

Opération : **REMPLACEMENT D'UN OUVRAGE D'ART EXISTANT
PONT DE CASSEUIL, VC7 SUR "LE DROPT"
33190 CASSEUIL**

Maître d'ouvrage : Communauté de communes
Réolais en Sud-Gironde
MSAP - 3 Rue Jules Ferry
33190 La Réole
05 56 71 71 55



PRO - DCE

Phase : ☐ FAI ☐ EP ☐ PA ☐ DIAG ☐ AVP ☒ PRO/DCE ☐ EXE/VISA ☐ DOE

ETUDE GEOTECHNIQUE

Echelle : -

PLANCHE :
0/36

N° :
2.5

Maître d'oeuvre : **ING.C. Bureau d'Etude Technique**

- Voiries & Réseaux Divers
- Ouvrages d'Art & Génie Civil
- Environnement & Urbanisme
- Expertise Bâtiment



1, rue Van Gogh - ZI Engachies - 32000 Auch

Tél : 05 62 63 55 11 - mail : contact@ingc.fr

Site web : <https://www.ingc.fr>

INDICE	MODIFICATIONS	Etabli par :	Vérifié par :	Date :
0	Première émission	W.L	M.L	06/2026

REFERENCE : 2025_043_OA_MOE

Rénovation du pont de Casseuil

219 Route de Jautan - 33190, Casseuil

COMMUNAUTE DE COMMUNES
REOLAIS EN SUD-GIRONDE

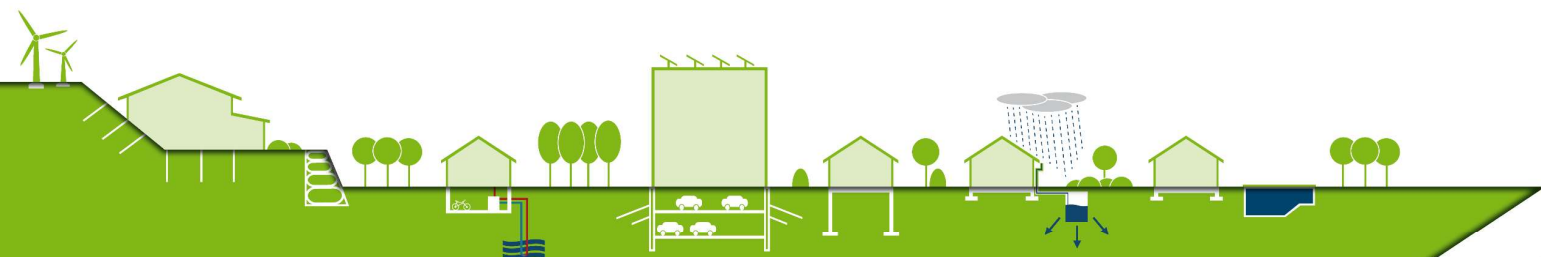
G2 Phase PRO

Etude géotechnique de Conception

Phase Projet

ALIOS BORDEAUX

Dossier n° : ABX245120			Mission : G2 phase Projet		
Indice	Date	Modification	Rédaction	Relecture	Nb. Pages + annexes
A	18/06/2026	1 ^{ère} diffusion NHG	M. PIANET	B. AUDIGER	24 + 12
B	19/06/2026	1 ^{ère} diffusion G2 PRO	M. PIANET	B. AUDIGER	43 + 43



SOMMAIRE

PRESENTATION DE LA MISSION ET DU PROJET	4
1 CONTEXTE DE L'ETUDE	4
2 CONTEXTE DU PROJET ET CONTENU DE L'ETUDE	5
2.1 Situation, topographie et occupation du site	5
2.2 Présentation du projet	6
2.3 Contenu de la mission géotechnique en lien avec le projet.....	8
2.4 Investigations géotechniques en lien avec le projet	8
3 ENQUETE DOCUMENTAIRE.....	9
3.1 Contexte géologique	9
3.2 Contexte hydrogéologique	10
3.3 Risques géotechniques référencés sur la commune	10
RECONNAISSANCES GEOTECHNIQUES	11
4 RESULTATS DES INVESTIGATIONS	11
4.1 Lithologie	11
4.2 Présentation des résultats des essais in-situ	12
4.3 Reconnaissance des piles du Pont	12
4.4 Eau	13
4.5 Essais de laboratoire	13
5 SYNTHESE	14
5.1 Synthèse géotechnique	14
5.2 Synthèse hydrogéologique	16
5.3 Sismicité	16
ADAPTATION DES OUVRAGES AU SITE	16
6 PRINCIPES D'ADAPTATION ET CHOIX CONSTRUCTIFS.....	16
6.1 Critères retenus pour la définition des choix constructifs.....	16
6.2 Choix constructifs.....	17
6.3 Synthèse des hypothèses géotechniques	18
7 ETUDE DES TERRASSEMENTS ET STABILITE DES TERRES	18
7.1 Généralités	18
7.2 Moyens	19
7.3 Terrassements à proximité d'avoisnants (ouvrages d'art existants, voirie)	19
7.4 Traficabilité et gestion des eaux en phase chantier	19
7.5 Pente des talus en phase provisoire	20
8 ETUDE DES FONDATIONS SUPERFICIELLES (PILES)	20
8.1 Modèle géotechnique retenu	20
8.2 Niveau d'assise envisageable	21
8.3 Méthode de calculs pour la vérification de la portance (ELS et ELU)	21
8.4 Vérification des ouvrages au glissement (ELU)	22
8.5 Estimation des tassements (ELS).....	23
8.6 Vérification de l'excentricité (ELS et ELU).....	24
8.7 Sujétions d'exécution	25
9 ETUDE DES FONDATIONS PROFONDES (CULEES)	26
9.1 Règle de calcul.....	26
9.2 Modèle géotechnique en phase projet	26
9.3 Frottement latéral	27

9.4	Effort de pointe.....	27
9.5	Prise en compte des frottements négatifs	27
9.6	Prise en compte d'un effet de groupe	28
9.7	Prise en compte des efforts horizontaux	28
9.8	Méthode de dimensionnement	28
9.9	Dimensionnement en portance.....	28
9.10	Dimensionnement des pieux sous efforts horizontaux	30
9.11	Vérification des micropieux sous efforts horizontaux	31
9.12	Sujétions d'exécution et recommandations	34
10	ETUDE DES PLATEFORMES DE CIRCULATION DES MACHINES	35
10.1	Travaux préparatoires	35
10.2	Première approche de la classe de la plateforme	36
10.3	Première approche de la couche de forme.....	36
10.4	Sujétions d'exécutions.....	36
11	CONCLUSIONS	37
ANNEXES.....		43

ANNEXES (43 pages)

Annexes G2 phase AVP

- Plan de situation (1 page)
- Schéma d'implantation des sondages (1 page)
- Coupes et photographies du sondage carotté SC1 et SC2 (2 pages)
- Coupes lithologiques et log pressiométriques SP1 à SP4 (4 pages)
- Diagrammes des pénétrations dynamiques PD1 et PD2 (2 pages)
- Essais de laboratoire (2 pages)

Annexes G2 phase PRO

- Descentes de charge Piles (superficielles) et Culées (micropieux) INGc (3 pages)
- Note de calcul FOXTA V4 – FONDSUP – Piles P01/P02 (12 pages)
- Note de calcul FOXTA V4 – FONDPROF – micropieux compression traction C01/C02 (6 pages)
- Note de calcul FOXTA V4 – PIECOEF – efforts/moments micropieux C01/C02 (12 pages)

PRESENTATION DE LA MISSION ET DU PROJET

1 CONTEXTE DE L'ETUDE

À la demande et pour le compte de la COMMUNAUTE DE COMMUNES REOLAIS EN SUD-GIRONDE – 1, rue Rosa Bonheur, 33190, LA REOLE – la société **ALIOS** – 17, avenue Ferdinand de Lesseps, ZAC Actipolis, 33610 CANEJAN – a réalisé un diagnostic géotechnique et une étude géotechnique de conception en phase avant-projet dans le cadre du projet de rénovation du pont de Casseuil, sur la commune de CASSEUIL.

Cette prestation fait suite au devis référencé **ABX245120 - G2PRO-DEV** du 16/01/2026 accepté par le client 28/01/2024 suite au rapport G2 AVP ABX245120 -CASSEUIL – RAP – IND1 du 28/11/2024.

Mission géotechnique confiée à ALIOS

Selon la NF-P 94-500 de novembre 2013, l'étude Géotechnique de Conception phase projet (G2 phase PRO) contribue à la mise au point du projet de l'ouvrage pour la part des ouvrages géotechniques.

Documents d'étude

Les documents suivants nous ont été transmis et ont été utilisés pour l'étude G2 phase AVP :

Document	Émetteur	Référence	Date	Échelle	Format
Cahier des charges	PCM	N°23/ACO/211	14/12/2023	/	PDF
Etude de faisabilité- Descentes de charges	PCM	N°23/ACO/211	04/11/2024	/	PDF
Dossier avec plan des cotes altimétriques	COMMUNAUTE DE COMMUNES REOLAIS EN SUD GIRONDE	/	03/04/2024	/	PDF

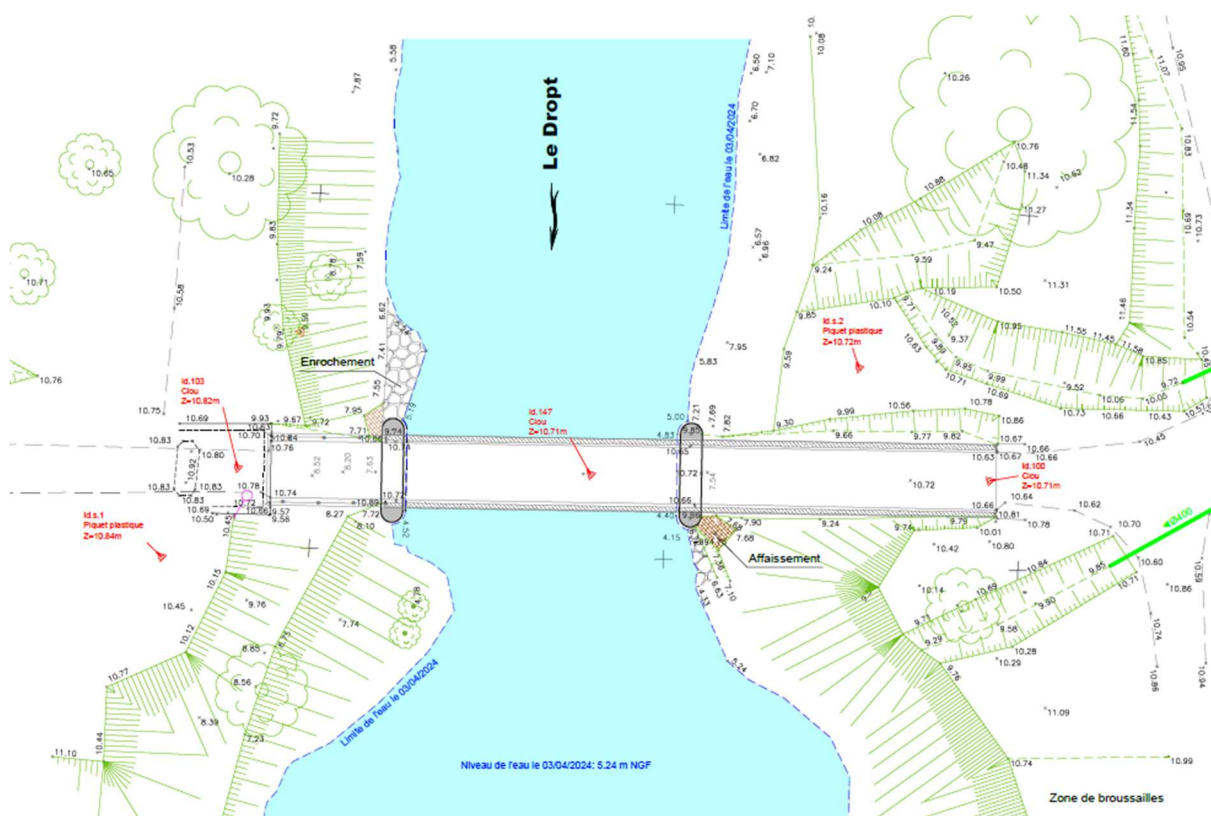
Pour la mise à jour AVP vers le rapport G2 phase PRO, il nous a été transmis les éléments suivants :

Document	Émetteur	Référence	Date	Échelle	Format
Plan ouvrage existant	INGC	2025_043_OA_MOE / 1.4.2	14/12/2023	/	PDF
Implantation projet	INGC	2025_043_OA_MOE / 1.4.6	14/12/2023	/	PDF
Coupe longitudinale	INGC	2025_043_OA_MOE / 1.4.8	03/04/2024	/	PDF
Note de calcul	INGC	2025_043_CASSEUIL_NDC_PRO	--	/	PDF

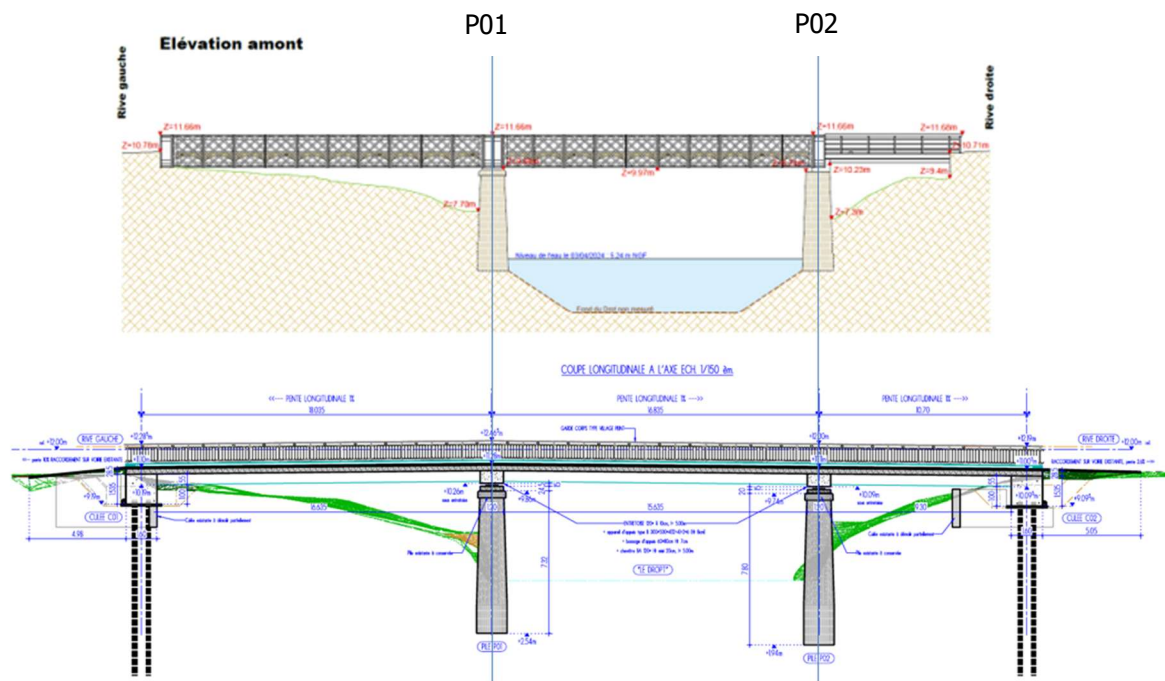
2 CONTEXTE DU PROJET ET CONTENU DE L'ETUDE

2.1 Situation, topographie et occupation du site

Le pont est situé 219 Route de Jautan sur la commune de CASSEUIL (33). Il permet de franchir le cours d'eau nommé le Dropt. Il est constitué de 2 piles P01 et P02 avec des pentes importantes sur berges ainsi que de deux culées C01 et C02 moins pentues et respectivement éloignées de 16 et 5 m environ



Localisation et plan topographique (Communauté de Communes Réolais en Sud Gironde)



Coupe sur existant et sur le projet de Pont de Casseuil (source INGC)

Lors de notre intervention, le site était occupé par :

- les OA qui seront démolis (culée C1) ou arasées (culée C2)
- les Piles (P01) et (P02) conservée dans le projet de réfection du pont
- les cours d'eau franchis par les OA ;
- les berges des cours d'eau qui seront retravaillées dans le cadre du projet ;
- des voiries et de nombreux réseaux enterrés, ...

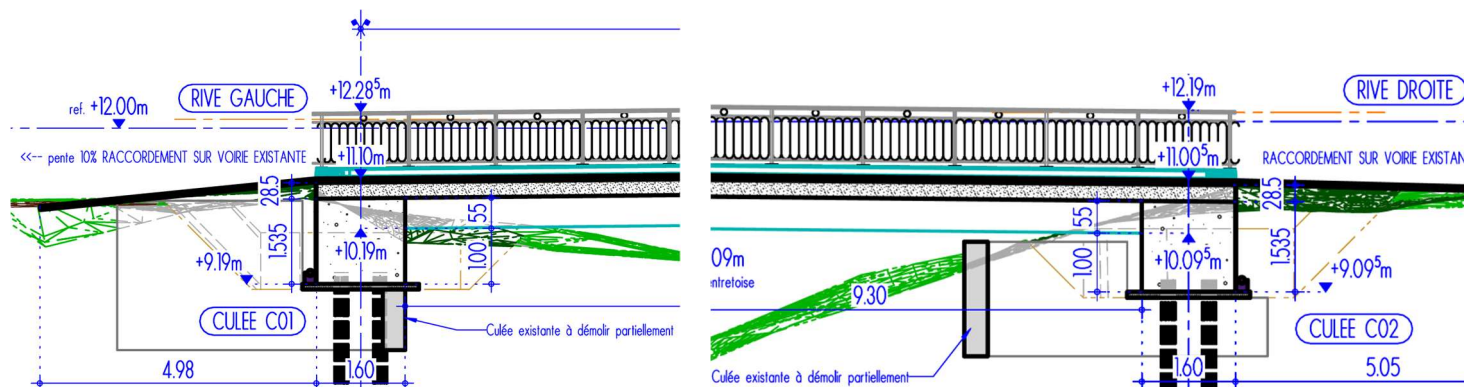
2.2 Présentation du projet

Il est projeté :

- la démolition de la culée C1 et l'arasement de la culée C2 et du tablier historique ;
- La création de 2 nouvelles culées C01 et C02 sur micropieux en lieu et place ou éloignée ;
- Le maintien des 2 anciennes piles P01 et P02 et la création d'un chevêtre
- La pose du tablier neuf sur les nouveaux OA ;
- Le remblaiement contre OA au niveau des culées et raccordement des voiries.

Concernant la zone des culées neuves C01 et C02 les altitudes au droit de la plateforme chantier sont de +9.10 et +9.20 NGF soit un décaissé de 1.5 m hors épaisseur de couche de forme (FFT # 8.7 NGF).

Les remblais autour des culées C01 et C02 ne devraient pas excéder 0.3 à 0.5 m et ne généreront pas de tassements significatifs autour des ouvrages ; il ne sera pas retenu de terme de frottement négatif.



détail sur culées C01 et C02 (source : INGc)

Suite à notre étude G2 phase AVP, il a été retenu le maintien des piles P01 et P02 sollicitant la formation de graves et sables moyennement à très denses n°2 par le biais d'un complexe pieux/chevêtre bois et mortier support de maçonneries. Le niveau d'assise de calcul sont respectivement +2.18 et +1.88 NGF.

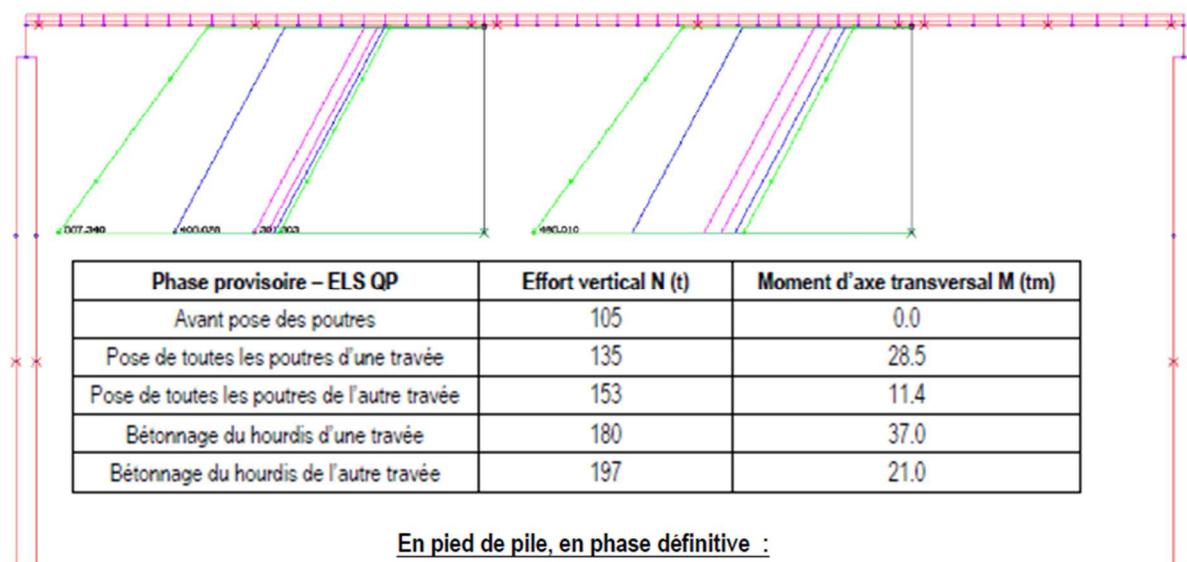
5 DESCENTES DE CHARGES EN PIED DE PILES

5.1 EN PHASE DEFINITIVE

CEREMA - CEREMA_DTOA

PT DE CASSEUIL - FLUAGE SCIENTIFIQUE

- ST1



En pied de pile, en phase définitive :

ELS QP : N = 301t

ELS C : N = 406t

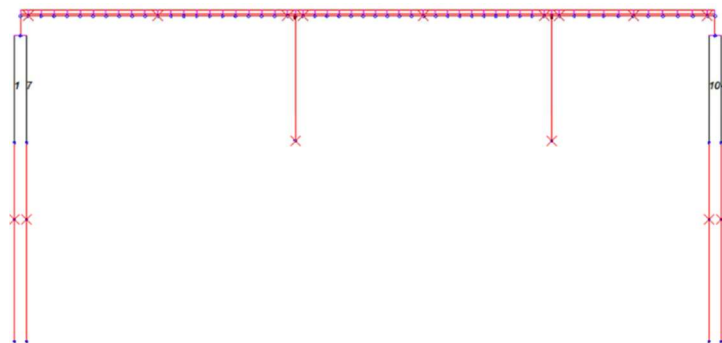
ELU F : N = 557t



— effort N env 1000 Enveloppe ELS QP de t=120 à 36500 [MAX/MIN sans concs]
— effort N env 3000 Enveloppe ELS C de t=120 à 36500 [MAX/MIN sans concs]
— effort N env 4000 Enveloppe ELU F de t=120 à 36500 [MAX/MIN sans concs]

Descentes de charge sur piles P01 et P02 en phase provisoire et définitives (source INGc)

			Barre 1 origine			Barre 2 origine			Barre 3 origine			Barre 4 origine		
			Rive gauche, file arrière			Rive gauche, file avant			Rive droite, file avant			Rive droite, file arrière		
			N (t)	V (t)	M (t.m)	N (t)	V (t)	M (t.m)	N (t)	V (t)	M (t.m)	N (t)	V (t)	M (t.m)
ELS QP	Nmin	V.M conço	6.6	10.8	5.1	21.6	-0.2	-0.5	14.1	0.2	0.1	6.2	-10.8	-5.5
	Nmax	V.M conço	6.1	-0.4	-0.6	25.4	10.6	5.0	16.3	-10.6	-5.4	6.4	0.4	0.2
	Vmin	N.M conço	4.6	-1.2	-1.1	23.2	-1.2	-1.1	15.6	-11.6	-6.0	1.5	-11.6	-6.0
	Vmax	N.M conço	2.1	11.6	5.7	23.8	11.6	5.7	14.7	1.2	0.7	5.1	1.2	0.7
	Mmin	N.V conço	4.6	-1.2	-1.1	23.2	-1.2	-1.1	15.6	-11.6	-6.0	1.5	-11.6	-6.0
ELS C	Nmin	N.V conço	2.1	11.6	5.7	23.8	11.6	5.7	14.7	1.2	0.7	5.1	1.2	0.7
	Nmax	V.M conço	-2.3	11.3	4.9	18.2	-3.3	-1.6	11.4	0.2	0.0	-2.3	-14.3	-7.2
	Vmin	V.M conço	15.0	-4.2	-2.3	41.3	8.6	3.2	26.9	-9.7	-4.8	15.3	2.4	1.3
	Vmax	N.M conço	6.5	-7.4	-4.5	31.4	-7.4	-4.5	14.5	-15.3	-7.8	-0.6	-15.3	-7.8
	Mmin	N.V conço	0.8	15.1	7.4	23.3	15.1	7.4	15.4	7.4	3.7	8.1	7.4	3.7
ELU F	Nmin	N.V conço	6.5	-7.4	-4.5	31.4	-7.4	-4.5	14.5	-15.3	-7.8	-0.6	-15.3	-7.8
	Nmax	V.M conço	0.8	15.1	7.4	23.3	15.1	7.4	15.4	7.4	3.7	8.1	7.4	3.7
	Vmin	N.M conço	-4.5	12.7	5.3	15.8	-6.7	-3.0	10.0	2.0	0.8	-4.0	-15.0	-7.4
	Vmax	N.M conço	22.2	-9.1	-4.7	54.3	7.6	2.1	34.7	-9.1	-4.3	22.3	6.3	3.2
	Mmin	N.V conço	10.3	-13.6	-7.9	40.3	-13.6	-7.9	14.2	-18.0	-9.1	-1.5	-18.0	-9.1
ELU F	Nmin	N.V conço	10.3	-13.6	-7.9	40.3	-13.6	-7.9	14.2	-18.0	-9.1	-1.5	-18.0	-9.1
	Nmax	V.M conço	0.2	17.7	8.6	23.3	17.7	8.6	19.2	13.6	6.8	12.6	13.6	6.8
	Mmin	N.V conço	10.3	-13.6	-7.9	40.4	-13.6	-7.9	14.2	-18.0	-9.1	-1.5	-18.0	-9.1
ELU F	Nmin	N.V conço	1.8	17.6	8.7	22.2	17.6	8.7	19.2	13.6	6.8	12.6	13.6	6.8
	Nmax	V.M conço	0.2	17.7	8.6	23.3	17.7	8.6	19.2	13.6	6.8	12.6	13.6	6.8



Descentes de charge sur micropieux de culées P01 et P02 en phase définitive (source INGc)

2.3 Contenu de la mission géotechnique en lien avec le projet

Au regard du projet, cette mission géotechnique étudie exclusivement les aspects ci-dessous :

- Le rappel du contexte géologique du site ;
- le rappel des caractéristiques géotechniques des formations rencontrées sur le site ;
- le rappel du niveau de l'eau au moment des sondages ;
- le dimensionnement des fondations sur la base des descentes de charge transmises par INGc ;
- le prédimensionnement de couches de forme, fourniture des critères de réception plateformes ;
- l'étude des terrassements liés à la réalisation des ouvrages provisoires ;
- les principes de terrassement et phasages généraux des travaux ;
- les conditions générales de réemploi des matériaux ;
- les sujétions d'exécution des travaux.

Cette mission exclue, entre autres :

- l'estimation des quantités, coûts et délais ;
- **le diagnostic structurel des existants ;**
- l'étude hydraulique des cours d'eau et affouillements éventuels de berges/piles;

2.4 Investigations géotechniques en lien avec le projet

Pour l'étude AVP, il a été réalisé du 19 au 30/09/2024 et du 07 au 08/10/2024, les sondages et essais :

- **Quatre sondages pressiométriques avec enregistrement de paramètres EPR (VIA, PO, PI et CR hors SP3)** réalisés suivant la norme NF EN ISO 22476-4. Ces essais permettent de déterminer les caractéristiques mécaniques des différentes formations (Module pressiométrique EM, pression de fluage pf, pression limite pl*). Descendus jusqu'à 10.0/20.0 m de profondeur (arrêt volontaire), les forages sont reportés SP1 à SP4 sur le plan d'implantation.

