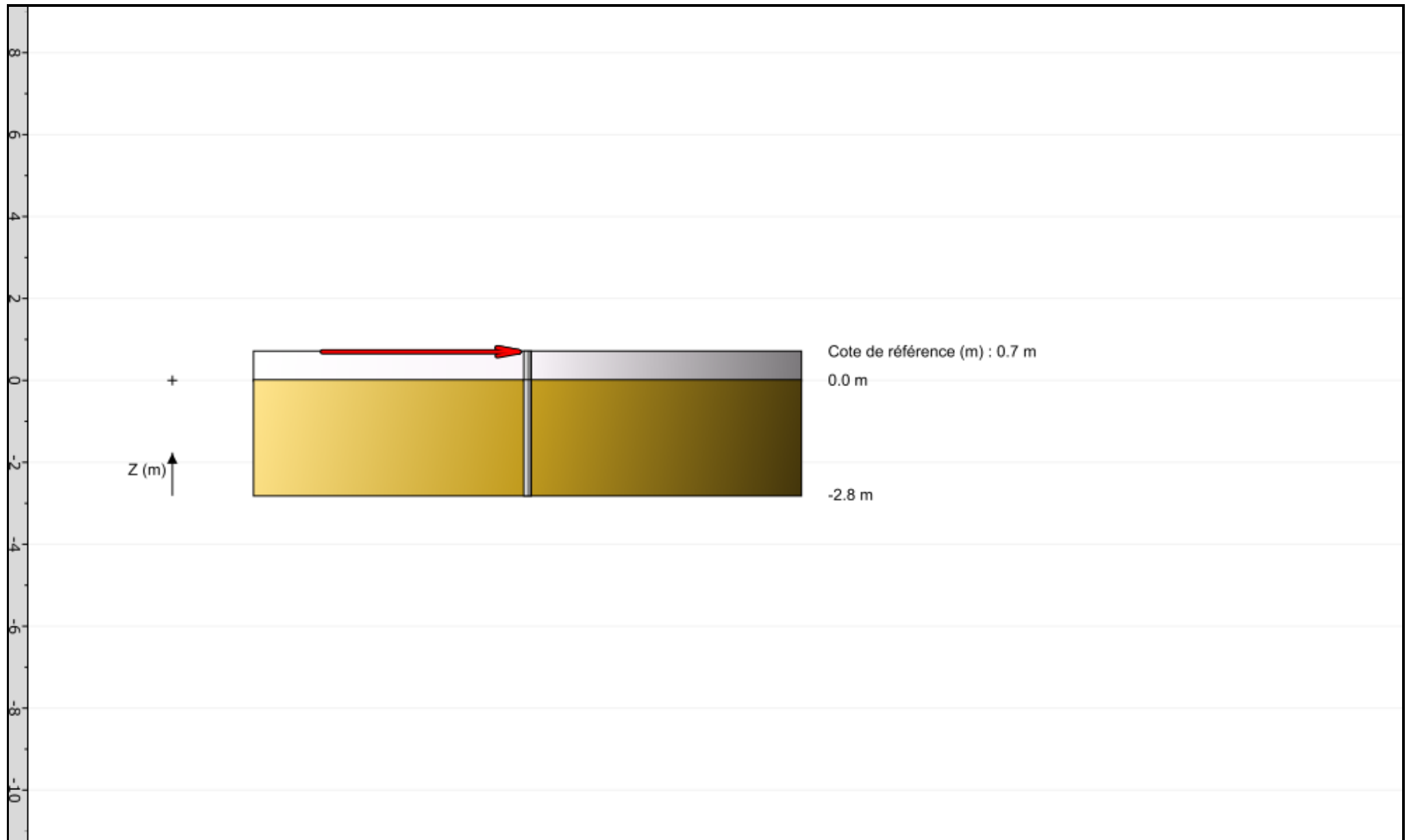
Nom	h	EI	n
Air	0,70	2,27E03	10
C1	2,80	2,27E03	10

Charges ponctuelles

N°	Z	T	M	K	C
0	0,70	30,00	0,00	0,00E00	0,00E00
1	0,00	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
2	-2,80	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00

Activer les cas de charge multiples en tête : Non

Onglet "Paramètres généraux"



File : C:\Users\hmiche1\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\1656\PC.4.resu

Calcul réalisé le : 21/01/2026 à 14h18
par : HYDROGEOTECHNIQUE

Titre du calcul : Pieux - pénichettes - ELS

nb d'incréments : 020
itération : 001Cote de référence : 0.700
Inclinaison(°) : 0.000

Type de calcul : Calcul de Pieu sous sollicitations latérales

Loi élastoplastique de mobilisation de la réaction latérale du sol définie à partir des caractéristiques pressiométriques

Type de sollicitations : 3. Cas où les sollicitations de courte durée en tête dominant

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	EI	EM	alpha	B	pf	pl
01	0.00	0.227E+04	0.01	1.00	0.152	0.01	0.01
02	-2.80	0.227E+04	25000.00	0.66	0.152	900.00	1800.00

Discrétisation du pieu (Paramètres du calcul)

Elément	XL	EI	ks1*B	p1*B	ks2*B	p2*B
001	0.070	0.2273E+04	0.2647E-01	0.1520E-02	0.0000E+00	0.1520E-02
002	0.070	0.2273E+04	0.2647E-01	0.1520E-02	0.0000E+00	0.1520E-02
003	0.070	0.2273E+04	0.2647E-01	0.1520E-02	0.0000E+00	0.1520E-02
004	0.070	0.2273E+04	0.2647E-01	0.1520E-02	0.0000E+00	0.1520E-02
005	0.070	0.2273E+04	0.2647E-01	0.1520E-02	0.0000E+00	0.1520E-02
006	0.070	0.2273E+04	0.2647E-01	0.1520E-02	0.0000E+00	0.1520E-02
007	0.070	0.2273E+04	0.2647E-01	0.1520E-02	0.0000E+00	0.1520E-02
008	0.070	0.2273E+04	0.2647E-01	0.1520E-02	0.0000E+00	0.1520E-02
009	0.070	0.2273E+04	0.2647E-01	0.1520E-02	0.0000E+00	0.1520E-02
010	0.070	0.2273E+04	0.2647E-01	0.1520E-02	0.0000E+00	0.1520E-02
011	0.280	0.2273E+04	0.9384E+05	0.1368E+03	0.0000E+00	0.1368E+03
012	0.280	0.2273E+04	0.6846E+05	0.9980E+02	0.0000E+00	0.9980E+02
013	0.280	0.2273E+04	0.9000E+05	0.1312E+03	0.0000E+00	0.1312E+03
014	0.280	0.2273E+04	0.9384E+05	0.1368E+03	0.0000E+00	0.1368E+03
015	0.280	0.2273E+04	0.9384E+05	0.1368E+03	0.0000E+00	0.1368E+03
016	0.280	0.2273E+04	0.9384E+05	0.1368E+03	0.0000E+00	0.1368E+03
017	0.280	0.2273E+04	0.9384E+05	0.1368E+03	0.0000E+00	0.1368E+03
018	0.280	0.2273E+04	0.9384E+05	0.1368E+03	0.0000E+00	0.1368E+03
019	0.280	0.2273E+04	0.9384E+05	0.1368E+03	0.0000E+00	0.1368E+03
020	0.280	0.2273E+04	0.9384E+05	0.1368E+03	0.0000E+00	0.1368E+03

Nombre total d'éléments : 020

Points de calcul (repère local)

Noeud	Xn	cote
001	0.000	0.700
002	0.070	0.630
003	0.140	0.560
004	0.210	0.490
005	0.280	0.420
006	0.350	0.350
007	0.420	0.280
008	0.490	0.210

009	0.560	0.140
010	0.630	0.070
011	0.700	0.000
012	0.980	-0.280
013	1.260	-0.560
014	1.540	-0.840
015	1.820	-1.120
016	2.100	-1.400
017	2.380	-1.680
018	2.660	-1.960
019	2.940	-2.240
020	3.220	-2.520
021	3.500	-2.800

Nombre total de noeuds : 021

Charges ponctuelles (repère local)

Noeud	T	Mx
001	30.000	0.000

=====
=====SOLUTION=====

Matrice de raideur en tête du pieu

T	r1 r2	y	T0
	=		+
M	r2 r3	w	M0

r1 = 0.6298E+04 T0 = 0.1925E+02
r2 = -0.4971E+04 M0 = -0.8473E+01
r3 = 0.5368E+04

Déplacements et sollicitations en tout point du pieu

Notations

Z : cote (longueur)
X : abscisse - repère local du pieu (longueur)
y : flèche absolue latérale du pieu (longueur)
w : rotation de la section
g : déformée libre du sol projetée (longueur)
M : moment fléchissant (force x longueur)
T : effort tranchant (force)
r : réaction latérale du sol (force / unité de surface)

Elément	Z	X	y	g	w	T	M	r	palier
001	0.700	0.000	0.110E-01	0.000E+00	-0.117E-01	0.300E+02	0.345E-09	0.191E-02	1
001	0.665	0.035	0.106E-01	0.000E+00	-0.117E-01	0.300E+02	0.105E+01	0.184E-02	1
001	0.630	0.070	0.101E-01	0.000E+00	-0.117E-01	0.300E+02	0.210E+01	0.177E-02	1
002	0.630	0.070	0.101E-01	0.000E+00	-0.117E-01	0.300E+02	0.210E+01	0.177E-02	1
002	0.595	0.105	0.974E-02	0.000E+00	-0.117E-01	0.300E+02	0.315E+01	0.170E-02	1
002	0.560	0.140	0.933E-02	0.000E+00	-0.116E-01	0.300E+02	0.420E+01	0.163E-02	1
003	0.560	0.140	0.933E-02	0.000E+00	-0.116E-01	0.300E+02	0.420E+01	0.163E-02	1
003	0.525	0.175	0.893E-02	0.000E+00	-0.115E-01	0.300E+02	0.525E+01	0.155E-02	1
003	0.490	0.210	0.852E-02	0.000E+00	-0.114E-01	0.300E+02	0.630E+01	0.148E-02	1
004	0.490	0.210	0.852E-02	0.000E+00	-0.114E-01	0.300E+02	0.630E+01	0.148E-02	1
004	0.455	0.245	0.813E-02	0.000E+00	-0.113E-01	0.300E+02	0.735E+01	0.142E-02	1
004	0.420	0.280	0.773E-02	0.000E+00	-0.112E-01	0.300E+02	0.840E+01	0.135E-02	1
005	0.420	0.280	0.773E-02	0.000E+00	-0.112E-01	0.300E+02	0.840E+01	0.135E-02	1
005	0.385	0.315	0.734E-02	0.000E+00	-0.111E-01	0.300E+02	0.945E+01	0.128E-02	1
005	0.350	0.350	0.696E-02	0.000E+00	-0.109E-01	0.300E+02	0.105E+02	0.121E-02	1
006	0.350	0.350	0.696E-02	0.000E+00	-0.109E-01	0.300E+02	0.105E+02	0.121E-02	1
006	0.315	0.385	0.658E-02	0.000E+00	-0.108E-01	0.300E+02	0.115E+02	0.115E-02	1
006	0.280	0.420	0.620E-02	0.000E+00	-0.106E-01	0.300E+02	0.126E+02	0.108E-02	1
007	0.280	0.420	0.620E-02	0.000E+00	-0.106E-01	0.300E+02	0.126E+02	0.108E-02	1
007	0.245	0.455	0.584E-02	0.000E+00	-0.104E-01	0.300E+02	0.136E+02	0.102E-02	1

007	0.210	0.490	0.548E-02	0.000E+00	-0.102E-01	0.300E+02	0.147E+02	0.954E-03	1
008	0.210	0.490	0.548E-02	0.000E+00	-0.102E-01	0.300E+02	0.147E+02	0.954E-03	1
008	0.175	0.525	0.513E-02	0.000E+00	-0.992E-02	0.300E+02	0.157E+02	0.893E-03	1
008	0.140	0.560	0.478E-02	0.000E+00	-0.967E-02	0.300E+02	0.168E+02	0.833E-03	1
009	0.140	0.560	0.478E-02	0.000E+00	-0.967E-02	0.300E+02	0.168E+02	0.833E-03	1
009	0.105	0.595	0.445E-02	0.000E+00	-0.940E-02	0.300E+02	0.178E+02	0.775E-03	1
009	0.070	0.630	0.412E-02	0.000E+00	-0.912E-02	0.300E+02	0.189E+02	0.718E-03	1
010	0.070	0.630	0.412E-02	0.000E+00	-0.912E-02	0.300E+02	0.189E+02	0.718E-03	1
010	0.035	0.665	0.381E-02	0.000E+00	-0.882E-02	0.300E+02	0.199E+02	0.664E-03	1
010	0.000	0.700	0.351E-02	0.000E+00	-0.850E-02	0.300E+02	0.210E+02	0.611E-03	1
011	0.000	0.700	0.351E-02	0.000E+00	-0.850E-02	0.300E+02	0.210E+02	0.900E+03	2
011	-0.140	0.840	0.241E-02	0.000E+00	-0.711E-02	0.108E+02	0.239E+02	0.900E+03	2
011	-0.280	0.980	0.152E-02	0.000E+00	-0.562E-02	-0.830E+01	0.240E+02	0.900E+03	2
012	-0.280	0.980	0.152E-02	0.000E+00	-0.562E-02	-0.830E+01	0.240E+02	0.686E+03	1
012	-0.420	1.120	0.837E-03	0.000E+00	-0.419E-02	-0.195E+02	0.220E+02	0.377E+03	1
012	-0.560	1.260	0.341E-03	0.000E+00	-0.293E-02	-0.250E+02	0.189E+02	0.153E+03	1
013	-0.560	1.260	0.341E-03	0.000E+00	-0.293E-02	-0.250E+02	0.189E+02	0.202E+03	1
013	-0.700	1.400	0.662E-05	0.000E+00	-0.188E-02	-0.270E+02	0.152E+02	0.392E+01	1
013	-0.840	1.540	-0.197E-03	0.000E+00	-0.106E-02	-0.257E+02	0.115E+02	-0.116E+03	1
014	-0.840	1.540	-0.197E-03	0.000E+00	-0.106E-02	-0.257E+02	0.115E+02	-0.121E+03	1
014	-0.980	1.680	-0.301E-03	0.000E+00	-0.462E-03	-0.223E+02	0.808E+01	-0.186E+03	1
014	-1.120	1.820	-0.335E-03	0.000E+00	-0.551E-04	-0.181E+02	0.525E+01	-0.207E+03	1
015	-1.120	1.820	-0.335E-03	0.000E+00	-0.551E-04	-0.181E+02	0.525E+01	-0.207E+03	1
015	-1.260	1.960	-0.324E-03	0.000E+00	0.196E-03	-0.137E+02	0.302E+01	-0.200E+03	1
015	-1.400	2.100	-0.286E-03	0.000E+00	0.330E-03	-0.968E+01	0.139E+01	-0.176E+03	1
016	-1.400	2.100	-0.286E-03	0.000E+00	0.330E-03	-0.968E+01	0.139E+01	-0.176E+03	1
016	-1.540	2.240	-0.235E-03	0.000E+00	0.379E-03	-0.625E+01	0.287E+00	-0.145E+03	1
016	-1.680	2.380	-0.182E-03	0.000E+00	0.374E-03	-0.351E+01	-0.388E+00	-0.112E+03	1
017	-1.680	2.380	-0.182E-03	0.000E+00	0.374E-03	-0.351E+01	-0.388E+00	-0.112E+03	1
017	-1.820	2.520	-0.132E-03	0.000E+00	0.338E-03	-0.145E+01	-0.727E+00	-0.815E+02	1
017	-1.960	2.660	-0.880E-04	0.000E+00	0.289E-03	-0.993E-02	-0.823E+00	-0.543E+02	1
018	-1.960	2.660	-0.880E-04	0.000E+00	0.289E-03	-0.993E-02	-0.823E+00	-0.543E+02	1
018	-2.100	2.800	-0.511E-04	0.000E+00	0.240E-03	0.896E+00	-0.755E+00	-0.315E+02	1
018	-2.240	2.940	-0.205E-04	0.000E+00	0.198E-03	0.136E+01	-0.592E+00	-0.127E+02	1
019	-2.240	2.940	-0.205E-04	0.000E+00	0.198E-03	0.136E+01	-0.592E+00	-0.127E+02	1
019	-2.380	3.080	0.498E-05	0.000E+00	0.168E-03	0.146E+01	-0.391E+00	0.308E+01	1
019	-2.520	3.220	0.271E-04	0.000E+00	0.150E-03	0.124E+01	-0.199E+00	0.167E+02	1
020	-2.520	3.220	0.271E-04	0.000E+00	0.150E-03	0.124E+01	-0.199E+00	0.167E+02	1
020	-2.660	3.360	0.474E-04	0.000E+00	0.142E-03	0.753E+00	-0.558E-01	0.293E+02	1
020	-2.800	3.500	0.672E-04	0.000E+00	0.141E-03	-0.466E-14	0.411E-14	0.415E+02	1
max+			0.110E-01	0.000E+00	0.379E-03	0.300E+02	0.240E+02	0.900E+03	
max-			-0.335E-03	0.000E+00	-0.117E-01	-0.270E+02	-0.823E+00	-0.207E+03	

 RESULTATS COMPLEMENTAIRES

Charges de flambement pour chaque mode

Mode	Charge
001	0.224E+04
002	0.144E+05
003	0.184E+05
004	0.356E+05
005	0.489E+05
006	0.593E+05
007	0.693E+05
008	0.922E+05
009	0.120E+06
010	0.153E+06
011	0.190E+06
012	0.233E+06
013	0.278E+06
014	0.360E+06
015	0.409E+06
016	0.473E+06
017	0.560E+06
018	0.658E+06
019	0.752E+06
020	0.864E+06
021	0.101E+07

Mode de flambement critique

Xn	Yn
0.000	0.100E+01
0.070	0.931E+00



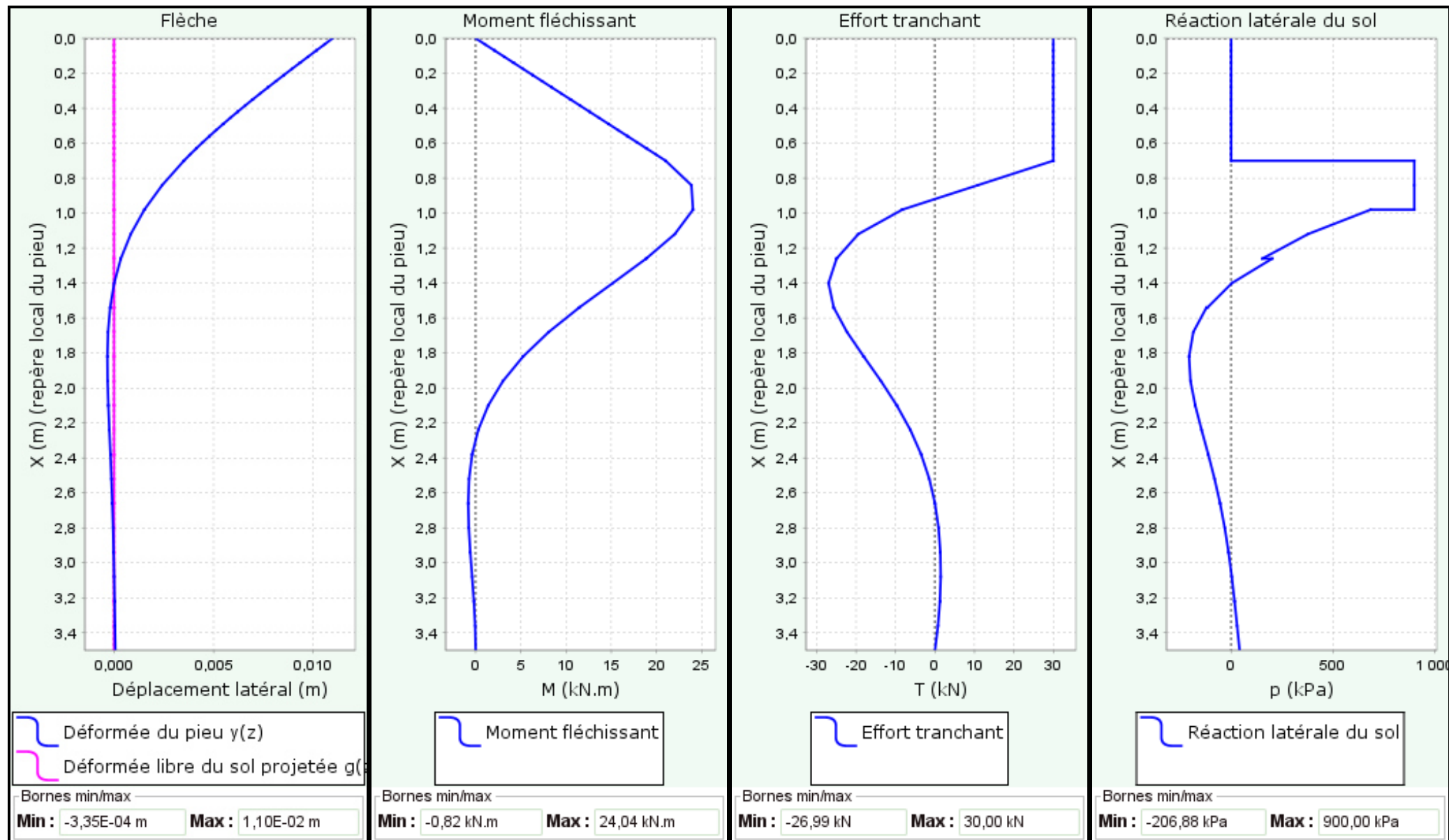
FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 21/01/2026 - 14:19:26
 Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE
 Projet : Pieux
 Module : Piecoef+ (Cas 1/6)
 Titre du calcul : Pieux - pénichettes - ELS

0.140	0.862E+00
0.210	0.794E+00
0.280	0.727E+00
0.350	0.661E+00
0.420	0.597E+00
0.490	0.534E+00
0.560	0.474E+00
0.630	0.417E+00
0.700	0.362E+00
0.980	0.177E+00
1.260	0.533E-01
1.540	-0.103E-01
1.820	-0.316E-01
2.100	-0.302E-01
2.380	-0.207E-01
2.660	-0.106E-01
2.940	-0.263E-02
3.220	0.357E-02
3.500	0.919E-02

>HTG

Résultats principaux



Données

Titre du projet : VNF – Aménagement des Ports du Somail et de la Robine

Numéro d'affaire : C.24.41.150

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Pieux - pénichettes - ELU (Cas 2)

Type de calcul : Calcul de pieu sous sollicitations latérales

Loi p-y avec saisie directe des données pressiométriques

Cas où les sollicitations de courte durée en tête dominent

Cote de référence (m) : 0,70

Inclinaison du pieu (°) : 0,0

Nb d'incréments : 20

Nb d'itérations par incrément : 100

Prise en compte d'une dégradation à proximité de la surface : Oui

Cote du toit de la zone de dégradation (m) : 0.0

Cote de la base de la zone de dégradation (m) : -0.61

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	EM	α	B	pf*	pl*
1	Air		0,00	1,00E-02	1,00	0,15	0,01	0,01
2	C1		-2,80	2,50E04	0,66	0,15	900,00	1800,00

Prise en compte des déformations d'effort tranchant : Non

Discrétisation

Nom	h	EI	n
Air	0,70	2,27E03	10
C1	2,80	2,27E03	10

Charges ponctuelles

N°	Z	T	M	K	C
0	0,70	45,00	0,00	0,00E00	0,00E00
1	0,00	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
2	-2,80	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00

Activer les cas de charge multiples en tête : Non

File : C:\Users\hmiche1\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\1656\PC.6.resu

Calcul réalisé le : 21/01/2026 à 14h19
par : HYDROGEOTECHNIQUE

Titre du calcul : Pieux - pénichettes - ELU

nb d'incréments : 020
itération : 001

Cote de référence : 0.700
Inclinaison(°) : 0.000

Type de calcul : Calcul de Pieu sous sollicitations latérales

Loi élastoplastique de mobilisation de la réaction latérale du sol définie à partir des caractéristiques pressiométriques

Type de sollicitations : 3. Cas où les sollicitations de courte durée en tête dominant

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	EI	EM	alpha	B	pf	pl
01	0.00	0.227E+04	0.01	1.00	0.150	0.01	0.01
02	-2.80	0.227E+04	25000.00	0.66	0.150	900.00	1800.00

Discrétisation du pieu (Paramètres du calcul)

Elément	XL	EI	ks1*B	p1*B	ks2*B	p2*B
001	0.070	0.2273E+04	0.2647E-01	0.1500E-02	0.0000E+00	0.1500E-02
002	0.070	0.2273E+04	0.2647E-01	0.1500E-02	0.0000E+00	0.1500E-02
003	0.070	0.2273E+04	0.2647E-01	0.1500E-02	0.0000E+00	0.1500E-02
004	0.070	0.2273E+04	0.2647E-01	0.1500E-02	0.0000E+00	0.1500E-02
005	0.070	0.2273E+04	0.2647E-01	0.1500E-02	0.0000E+00	0.1500E-02
006	0.070	0.2273E+04	0.2647E-01	0.1500E-02	0.0000E+00	0.1500E-02
007	0.070	0.2273E+04	0.2647E-01	0.1500E-02	0.0000E+00	0.1500E-02
008	0.070	0.2273E+04	0.2647E-01	0.1500E-02	0.0000E+00	0.1500E-02
009	0.070	0.2273E+04	0.2647E-01	0.1500E-02	0.0000E+00	0.1500E-02
010	0.070	0.2273E+04	0.2647E-01	0.1500E-02	0.0000E+00	0.1500E-02
011	0.280	0.2273E+04	0.9384E+05	0.1350E+03	0.0000E+00	0.1350E+03
012	0.280	0.2273E+04	0.6846E+05	0.9848E+02	0.0000E+00	0.9848E+02
013	0.280	0.2273E+04	0.9000E+05	0.1295E+03	0.0000E+00	0.1295E+03
014	0.280	0.2273E+04	0.9384E+05	0.1350E+03	0.0000E+00	0.1350E+03
015	0.280	0.2273E+04	0.9384E+05	0.1350E+03	0.0000E+00	0.1350E+03
016	0.280	0.2273E+04	0.9384E+05	0.1350E+03	0.0000E+00	0.1350E+03
017	0.280	0.2273E+04	0.9384E+05	0.1350E+03	0.0000E+00	0.1350E+03
018	0.280	0.2273E+04	0.9384E+05	0.1350E+03	0.0000E+00	0.1350E+03
019	0.280	0.2273E+04	0.9384E+05	0.1350E+03	0.0000E+00	0.1350E+03
020	0.280	0.2273E+04	0.9384E+05	0.1350E+03	0.0000E+00	0.1350E+03

Nombre total d'éléments : 020

Points de calcul (repère local)

Noeud	Xn	cote
001	0.000	0.700
002	0.070	0.630
003	0.140	0.560
004	0.210	0.490
005	0.280	0.420
006	0.350	0.350
007	0.420	0.280
008	0.490	0.210

009	0.560	0.140
010	0.630	0.070
011	0.700	0.000
012	0.980	-0.280
013	1.260	-0.560
014	1.540	-0.840
015	1.820	-1.120
016	2.100	-1.400
017	2.380	-1.680
018	2.660	-1.960
019	2.940	-2.240
020	3.220	-2.520
021	3.500	-2.800

Nombre total de noeuds : 021

Charges ponctuelles (repère local)

Noeud	T	Mx
001	45.000	0.000

=====

=====SOLUTION=====

=====

Matrice de raideur en tête du pieu

T	r1	r2	y	T0
	=	r2		+
M		r3	w	M0

r1 = 0.4250E+04 T0 = 0.3222E+02
r2 = -0.3875E+04 M0 = -0.1549E+02
r3 = 0.4780E+04

Déplacements et sollicitations en tout point du pieu

Notations

Z : cote (longueur)
X : abscisse - repère local du pieu (longueur)
y : flèche absolue latérale du pieu (longueur)
w : rotation de la section
g : déformée libre du sol projetée (longueur)
M : moment fléchissant (force x longueur)
T :effort tranchant (force)
r : réaction latérale du sol (force / unité de surface)

Elément	Z	X	y	g	w	T	M	r	palier
001	0.700	0.000	0.229E-01	0.000E+00	-0.218E-01	0.450E+02	0.802E-09	0.403E-02	1
001	0.665	0.035	0.221E-01	0.000E+00	-0.218E-01	0.450E+02	0.157E+01	0.390E-02	1
001	0.630	0.070	0.213E-01	0.000E+00	-0.217E-01	0.450E+02	0.315E+01	0.377E-02	1
002	0.630	0.070	0.213E-01	0.000E+00	-0.217E-01	0.450E+02	0.315E+01	0.377E-02	1
002	0.595	0.105	0.206E-01	0.000E+00	-0.217E-01	0.450E+02	0.472E+01	0.363E-02	1
002	0.560	0.140	0.198E-01	0.000E+00	-0.216E-01	0.450E+02	0.630E+01	0.350E-02	1
003	0.560	0.140	0.198E-01	0.000E+00	-0.216E-01	0.450E+02	0.630E+01	0.350E-02	1
003	0.525	0.175	0.191E-01	0.000E+00	-0.215E-01	0.450E+02	0.787E+01	0.337E-02	1
003	0.490	0.210	0.183E-01	0.000E+00	-0.213E-01	0.450E+02	0.945E+01	0.323E-02	1
004	0.490	0.210	0.183E-01	0.000E+00	-0.213E-01	0.450E+02	0.945E+01	0.323E-02	1
004	0.455	0.245	0.176E-01	0.000E+00	-0.212E-01	0.450E+02	0.110E+02	0.310E-02	1
004	0.420	0.280	0.168E-01	0.000E+00	-0.210E-01	0.450E+02	0.126E+02	0.297E-02	1
005	0.420	0.280	0.168E-01	0.000E+00	-0.210E-01	0.450E+02	0.126E+02	0.297E-02	1
005	0.385	0.315	0.161E-01	0.000E+00	-0.208E-01	0.450E+02	0.142E+02	0.284E-02	1
005	0.350	0.350	0.154E-01	0.000E+00	-0.206E-01	0.450E+02	0.157E+02	0.271E-02	1
006	0.350	0.350	0.154E-01	0.000E+00	-0.206E-01	0.450E+02	0.157E+02	0.271E-02	1
006	0.315	0.385	0.147E-01	0.000E+00	-0.203E-01	0.450E+02	0.173E+02	0.259E-02	1
006	0.280	0.420	0.140E-01	0.000E+00	-0.200E-01	0.450E+02	0.189E+02	0.246E-02	1
007	0.280	0.420	0.140E-01	0.000E+00	-0.200E-01	0.450E+02	0.189E+02	0.246E-02	1
007	0.245	0.455	0.133E-01	0.000E+00	-0.197E-01	0.450E+02	0.205E+02	0.234E-02	1



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 21/01/2026 - 14:20:15
Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE
Projet : Pieux
Module : Piecoef+ (Cas 2/6)
Titre du calcul : Pieux - pénichettes - ELU

