

investigations



essais



contrôle



diagnostic

analyses



supervision

suivi



AGENCE NORD | Parc d'activité de la Broye - 59710 Ennevelin

☎ 03 20 16 88 98

💻 03 20 16 88 99

✉ contact-nord@geomeca.fr

www.geomeca.fr



COMMUNE DE BETHUNE (62)

Création d'un quai et d'une plateforme

Avenue de Washington

Port fluvial de Béthune - Beuvry « Béthune III »

Etude géotechnique de conception G2 Phase Projet (PRO)

Référence	Date	Version	Total p.
25-620	24/04/2026	3	82 +154

Suivi des modifications

Version	Rédactrice	Relecteur	Date	Chapitres modifiés	Commentaire
1	Mme LEBLANC	M. SOUQUIERE	10/10/2025	-	Réf. G5 : 24-706 V1 Version provisoire avec modèle géotechnique provisoire
2	Mme LEBLANC	M. SOUQUIERE	26/11/2025	Ensemble	Complément essais en laboratoire Modèle géotechnique définitif
3	Mme LEBLANC	M. SOUQUIERE	24/04/2026	8 9	Prise en compte de la note de dimensionnement des palplanches de VALETUDES

- SOMMAIRE -

1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE NOTRE MISSION	4
1.1 Description de la mission selon la norme NF P94-500.....	4
1.2 Objet du marché.....	4
2. CONTEXTE DE L'ÉTUDE	5
2.1 Données générales	5
2.2 Description du site	6
2.3 Données du projet	11
3. SYNTHÈSE GÉOLOGIQUE DOCUMENTAIRE	12
3.1 Carte géologique	12
3.2 Notice explicative de la carte géologique.....	12
3.3 Banque de données du sol (BSS) BRGM.....	14
3.4 Contexte hydrogéologique	16
4. SYNTHÈSE DES ALÉAS GÉOTECHNIQUES DOCUMENTAIRES	17
4.1 Aléa sismique.....	17
4.2 Aléa cavités souterraines.....	17
4.3 Aléa retrait-gonflement des argiles.....	18
4.4 Aléa inondation	18
4.4.1 Atlas de Zone Inondable (AZI)	19
4.4.2 Programmes d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI)	19
4.4.3 Territoire à risque important d'inondation (TRI).....	19
4.4.4 Plan de Prévention des Risques Naturels.....	19
4.4.5 Risque de remontée de nappe	20
5. SYNTHÈSE DES CAMPAGNES GÉOTECHNIQUES PRÉCÉDENTES	21
5.1 Programme de reconnaissance et essais in-situ.....	21
5.2 Analyses en laboratoire.....	21
5.3 Synthèse des sondages pressiométriques	25
5.3.1 Formations lithologiques considérées	26
5.3.2 Synthèse des essais pressiométriques	27
5.4 Synthèse des sondages pénétrométriques	28
6. INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES.....	31
6.1 Programme de reconnaissance et essais in-situ.....	31
6.2 Analyses en laboratoire.....	31
6.3 Relevés des coordonnées des points de sondage.....	32
7. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES	33
7.1 Géologie rencontrée	33
7.2 Hydrologie-Hydrogéologie	34
7.3 Résultats des analyses en laboratoire	34
7.3.1 Packs ISDI	34
7.3.2 Essais triaxiaux	34
7.3.3 Essai de chargement à l'œdomètre	35
7.4 Résultats des essais in-situ	35
7.5 Reconnaissance de canalisation.....	41
7.5.1.1 Prestation réalisée par Detect Réseaux.....	44
7.5.1.2 Prestation réalisée par nos soins à la pelle mécanique.....	44
8. CALCULS DES TASSEMENTS SOUS PLATEFORME	52
8.1 Faisabilité d'une plateforme sur sol non renforcé.....	52
8.1.1 Conditions de mise en œuvre d'un dallage sur terre-plein.....	53

8.1.2	Estimation de la durée de consolidation des remblais d'apport.....	54
9.	DIMENSIONNEMENT DES PALPLANCHES.....	56
10.	ANNEXES.....	59
10.1	<i>Extrait de la norme NF P 94-500 révisée en 2013 Classification et enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique</i>	<i>59</i>
10.2	<i>Plan d'implantation des sondages</i>	<i>63</i>
10.3	<i>Sondages carottés</i>	<i>64</i>
10.4	<i>Sondages pénétrométriques</i>	<i>74</i>
10.5	<i>Fouilles de reconnaissance géologique</i>	<i>78</i>
10.6	<i>Analyses en laboratoire (38 pages)</i>	<i>81</i>
10.7	<i>Procès verbal de la détection de réseau (10 pages).....</i>	<i>81</i>
10.8	<i>Prédimensionnement du quai par Valétudes (106 pages)</i>	<i>81</i>

1. PRÉSENTATION GÉNÉRALE DE NOTRE MISSION

1.1 Description de la mission selon la norme NF P94-500

Selon la norme NF P94-500 définissant les missions d'ingénierie géotechnique ainsi que leur enchainement, la mission qui nous a été confiée est une étude géotechnique de conception type G2 phase Avant-projet (PRO).

Cette étude a pour but de :

- Reprendre les éléments de l'étude G5 (**24-706 V1** – GEOMECA – 05/12/2024) ;
- Déterminer la géologie générale et la nature des terrains en place et leurs caractéristiques géomécaniques ;
- Fournir et commenter les résultats des essais *in-situ* et en laboratoire ;
- Déterminer les spécificités géotechniques du site ;
- Déterminer le modèle géologique et hydrogéologique à prendre en compte au stade projet ;
- Dimensionner les ouvrages géotechniques projetés ;
- Déterminer les contraintes du sol (ELS, ELU) ;
- Estimer les tassements (plateforme).

1.2 Objet du marché

Le projet prévoit la création d'un quai de 55 ml et d'une plateforme de 1 350 m². Le secteur d'étude est situé avenue de Béthune, sur le site du port fluvial de Béthune – Beuvry, nommé « Béthune III », sur la commune de Béthune, dans le département du Pas-de-Calais (62).



Figure 1 : Photographie aérienne de la zone d'étude (source : www.geoportail.gouv.fr)

2. CONTEXTE DE L'ÉTUDE

2.1 Données générales

Les pièces qui nous ont été fournies pour cette étude sont les suivantes :

- Cahier des charges ;
- Plan des réseaux existants.

Les intervenants sont :

Maitre d'ouvrage :		VOIES NAVIGABLES DE FRANCE Direction Territoriale NPDC 37 rue du Plat BP 725 59 034 LILLE Cedex
Maitre d'œuvre :		VALETUDES 6 rue Tholozé 59 300 VALENCIENNES
Bureau d'études géotechniques :		GEOMECA P.A. de la Broye 59 710 ENNEVELIN

Plusieurs études ont été réalisées au droit du site du port fluvial. Celles-ci sont répertoriées dans le tableau ci-dessous et ont été utilisées pour la présente étude.

Document	Référence	Entreprise	Date	Indice
Rapport G5 (Béthune III)	24-706	GEOMECA	05/12/2024	V1
Rapport G11 (Port fluvial)	NSO 12.050	FONDASOL	26/06/2012	1ère édition
Rapport G2 PRO (Béthune I)	A83152	ANTEA	Mars 2016	A
Rapport d'investigations géotechniques (Béthune II)	NO17 1159	ABROTEC	22/02/2018	1
Rapport d'étude CEREMA AMO G2PRO De J. HABERT (Béthune II)	2018-278	CEREMA	Octobre 2018	V1 Final

Nous avons également réalisé une mission G2 AVP en 2024 sur le site se trouvant juste derrière le site d'étude actuel pour le compte de SATTAM.

2.2 *Description du site*

La zone d'étude est située sur une des berges du canal d'Aire.

Au jour de notre intervention, le site du quai « Béthune III » était constitué d'une zone en friche : une partie enherbée légèrement arborée et une partie en graviers.

Le soutènement actuel de la zone de quai « Béthune III » est constitué d'un perré. Les zones de quai « Béthune I » et « Béthune II » sont constitués de palplanches.

La topographie du site est relativement plane.

Un regard d'une conduite en diamètre 500 mm a été observé du côté Ouest du site, entre le quai « Béthune II » et le quai « Béthune III ». Une étude a été menée par la société Detect Réseaux et sera détaillée au chapitre 7.5.



Figure 2 : Photographie du site



Figure 3 : Photographie du site



Figure 4 : Photographie du site



Figure 5 : Photographie du site



Figure 6 : Photographie du site



Figure 7 : Photographie du site



Figure 8 : Photographie du perré

2.3 Données du projet

Le projet prévoit la création d'un quai de 55 ml et d'une plateforme en enrobé de 1 350 m² au droit du quai « Béthune III ».



Figure 9 : Plan de localisation du projet

Il nous a été informé que la solution technique proposée était de reconduire la structure de quai et les équipements du quai « Béthune I ».

Nous avons donc considéré que le niveau fini du projet serait au même niveau que celui du quai « Béthune I », soit vers 21,65 m NGF.

Les surcharges à prendre en compte sur plateforme sont de l'ordre de 5 T/m².

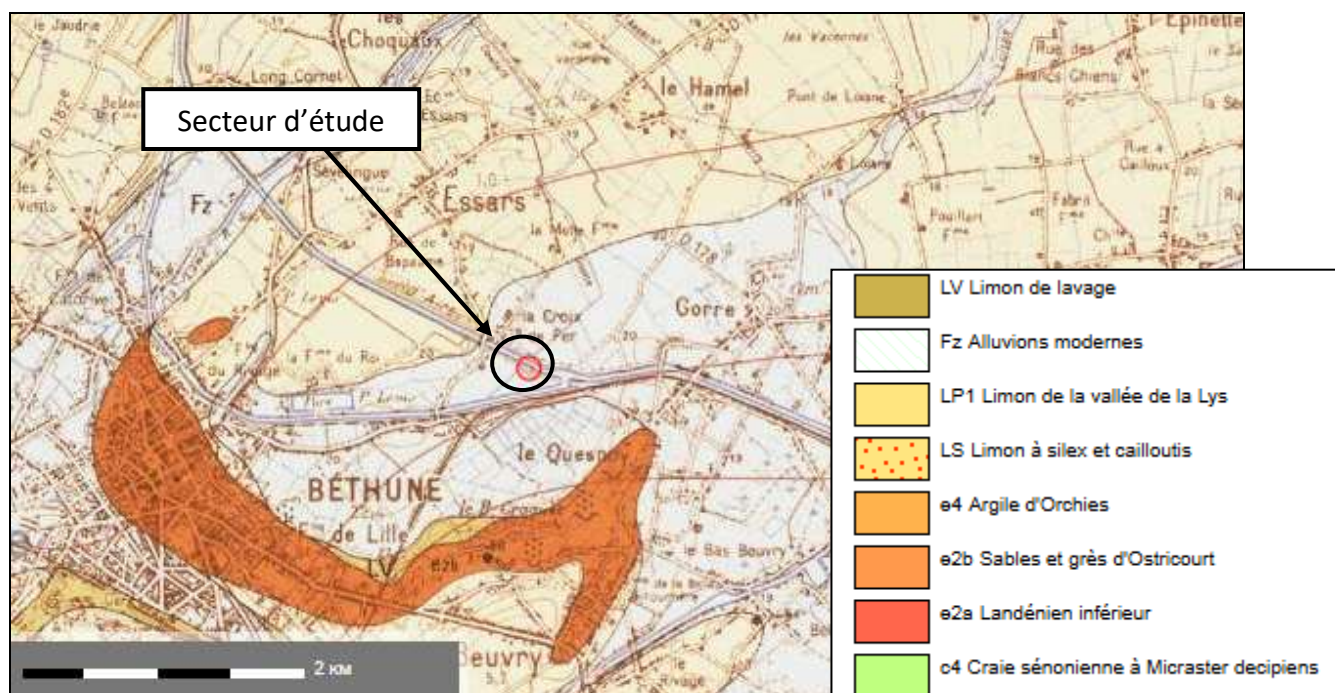
A ce stade, pour la plateforme arrière, il est envisagé de réaliser celle-ci de la même manière que celle de « Béthune II », c'est-à-dire sans inclusion, en ayant réalisé au préalable des essais de chargement.

3. SYNTHÈSE GÉOLOGIQUE DOCUMENTAIRE

3.1 Carte géologique

D'après la carte géologique du secteur d'étude (feuille de Béthune) éditée par le BRGM, la géologie attendue au droit du site est la suivante :

- Alluvions modernes (Fz) ;
- Argile d'Orchies, de l'Yprésien (e4) ;
- Sables et grès d'Ostricourt, du Landénien (e2b) ;
- Argile du Landénien (e2a) ;
- Craie du Sénonien (c4).



3.2 Notice explicative de la carte géologique

Sont repris ci-après des extraits de la notice explicative de la carte géologique au 1 / 50 000 de la feuille de BETHUNE, en ce qui concerne le substratum attendu sous les formations quaternaires (alluvions et limons).

Ces descriptions sont intéressantes à considérer car elles peuvent expliquer les difficultés d'interprétation de la lithologie sur certains sondages réalisés et qui seront abordées au chapitre 5

e4. Argile d'Orchies (Yprésien inférieur). L'argile d'Orchies est plastique, gris bleuâtre (en raison de la présence de pyrite) ou noirâtre vers la base. Sa partie supérieure, lorsqu'elle est altérée, devient bicolore (jaune et gris). Par ailleurs, la décomposition de la pyrite en surface entraîne la formation de cristaux de gypse.

En certains points, notamment à la carrière de la Motte dorée à Oblinghem et à Chocques, on rencontre, à la base de l'argile, un niveau de sables roux, épais de quelques décimètres à un mètre, renfermant à la base de petits galets de grès glauconieux altérés et de petits galets de silex, analogues aux "yeux de crapauds" du Landénien. Cette formation est l'équivalent, très réduit, des "Oldhaven beds" du bassin de Londres. Cette argile a été exploitée à Chocques et Labeuvrière pour la confection de tuiles.

e2b. Sables et grès d'Ostricourt (Landénien). Ils constituent souvent de petites buttes généralement boisées (Beuvry, Chocques, Bois des Dames) qui se superposent à la plaine cultivée et qui s'élèvent jusqu'au plateau de l'Artois. Parfois, les sables et grès d'Ostricourt sont effondrés dans de grandes poches de dissolution formées à la surface de la craie (région d'Estrée-Cauchie). Les parois de la poche sont alors très souvent recouvertes d'une mince couche d'argile brune o silex s'intercalant entre la craie et les sables tertiaires.

On distingue, dans les sables et grès d'Ostricourt, deux faciès

1°) **Landénien continental** (sables du Quesnoy). Il est constitué par des sables blancs, très fins, avec boules de grès mamelonnés renfermant des empreintes de feuilles (*Sabalites primaeva*) généralement bien conservées. On y rencontre également des bois silicifiés, ou encore des perforations dues à des racines. On trouve aussi des sables bruns à lignites présentant une stratification entrecroisée. Le Landénien continental est bien développé dans la région de Béthune, notamment à Beuvry où il a été activement exploité et où la ligne de chemin de fer Lille-Béthune emprunte l'alignement d'anciennes carrières. Ces formations sont également connues à Oblinghem, à l'W du Bois des Dames, dans la région d'Estrée-Cauchie, etc.

2°) **Landénien marin.** Ce sont des sables assez fins, glauconieux, verts, ou roux lorsqu'ils

Figure 11 : Extrait de la notice explicative de la carte géologique de Béthune au 1 / 50 000

sont altérés. Ils peuvent être parfois agglomérés par un ciment d'opale et former des niveaux gréseux (Chocques). Il n'a pas été possible de figurer ces deux faciès sur la présente feuille ; en effet, le gisement des sables et grès continentaux est souvent très irrégulier et leur représentation devient difficile.

e2a. Sable, tuffeau et argile du Landénien inférieur. Dans la région de Béthune, le Landénien inférieur se présente soit à l'état d'argile, soit, assez souvent, à l'état de sable fin, glauconieux, parfois argileux, passant insensiblement vers le haut au sable d'Ostricourt.

c4. Craie blanche sénonienne (Coniacien et Santonien). L'ensemble de cette craie atteint une cinquantaine de mètres. La partie supérieure de la craie blanche, qui est très pure, très fine et ne renferme pas de silex, représente vraisemblablement le Santonien bien que le fossile caractéristique de ce niveau (*Micraster cor anguinum*) n'ait pas encore été découvert. La partie inférieure (Coniacien) à *Micraster decipiens* (= *cor testudinarium*) est mieux représentée dans la région. C'est la craie blanche à silex. Les silex sont disséminés dans la masse ou disposés en lits, plus rarement en filonnets. A côté du *Micraster decipiens*, relativement fréquent, on trouve assez nombreux fossiles et, en particulier, des Inocérames de grande taille (*I. involutus*, *I. latus*, *I. insulensis*). Les bancs inférieurs de cette craie sont plus gris, légèrement glauconieux, et plus résistants : ils ont été exploités comme pierre de taille.

Figure 12 : Extrait de la notice explicative de la carte géologique de Béthune au 1 / 50 000

3.3 Banque de données du sol (BSS) BRGM

L'environnement du site comporte des sondages référencés dans la BSS (source : infoterre.brgm.fr). Les 5 sondages les plus proches du site mettent en évidence une épaisseur d'alluvions relativement faible (base de la couche comprise entre 2,5 et 6,5 m) et reposant sur le substratum Landénien.

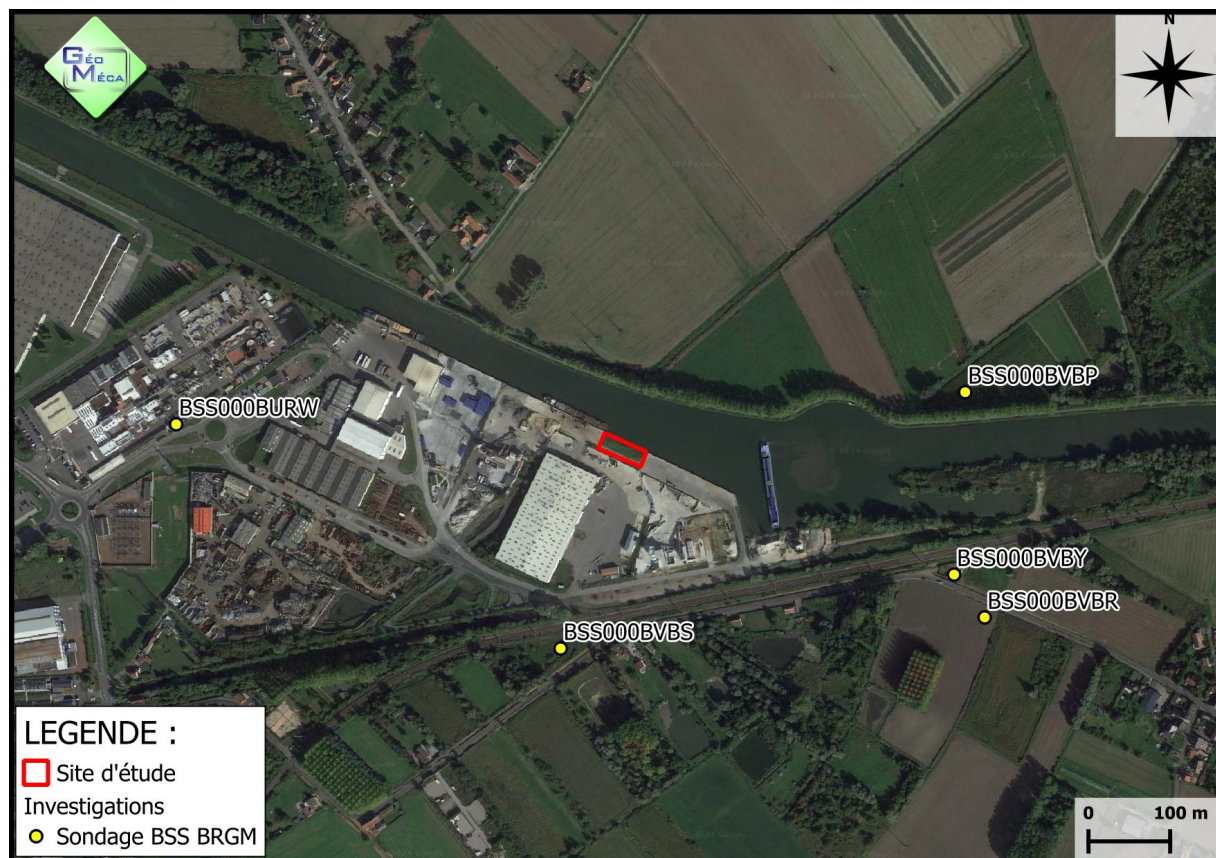


Figure 13 : Localisation des sondages répertoriés sur la BSS à proximité du projet

BSS000BURW

Profondeur	Lithologie	Stratigraphie
De 0 à 1 m	Remblais de schistes	
De 1 à 4,2 m	Argile sableuse	
De 4,2 à 9,45 m	Sables du Landénien	
De 9,45 à 20,9 m	Argile de Louvil	
De 20,9 à 58 m	Craie blanche	
De 58 à 96,7 m	Craie à silex	
De 96,7 à 97 m	Marnes bleues	

BSS000BVBP

Profondeur	Lithologie	Stratigraphie
De 0 à 0,5 m	TERRE VEGETALE	QUATERNAIRE
De 0,5 à 6,5 m	SABLE ARGILEUX ROUX	QUATERNAIRE
De 6,5 à 18,3 m	ARGILE DE LOUVIL	LANDENIEN-INF
De 18,3 à 60 m	CRAIE BLANCHE A SILEX	SENONIEN

BSS000BVBS

Profondeur	Lithologie	Stratigraphie
De 0 à 0,4 m	TERRE VEGETALE - REMBLAI	QUATERNAIRE
De 0,4 à 3 m	SABLE ARGILEUX BEIGE VERDATRE AVEC DES PASSEES ROUILLES	QUATERNAIRE
De 3 à 5 m	ARGILE VERTE SABLEUSE	LANDENIEN-SUP
De 5 à 15,3 m	ARGILE GRIS-VERDATRE PLASTIQUE	LANDENIEN-INF
De 15,3 à 35 m	CRAIE BLANCHE CREME AVEC QUELQUES RARES SILEX EN TETE	SENONIEN
De 35 à 62,6 m	CRAIE BLANCHE, CREME PARFOIS GRIS-CLAIR AVEC QUELQUES SILEX A 47 ET 55 M	SENO-TURONIEN

BSS000BVBY			BSS000BVBR		
Profondeur	Lithologie	Stratigraphie	Profondeur	Lithologie	Stratigraphie
De 0 à 1 m	ALLUVIONS SABLO-ARGILEUSES	QUATERNAIRE	De 0 à 0,4 m	TERRE VEGETALE	QUATERNAIRE
De 1 à 4 m	ALLUVIONS ARGILEUSES GRIS-BLEU	QUATERNAIRE	De 0,4 à 0,7 m	SILT SABLONNEUX BEIGE OCRE AVEC PASSEES GRISATRES	QUATERNAIRE
De 4 à 5 m	ALLUVIONS ARGILEUSES BLEUES	QUATERNAIRE	De 0,7 à 2,5 m	SABLE ARGILEUX BEIGE-VERDATRE AVEC DES PASSEES ROUILLES	QUATERNAIRE
De 5 à 15 m	ARGILE DE LOUVIL	LANDENIEN-INF	De 2,5 à 6 m	SABLE FIN ARGILEUX VERT FONCE	LANDENIEN-SUP
De 15 à 16 m	CRAIE BLANCHE MARNEUSE	SENO-TURONIEN	De 6 à 11,5 m	ARGILE GRIS VERDATRE PLASTIQUE	LANDENIEN-SUP
De 16 à 37,5 m	CRAIE BLANCHE GRANULEUSE	SENO-TURONIEN	De 11,5 à 14 m	ARGILE GRIS VERDATRE PLASTIQUE AVEC PETITS BANCS DE SABLES INDURES	LANDENIEN-INF
De 37,5 à 55 m	CRAIE BLANCHE A SILEX	SENO-TURONIEN	De 14 à 15,8 m	ARGILE GRIS VERDATRE PLASTIQUE	LANDENIEN-INF
De 55 à 60 m	CRAIE BLANCHE MARNEUSE	SENO-TURONIEN	De 15,8 à 50 m	CRAIE BLANCHE CREME	SENONIEN
			De 50 à 62,2 m	CRAIE CREME, GRIS-CLAIR A SILEX	SENO-TURONIEN

3.4 Contexte hydrogéologique

L'hydrogéologie est un paramètre important dans le cadre de notre étude. La présence d'une nappe peu profonde au droit du projet peut avoir une influence importante sur le dimensionnement des fondations ainsi que sur la gestion des travaux.

D'après la lithologie attendue au droit du site, des circulations d'eau sont possibles dans les horizons superficiels en période pluvieuse.

Selon la notice de la carte géologique, les sables du Landénien ainsi que la craie du Sénonien recèlent une nappe.

L'influence du canal d'Aire, jouxtant le projet, est prépondérante vis-à-vis du contexte hydrogéologique, la nappe alluviale étant présente à faible profondeur et est considérée en continuité directe. Peuvent ainsi être considérées les cotes suivantes, reprises du rapport G2 PRO d'ANTEA :

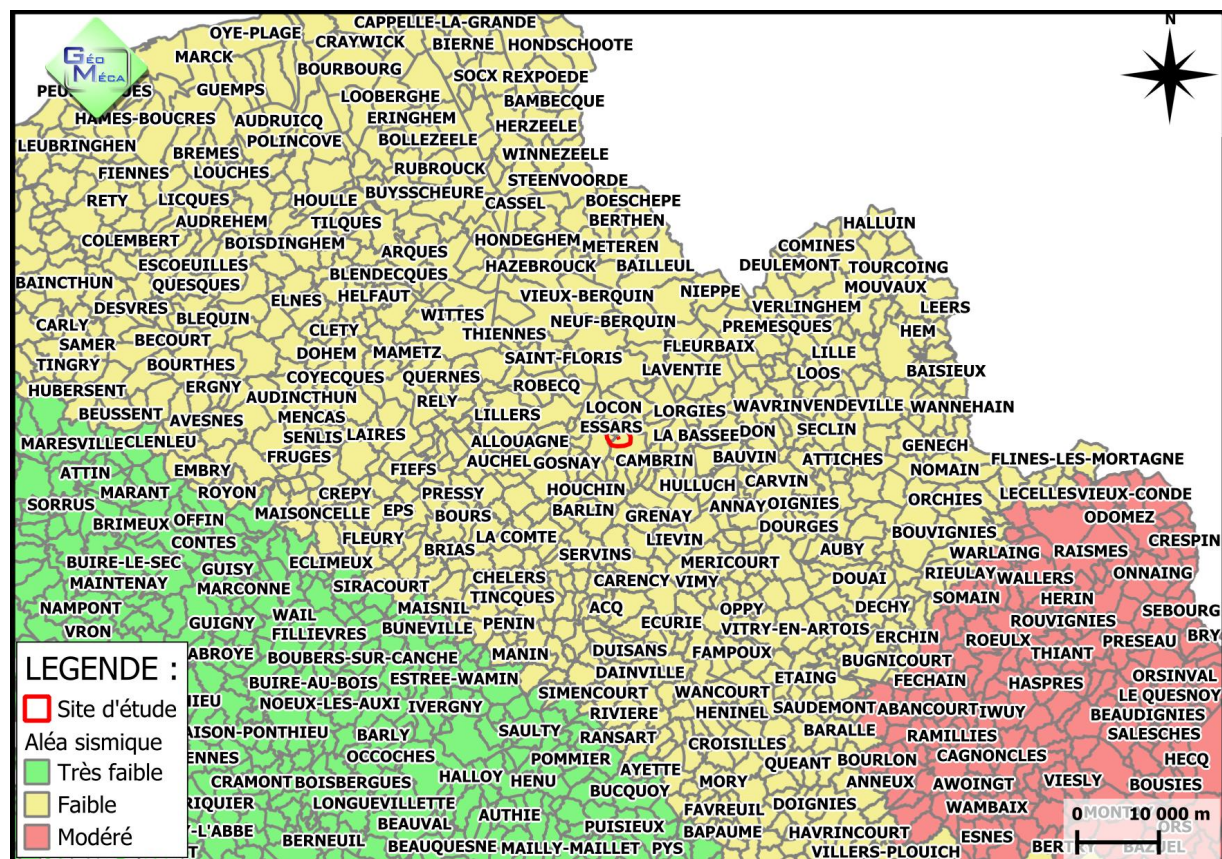
- 20,42 m NGF pour le niveau des plus hautes eaux de navigation (PHEN) ;
- 19,52 m NGF pour le niveau courant du canal ;
- 19,42 m NGF pour le niveau minimum du canal.

4. SYNTHÈSE DES ALEAS GEOTECHNIQUES DOCUMENTAIRES

La description complète des risques naturels recensés au droit de la parcelle et sur la commune est consultable en ligne. Ci-dessous est présentée la synthèse de ces risques (source : georisques.gouv.fr).

4.1 Aléa sismique

La commune de Béthune est située dans une zone sismique de type 2 : aléa faible.



4.2 Aléa cavités souterraines

D'après la base de données du BRGM et celle de la DDTM 62, aucune cavité souterraine n'est recensée à proximité du projet (dans un rayon de 500 m).

4.3 Aléa retrait-gonflement des argiles

D'après la cartographie « aléa retrait-gonflement des argiles », le secteur d'étude est situé dans une zone classée « aléa **moyen** ».



Figure 15 : Extrait de la carte de zonage de l'aléa retrait-gonflement des argiles

4.4 Aléa inondation

Le site www.georisques.gouv.fr décrit le phénomène d'inondation comme « la submersion temporaire de zones habituellement hors d'eau ».

Elle peut être due :

- au débordement d'un cours d'eau : une crue (ou montée du niveau de l'eau), lorsqu'elle est importante, peut amener le cours d'eau à sortir de son lit et à inonder les terres alentours. C'est le cas le plus fréquent ;
- à du ruissellement urbain : lors de précipitations très intenses en ville, l'eau ne s'infiltre pas dans le sol, car ceux-ci sont imperméables. Les réseaux d'évacuation d'eaux pluviales peuvent rapidement être saturés. Les eaux de pluies empruntent alors les rues, avec des courants parfois dangereux, jusqu'à rejoindre une rivière ou un autre réseau d'évacuation ;
- à une remontée de nappe : en cas de précipitations de longue durée, le niveau de la nappe phréatique remonte, entraînant une inondation des zones alentours ;

- à une submersion marine : sur le littoral, des conditions météorologiques et océaniques défavorables (souvent accompagnées d'une forte houle et d'un vent fort venant du large) peuvent entraîner une hausse du niveau marin et alors inonder les zones côtières.

4.4.1 Atlas de Zone Inondable (AZI)

Elaborés par les services de l'Etat au niveau de chaque bassin hydrographique, les atlas des zones inondables (AZI) ont pour objet de rappeler l'existence et les conséquences des événements historiques et de montrer les caractéristiques des aléas pour la crue de référence choisie, qui est la plus forte crue connue, ou la crue centennale si celle-ci est supérieure. L'AZI n'a pas de caractère réglementaire. Il constitue néanmoins un élément de référence pour l'application de l'article R.111-2 du Code de l'urbanisme, l'élaboration des plans de prévention des risques naturels prévisibles et l'information préventive des citoyens sur les risques majeurs.

La commune ne fait pas partie de l'AZI.

4.4.2 Programmes d'Actions de Prévention des Inondations (PAPI)

Les programmes d'actions de prévention des inondations (PAPI) ont été lancés en 2002. Ils ont pour objet de promouvoir une gestion intégrée des risques d'inondation en vue de réduire leurs conséquences dommageables sur la santé humaine, les biens, les activités économiques et l'environnement. Ils sont portés par les collectivités territoriales ou leurs groupements. Outil de contractualisation entre l'Etat et les collectivités, le dispositif PAPI permet la mise en œuvre d'une politique globale, pensée à l'échelle du bassin de risque.

La commune est intégrée au PAPI de la LYS.

4.4.3 Territoire à risque important d'inondation (TRI)

La carte des Territoires à Risques importants d'Inondations (TRI) représente des zones pouvant être inondées. Ces zones sont déterminées soit en fonction d'un historique d'inondations passées soit en fonction de calculs. Trois périodes de temps sont ainsi retenues : événement fréquent, moyen et extrême, pour situer dans le temps la possibilité d'une inondation et sa force.

La commune ne fait partie d'aucun TRI.

4.4.4 Plan de Prévention des Risques Naturels

Le PPRN (Plan de Prévention des Risques Naturels) est un document réglementaire destiné à faire connaître les risques et réduire la vulnérabilité des personnes et des biens. Il délimite des zones exposées et définit des conditions d'urbanisme et de gestion des constructions futures et existantes dans les zones à risques. Il définit aussi des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde.

La commune fait l'objet du PPRN relatif aux inondations.

Le site est, cependant, localisé en dehors de toute zone à risque entraînant une servitude d'utilité publique.

4.4.5 Risque de remontée de nappe

Concernant le risque de remontée de nappe, le site est localisé en zone potentiellement sujettes aux débordements de nappe avec une fiabilité moyenne.

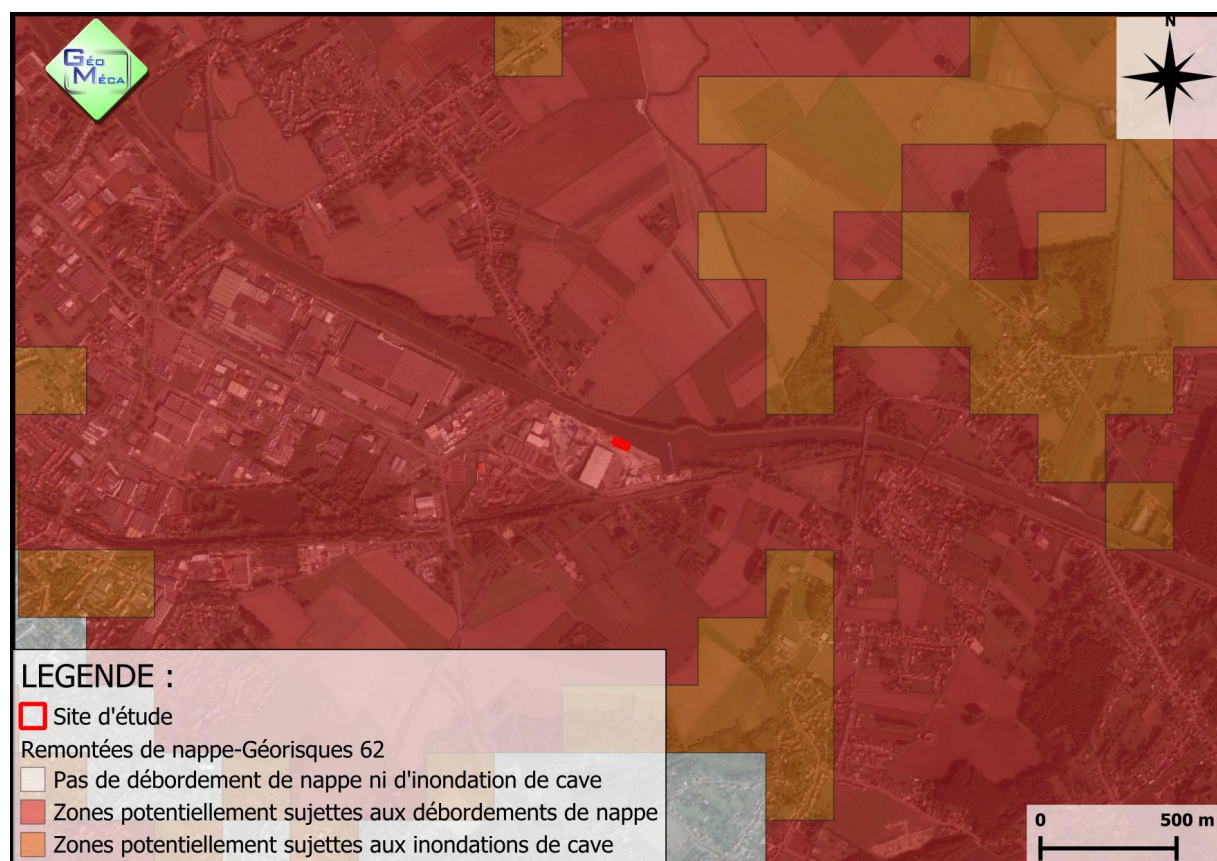


Figure 16 : Extrait de la carte de l'aléa remontée de nappe

5. SYNTHÈSE DES CAMPAGNES GÉOTECHNIQUES PRÉCÉDENTES

5.1 Programme de reconnaissance et essais in-situ

Les campagnes réalisées depuis 2012 se sont inscrites dans le cadre des études préalables de site pour l'aménagement du port fluvial puis dans le cadre des études de conception géotechnique pour la création des quais BETHUNE I et II.

Les études comprennent plusieurs dizaines d'investigations sur site, les sondages plus particulièrement considérés dans la présente synthèse sont repris dans le tableau ci-dessous :

Rapport	Référence	Site	Date	Sondages et profondeurs
G11 FONDASOL	NSO 12.050	Quai Port fluvial	26/06/2012	5 PR : 3 à 20m, 2 à 16,5m et 2 à 10m 3 SC à 8m
G2 PRO ANTEA	A83152	Quai Béthune I	Mars 2016	5 PR : 3 à 20m et 2 à 15m
G3 ABROTEC/ESIRIS NO	NO18 1345	Quai Béthune I	07/11/2018	1 PR à 15 m 3 SD à 16m
« G5 »¹ ABROTEC	NO17 1159	Quai Béthune II	22/02/2018	5 PS : 2 à 19m et 3 à 15m 2 SC à 15m 2 PR à 15m

Légende des abréviations :

PR : sondage pressiométrique (essais réalisés tous les mètres ou 1,5 mètres en moyenne) ;
SC : sondage carotté 114 mm (prélèvement d'échantillons intacts mis sous gaines ou en caisses et photographiés) ;
SD : sondage destructif avec enregistrement des paramètres de forage (pas d'échantillon) ;
PS : sondage au pénétromètre statique.

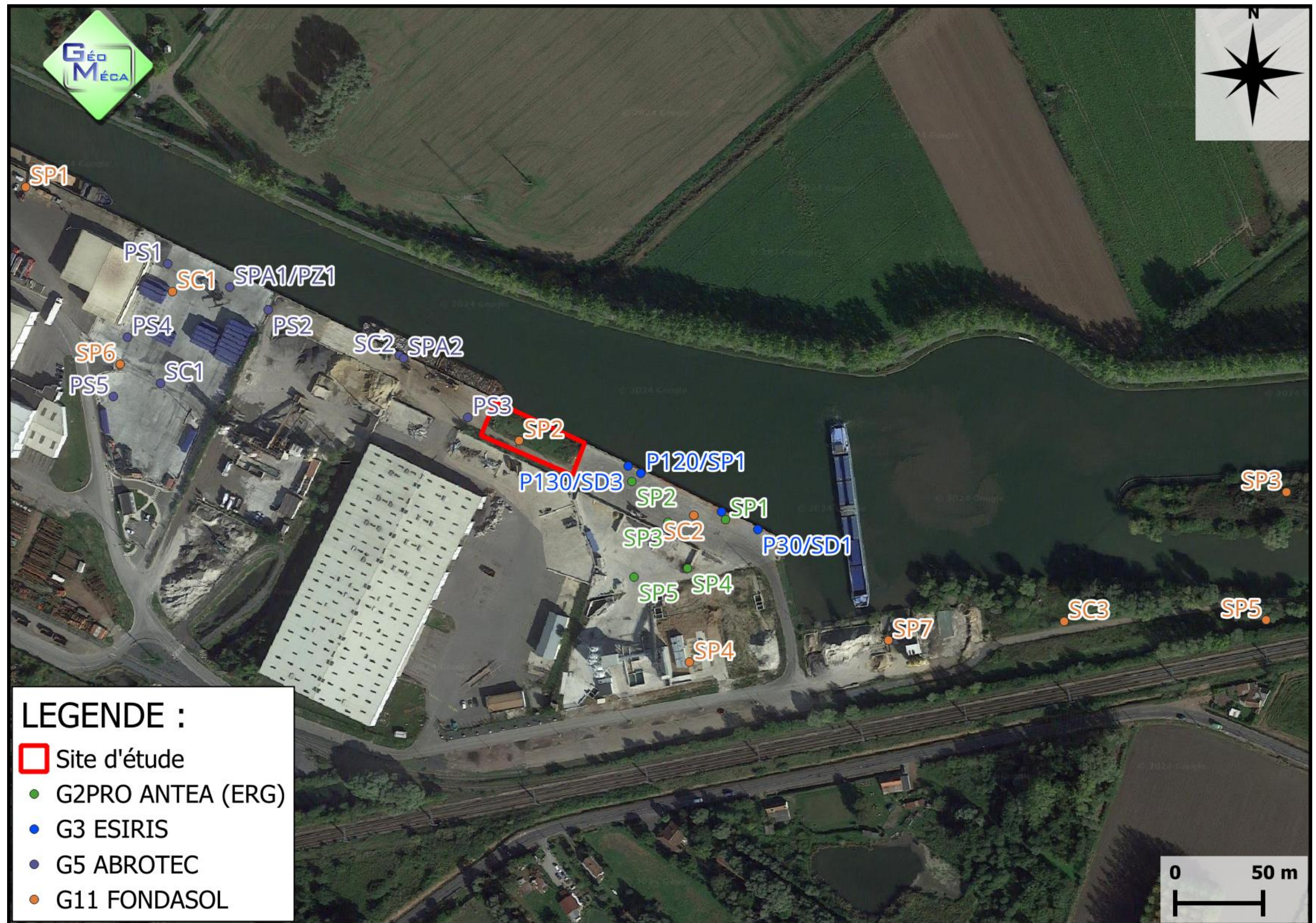
Ces investigations sont reportées sur le plan synthétique page suivante.

5.2 Analyses en laboratoire

Des essais et des analyses en laboratoire ont été menées sur les échantillons prélevés au cours des campagnes décrites ci-avant, les analyses principales considérées peuvent être synthétisées dans le tableau ci-après.

¹ Cette étude est un compte rendu d'investigation géotechnique dont le niveau de mission selon la NF P 94 500 n'est pas indiqué. Il semble correspondre à la mission G0 de la précédente version de la norme qui n'existe plus. Nous la rattachons ainsi à la mission la plus proche actuelle à savoir la mission G5.

Dans la colonne lithologie, sont repris les termes décrits dans les études respectives ainsi que notre interprétation en ce qui concerne la formation géologique d'appartenance (cf. chapitres 3.2 et 5.3.1).



Etude	Référence sondage	Lithologie décrite (formation interprétée, cf. chapitre 5.3.1)	Profondeur échantillon (m)	W (%)	γ(kN/m³)	Limites d'Atterberg		I _p	Tamisat < 80 μm	Classe GTR (NF P 11-300)	Cisaillement direct à la boite (NF P 94-071-1)		Essais œdométriques (NF P94-090-1)					
						W _l	W _p				φ' (°)	c' (kPa)	ei	Cc	Cs	σ' _p (kPa)	Palier (kPa)	Cv (m²/s)
G11 FONDASOL NSO 12,050 26/06/2012	SC1	Limon (Fz)	1,60 à 2,60	20,8	20,3	38	26	12	87,7	A1	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC1	Limon argileux sableux beige clair (Fz)	2,80 à 3,80	24,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC1	Limon argileux (Fz)	4,00 à 5,00	19,8	20,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC1	Limon (Fz)	5,20 à 6,20	31,1	-	38	27	11	82,4	A1	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC1	Sable argileux (e2b)	6,40 à 7,20	30,4	18,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC2	Limon verdâtre (Fz)	2,20 à 3,20	29,1	19,3	33	23	10	93,9	A1	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC2	Limon argileux gris foncé (Fz)	3,40 à 4,40	38,0	-	47	28	19	-	-	30	9	-	-	-	-	-	-
	SC2	Argile sableuse gris foncé (Fz)	4,60 à 5,80	38,3	18,2	-	-	-	75,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SC2	Argile silteuse (Fz)	5,80 à 6,80	40,7	17,4	-	-	-	-	-	20	41	-	-	-	-	-	-
« G5 » ABROTEC NO17 1159 Du 22/02/2018	SC2	Grave sablo-marneuse grise beige (Fz)	3,10 à 3,30	37,4	-	-	-	-	-	-	37	14	-	-	-	-	-	-
	SC2	Sable gris foncé pollué (hydrocarbure) légèrement graveleux avec traces noires (Fz)	4,00 à 4,20	27,6	-	-	-	-	-	-	30	27	-	-	-	-	-	-
	SC2	Sable argileux verdâtre (e2b)	7,00	28,0	-	-	-	-	-	-	23	19	-	-	-	-	-	-
	SC2	Argile sableuse grise (e2b)	9,00	31,0	-	-	-	-	-	-	20	20	-	-	-	-	-	-
	SC1	Vase grise avec trace de matière organique (Fz)	2,50 à 2,60	28,8	-							0,810	0,16	0,02	20	84 à 168	5,71E-08	
																168 à 336	6,34E-08	
																336 à 372	4,12E-08	
	SC1	Sable gris verdâtre (Fz)	4,80 à 4,90	19,0	-							0,536	0,09	0,01	60	136 à 272	8,58E-07	
																272 à 544	4,70E-08	
																544 à 1088	2,81E-07	
	SC1	Sable kaki légèrement sableux (e2b)	7,55 à 7,65	32,9	-							0,981	0,21	0,04	148	180 à 360	6,06E-07	
																360 à 720	7,51E-07	
																720 à 1440	2,55E-07	
	SC2	Marne sablo-graveleuse beige grise blanche (Fz)	3,90 à 4,00	37,2	-							0,980	0,18	0,01	28	115 à 229	3,06E-07	
																229 à 458	2,91E-07	
458 à 917																3,03E-07		

Légende :

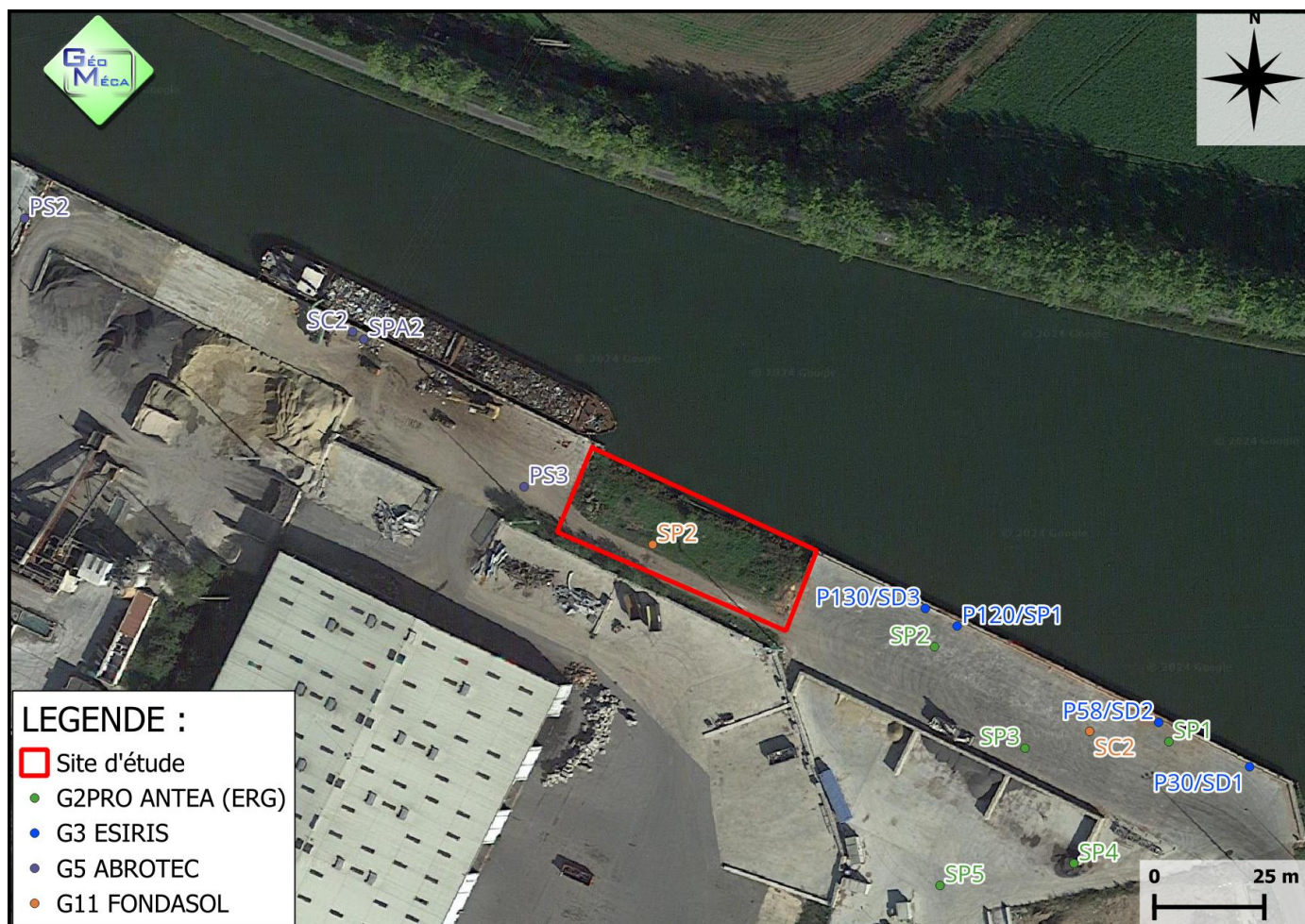
W : Teneur en eau pondérale ou teneur en eau initiale (essais de cisaillement et œdométriques) γ : Poids volumique W_L : Limite de liquidité W_p : Limite de plasticité I_p : Indice de plasticité Tamisat < 80 μm : Pourcentage d'éléments fins passant au tamis de 80 μ m	ϕ' : Angle de frottement effectif c' : cohésion effective e_i : indice des vides initial C_c : Indice de compression C_s : Indice de gonflement σ'_p : Contrainte de préconsolidation C_v : Coefficient de consolidation (vitesse de consolidation pour différents paliers de compression)
---	--

5.3 Synthèse des sondages pressiométriques

Nous avons réalisé une synthèse des sondages pressiométriques les plus proches du projet de quai « BETHUNE III », en intégrant toutefois les autres investigations disponibles (sondages carottés, sondages pénétrométriques statiques et autres sondages pressiométriques plus éloignés).