- **Deux essais de pénétration dynamique**, exécutés au pénétromètre dynamique lourd 64 kg, 75 cm de chute suivant la norme NFP 94-115. Les essais ont été descendus jusqu'à 10.0 m de profondeur (arrêts volontaires) et référencés PD1-PD2 sur le plan d'implantation des sondages.
- **Deux sondages carottés** réalisés au carottier rotatif, descendus à l'oblique jusqu'à 17.7/17.9 m de profondeur (arrêt volontaire) pour l'identification visuelle de la nature des sols et prélèvement d'échantillons intacts. Ils sont notés SC1 et SC2 sur le schéma d'implantation.
- **Deux analyses granulométriques** sur les échantillons prélevés en SC1 entre 8.0 et 10.0 m de profondeur et SC2 entre 8.0 et 9.5 m de profondeur.

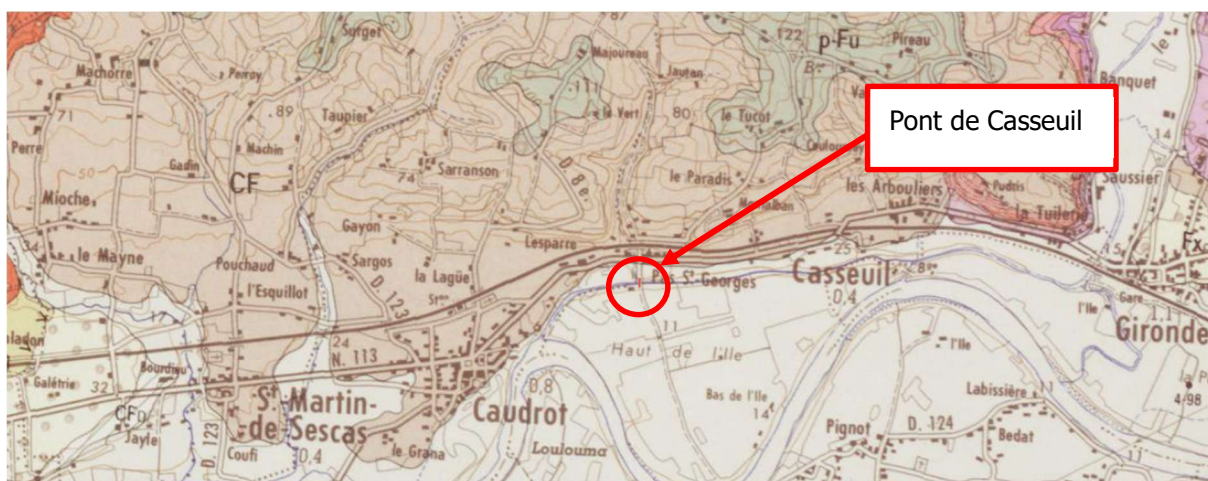
Les essais in situ et de laboratoire ont été réalisés conformément à notre proposition technique.

Aucune investigation complémentaire n'a été réalisée dans le cadre de la mise à jour en G2 phase PRO.

3 ENQUETE DOCUMENTAIRE

3.1 Contexte géologique

Les diverses banques de données géotechniques (site « www.infoterre.gouv.fr », archives ALIOS) et géologiques (carte de LANGON au 1/50000) indiquent que le secteur se situe sur les formations de l'Holocène, constituées d'argiles limoneuses et de sables argileux notées Fyb.



Carte géologique du site d'étude

3.2 Contexte hydrogéologique

D'après la BD LISA, les unités aquifères des secteurs seraient les entités hydrogéologiques locales des « Alluvions de la Garonne aval, depuis la confluence du Lot à la confluence de la Dordogne ».

La zone du projet de rénovation du pont de Casseuil serait située en « zones potentiellement sujettes à des débordements de nappe une fiabilité FORTE », et dans des « enveloppes approchées des inondations potentielles de cours d'eau et submersion marine de plus d'un hectare ».

3.3 Risques géotechniques référencés sur la commune

Selon le site internet « www.georisques.gouv.fr », à la date de rédaction du rapport, les risques et les arrêtés interministériels affectant la zone d'étude sont les suivants :

Thème	Risques affectant la commune	Parcelle du projet concernée	Commentaires
Inondation	Risque de remontée de nappes	☒	PPRi en vigueur sur la commune Parcelle impactée
	Par submersion marine	☒	Par submersion marine
Mouvements de terrain	Tassements différentiels	☐	Parcelle non impactée
	Exposition au retrait-gonflement des sols argileux	☒	Aléa moyen
Séisme		☐	Parcelle non impactée

Plans de prévention risques naturels référencés sur la commune

Un plan de prévention des inondations est approuvé dans la commune Casseuil.

Arrêtés catastrophes naturelles référencés sur la commune

Inondations et/ou Coulées de Boue : 5

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrête du	Sur le JO du
ECOA8800084A	14/05/1988	15/05/1988	19/10/1988	03/11/1988
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
IOCE0902322A	24/01/2009	27/01/2009	28/01/2009	29/01/2009
NOR19821130	06/11/1982	10/11/1982	30/11/1982	02/12/1982
NOR19830111	08/12/1982	31/12/1982	11/01/1983	13/01/1983

Sécheresse : 3

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrête du	Sur le JO du
INTE0500808A	01/07/2003	30/09/2003	22/11/2005	13/12/2005
INTE1831447A	01/01/2017	31/12/2017	27/11/2018	07/12/2018
IOME2327461A	30/06/2022	30/12/2022	16/10/2023	31/10/2023

Chocs Mécaniques liés à l'action des Vagues : 2

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrête du	Sur le JO du
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
IOCE0902322A	24/01/2009	27/01/2009	28/01/2009	29/01/2009

Mouvement de Terrain : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrête du	Sur le JO du
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

Tempête : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrête du	Sur le JO du
NOR19821130	06/11/1982	10/11/1982	30/11/1982	02/12/1982

Les autres risques éventuels sont non géotechniques (pollution, crue, radon...) et nous n'avons pas les capacités à juger de leurs impacts sur le projet.

RECONNAISSANCES GEOTECHNIQUES

4 RESULTATS DES INVESTIGATIONS

Les profondeurs des différents ensembles lithologiques sont données par rapport à la surface du terrain relevée au moment des sondages. L'altitude des sondages a été estimée d'après le plan topographique.

4.1 Lithologie

Les sondages réalisés permettent de mettre en évidence les ensembles généraux suivants, identifiés par sondage sous les sols végétalisés recoupés en faible épaisseur (0.5 m) :

- des **argiles marron pouvant être graveleuses ou limoneuses et limon marron pouvant être graveleux** * jusqu'à 7.1/2.5 m NGF ;
- des **graves et sables pouvant être limoneux*** jusqu'à -0.1/-2.3 m NGF ;
- des **calcaire beiges pouvant être altérés*** jusqu'en fin de sondages à -7.1/-12.3 m NGF.

* interprétation faite d'après l'examen des cuttings de forage, l'examen des échantillons remaniés et les résultats des carottages.

Observations :

Les épaisseurs relevées sont celles mesurées au droit des sondages. Elles peuvent subir des fluctuations entre ces points notamment à proximité et au droit des ouvrages existants (surépaisseurs de remblais ou de sols végétalisés, variation d'épaisseur/consistance des couches, karstification du substratum...).

L'appréciation des limites entre les formations est rendue difficile car leurs matrices sont similaires.

Compte-tenu du faible diamètre de l'outil utilisé en forage destructif et de l'état dans lequel remontent les débris (lorsqu'ils remontent), les lithologies décrites en sondages semi-destructifs sont indicatives.

Il convient de rappeler le caractère lenticulaire des formations alluvionnaires lié à la mise en place de celles-ci (phases érosions et dépôts successives). Ceci explique les variations d'épaisseur des formations.

4.2 Présentation des résultats des essais in-situ

La synthèse des résultats des sondages et des essais réalisés permet de mettre en évidence :

Formation n°1 : argiles et limons très mous à raides

- Profondeur : jusqu'à +2.0 à +3.0 NGF
- Caractéristiques géotechniques :
 - Pressions limites (p^*) : 0.24 à 1.02 MPa
 - Modules pressiométriques (E_m) : 2.5 à 10.5 MPa
 - Résistance de pointe dynamique q_d : 1.2 à 7.4 MPa

NB : pour les besoins des études, cette formation peut être recoupée en trois sous-ensembles

1a : Argiles limoneuses et limons argileux mous jusqu'à +8.7 NGF (E_m # 2.5 MPa / PI # 0.24 MPa)

1b : Limons argileux fermes jusqu'à +4.5 à +5.5 NGF (E_m # 4.0 MPa / PI # 0.37 MPa)

1c : Sables marron et limons sableux lâches jusqu'à +2.0 à +3.0 NGF (E_m # 7.0 MPa / PI # 0.70 MPa)

Ces sous ensembles sont présentés avec leur valeurs caractéristiques représentatives à l'échelle de l'ensemble des sondages et répartis de façon variable entre les divers points de sondage C01/P02/C02

Formation n°2 : graves et sables moyennement denses à très denses

- Profondeur : jusqu'à -2.3 à -4.1 NGF
- Caractéristiques géotechniques :
 - Pressions limites (p^*) : 1.13 à 3.34 MPa
 - Modules pressiométriques (E_m) : 7.0 à 36.1 MPa
 - Résistance de pointe dynamique q_d : 2.5 à 9.0 MPa jusqu'à +0.5 m NGF

Formation n°3 : calcaires raides à très raides

- Profondeur : jusqu'à -12.3 m NGF
- Caractéristiques géotechniques :
 - Pressions limites (p^*) : 2.23 à 4.91 MPa
 - Modules pressiométriques (E_m) : 24.0 à 239.9 MPa

4.3 Reconnaissance des piles du Pont

Les sondages inclinés dans les piles ont été réalisés afin d'appréhender la géométrie et la profondeur des fondations. La profondeur de chacune des formations a dû être recalculée du fait de l'angle utilisé pour la réalisation de sondages carottés dans les piles. Les observations principales sont les suivantes :

Localisation	Pile rive droite	Pile rive gauche
Profondeur de la fondation (m/NGF)	+1.88	+2.18
Epaisseur du mortier relevé lors de carottages (m)	0.06	0.11
Dimension des piles (m)	Longueur : 6.0 Largeur : 1.3 Hauteur : 8.8	Longueur : 6.0 Largeur : 1.3 Hauteur : 8.5
Sol d'assise de la fondation	Graves et galets	Graves et galets

NB : ces éléments diffèrent légèrement des éléments sur plans INGc notés +1.94 et +2.54 NGF.

4.4 Eau

Compte tenu de la réalisation des sondages avec injection de fluide, les niveaux d'eaux observés ne sont pas représentatifs et ne sont pas indiqués. Pour les niveaux référentiels, on pourra se rapprocher des niveaux relatifs au PPRI inondation pour les cotes de crues exceptionnelles assimilées au niveau EE.

NB : le niveau du Dropt le 03/04/2024 était de l'ordre de +5.24 NGF selon le dossier EDL de LINEA.

Seule la réalisation d'un suivi piézométrique périodique et d'une étude hydrogéologique spécifique permettrait de préciser les fluctuations du niveau de l'eau au droit du site et de déterminer les niveaux d'eau caractéristiques à considérer, le cas échéant, pour le projet et ce conformément à l'Eurocode 7.

En présence de formations limono argileuses en tête, on retiendra un risque de ruissellement important d'une part et d'autre part d'un retard à l'infiltration pouvant générer un effet piscine (fouilles de culées).

4.5 Essais de laboratoire

Les résultats des essais de laboratoire sont synthétisés ci-après, les feuilles d'essais jointes en annexe.

Sondage	SC1	SC2
Profondeur (m/TA)	8.8 à 10.0	8.0 à 9.5
Nature	Graves	Graves
Teneur en eau (%)	0.9	0.9
Dmax (mm)	50	50
Granulométrie (%) Passant à	16 mm	31.0
	5 mm	4.3
	2 mm	1.0
	500 µm	1.5
	80 µm	0.7
		1.5

Les matériaux testés sont des graves grossières propres et mal graduées (LPC : Gb)

5 SYNTHÈSE

5.1 Synthèse géotechnique

A ce stade des études et sur la base des investigations géotechniques menées à ce jour, nous proposons la synthèse géotechnique fournie dans un premier temps pour les piles sur la base du sondage SP2 :

Tableau de synthèses des caractéristiques des sols au droit des piles P01 e P02			
Epaisseur et base retenue	Nature des sols - faciès	Caractéristiques représentatives	Autres paramètres
Epaisseur retenue # 8.2 m Base retenue # 2.5 m NGF	Argiles et limons très mous à raides (Formation n°1)	$q_{dk} = 1.6 \text{ MPa}$ $PI^*_k = 0.3 \text{ MPa}$ $E_{Mk} = 4.0 \text{ MPa}$	$\alpha = 2/3$ $\varphi' = 27^\circ$ $c' = 5 \text{ kPa}'$
Epaisseur retenue # 4.8 m Base retenue # -2.3 m NGF	Graves et sables moyennement denses (Formation n°2)	$q_{dk} = 4.0 \text{ MPa}$ $PI^*_k = 1.1 \text{ MPa}$ $E_{Mk} = 14 \text{ MPa}$	$\alpha = 1/3$ $\varphi' = 33^\circ$ $c' = 0 \text{ kPa}'$
Epaisseur retenue # 10.0 m Base retenue # -12.3 m NGF	Calcaires raides à très raides (Formation n°3)	$PI^*_k = 3.0 \text{ MPa}$ $E_{Mk} = 24.0 \text{ MPa}$	$\alpha = 1/2$

Il s'agit de valeurs représentatives sur la base des résultats de sondages et notre connaissance du site.

Ce modèle géotechnique relatif aux piles a été retenu par défaut pour le calcul des micropieux par le bureau d'étude ING c en particulier pour les sollicitations horizontales et reprise des efforts/moments.

- De 0 à 7m de profondeur : $E_m = 4 \text{ MPa}$, $\alpha = 0.66$, $K_f = 1500 \text{ t/m}^2$ (court terme) ;
- De 7 à 12m de profondeur : $E_m = 14 \text{ MPa}$, $\alpha = 0.33$, $K_f = 7900 \text{ t/m}^2$ (court terme) ;
- De 12 à 20m de profondeur : $E_m = 24 \text{ MPa}$, $\alpha = 0.50$, $K_f = 11000 \text{ t/m}^2$ (court terme) ;

Nous fournissons après les modèles géotechniques applicables pour chacune des culées C01 et C02 :

Tableau de synthèses des caractéristiques des sols au droit de C01 – SP4 et PD2 Plateforme travaux PF +9.2 NGF et FFT +8.7 NGF			
Epaisseur et base retenue	Nature des sols - faciès	Caractéristiques représentatives	Autres paramètres
<u>Formation n°1</u> Epaisseur retenue # 6.70 m Base retenue # 2.50 NGF	Limons mous (1a) Base +8.70 NGF	decapé	
	Limon argileux ferme (1b) Base -3.70 m/PF Base +5.50 NGF	$q_{dk} = 1.6 \text{ MPa}$ $PI^*_{sk} = 0.37 \text{ MPa}$ $E_{mk} = 4.0 \text{ MPa}$	$\alpha = 2/3$ $\phi' = 27^\circ$ $c' = 5 \text{ kPa}$
	Sables-limons sableux lâche (1b) Base -6.70 m/PF Base +2.50 NGF	$q_{dk} = 3.0 \text{ MPa}$ $PI^*_{sk} = 0.70 \text{ MPa}$ $E_{mk} = 7.0 \text{ MPa}$	$\alpha = 1/2$ $\phi' = 29^\circ$ $c' = 2 \text{ kPa}$
<u>Formation n°2</u> Epaisseur retenue # 4.8 m Base retenue # -2.30 NGF	Graves et sables moyennement denses (n°2) Base -11.5 m/PF selon SP2 Base -2.30 NGF selon SP2	$q_{dk} = 4.5 \text{ MPa}$ $PI^*_{sk} = 1.10 \text{ MPa}$ $E_{mk} = 14.0 \text{ MPa}$	$\alpha = 1/3$ $\phi' = 33^\circ$ $c' = 0 \text{ kPa}$
Epaisseur retenue # 10.0 m Base retenue # -12.3 NGF	Calcaires raides à très raides (n°3)	$PI^*_{sk} = 3.00 \text{ MPa}$ $E_{mk} = 24.0 \text{ MPa}$	$\alpha = 1/2$

Le modèle géotechnique PILE retenu par INGc reste plus conservateur tant en épaisseurs de couches actives que de caractéristiques que le modèle spécifique de la culée C01 (pas de remarque à formuler)

Tableau de synthèses des caractéristiques des sols au droit de C02 – SP3 – SP1 et PD1 Plateforme travaux PF +9.1 NGF et FFT +8.6 NGF			
Epaisseur et base retenue	Nature des sols - faciès	Caractéristiques représentatives	Autres paramètres
<u>Formation n°1</u> Epaisseur retenue # 7.10 m Base retenue # +2.00 NGF	Limons mous (1a) Base +8.70 NGF	decapé	
	Limon argileux ferme (1b) Base -4.60 m/PF Base +4.50 NGF	$q_{dk} = 1.6 \text{ MPa}$ $PI^*_{sk} = 0.37 \text{ MPa}$ $E_{mk} = 4.0 \text{ MPa}$	$\alpha = 2/3$ $\phi' = 27^\circ$ $c' = 5 \text{ kPa}$
	Sables-limons sableux lâche (1b) Base -7.10 m/PF Base +2.00 NGF	$q_{dk} = 3.0 \text{ MPa}$ $PI^*_{sk} = 0.70 \text{ MPa}$ $E_{mk} = 7.0 \text{ MPa}$	$\alpha = 1/2$ $\phi' = 29^\circ$ $c' = 2 \text{ kPa}$
<u>Formation n°2</u> Epaisseur retenue # 6.0 m Base retenue # -4.00 NGF	Graves et sables moyennement denses (n°2) Base -13.1 m/PF Base -4.00 NGF	$q_{dk} = 4.5 \text{ MPa}$ $PI^*_{sk} = 1.10 \text{ MPa}$ $E_{mk} = 14.0 \text{ MPa}$	$\alpha = 1/3$ $\phi' = 33^\circ$ $c' = 0 \text{ kPa}$
Epaisseur retenue # 5.70 m Base retenue # -9.70 NGF	Calcaires raides à très raides (n°3)	$PI^*_{sk} = 3.00 \text{ MPa}$ $E_{mk} = 24.0 \text{ MPa}$	$\alpha = 1/2$

Le modèle géotechnique PILE retenu par INGc est conservateur vis-à-vis des caractéristiques mais moins favorable du point de vue épaisseurs de couches actives n°2. On note que les modules de graves n°2 en partie basse (SP1 : $E_m = 25 \text{ MPa}$) sont identiques à ceux du calcaires n°3 donc sans conséquences.

5.2 Synthèse hydrogéologique

La zone du projet est située en « zones potentiellement sujettes à des débordements de nappe, avec une fiabilité FORTE », et dans des « enveloppes approchées des inondations potentielles de cours d'eau et submersion marine de plus d'un hectare ». Dans ces conditions, les travaux de terrassement pourraient être impactés par la présence d'eau en surface selon la période d'exécution. Il conviendra de prévoir la réalisation des travaux de terrassement des culées/entretien de piles en période estivale.

Seule la réalisation d'un suivi piézométrique périodique et d'une étude hydrogéologique spécifique permettrait de préciser les fluctuations du niveau de l'eau au droit du site et de déterminer les niveaux d'eau caractéristiques à considérer, le cas échéant, pour le projet et ce conformément à l'Eurocode 7.

En présence de formations limono argileuses en tête, on retiendra un risque de ruissellement important d'une part et d'autre part d'un retard à l'infiltration pouvant générer un effet piscine (fouilles de culées).

5.3 Sismicité

En zone de sismicité très faible (1), les règles de construction parasismique ne sont pas obligatoires et l'analyse de la sensibilité à la liquéfaction des formations n'est pas requise.

ADAPTATION DES OUVRAGES AU SITE

6 PRINCIPES D'ADAPTATION ET CHOIX CONSTRUCTIFS

6.1 Critères retenus pour la définition des choix constructifs

Au regard de nos investigations AVP, les critères suivants auront un impact sur les choix constructifs :

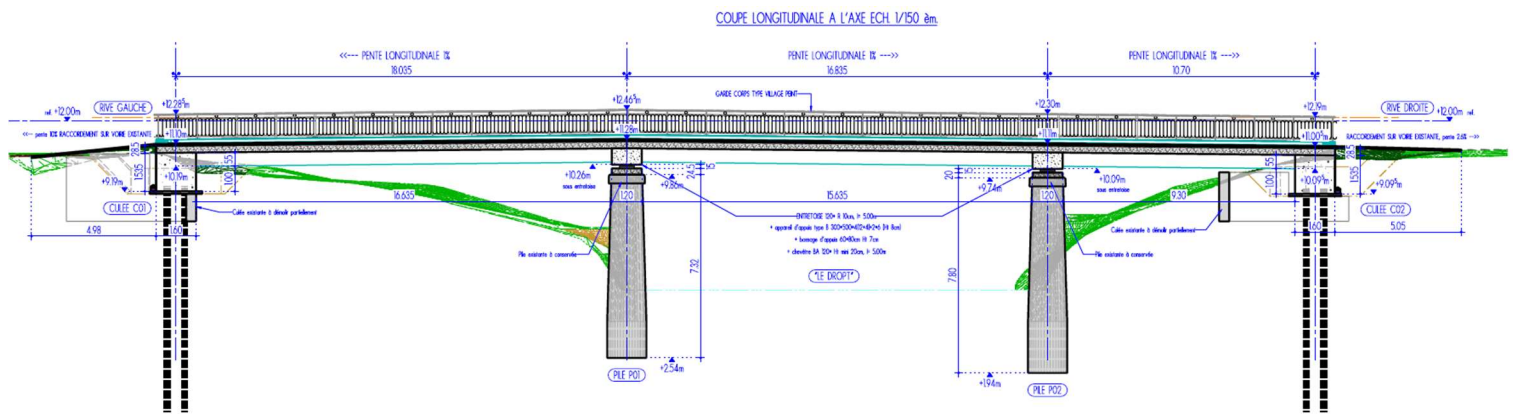
- Présence de piles P01 et P02 sollicitant les graves n°2 à hauteur de 4.0 bar ELS minimum
- Nécessité de reconstruction de culées C01 et C02 destinées à recevoir les nouveaux tabliers
- La présence de fortes épaisseurs de sols médiocres limono argileux n°1 en tête (cf n° 1a et 1b)
- Le calage des niveaux bas du projet et la nature des ouvrages.

6.2 Choix constructifs

Il découle des éléments techniques les adaptations suivantes :

- **Ouvrages définitifs C01 et C02** : suite à notre étude G2 phase AVP, il a été retenu par la maîtrise d'ouvrage et ses conseils le maintien des piles P01 et P02 et la création de culées C01 et C02 en lieu et place ou plus éloignées encore des empreintes initiales, le tout sur micropieux.

Le parti pris en termes de transfert de charge et d'efforts parasites la mise en œuvre d'un tablier encastré sur les culées et libre sur appuis élastomères au niveau des piles pour limiter les efforts parasites sur ces dernières. Ces conditions d'encastrement sollicitent essentiellement les pieux.



Micropieux (2 files de 4 micropieux par culée) :

- Type III, diamètre 250mm
- Longueur 20m ;
- Bloqués en Z à 12m de profondeur pour prendre en compte correctement leur raideur axiale ;
- Tubes 178mm épaisseur 10.4mm, corrosion 1.2m ;
- De 0 à 7m de profondeur : $E_m=4\text{MPa}$, $\alpha=0.66$, $K_f = 1500\text{t/m}^2$ (court terme) ;
- De 7 à 12m de profondeur : $E_m=14\text{MPa}$, $\alpha=0.33$, $K_f = 7900\text{t/m}^2$ (court terme) ;
- De 12 à 20m de profondeur : $E_m=24\text{MPa}$, $\alpha=0.50$, $K_f = 11000\text{t/m}^2$ (court terme) ;
- Plastification du sol en tête non prise en compte (sécuritaire).

- **Ouvrages réutilisés P01 et P02** : suite à notre étude G2 phase AVP, la portance de 0.4 MPa aux ELS était fournie pour les piles. Le modèle PILE sur la base de SP2 sera donc conservé.

Piles :

- Élément bi-articulé en tête de piles (efforts purement verticaux, efforts horizontaux repris par les culées) ;
- Appui élastique en pied de pile (raideur sol) : $E_m=14\text{MPa}$, $\alpha = 0.33$, semelle 1.3m x 6m $\rightarrow K_z=400\text{MN/m}$.

Vis-à-vis des sols en place, au vu des fortes pentes des berges retraduisant l'existence d'un terme de cohésion non nul ($c' \neq 5.0 \text{ kPa}$), les efforts horizontaux liés à la poussée des terres sur les piles seront limités avec $k = 0$ et a priori négligés face aux moments d'excentrement.

Les cas de charge (proches de l'AVP) sont celui de l'ouvrage fini $ELS_{QP} = 301$ et $ELU_F = 557$ t ainsi que les charges partielles et moments induits par les chargements asymétriques à l'étape pose de poutres d'une travée ($ELS_{QP} = 135$ t et $M = 28.5$ t.m) avant la seconde puis bétonnage.

- **Aménagement des culées** : le projet prévoit la mise en place d'une pré-terrassement des culées avec un niveau FFT de 1.5 à 2.0 m de profondeur (+ 8.7 NGF) par rapport au terrain actuel avec des pentes 1H/1V. Il sera livré la plateforme travaux culée PF de +9.2 à +9.1 NGF.

Les terrassements pourront être réalisés par talutage sous réserve de respecter les sujétions d'exécution mentionnées dans la suite de l'étude. Il conviendra de collecter et d'évacuer les eaux de ruissellement ou infiltrées en fond de fouille à l'aide d'un exutoire gravitaire ou relevage.

NB : nous ne disposons pas d'éléments vis-à-vis de réaménagements de berges ou éventuels renforcements par enrochements de pile ni éléments de bathymétrie, d'érosion ou d'affouillements. Les travaux de génie hydraulique ou végétal ne font pas l'objet de la mission.

6.3 Synthèse des hypothèses géotechniques

L'analyse des données géotechniques et leur prise en compte par le Bureau d'Etude INGC dans le cadre de la note de calcul NOTE DE PREDIMENSIONNEMENT PRO : 2025_043_CASSEUIL_NDC_PRO n'amène pas de remarques particulières et fait l'objet de vérifications G2 PRO au sein des chapitres suivants.

7 ETUDE DES TERRASSEMENTS ET STABILITE DES TERRES

7.1 Généralités

D'après les éléments en notre possession, la réalisation du projet implique des terrassements :

- en déblais sur environ 1.5 m de profondeur pour la construction des culées,
- en surexcavation jusqu'à -0.50 m/PF pour couche de forme de plateforme micropieux
- en remblais excédentaires inférieurs à 0.50 m à la jonction voirie et tablier,
- En décaissé de 1.0 m maxi à l'arrière des piles P01 et P02 selon poussée des terres ;
- de reprofilage des berges et enrochements pour les aménagements définitifs (hors mission).

La réalisation des terrassements devra tenir compte de l'environnement du site.

Concernant la zone des culées neuves C01 et C02 les altitudes au droit de la plateforme chantier sont de +9.10 et +9.20 NGF soit un décaissé de 1.5 m hors épaisseur de couche de forme (FFT # 8.7 NGF).

Les remblais autour des culées C01 et C02 ne devraient pas excéder 0.3 à 0.5 m et ne généreront pas de tassements significatifs autour des ouvrages ; il ne sera pas retenu de terme de frottement négatif.

Les terrassements prévus pourront intercepter des écoulements superficiels. Dans ce cas, il faudra prévoir la mise en place d'un épuisement de nappe sur les fouilles de culées avec drainage gravitaire.

7.2 Moyens

Les travaux pourront être réalisés avec des engins de moyenne puissance dans les formations sableuses superficielles. Au regard de l'occupation actuelle du site, il n'est pas exclu de rencontrer des vestiges d'ouvrages enterrés pouvant nécessiter l'utilisation d'engins de plus forte puissance voire du BRH.