007	0.210	0.490	0.126E-01	0.000E+00	-0.194E-01	0.450E+02	0.220E+02	0.222E-02	1
008	0.210	0.490	0.126E-01	0.000E+00	-0.194E-01	0.450E+02	0.220E+02	0.222E-02	1
008	0.175	0.525	0.119E-01	0.000E+00	-0.190E-01	0.450E+02	0.236E+02	0.210E-02	1
008	0.140	0.560	0.112E-01	0.000E+00	-0.187E-01	0.450E+02	0.252E+02	0.198E-02	1
009	0.140	0.560	0.112E-01	0.000E+00	-0.187E-01	0.450E+02	0.252E+02	0.198E-02	1
009	0.105	0.595	0.106E-01	0.000E+00	-0.183E-01	0.450E+02	0.268E+02	0.187E-02	1
009	0.070	0.630	0.997E-02	0.000E+00	-0.178E-01	0.450E+02	0.283E+02	0.176E-02	1
010	0.070	0.630	0.997E-02	0.000E+00	-0.178E-01	0.450E+02	0.283E+02	0.176E-02	1
010	0.035	0.665	0.935E-02	0.000E+00	-0.174E-01	0.450E+02	0.299E+02	0.165E-02	1
010	0.000	0.700	0.875E-02	0.000E+00	-0.169E-01	0.450E+02	0.315E+02	0.154E-02	1
011	0.000	0.700	0.875E-02	0.000E+00	-0.169E-01	0.450E+02	0.315E+02	0.900E+03	2
011	-0.140	0.840	0.653E-02	0.000E+00	-0.148E-01	0.261E+02	0.365E+02	0.900E+03	2
011	-0.280	0.980	0.461E-02	0.000E+00	-0.125E-01	0.720E+01	0.388E+02	0.900E+03	2
012	-0.280	0.980	0.461E-02	0.000E+00	-0.125E-01	0.720E+01	0.388E+02	0.657E+03	2
012	-0.420	1.120	0.303E-02	0.000E+00	-0.101E-01	-0.659E+01	0.389E+02	0.657E+03	2
012	-0.560	1.260	0.179E-02	0.000E+00	-0.774E-02	-0.204E+02	0.370E+02	0.657E+03	2
013	-0.560	1.260	0.179E-02	0.000E+00	-0.774E-02	-0.204E+02	0.370E+02	0.107E+04	1
013	-0.700	1.400	0.858E-03	0.000E+00	-0.558E-02	-0.367E+02	0.328E+02	0.515E+03	1
013	-0.840	1.540	0.210E-03	0.000E+00	-0.373E-02	-0.432E+02	0.271E+02	0.126E+03	1
014	-0.840	1.540	0.210E-03	0.000E+00	-0.373E-02	-0.432E+02	0.271E+02	0.131E+03	1
014	-0.980	1.680	-0.204E-03	0.000E+00	-0.224E-02	-0.430E+02	0.211E+02	-0.128E+03	1
014	-1.120	1.820	-0.436E-03	0.000E+00	-0.113E-02	-0.386E+02	0.153E+02	-0.272E+03	1
015	-1.120	1.820	-0.436E-03	0.000E+00	-0.113E-02	-0.386E+02	0.153E+02	-0.272E+03	1
015	-1.260	1.960	-0.535E-03	0.000E+00	-0.342E-03	-0.321E+02	0.103E+02	-0.335E+03	1
015	-1.400	2.100	-0.544E-03	0.000E+00	0.167E-03	-0.249E+02	0.634E+01	-0.340E+03	1
016	-1.400	2.100	-0.544E-03	0.000E+00	0.167E-03	-0.249E+02	0.634E+01	-0.340E+03	1
016	-1.540	2.240	-0.498E-03	0.000E+00	0.460E-03	-0.180E+02	0.334E+01	-0.312E+03	1
016	-1.680	2.380	-0.422E-03	0.000E+00	0.598E-03	-0.120E+02	0.125E+01	-0.264E+03	1
017	-1.680	2.380	-0.422E-03	0.000E+00	0.598E-03	-0.120E+02	0.125E+01	-0.264E+03	1
017	-1.820	2.520	-0.336E-03	0.000E+00	0.631E-03	-0.699E+01	-0.632E-01	-0.210E+03	1
017	-1.960	2.660	-0.249E-03	0.000E+00	0.602E-03	-0.316E+01	-0.761E+00	-0.156E+03	1
018	-1.960	2.660	-0.249E-03	0.000E+00	0.602E-03	-0.316E+01	-0.761E+00	-0.156E+03	1
018	-2.100	2.800	-0.168E-03	0.000E+00	0.546E-03	-0.428E+00	-0.999E+00	-0.105E+03	1
018	-2.240	2.940	-0.960E-04	0.000E+00	0.486E-03	0.130E+01	-0.927E+00	-0.600E+02	1
019	-2.240	2.940	-0.960E-04	0.000E+00	0.486E-03	0.130E+01	-0.927E+00	-0.600E+02	1
019	-2.380	3.080	-0.317E-04	0.000E+00	0.436E-03	0.213E+01	-0.678E+00	-0.198E+02	1
019	-2.520	3.220	0.269E-04	0.000E+00	0.403E-03	0.216E+01	-0.369E+00	0.168E+02	1
020	-2.520	3.220	0.269E-04	0.000E+00	0.403E-03	0.216E+01	-0.369E+00	0.168E+02	1
020	-2.660	3.360	0.822E-04	0.000E+00	0.389E-03	0.144E+01	-0.109E+00	0.514E+02	1
020	-2.800	3.500	0.136E-03	0.000E+00	0.387E-03	-0.755E-14	-0.533E-14	0.853E+02	1
max+			0.229E-01	0.000E+00	0.631E-03	0.450E+02	0.389E+02	0.107E+04	
max-			-0.544E-03	0.000E+00	-0.218E-01	-0.432E+02	-0.999E+00	-0.340E+03	

 RESULTATS COMPLEMENTAIRES

Charges de flambement pour chaque mode

Mode	Charge
001	0.168E+04
002	0.133E+05
003	0.157E+05
004	0.337E+05
005	0.489E+05
006	0.512E+05
007	0.689E+05
008	0.921E+05
009	0.120E+06
010	0.152E+06
011	0.190E+06
012	0.233E+06
013	0.278E+06
014	0.360E+06
015	0.409E+06
016	0.473E+06
017	0.560E+06
018	0.658E+06
019	0.752E+06
020	0.864E+06
021	0.101E+07

Mode de flambement critique

Xn	Yn
0.000	0.100E+01
0.070	0.940E+00



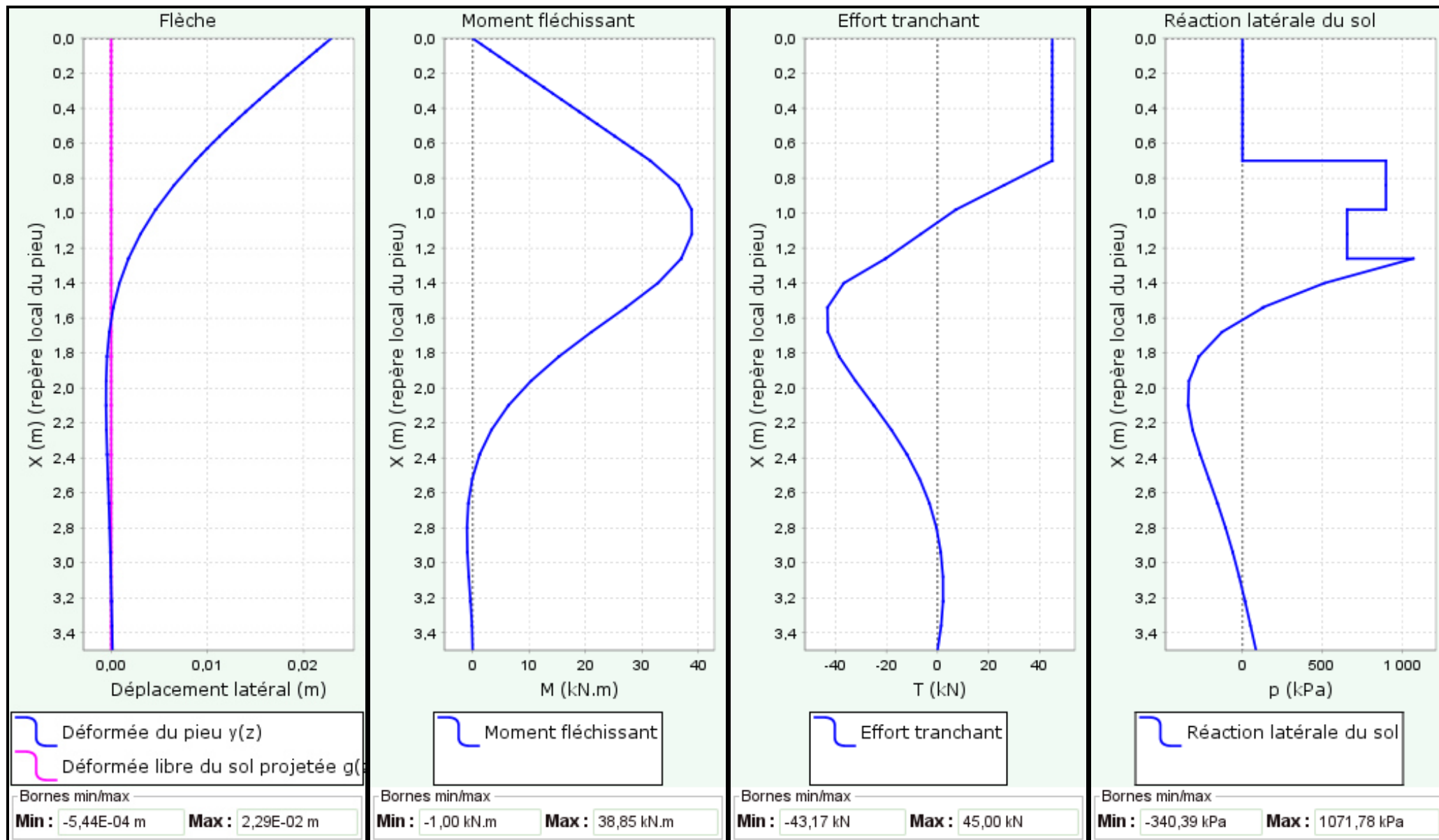
FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 21/01/2026 - 14:20:15
 Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE
 Projet : Pieux
 Module : Piecoef+ (Cas 2/6)
 Titre du calcul : Pieux - pénichettes - ELU

0.140	0.880E+00
0.210	0.821E+00
0.280	0.762E+00
0.350	0.704E+00
0.420	0.647E+00
0.490	0.592E+00
0.560	0.538E+00
0.630	0.485E+00
0.700	0.435E+00
0.980	0.254E+00
1.260	0.117E+00
1.540	0.298E-01
1.820	-0.126E-01
2.100	-0.251E-01
2.380	-0.224E-01
2.660	-0.145E-01
2.940	-0.623E-02
3.220	0.121E-02
3.500	0.828E-02

>HTG

Résultats principaux



Données

Titre du projet : VNF – Aménagement des Ports du Somail et de la Robine

Numéro d'affaire : C.24.41.150

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Pieux - péniches - ELS (Cas 3)

Type de calcul : Calcul de pieu sous sollicitations latérales

Loi p-y avec saisie directe des données pressiométriques

Cas où les sollicitations de courte durée en tête dominent

Cote de référence (m) : 0,70

Inclinaison du pieu (°) : 0,0

Nb d'incréments : 20

Nb d'itérations par incrément : 100

Prise en compte d'une dégradation à proximité de la surface : Oui

Cote du toit de la zone de dégradation (m) : 0.0

Cote de la base de la zone de dégradation (m) : -0.98

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	EM	α	B	pf*	pl*
1	Air		0,00	1,00E-02	1,00	0,24	0,01	0,01
2	C1		-3,80	2,50E04	0,66	0,24	900,00	1800,00

Prise en compte des déformations d'effort tranchant : Non

Discrétisation

Nom	h	EI	n
Air	0,70	1,33E04	10
C1	3,80	1,33E04	10

Charges ponctuelles

N°	Z	T	M	K	C
0	0,70	100,00	0,00	0,00E00	0,00E00
1	0,00	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
2	-3,80	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00

Activer les cas de charge multiples en tête : Non

File : C:\Users\hmiche\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\3860\PC.7.resu

Calcul réalisé le : 28/01/2026 à 12h15
par : HYDROGEOTECHNIQUE

Titre du calcul : Pieux - péniches - ELS

nb d'incréments : 020
itération : 002Cote de référence : 0.700
Inclinaison(°) : 0.000

Type de calcul : Calcul de Pieu sous sollicitations latérales

Loi élastoplastique de mobilisation de la réaction latérale du sol définie à partir des caractéristiques pressiométriques

Type de sollicitations : 3. Cas où les sollicitations de courte durée en tête dominant

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	EI	EM	alpha	B	pf	pl
01	0.00	0.133E+05	0.01	1.00	0.244	0.01	0.01
02	-3.80	0.133E+05	25000.00	0.66	0.244	900.00	1800.00

Discretisation du pieu (Paramètres du calcul)

Elément	XL	EI	ks1*B	pl*B	ks2*B	p2*B
001	0.070	0.1326E+05	0.2647E-01	0.2440E-02	0.0000E+00	0.2440E-02
002	0.070	0.1326E+05	0.2647E-01	0.2440E-02	0.0000E+00	0.2440E-02
003	0.070	0.1326E+05	0.2647E-01	0.2440E-02	0.0000E+00	0.2440E-02
004	0.070	0.1326E+05	0.2647E-01	0.2440E-02	0.0000E+00	0.2440E-02
005	0.070	0.1326E+05	0.2647E-01	0.2440E-02	0.0000E+00	0.2440E-02
006	0.070	0.1326E+05	0.2647E-01	0.2440E-02	0.0000E+00	0.2440E-02
007	0.070	0.1326E+05	0.2647E-01	0.2440E-02	0.0000E+00	0.2440E-02
008	0.070	0.1326E+05	0.2647E-01	0.2440E-02	0.0000E+00	0.2440E-02
009	0.070	0.1326E+05	0.2647E-01	0.2440E-02	0.0000E+00	0.2440E-02
010	0.070	0.1326E+05	0.2647E-01	0.2440E-02	0.0000E+00	0.2440E-02
011	0.380	0.1326E+05	0.9384E+05	0.2196E+03	0.0000E+00	0.2196E+03
012	0.380	0.1326E+05	0.6512E+05	0.1524E+03	0.0000E+00	0.1524E+03
013	0.380	0.1326E+05	0.8331E+05	0.1950E+03	0.0000E+00	0.1950E+03
014	0.380	0.1326E+05	0.9384E+05	0.2196E+03	0.0000E+00	0.2196E+03
015	0.380	0.1326E+05	0.9384E+05	0.2196E+03	0.0000E+00	0.2196E+03
016	0.380	0.1326E+05	0.9384E+05	0.2196E+03	0.0000E+00	0.2196E+03
017	0.380	0.1326E+05	0.9384E+05	0.2196E+03	0.0000E+00	0.2196E+03
018	0.380	0.1326E+05	0.9384E+05	0.2196E+03	0.0000E+00	0.2196E+03
019	0.380	0.1326E+05	0.9384E+05	0.2196E+03	0.0000E+00	0.2196E+03
020	0.380	0.1326E+05	0.9384E+05	0.2196E+03	0.0000E+00	0.2196E+03

Nombre total d'éléments : 020

Points de calcul (repère local)

Noeud	Xn	cote
001	0.000	0.700
002	0.070	0.630
003	0.140	0.560
004	0.210	0.490
005	0.280	0.420
006	0.350	0.350
007	0.420	0.280
008	0.490	0.210

009	0.560	0.140
010	0.630	0.070
011	0.700	0.000
012	1.080	-0.380
013	1.460	-0.760
014	1.840	-1.140
015	2.220	-1.520
016	2.600	-1.900
017	2.980	-2.280
018	3.360	-2.660
019	3.740	-3.040
020	4.120	-3.420
021	4.500	-3.800

Nombre total de noeuds : 021

Charges ponctuelles (repère local)

Noeud	T	Mx
001	100.000	0.000

=====

=====SOLUTION=====

=====

Matrice de raideur en tête du pieu

T	r1 r2	y	T0
	=		+
M	r2 r3	w	M0

r1 = 0.1110E+05 T0 = 0.8757E+02
r2 = -0.1304E+05 M0 = -0.5030E+02
r3 = 0.2097E+05

Déplacements et sollicitations en tout point du pieu

Notations

Z : cote (longueur)
X : abscisse - repère local du pieu (longueur)
y : flèche absolue latérale du pieu (longueur)
w : rotation de la section
g : déformée libre du sol projetée (longueur)
M : moment fléchissant (force x longueur)
T : effort tranchant (force)
r : réaction latérale du sol (force / unité de surface)

Elément	Z	X	y	g	w	T	M	r	palier
001	0.700	0.000	0.146E-01	0.000E+00	-0.115E-01	0.100E+03	-0.122E-08	0.159E-02	1
001	0.665	0.035	0.142E-01	0.000E+00	-0.115E-01	0.100E+03	0.350E+01	0.154E-02	1
001	0.630	0.070	0.138E-01	0.000E+00	-0.115E-01	0.100E+03	0.700E+01	0.150E-02	1
002	0.630	0.070	0.138E-01	0.000E+00	-0.115E-01	0.100E+03	0.700E+01	0.150E-02	1
002	0.595	0.105	0.134E-01	0.000E+00	-0.115E-01	0.100E+03	0.105E+02	0.146E-02	1
002	0.560	0.140	0.130E-01	0.000E+00	-0.114E-01	0.100E+03	0.140E+02	0.141E-02	1
003	0.560	0.140	0.130E-01	0.000E+00	-0.114E-01	0.100E+03	0.140E+02	0.141E-02	1
003	0.525	0.175	0.126E-01	0.000E+00	-0.114E-01	0.100E+03	0.175E+02	0.137E-02	1
003	0.490	0.210	0.122E-01	0.000E+00	-0.113E-01	0.100E+03	0.210E+02	0.133E-02	1
004	0.490	0.210	0.122E-01	0.000E+00	-0.113E-01	0.100E+03	0.210E+02	0.133E-02	1
004	0.455	0.245	0.118E-01	0.000E+00	-0.113E-01	0.100E+03	0.245E+02	0.128E-02	1
004	0.420	0.280	0.114E-01	0.000E+00	-0.112E-01	0.100E+03	0.280E+02	0.124E-02	1
005	0.420	0.280	0.114E-01	0.000E+00	-0.112E-01	0.100E+03	0.280E+02	0.124E-02	1
005	0.385	0.315	0.111E-01	0.000E+00	-0.111E-01	0.100E+03	0.315E+02	0.120E-02	1
005	0.350	0.350	0.107E-01	0.000E+00	-0.110E-01	0.100E+03	0.350E+02	0.116E-02	1
006	0.350	0.350	0.107E-01	0.000E+00	-0.110E-01	0.100E+03	0.350E+02	0.116E-02	1
006	0.315	0.385	0.103E-01	0.000E+00	-0.109E-01	0.100E+03	0.385E+02	0.112E-02	1
006	0.280	0.420	0.990E-02	0.000E+00	-0.108E-01	0.100E+03	0.420E+02	0.107E-02	1
007	0.280	0.420	0.990E-02	0.000E+00	-0.108E-01	0.100E+03	0.420E+02	0.107E-02	1
007	0.245	0.455	0.952E-02	0.000E+00	-0.107E-01	0.100E+03	0.455E+02	0.103E-02	1



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 28/01/2026 - 12:16:28
Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE
Projet : Pieux
Module : Piecoef+ (Cas 3/6)
Titre du calcul : Pieux - péniches - ELS

007	0.210	0.490	0.915E-02	0.000E+00	-0.106E-01	0.100E+03	0.490E+02	0.993E-03	1
008	0.210	0.490	0.915E-02	0.000E+00	-0.106E-01	0.100E+03	0.490E+02	0.993E-03	1
008	0.175	0.525	0.878E-02	0.000E+00	-0.105E-01	0.100E+03	0.525E+02	0.953E-03	1
008	0.140	0.560	0.842E-02	0.000E+00	-0.103E-01	0.100E+03	0.560E+02	0.913E-03	1
009	0.140	0.560	0.842E-02	0.000E+00	-0.103E-01	0.100E+03	0.560E+02	0.913E-03	1
009	0.105	0.595	0.806E-02	0.000E+00	-0.102E-01	0.100E+03	0.595E+02	0.874E-03	1
009	0.070	0.630	0.770E-02	0.000E+00	-0.100E-01	0.100E+03	0.630E+02	0.836E-03	1
010	0.070	0.630	0.770E-02	0.000E+00	-0.100E-01	0.100E+03	0.630E+02	0.836E-03	1
010	0.035	0.665	0.736E-02	0.000E+00	-0.983E-02	0.100E+03	0.665E+02	0.798E-03	1
010	0.000	0.700	0.702E-02	0.000E+00	-0.965E-02	0.100E+03	0.700E+02	0.761E-03	1
011	0.000	0.700	0.702E-02	0.000E+00	-0.965E-02	0.100E+03	0.700E+02	0.900E+03	2
011	-0.190	0.890	0.529E-02	0.000E+00	-0.853E-02	0.583E+02	0.850E+02	0.900E+03	2
011	-0.380	1.080	0.378E-02	0.000E+00	-0.726E-02	0.166E+02	0.921E+02	0.900E+03	2
012	-0.380	1.080	0.378E-02	0.000E+00	-0.726E-02	0.166E+02	0.921E+02	0.624E+03	2
012	-0.570	1.270	0.253E-02	0.000E+00	-0.593E-02	-0.124E+02	0.925E+02	0.624E+03	2
012	-0.760	1.460	0.153E-02	0.000E+00	-0.463E-02	-0.414E+02	0.874E+02	0.624E+03	2
013	-0.760	1.460	0.153E-02	0.000E+00	-0.463E-02	-0.414E+02	0.874E+02	0.522E+03	1
013	-0.950	1.650	0.766E-03	0.000E+00	-0.344E-02	-0.592E+02	0.777E+02	0.261E+03	1
013	-1.140	1.840	0.212E-03	0.000E+00	-0.241E-02	-0.667E+02	0.656E+02	0.723E+02	1
014	-1.140	1.840	0.212E-03	0.000E+00	-0.241E-02	-0.667E+02	0.656E+02	0.815E+02	1
014	-1.330	2.030	-0.163E-03	0.000E+00	-0.157E-02	-0.669E+02	0.528E+02	-0.628E+02	1
014	-1.520	2.220	-0.395E-03	0.000E+00	-0.898E-03	-0.617E+02	0.405E+02	-0.152E+03	1
015	-1.520	2.220	-0.395E-03	0.000E+00	-0.898E-03	-0.617E+02	0.405E+02	-0.152E+03	1
015	-1.710	2.410	-0.516E-03	0.000E+00	-0.399E-03	-0.535E+02	0.295E+02	-0.198E+03	1
015	-1.900	2.600	-0.555E-03	0.000E+00	-0.439E-04	-0.438E+02	0.203E+02	-0.214E+03	1
016	-1.900	2.600	-0.555E-03	0.000E+00	-0.439E-04	-0.438E+02	0.203E+02	-0.214E+03	1
016	-2.090	2.790	-0.540E-03	0.000E+00	0.191E-03	-0.340E+02	0.129E+02	-0.208E+03	1
016	-2.280	2.980	-0.488E-03	0.000E+00	0.334E-03	-0.248E+02	0.731E+01	-0.188E+03	1
017	-2.280	2.980	-0.488E-03	0.000E+00	0.334E-03	-0.248E+02	0.731E+01	-0.188E+03	1
017	-2.470	3.170	-0.417E-03	0.000E+00	0.409E-03	-0.167E+02	0.339E+01	-0.160E+03	1
017	-2.660	3.360	-0.336E-03	0.000E+00	0.438E-03	-0.998E+01	0.877E+00	-0.129E+03	1
018	-2.660	3.360	-0.336E-03	0.000E+00	0.438E-03	-0.998E+01	0.877E+00	-0.129E+03	1
018	-2.850	3.550	-0.252E-03	0.000E+00	0.439E-03	-0.473E+01	-0.497E+00	-0.971E+02	1
018	-3.040	3.740	-0.170E-03	0.000E+00	0.428E-03	-0.975E+00	-0.102E+01	-0.653E+02	1
019	-3.040	3.740	-0.170E-03	0.000E+00	0.428E-03	-0.975E+00	-0.102E+01	-0.653E+02	1
019	-3.230	3.930	-0.899E-04	0.000E+00	0.413E-03	0.134E+01	-0.959E+00	-0.346E+02	1
019	-3.420	4.120	-0.126E-04	0.000E+00	0.402E-03	0.225E+01	-0.597E+00	-0.485E+01	1
020	-3.420	4.120	-0.126E-04	0.000E+00	0.402E-03	0.225E+01	-0.597E+00	-0.485E+01	1
020	-3.610	4.310	0.631E-04	0.000E+00	0.396E-03	0.180E+01	-0.192E+00	0.243E+02	1
020	-3.800	4.500	0.138E-03	0.000E+00	0.395E-03	0.666E-14	-0.190E-13	0.532E+02	1
max+			0.146E-01	0.000E+00	0.439E-03	0.100E+03	0.925E+02	0.900E+03	
max-			-0.555E-03	0.000E+00	-0.115E-01	-0.669E+02	-0.102E+01	-0.214E+03	

 RESULTATS COMPLEMENTAIRES

Charges de flambement pour chaque mode

Mode	Charge
001	0.585E+04
002	0.346E+05
003	0.509E+05
004	0.102E+06
005	0.113E+06
006	0.167E+06
007	0.238E+06
008	0.323E+06
009	0.424E+06
010	0.541E+06
011	0.672E+06
012	0.814E+06
013	0.109E+07
014	0.123E+07
015	0.146E+07
016	0.175E+07
017	0.208E+07
018	0.241E+07
019	0.278E+07
020	0.326E+07
021	0.380E+07

Mode de flambement critique

Xn	Yn
0.000	0.100E+01
0.070	0.954E+00



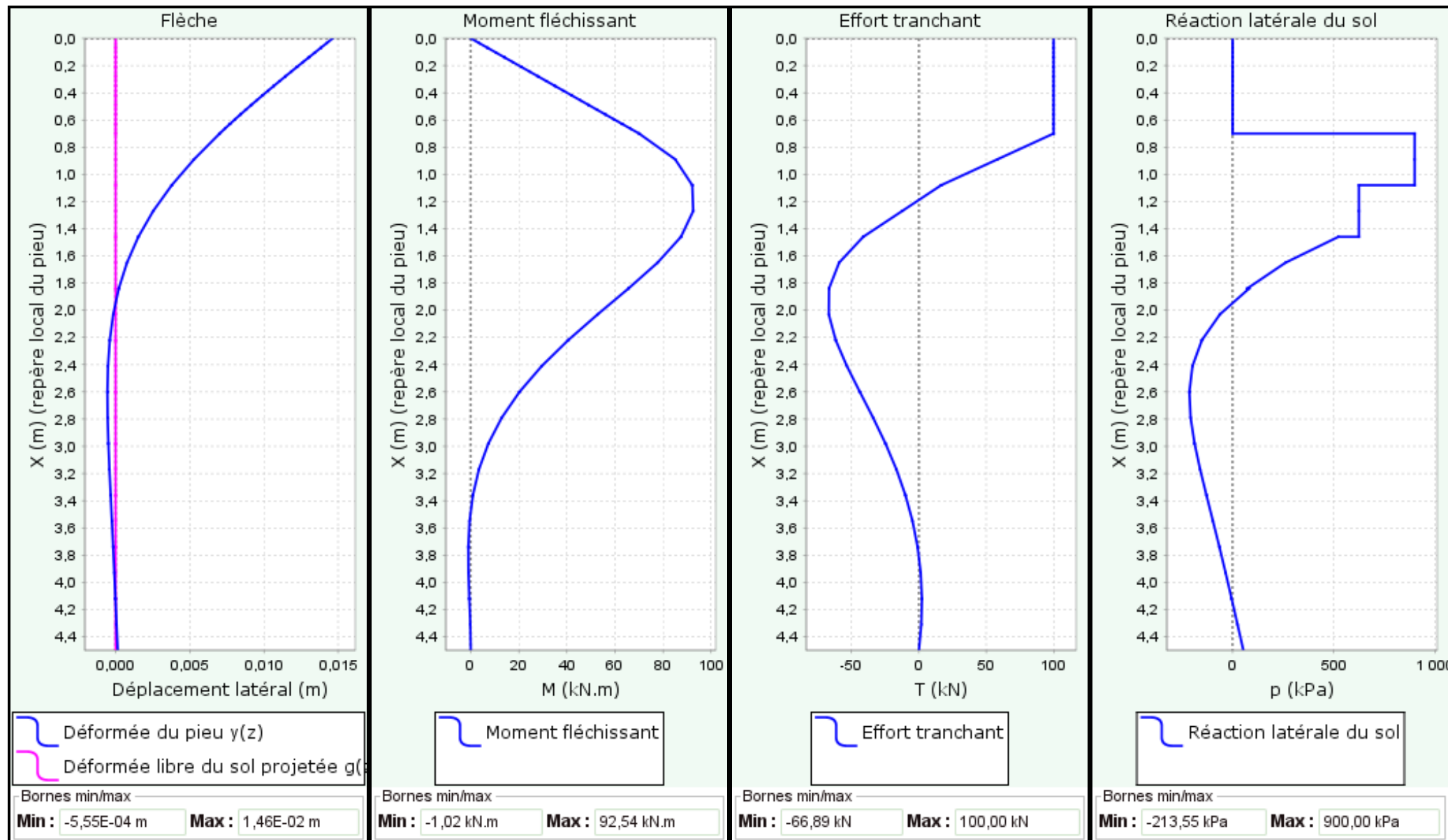
FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 28/01/2026 - 12:16:28
 Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE
 Projet : Pieux
 Module : Piecoef+ (Cas 3/6)
 Titre du calcul : Pieux - péniches - ELS

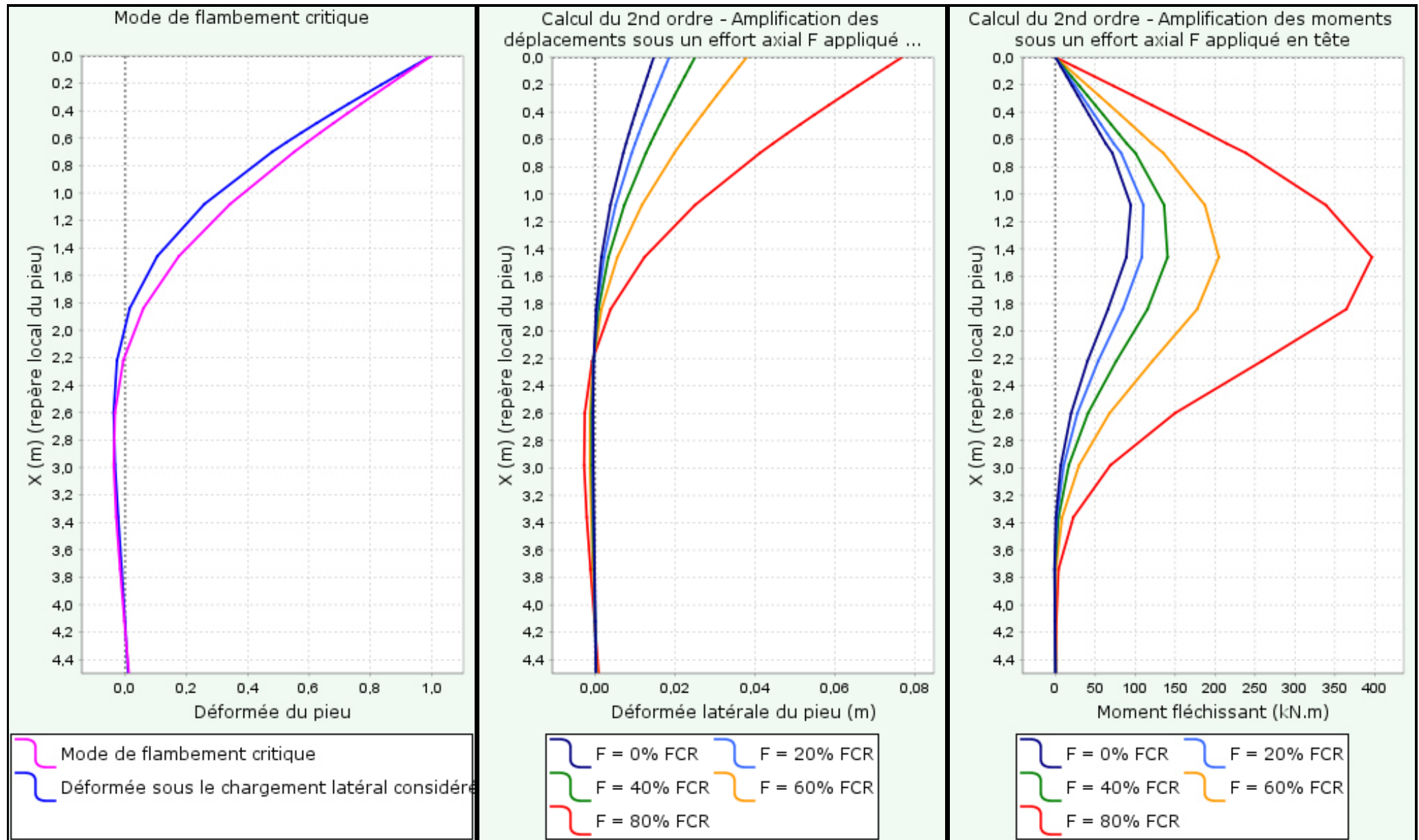
0.140	0.907E+00
0.210	0.861E+00
0.280	0.815E+00
0.350	0.770E+00
0.420	0.725E+00
0.490	0.680E+00
0.560	0.636E+00
0.630	0.593E+00
0.700	0.551E+00
1.080	0.342E+00
1.460	0.175E+00
1.840	0.591E-01
2.220	-0.641E-02
2.600	-0.338E-01
2.980	-0.376E-01
3.360	-0.295E-01
3.740	-0.168E-01
4.120	-0.267E-02
4.500	0.119E-01

>HTG

Résultats principaux



Résultats de flambement (Charge critique de flambement FCR = 5852 kN)



Données

Titre du projet : VNF – Aménagement des Ports du Somail et de la Robine

Numéro d'affaire : C.24.41.150

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Pieux - péniches - ELU (Cas 4)

Type de calcul : Calcul de pieu sous sollicitations latérales

Loi p-y avec saisie directe des données pressiométriques

Cas où les sollicitations de courte durée en tête dominent

Cote de référence (m) : 0,70

Inclinaison du pieu (°) : 0,0

Nb d'incréments : 20

Nb d'itérations par incrément : 100

Prise en compte d'une dégradation à proximité de la surface : Oui

Cote du toit de la zone de dégradation (m) : 0.0

Cote de la base de la zone de dégradation (m) : -0.98

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	EM	α	B	pf*	pl*
1	Air		0,00	1,00E-02	1,00	0,30	0,01	0,01
2	C1		-3,80	2,50E04	0,66	0,30	900,00	1800,00

Prise en compte des déformations d'effort tranchant : Non

Discrétisation

Nom	h	EI	n
Air	0,70	1,33E04	10
C1	3,80	1,33E04	10

Charges ponctuelles

N°	Z	T	M	K	C
0	0,70	150,00	0,00	0,00E00	0,00E00
1	0,00	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
2	-3,80	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00

Activer les cas de charge multiples en tête : Non

File : C:\Users\hmiche1\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\3860\PC.8.resu

Calcul réalisé le : 28/01/2026 à 12h16
par : HYDROGEOTECHNIQUE

Titre du calcul : Pieux - péniches - ELU

nb d'incréments : 020
itération : 001Cote de référence : 0.700
Inclinaison(°) : 0.000

Type de calcul : Calcul de Pieu sous sollicitations latérales

Loi élastoplastique de mobilisation de la réaction latérale du sol définie à partir des caractéristiques pressiométriques

Type de sollicitations : 3. Cas où les sollicitations de courte durée en tête dominant

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	EI	EM	alpha	B	pf	pl
01	0.00	0.133E+05	0.01	1.00	0.300	0.01	0.01
02	-3.80	0.133E+05	25000.00	0.66	0.300	900.00	1800.00

Discretisation du pieu (Paramètres du calcul)