Pour l'analyse, nous avons retenu les sondages pressiométriques suivants :

- FONDASOL NSO 12.050 - SP2
- ANTEA A83152 - SP2 (ERG)
- ABROTEC/ESIRIS NO18 1345 - SP1
- ABROTEC NO17 1159 - SPA1
- ANTEA A83152 - SP1 (ERG)
- ANTEA A83152 - SP3 (ERG)
- ABROTEC NO17 1159 - SPA2



La démarche retenue a consisté, dans un premier temps, à considérer l'ensemble des essais pressiométriques réalisés, pour écarter ensuite les essais douteux susceptibles de fausser l'analyse.

N'ayant pas l'accès aux données brutes et n'ayant donc pas la possibilité de redépouiller les essais pressiométriques, le choix d'écarter un essai a été basé sur le critère suivant :

Essai non complètement achevé (anomalie de p_l^* faible avec généralement le signe > devant la valeur) entraînant également un rapport E_m/p_l incohérent.

En tout, 5 essais ont été écartés, ils sont repris ci-dessous :

Sondage concernés	Profondeur de l'essai écarté
ANTEA A83152 SP1 (ERG)	8 m
	11,5 m
ANTEA A83152 SP2 (ERG)	5 m
ANTEA A83152 SP3 (ERG)	8 m
ABROTEC NO17 1159 SPA2	4 m

5.3.1 Formations lithologiques considérées

Compte tenu de la diversité d'opérateurs ayant réalisé les sondages, nous avons retenu une approche interprétative qui consiste à rapprocher la lithologie décrite de la formation géologique la plus probable, notamment à partir des sondages carottés et des photographies des échantillons qui représentent une base plus fiable.

On notera que les sondages pressiométriques n'ont, pour la plupart, pas fait l'objet de prélèvement d'échantillons en dehors des premiers mètres et que les coupes lithologiques ont, par conséquent, été établies sur base des remontées de boue de forages qui sont parfois délicates à interpréter. Il est, par exemple, possible que les sables fin glauconieux landéniens aient, dans certains cas, mal été décrits et confondus avec des argiles sableuses.

La présence de limons quaternaires, intercalés entre les alluvions et les sables landéniens, est également possible, mais la distinction paraît délicate à faire et ne présente pas particulièrement d'intérêt dans le cas présent.

PROFONDEURS DES BASES DE COUCHES PAR SONDAGE CONSIDERE										
Formation	R		Fz		e _{2b}		e _{2a}		C ₄	
Stratigraphie	Remblais		Alluvions		Landénien Sup.		Landénien Inf.		Craie sénonienne	
Type de sol dominant retenu	Limon		Limon		Sable		Argile		Craie	
	Prof (m)	Cote NGF	Prof (m)	Cote NGF	Prof (m)	Cote NGF	Prof (m)	Cote NGF	Prof (m)	Cote NGF
FONDASOL NSO 12.050 SP2	2,60	-	5,20	-	12,50	-	17,30	-	20,00	-
ANTEA A83152 SP1	1,20	-	4,50	-	12,50	-	17,80	-	-	-
ANTEA A83152 SP2	0,70	-	5,40	-	12,50	-	18,10	-	20,00	-
ANTEA A83152 SP3	0,80	-	6,10	-	12,50	-	18,00	-	-	-
ABROTEC NO17 1159 SPA1	1,40	20,31	6,50	15,21	12,80	8,91	15,85	5,86	-	-
ABROTEC NO17 1159 SPA2	1,50	20,31	7,10	14,71	15,00	6,81	-	-	-	-
ABROTEC/ESIRIS NO18 1345 SP1	1,00	-	6,10	-	12,50	-	15,50	-	-	-
Min	0,70	20,31	4,50	14,71	12,50	6,81	15,50	-	-	-
Max	2,60	20,31	7,10	15,21	15,00	8,91	18,10	-	-	-

5.3.2 Synthèse des essais pressiométriques

	Remblais	Alluvions	Landénien Sup.	Landénien Inf.	Craie sénonienne
Em min	1,8	2,8	5,3	24,1	110,1
Em max	89,0	21,7	192,0	196,0	454,3
Em moyen	12,7	5,1	18,1	40,7	204,0
Pl min	0,35	0,25	0,83	1,31	4,32
Pl max	2,31	0,78	2,08	4,85	4,91
Pl moyen	1,12	0,43	1,31	3,09	4,72
Nb essais	5	24	33	19	5
Em moyen/Pl* moyen	11,4	11,8	13,8	13,2	43,2
1,5x pl* min	0,53	0,38	1,25	1,97	6,48
Lithologie dominante et classement selon NF P94-261 basé sur la pl* moyenne	Argiles et limons	Argiles et limons	Sables	Argiles et limons	Craies
	Fermes	Fermes	Denses	Très raides	Saines

NB :

- pour les pressions limites la moyenne est géométrique ;
- pour les modules pressiométriques la moyenne est harmonique.

5.4 Synthèse des sondages pénétrométriques

Cinq sondages pénétrométriques statiques ont été réalisés au voisinage du site (PS1 à PS5), ils sont présentés dans le rapport G5 d'ABROTEC réf. NO17 1159, mais ont été réalisés par LANKELMA. Le sondage PS3, en particulier, en est très proche (voir plan ci-dessous).



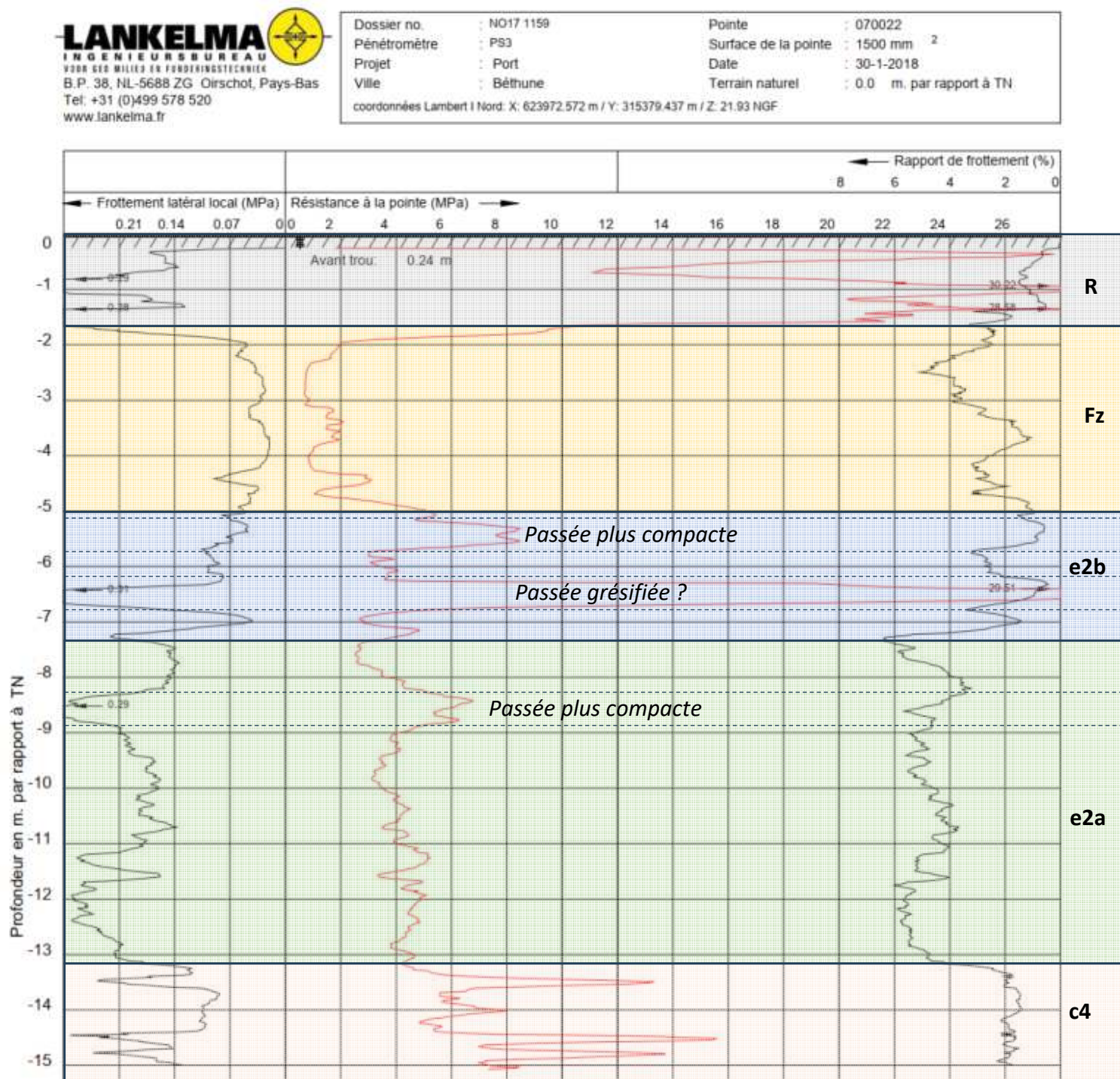
Figure 18 : Plan d'implantation des sondages pénétrométriques réalisés au plus proche du quai "Béthune III"

L'ensemble des sondages pénétrométriques montrent des profils qui semblent très similaires une fois recallés en altimétrie. Le sondage PS3, le plus proche du projet, est représentatif de l'ensemble, nous choisissons donc de concentrer notre analyse sur celui-ci.

Le pénétrogramme présenté en page suivante montre en ordonnée la profondeur et en abscisse les données suivantes :

- **qc** : la résistance à la pénétration du cône, appelée plus couramment « la résistance de pointe », exprimée en MPa (courbe rouge au centre) ;
- **fs** : le frottement latéral unitaire sur le manchon, exprimé en MPa (courbe noire à gauche, croissante vers la gauche) ;
- **Rf = fs / qc** : le rapport de frottement, exprimé en % (courbe noire à droite, croissante vers la gauche).

Les formations lithologiques traversées sont indiquées par nos soins, déduites des profils en regard des profondeurs de couches des sondages pressiométriques et carottés présentés ci-avant en reprenant les mêmes codes couleurs (voir chapitre 5.3).



On observe la présence de remblais hétérogènes relativement compacts jusque vers 2,00 m de profondeur, surmontant une couche d'alluvions molles à plus fermes dont la base semble se trouver vers 5 m de profondeur (17 m NGF).

Entre 5 et 13 m de profondeur, on observe une couche plus compacte, avec des résistances de pointe rarement inférieures à 3 MPa, en moyenne aux environs de 4 MPa, avec des pics importants sur plus de 50 cm d'épaisseur, pouvant correspondre à des passées plus compactes, voire à des passées grésifiées dans les sables du Landénien supérieur. Des couches plus argileuses semblent aussi pouvoir composer cet ensemble, marquées par des frottements latéraux plus faibles localement.

En base de sondage, on observe une diminution des frottements latéraux en parallèle d'une augmentation de la résistance de pointe, pouvant correspondre au passage du substratum crayeux du Cénonien.

A noter que le découpage des couches a été revu par rapport au rapport G5 réalisé par nos soins.

6. INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES

6.1 Programme de reconnaissance et essais in-situ

Les travaux sur le terrain ont consisté en la réalisation de :

- 4 essais de pénétration statique (**notés 01 à 04**) descendus aux profondeurs suivantes :

Sondage	01	02	03	04
Profondeur d'arrêt (m)	18,90 (refus)	6,50 (refus)	18,90 (refus)	19,10 (refus)

- 2 carottages (**notés SC1 et SC2**) descendus à 15,00 m/TN avec prélèvements d'échantillons intacts ;
- 5 fouilles de reconnaissance géologiques (**notées F1 à F5**) descendues aux profondeurs suivantes :

Sondage	P1	P2	P3	P4	P5
Profondeur d'arrêt (m)	0,50 (refus)	0,80 (refus)	1,50	1,20 (refus)	1,50

Ces investigations sont reportées sur le plan d'implantation en annexe (p. 63).

Un relevé du niveau de nappe a également été réalisé dans l'ensemble des sondages.

6.2 Analyses en laboratoire

Les prélèvements d'échantillons ont fait l'objet d'identification en laboratoire, à savoir :

- 5 packs ISDI ;
- 4 essais triaxiaux CU+u ;
- 4 essais œdométriques de chargement.

6.3 Relevés des coordonnées des points de sondage

Tous les points de sondage ont été relevés à l'aide d'un GPS à précision centimétrique.

Ces coordonnées, appartenant au référentiel RGF 93 CC50, sont présentées au sein du tableau suivant.

Sondage	X	Y	Z (NGF)
SC1	1676989.98	9259737.49	65.97
SC2	1676955.87	9259753.48	65.62
P1	1676970.67	9259733.74	65.68
P2	1676973.97	9259739.80	65.63
P3	1676983.08	9259744.05	65.80
P4	1676968.31	9259749.80	65.35
P5	1676992.44	9259740.37	65.84
PS 01	1676955.97	9259748.84	65.55
PS 02	1676975.67	9259746.53	65.65
PS 03	1676988.75	9259733.05	65.65
PS 04	1676957.33	9259756.00	65.69

7. RÉSULTATS DES INVESTIGATIONS GÉOTECHNIQUES

7.1 Géologie rencontrée

Les investigations géotechniques ont permis de rencontrer les formations suivantes.

Le code couleur présenté dans le chapitre 5.3 a été repris.

Remblais limono-sableux + briques + cailloutis divers (R)

Sondage	SC1	SC2	P1	P2	P3	P4	P5
Profondeur de la base de la couche (m/TN)	1,50*	1,90	0,50**	0,80**	1,50**	1,20**	1,50**

* Epaisseur pouvant être supérieure, carotte suivante ayant été envoyée au laboratoire pour essais

* fin de sondage

Argiles limoneuses à sablo-limoneuses marron/grises à noires, pouvant être organiques (Fz)

Sondage	SC1	SC2	P1	P2	P3	P4	P5
Profondeur de la base de la couche (m/TN)	5,50	5,20	-	-	-	-	-

Sables argileux gris à gris bleuté (e2b)

Sondage	SC1	SC2	P1	P2	P3	P4	P5
Profondeur de la base de la couche (m/TN)	6,50*	7,50	-	-	-	-	-

* Epaisseur pouvant être supérieure, carotte suivante ayant été envoyée au laboratoire pour essais

Argiles marron grisâtre, marneuses en base de couche (e2a)

Sondage	SC1	SC2	P1	P2	P3	P4	P5
Profondeur de la base de la couche (m/TN)	13,50	12,50	-	-	-	-	-

Craie argileuse grise (c4)

Sondage	SC1	SC2	P1	P2	P3	P4	P5
Profondeur de la base de la couche (m/TN)	15,00*	15,00*	-	-	-	-	-

* Fin de sondage

Les sondages ont donné lieu à l'établissement de coupes géologiques jointes en annexe (p. 64).

Remarques :

- Les épaisseurs ainsi que la nature des remblais sont susceptibles de varier fortement d'un point à un autre.

7.2 Hydrologie-Hydrogéologie

Aucun niveau d'eau n'a été mesuré dans nos forages (forages réalisés à l'eau).

Notre intervention étant ponctuelle, elle ne permet pas de fournir des informations hydrogéologiques suffisantes pour apprécier la variation des nappes et circulation d'eau. La caractérisation des niveaux d'eau pourrait être réalisée par l'intermédiaire d'un piézomètre à mettre en œuvre sur site couplé à un suivi piézométrique sur un cycle de saisons minimum (1 an).

Par ailleurs, la nature des horizons rencontrés en tête de forage peut être à l'origine d'une accumulation d'eau en période pluvieuse.

Il y aura donc lieu de mettre en œuvre une barrière anti-capillarité afin de limiter les remontées d'humidité et de collecter ces eaux avant tout coulage des bétons.

7.3 Résultats des analyses en laboratoire

7.3.1 *Packs ISDI*

Il a été réalisé des analyses environnementales sur 5 échantillons prélevés au droit des fouilles de reconnaissances géologiques, aux profondeurs suivantes :

Sondage	P1	P1	P2	P2	P2
Profondeur (m)	0,00 à 0,30	0,30 à 0,70	0,00 à 0,20	0,20 à 0,50	0,50 à 0,80

Les résultats sont présentés en annexes, en p. 81.

7.3.2 *Essais triaxiaux*

Des essais triaxiaux de type CU+u (consolidés non drainés avec mesure de la pression interstitielle) ont été réalisés sur des échantillons prélevés au droit des sondages carottés SC1 et SC2. Les résultats de ces essais sont reportés au sein du tableau ci-dessous :

N° de sondage	Profondeur des essais réalisés (m/TN)	Nature géologique	C' (kPa)	ϕ' (°)
SC1	2,00	Argile silteuse	14	28
SC1	7,00	Sable argileux	13	30
SC2	4,00	Argile à passes sableuses	17	27
SC2	10,00	Argile	19	33

Avec :

- C' : Cohésion effective
- ϕ' : Angle de frottement effectif.

Les procès-verbaux de ces essais sont fournis en annexe.

7.3.3 Essai de chargement à l'œdomètre

Quatre essais de chargement à l'œdomètre ont été réalisés sur des échantillons intacts prélevés au droit des sondages carottés SC1 et SC2. Les résultats de ces essais sont reportés au sein du tableau ci-dessous :

N° de sondage	Profondeur des essais réalisés (m/TN)	Nature géologique	Cv (m²/s)	σ_v (kPa)
SC1	2,00	Argile silteuse	$2,16 \times 10^{-7}$	1280
SC1	7,00	Sable argileux	$5,71 \times 10^{-7}$	2240
SC2	4,00	Argile silteuse	$1,11 \times 10^{-7}$	1280
SC2	10,00	Argile	$5,71 \times 10^{-8}$	3360

Avec :

- Cv : Coefficient de consolidation verticale ;
- σ_v : Contrainte initiale.

Le procès-verbal de cet essai est fourni en annexe.

7.4 Résultats des essais in-situ

Principe de l'essai de pénétration statique (CPT) :

L'objectif de cet essai est d'enfoncer dans le sol, à vitesse constante et à l'aide d'un vérin hydraulique, une pointe terminée par un cône.

Le pénétromètre employé ici est du type statique type PAGANI TG 63-150.

Les pénétrogrammes joints en annexe montrent en ordonnée la profondeur et en abscisse les données suivantes :

- **q_c** : la résistance à la pénétration du cône, appelée plus couramment « la résistance de pointe », exprimée en MPa ;
- **f_s** : le frottement latéral unitaire sur le manchon, exprimé en MPa ;
- **R_f** = f_s / q_c : le rapport de frottement, exprimée en %.

Interprétation des pénétromètres réalisés :

Les formations lithologiques traversées sont indiquées par nos soins, déduites des profils en regard des profondeurs de couches des sondages pressiométriques et carottés présentés dans le chapitre 5 en reprenant les mêmes codes couleurs.



B.P. 36, NL-5688 ZG Oirschot, Pays-Bas
Tel: +31 (0)499 578 520
www.silt.nl

Dossier no.	: 2502418	Pointe	: 071593
Penétromètre	: 01	Surface de la pointe	: 1500 mm ²
Projet	: Port Fluvial	Date	: 25-9-2025
Ville	: Bethune	Terrain naturel	: 0.0 m. par rapport à TN

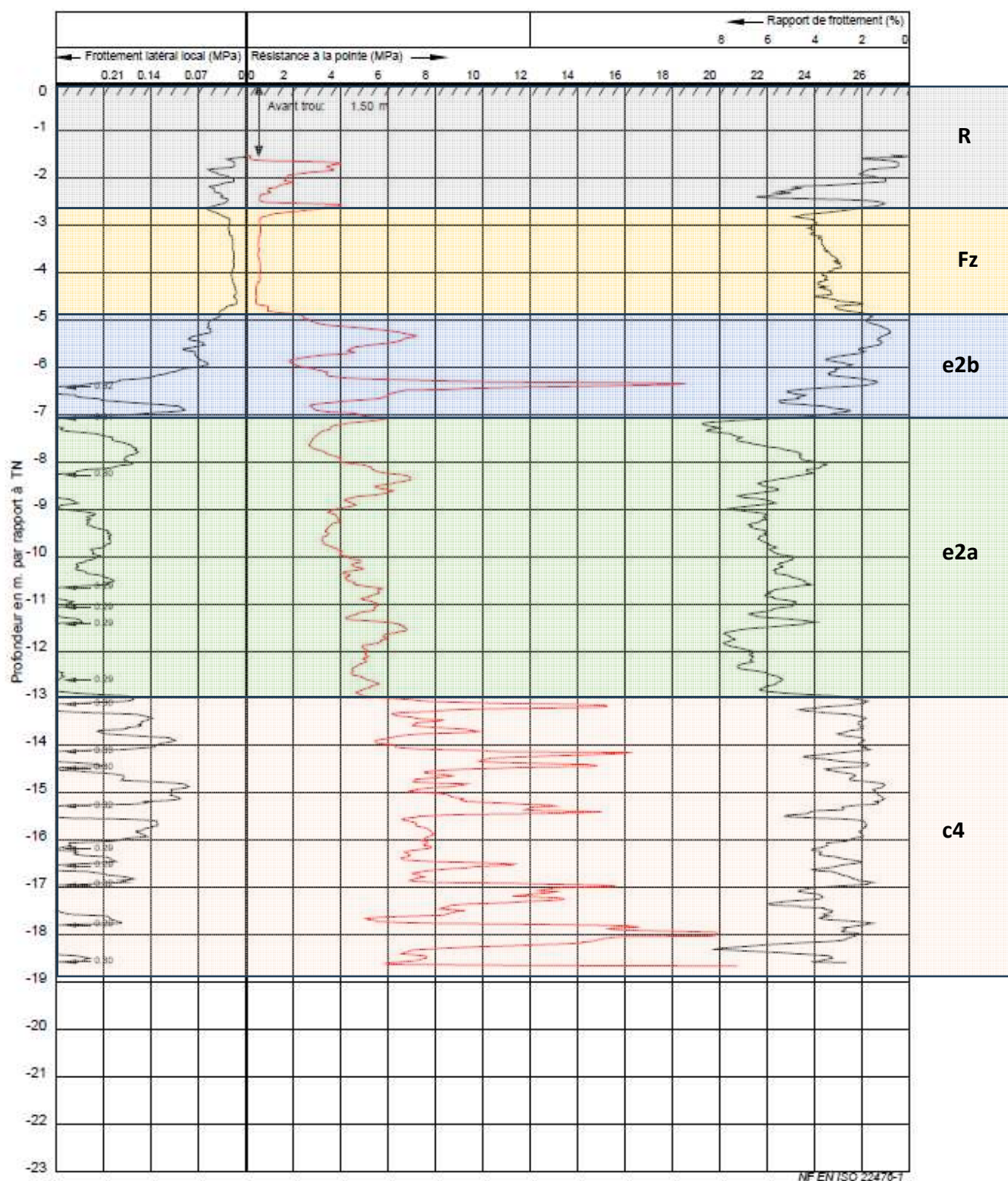


Figure 20 : Pénétragramme PS 01



B.P. 38, NL-5688 ZG Oirschot, Pays-Bas
Tel: +31 (0)499 578 520
www.silt.nl

Dossier no.	: 2502418	Pointe	: 071593
Pénétromètre	: 02	Surface de la pointe	: 1500 mm ²
Projet	: Port Fluvial	Date	: 25-9-2025
Ville	: Bethune	Terrain naturel	: 0.0 m. par rapport à TN

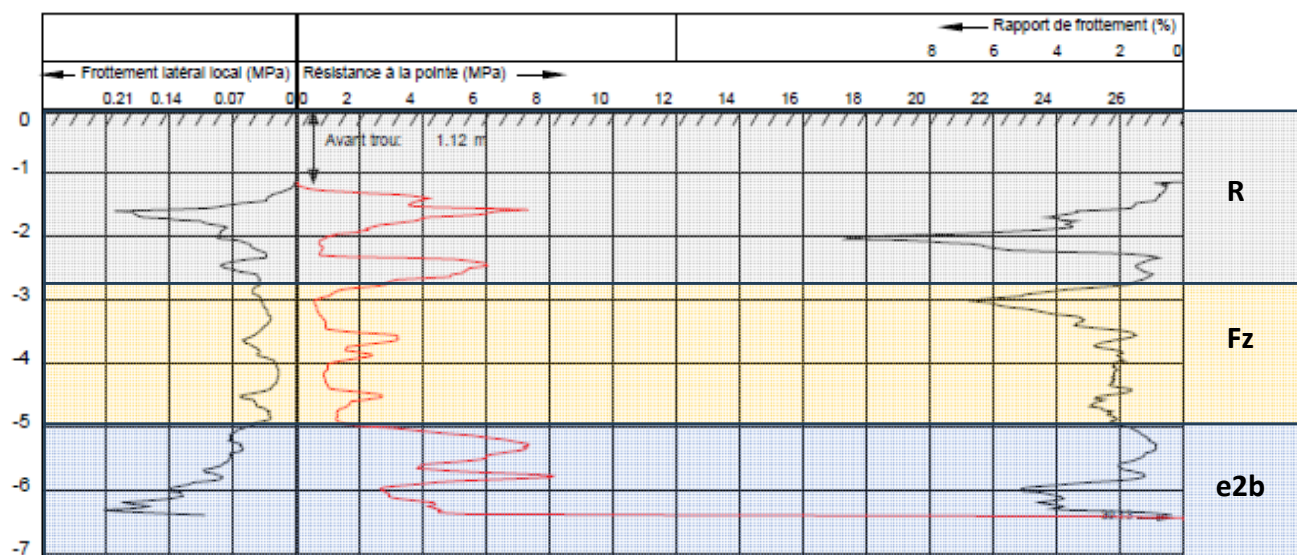


Figure 21 : Pénétrogramme PS 02

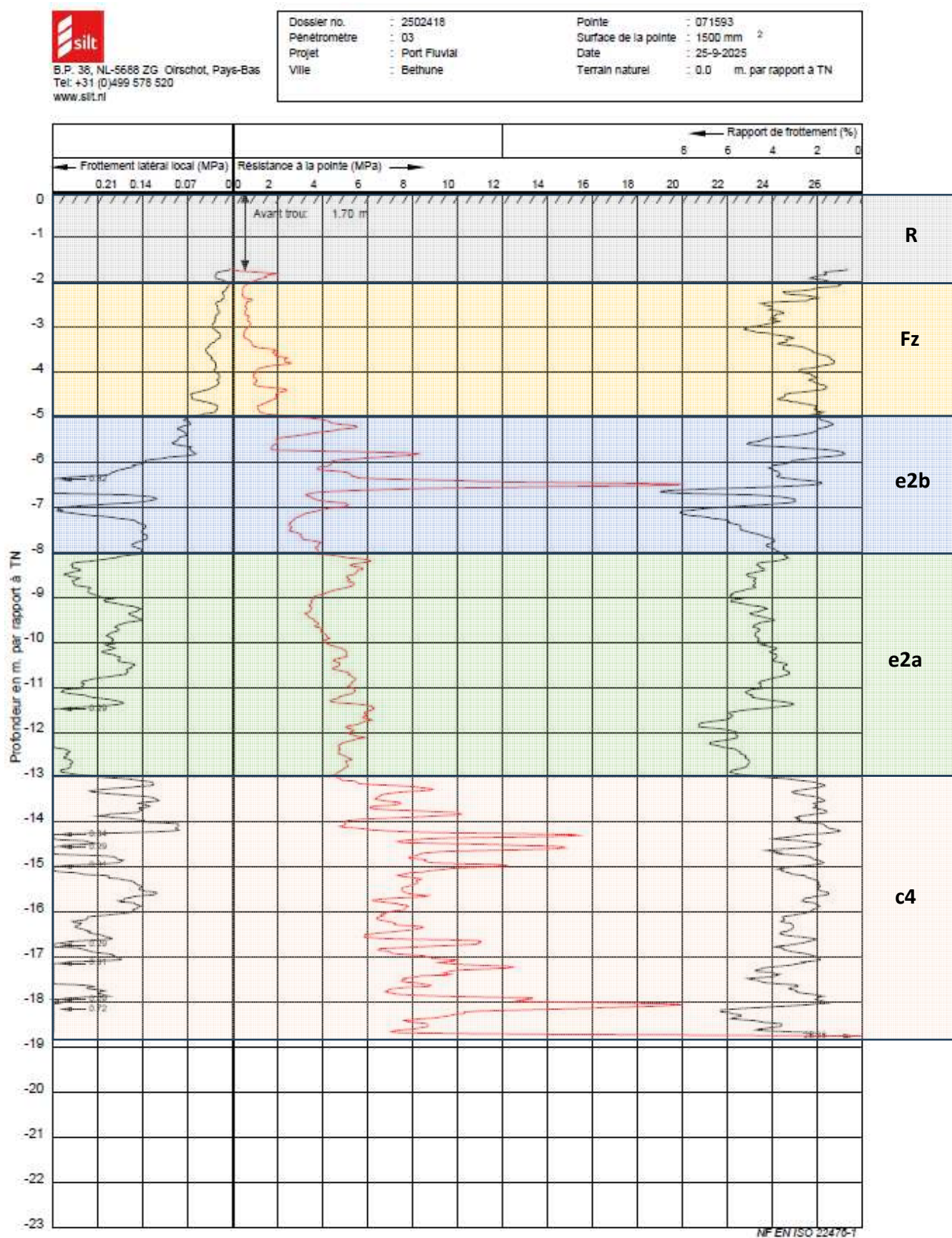


Figure 22 : Pénétragramme PS 03



B.P. 38, NL-5688 ZG Oirschot, Pays-Bas
Tel: +31 (0)499 578 520
www.silt.nl

Dossier no.	: 2502418	Pointe	: 071593
Pénétromètre	: 04	Surface de la pointe	: 1500 mm ²
Projet	: Port Fluvial	Date	: 25-9-2025
Ville	: Béthune	Terrain naturel	: 0.0 m. par rapport à TN

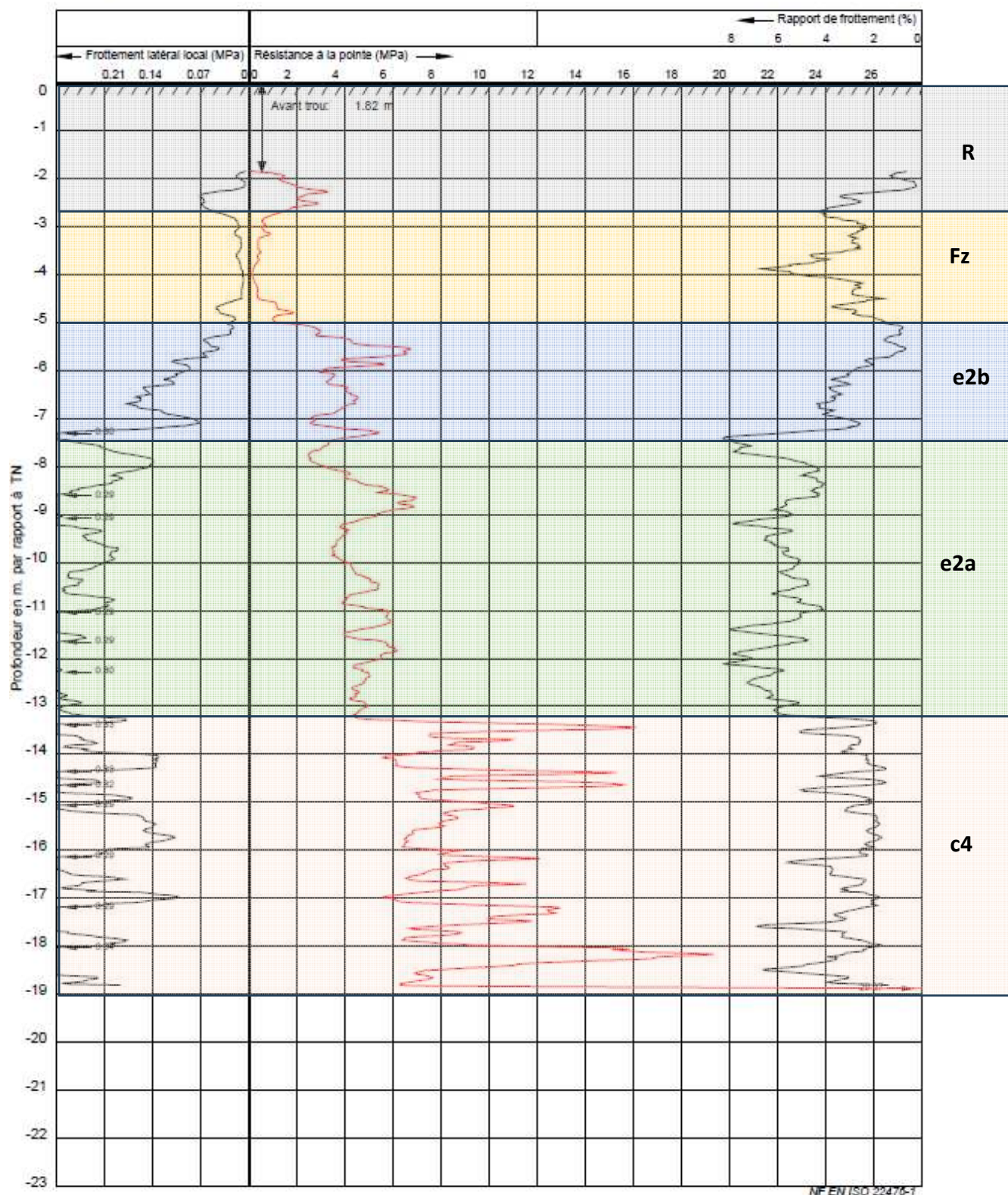


Figure 23 : Pénétrogramme PS 04

On observe la présence de remblais hétérogènes relativement compacts jusque vers 2,50 m de profondeur, surmontant une couche d'alluvions molles à plus fermes dont la base semble se trouver vers 5 m de profondeur.

Entre 5 et 13 m de profondeur, on observe une couche plus compacte, avec des résistances de pointe rarement inférieures à 3 MPa, en moyenne aux environs de 4 MPa, avec des pics importants sur plus de 50 cm d'épaisseur, pouvant correspondre à des passées plus compactes, voire à des passées grésifiées dans les sables du Landénien supérieur. Des couches plus argileuses semblent aussi pouvoir composer cet ensemble, marquées par des frottements latéraux plus faibles localement.

En base de sondage, on observe une diminution des frottements latéraux en parallèle d'une augmentation de la résistance de pointe, pouvant correspondre au passage du substratum crayeux du Sénonien.

7.5 Reconnaissance de canalisation

La reconnaissance d'une canalisation en diamètre 500 mm nous a été demandée.

En effet, un regard assainissement est présent à proximité du site, à l'Ouest de celui-ci, laissant apparaître un clapet et une vanne. Cependant, la position de cette canalisation est inconnue. Le plan ci-dessous présente une position supposée de cette canalisation.

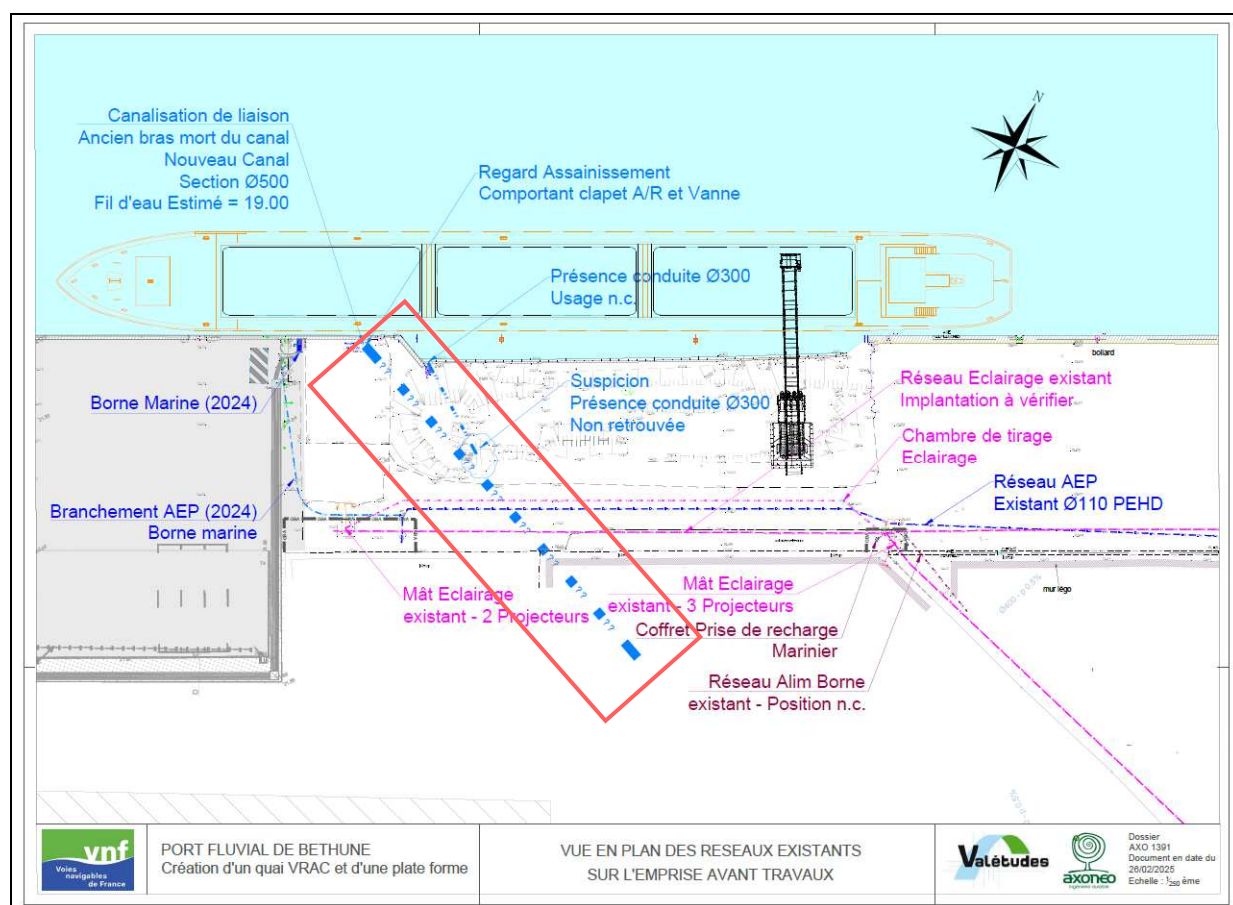


Figure 24 : Plan des réseaux existants



Figure 25 : Photographie du regard assainissement



Figure 26 : Photographie du regard assainissement

7.5.1.1 *Prestation réalisée par Detect Réseaux*

Nous avons fait appel à la société Detect Réseaux afin de localiser cette canalisation. Cependant, les recherches n'ont pas été fructueuses.

Cela est lié à plusieurs facteurs :

- Le clapet, en position fermée, ne s'ouvrant pas manuellement et n'ayant pas d'information sur l'ouverture mécanique, les moyens mis en œuvre habituellement dans la détection de réseaux n'ont pas pu être réalisés (aiguillage du réseau). De plus, un niveau d'eau était présent dans le regard ;
- En surface, la nature du sol atténuait fortement le signal radar ;
- La profondeur estimée de la canalisation était vraisemblablement située au-delà de la zone d'efficacité de l'appareil.

Selon la société Detect Réseaux, la méthode la plus fiable pour détecter cette canalisation serait l'aiguillage électromagnétique. Cependant, ceci ne serait réalisable qu'une fois le clapet ouvert.

Le rapport de Détect Réseaux est repris en annexes.

7.5.1.2 *Prestation réalisée par nos soins à la pelle mécanique*

Nous avons réalisé une prestation de recherche de réseau à la pelle mécanique suite à la prestation réalisée par Détect Réseaux.

Pour cela, nous avons réalisé une tranchée d'une largeur variant entre 0,7 et 0,9 m, perpendiculairement à la position du réseau, dont la position est reprise par les points représentés sur la vue aérienne ci-après.



Figure 27 : Position de la tranchée réalisée à la pelle mécanique

Le réseau n'a pas été rencontré jusqu'à la profondeur de base de la tranchée, soit vers 1,50 à 1,90 m/TN (dans les terrains sains en place).

Le plan ci-dessous indique que le réseau (représenté en pointillés violets) aurait dû être rencontré dans la tranchée.

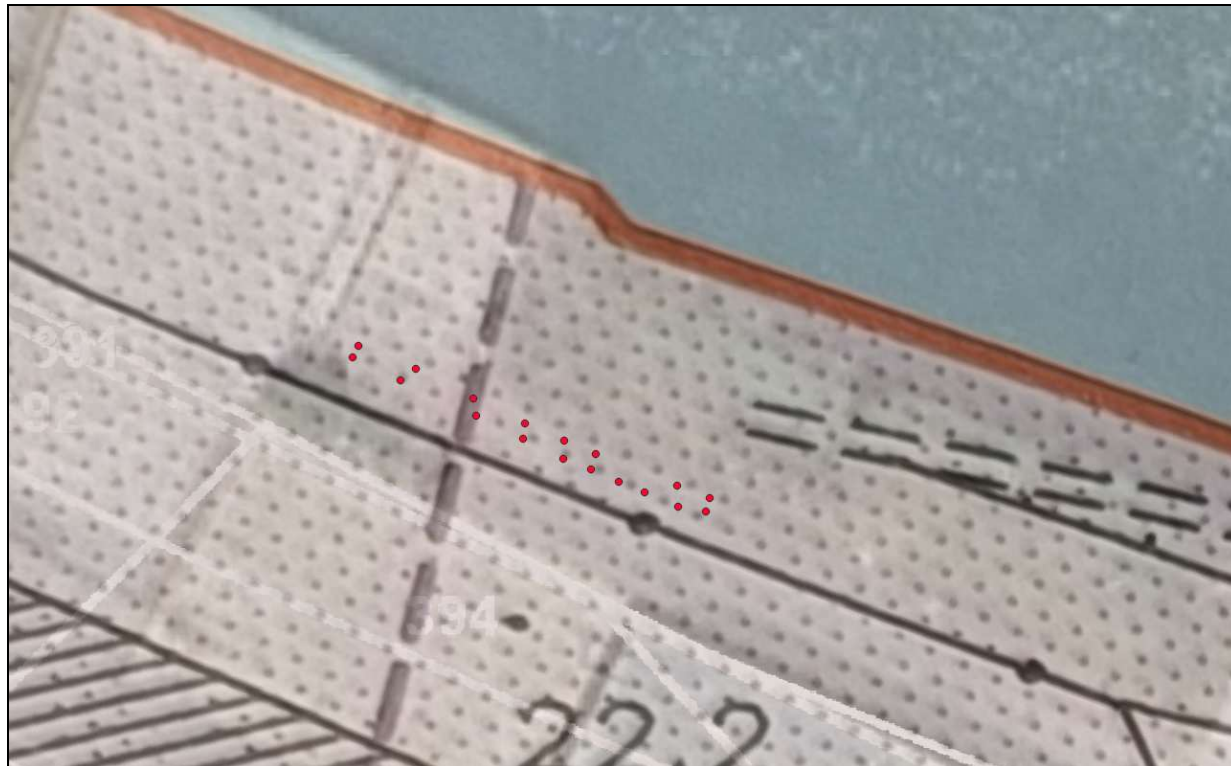


Figure 28 : Position de la tranchée réalisée à la pelle mécanique avec position du réseau recherché



Figure 29 : Photographie de la tranchée réalisée



Figure 30 : Photographie de la tranchée réalisée



Figure 31 : Photographie de la tranchée réalisée



Figure 32 : Photographie de la tranchée réalisée



Figure 33 : Photographie de la tranchée réalisée



Figure 34 : Photographie de la tranchée réalisée

8. CALCULS DES TASSEMENTS SOUS PLATEFORME

8.1 Faisabilité d'une plateforme sur sol non renforcé

Les tassements ont été calculés pour des surcharges de 5 T/m².

Le tableau suivant présente l'estimation des modules de déformations basée sur la formule $E_s = E_M/\alpha$.

Lithologie	Profondeur de la base (m/TN)	Épaisseur (m)	E_m (MPa)	α	E_s (MPa)
Couche de forme	0,80	0,80	-	-	20
Remblais (R)	2,00	1,20	5,0	1	5,0
Alluvions (Fz)	5,50	3,50	2,5	2/3	3,7
Sables (e_2b)	8,00	3,50	20,0	1/3	60,6
Argiles (e_2a)	13,50	5,50	30,0	2/3	44,7
Craie (c_4)	>19,00	>5,50	50,0	1/2	100,0

Il est à noter qu'il s'agit d'un modèle établi selon les résultats des investigations géotechniques réalisées qui sont ponctuelles. Des variations de la profondeur ou des caractéristiques mécaniques sont ainsi possibles.

Les tassements absolus ont été estimés pour une charge de 5 T/m² à l'aide du logiciel FoXta V3 module TASPLAQ. Le résultat est présenté au sein du tableau suivant :

Charge (T/m ²)	5
Tassement (cm)	1,0 à 4,4

A noter que les hypothèses suivantes ont été prises en compte :

- Dimension de la plateforme : 55 m X 25 m environ ;
- Module de Young de la plaque : 10 000 MPa ;
- Coefficient de poisson de la plaque : 0,20.