Par ailleurs, l'entrepreneur s'assurera que les engins utilisés ne portent pas préjudice à la stabilité des ouvrages existants, tant lors des phases de terrassements que de déplacements en cas de matelassage-ornière résultant d'un défaut de drainage des plateformes ou de travaux recoupant des intempéries.

7.3 Terrassements à proximité d'avoisinants (ouvrages d'art existants, voirie)

La réalisation du projet implique l'exécution de travaux au voisinage immédiat d'ouvrages et d'aménagements existants. Toutes les précautions devront être prises pour leur éviter tout dommage ou pour éviter toute aggravation des éventuels dommages existants en phase provisoire que définitive.

Il conviendra de se rapprocher du BET structure d'EXE si différent d'INGc afin de vérifier les conditions de stabilité des piles P01 et P02 avant toute intervention de démolition du tablier ; le cas échéant des travaux de confortement temporaires pourront être à prévoir.

Ces dispositions s'appliquent pour l'ensemble des terrassements liés à la réalisation du chantier.

7.4 Traficabilité et gestion des eaux en phase chantier

Compte tenu des niveaux d'eau relevés, des venues d'eau sont attendues aux interfaces entre remblais/limons mous n°1a et les limons argileux + raides n°1b formant un niveau à priori imperméable.

Il conviendra de prévoir un drainage temporaire des plateformes travaux et de l'épuisement fond de fouille afin de travailler au sec et limiter les effets piscine en lien avec les eaux infiltrées ou météoriques.

En cas d'interaction des terrassements ou fondations avec des nappes en charge, il conviendra de prévoir des puits de décharge au sein des sables limoneux n°1c et des sables et graves sous jacentes

n°2. Ces aspects pourront faire l'objet de vérifications dans le cadre de la mission G3 phase EXE ou d'une étude hydrogéologique spécifique incluant la pose de piézomètres et d'essais de perméabilité ; ces ouvrages seraient mis à profit pour détermination d'une agressivité des eaux <XA3 sur chaque berge.

7.5 Pente des talus en phase provisoire

Les talus de déblais seront a priori limités pour la réalisation de ces ouvrages (inférieurs à 2.0 mètres).

En première approche, on pourra retenir les dispositions minimales suivantes :

- pente des talus de déblais envisageable en l'absence de surcharges en tête, de mitoyens et de venues d'eau ou de nappe non rabattue : 1H/1V (H : Horizontale V : Verticale) en provisoire ;
- les talus devront être protégés des eaux de ruissellements qui seront collectées et évacuées vers un exutoire sûr (par exemple : fossé drainant, rejet en milieu naturel après décantation..) ;
- dans le cas d'arrivées d'eau (infiltration, circulations erratiques, ...), les pentes talus seront adoucies et/ou il sera mis en place un masque drainant épais pour assurer la stabilité des talus.

Il conviendra d'adopter la méthode observationnelle durant les travaux et ainsi d'adapter la pente des talus ou de travailler par passes courtes au cas où des signes d'instabilité seraient mis en évidence.

NB : on note que les travaux préparatoires des culées viendront décharger les terrains initiaux et ne devraient donc pas engendrer de déstabilisation (substitution par une structure BA portée, remblais < 50 cm). Une attention particulière sera néanmoins portée aux plateformes temporaires de travaux en périphérie de l'ouvrage et feront l'objet de vérification de stabilité sur la base de caractéristiques G2 PRO (estimations sur données mécaniques et lithologie) ou bien par compléments de sondages en G3.

8 ETUDE DES FONDATIONS SUPERFICIELLES (PILES)

8.1 Modèle géotechnique retenu

Tableau de synthèses des caractéristiques des sols au droit des piles Cote sol en pied de pile +4.15 NGF le point le plus bas selon levé géomètre LINEA			
Epaisseur et base retenue	Nature des sols - faciès	Caractéristiques représentatives	Autres paramètres
Epaisseur retenue # 1.6 m Base retenue # 2.5 m NGF	Argiles et limons très mous à raides (Formation n°1)	$q_{dk} = 1.6 \text{ MPa}$ $Pl^*_k = 0.3 \text{ MPa}$ $E_{mk} = 4.0 \text{ MPa}$	$\alpha = 2/3$ $\phi' = 27^\circ$ $c' = 5 \text{ kPa}'$

Epaisseur retenue # 4.8 m Base retenue # -2.3 m NGF	Graves et sables moyennement denses (Formation n°2)	q _{d k} = 4.0 MPa PI* _k = 1.1 MPa E _{M k} = 14 MPa	$\alpha = 1/3$ $\varphi' = 33^\circ$ $c' = 0 \text{ kPa}'$
Epaisseur retenue # 10.0 m Base retenue # -12.3 m NGF	Calcaires raides à très raides (Formation n°3)	PI* _k = 3.0 MPa E _{M k} = 24.0 MPa	$\alpha = 1/2$

Il s'agit de valeurs représentatives sur la base des résultats de sondages et notre connaissance du site.

8.2 Niveau d'assise envisageable

On tiendra compte des éléments suivants :

- type de fondation : semelles isolées,
- sol d'assise : Graves et Sables (n°2) ;
- profondeur d'assise : +1.88 à +2.18 NGF avec prise en considération pour le calcul d'un ancrage minimal de 0.2 m dans la couche porteuse via complexe pieux/chevêtre bois et mortier support

NB : nous ne disposons pas d'éléments bathymétriques statuant sur d'éventuels affouillements ; on prendra la cote TN au point topographique le plus bas +4.15 NGF (Dropt @ +5.24 NGF le 03/04/2024).

8.3 Méthode de calculs pour la vérification de la portance (ELS et ELU)

Hors thématique liée à un glissement de terrain, les fondations seront vérifiées selon les règles de la norme NF P 94-261 de Juin 2013 relatif aux fondations superficielles. Le principe est de satisfaire l'inégalité suivante :

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

où :

V_d : est la valeur de calcul de la composante verticale de la charge appliquée sur le terrain par la fondation.

R_0 : est la valeur du poids du terrain aux abords de la fondation après travaux.

$R_{v;d}$: est la valeur de calcul de la résistance nette du terrain.

La norme permet d'évaluer $R_{v;d}$ de la façon suivante :

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

où :

A' : est la surface effective de la semelle (= surface de la semelle si charge verticale et centrée).

q_{net} : est la contrainte associée à la résistance nette du terrain

= $k_p \cdot p_{le}^* \cdot i_{\delta\beta}$ sans influence de talus selon la méthode pressiométrique,

$\gamma_{R;v}$ et $\gamma_{R;d;v}$: sont les coefficients de sécurité liés au type de situation (ELS, ELU).

- Aux ELU,

$\gamma_{R;v}$: est le coefficient de sécurité pour le type de situation = 1.4 (situations durables et transitoire).

$\gamma_{R;d;v}$: est le coefficient de sécurité liée à la méthode de calcul = 1.2 (méthode pressiométrique).

- Aux ELS,

$\gamma_{R;v}$: est le coefficient de sécurité pour le type de situation = 2.3 (quasi permanentes, caractéristiques).

$\gamma_{R;d;v}$: est le coefficient de sécurité liée à la méthode de calcul = 1.2 (méthode pressiométrique).

Selon les règles de calcul précédentes et pour des piles soumises à des **charges verticales centrées** assises à +1.88 m NGF pour la pile de la rive droite et +2.18 m NGF pour la pile de la rive gauche et une cote pied de pile # +4.15 NGF on obtient alors pour $P_I^* = P_{Ib} = 1.12$ MPa les contraintes de sol :

	PILES P01 et P02 selon modèle §5.1
$\sigma_{v;d}$ (ELU durables et transitoires) = $R_{v;d} / A' \text{ (ELU)} =$	0.65 MPa
$\sigma_{v;d}$ (ELS) = $R_{v;d} / A' \text{ (ELS)} =$	0.40 MPa

8.4 Vérification des ouvrages au glissement (ELU)

Il convient de vérifier, à l'ELU, que l'inégalité suivante est vérifiée :

$$H_d < R_{h,d} + R_{p,d}$$

Avec : H_d : la valeur de la composante horizontale de la charge transmise au terrain

$R_{h,d}$: la valeur de calcul de la résistance au glissement de la fondation sur le terrain

$R_{p,d}$: la valeur de calcul de la résistance frontale ou tangentielle de la fondation sous l'effet de H_d .

En conditions drainées,

$$R_{h,d} = (V_d * \tan \delta) / (\gamma_{r,h} * \gamma_{r,d,h})$$

Avec : V_d : la valeur de la composante verticale de la charge transmise au terrain

δ : l'angle de frottement du sol présent sous la fondation (pris égal à 26° ici)

c' : cohésion effective du sol présent sous la fondation

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

$$\gamma_{r,h} = \gamma_{r,d,h} = 1.1 \text{ à l'ELU fondamental}$$

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rv,d	Rh,d	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	3010,00	0,00	276,59	1,00	3874,50	-	Ok	Ok	-	0,81
2	ELS-Caractéristiques	4060,00	0,00	276,59	1,00	3874,50	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	5570,00	0,00	276,59	1,00	6365,20	2989,40	Ok	Ok	Ok	-
4	ELS-Quasi-permanentes	1350,00	0,00	276,59	0,68	2616,10	-	Ok	Ok	-	0,32
5	ELS-Quasi-permanentes	1050,00	0,00	276,59	0,67	2597,20	-	Ok	Ok	-	0,23
6	ELU-Fondamentales	5570,00	0,00	276,59	0,88	5609,20	2989,40	Ok	Ok	Ok	-

Résultats de calculs FOXTA – pile P01

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rv,d	Rh,d	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	3010,00	0,00	318,71	1,00	4023,20	-	Ok	Ok	-	0,80
2	ELS-Caractéristiques	4060,00	0,00	318,71	1,00	4023,20	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	5570,00	0,00	318,71	1,00	6609,60	2989,40	Ok	Ok	Ok	-
4	ELS-Quasi-permanentes	1350,00	0,00	318,71	0,68	2716,50	-	Ok	Ok	-	0,31
5	ELS-Quasi-permanentes	1050,00	0,00	318,71	0,67	2696,90	-	Ok	Ok	-	0,22
6	ELU-Fondamentales	5570,00	0,00	318,71	0,88	5824,60	2989,40	Ok	Ok	Ok	-

Résultats de calculs FOXTA – pile P02

La conception n'amène pas de charge horizontale sur les piles en définitive ; néanmoins une valeur forfaitaire de moment appliqué à la base de la fondation pour une poussée de terres sur la base des caractéristiques de la formation n°1 pour des hauteurs maxi de 5.0 m (définitive) et 2.7 m (provisoire) sur L= 6.0 ml a été calculée et ramenées sous forme de moments de 22 à 43 t.m en base de fondation.

NB : le logiciel FOXTA ne permet pas d'appliquer un effort horizontal au 1/3 de la hauteur enterrée.

Il conviendra de vérifier de façon exhaustive les conditions de glissement dans le cadre de l'étude géotechnique d'exécution (G3 phase EXE) en fonction des méthodes/phasages retenues par l'entreprise.

8.5 Estimation des tassements (ELS)

L'estimation du tassement absolu à partir des essais pressiométriques correspond à la somme de deux termes : $S_f = S_c + S_d$

S_c tassement dans le domaine sphérique

S_d tassement dans le domaine déviatorique

Avec :

$$s_c = \frac{\alpha}{9E_c} (q' - \sigma'_{v0}) \lambda_c B \quad \text{et} \quad s_d = \frac{2}{9E_d} (q' - \sigma'_{v0}) B_0 \left(\lambda_d \frac{B}{B_0} \right)^\alpha$$

où :

E_c : module pressiométrique du sol dans le domaine sphérique

E_d : module pressiométrique du sol dans le domaine déviatorique

α : coefficient rhéologique du sol

q' : composante normale de la contrainte du sol sous la fondation pour l'Etat Limite de Service

B : largeur de la fondation

B_0 : largeur de référence égale à 0.6 m

λ_c, λ_d : coefficients de forme, dépendant de la géométrie de la fondation

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rv,d	Rh,d	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	3010,00	0,00	276,59	1,00	3874,50	-	Ok	Ok	-	0,81
2	ELS-Caractéristiques	4060,00	0,00	276,59	1,00	3874,50	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	5570,00	0,00	276,59	1,00	6365,20	2989,40	Ok	Ok	Ok	-
4	ELS-Quasi-permanentes	1350,00	0,00	276,59	0,88	2616,10	-	Ok	Ok	-	0,32
5	ELS-Quasi-permanentes	1050,00	0,00	276,59	0,67	2597,20	-	Ok	Ok	-	0,23
6	ELU-Fondamentales	5570,00	0,00	276,59	0,88	5609,20	2989,40	Ok	Ok	Ok	-

Résultats de calculs FOXTA – pile P01

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rv,d	Rh,d	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	3010,00	0,00	318,71	1,00	4023,20	-	Ok	Ok	-	0,80
2	ELS-Caractéristiques	4060,00	0,00	318,71	1,00	4023,20	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	5570,00	0,00	318,71	1,00	6609,60	2989,40	Ok	Ok	Ok	-
4	ELS-Quasi-permanentes	1350,00	0,00	318,71	0,68	2716,50	-	Ok	Ok	-	0,31
5	ELS-Quasi-permanentes	1050,00	0,00	318,71	0,67	2696,90	-	Ok	Ok	-	0,22
6	ELU-Fondamentales	5570,00	0,00	318,71	0,88	5824,60	2989,40	Ok	Ok	Ok	-

Résultats de calculs FOXTA – pile P02

Le calcul a été réalisé ici avec une minoration de l'encastrement de la pile par rapport au point bas topographique ; On note que les tassements atteignent 0.8 cm pour un tassement initial sous la pile de l'ordre de 0.3 cm. On pourra ainsi et première approche valider l'amplitude de tassement de 0.5 cm et les raideurs éventuellement calculées par INGc dans ses notes de calcul pour ses vérifications de tablier.

Il conviendra de vérifier les tassements absolus ou reprises en tassement dans le cadre de l'étude géotechnique d'exécution (G3 phase EXE) en fonction des méthodes/phasages retenues par l'entreprise.

8.6 Vérification de l'excentricité (ELS et ELU)

Il convient ici de vérifier pour chaque combinaison les équations suivantes :

Combinaison	Semelle filante	Semelle rectangulaire
ELU Fondamental	$1-2e/B \geq 1/15$	$(1-2e/B)(1-2e/L) \geq 1/15$

ELS quasi-permanent	$1-2e/B \geq 2/3$	$(1-2e/B)(1-2e/L) \geq 2/3$
ELS caractéristique	$1-2e/B \geq 1/2$	$(1-2e/B)(1-2e/L) \geq 1/2$

Avec : longueur L et de largeur B

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rv,d	Rh,d	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	3010,00	0,00	278,59	1,00	3874,50	-	Ok	Ok	-	0,81
2	ELS-Characteristiques	4060,00	0,00	278,59	1,00	3874,50	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	5570,00	0,00	278,59	1,00	6365,20	2989,40	Ok	Ok	Ok	-
4	ELS-Quasi-permanentes	1350,00	0,00	278,59	0,68	2616,10	-	Ok	Ok	-	0,32
5	ELS-Quasi-permanentes	1050,00	0,00	278,59	0,67	2597,20	-	Ok	Ok	-	0,23
6	ELU-Fondamentales	5570,00	0,00	278,59	0,88	5609,20	2989,40	Ok	Ok	Ok	-

Résultats de calculs FOXTA – pile P01

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rv,d	Rh,d	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	3010,00	0,00	318,71	1,00	4023,20	-	Ok	Ok	-	0,80
2	ELS-Characteristiques	4060,00	0,00	318,71	1,00	4023,20	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	5570,00	0,00	318,71	1,00	6609,60	2989,40	Ok	Ok	Ok	-
4	ELS-Quasi-permanentes	1350,00	0,00	318,71	0,68	2716,50	-	Ok	Ok	-	0,31
5	ELS-Quasi-permanentes	1050,00	0,00	318,71	0,67	2696,90	-	Ok	Ok	-	0,22
6	ELU-Fondamentales	5570,00	0,00	318,71	0,88	5824,60	2989,40	Ok	Ok	Ok	-

Résultats de calculs FOXTA – pile P02

Le moment maximal appliqué à la base de la fondation correspondant à une poussée de terres sont vérifiées pour une hauteur de terre maximale de l'ordre de 2.7 m sur la phase provisoire moins chargée soit un moment $M = 22 \text{ t.m}$ pour $N = 105 \text{ t}$; ceci qui semble montrer la nécessité d'alléger un peu le poids des terres à l'arrière de la pile sur les phases transitoires et adapter la méthode de pose de poutre

Il conviendra de vérifier les excentrement et de préciser le cas échéant les modalités de gestion de la poussée de terres dans le cadre de l'étude géotechnique d'exécution (G3 phase EXE). Un allègement des terres à l'arrière des piles pourra être nécessaire aux méthodes/phasages retenues par l'entreprise. Le détail des calculs FOXTA V4 module FONDSUP est fourni en annexes du présent rapport.

8.7 Sujétions d'exécution

Dans le cadre des travaux du réemploi des piles existantes, il conviendra au maître d'ouvrage ainsi qu'aux entreprise en charge des travaux GC et VRD que les conditions de réalisation des travaux ainsi que leurs phasages ne viennent pas perturber l'équilibre des ouvrages en phase provisoire et définitive.

Il conviendra de procéder plus particulièrement dans ce cas aux vérifications des aspects suivants :

- Vérification des efforts horizontaux et moments induits sur les piles P01 et P02 par les phases de travaux et contrôle de configuration géométrique effective (poussée de terre, encastrement)
- Vérification des aléas affouillements en pied de pile, contrôles bathymétriques et structuraux, le cas échéant ajout/rajout d'enrochements bétonnés de protection, injections de régénération
- Prise en compte des données hydrauliques et hydrodynamiques et leurs éventuelles adaptations à terme au changement climatique et à l'état des disques (cf crue 2026) ou évolutions du PPRi.

Ceci passe en particulier par la mise en œuvre d'une mission G3 dite « chapeau » intéressant les interfaces entre corps d'état afin de vérifier l'état de stabilité des OA en interaction avec les terrassements des plateformes travaux et l'utilisation des engons de chantier yc de surcharges induites.

9 ETUDE DES FONDATIONS PRONFONDES (CULEES)

9.1 Règle de calcul

Suivant la nomenclature de la norme d'application nationale de l'Eurocode 7, relative aux fondations profondes (norme NF P 94-2628) et son amendement A1 de juillet 2018, les fondations profondes proposées sont des micropieux forés type III avec injection globale et unitaire (classe 1 – catégorie 19).

Il appartiendra à l'entreprise d'adapter la technique de réalisation des fondations profondes en fonction des caractéristiques du site, des sols et de ses moyens matériels ainsi que des spécificités du site et du projet en cas de nécessité de carottage ou de trépannage voire de (sur)tubages sur les infrastructures.

Les micropieux seront ancrés à minima de 3 m dans les calcaires n°3 afin de s'affranchir des altérations potentielles en tête et uniformiser l'ancrage (tous pieux d'un même OA descendus au même horizon).

9.2 Modèle géotechnique en phase projet

Pour les calculs justificatifs de portance des fondations, on retiendra à ce stade et pour les phases ultérieures du projet, la procédure « modèle de terrain » décrite dans la norme NF P 94-262, à partir des essais pressiométriques. Les paramètres retenus sont par défaut et pour simplification vis-à-vis des calculs déjà menés par INGc ceux du modèle G2 AVP des piles. En cas de nécessité pour justifications il pourra être exploité les modèles géotechniques relatifs à chaque culée C01 et C02 présenté au §5.1.

Les paramètres pour le dimensionnement de **micropieux injectés** de type **III MIGU** sont rappelés :

Lithologie	Base (m/PF)	Base (NGF)	p_i^* (MPa)	E_M (MPa)	α
Argiles et limons fermes (n°1)	-7.00	+2.5	0.37	4.0	2/3
Graves et sables denses (n°2)	-11.5	-2.3	1.10	14.0	1/3
Calcaires raides (3)	-21.5	-12.3	1.50	24.0	1/2

Le modèle géotechnique PILE retenu par INGc est conservateur vis-à-vis des caractéristiques mais moins favorable du point de vue épaisseurs de couches actives n°2. On note que les modules de graves n°2 en partie basse (SP1 : $E_M = 25$ MPa) sont identiques à ceux du calcaires n°3 donc sans conséquences.

9.3 Frottement latéral

Nous prendrons en compte la coupe synthétique suivante **depuis la plateforme PF = +9.2 NGF**

Formation	Prof (m/PF)	p_{le}^* (MPa)	Courbe de frottement latéral f_{sol}	Valeur du frottement latéral f_{sol} (kPa)	$\alpha_{sol-pieu}$	Valeur du frottement latéral arrondie $q_{si} = \alpha_{sol-pieu} \cdot f_{sol}$ (kPa)
Argiles et limons fermes (n°1)	-6.7	Neutralisation				
Graves et sables denses (n°2)	-11.5	1.10	Q2	52	2.9	150
Calcaires raides (3)	-21.5	3.00	Q4	104	2.4	250

Les épaisseurs des couches réelles, notamment des sables très lâches à lâches, seront suivies lors des travaux à l'aide de l'enregistrement des paramètres de forage. En cas de surépaisseur de limons, de graves ou de passes karstiques en tête, les épaisseurs de neutralisation seront augmentées d'autant.

9.4 Effort de pointe

Négligé en micropieux

9.5 Prise en compte des frottements négatifs

Aucun frottement négatif ne sera pris en compte dans la mesure où le calage altimétrique n'amène pas de remblaiements excédant 50 cm autour de la culée. La neutralisation de la formation n°1 en particulier au deçà de +5.5 NGF (formation n°1c) permettra d'intégrer le cas échéant le terme pouvant en résulter.

9.6 Prise en compte d'un effet de groupe

Au vu de la distance entre micropieux comprise entre 0.70 et 1.30 m et des diamètres 250 mm, il conviendra de prendre en compte un effet de groupe et d'appliquer un facteur réducteur $C_e = 0.938$.

9.7 Prise en compte des efforts horizontaux

Les fondations profondes seront soumises à des efforts horizontaux.

Pour les sollicitations de courte durée, le module de réaction linéique se calcule à partir des formules :

Pour $B < B_0$

$$K_{fc} = \frac{12 \times E_M}{1,33 \times (2,65)^\alpha + \alpha}$$

Pour les sollicitations de longue durée, la formule est la suivante :

$$K_{fl} = \frac{K_{fc}}{2}$$

Le tableau suivant donne les valeurs du module de réaction linéique K_r en fonction de la formation :

Diamètre (m)	Formation	Base (PF/ NGF)	E_M (MPa)	α	K_{fc} (MPa)	K_{fl} (MPa)
< 0.3 m	1a*	-0.5 / +8.7	décapé (sinon 8.9 et 4.4 MPa)			
	1b	-4.6 / -+4.5	4.0	2/3	14.9	7.5
	1c	-6.7 / +2.5	7.0	2/3	26.0	13.0
	2	-11.5 / -2.3	14.0	1/3	77.5	38.7
	3	-21.5 / -12.3	24.0	1/2	107.8	53.9

* la tête des micropieux est située à +9.2 NGF hors notion d'encastrement dans la culée

9.8 Méthode de dimensionnement

Concernant les charges transmises, ING c nous a précisé les éléments suivants :

- échange téléphonique du 17/06/2026 le calcul est à réaliser avec $|V|$ maximal et M concomitant
- effort vertical à considérer : N,
- micropieu encasté en tête et en pied d'après les informations transmises par INGc

9.9 Dimensionnement en portance

Sur la base des charges transmises par INGc il ressort pour les files Barre 1-7 (RG) et Barre 10-4 (RD):

ELS QP $N_{max} +6.1 / +25.4 / +16.3 / +6.4$ tonnes

ELS CAR $N_{max} +15 / +41.3 / +26.9 / +15.3$ tonnes

ELU F $N_{max} +22.0 / +54.3 / +34.7 / +22.3$ tonnes

Les calculs de portance pour un micropieu de diamètre 250 mm a été réalisé sous FOXTA et indique :



Portance en compression pour un micropieu type III MIGU en compression – effet de groupe



Portance en traction pour un micropieu type III MIGU en compression – effet de groupe

Le détail des calculs FOXTA V4 module FONDPROF est fourni en annexes du présent rapport.

Au vu de ces éléments, les longueurs de micropieux nécessaires à la reprise de la charge seront obtenues pour l'ancrage minimal prévu de 3 m au sein des calcaires n°3 (fiche #13.5 m soit # -5 NGF).

9.10 Dimensionnement des pieux sous efforts horizontaux

Selon l'échange téléphonique du 17/06/2026, le calcul est mené avec |V| max et M concomitant.

	Barre 1 (rive gauche , file avant)	Barre 7 (rive gauche , file arrière)	Barre 10 (rive droite , file avant)	Barre 4 (rive droite , file arrière)
ELS CAR	V= 151 kN M = 74 kN.m	V= 151 kN M = 74 kN.m	V = -153 kN M = -78 kN.m	V= -153 kN M = -78 kN.m
ELU FOND	V= 177 kN M = 86 kN.m	V= 177 kN M = 86 kN.m	V= -180 kN M = -91 kN.m	V= -180 kN M = -91 kN.m

9.11.1 vérification a la flexion composée

Les micropieux seront soumis à des efforts horizontaux et moments jusqu'à V = 18 t et M 9.1 t.m

Micropieu	Tube principal	N ELU (kN)	H ELU (kN)	M ELU (kN)	Contrainte flexion composée (MPa)	Contrainte max (MPa)	Vérification du critère de flexion composée
1	175.4/9.1 mm	2	180	91	322	421	Oui
2	138.5/11.3 mm	2	180	91	409	421	Oui - limite

Le tube Ø177.8-10.4 mm indiqué par ING c vérifie la flexion composée en lien avec les charges amenées en tête de micropieux par les structures. Elle n'intègre pas les moments additionnels en lien avec les déplacements induits par les efforts horizontaux appliqués aux micropieux (cf. vérifications sur tubages).

9.11.2 vérifications au flambement

On compare ci-après la capacité de reprise des charges verticales ELS pour le tube principal :

VERIFICATION FLAMBEMENT MICROPIEUX - APPROCHE MANDEL

n°dossier

ABX245120

affaire

CASSEUIL

Hypothèses :

4

0.667

745

7

210000

Em : Module pressiométrique moyen (Mpa) :

α : coefficient caractérisant le sol.

Kf : Coefficient de réaction latéral (t/m²)

L : Hauteur de la couche présentant de faibles caractéristiques mécaniques (m).

E : Module de Young (Mpa)

m : nombre entier donnant la plus faible valeur de Fc.

$$F_c = \frac{m^2 \times I F \times E I}{L^2} + \frac{K_f \times L^2}{m^2 \times I F}$$

$$K_f = \frac{6 \times E_m}{(\frac{4}{3} \times 2.65^a + \alpha)}$$

Armatures			I	m	Fc	Nc = (Fc/phi)/2.5	QELS maxi	Vérif.	cas	encastré 1
Ø (mm)	ep (mm)	d (mm)	m ⁴		t	t	t	QELS maxi < Nc/2.5	n°	libre 2.1 à 2.5
177.8	10.4	157	1.92E-05	3.0	1143.2	223.1	41.0	oui	N°1	2.1
175.4	9.16	157.08	1.66E-05	3.0	1042.0	203.3	41.0	oui	N°2	2.1
139.7	12.5	114.7	1.02E-05	3.0	799.3	156.0	41.0	oui	N°3	2.1
138.5	11.3	115.9	9.20E-06	3.0	761.4	148.6	41.0	oui	N°4	2.1

choix de m : valeur entière pour laquelle fc est plus faible selon graphe ci-dessous et diamètre/épaisseur de pieux correspondant

Le tube Ø177.8-10.4 mm indiqué par INGc vérifie le flambement sous toutes conditions d'encastrement.