Elément	XL	EI	ks1*B	p1*B	ks2*B	p2*B
001	0.070	0.1326E+05	0.2647E-01	0.3000E-02	0.0000E+00	0.3000E-02
002	0.070	0.1326E+05	0.2647E-01	0.3000E-02	0.0000E+00	0.3000E-02
003	0.070	0.1326E+05	0.2647E-01	0.3000E-02	0.0000E+00	0.3000E-02
004	0.070	0.1326E+05	0.2647E-01	0.3000E-02	0.0000E+00	0.3000E-02
005	0.070	0.1326E+05	0.2647E-01	0.3000E-02	0.0000E+00	0.3000E-02
006	0.070	0.1326E+05	0.2647E-01	0.3000E-02	0.0000E+00	0.3000E-02
007	0.070	0.1326E+05	0.2647E-01	0.3000E-02	0.0000E+00	0.3000E-02
008	0.070	0.1326E+05	0.2647E-01	0.3000E-02	0.0000E+00	0.3000E-02
009	0.070	0.1326E+05	0.2647E-01	0.3000E-02	0.0000E+00	0.3000E-02
010	0.070	0.1326E+05	0.2647E-01	0.3000E-02	0.0000E+00	0.3000E-02
011	0.380	0.1326E+05	0.9384E+05	0.2700E+03	0.0000E+00	0.2700E+03
012	0.380	0.1326E+05	0.6512E+05	0.1873E+03	0.0000E+00	0.1873E+03
013	0.380	0.1326E+05	0.8331E+05	0.2397E+03	0.0000E+00	0.2397E+03
014	0.380	0.1326E+05	0.9384E+05	0.2700E+03	0.0000E+00	0.2700E+03
015	0.380	0.1326E+05	0.9384E+05	0.2700E+03	0.0000E+00	0.2700E+03
016	0.380	0.1326E+05	0.9384E+05	0.2700E+03	0.0000E+00	0.2700E+03
017	0.380	0.1326E+05	0.9384E+05	0.2700E+03	0.0000E+00	0.2700E+03
018	0.380	0.1326E+05	0.9384E+05	0.2700E+03	0.0000E+00	0.2700E+03
019	0.380	0.1326E+05	0.9384E+05	0.2700E+03	0.0000E+00	0.2700E+03
020	0.380	0.1326E+05	0.9384E+05	0.2700E+03	0.0000E+00	0.2700E+03

Nombre total d'éléments : 020

Points de calcul (repère local)

Noeud	Xn	cote
001	0.000	0.700
002	0.070	0.630
003	0.140	0.560
004	0.210	0.490
005	0.280	0.420
006	0.350	0.350
007	0.420	0.280
008	0.490	0.210

009	0.560	0.140
010	0.630	0.070
011	0.700	0.000
012	1.080	-0.380
013	1.460	-0.760
014	1.840	-1.140
015	2.220	-1.520
016	2.600	-1.900
017	2.980	-2.280
018	3.360	-2.660
019	3.740	-3.040
020	4.120	-3.420
021	4.500	-3.800

Nombre total de noeuds : 021

Charges ponctuelles (repère local)

Noeud	T	Mx
001	150.000	0.000

=====

=====SOLUTION=====

=====

Matrice de raideur en tête du pieu

T	r1 r2	y	T0
	=		+
M	r2 r3	w	M0

r1 = 0.1110E+05 T0 = 0.1077E+03
r2 = -0.1304E+05 M0 = -0.6185E+02
r3 = 0.2097E+05

Déplacements et sollicitations en tout point du pieu

Notations

Z : cote (longueur)
X : abscisse - repère local du pieu (longueur)
y : flèche absolue latérale du pieu (longueur)
w : rotation de la section
g : déformée libre du sol projetée (longueur)
M : moment fléchissant (force x longueur)
T :effort tranchant (force)
r : réaction latérale du sol (force / unité de surface)

Elément	Z	X	y	g	w	T	M	r	palier
001	0.700	0.000	0.271E-01	0.000E+00	-0.198E-01	0.150E+03	-0.238E-08	0.239E-02	1
001	0.665	0.035	0.264E-01	0.000E+00	-0.198E-01	0.150E+03	0.525E+01	0.233E-02	1
001	0.630	0.070	0.257E-01	0.000E+00	-0.197E-01	0.150E+03	0.105E+02	0.226E-02	1
002	0.630	0.070	0.257E-01	0.000E+00	-0.197E-01	0.150E+03	0.105E+02	0.226E-02	1
002	0.595	0.105	0.250E-01	0.000E+00	-0.197E-01	0.150E+03	0.157E+02	0.220E-02	1
002	0.560	0.140	0.243E-01	0.000E+00	-0.197E-01	0.150E+03	0.210E+02	0.214E-02	1
003	0.560	0.140	0.243E-01	0.000E+00	-0.197E-01	0.150E+03	0.210E+02	0.214E-02	1
003	0.525	0.175	0.236E-01	0.000E+00	-0.196E-01	0.150E+03	0.262E+02	0.208E-02	1
003	0.490	0.210	0.229E-01	0.000E+00	-0.195E-01	0.150E+03	0.315E+02	0.202E-02	1
004	0.490	0.210	0.229E-01	0.000E+00	-0.195E-01	0.150E+03	0.315E+02	0.202E-02	1
004	0.455	0.245	0.222E-01	0.000E+00	-0.194E-01	0.150E+03	0.367E+02	0.196E-02	1
004	0.420	0.280	0.216E-01	0.000E+00	-0.193E-01	0.150E+03	0.420E+02	0.190E-02	1
005	0.420	0.280	0.216E-01	0.000E+00	-0.193E-01	0.150E+03	0.420E+02	0.190E-02	1
005	0.385	0.315	0.209E-01	0.000E+00	-0.192E-01	0.150E+03	0.472E+02	0.184E-02	1
005	0.350	0.350	0.202E-01	0.000E+00	-0.191E-01	0.150E+03	0.525E+02	0.178E-02	1
006	0.350	0.350	0.202E-01	0.000E+00	-0.191E-01	0.150E+03	0.525E+02	0.178E-02	1
006	0.315	0.385	0.195E-01	0.000E+00	-0.189E-01	0.150E+03	0.577E+02	0.172E-02	1
006	0.280	0.420	0.189E-01	0.000E+00	-0.188E-01	0.150E+03	0.630E+02	0.167E-02	1
007	0.280	0.420	0.189E-01	0.000E+00	-0.188E-01	0.150E+03	0.630E+02	0.167E-02	1
007	0.245	0.455	0.182E-01	0.000E+00	-0.186E-01	0.150E+03	0.682E+02	0.161E-02	1



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 28/01/2026 - 12:17:21
Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE
Projet : Pieux
Module : Piecoef+ (Cas 4/6)
Titre du calcul : Pieux - péniches- ELU

007	0.210	0.490	0.176E-01	0.000E+00	-0.184E-01	0.150E+03	0.735E+02	0.155E-02	1
008	0.210	0.490	0.176E-01	0.000E+00	-0.184E-01	0.150E+03	0.735E+02	0.155E-02	1
008	0.175	0.525	0.169E-01	0.000E+00	-0.182E-01	0.150E+03	0.787E+02	0.150E-02	1
008	0.140	0.560	0.163E-01	0.000E+00	-0.180E-01	0.150E+03	0.840E+02	0.144E-02	1
009	0.140	0.560	0.163E-01	0.000E+00	-0.180E-01	0.150E+03	0.840E+02	0.144E-02	1
009	0.105	0.595	0.157E-01	0.000E+00	-0.178E-01	0.150E+03	0.892E+02	0.138E-02	1
009	0.070	0.630	0.151E-01	0.000E+00	-0.175E-01	0.150E+03	0.945E+02	0.133E-02	1
010	0.070	0.630	0.151E-01	0.000E+00	-0.175E-01	0.150E+03	0.945E+02	0.133E-02	1
010	0.035	0.665	0.145E-01	0.000E+00	-0.173E-01	0.150E+03	0.997E+02	0.128E-02	1
010	0.000	0.700	0.139E-01	0.000E+00	-0.170E-01	0.150E+03	0.105E+03	0.122E-02	1
011	0.000	0.700	0.139E-01	0.000E+00	-0.170E-01	0.150E+03	0.105E+03	0.900E+03	2
011	-0.190	0.890	0.108E-01	0.000E+00	-0.153E-01	0.987E+02	0.129E+03	0.900E+03	2
011	-0.380	1.080	0.805E-02	0.000E+00	-0.134E-01	0.474E+02	0.143E+03	0.900E+03	2
012	-0.380	1.080	0.805E-02	0.000E+00	-0.134E-01	0.474E+02	0.143E+03	0.624E+03	2
012	-0.570	1.270	0.571E-02	0.000E+00	-0.113E-01	0.118E+02	0.148E+03	0.624E+03	2
012	-0.760	1.460	0.377E-02	0.000E+00	-0.915E-02	-0.238E+02	0.147E+03	0.624E+03	2
013	-0.760	1.460	0.377E-02	0.000E+00	-0.915E-02	-0.238E+02	0.147E+03	0.105E+04	1
013	-0.950	1.650	0.223E-02	0.000E+00	-0.710E-02	-0.708E+02	0.138E+03	0.620E+03	1
013	-1.140	1.840	0.106E-02	0.000E+00	-0.524E-02	-0.964E+02	0.121E+03	0.295E+03	1
014	-1.140	1.840	0.106E-02	0.000E+00	-0.524E-02	-0.964E+02	0.121E+03	0.332E+03	1
014	-1.330	2.030	0.223E-03	0.000E+00	-0.364E-02	-0.107E+03	0.102E+03	0.699E+02	1
014	-1.520	2.220	-0.338E-03	0.000E+00	-0.232E-02	-0.106E+03	0.814E+02	-0.106E+03	1
015	-1.520	2.220	-0.338E-03	0.000E+00	-0.232E-02	-0.106E+03	0.814E+02	-0.106E+03	1
015	-1.710	2.410	-0.678E-03	0.000E+00	-0.130E-02	-0.967E+02	0.621E+02	-0.212E+03	1
015	-1.900	2.600	-0.848E-03	0.000E+00	-0.534E-03	-0.828E+02	0.450E+02	-0.265E+03	1
016	-1.900	2.600	-0.848E-03	0.000E+00	-0.534E-03	-0.828E+02	0.450E+02	-0.265E+03	1
016	-2.090	2.790	-0.895E-03	0.000E+00	0.499E-05	-0.672E+02	0.307E+02	-0.280E+03	1
016	-2.280	2.980	-0.857E-03	0.000E+00	0.361E-03	-0.514E+02	0.194E+02	-0.268E+03	1
017	-2.280	2.980	-0.857E-03	0.000E+00	0.361E-03	-0.514E+02	0.194E+02	-0.268E+03	1
017	-2.470	3.170	-0.767E-03	0.000E+00	0.576E-03	-0.369E+02	0.111E+02	-0.240E+03	1
017	-2.660	3.360	-0.645E-03	0.000E+00	0.691E-03	-0.243E+02	0.531E+01	-0.202E+03	1
018	-2.660	3.360	-0.645E-03	0.000E+00	0.691E-03	-0.243E+02	0.531E+01	-0.202E+03	1
018	-2.850	3.550	-0.508E-03	0.000E+00	0.739E-03	-0.140E+02	0.171E+01	-0.159E+03	1
018	-3.040	3.740	-0.367E-03	0.000E+00	0.748E-03	-0.618E+01	-0.162E+00	-0.115E+03	1
019	-3.040	3.740	-0.367E-03	0.000E+00	0.748E-03	-0.618E+01	-0.162E+00	-0.115E+03	1
019	-3.230	3.930	-0.225E-03	0.000E+00	0.740E-03	-0.904E+00	-0.794E+00	-0.704E+02	1
019	-3.420	4.120	-0.855E-04	0.000E+00	0.729E-03	0.186E+01	-0.664E+00	-0.267E+02	1
020	-3.420	4.120	-0.855E-04	0.000E+00	0.729E-03	0.186E+01	-0.664E+00	-0.267E+02	1
020	-3.610	4.310	0.523E-04	0.000E+00	0.722E-03	0.216E+01	-0.243E+00	0.164E+02	1
020	-3.800	4.500	0.189E-03	0.000E+00	0.721E-03	0.255E-13	-0.447E-13	0.592E+02	1
max+			0.271E-01	0.000E+00	0.748E-03	0.150E+03	0.148E+03	0.105E+04	
max-			-0.895E-03	0.000E+00	-0.198E-01	-0.107E+03	-0.794E+00	-0.280E+03	

 RESULTATS COMPLEMENTAIRES

Charges de flambement pour chaque mode

Mode	Charge
001	0.585E+04
002	0.346E+05
003	0.509E+05
004	0.102E+06
005	0.113E+06
006	0.167E+06
007	0.238E+06
008	0.323E+06
009	0.424E+06
010	0.541E+06
011	0.672E+06
012	0.814E+06
013	0.109E+07
014	0.123E+07
015	0.146E+07
016	0.175E+07
017	0.208E+07
018	0.241E+07
019	0.278E+07
020	0.326E+07
021	0.380E+07

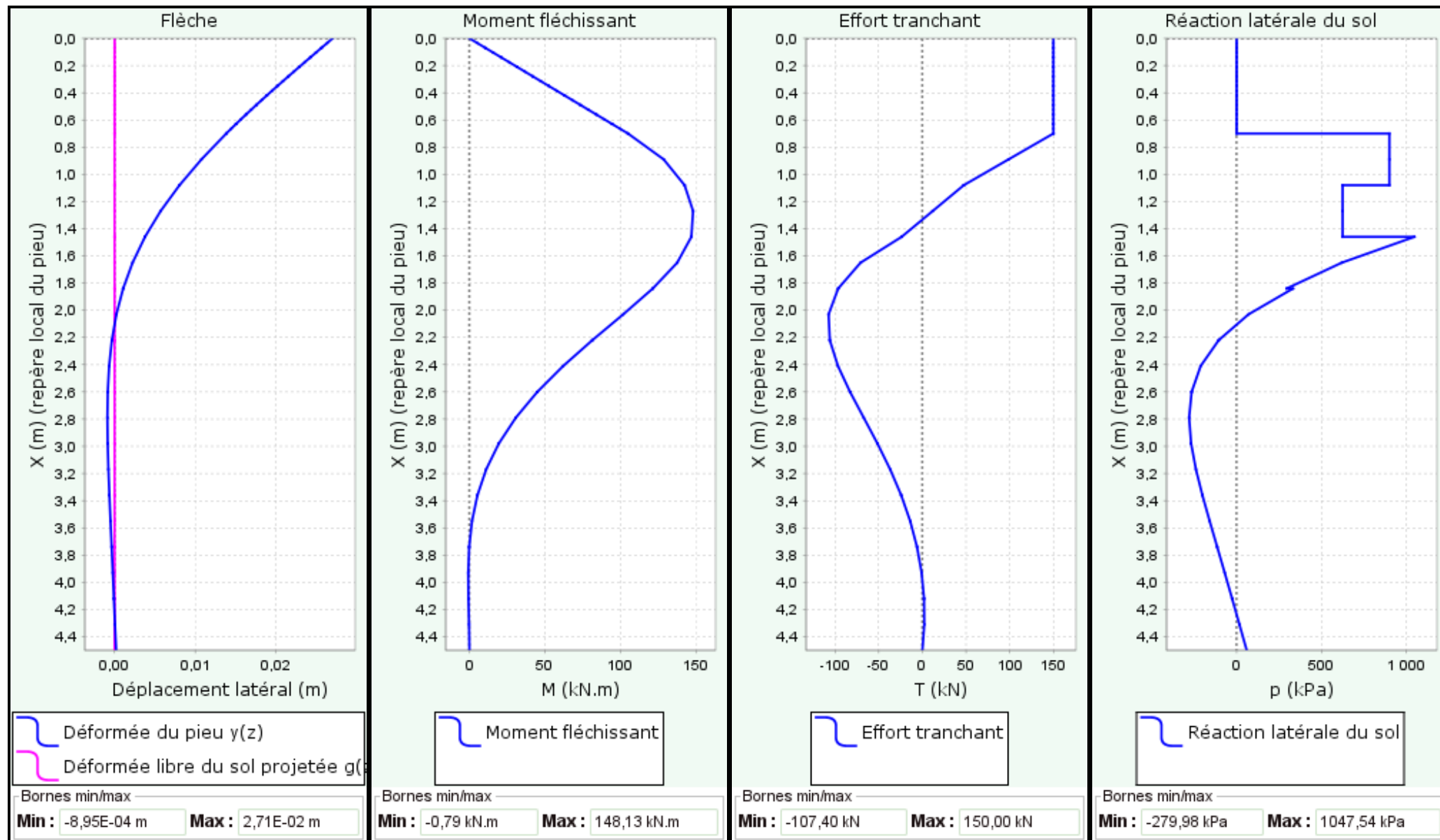
Mode de flambement critique

Xn	Yn
0.000	0.100E+01
0.070	0.954E+00

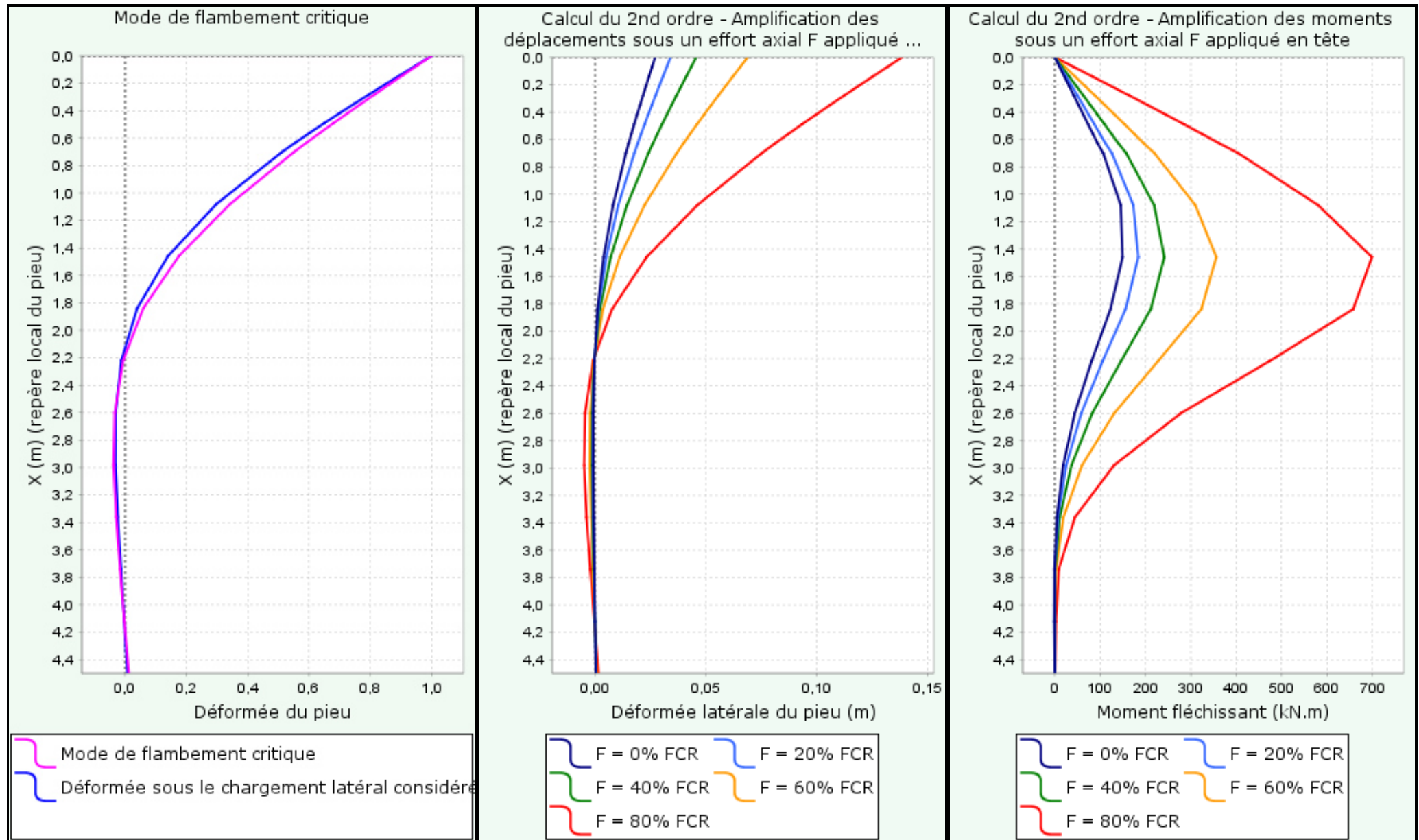
0.140	0.907E+00
0.210	0.861E+00
0.280	0.815E+00
0.350	0.770E+00
0.420	0.725E+00
0.490	0.680E+00
0.560	0.636E+00
0.630	0.593E+00
0.700	0.551E+00
1.080	0.342E+00
1.460	0.175E+00
1.840	0.591E-01
2.220	-0.641E-02
2.600	-0.338E-01
2.980	-0.376E-01
3.360	-0.295E-01
3.740	-0.168E-01
4.120	-0.267E-02
4.500	0.119E-01

>HTG

Résultats principaux



Résultats de flambement (Charge critique de flambement FCR = 5852 kN)



Données

Titre du projet : VNF – Aménagement des Ports du Somail et de la Robine

Numéro d'affaire : C.24.41.150

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Pontons - ELS (Cas 5)

Type de calcul : Calcul de pieu sous sollicitations latérales

Loi p-y avec saisie directe des données pressiométriques

Cas où les sollicitations de courte durée en tête dominent

Cote de référence (m) : 0,70

Inclinaison du pieu (°) : 0,0

Nb d'incréments : 20

Nb d'itérations par incrément : 100

Prise en compte d'une dégradation à proximité de la surface : Oui

Cote du toit de la zone de dégradation (m) : -1.8

Cote de la base de la zone de dégradation (m) : -2.04

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	EM	α	B	pf*	pl*
1	Air		0,00	1,00E-02	1,00	0,51	0,01	0,01
2	Eau		-1,80	1,00E-02	1,00	0,51	0,01	0,01
3	C1		-4,60	2,50E04	0,66	0,51	900,00	1800,00
4	C2		-5,60	4,00E04	0,33	0,51	1400,00	2700,00

Prise en compte des déformations d'effort tranchant : Non

Discretisation

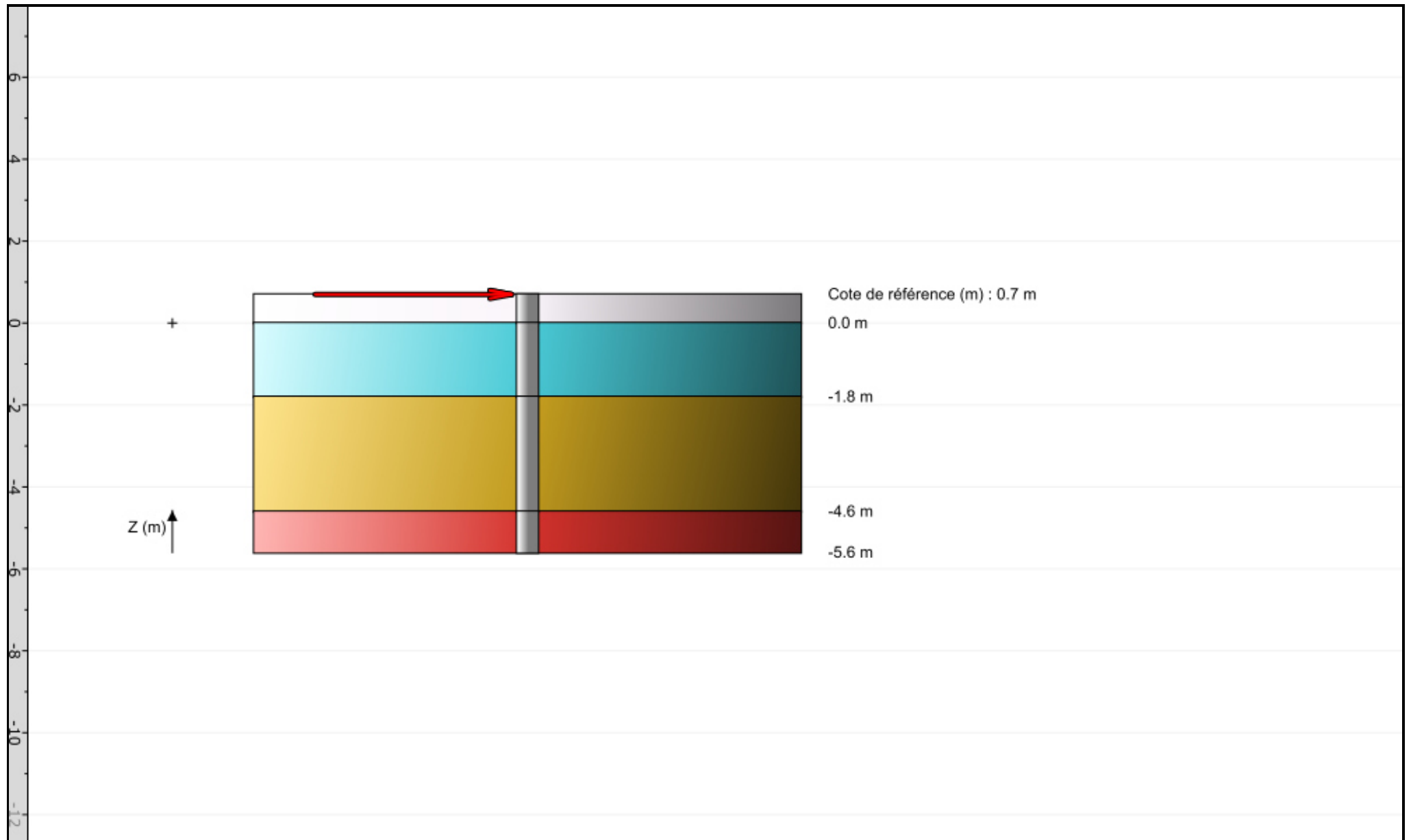
Nom	h	EI	n
Air	0,70	1,30E05	10
Eau	1,80	1,30E05	10
C1	2,80	1,30E05	10
C2	1,00	1,30E05	10

Charges ponctuelles

N°	Z	T	M	K	C
0	0,70	78,00	0,00	0,00E00	0,00E00
1	0,00	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
2	-1,80	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
3	-4,60	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
4	-5,60	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00

Activer les cas de charge multiples en tête : Non

Onglet "Paramètres généraux"



File : C:\Users\hmiche\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\3860\PC.11.resu

Calcul réalisé le : 28/01/2026 à 10h39
par : HYDROGEOTECHNIQUE

Titre du calcul : Pontons - ELS

nb d'incréments : 020
itération : 001Cote de référence : 0.700
Inclinaison(°) : 0.000

Type de calcul : Calcul de Pieu sous sollicitations latérales

Loi élastoplastique de mobilisation de la réaction latérale du sol définie à partir des caractéristiques pressiométriques

Type de sollicitations : 3. Cas où les sollicitations de courte durée en tête dominant

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	EI	EM	alpha	B	pf	pl
01	0.00	0.130E+06	0.01	1.00	0.508	0.01	0.01
02	-1.80	0.130E+06	0.01	1.00	0.508	0.01	0.01
03	-4.60	0.130E+06	25000.00	0.66	0.508	900.00	1800.00
04	-5.60	0.130E+06	40000.00	0.33	0.508	1400.00	2700.00

Discrétisation du pieu (Paramètres du calcul)

Elément	XL	EI	ks1*B	pl*B	ks2*B	p2*B
001	0.070	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
002	0.070	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
003	0.070	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
004	0.070	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
005	0.070	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
006	0.070	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
007	0.070	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
008	0.070	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
009	0.070	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
010	0.070	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
011	0.180	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
012	0.180	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
013	0.180	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
014	0.180	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
015	0.180	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
016	0.180	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
017	0.180	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
018	0.180	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
019	0.180	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
020	0.180	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
021	0.280	0.1297E+06	0.4692E+05	0.2286E+03	0.0000E+00	0.2286E+03
022	0.280	0.1297E+06	0.9384E+05	0.4572E+03	0.0000E+00	0.4572E+03
023	0.280	0.1297E+06	0.9384E+05	0.4572E+03	0.0000E+00	0.4572E+03
024	0.280	0.1297E+06	0.9384E+05	0.4572E+03	0.0000E+00	0.4572E+03
025	0.280	0.1297E+06	0.9384E+05	0.4572E+03	0.0000E+00	0.4572E+03
026	0.280	0.1297E+06	0.9384E+05	0.4572E+03	0.0000E+00	0.4572E+03
027	0.280	0.1297E+06	0.9384E+05	0.4572E+03	0.0000E+00	0.4572E+03
028	0.280	0.1297E+06	0.9384E+05	0.4572E+03	0.0000E+00	0.4572E+03
029	0.280	0.1297E+06	0.9384E+05	0.4572E+03	0.0000E+00	0.4572E+03
030	0.280	0.1297E+06	0.9384E+05	0.4572E+03	0.0000E+00	0.4572E+03
031	0.100	0.1297E+06	0.2213E+06	0.7112E+03	0.0000E+00	0.7112E+03
032	0.100	0.1297E+06	0.2213E+06	0.7112E+03	0.0000E+00	0.7112E+03
033	0.100	0.1297E+06	0.2213E+06	0.7112E+03	0.0000E+00	0.7112E+03
034	0.100	0.1297E+06	0.2213E+06	0.7112E+03	0.0000E+00	0.7112E+03
035	0.100	0.1297E+06	0.2213E+06	0.7112E+03	0.0000E+00	0.7112E+03
036	0.100	0.1297E+06	0.2213E+06	0.7112E+03	0.0000E+00	0.7112E+03
037	0.100	0.1297E+06	0.2213E+06	0.7112E+03	0.0000E+00	0.7112E+03

038	0.100	0.1297E+06	0.2213E+06	0.7112E+03	0.0000E+00	0.7112E+03
039	0.100	0.1297E+06	0.2213E+06	0.7112E+03	0.0000E+00	0.7112E+03
040	0.100	0.1297E+06	0.2213E+06	0.7112E+03	0.0000E+00	0.7112E+03

Nombre total d'éléments : 040

Points de calcul (repère local)

Noeud	Xn	cote
001	0.000	0.700
002	0.070	0.630
003	0.140	0.560
004	0.210	0.490
005	0.280	0.420
006	0.350	0.350
007	0.420	0.280
008	0.490	0.210
009	0.560	0.140
010	0.630	0.070
011	0.700	0.000
012	0.880	-0.180
013	1.060	-0.360
014	1.240	-0.540
015	1.420	-0.720
016	1.600	-0.900
017	1.780	-1.080
018	1.960	-1.260
019	2.140	-1.440
020	2.320	-1.620
021	2.500	-1.800
022	2.780	-2.080
023	3.060	-2.360
024	3.340	-2.640
025	3.620	-2.920
026	3.900	-3.200
027	4.180	-3.480
028	4.460	-3.760
029	4.740	-4.040
030	5.020	-4.320
031	5.300	-4.600
032	5.400	-4.700
033	5.500	-4.800
034	5.600	-4.900
035	5.700	-5.000
036	5.800	-5.100
037	5.900	-5.200
038	6.000	-5.300
039	6.100	-5.400
040	6.200	-5.500
041	6.300	-5.600

Nombre total de noeuds : 041

Charges ponctuelles (repère local)

Noeud	T	Mx
001	78.000	0.000

=====

=====SOLUTION=====

=====

Matrice de raideur en tête du pieu

T	r1	r2	y	T0
	=		+	
M	r2	r3	w	M0

r1 = 0.1964E+05 T0 = -0.9630E-05

r2 = -0.4067E+05 M0 = 0.2547E-04

r3 = 0.1157E+06

Déplacements et sollicitations en tout point du pieu

Notations

Z : cote (longueur)
X : abscisse - repère local du pieu (longueur)
y : flèche absolue latérale du pieu (longueur)
w : rotation de la section
g : déformée libre du sol projetée (longueur)
M : moment fléchissant (force x longueur)
T : effort tranchant (force)
r : réaction latérale du sol (force / unité de surface)