Ce calcul a été mené en première approche afin de servir de base de discussion pour appréhender la faisabilité d'une plateforme sur sol non renforcé.

Nous avons pris en compte le cas d'étude du CEREMA pour la plateforme du quai BETHUNE II et qui conclut à la possibilité d'une plateforme non renforcée. Notons cependant que le projet étudié différerait, notamment en termes de surcharges moins élevées. Notons que nous ne connaissons pas les tassements admissibles dans le cadre de ce projet.

Caractéristiques du projet Il s'agit d'aménager des plates-formes de stockage pour des containers, au droit de zones exploitées actuellement de façon variées :

- zones non aménagées,
- zone de stockage théorique des containers mais actuellement peu utilisée,
- zones de stockage sous hangar.

Les containers apportent une surcharge uniforme comprise entre 20 et 40 kPa.
Les tassements admissibles sous charge uniforme sont estimés entre 2 et 3 cm.

Figure 35 : Extrait du rapport du CEREMA de 2018 (p. 10/28) concernant le quai BETHUNE II

Il conviendra à la maîtrise d'œuvre de vérifier l'admissibilité de ces tassements. Il conviendra également de vérifier si d'autres études complémentaires sont à mener. La plateforme étant désormais prévue en enrobé, les critères de déformabilité sont moindres que pour une plateforme béton. Il conviendra éventuellement de prendre en compte les reprises périodiques de la plateforme dans le plan de gestion.

8.1.1 Conditions de mise en œuvre d'un dallage sur terre-plein

La réalisation d'un dallage sur terre-plein est envisageable, à condition de respecter les modalités de réalisation suivantes :

- Purge **d'une partie des remblais**, et de tous matériaux impropres à la construction sur toute leur épaisseur ;
- Procéder à une vérification visuelle de la plateforme de terrassement afin de déceler tout point dur ou toute zone molle éventuelle ;
- Mise en place d'un géotextile non tissé en fond de fouille et remontant sur les parois du sol encaissant afin d'éviter la contamination du remblai d'apport par le sol sous-jacent ;
- Reconstituer le sol à partir d'un matériau granulaire, sain, inerte, insensible à l'eau et au gel, granulométrie 0/120 mm avec un pourcentage de fines (éléments $< 80 \mu\text{m}$) $< 1 \%$, compacté par couches minces de 0,30 m avec un objectif à mi-hauteur de $\text{EV2} > 30 \text{ MPa}$, LA et $\text{MDE} < 45$, et $\text{EV2}/\text{EV1} < 2$;
- Mise en œuvre d'une couche de forme compactée suivant les règles de l'art avec contrôle de portance et de compactage par des essais à la plaque.

Remarques concernant la couche de forme :

La couche de forme sera constituée par un matériau sain, insensible à l'eau dont l'épaisseur sera fonction du module de Westergaard demandé vis-à-vis du dimensionnement du dallage. Elle sera au minimum de **0,50 m** pour obtenir, avec un compactage selon les règles de l'Art, un module de Westergaard de 50 MPa/m.

Par ailleurs, il sera indispensable de réceptionner la couche de forme par des essais à la plaque.

Généralement, les valeurs à obtenir sont :

- $W1 < 3 \text{ mm}$;
- $EV2/EV1 < 2$;
- $EV2 > 50 \text{ MPa}$ pour des surcharges allant jusqu'à 2 T/m^2 , $EV2 > 70 \text{ MPa}$ pour des surcharges de plus de 2 T/m^2 ;
- $Wr1/W1 < 0,6$.

On facilitera la mise en œuvre et le compactage par l'intercalation d'un géotextile.

Nous attirons l'attention sur la difficulté de compacter un matériau sur ce type de sol en période pluvieuse (phénomène de matelassage). Dans ces conditions en période de forte pluie, il y aura lieu de mettre en œuvre des tranchées drainantes afin de collecter ces eaux superficielles.

8.1.2 Estimation de la durée de consolidation des remblais d'apport

Nous rappelons que le terrain présente en moyenne 2 m de remblais en tête.

Le degré de consolidation est défini par la formule suivante :

$$U_v = \left(\frac{1}{1 + \frac{1}{2T_v^3}} \right)^{1/6}$$

Avec :

$$T_v = \frac{C_v \cdot t}{H^2}$$

Les valeurs suivantes ont été prises en compte dans le calcul.

C_v : Coefficient de consolidation verticale = $2,38 \times 10^{-07} \text{ m}^2/\text{s}$;

T_v : Facteur temps = 2,00 ;

H : Hauteur de drainage = 8,00 m ;

U_v : Degré de consolidation verticale.

Les temps de consolidation pour différents degrés de consolidation sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Degré de consolidation (%)	Tassements (cm)	Temps (jours)
40	1,8	396
50	2,2	621
60	2,6	904
70	3,1	1262
80	3,5	1750
90	4,0	2576
95	4,2	3471
99	4,4	6236

Le sol sera considéré totalement consolidé après 6236 jours, soit 208 mois (17 ans et 3 mois).

9. DIMENSIONNEMENT DES PALPLANCHES

Le dimensionnement des palplanches avec double rideaux a été réalisé par VALETUDES.

Celui-ci est présenté en annexes.

Nous proposons de retenir les modèles géotechniques suivants :

- Stabilité des palplanches :

Formation	Cote base de la couche (m/TN)	Cote base de la couche (m NGF)	Épaisseur (m)	E_M (MPa)	PI^* (MPa)	q_c (MPa)	α (-)	C' (kPa)	ϕ' (°)	γ_h (kN/m ³)
Remblais (R)	2,00	19,00	2,00	-	-	-	1	0	25	19
Alluvions (Fz)	5,50	15,50	3,50	2,5	0,25	0,5	2/3	14	27	18
Sables (e_{2b})	8,00	13,00	2,50	20,0	1,50	3,0	1/3	10	30	18
Argile (e_{2a})	13,50	7,50	5,50	30,0	2,50	4,0	2/3	15	28	19
Craie (c_4)	>19,00	< 2,00	>5,50	50,0	5,00	7,0	1/2	20	20	20

- Mise en œuvre des palplanches :

Formation	Cote base de la couche (m/TN)	Cote base de la couche (m NGF)	Épaisseur (m)	E_M (MPa)	PI^* (MPa)	q_c (MPa)	α (-)	C' (kPa)	ϕ' (°)	γ_h (kN/m ³)
Remblais (R)	2,00	19,00	2,00	70,0	2,00	-	1	0	25	19
Alluvions (Fz)	5,50	15,50	3,50	200,0	2,00	20,0	2/3	14	27	18
Sables (e_{2b})	8,00	13,00	2,50	200,0	2,00	6,0	1/3	10	30	18

Le modèle ci-dessus a pour vocation de mettre en exergue les caractéristiques mécaniques localement élevées en base d'alluvions ou en tête du Landénien supérieur pouvant engendrer des refus de battage, de manière à ce que les capacités de mise en œuvre des entreprises soient adaptées et non sous-estimées. **Il n'a en aucun cas vocation à servir pour les justifications des calculs de stabilité d'écran ou de tassements.**

Avec :

E_M : module pressiométrique
 PI^* : pression limite nette
 q_c : résistance de pointe
 α : coefficient rhéologique
 C' : cohésion effective
 ϕ' : angle de frottement effectif
 γ_h : poids volumique humide

Le rapport ci-présent conclut la mission géotechnique de conception G2 phase projet qui nous a été confiée. Il constitue un ensemble indissociable avec ses annexes. Une mauvaise utilisation qui pourrait être faite suite à une communication ou reproduction partielle ne saurait engager GEOMECA.

Toute modification du projet (caractéristiques, implantation) ou du site (terrassement) nécessitera une mise à jour du présent rapport, éventuellement accompagnée d'investigations complémentaires.

Il est important de préciser que les investigations réalisées sur le site pour cette étude ont un caractère ponctuel. Les recommandations exposées dans ce rapport devront être mises en œuvre en tenant compte des conditions réelles du terrain mis à jour au cours des travaux. Par ailleurs, la découverte de toute anomalie devra nous être signalée afin d'affiner nos conclusions.

Selon l'enchaînement des missions au sens de la norme NF P 94-500, les études géotechniques d'exécutions (mission G3) et de supervision géotechnique (mission G4) devront être envisagées.

Le présent rapport pourra servir au lancement d'une consultation ou d'un appel d'offres pour la construction d'un ouvrage géotechnique.

10. ANNEXES

10.1 Extrait de la norme NF P 94-500 révisée en 2013 Classification et enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

Tout ouvrage est en interaction avec son environnement géotechnique. C'est pourquoi, au même titre que les autres ingénieries, l'ingénierie géotechnique est une composante de la maîtrise d'œuvre indispensable à l'étude puis à la réalisation de tout projet.

Le modèle géologique et le contexte géotechnique général d'un site, définis lors d'une mission géotechnique préliminaire, ne peuvent servir qu'à identifier des risques potentiels liés aux aléas géologiques du site. L'étude de leurs conséquences et leur réduction éventuelle ne peut être faite que lors d'une mission géotechnique au stade de la mise au point du projet : en effet les contraintes géotechniques de site sont conditionnées par la nature de l'ouvrage et variables dans le temps, puisque les formations géologiques se comportent différemment en fonction des sollicitations auxquelles elles sont soumises (géométrie de l'ouvrage, intensité et durée des efforts, cycles climatiques, procédés de construction, phasage des travaux notamment).

L'ingénierie géotechnique doit donc être associée aux autres ingénieries, à toutes les étapes successives d'étude et de réalisation d'un projet, et ainsi contribuer à une gestion efficace des risques géologiques afin de fiabiliser le délai d'exécution, le coût réel et la qualité des ouvrages géotechniques que comporte le projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions types d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1, 2 et 3. Les éléments de chaque mission sont spécifiés dans les chapitres 7 à 9. Les exigences qui y sont présentées sont à respecter pour chacune des missions, en plus des exigences générales décrites au chapitre 5 de la présente norme. L'objectif de chaque mission, ainsi que ses limites, sont rappelés en tête de chaque chapitre. Les éléments de la prestation d'investigations géotechniques sont spécifiés au chapitre 6.

Classification des missions d'ingénierie géotechnique

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

ÉTAPE 1 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES PREALABLES (G1)

Cette mission exclue toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre d'une 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 Etude 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 de l'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables, notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols.

ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE PROJET (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 :

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

Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

ÉTAPE 3 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE RÉALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Etude

— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Etudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôle à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).

— Elaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.

Phase Suivi

— Suivre en continu les auscultations de l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Etude.

— Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).

— Etablir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents géotechniques nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO).

SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou du 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 de suivi d'exécution

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

— Donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.

DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)

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

— Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.

— Etudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.

— Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechnique seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Etape 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	Etude géotechnique préalable (G1) Phase principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification Des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Etape 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 (choix constructifs)
	PRO	Etude géotechnique de conception (G2) Phase projet		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	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		
Etape 3 : Etudes géotechniques de réalisation (G3 / G4)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE / VISA	Etude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase étude (en interaction avec la phase suivie)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision du suivi)	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 (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET / AOR	Etude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase suivi (en interaction avec la phase étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
A toute étape d'un projet ou sur un projet 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

10.2 Plan d'implantation des sondages



10.3 Sondages carottés

	BETHUNE (62) - Création d'un quai et d'une plateforme		Contrat 25-620
	Date : 01/09/2025	Profondeur : 0,00 - 15,00 m	
		X : 1676989.98	
		Y : 9259737.49	

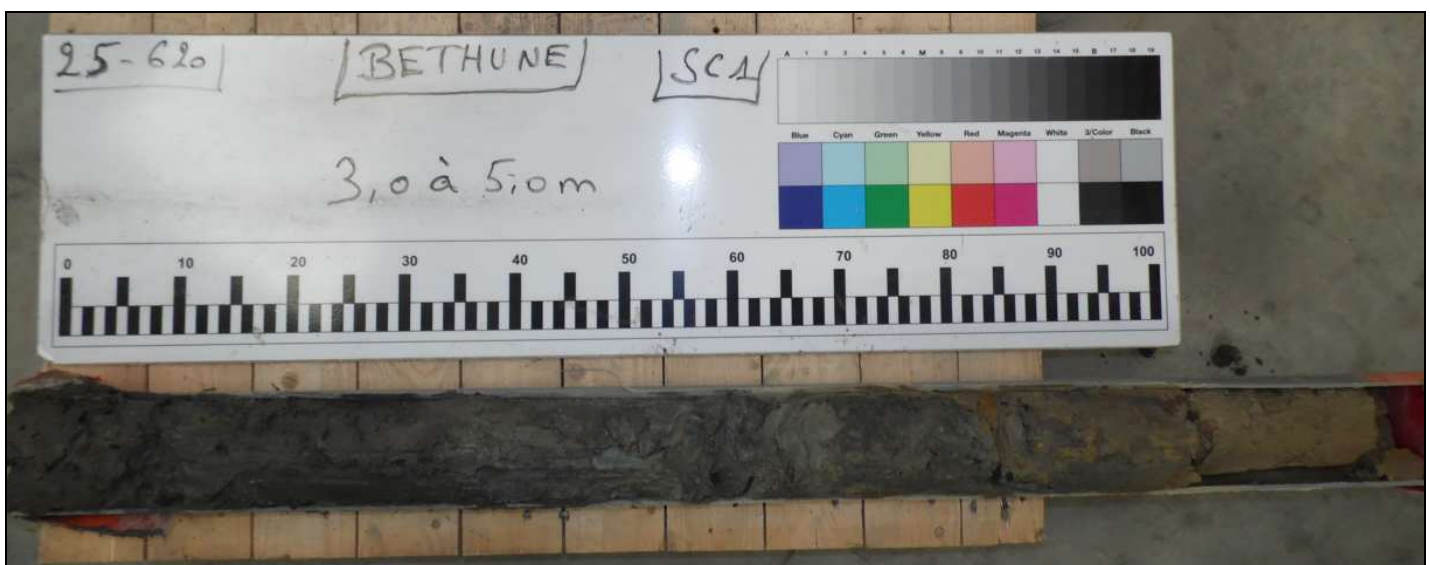
1/80

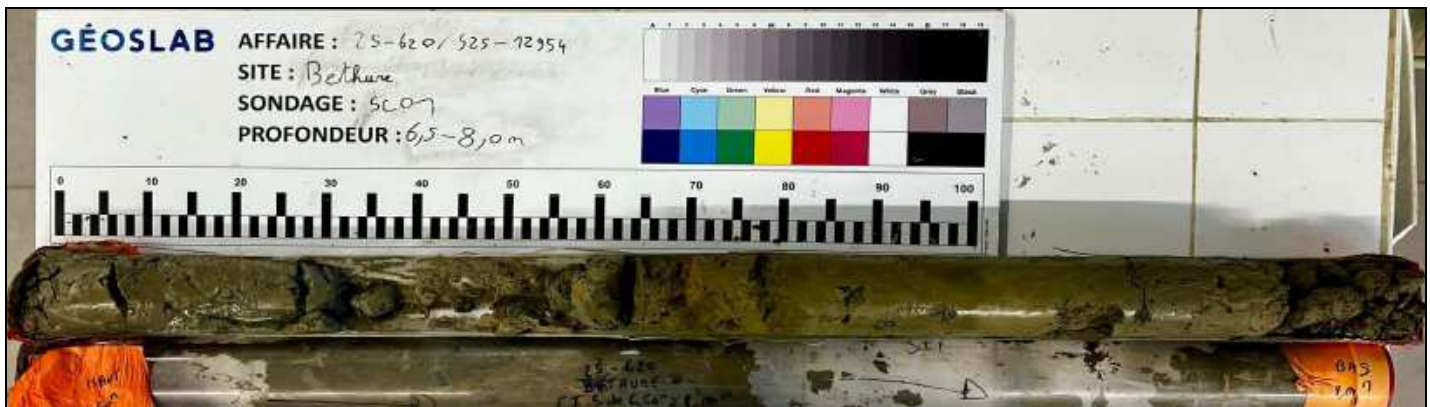
Forage : SC1

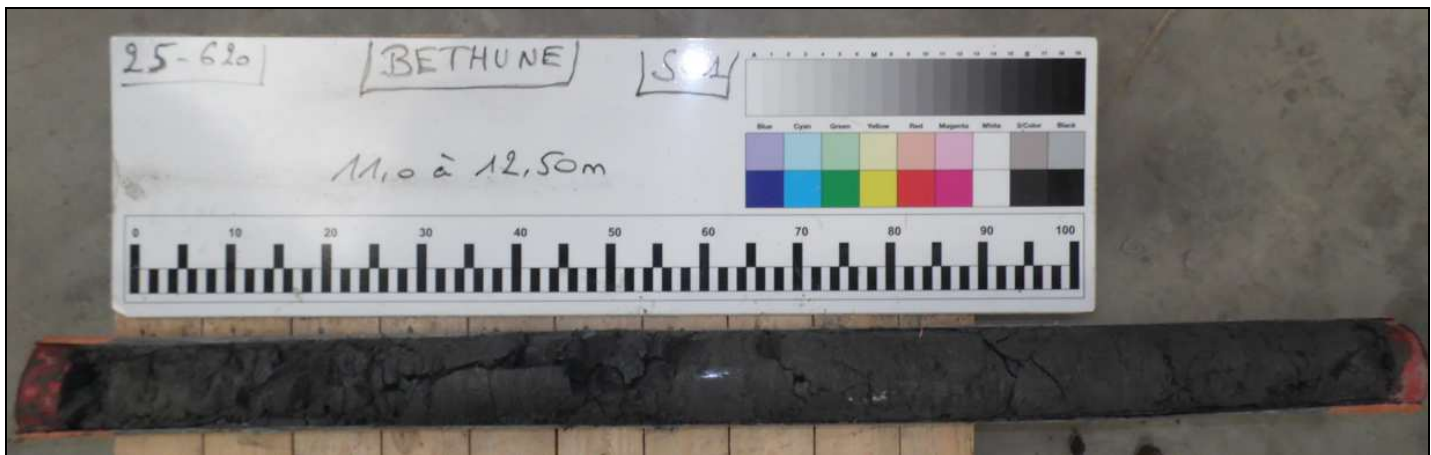
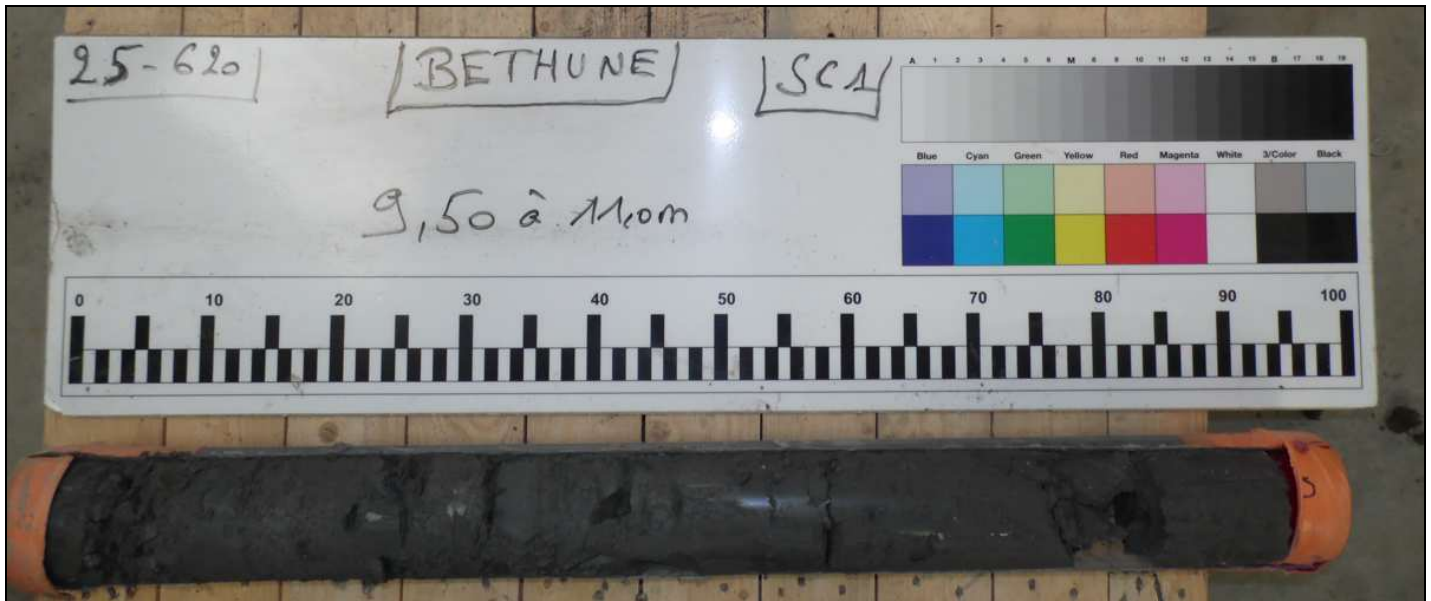
EXGTE 3.23/GTE

Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil
0	Remblais limono-sableux + briques et cailloutis divers		
1			
1,50 m	Sable moyen/grossier marron humide avec passages de briques et de graviers		
2			
1,80 m	Argile verdâtre		
3			
3,00 m	Argile limoneuse marron à grise		
4			
5			
5,00 m	Argile sablo-limoneuse marron à grise		
5,50 m	Sable argileux gris		
6			
6,50 m	Sable argileux marron		
7			
7,10 m	Sable argileux marron + graviers		
7,65 m	Argile maron		
8			
8,00 m	Argile grise		
9			
9,50 m			
10			
11	Argile marneuse grise		
12			
13			
13,50 m			
14	Craie argileuse grise		
15			
15,00 m			

Carottier Ø116 mm











BETHUNE (62) - Création d'un quai et d'une plateforme

Contrat 25-620

Date : 02/09/2025

Profondeur : 0,00 - 15,00 m

X : 1676955.87

Y : 9259753.48

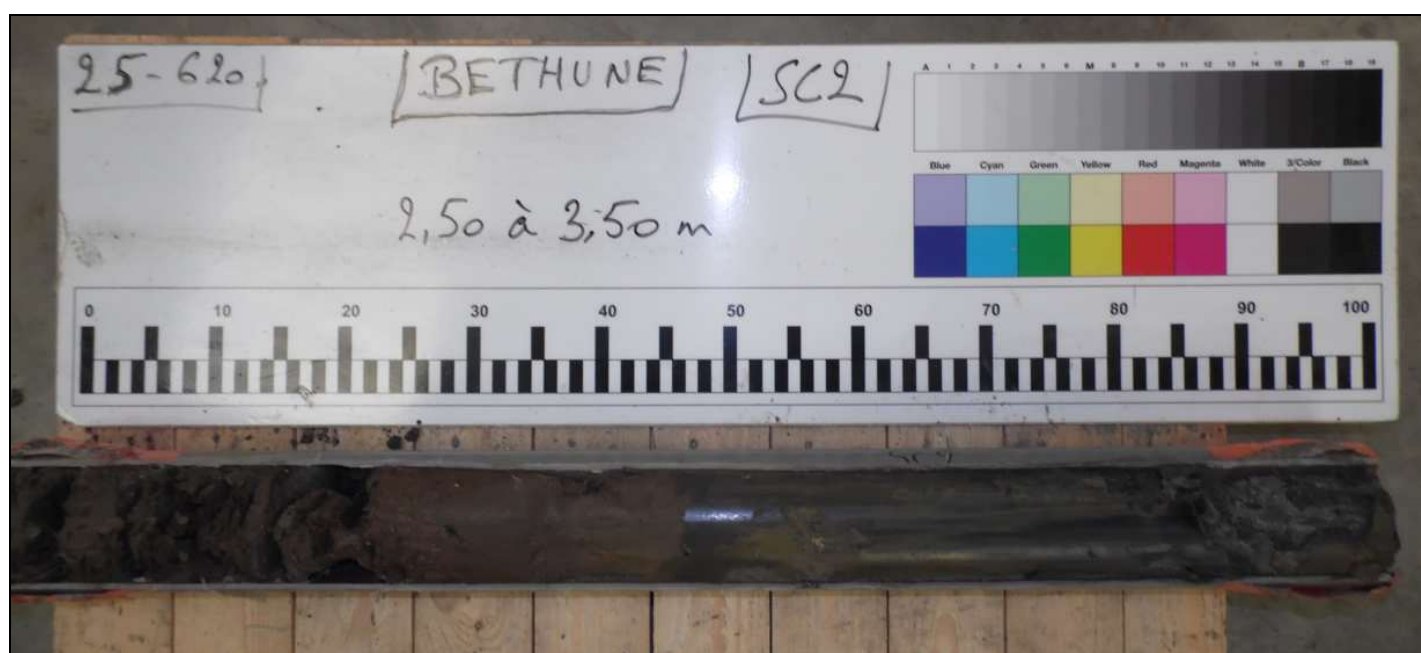
1/80

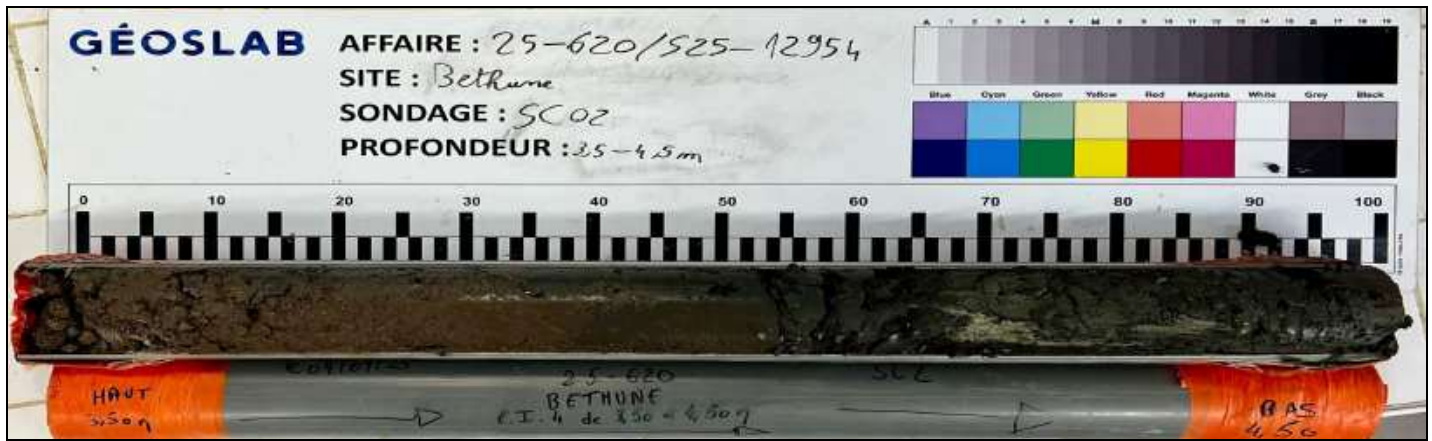
Forage : SC2

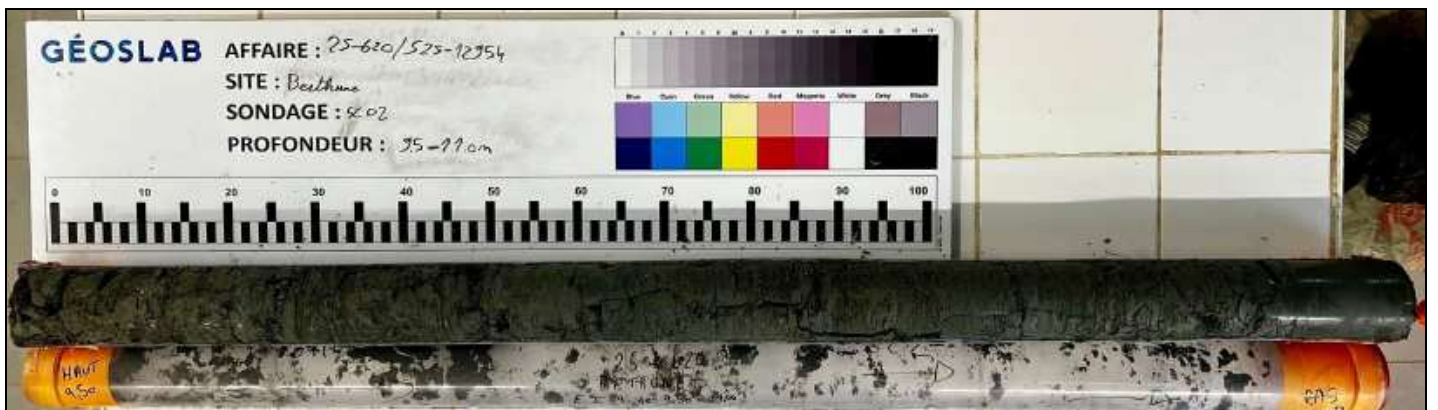
EXGTE 3.23/GTE

Profondeur (m)	Lithologie	Niveau d'eau (m)	Outil
0	Remblais limoneux + briques et cailloutis divers		
1	Remblais graveleux (Dmax < 50 mm)		
2	Remblais gravelo-sableux rouges (briques)		
3	Argile limoneuse grise + passées noires		
4	Argile sablo-limoneuse grisâtre		
5	Sable moyen/grossier marron + passage de graviers		
6	Argile silteuse grise		
7	Argile limoneuse noire organique		
8	Sable argileux gris bleuté		
9	Sable argileux gris bleuté		
10	Sable argileux gris bleuté humide		
11	Argile marron grisâtre		
12	Argile marneuse grise		
13	Argile grisâtre		
14	Argile marneuse grise		
15	Craie marneuse grise		

Carottier Ø116 mm

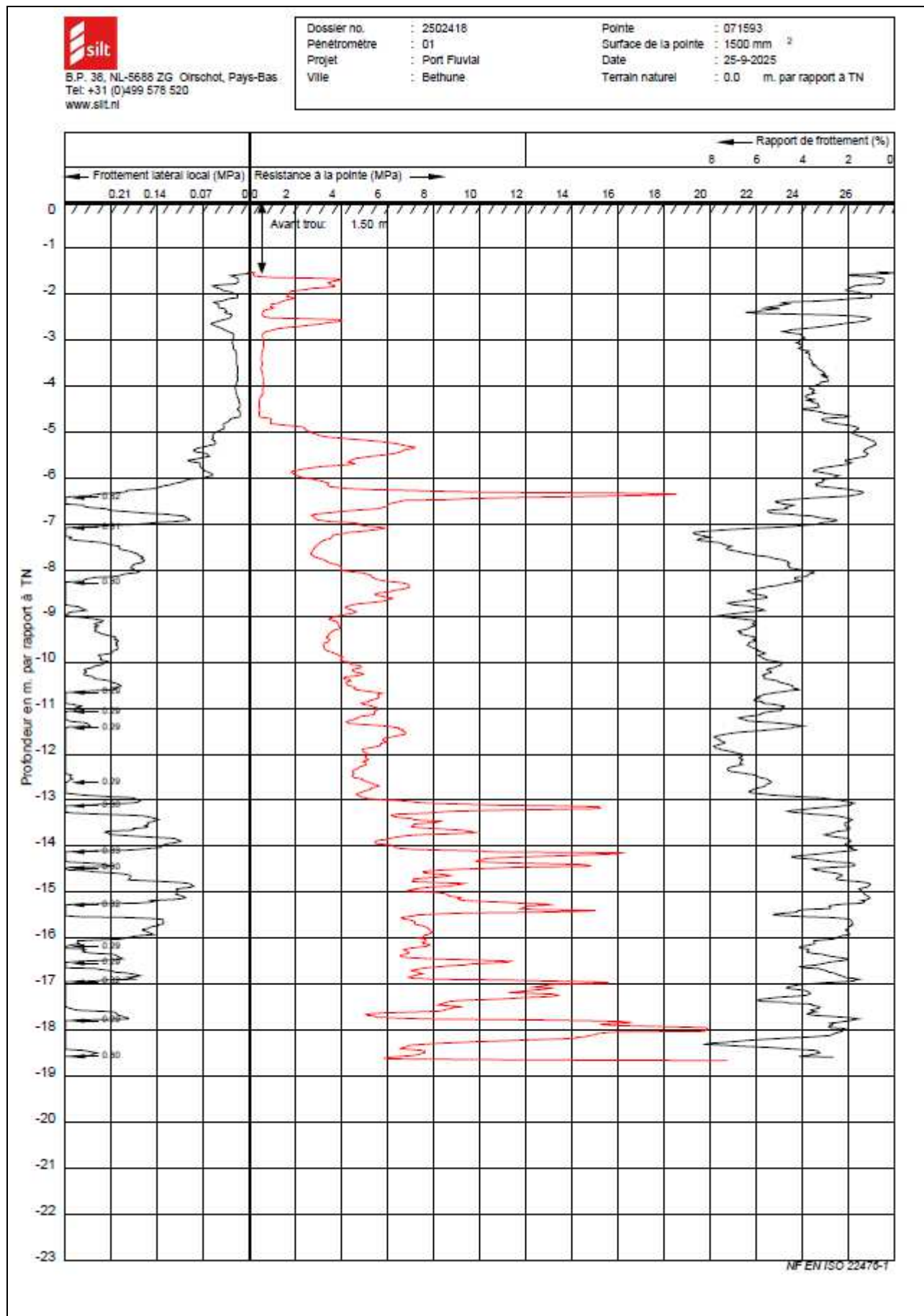








10.4 Sondages pénétrométriques

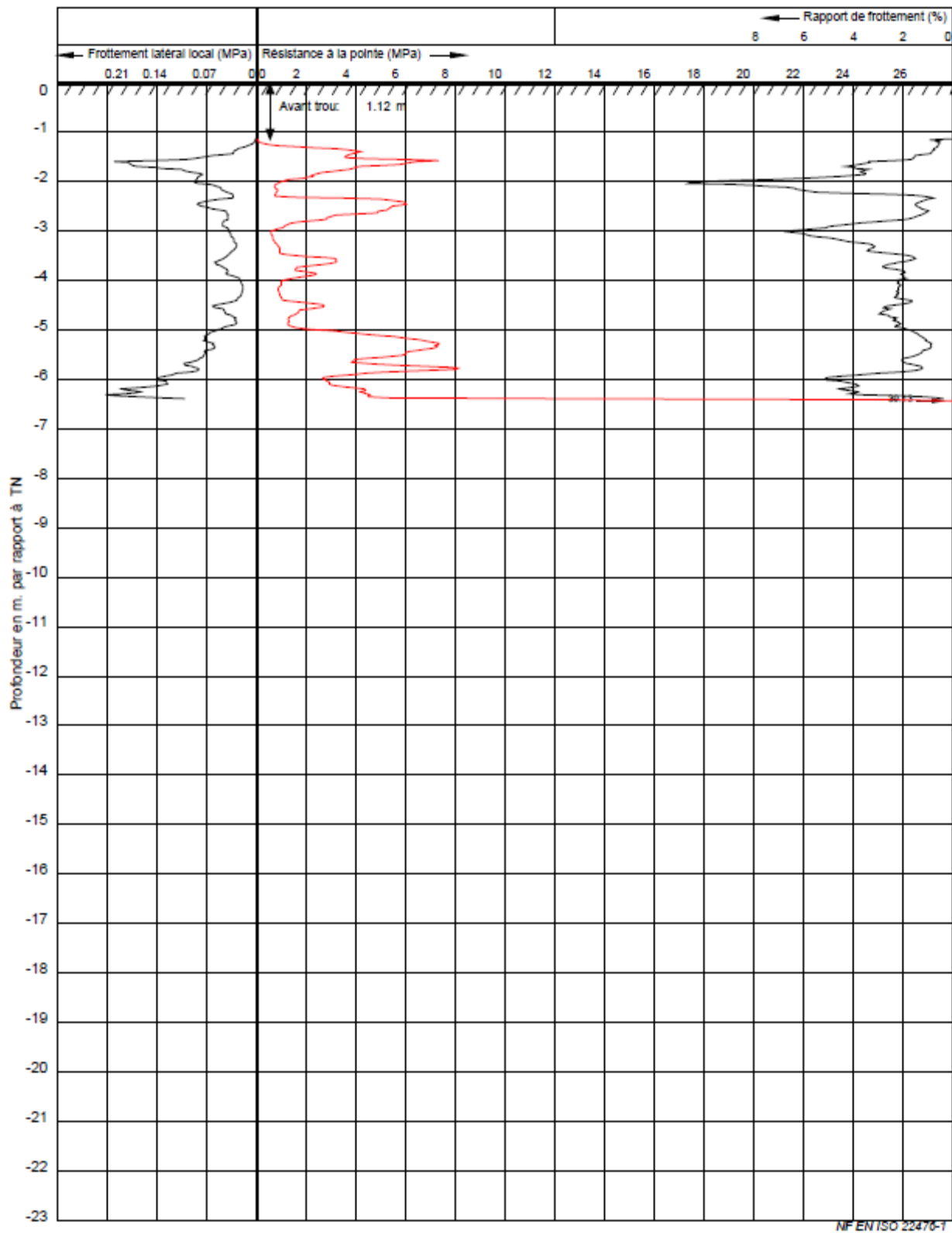


Création d'un quai et d'une plateforme
Commune de Béthune



B.P. 38, NL-5688 ZG Oirschot, Pays-Bas
Tel: +31 (0)499 578 520
www.silt.nl

Dossier no. : 2502418	Pointe : 071593
Pénétromètre : 02	Surface de la pointe : 1500 mm ²
Projet : Port Fluvial	Date : 25-9-2025
Ville : Bethune	Terrain naturel : 0.0 m. par rapport à TN

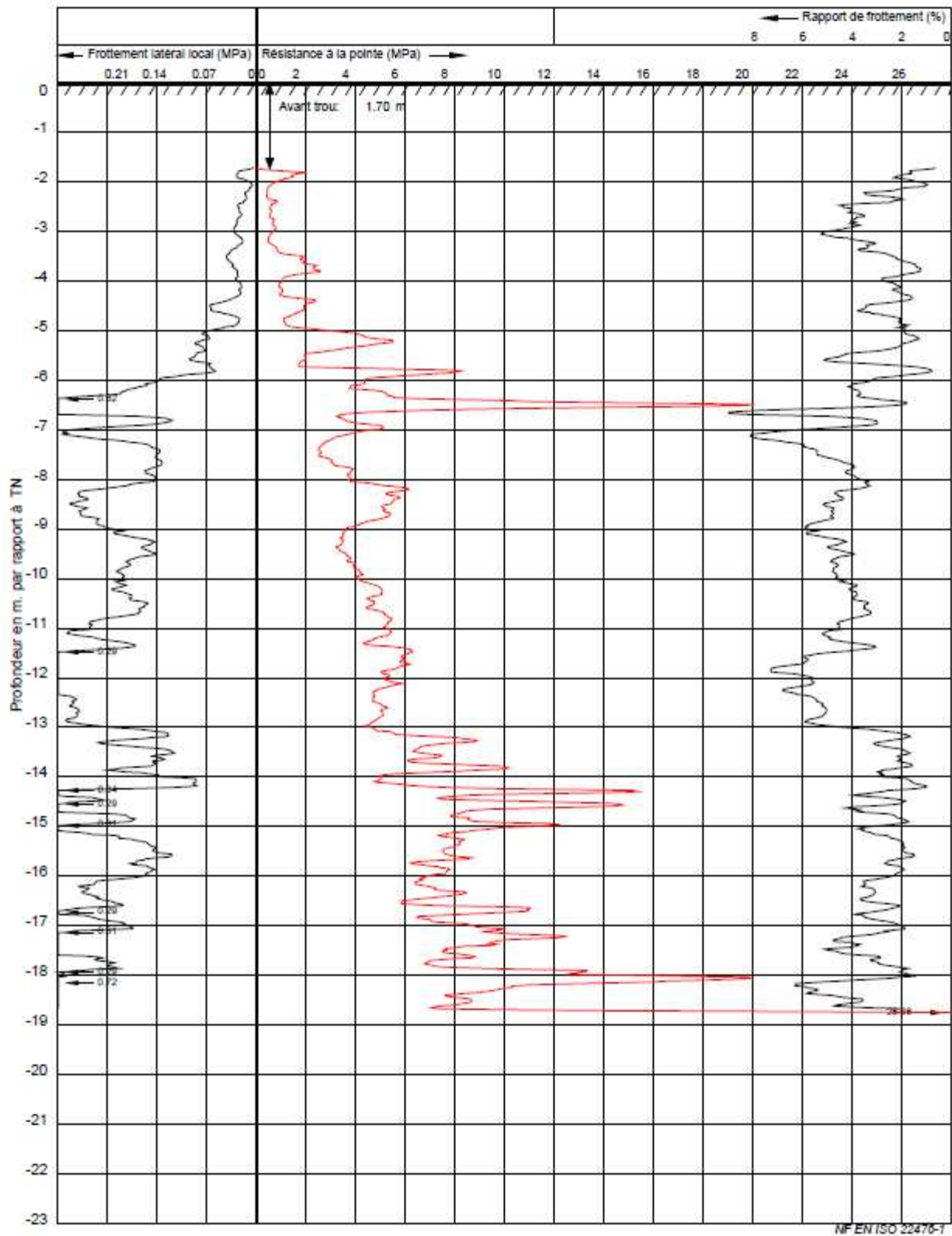


Création d'un quai et d'une plateforme
Commune de Béthune



B.P. 38, NL-5688 ZG Oirschot, Pays-Bas
Tel: +31 (0)499 578 520
www.silt.nl

Dossier no.	: 2502418	Pointe	: 071593
Pénétromètre	: 03	Surface de la pointe	: 1500 mm ²
Projet	: Port Fluvial	Date	: 25-9-2025
Ville	: Bethune	Terrain naturel	: 0.0 m. par rapport à TN



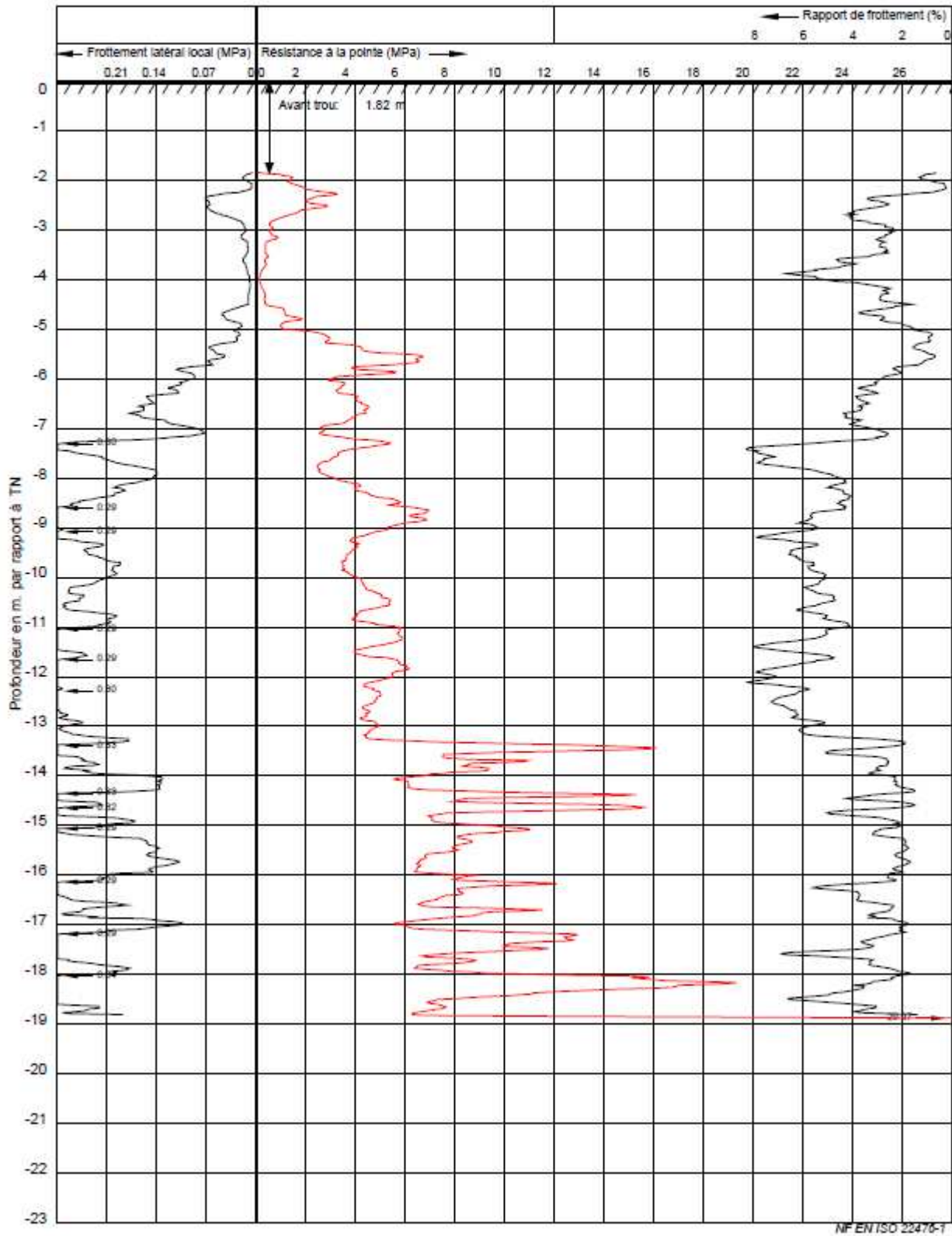
Création d'un quai et d'une plateforme
Commune de Béthune



B.P. 38, NL-5688 ZG Oirschot, Pays-Bas
Tel: +31 (0)499 578 520
www.silt.nl

Dossier no. : 2502418
Pénétromètre : D4
Projet : Port Fluvial
Ville : Bethune

Pointe : 071593
Surface de la pointe : 1500 mm²
Date : 25-9-2025
Terrain naturel : 0.0 m. par rapport à TN



Contrat 25-620

Y : 9259744.05

EXGTE 3.23/GTE

1,50 m - NGF : 64,30 m



Contrat 25-620

Y : 9259749.80

EXGTE 3.23/GTE

1,50 m - NGF : 63,85 m

Contrat 25-620

Y : 9259740.37

EXGTE 3.23/GTE

80 / 81

- 10.6 Analyses en laboratoire (38 pages)**
- 10.7 Procès verbal de la détection de réseau (10 pages)**
- 10.8 Prédimensionnement du quai par Valétudes (106 pages)**

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



GEOMECA
PA de la Broye
59710 ENNEVELIN
FRANCE

N° de client: 35007091

RAPPORT D'ANALYSE 1601073 25-620 BETHUNE

Date: 15.09.2025

Commande	1601073 Sol
Client	35007091 GEOMECA
Date de validation	08.09.2025
Prélèvement par	Client*)

Madame, Monsieur,

Nous avons le plaisir de vous adresser ci-joint le rapport définitif des analyses chimiques provenant du laboratoire pour votre dossier en référence.

Nous signalons que le certificat d'analyses ne pourra être reproduit que dans sa totalité. Les annexes éventuelles font partie du rapport.

Nous vous informons que seules les conditions générales de AL-West, déposées à la Chambre du Commerce et de l'Industrie de Deventer, sont en vigueur.
Au cas où vous souhaiteriez recevoir des renseignements complémentaires, nous vous prions de prendre contact avec le service après-vente.

En vous remerciant pour la confiance que vous nous témoignez, nous vous prions d'agréer, Madame, Monsieur l'expression de nos sincères salutations.

Ce rapport d'analyse avec le numéro de commande 1601073 et la version du rapport d'analyse 1 contient l'analyse ou les analyses 319019-319031.