9.11.2 vérification au raccourcissement élastique

Le tableau ci-dessous indique pour les descentes de charge le raccourcissement élastique envisageable :

cas	Diamètre (m)	longueur totale	longueur libre	Longueur libre équivalente (m)	Charge ELS (kN)	Armature			Section (mm ²)	Raccourcissement élastique (mm)
		(m)	(m)			Ø ext. (mm)	Ep (mm)	Ø int. (mm)		
1	0.25	13.50	7.00	10.3	413	175.40	9.16	157.08	16575.95	1
2	0.25	13.50	7.00	10.3	413	138.50	11.30	115.90	9204.78	2

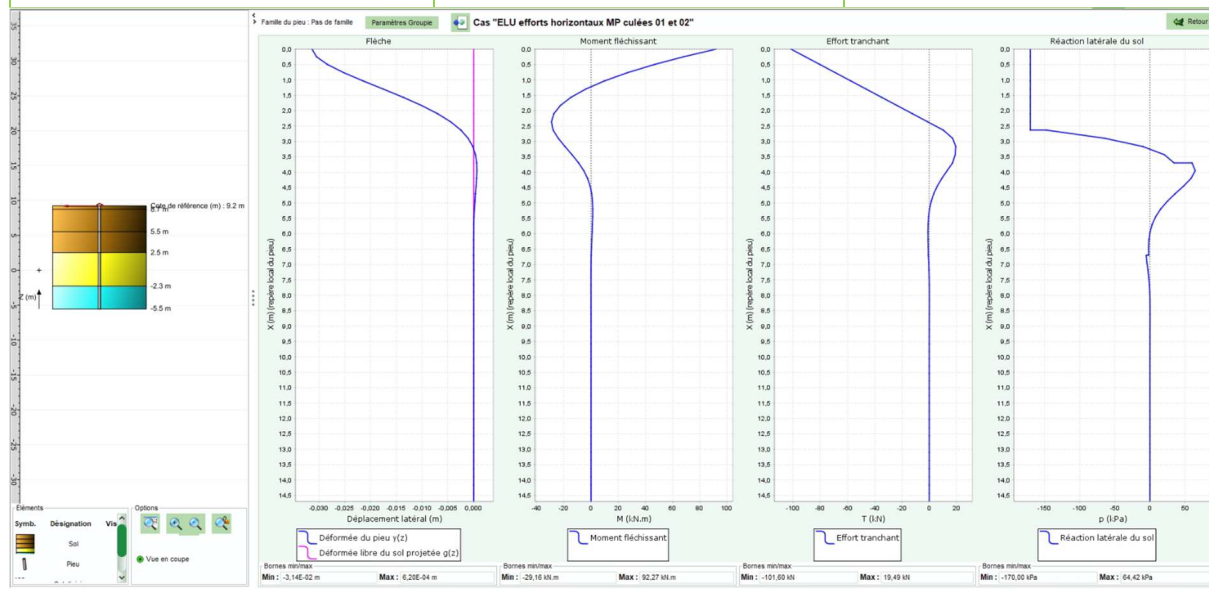
Les tassements liés au raccourcissement élastique de tubes armature sont calculés à **2 mm maximum**.

9.11 Vérification des micropieux sous efforts horizontaux

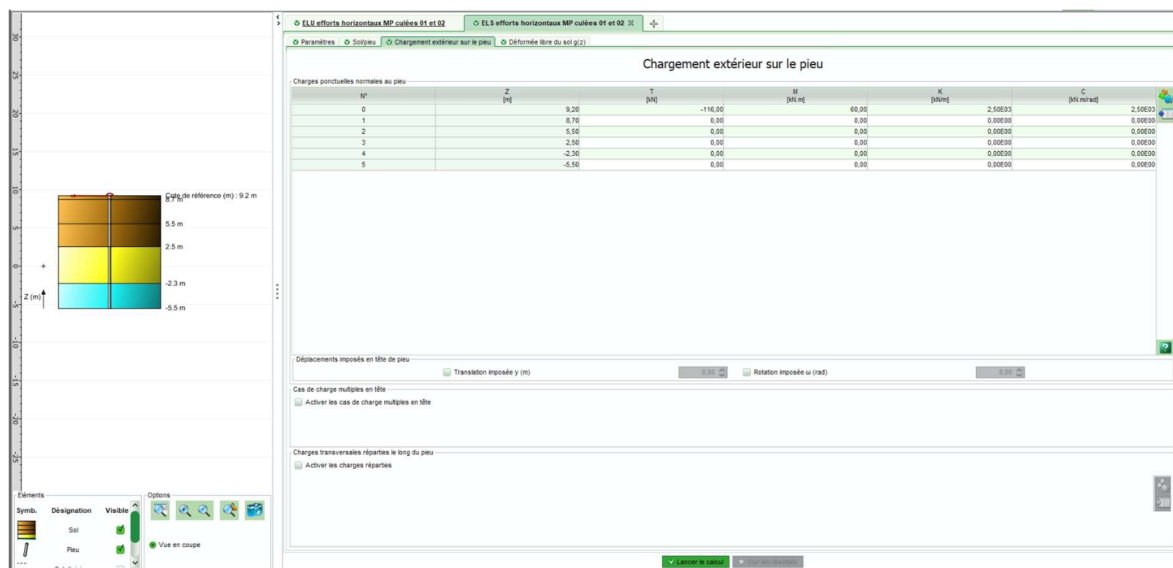
9.11.1 vérification avec encastrement partiel en tête

Les calculs ont été réalisés à l'aide du logiciel FOXTA PIECOEF+ à partir du projet de tube principal retenu par INGc pour son prédimensionnement (Ø178 et 10.4 mm associé à une corrosion sur 1.2 mm) :

Cas de charge	Déplacement en tête (mm)	Moment résultant (kN.m)
ELU F	[31]	91
V=18.0 t et M=-9.1 t.m		

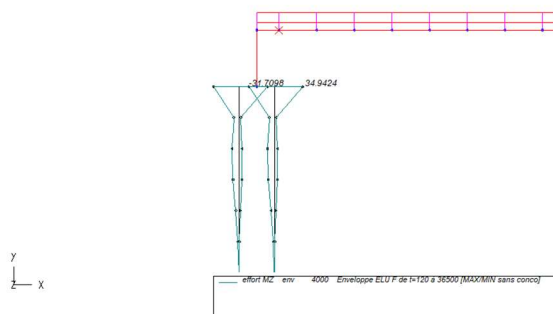


Cas de charge	Déplacement en tête (mm)	Moment résultant (kN.m)
ELS QP	15	60
V=11.6 t et M=-6.0 t.m		



NB1 : notre logiciel ne représente pas parfaitement les conditions d'encastrement telles qu'elles nous ont été confirmées par le BET structure INGc ; par conséquent nous ne saurions exclure la nécessité de mise en œuvre de sur tubages et/ou d'augmentation du nombre de micropieux nécessaires afin limiter les déplacements admissibles d'une part et d'autre part la plastification/écrouissage des sols en tête.

CEREMA - CEREMA_DTGA PT DE CASSEUIL - FLUAGE SCIENTIFIQUE - ST1



modélisation structure+sol établie par INGc (moment en tête : 1 barre = 4 micropieux)

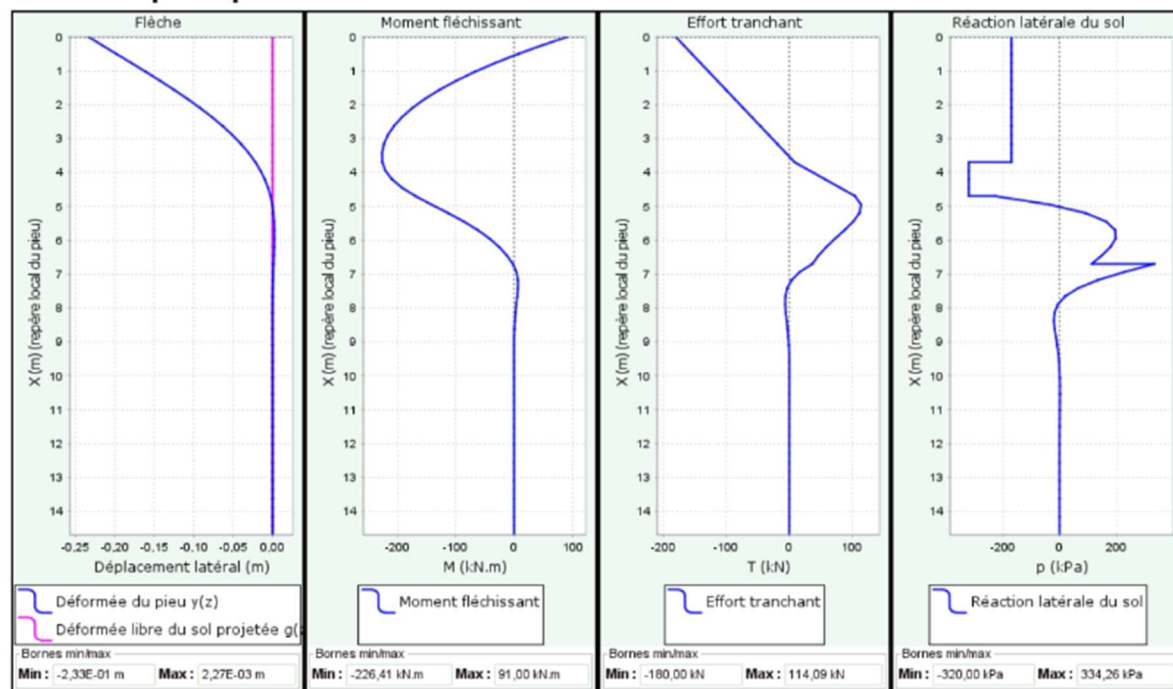
NB : les conditions d'encastrement ont été modélisées avec des raideurs de rappel de l'ordre de 2500 kN/m en transversal et de 2500 kN.m/rad en rotation. Il conviendra au BET structure ou à l'entreprise dans le cadre de la mission G3 phase étude EXE de vérifier le bon dimensionnement de ses ouvrages.

9.11.2 vérification pour reprise des efforts avec surtubage

A titre informatif dans le cas de la stricte application des efforts en tête de micropieux, un calcul a été mené avec un sur tubage Ø244.5-12.5 avec corrosion de 1.2 mm dans un forage en Ø300 mm et obtenu les résultats suivants, conforme a priori en termes de moments et restant à vérifier en déformations :

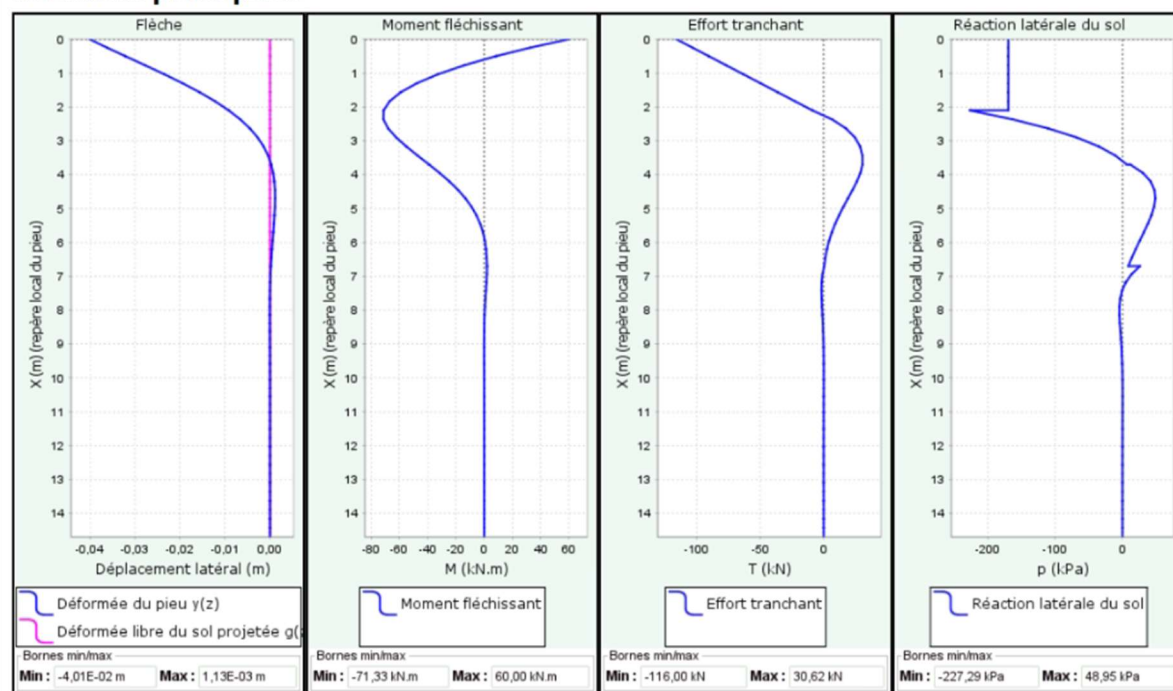
Cas de charge	Déplacement en tête (mm)	Moment résultant (kN.m)
ELU F	[233]	226.4
V=18.0 t et M=-9.1 t.m		

Résultats principaux



Cas de charge	Déplacement en tête (mm)	Moment résultant (kN.m)
ELS QP	40	71
V=11.6 t et M=-6.0 t.m		

Résultats principaux



Il conviendra à l'entreprise en charge des travaux de génie civil, dans le cadre de la mission G3 étude EXE de procéder aux adaptations éventuelles de diamètres, sur tubages et nombres de micropieux nécessaires à la reprise des efforts en lien avec les différents cas de charges et de liaisons entre ouvrages, les déformées admissibles et sollicitations du sol.

9.12 Sujétions d'exécution et recommandations

Les micropieux dimensionnés dans cette étude sont des micropieux forés et injectés de type 3 ou de type MIGU (classe 8 catégorie 19 selon NF P 94-262). Ce dimensionnement devra être mis à jour par l'entreprise de Génie Civil dans la cadre de sa mission de suivi géotechnique d'exécution G3 EXE en relation avec son sous-traitant Fondations Spéciales selon sollicitations du bureau d'étude Structure EXE.

La réalisation des fondations profondes devra être confiée à une entreprise spécialisée et effectuée conformément aux normes en vigueur. Plus particulièrement on retiendra les sujétions suivantes :

- la technique de forage et de cimentation devra intégrer une surconsommation de coulis dans les horizons lâches (n°1 à 3) ; on adaptera les tubes et injections pour éviter leur claquages.
- le forage des fondations devra prendre en considération la présence de circulation d'eau dans les sables et graves en lien avec les niveaux du Dropt;
- il conviendra d'utiliser une technique de forage adaptée aux passages indurés dans les différentes formations traversées (marno calcaires) et aux vestiges d'infrastructures avec éventuellement un tubage perdu pour limiter les transferts de charge aux vestiges mitoyens ;
- Il conviendra de fournir une plateforme de portance correcte avec $EV_2 = 35 \text{ MPa}$ minimum avec des critères de réception a minima q_4 en fond de fouille et q_3 sur la couche de forme.
- les liaisons des fondations profondes et micropieux devront être étudiées par le BET structure lors des études de conceptions, en particulier vis-à-vis de l'interaction sols structure.
- il conviendra d'adapter les coulis à la classe d'agressivité des sols et de l'eau à vérifier dans le cadre de la mission G3 ; dans le cas contraire les coulis envisagés seront a minima type XA_3 .
- selon l'additif de la norme NP P 94-262 A de juillet 2018, pour un chantier de moins de 25 micropieux de classe 8 catégorie n°19 et de classe 1b catégorie n°18, il est permis de remplacer l'essai de contrôle des micropieux ne fonctionnant qu'à la compression par la mise en œuvre d'une majoration forfaitaire de 50 % des sollicitations amenées par l'ouvrage (a voir selon DDC);

- Les micropieux étant vraisemblablement amenés à travailler en traction (cf DDC transmises par INGc en lien avec la conception), des essais de compression et de traction devront être réalisés. Ils seront réalisés conformément aux normes NF P 94 150-1 et NF P 94 150-2. Conformément à la NF P 94 262, il conviendra de prévoir un essai pour 50 micropieux travaillant en traction.
- aucun remblais significatif n'est prévu contre les projets de culées, dans le cas où des remblais plus importants que la décharge-recharge + 30 cm seraient mis en œuvre au droit du projet, un terme de frottement négatif sera pris en compte dans le dimensionnement des micropieux.

L'entreprise en charge des travaux de fondations s'assurera de l'épaisseur des alluvions et la continuité de la couche d'ancrage (nature et caractéristiques géomécaniques) et ce jusqu'à la base des micropieux.

Lors de la réalisation des micropieux, il conviendra de :

- vérifier précisément la nature des matériaux extraits du forage pour s'assurer du bon ancrage;
- d'injecter le coulis aussitôt après forage et mise en place des tubes si non autoforés ;
- des réinjections globale unitaires après prise partielle pour améliorer le frottement latéral.

L'entreprise en charge des travaux de fondations s'assurera de la continuité de la couche d'ancrage (nature et caractéristiques géo-mécaniques) jusqu'à la base des micropieux. Il devra être prévu la réalisation des enregistrements de paramètres de forage conformément à la norme d'exécution des micropieux NF EN 14 199 pour l'ensemble des micropieux qui seront intégrés pour vérification DOE.

10 ETUDE DES PLATEFORMES DE CIRCULATION DES MACHINES

10.1 Travaux préparatoires

Dans le cas de la réalisation d'une piste de circulation de chantier en profil rasant, les travaux préparatoires consisteront à décaper l'intégralité des sols végétalisés, ainsi que les sols remaniés ou impropres (sols organiques, remblais évolutifs, déchets, ...) ou détériorés par les eaux de pluie, jusqu'à la cote retenue de l'arase de terrassement. Si ces matériaux médiocres étaient reconnus sur des épaisseurs plus importantes (au-delà de l'arase de terrassement), il conviendrait de les purger et de les substituer par des matériaux de bonnes caractéristiques. Toutes les dispositions devront être prises lors des travaux pour éviter la stagnation des eaux de pluie et évacuer les circulations d'eau résiduelles. L'ensemble des drainages devra être raccordé à une évacuation contrôlée, hors de l'emprise du chantier.

Dans tous les cas, la réalisation des travaux en période climatique favorable permettra de limiter la présence d'eaux lors des travaux de terrassement.

10.2 Première approche de la classe de la plateforme

La Partie Supérieure des Terrassements (PST) et l'arase (AR) obtenues après travaux préparatoires devraient être constituées par les formations argileuses et limoneuses (cas de PST1 AR1 à PST2 AR1).

Nous rappelons que dans le cas de sols très humides (cas d'une PST0 AR0), une opération de terrassement par drainage et/ou purge/substitution et/ou cloutage du fond de forme 40-70 à 0-300 mm doit être recherchée afin de reclasser le nouveau support obtenu au moins en PST1 AR1 pour reprise.

10.3 Première approche de la couche de forme

Pour obtenir une plateforme de type PF2 au sens du Guide des Terrassements Routiers, il convient d'améliorer les portances du fond de forme par la mise en place d'une couche de forme en matériaux graveleux insensibles à l'eau et non gélifs (de type R21 ou R61 par exemple).

Dans le cas d'une PST1 AR1 à PST2 AR1, cette couche de forme aura une épaisseur minimale de 0.40/0.45 m après intercalation d'un géotextile.

Dans tous les cas, la couche de forme sera contrôlée par des essais à la plaque de type LCPC.

10.4 Sujétions d'exécutions

Les précautions suivantes devront être respectées (liste non exhaustive) :

- purge et substitution des éléments pouvant créer des points durs ;
- compactage du fond de forme (si nécessaire) avant la mise en place de la couche de forme ;
- compactage par passes de la couche de forme et mise en œuvre selon les prescriptions du ascicule II du LCPC SETRA en fonction de la nature des matériaux qui seront mis en œuvre.

11 CONCLUSIONS

Cette étude géotechnique de conception phase projet (G2 phase PRO), confiée à ALIOS, a permis de donner les hypothèses géotechniques à considérer en fonction des données fournies et des résultats des investigations, et présente les principes d'adaptation au sol des ouvrages géotechniques. Les principales incertitudes qui subsistent concernent le contexte géotechnique et hydrogéologique du site (stratigraphie, caractéristiques mécaniques des sols, etc.) et le projet c'est-à-dire en particulier :

- Les descentes de charges de niveau exécution par le BET structure en charge de l'EXE pour le Génie Civil et la conformité des hypothèses structurales en lien avec la conception proposée si différente d'INGc, les déformées admissibles et condition de sollicitation des sols piles/culées
- L'étude hydrogéologique permettant de définir les niveaux d'eau caractéristiques de manière précise, les niveaux d'eaux de chantier EC prévisionnels selon la période de futurs travaux et fournir les éléments hydrogéologique yc perméabilités en cas de besoin de puits de décharge
- La période climatique au moment des travaux de terrassement et, le cas échéant, les conditions de gestion des eaux et leur éventuel rejet au milieu naturel après décantation et analyses ;
- Les études hydrauliques amenant le cas échéant à la nécessité de reprofilage de berges en fonction des retours de diagnostic structurels de l'ouvrage vis-à-vis de l'affouillement par exemple ; les aspects génie hydraulique et confortements de pied de piles étant hors mission ;
- Le phasage des travaux et le suivi spécifique à mettre en œuvre avec des adaptations possibles ;
- La réalisation d'une étude de traitement des sols si celui-ci est envisagé pour les travaux de raccordement de la voirie le cas échéant ; a minima pour stabilisation à la chaux des arases.

Ces incertitudes peuvent avoir une incidence importante sur le choix et le coût final des ouvrages géotechniques. A cet effet, la présente étude (G2 phase PRO) sera suivie, conformément à l'enchaînement des missions géotechniques de la norme NF P94-500 de novembre 2013, de la phase DCE/ACT de la mission géotechnique de conception, de la mission géotechnique d'exécution (mission G3 à la charge des entreprises) ainsi que de la supervision géotechnique d'exécution (G4).

Les conclusions du présent rapport sont données sous réserve des conditions générales ci-après.

Rédigé par :
M. PIANET

Relu par :
B. AUDIGER

CONDITIONS GENERALES

1. Avertissement, préambule

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du co-contractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit d'ALIOS.

2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)

Dans tous les cas, la responsabilité d'ALIOS ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client.

Conformément à l'art L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis d'ALIOS. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu qu'ALIOS s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. ALIOS réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client.

La mission et les investigations éventuelles sont strictement géotechniques et n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines.

ALIOS n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission.

Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés.

Si ALIOS déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte qu'ALIOS puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

4. Plans et documents contractuels

ALIOS réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, ALIOS est exonéré de toute responsabilité.

5. Limites d'engagement sur les délais

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager ALIOS. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité d'ALIOS est dérogée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur à ALIOS modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles.

ALIOS n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou ALIOS avec un autre Prestataire.

6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires à ALIOS en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés et à la pollution des sols et des nappes. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui d'ALIOS, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée à ALIOS avant toutes interventions.

Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accès aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client.

Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnités correspondantes sont à la charge du Client.

7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, ALIOS est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure de coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, ALIOS a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions.

L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inévitables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.

L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 - phase PRO. Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance d'ALIOS ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins d'ALIOS dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par ALIOS qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable d'ALIOS. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire d'ALIOS, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit d'ALIOS. Si dans le cadre de sa mission, ALIOS mettait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. ALIOS serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par ALIOS au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent ALIOS à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission. ALIOS est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où ALIOS est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité d'ALIOS et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité d'ALIOS ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission.

Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

14. Conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'Indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis.

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, ALIOS peut exiger un acompte dont le montant est défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures d'ALIOS sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. A défaut de règlement au 8è jour suivant l'émission de la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard au taux de 15%. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire.

En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €.

Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

15. Résiliation anticipée

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes d'ALIOS, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par ALIOS au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

16. Répartition des risques, responsabilités et assurances

ALIOS n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil d'ALIOS vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué à ALIOS qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, ALIOS ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par ALIOS ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

Assurance décennale obligatoire

ALIOS bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à l'obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. Conformément aux usages et aux capacités du marché de l'assurance et de la réassurance, le contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer ALIOS d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel ALIOS sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voir inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. Le prix fixé dans l'offre ayant été déterminé en fonction de conditions normales d'assurabilité de la mission, il sera réajusté, et le client s'engage à l'accepter, en cas d'éventuelle surcotisation qui serait demandée à ALIOS par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières (notamment en cas de défaut de garantie d'ALIOS qui n'aurait pu s'assurer dans de bonnes conditions, faute d'informations suffisantes). Le maître d'ouvrage est tenu d'informer ALIOS de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès d'ALIOS qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels ALIOS participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée à ALIOS par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

ALIOS assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défectuosité lui est imputable. ALIOS sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant ALIOS qu'au delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée d'ALIOS au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu qu'ALIOS ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.

17. Cessibilité de contrat

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

18. Litiges

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du siège social d'ALIOS, sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.



CONDITIONS GENERALES DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE

(Version novembre 2013)

1. Cadre de la mission

Par référence à la norme NF P 94-500 sur les missions d'ingénierie géotechnique (en particulier extrait de 2 pages du chapitre 4 joint à toute offre et à tout rapport), il appartient au maître d'ouvrage et à son maître d'œuvre de veiller à ce que toutes les missions d'ingénierie géotechnique nécessaires à la conception puis à l'exécution de l'ouvrage soient engagées avec les moyens opportuns et confiées à des hommes de l'Art.

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique suit la succession des phases d'élaboration du projet, chacune de ces missions ne couvrant qu'un domaine spécifique de la conception ou de l'exécution.

En particulier :

- Les missions d'études géotechniques préalables (étude de site G1 ES, étude des Principes Généraux de Construction G1 PGC), Les missions d'études géotechniques de conception (étude d'avant-projet G2 AVP, étude de projet G2 PRO et étude G2 DCE/ACT), Les missions étude et suivi géotechniques d'exécution (G3), de supervision géotechnique d'exécution (G4) sont réalisées dans l'ordre successif.
- Exceptionnellement, une mission confiée à notre société peut ne contenir qu'une partie des prestations décrites dans la mission type correspondante après accord explicite, le client confiant obligatoirement le complément de la mission à un autre prestataire spécialisé en ingénierie géotechnique.
- L'exécution d'investigations géotechniques engage notre société uniquement sur la conformité des travaux exécutés à ceux contractuellement commandés et sur l'exactitude des résultats qu'elle fournit.
- Toute mission d'ingénierie géotechnique n'engage notre société sur son devoir de conseil que dans le cadre strict, d'une part, des objectifs explicitement définis dans notre proposition technique sur la base de laquelle la commande et ses avenants éventuels ont été établis, d'autre part, du projet du client décrit par les documents graphiques ou plans cités dans le rapport.
- Toute mission d'étude géotechnique préalable G1 phase ES ou PGC, d'étude géotechnique de conception G2 AVP, ou de diagnostic géotechnique exclut tout engagement de notre société sur les quantités, coûts et délais d'exécution des futurs ouvrages géotechniques. De convention expresse, la responsabilité de notre société ne peut être engagée que dans l'hypothèse où la mission suivante d'étude géotechnique de projet lui est confiée.
- Une mission d'étude géotechnique de conception G2 AVP, de projet G2 PRO et G2 DCE/ACT engage notre société en tant qu'assistant technique à la maîtrise d'œuvre dans les limites du contrat fixant l'étendue de la mission et la (ou les) partie(s) d'ouvrage(s) concerné(s).

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission d'ingénierie géotechnique objet du rapport. En particulier, toute modification apportée au projet ou à son environnement nécessite la réactualisation du rapport géotechnique dans le cadre d'une nouvelle mission.

2. Recommandations

Il est précisé que l'étude géotechnique repose sur une investigation du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. En effet, des hétérogénéités, naturelles ou du fait de l'homme, des discontinuités et des aléas d'exécution peuvent apparaître compte tenu du rapport entre le volume échantillonné ou testé et le volume sollicité par l'ouvrage, et ce d'autant plus que ces singularités éventuelles peuvent être limitées en extension. Les éléments géotechniques nouveaux mis en évidence lors de l'exécution, pouvant avoir une influence sur les conclusions du rapport, doivent immédiatement être signalés à l'ingénierie géotechnique chargée de l'étude et suivi géotechniques d'exécution (mission G3) afin qu'elle en analyse les conséquences sur les conditions d'exécution voire la conception de l'ouvrage géotechnique.

Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une validation à chaque étape suivante de la conception ou de l'exécution. En effet, un tel caractère évolutif peut remettre en cause ces recommandations notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant leur mise en œuvre.

3. Rapport de la mission

Le rapport géotechnique constitue le compte-rendu de la mission d'ingénierie géotechnique définie par la commande au titre de laquelle il a été établi et dont les références sont rappelées en tête. A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du rapport géotechnique fixe la fin de la mission.