Elément	Z	X	y	g	w	T	M	r	palier
001	0.700	0.000	0.146E-01	0.000E+00	-0.514E-02	0.780E+02	0.548E-07	0.762E-03	1
001	0.665	0.035	0.144E-01	0.000E+00	-0.514E-02	0.780E+02	0.273E+01	0.752E-03	1
001	0.630	0.070	0.143E-01	0.000E+00	-0.514E-02	0.780E+02	0.546E+01	0.743E-03	1
002	0.630	0.070	0.143E-01	0.000E+00	-0.514E-02	0.780E+02	0.546E+01	0.743E-03	1
002	0.595	0.105	0.141E-01	0.000E+00	-0.514E-02	0.780E+02	0.819E+01	0.734E-03	1
002	0.560	0.140	0.139E-01	0.000E+00	-0.513E-02	0.780E+02	0.109E+02	0.724E-03	1
003	0.560	0.140	0.139E-01	0.000E+00	-0.513E-02	0.780E+02	0.109E+02	0.724E-03	1
003	0.525	0.175	0.137E-01	0.000E+00	-0.513E-02	0.780E+02	0.136E+02	0.715E-03	1
003	0.490	0.210	0.135E-01	0.000E+00	-0.513E-02	0.780E+02	0.164E+02	0.705E-03	1
004	0.490	0.210	0.135E-01	0.000E+00	-0.513E-02	0.780E+02	0.164E+02	0.705E-03	1
004	0.455	0.245	0.134E-01	0.000E+00	-0.512E-02	0.780E+02	0.191E+02	0.696E-03	1
004	0.420	0.280	0.132E-01	0.000E+00	-0.512E-02	0.780E+02	0.218E+02	0.687E-03	1
005	0.420	0.280	0.132E-01	0.000E+00	-0.512E-02	0.780E+02	0.218E+02	0.687E-03	1
005	0.385	0.315	0.130E-01	0.000E+00	-0.511E-02	0.780E+02	0.246E+02	0.677E-03	1
005	0.350	0.350	0.128E-01	0.000E+00	-0.510E-02	0.780E+02	0.273E+02	0.668E-03	1
006	0.350	0.350	0.128E-01	0.000E+00	-0.510E-02	0.780E+02	0.273E+02	0.668E-03	1
006	0.315	0.385	0.126E-01	0.000E+00	-0.510E-02	0.780E+02	0.300E+02	0.659E-03	1
006	0.280	0.420	0.125E-01	0.000E+00	-0.509E-02	0.780E+02	0.328E+02	0.650E-03	1
007	0.280	0.420	0.125E-01	0.000E+00	-0.509E-02	0.780E+02	0.328E+02	0.650E-03	1
007	0.245	0.455	0.123E-01	0.000E+00	-0.508E-02	0.780E+02	0.355E+02	0.640E-03	1
007	0.210	0.490	0.121E-01	0.000E+00	-0.507E-02	0.780E+02	0.382E+02	0.631E-03	1
008	0.210	0.490	0.121E-01	0.000E+00	-0.507E-02	0.780E+02	0.382E+02	0.631E-03	1
008	0.175	0.525	0.119E-01	0.000E+00	-0.506E-02	0.780E+02	0.409E+02	0.622E-03	1
008	0.140	0.560	0.118E-01	0.000E+00	-0.505E-02	0.780E+02	0.437E+02	0.613E-03	1
009	0.140	0.560	0.118E-01	0.000E+00	-0.505E-02	0.780E+02	0.437E+02	0.613E-03	1
009	0.105	0.595	0.116E-01	0.000E+00	-0.503E-02	0.780E+02	0.464E+02	0.603E-03	1
009	0.070	0.630	0.114E-01	0.000E+00	-0.502E-02	0.780E+02	0.491E+02	0.594E-03	1
010	0.070	0.630	0.114E-01	0.000E+00	-0.502E-02	0.780E+02	0.491E+02	0.594E-03	1
010	0.035	0.665	0.112E-01	0.000E+00	-0.501E-02	0.780E+02	0.519E+02	0.585E-03	1
010	0.000	0.700	0.111E-01	0.000E+00	-0.499E-02	0.780E+02	0.546E+02	0.576E-03	1
011	0.000	0.700	0.111E-01	0.000E+00	-0.499E-02	0.780E+02	0.546E+02	0.576E-03	1
011	-0.090	0.790	0.106E-01	0.000E+00	-0.495E-02	0.780E+02	0.616E+02	0.553E-03	1
011	-0.180	0.880	0.102E-01	0.000E+00	-0.491E-02	0.780E+02	0.686E+02	0.530E-03	1
012	-0.180	0.880	0.102E-01	0.000E+00	-0.491E-02	0.780E+02	0.686E+02	0.530E-03	1
012	-0.270	0.970	0.972E-02	0.000E+00	-0.486E-02	0.780E+02	0.757E+02	0.507E-03	1
012	-0.360	1.060	0.929E-02	0.000E+00	-0.480E-02	0.780E+02	0.827E+02	0.484E-03	1
013	-0.360	1.060	0.929E-02	0.000E+00	-0.480E-02	0.780E+02	0.827E+02	0.484E-03	1
013	-0.450	1.150	0.886E-02	0.000E+00	-0.474E-02	0.780E+02	0.897E+02	0.462E-03	1
013	-0.540	1.240	0.844E-02	0.000E+00	-0.468E-02	0.780E+02	0.967E+02	0.440E-03	1
014	-0.540	1.240	0.844E-02	0.000E+00	-0.468E-02	0.780E+02	0.967E+02	0.440E-03	1
014	-0.630	1.330	0.802E-02	0.000E+00	-0.461E-02	0.780E+02	0.104E+03	0.418E-03	1
014	-0.720	1.420	0.761E-02	0.000E+00	-0.453E-02	0.780E+02	0.111E+03	0.396E-03	1
015	-0.720	1.420	0.761E-02	0.000E+00	-0.453E-02	0.780E+02	0.111E+03	0.396E-03	1
015	-0.810	1.510	0.720E-02	0.000E+00	-0.445E-02	0.780E+02	0.118E+03	0.375E-03	1
015	-0.900	1.600	0.680E-02	0.000E+00	-0.437E-02	0.780E+02	0.125E+03	0.355E-03	1
016	-0.900	1.600	0.680E-02	0.000E+00	-0.437E-02	0.780E+02	0.125E+03	0.355E-03	1
016	-0.990	1.690	0.642E-02	0.000E+00	-0.428E-02	0.780E+02	0.132E+03	0.334E-03	1
016	-1.080	1.780	0.603E-02	0.000E+00	-0.419E-02	0.780E+02	0.139E+03	0.314E-03	1
017	-1.080	1.780	0.603E-02	0.000E+00	-0.419E-02	0.780E+02	0.139E+03	0.314E-03	1
017	-1.170	1.870	0.566E-02	0.000E+00	-0.409E-02	0.780E+02	0.146E+03	0.295E-03	1
017	-1.260	1.960	0.530E-02	0.000E+00	-0.398E-02	0.780E+02	0.153E+03	0.276E-03	1
018	-1.260	1.960	0.530E-02	0.000E+00	-0.398E-02	0.780E+02	0.153E+03	0.276E-03	1
018	-1.350	2.050	0.494E-02	0.000E+00	-0.388E-02	0.780E+02	0.160E+03	0.258E-03	1
018	-1.440	2.140	0.460E-02	0.000E+00	-0.376E-02	0.780E+02	0.167E+03	0.240E-03	1
019	-1.440	2.140	0.460E-02	0.000E+00	-0.376E-02	0.780E+02	0.167E+03	0.240E-03	1
019	-1.530	2.230	0.427E-02	0.000E+00	-0.364E-02	0.780E+02	0.174E+03	0.222E-03	1
019	-1.620	2.320	0.395E-02	0.000E+00	-0.352E-02	0.780E+02	0.181E+03	0.206E-03	1
020	-1.620	2.320	0.395E-02	0.000E+00	-0.352E-02	0.780E+02	0.181E+03	0.206E-03	1
020	-1.710	2.410	0.363E-02	0.000E+00	-0.339E-02	0.780E+02	0.188E+03	0.189E-03	1
020	-1.800	2.500	0.333E-02	0.000E+00	-0.326E-02	0.780E+02	0.195E+03	0.174E-03	1
021	-1.800	2.500	0.333E-02	0.000E+00	-0.326E-02	0.780E+02	0.195E+03	0.308E+03	1
021	-1.940	2.640	0.289E-02	0.000E+00	-0.304E-02	0.576E+02	0.204E+03	0.267E+03	1
021	-2.080	2.780	0.248E-02	0.000E+00	-0.282E-02	0.399E+02	0.211E+03	0.229E+03	1
022	-2.080	2.780	0.248E-02	0.000E+00	-0.282E-02	0.399E+02	0.211E+03	0.459E+03	1

022	-2.220	2.920	0.210E-02	0.000E+00	-0.259E-02	0.984E+01	0.215E+03	0.389E+03	1
022	-2.360	3.060	0.176E-02	0.000E+00	-0.236E-02	-0.155E+02	0.214E+03	0.325E+03	1
023	-2.360	3.060	0.176E-02	0.000E+00	-0.236E-02	-0.155E+02	0.214E+03	0.325E+03	1
023	-2.500	3.200	0.144E-02	0.000E+00	-0.213E-02	-0.365E+02	0.211E+03	0.267E+03	1
023	-2.640	3.340	0.116E-02	0.000E+00	-0.191E-02	-0.535E+02	0.204E+03	0.214E+03	1
024	-2.640	3.340	0.116E-02	0.000E+00	-0.191E-02	-0.535E+02	0.204E+03	0.214E+03	1
024	-2.780	3.480	0.909E-03	0.000E+00	-0.169E-02	-0.671E+02	0.196E+03	0.168E+03	1
024	-2.920	3.620	0.687E-03	0.000E+00	-0.148E-02	-0.776E+02	0.186E+03	0.127E+03	1
025	-2.920	3.620	0.687E-03	0.000E+00	-0.148E-02	-0.776E+02	0.186E+03	0.127E+03	1
025	-3.060	3.760	0.493E-03	0.000E+00	-0.129E-02	-0.853E+02	0.174E+03	0.911E+02	1
025	-3.200	3.900	0.326E-03	0.000E+00	-0.111E-02	-0.906E+02	0.162E+03	0.601E+02	1
026	-3.200	3.900	0.326E-03	0.000E+00	-0.111E-02	-0.906E+02	0.162E+03	0.601E+02	1
026	-3.340	4.040	0.182E-03	0.000E+00	-0.940E-03	-0.939E+02	0.149E+03	0.337E+02	1
026	-3.480	4.180	0.616E-04	0.000E+00	-0.787E-03	-0.955E+02	0.136E+03	0.114E+02	1
027	-3.480	4.180	0.616E-04	0.000E+00	-0.787E-03	-0.955E+02	0.136E+03	0.114E+02	1
027	-3.620	4.320	-0.386E-04	0.000E+00	-0.648E-03	-0.956E+02	0.122E+03	-0.714E+01	1
027	-3.760	4.460	-0.120E-03	0.000E+00	-0.523E-03	-0.946E+02	0.109E+03	-0.222E+02	1
028	-3.760	4.460	-0.120E-03	0.000E+00	-0.523E-03	-0.946E+02	0.109E+03	-0.222E+02	1
028	-3.900	4.600	-0.186E-03	0.000E+00	-0.413E-03	-0.926E+02	0.957E+02	-0.343E+02	1
028	-4.040	4.740	-0.237E-03	0.000E+00	-0.316E-03	-0.898E+02	0.830E+02	-0.437E+02	1
029	-4.040	4.740	-0.237E-03	0.000E+00	-0.316E-03	-0.898E+02	0.830E+02	-0.437E+02	1
029	-4.180	4.880	-0.275E-03	0.000E+00	-0.234E-03	-0.864E+02	0.706E+02	-0.508E+02	1
029	-4.320	5.020	-0.303E-03	0.000E+00	-0.164E-03	-0.826E+02	0.588E+02	-0.559E+02	1
030	-4.320	5.020	-0.303E-03	0.000E+00	-0.164E-03	-0.826E+02	0.588E+02	-0.559E+02	1
030	-4.460	5.160	-0.321E-03	0.000E+00	-0.106E-03	-0.785E+02	0.475E+02	-0.594E+02	1
030	-4.600	5.300	-0.333E-03	0.000E+00	-0.610E-04	-0.742E+02	0.368E+02	-0.615E+02	1
031	-4.600	5.300	-0.333E-03	0.000E+00	-0.610E-04	-0.742E+02	0.368E+02	-0.145E+03	1
031	-4.650	5.350	-0.336E-03	0.000E+00	-0.475E-04	-0.705E+02	0.332E+02	-0.146E+03	1
031	-4.700	5.400	-0.338E-03	0.000E+00	-0.354E-04	-0.667E+02	0.298E+02	-0.147E+03	1
032	-4.700	5.400	-0.338E-03	0.000E+00	-0.354E-04	-0.667E+02	0.298E+02	-0.147E+03	1
032	-4.750	5.450	-0.339E-03	0.000E+00	-0.245E-04	-0.630E+02	0.265E+02	-0.148E+03	1
032	-4.800	5.500	-0.340E-03	0.000E+00	-0.149E-04	-0.592E+02	0.235E+02	-0.148E+03	1
033	-4.800	5.500	-0.340E-03	0.000E+00	-0.149E-04	-0.592E+02	0.235E+02	-0.148E+03	1
033	-4.850	5.550	-0.341E-03	0.000E+00	-0.641E-05	-0.555E+02	0.206E+02	-0.148E+03	1
033	-4.900	5.600	-0.341E-03	0.000E+00	0.101E-05	-0.517E+02	0.179E+02	-0.148E+03	1
034	-4.900	5.600	-0.341E-03	0.000E+00	0.101E-05	-0.517E+02	0.179E+02	-0.148E+03	1
034	-4.950	5.650	-0.341E-03	0.000E+00	0.743E-05	-0.479E+02	0.154E+02	-0.148E+03	1
034	-5.000	5.700	-0.340E-03	0.000E+00	0.129E-04	-0.442E+02	0.131E+02	-0.148E+03	1
035	-5.000	5.700	-0.340E-03	0.000E+00	0.129E-04	-0.442E+02	0.131E+02	-0.148E+03	1
035	-5.050	5.750	-0.339E-03	0.000E+00	0.176E-04	-0.404E+02	0.110E+02	-0.148E+03	1
035	-5.100	5.800	-0.338E-03	0.000E+00	0.214E-04	-0.367E+02	0.909E+01	-0.147E+03	1
036	-5.100	5.800	-0.338E-03	0.000E+00	0.214E-04	-0.367E+02	0.909E+01	-0.147E+03	1
036	-5.150	5.850	-0.337E-03	0.000E+00	0.246E-04	-0.329E+02	0.735E+01	-0.147E+03	1
036	-5.200	5.900	-0.336E-03	0.000E+00	0.271E-04	-0.292E+02	0.580E+01	-0.146E+03	1
037	-5.200	5.900	-0.336E-03	0.000E+00	0.271E-04	-0.292E+02	0.580E+01	-0.146E+03	1
037	-5.250	5.950	-0.335E-03	0.000E+00	0.291E-04	-0.255E+02	0.443E+01	-0.146E+03	1
037	-5.300	6.000	-0.333E-03	0.000E+00	0.306E-04	-0.218E+02	0.325E+01	-0.145E+03	1
038	-5.300	6.000	-0.333E-03	0.000E+00	0.306E-04	-0.218E+02	0.325E+01	-0.145E+03	1
038	-5.350	6.050	-0.332E-03	0.000E+00	0.316E-04	-0.181E+02	0.225E+01	-0.144E+03	1
038	-5.400	6.100	-0.330E-03	0.000E+00	0.323E-04	-0.145E+02	0.144E+01	-0.144E+03	1
039	-5.400	6.100	-0.330E-03	0.000E+00	0.323E-04	-0.145E+02	0.144E+01	-0.144E+03	1
039	-5.450	6.150	-0.328E-03	0.000E+00	0.328E-04	-0.108E+02	0.809E+00	-0.143E+03	1
039	-5.500	6.200	-0.327E-03	0.000E+00	0.330E-04	-0.719E+01	0.359E+00	-0.142E+03	1
040	-5.500	6.200	-0.327E-03	0.000E+00	0.330E-04	-0.719E+01	0.359E+00	-0.142E+03	1
040	-5.550	6.250	-0.325E-03	0.000E+00	0.331E-04	-0.359E+01	0.896E-01	-0.142E+03	1
040	-5.600	6.300	-0.323E-03	0.000E+00	0.331E-04	-0.133E-13	-0.444E-14	-0.141E+03	1
max+			0.146E-01	0.000E+00	0.331E-04	0.780E+02	0.215E+03	0.459E+03	
max-			-0.341E-03	0.000E+00	-0.514E-02	-0.956E+02	-0.444E-14	-0.148E+03	

 RESULTATS COMPLEMENTAIRES

Charges de flambement pour chaque mode

Mode	Charge
001	0.186E+05
002	0.148E+06
003	0.155E+06
004	0.338E+06
005	0.537E+06
006	0.817E+06
007	0.117E+07
008	0.159E+07
009	0.207E+07
010	0.262E+07
011	0.324E+07
012	0.392E+07
013	0.467E+07
014	0.549E+07



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 28/01/2026 - 11:45:39
 Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE
 Projet : Pieux
 Module : Piecoef+ (Cas 5/6)
 Titre du calcul : Pontons - ELS

015	0.638E+07
016	0.734E+07
017	0.837E+07
018	0.946E+07
019	0.107E+08
020	0.119E+08
021	0.133E+08
022	0.148E+08
023	0.159E+08
024	0.178E+08
025	0.204E+08
026	0.214E+08
027	0.236E+08
028	0.257E+08
029	0.280E+08
030	0.304E+08
031	0.324E+08
032	0.351E+08
033	0.371E+08
034	0.414E+08
035	0.451E+08
036	0.466E+08
037	0.506E+08
038	0.546E+08
039	0.588E+08
040	0.625E+08
041	0.659E+08

Mode de flambement critique

Xn	Yn
0.000	0.100E+01
0.070	0.974E+00
0.140	0.947E+00
0.210	0.921E+00
0.280	0.895E+00
0.350	0.868E+00
0.420	0.842E+00
0.490	0.816E+00
0.560	0.790E+00
0.630	0.765E+00
0.700	0.739E+00
0.880	0.674E+00
1.060	0.611E+00
1.240	0.550E+00
1.420	0.490E+00
1.600	0.433E+00
1.780	0.379E+00
1.960	0.327E+00
2.140	0.279E+00
2.320	0.234E+00
2.500	0.192E+00
2.780	0.135E+00
3.060	0.876E-01
3.340	0.494E-01
3.620	0.201E-01
3.900	-0.124E-02
4.180	-0.158E-01
4.460	-0.246E-01
4.740	-0.289E-01
5.020	-0.299E-01
5.300	-0.284E-01
5.400	-0.274E-01
5.500	-0.263E-01
5.600	-0.251E-01
5.700	-0.238E-01
5.800	-0.224E-01
5.900	-0.210E-01
6.000	-0.195E-01
6.100	-0.181E-01
6.200	-0.166E-01
6.300	-0.151E-01

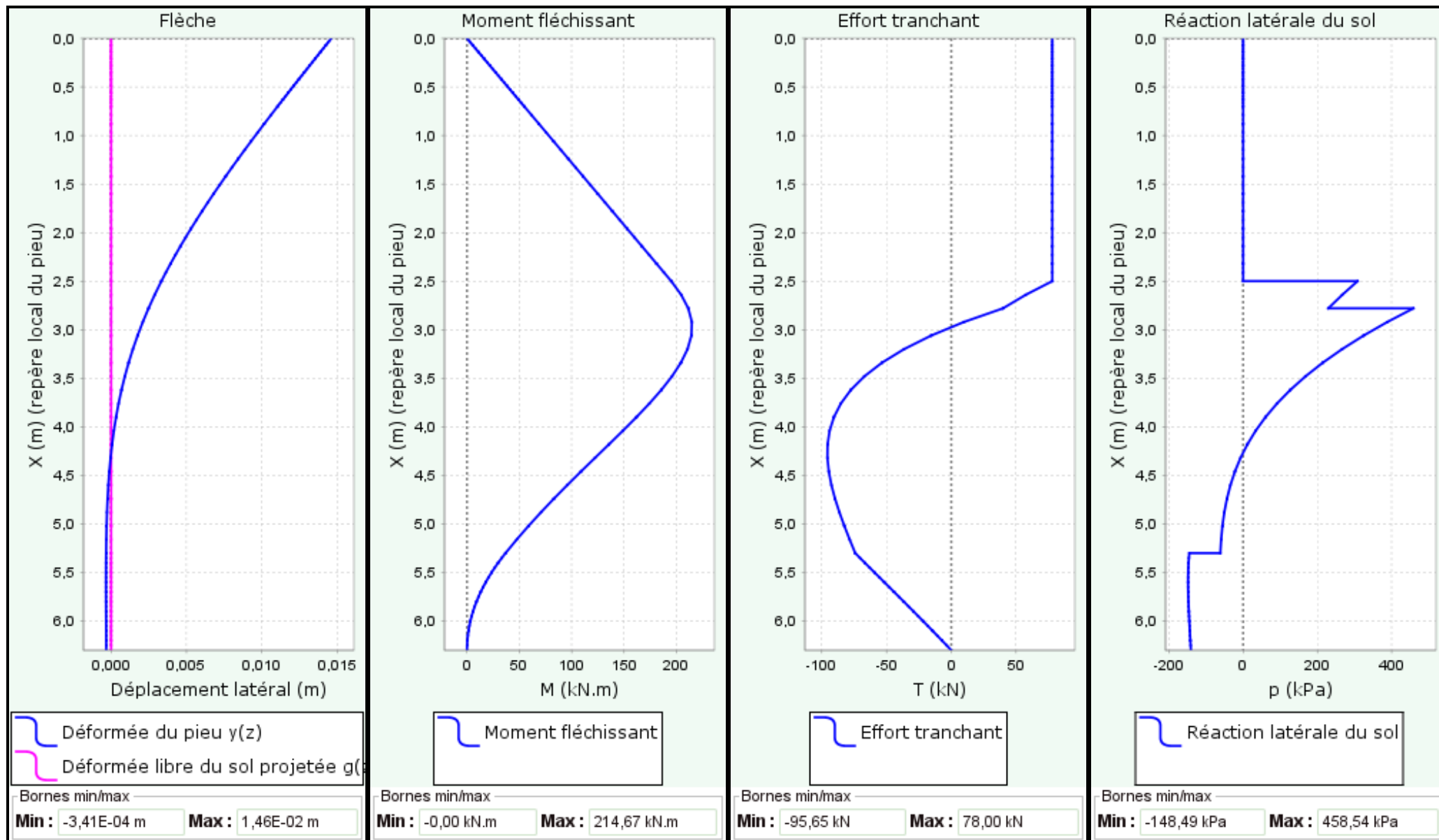
>HTG



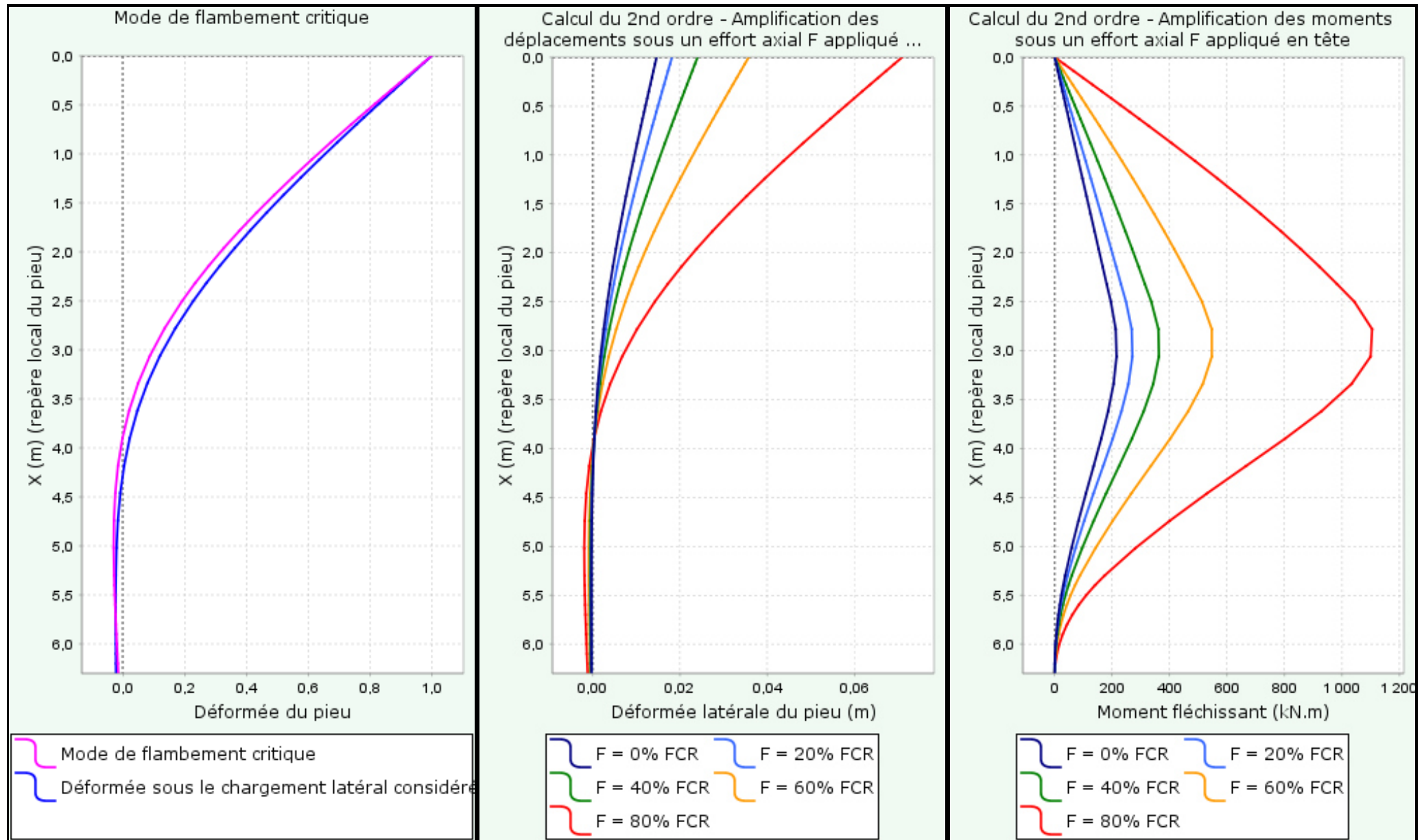
FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 28/01/2026 - 11:45:39
Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE
Projet : Pieux
Module : Piecoef+ (Cas 5/6)
Titre du calcul : Pontons - ELS

Résultats principaux



Résultats de flambement (Charge critique de flambement FCR = 18612 kN)



Données

Titre du projet : VNF – Aménagement des Ports du Somail et de la Robine

Numéro d'affaire : C.24.41.150

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Pontons - ELU (Cas 6)

Type de calcul : Calcul de pieu sous sollicitations latérales
Loi p-y avec saisie directe des données pressiométriques
Cas où les sollicitations de courte durée en tête dominent

Cote de référence (m) : 0,70

Inclinaison du pieu (°) : 0,0

Nb d'incréments : 20

Nb d'itérations par incrément : 100

Prise en compte d'une dégradation à proximité de la surface : Oui

Cote du toit de la zone de dégradation (m) : -1.8

Cote de la base de la zone de dégradation (m) : -2.04

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	EM	α	B	pf*	pl*
1	Air		0,00	1,00E-02	1,00	0,51	0,01	0,01
2	Eau		-1,80	1,00E-02	1,00	0,51	0,01	0,01
3	C1		-4,60	2,50E04	0,66	0,51	900,00	1800,00
4	C2		-5,60	4,00E04	0,33	0,51	1400,00	2700,00

Prise en compte des déformations d'effort tranchant : Non

Discrétisation

Nom	h	EI	n
Air	0,70	1,30E05	10
Eau	1,80	1,30E05	10
C1	2,80	1,30E05	10
C2	1,00	1,30E05	10

Charges ponctuelles

N°	Z	T	M	K	C
0	0,70	117,00	0,00	0,00E00	0,00E00
1	0,00	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
2	-1,80	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
3	-4,60	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
4	-5,60	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00

Activer les cas de charge multiples en tête : Non



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 28/01/2026 - 11:44:51
Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE

Projet : Pieux
Module : Piecoef+ (Cas 6/6)
Titre du calcul : Pontons - ELU

File : C:\Users\hmiche\AppData\Local\Temp\Terrasol\FoXta v4\3860\PC.10.resu

Calcul réalisé le : 28/01/2026 à 10h40
par : HYDROGEOTECHNIQUE

Titre du calcul : Pontons - ELU

nb d'incréments : 020
itération : 001Cote de référence : 0.700
Inclinaison(°) : 0.000

Type de calcul : Calcul de Pieu sous sollicitations latérales

Loi élastoplastique de mobilisation de la réaction latérale du sol définie à partir des caractéristiques pressiométriques

Type de sollicitations : 3. Cas où les sollicitations de courte durée en tête dominant

Caractéristiques des couches (données utilisateur)

couche	base	EI	EM	alpha	B	pf	pl
01	0.00	0.130E+06	0.01	1.00	0.508	0.01	0.01
02	-1.80	0.130E+06	0.01	1.00	0.508	0.01	0.01
03	-4.60	0.130E+06	25000.00	0.66	0.508	900.00	1800.00
04	-5.60	0.130E+06	40000.00	0.33	0.508	1400.00	2700.00

Discretisation du pieu (Paramètres du calcul)

Elément	XL	EI	ks1*B	pl*B	ks2*B	p2*B
001	0.070	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
002	0.070	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
003	0.070	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
004	0.070	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
005	0.070	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
006	0.070	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
007	0.070	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
008	0.070	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
009	0.070	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
010	0.070	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
011	0.180	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
012	0.180	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
013	0.180	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
014	0.180	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
015	0.180	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
016	0.180	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
017	0.180	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
018	0.180	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
019	0.180	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
020	0.180	0.1297E+06	0.2647E-01	0.5080E-02	0.0000E+00	0.5080E-02
021	0.280	0.1297E+06	0.4692E+05	0.2286E+03	0.0000E+00	0.2286E+03
022	0.280	0.1297E+06	0.9384E+05	0.4572E+03	0.0000E+00	0.4572E+03
023	0.280	0.1297E+06	0.9384E+05	0.4572E+03	0.0000E+00	0.4572E+03
024	0.280	0.1297E+06	0.9384E+05	0.4572E+03	0.0000E+00	0.4572E+03
025	0.280	0.1297E+06	0.9384E+05	0.4572E+03	0.0000E+00	0.4572E+03
026	0.280	0.1297E+06	0.9384E+05	0.4572E+03	0.0000E+00	0.4572E+03
027	0.280	0.1297E+06	0.9384E+05	0.4572E+03	0.0000E+00	0.4572E+03
028	0.280	0.1297E+06	0.9384E+05	0.4572E+03	0.0000E+00	0.4572E+03
029	0.280	0.1297E+06	0.9384E+05	0.4572E+03	0.0000E+00	0.4572E+03
030	0.280	0.1297E+06	0.9384E+05	0.4572E+03	0.0000E+00	0.4572E+03
031	0.100	0.1297E+06	0.2213E+06	0.7112E+03	0.0000E+00	0.7112E+03
032	0.100	0.1297E+06	0.2213E+06	0.7112E+03	0.0000E+00	0.7112E+03
033	0.100	0.1297E+06	0.2213E+06	0.7112E+03	0.0000E+00	0.7112E+03
034	0.100	0.1297E+06	0.2213E+06	0.7112E+03	0.0000E+00	0.7112E+03
035	0.100	0.1297E+06	0.2213E+06	0.7112E+03	0.0000E+00	0.7112E+03
036	0.100	0.1297E+06	0.2213E+06	0.7112E+03	0.0000E+00	0.7112E+03
037	0.100	0.1297E+06	0.2213E+06	0.7112E+03	0.0000E+00	0.7112E+03

038	0.100	0.1297E+06	0.2213E+06	0.7112E+03	0.0000E+00	0.7112E+03
039	0.100	0.1297E+06	0.2213E+06	0.7112E+03	0.0000E+00	0.7112E+03
040	0.100	0.1297E+06	0.2213E+06	0.7112E+03	0.0000E+00	0.7112E+03

Nombre total d'éléments : 040

Points de calcul (repère local)

Noeud	Xn	cote
001	0.000	0.700
002	0.070	0.630
003	0.140	0.560
004	0.210	0.490
005	0.280	0.420
006	0.350	0.350
007	0.420	0.280
008	0.490	0.210
009	0.560	0.140
010	0.630	0.070
011	0.700	0.000
012	0.880	-0.180
013	1.060	-0.360
014	1.240	-0.540
015	1.420	-0.720
016	1.600	-0.900
017	1.780	-1.080
018	1.960	-1.260
019	2.140	-1.440
020	2.320	-1.620
021	2.500	-1.800
022	2.780	-2.080
023	3.060	-2.360
024	3.340	-2.640
025	3.620	-2.920
026	3.900	-3.200
027	4.180	-3.480
028	4.460	-3.760
029	4.740	-4.040
030	5.020	-4.320
031	5.300	-4.600
032	5.400	-4.700
033	5.500	-4.800
034	5.600	-4.900
035	5.700	-5.000
036	5.800	-5.100
037	5.900	-5.200
038	6.000	-5.300
039	6.100	-5.400
040	6.200	-5.500
041	6.300	-5.600

Nombre total de noeuds : 041

Charges ponctuelles (repère local)

Noeud	T	Mx
001	117.000	0.000

=====

=====SOLUTION=====

=====

Matrice de raideur en tête du pieu

T	r1	r2	y	T0
	=		+	
M	r2	r3	w	M0

r1 = 0.1964E+05 T0 = 0.2278E-04

r2 = -0.4067E+05 M0 = -0.5354E-04

r3 = 0.1157E+06

Déplacements et sollicitations en tout point du pieu

Notations

Z : cote (longueur)
X : abscisse - repère local du pieu (longueur)
y : flèche absolue latérale du pieu (longueur)
w : rotation de la section
g : déformée libre du sol projetée (longueur)
M : moment fléchissant (force x longueur)
T : effort tranchant (force)
r : réaction latérale du sol (force / unité de surface)