Respectueusement,

AL-West B.V. (AGROLAB GROUP), Mme Fatima-Zahra Saati, Tél : 33380680132
Chargée relation clientèle

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

Kamer van Koophandel Directeur
Nr. 08110898 ppa. Marc van Gelder
VAT/BTW-ID-Nr.: Dr. Paul Wimmer
NL 811132559 B01

page 1 de 18



AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

RAPPORT D'ANALYSE 1601073 25-620 BETHUNE

Date: 15.09.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
319019	02.09.2025 00:00	P1 0,0 à 0,30m
319020	02.09.2025 00:00	P1 0,30 à 0,70m
319021	02.09.2025 00:00	P2 0,0 à 0,20m
319022	02.09.2025 00:00	P2 0,20 à 0,50m
319023	02.09.2025 00:00	P2 0,50 à 0,80m

Prétraitement des échantillons

Paramètres	Unité	319019 P1 0,0 à 0,30m	319020 P1 0,30 à 0,70m	319021 P2 0,0 à 0,20m	319022 P2 0,20 à 0,50m	319023 P2 0,50 à 0,80m
Masse échantillon total inférieure à 2 kg ⁶⁾	kg	0,64 ¹⁾	0,63 ¹⁾	0,65 ¹⁾	0,72 ¹⁾	0,67 ¹⁾
Broyeur à mâchoires		++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}
Matière sèche	%	94,8 ¹⁾	92,9 ¹⁾	94,6 ¹⁾	93,9 ¹⁾	93,5 ¹⁾
Prétraitement de l'échantillon		++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}

Lixiviation

Paramètres	Unité	319019 P1 0,0 à 0,30m	319020 P1 0,30 à 0,70m	319021 P2 0,0 à 0,20m	319022 P2 0,20 à 0,50m	319023 P2 0,50 à 0,80m
Fraction >4mm (EN12457-2)	%	77,6 ¹⁾	98,1 ¹⁾	54,5 ¹⁾	27,9 ¹⁾	80,3 ¹⁾
Masse brute Mh pour lixiviation ^{*)}	g	96 ¹⁾	97 ¹⁾	96 ¹⁾	97 ¹⁾	97 ¹⁾
Lixiviation (EN 12457-2)		++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}
Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction ^{*)}	ml	900 ¹⁾	900 ¹⁾	900 ¹⁾	900 ¹⁾	900 ¹⁾

Analyses Physico-chimiques

Paramètres	Unité	319019 P1 0,0 à 0,30m	319020 P1 0,30 à 0,70m	319021 P2 0,0 à 0,20m	319022 P2 0,20 à 0,50m	319023 P2 0,50 à 0,80m
pH-H ₂ O		8,5 ¹⁾	8,7 ¹⁾	8,5 ¹⁾	8,7 ¹⁾	9,0 ¹⁾
COT Carbone Organique Total	mg/kg MS	77000	40000	51000	31000	9200

Prétraitement pour analyses des métaux

Paramètres	Unité	319019 P1 0,0 à 0,30m	319020 P1 0,30 à 0,70m	319021 P2 0,0 à 0,20m	319022 P2 0,20 à 0,50m	319023 P2 0,50 à 0,80m
Minéralisation à l'eau régale		++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}

Métaux

Paramètres	Unité	319019 P1 0,0 à 0,30m	319020 P1 0,30 à 0,70m	319021 P2 0,0 à 0,20m	319022 P2 0,20 à 0,50m	319023 P2 0,50 à 0,80m
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,5 ⁴⁾	<0,5 ⁴⁾	<0,5 ⁴⁾	<0,5 ⁴⁾	<0,5 ⁴⁾
Arsenic (As)	mg/kg MS	7,9	6,2	3,7	4,5	3,3
Baryum (Ba)	mg/kg MS	120	100	68	190	85
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0,3	<0,1 ⁴⁾	<0,1 ⁴⁾	0,4	<0,1 ⁴⁾
Chrome (Cr)	mg/kg MS	36	26	27	38	19
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	30	28	16	37	16
Mercure (Hg)	mg/kg MS	0,05	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<1,0 ⁴⁾	<1,0 ⁴⁾	<1,0 ⁴⁾	1,4	<1,0 ⁴⁾
Nickel (Ni)	mg/kg MS	29	35	24	21	24
Plomb (Pb)	mg/kg MS	22	18	11	43	11

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

RAPPORT D'ANALYSE 1601073 25-620 BETHUNE

Date: 15.09.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
319019	02.09.2025 00:00	P1 0,0 à 0,30m
319020	02.09.2025 00:00	P1 0,30 à 0,70m
319021	02.09.2025 00:00	P2 0,0 à 0,20m
319022	02.09.2025 00:00	P2 0,20 à 0,50m
319023	02.09.2025 00:00	P2 0,50 à 0,80m

Paramètres	Unité	319019 P1 0,0 à 0,30m	319020 P1 0,30 à 0,70m	319021 P2 0,0 à 0,20m	319022 P2 0,20 à 0,50m	319023 P2 0,50 à 0,80m
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<1,0 ⁴⁾	<1,0 ⁴⁾	<1,0 ⁴⁾	<1,0 ⁴⁾	<1,0 ⁴⁾
Zinc (Zn)	mg/kg MS	91	76	55	96	33

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (ISO)

Paramètres	Unité	319019 P1 0,0 à 0,30m	319020 P1 0,30 à 0,70m	319021 P2 0,0 à 0,20m	319022 P2 0,20 à 0,50m	319023 P2 0,50 à 0,80m
Naphtalène	mg/kg MS	0,12	0,24	0,054	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Acénaphthylène	mg/kg MS	<0,050 ⁴⁾	0,055	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Acénaphthène	mg/kg MS	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Fluorène	mg/kg MS	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Phénanthrène	mg/kg MS	0,24	0,38	0,18	0,19	<0,050 ⁴⁾
Anthracène	mg/kg MS	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	0,096	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Fluoranthène	mg/kg MS	0,28	0,62	0,38	0,075	<0,050 ⁴⁾
Pyrène	mg/kg MS	0,10	0,47	0,19	0,17	<0,050 ⁴⁾
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	0,14	0,33	0,19	0,13	<0,050 ⁴⁾
Chrysène	mg/kg MS	0,17	0,30	0,27	0,15	<0,050 ⁴⁾
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	0,16	0,36	0,22	0,17	<0,050 ⁴⁾
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	0,059	0,15	0,11	0,065	<0,050 ⁴⁾
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	0,18	0,27	0,24	0,10	<0,050 ⁴⁾
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg MS	0,15	0,27	0,18	0,14	<0,050 ⁴⁾
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg MS	0,12	0,19	0,18	0,097	<0,050 ⁴⁾
HAP (6 Borneff) - somme	mg/kg MS	0,949	1,86	1,31	0,647	n.d.⁴⁾
Somme HAP (VROM)	mg/kg MS	1,46³⁾	2,75³⁾	1,88	0,947³⁾	n.d.⁴⁾
HAP (EPA) - somme	mg/kg MS	1,72³⁾	3,64³⁾	2,29³⁾	1,29³⁾	n.d.⁴⁾

Composés aromatiques

Paramètres	Unité	319019 P1 0,0 à 0,30m	319020 P1 0,30 à 0,70m	319021 P2 0,0 à 0,20m	319022 P2 0,20 à 0,50m	319023 P2 0,50 à 0,80m
Benzène	mg/kg MS	<0,050 ⁴⁾	0,12	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Toluène	mg/kg MS	0,27	0,22	0,086	0,063	<0,050 ⁴⁾
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
m,p-Xylène	mg/kg MS	<0,10 ⁴⁾	0,11	<0,10 ⁴⁾	<0,10 ⁴⁾	<0,10 ⁴⁾
o-Xylène	mg/kg MS	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Somme Xylènes	mg/kg MS	n.d.⁴⁾	0,11³⁾	n.d.⁴⁾	n.d.⁴⁾	n.d.⁴⁾
BTEX total^{*)}	mg/kg MS	0,27³⁾	0,45³⁾	0,086³⁾	0,063³⁾	n.d.⁴⁾

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

RAPPORT D'ANALYSE 1601073 25-620 BETHUNE

Date: 15.09.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
319019	02.09.2025 00:00	P1 0,0 à 0,30m
319020	02.09.2025 00:00	P1 0,30 à 0,70m
319021	02.09.2025 00:00	P2 0,0 à 0,20m
319022	02.09.2025 00:00	P2 0,20 à 0,50m
319023	02.09.2025 00:00	P2 0,50 à 0,80m

COHV

Paramètres	Unité	319019 P1 0,0 à 0,30m	319020 P1 0,30 à 0,70m	319021 P2 0,0 à 0,20m	319022 P2 0,20 à 0,50m	319023 P2 0,50 à 0,80m
Chlorure de Vinyle	mg/kg MS	<0,02 ⁽⁴⁾	<0,02 ⁽⁴⁾	<0,02 ⁽⁴⁾	<0,02 ⁽⁴⁾	<0,02 ⁽⁴⁾
Dichlorométhane	mg/kg MS	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾
Trichlorométhane	mg/kg MS	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾
Tétrachlorométhane	mg/kg MS	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾
Trichloroéthylène	mg/kg MS	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾
Tétrachloroéthylène	mg/kg MS	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾
1,1,2-Trichloroéthane	mg/kg MS	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾
1,1-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,10 ⁽⁴⁾	<0,10 ⁽⁴⁾	<0,10 ⁽⁴⁾	<0,10 ⁽⁴⁾	<0,10 ⁽⁴⁾
1,2-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾
1,1-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,10 ⁽⁴⁾	<0,10 ⁽⁴⁾	<0,10 ⁽⁴⁾	<0,10 ⁽⁴⁾	<0,10 ⁽⁴⁾
Trans-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,0250 ⁽⁴⁾	<0,0250 ⁽⁴⁾	<0,0250 ⁽⁴⁾	<0,0250 ⁽⁴⁾	<0,0250 ⁽⁴⁾
cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,0250 ⁽⁴⁾	<0,0250 ⁽⁴⁾	<0,0250 ⁽⁴⁾	<0,0250 ⁽⁴⁾	<0,0250 ⁽⁴⁾
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	mg/kg MS	n.d.⁽⁴⁾	n.d.⁽⁴⁾	n.d.⁽⁴⁾	n.d.⁽⁴⁾	n.d.⁽⁴⁾

Hydrocarbures totaux (ISO)

Paramètres	Unité	319019 P1 0,0 à 0,30m	319020 P1 0,30 à 0,70m	319021 P2 0,0 à 0,20m	319022 P2 0,20 à 0,50m	319023 P2 0,50 à 0,80m
Fraction aliphatique C5-C6	mg/kg MS	<0,40 ⁽⁴⁾	<0,40 ⁽⁴⁾	<0,40 ⁽⁴⁾	<0,40 ⁽⁴⁾	<0,40 ⁽⁴⁾
Fraction aliphatique >C6-C8	mg/kg MS	0,24	0,61	<0,20 ⁽⁴⁾	<0,20 ⁽⁴⁾	<0,20 ⁽⁴⁾
Fraction aliphatique >C8-C10	mg/kg MS	<0,20 ⁽⁴⁾	0,51	<0,20 ⁽⁴⁾	<0,20 ⁽⁴⁾	<0,20 ⁽⁴⁾
Fraction aromatique >C6-C8	mg/kg MS	0,39	0,53	<0,20 ⁽⁴⁾	<0,20 ⁽⁴⁾	<0,20 ⁽⁴⁾
Fraction aromatique >C8-C10	mg/kg MS	<0,20 ⁽⁴⁾	<0,20 ⁽⁴⁾	<0,20 ⁽⁴⁾	<0,20 ⁽⁴⁾	<0,20 ⁽⁴⁾
Fraction >C6-C8	mg/kg MS	0,63	1,1	<0,40^(3),4)	<0,40^(3),4)	<0,40^(3),4)
Fraction C8-C10	mg/kg MS	<0,40^(3),4)	0,51⁽³⁾	<0,40^(3),4)	<0,40^(3),4)	<0,40^(3),4)
Fraction >C5-C10	mg/kg MS	<1,0^(3),4)	1,6⁽³⁾	<1,0^(3),4)	<1,0^(3),4)	<1,0^(3),4)
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	38,3	37,5	170	130	<20,0 ⁽⁴⁾
Fraction C10-C12*)	mg/kg MS	<4,0 ⁽⁴⁾	<4,0 ⁽⁴⁾	<4,0 ⁽⁴⁾	<4,0 ⁽⁴⁾	<4,0 ⁽⁴⁾
Fraction C12-C16*)	mg/kg MS	<4,0 ⁽⁴⁾	<4,0 ⁽⁴⁾	<4,0 ⁽⁴⁾	<4,0 ⁽⁴⁾	<4,0 ⁽⁴⁾
Fraction C16-C20*)	mg/kg MS	2,8	3,8	6,9	8,0	<2,0 ⁽⁴⁾
Fraction C20-C24*)	mg/kg MS	2,7	3,2	18,0	11,7	<2,0 ⁽⁴⁾
Fraction C24-C28*)	mg/kg MS	4,7	4,5	61,9	25,6	<2,0 ⁽⁴⁾
Fraction C28-C32*)	mg/kg MS	7,2	6,6	47	32	<2,0 ⁽⁴⁾
Fraction C32-C36*)	mg/kg MS	10,0	8,1	20,8	35,0	<2,0 ⁽⁴⁾
Fraction C36-C40*)	mg/kg MS	7,9	5,7	8,1	14,2	<2,0 ⁽⁴⁾

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

RAPPORT D'ANALYSE 1601073 25-620 BETHUNE

Date: 15.09.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
319019	02.09.2025 00:00	P1 0,0 à 0,30m
319020	02.09.2025 00:00	P1 0,30 à 0,70m
319021	02.09.2025 00:00	P2 0,0 à 0,20m
319022	02.09.2025 00:00	P2 0,20 à 0,50m
319023	02.09.2025 00:00	P2 0,50 à 0,80m

Polychlorobiphényles

Paramètres	Unité	319019 P1 0,0 à 0,30m	319020 P1 0,30 à 0,70m	319021 P2 0,0 à 0,20m	319022 P2 0,20 à 0,50m	319023 P2 0,50 à 0,80m
PCB (28)	mg/kg MS	<0,001 ⁴⁾	<0,001 ⁴⁾	0,002	0,003	<0,001 ⁴⁾
PCB (52)	mg/kg MS	<0,001 ⁴⁾	<0,001 ⁴⁾	0,002	0,003	<0,001 ⁴⁾
PCB (101)	mg/kg MS	0,002	<0,001 ⁴⁾	0,007	0,006	<0,001 ⁴⁾
PCB (118)	mg/kg MS	<0,001 ⁴⁾	<0,001 ⁴⁾	0,005	0,004	<0,001 ⁴⁾
PCB (138)	mg/kg MS	0,003	<0,001 ⁴⁾	0,008	0,006	<0,001 ⁴⁾
PCB (153)	mg/kg MS	0,003	<0,001 ⁴⁾	0,006	0,005	<0,001 ⁴⁾
PCB (180)	mg/kg MS	0,002	<0,001 ⁴⁾	0,004	0,003	<0,001 ⁴⁾
Somme 6 PCB	mg/kg MS	0,010³⁾	n.d.⁴⁾	0,029	0,026	n.d.⁴⁾
Somme 7 PCB (Ballschmiter)	mg/kg MS	0,010³⁾	n.d.⁴⁾	0,034	0,030	n.d.⁴⁾

Analyses sur éluat après lixiviation

Paramètres	Unité	319019 P1 0,0 à 0,30m	319020 P1 0,30 à 0,70m	319021 P2 0,0 à 0,20m	319022 P2 0,20 à 0,50m	319023 P2 0,50 à 0,80m
L/S cumulé	ml/g	10,0 ¹⁾	10,0 ¹⁾	10,0 ¹⁾	10,0 ¹⁾	10,0 ¹⁾
pH		10,3 ¹⁾	9,4 ¹⁾	8,7 ¹⁾	10,0 ¹⁾	9,1 ¹⁾
Conductivité électrique	µS/cm	150 ¹⁾	97,4 ¹⁾	110 ¹⁾	130 ¹⁾	79,5 ¹⁾
Température	°C	20,4 ¹⁾	20,8 ¹⁾	20,6 ¹⁾	20,6 ¹⁾	20,5 ¹⁾

Calcul des Fractions solubles

Paramètres	Unité	319019 P1 0,0 à 0,30m	319020 P1 0,30 à 0,70m	319021 P2 0,0 à 0,20m	319022 P2 0,20 à 0,50m	319023 P2 0,50 à 0,80m
Antimoine cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05
Arsenic cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0,14	0,06	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05
Baryum cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,1	0 - 0,1	0,11	0,14	0 - 0,1
COT cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 200	0 - 200	0 - 200	0 - 200	0 - 200
Cadmium cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,001	0 - 0,001	0 - 0,001	0 - 0,001	0 - 0,001
Chlorures cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 10	13	19	43	0 - 10
Chrome cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02
Cuivre cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0,24	0,03	0,09	0,08	0 - 0,02
Fluorures cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	14	9,0	4,0	9,0	4,0
Fraction soluble cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	1300	0 - 1000	0 - 1000	1000	0 - 1000
Indice phénol cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,2	0 - 0,2	0 - 0,2	0 - 0,2	0 - 0,2
Mercure cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,0003	0 - 0,0003	0 - 0,0003	0 - 0,0003	0 - 0,0003
Molybdène cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0,07	0,06	0 - 0,05	0,07	0 - 0,05
Nickel cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05
Plomb cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05
Sulfates cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	51	130	110	190	0 - 50

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

RAPPORT D'ANALYSE 1601073 25-620 BETHUNE**Date: 15.09.2025****Information sur l'échantillon**

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
319019	02.09.2025 00:00	P1 0,0 à 0,30m
319020	02.09.2025 00:00	P1 0,30 à 0,70m
319021	02.09.2025 00:00	P2 0,0 à 0,20m
319022	02.09.2025 00:00	P2 0,20 à 0,50m
319023	02.09.2025 00:00	P2 0,50 à 0,80m

Paramètres	Unité	319019 P1 0,0 à 0,30m	319020 P1 0,30 à 0,70m	319021 P2 0,0 à 0,20m	319022 P2 0,20 à 0,50m	319023 P2 0,50 à 0,80m
Sélénium cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05
Zinc cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,02	0 - 0,02	0,03	0 - 0,02	0 - 0,02

Analyses Physico-chimiques sur éluat

Paramètres	Unité	319019 P1 0,0 à 0,30m	319020 P1 0,30 à 0,70m	319021 P2 0,0 à 0,20m	319022 P2 0,20 à 0,50m	319023 P2 0,50 à 0,80m
Résidu à sec	mg/l	133 ¹⁾	<100 ^{1),4)}	<100 ^{1),4)}	102 ¹⁾	<100 ^{1),4)}
Indice phénol	mg/l	<0,020 ^{1),4)}	<0,020 ^{1),4)}	<0,020 ^{1),4)}	<0,020 ^{1),4)}	<0,020 ^{1),4)}
Chlorures (Cl)	mg/l	<1,0 ^{1),4)}	1,3 ¹⁾	1,9 ¹⁾	4,3 ¹⁾	<1,0 ^{1),4)}
Fluorures (F)	mg/l	1,4 ¹⁾	0,9 ¹⁾	0,4 ¹⁾	0,9 ¹⁾	0,4 ¹⁾
Sulfates (SO4)	mg/l	5,1 ¹⁾	13 ¹⁾	11 ¹⁾	19 ¹⁾	<5,0 ^{1),4)}
COT	mg/l	<20 ^{1),4)}	<20 ^{1),4)}	<20 ^{1),4)}	<20 ^{1),4)}	<20 ^{1),4)}

Métaux sur éluat

Paramètres	Unité	319019 P1 0,0 à 0,30m	319020 P1 0,30 à 0,70m	319021 P2 0,0 à 0,20m	319022 P2 0,20 à 0,50m	319023 P2 0,50 à 0,80m
Baryum (Ba)	µg/l	<10 ^{1),4)}	<10 ^{1),4)}	11 ¹⁾	14 ¹⁾	<10 ^{1),4)}
Chrome (Cr)	µg/l	<2,0 ^{1),4)}	<2,0 ^{1),4)}	<2,0 ^{1),4)}	<2,0 ^{1),4)}	<2,0 ^{1),4)}
Mercuré	µg/l	<0,03 ^{1),4)}	<0,03 ^{1),4)}	<0,03 ^{1),4)}	<0,03 ^{1),4)}	<0,03 ^{1),4)}
Molybdène (Mo)	µg/l	7,4 ¹⁾	6,4 ¹⁾	<5,0 ^{1),4)}	6,7 ¹⁾	<5,0 ^{1),4)}
Sélénium (Se)	µg/l	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}
Cuivre (Cu)	µg/l	24 ¹⁾	3,4 ¹⁾	9,3 ¹⁾	7,9 ¹⁾	<2,0 ^{1),4)}
Nickel (Ni)	µg/l	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}
Antimoine (Sb)	µg/l	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}
Zinc (Zn)	µg/l	<2,0 ^{1),4)}	<2,0 ^{1),4)}	2,5 ¹⁾	<2,0 ^{1),4)}	<2,0 ^{1),4)}
Arsenic (As)	µg/l	14 ¹⁾	6,4 ¹⁾	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}
Cadmium (Cd)	µg/l	<0,1 ^{1),4)}	<0,1 ^{1),4)}	<0,1 ^{1),4)}	<0,1 ^{1),4)}	<0,1 ^{1),4)}
Plomb (Pb)	µg/l	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
319024	02.09.2025 00:00	P3 0,0 à 0,30m
319025	02.09.2025 00:00	P3 0,30 à 1,0m
319026	02.09.2025 00:00	P3 1,0 à 1,50m
319027	02.09.2025 00:00	P4 0,0 à 0,20m

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

RAPPORT D'ANALYSE 1601073 25-620 BETHUNE

Date: 15.09.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
319024	02.09.2025 00:00	P3 0,0 à 0,30m
319025	02.09.2025 00:00	P3 0,30 à 1,0m
319026	02.09.2025 00:00	P3 1,0 à 1,50m
319027	02.09.2025 00:00	P4 0,0 à 0,20m

Prétraitement des échantillons

Paramètres	Unité	319024 P3 0,0 à 0,30m	319025 P3 0,30 à 1,0m	319026 P3 1,0 à 1,50m	319027 P4 0,0 à 0,20m
Masse échantillon total inférieure à 2 kg ⁶⁾	kg	0,59 ¹⁾	0,74 ¹⁾	0,73 ¹⁾	0,62 ¹⁾
Broyeur à mâchoires		++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}
Matière sèche	%	94,1 ¹⁾	97,9 ¹⁾	96,0 ¹⁾	95,0 ¹⁾
Prétraitement de l'échantillon		++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}

Lixiviation

Paramètres	Unité	319024 P3 0,0 à 0,30m	319025 P3 0,30 à 1,0m	319026 P3 1,0 à 1,50m	319027 P4 0,0 à 0,20m
Fraction >4mm (EN12457-2)	%	63,4 ¹⁾	37,0 ¹⁾	39,5 ¹⁾	93,2 ¹⁾
Masse brute Mh pour lixiviation*)	g	97 ¹⁾	93 ¹⁾	94 ¹⁾	96 ¹⁾
Lixiviation (EN 12457-2)		++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}
Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction*)	ml	900 ¹⁾	900 ¹⁾	900 ¹⁾	900 ¹⁾

Analyses Physico-chimiques

Paramètres	Unité	319024 P3 0,0 à 0,30m	319025 P3 0,30 à 1,0m	319026 P3 1,0 à 1,50m	319027 P4 0,0 à 0,20m
pH-H2O		8,5 ¹⁾	8,6 ¹⁾	8,7 ¹⁾	8,1 ¹⁾
COT Carbone Organique Total	mg/kg MS	23000	70000	57000	31000

Prétraitement pour analyses des métaux

Paramètres	Unité	319024 P3 0,0 à 0,30m	319025 P3 0,30 à 1,0m	319026 P3 1,0 à 1,50m	319027 P4 0,0 à 0,20m
Minéralisation à l'eau régale		++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}

Métaux

Paramètres	Unité	319024 P3 0,0 à 0,30m	319025 P3 0,30 à 1,0m	319026 P3 1,0 à 1,50m	319027 P4 0,0 à 0,20m
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<0,5 ⁴⁾	9,3	<0,5 ⁴⁾	<0,5 ⁴⁾
Arsenic (As)	mg/kg MS	6,7	5,5	5,4	3,3
Baryum (Ba)	mg/kg MS	190	2800	980	100
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	0,2	1,0	0,7	0,1
Chrome (Cr)	mg/kg MS	18	26	24	29
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	12	17	30	22
Mercure (Hg)	mg/kg MS	0,24	0,13	0,10	<0,05 ⁴⁾
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	<1,0 ⁴⁾	3,1	1,3	<1,0 ⁴⁾
Nickel (Ni)	mg/kg MS	13	16	14	38
Plomb (Pb)	mg/kg MS	26	73	63	20
Sélénium (Se)	mg/kg MS	1,1	<1,0 ⁴⁾	1,1	<1,0 ⁴⁾

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

RAPPORT D'ANALYSE 1601073 25-620 BETHUNE

Date: 15.09.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
319024	02.09.2025 00:00	P3 0,0 à 0,30m
319025	02.09.2025 00:00	P3 0,30 à 1,0m
319026	02.09.2025 00:00	P3 1,0 à 1,50m
319027	02.09.2025 00:00	P4 0,0 à 0,20m

Paramètres	Unité	319024 P3 0,0 à 0,30m	319025 P3 0,30 à 1,0m	319026 P3 1,0 à 1,50m	319027 P4 0,0 à 0,20m
Zinc (Zn)	mg/kg MS	59	130	110	58

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (ISO)

Paramètres	Unité	319024 P3 0,0 à 0,30m	319025 P3 0,30 à 1,0m	319026 P3 1,0 à 1,50m	319027 P4 0,0 à 0,20m
Naphtalène	mg/kg MS	<0,050 ⁴⁾	0,20	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Acénaphthylène	mg/kg MS	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Acénaphthène	mg/kg MS	<0,050 ⁴⁾	0,078	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Fluorène	mg/kg MS	<0,050 ⁴⁾	0,083	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Phénanthrène	mg/kg MS	0,43	0,70	0,40	<0,050 ⁴⁾
Anthracène	mg/kg MS	0,19	0,15	0,094	<0,050 ⁴⁾
Fluoranthène	mg/kg MS	0,63	0,74	0,47	0,064
Pyrène	mg/kg MS	0,54	0,43	0,34	<0,050 ⁴⁾
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	0,31	0,36	0,29	<0,050 ⁴⁾
Chrysène	mg/kg MS	0,33	0,40	0,32	<0,050 ⁴⁾
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	0,38	0,44	0,40	<0,050 ⁴⁾
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	0,15	0,15	0,16	<0,050 ⁴⁾
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	0,27	0,29	0,29	<0,050 ⁴⁾
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg MS	0,35	0,27	0,25	<0,050 ⁴⁾
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg MS	0,19	0,28	0,27	<0,050 ⁴⁾
HAP (6 Borneff) - somme	mg/kg MS	1,97	2,17	1,84	0,0640³⁾
Somme HAP (VROM)	mg/kg MS	2,85³⁾	3,54	2,54³⁾	0,0640³⁾
HAP (EPA) - somme	mg/kg MS	3,77³⁾	4,57³⁾	3,28³⁾	0,0640³⁾

Composés aromatiques

Paramètres	Unité	319024 P3 0,0 à 0,30m	319025 P3 0,30 à 1,0m	319026 P3 1,0 à 1,50m	319027 P4 0,0 à 0,20m
Benzène	mg/kg MS	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Toluène	mg/kg MS	<0,050 ⁴⁾	0,10	0,15	0,087
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
m,p-Xylène	mg/kg MS	<0,10 ⁴⁾	<0,10 ⁴⁾	<0,10 ⁴⁾	<0,10 ⁴⁾
o-Xylène	mg/kg MS	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Somme Xylènes	mg/kg MS	n.d.⁴⁾	n.d.⁴⁾	n.d.⁴⁾	n.d.⁴⁾
BTEX total*)	mg/kg MS	n.d.⁴⁾	0,10³⁾	0,15³⁾	0,087³⁾

COHV

Paramètres	Unité	319024 P3 0,0 à 0,30m	319025 P3 0,30 à 1,0m	319026 P3 1,0 à 1,50m	319027 P4 0,0 à 0,20m
Chlorure de Vinyle	mg/kg MS	<0,02 ⁴⁾	<0,02 ⁴⁾	<0,02 ⁴⁾	<0,02 ⁴⁾

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

RAPPORT D'ANALYSE 1601073 25-620 BETHUNE

Date: 15.09.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
319024	02.09.2025 00:00	P3 0,0 à 0,30m
319025	02.09.2025 00:00	P3 0,30 à 1,0m
319026	02.09.2025 00:00	P3 1,0 à 1,50m
319027	02.09.2025 00:00	P4 0,0 à 0,20m

Paramètres	Unité	319024 P3 0,0 à 0,30m	319025 P3 0,30 à 1,0m	319026 P3 1,0 à 1,50m	319027 P4 0,0 à 0,20m
Dichlorométhane	mg/kg MS	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾
Trichlorométhane	mg/kg MS	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾
Tétrachlorométhane	mg/kg MS	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾
Trichloroéthylène	mg/kg MS	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾
Tétrachloroéthylène	mg/kg MS	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾
1,1,2-Trichloroéthane	mg/kg MS	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾
1,1-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,10 ⁽⁴⁾	<0,10 ⁽⁴⁾	<0,10 ⁽⁴⁾	<0,10 ⁽⁴⁾
1,2-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾
1,1-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,10 ⁽⁴⁾	<0,10 ⁽⁴⁾	<0,10 ⁽⁴⁾	<0,10 ⁽⁴⁾
Trans-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,0250 ⁽⁴⁾	<0,0250 ⁽⁴⁾	<0,0250 ⁽⁴⁾	<0,0250 ⁽⁴⁾
cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,0250 ⁽⁴⁾	<0,0250 ⁽⁴⁾	<0,0250 ⁽⁴⁾	<0,0250 ⁽⁴⁾
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	mg/kg MS	n.d. ⁽⁴⁾	n.d. ⁽⁴⁾	n.d. ⁽⁴⁾	n.d. ⁽⁴⁾

Hydrocarbures totaux (ISO)

Paramètres	Unité	319024 P3 0,0 à 0,30m	319025 P3 0,30 à 1,0m	319026 P3 1,0 à 1,50m	319027 P4 0,0 à 0,20m
Fraction aliphatique C5-C6	mg/kg MS	<0,40 ⁽⁴⁾	<0,40 ⁽⁴⁾	<0,40 ⁽⁴⁾	<0,40 ⁽⁴⁾
Fraction aliphatique >C6-C8	mg/kg MS	<0,20 ⁽⁴⁾	0,20	<0,20 ⁽⁴⁾	<0,20 ⁽⁴⁾
Fraction aliphatique >C8-C10	mg/kg MS	<0,20 ⁽⁴⁾	<0,20 ⁽⁴⁾	<0,20 ⁽⁴⁾	<0,20 ⁽⁴⁾
Fraction aromatique >C6-C8	mg/kg MS	<0,20 ⁽⁴⁾	0,23	0,27	<0,20 ⁽⁴⁾
Fraction aromatique >C8-C10	mg/kg MS	<0,20 ⁽⁴⁾	<0,20 ⁽⁴⁾	<0,20 ⁽⁴⁾	<0,20 ⁽⁴⁾
Fraction >C6-C8	mg/kg MS	<0,40 ^{(3),(4)}	0,43	<0,40 ^{(3),(4)}	<0,40 ^{(3),(4)}
Fraction C8-C10	mg/kg MS	<0,40 ^{(3),(4)}	<0,40 ^{(3),(4)}	<0,40 ^{(3),(4)}	<0,40 ^{(3),(4)}
Fraction >C5-C10	mg/kg MS	<1,0 ^{(3),(4)}	<1,0 ^{(3),(4)}	<1,0 ^{(3),(4)}	<1,0 ^{(3),(4)}
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	580	220	130	<20,0 ⁽⁴⁾
Fraction C10-C12 ^(*)	mg/kg MS	<4,0 ⁽⁴⁾	<4,0 ⁽⁴⁾	<4,0 ⁽⁴⁾	<4,0 ⁽⁴⁾
Fraction C12-C16 ^(*)	mg/kg MS	<4,0 ⁽⁴⁾	7,2	4,6	<4,0 ⁽⁴⁾
Fraction C16-C20 ^(*)	mg/kg MS	8,3	13,7	8,0	<2,0 ⁽⁴⁾
Fraction C20-C24 ^(*)	mg/kg MS	18,9	28,7	15,1	<2,0 ⁽⁴⁾
Fraction C24-C28 ^(*)	mg/kg MS	70,2	80,8	36,4	<2,0 ⁽⁴⁾
Fraction C28-C32 ^(*)	mg/kg MS	160	56	34	<2,0 ⁽⁴⁾
Fraction C32-C36 ^(*)	mg/kg MS	230	28,8	16,5	<2,0 ⁽⁴⁾
Fraction C36-C40 ^(*)	mg/kg MS	92,3	7,7	6,7	<2,0 ⁽⁴⁾

Polychlorobiphényles

Paramètres	Unité	319024 P3 0,0 à 0,30m	319025 P3 0,30 à 1,0m	319026 P3 1,0 à 1,50m	319027 P4 0,0 à 0,20m
PCB (28)	mg/kg MS	<0,001 ⁽⁴⁾	<0,001 ⁽⁴⁾	0,001	<0,001 ⁽⁴⁾

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

page 9 de 18

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

RAPPORT D'ANALYSE 1601073 25-620 BETHUNE

Date: 15.09.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
319024	02.09.2025 00:00	P3 0,0 à 0,30m
319025	02.09.2025 00:00	P3 0,30 à 1,0m
319026	02.09.2025 00:00	P3 1,0 à 1,50m
319027	02.09.2025 00:00	P4 0,0 à 0,20m

Paramètres	Unité	319024 P3 0,0 à 0,30m	319025 P3 0,30 à 1,0m	319026 P3 1,0 à 1,50m	319027 P4 0,0 à 0,20m
PCB (52)	mg/kg MS	<0,001 ⁴⁾	0,001	0,002	<0,001 ⁴⁾
PCB (101)	mg/kg MS	0,002	0,004	0,007	<0,001 ⁴⁾
PCB (118)	mg/kg MS	<0,001 ⁴⁾	0,003	0,004	<0,001 ⁴⁾
PCB (138)	mg/kg MS	0,003	0,006	0,013	<0,001 ⁴⁾
PCB (153)	mg/kg MS	0,003	0,004	0,010	<0,001 ⁴⁾
PCB (180)	mg/kg MS	0,002	0,004	0,008	<0,001 ⁴⁾
Somme 6 PCB	mg/kg MS	0,010 ³⁾	0,019 ³⁾	0,041	n.d. ⁴⁾
Somme 7 PCB (Ballschmiter)	mg/kg MS	0,010 ³⁾	0,022 ³⁾	0,045	n.d. ⁴⁾

Analyses sur éluat après lixiviation

Paramètres	Unité	319024 P3 0,0 à 0,30m	319025 P3 0,30 à 1,0m	319026 P3 1,0 à 1,50m	319027 P4 0,0 à 0,20m
L/S cumulé	ml/g	10,0 ¹⁾	10,0 ¹⁾	10,0 ¹⁾	10,0 ¹⁾
pH		11,2 ¹⁾	8,6 ¹⁾	8,5 ¹⁾	8,3 ¹⁾
Conductivité électrique	µS/cm	520 ¹⁾	71,1 ¹⁾	88,1 ¹⁾	74,4 ¹⁾
Température	°C	20,3 ¹⁾	20,9 ¹⁾	20,6 ¹⁾	20,0 ¹⁾

Calcul des Fractions solubles

Paramètres	Unité	319024 P3 0,0 à 0,30m	319025 P3 0,30 à 1,0m	319026 P3 1,0 à 1,50m	319027 P4 0,0 à 0,20m
Antimoine cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05
Arsenic cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05
Baryum cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0,23	0,24	0,10	0 - 0,1
COT cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	230	0 - 200	0 - 200	0 - 200
Cadmium cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,001	0 - 0,001	0 - 0,001	0 - 0,001
Chlorures cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	100	0 - 10	0 - 10	0 - 10
Chrome cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0,20	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02
Cuivre cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0,75	0,07	0,07	0,07
Fluorures cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	3,0	8,0	5,0	3,0
Fraction soluble cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	4100	0 - 1000	0 - 1000	0 - 1000
Indice phénol cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,2	0 - 0,2	0 - 0,2	0 - 0,2
Mercuré cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0,0005	0 - 0,0003	0 - 0,0003	0 - 0,0003
Molybdène cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0,13	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05
Nickel cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05
Plomb cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05
Sulfates cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	510	0 - 50	0 - 50	0 - 50
Sélénium cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05
Zinc cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,02	0,10	0,04	0 - 0,02

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

DOC-13-2642491-FR-P10

Kamer van Koophandel
Nr. 08110898
VAT/BTW-ID-Nr.:
NL 811132559 B01

Directeur
ppa. Marc van Gelder
Dr. Paul Wimmer

page 10 de 18



AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

RAPPORT D'ANALYSE 1601073 25-620 BETHUNE

Date: 15.09.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
319024	02.09.2025 00:00	P3 0,0 à 0,30m
319025	02.09.2025 00:00	P3 0,30 à 1,0m
319026	02.09.2025 00:00	P3 1,0 à 1,50m
319027	02.09.2025 00:00	P4 0,0 à 0,20m

Analyses Physico-chimiques sur éluat

Paramètres	Unité	319024 P3 0,0 à 0,30m	319025 P3 0,30 à 1,0m	319026 P3 1,0 à 1,50m	319027 P4 0,0 à 0,20m
Résidu à sec	mg/l	406 ¹⁾	<100 ^{1),4)}	<100 ^{1),4)}	<100 ^{1),4)}
Indice phénol	mg/l	<0,020 ^{1),4)}	<0,020 ^{1),4)}	<0,020 ^{1),4)}	<0,020 ^{1),4)}
Chlorures (Cl)	mg/l	10 ¹⁾	<1,0 ^{1),4)}	<1,0 ^{1),4)}	<1,0 ^{1),4)}
Fluorures (F)	mg/l	0,3 ¹⁾	0,8 ¹⁾	0,5 ¹⁾	0,3 ¹⁾
Sulfates (SO4)	mg/l	51 ¹⁾	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}
COT	mg/l	23 ¹⁾	<20 ^{1),4)}	<20 ^{1),4)}	<20 ^{1),4)}

Métaux sur éluat

Paramètres	Unité	319024 P3 0,0 à 0,30m	319025 P3 0,30 à 1,0m	319026 P3 1,0 à 1,50m	319027 P4 0,0 à 0,20m
Baryum (Ba)	µg/l	23 ¹⁾	24 ¹⁾	10 ¹⁾	<10 ^{1),4)}
Chrome (Cr)	µg/l	20 ¹⁾	<2,0 ^{1),4)}	<2,0 ^{1),4)}	<2,0 ^{1),4)}
Mercure	µg/l	0,05 ¹⁾	<0,03 ^{1),4)}	<0,03 ^{1),4)}	<0,03 ^{1),4)}
Molybdène (Mo)	µg/l	13 ¹⁾	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}
Sélénium (Se)	µg/l	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}
Cuivre (Cu)	µg/l	75 ¹⁾	7,3 ¹⁾	7,3 ¹⁾	6,8 ¹⁾
Nickel (Ni)	µg/l	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}
Antimoine (Sb)	µg/l	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}
Zinc (Zn)	µg/l	<2,0 ^{1),4)}	9,9 ¹⁾	4,0 ¹⁾	<2,0 ^{1),4)}
Arsenic (As)	µg/l	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}
Cadmium (Cd)	µg/l	<0,1 ^{1),4)}	<0,1 ^{1),4)}	<0,1 ^{1),4)}	<0,1 ^{1),4)}
Plomb (Pb)	µg/l	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
319028	02.09.2025 00:00	P4 0,20 à 1,20m
319029	02.09.2025 00:00	P5 0,0 à 0,20m
319030	02.09.2025 00:00	P5 0,20 à 1,0m
319031	02.09.2025 00:00	P5 1,0 à 1,50m

Prétraitement des échantillons

Paramètres	Unité	319028 P4 0,20 à 1,20m	319029 P5 0,0 à 0,20m	319030 P5 0,20 à 1,0m	319031 P5 1,0 à 1,50m
Masse échantillon total inférieure à 2 kg ⁶⁾	kg	0,70 ¹⁾	0,66 ¹⁾	0,64 ¹⁾	0,68 ¹⁾
Broyeur à mâchoires		++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}
Matière sèche	%	91,9 ¹⁾	98,0 ¹⁾	95,3 ¹⁾	95,0 ¹⁾
Prétraitement de l'échantillon		++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

RAPPORT D'ANALYSE 1601073 25-620 BETHUNE

Date: 15.09.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
319028	02.09.2025 00:00	P4 0,20 à 1,20m
319029	02.09.2025 00:00	P5 0,0 à 0,20m
319030	02.09.2025 00:00	P5 0,20 à 1,0m
319031	02.09.2025 00:00	P5 1,0 à 1,50m

Lixiviation

Paramètres	Unité	319028 P4 0,20 à 1,20m	319029 P5 0,0 à 0,20m	319030 P5 0,20 à 1,0m	319031 P5 1,0 à 1,50m
Fraction >4mm (EN12457-2)	%	56,2 ¹⁾	22,6 ¹⁾	40,6 ¹⁾	49,3 ¹⁾
Masse brute Mh pour lixiviation*)	g	98 ¹⁾	93 ¹⁾	94 ¹⁾	96 ¹⁾
Lixiviation (EN 12457-2)		++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}
Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction*)	ml	900 ¹⁾	900 ¹⁾	900 ¹⁾	900 ¹⁾

Analyses Physico-chimiques

Paramètres	Unité	319028 P4 0,20 à 1,20m	319029 P5 0,0 à 0,20m	319030 P5 0,20 à 1,0m	319031 P5 1,0 à 1,50m
pH-H2O		8,6 ¹⁾	8,6 ¹⁾	8,5 ¹⁾	8,5 ¹⁾
COT Carbone Organique Total	mg/kg MS	24000	18000	45000	47000

Prétraitement pour analyses des métaux

Paramètres	Unité	319028 P4 0,20 à 1,20m	319029 P5 0,0 à 0,20m	319030 P5 0,20 à 1,0m	319031 P5 1,0 à 1,50m
Minéralisation à l'eau régale		++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}	++ ^{1),2)}

Métaux

Paramètres	Unité	319028 P4 0,20 à 1,20m	319029 P5 0,0 à 0,20m	319030 P5 0,20 à 1,0m	319031 P5 1,0 à 1,50m
Antimoine (Sb)	mg/kg MS	<1,0 ^{4),5)}	<0,5 ⁴⁾	<0,5 ⁴⁾	<0,5 ⁴⁾
Arsenic (As)	mg/kg MS	14	8,7	8,6	6,1
Baryum (Ba)	mg/kg MS	230	67	460	320
Cadmium (Cd)	mg/kg MS	1,6	0,1	0,6	0,4
Chrome (Cr)	mg/kg MS	42	39	40	42
Cuivre (Cu)	mg/kg MS	93	16	22	37
Mercuré (Hg)	mg/kg MS	0,80	0,08	0,12	0,12
Molybdène (Mo)	mg/kg MS	1,6	1,4	1,2	3,1
Nickel (Ni)	mg/kg MS	45	12	15	21
Plomb (Pb)	mg/kg MS	460	27	39	38
Sélénium (Se)	mg/kg MS	<1,0 ⁴⁾	<1,0 ⁴⁾	<1,0 ⁴⁾	<1,0 ⁴⁾
Zinc (Zn)	mg/kg MS	370	77	140	110

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (ISO)

Paramètres	Unité	319028 P4 0,20 à 1,20m	319029 P5 0,0 à 0,20m	319030 P5 0,20 à 1,0m	319031 P5 1,0 à 1,50m
Naphtalène	mg/kg MS	1,6	<0,050 ⁴⁾	0,14	0,22
Acénaphthylène	mg/kg MS	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Acénaphène	mg/kg MS	1,0	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	0,062

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

RAPPORT D'ANALYSE 1601073 25-620 BETHUNE

Date: 15.09.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
319028	02.09.2025 00:00	P4 0,20 à 1,20m
319029	02.09.2025 00:00	P5 0,0 à 0,20m
319030	02.09.2025 00:00	P5 0,20 à 1,0m
319031	02.09.2025 00:00	P5 1,0 à 1,50m

Paramètres	Unité	319028	319029	319030	319031
		P4 0,20 à 1,20m	P5 0,0 à 0,20m	P5 0,20 à 1,0m	P5 1,0 à 1,50m
Fluorène	mg/kg MS	3,2	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	0,15
Phénanthrène	mg/kg MS	21,4	<0,050 ⁴⁾	0,30	2,8
Anthracène	mg/kg MS	24,7	<0,050 ⁴⁾	0,061	0,32
Fluoranthène	mg/kg MS	8,9	0,093	0,46	4,3
Pyrène	mg/kg MS	5,4	0,064	0,34	2,8
Benzo(a)anthracène	mg/kg MS	3,6	0,058	0,26	1,7
Chrysène	mg/kg MS	4,1	0,076	0,27	1,2
Benzo(b)fluoranthène	mg/kg MS	3,0	<0,050 ⁴⁾	0,34	1,4
Benzo(k)fluoranthène	mg/kg MS	1,7	<0,050 ⁴⁾	0,13	0,60
Benzo(a)pyrène	mg/kg MS	3,9	0,067	0,26	1,1
Dibenzo(a,h)anthracène	mg/kg MS	0,52	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Benzo(g,h,i)pérylène	mg/kg MS	2,1	<0,050 ⁴⁾	0,22	0,68
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	mg/kg MS	2,6	0,069	0,22	0,96
HAP (6 Borneff) - somme	mg/kg MS	22,2	0,229³⁾	1,63	9,04
Somme HAP (VROM)	mg/kg MS	74,6	0,363³⁾	2,32	13,9
HAP (EPA) - somme	mg/kg MS	87,7³⁾	0,427³⁾	3,00³⁾	18,3³⁾

Composés aromatiques

Paramètres	Unité	319028	319029	319030	319031
		P4 0,20 à 1,20m	P5 0,0 à 0,20m	P5 0,20 à 1,0m	P5 1,0 à 1,50m
Benzène	mg/kg MS	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Toluène	mg/kg MS	0,072	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Ethylbenzène	mg/kg MS	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
m,p-Xylène	mg/kg MS	<0,10 ⁴⁾	<0,10 ⁴⁾	<0,10 ⁴⁾	<0,10 ⁴⁾
o-Xylène	mg/kg MS	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾	<0,050 ⁴⁾
Somme Xylènes	mg/kg MS	n.d.⁴⁾	n.d.⁴⁾	n.d.⁴⁾	n.d.⁴⁾
BTEX total^{*)}	mg/kg MS	0,072³⁾	n.d.⁴⁾	n.d.⁴⁾	n.d.⁴⁾

COHV

Paramètres	Unité	319028	319029	319030	319031
		P4 0,20 à 1,20m	P5 0,0 à 0,20m	P5 0,20 à 1,0m	P5 1,0 à 1,50m
Chlorure de Vinyle	mg/kg MS	<0,02 ⁴⁾	<0,02 ⁴⁾	<0,02 ⁴⁾	<0,02 ⁴⁾
Dichlorométhane	mg/kg MS	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾
Trichlorométhane	mg/kg MS	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾
Tétrachlorométhane	mg/kg MS	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾
Trichloroéthylène	mg/kg MS	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾
Tétrachloroéthylène	mg/kg MS	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾
1,1,1-Trichloroéthane	mg/kg MS	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾
1,1,2-Trichloroéthane	mg/kg MS	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾	<0,05 ⁴⁾
1,1-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,10 ⁴⁾	<0,10 ⁴⁾	<0,10 ⁴⁾	<0,10 ⁴⁾

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

RAPPORT D'ANALYSE 1601073 25-620 BETHUNE

Date: 15.09.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
319028	02.09.2025 00:00	P4 0,20 à 1,20m
319029	02.09.2025 00:00	P5 0,0 à 0,20m
319030	02.09.2025 00:00	P5 0,20 à 1,0m
319031	02.09.2025 00:00	P5 1,0 à 1,50m

Paramètres	Unité	319028 P4 0,20 à 1,20m	319029 P5 0,0 à 0,20m	319030 P5 0,20 à 1,0m	319031 P5 1,0 à 1,50m
1,2-Dichloroéthane	mg/kg MS	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾	<0,05 ⁽⁴⁾
1,1-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,10 ⁽⁴⁾	<0,10 ⁽⁴⁾	<0,10 ⁽⁴⁾	<0,10 ⁽⁴⁾
Trans-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,0250 ⁽⁴⁾	<0,0250 ⁽⁴⁾	<0,0250 ⁽⁴⁾	<0,0250 ⁽⁴⁾
cis-1,2-Dichloroéthylène	mg/kg MS	<0,0250 ⁽⁴⁾	<0,0250 ⁽⁴⁾	<0,0250 ⁽⁴⁾	<0,0250 ⁽⁴⁾
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	mg/kg MS	n.d. ⁽⁴⁾	n.d. ⁽⁴⁾	n.d. ⁽⁴⁾	n.d. ⁽⁴⁾

Hydrocarbures totaux (ISO)

Paramètres	Unité	319028 P4 0,20 à 1,20m	319029 P5 0,0 à 0,20m	319030 P5 0,20 à 1,0m	319031 P5 1,0 à 1,50m
Fraction aliphatique C5-C6	mg/kg MS	<0,40 ⁽⁴⁾	<0,40 ⁽⁴⁾	<0,40 ⁽⁴⁾	<0,40 ⁽⁴⁾
Fraction aliphatique >C6-C8	mg/kg MS	<0,20 ⁽⁴⁾	<0,20 ⁽⁴⁾	<0,20 ⁽⁴⁾	<0,20 ⁽⁴⁾
Fraction aliphatique >C8-C10	mg/kg MS	<0,20 ⁽⁴⁾	<0,20 ⁽⁴⁾	0,26	<0,20 ⁽⁴⁾
Fraction aromatique >C6-C8	mg/kg MS	0,24	<0,20 ⁽⁴⁾	<0,20 ⁽⁴⁾	<0,20 ⁽⁴⁾
Fraction aromatique >C8-C10	mg/kg MS	0,26	<0,20 ⁽⁴⁾	<0,20 ⁽⁴⁾	<0,20 ⁽⁴⁾
Fraction >C6-C8	mg/kg MS	<0,40 ^{(3),(4)}	<0,40 ^{(3),(4)}	<0,40 ^{(3),(4)}	<0,40 ^{(3),(4)}
Fraction C8-C10	mg/kg MS	<0,40 ^{(3),(4)}	<0,40 ^{(3),(4)}	<0,40 ^{(3),(4)}	<0,40 ^{(3),(4)}
Fraction >C5-C10	mg/kg MS	<1,0 ^{(3),(4)}	<1,0 ^{(3),(4)}	<1,0 ^{(3),(4)}	<1,0 ^{(3),(4)}
Hydrocarbures totaux C10-C40	mg/kg MS	260	69,5	160	130
Fraction C10-C12 ^(*)	mg/kg MS	<4,0 ⁽⁴⁾	<4,0 ⁽⁴⁾	<4,0 ⁽⁴⁾	<4,0 ⁽⁴⁾
Fraction C12-C16 ^(*)	mg/kg MS	11,1	<4,0 ⁽⁴⁾	<4,0 ⁽⁴⁾	<4,0 ⁽⁴⁾
Fraction C16-C20 ^(*)	mg/kg MS	59,6	2,0	4,1	15,1
Fraction C20-C24 ^(*)	mg/kg MS	43,9	7,6	18,8	20,6
Fraction C24-C28 ^(*)	mg/kg MS	52,8	22,2	52,7	34,4
Fraction C28-C32 ^(*)	mg/kg MS	48	20	45	28
Fraction C32-C36 ^(*)	mg/kg MS	31,6	11,8	25,8	15,6
Fraction C36-C40 ^(*)	mg/kg MS	13,6	4,2	8,2	5,3

Polychlorobiphényles

Paramètres	Unité	319028 P4 0,20 à 1,20m	319029 P5 0,0 à 0,20m	319030 P5 0,20 à 1,0m	319031 P5 1,0 à 1,50m
PCB (28)	mg/kg MS	0,012	0,002	<0,001 ⁽⁴⁾	0,002
PCB (52)	mg/kg MS	0,054	<0,001 ⁽⁴⁾	<0,001 ⁽⁴⁾	0,002
PCB (101)	mg/kg MS	0,13	<0,001 ⁽⁴⁾	0,004	0,005
PCB (118)	mg/kg MS	0,058	<0,001 ⁽⁴⁾	0,003	0,003
PCB (138)	mg/kg MS	0,16	0,002	0,007	0,007
PCB (153)	mg/kg MS	0,15	0,002	0,006	0,006
PCB (180)	mg/kg MS	0,092	0,002	0,005	0,005
Somme 6 PCB	mg/kg MS	0,60	0,0080 ⁽³⁾	0,022 ⁽³⁾	0,027
Somme 7 PCB (Ballschmiter)	mg/kg MS	0,66	0,0080 ⁽³⁾	0,025 ⁽³⁾	0,030

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl



AGROLAB GROUP

Your labs. Your service.