Un rapport géotechnique et toutes ses annexes identifiées constituent un ensemble indissociable. Les deux exemplaires de référence en sont les deux originaux conservés : un par le client et le second par notre société. Dans ce cadre, toute autre interprétation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager la responsabilité de notre société. En particulier l'utilisation même partielle de ces résultats et conclusions par un autre maître d'ouvrage ou par un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société et pourra entraîner des poursuites judiciaires.

Extrait de la norme NF P 94-500 révisée en novembre 2013

4. Classification et enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

Le Maître d'Ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d'Œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l'ouvrage. Le Maître d'Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d'Œuvre du projet. L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

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 : Etude géotechnique préalable (G1)		Etude 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
	Etude préliminaire, Esquisse, APS	Etudes 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	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Etude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Etude 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 (<i>choix constructifs</i>)
	PRO	Etudes géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (<i>choix constructifs</i>)
	DCE/ACT	Etude 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 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Etude de 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 (<i>en interaction avec la phase supervision du suivi</i>)	Etude 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 (<i>réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience</i>)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Etude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Etude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (<i>en interaction avec la phase Supervision de l'étude</i>)	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
A toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Tableau 2 - Classification des missions types d'ingénierie géotechnique

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

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site. - Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site. - Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

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

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

ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées) ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

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

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

ANNEXES

SCHÉMA D'IMPLANTATION DES SONDAGES

Échelle 1/300^{ème}



AFFAIRE : **Rénovation du pont**

LIEU : **CASSEUIL (33)**

CLIENT : **CDC DU REOLAIS EN SUD GIRONDE**

DOSSIER N° : **ABX245120**

LIOS GÉOTECHNIQUE | GÉOLOGIE | HYDROGÉOLOGIE | GÉOPHYSIQUE
ANGOUËME | BORDEAUX | DIJON | HÉRICOURT | LIMOGES | LYON | MÉDITERRANÉE | NIORT | PAYS BASQUE
Ingénierie des sols PARIS | PÉRIGUEUX | RHÔNE-ALPES | SAINTES | TARBES | TOULOUSE www.lios.fr

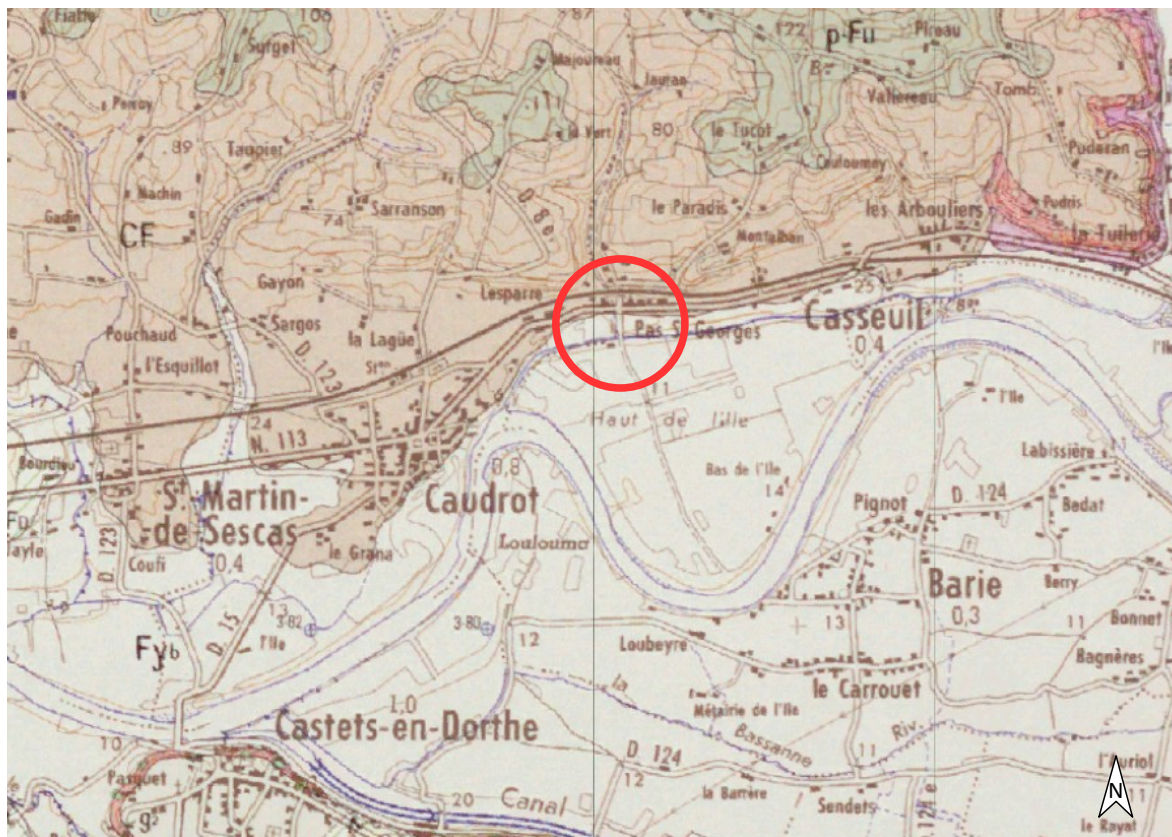
LÉGENDE :

-  SC sondage carotté
-  SP sondage pressiométrique
-  PD pénétromètre dynamique 64 kg

PLAN DE SITUATION



© Google Earth



© BRGM

AFFAIRE : Rénovation du pont

LIEU : CASSEUIL (33)

CLIENT : CDC DU REOLAIS EN SUD GIRONDE

DOSSIER N° : ABX245120

LIOS GÉOTECHNIQUE | GÉOLOGIE | HYDROGÉOLOGIE | GÉOPHYSIQUE
ANGOULÊME | BORDEAUX | DIJON | HÉRICOURT | UMOGES | LYON | MÉDITERRANÉE | NORT | PAYS BASQUE
Ingénierie des sols PARIS | PÉRIGUEUX | RHÔNE-ALPES | SAINTES | TARBES | TOULOUSE www.lios.fr

LÉGENDE :

Carte géologique de LANGON au 1/50 000

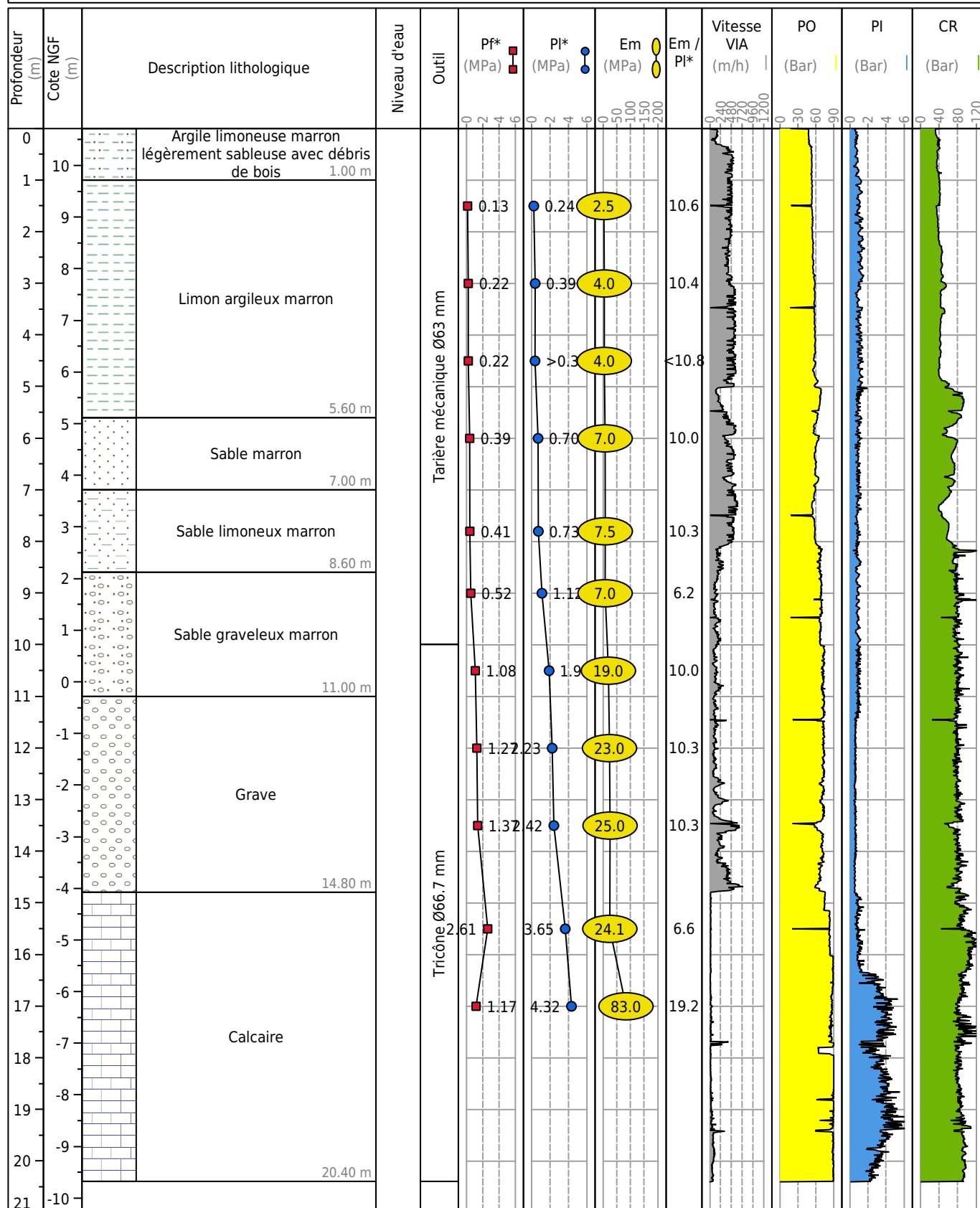
Profondeur (m)	Cote NGF (m)	Description lithologique	Niveau d'eau	Outil
0				
1	7	Argile marron		
2	6			
3	5			
4	4			
5	3			
5			5.15 m	
		Grave et galets	5.78 m	
6	2	Détail de 5.78 à 7.82 : 5.78 à 5.84 m : Mortier sous pile 5.84 à 5.96 m : Sable limoneux 5.96 à 6.04 m : Pieu bois 6.04 à 6.08 m : Sable limoneux 6.08 à 7.82 m : Grave		
7	1			
8	0			
9	-1			
10	-2			
10			10.40 m	
11	-3	Sable graveleux	11.37 m	
12	-4	Grave et galet	12.09 m	
13	-5	Calcaire		
14	-6			
15	-7			
16	-8			
17	-9			
18	-10			
18				17.95 m
19	-11			
20	-12			
21	-13			

Obs. : **Arrêt volontaire à -17.95 m/TA**

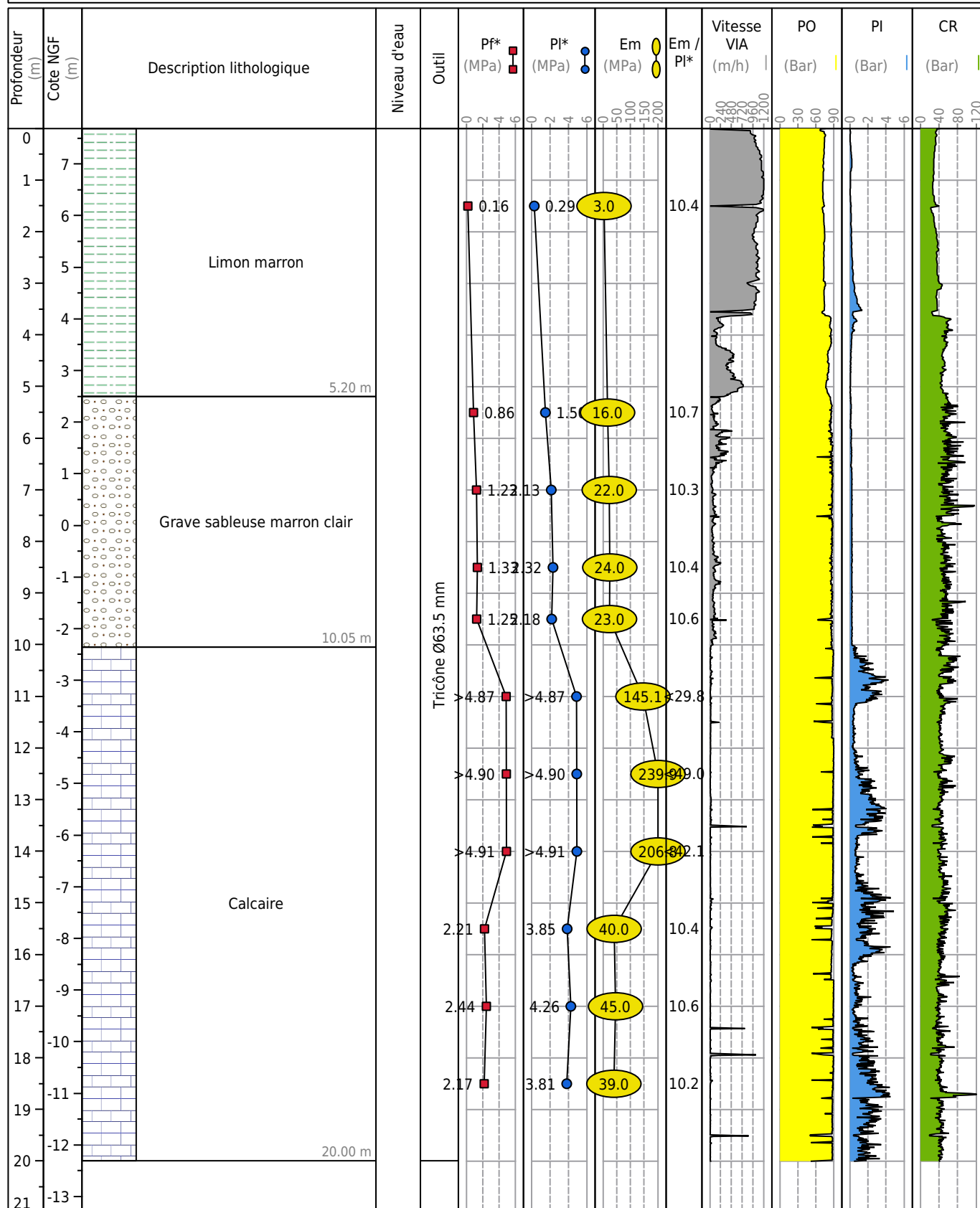
Profondeur (m)	Cote NGF (m)	Description lithologique	Niveau d'eau	Outil
0	7	Argile marron		
1	6			
2	5			
3	4	Argile graveleuse	3.38 m	
4	3	Grave et galet	3.91 m	
5	2	Enrochement	4.27 m	
6	1	Détail de 5.15 à 7.46 : 5.15 à 5.30 m : Argile marron (molle) 5.30 à 5.40 m : Argile marron (compact) 5.40 à 5.51 m : Mortier sous pile 5.51 à 5.78 m : Pieux 5.78 à 6.17 m : Limon sableux avec matières organiques 6.17 à 7.46 : Grave	5.15 m	
7	0	Grave et galet	7.46 m	
8	-1			
9	-2			
10	-3	Calcaire	11.37 m	
11	-4			
12	-5			
13	-6			
14	-7			
15	-8			
16	-9			
17	-10		17.77 m	
18	-11			
19	-12			
20	-13			
21				

Obs. : **Arrêt volontaire à -17.77 m/TA**

Z(NGF) :# **10.72 m**

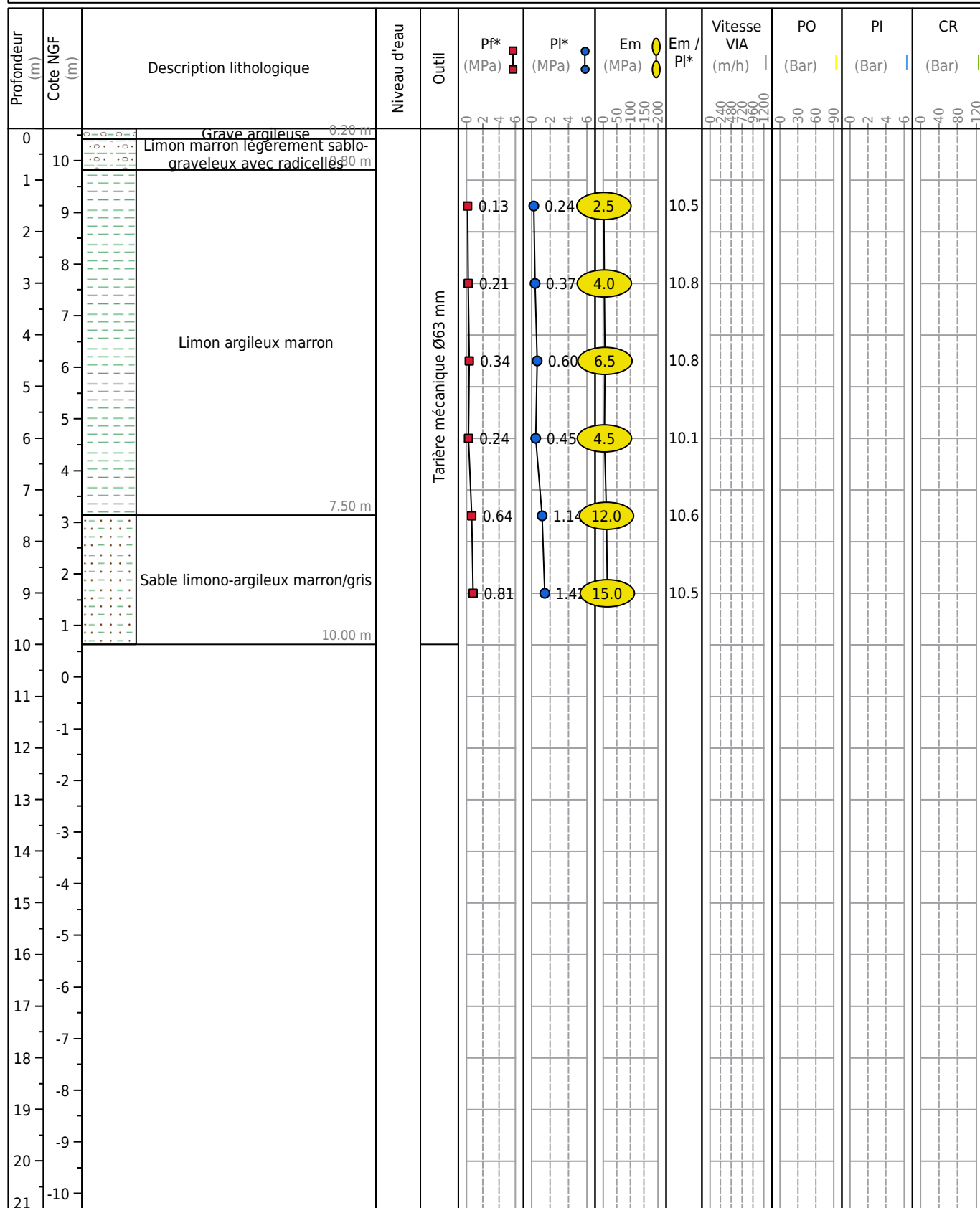


Obs. : Arrêt volontaire à -20.4 m/TA



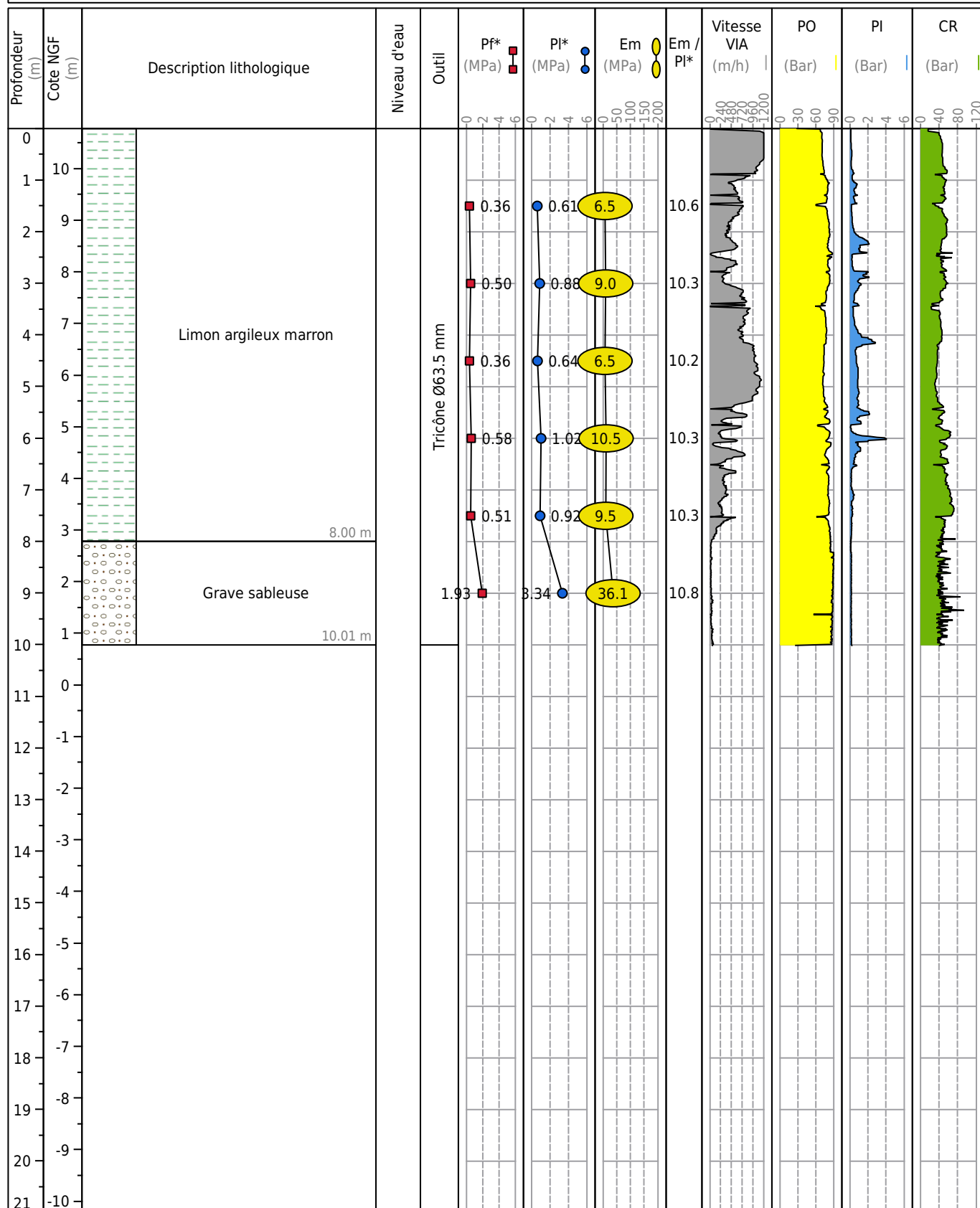
Obs. : Arrêt volontaire à -20.0 m/TA

Z(NGF) :# **10.63 m**



Obs. : Arrêt volontaire à -10.0 m/TA

Z(NGF) :# **10.78 m**



Obs. : Arrêt volontaire à -10.0 m/TA

ESSAI DE PENETRATION DYNAMIQUE

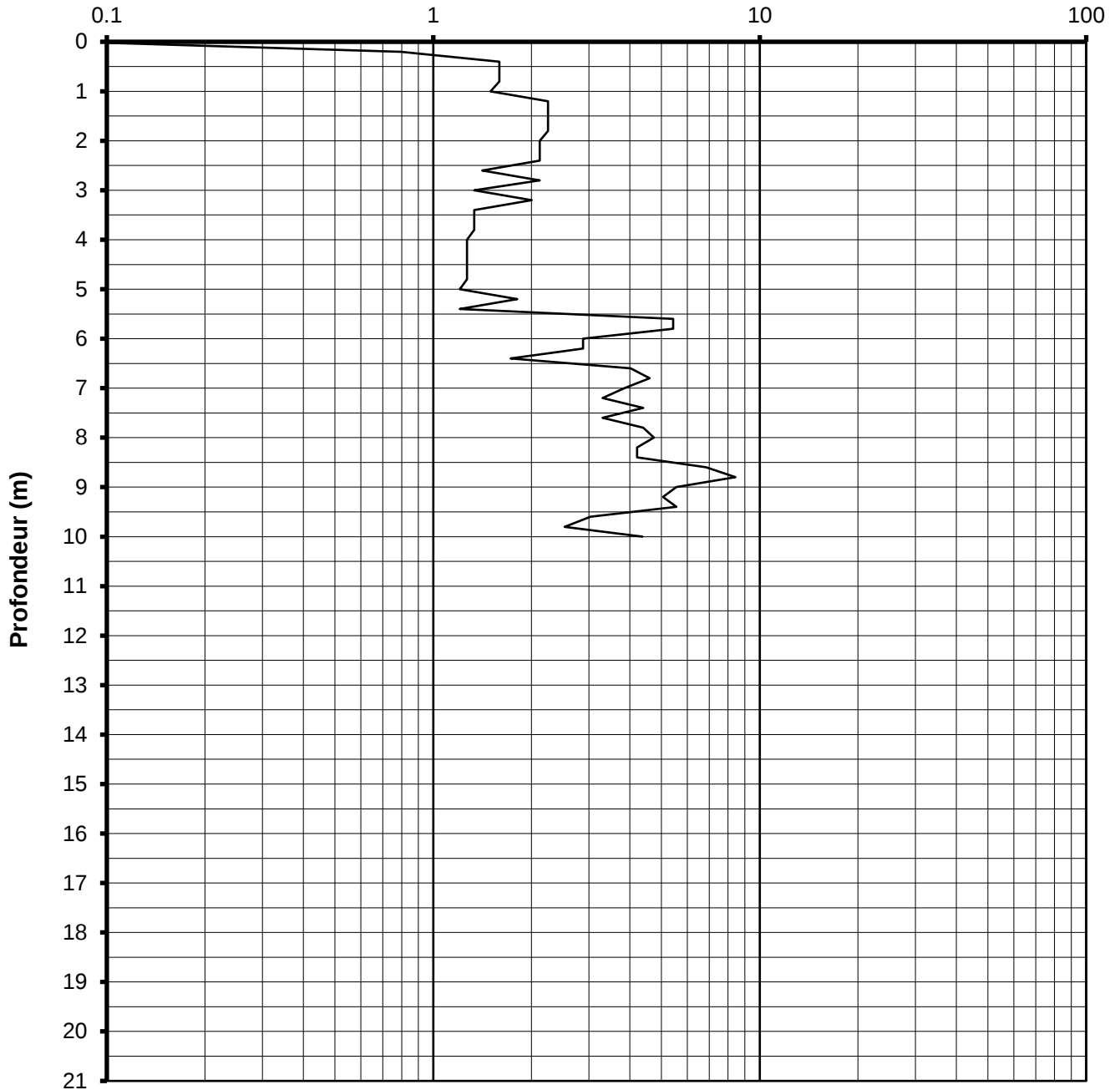


Affaire : **Rénovation du pont**
Lieu : **CASSEUIL (33)**
Client : **CDC DU REOLAIS EN SUD GIRONDE**
Dossier : **ABX245120**
Cote :

Essai :
PD1

Date :
30/09/2024

Résistance dynamique apparente q_d (MPa)



Poids du mouton (kg)	63.5
Hauteur de chute (m)	0.75
Poids mort (kg)	27.2
Hauteur initiale (m)	2
Poids d'une tige (kg)	6.2