Elément	Z	X	y	g	w	T	M	r	palier
001	0.700	0.000	0.219E-01	0.000E+00	-0.771E-02	0.117E+03	0.853E-07	0.114E-02	1
001	0.665	0.035	0.217E-01	0.000E+00	-0.771E-02	0.117E+03	0.409E+01	0.113E-02	1
001	0.630	0.070	0.214E-01	0.000E+00	-0.771E-02	0.117E+03	0.819E+01	0.111E-02	1
002	0.630	0.070	0.214E-01	0.000E+00	-0.771E-02	0.117E+03	0.819E+01	0.111E-02	1
002	0.595	0.105	0.211E-01	0.000E+00	-0.770E-02	0.117E+03	0.123E+02	0.110E-02	1
002	0.560	0.140	0.208E-01	0.000E+00	-0.770E-02	0.117E+03	0.164E+02	0.109E-02	1
003	0.560	0.140	0.208E-01	0.000E+00	-0.770E-02	0.117E+03	0.164E+02	0.109E-02	1
003	0.525	0.175	0.206E-01	0.000E+00	-0.770E-02	0.117E+03	0.205E+02	0.107E-02	1
003	0.490	0.210	0.203E-01	0.000E+00	-0.769E-02	0.117E+03	0.246E+02	0.106E-02	1
004	0.490	0.210	0.203E-01	0.000E+00	-0.769E-02	0.117E+03	0.246E+02	0.106E-02	1
004	0.455	0.245	0.200E-01	0.000E+00	-0.768E-02	0.117E+03	0.287E+02	0.104E-02	1
004	0.420	0.280	0.198E-01	0.000E+00	-0.767E-02	0.117E+03	0.328E+02	0.103E-02	1
005	0.420	0.280	0.198E-01	0.000E+00	-0.767E-02	0.117E+03	0.328E+02	0.103E-02	1
005	0.385	0.315	0.195E-01	0.000E+00	-0.766E-02	0.117E+03	0.369E+02	0.102E-02	1
005	0.350	0.350	0.192E-01	0.000E+00	-0.765E-02	0.117E+03	0.409E+02	0.100E-02	1
006	0.350	0.350	0.192E-01	0.000E+00	-0.765E-02	0.117E+03	0.409E+02	0.100E-02	1
006	0.315	0.385	0.190E-01	0.000E+00	-0.764E-02	0.117E+03	0.450E+02	0.988E-03	1
006	0.280	0.420	0.187E-01	0.000E+00	-0.763E-02	0.117E+03	0.491E+02	0.974E-03	1
007	0.280	0.420	0.187E-01	0.000E+00	-0.763E-02	0.117E+03	0.491E+02	0.974E-03	1
007	0.245	0.455	0.184E-01	0.000E+00	-0.762E-02	0.117E+03	0.532E+02	0.960E-03	1
007	0.210	0.490	0.182E-01	0.000E+00	-0.760E-02	0.117E+03	0.573E+02	0.947E-03	1
008	0.210	0.490	0.182E-01	0.000E+00	-0.760E-02	0.117E+03	0.573E+02	0.947E-03	1
008	0.175	0.525	0.179E-01	0.000E+00	-0.759E-02	0.117E+03	0.614E+02	0.933E-03	1
008	0.140	0.560	0.176E-01	0.000E+00	-0.757E-02	0.117E+03	0.655E+02	0.919E-03	1
009	0.140	0.560	0.176E-01	0.000E+00	-0.757E-02	0.117E+03	0.655E+02	0.919E-03	1
009	0.105	0.595	0.174E-01	0.000E+00	-0.755E-02	0.117E+03	0.696E+02	0.905E-03	1
009	0.070	0.630	0.171E-01	0.000E+00	-0.753E-02	0.117E+03	0.737E+02	0.891E-03	1
010	0.070	0.630	0.171E-01	0.000E+00	-0.753E-02	0.117E+03	0.737E+02	0.891E-03	1
010	0.035	0.665	0.168E-01	0.000E+00	-0.751E-02	0.117E+03	0.778E+02	0.878E-03	1
010	0.000	0.700	0.166E-01	0.000E+00	-0.749E-02	0.117E+03	0.819E+02	0.864E-03	1
011	0.000	0.700	0.166E-01	0.000E+00	-0.749E-02	0.117E+03	0.819E+02	0.864E-03	1
011	-0.090	0.790	0.159E-01	0.000E+00	-0.743E-02	0.117E+03	0.924E+02	0.829E-03	1
011	-0.180	0.880	0.152E-01	0.000E+00	-0.736E-02	0.117E+03	0.103E+03	0.794E-03	1
012	-0.180	0.880	0.152E-01	0.000E+00	-0.736E-02	0.117E+03	0.103E+03	0.794E-03	1
012	-0.270	0.970	0.146E-01	0.000E+00	-0.729E-02	0.117E+03	0.113E+03	0.760E-03	1
012	-0.360	1.060	0.139E-01	0.000E+00	-0.720E-02	0.117E+03	0.124E+03	0.726E-03	1
013	-0.360	1.060	0.139E-01	0.000E+00	-0.720E-02	0.117E+03	0.124E+03	0.726E-03	1
013	-0.450	1.150	0.133E-01	0.000E+00	-0.711E-02	0.117E+03	0.135E+03	0.692E-03	1
013	-0.540	1.240	0.127E-01	0.000E+00	-0.702E-02	0.117E+03	0.145E+03	0.659E-03	1
014	-0.540	1.240	0.127E-01	0.000E+00	-0.702E-02	0.117E+03	0.145E+03	0.659E-03	1
014	-0.630	1.330	0.120E-01	0.000E+00	-0.691E-02	0.117E+03	0.156E+03	0.627E-03	1
014	-0.720	1.420	0.114E-01	0.000E+00	-0.680E-02	0.117E+03	0.166E+03	0.595E-03	1
015	-0.720	1.420	0.114E-01	0.000E+00	-0.680E-02	0.117E+03	0.166E+03	0.595E-03	1
015	-0.810	1.510	0.108E-01	0.000E+00	-0.668E-02	0.117E+03	0.177E+03	0.563E-03	1
015	-0.900	1.600	0.102E-01	0.000E+00	-0.656E-02	0.117E+03	0.187E+03	0.532E-03	1
016	-0.900	1.600	0.102E-01	0.000E+00	-0.656E-02	0.117E+03	0.187E+03	0.532E-03	1
016	-0.990	1.690	0.962E-02	0.000E+00	-0.642E-02	0.117E+03	0.198E+03	0.501E-03	1
016	-1.080	1.780	0.905E-02	0.000E+00	-0.628E-02	0.117E+03	0.208E+03	0.472E-03	1
017	-1.080	1.780	0.905E-02	0.000E+00	-0.628E-02	0.117E+03	0.208E+03	0.472E-03	1
017	-1.170	1.870	0.849E-02	0.000E+00	-0.613E-02	0.117E+03	0.219E+03	0.443E-03	1
017	-1.260	1.960	0.795E-02	0.000E+00	-0.598E-02	0.117E+03	0.229E+03	0.414E-03	1
018	-1.260	1.960	0.795E-02	0.000E+00	-0.598E-02	0.117E+03	0.229E+03	0.414E-03	1
018	-1.350	2.050	0.742E-02	0.000E+00	-0.581E-02	0.117E+03	0.240E+03	0.386E-03	1
018	-1.440	2.140	0.690E-02	0.000E+00	-0.564E-02	0.117E+03	0.250E+03	0.360E-03	1
019	-1.440	2.140	0.690E-02	0.000E+00	-0.564E-02	0.117E+03	0.250E+03	0.360E-03	1
019	-1.530	2.230	0.640E-02	0.000E+00	-0.547E-02	0.117E+03	0.261E+03	0.334E-03	1
019	-1.620	2.320	0.592E-02	0.000E+00	-0.528E-02	0.117E+03	0.271E+03	0.308E-03	1
020	-1.620	2.320	0.592E-02	0.000E+00	-0.528E-02	0.117E+03	0.271E+03	0.308E-03	1
020	-1.710	2.410	0.545E-02	0.000E+00	-0.509E-02	0.117E+03	0.282E+03	0.284E-03	1
020	-1.800	2.500	0.500E-02	0.000E+00	-0.489E-02	0.117E+03	0.292E+03	0.261E-03	1
021	-1.800	2.500	0.500E-02	0.000E+00	-0.489E-02	0.117E+03	0.292E+03	0.462E+03	1
021	-1.940	2.640	0.434E-02	0.000E+00	-0.457E-02	0.863E+02	0.307E+03	0.401E+03	1
021	-2.080	2.780	0.372E-02	0.000E+00	-0.423E-02	0.599E+02	0.317E+03	0.344E+03	1
022	-2.080	2.780	0.372E-02	0.000E+00	-0.423E-02	0.599E+02	0.317E+03	0.688E+03	1

022	-2.220	2.920	0.316E-02	0.000E+00	-0.389E-02	0.148E+02	0.322E+03	0.583E+03	1
022	-2.360	3.060	0.264E-02	0.000E+00	-0.354E-02	-0.232E+02	0.321E+03	0.487E+03	1
023	-2.360	3.060	0.264E-02	0.000E+00	-0.354E-02	-0.232E+02	0.321E+03	0.487E+03	1
023	-2.500	3.200	0.216E-02	0.000E+00	-0.319E-02	-0.547E+02	0.316E+03	0.400E+03	1
023	-2.640	3.340	0.174E-02	0.000E+00	-0.286E-02	-0.803E+02	0.306E+03	0.322E+03	1
024	-2.640	3.340	0.174E-02	0.000E+00	-0.286E-02	-0.803E+02	0.306E+03	0.322E+03	1
024	-2.780	3.480	0.136E-02	0.000E+00	-0.253E-02	-0.101E+03	0.294E+03	0.252E+03	1
024	-2.920	3.620	0.103E-02	0.000E+00	-0.222E-02	-0.116E+03	0.278E+03	0.190E+03	1
025	-2.920	3.620	0.103E-02	0.000E+00	-0.222E-02	-0.116E+03	0.278E+03	0.190E+03	1
025	-3.060	3.760	0.740E-03	0.000E+00	-0.193E-02	-0.128E+03	0.261E+03	0.137E+03	1
025	-3.200	3.900	0.488E-03	0.000E+00	-0.166E-02	-0.136E+03	0.243E+03	0.902E+02	1
026	-3.200	3.900	0.488E-03	0.000E+00	-0.166E-02	-0.136E+03	0.243E+03	0.902E+02	1
026	-3.340	4.040	0.273E-03	0.000E+00	-0.141E-02	-0.141E+03	0.223E+03	0.505E+02	1
026	-3.480	4.180	0.924E-04	0.000E+00	-0.118E-02	-0.143E+03	0.203E+03	0.171E+02	1
027	-3.480	4.180	0.924E-04	0.000E+00	-0.118E-02	-0.143E+03	0.203E+03	0.171E+02	1
027	-3.620	4.320	-0.580E-04	0.000E+00	-0.972E-03	-0.143E+03	0.183E+03	-0.107E+02	1
027	-3.760	4.460	-0.181E-03	0.000E+00	-0.785E-03	-0.142E+03	0.163E+03	-0.334E+02	1
028	-3.760	4.460	-0.181E-03	0.000E+00	-0.785E-03	-0.142E+03	0.163E+03	-0.334E+02	1
028	-3.900	4.600	-0.279E-03	0.000E+00	-0.619E-03	-0.139E+03	0.144E+03	-0.515E+02	1
028	-4.040	4.740	-0.355E-03	0.000E+00	-0.475E-03	-0.135E+03	0.124E+03	-0.656E+02	1
029	-4.040	4.740	-0.355E-03	0.000E+00	-0.475E-03	-0.135E+03	0.124E+03	-0.656E+02	1
029	-4.180	4.880	-0.412E-03	0.000E+00	-0.350E-03	-0.130E+03	0.106E+03	-0.762E+02	1
029	-4.320	5.020	-0.454E-03	0.000E+00	-0.246E-03	-0.124E+03	0.882E+02	-0.839E+02	1
030	-4.320	5.020	-0.454E-03	0.000E+00	-0.246E-03	-0.124E+03	0.882E+02	-0.839E+02	1
030	-4.460	5.160	-0.482E-03	0.000E+00	-0.160E-03	-0.118E+03	0.713E+02	-0.891E+02	1
030	-4.600	5.300	-0.499E-03	0.000E+00	-0.915E-04	-0.111E+03	0.552E+02	-0.923E+02	1
031	-4.600	5.300	-0.499E-03	0.000E+00	-0.915E-04	-0.111E+03	0.552E+02	-0.218E+03	1
031	-4.650	5.350	-0.504E-03	0.000E+00	-0.713E-04	-0.106E+03	0.498E+02	-0.219E+03	1
031	-4.700	5.400	-0.507E-03	0.000E+00	-0.531E-04	-0.100E+03	0.447E+02	-0.221E+03	1
032	-4.700	5.400	-0.507E-03	0.000E+00	-0.531E-04	-0.100E+03	0.447E+02	-0.221E+03	1
032	-4.750	5.450	-0.509E-03	0.000E+00	-0.368E-04	-0.945E+02	0.398E+02	-0.222E+03	1
032	-4.800	5.500	-0.510E-03	0.000E+00	-0.223E-04	-0.889E+02	0.352E+02	-0.222E+03	1
033	-4.800	5.500	-0.510E-03	0.000E+00	-0.223E-04	-0.889E+02	0.352E+02	-0.222E+03	1
033	-4.850	5.550	-0.511E-03	0.000E+00	-0.962E-05	-0.832E+02	0.309E+02	-0.223E+03	1
033	-4.900	5.600	-0.511E-03	0.000E+00	0.151E-05	-0.776E+02	0.269E+02	-0.223E+03	1
034	-4.900	5.600	-0.511E-03	0.000E+00	0.151E-05	-0.776E+02	0.269E+02	-0.223E+03	1
034	-4.950	5.650	-0.511E-03	0.000E+00	0.111E-04	-0.719E+02	0.232E+02	-0.223E+03	1
034	-5.000	5.700	-0.510E-03	0.000E+00	0.194E-04	-0.662E+02	0.197E+02	-0.222E+03	1
035	-5.000	5.700	-0.510E-03	0.000E+00	0.194E-04	-0.662E+02	0.197E+02	-0.222E+03	1
035	-5.050	5.750	-0.509E-03	0.000E+00	0.264E-04	-0.606E+02	0.165E+02	-0.222E+03	1
035	-5.100	5.800	-0.508E-03	0.000E+00	0.322E-04	-0.550E+02	0.136E+02	-0.221E+03	1
036	-5.100	5.800	-0.508E-03	0.000E+00	0.322E-04	-0.550E+02	0.136E+02	-0.221E+03	1
036	-5.150	5.850	-0.506E-03	0.000E+00	0.369E-04	-0.494E+02	0.110E+02	-0.220E+03	1
036	-5.200	5.900	-0.504E-03	0.000E+00	0.407E-04	-0.438E+02	0.870E+01	-0.220E+03	1
037	-5.200	5.900	-0.504E-03	0.000E+00	0.407E-04	-0.438E+02	0.870E+01	-0.220E+03	1
037	-5.250	5.950	-0.502E-03	0.000E+00	0.437E-04	-0.382E+02	0.665E+01	-0.219E+03	1
037	-5.300	6.000	-0.500E-03	0.000E+00	0.459E-04	-0.327E+02	0.488E+01	-0.218E+03	1
038	-5.300	6.000	-0.500E-03	0.000E+00	0.459E-04	-0.327E+02	0.488E+01	-0.218E+03	1
038	-5.350	6.050	-0.497E-03	0.000E+00	0.475E-04	-0.272E+02	0.338E+01	-0.217E+03	1
038	-5.400	6.100	-0.495E-03	0.000E+00	0.485E-04	-0.217E+02	0.216E+01	-0.216E+03	1
039	-5.400	6.100	-0.495E-03	0.000E+00	0.485E-04	-0.217E+02	0.216E+01	-0.216E+03	1
039	-5.450	6.150	-0.492E-03	0.000E+00	0.492E-04	-0.162E+02	0.121E+01	-0.214E+03	1
039	-5.500	6.200	-0.490E-03	0.000E+00	0.495E-04	-0.108E+02	0.538E+00	-0.213E+03	1
040	-5.500	6.200	-0.490E-03	0.000E+00	0.495E-04	-0.108E+02	0.538E+00	-0.213E+03	1
040	-5.550	6.250	-0.487E-03	0.000E+00	0.496E-04	-0.538E+01	0.134E+00	-0.212E+03	1
040	-5.600	6.300	-0.485E-03	0.000E+00	0.496E-04	0.000E+00	-0.471E-13	-0.211E+03	1
max+			0.219E-01	0.000E+00	0.496E-04	0.117E+03	0.322E+03	0.688E+03	
max-			-0.511E-03	0.000E+00	-0.771E-02	-0.143E+03	-0.471E-13	-0.223E+03	

 RESULTATS COMPLEMENTAIRES

Charges de flambement pour chaque mode

Mode	Charge
001	0.186E+05
002	0.148E+06
003	0.155E+06
004	0.338E+06
005	0.537E+06
006	0.817E+06
007	0.117E+07
008	0.159E+07
009	0.207E+07
010	0.262E+07
011	0.324E+07
012	0.392E+07
013	0.467E+07
014	0.549E+07



FoXta v4
v4.1.17

Imprimé le : 28/01/2026 - 11:44:52
 Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE
 Projet : Pieux
 Module : Piecoef+ (Cas 6/6)
 Titre du calcul : Pontons - ELU

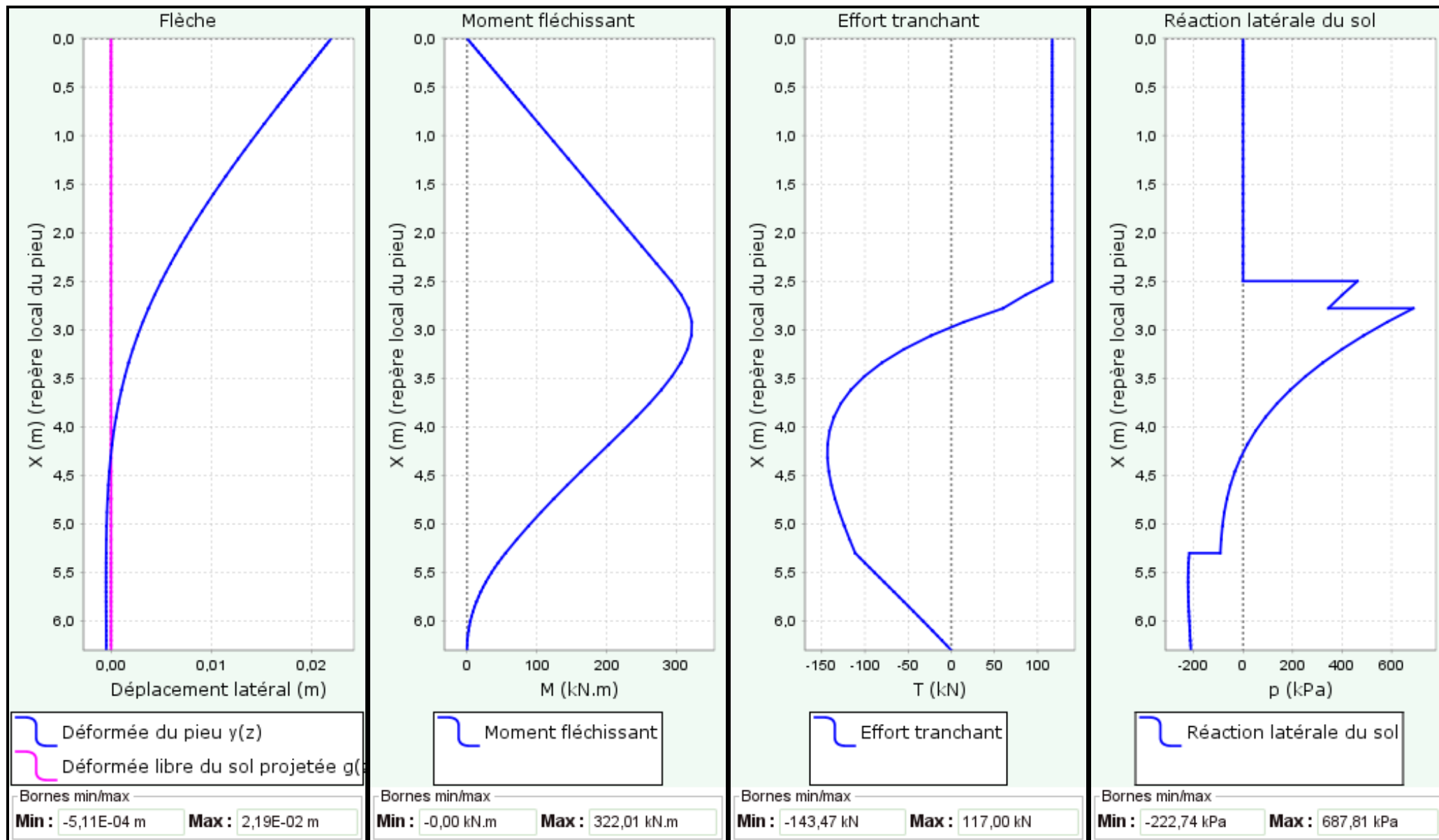
015	0.638E+07
016	0.734E+07
017	0.837E+07
018	0.946E+07
019	0.107E+08
020	0.119E+08
021	0.133E+08
022	0.148E+08
023	0.159E+08
024	0.178E+08
025	0.204E+08
026	0.214E+08
027	0.236E+08
028	0.257E+08
029	0.280E+08
030	0.304E+08
031	0.324E+08
032	0.351E+08
033	0.371E+08
034	0.414E+08
035	0.451E+08
036	0.466E+08
037	0.506E+08
038	0.546E+08
039	0.588E+08
040	0.625E+08
041	0.659E+08

Mode de flambement critique

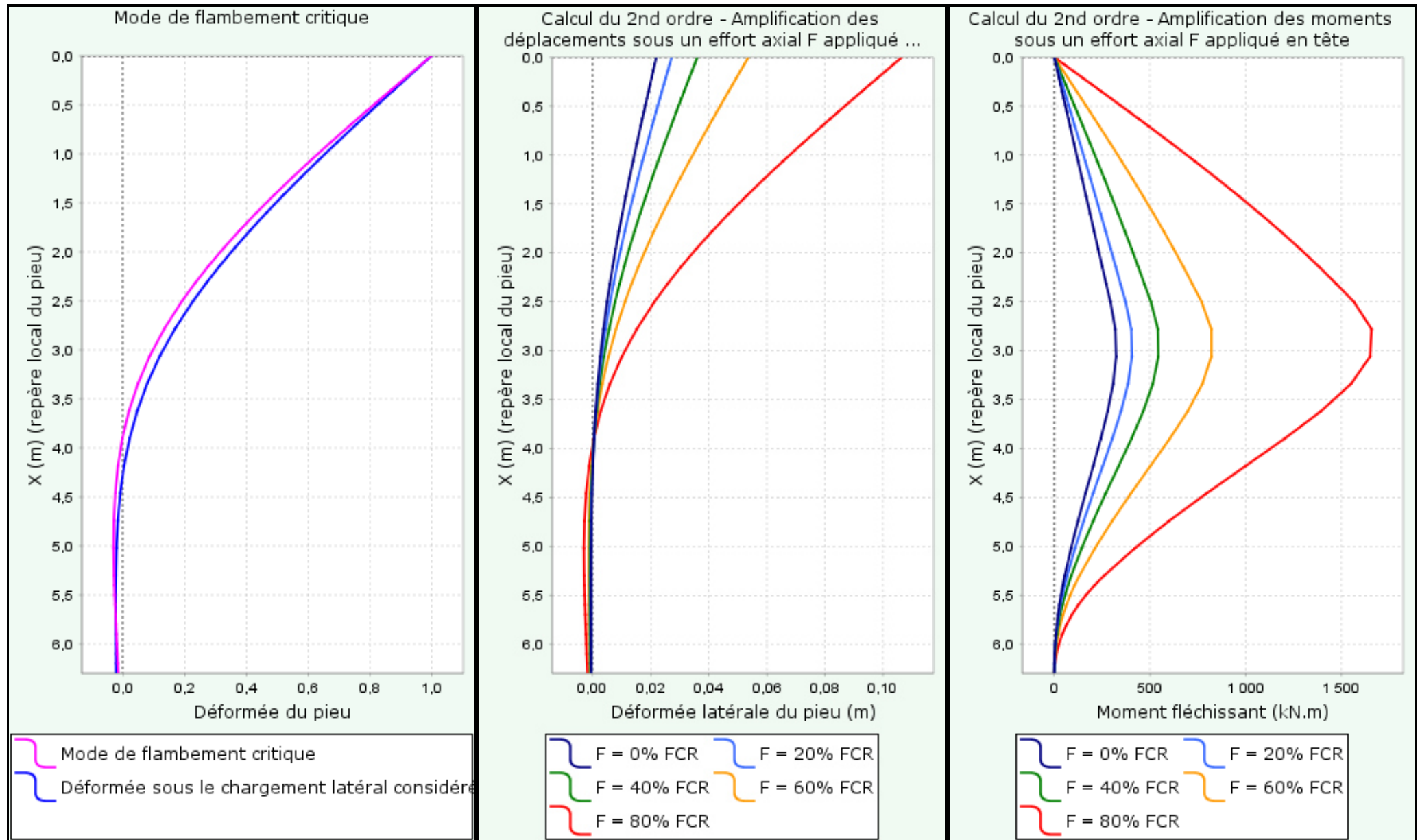
Xn	Yn
0.000	0.100E+01
0.070	0.974E+00
0.140	0.947E+00
0.210	0.921E+00
0.280	0.895E+00
0.350	0.868E+00
0.420	0.842E+00
0.490	0.816E+00
0.560	0.790E+00
0.630	0.765E+00
0.700	0.739E+00
0.880	0.674E+00
1.060	0.611E+00
1.240	0.550E+00
1.420	0.490E+00
1.600	0.433E+00
1.780	0.379E+00
1.960	0.327E+00
2.140	0.279E+00
2.320	0.234E+00
2.500	0.192E+00
2.780	0.135E+00
3.060	0.876E-01
3.340	0.494E-01
3.620	0.201E-01
3.900	-0.124E-02
4.180	-0.158E-01
4.460	-0.246E-01
4.740	-0.289E-01
5.020	-0.299E-01
5.300	-0.284E-01
5.400	-0.274E-01
5.500	-0.263E-01
5.600	-0.251E-01
5.700	-0.238E-01
5.800	-0.224E-01
5.900	-0.210E-01
6.000	-0.195E-01
6.100	-0.181E-01
6.200	-0.166E-01
6.300	-0.151E-01

>HTG

Résultats principaux



Résultats de flambement (Charge critique de flambement FCR = 18612 kN)



ANNEXE 8

DIMENSIONNEMENT

DES PALPLANCHES





K-Réa

v.5.0.15

AFFAIRE C.24.41.150

PORTE MINERVOISE

DONNEES

GENERALITES :

Système d'unités : Métrique, kN, kN/m² Niveau phréatique : 31,59 m

Poids volumique de l'eau : 10,00 kN/m³ Nombre d'itérations par phase de calcul : 1000

Pas de calcul : 0,10 m Prise en compte moments 2 ordre : non

Définition du projet : Cotes

CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	dc [kN/m ² /m]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m ² /m]	dkh [kN/m ² /m/m]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [kN/m/m]
C1	32,96	19,00	9,00	27,00	0,00	0,000	0,546	0,322	3,240	0,546	0,546	0,000	0,000	45890	0	0,667	-0,250	0,100	10000,00
C2	29,96	19,00	9,00	32,00	0,00	0,000	0,470	0,260	4,200	0,470	0,470	0,000	0,000	1724833	0	0,667	-0,250	0,100	10000,00

CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :

Section	z,base [m]	EI [kNm ² /m]	W [kN/m/m]
1	23,46	69804	0,80

Cote de la tête de l'écran : z0 = 32,96 m



Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.15

AFFAIRE C.24.41.150

PORTE MINERVOISE

DONNEES

SURCHARGE BOUSSINESQ	Phase	Côté	z [m]	x [m]	L [m]	αe	q [kN/m/m]
1	P1	Droite	32,96	0,01	4,00	1,990	10,00



terrasol

setec

Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



PORTE MINERVOISE



PORTE MINERVOISE



K-Réa

v.5.0.15

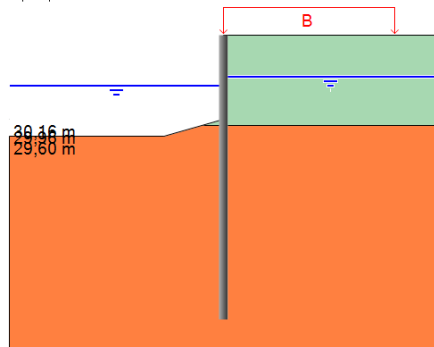
AFFAIRE C.24.41.150

PORTE MINERVOISE

SYNTHESE PHASAGE

P4 : Phase transitoire

+ ↑



Gauche

Droite

| m |

- Action hydraulique : (droite)
zw [m] = 31,59

- Action hydraulique : (gauche)
zw [m] = 31,29



terrasol

setec

Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.15

AFFAIRE C.24.41.150

PORTE MINERVOISE

RESULTATS ELS (Synthèse)

PHASE	Déplac. en tête mm	Déplac. max mm	Moment max kNm/m	Tranch. max kN/m	Rapport butées
P1	-21,23	-21,23	-101,59	83,07	3,004
P2	-21,23	-21,23	-101,59	83,07	3,004
P3	-30,50	-30,50	-130,74	105,27	2,527
P4	-30,50	-30,50	-130,74	105,29	2,515
Extrema	-30,50	-30,50	-130,74	105,29	2,515



K-Réa

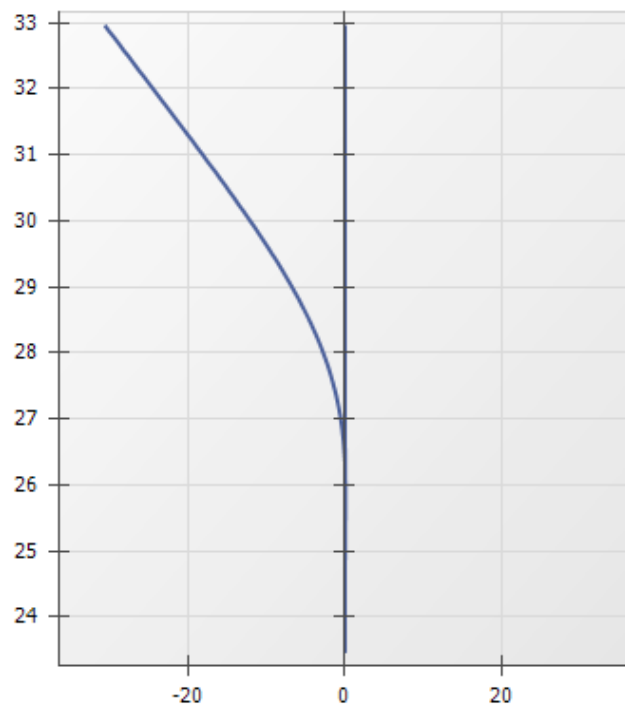
v.5.0.15

AFFAIRE C.24.41.150

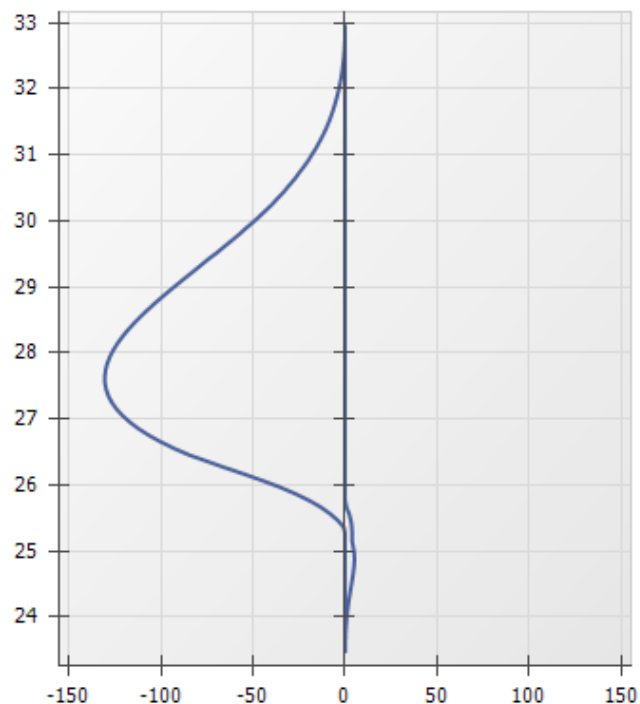
PORTE MINERVOISE

RESULTATS ELS (Enveloppe phases P1 à P4)

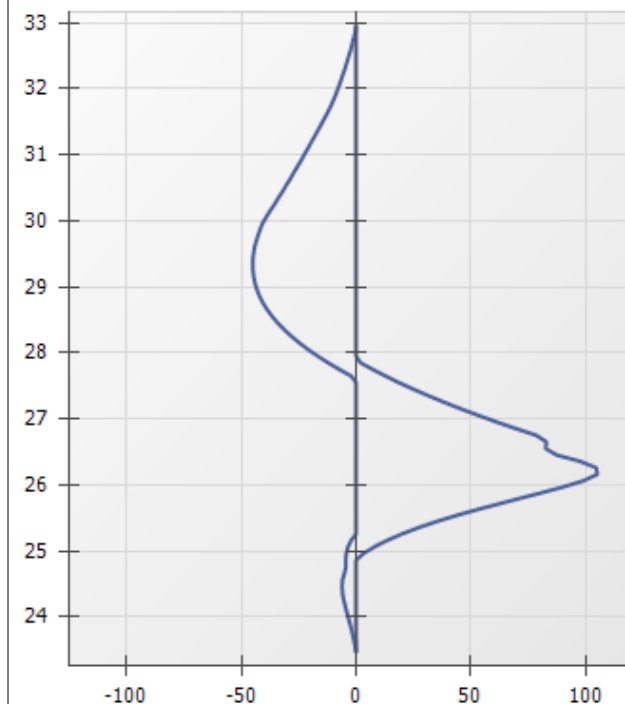
Déplacements [mm]



Moment [kNm/m]



Effort Tranchant [kN/m]



Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



terrasol

setec

Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



PORTE MINERVOISE

SYNTHESE PHASAGE

| m |

| m |

m

m

- Action hydraulique : (droite)
zw [m] = 32,09





K-Réa

v.5.0.15

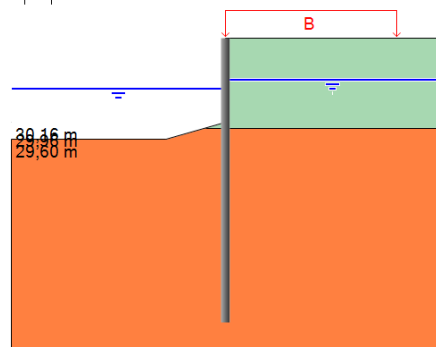
AFFAIRE C.24.41.150

PORTE MINERVOISE

SYNTHESE PHASAGE

P4 : Phase transitoire

$\Delta a = 0,35 \text{ m}$



Gauche

Droite

| m |

- Options MEL :

Surexcavation :

$\Delta a, \text{gauche} [\text{m}] = 0,35$ $\Delta a, \text{droite} [\text{m}] = 0,00$

Méthode de calcul automatique.