RAPPORT D'ANALYSE 1601073 25-620 BETHUNE

Date: 15.09.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
319028	02.09.2025 00:00	P4 0,20 à 1,20m
319029	02.09.2025 00:00	P5 0,0 à 0,20m
319030	02.09.2025 00:00	P5 0,20 à 1,0m
319031	02.09.2025 00:00	P5 1,0 à 1,50m

Analyses sur éluat après lixiviation

Paramètres	Unité	319028 P4 0,20 à 1,20m	319029 P5 0,0 à 0,20m	319030 P5 0,20 à 1,0m	319031 P5 1,0 à 1,50m
L/S cumulé	ml/g	10,0 ¹⁾	10,0 ¹⁾	10,0 ¹⁾	10,0 ¹⁾
pH		10,5 ¹⁾	8,4 ¹⁾	8,4 ¹⁾	9,1 ¹⁾
Conductivité électrique	µS/cm	220 ¹⁾	110 ¹⁾	130 ¹⁾	210 ¹⁾
Température	°C	20,3 ¹⁾	20,2 ¹⁾	20,6 ¹⁾	20,4 ¹⁾

Calcul des Fractions solubles

Paramètres	Unité	319028 P4 0,20 à 1,20m	319029 P5 0,0 à 0,20m	319030 P5 0,20 à 1,0m	319031 P5 1,0 à 1,50m
Antimoine cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05
Arsenic cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0,10	0,08	0,06	0,08
Baryum cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,1	0 - 0,1
COT cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 200	0 - 200	0 - 200	0 - 200
Cadmium cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,001	0 - 0,001	0 - 0,001	0 - 0,001
Chlorures cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	120	0 - 10	0 - 10	29
Chrome cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0,05	0 - 0,02	0 - 0,02	0 - 0,02
Cuivre cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0,19	0,18	0,24	0,19
Fluorures cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	8,0	3,0	3,0	5,0
Fraction soluble cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	2100	1100	0 - 1000	1800
Indice phénol cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,2	0 - 0,2	0 - 0,2	0 - 0,2
Mercuré cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0,0004	0 - 0,0003	0 - 0,0003	0 - 0,0003
Molybdène cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0,12	0,07	0 - 0,05	0,12
Nickel cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05
Plomb cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0 - 0,05	0,09	0 - 0,05	0 - 0,05
Sulfates cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	200	0 - 50	0 - 50	160
Sélénium cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0,06	0 - 0,05	0 - 0,05	0 - 0,05
Zinc cumulé (var. L/S)	mg/kg MS	0,03	0,04	0,07	0,03

Analyses Physico-chimiques sur éluat

Paramètres	Unité	319028 P4 0,20 à 1,20m	319029 P5 0,0 à 0,20m	319030 P5 0,20 à 1,0m	319031 P5 1,0 à 1,50m
Résidu à sec	mg/l	209 ¹⁾	113 ¹⁾	<100 ^{1),4)}	177 ¹⁾
Indice phénol	mg/l	<0,020 ^{1),4)}	<0,020 ^{1),4)}	<0,020 ^{1),4)}	<0,020 ^{1),4)}
Chlorures (Cl)	mg/l	12 ¹⁾	<1,0 ^{1),4)}	<1,0 ^{1),4)}	2,9 ¹⁾
Fluorures (F)	mg/l	0,8 ¹⁾	0,3 ¹⁾	0,3 ¹⁾	0,5 ¹⁾
Sulfates (SO4)	mg/l	20 ¹⁾	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	16 ¹⁾
COT	mg/l	<20 ^{1),4)}	<20 ^{1),4)}	<20 ^{1),4)}	<20 ^{1),4)}

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

RAPPORT D'ANALYSE 1601073 25-620 BETHUNE

Date: 15.09.2025

Information sur l'échantillon

Numéro d'échantillon	Date de prélèvement	Nom d'échantillon
319028	02.09.2025 00:00	P4 0,20 à 1,20m
319029	02.09.2025 00:00	P5 0,0 à 0,20m
319030	02.09.2025 00:00	P5 0,20 à 1,0m
319031	02.09.2025 00:00	P5 1,0 à 1,50m

Métaux sur éluat

Paramètres	Unité	319028 P4 0,20 à 1,20m	319029 P5 0,0 à 0,20m	319030 P5 0,20 à 1,0m	319031 P5 1,0 à 1,50m
Baryum (Ba)	µg/l	<10 ^{1),4)}	<10 ^{1),4)}	<10 ^{1),4)}	<10 ^{1),4)}
Chrome (Cr)	µg/l	4,7 ¹⁾	<2,0 ^{1),4)}	<2,0 ^{1),4)}	<2,0 ^{1),4)}
Mercure	µg/l	0,04 ¹⁾	<0,03 ^{1),4)}	<0,03 ^{1),4)}	<0,03 ^{1),4)}
Molybdène (Mo)	µg/l	12 ¹⁾	7,0 ¹⁾	<5,0 ^{1),4)}	12 ¹⁾
Sélénium (Se)	µg/l	5,5 ¹⁾	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}
Cuivre (Cu)	µg/l	19 ¹⁾	18 ¹⁾	24 ¹⁾	19 ¹⁾
Nickel (Ni)	µg/l	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}
Antimoine (Sb)	µg/l	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}
Zinc (Zn)	µg/l	2,9 ¹⁾	3,7 ¹⁾	6,5 ¹⁾	3,1 ¹⁾
Arsenic (As)	µg/l	10 ¹⁾	7,8 ¹⁾	6,1 ¹⁾	7,7 ¹⁾
Cadmium (Cd)	µg/l	<0,1 ^{1),4)}	<0,1 ^{1),4)}	<0,1 ^{1),4)}	<0,1 ^{1),4)}
Plomb (Pb)	µg/l	<5,0 ^{1),4)}	8,8 ¹⁾	<5,0 ^{1),4)}	<5,0 ^{1),4)}

¹⁾ Tous les résultats obtenus à partir de l'analyse de la matière solide sont basés sur la matière sèche (MS), à l'exception des paramètres marqués du signe ¹⁾ qui sont basés sur la matière brute (MB).

²⁾ "++" Signifie que le traitement requis a été effectué en laboratoire.

³⁾ Les résultats ne tiennent pas compte des teneurs en dessous des seuils de quantification.

⁴⁾ Explication : "<" ou "n.d." indiquent que la concentration de l'analyte est inférieure à la limite de quantification (LQ).

⁵⁾ Etant donné l'influence perturbatrice de l'échantillon, une dilution de l'échantillon a occasionnée une augmentation des limites de quantification.

⁶⁾ Des différences sont notées par rapport aux lignes directrices si moins de 2 kg d'échantillon ont été livrés

Début de l'analyse : 08.09.2025

Fin de l'analyse : 15.09.2025

Les résultats portent exclusivement sur les échantillons analysés. Si le laboratoire n'est pas responsable de l'échantillonnage, les résultats correspondent à l'échantillon tel qu'il a été reçu. Le laboratoire n'est pas responsable des informations fournies par le client. Les informations du client, le cas échéant, présentées dans le présent rapport d'analyse ne sont pas soumises à l'accréditation du laboratoire et peuvent affecter la validité des résultats d'essai. La reproduction d'extraits de ce rapport sans notre autorisation écrite n'est pas autorisée.

En cas de déclaration de conformité, l'approche discrète est utilisée comme règle de décision. Cela signifie que l'incertitude de mesure n'est pas prise en compte pour l'établissement de la déclaration de conformité à une spécification ou à une norme.

AL-West B.V. (AGROLAB GROUP), Mme Fatima-Zahra Saati, Tél : 33380680132

Chargée relation clientèle

Liste des méthodes

Conforme a NF ISO 10390 (sol et sédiment)	pH-H2O
conforme EN 16192 (2011)	COT
conforme ISO 10694 (2008)	COT Carbone Organique Total
conforme NEN-EN 16192 (2011)	Indice phénol
Conforme à EN-ISO 17294-2	Baryum (Ba) [µg/l] • Chrome (Cr) [µg/l] • Molybdène (Mo) [µg/l] • Sélénium (Se) [µg/l] • Cuivre (Cu) [µg/l] • Nickel (Ni) [µg/l] • Antimoine (Sb) [µg/l] • Zinc (Zn) [µg/l] • Arsenic (As) [µg/l] • Cadmium (Cd) [µg/l] • Plomb (Pb) [µg/l]

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

RAPPORT D'ANALYSE 1601073 25-620 BETHUNE

Date: 15.09.2025

Liste des méthodes

Conforme à ISO 10359-1, conforme à EN 16192	Fluorures (F)
conforme à NEN 6950 (digestion conf. à NEN 6961/NEN-EN-ISO 54321, mesure conforme à NEN-ISO 16772)	Mercure (Hg)
Conforme à NEN-EN 16179	Prétraitement de l'échantillon
conforme à NEN-EN-ISO 16558-1	Fraction aliphatique C5-C6 • Fraction aliphatique >C6-C8 • Fraction aliphatique >C8-C10 • Fraction aromatique >C6-C8 • Fraction aromatique >C8-C10 • Fraction >C6-C8 • Fraction C8-C10 • Fraction >C5-C10
Conforme à NEN-ISO 15923-1, équivalent à NEN-EN 16192	Chlorures (Cl) • Sulfates (SO4)
Equivalent à NF EN 15216	Résidu à sec
ISO 16703	Hydrocarbures totaux C10-C40
ISO 16703*)	Fraction C10-C12*) • Fraction C12-C16*) • Fraction C16-C20*) • Fraction C20-C24*) • Fraction C24-C28*) • Fraction C28-C32*) • Fraction C32-C36*) • Fraction C36-C40*)
ISO 22155	Benzène • Toluène • Ethylbenzène • m,p-Xylène • o-Xylène • Somme Xylènes • Chlorure de Vinyle • Dichlorométhane • Trichlorométhane • Tétrachlorométhane • Trichloroéthylène • Tétrachloroéthylène • 1,1,1-Trichloroéthane • 1,1,2-Trichloroéthane • 1,1-Dichloroéthane • 1,2-Dichloroéthane • 1,1-Dichloroéthylène • Trans-1,2-Dichloroéthylène • cis-1,2-Dichloroéthylène • Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes
ISO 22155*)	BTEX total*)
Minéralisation conforme à NEN-EN-ISO 54321, mesure conforme à NEN-EN-ISO 11885	Antimoine (Sb) [mg/kg MS] • Arsenic (As) [mg/kg MS] • Baryum (Ba) [mg/kg MS] • Cadmium (Cd) [mg/kg MS] • Chrome (Cr) [mg/kg MS] • Cuivre (Cu) [mg/kg MS] • Molybdène (Mo) [mg/kg MS] • Nickel (Ni) [mg/kg MS] • Plomb (Pb) [mg/kg MS] • Sélénium (Se) [mg/kg MS] • Zinc (Zn) [mg/kg MS]
méthode interne	Broyeur à mâchoires
Méthode interne	Masse échantillon total inférieure à 2 kg ⁶⁾
méthode interne (conforme NEN-EN-ISO 12846)	Mercure
NEN-EN 15527/NEN-EN 17503	Naphtalène • Acénaphthylène • Acénaphtène • Fluorène • Phénanthrène • Anthracène • Fluoranthène • Pyrène • Benzo(a)anthracène • Chrysène • Benzo(b)fluoranthène • Benzo(k)fluoranthène • Benzo(a)pyrène • Dibenzo(a,h)anthracène • Benzo(g,h,i)peryène • Indéno (1,2,3-cd)pyrène • HAP (6 Borneff) - somme • Somme HAP (VROM) • HAP (EPA) - somme
NEN-EN 15934	Matière sèche
NEN-EN 16167	PCB (28) • PCB (52) • PCB (101) • PCB (118) • PCB (138) • PCB (153) • PCB (180) • Somme 6 PCB • Somme 7 PCB (Ballschmiter)
NF EN 12457-2	Lixiviation (EN 12457-2)
NF-EN 16174; NF EN 13657 (déchets)	Minéralisation à l'eau régale
Selon norme lixiviation	Fraction >4mm (EN12457-2) • L/S cumulé • pH • Conductivité électrique • Température • Antimoine cumulé (var. L/S) • Arsenic cumulé (var. L/S) • Baryum cumulé (var. L/S) • COT cumulé (var. L/S) • Cadmium cumulé (var. L/S) • Chlorures cumulé (var. L/S) • Chrome cumulé (var. L/S) • Cuivre cumulé (var. L/S) • Fluorures cumulé (var. L/S) • Fraction soluble cumulé (var. L/S) • Indice phénol cumulé (var. L/S) • Mercure cumulé (var. L/S) • Molybdène cumulé (var. L/S) • Nickel cumulé (var. L/S) • Plomb cumulé (var. L/S) • Sulfates cumulé (var. L/S) • Sélénium cumulé (var. L/S) • Zinc cumulé (var. L/S)
Selon norme lixiviation*)	Masse brute Mh pour lixiviation*) • Volume de lixiviant L ajouté pour l'extraction*)

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

AL-West B.V.

Dortmundstraat 16B, 7418 BH Deventer, the Netherlands
Tel. +31(0)570 788110
e-Mail: info@al-west.nl, www.al-west.nl

RAPPORT D'ANALYSE 1601073 25-620 BETHUNE

Date: 15.09.2025

Annexe de N° commande 1601073

Conservation, date de conservation et flaconnage

Dans les analyses énumérées ci-dessous, il y a des déviations par rapport aux directives de conservation qui peuvent avoir une influence potentielle sur les résultats.

La date limite de conservation est dépassée pour les analyses suivantes:

1,1,1-Trichloroéthane	319019, 319020, 319021, 319022, 319023, 319024, 319025, 319026, 319027, 319028, 319029, 319030, 319031
1,1,2-Trichloroéthane	319019, 319020, 319021, 319022, 319023, 319024, 319025, 319026, 319027, 319028, 319029, 319030, 319031
1,1-Dichloroéthane	319019, 319020, 319021, 319022, 319023, 319024, 319025, 319026, 319027, 319028, 319029, 319030, 319031
1,1-Dichloroéthylène	319019, 319020, 319021, 319022, 319023, 319024, 319025, 319026, 319027, 319028, 319029, 319030, 319031
1,2-Dichloroéthane	319019, 319020, 319021, 319022, 319023, 319024, 319025, 319026, 319027, 319028, 319029, 319030, 319031
Benzène	319019, 319020, 319021, 319022, 319023, 319024, 319025, 319026, 319027, 319028, 319029, 319030, 319031
Chlorure de Vinyle	319019, 319020, 319021, 319022, 319023, 319024, 319025, 319026, 319027, 319028, 319029, 319030, 319031
cis-1,2-Dichloroéthylène	319019, 319020, 319021, 319022, 319023, 319024, 319025, 319026, 319027, 319028, 319029, 319030, 319031
Dichlorométhane	319019, 319020, 319021, 319022, 319023, 319024, 319025, 319026, 319027, 319028, 319029, 319030, 319031
Ethylbenzène	319019, 319020, 319021, 319022, 319023, 319024, 319025, 319026, 319027, 319028, 319029, 319030, 319031
Fraction >C5-C10	319019, 319020, 319021, 319022, 319023, 319024, 319025, 319026, 319027, 319028, 319029, 319030, 319031
Fraction >C6-C8	319019, 319020, 319021, 319022, 319023, 319024, 319025, 319026, 319027, 319028, 319029, 319030, 319031
Fraction aliphatique >C6-C8	319019, 319020, 319021, 319022, 319023, 319024, 319025, 319026, 319027, 319028, 319029, 319030, 319031
Fraction aliphatique >C8-C10	319019, 319020, 319021, 319022, 319023, 319024, 319025, 319026, 319027, 319028, 319029, 319030, 319031
Fraction aliphatique C5-C6	319019, 319020, 319021, 319022, 319023, 319024, 319025, 319026, 319027, 319028, 319029, 319030, 319031
Fraction aromatique >C6-C8	319019, 319020, 319021, 319022, 319023, 319024, 319025, 319026, 319027, 319028, 319029, 319030, 319031
Fraction aromatique >C8-C10	319019, 319020, 319021, 319022, 319023, 319024, 319025, 319026, 319027, 319028, 319029, 319030, 319031
Fraction C8-C10	319019, 319020, 319021, 319022, 319023, 319024, 319025, 319026, 319027, 319028, 319029, 319030, 319031
m,p-Xylène	319019, 319020, 319021, 319022, 319023, 319024, 319025, 319026, 319027, 319028, 319029, 319030, 319031
o-Xylène	319019, 319020, 319021, 319022, 319023, 319024, 319025, 319026, 319027, 319028, 319029, 319030, 319031
Somme cis/trans-1,2-Dichloroéthylènes	319019, 319020, 319021, 319022, 319023, 319024, 319025, 319026, 319027, 319028, 319029, 319030, 319031
Somme Xylènes	319019, 319020, 319021, 319022, 319023, 319024, 319025, 319026, 319027, 319028, 319029, 319030, 319031
Toluène	319019, 319020, 319021, 319022, 319023, 319024, 319025, 319026, 319027, 319028, 319029, 319030, 319031
Trans-1,2-Dichloroéthylène	319019, 319020, 319021, 319022, 319023, 319024, 319025, 319026, 319027, 319028, 319029, 319030, 319031
Trichlorométhane	319019, 319020, 319021, 319022, 319023, 319024, 319025, 319026, 319027, 319028, 319029, 319030, 319031
Trichloroéthylène	319019, 319020, 319021, 319022, 319023, 319024, 319025, 319026, 319027, 319028, 319029, 319030, 319031
Tétrachlorométhane	319019, 319020, 319021, 319022, 319023, 319024, 319025, 319026, 319027, 319028, 319029, 319030, 319031
Tétrachloroéthylène	319019, 319020, 319021, 319022, 319023, 319024, 319025, 319026, 319027, 319028, 319029, 319030, 319031

Les paramètres réalisés par AL-West BV sont accrédités selon la norme EN ISO/IEC 17025:2017. Seuls les paramètres non accrédités et/ou externalisés sont marqués du symbole *).

N° DE DOSSIER

S25-12954

PV

117440

Site de prélèvement

Bethune

Date de réalisation de l'essai:

16/10/2025

GÉOSLAB

N° de Sondage

SC1

Opérateur:

BIJ

Profondeur (m)

01.5 - 3.0 m

Condition de conservation:

Gaine

Date du prélèvement

nc

Observation de prélèvements / Réceptions:

Prélèvement effectué par

GEOMECA

Gaine de 85 cm

Société

GEOMECA

Vos références dossier

25-620

Observation pendant la réalisation de l'essai:

Nos références dossier

S25-12954

Date de réception du dossier

09/10/2025

Faciès I de 00.0 - 0.32

Description Sable moyen/grossier marron
humide avec des passages de
briques et des graviers

Faciès II de 0.32 - 0.5 m

Description Argile kaki très molle

Faciès III de 00.0 - 0.85 m

Description Argile marron kaki
plastique/molle

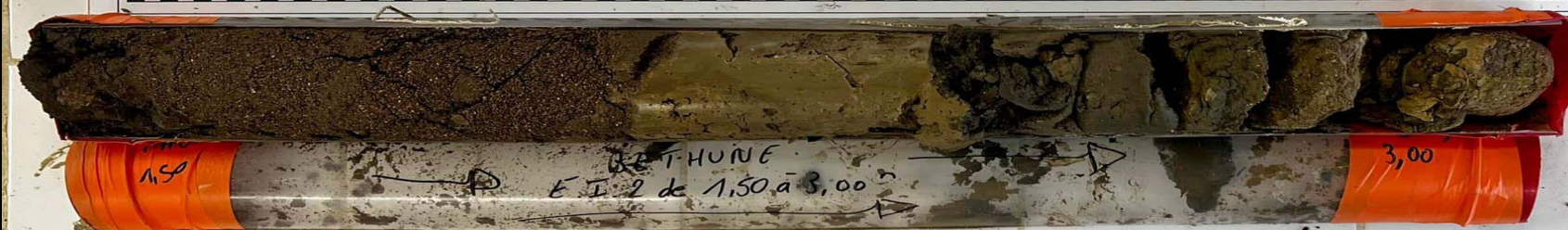
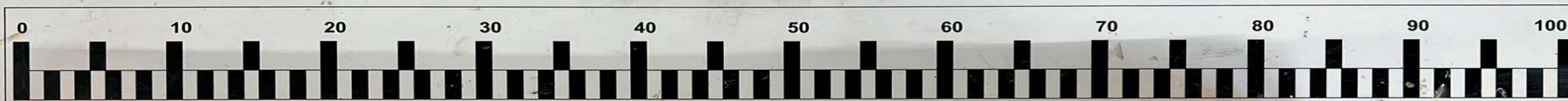
GÉOSLAB

AFFAIRE : 25-620/S25-12954

SITE : Bethune

SONDAGE : SC01

PROFONDEUR : 1,5 - 3,0 m



Essai en compression à l'appareil triaxial consolidé sur sol saturé isotrope non drainé CIU avec mesure de pression interstitielle réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-9 (Avril 2018)

PV 117442

Site de prélèvement	Bethune	Société	GEOMECA
N° de Sondage	SC 01	Vos références dossier	25-620
Profondeur (m)	02.0 m	Nos références dossier	S25-12954
σ'_{v0} (kPa)	40	Date de réception	13-oct.-25
Prélèvement effectué par	GEOMECA	Date de réalisation de l'essai	22-oct.-25
Condition de conservation	Gaine	Opérateur:	SOS
Nature de l'échantillon:	Argile silteuse marron/grise molle/plastique		

Profondeur de prélèvement: 02.0 m Type d'éprouvette : Intactes
Méthode de préparation de l'éprouvette : découpage à partir d'un échantillon extrudé

Observation de prélèvement/réception:

Caractéristiques des éprouvettes				
Valeurs initiales	1	2	3	4
Hi (mm)	76	76	76	-
Di (mm)	38	38	38	-
Wini (%)	27.57	27.57	27.57	-
γ_h (T/m ³)	1.99	1.99	1.99	-
γ_d (T/m ³)	1.56	1.56	1.56	-
γ_s estimé (T/m ³)	2.65	2.65	2.65	-
Sr%	100.00	100.00	100.00	-
U _B (kPa)	600	600	600	-

Caractéristiques après consolidation				
	1	2	3	4
B	0.98	0.98	0.98	-
Hc(mm)	75.35	74.64	74.10	-
Dc (mm)	37.67	37.30	37.01	-
Drainage	latéralement et par les deux extrémités			
DV (cm ³)	2.21	4.62	6.47	-
t100 (min)	91.23	45.87	37.63	-
U _B (kPa)	600	600	600	-
σ'_c (kPa)	50	150	250	-
γ_d (T/m ³)	1.60	1.64	1.68	-
Wfin (%)	24.88	23.08	21.67	-
Sr%	100.00	100.00	100.00	-

Cisaillement				
	Ep1	Ep2	Ep3	Ep4
Condition de drainage	Cisaillement non drainé			
Vitesse de déformation verticale (%/h)	0.854	1.788	2.501	-

Critère de Rupture					
Déviateur Max	S' (kPa)	95.87	190.97	235.85	-
q = ($\sigma_1 - \sigma_3$) _{max} (kPa)	t (kPa)	56.87	100.97	119.85	-
Ratio des contraintes	S' (kPa)	61.08	119.63	194.06	-
(σ'_1 / σ'_3) _{max} (kPa)	t (kPa)	40.08	67.63	103.06	-
Mode de rupture des éprouvettes *		Tonneau	Tonneau	Tonneau	-

Effectif	
C' (kPa)	ϕ' (°)
13.91	28.00

λ_{cu}
0.32

Remarque :

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 12-nov.-25

Laurent KHEANG
Responsable des essais

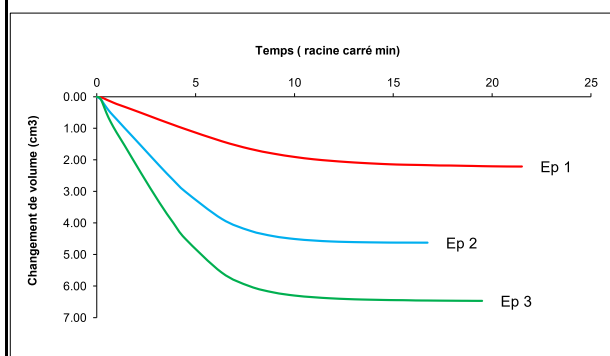
Site de prélèvement	Bethune	Société	GEOMECA
N° de Sondage	SC 01	Vos références dossier	25-620
Profondeur (m)	02.0 m	Nos références dossier	S25-12954
σ'_{v0} (kPa)	40	Date de réception	13-oct.-25
Prélèvement effectué par	GEOMECA	Date de réalisation de l'essai	22-oct.-25
Condition de conservation	Gaine	Opérateur:	SOS
Nature de l'échantillon : Argile silteuse marron/grise molle/plastique			

Profondeur de prélèvement: 02.0 m Type d'éprouvette : Intactes

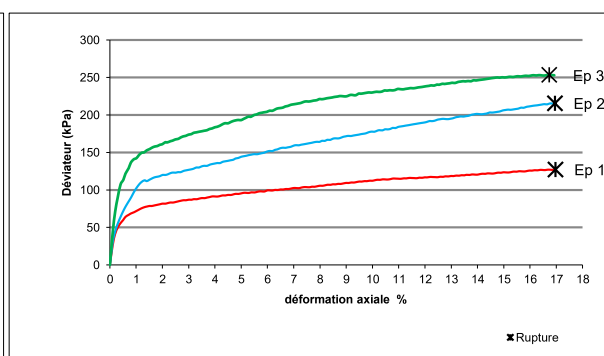
Méthode de préparation de l'éprouvette : découpage à partir d'un échantillon extrudé

Observation de prélèvement/réception:

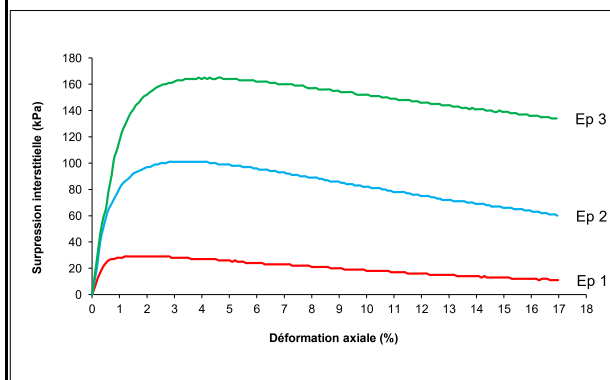
Variation de volume pendant la consolidation



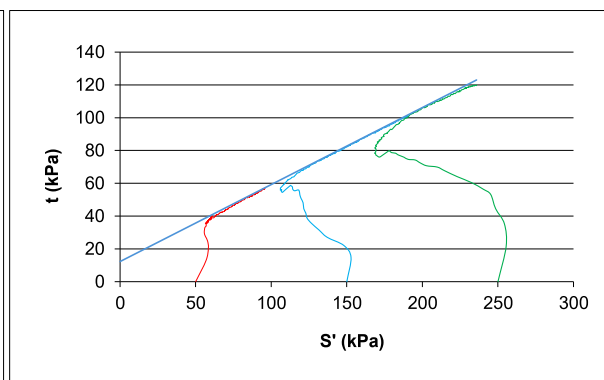
Contrainte déviatorique en fonction de la déformation verticale



Variation de la pression interstitielle durant le cisaillement



Chemin de contraintes



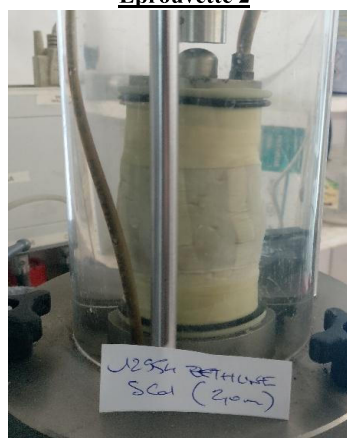
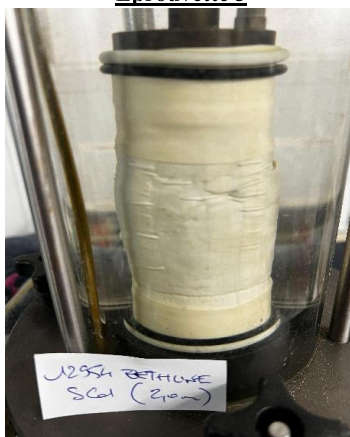
Remarque :

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 12-nov.-25

Laurent KHEANG
Responsable des essais

Site de prélèvement	Bethune	Société	GEOMECA
N° de Sondage	SC 01	Vos références dossier	25-620
Profondeur (m)	02.0 m	Nos références dossier	S25-12954
σ'_{v0} (kPa)	40	Date de réception	13-oct.-25
Prélèvement effectué par	GEOMECA	Date de réalisation de l'essai	22-oct.-25
Condition de conservation	Gaine	Opérateur:	SOS

Nature de l'échantillon : Argile silteuse marron/grise molle/plastique**Profondeur de prélèvement:** 02.0 m **Type d'éprouvette :** Intactes**Méthode de préparation de l'éprouvette :** découpage à partir d'un échantillon extrudé**Observation de prélèvement/réception:****Eprouvette 1****Eprouvette 2****Eprouvette 3****Remarque :**

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 12-nov.-25Laurent KHEANG
Responsable des essais

Essai de chargement par palier à l'oedomètre réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-5 (Mars 2017)

PV 117441

Site de prélèvement **Bethune**

N° de Sondage **SC 01**

Profondeur (m) **02.0 m**

σ'_{v0} (kPa) **40**

Prélèvement effectué par **GEOMECA**

Condition de conservation **Gaine**

Société **GEOMECA**

Vos références dossier **25-620**

Nos références dossier **S25-12954**

Date de réception **13-oct.-25**

Date de réalisation de l'essai **24-oct.-25**

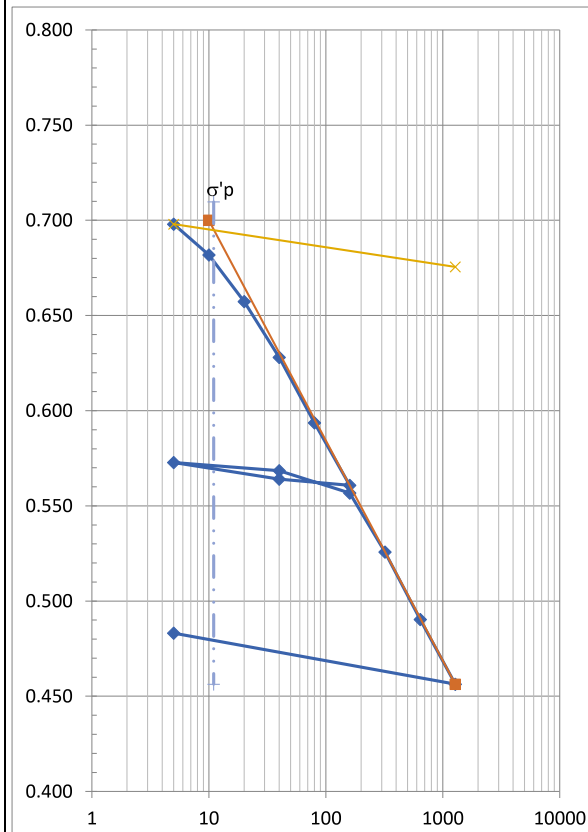
Opérateur: **BJJ**

Nature de l'échantillon : Argile silteuse marron/grise molle/plastique

Observations de prélèvement / Réception :

Caractéristique de l'éprouvette	Avant essai	Après essai
Diamètre (mm)	70	70
Hauteur (mm)	20	17.35
γ_h (T/m ³)	1.98	2.11
γ_d (T/m ³)	1.55	1.79
γ_s (T/m ³) Estimé	2.65	
W (%)	27.57	18.23
Sr (%)	100.00	100.00

Profondeur dans l'échantillon :	02.0 m
Position et orientation du prélèvement dans l'échantillon:	- Verticale - Descendante
Température laboratoire (en °C) :	20 °C
Méthode de préparation de l'éprouvette :	découpage à partir d'un échantillon extrudé
Réalisation de l'éprouvette :	intacte



Date	σ_v kPa	Δh mm	e	Eoed Mpa
24-oct.	0	0.000	0.710	
24-oct.	5	0.136	0.698	
25-oct.	10	0.325	0.682	0.53
26-oct.	20	0.612	0.657	0.70
27-oct.	40	0.955	0.628	1.17
28-oct.	80	1.357	0.594	1.99
29-oct.	160	1.742	0.561	4.16
29-oct.	40	1.704	0.564	
30-oct.	5	1.601	0.573	
30-oct.	40	1.652	0.568	13.73
31-oct.	160	1.789	0.557	17.52
31-oct.	320	2.151	0.526	8.84
1-nov.	640	2.566	0.490	15.42
2-nov.	1280	2.963	0.456	32.24
2-nov.	5	2.650	0.483	

Résultats	
Coefficient de Consolidation (Méthode Casagrande)	
σ_v en kPa	Cv en m ² /s
320	1.08E-07
640	1.55E-07
1280	2.16E-07
Caractéristiques de compressibilité	
e ₀	0.71
σ'_{v0} kPa	40.00
σ'_p kPa	11.00
Indice de compression Cc	0.11
Indice de décompression Cs	0.009

Remarque :

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :

3-nov.-25

Laurent KHEANG
Responsable des essais

N° DE DOSSIER

S25-12954

PV

117443

Site de prélèvement

Bethune

Date de réalisation de l'essai:

15/10/2025

GÉOSLAB

N° de Sondage

SC1

Opérateur:

BIJ

Profondeur (m)

06.5 - 08.0 m

Condition de conservation:

Gaine

Date du prélèvement

nc

Observation de prélèvements / Réceptions:

Prélèvement effectué par

GEOMECA

Gaine d'1m50

Société

GEOMECA

Vos références dossier

25-620

Observation pendant la réalisation de l'essai:

Nos références dossier

S25-12954

Date de réception du dossier

09/10/2025

Faciès I de 00.0 - 00.29 m

Description Sable fin argileux
marron très
mou/humide

Faciès II de 0.29 - 00.6 m

Description Vide

Faciès III de 00.6 - 01.15 m

Description Sable fin argileux
marron plastique/mou
+Graviers

Faciès IV de 1.15 - 1.5 m

Description Argile marron
plastique/mou

Essai en compression à l'appareil triaxial consolidé sur sol saturé isotrope non drainé CIU avec mesure de pression interstitielle réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-9 (Avril 2018)

PV 117445

Site de prélèvement	Bethune	Société	GEOMECA
N° de Sondage	SC 01	Vos références dossier	25-620
Profondeur (m)	07.0 m	Nos références dossier	S25-12954
σ'_{v0} (kPa)	140	Date de réception	13-oct.-25
Prélèvement effectué par	GEOMECA	Date de réalisation de l'essai	21-oct.-25
Condition de conservation	Gaine	Opérateur:	SOS
Nature de l'échantillon:	Sable argileux marron plastique/mou		

Profondeur de prélèvement: 07.0 m Type d'éprouvette : Intactes
Méthode de préparation de l'éprouvette : découpage à partir d'un échantillon extrudé

Observation de prélèvement/réception:

Caractéristiques des éprouvettes				
Valeurs initiales	1	2	3	4
Hi (mm)	76	76	76	-
Di (mm)	38	38	38	-
Wini (%)	30.49	30.49	30.49	-
γ_h (T/m ³)	1.85	1.85	1.85	-
γ_d (T/m ³)	1.42	1.42	1.42	-
γ_s estimé (T/m ³)	2.65	2.65	2.65	-
Sr%	92.76	92.76	92.76	-
U _B (kPa)	600	600	600	-

Caractéristiques après consolidation				
	1	2	3	4
B	0.98	0.98	0.98	-
Hc(mm)	75.18	74.72	74.54	-
Dc (mm)	37.58	37.35	37.25	-
Drainage	Par les deux extrémités			
DV (cm ³)	2.78	4.34	4.97	-
t100 (min)	28.80	4.85	10.56	-
U _B (kPa)	600	600	600	-
σ'_c (kPa)	90	190	290	-
γ_d (T/m ³)	1.46	1.49	1.51	-
Wfin (%)	30.59	29.31	28.59	-
Sr%	100.00	100.00	100.00	-

Cisaillement				
	Ep1	Ep2	Ep3	Ep4
Condition de drainage	Cisaillement non drainé			
Vitesse de déformation verticale (%/h)	1.076	1.678	1.924	-

Critère de Rupture					
Déviateur Max	S' (kPa)	130.59	223.32	329.81	-
$q = (\sigma_1 - \sigma_3)_{\max}$ (kPa)	t (kPa)	76.59	121.32	174.81	-
Ratio des contraintes	S' (kPa)	108.41	197.63	307.93	-
$(\sigma'_1 / \sigma'_3)_{\max}$ (kPa)	t (kPa)	65.41	108.63	165.93	-
Mode de rupture des éprouvettes *		Rectiligne	Tonneau	Rectiligne	-

Effectif	
C' (kPa)	ϕ' (°)
12.52	30.21

λ_{cu}
0.49

Remarque :

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 28-oct.-25

Laurent KHEANG
Responsable des essais

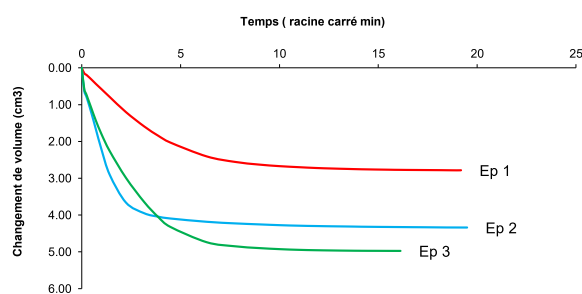
Site de prélèvement	Bethune	Société	GEOMECA
N° de Sondage	SC 01	Vos références dossier	25-620
Profondeur (m)	07.0 m	Nos références dossier	S25-12954
σ'_{v0} (kPa)	140	Date de réception	13-oct.-25
Prélèvement effectué par	GEOMECA	Date de réalisation de l'essai	21-oct.-25
Condition de conservation	Gaine	Opérateur:	SOS
Nature de l'échantillon : Sable argileux marron plastique/mou			

Profondeur de prélèvement: 07.0 m Type d'éprouvette : Intactes

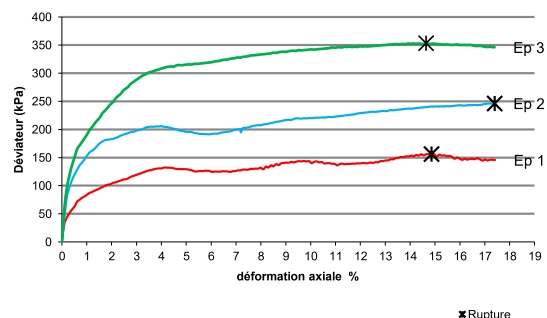
Méthode de préparation de l'éprouvette : découpage à partir d'un échantillon extrudé

Observation de prélèvement/réception:

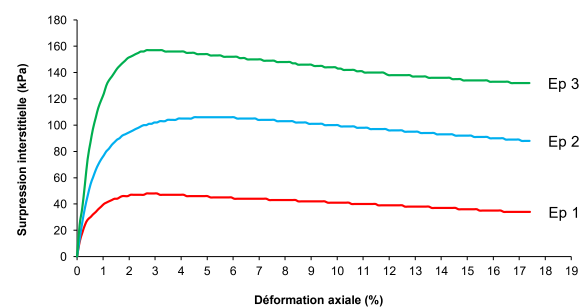
Variation de volume pendant la consolidation



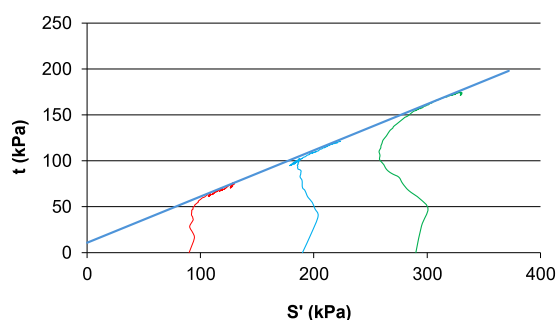
Contrainte déviatorique en fonction de la déformation verticale



Variation de la pression interstitielle durant le cisaillement



Chemin de contraintes



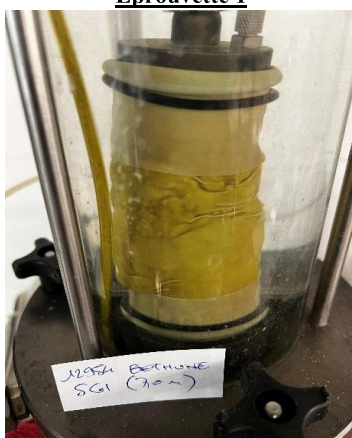
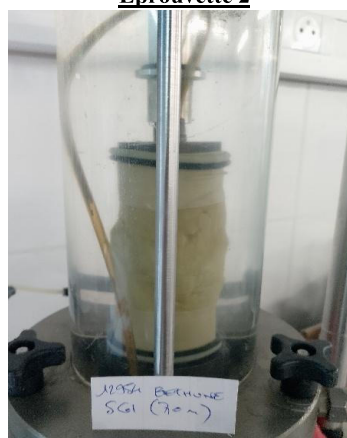
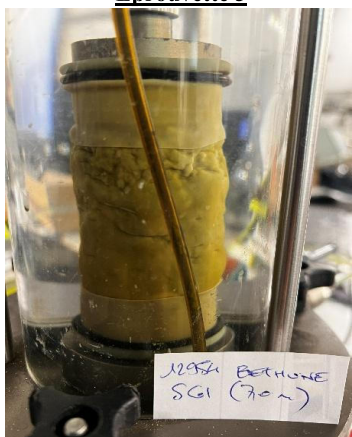
Remarque :

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 28-oct.-25

Laurent KHEANG
Responsable des essais

Site de prélèvement	Bethune	Société	GEOMECA
N° de Sondage	SC 01	Vos références dossier	25-620
Profondeur (m)	07.0 m	Nos références dossier	S25-12954
σ'_{v0} (kPa)	140	Date de réception	13-oct.-25
Prélèvement effectué par	GEOMECA	Date de réalisation de l'essai	21-oct.-25
Condition de conservation	Gaine	Opérateur:	SOS