Observations : Arrêt volontaire à -10.0 m/TA

ESSAI DE PENETRATION DYNAMIQUE

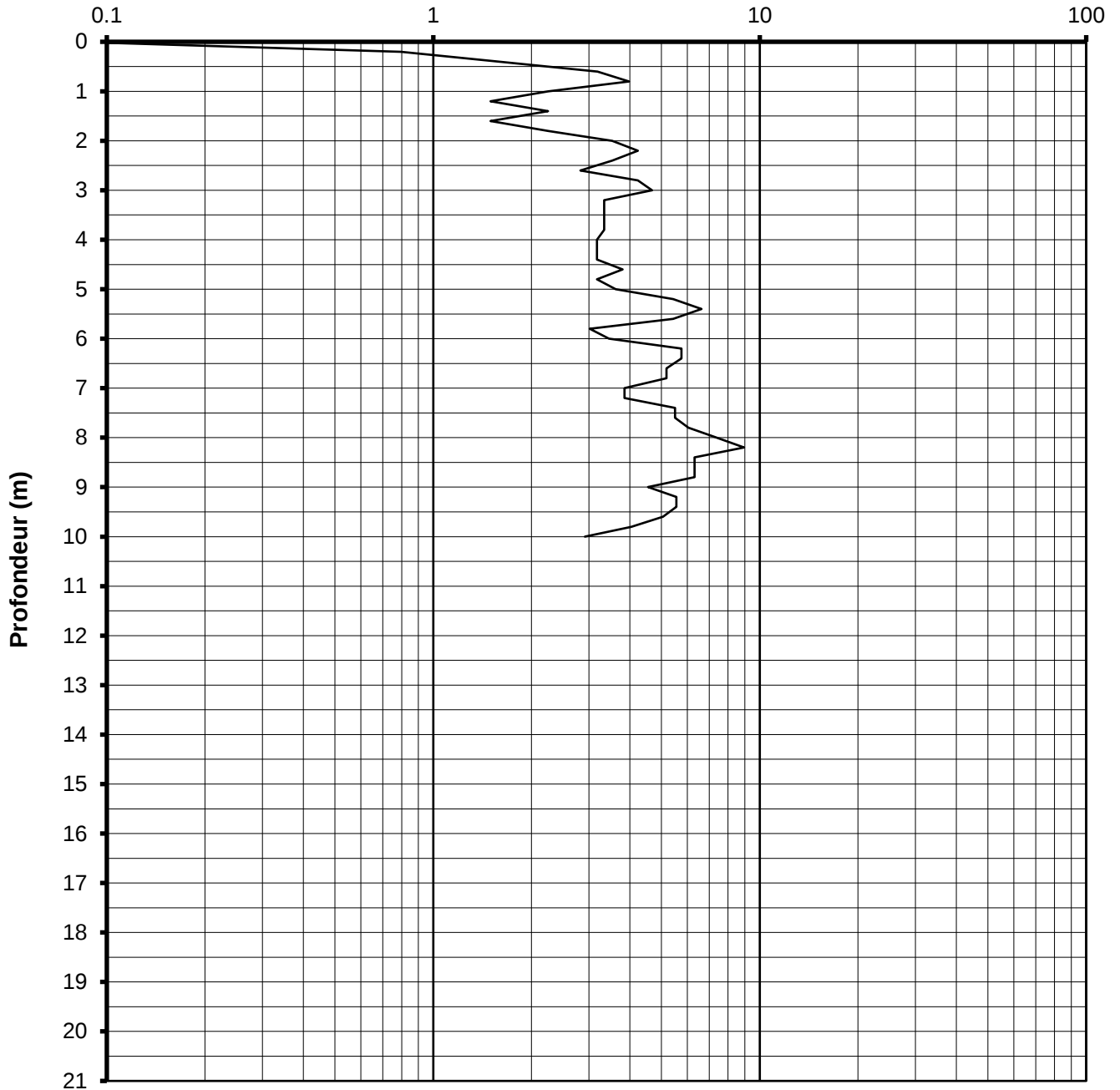


Affaire : **Rénovation du pont**
Lieu : **CASSEUIL (33)**
Client : **CDC DU REOLAIS EN SUD GIRONDE**
Dossier : **ABX245120**
Cote :

Essai :
PD2

Date :
30/09/2024

Résistance dynamique apparente q_d (MPa)



Poids du mouton (kg)	63.5
Hauteur de chute (m)	0.75
Poids mort (kg)	27.2
Hauteur initiale (m)	2
Poids d'une tige (kg)	6.2

Observations : Arrêt volontaire à -10.0 m/TA

PROCES VERBAL D'ESSAIS

Analyse granulométrique par tamisage à sec après lavage

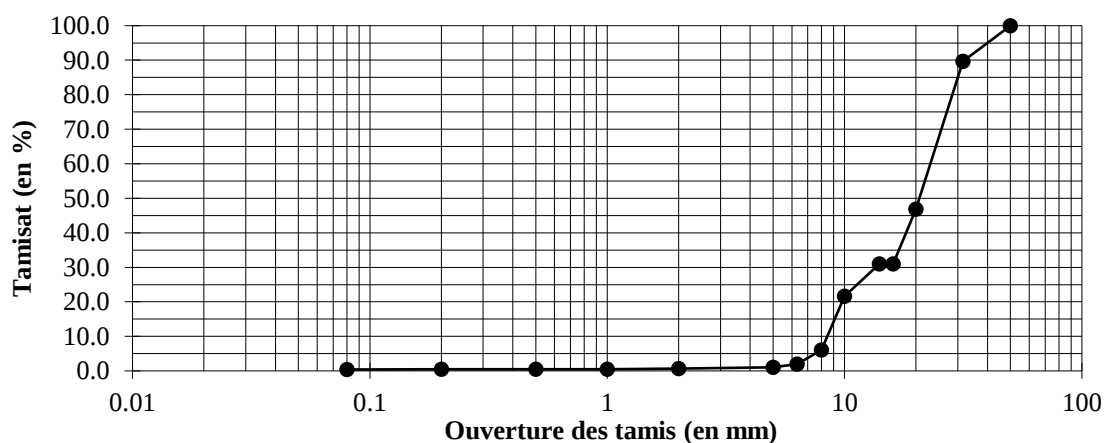
NF P 94-056 (03/96)

Date	15/11/2024	Demandeur	REOLAIS EN SUD
Chantier	Renovation du pont - Casseuil (33)	Dossier	ABX245120
Echantillon	SC1	Profondeur	8.80 à 10.0 m

TAMIS (ouverture) en mm	% REFUS	% PASSANT
100		
50		100.0
31.5		89.7
20		46.8
16		31.0
14		31.0
10		21.6
8		6.0
6.3		2.0
5		1.0
2		0.7
1		0.5
0.5		0.5
0.2		0.5
0.08		0.4

Teneur en eau naturelle 0.9 %

COURBE GRANULOMETRIQUE



ALIOS - Agence Bordeaux : ZAC Actipolis - 17, avenue Ferdinand de Lesseps 33610 Canéjan | Tel. 05 57 35 41 90 | bordeaux@alios.fr

Siège social : RD 704, 31 Allée Larrun Aire 64122 Urrugne | Tel. 05 59 47 30 30 | contact@alios.fr | alios.fr

S.A.S. au capital de 19 737,60 € | R.C.S. Bayonne | SIRET 430241521 00011 | Code APE 7112B | N° TVA CEE : FR 89 430241521

Agences ALIOS : Angoulême, Bordeaux, Dijon, Héricourt, Limoges, Lyon, Méditerranée, Niort, Paris, Pays Basque, Périgueux, Rhône-Alpes, Saintes, Tarbes, Toulouse.



PROCES VERBAL D'ESSAIS

Analyse granulométrique par tamisage à sec après lavage

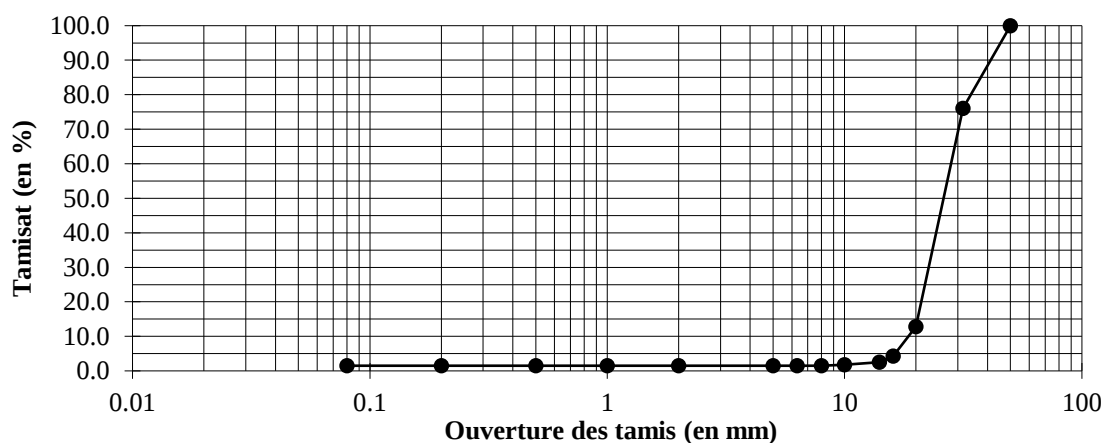
NF P 94-056 (03/96)

Date	15/11/2024	Demandeur	REOLAIS EN SUD
Chantier	Renovation du pont - Casseuil (33)	Dossier	ABX245120
Echantillon	SC2	Profondeur	8.0 à 9.50 m

TAMIS (ouverture) en mm	% REFUS	% PASSANT
100		
50		100.0
31.5		76.0
20		12.8
16		4.3
14		2.5
10		1.8
8		1.5
6.3		1.5
5		1.5
2		1.5
1		1.5
0.5		1.5
0.2		1.5
0.08		1.5

Teneur en eau naturelle 0.9 %

COURBE GRANULOMETRIQUE



ALIOS - Agence Bordeaux : ZAC Actipolis - 17, avenue Ferdinand de Lesseps 33610 Canéjan | Tel. 05 57 35 41 90 | bordeaux@alios.fr

Siège social : RD 704, 31 Allée Larrun Aire 64122 Urrugne | Tel. 05 59 47 30 30 | contact@alios.fr | alios.fr

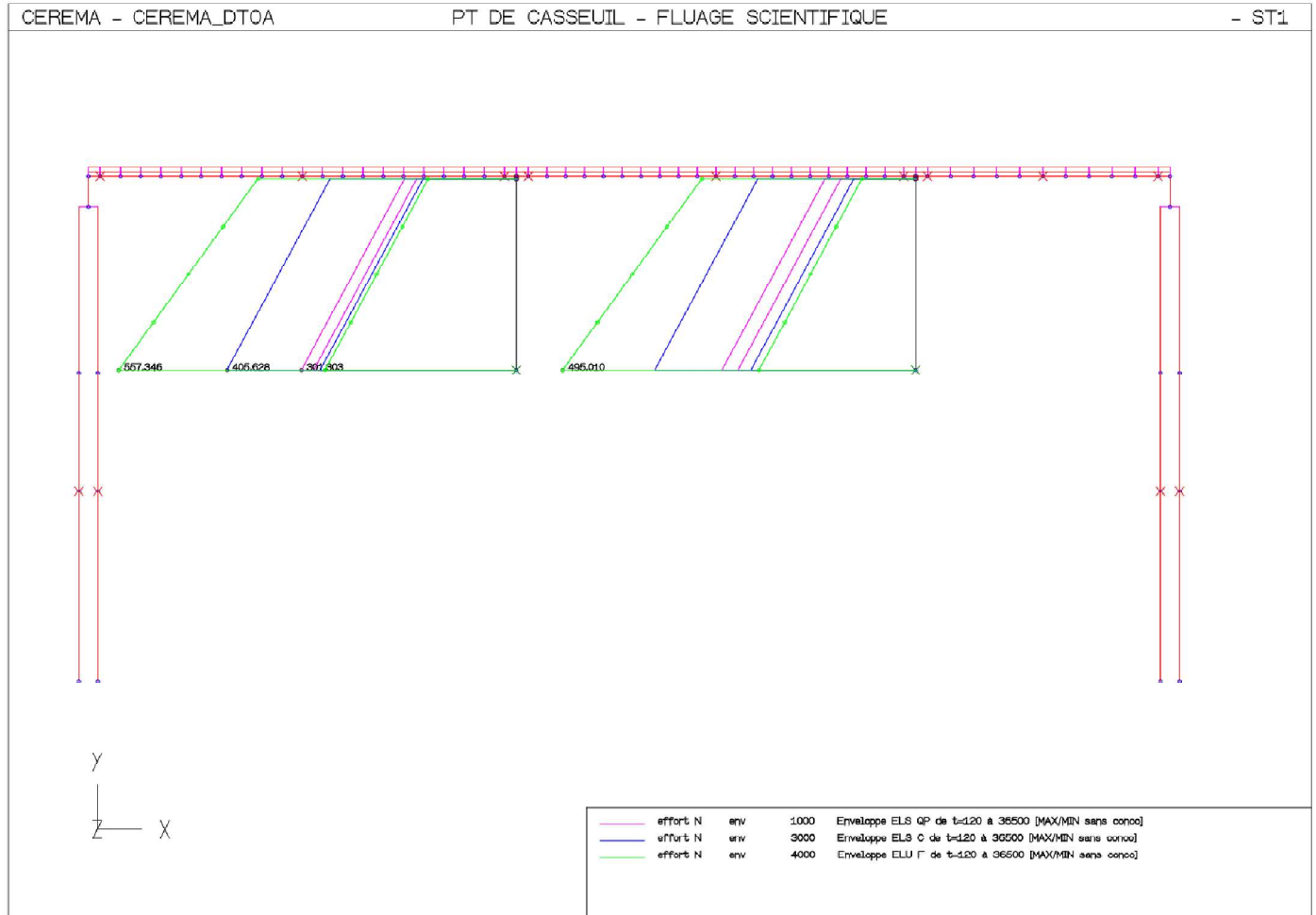
S.A.S. au capital de 19 737,60 € | R.C.S. Bayonne | SIRET 430241521 00011 | Code APE 7112B | N° TVA CEE : FR 89 430241521

Agences ALIOS : Angoulême, Bordeaux, Dijon, Héricourt, Limoges, Lyon, Méditerranée, Niort, Paris, Pays Basque, Périgueux, Rhône-Alpes, Saintes, Tarbes, Toulouse.



5 DESCENTES DE CHARGES EN PIED DE PILES

5.1 EN PHASE DEFINITIVE



En pied de pile, en phase définitive :

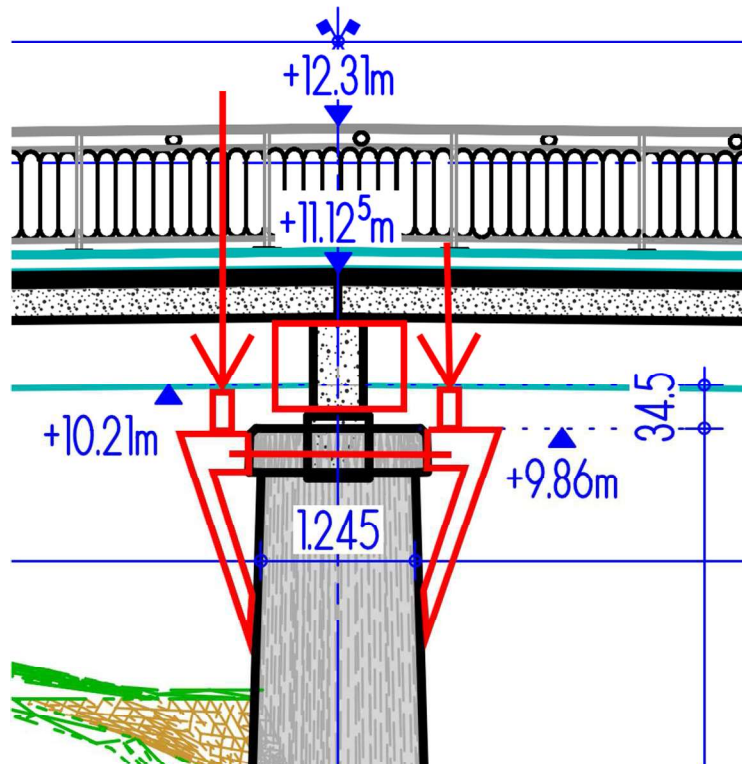
ELS QP : N = 301t

ELS C : N = 406t

ELU F : N = 557t

5.2 EN PHASE PROVISOIRE

Les poutres sont maintenues par des consoles fixées aux piles, représentation schématique :

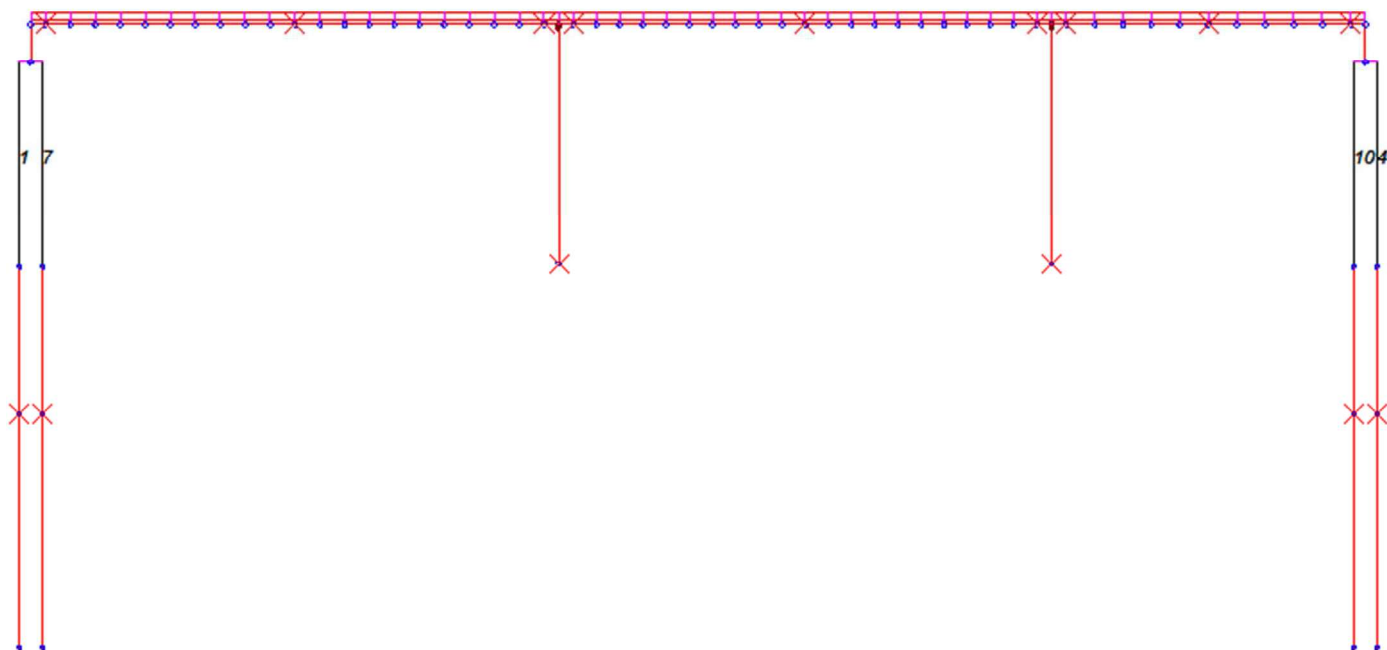


On considère un excentrement entre l'axe de la pile et les axes des appuis des poutres de 95cm. On considère également les piles immergées sur une hauteur de 3m depuis leur base.

Phase provisoire – ELS QP	Effort vertical N (t)	Moment d'axe transversal M (tm)
Avant pose des poutres	105	0.0
Pose de toutes les poutres d'une travée	135	28.5
Pose de toutes les poutres de l'autre travée	153	11.4
Bétonnage du hourdis d'une travée	180	37.0
Bétonnage du hourdis de l'autre travée	197	21.0

En première approche, le second cas est le plus défavorable, $e = 28.5/135 = 0.211\text{m}$, soit $i_e = 1 - 0.211/(2 \times 1.3) = 0.67 > 0.66$.

4.2 DESCENTES DE CHARGES EN TETE DE MICROPIEUX



Les efforts de ce tableau sont donnés pour 1 micropieu. 8 micropieu par culée soit 16 pour l'ouvrage.

n_ar =

4

n_av =

4

			Barre 1 origine			Barre 7 origine			Barre 10 origine			Barre 4 origine		
			Rive gauche, file arrière			Rive gauche, file avant			Rive droite, file avant			Rive droite, file arrière		
			N (t)	V (t)	M (t.m)	N (t)	V (t)	M (t.m)	N (t)	V (t)	M (t.m)	N (t)	V (t)	M (t.m)
ELS QP	Nmin	V,M conco	0.6	10.8	5.1	21.6	-0.2	-0.5	14.1	0.2	0.1	0.2	-10.8	-5.5
	Nmax	V,M conco	6.1	-0.4	-0.6	25.4	10.6	5.0	16.3	-10.6	-5.4	6.4	0.4	0.2
	Vmin	N,M conco	4.6	-1.2	-1.1	23.2	-1.2	-1.1	15.6	-11.6	-6.0	1.5	-11.6	-6.0
	Vmax	N,M conco	2.1	11.6	5.7	23.8	11.6	5.7	14.7	1.2	0.7	5.1	1.2	0.7
	Mmin	N,V conco	4.6	-1.2	-1.1	23.2	-1.2	-1.1	15.6	-11.6	-6.0	1.5	-11.6	-6.0
	Mmax	N,V conco	2.1	11.6	5.7	23.8	11.6	5.7	14.7	1.2	0.7	5.1	1.2	0.7
ELS C	Nmin	V,M conco	-2.3	11.3	4.9	18.2	-3.3	-1.6	11.4	0.2	0.0	-2.3	-14.3	-7.2
	Nmax	V,M conco	15.0	-4.2	-2.3	41.3	8.6	3.2	26.9	-9.7	-4.8	15.3	2.4	1.3
	Vmin	N,M conco	6.5	-7.4	-4.5	31.4	-7.4	-4.5	14.5	-15.3	-7.8	-0.6	-15.3	-7.8
	Vmax	N,M conco	0.8	15.1	7.4	23.3	15.1	7.4	15.4	7.4	3.7	8.1	7.4	3.7
	Mmin	N,V conco	6.5	-7.4	-4.5	31.4	-7.4	-4.5	14.5	-15.3	-7.8	-0.6	-15.3	-7.8
	Mmax	N,V conco	0.8	15.1	7.4	23.3	15.1	7.4	15.4	7.4	3.7	8.1	7.4	3.7
ELU F	Nmin	V,M conco	-4.5	12.7	5.3	15.8	-6.7	-3.0	10.0	2.0	0.8	-4.0	-15.0	-7.4
	Nmax	V,M conco	22.2	-9.1	-4.7	54.3	7.6	2.1	34.7	-9.1	-4.3	22.3	6.3	3.2
	Vmin	N,M conco	10.3	-13.6	-7.9	40.3	-13.6	-7.9	14.2	-18.0	-9.1	-1.5	-18.0	-9.1
	Vmax	N,M conco	0.2	17.7	8.6	23.3	17.7	8.6	19.2	13.6	6.8	12.6	13.6	6.8
	Mmin	N,V conco	10.3	-13.6	-7.9	40.4	-13.6	-7.9	14.2	-18.0	-9.1	-1.5	-18.0	-9.1
	Mmax	N,V conco	1.8	17.6	8.7	22.2	17.6	8.7	19.2	13.6	6.8	12.6	13.6	6.8

Données

Titre du projet : Rénovation du pont de Casseuil

Numéro d'affaire : ABX245120

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Calcul pile rive droite P02 PT (Cas 3)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation rectangulaire

Longueur L (m) : 6,00

Largeur B (m) : 1,30

Cote du TN initial Zini (m) : 4,15

Cote du TN final Zfin (m) : 4,15

Cote de base fondation Zd (m) : 1,88

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Sables et graves

Type de comportement : Comportement frottant

Type d'interface : Interface frottante

Angle de contact à l'interface (°) : 33,0

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 18,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Argiles et limons		2,50	300,00	4000,00	0,66
2	Sables et graves		-2,30	1100,00	14000,00	0,33
3	Calcaires		-12,30	3000,00	24000,00	0,50

Poids propre de la semelle (P0) : 0,00

Cote d'application de la charge Z0 (m) : 1,88

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	3010,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	ELS-Quasi-permanentes
2	4060,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	ELS-Caractéristiques
3	5570,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	ELU-Fondamentales
4	1350,00	0,00	0,00	285,00	0,00	1,00	ELS-Quasi-permanentes
5	1050,00	0,00	0,00	225,00	0,00	1,00	ELS-Quasi-permanentes
6	5570,00	0,00	0,00	430,00	0,00	1,00	ELU-Fondamentales

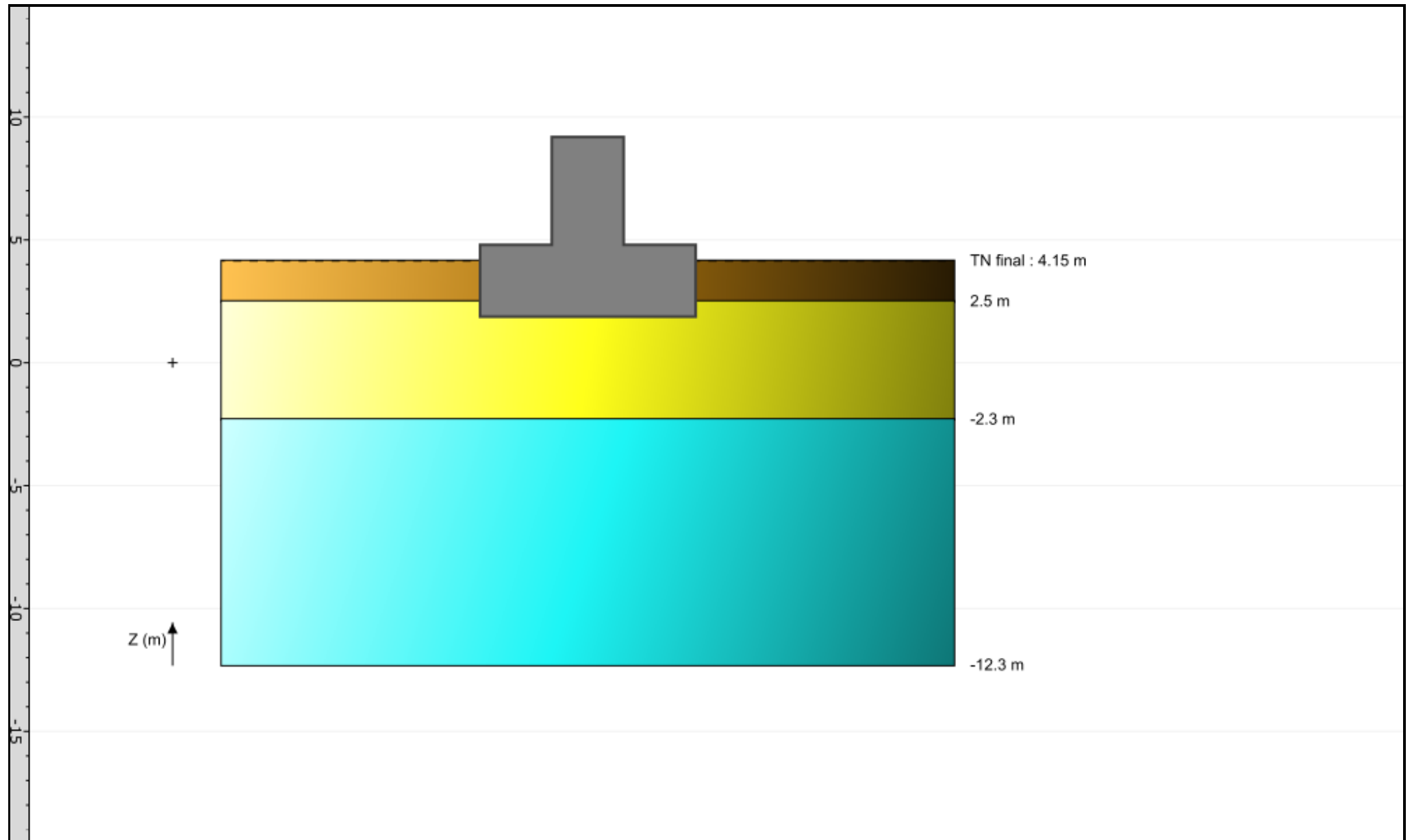


FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 18/06/2026 - 14:40:37
Calcul réalisé par : ALIOS

Projet : Foxta effots piles Casseuil
Module : Fondsup (Cas 3/3)
Titre du calcul : Calcul pile rive droite P02 PT

Onglet "Chargement (valeurs de calcul)"



Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

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

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

R0 [kN] : Poids des terres excavées

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

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

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

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

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

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

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rv,d	Rh,d	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	3010,00	0,00	318,71	1,00	4023,20	-	Ok	Ok	-	0,80
2	ELS-Caractéristiques	4060,00	0,00	318,71	1,00	4023,20	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	5570,00	0,00	318,71	1,00	6609,60	2989,40	Ok	Ok	Ok	-
4	ELS-Quasi-permanentes	1350,00	0,00	318,71	0,68	2716,50	-	Ok	Ok	-	0,31
5	ELS-Quasi-permanentes	1050,00	0,00	318,71	0,67	2696,90	-	Ok	Ok	-	0,22
6	ELU-Fondamentales	5570,00	0,00	318,71	0,88	5824,60	2989,40	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 18/06/2026 - 14:40:37
Calcul réalisé par : ALIOS

Projet : Foxta effots piles Casseuil
Module : Fondsup (Cas 3/3)
Titre du calcul : Calcul pile rive droite P02 PT

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

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

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	Seff	Fglobal	Rv,d
1	ELS-Quasi-permanentes	1,00	1,29	1100,00	1423,60	7,80	2,76	4023,20
2	ELS-Caractéristiques	1,00	1,29	1100,00	1423,60	7,80	2,76	4023,20
3	ELU-Fondamentales	1,00	1,29	1100,00	1423,60	7,80	1,68	6609,60
4	ELS-Quasi-permanentes	1,00	1,29	1100,00	1423,60	5,27	2,76	2716,50
5	ELS-Quasi-permanentes	1,00	1,29	1100,00	1423,60	5,23	2,76	2696,90
6	ELU-Fondamentales	1,00	1,29	1100,00	1423,60	6,87	1,68	5824,60

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge : Indice du cas de charge

λc : Coefficient de forme sphérique

λd : Coefficient de forme déviatorique

α : Coefficient rhéologique moyen

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

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

q0 [kPa] : Contrainte initiale avant travaux

qref [kPa] : Contrainte de référence

sc [cm] : Tassement sphérique

sd [cm] : Tassement déviatorique

stot [cm] : Tassement total

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge	λc	λd	α	Ec	Ed	q0	qref	sc	sd	stot
1	1,38	2,07	0,43	14000,00	14949,00	40,86	385,90	0,21	0,59	0,80
4	1,38	2,07	0,43	14000,00	14949,00	40,86	173,08	0,08	0,23	0,31
5	1,38	2,07	0,43	14000,00	14949,00	40,86	134,62	0,06	0,16	0,22

Raideurs équivalentes de la fondation

Type : Type de raideur

Kv [kN/m] : Raideur verticale

KHB [kN/m] : Raideur horizontale selon B

KHL [kN/m] : Raideur horizontale selon L

KMB [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon B

KML [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	3,362E05	2,967E05	2,426E05	1,915E05	1,785E06
Raideurs statiques CT	6,724E05	5,933E05	4,851E05	3,830E05	3,569E06
Raideurs sismiques Min	1,009E06	8,900E05	7,276E05	5,744E05	5,354E06
Raideurs sismiques Max	2,017E06	1,780E06	1,455E06	1,149E06	1,071E07



FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 18/06/2026 - 14:40:37
Calcul réalisé par : ALIOS

Projet : Foxta effots piles Casseuil
Module : Fondsup (Cas 3/3)
Titre du calcul : Calcul pile rive droite P02 PT

Données

Titre du projet : Rénovation du pont de Casseuil

Numéro d'affaire : ABX245120

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Calcul pile rive gauche P01 PT (Cas 2)

Cadre réglementaire : EC 7 - Norme NF P94-261

Méthode de dimensionnement : A partir des résultats pressiométriques

Traitement des données : Traitement par couches

Pas de calcul (m) : 0,20

Forme de la base : Fondation rectangulaire

Longueur L (m) : 6,00

Largeur B (m) : 1,30

Cote du TN initial Zini (m) : 4,15

Cote du TN final Zfin (m) : 4,15

Cote de base fondation Zd (m) : 2,18

Proximité d'un talus : Non

Catégorie de sol : Sables et graves

Type de comportement : Comportement frottant

Type d'interface : Interface frottante

Angle de contact à l'interface (°) : 33,0

Poids volumique moyen du sol au-dessus de la base de la fondation (kN/m3) : 18,0

Terrain et profil pressiométrique

N°	Nom	Couleur	Zbase	pl*	EM	α
1	Argiles et limons		2,50	300,00	4000,00	0,66
2	Sables et graves		-2,30	1100,00	14000,00	0,33
3	Calcaires		-12,30	3000,00	24000,00	0,50

Poids propre de la semelle (P0) : 0,00

Cote d'application de la charge Z0 (m) : 2,18

Cas de charge

N°	Vd	HB,d	HL,d	MB,d	ML,d	Pondération sur P0	Combinaison
1	3010,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	ELS-Quasi-permanentes
2	4060,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	ELS-Caractéristiques
3	5570,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	ELU-Fondamentales
4	1350,00	0,00	0,00	285,00	0,00	1,00	ELS-Quasi-permanentes
5	1050,00	0,00	0,00	225,00	0,00	1,00	ELS-Quasi-permanentes
6	5570,00	0,00	0,00	430,00	0,00	1,00	ELU-Fondamentales

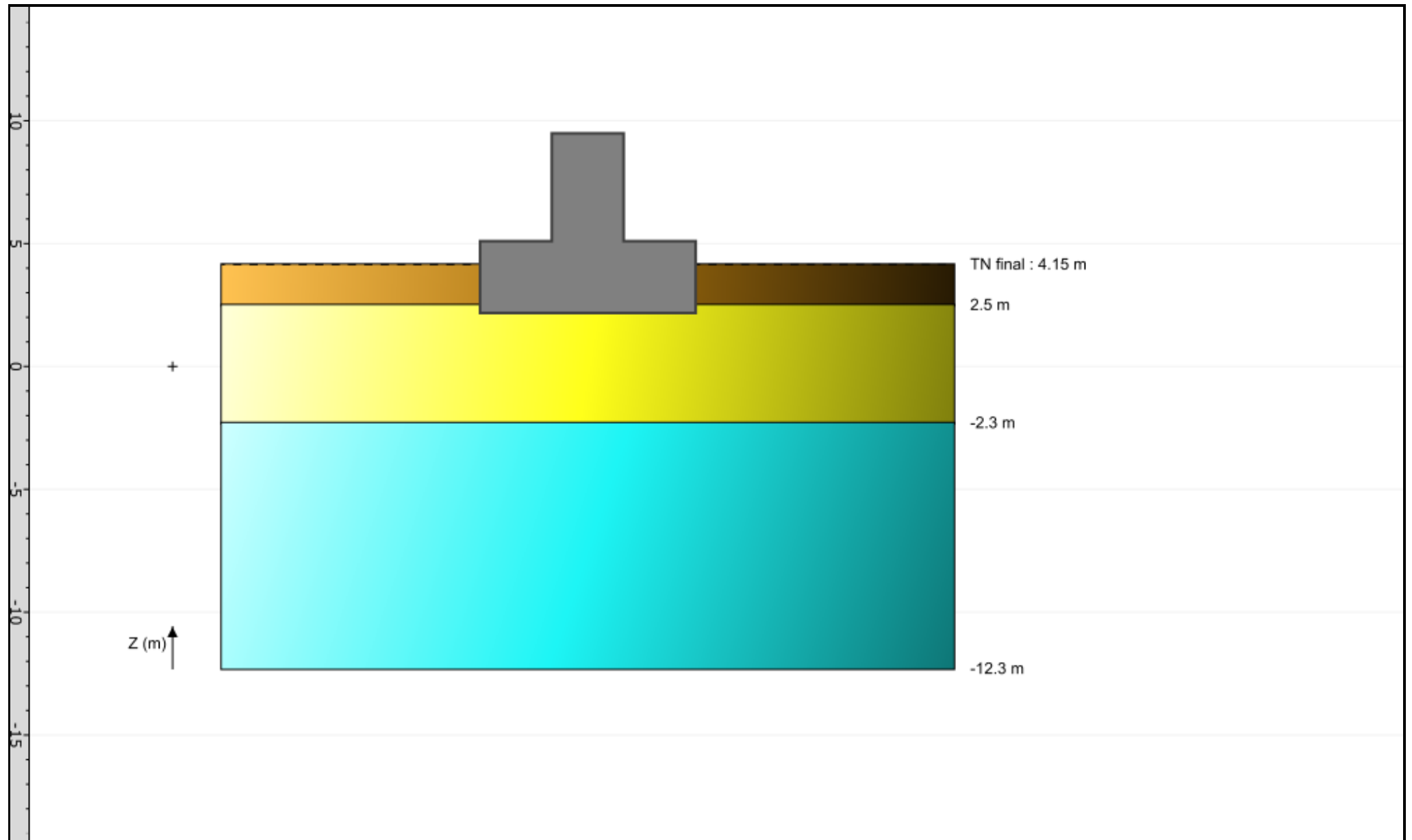


FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 18/06/2026 - 14:45:32
Calcul réalisé par : ALIOS

Projet : Foxta effots piles Casseuil
Module : Fondsup (Cas 2/4)
Titre du calcul : Calcul pile rive gauche P01 PT

Onglet "Chargement (valeurs de calcul)"



Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge : Indice du cas de charge

Combinaison : Type de combinaison

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

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

R0 [kN] : Poids des terres excavées

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

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

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

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

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

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

Tassement [cm] : Tassement sous la charge appliquée

Synthèse des principaux résultats

N° cas de charge	Combinaison	Vd	Hd	R0	Seff/Stot	Rv,d	Rh,d	Portance	Excentrement	Glissement	Tassement
1	ELS-Quasi-permanentes	3010,00	0,00	276,59	1,00	3874,50	-	Ok	Ok	-	0,81
2	ELS-Caractéristiques	4060,00	0,00	276,59	1,00	3874,50	-	Ok	Ok	-	-
3	ELU-Fondamentales	5570,00	0,00	276,59	1,00	6365,20	2989,40	Ok	Ok	Ok	-
4	ELS-Quasi-permanentes	1350,00	0,00	276,59	0,68	2616,10	-	Ok	Ok	-	0,32
5	ELS-Quasi-permanentes	1050,00	0,00	276,59	0,67	2597,20	-	Ok	Ok	-	0,23
6	ELU-Fondamentales	5570,00	0,00	276,59	0,88	5609,20	2989,40	Ok	Ok	Ok	-



FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 18/06/2026 - 14:45:32
Calcul réalisé par : ALIOS

Projet : Foxta effots piles Casseuil
Module : Fondsup (Cas 2/4)
Titre du calcul : Calcul pile rive gauche P01 PT

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

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

Paramètres intermédiaires pour le calcul de portance

N° cas de charge	Combinaison	iδβ	kp	ple	qnet	Seff	Fglobal	Rv,d
1	ELS-Quasi-permanentes	1,00	1,25	1100,00	1371,00	7,80	2,76	3874,50
2	ELS-Caractéristiques	1,00	1,25	1100,00	1371,00	7,80	2,76	3874,50
3	ELU-Fondamentales	1,00	1,25	1100,00	1371,00	7,80	1,68	6365,20
4	ELS-Quasi-permanentes	1,00	1,25	1100,00	1371,00	5,27	2,76	2616,10
5	ELS-Quasi-permanentes	1,00	1,25	1100,00	1371,00	5,23	2,76	2597,20
6	ELU-Fondamentales	1,00	1,25	1100,00	1371,00	6,87	1,68	5609,20



FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 18/06/2026 - 14:45:32
Calcul réalisé par : ALIOS

Projet : Foxta effots piles Casseuil
Module : Fondsup (Cas 2/4)
Titre du calcul : Calcul pile rive gauche P01 PT

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge : Indice du cas de charge

λ_c : Coefficient de forme sphérique

λ_d : Coefficient de forme déviatorique

α : Coefficient rhéologique moyen

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

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

q_0 [kPa] : Contrainte initiale avant travaux

q_{ref} [kPa] : Contrainte de référence

sc [cm] : Tassement sphérique

sd [cm] : Tassement déviatorique

$stot$ [cm] : Tassement total

Paramètres intermédiaires pour le calcul de tassement

N° cas de charge	λ_c	λ_d	α	E_c	E_d	q_0	q_{ref}	sc	sd	$stot$
1	1,38	2,07	0,43	14000,00	14847,00	35,46	385,90	0,21	0,60	0,81
4	1,38	2,07	0,43	14000,00	14847,00	35,46	173,08	0,08	0,23	0,32
5	1,38	2,07	0,43	14000,00	14847,00	35,46	134,62	0,06	0,17	0,23

Raideurs équivalentes de la fondation

Type : Type de raideur
Kv [kN/m] : Raideur verticale
KHB [kN/m] : Raideur horizontale selon B
KHL [kN/m] : Raideur horizontale selon L
KMB [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon B
KML [kNm/rad] : Raideur rotationnelle selon L

Raideurs équivalentes de la fondation

Type	Kv	KHB	KHL	KMB	KML
Raideurs statiques LT	3,373E05	2,977E05	2,434E05	1,921E05	1,791E06
Raideurs statiques CT	6,747E05	5,954E05	4,868E05	3,843E05	3,582E06
Raideurs sismiques Min	1,012E06	8,931E05	7,301E05	5,764E05	5,372E06
Raideurs sismiques Max	2,024E06	1,786E06	1,460E06	1,153E06	1,075E07

Données

Titre du projet : Rénovation du pont de Casseuil

Numéro d'affaire : ABX245120

Commentaires : N/A

Titre du calcul : micropieux culées C01 et C02 (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) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,25

Classe du pieu : 8 - Pieu/micropieu injecté

Catégorie du pieu : 19 [PIGU, MIGU] - Pieu ou micropieu injecté mode IGU (type III)

Mode de chargement : Travail en compression

Combinaisons

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

Cote de référence (m) : 9,20

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Argiles et limons		Argile, limons	8,70	300,00	0,01	1,15	2,200
2	Argiles et limons		Argile, limons	5,50	300,00	0,01	1,15	2,200
3	Argiles et limons		Argile, limons	2,50	300,00	0,01	1,15	2,200
4	Sables et graves		Sables, graves	-2,30	1100,00	150,90	1,10	1,540
5	Calcaires		Marne et calcaire marneux	-12,30	3000,00	249,57	1,45	2,200

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 14,50

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Oui

Ceqs : 0,94

Ceqb : 1,00

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

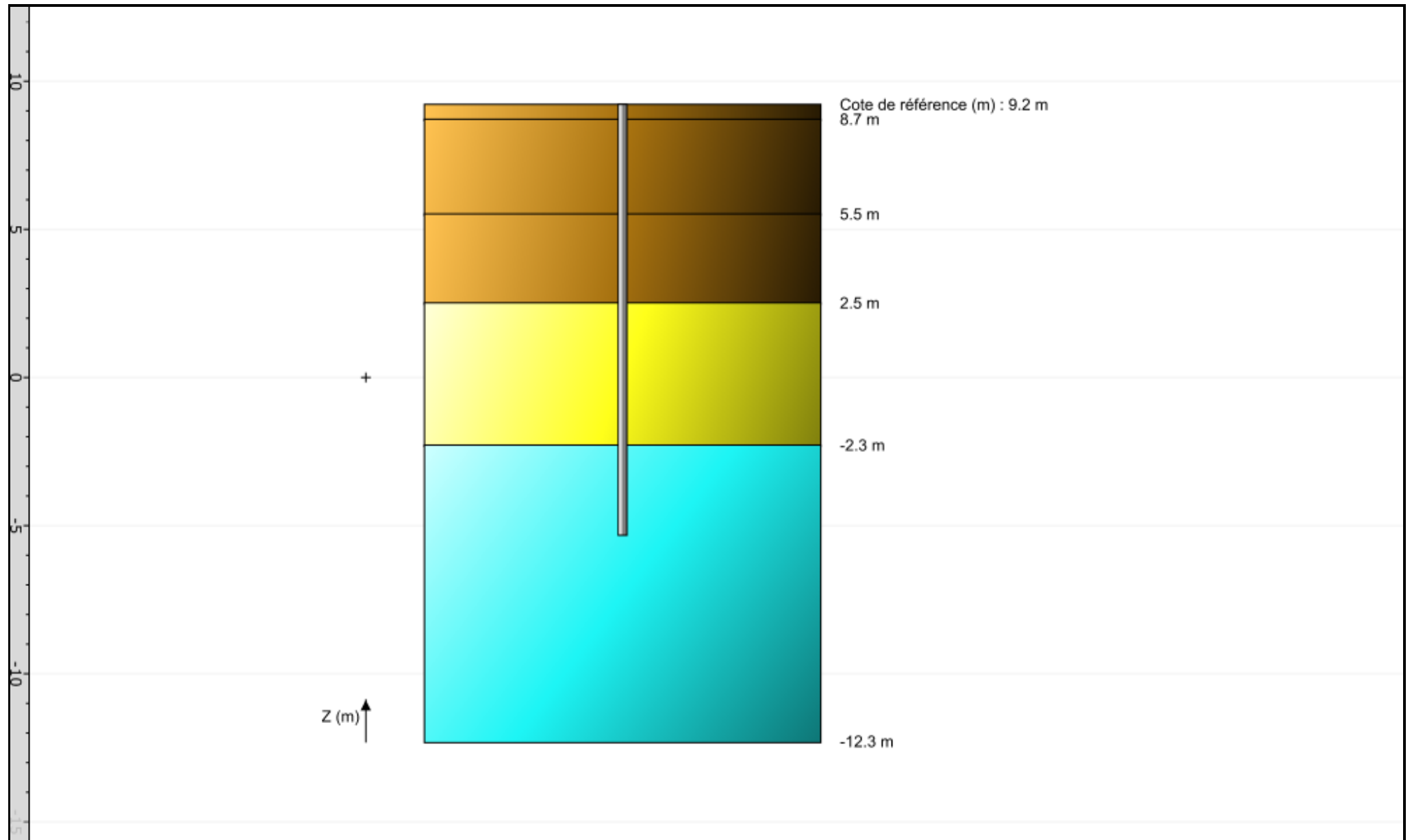


FoXta v4
v4.1.22

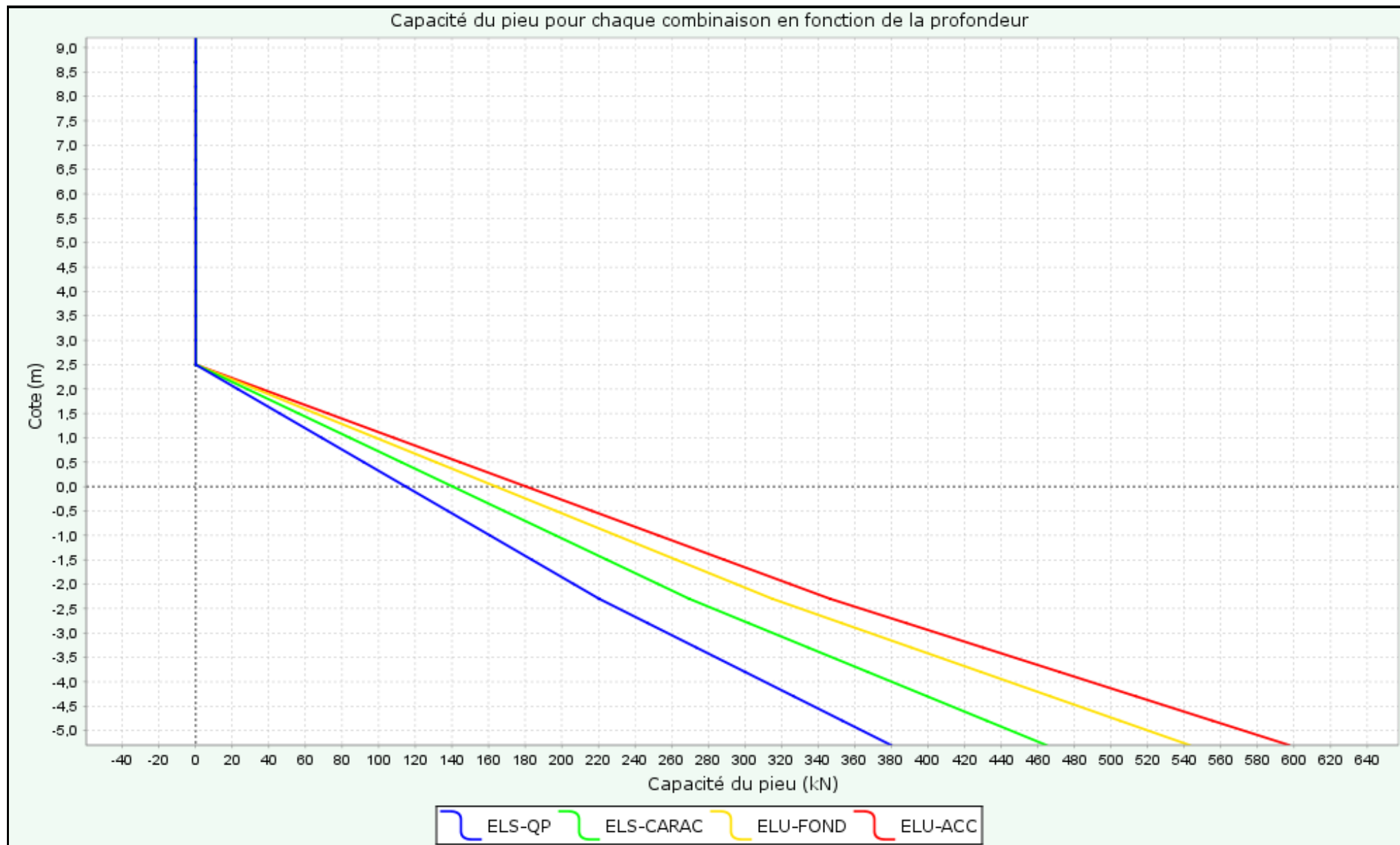
Imprimé le : 19/06/2026 - 18:00:17
Calcul réalisé par : ALIOS

Projet : ABX245120 G2 PRO
Module : Fondprof (Cas 1/2)
Titre du calcul : micropieux culées C01 et C02

Onglet "Paramètres généraux"



Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : Rénovation du pont de Casseuil

Numéro d'affaire : ABX245120

Commentaires : N/A

Titre du calcul : micropieux culées C01 et C02 (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) : 0,50

Section de calcul : Section de calcul circulaire

Diamètre de calcul (m) : 0,25

Classe du pieu : 8 - Pieu/micropieu injecté

Catégorie du pieu : 19 [PIGU, MIGU] - Pieu ou micropieu injecté mode IGU (type III)

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) : 9,20

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Classe de sol	Zbase	pl*	qsl	kpmax	γR,d1×γR,d2
1	Argiles et limons		Argile, limons	8,70	300,00	0,01	1,15	2,200
2	Argiles et limons		Argile, limons	5,50	300,00	0,01	1,15	2,200
3	Argiles et limons		Argile, limons	2,50	300,00	0,01	1,15	2,200
4	Sables et graves		Sables, graves	-2,30	1100,00	150,90	1,10	1,540
5	Calcaires		Marne et calcaire marneux	-12,30	3000,00	249,57	1,45	2,200

Critère de calcul : Longueur imposée

Longueur du pieu (m) : 14,50

Appliquer un facteur réducteur d'effet de groupe : Oui

Ceqs : 0,94

Ceqb : 1,00

Contrôle de la résistance structurale de la section : Non

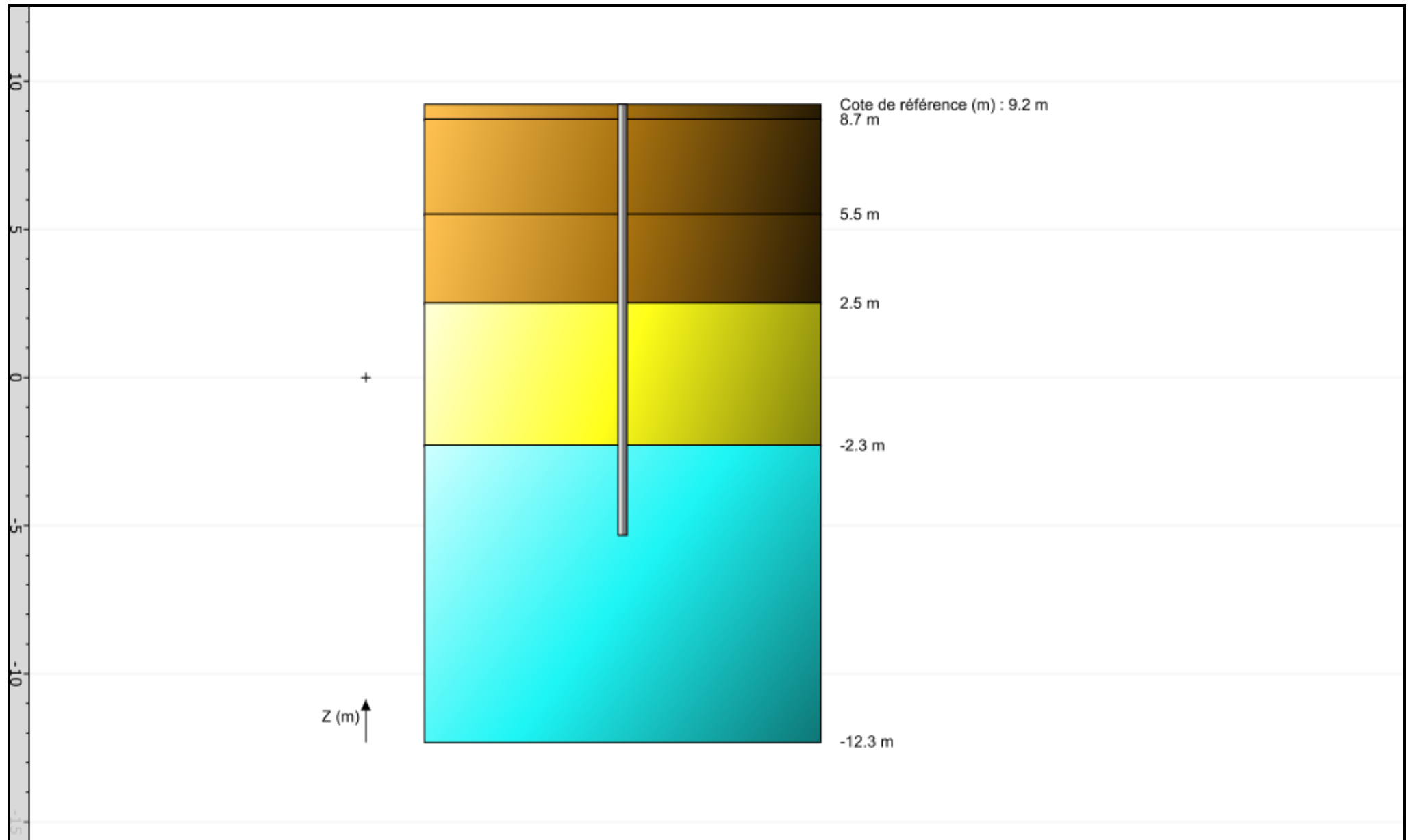


FoXta v4
v4.1.22

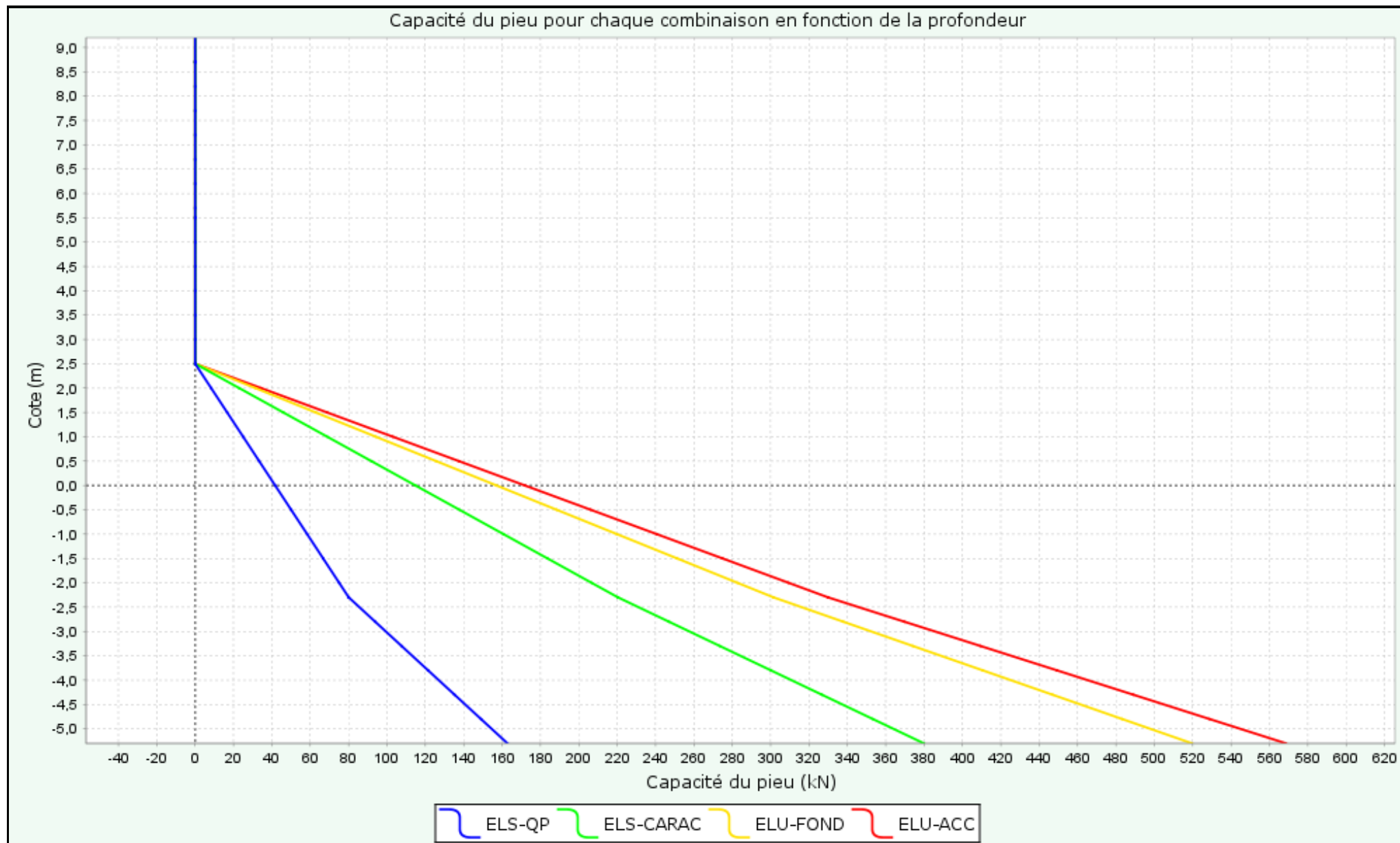
Imprimé le : 19/06/2026 - 17:59:37
Calcul réalisé par : ALIOS