Sélection automatique du côté de la butée

Correction automatique de l'inclinaison de contre butée.

Calculer sollicitations ELU (MISS) : non

- Action hydraulique : (droite)

zw [m] = 31,59

- Action hydraulique : (gauche)

zw [m] = 31,29



terrasol

setec

Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



AFFAIRE C.24.41.150

PORTE MINERVOISE

RESULTATS ELS et ELU (Synthèse)

PHASE	Type Vérif.	M,d max kNm/m	V,d max kN/m	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. kN/m	Vérif. Kranz
P1	MEL	-174,82	93,37	OK	23,94	-
P2	MEL	-198,95	125,25	OK	18,89	-
P3	MEL	-229,01	138,52	OK	6,86	-
P4	MEL	-212,99	124,96	OK	14,95	-
Extrema	-	-229,01	138,52	-	-	-



setec

Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

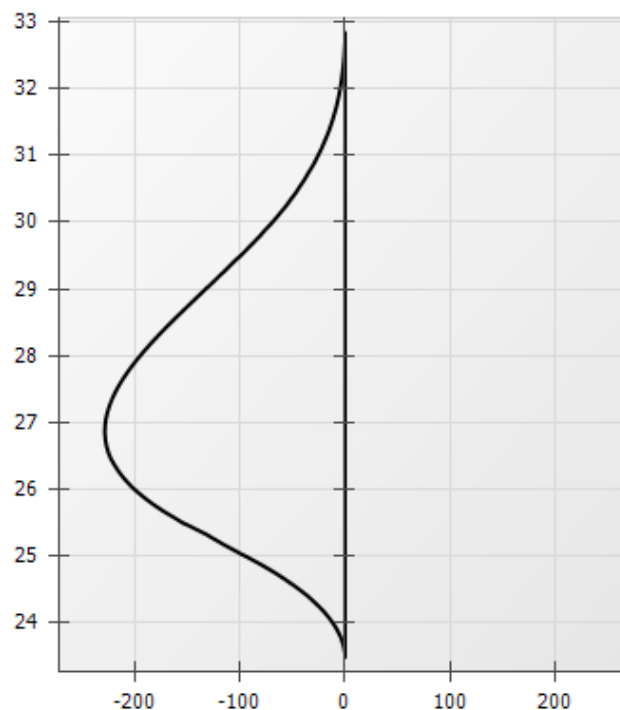
v.5.0.15

AFFAIRE C.24.41.150

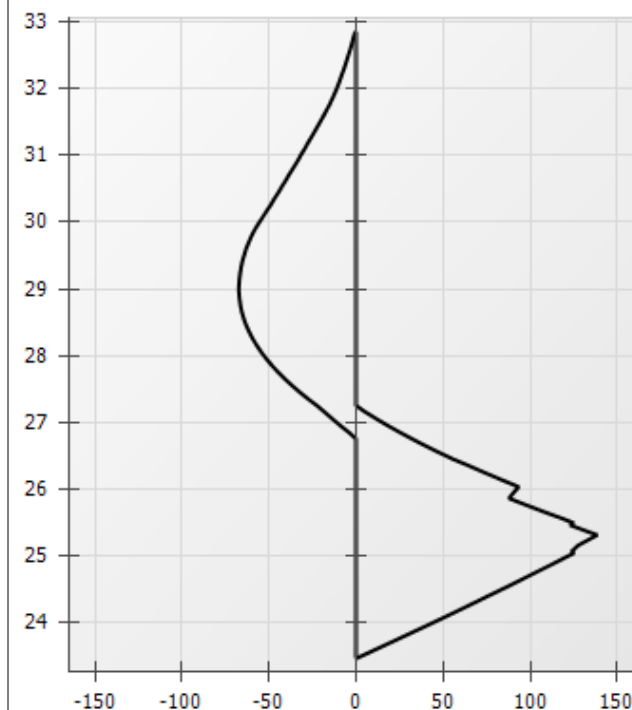
PORTE MINERVOISE

RESULTATS ELS et ELU (Enveloppe phases P1 à P4)

Moment [kNm/m]



Effort Tranchant [kN/m]



Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



terrasol

setec

Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.15

AFFAIRE C.24.41.150

PORTE MINERVOISE

Vérifications

Méthode de référence pour le recalcul de ka/kp : Kérisel

COEFFICIENTS PARTIELS 1 - Approche 2 (EC7 - NF P94-282)

Actions		
Sol - Eau - Ecran	MISS	MEL
poussée limite du sol (Ypa)	1,00	1,35
pression d'eau (Ypw)	1,00	1,35
poids propre de l'écran (YW)	1,00	1,35

Actions		
Sucharges appliquée sur le sol et l'écran	MISS	MEL
Sol - permanente (YG)	1,00	1,00
Sol - variable (YQ)	1,11	1,11
Ecran - permanente favorable (YG,inf)	1,00	1,00
Ecran - permanente défavorable (YG,sup)	1,00	1,35
Ecran - variable défavorable (YQ,sup)	1,11	1,50

Paramètre de résistance		
Paramètres du sol	MISS	MEL
Cohésion effective (Yc')	1,00	1,00
Angle de frot. effectif (Yφ')	1,00	1,00
Cohesion non drainée (Ycu')	1,00	1,00

-		
	MISS	MEL
Butée limite - phase durable (Ypb,D)	1,40	1,40
Butée limite - phase transitoire (Ypb,T)	1,10	1,10
Résistance des appuis (Yanc)	1,00	-
Effort déstabilisant (Ykrz)	1,10	-

Efforts, sollicitations et butée mobilisée : YE = 1,35

RESULTATS DES VERIFICATIONS

PHASE 1 - Transitoire

Jeu de coefficients utilisé pour cette phase : 1

L'écran est considéré en console (autostable).

La méthode D a été utilisée pour cette phase.

La butée pour cette phase est considérée à gauche.

Vérification du défaut de butée :**Vérification de la hauteur de fiche :**

Point de pression nulle : z0 = 29,21 m

Point de moment nul : zc = 25,15 m

Côte du pied de l'écran : zp = 23,46 m

f0 = z0 - zc = 4,06 m

fb = z0 - zp = 5,75 m

fb / f0 = 1,416 (≥ 1,2)**Vérification de la contre-butée :**

Point de transition :

Contre-butée nécessaire à l'équilibre des efforts horizontaux :

Contre-butée mobilisable sous zn :

Facteur de mobilisation :

Cm,d ≥ Ct,d**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.****Vérification de l'équilibre vertical :**

Poids propre P de l'écran :

Pd = 10,26 kN/m

Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :

Pv,d = 13,68 kN/m

Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :

Tv,d = 0,00 kN/m

Résultante verticale Fv des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran :

zn = 26,03 m

Ct,d = 189,60 kN/m

Cm,d = 924,90 kN/m

α = 0,153

Fv,d = 0,00 kN/m Yq = valeur dépendant de la nature de chaque action.

Résultante ELU des efforts verticaux :

Rv,d = 23,94 kN/m

Charge verticale ELU de 23,94 kN/m à transmettre en pied de l'écran.**Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.****PHASE 2 - Durable**

Jeu de coefficients utilisé pour cette phase : 1

L'écran est considéré en console (autostable).

La méthode D a été utilisée pour cette phase.

La butée pour cette phase est considérée à gauche.

Vérification du défaut de butée :**Vérification de la hauteur de fiche :**

Point de pression nulle : z0 = 29,00 m

Point de moment nul : zc = 24,40 m

Côte du pied de l'écran : zp = 23,46 m

f0 = z0 - zc = 4,61 m

fb = z0 - zp = 5,54 m

fb / f0 = 1,203 (≥ 1,2)**Vérification de la contre-butée :**

Point de transition :

Contre-butée nécessaire à l'équilibre des efforts horizontaux :

Contre-butée mobilisable sous zn :

Facteur de mobilisation :

Cm,d ≥ Ct,d**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.****Vérification de l'équilibre vertical :**

Poids propre P de l'écran :

Pd = 10,26 kN/m

zn = 25,04 m

Ct,d = 190,02 kN/m

Cm,d = 477,86 kN/m

α = 0,345



Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.15

AFFAIRE C.24.41.150

PORTE MINERVOISE

Vérifications

Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :

Pv,d = 8,63 kN/m

Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :

Tv,d = 0,00 kN/m

Résultante verticale Fv des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran :

Fv,d = 0,00 kN/m Yq = valeur dépendant de la nature de chaque action.

Résultante ELU des efforts verticaux :

Rv,d = 18,89 kN/m

**Charge verticale ELU de 18,89 kN/m à transmettre en pied de l'écran.
Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.**

PHASE 3 - Transitoire

Jeu de coefficients utilisé pour cette phase : 1

L'écran est considéré en console (autostable).

La méthode D a été utilisée pour cette phase.

La butée pour cette phase est considérée à gauche.

Vérification du défaut de butée :

Vérification de la hauteur de fiche :

Point de pression nulle : z0 = 29,01 m

Point de moment nul : zc = 24,59 m

Côte du pied de l'écran : zp = 23,46 m

f0 = z0 - zc = 4,42 m

fb = z0 - zp = 5,55 m

fb / f0 = 1,256 (≥ 1,2)

Vérification de la contre-butée :

Point de transition :

zn = 25,31 m

Contre-butée nécessaire à l'équilibre des efforts horizontaux :

Ct,d = 228,05 kN/m

Contre-butée mobilisable sous zn :

Cm,d = 683,15 kN/m

Facteur de mobilisation :

α = 0,256

Cm,d ≥ Ct,d

Le défaut de butée est justifié pour cette phase.

Vérification de l'équilibre vertical :

Poids propre P de l'écran :

Pd = 10,26 kN/m

Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :

Pv,d = -3,40 kN/m

Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :

Tv,d = 0,00 kN/m

Résultante verticale Fv des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran :

Fv,d = 0,00 kN/m Yq = valeur dépendant de la nature de chaque action.

Résultante ELU des efforts verticaux :

Rv,d = 6,86 kN/m

**Charge verticale ELU de 6,86 kN/m à transmettre en pied de l'écran.
Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.**

PHASE 4 - Transitoire

Jeu de coefficients utilisé pour cette phase : 1

L'écran est considéré en console (autostable).

La méthode D a été utilisée pour cette phase.

La butée pour cette phase est considérée à gauche.

Vérification du défaut de butée :

Vérification de la hauteur de fiche :

Point de pression nulle : z0 = 29,04 m

Point de moment nul : zc = 24,73 m

Côte du pied de l'écran : zp = 23,46 m

f0 = z0 - zc = 4,31 m

fb = z0 - zp = 5,58 m

fb / f0 = 1,294 (≥ 1,2)

Vérification de la contre-butée :

Point de transition :

zn = 25,49 m

Contre-butée nécessaire à l'équilibre des efforts horizontaux :

Ct,d = 217,12 kN/m

Contre-butée mobilisable sous zn :

Cm,d = 772,78 kN/m

Facteur de mobilisation :

α = 0,212

Cm,d ≥ Ct,d

Le défaut de butée est justifié pour cette phase.

Vérification de l'équilibre vertical :

Poids propre P de l'écran :

Pd = 10,26 kN/m

Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :

Pv,d = 4,69 kN/m

Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :

Tv,d = 0,00 kN/m

Résultante verticale Fv des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran :

Fv,d = 0,00 kN/m Yq = valeur dépendant de la nature de chaque action.

Résultante ELU des efforts verticaux :

Rv,d = 14,95 kN/m

**Charge verticale ELU de 14,95 kN/m à transmettre en pied de l'écran.
Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.**



Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.15

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DU SOMAIL

DONNEES

GENERALITES :

Système d'unités : Métrique, kN, kN/m² Niveau phréatique : 31,59 m
Poids volumique de l'eau : 10,00 kN/m³ Nombre d'itérations par phase de calcul : 100
Pas de calcul : 0,20 m Prise en compte moments 2 ordre : non
Définition du projet : Cotes

CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	dc [kN/m ² /m]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m ² /m]	dkh [kN/m ² /m/m]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [kN/m/m]
C1	32,24	19,00	9,00	27,00	0,00	0,000	0,546	0,322	3,417	0,546	0,546	0,000	0,000	61792	0	0,667	-0,333	0,100	10000,00
C2	27,64	19,00	9,00	30,00	0,00	0,000	0,500	0,282	3,939	0,500	0,500	0,000	0,000	291383	0	0,667	-0,333	0,100	10000,00

CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :

Section	z,base [m]	EI [kNm ² /m]	W [kN/m/m]
1	24,44	69804	0,80

Cote de la tête de l'écran : z0 = 32,24 m



Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.15

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DU SOMAIL

DONNEES

SURCHARGE BOUSSINESQ	Phase	Côté	z [m]	x [m]	L [m]	αe	q [kN/m/m]
1	P1	Droite	32,24	0,01	4,00	1,990	10,00



terrasol

setec

Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.15

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DU SOMAIL

ASSISTANTS

Assistant K0 :

Action	Nom Couche	φ [°]	β [°]	Roc	K0
Sol initial	C1	27,00	0,00	1,000	0,546
Sol initial	C2	30,00	0,00	1,000	0,500

Assistant Kerisel & Absi, milieu pesant :

Action	Nom Couche	Coefficient	λ [°]	φ [°]	δ/φ	β/φ	Valeur
Sol initial	C1	kay	0,00	27,00	0,667	0,000	0,322
Sol initial	C1	kpy	0,00	27,00	-0,333	0,000	3,417
Sol initial	C2	kay	0,00	30,00	0,667	0,000	0,282
Sol initial	C2	kpy	0,00	30,00	-0,333	0,000	3,939

Assistant kh, Schmitt :

Action	Nom Couche	Em [kN/m²]	α	EI [kNm²/m]	kh [kN/m²/m]
Sol initial	C1	25000	0,660	69804	61792
Sol initial	C2	40000	0,330	69804	291383

Assistant Rideau de palplanche :

Action	Type	Section	EI [kNm²/m]
Ecran initial	Standard Z	AZ 18-800	86772



Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

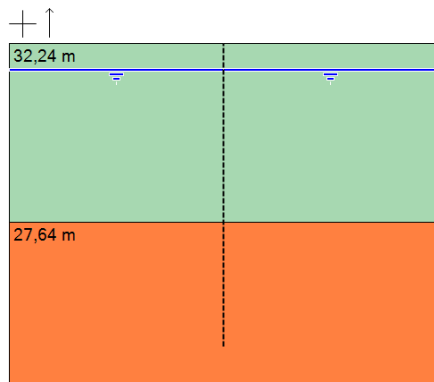
v.5.0.15

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DU SOMAIL

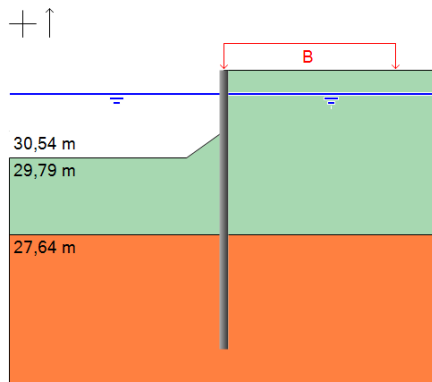
SYNTHESE PHASAGE

P0



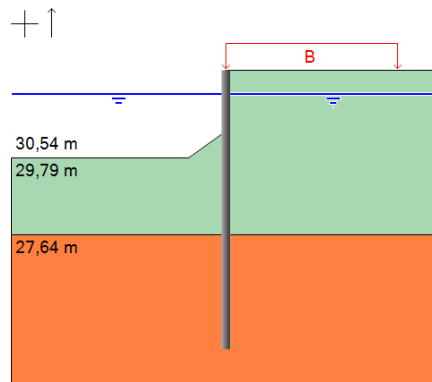
| m |

P1 : Phase transitoire



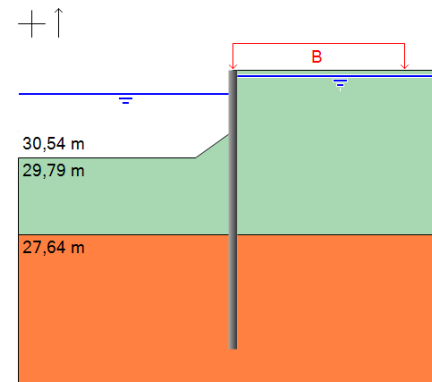
| m |

P2 : Phase durable



| m |

P3 : Phase transitoire



| m |

- Excavation (côté gauche) :
 $z_h [m] = 29,79$
 Mise en place d'une risberme :
 $z_t [m] = 30,54$ $a [m] = 0,01$
 $z_h [m] = 29,79$ $b [m] = 0,88$
 $\alpha e = 1,000$
- Surcharge de Boussinesq (côté droit) : n°1
 $z [m] = 32,24$
 $x [m] = 0,01$
 $L [m] = 4,00$
 $q [kN/m/m] = 10,00$
 $\alpha e = 1,990$

- Action hydraulique : (droite)
 $z_w [m] = 32,09$



Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.15

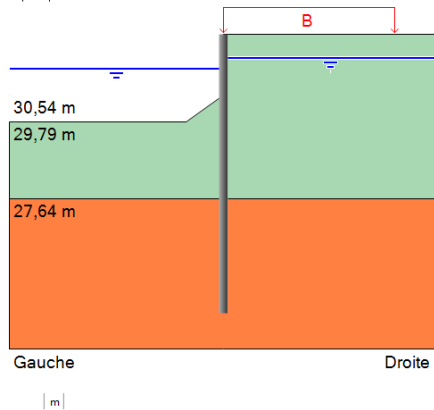
AFFAIRE C.24.41.150

PORT DU SOMAIL

SYNTHESE PHASAGE

P4 : Phase transitoire

+ ↑



- Action hydraulique : (droite)
zw [m] = 31,59

- Action hydraulique : (gauche)
zw [m] = 31,29



terrassol

setec

Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.15

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DU SOMAIL

RESULTATS ELS (Synthèse)

PHASE	Déplac. en tête mm	Déplac. max mm	Moment max kNm/m	Tranch. max kN/m	Rapport butées
P1	-8,06	-8,06	-50,31	33,19	3,458
P2	-8,06	-8,06	-50,31	33,19	3,458
P3	-12,99	-12,99	-75,11	49,69	2,889
P4	-12,98	-12,98	-75,16	49,92	2,871
Extrema	-12,99	-12,99	-75,16	49,92	2,871



Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

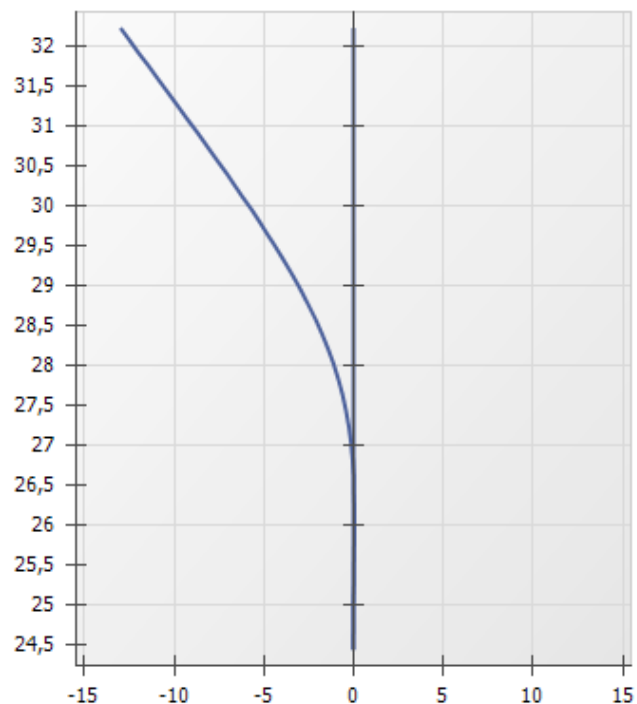
v.5.0.15

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DU SOMAIL

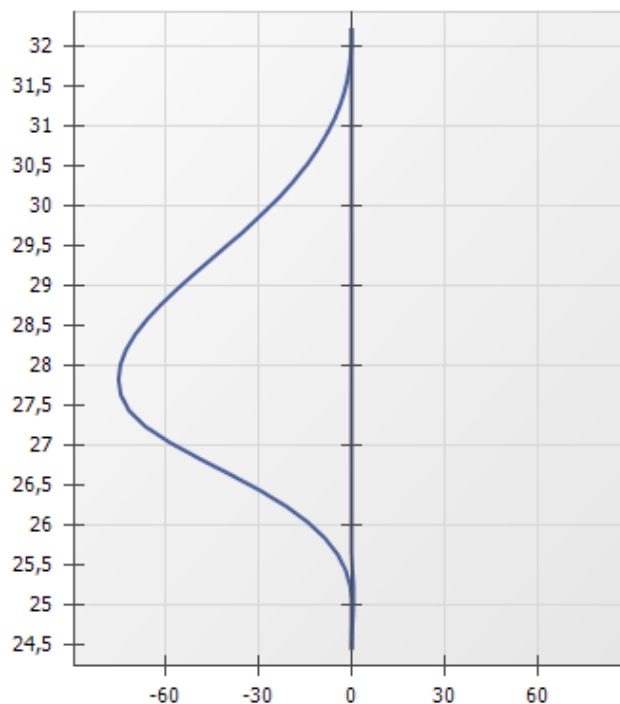
RESULTATS ELS (Enveloppe phases P1 à P4)

Déplacements [mm]



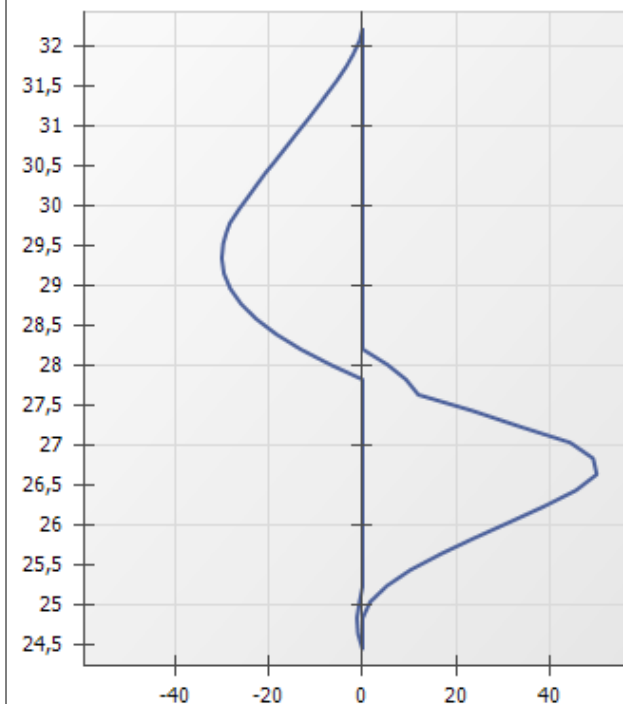
Min = -12,99 - Max = 0,04

Moment [kNm/m]



Min = -75,16 - Max = 0,57

Effort Tranchant [kN/m]



Min = -30,06 - Max = 49,92

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



terrasol

setec

Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

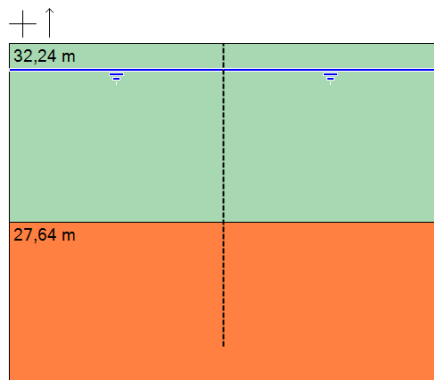
v.5.0.15

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DU SOMAIL

SYNTHESE PHASAGE

P0

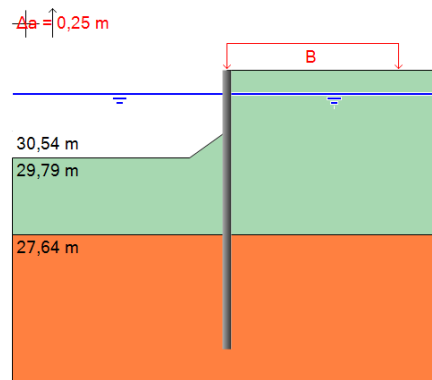


Gauche

Droite

| m |

P1 : Phase transitoire

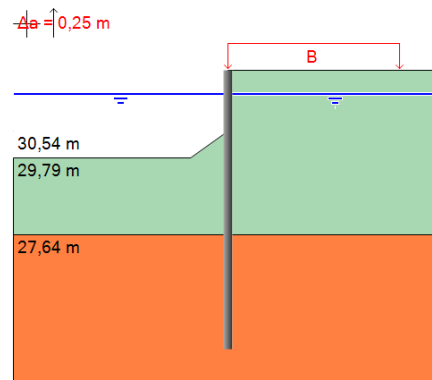


Gauche

Droite

| m |

P2 : Phase durable

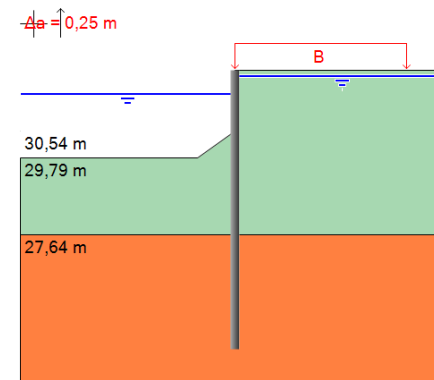


Gauche

Droite

| m |

P3 : Phase transitoire



Gauche

Droite

| m |

- Options MEL :
 Surexcavation :
 $\Delta a_{\text{gauche}} [m] = 0,25$ $\Delta a_{\text{droite}} [m] = 0,00$
 Méthode de calcul automatique.
 Sélection automatique du côté de la butée
 Correction automatique de l'inclinaison de contre butée.
 Calculer sollicitations ELU (MISS) : non

- Excavation (côté gauche) :
 $z_h [m] = 29,79$
 Mise en place d'une risberme :
 $z_t [m] = 30,54$ $a [m] = 0,01$
 $z_h [m] = 29,79$ $b [m] = 0,88$
 $\alpha_e = 1,000$

- Surcharge de Boussinesq (côté droit) : n°1
 $z [m] = 32,24$
 $x [m] = 0,01$
 $L [m] = 4,00$
 $q [kN/m/m] = 10,00$
 $\alpha_e = 1,990$
 Nature: Variable

- Options MEL :
 Surexcavation :
 $\Delta a_{\text{gauche}} [m] = 0,25$ $\Delta a_{\text{droite}} [m] = 0,00$
 Méthode de calcul automatique.
 Sélection automatique du côté de la butée
 Correction automatique de l'inclinaison de contre butée.
 Calculer sollicitations ELU (MISS) : non

- Options MEL :
 Surexcavation :
 $\Delta a_{\text{gauche}} [m] = 0,25$ $\Delta a_{\text{droite}} [m] = 0,00$
 Méthode de calcul automatique.
 Sélection automatique du côté de la butée
 Correction automatique de l'inclinaison de contre butée.
 Calculer sollicitations ELU (MISS) : non

- Action hydraulique : (droite)
 $z_w [m] = 32,09$



Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.15

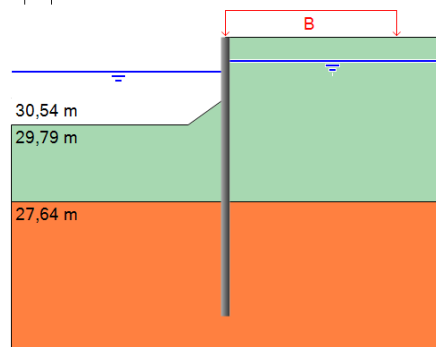
AFFAIRE C.24.41.150

PORT DU SOMAIL

SYNTHESE PHASAGE

P4 : Phase transitoire

$\Delta a = 0,25 \text{ m}$



Gauche

Droite

| m |

- Options MEL :
Surexcavation :
 $\Delta a, \text{gauche} [\text{m}] = 0,25$ $\Delta a, \text{droite} [\text{m}] = 0,00$
Méthode de calcul automatique.
Sélection automatique du côté de la butée
Correction automatique de l'inclinaison de contre butée.
Calculer sollicitations ELU (MISS) : non

- Action hydraulique : (droite)
 $z_w [\text{m}] = 31,59$

- Action hydraulique : (gauche)
 $z_w [\text{m}] = 31,29$



terrasol

setec

Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.15

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DU SOMAIL

RESULTATS ELS et ELU (Synthèse)

PHASE	Type Vérif.	M,d max kNm/m	V,d max kN/m	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. kN/m	Vérif. Kranz
P1	MEL	-92,47	59,53	OK	9,48	-
P2	MEL	-108,61	82,01	OK	3,11	-
P3	MEL	-138,28	103,57	OK	1,16	-
P4	MEL	-125,52	90,89	OK	0,72	-
Extrema	-	-138,28	103,57	-	-	-



Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

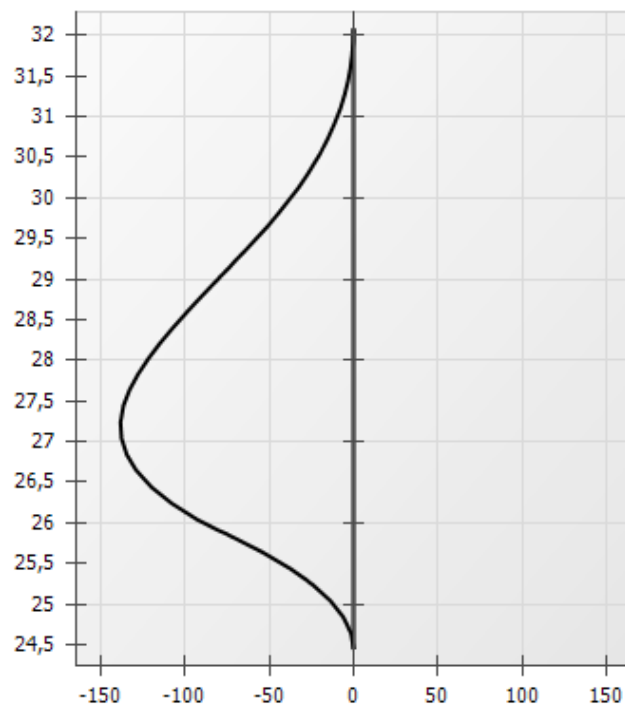
v.5.0.15

AFFAIRE C.24.41.150

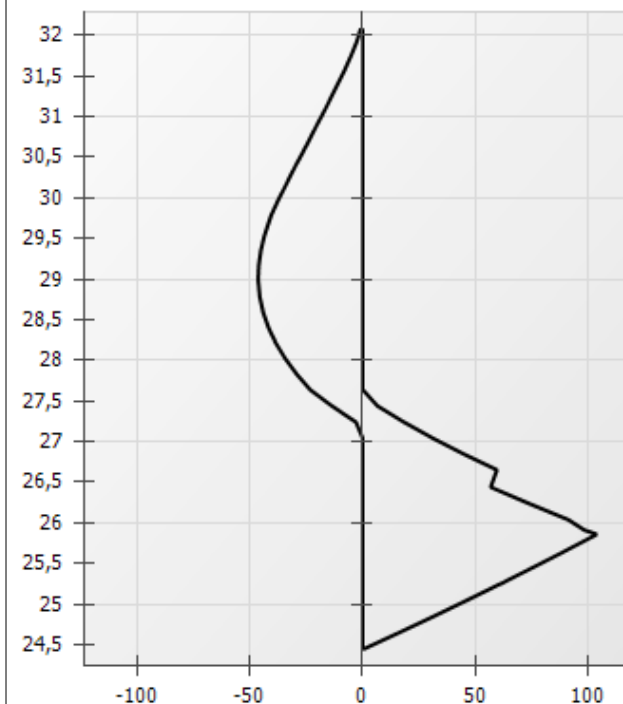
PORT DU SOMAIL

RESULTATS ELS et ELU (Enveloppe phases P1 à P4)

Moment [kNm/m]



Effort Tranchant [kN/m]



Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



terrasol

setec

Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.15

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DU SOMAIL

Vérifications

Méthode de référence pour le recalcul de ka/kp : Kérisel

COEFFICIENTS PARTIELS 1 - Approche 2 (EC7 - NF P94-282)

Actions		
Sol - Eau - Ecran	MISS	MEL
poussée limite du sol (Ypa)	1,00	1,35
pression d'eau (Ypw)	1,00	1,35
poids propre de l'écran (YW)	1,00	1,35

Actions		
Sucharges appliquée sur le sol et l'écran	MISS	MEL
Sol - permanente (YG)	1,00	1,00
Sol - variable (YQ)	1,11	1,11
Ecran - permanente favorable (YG,inf)	1,00	1,00
Ecran - permanente défavorable (YG,sup)	1,00	1,35
Ecran - variable défavorable (YQ,sup)	1,11	1,50

Paramètre de résistance		
Paramètres du sol	MISS	MEL
Cohésion effective (Yc')	1,00	1,00
Angle de frot. effectif (Yφ')	1,00	1,00
Cohesion non drainée (Ycu')	1,00	1,00

-		
	MISS	MEL
Butée limite - phase durable (Ypb,D)	1,40	1,40
Butée limite - phase transitoire (Ypb,T)	1,10	1,10
Résistance des appuis (Yanc)	1,00	-
Effort déstabilisant (Ykrz)	1,10	-

Efforts, sollicitations et butée mobilisée : YE = 1,35

RESULTATS DES VERIFICATIONS

PHASE 1 - Transitoire

Jeu de coefficients utilisé pour cette phase : 1

L'écran est considéré en console (autostable).

La méthode D a été utilisée pour cette phase.

La butée pour cette phase est considérée à gauche.