Nature de l'échantillon : Sable argileux marron plastique/mou**Profondeur de prélèvement:** 07.0 m **Type d'éprouvette :** Intactes**Méthode de préparation de l'éprouvette :** découpage à partir d'un échantillon extrudé**Observation de prélèvement/réception:****Eprouvette 1****Eprouvette 2****Eprouvette 3****Remarque :**

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 28-oct.-25Laurent KHEANG
Responsable des essais

Essai de chargement par palier à l'oedomètre réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-5 (Mars 2017)

PV 117444

Site de prélèvement **Bethune**

N° de Sondage **SC 01**

Profondeur (m) **07.0 m**

σ'_{v0} (kPa) **140**

Prélèvement effectué par **GEOMECA**

Condition de conservation **Gaine**

Société **GEOMECA**

Vos références dossier **25-620**

Nos références dossier **S25-12954**

Date de réception **13-oct.-25**

Date de réalisation de l'essai **16-oct.-25**

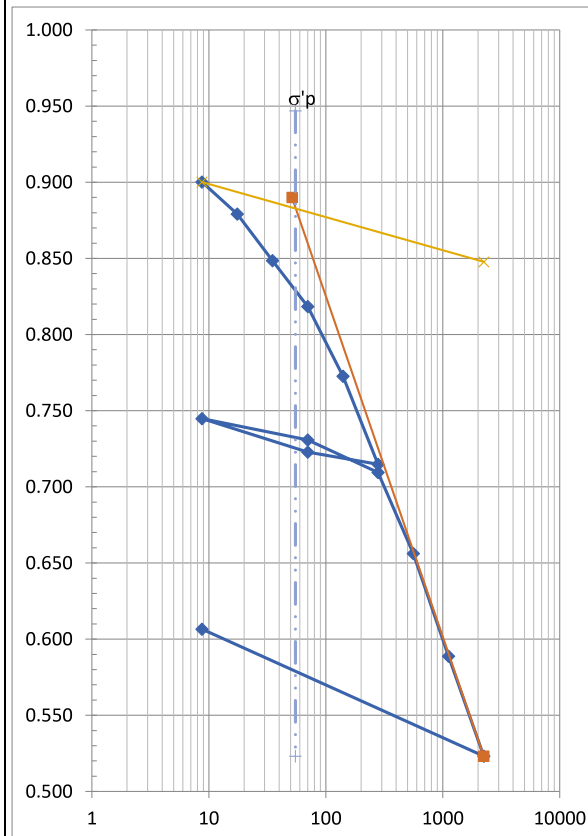
Opérateur: **BJJ**

Nature de l'échantillon : **Sable fin argileux marron plastique/mou**

Observations de prélèvement / Réception :

Caractéristique de l'éprouvette	Avant essai	Après essai
Diamètre (mm)	70	70
Hauteur (mm)	20	16.50
γ_h (T/m ³)	1.84	2.03
γ_d (T/m ³)	1.36	1.65
γ_s (T/m ³) Estimé	2.65	
W (%)	34.96	22.89
Sr (%)	97.86	100.00

Profondeur dans l'échantillon :	07.0 m
Position et orientation du prélèvement dans l'échantillon:	- Verticale - Descendante
Température laboratoire (en °C) :	20 °C
Méthode de préparation de l'éprouvette :	découpage à partir d'un échantillon extrudé
Réalisation de l'éprouvette :	intacte



Date	σ_v kPa	Δh mm	e	Eoed Mpa
16-oct.	0	0.000	0.947	
16-oct.	8.75	0.480	0.900	0.36
16-oct.	17.5	0.695	0.879	0.81
17-oct.	35	1.009	0.849	1.11
18-oct.	70	1.319	0.818	2.26
19-oct.	140	1.789	0.773	2.98
20-oct.	280	2.383	0.715	4.71
21-oct.	70	2.301	0.723	
21-oct.	8.75	2.075	0.745	
22-oct.	70	2.219	0.731	8.51
22-oct.	280	2.439	0.709	19.09
23-oct.	560	2.986	0.656	10.24
24-oct.	1120	3.678	0.589	16.18
25-oct.	2240	4.352	0.523	33.23
27-oct.	8.75	3.496	0.607	

Résultats	
Coefficient de Consolidation (Méthode Casagrande)	
σ_v en kPa	Cv en m ² /s
560	4.85E-07
1120	3.58E-07
2240	5.71E-07
Caractéristiques de compressibilité	
e0	0.95
σ'_{v0} kPa	140.00
σ'_p kPa	55.00
Indice de compression Cc	0.22
Indice de décompression Cs	0.022

Remarque :

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :

28-oct.-25

Laurent KHEANG
Responsable des essais

N° DE DOSSIER

S25-12954

PV

117446

Site de prélèvement

Bethune

Date de réalisation de l'essai:

16/10/2025

GÉOSLAB

N° de Sondage

SC2

Opérateur:

BIJ

Profondeur (m)

3.5 - 4,5 m

Condition de conservation:

Gaine

Date du prélèvement

nc

Observation de prélèvements / Réceptions:

Prélèvement effectué par

GEOMECA

Société

GEOMECA

Vos références dossier

25-620

Observation pendant la réalisation de l'essai:

Nos références dossier

S25-12954

Date de réception du dossier

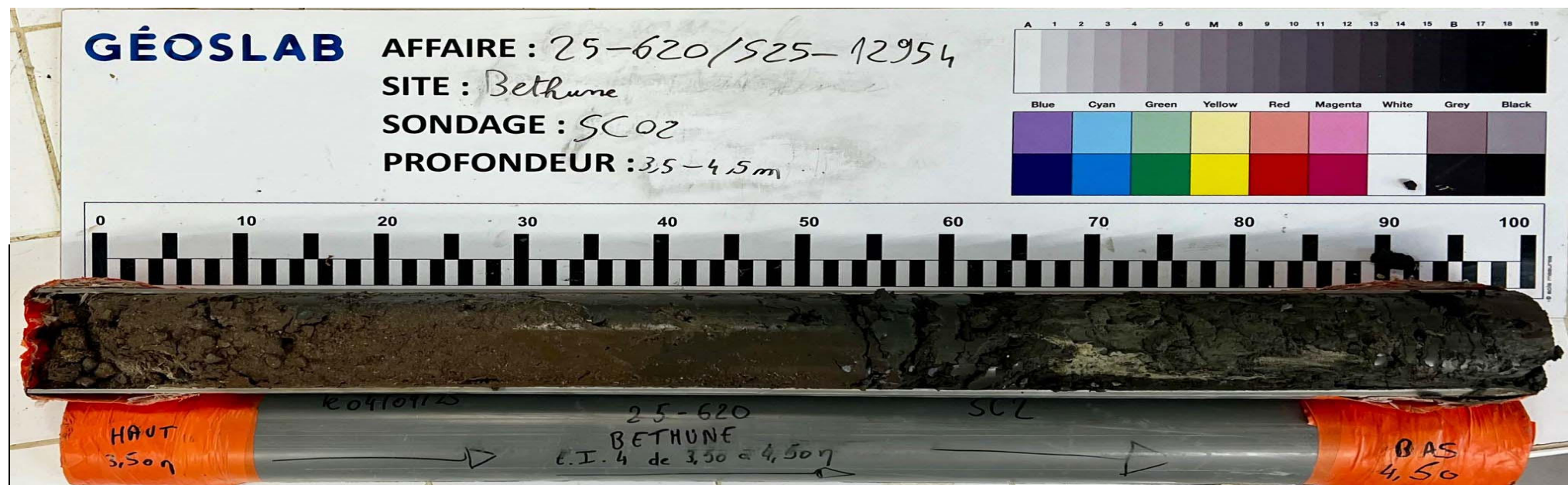
09/10/2025

Faciès I de 00.0 - 0.66 m

Description Sable moyen/grossier marron humide
avec des passages de brique et des
graviers

Faciès II de 0.56 - 01.0 m

Description Argile silteuse grise
plastique/molle



Essai en compression à l'appareil triaxial consolidé sur sol saturé isotrope non drainé CIU avec mesure de pression interstitielle réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-9 (Avril 2018)

PV 117448

Site de prélèvement	Bethune	Société	GEOMECA
N° de Sondage	SC 02	Vos références dossier	25-620
Profondeur (m)	04.0 m	Nos références dossier	S25-12954
σ'_{v0} (kPa)	80	Date de réception	13-oct.-25
Prélèvement effectué par	GEOMECA	Date de réalisation de l'essai	17-oct.-25
Condition de conservation	Gaine	Opérateur:	SOS
Nature de l'échantillon:	Argile grise/noir avec des passages sableux plastique/mou		

Profondeur de prélèvement: 4.00 m Type d'éprouvette : Remaniées
Méthode de préparation de l'éprouvette : découpage à partir d'un échantillon extrudé

Observation de prélèvement/réception:

Caractéristiques des éprouvettes				
Valeurs initiales	1	2	3	4
Hi (mm)	76	76	76	-
Di (mm)	38	38	38	-
Wini (%)	54.27	54.27	54.27	-
γ_h (T/m ³)	1.83	1.84	1.84	-
γ_d (T/m ³)	1.19	1.19	1.19	-
γ_s estimé (T/m ³)	2.65	2.65	2.65	-
Sr%	100.00	100.00	100.00	-
U _B (kPa)	600	600	600	-

Caractéristiques après consolidation				
	1	2	3	4
B	0.98	0.98	0.98	-
Hc(mm)	75.31	74.26	72.88	-
Dc (mm)	37.65	37.10	36.34	-
Drainage	latéralement et par les deux extrémités			
DV (cm ³)	2.33	5.91	10.63	-
t100 (min)	113.04	76.36	115.74	-
U _B (kPa)	600	600	600	-
σ'_c (kPa)	50	150	250	-
γ_d (T/m ³)	1.22	1.28	1.36	-
Wfin (%)	44.35	40.46	35.63	-
Sr%	100.00	100.00	100.00	-

Cisaillement				
	Ep1	Ep2	Ep3	Ep4
Condition de drainage	Cisaillement non drainé			
Vitesse de déformation verticale (%/h)	0.903	2.285	4.109	-

Critère de Rupture					
Déviateur Max	S' (kPa)	69.79	143.74	164.26	-
q = ($\sigma_1 - \sigma_3$) _{max} (kPa)	t (kPa)	47.79	80.74	92.26	-
Ratio des contraintes	S' (kPa)	63.89	129.20	164.26	-
(σ'_1 / σ'_3) _{max} (kPa)	t (kPa)	44.89	74.20	92.26	-
Mode de rupture des éprouvettes *		Tonneau	Tonneau	Tonneau	-

Effectif	
C' (kPa)	ϕ' (°)
17.16	27.10

λ_{cu}
0.22

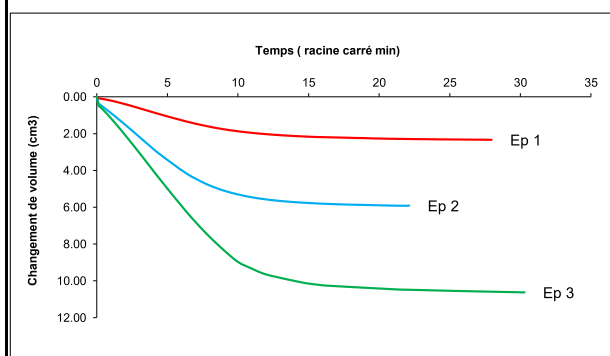
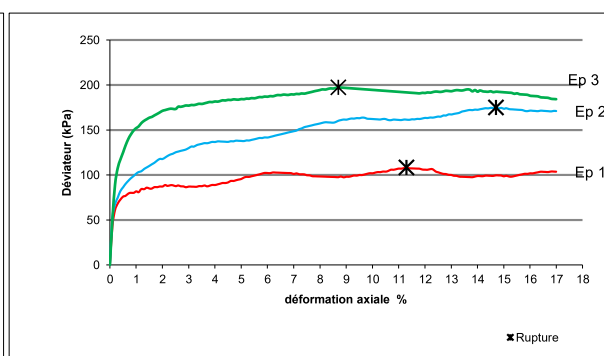
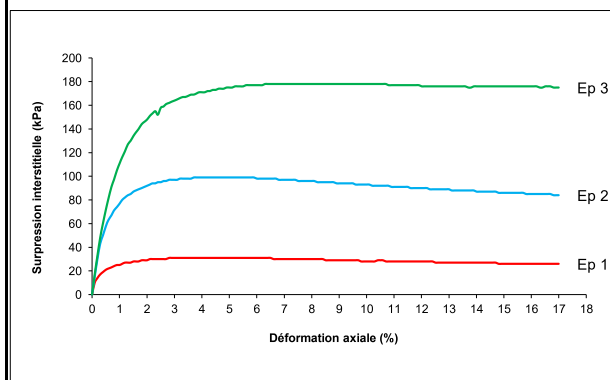
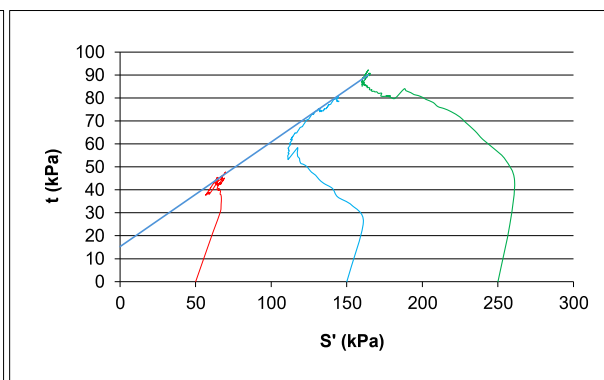
Remarque :

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 12-nov.-25

Laurent KHEANG
Responsable des essais

Site de prélèvement	Bethune	Société	GEOMECA
N° de Sondage	SC 02	Vos références dossier	25-620
Profondeur (m)	04.0 m	Nos références dossier	S25-12954
σ'_{v0} (kPa)	80	Date de réception	13-oct.-25
Prélèvement effectué par	GEOMECA	Date de réalisation de l'essai	17-oct.-25
Condition de conservation	Gaine	Opérateur:	SOS
Nature de l'échantillon : Argile grise/noir avec des passages sableux plastique/mou			

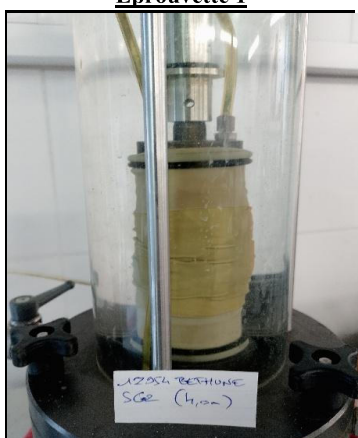
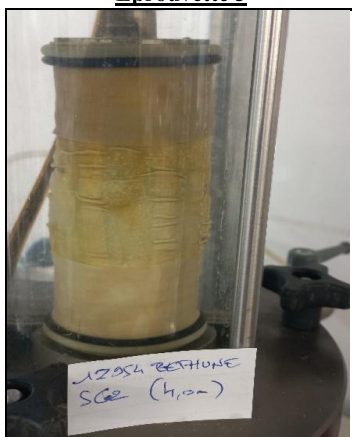
Profondeur de prélèvement: 4.00 m **Type d'éprouvette :** Remaniées**Méthode de préparation de l'éprouvette :** découpage à partir d'un échantillon extrudé**Observation de prélèvement/réception:****Variation de volume pendant la consolidation****Contrainte déviatorique en fonction de la déformation verticale****Variation de la pression interstitielle durant le cisaillement****Chemin de contraintes****Remarque :**

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 12-nov.-25Laurent KHEANG
Responsable des essais

PV 117448

Site de prélèvement	Bethune	Société	GEOMECA
N° de Sondage	SC 02	Vos références dossier	25-620
Profondeur (m)	04.0 m	Nos références dossier	S25-12954
σ'_{v0} (kPa)	80	Date de réception	13-oct.-25
Prélèvement effectué par	GEOMECA	Date de réalisation de l'essai	17-oct.-25
Condition de conservation	Gaine	Opérateur:	SOS

Nature de l'échantillon : Argile grise/noir avec des passages sableux plastique/mou**Profondeur de prélèvement:** 4.00 m **Type d'éprouvette :** Remaniées**Méthode de préparation de l'éprouvette :** découpage à partir d'un échantillon extrudé**Observation de prélèvement/réception:****Eprouvette 1****Eprouvette 2****Eprouvette 3****Remarque :**

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 12-nov.-25Laurent KHEANG
Responsable des essais

Essai de chargement par palier à l'oedomètre réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-5 (Mars 2017)

PV 117447

Site de prélèvement **Bethune**

N° de Sondage **SC 02**

Profondeur (m) **04.0 m**

σ'_{v0} (kPa) **80**

Prélèvement effectué par **GEOMECA**

Condition de conservation **Gaine**

Société **GEOMECA**

Vos références dossier **25-620**

Nos références dossier **S25-12954**

Date de réception **13-oct.-25**

Date de réalisation de l'essai **16-oct.-25**

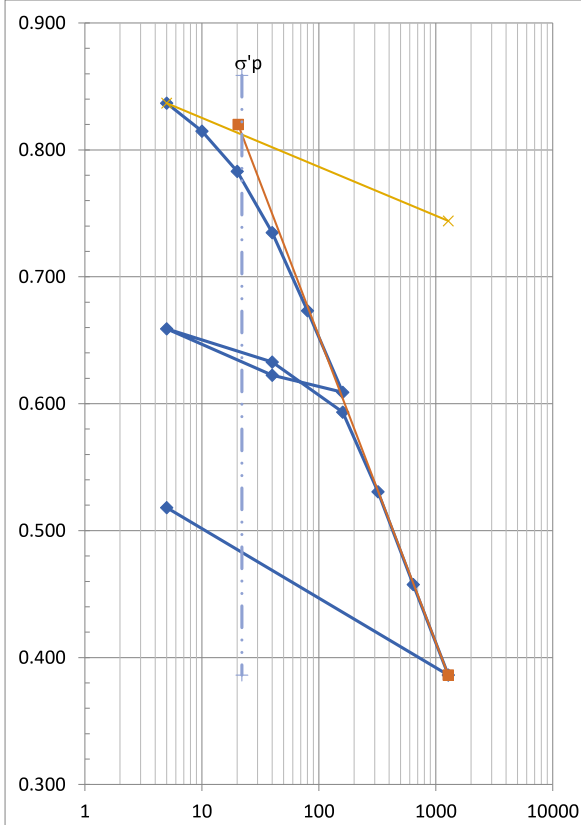
Opérateur: **BIJ**

Nature de l'échantillon : **Argile silteuse grise plastique molle**

Observations de prélèvement / Réception :

Caractéristique de l'éprouvette	Avant essai	Après essai
Diamètre (mm)	70	70
Hauteur (mm)	20	16.34
γ_h (T/m ³)	1.86	2.09
γ_d (T/m ³)	1.43	1.75
γ_s (T/m ³) Estimé	2.65	
W (%)	30.41	19.56
Sr (%)	93.83	100.00

Profondeur dans l'échantillon :	04.0 m
Position et orientation du prélèvement dans l'échantillon:	- Verticale - Descendante
Température laboratoire (en °C) :	20 °C
Méthode de préparation de l'éprouvette :	découpage à partir d'un échantillon extrudé
Réalisation de l'éprouvette :	intacte



Date	σ_v kPa	Δh mm	e	Eoed Mpa
16-oct.	0	0.000	0.859	
16-oct.	5	0.236	0.837	
17-oct.	10	0.474	0.815	0.42
19-oct.	20	0.813	0.783	0.59
22-oct.	40	1.334	0.735	0.77
23-oct.	80	1.996	0.673	1.21
27-oct.	160	2.688	0.609	2.31
28-oct.	40	2.543	0.622	
28-oct.	5	2.148	0.659	
31-oct.	40	2.430	0.633	2.48
1-nov.	160	2.856	0.593	5.63
3-nov.	320	3.530	0.531	4.75
6-nov.	640	4.316	0.458	8.14
7-nov.	1280	5.085	0.386	16.64
9-nov.	5	3.664	0.518	

Résultats	
Coefficient de Consolidation (Méthode Casagrande)	
σ_v en kPa	Cv en m ² /s
320	7.29E-08
640	6.34E-08
1280	1.11E-07
Caractéristiques de compressibilité	
e ₀	0.86
σ'_{v0} kPa	80.00
σ'_p kPa	22.00
Indice de compression Cc	0.24
Indice de décompression Cs	0.039

Remarque :

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :

12-nov.-25

Laurent KHEANG
Responsable des essais

N° DE DOSSIER

S25-12954

PV

117449

Site de prélèvement

Bethune

Date de réalisation de l'essai:

13/10/2025

GÉOSLAB

N° de Sondage

SC2

Opérateur:

BIJ

Profondeur (m)

9.5 - 11,0 m

Condition de conservation:

Gaine

Date du prélèvement

nc

Observation de prélèvements / Réceptions:

Prélèvement effectué par

GEOMECA

Gaine d'1m50

Société

GEOMECA

Vos références dossier

25-620

Observation pendant la réalisation de l'essai:

Nos références dossier

S25-12954

Date de réception du dossier

09/10/2025

Faciès I de 00.0 - 01.5 m

Description Argile grisâtre
plastique/ferme

Essai en compression à l'appareil triaxial consolidé sur sol saturé isotrope non drainé CIU avec mesure de pression interstitielle réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-9 (Avril 2018)

PV 117451

Site de prélèvement	Bethune	Société	GEOMECA
N° de Sondage	SC 02	Vos références dossier	25-620
Profondeur (m)	10.0 m	Nos références dossier	S25-12954
σ'_{v0} (kPa)	200	Date de réception	13-oct.-25
Prélèvement effectué par	GEOMECA	Date de réalisation de l'essai	15-oct.-25
Condition de conservation	Gaine	Opérateur:	SOS
Nature de l'échantillon:	Argile grisâtre plastique/ferme		

Profondeur de prélèvement: 10.00 m Type d'éprouvette : Remaniées
Méthode de préparation de l'éprouvette : reconstitution

Observation de prélèvement/réception:

Caractéristiques des éprouvettes				
Valeurs initiales	1	2	3	4
Hi (mm)	76	76	76	-
Di (mm)	38	38	38	-
Wini (%)	32.43	32.43	32.43	-
γ_h (T/m ³)	1.85	1.85	1.86	-
γ_d (T/m ³)	1.40	1.40	1.41	-
γ_s estimé (T/m ³)	2.65	2.65	2.65	-
Sr%	95.87	95.87	95.87	-
U _B (kPa)	600	600	600	-

Caractéristiques après consolidation				
	1	2	3	4
B	0.98	0.98	0.98	-
Hc(mm)	75.41	74.88	74.59	-
Dc (mm)	37.70	37.43	37.27	-
Drainage	latéralement et par les deux extrémités			
DV (cm ³)	2.00	3.80	4.81	-
t100 (min)	29.21	46.03	8.45	-
U _B (kPa)	600	600	600	-
σ'_c (kPa)	130	230	330	-
γ_d (T/m ³)	1.43	1.46	1.49	-
Wfin (%)	32.17	30.54	29.41	-
Sr%	100.00	100.00	100.00	-

Cisaillement				
	Ep1	Ep2	Ep3	Ep4
Condition de drainage	Cisaillement non drainé			
Vitesse de déformation verticale (%/h)	0.775	1.470	1.861	-

Critère de Rupture					
Déviateur Max	S' (kPa)	160.19	289.04	406.23	-
$q = (\sigma_1 - \sigma_3)_{\max}$ (kPa)	t (kPa)	103.19	168.04	238.23	-
Ratio des contraintes	S' (kPa)	165.11	271.77	403.71	-
$(\sigma'_1 / \sigma'_3)_{\max}$ (kPa)	t (kPa)	108.11	165.77	237.71	-
Mode de rupture des éprouvettes *		Rectiligne	Rectiligne	Rectiligne	-

Effectif	
C' (kPa)	ϕ' (°)
19.29	33.20

λ_{cu}
0.68

Remarque :

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 12-nov.-25

Laurent KHEANG
Responsable des essais

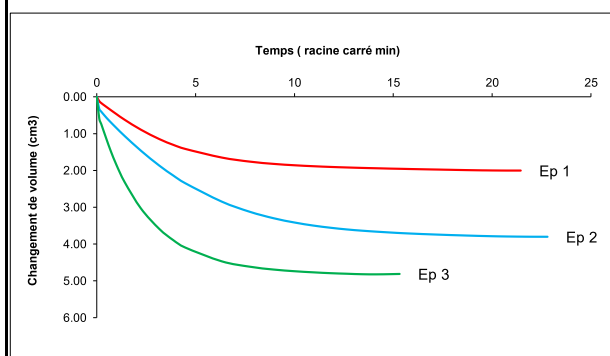
Site de prélèvement	Bethune	Société	GEOMECA
N° de Sondage	SC 02	Vos références dossier	25-620
Profondeur (m)	10.0 m	Nos références dossier	S25-12954
σ'_{v0} (kPa)	200	Date de réception	13-oct.-25
Prélèvement effectué par	GEOMECA	Date de réalisation de l'essai	15-oct.-25
Condition de conservation	Gaine	Opérateur:	SOS
Nature de l'échantillon : Argile grisâtre plastique/ferme			

Profondeur de prélèvement: 10.00 m Type d'éprouvette : Remaniées

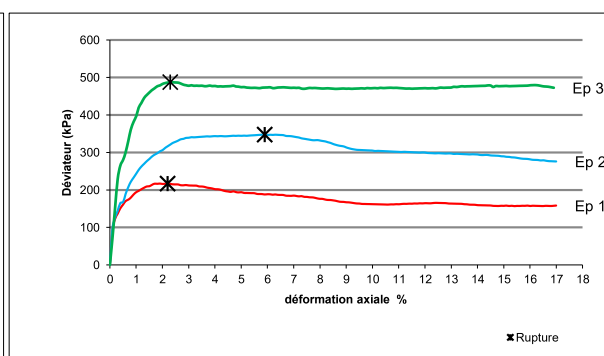
Méthode de préparation de l'éprouvette : reconstitution

Observation de prélèvement/réception:

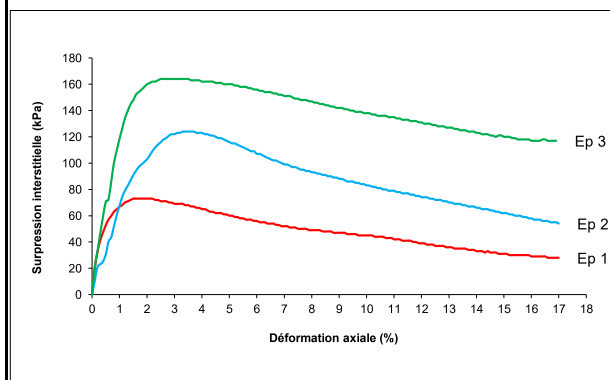
Variation de volume pendant la consolidation



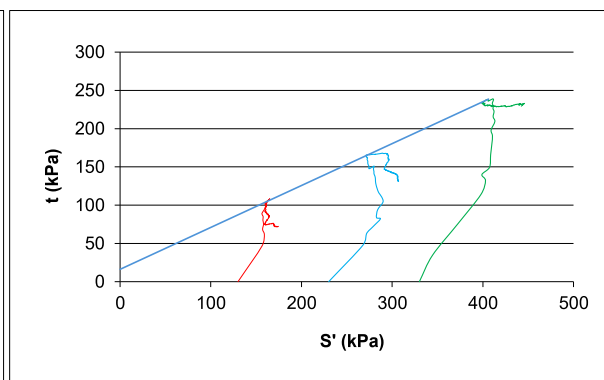
Contrainte déviatorique en fonction de la déformation verticale



Variation de la pression interstitielle durant le cisaillement



Chemin de contraintes



Remarque :

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente

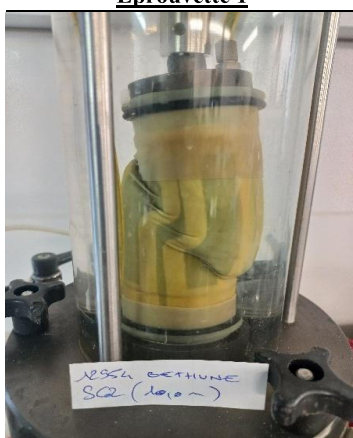
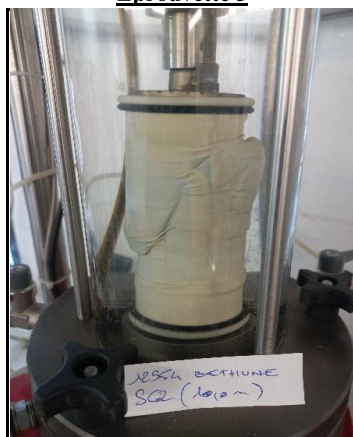
Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 12-nov.-25

Laurent KHEANG
Responsable des essais

Site de prélèvement	Bethune	Société	GEOMECA
N° de Sondage	SC 02	Vos références dossier	25-620
Profondeur (m)	10.0 m	Nos références dossier	S25-12954
σ'_{v0} (kPa)	200	Date de réception	13-oct.-25
Prélèvement effectué par	GEOMECA	Date de réalisation de l'essai	15-oct.-25
Condition de conservation	Gaine	Opérateur:	SOS
Nature de l'échantillon : Argile grisâtre plastique/ferme			

Profondeur de prélèvement:	10.00 m	Type d'éprouvette :	Remaniées
----------------------------	---------	---------------------	-----------

Méthode de préparation de l'éprouvette :	reconstitution
--	----------------

Observation de prélèvement/réception:**Eprouvette 1****Eprouvette 2****Eprouvette 3****Remarque :**

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le : 12-nov.-25

Laurent KHEANG
Responsable des essais

Essai de chargement par palier à l'oedomètre réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-5 (Mars 2017)

PV 117450

Site de prélèvement **Bethune**

N° de Sondage **SC 02**

Profondeur (m) **10.0**

$\sigma'v_0$ (kPa) **200**

Prélèvement effectué par **GEOMECA**

Condition de conservation **Gaine**

Société **GEOMECA**

Vos références dossier **25-620**

Nos références dossier **S25-12954**

Date de réception **13-oct.-25**

Date de réalisation de l'essai **13-oct.-25**

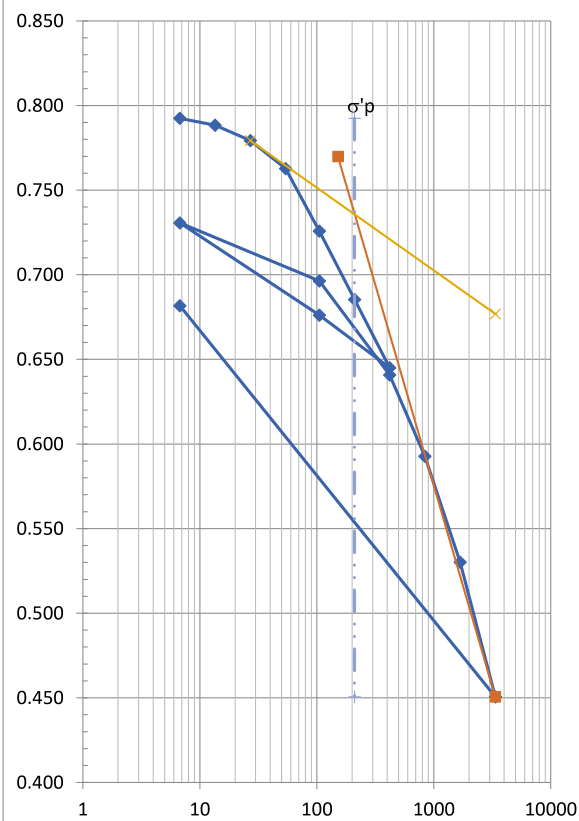
Opérateur: **BJJ**

Nature de l'échantillon : **Argile grisâtre plastique/ferme**

Observations de prélèvement / Réception :

Caractéristique de l'éprouvette	Avant essai	Après essai
Diamètre (mm)	50	50
Hauteur (mm)	20	18.76
γ_h (T/m ³)	1.89	1.98
γ_d (T/m ³)	1.48	1.58
γ_s (T/m ³) Estimé	2.65	
W (%)	27.80	25.72
Sr (%)	92.98	100.00

Profondeur dans l'échantillon :	10.0 m
Position et orientation du prélèvement dans l'échantillon:	- Verticale - Descendante
Température laboratoire (en °C) :	20 °C
Méthode de préparation de l'éprouvette :	découpage à partir d'un échantillon extrudé
Réalisation de l'éprouvette :	intacte



Date	σ_v kPa	Δh mm	e	Eoed Mpa
13-oct.	0	0.000	0.792	
14-oct.	6.75	0.000	0.792	
14-oct.	13.5	0.045	0.788	3.00
14-oct.	27	0.147	0.779	2.65
15-oct.	54	0.331	0.763	2.93
15-oct.	105	0.744	0.726	2.47
16-oct.	210	1.194	0.685	4.67
17-oct.	420	1.644	0.645	9.33
18-oct.	105	1.298	0.676	
18-oct.	6.75	0.689	0.731	
19-oct.	105	1.072	0.696	5.13
20-oct.	420	1.691	0.641	10.18
20-oct.	840	2.228	0.593	15.64
22-oct.	1680	2.926	0.530	24.07
23-oct.	3360	3.815	0.451	37.80
24-oct.	6.75	1.236	0.682	

Résultats	
Coefficient de Consolidation (Méthode Casagrande)	
σ_v en kPa	Cv en m ² /s
840	5.07E-08
1680	6.34E-08
3360	5.71E-08
Caractéristiques de compressibilité	
e ₀	0.79
$\sigma'v_0$ kPa	200.00
σ'_p kPa	210.00
Indice de compression Cc	0.26
Indice de décompression Cs	0.049

Remarque :

Nota : Ces données sont factuelles issues des différentes normes les régissant, l'interprétation et l'application au site doivent être effectuées par une ingénierie compétente

Procès verbal établi à Villeneuve le Roi le :

28-oct.-25

Laurent KHEANG
Responsable des essais



RAPPORT D'INTERVENTION

Chantier	Détection et géoréférencement des réseaux enterrés
Adresse	Port Bethune – Av washington 62400 (Bethune)
Numéro de DT/DICT	n/a
Agence	DETECT RESEAUX 59 - 349 Rue de la République, 59430 Dunkerque
Numéro d'affaire / Numéro de commande	2025080139
Date d'intervention	28/08/2025
Date du rapport	29/08/2025
Rédacteur	Valentin VUILLAUME
Approbateur	Romain DAVID

Client et contact	
Mélania Leblanc Ingénieure géotechnicienne	

Ce présent rapport a pour but de présenter les différentes caractéristiques de l'opération ainsi que de dresser un bilan et faire un état des lieux des réseaux détectés, il permet de mettre en évidence les points particuliers que nous avons rencontrés lors de notre intervention.

Dans le cadre de la réglementation concernant les réseaux enterrés, L'entreprise a adressé des DT ou DICT aux concessionnaires. Les réponses ne permettant pas de positionner l'ensemble des réseaux en catégorie A, l'objectif de la mission était de détecter les réseaux présents in-situ et les référencer en classe de précision A, afin de remettre à jour les plans en vue de travaux et de positionner le projet dans l'emprise. Le but de la mission est la détection et le marquage piquetage des réseaux enterrés dans l'emprise fournie par le client.

INTERVENTION

Prestation	☐ Investigations Complémentaires ☒ Opération de Localisation ☐ Sécurisation de sondages ☐ Marquage / Piquetage ☐ Géoréférencement des réseaux enterrés
Opérateur de détection	Valentin VUILLAUME / /
Opérateur géoréférencement	
Dessinateur	
Livrables	☐ Procès-verbal de marquage piquetage ☒ Rapport d'intervention ☐ Plans géoréférencés (dwg et pdf)

Matériel et numéro de série

Utilisé	Marque et modèle	Numéro de série et code interne
---------	------------------	---------------------------------

Matériel de détection

☒	Vivax - VLOC ₃ PRO Récepteur	VIVAX oo
☒	Impulse Radar - Pintpoint	IPRo1 - oo1

Matériel de géoréférencement

☒	GPS E-Survey E300	GPS 01 - E31 21902170193
☐	Station Totale Robotisée LEICA TS13 5" R500	ST 01 - 4024385

Plan de situation



RESEAUX DETECTES			
Nature des réseaux / ouvrages du relevé			
Présence	Nature des réseaux	Couleur du marquage piquetage	
☐	Electricité BT / HTA / HTB		Rouge
☐	SLT, TBT		Rouge
☐	Eclairage basse ou haute tension		Rouge
☐	Gaz Distribution		Jaune
☐	Gaz Transport		Jaune
☐	Hydrocarbures		Jaune
☐	Télécom / fibre optique		Vert
☐	Adduction en Eau Potable		Bleu
☒	Assainissement Eaux Usées/pluviales		Marron
☐	Réseaux de Chaleur et Climatisation		Violet
☐	Produits Chimiques		Orange
☒	Réseaux Inconnus		Blanc
☐	Zone D'emprise Multi-Réseaux		Rose

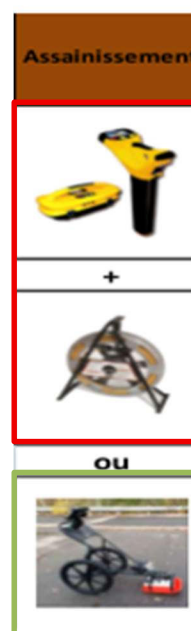
Mode opératoire	
1	Réception de la DT (Déclaration de projet de Travaux) fournit par le maître d'ouvrage et envoi de la DICT (Demande d'Intention de Commencement de Travaux) aux concessionnaires.
2	Demande de Permission de Voirie et d'arrêtés de circulation et/ou de stationnement (si nécessaire).
3	Mise en place du balisage.
4	Ouverture des regards présents sur et à proximité de l'emprise des investigations , afin de repérer les direction et de mesurer les profondeurs réseaux.
5	Utilisation du détecteur électromagnétique afin de trouver la position des réseaux conducteurs (BT, HT, éclairage, télécom...).
6	Calibrage du géo-radar grâce aux mesures de profondeur effectuées dans les regards afin d'assurer une précision maximale de la profondeur des réseaux détectés. Radiographie du sol en effectuant un quadrillage complet de l'emprise des investigations afin de repérer l'ensemble des ouvrages ne pouvant être trouvés avec le détecteur électromagnétique.
7	Utilisation d'une aiguille traçante si besoin pour la détection des réseaux d'assainissement, de fibre optique ou de fourreaux vides.
8	Traçage définitif avec le code couleur normalisé.
9	Levé Topographique des réseaux tracés, mise à jour du fond de plan si nécessaire, et calcul des linéaires par réseaux et apparition des classes de précision.

CONCLUSION ET LINEAIRES DE RESEAUX

Objectif : détection réseaux EP non identifié.

Notre équipe a réalisé des investigations afin de détecter le réseau non identifié. Pour se faire elle a utilisé plusieurs techniques dont les résultats sont exposés points par points ci-dessous :

- Ouverture affleurant et mesure :
 - La génératrice supérieure du réseau est de 2.00 m
 - Présence de clapet A/R (en position fermé)
- Détection électromagnétique :
 - Nous n'avons pas pu ouvrir le clapé afin de procéder à l'aiguillage du réseau (encadré rouge)
 - Accès difficile dû à la présence d'eau dans le Regard



- Quadrillage géo radar :

Suite à l'intervention réalisée pour la détection des réseaux enterrés au géo radar (encadrer vert), nous vous informons que la recherche n'a pas permis de localiser la canalisation attendue. Cette absence de détection s'explique par plusieurs facteurs :

- La nature du sol, qui atténue fortement le signal radar.
- La profondeur estimée de la canalisation, située vraisemblablement au-delà de la zone d'efficacité de l'appareil.
- Les limites techniques du matériel, qui ne permettent pas dans ce cas précis une restitution exploitable

Conclusion :

Au vu des résultats obtenus, la méthode la plus fiable pour détecter le réseau reste l'aiguillage électromagnétique. Pour la mettre en œuvre, il est nécessaire d'ouvrir le clapet afin de permettre l'introduction du jonc.

OBSERVATIONS ET PHOTOS

-  *Emplacement du Regard*
-  *Zone Hyper végétalisée et bétonné*





REMARQUES

De nombreux réseaux ont pu être détectés, néanmoins plusieurs tronçons n'ont pu être détectés en classe A sur l'emprise du chantier. Cela peut s'expliquer par plusieurs raisons :

LES LIMITES DU GEORADAR

_ La méthode radar ne permet pas à elle seule d'identifier, ni la nature des réseaux, ni leur diamètre. L'identification des réseaux et leurs diamètres peuvent être donnés dans la mesure où les accès physiques au réseau (ex : tampons, bouche à clé, chambre, etc.) permettent visuellement d'obtenir ces renseignements.

_ La présence de sols de type argileux ou d'éléments de dallages ferraillés limite, voire occulte, la détection des réseaux sous-jacents. Il en est de même pour un sol saturé en eau.

_ Les secteurs soumis à la mission de détection et localisation doivent être dégagés de tout obstacle. La détection des réseaux est également limitée à proximité des structures de bâtiments (murs, piliers). Une distance minimum estimée à 40 cm est nécessaire pour visualiser un réseau parallèle à cette structure.

_ La profondeur de 2 m est le maximum. Suivant la nature du sol, cette profondeur n'est pas sondable.

LES LIMITES DE LA DETECTION ELECTROMAGNETIQUE

_ La profondeur indiquée des réseaux ne peut être garantie au-delà de 1,50 mètre.

En effet, la distorsion du signal s'accroît en fonction de la profondeur.

_ Certaines natures de conduites ne permettent pas l'injection et la bonne propagation des ondes électro-magnétiques.

L'ensemble des mesures effectuées a permis d'inventorier tout ou partie des réseaux existants sur l'emprise du projet délimité. Toutefois une certaine prudence restera de mise lors de tous travaux de terrassement. Plusieurs tronçons n'ont pu être détectés en classe A sur l'emprise du chantier. Cela peut s'expliquer par plusieurs raisons :

- Mauvaise réception des ondes radar en fonction de la nature du sol
- Profondeur de la canalisation
- Diamètre de la canalisation trop faible
- Nature de la canalisation
- Densité de réseaux importante
-

Ces réseaux sont donc restés dans la classe de précision donnée par les différents concessionnaires.

_ **Le réseau d'arrosage** ne peut être détecté (diamètre trop petit pour le géoradar et réseau non conducteur pour le détecteur électromagnétique).

Pour les réseaux dont la classe de précision est insuffisante au vu de la réglementation, nous préconisons d'effectuer des sondages de reconnaissance au démarrage des travaux. En espérant avoir répondu à votre attente, nous restons à votre disposition pour tout renseignement complémentaire.

ANNEXES

PRESENTATION DES MOYENS MOBILISES

❖ Radar GSSI avec antenne 300/800 MHz ou Géoradar Pinpoint R – 400/800

Cet appareil est un géo radar qui permet de radiographier le sous-sol, il envoie des ondes qui réfléchissent et permettent d'identifier la nature du sol mais également de détecter tout type d'irrégularités (réseaux, cuves...) Lorsque l'opérateur se déplace en quadrillant le terrain, il peut visualiser en direct le sous-sol (x, y, z) à l'aide d'un écran installé sur le radar, ce qui lui permet de tracer au sol les réseaux présents et de marquer la profondeur correspondante.

❖ Détecteur électromagnétique VLOC PRO 3

Il existe deux méthodes d'utilisation avec ce type de matériel, soit la localisation passive qui permet de détecter des réseaux directement sous tension grâce aux signaux électromagnétiques à l'aide d'un récepteur ; ou soit la localisation active qui nécessite l'utilisation d'un émetteur afin d'appliquer une fréquence très précise à un tuyau ou un câble, suivie de l'utilisation d'un récepteur réglé de manière à trouver le signal émis par cette fréquence

Ces profondeurs obtenues par ces 2 méthodes ont une tolérance de précision qui est d'environ est +/- 10 cm en planimétrie et 10 % en altimétrie

❖ Géoréférencement

En fonction de l'environnement, le géomètre adapte sa méthodologie et choisit la technique la plus pertinente possible, ce dernier dispose de deux solutions :

- Le levé au GPS en RTK
- Le levé avec station totale (et/ou levé combiné)

Le levé au GPS en temps réel nous permet d'effectuer des relevés centimétriques. L'incertitude maximale de la mesure est de 10 cm en planimétrie et de 11 cm en altimétrie.

En recourant à la méthode RTK (Real Time Kinematic, ou Cinématique Temps Réel), les coordonnées sont déterminées dans les trois dimensions. L'objectif étant de positionner le levé dans l'espace en arrêtant les coordonnées lors des calculs du cheminement polygonal.

Le levé à la station totale est privilégié dans le cas où l'environnement ne permettra pas la réception GPS (présence d'arbres, bâtiments, mauvaise configuration des satellites...).

Cet appareil permet un stockage important de données sur des contrôleurs de terrain ou carnets électroniques. Celui-ci peut être combiné avec le GPS afin de garder la meilleure précision tout en faisant le relevé géoréférencé.

Utilisation du matériel de détection en fonction du type de réseau

Electricité		Gaz		Télécom	Fibre optique	Adduction d'Eau Potable			Assainissement
Basse Tension	Haute tension	Acier	Polyéthylène			Acier	Fonte	PE	
									
+		ou							+
									
									
									ou
									



GÉO-RÉFÉRENCEMENT DES RÉSEAUX

Le géoréférencement des réseaux enterrés, appelé aussi relevé patrimonial, est effectué lors de la construction ou de la modification de réseaux souterrains déjà existants. En cours d'un chantier, les mairies et collectivité, MOE ou MOA, peuvent aussi faire appel à Detect Réseaux afin d'identifier les groupes de canalisations non répertoriés. Nos équipes interviennent également lors de la création d'une cartographie de patrimoine, ou lors d'une mise à jour. À compter du 1er janvier 2019, les communes dites "urbaines" devront fournir les plans de réseaux sensibles géo-référencé en classe de précision A.

INVESTIGATIONS COMPLÉMENTAIRES

Les investigations complémentaires (ou IC) sont obligatoires lorsque des travaux sont envisagés à proximité de réseaux dits « sensibles ». Les conduites d'électricité, de gaz, d'éclairage public et signalisations routières ou ferroviaires sont considérées comme des ouvrages particulièrement dangereux, que ce soit en termes de sécurité des personnes comme matériels. Si ces derniers ne répondent pas aux critères de la classe A, la réglementation impose aux acteurs de TP d'instruire des investigations complémentaires. Depuis le 1er janvier 2018, les IC doivent être réalisés par des prestataires certifiés en détection et géo-référencement, comme Detect réseaux

OPERATIONS DE LOCALISATION

L'identification de réseaux reprend le principe des investigations complémentaires. Lors de ces opérations de localisation d'ouvrages enterrés, nous ne nous limitons pas aux réseaux dits « sensibles » : les équipes sur le terrain géo-référencent l'ensemble des réseaux du sous-sol à l'aide de techniques complémentaires bien spécifiques.

CODES COULEURS NORMALISES

Le marquage-piquetage doit être réalisé conformément au code couleur établi dans la norme NF S 70-003. Si la zone d'emprise comprend plusieurs ouvrages très rapprochés les uns des autres, elle doit être matérialisée par un marquage de couleur rose :

Nature des réseaux	Couleur du marquage	
Electricité BT, HTA ou HTB, Eclairage Feux tricolores et signalisation routière		Rouge
Gaz combustible (transport ou distribution) Hydrocarbures		Jaune
Produits chimiques		Orange
Eau potable		Bleu
Assainissement et pluvial		Marron
Chauffage et Climatisation		Violet
Télécommunications, Feux tricolores et signalisation routière TBT		Vert
Zone de travaux		Blanc
Zone d'emprise multi-réseaux		Rose

QUANTITE DE MESURES

Les prestations de détection et de géolocalisation sont conformes à la norme AFNOR NF PR S70-003. En particulier :
 Dans le cas d'un ouvrage rectiligne, la distance entre 2 points de mesures sera au maximum recommandé à 15m.
 Cette distance pourra être diminuée en cas de courbes et selon la technique employée de sorte à garantir la localisation du tronçon concerné dans la classe de précision A
 Tous les points singuliers de type branchements, coudes et autres changements de direction ou de dénivelé devront être relevés.