Projet : ABX245120 G2 PRO
Module : Fondprof (Cas 2/2)
Titre du calcul : micropieux culées C01 et C02

Onglet "Données des couches"



Capacité du pieu pour chaque combinaison en fonction de la profondeur



Données

Titre du projet : Rénovation du pont de Casseuil

Numéro d'affaire : ABX245120

Commentaires : N/A

Titre du calcul : ELU efforts horizontaux MP culées 01 et 02 (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 dominant

Cote de référence (m) : 9,20

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 : Non

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	EM	α	B	pf*	pl*
1	Argiles et limons		8,70	4,00E03	0,67	0,25	170,00	300,00
2	Argiles et limons		5,50	4,00E03	0,67	0,25	170,00	300,00
3	Argiles et limons		2,50	7,00E03	0,67	0,25	320,00	700,00
4	Sables et graves		-2,30	1,40E04	0,33	0,25	640,00	1100,00
5	Calcaires		-5,50	2,40E04	0,50	0,25	1700,00	3000,00

Prise en compte des déformations d'effort tranchant : Non

Discretisation

Nom	h	EI	n
Argiles et limons	0,50	3,48E03	1
Argiles et limons	3,20	3,48E03	6
Argiles et limons	3,00	3,48E03	6
Sables et graves	4,80	3,88E03	10
Calcaires	3,20	3,48E03	6

Charges ponctuelles

N°	Z	T	M	K	C
0	9,20	-180,00	91,00	2,50E03	2,50E03
1	8,70	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
2	5,50	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
3	2,50	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
4	-2,30	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
5	-5,50	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00

Activer les cas de charge multiples en tête : Non

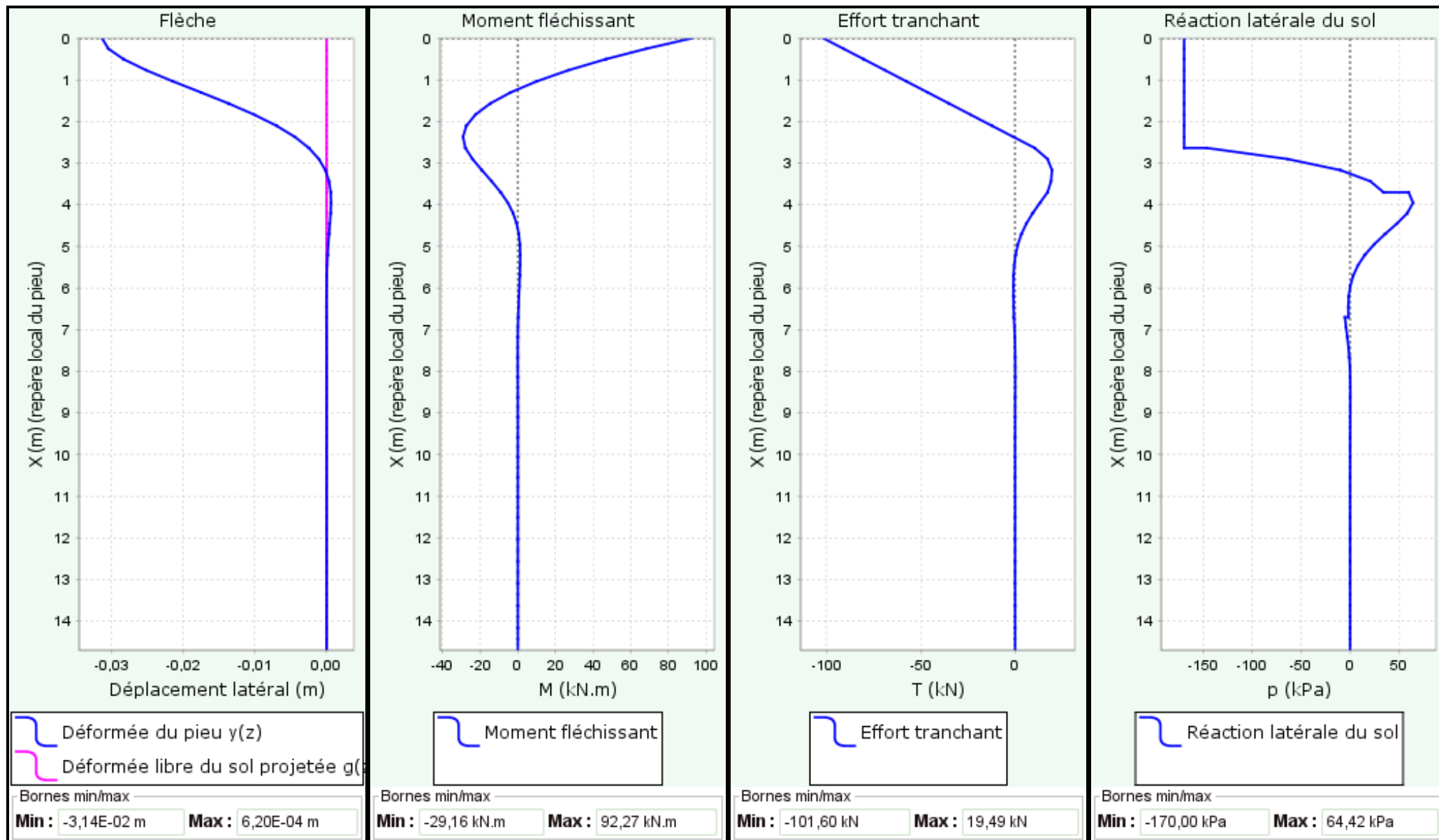


FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 19/06/2026 - 17:57:50
Calcul réalisé par : ALIOS

Projet : ABX245120 G2 PRO
Module : Piecoef+ (Cas 1/2)
Titre du calcul : ELU efforts horizontaux MP culées 01 et 02

Résultats principaux



Données

Titre du projet : Rénovation du pont de Casseuil

Numéro d'affaire : ABX245120

Commentaires : N/A

Titre du calcul : ELS efforts horizontaux MP culées 01 et 02 (Cas 2)

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

Cote de référence (m) : 9,20

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 : Non

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	EM	α	B	pf*	pl*
1	Argiles et limons		8,70	4,00E03	0,67	0,25	170,00	300,00
2	Argiles et limons		5,50	4,00E03	0,67	0,25	170,00	300,00
3	Argiles et limons		2,50	7,00E03	0,67	0,25	320,00	700,00
4	Sables et graves		-2,30	1,40E04	0,33	0,25	640,00	1100,00
5	Calcaires		-5,50	2,40E04	0,50	0,25	1700,00	3000,00

Prise en compte des déformations d'effort tranchant : Non

Discretisation

Nom	h	EI	n
Argiles et limons	0,50	3,48E03	1
Argiles et limons	3,20	3,48E03	6
Argiles et limons	3,00	3,48E03	6
Sables et graves	4,80	3,88E03	10
Calcaires	3,20	3,48E03	6

Charges ponctuelles

N°	Z	T	M	K	C
0	9,20	-116,00	60,00	2,50E03	2,50E03
1	8,70	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
2	5,50	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
3	2,50	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
4	-2,30	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
5	-5,50	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00

Activer les cas de charge multiples en tête : Non



FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 19/06/2026 - 17:58:32
Calcul réalisé par : ALIOS

Projet : ABX245120 G2 PRO
Module : Piecoef+ (Cas 2/2)
Titre du calcul : ELS efforts horizontaux MP culées 01 et 02

Données

Titre du projet : Rénovation du pont de Casseuil

Numéro d'affaire : ABX245120

Commentaires : N/A

Titre du calcul : non encastré ELS efforts horizontaux MP culées 01 et 02 (Cas 4)

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

Cote de référence (m) : 9,20

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 : Non

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	EM	α	B	pf*	pl*
1	Argiles et limons		8,70	4,00E03	0,67	0,30	170,00	300,00
2	Argiles et limons		5,50	4,00E03	0,67	0,30	170,00	300,00
3	Argiles et limons		2,50	7,00E03	0,67	0,30	320,00	700,00
4	Sables et graves		-2,30	1,40E04	0,33	0,30	640,00	1100,00
5	Calcaires		-5,50	2,40E04	0,50	0,30	1700,00	3000,00

Prise en compte des déformations d'effort tranchant : Non

Discrétisation

Nom	h	EI	n
Argiles et limons	0,50	1,15E04	1
Argiles et limons	3,20	1,15E04	6
Argiles et limons	3,00	1,15E04	6
Sables et graves	4,80	3,88E03	10
Calcaires	3,20	3,48E03	6

Charges ponctuelles

N°	Z	T	M	K	C
0	9,20	-116,00	60,00	0,00E00	0,00E00
1	8,70	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
2	5,50	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
3	2,50	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
4	-2,30	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
5	-5,50	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00

Activer les cas de charge multiples en tête : Non

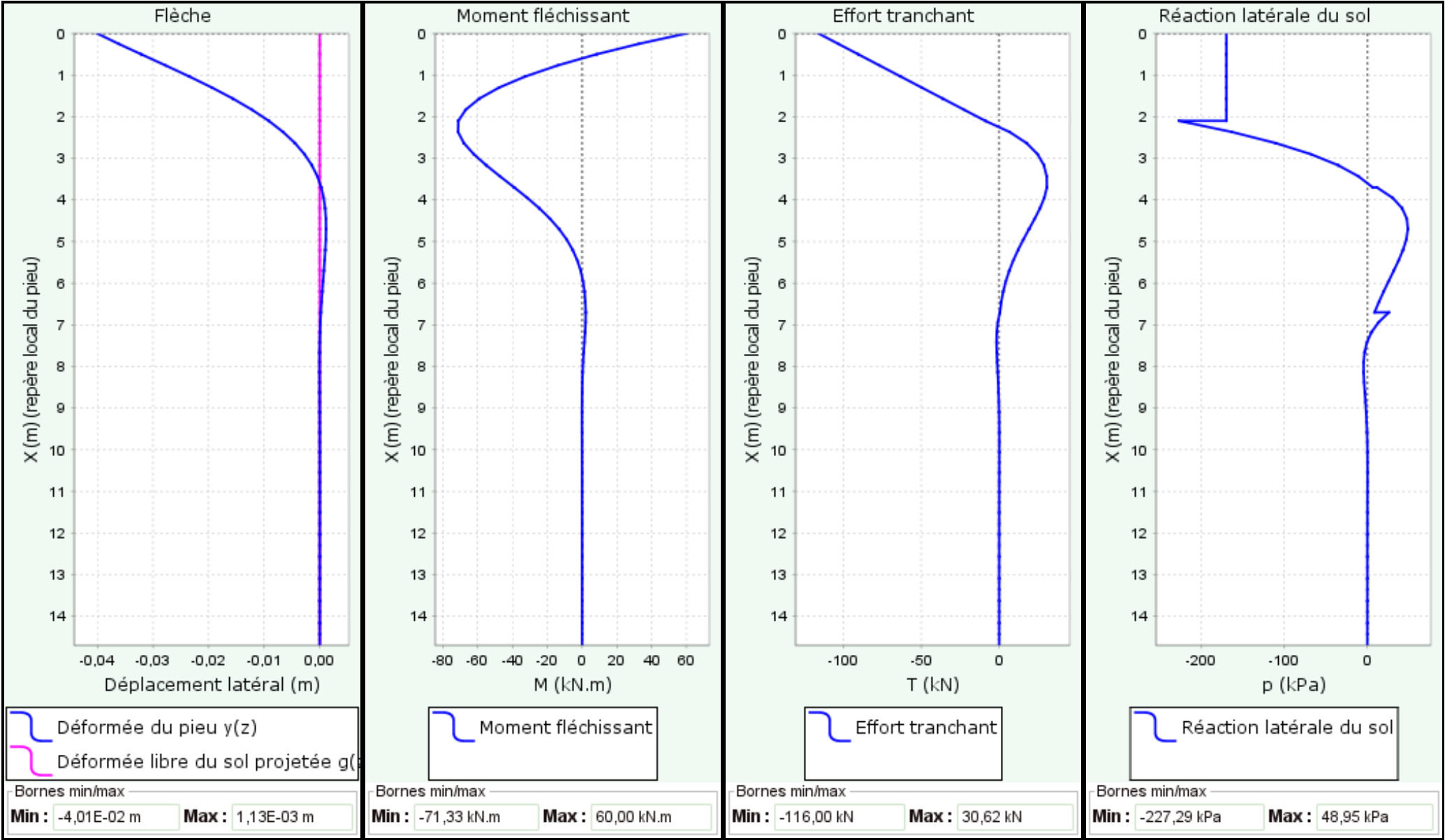


FoXta v4
v4.1.22

Imprimé le : 19/06/2026 - 18:16:58
Calcul réalisé par : ALIOS

Projet : ABX245120 G2 PRO
Module : Piecoef+ (Cas 4/4)
Titre du calcul : non encastré ELS efforts horizontaux MP culées 01 et 02

Résultats principaux



Données

Titre du projet : Rénovation du pont de Casseuil

Numéro d'affaire : ABX245120

Commentaires : N/A

Titre du calcul : non encastré ELU efforts horizontaux MP culées 01 et 02 (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 dominant

Cote de référence (m) : 9,20

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 : Non

Définition des couches de sol

N°	Nom	Couleur	Zbase	EM	α	B	pf*	pl*
1	Argiles et limons		8,70	4,00E03	0,67	0,30	170,00	300,00
2	Argiles et limons		5,50	4,00E03	0,67	0,30	170,00	300,00
3	Argiles et limons		2,50	7,00E03	0,67	0,30	320,00	700,00
4	Sables et graves		-2,30	1,40E04	0,33	0,30	640,00	1100,00
5	Calcaires		-5,50	2,40E04	0,50	0,30	1700,00	3000,00

Prise en compte des déformations d'effort tranchant : Non

Discrétisation

Nom	h	EI	n
Argiles et limons	0,50	1,15E04	1
Argiles et limons	3,20	1,15E04	6
Argiles et limons	3,00	1,15E04	6
Sables et graves	4,80	3,88E03	10
Calcaires	3,20	3,48E03	6

Charges ponctuelles

N°	Z	T	M	K	C
0	9,20	-180,00	91,00	0,00E00	0,00E00
1	8,70	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
2	5,50	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
3	2,50	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
4	-2,30	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00
5	-5,50	0,00	0,00	0,00E00	0,00E00

Activer les cas de charge multiples en tête : Non

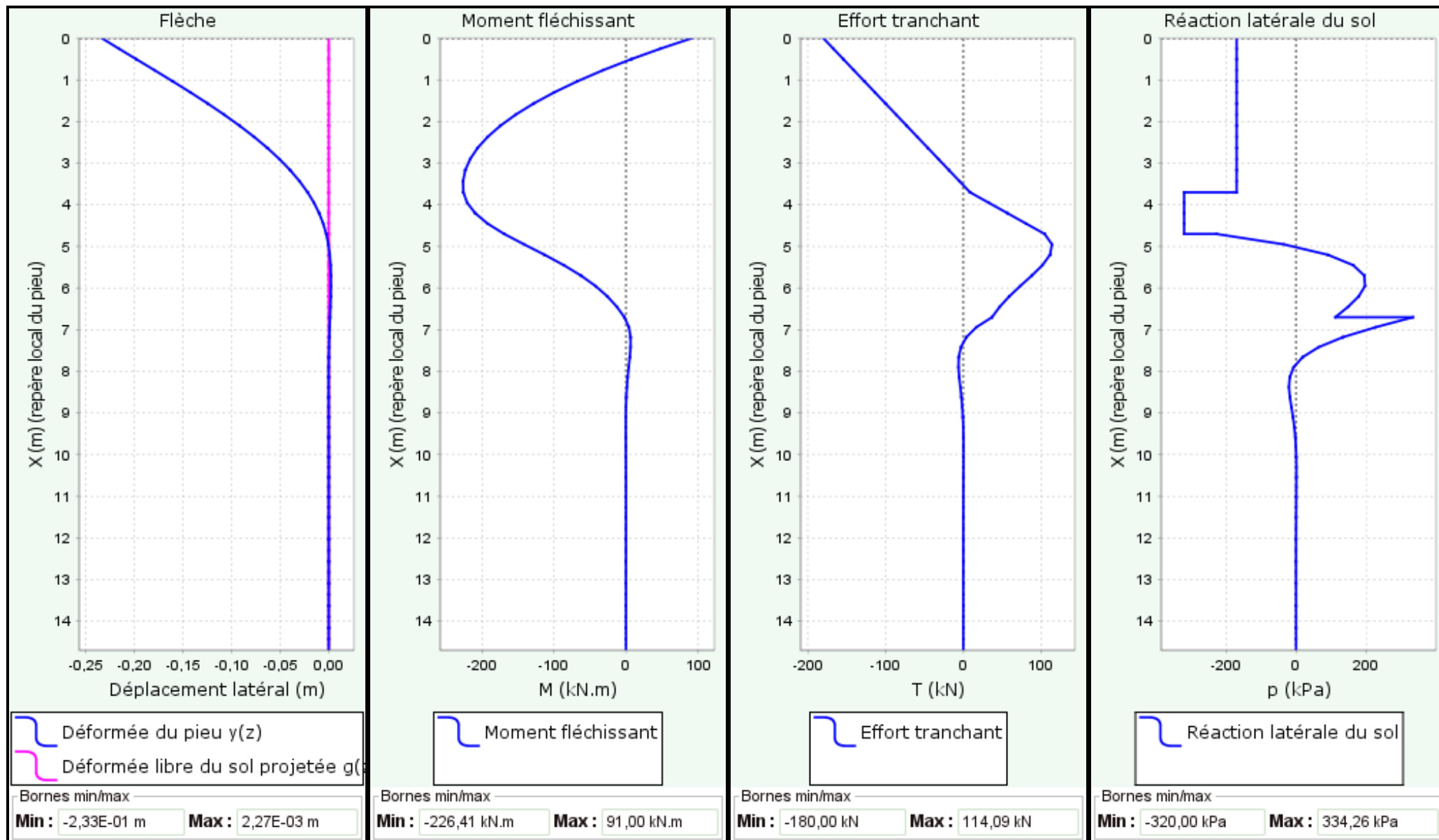


FoXta v4
v4.1.22

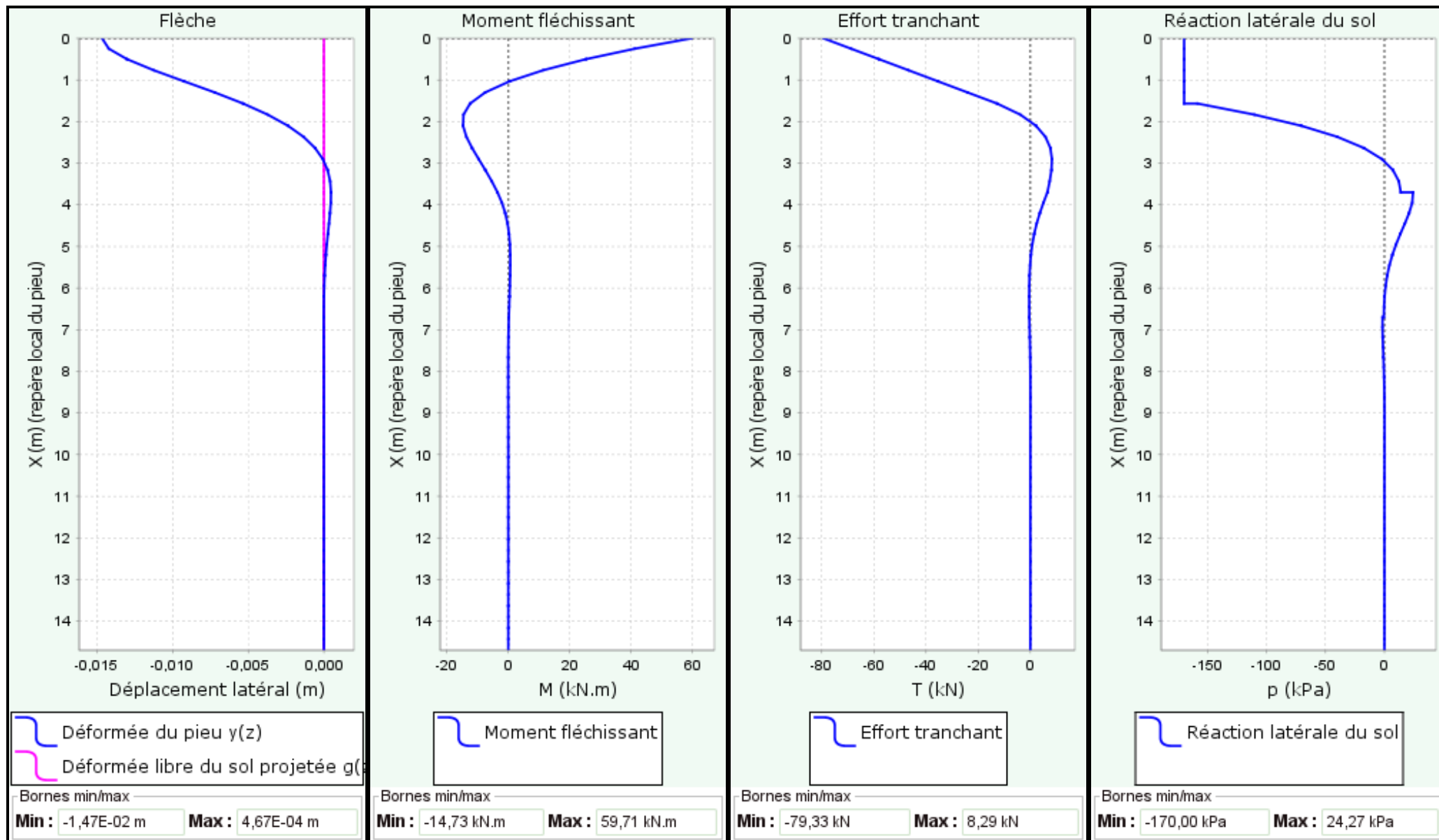
Imprimé le : 19/06/2026 - 18:15:34
Calcul réalisé par : ALIOS

Projet : ABX245120 G2 PRO
Module : Piecoef+ (Cas 2/4)
Titre du calcul : non encastré ELU efforts horizontaux MP culées 01 et 02

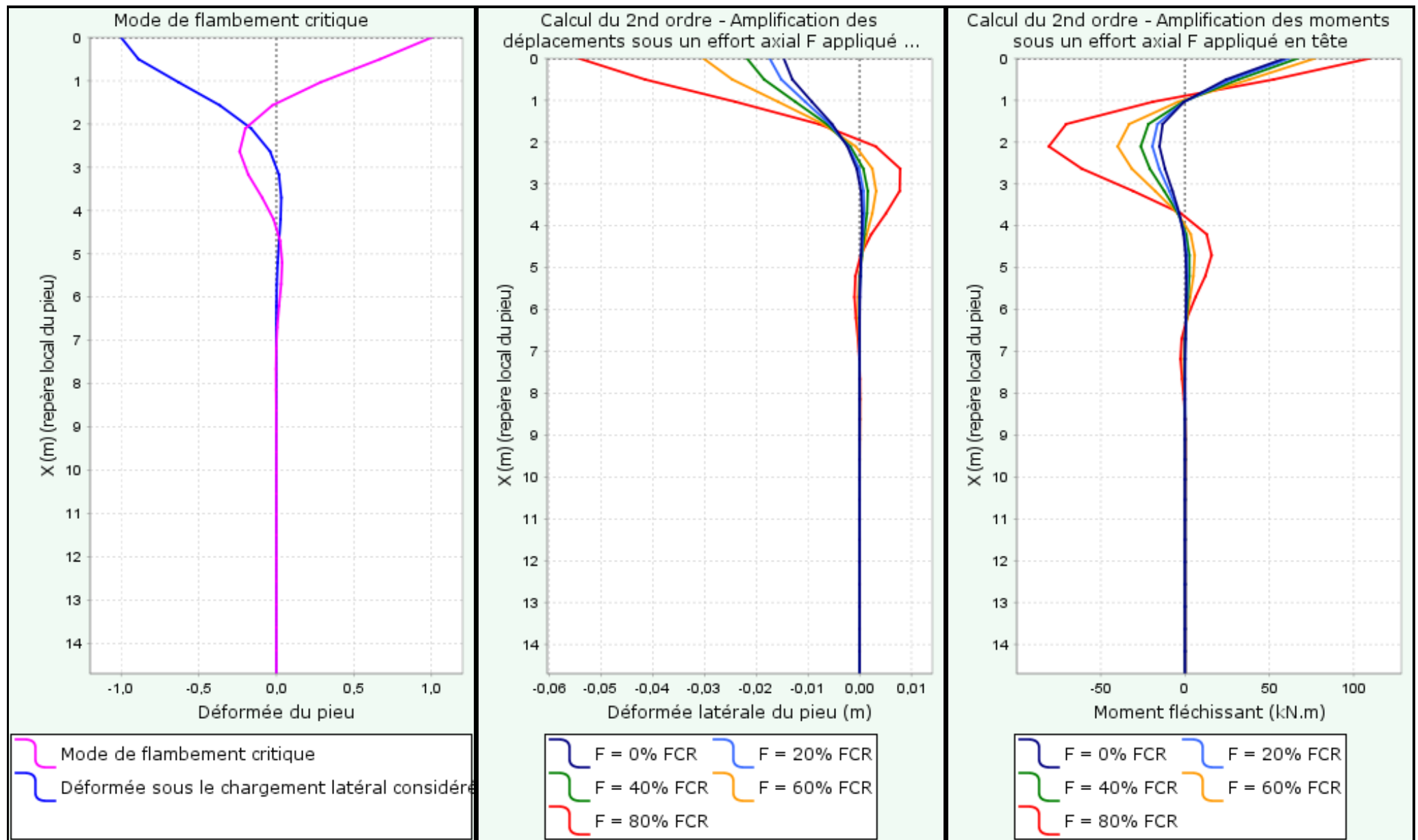
Résultats principaux



Résultats principaux



Résultats de flambement (Charge critique de flambement FCR = 6941 kN)



Résultats de flambement (Charge critique de flambement FCR = 6435 kN)