Vérification du défaut de butée :**Vérification de la hauteur de fiche :**

Point de pression nulle : z0 = 29,24 m

Point de moment nul : zc = 25,91 m

Côte du pied de l'écran : zp = 24,44 m

f0 = z0 - zc = 3,32 m

fb = z0 - zp = 4,80 m

fb / f0 = 1,444 (≥ 1,2)**Vérification de la contre-butée :**

Point de transition :

Contre-butée nécessaire à l'équilibre des efforts horizontaux :

Contre-butée mobilisable sous zn :

Facteur de mobilisation :

Cm,d ≥ Ct,d**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.****Vérification de l'équilibre vertical :**

Poids propre P de l'écran :

Pd = 8,42 kN/m

Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :

Pv,d = 1,06 kN/m

Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :

Tv,d = 0,00 kN/m

Résultante verticale Fv des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran :

zn = 26,65 m

Ct,d = 125,63 kN/m

Cm,d = 574,06 kN/m

α = 0,170

Fv,d = 0,00 kN/m Yq = valeur dépendant de la nature de chaque action.

Résultante ELU des efforts verticaux :

Rv,d = 9,48 kN/m

Charge verticale ELU de 9,48 kN/m à transmettre en pied de l'écran.**Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.****PHASE 2 - Durable**

Jeu de coefficients utilisé pour cette phase : 1

L'écran est considéré en console (autostable).

La méthode D a été utilisée pour cette phase.

La butée pour cette phase est considérée à gauche.

Vérification du défaut de butée :**Vérification de la hauteur de fiche :**

Point de pression nulle : z0 = 29,01 m

Point de moment nul : zc = 25,26 m

Côte du pied de l'écran : zp = 24,44 m

f0 = z0 - zc = 3,75 m

fb = z0 - zp = 4,57 m

fb / f0 = 1,220 (≥ 1,2)**Vérification de la contre-butée :**

Point de transition :

Contre-butée nécessaire à l'équilibre des efforts horizontaux :

Contre-butée mobilisable sous zn :

Facteur de mobilisation :

Cm,d ≥ Ct,d**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.****Vérification de l'équilibre vertical :**

Poids propre P de l'écran :

Pd = 8,42 kN/m

zn = 25,82 m

Ct,d = 127,30 kN/m

Cm,d = 301,44 kN/m

α = 0,374



Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.15

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DU SOMAIL

Vérifications

Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :

Pv,d = -5,32 kN/m

Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :

Tv,d = 0,00 kN/m

Résultante verticale Fv des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran :

Fv,d = 0,00 kN/m Yq = valeur dépendant de la nature de chaque action.

Résultante ELU des efforts verticaux :

Rv,d = 3,11 kN/m

Charge verticale ELU de 3,11 kN/m à transmettre en pied de l'écran.

Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.

PHASE 3 - Transitoire

Jeu de coefficients utilisé pour cette phase : 1

L'écran est considéré en console (autostable).

La méthode D a été utilisée pour cette phase.

La butée pour cette phase est considérée à gauche.

Vérification du défaut de butée :**Vérification de la hauteur de fiche :**

Point de pression nulle : z0 = 29,03 m

Point de moment nul : zc = 25,29 m

Côte du pied de l'écran : zp = 24,44 m

f0 = z0 - zc = 3,74 m

fb = z0 - zp = 4,59 m

fb / f0 = 1,228 (≥ 1,2)

Vérification de la contre-butée :

Point de transition :

zn = 25,86 m

Contre-butée nécessaire à l'équilibre des efforts horizontaux :

Ct,d = 163,12 kN/m

Contre-butée mobilisable sous zn :

Cm,d = 335,13 kN/m

Facteur de mobilisation :

α = 0,404

Cm,d ≥ Ct,d

Le défaut de butée est justifié pour cette phase.

Vérification de l'équilibre vertical :

Poids propre P de l'écran :

Pd = 8,42 kN/m

Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :

Pv,d = -7,26 kN/m

Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :

Tv,d = 0,00 kN/m

Résultante verticale Fv des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran :

Fv,d = 0,00 kN/m Yq = valeur dépendant de la nature de chaque action.

Résultante ELU des efforts verticaux :

Rv,d = 1,16 kN/m

Charge verticale ELU de 1,16 kN/m à transmettre en pied de l'écran.

Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.

PHASE 4 - Transitoire

Jeu de coefficients utilisé pour cette phase : 1

L'écran est considéré en console (autostable).

La méthode D a été utilisée pour cette phase.

La butée pour cette phase est considérée à gauche.

Vérification du défaut de butée :**Vérification de la hauteur de fiche :**

Point de pression nulle : z0 = 29,05 m

Point de moment nul : zc = 25,43 m

Côte du pied de l'écran : zp = 24,44 m

f0 = z0 - zc = 3,62 m

fb = z0 - zp = 4,61 m

fb / f0 = 1,273 (≥ 1,2)

Vérification de la contre-butée :

Point de transition :

zn = 26,04 m

Contre-butée nécessaire à l'équilibre des efforts horizontaux :

Ct,d = 153,24 kN/m

Contre-butée mobilisable sous zn :

Cm,d = 433,37 kN/m

Facteur de mobilisation :

α = 0,281

Cm,d ≥ Ct,d

Le défaut de butée est justifié pour cette phase.

Vérification de l'équilibre vertical :

Poids propre P de l'écran :

Pd = 8,42 kN/m

Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :

Pv,d = -7,71 kN/m

Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :

Tv,d = 0,00 kN/m

Résultante verticale Fv des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran :

Fv,d = 0,00 kN/m Yq = valeur dépendant de la nature de chaque action.

Résultante ELU des efforts verticaux :

Rv,d = 0,72 kN/m

Charge verticale ELU de 0,72 kN/m à transmettre en pied de l'écran.

Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.



Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE

ANNEXE 9

DIMENSIONNEMENT

DU TUNAGE BOIS





K-Réa

v.5.0.12

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DE LA ROBINE

DONNEES

GENERALITES :

Système d'unités : Métrique, kN, kN/m² Niveau phréatique : 31,59 m

Poids volumique de l'eau : 10,00 kN/m³ Nombre d'itérations par phase de calcul : 100

Pas de calcul : 0,20 m Prise en compte moments 2 ordre : non

Définition du projet : Cotes

CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	dc [kN/m ² /m]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m ² /m]	dkh [kN/m ² /m/m]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [kN/m/m]
C1	32,46	19,00	9,00	25,00	2,00	0,000	0,577	0,349	3,067	0,577	0,577	1,388	4,274	158545	0	0,667	-0,333	0,100	10000,00
C2	27,46	19,00	9,00	30,00	5,00	0,000	0,500	0,282	3,939	0,500	0,500	1,238	4,998	404897	0	0,667	-0,333	0,100	10000,00

CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :

Section	z,base [m]	EI [kNm ² /m]	W [kN/m/m]
1	25,96	1626	0,35

Cote de la tête de l'écran : z0 = 32,46 m



Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.12

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DE LA ROBINE

DONNEES

SURCHARGE BOUSSINESQ	Phase	Côté	z [m]	x [m]	L [m]	αe	q [kN/m/m]
1	P1	Droite	32,46	0,01	4,00	1,333	10,00
2	P2	Droite	32,46	2,00	2,00	1,333	5,00



terrasol

setec

Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.12

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DE LA ROBINE

ASSISTANTS

Assistant K0 :

Action	Nom Couche	φ [°]	β [°]	Roc	K0
Sol initial	C1	25,00	0,00	1,000	0,577
Sol initial	C2	30,00	0,00	1,000	0,500
Remblaiement (Phase 0)	C1	25,00	0,00	1,000	0,577

Assistant Kerisel & Absi, milieu pesant :

Action	Nom Couche	Coefficient	λ [°]	φ [°]	δ/φ	β/φ	Valeur
Sol initial	C1	kay	0,00	25,00	0,667	0,000	0,349
Sol initial	C1	kpy	0,00	25,00	-0,333	0,000	3,067
Sol initial	C2	kay	0,00	30,00	0,667	0,000	0,282
Sol initial	C2	kpy	0,00	30,00	-0,333	0,000	3,939

Assistant kac/kpc :

Action	Nom Couche	Coefficient	φ [°]	δ/φ	Valeur
Sol initial	C1	kac	25,00	0,667	1,388
Sol initial	C1	kpc	25,00	-0,333	4,274
Sol initial	C2	kac	30,00	0,667	1,238
Sol initial	C2	kpc	30,00	-0,333	4,998
Remblaiement (Phase 0)	C1	kac	25,00	0,667	1,388
Remblaiement (Phase 0)	C1	kpc	25,00	-0,250	4,007

Assistant kh, Schmitt :

Action	Nom Couche	Em [kN/m²]	α	EI [kNm²/m]	kh [kN/m²/m]
Sol initial	C1	30000	1,000	1626	158545
Sol initial	C2	40000	0,660	1626	404897
Remblaiement (Phase 0)	C1	30000	1,000	1626	158545

Assistant Rideau de palplanche :

Action	Type	Section	EI [kNm²/m]
Ecran initial	Standard Z	AZ 18-800	86772



Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

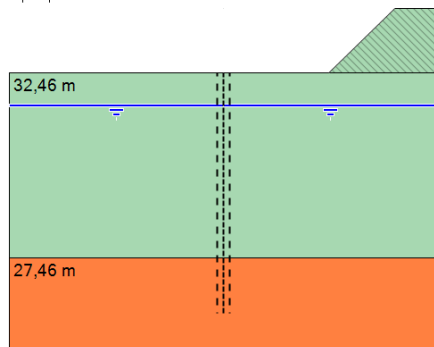
v.5.0.12

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DE LA ROBINE

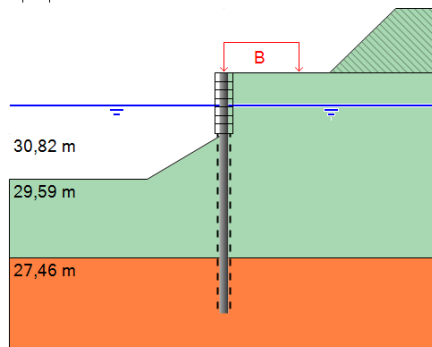
SYNTHESE PHASAGE

P0



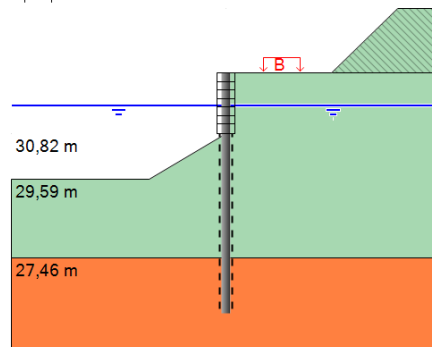
Gauche Droite
| m |

P1 : Phase transitoire



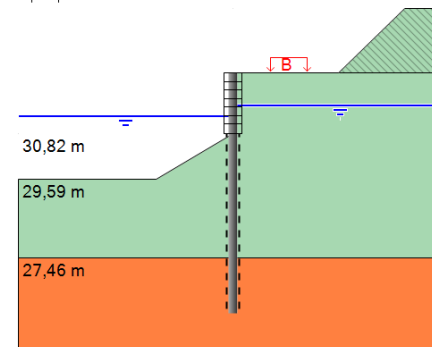
Gauche Droite
| m |

P2 : Phase durable



Gauche Droite
| m |

P3 : Phase transitoire



Gauche Droite
| m |

- Poussée réduite :
zt [m] = 32,46
zb [m] = 25,96
R = 0,750
C = 1,000

- Remblai (droite) C1

zt [m] = 34,20
φ [°] = 25,00
dc [kN/m²/m] = 0,000
γ [kN/m³] = 19,00
kac = 1,388
kpc = 4,007
kd = 0,577
kh [kN/m²/m] = 158545
pmax [kN/m/m] = 10000,00
Mise en place d'un talus :
zh [m] = 32,46 b [m] = 5,66

Drainé
c [kN/m²] = 2,00
γ' [kN/m³] = 9,00
kay = 0,349
kpy = 2,921
ki = 0,577
kr = 0,577
dkh [kN/m²/m/m] = 0
ka,min = 0,100
zt [m] = 34,20 a [m] = 9,22
ae = 1,000

- Excavation (côté gauche) :
zh [m] = 29,59
Mise en place d'une risberme :
zt [m] = 30,82 a [m] = 0,01
zh [m] = 29,59 b [m] = 4,14
ae = 1,000

- Surcharge de Boussinesq (côté droit) : n°1

z [m] = 32,46
x [m] = 0,01
L [m] = 4,00
q [kN/m/m] = 10,00
ae = 1,333

- Pose de blindage (Berlinoise) :

z [m] = 30,82

- Retrait de la charge de boussinesq n°1

- Surcharge de Boussinesq (côté droit) : n°2

z [m] = 32,46
x [m] = 2,00
L [m] = 2,00
q [kN/m/m] = 5,00
ae = 1,333

- Action hydraulique : (gauche)
zw [m] = 31,29



Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.12

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DE LA ROBINE

RESULTATS ELS (Synthèse)

PHASE	Déplac. en tête mm	Déplac. max mm	Moment max kNm/m	Tranch. max kN/m	Rapport butées
P1	-56,86	-56,86	-15,00	17,61	2,409
P2	-56,83	-56,83	-14,99	17,60	2,460
P3	-56,83	-56,83	-15,00	17,63	2,326
Extrema	-56,86	-56,86	-15,00	17,63	2,326



Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

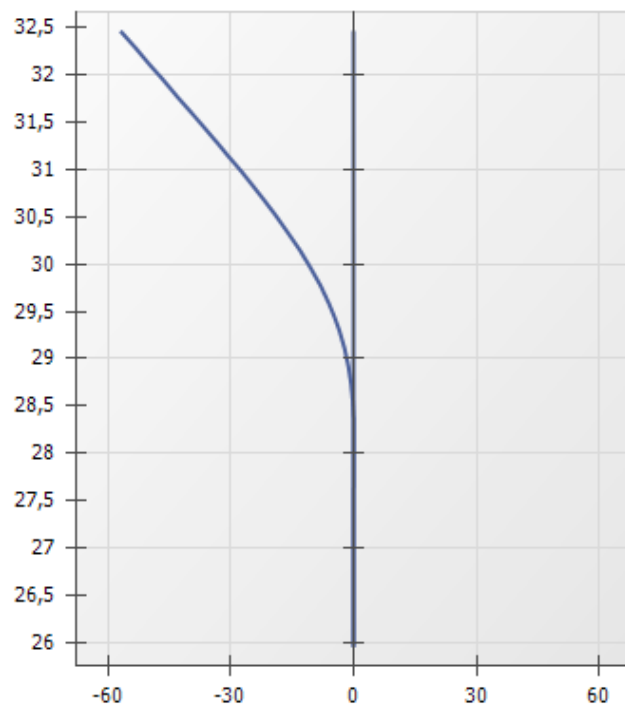
v.5.0.12

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DE LA ROBINE

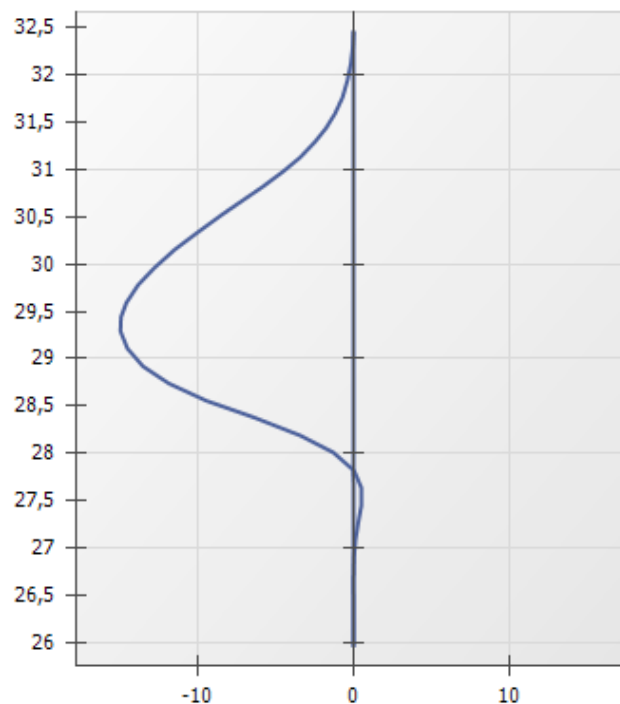
RESULTATS ELS (Enveloppe phases P1 à P3)

Déplacements [mm]



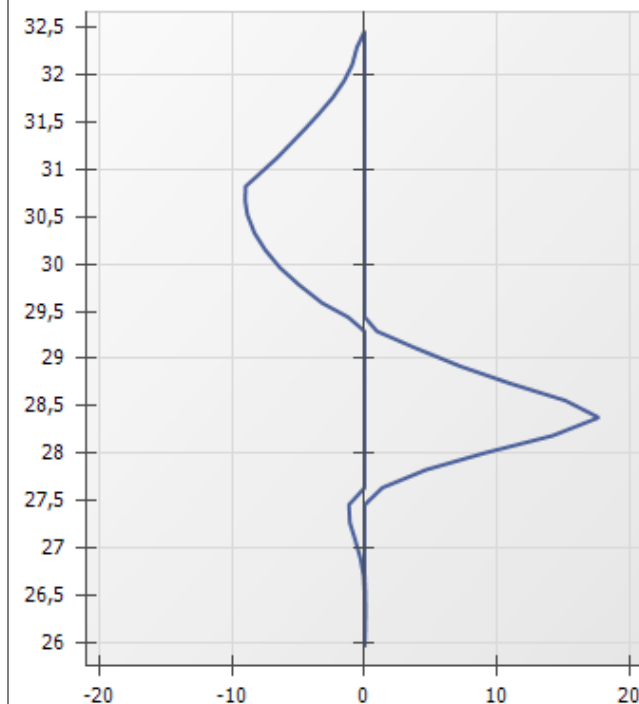
Min = -56,86 - Max = 0,05

Moment [kNm/m]



Min = -15,00 - Max = 0,50

Effort Tranchant [kN/m]



Min = -9,01 - Max = 17,63

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



terrasol

setec

Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.12

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DE LA ROBINE

RESULTATS ELS (Enveloppe phases P1 à P3)

Niveau m	Moment		Tranchant		Déplacement	
	min kNm/m	max kNm/m	min kN/m	max kN/m	min mm	max mm
32,46	0,00	0,00	0,00	0,00	-56,86	0,00
32,29	-0,06	0,00	-0,58	0,00	-53,36	0,00
32,11	-0,19	0,00	-0,93	0,00	-49,87	0,00
31,94	-0,40	0,00	-1,52	0,00	-46,37	0,00
31,76	-0,72	0,00	-2,39	0,00	-42,88	0,00
31,59	-1,20	0,00	-3,43	0,00	-39,40	0,00
31,44	-1,76	0,00	-4,41	0,00	-36,42	0,00
31,29	-2,49	0,00	-5,43	0,00	-33,46	0,00
31,13	-3,42	0,00	-6,54	0,00	-30,41	0,00
30,98	-4,52	0,00	-7,71	0,00	-27,41	0,00
30,82	-5,82	0,00	-8,97	0,00	-24,48	0,00
30,67	-7,16	0,00	-9,01	0,00	-21,75	0,00
30,52	-8,49	0,00	-8,84	0,00	-19,13	0,00
30,33	-10,08	0,00	-8,31	0,00	-16,04	0,00
30,15	-11,54	0,00	-7,50	0,00	-13,16	0,00
29,96	-12,82	0,00	-6,37	0,00	-10,53	0,00
29,78	-13,87	0,00	-4,94	0,00	-8,17	0,00
29,59	-14,63	0,00	-3,22	0,00	-6,11	0,00
29,44	-14,97	0,00	-1,25	0,00	-4,67	0,00
29,29	-15,00	0,00	0,00	0,93	-3,44	0,00
29,11	-14,56	0,00	0,00	3,89	-2,22	0,00
28,92	-13,55	0,00	0,00	7,23	-1,29	0,00
28,74	-11,89	0,00	0,00	10,96	-0,65	0,00
28,56	-9,52	0,00	0,00	15,11	-0,24	0,00
28,38	-6,39	0,00	0,00	17,63	-0,04	0,00
28,19	-3,43	0,00	0,00	14,18	0,00	0,05
28,01	-1,30	0,00	0,00	9,15	0,00	0,05
27,83	-0,05	0,00	0,00	4,65	0,00	0,03
27,64	0,00	0,49	0,00	1,34	0,00	0,00
27,46	0,00	0,50	-1,19	0,00	-0,02	0,00
27,27	0,00	0,29	-1,12	0,00	-0,03	0,00
27,09	0,00	0,11	-0,72	0,00	-0,03	0,00
26,90	0,00	0,02	-0,33	0,00	-0,03	0,00
26,71	-0,02	0,00	-0,08	0,00	-0,03	0,00
26,52	-0,02	0,00	0,00	0,04	-0,03	0,00
26,34	-0,01	0,00	0,00	0,06	-0,02	0,00
26,15	0,00	0,00	0,00	0,04	-0,02	0,00
25,96	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,00



Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

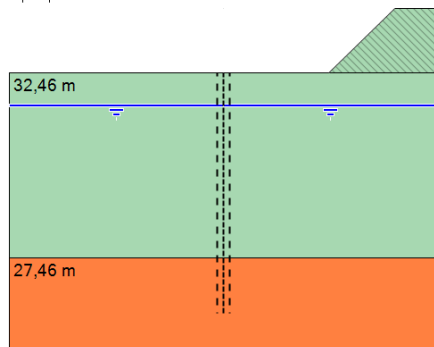
v.5.0.12

AFFAIRE C.24.41.150

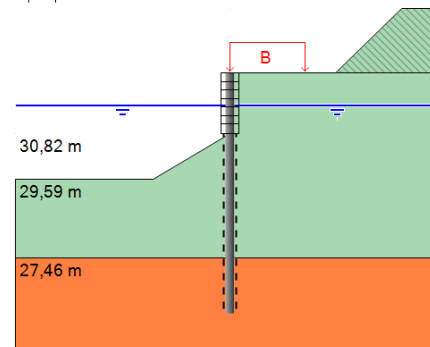
PORT DE LA ROBINE

SYNTHESE PHASAGE

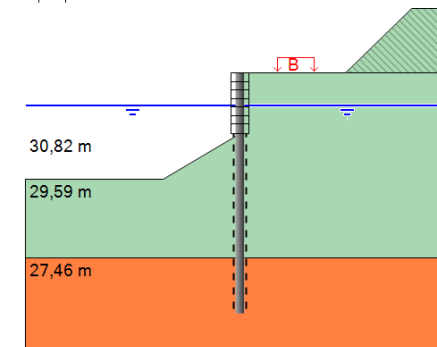
P0

Gauche Droite
| m |

P1 : Phase transitoire

 $\Delta a = 0,30 \text{ m}$ Gauche Droite
| m |

P2 : Phase durable

 $\Delta a = 0,30 \text{ m}$ Gauche Droite
| m |

- Poussée réduite :
zt [m] = 32,46
zb [m] = 25,96
R = 0,750
C = 1,000

- Remblai (droite) C1

zt [m] = 34,20
 ϕ [°] = 25,00
dc [kN/m²/m] = 0,000
 γ [kN/m³] = 19,00
kac = 1,388
kpc = 4,007
kd = 0,577
kh [kN/m²/m] = 158545
pmax [kN/m/m] = 10000,00
Mise en place d'un talus :
zh [m] = 32,46 b [m] = 5,66
a [m] = 9,22

Valeurs de calcul MISS:

ϕ ,d [°] = 25,00 c,d [kN/m²] = 2,00
dc,d [kN/m²/m] = 0,000
kay,d = 0,349 kpy,d = 2,921
kac,d = 1,388 kpc,d = 4,007

Valeurs de calcul MEL:

ϕ ,d [°] = 25,00 c,d [kN/m²] = 2,00
dc,d [kN/m²/m] = 0,000
kay,d = 0,349 kpy,d = 2,921
kac,d = 1,388 kpc,d = 4,007

- Options MEL :

Surexcavation :

Δa ,gauche [m] = 0,30 Δa ,droite [m] = 0,00

Méthode de calcul automatique.

Sélection automatique du côté de la butée

Correction automatique de l'inclinaison de contre butée.

Calculer sollicitations ELU (MISS) : oui

- Excavation (côté gauche) :

zh [m] = 29,59

Mise en place d'une risberme :

zt [m] = 30,82 a [m] = 0,01

zh [m] = 29,59 b [m] = 4,14

αe = 1,000

- Surcharge de Boussinesq (côté droit) : n°1

z [m] = 32,46

x [m] = 0,01

L [m] = 4,00

q [kN/m/m] = 10,00

αe = 1,333

Nature: Variable

- Pose de blindage (Berlinoise) :

z [m] = 30,82

- Options ELU (MISS):

Surexcavation :

Δa ,gauche [m] = 0,30 Δa ,droite [m] = 0,00

position zD du point d'effort tranchant null : automatique

- Retrait de la charge de boussinesq n°1

- Surcharge de Boussinesq (côté droit) : n°2

z [m] = 32,46

x [m] = 2,00

L [m] = 2,00

q [kN/m/m] = 5,00

αe = 1,333

Nature: Variable



setec

Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.12

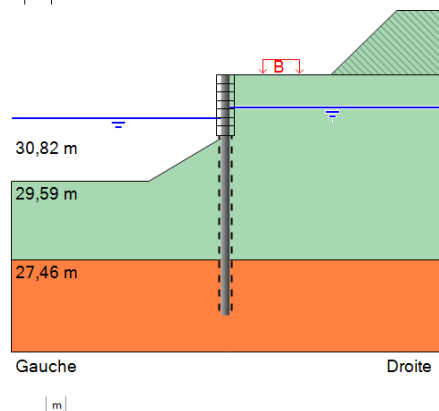
AFFAIRE C.24.41.150

PORT DE LA ROBINE

SYNTHESE PHASAGE

P3 : Phase transitoire

$\Delta a = 0,30 \text{ m}$



- Options ELU (MISS):

Surexcavation :

$\Delta a, \text{gauche} [\text{m}] = 0,30$ $\Delta a, \text{droite} [\text{m}] = 0,00$

position zD du point d'effort tranchant null : automatique

- Action hydraulique : (gauche)

zw [m] = 31,29



terrasol

setec

Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.12

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DE LA ROBINE

RESULTATS ELS et ELU (Synthèse)

PHASE	Type Vérif.	M,d max kNm/m	V,d max kN/m	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. kN/m	Vérif. Kranz
P1	MEL	-35,18	30,17	OK	3,11	-
P2	MISS	-22,40	25,35	OK	2,77	OK
P3	MISS	-21,63	25,66	OK	2,24	OK
Extrema	-	-35,18	30,17	-	-	-



K-Réa

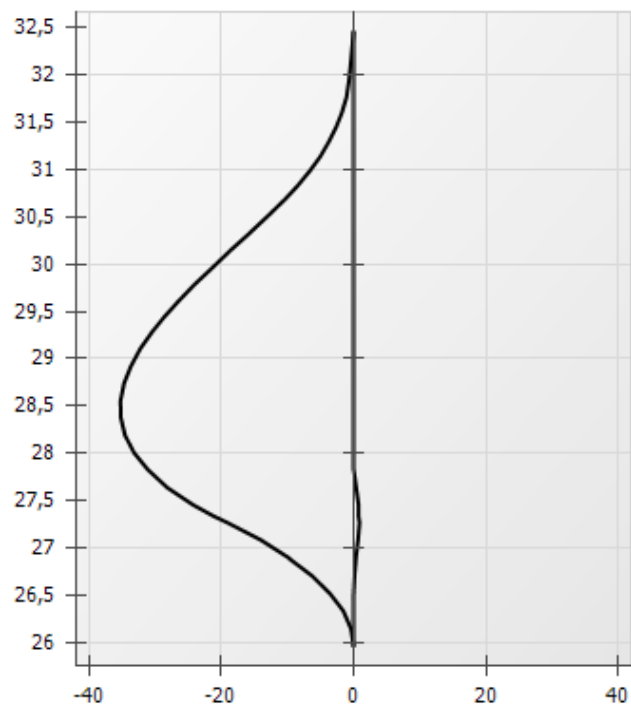
v.5.0.12

AFFAIRE C.24.41.150

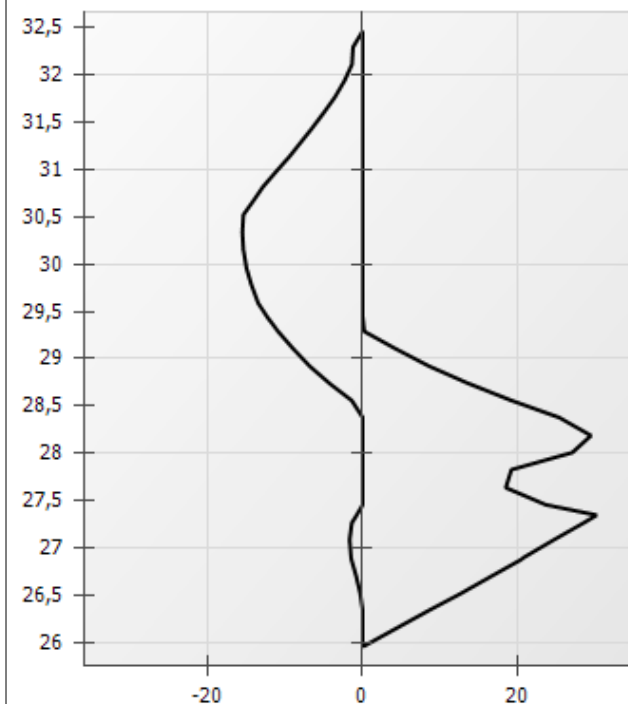
PORT DE LA ROBINE

RESULTATS ELS et ELU (Enveloppe phases P1 à P3)

Moment [kNm/m]



Effort Tranchant [kN/m]



Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



terrasol

setec

Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.12

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DE LA ROBINE

RESULTATS ELS et ELU (Enveloppe phases P1 à P3)

Niveau m	Moment		M,d		Tranchant		V,d		Déplacement	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
	kNm/m	kNm/m	kNm/m	kNm/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	mm	mm
32,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-65,76	0,00
32,29	-0,16	0,00	-0,22	0,00	-0,93	0,00	-1,25	0,00	-61,85	0,00
32,11	-0,33	0,00	-0,45	0,00	-1,02	0,00	-1,38	0,00	-58,06	0,00
31,94	-0,52	0,00	-0,71	0,00	-1,70	0,00	-2,32	0,00	-54,27	0,00
31,76	-0,81	0,00	-1,09	0,00	-2,62	0,00	-3,60	0,00	-50,49	0,00
31,59	-1,36	0,00	-1,83	0,00	-3,73	0,00	-5,09	0,00	-46,72	0,00
31,44	-1,99	0,00	-2,69	0,00	-4,76	0,00	-6,48	0,00	-43,49	0,00
31,29	-2,78	0,00	-3,76	0,00	-5,78	0,00	-7,93	0,00	-40,28	0,00
31,13	-3,77	0,00	-5,09	0,00	-6,82	0,00	-9,50	0,00	-36,95	0,00
30,98	-4,92	0,00	-6,66	0,00	-7,81	0,00	-11,13	0,00	-33,67	0,00
30,82	-6,22	0,00	-8,54	0,00	-8,75	0,00	-12,82	0,00	-30,43	0,00
30,67	-7,58	0,00	-10,56	0,00	-9,39	0,00	-14,08	0,00	-27,40	0,00
30,52	-9,03	0,00	-12,77	0,00	-10,04	0,00	-15,39	0,00	-24,44	0,00
30,34	-10,75	0,00	-15,51	0,00	-9,51	0,00	-15,51	0,00	-21,08	0,00
30,33	-10,84	0,00	-15,64	0,00	-9,50	0,00	-15,51	0,00	-20,92	0,00
30,15	-12,48	0,00	-18,52	0,00	-8,94	0,00	-15,38	0,00	-17,58	0,00
29,96	-13,92	0,00	-21,35	0,00	-8,09	0,00	-14,99	0,00	-14,47	0,00
29,78	-15,10	0,00	-24,08	0,00	-6,95	0,00	-14,35	0,00	-11,62	0,00
29,59	-16,00	0,00	-26,68	0,00	-5,54	0,00	-13,49	0,00	-9,06	0,00
29,44	-16,45	0,00	-28,61	0,00	-3,82	0,00	-12,29	0,00	-7,22	0,00
29,29	-16,59	0,00	-30,35	0,00	-1,90	0,14	-10,92	0,19	-5,59	0,00
29,11	-16,30	0,00	-32,18	0,00	0,00	3,08	-9,00	4,15	-3,91	0,00
28,92	-15,62	0,00	-33,63	0,00	0,00	6,38	-6,80	8,62	-2,55	0,00
28,74	-14,62	0,00	-34,65	0,00	0,00	10,09	-4,27	13,62	-1,52	0,00
28,56	-12,97	0,00	-35,18	0,00	0,00	14,22	-1,41	19,19	-0,78	0,00
28,38	-10,59	0,00	-35,14	0,00	0,00	18,78	0,00	25,35	-0,31	0,00
28,19	-7,38	0,00	-34,49	0,00	0,00	19,01	0,00	29,43	-0,06	0,03
28,01	-4,11	0,00	-33,15	0,00	0,00	15,95	0,00	27,01	0,00	0,07
27,83	-1,67	0,00	-31,05	0,00	0,00	10,59	0,00	19,17	0,00	0,05
27,64	-0,21	0,28	-28,12	0,37	0,00	5,53	0,00	18,44	0,00	0,03
27,46	0,00	0,54	-24,28	0,73	0,00	1,62	0,00	23,60	0,00	0,01
27,35	0,00	0,48	-21,42	0,71	-0,57	0,38	-0,78	30,17	-0,01	0,00
27,27	0,00	0,49	-19,04	0,87	-1,03	0,00	-1,40	28,52	-0,02	0,00
27,09	0,00	0,32	-14,06	0,65	-1,02	0,00	-1,69	24,65	-0,02	0,00
26,90	0,00	0,15	-9,80	0,33	-0,77	0,00	-1,50	20,70	-0,03	0,00
26,88	0,00	0,14	-9,52	0,32	-0,75	0,00	-1,45	20,41	-0,03	0,00
26,71	0,00	0,04	-6,30	0,11	-0,40	0,00	-0,86	16,68	-0,03	0,00
26,52	-0,02	0,00	-3,55	0,00	-0,12	0,00	-0,31	12,59	-0,03	0,00



Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.12

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DE LA ROBINE

RESULTATS ELS et ELU (Enveloppe phases P1 à P3)

Niveau m	Moment		M,d		Tranchant		V,d		Déplacement	
	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max
	kNm/m	kNm/m	kNm/m	kNm/m	kN/m	kN/m	kN/m	kN/m	mm	mm
26,34	-0,02	0,00	-1,58	0,00	0,00	0,05	0,00	8,43	-0,03	0,00
26,15	-0,01	0,00	-0,40	0,00	0,00	0,05	0,00	4,22	-0,02	0,00
25,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,02	0,00



Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.12

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DE LA ROBINE

Vérifications

COEFFICIENTS PARTIELS - Approche 2 (EC7 - NF P94-282)

Actions		
Sol - Eau - Ecran	MISS	MEL
poussée limite du sol (Ypa)	1,00	1,35
pression d'eau (Ypw)	1,00	1,35
poids propre de l'écran (YW)	1,00	1,35

Actions		
Sucharges appliquée sur le sol et l'écran	MISS	MEL
Sol - permanente (YG)	1,00	1,00
Sol - variable (YQ)	1,11	1,11
Ecran - permanente favorable (YG,inf)	1,00	1,00
Ecran - permanente défavorable (YG,sup)	1,00	1,35
Ecran - variable défavorable (YQ,sup)	1,11	1,50

Paramètre de résistance		
Paramètres du sol	MISS	MEL
Cohésion effective (Yc')	1,00	1,00
Angle de frot. effectif (Yφ')	1,00	1,00
Cohesion non drainée (Ycu')	1,00	1,00

-		
	MISS	MEL
Butée limite - phase durable (Ypb,D)	1,40	1,40
Butée limite - phase transitoire (Ypb,T)	1,10	1,10
Résistance des appuis (Yanc)	1,00	-
Effort déstabilisant (Ykrz)	1,10	-

Efforts, sollicitations et butée mobilisée : YE = 1,35

Méthode de référence pour le recalcul de ka/kp : Kérisel

RESULTATS DES VERIFICATIONS

PHASE 1 - Transitoire

L'écran est considéré en console (autostable).