DOCUMENTS DE REFERENCE

La société DETECT RESEAUX intègre dans sa méthodologie de travail le contenu des documents suivant afin de répondre conformément à la législation en vigueur (règles de l'art, sécurité des personnes et des biens...) :

- Le Décret 2011-1421 du 5 octobre 2011 (entrée en vigueur le 1er juillet 2012) relatif à l'exécution des travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatique de transport et de distribution,
- Arrêté du 15-02-2012 d'application du chapitre IV du titre V du livre V du code de l'environnement. Il vise à la réduction des endommagements de réseaux lors des travaux effectués dans leur voisinage et la prévention de leurs conséquences néfastes pour la sécurité des personnes et des biens, la protection de l'environnement, la continuité des services aux usagers de ces réseaux,
- Arrêté modificatif du 19 février 2013 NOR DEVP1238562A encadrant la certification des prestataires en géoréférencement et en détection de réseaux, et mettant à jour des fonctionnalités du téléservice « www.reseau-et-canalisation.gouv.fr »,
- Articles R. 554-1 à R. 554-38 du code de l'environnement (chapitre IV du titre V du livre V du code de l'environnement), catégories de réseaux sensibles, DT-DICT, piquetage, récolements..., Arrêté du 16 septembre 2003 portant sur les classes de précision applicables aux catégories de travaux topographiques réalisés par l'Etat, les collectivités locales et leurs établissements publics ou exécutés pour leur compte,
- Norme d'application AFNOR PR NF S70-003-1 Prévention des dommages et de leurs conséquences,
- Norme AFNOR PR NF S70-003-2 Détection des réseaux enterrés,
- Norme AFNOR PR NF S70-003-3 Géoréférencement des réseaux enterrés,
- Norme AFNOR PR NF S70-003-4 à venir,
- Guide Technique.

Annotations de détection

FSR Fin de signal radar

FSD Fin de signal détection électromagnétique

PS Perte de signal

SB Sonde bloquée

CNV Conduite non visible

Classe	Précision (Distances mesurées à partir de l'enveloppe extérieure des ouvrages)
A	Ouvrage ou tronçon d'ouvrage dont l'incertitude maximale de localisation est inférieure ou égale à 40 cm s'il est rigide ou à 50 cm s'il est flexible ; l'incertitude maximale est portée à 80 cm pour les ouvrages souterrains de génie civil attachés aux installations destinées à la circulation de véhicules de transport ferroviaire ou guidé lorsque ces ouvrages ont été construits antérieurement au 1er janvier 2011.
B	Ouvrage ou tronçon d'ouvrage dont l'incertitude maximale de localisation est supérieure à celle relative à la classe A et inférieure ou égale à 1,5 m ; l'incertitude maximale est abaissée à 1 m pour les branchements d'ouvrages souterrains.
C	Supérieure à 1,50 m ou 1 m pour les branchements d'ouvrages souterrains

Pour tout ouvrage, tronçon d'ouvrage ou branchement mis en service postérieurement au 1er juillet 2012, l'exploitant est tenu d'indiquer et de garantir la classe de précision A. Pour les autres réseaux mis en service antérieurement au 1er juillet 2012, la classe A est obligatoire suivant échéancier et hors cas d'exemption.

Réseaux sensibles		Réseaux non sensibles	
En unité urbaine : A compter du 1 ^{er} janvier 2020	Hors unité urbaine : A compter du 1 ^{er} janvier 2026	En unité urbaine : A compter du 1 ^{er} janvier 2026	Hors unité urbaine : A compter du 1 ^{er} janvier 2032



La société **Detect Réseaux 59 SAS R.V** est certifiée depuis Avril 2025, **certificat numéro FR096210-1**, par le Bureau Veritas en tant que « **prestataire en localisation des réseaux, option Détection ET Géoréférencement** ». **Ce certificat est valide jusqu'au 31 Mars 2031.**



Maitrise d'œuvre pour la création d'un quai et d'une plateforme au port fluvial de Béthune

PREDIM : Quai

Version 1 du 18 decembre 2025



Maitre d'ouvrage :





Grille des révisions

Indice	Observations	Date	Fait par	Validé par
A	Création du document	18/12/2025	S. Broquet	V. Fournel



Sommaire

1. Objet du projet.....	4
2. Hypothèses générales.....	4
2.1 Documents de référence.....	4
2.1.1 Réglementation	4
2.1.2 Documents de référence	4
2.2 Géométrie et caractéristiques des matériaux	5
2.2.1 Géométrie	5
2.2.2 Caractéristiques des matériaux.....	5
2.3 Critères de vérification des sections	6
2.3.1 Palplanches	6
2.3.2 Tirants	6
2.3.3 Liernes	7
2.4 Actions.....	7
2.4.1 Surcharges en phase provisoire.....	7
2.4.2 Surcharges en phases définitives	7
2.5 Géotechnique & Hydraulique	8
2.5.1 Géotechnique.....	8
2.5.2 Hydrologie.....	8
2.6 Actions sismique.....	8
3. Hypothèses de calcul pour la justification des rideaux.....	10
3.1 Moyens et méthodes de calcul.....	10
3.2 Méthodes et paramètres de calcul KREA	10
3.2.1 Inclinaison des poussées	10
3.2.2 Vérification de la butée	10
3.2.3 Coefficient de poussée / butée.....	10
3.2.4 Coefficient de réaction élastique horizontal : K_h	11
3.2.5 Rigidité de flexion du rideau de palplanches	11
3.2.6 Corrosion	12
3.2.7 Modélisation des ancrages.....	13
4. Justification du rideau de soutènement.....	14

4.1	Phasage de calcul.....	14
4.2	Résultats KRéa	14
4.3	Justification des rideaux de palplanches.....	16
4.3.1	Vérifications de la butée	16
4.3.2	Analyse des déplacements.....	17
4.3.3	Vérification du rideau en résistance.....	17
4.3.4	Vérification de la stabilité du massif d'ancrage	19
5.	Justification des liernes et tirants.....	20
5.1	Justification des tirants.....	20
5.2	Justification de la lierne.....	20
6.	Annexe : Listing KRéa.....	22



1. Objet du projet

Cette note a pour objet le prédimensionnement du quai dans le cadre du projet de création d'un quai et d'une plateforme au port fluvial de Béthune (62)

2. Hypothèses générales

2.1 Documents de référence

2.1.1 Réglementation

- NF EN 1990 : Bases de calculs des structures et son annexe nationale
- NF EN 1991-1-1 : Actions sur les structures et son annexe nationale
- NF EN 1992-1-1 : Calcul des structures en béton
- NF EN 1993-5 : Pieux & Palplanches et son annexe nationale
- NF EN 1993-1-1 : Calcul des structures en acier
- NF EN 1997 : Calcul géotechnique
- NF EN 1998-5 : Calcul des structures pour leur résistance au séisme et son annexe nationale
- La norme NF P94-282 : Ecrans de soutènement
- Les recommandations de ROSA 2000

2.1.2 Documents de référence

- Rapport géotechnique G2 AVP Géoméca V2 du 26 novembre 2025
- Plans DCE





2.2 Géométrie et caractéristiques des matériaux

2.2.1 Géométrie

Suivant plan PRO joint en annexe avec les précisions suivantes :

- Cote TN fini : 21.65 NGF
- Cote de dragage canal : 16.02 NGF
- Cote de calcul : 15.32 NGF

2.2.2 Caractéristiques des matériaux

Rideau :

Rideau principal :

- Palplanches : AZ20-700
- Nuance : S355
- Tête : 21.35 NGF
- Pied : 10.35 NGF
- Longueur 11.0m

Rideau d'ancrage :

- Palplanches : AZ12-700
- Nuance : S355
- Tête : 21.00 NGF
- Pied : 16.0 NGF
- Longueur 5.0m

⇒ L'entraxe entre rideau de palplanches : 12.0m

Tirant :

- Niveau : 20.50 NGF
- Barre : Ø50mm à extrémité refoulées
- Nuance : $F_y = 500$ MPa
- Espacement : 2.80m

Lierne :

- Profil : 2 UPN 260
- Nuance : S355

Caractéristiques de la poutre de couronnement :

- Section : 0.82 x 0.60^{Ht}
- Béton :
 - Béton C30/37
 - Classe d'exposition : XC4
 - Durée d'utilisation de l'ouvrage : 50 ans



- Enrobage des armatures : 50 mm
- Armatures :
 - $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

2.3 Critères de vérification des sections

2.3.1 Palplanches

Les rideaux de palplanches sont soumis à la flexion et au cisaillement, selon les normes NF EN 1993-5 et NF P 94-282 ; il convient alors de vérifier que :

- $M_{Ed} \leq M_{c,Rd}$
- $V_{Ed} \leq V_{pl,Rd}$
- Si $V_{Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$ il convient de vérifier que $M_{Ed} \leq M_{v,Rd}$
- M_{Ed} est la valeur de calcul du moment fléchissant
- $M_{c,Rd}$ est le moment résistant du rideau de palplanches selon les normes
- V_{Ed} est la valeur de calcul de l'effort tranchant
- $V_{pl,Rd}$ est la résistance plastique à l'effort du rideau de palplanches
- $M_{v,Rd}$ est la valeur de calcul du moment fléchissant réduit du rideau de palplanche

2.3.2 Tirants

Vérification conformément à la norme NF P 94-282. Pour démontrer qu'un tirant supportera un effort de traction avec une sécurité adéquate vis-à-vis d'une rupture de sa structure on doit vérifier l'inégalité suivante :

Vérification aux ELS :

- $\sigma_{t,k} = P_k / A \leq \alpha f_{y,k}$
- $\sigma_{t,k}$ est la contrainte de traction dans le tirant
- P_k est la valeur caractéristique de la charge (traction) appliquée au tirant (ELS)
- A est la section de l'acier
- α est un coefficient de sécurité qui vaut :
 - 0.60 pour les tirants en aciers de précontrainte permanent
 - 0.65 pour les tirants en aciers de béton armé permanent
 - 0.75 pour les tirants en aciers de construction permanent
 - 0.75 pour les tirants provisoires

Vérification aux ELU et ELA:

- $P_d \leq R_{t,d} / \gamma_{Rd}$
- P_d est la valeur de calcul de la charge (traction) appliquée au tirant (ELU)
- $R_{t,d}$ est la valeur de calcul de la résistance à la traction du tirant
- γ_{Rd} est un facteur partiel de modèle qui vaut :

- 1.00 pour les aciers de construction et de béton armé
- 1.05 pour les aciers de précontraintes de tirant permanent
- 0.85 pour les aciers de précontraintes de tirant provisoire

Avec, pour les aciers de constructions, la valeur de calcul de la résistance qui est à déterminer en considérant la plus petite des valeurs acceptables dans la partie filetée (relation 12.1.2) et dans la partie non filetée (relation 12.1.3), soit :

- $R_{t,d} = k_t \cdot f_{u,k} \cdot A_s / \gamma_{M2}$
 - $f_{u,k}$ est la valeur caractéristique de la résistance à la rupture de l'acier ;
 - A_s est la section résistante de la partie filetée (section en fond de filet) ;
 - γ_{M2} est le facteur partiel pour la résistance à la rupture de l'acier et vaut 1,25;
 - k_t est un coefficient dont la valeur recommandée dans la norme NF EN 1993-5 est 0,9 (utilisation de plaques rotulées)

2.3.3 Liernes

Les liernes sont soumises à la flexion, conformément à la norme NF EN 1993-3-1-1, on vérifie que :

- $M_{Ed} \leq M_{c,Rd}$
 - M_{Ed} est la valeur de calcul du moment fléchissant
 - $M_{c,Rd}$ est la valeur de calcul de la résistance en flexion

2.4 Actions

2.4.1 Surcharges en phase provisoire

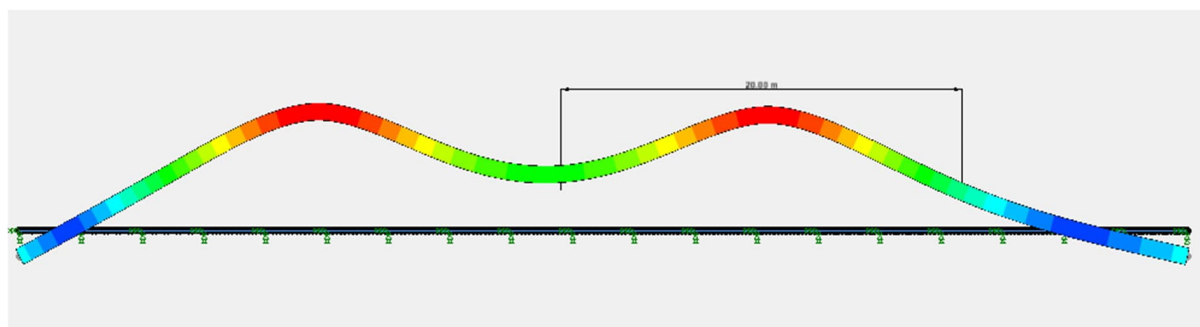
Les surcharges en phase provisoires sont limités à 15 kPa.

2.4.2 Surcharges en phases définitives

Les surcharges de stockage à prendre en compte en phase définitives sont de 5,0 t/m².

Les surcharges liées à la circulation des engins sont considérées couvertes par la surcharges de stockage.

Les efforts d'amarrage sont assimilés à un effort horizontal linéique de 1,5 t/ml conformément à la modélisation ci-dessous qui illustre la courbe de déformation de l'ouvrage sous effort d'amarrage ponctuel de 30 T :



Une répartition des efforts sur 20m est donc envisageable, d'où l'effort linéaire de $30T / 20m = 1,5 T/ml$.

Aucun choc ou rupture accidentel n'est à prendre en compte.

2.5 Géotechnique & Hydraulique

2.5.1 Géotechnique

Le modèle géotechnique retenue est celui de la G2 PRO. Il est présenté ci-dessous :

Formation	Cote base de la couche (m/TN)	Cote base de la couche (m NGF)	Épaisseur (m)	E_m (MPa)	PI^* (MPa)	q_c (MPa)	α (-)	C' (kPa)	ϕ' (°)	γ_h (kN/m ³)
Remblais (R)	2,00	19,00	2,00	-	-	-	1	0	25	19
Alluvions (Fz)	5,50	15,50	3,50	2,5	0,25	0,5	2/3	14	27	18
Sables (e_{2b})	8,00	13,00	2,50	20,0	1,50	3,0	1/3	10	30	18
Argile (e_{2a})	13,50	7,50	5,50	30,0	2,50	4,0	2/3	15	28	19
Craie (c_4)	>19,00	<2,00	>5,50	50,0	5,00	7,0	1/2	20	20	20

Les remblais d'apports auront comme caractéristiques :

- $\phi = 30^\circ$
- $c = 0 t/m^2$
- $\gamma = 1,8 t/m^3$
- $E_m = 5 MPa$
- $\alpha = 1/3$

2.5.2 Hydrologie

En phase provisoire comme en phase définitive, le niveau d'eau à prendre en compte coté canal et celui du NNN, soit 19,52 NGF.

Un delta hydraulique entre le niveau d'eau coté terre-plein et le niveau d'eau dans le canal pourra être pris en compte en configuration exceptionnelle (vidange rapide). Dans cette configuration, le niveau d'eau coté terre-plein sera celui du PHEN, soit 19,82 NGF, et le niveau d'eau coté canal celui du NNN.

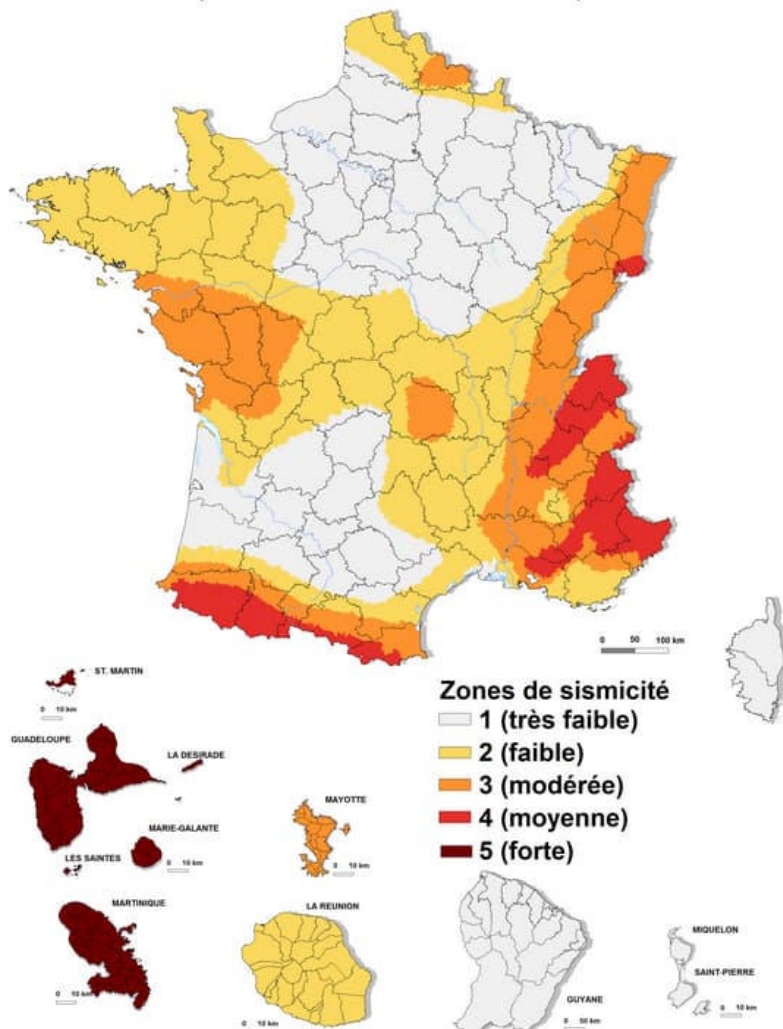
2.6 Actions sismique

L'étude sismique dépend de deux facteurs principaux :

- La zone sismique dans laquelle se situe l'ouvrage
- La catégorie d'importance de l'ouvrage
-

Zone sismique :

Ci-dessous la carte du zonage sismique en France :



L'ouvrage étant localisé dans la ville de Béthune, il est situé dans une zone de sismicité 2. Conformément au §1(5) de la norme NF P 94-282, dans les zones de très faible (zone 1) ou faible sismicité (zone 2), on admet de vérifier les ouvrages à partir des seules exigences de la norme NF EN 1997-1. Par conséquent, l'ouvrage étant en zone sismique 2, l'action sismique sera négligée.



3. Hypothèses de calcul pour la justification des rideaux

3.1 Moyens et méthodes de calcul

Les actions agissant sur le rideau seront déterminées via un modèle KRéa.
La justification du rideau combiné se fera selon la norme NF P 94-282

3.2 Méthodes et paramètres de calcul KREA

3.2.1 Inclinaison des poussées

Les valeurs d'inclinaison des poussées sur l'écran sont les suivantes :

- Poussée active : $\delta_a/\varphi' = 0$
- Poussée passive : $\delta_p/\varphi' = -2/3$

3.2.2 Vérification de la butée

Vérification de la stabilité de l'écran (MISS) :

Il convient de vérifier le rapport de la butée mobilisable sur la butée mobilisée selon la norme NF P 94-282 :

$$\Rightarrow B_{t,d} < B_{m,d}$$

La dénomination utilisée pour la vérification du défaut de butée est la suivante :

- Butée mobilisée :
 - Valeur caractéristique : $B_{t,k}$
 - Valeur de calcul : $B_{t,d} = 1,35 B_{t,k}$
- Butée mobilisable :
 - Valeur caractéristique : $B_{m,k}$
 - Valeur de calcul : $B_{m,d} = B_{m,k} / 1.1$ (phase provisoire)
 - Valeur de calcul : $B_{m,d} = B_{m,k} / 1.4$ (phase définitive)

On vérifiera que les rapports de butée mobilisable sur butée mobilisée soient :

- En situation provisoire : $B_{m,k} / B_{t,k} > 1.50$
- En situation définitive : $B_{m,k} / B_{t,k} > 1.90$

3.2.3 Coefficient de poussée / butée

Les coefficients de poussée / butée sont générés automatiquement par le logiciel KRéa selon les tables de Caquot-Kérisel-Absi.





3.2.4 Coefficient de réaction élastique horizontal : K_h

Les modules de réaction de sol sont calculés avec la formule de SCHMITT qui suit :

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

- EI/B_0 : Produit d'inertie par mètre linéaire de paroi
- E_M : Module pressiométriques des sols en place
- α : Coefficient rhéologie
- $B_0 = 1.0\text{m}$ selon P Schmitt

3.2.5 Rigidité de flexion du rideau de palplanches

Selon la norme NF EN 1993-5 (§ 5.2.2 et 6.4) et son annexe nationale NF EN 1993-5/NA (tableau clause 6.4), il faut prendre en compte l'influence d'une transmission insuffisante des efforts de cisaillement dans les serrures par les facteurs réducteurs β_B et β_D à appliquer respectivement sur la valeur du moment résistant et sur la rigidité de flexion :

- Moment résistant : $M_{c,Rd} = \beta_B \cdot W_{pl} \cdot \frac{f_y}{\gamma_{M0}}$ avec $\gamma_{M0} = 1,0$ voir §5.2.2 de NF EN 1993-5,
- Rigidité de flexion efficace : $(E \cdot I)_{eff} = \beta_D \cdot (E \cdot I)$ voir §5.2.2 & 6.4 de NF EN 1993-5,

Pour des palplanches en type PU :

Type de palplanche en U	Nombre d'appuis	Type de sol	Coefficients	
			β_B	β_D
Simple	0 (= pied de palplanche)		0,6	0,4
	1		0,7	0,5
	≥ 2		0,8	0,6
Double solidarisée (par points de pînage ou soudure)	0 (= pied de palplanche)	lâche	0,7	0,6
		autre	0,8	0,7
	1	lâche	0,8	0,7
		autre	0,9	0,8
	≥ 2	lâche	0,9	0,8
		autre	1,0	0,9

Pour le rideau principal :

Palplanche AZ :

$$\Rightarrow \beta_B = 1.00$$

$$\Rightarrow \beta_D = 1.00$$



3.2.6 Corrosion

Pour estimer l'épaisseur sacrifiée à la corrosion, on considère les paramètres suivants :

- Durée de vie de l'ouvrage : 50 ans
- Type de sol : sols naturels intacts

L'épaisseur sacrifiée à la corrosion est issu du tableau 4.1 de l'EC3 (cas des palplanches dans le sol):

Durée d'utilisation de projet	5 ans	25 ans	50 ans	75 ans	100 ans
Sols naturels intacts (sable, limon, argile, schiste,)	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20
Sols naturels pollués et sites industriels	0,15	0,75	1,50	2,25	3,00
Sols naturels agressifs (marais, marécages, tourbe...)	0,20	1,00	1,75	2,50	3,25
Remblais non compactés et non agressifs (argile, schiste, sable, limon,)	0,18	0,70	1,20	1,70	2,20
Remblais non compactés et agressifs (cendres, scories....)	0,50	2,00	3,25	4,50	5,75
Notes :					
1) Les taux de corrosion dans les remblais compactés sont inférieurs à ceux observés dans les remblais non compactés. Dans les remblais compactés, il convient de diviser par deux les chiffres du tableau.					
2) Les valeurs données pour 5 ans et 25 ans sont basées sur des mesures, tandis que les autres valeurs sont extrapolées.					

L'épaisseur sacrifiée à la corrosion est issu du tableau 4.2 de l'EC3 (cas des palplanches dans l'eau):

Durée d'utilisation de projet	5 ans	25 ans	50 ans	75 ans	100 ans
Eau douce ordinaire (rivière, canal navigable,), dans la zone d'attaque élevée (ligne d'eau)	0,15	0,55	0,90	1,15	1,40
Eau douce très polluée (eaux usées, effluents industriels,), dans la zone d'attaque élevée (ligne d'eau)	0,30	1,30	2,30	3,30	4,30
Eau de mer sous climat tempéré, dans la zone d'attaque élevée (basses eaux et zone d'embruns)	0,55	1,90	3,75	5,60	7,50
Eau de mer sous climat tempéré, dans la zone d'immersion permanente ou dans la zone de marnage	0,25	0,90	1,75	2,60	3,50
Notes :					
1) Le taux de corrosion le plus élevé est habituellement observé dans la zone d'embruns ou dans la zone des basses eaux. Cependant, dans la plupart des cas, le moment fléchissant le plus élevé se situe dans la zone d'immersion permanente, voir Figure 4.1.					
2) Les valeurs données pour 5 ans et 25 ans sont basées sur des mesures, tandis que les autres valeurs sont extrapolées.					

Soit une épaisseur sacrifiée à la corrosion de 0,60 mm coté terre et 0,90 mm coté canal..

3.2.7 Modélisation des ancrages

La rigidité des tirants est calculée par la formule qui suit :

$$\Rightarrow K = E.S / L.e$$

Où :

- E = 210 000 MPa
- S = Section des tirants
- L = Longueur des tirants
- e = espacement des tirants



4. Justification du rideau de soutènement

4.1 Phasage de calcul

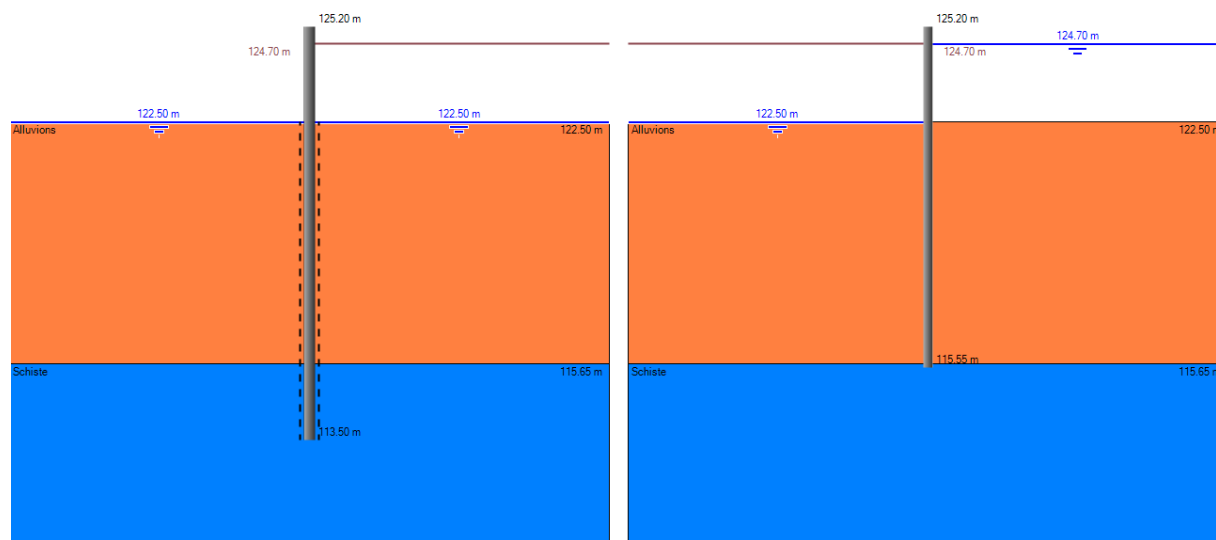
Phasage :

- Phase 0 : Mise en oeuvre des palplanches dans l'état actuel du TN
- Phase 1 : *Purge et comblement partiel de la zone à l'arrière du rideau*
- Phase 2 : Mise en place des tirants et réalisation de la structure de plateforme
- Phase 3 : Dragage à la cote 16,02 NGF
- Phase 4 : Application des efforts d'amarrage sans surcharge de stockage
- Phase 5 : Application des efforts d'amarrage avec surcharge de stockage
- Phase 6 : Prise en compte de la cote de calcul : 15,32 NGF
- Phase 7 : Application de la corrosion
- Phase 8 : cas du delta hydraulique (configuration exceptionnelle)

Le détail du phasage est présenté dans les listings de calcul présenté en annexe à la note.

4.2 Résultats KRéa

Géométrie du modèle :



Résultats:

ELS:

Ecran 1							
N° PHASE	Déplacement en tête [mm]	Déplacement maximal [mm]	M,k max écran [kNm/m]	N,k max écran [kN/m]	V,k max écran [kN/m]	Rapport butées	F,k liaison linéique n°1 [kN/m]
1	-7,21	-7,21	-36,18	5,58	20,76	5,847	-
2	-30,86	-30,86	-131,67	-52,37	70,79	3,965	45,74
3	-29,77	-29,77	-125,72	-54,41	67,47	3,842	41,90
4	-30,86	-30,86	-124,16	-47,03	66,60	3,862	44,88
5	-66,24	-66,24	-231,71	-106,68	116,89	2,506	125,06
6	-73,41	-73,41	-236,40	-115,32	120,02	2,210	138,40
7	-74,78	-74,78	-221,33	-111,54	113,05	2,216	140,57
8	-78,02	-78,02	-230,72	-118,61	120,20	2,157	144,48
Extrema	-78,02	-78,02	-236,40	-118,61	120,20	2,157	144,48

Ecran 2							
N° PHASE	Déplacement en tête [mm]	Déplacement maximal [mm]	M,k max écran [kNm/m]	N,k max écran [kN/m]	V,k max écran [kN/m]	Rapport butées	F,k liaison linéique n°1 [kN/m]
1	0,00	0,00	0,00	4,85	0,00	10,251	-
2	-17,39	-17,39	-34,68	-13,59	-40,44	7,110	45,74
3	-17,07	-17,07	-34,25	-13,87	-39,09	7,300	41,90
4	-17,27	-17,27	-34,45	-13,81	-40,00	7,232	44,88
5	-44,53	-44,53	-75,70	-51,13	-93,06	4,859	125,06
6	-52,38	-52,38	-86,43	-59,08	-106,40	4,557	138,40
7	-53,79	-53,79	-88,27	-60,46	-108,57	4,509	140,57
8	-56,94	-56,94	-91,31	-63,47	-112,48	4,327	144,48
Extrema	-56,94	-56,94	-91,31	-63,47	-112,48	4,327	144,48

ELU:

Ecran 1								
N° PHASE	Type	M,d max écran [kNm/m]	N,d max écran [kN/m]	V,d max écran [kN/m]	F,d liaison linéique n°1 [kN/m]	Vérif. Def. Butée	Bilan Vert	Vérif. Kranz
1	MEL	-12,44	7,26	-15,02	-	OK	0,63	OK
2	MISS	-184,34	-73,79	98,96	65,16	OK	-73,79	OK
3	MISS	-174,98	-76,50	93,64	59,29	OK	-76,50	OK
4	MISS	-172,56	-65,48	92,30	63,77	OK	-65,48	OK
5	MISS	-338,58	-157,15	167,80	184,22	OK	-156,87	OK
6	MISS	-347,12	-176,53	182,55	204,61	OK	-176,53	OK
7	MISS	-325,35	-170,84	171,37	207,76	OK	-170,84	OK
8	MISS	-338,82	-180,59	181,25	213,12	OK	-180,59	OK
Extrema		-347,12	-180,59	182,55	213,12			

Ecran 2								
N° PHASE	Type	M,d max écran [kNm/m]	N,d max écran [kN/m]	V,d maxi écran [kN/m]	F,d liaison linéique n°1 [kN/m]	Vérif. Def. Butée	Bilan Vert	Vérif. Kranz
1	MEL	0,05	0,45	0,65	-	OK	0,45	OK
2	MISS	-49,59	-19,98	-57,59	65,16	OK	-19,98	OK
3	MISS	-48,90	-20,41	-55,49	59,29	OK	-20,41	OK
4	MISS	-49,19	-20,37	-56,86	63,77	OK	-20,37	OK
5	MISS	-114,64	-78,16	-141,02	184,22	OK	-78,16	OK
6	MISS	-132,31	-91,28	-161,41	204,61	OK	-91,28	OK
7	MISS	-135,06	-93,36	-164,56	207,76	OK	-93,36	OK
8	MISS	-139,51	-97,72	-169,92	213,12	OK	-97,72	OK
Extrema		-139,51	-97,72	-169,92	213,12			

4.3 Justification des rideaux de palplanches

4.3.1 Vérifications de la butée

Rideau principal :

	Méthode	Fiche / Butée	Vérifications
Phase 1	MEL	8.997	> 1.20 => OK
Phase 2	MISS provisoire	3.965	> 1.50 => OK
Phase 3	MISS provisoire	3.842	> 1.50 => OK
Phase 4	MISS définitif	3.862	> 1.90 => OK
Phase 5	MISS définitif	2.506	> 1.90 => OK
Phase 6	MISS définitif	2.210	> 1.90 => OK
Phase 7	MISS définitif	2.216	> 1.90 => OK
Phase 8	MISS provisoire	2.157	> 1.50 => OK

Rideau d'ancrage :

	Méthode	Fiche / Butée	Vérifications
Phase 1	MISS provisoire	10.25	> 1.20 => OK
Phase 2	MISS provisoire	7.110	> 1.50 => OK
Phase 3	MISS provisoire	7.300	> 1.50 => OK
Phase 4	MISS définitif	7.232	> 1.90 => OK
Phase 5	MISS définitif	4.859	> 1.90 => OK
Phase 6	MISS définitif	4.557	> 1.90 => OK
Phase 7	MISS définitif	4.509	> 1.90 => OK
Phase 8	MISS provisoire	4.327	> 1.50 => OK

Le détail des calculs est présenté dans les listings joints en annexe de la note.



4.3.2 Analyse des déplacements

Les déplacements globaux obtenus, de l'ordre de 8cm, sont considérés acceptables.

Le delta de déplacement entre la phase provisoires et la phase d'exploitation est estimé à 45mm hors phase exceptionnelle (75mm en phase corrodée – 30mm à l'issue de la phase provisoire), ce qui est considéré acceptable.

4.3.3 Vérification du rideau en résistance

Synthèse des sollicitations et vérifications :

	M_{Ed} [t.m/ml]	V_{Ed} [t/ml]	$M_{c,Rd}$ [t.m/ml]	$V_{pl,Rd}$ [t/ml]	Vérif	Obs
Ecran 1	34.7	18.1	60.7	102.2	OK	AZ20-700
Ecran 2	14.0	17.0	38.1	65.3	OK	AZ12-700

Le détail des calculs est présenté dans les pages suivantes.



PALPLANCHE SOUMISE A LA FLEXION ET AU CISAILEMENT

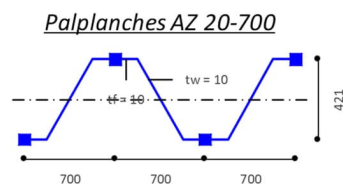
Selon : ➤ EC3-5 et son annexe nationales

DONNEES :

Profil :
 Choix du profil : AZ 20-700
 Type de palplanche : Simple
 Nombre d'appui : 0
 Type de sol : autre

Caractéristiques de l'acier :
 Limite d'élasticité : $f_y = 355$
 Module d'élasticité : $E = 210\,000\text{ MPa}$

Corrosion :
 Coté terre : $c_1 = 0,60\text{ mm}$
 Coté soutènement : $c_2 = 0,90\text{ mm}$



CARACTERISTIQUES DU PROFIL : AZ 20-700

CARACTERISTIQUES PROFILES	Non Corrodé		Corrodé	
	b = 700 mm	h = 421 mm	b = 700 mm	h = 419,5 mm
	$t_f = 10,0\text{ mm}$	$t_w = 10,0\text{ mm}$	$t_f = 8,5\text{ mm}$	$t_w = 8,5\text{ mm}$
	$W_{el} = 1945\text{ cm}^3/\text{ml}$	$W_{pl} = 2296\text{ cm}^3/\text{ml}$	$W_{el} = 1712,5\text{ cm}^3/\text{ml}$	$W_{pl} = 2009,5\text{ cm}^3/\text{ml}$
	$I = 40960\text{ cm}^4/\text{ml}$	$\alpha = 51,2^\circ$	$I = 35980\text{ cm}^4/\text{ml}$	$\alpha = 51,2^\circ$

EFFORTS :

		Non corrodé	Corrodé
Moment fléchissant ELU :	M_{Ed}	34,70 t.m/ml	34,70 t.m/ml
Effort tranchant ELU :	V_{Ed}	18,10 t/ml	18,10 t/ml
		OK	OK

Synthèse des vérifications :

		Non corrodé	Corrodé
Classe de la section :		Classe 1 ou 2	Classe 3
Limite élastique	$f_y / f_{y*} =$	355 MPa	355 MPa
Coéfficients de réduction :	$\beta_B =$	1,00	1,00
Vérification en flexion :	$M_{c,Rd} =$	81,51 t.m/ml OK	60,79 t.m/ml OK
Vérification au cisaillement :	$V_{pl,Rd} =$	120,34 t/ml OK	102,29 t/ml OK
Vérification au voilement :	Critère ?	Vérification non nécessaire	Vérifications au voilement
	$V_{b,Rd} =$	-- OK	96,35 t/ml OK
Abattement du à l'effort tranchant :	Critère ?	Pas d'abattement sur le moment résistant	Pas d'abattement sur le moment résistant
	$M_{v,Rd} =$	-- OK	-- OK

PALPLANCHE SOUMISE A LA FLEXION ET AU CISAILEMENT

Selon : ➤ EC3-5 et son annexe nationales

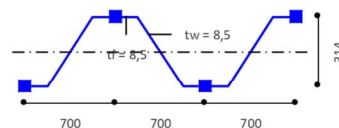
DONNEES :

Profil :
 Choix du profil : AZ 12-700
 Type de palplanche : Simple
 Nombre d'appui : 0
 Type de sol : autre

Caractéristiques de l'acier :
 Limite d'élasticité : $f_y = 355$
 Module d'élasticité : $E = 210\,000\text{ MPa}$

Corrosion :
 Coté terre : $c_1 = 0,60\text{ mm}$
 Coté soutènement : $c_2 = 0,60\text{ mm}$

Palplanches AZ 12-700



CARACTERISTIQUES DU PROFIL : AZ 12-700

CARACTERISTIQUES PROFILES	Non Corrodé		Corrodé	
	b = 700 mm	h = 314 mm	b = 700 mm	h = 312,8 mm
	tf = 8,5 mm	tw = 8,5 mm	tf = 7,3 mm	tw = 7,3 mm
	W _{el} = 1205 cm ³ /ml	W _{pl} = 1415 cm ³ /ml	W _{el} = 1073 cm ³ /ml	W _{pl} = 1259 cm ³ /ml
	I = 18880 cm ⁴ /ml	α = 42,8°	I = 16780 cm ⁴ /ml	α = 42,8°

EFFORTS :

		Non corrodé	Corrodé
Moment fléchissant ELU :	M _{Ed}	14,00 t.m/ml	14,00 t.m/ml
Effort tranchant ELU :	V _{Ed}	17,00 t/ml	17,00 t/ml
		OK	OK

Synthèse des vérifications :

		Non corrodé	Corrodé
Classe de la section :		Classe 3	Classe 3
Limite élastique	$f_y / f_{y*} =$	355 MPa	355 MPa
Coéfficients de réduction :	$\beta_B =$	1,00	1,00
Vérification en flexion :	M _{c,Rd} =	42,78 t.m/ml OK	38,09 t.m/ml OK
Vérification au cisaillement :	V _{pl,Rd} =	76,03 t/ml OK	65,3 t/ml OK
Vérification au voilement :	Critère ?	Vérification non nécessaire	Vérifications au voilement
	V _{b,Rd} =	-- OK	61,96 t/ml OK
Abattement du à l'effort tranchant :	Critère ?	Pas d'abattement sur le moment résistant	Pas d'abattement sur le moment résistant
	M _{v,Rd} =	-- OK	-- OK

4.3.4 Vérification de la stabilité du massif d'ancrage

La stabilité générale (vérification Kranz) est vérifiée pour toutes les phases.

Voir détail des calculs dans le listing KRéa joint en annexe.



5. Justification des liernes et tirants

5.1 Justification des tirants

Traction dans les tirants :

- ELS : 14.5 t/ml $\Rightarrow$ 40.6t/tirant
- ELU : 21.3 t/ml $\Rightarrow$ 53.3 t/tirant

Détermination de la section corrodée :

Corrosion 0.60mm sur le périmètre

$\Rightarrow$ Diamètre efficace en section non corrodée : 50mm

$\Rightarrow$ Section non corrodée : 1963 mm²

$\Rightarrow$ Diamètre efficace en section corrodée : 48.8mm

$\Rightarrow$ Section corrodée : 1870 mm²

Vérification ELS :

$\Rightarrow \sigma = N/S = 53.3 \text{ T} / 1870 \text{ mm}^2 = 285 \text{ MPa} < 0.75 \sigma_e = 0.75 \times 500 = 375 \text{ MPa} \Rightarrow \text{OK}$

Vérification ELU :

$\Rightarrow R_{td} = k_t \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M2} = 0.9 \times 1870 \text{ mm}^2 \times 500 \text{ MPa} / 1.25 = 67.32 \text{ T} > P_d = 53.3 \text{ T} \Rightarrow \text{OK}$

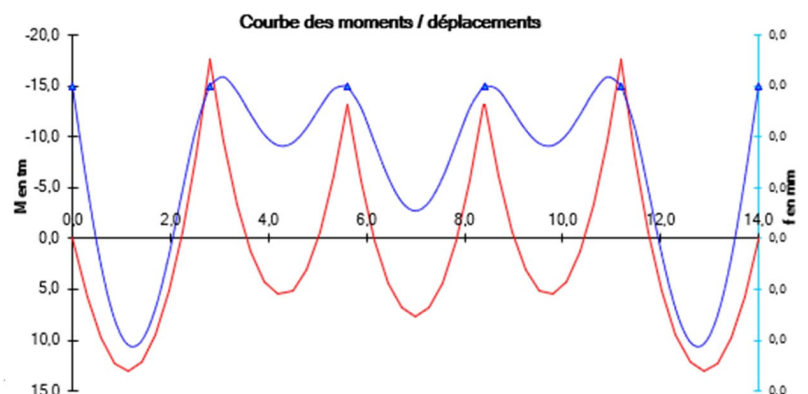
Des plaques rotulés seront mis en place permettant une articulation et ainsi, la prise en compte du coefficient K_t dans l'estimation de la résistance en traction de la barre.

5.2 Justification de la lierne

Sollicitations :

Les sollicitations dans la lierne sont calculées par le biais d'un modèle de poutre continue soumise à une charge répartie correspondant aux efforts de traction dans les tirants par mètre linéaire.