La méthode D a été utilisée pour cette phase.

La butée pour cette phase est considérée à gauche.

Vérification du défaut de butée :**Vérification de la hauteur de fiche :**

Point de pression nulle : z0 = 30,34 m

Point de moment nul : zc = 26,88 m

Côte du pied de l'écran : zp = 25,96 m

f0 = z0 - zc = 3,46 m

fb = z0 - zp = 4,38 m

fb / f0 = 1,267 (≥ 1,2)**Vérification de la contre-butée :**

Point de transition :

zn = 27,35 m

Contre-butée nécessaire à l'équilibre des efforts horizontaux :

Ct,d = 61,68 kN/m

Contre-butée mobilisable sous zn :

Cm,d = 373,97 kN/m

Facteur de mobilisation :

α = 0,100

Cm,d ≥ Ct,d**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.****Vérification de l'équilibre vertical :**

Poids propre P de l'écran :

Pd = 3,07 kN/m

Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :

Pv,d = 0,03 kN/m

Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :

Tv,d = 0,00 kN/m

Résultante verticale Fv des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran :

Fv,d = 0,00 kN/m Yq = valeur dépendant de la nature de chaque action.

Résultante ELU des efforts verticaux :

Rv,d = 3,11 kN/m

Charge verticale ELU de 3,11 kN/m à transmettre en pied de l'écran.**Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.****PHASE 2 - Durable**

La butée pour cette phase est considérée à gauche.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : Bt,k = 96,25 kN/m

Valeur de calcul : Bt,d = 129,94 kN/m

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : Bm,k = 237,30 kN/m

Valeur de calcul : Bm,d = 169,50 kN/m

Bt,d < Bm,d**Le défaut de butée est justifié pour cette phase.****Vérification de l'équilibre vertical :**

Poids propre P de l'écran :

Pd = 3,07 kN/m

Résultante verticale Pv des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :

Pv,d = -0,31 kN/m

Résultante verticale Tv des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :

Tv,d = 0,00 kN/m

Résultante verticale Fv des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran :

Fv,d = 0,00 kN/m Yq = valeur dépendant de la nature de chaque action.

Résultante ELU des efforts verticaux :

Rv,d = 2,77 kN/m



Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.12

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DE LA ROBINE

Vérifications

Charge verticale ELU de 2,77 kN/m à transmettre en pied de l'écran.
Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.

PHASE 3 - Transitoire

La butée pour cette phase est considérée à gauche.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : $B_{t,k} = 102,52 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul : $B_{t,d} = 138,40 \text{ kN/m}$

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : $B_{m,k} = 237,30 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul : $B_{m,d} = 215,73 \text{ kN/m}$

$B_{t,d} < B_{m,d}$

Le défaut de butée est justifié pour cette phase.

Vérification de l'équilibre vertical :

Poids propre P de l'écran :

$P_d = 3,07 \text{ kN/m}$

Résultante verticale P_v des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :

$P_{v,d} = -0,83 \text{ kN/m}$

Résultante verticale T_v des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :

$T_{v,d} = 0,00 \text{ kN/m}$

Résultante verticale F_v des surcharges "linéïques" appliquées sur la hauteur de l'écran :

$F_{v,d} = 0,00 \text{ kN/m}$ Y_q = valeur dépendant de la nature de chaque action.

Résultante ELU des efforts verticaux :

$R_{v,d} = 2,24 \text{ kN/m}$

Charge verticale ELU de 2,24 kN/m à transmettre en pied de l'écran.
Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.



Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.15

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DE LA ROBINE

DONNEES

GENERALITES :

Système d'unités : Métrique, kN, kN/m² Niveau phréatique : 31,59 m
Poids volumique de l'eau : 10,00 kN/m³ Nombre d'itérations par phase de calcul : 1000
Pas de calcul : 0,10 m Prise en compte moments 2 ordre : non
Définition du projet : Cotes

CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	dc [kN/m ² /m]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m ² /m]	dkh [kN/m ² /m/m]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [kN/m/m]
C1	32,46	19,00	9,00	25,00	2,00	0,000	0,577	0,349	3,067	0,577	0,577	1,388	4,274	158545	0	0,667	-0,333	0,100	10000,00
C2	27,46	19,00	9,00	30,00	5,00	0,000	0,500	0,282	3,939	0,500	0,500	1,238	4,998	404897	0	0,667	-0,333	0,100	10000,00

CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :

Section	z,base [m]	EI [kNm ² /m]	W [kN/m/m]
1	25,96	178	0,10

Cote de la tête de l'écran : z0 = 32,46 m



Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.15

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DE LA ROBINE

DONNEES

SURCHARGE BOUSSINESQ	Phase	Côté	z [m]	x [m]	L [m]	αe	q [kN/m/m]
1	P1	Droite	32,46	0,01	4,00	1,333	10,00
2	P2	Droite	32,46	2,00	2,00	1,333	5,00



terrasol

setec

Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.15

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DE LA ROBINE

ASSISTANTS

Assistant K0 :

Action	Nom Couche	φ [°]	β [°]	Roc	K0
Sol initial	C1	25,00	0,00	1,000	0,577
Sol initial	C2	30,00	0,00	1,000	0,500
Remblaiement (Phase 0)	C1	25,00	0,00	1,000	0,577

Assistant Kerisel & Absi, milieu pesant :

Action	Nom Couche	Coefficient	λ [°]	φ [°]	δ/φ	β/φ	Valeur
Sol initial	C1	kay	0,00	25,00	0,667	0,000	0,349
Sol initial	C1	kpy	0,00	25,00	-0,333	0,000	3,067
Sol initial	C2	kay	0,00	30,00	0,667	0,000	0,282
Sol initial	C2	kpy	0,00	30,00	-0,333	0,000	3,939

Assistant kac/kpc :

Action	Nom Couche	Coefficient	φ [°]	δ/φ	Valeur
Sol initial	C1	kac	25,00	0,667	1,388
Sol initial	C1	kpc	25,00	-0,333	4,274
Sol initial	C2	kac	30,00	0,667	1,238
Sol initial	C2	kpc	30,00	-0,333	4,998
Remblaiement (Phase 0)	C1	kac	25,00	0,667	1,388
Remblaiement (Phase 0)	C1	kpc	25,00	-0,250	4,007

Assistant kh, Schmitt :

Action	Nom Couche	Em [kN/m ²]	α	EI [kNm ² /m]	kh [kN/m ² /m]
Sol initial	C1	30000	1,000	1626	158545
Sol initial	C2	40000	0,660	1626	404897
Remblaiement (Phase 0)	C1	30000	1,000	1626	158545

Assistant Rideau de palplanche :

Action	Type	Section	EI [kNm ² /m]
Ecran initial	Standard Z	AZ 18-800	86772



Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

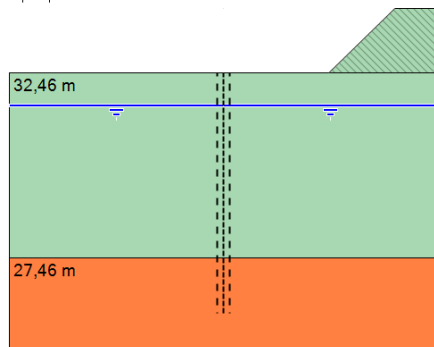
v.5.0.15

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DE LA ROBINE

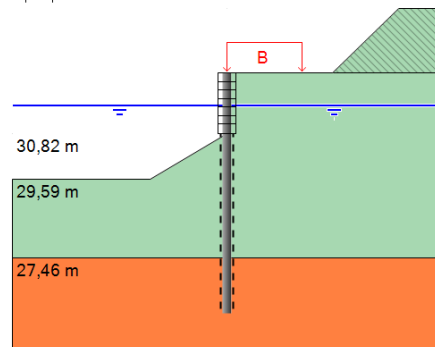
SYNTHESE PHASAGE

P0



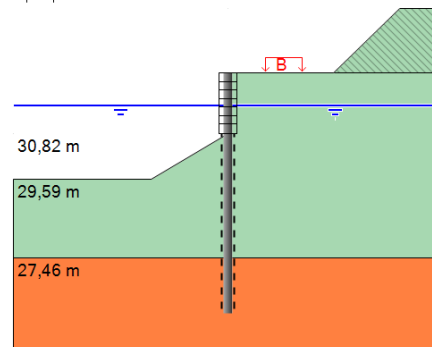
Gauche Droite
| m |

P1 : Phase transitoire



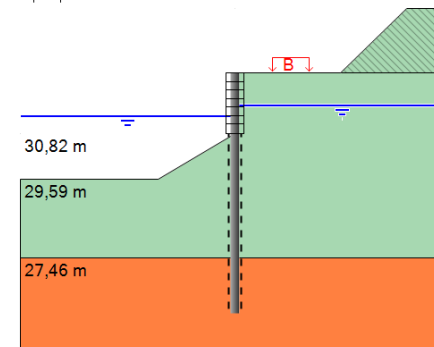
Gauche Droite
| m |

P2 : Phase durable



Gauche Droite
| m |

P3 : Phase transitoire



Gauche Droite
| m |

- Poussée réduite :
zt [m] = 32,46
zb [m] = 25,96
R = 0,750
C = 1,000

- Remblai (droite) C1

zt [m] = 34,20
φ [°] = 25,00
dc [kN/m²/m] = 0,000
γ [kN/m³] = 19,00
kac = 1,388
kpc = 4,007
kd = 0,577
kh [kN/m²/m] = 158545
pmax [kN/m/m] = 10000,00
 Mise en place d'un talus :
zh [m] = 32,46 b [m] = 5,66

Drainé
c [kN/m²] = 2,00
γ' [kN/m³] = 9,00
kay = 0,349
kpy = 2,921
ki = 0,577
kr = 0,577
dkh [kN/m²/m/m] = 0
ka,min = 0,100
zt [m] = 34,20 a [m] = 9,22
ae = 1,000

- Excavation (côté gauche) :
zh [m] = 29,59
 Mise en place d'une risberme :
zt [m] = 30,82 a [m] = 0,01
zh [m] = 29,59 b [m] = 4,14
ae = 1,000

- Surcharge de Boussinesq (côté droit) : n°1
z [m] = 32,46
x [m] = 0,01
L [m] = 4,00
q [kN/m/m] = 10,00
ae = 1,333

- Pose de blindage (Berlinoise) :
z [m] = 30,82

- Retrait de la charge de boussinesq n°1

- Surcharge de Boussinesq (côté droit) : n°2
z [m] = 32,46
x [m] = 2,00
L [m] = 2,00
q [kN/m/m] = 5,00
ae = 1,333

- Action hydraulique : (gauche)
zw [m] = 31,29



Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.15

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DE LA ROBINE

RESULTATS ELS (Synthèse)

PHASE	Déplac. en tête mm	Déplac. max mm	Moment max kNm/m	Tranch. max kN/m	Rapport butées
P1	-525,84	-525,84	-15,23	20,88	2,363
P2	-525,81	-525,81	-15,23	20,86	2,410
P3	-525,81	-525,81	-15,23	20,89	2,284
Extrema	-525,84	-525,84	-15,23	20,89	2,284



Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

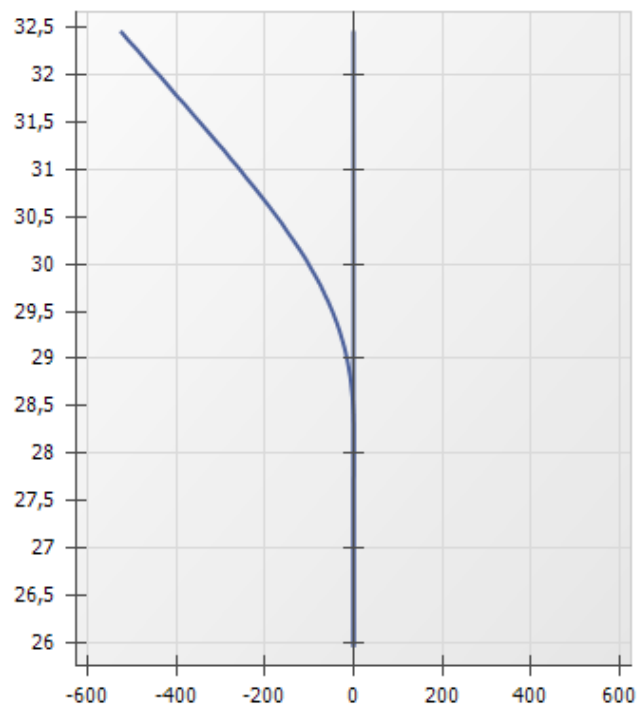
v.5.0.15

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DE LA ROBINE

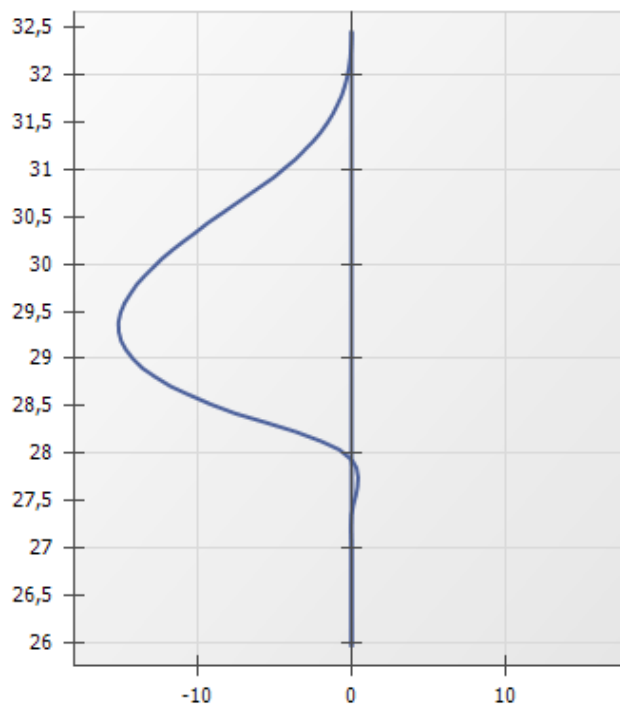
RESULTATS ELS (Enveloppe phases P1 à P3)

Déplacements [mm]



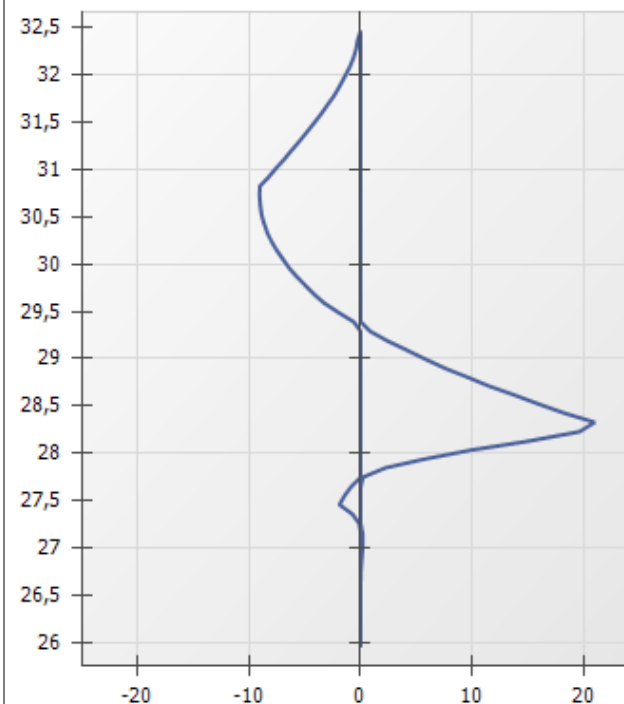
Min = -525,84 - Max = 0,21

Moment [kNm/m]



Min = -15,23 - Max = 0,42

Effort Tranchant [kN/m]



Min = -9,03 - Max = 20,89

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



terrasol

setec

Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

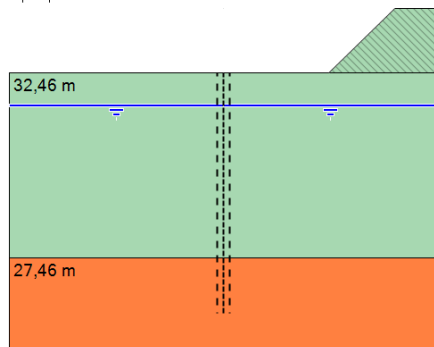
v.5.0.15

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DE LA ROBINE

SYNTHESE PHASAGE

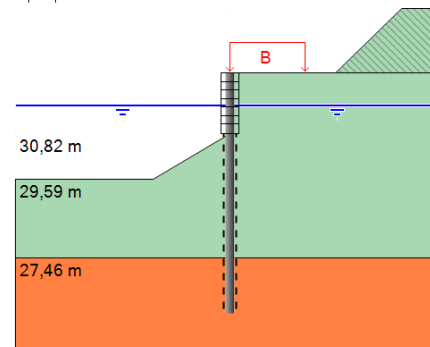
P0



Gauche Droite

| m |

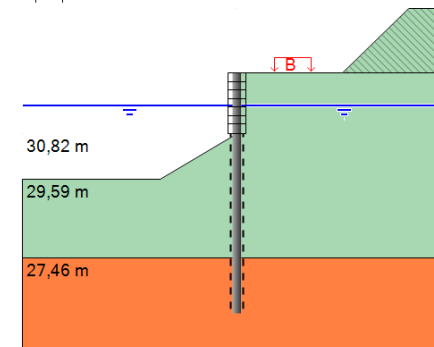
P1 : Phase transitoire

 $\Delta a = 0,30 \text{ m}$ 

Gauche Droite

| m |

P2 : Phase durable

 $\Delta a = 0,30 \text{ m}$ 

Gauche Droite

| m |

- Poussée réduite :

zt [m] = 32,46
zb [m] = 25,96
R = 0,750
C = 1,000

- Remblai (droite) C1

zt [m] = 34,20
 ϕ [°] = 25,00
dc [kN/m²/m] = 0,000
 γ [kN/m³] = 19,00
kac = 1,388
kpc = 4,007
kd = 0,577
kh [kN/m²/m] = 158545
pmax [kN/m/m] = 10000,00
Mise en place d'un talus :
zh [m] = 32,46 b [m] = 5,66
ae = 1,000

Valeurs de calcul MISS:

ϕ ,d [°] = 25,00 c,d [kN/m²] = 2,00
dc,d [kN/m²/m] = 0,000
kay,d = 0,349 kpy,d = 2,921
kac,d = 1,388 kpc,d = 4,007

Valeurs de calcul MEL:

ϕ ,d [°] = 25,00 c,d [kN/m²] = 2,00
dc,d [kN/m²/m] = 0,000
kay,d = 0,349 kpy,d = 2,921
kac,d = 1,388 kpc,d = 4,007

- Options MEL :

Surexcavation :

 Δa ,gauche [m] = 0,30 Δa ,droite [m] = 0,00

Méthode de calcul automatique.

Sélection automatique du côté de la butée

Correction automatique de l'inclinaison de contre butée.

Calculer sollicitations ELU (MISS) : oui

- Excavation (côté gauche) :

zh [m] = 29,59
Mise en place d'une risberme :
zt [m] = 30,82 a [m] = 0,01
zh [m] = 29,59 b [m] = 4,14
ae = 1,000

- Surcharge de Boussinesq (côté droit) : n°1

z [m] = 32,46
x [m] = 0,01
L [m] = 4,00
q [kN/m/m] = 10,00
ae = 1,333
Nature: Variable

- Pose de blindage (Berlinoise) :

z [m] = 30,82

- Options ELU (MISS):

Surexcavation :

 Δa ,gauche [m] = 0,30 Δa ,droite [m] = 0,00

position zD du point d'effort tranchant null : automatique

- Retrait de la charge de boussinesq n°1

- Surcharge de Boussinesq (côté droit) : n°2

z [m] = 32,46
x [m] = 2,00
L [m] = 2,00
q [kN/m/m] = 5,00
ae = 1,333
Nature: Variable



Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.15

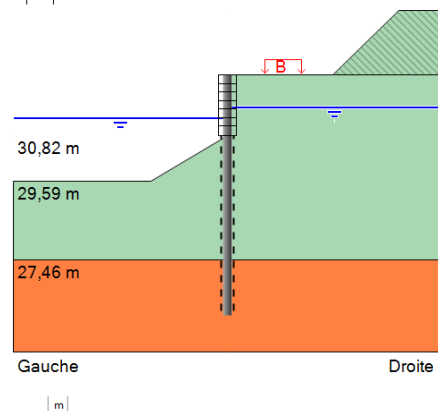
AFFAIRE C.24.41.150

PORT DE LA ROBINE

SYNTHESE PHASAGE

P3 : Phase transitoire

$\Delta a = 0,30 \text{ m}$



- Options ELU (MISS):

Surexcavation :

$\Delta a, \text{gauche [m]} = 0,30$ $\Delta a, \text{droite [m]} = 0,00$

position zD du point d'effort tranchant null : automatique

- Action hydraulique : (gauche)

zw [m] = 31,29



Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.15

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DE LA ROBINE

RESULTATS ELS et ELU (Synthèse)

PHASE	Type Vérif.	M,d max kNm/m	V,d max kN/m	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. kN/m	Vérif. Kranz
P1	MEL	-35,70	35,49	OK	0,72	-
P2	MISS	-22,77	30,50	OK	-0,95	OK
P3	MISS	-22,77	30,55	OK	-0,87	OK
Extrema	-	-35,70	35,49	-	-	-



Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

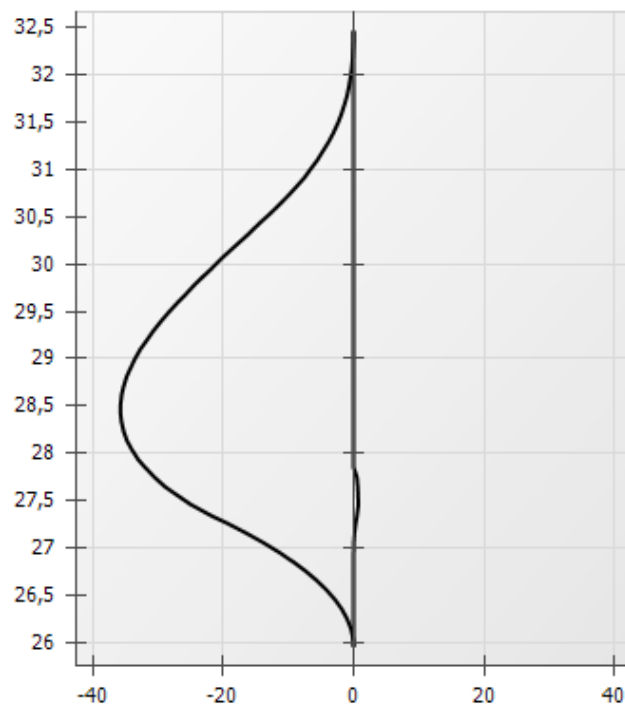
v.5.0.15

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DE LA ROBINE

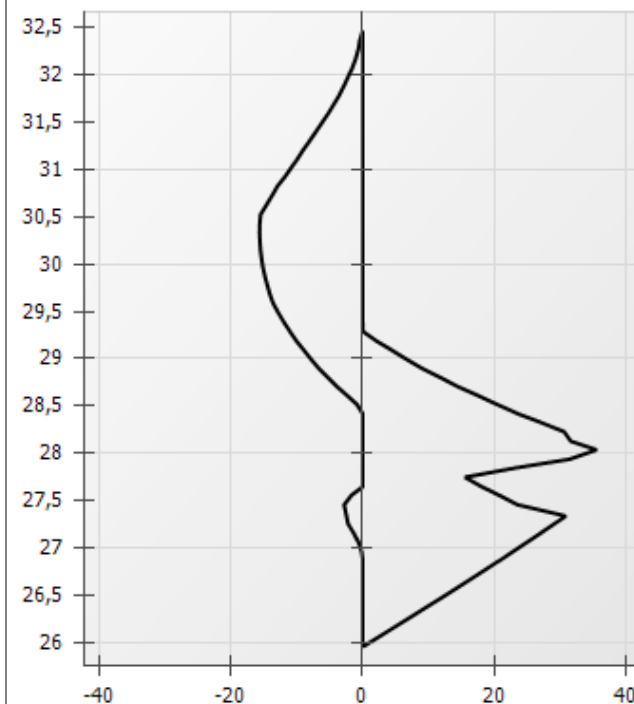
RESULTATS ELS et ELU (Enveloppe phases P1 à P3)

Moment [kNm/m]



Min = -35,70 - Max = 0,72

Effort Tranchant [kN/m]



Min = -15,64 - Max = 35,49

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



terrasol

setec

Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.15

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DE LA ROBINE

Vérifications

Méthode de référence pour le recalcul de k_a/k_p : Kérisel

COEFFICIENTS PARTIELS 1 - Approche 2 (EC7 - NF P94-282)

Actions		
Sol - Eau - Ecran	MISS	MEL
poussée limite du sol (Y_{pa})	1,00	1,35
pression d'eau (Y_{pw})	1,00	1,35
poids propre de l'écran (Y_W)	1,00	1,35

Actions		
Sucharges appliquée sur le sol et l'écran	MISS	MEL
Sol - permanente (Y_G)	1,00	1,00
Sol - variable (Y_Q)	1,11	1,11
Ecran - permanente favorable ($Y_{G,inf}$)	1,00	1,00
Ecran - permanente défavorable ($Y_{G,sup}$)	1,00	1,35
Ecran - variable défavorable ($Y_{Q,sup}$)	1,11	1,50

Paramètre de résistance		
Paramètres du sol	MISS	MEL
Cohésion effective ($Y_{c'}$)	1,00	1,00
Angle de frot. effectif ($Y_{\phi'}$)	1,00	1,00
Cohesion non drainée ($Y_{cu'}$)	1,00	1,00

-		
	MISS	MEL
Butée limite - phase durable ($Y_{pb,D}$)	1,40	1,40
Butée limite - phase transitoire ($Y_{pb,T}$)	1,10	1,10
Résistance des appuis (Y_{anc})	1,00	-
Effort déstabilisant (Y_{krz})	1,10	-

Efforts, sollicitations et butée mobilisée : $Y_E = 1,35$

RESULTATS DES VERIFICATIONS

PHASE 1 - Transitoire

Jeu de coefficients utilisé pour cette phase : 1

L'écran est considéré en console (autostable).

La méthode D a été utilisée pour cette phase.

La butée pour cette phase est considérée à gauche.

Vérification du défaut de butée :

Vérification de la hauteur de fiche :

Point de pression nulle : $z_0 = 30,34$ mPoint de moment nul : $z_c = 26,87$ mCôte du pied de l'écran : $z_p = 25,96$ m $f_0 = z_0 - z_c = 3,47$ m $f_b = z_0 - z_p = 4,38$ m $f_b / f_0 = 1,263$ ($\geq 1,2$)

Vérification de la contre-butée :

Point de transition :

Contre-butée nécessaire à l'équilibre des efforts horizontaux :

Contre-butée mobilisable sous z_n :

Facteur de mobilisation :

 $C_{m,d} \geq C_{t,d}$

Le défaut de butée est justifié pour cette phase.

Vérification de l'équilibre vertical :

Poids propre P de l'écran :

 $P_d = 0,88$ kN/mRésultante verticale P_v des pressions des terres sur la hauteur de l'écran : $P_{v,d} = -0,15$ kN/mRésultante verticale T_v des efforts dus aux tirants connectés à l'écran : $T_{v,d} = 0,00$ kN/mRésultante verticale F_v des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran : $z_n = 27,34$ m $C_{t,d} = 62,35$ kN/m $C_{m,d} = 371,28$ kN/m $\alpha = 0,103$ $F_{v,d} = 0,00$ kN/m Y_q = valeur dépendant de la nature de chaque action.

Résultante ELU des efforts verticaux :

 $R_{v,d} = 0,72$ kN/m

Charge verticale ELU de 0,72 kN/m à transmettre en pied de l'écran.

Equilibre vertical OK si portance en pointe garantie.

PHASE 2 - Durable

Jeu de coefficients utilisé pour cette phase : 1

La butée pour cette phase est considérée à gauche.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : $B_{t,k} = 98,45$ kN/mValeur de calcul : $B_{t,d} = 132,91$ kN/m

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : $B_{m,k} = 237,32$ kN/mValeur de calcul : $B_{m,d} = 169,51$ kN/m $B_{t,d} < B_{m,d}$

Le défaut de butée est justifié pour cette phase.

Vérification de l'équilibre vertical :

Poids propre P de l'écran :

 $P_d = 0,88$ kN/mRésultante verticale P_v des pressions des terres sur la hauteur de l'écran : $P_{v,d} = -1,83$ kN/mRésultante verticale T_v des efforts dus aux tirants connectés à l'écran : $T_{v,d} = 0,00$ kN/mRésultante verticale F_v des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran : $F_{v,d} = 0,00$ kN/m Y_q = valeur dépendant de la nature de chaque action.

Résultante ELU des efforts verticaux :

 $R_{v,d} = -0,95$ kN/m

Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE



K-Réa

v.5.0.15

AFFAIRE C.24.41.150

PORT DE LA ROBINE

Vérifications

Attention, écran travaillant en arrachement, résultante verticale de 0,95 kN/m vers le haut.

PHASE 3 - Transitoire

Jeu de coefficients utilisé pour cette phase : 1

La butée pour cette phase est considérée à gauche.

Vérification du défaut de butée :

Butée mobilisée :

Valeur caractéristique : $B_{t,k} = 103,56 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul : $B_{t,d} = 139,80 \text{ kN/m}$

Butée mobilisable :

Valeur caractéristique : $B_{m,k} = 237,32 \text{ kN/m}$

Valeur de calcul : $B_{m,d} = 215,74 \text{ kN/m}$

$B_{t,d} < B_{m,d}$

Le défaut de butée est justifié pour cette phase.

Vérification de l'équilibre vertical :

Poids propre P de l'écran :

$P_d = 0,88 \text{ kN/m}$

Résultante verticale P_v des pressions des terres sur la hauteur de l'écran :

$P_{v,d} = -1,75 \text{ kN/m}$

Résultante verticale T_v des efforts dus aux tirants connectés à l'écran :

$T_{v,d} = 0,00 \text{ kN/m}$

Résultante verticale F_v des surcharges "linéiques" appliquées sur la hauteur de l'écran :

$F_{v,d} = 0,00 \text{ kN/m}$ Y_q = valeur dépendant de la nature de chaque action.

Résultante ELU des efforts verticaux :

$R_{v,d} = -0,87 \text{ kN/m}$

Attention, écran travaillant en arrachement, résultante verticale de 0,87 kN/m vers le haut.



Calcul réalisé par : HYDROGEOTECHNIQUE

ANNEXE 10

MISSIONS GÉOTECHNIQUES



CLASSIFICATION DES MISSIONS TYPE D'INGÉNIERIE GÉOTECHNIQUE **(extraite de la norme NF P 94-500 - novembre 2013)**

ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

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

Phase Étude de site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-Projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

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

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

ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)**=> ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (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.
- Etudier 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).
- Elaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

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

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXÉCUTION (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 par 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.
- Etudier 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).

SCHÉMA D'ENCHAÎNEMENT DES MISSIONS GÉOTECHNIQUES**(extrait de la norme NF P 94-500 - Novembre 2013)**

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 Etude 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, esquisses, 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 Etude (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 Etude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude 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

©HYDROGÉOTECHNIQUE