On en déduit, sous un effort de 21.3 t/ml, les sollicitations suivantes :



Soit :

- $M_{Ed} = 17.6 \text{ t.m/ml}$
- $V_{Ed} = 36.1 \text{ T}$

Vérification de la lierne double UPN 260 S355 :

EC3 - FLEXION ET CISAILEMENT - M+V

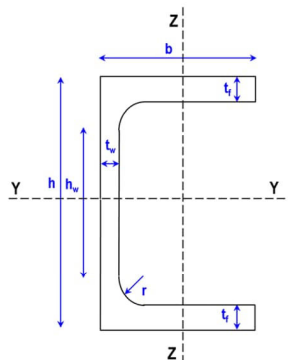
Selon : ➤ L'EC3 et son annexe nationale

Profil : **UPN 260**

Nuance d'acier : **355** MPa

Corrosion : **0,60** mm

Nombre de profil : **2**



CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DU PROFIL :

	NON CORRODE	CORRODEE	
h =	260	258,8	mm
b =	90	88,8	mm
t _w =	10,0	8,8	mm
t _f =	14,0	12,8	mm
r =	14,0	14,6	mm
h _w =	204,0	204,0	mm

% perte-corrosion = 9,98%

$\gamma_{M0} = 1,00$

SOLLICITATIONS :

		NON CORRODE	CORRODEE	
Selon l'axe Y-Y	$M_{y,Ed} =$	17,6	17,6	T.m
	$V_{y,Ed} =$	36,1	36,1	T
Selon l'axe Z-Z	$M_{z,Ed} =$	0,0	0,0	T.m
	$V_{z,Ed} =$	0,0	0,0	T

CARACTERISTIQUES MECANQUES DU PROFIL :

	NON CORRODE	CORRODEE	
A =	48,3	43,5	cm ²
I _y =	4820,0	4338,9	cm ⁴
W _{el,y} =	371,0	334,0	cm ³
W _{pl,y} =	442,0	397,9	cm ³
I _z =	317,0	285,4	cm ⁴
W _{el,z} =	47,7	42,9	cm ³
W _{pl,z} =	91,6	82,5	cm ³

Classe de la section :

$\varepsilon = 0,81$

NON CORRODE	CORRODEE	
20,40	23,18	d / t _w
Classe 1	Classe 1	Classe de l'âme
4,71	5,11	c / t _f
Classe 1	Classe 1	Classe de la semelle
Classe 1	Classe 1	Classe du profil

RESISTANCE EN FLEXION-CISAILEMENT :

		Selon l'axe Y-Y		Selon l'axe Z-Z		
		<u>NON CORRODE</u>	<u>CORRODEE</u>	<u>NON CORRODE</u>	<u>CORRODEE</u>	
Moment résistant	$M_{c,Rd} = W_{l,Rd} \cdot f_y / \gamma_{MO} =$	31,38	28,25	6,50	5,85	t.m
Aire de cisaillement	$A_{v,y} = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + r) \cdot t_f$ // $A_{v,z} = A - (h_w \cdot t_w)$	52,92	47,48	55,80	51,05	cm²
Tranchant résistant	$V_{pl,Rd} = A_v (f_y / 3^{0.5}) / \gamma_{MO} =$	108,46	97,32	114,37	104,64	T
Abattement sur $M_{c,Rd}$?	$V_{Ed} > 50\% V_{pl,Rd}$?	NON	NON	NON	NON	
Coefficient de réduction	$\rho = [2V_{Ed} / V_{pl,Rd} - 1]^2 =$	-	-	-	-	
Limité d'élasticité réduite	$f_y^* = (1 - \rho).f_y =$	-	-	-	-	MPa
Moment résistant réduit	$M_{v,Rd} = W_{pl,Rd} \cdot f_y^* / \gamma_{MO} =$	-	-	-	-	t.m
VERIFICATION DU PROFIL :		OK	OK	OK	OK	



6. Annexe : Listing KRéa





v.4.0.31

AFFAIRE A24092

QUAI BETHUNE - Ecran 1

DONNEES

GENERALITES :

Système d'unités : Métrique, kN, kN/m² Niveau phréatique : 19,52 m
Poids volumique de l'eau : 10,00 kN/m³ Nombre d'itérations par phase de calcul : 100
Pas de calcul : 0,20 m Prise en compte moments 2 ordre : non
Définition du projet : Cotes

CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	dc [kN/m ² /m]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m ² /m]	dkh [kN/m ² /m/m]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [kN/m/m]
Remblai	21,65	19,00	9,00	25,00	0,00	0,000	0,577	0,406	3,544	0,577	0,577	0,000	0,000	1537	0	0,000	-0,667	0,100	10000,00
Alluvions	19,00	18,00	8,00	27,00	14,00	0,000	0,546	0,377	4,127	0,546	0,546	1,226	5,580	2638	0	0,000	-0,667	0,100	10000,00
Sables	15,50	18,00	8,00	30,00	10,00	0,000	0,500	0,333	4,980	0,500	0,500	1,155	6,293	107859	0	0,000	-0,667	0,100	10000,00
Argile	13,00	19,00	9,00	28,00	15,00	0,000	0,531	0,362	4,415	0,531	0,531	1,202	5,802	72471	0	0,000	-0,667	0,100	10000,00
Craie	7,50	20,00	10,00	20,00	20,00	0,000	0,658	0,490	2,676	0,658	0,658	1,400	4,348	210299	0	0,000	-0,667	0,100	10000,00

CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :

Section	z,base [m]	EI [kNm ² /m]	W [kN/m/m]
1	10,35	86016	1,19

Cote de la tête de l'écran : z0 = 21,94 m



Calcul réalisé par : VALETUDES



K-Réa v4

v.4.0.31

AFFAIRE A24092

QUAI BETHUNE - Ecran 1

DONNEES

LIAISON LINEIQUE	Phase	zaa [m]	zab [m]	K [kN/m/m]	d [m]
1	2	20,50	20,50	12269	12,00

SURCHARGE BOUSSINESQ	Phase	Côté	z [m]	x [m]	L [m]	αe	q [kN/m/m]
1	2	Droite	21,65	0,01	10,00	1,990	15,00
2	5	Droite	21,65	0,01	20,00	1,990	50,00

FORCE LINEIQUE	Phase	z [m]	F [kN/m]	α [°]
1	4	21,94	-15,00	0,00



Calcul réalisé par : VALETUDES



v.4.0.31

AFFAIRE A24092

QUAI BETHUNE - Ecran 1

ASSISTANTS

Assistant K0 :

Action	Nom Couche	φ [°]	β [°]	Roc	K0
Sol initial	Remblai	25,00	0,00	1,000	0,577
Sol initial	Alluvions	27,00	0,00	1,000	0,546
Sol initial	Sables	30,00	0,00	1,000	0,500
Sol initial	Argile	28,00	0,00	1,000	0,531
Sol initial	Craie	20,00	0,00	1,000	0,658
Remblaiement (Phase 1)	Comblement	30,00	0,00	1,000	0,500
Remblaiement (Phase 2)	Structure plateforme	30,00	0,00	1,000	0,500

Assistant kac/kpc :

Action	Nom Couche	Coefficient	φ [°]	δ/φ	Valeur
Sol initial	Alluvions	kac	27,00	0,000	1,226
Sol initial	Alluvions	kpc	27,00	-0,667	5,580
Sol initial	Sables	kac	30,00	0,000	1,155
Sol initial	Sables	kpc	30,00	-0,667	6,293
Sol initial	Argile	kac	28,00	0,000	1,202
Sol initial	Argile	kpc	28,00	-0,667	5,802
Sol initial	Craie	kac	20,00	0,000	1,400
Sol initial	Craie	kpc	20,00	-0,667	4,348

Assistant kh, Schmitt :

Action	Nom Couche	Em [kN/m ²]	α	EI [kNm ² /m]	kh [kN/m ² /m]
Sol initial	Remblai	2500	1,000	86016	1537
Sol initial	Alluvions	2500	0,667	86016	2638
Sol initial	Sables	20000	0,330	86016	107859
Sol initial	Argile	30000	0,667	86016	72471
Sol initial	Craie	50000	0,500	86016	210299
Remblaiement (Phase 1)	Comblement	5000	0,330	86016	16987
Remblaiement (Phase 2)	Structure plateforme	5000	0,330	86016	16987

Assistant Rideau de palplanche :

Action	Type	Section	EI [kNm ² /m]
--------	------	---------	-------------------------------



Calcul réalisé par : VALETUDES



K-Réa v4

v.4.0.31

AFFAIRE A24092

QUAI BETHUNE - Ecran 1

ASSISTANTS

Assistant Rideau de palplanche :

Action	Type	Section	EI [kNm ² /m]
Ecran initial	Standard Z	AZ 20-700	86016

Liaison linéique :

N°	E [kN/m ²]	S [m ²]	d [m]	Eh [m]	K [kN/m/m]
1	2,1E+008	0,001963	12,00	2,80	12269



terrasol

setec

Calcul réalisé par : VALETUDES



v.4.0.31

AFFAIRE A24092

QUAI BETHUNE - Ecran 2

DONNEES

GENERALITES :

Système d'unités : Métrique, kN, kN/m² Niveau phréatique : 19,52 m
Poids volumique de l'eau : 10,00 kN/m³ Nombre d'itérations par phase de calcul : 100
Pas de calcul : 0,20 m Prise en compte moments 2 ordre : non
Définition du projet : Cotes

CARACTERISTIQUES DES COUCHES DE SOL :

Couche	z [m]	γ [kN/m ³]	γ' [kN/m ³]	φ [°]	c [kN/m ²]	dc [kN/m ² /m]	k0	kay	kpy	kd	kr	kac	kpc	kh [kN/m ² /m]	dkh [kN/m ² /m/m]	δa/φ	δp/φ	kay,min	P,max [kN/m/m]
Remblai	21,65	19,00	9,00	25,00	0,00	0,000	0,577	0,406	3,544	0,577	0,577	0,000	0,000	1537	0	0,000	-0,667	0,100	10000,00
Alluvions	19,00	18,00	8,00	27,00	14,00	0,000	0,546	0,377	4,127	0,546	0,546	1,226	5,580	2638	0	0,000	-0,667	0,100	10000,00
Sables	15,50	18,00	8,00	30,00	10,00	0,000	0,500	0,333	4,980	0,500	0,500	1,155	6,293	107859	0	0,000	-0,667	0,100	10000,00
Argile	13,00	19,00	9,00	28,00	15,00	0,000	0,531	0,362	4,415	0,531	0,531	1,202	5,802	72471	0	0,000	-0,667	0,100	10000,00
Craie	7,50	20,00	10,00	20,00	20,00	0,000	0,658	0,490	2,676	0,658	0,658	1,400	4,348	210299	0	0,000	-0,667	0,100	10000,00

CARACTERISTIQUES DE L'ECRAN :

Section	z,base [m]	EI [kNm ² /m]	W [kN/m/m]
1	16,00	39648	0,97

Cote de la tête de l'écran : z0 = 21,00 m



Calcul réalisé par : VALETUDES



K-Réa v4

v.4.0.31

AFFAIRE A24092

QUAI BETHUNE - Ecran 2

DONNEES

LIAISON LINEIQUE	Phase	zaa [m]	zab [m]	K [kN/m/m]	d [m]
1	2	20,50	20,50	12269	12,00



Calcul réalisé par : VALETUDES



v.4.0.31

AFFAIRE A24092

QUAI BETHUNE - Ecran 2

ASSISTANTS

Assistant K0 :

Action	Nom Couche	φ [°]	β [°]	Roc	K0
Sol initial	Remblai	25,00	0,00	1,000	0,577
Sol initial	Alluvions	27,00	0,00	1,000	0,546
Sol initial	Sables	30,00	0,00	1,000	0,500
Sol initial	Argile	28,00	0,00	1,000	0,531
Sol initial	Craie	20,00	0,00	1,000	0,658
Remblaiement (Phase 2)	Structure plateforme	30,00	0,00	1,000	0,500
Remblaiement (Phase 2)	Structure plateforme	30,00	0,00	1,000	0,500

Assistant kac/kpc :

Action	Nom Couche	Coefficient	φ [°]	δ/φ	Valeur
Sol initial	Alluvions	kac	27,00	0,000	1,226
Sol initial	Alluvions	kpc	27,00	-0,667	5,580
Sol initial	Sables	kac	30,00	0,000	1,155
Sol initial	Sables	kpc	30,00	-0,667	6,293
Sol initial	Argile	kac	28,00	0,000	1,202
Sol initial	Argile	kpc	28,00	-0,667	5,802
Sol initial	Craie	kac	20,00	0,000	1,400
Sol initial	Craie	kpc	20,00	-0,667	4,348

Assistant kh, Schmitt :

Action	Nom Couche	Em [kN/m ²]	α	EI [kNm ² /m]	kh [kN/m ² /m]
Sol initial	Remblai	2500	1,000	86016	1537
Sol initial	Alluvions	2500	0,667	86016	2638
Sol initial	Sables	20000	0,330	86016	107859
Sol initial	Argile	30000	0,667	86016	72471
Sol initial	Craie	50000	0,500	86016	210299
Remblaiement (Phase 2)	Structure plateforme	5000	0,330	86016	16987
Remblaiement (Phase 2)	Structure plateforme	5000	0,330	86016	16987

Assistant Rideau de palplanche :

Action	Type	Section	EI [kNm ² /m]
--------	------	---------	-------------------------------



Calcul réalisé par : VALETUDES



v.4.0.31

AFFAIRE A24092

QUAI BETHUNE - Ecran 2

ASSISTANTS**Assistant Rideau de palplanche :**

Action	Type	Section	EI [kNm ² /m]
Ecran initial	Standard Z	AZ 12-700	39648

Liaison linéique :

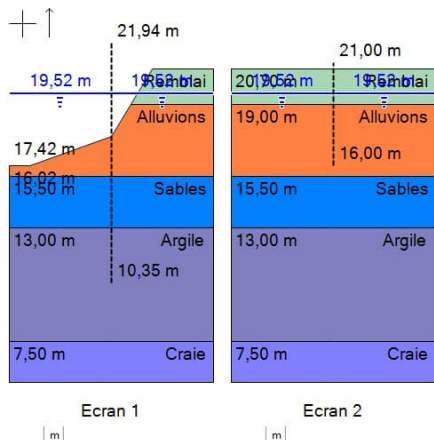
N°	E [kN/m ²]	S [m ²]	d [m]	Eh [m]	K [kN/m/m]
1	2,1E+008	0,001963	12,00	2,80	12269



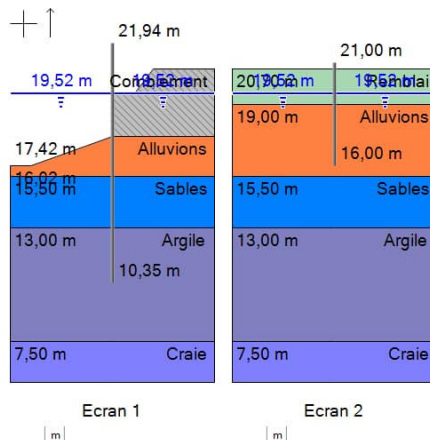
Calcul réalisé par : VALETUDES

SYNTHESE PHASAGE

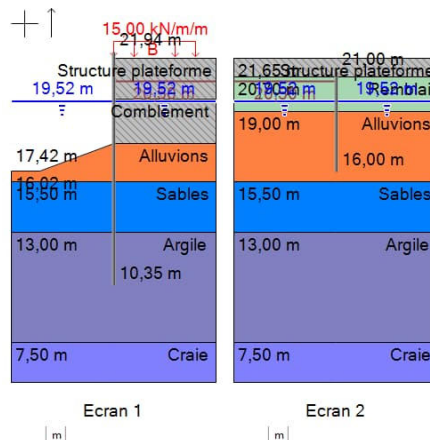
Phase initiale



Phase 1 : Phase transitoire



Phase 2 : Phase transitoire



Ph1 : Comblement

Ph2 : Pose tirant + PF

Ecran 1

- Excavation (côté gauche) :
zh [m] = 16,02
Mise en place d'une risberme :
zt [m] = 17,42 a [m] = 0,01
zh [m] = 16,02 b [m] = 9,00
ae = 1,000

- Excavation (côté droit) :
zh [m] = 17,42
Mise en place d'un talus :
zt [m] = 20,70 a [m] = 4,50
zh [m] = 17,42 b [m] = 0,01
ae = 1,000

Ecran 2

- Excavation (côté gauche) :
zh [m] = 20,70
- Excavation (côté droit) :
zh [m] = 20,70

Ecran 1

- Remblai (droite) Comblement
zt [m] = 20,70
φ [°] = 30,00
dc [kN/m²/m] = 0,000
γ [kN/m³] = 18,00
kac = 0,000
kpc = 0,000
kd = 0,500
kh [kN/m²/m] = 16987
pmax [kN/m/m] = 10000,00
zh [m] = 19,60
- Drainé
c [kN/m²] = 0,00
γ' [kN/m³] = 8,00
kay = 0,333
kpy = 4,980
ki = 0,500
kr = 0,500
dkh [kN/m²/m/m] = 0
ka,min = 0,100
a [m] = 4,50
b [m] = 2,50
ae = 1,000

Ecran 1

- Mise en place de la liaison linéique : n°1
zaa [m] = 20,50
zab [m] = 20,50
K [kN/m/m] = 12269
α [°] = 0,00
P [kN/m] = 0,00
- Remblai (droite) Structure plateforme
zt [m] = 21,65
φ [°] = 30,00
dc [kN/m²/m] = 0,000
γ [kN/m³] = 18,00
kac = 0,000
kpc = 0,000
kd = 0,500
kh [kN/m²/m] = 16987
pmax [kN/m/m] = 10000,00
- Drainé
c [kN/m²] = 0,00
γ' [kN/m³] = 8,00
kay = 0,333
kpy = 4,980
ki = 0,500
kr = 0,500
dkh [kN/m²/m/m] = 0
ka,min = 0,100
- Surcharge de Boussinesq (côté droit) : n°1
z [m] = 21,65
x [m] = 0,01
L [m] = 10,00
q [kN/m/m] = 15,00
ae = 1,990

Ecran 2

- Remblai (gauche) Structure plateforme

- Drainé
c [kN/m²] = 0,00
γ' [kN/m³] = 8,00
kay = 0,333
kpy = 4,980
ki = 0,500
kr = 0,500
dkh [kN/m²/m/m] = 0
ka,min = 0,100

- Remblai (droite) Structure plateforme
zt [m] = 21,65
φ [°] = 30,00
dc [kN/m²/m] = 0,000
γ [kN/m³] = 18,00
kac = 0,000
kpc = 0,000
kd = 0,500
kh [kN/m²/m] = 16987
pmax [kN/m/m] = 10000,00
- Drainé
c [kN/m²] = 0,00
γ' [kN/m³] = 8,00
kay = 0,333
kpy = 4,980
ki = 0,500
kr = 0,500
dkh [kN/m²/m/m] = 0
ka,min = 0,100



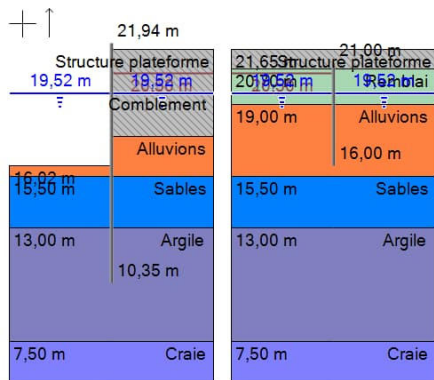
v.4.0.31

AFFAIRE A24092

QUAI BETHUNE

SYNTHESE PHASAGE

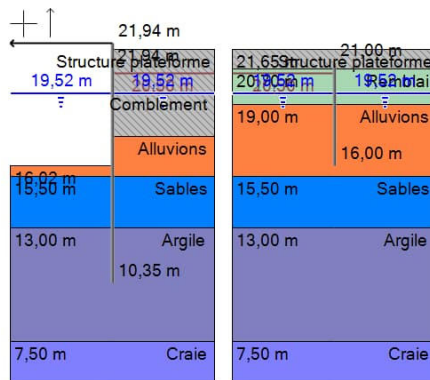
Phase 3 : Phase transitoire



Ecran 1

Ecran 2

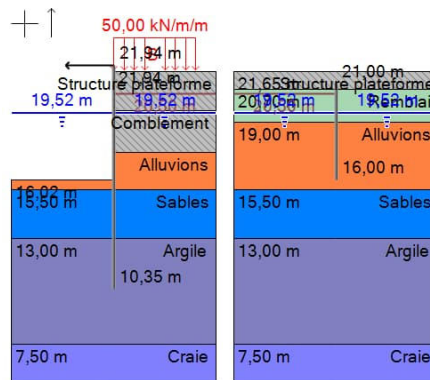
Phase 4 : Phase durable



Ecran 1

Ecran 2

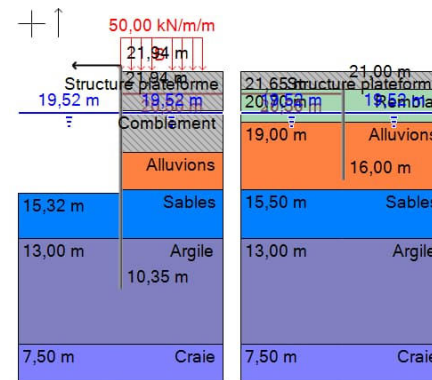
Phase 5 : Phase durable



Ecran 1

Ecran 2

Phase 6 : Phase durable



Ecran 1

Ecran 2

Ph3 : Dragage 3.50m/NNN

Ph4 : Exploitation - Amarrage seul

Ph5 : Exploitation - Vrac

Ph6 : Dragage approfondi

Ecran 1

- Excavation (côté gauche) :
zh [m] = 16,02
- Retrait de la charge de boussinesq n°1

Ecran 1

- Application de la force linéique n°1
z [m] = 21,94
F [kN/m] = -15,00
 α [°] = 0,00

Ecran 1

- Surcharge de Boussinesq (côté droit) : n°2
z [m] = 21,65
x [m] = 0,01
L [m] = 20,00
q [kN/m/m] = 50,00
 $\alpha\epsilon$ = 1,990

Ecran 1

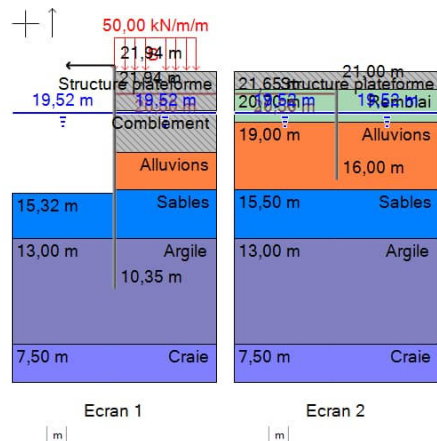
- Excavation (côté gauche) :
zh [m] = 15,32



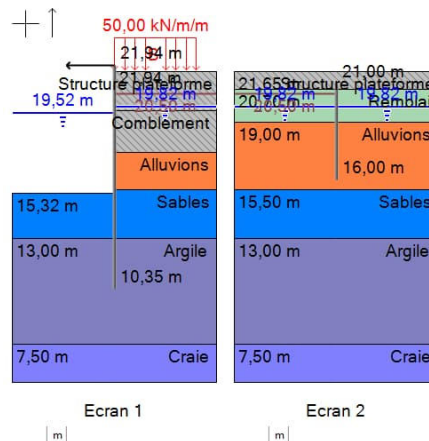
Calcul réalisé par : VALETUDES

SYNTHESE PHASAGE

Phase 7 : Phase durable



Phase 8 : Phase transitoire



Ph7 : Corrosion

Ph8 : Vidange rapide

Ecran 1

- Modification de la raideur de l'écran :
 - Z1 [m] = 21,94
 - Z2 [m] = 10,35
 - EI [kNm²/m] = 75558
 - PP [kN/m/m] = 1,19

Ecran 1

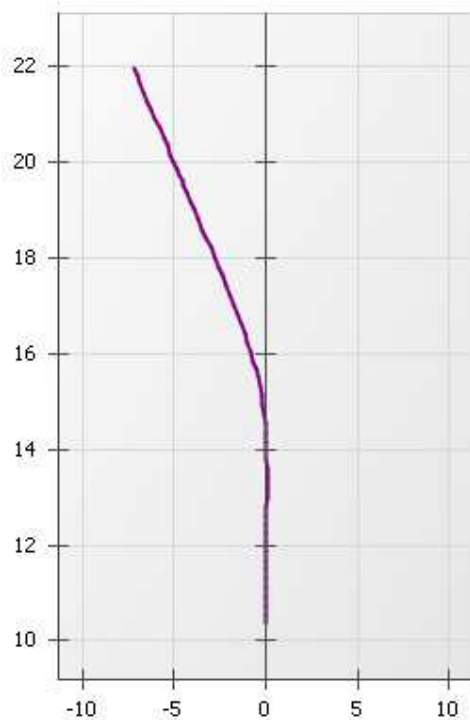
- Action hydraulique : (droite)
 - zw [m] = 19,82

Ecran 2

- Action hydraulique : (gauche)
 - zw [m] = 19,82
- Action hydraulique : (droite)
 - zw [m] = 19,82

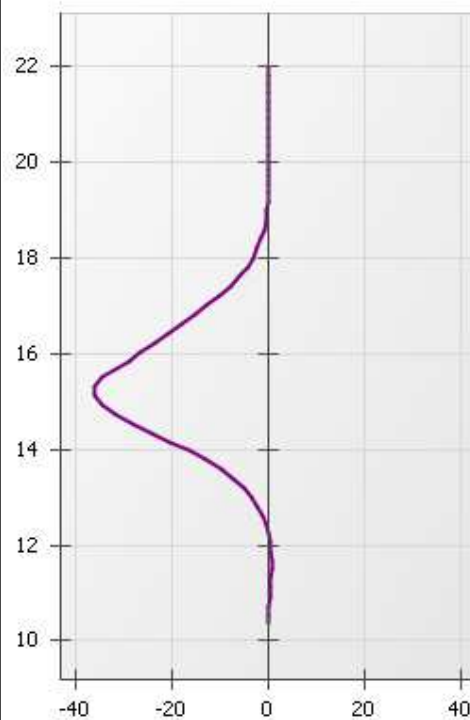
RESULTATS (Phase 1)

Déplacements [mm]



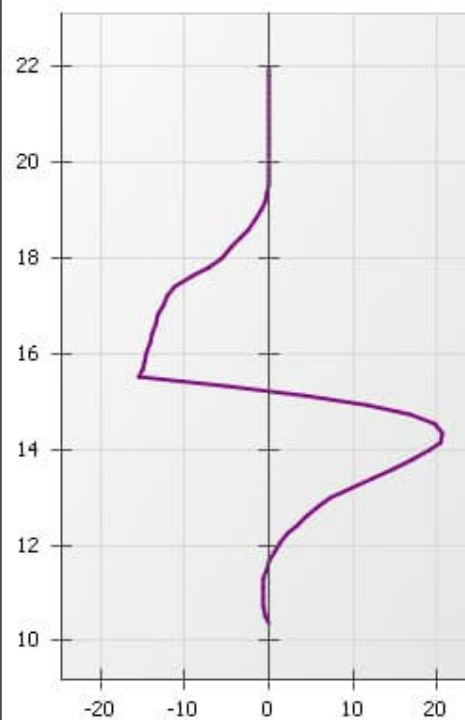
Dmin = -7,21 - Dmax = 0,06

Moment [kNm/m]



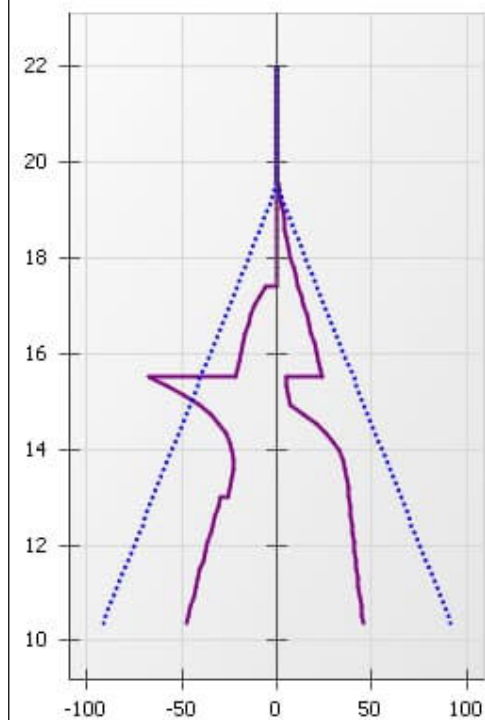
M.k min = -36,18 - M.k max = 0,63

Effort Tranchant [kN/m]



V.k min = -15,43 - V.k max = 20,76

Pressions terre/eau [kN/m/m]

P.k min = -67,75 - P.k max = 45,35
Pw.k min = -91,70 - Pw.k max = 91,70

Légende des graphiques :

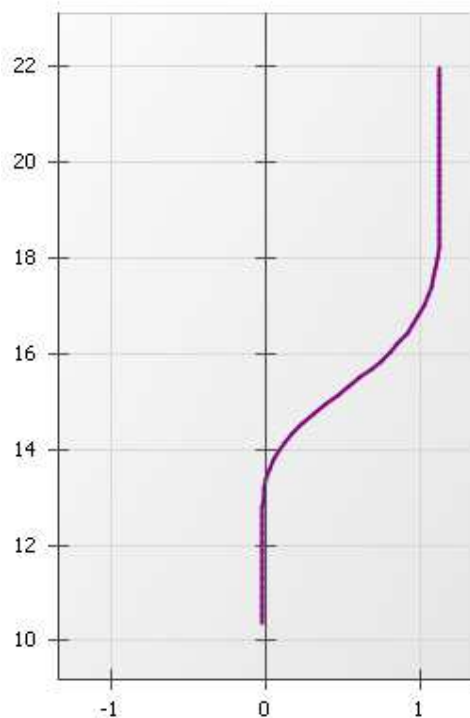
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

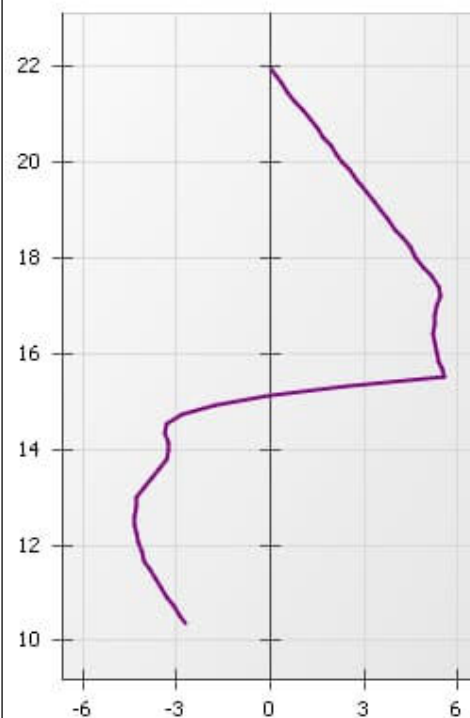
--- Eau

RESULTATS (Phase 1)

Rotation [x0.001 rad]



Effort Normal [kN/m]



Légende des graphiques :

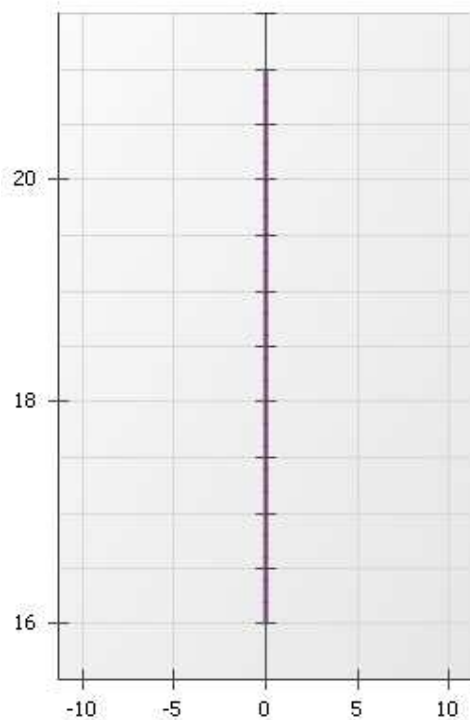
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

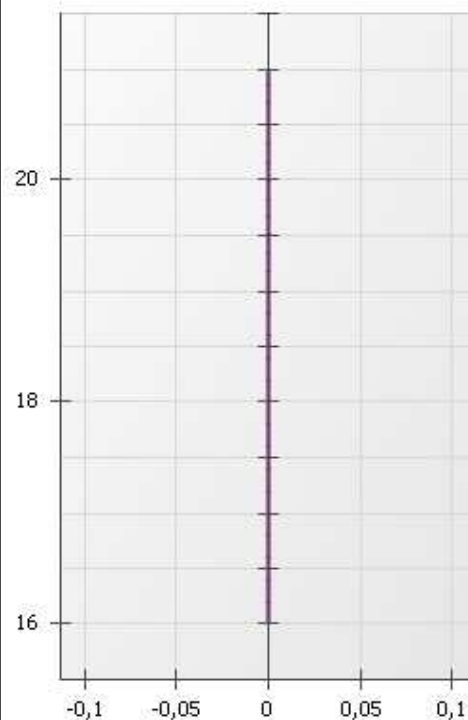
RESULTATS (Phase 1)

Déplacements [mm]



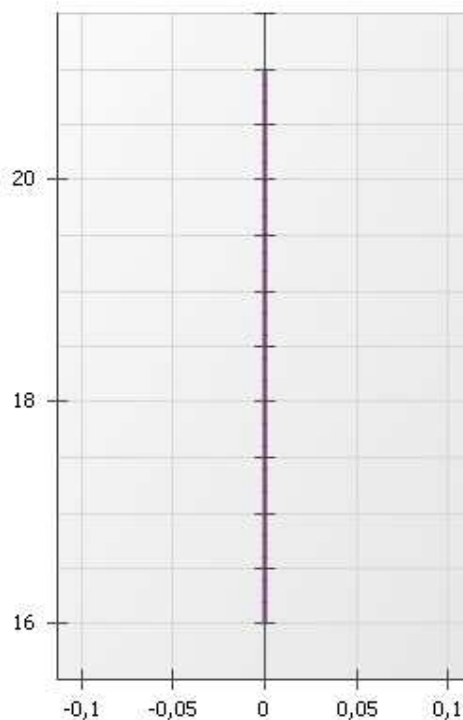
Dmin = 0,00 - Dmax = 0,00

Moment [kNm/m]



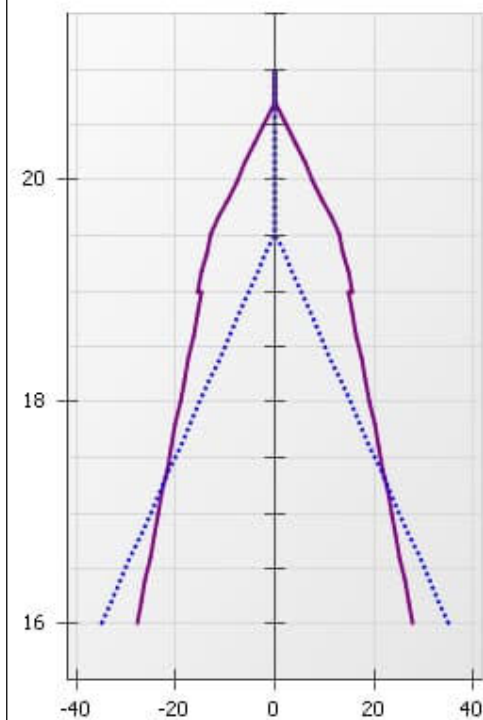
M.k min = 0,00 - M.k max = 0,00

Effort Tranchant [kN/m]



V.k min = 0,00 - V.k max = 0,00

Pressions terre/eau [kN/m/m]

P.k min = -27,90 - P.k max = 27,90
Pw.k min = -35,20 - Pw.k max = 35,20

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



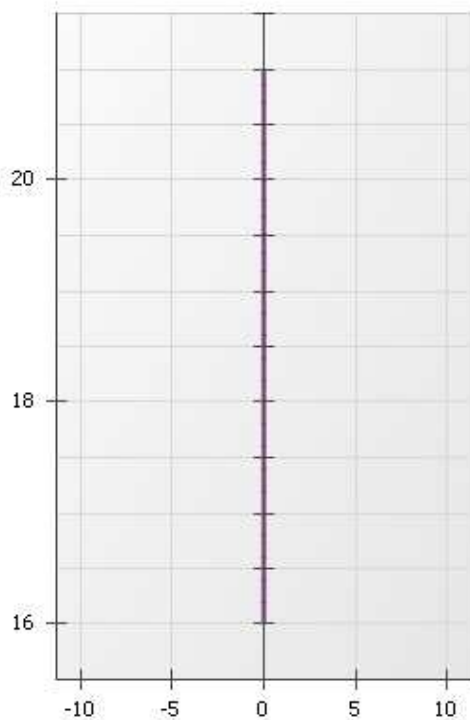
v.4.0.31

AFFAIRE A24092

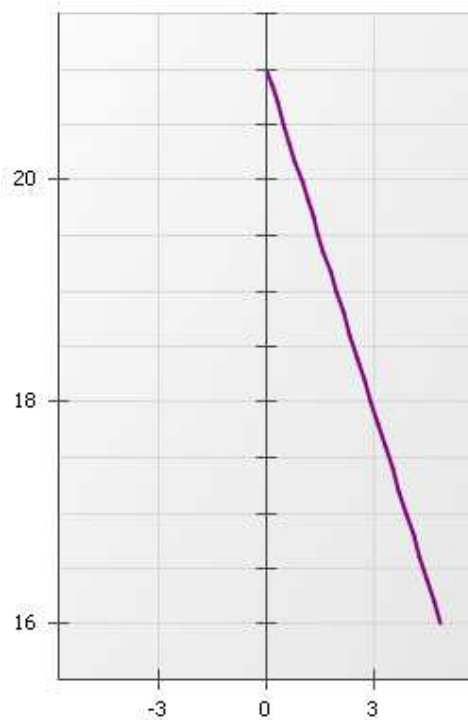
QUAI BETHUNE - Ecran 2

RESULTATS (Phase 1)

Rotation [x0.001 rad]



Effort Normal [kN/m]



Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



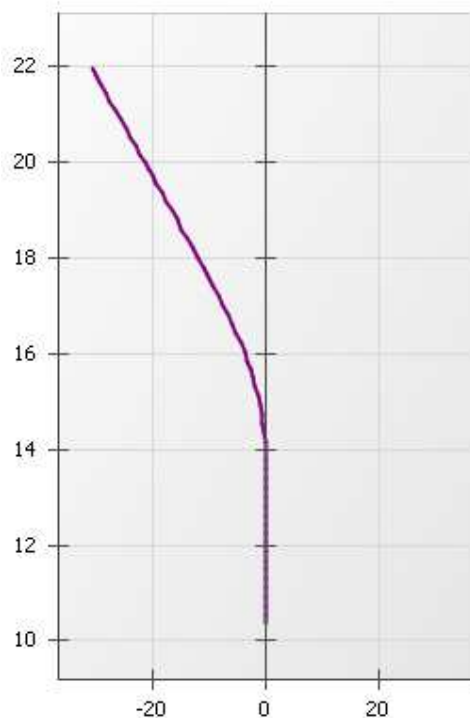
terrasol

setec

Calcul réalisé par : VALETUDES

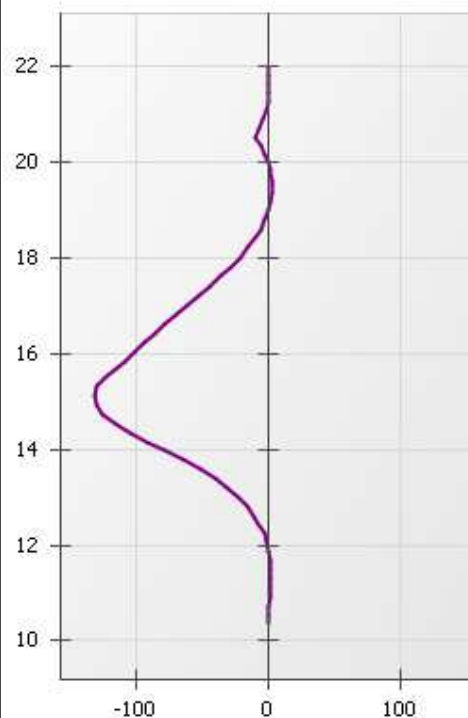
RESULTATS (Phase 2)

Déplacements [mm]



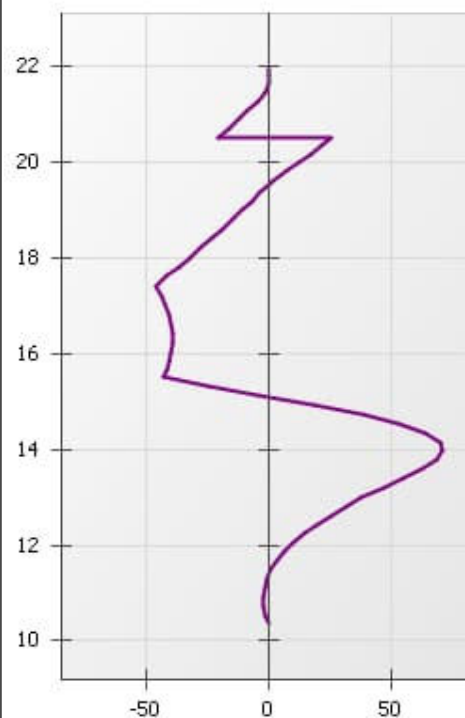
Dmin = -30,86 - Dmax = 0,15

Moment [kNm/m]



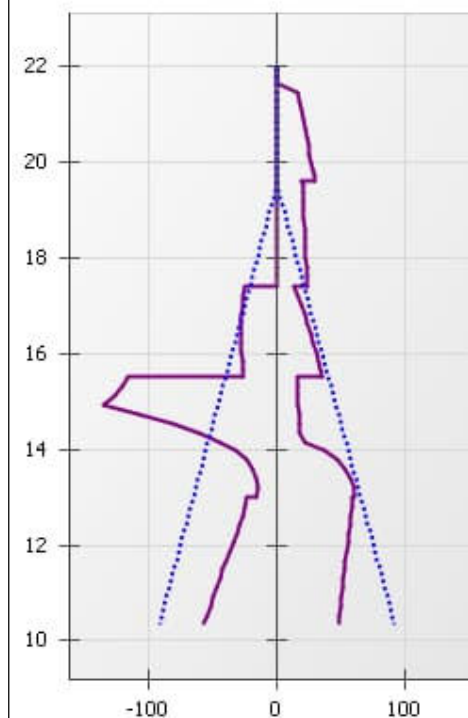
M.k min = -131,67 - M.k max = 2,47

Effort Tranchant [kN/m]



V.k min = -45,69 - V.k max = 70,79

Pressions terre/eau [kN/m/m]

P.k min = -135,64 - P.k max = 60,52
Pw.k min = -91,70 - Pw.k max = 91,70

Légende des graphiques :

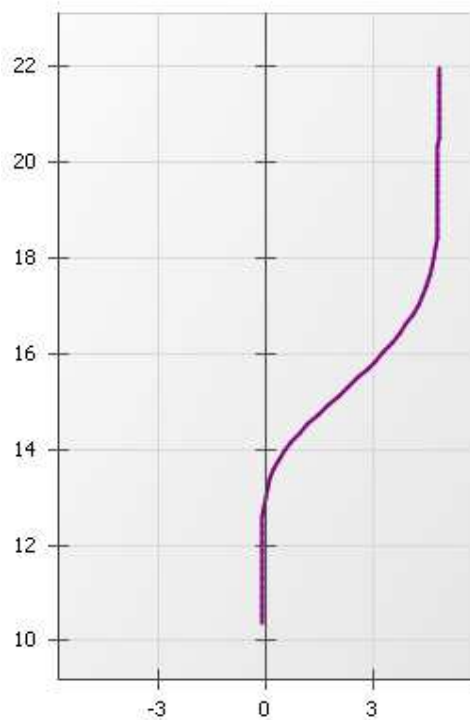
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

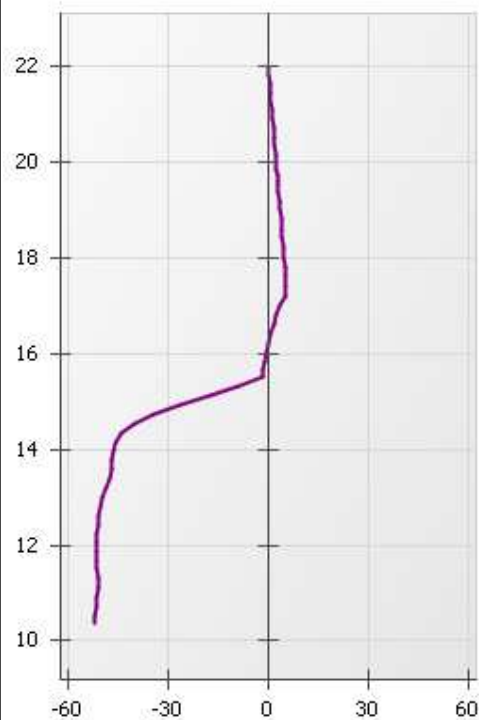
RESULTATS (Phase 2)

Rotation [x0.001 rad]



Rmin = -0,12578 - Rmax = 4,83459

Effort Normal [kN/m]



N.k min = -52,37 - N.k max = 5,38

Légende des graphiques :

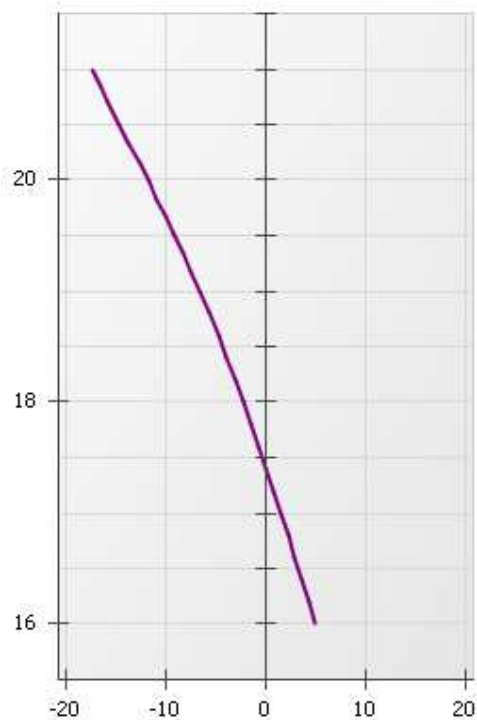
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

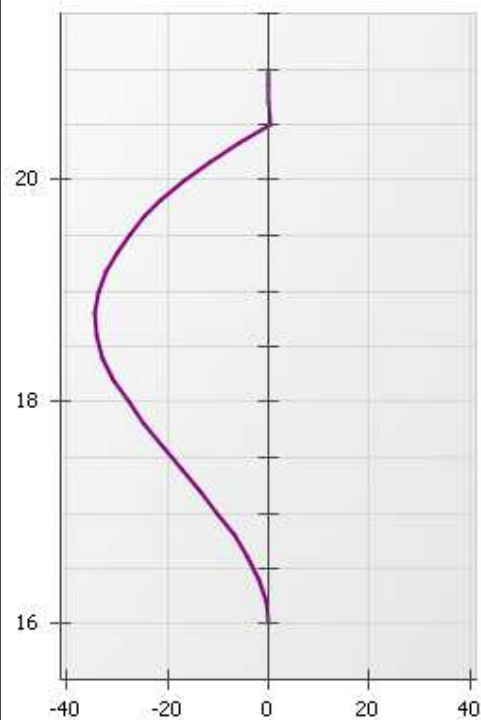
RESULTATS (Phase 2)

Déplacements [mm]



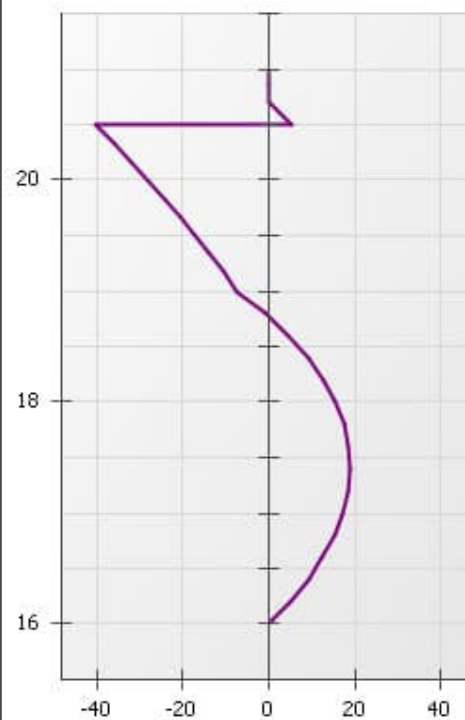
Dmin = -17,39 - Dmax = 4,95

Moment [kNm/m]



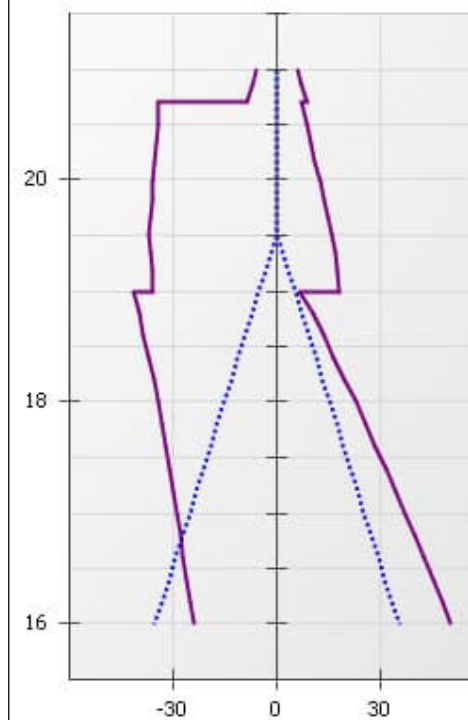
M.k min = -34,68 - M.k max = 0,53

Effort Tranchant [kN/m]



V.k min = -40,44 - V.k max = 18,75

Pressions terre/eau [kN/m/m]

P.k min = -41,56 - P.k max = 50,30
Pw.k min = -35,20 - Pw.k max = 35,20

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



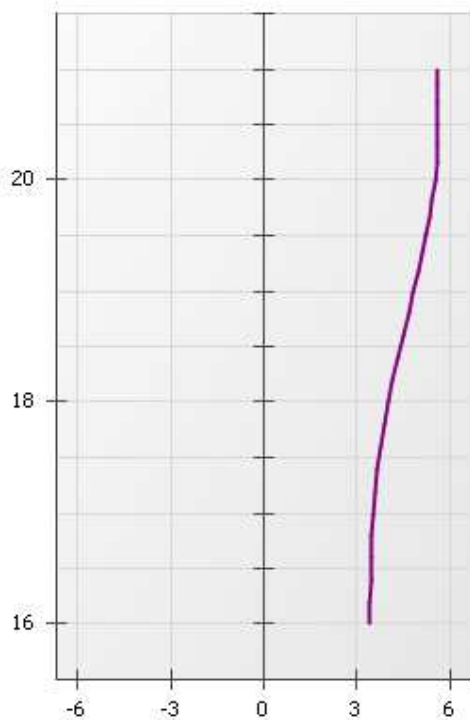
v.4.0.31

AFFAIRE A24092

QUAI BETHUNE - Ecran 2

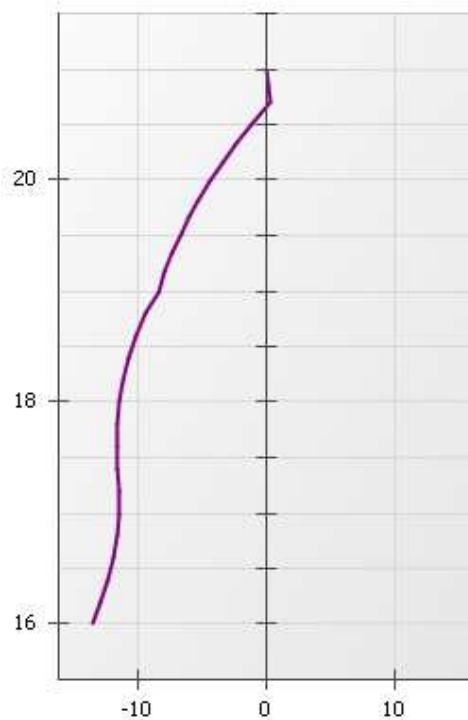
RESULTATS (Phase 2)

Rotation [x0.001 rad]



Rmin = 0,00000 - Rmax = 5,60882

Effort Normal [kN/m]



N.k min = -13,59 - N.k max = 0,29

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



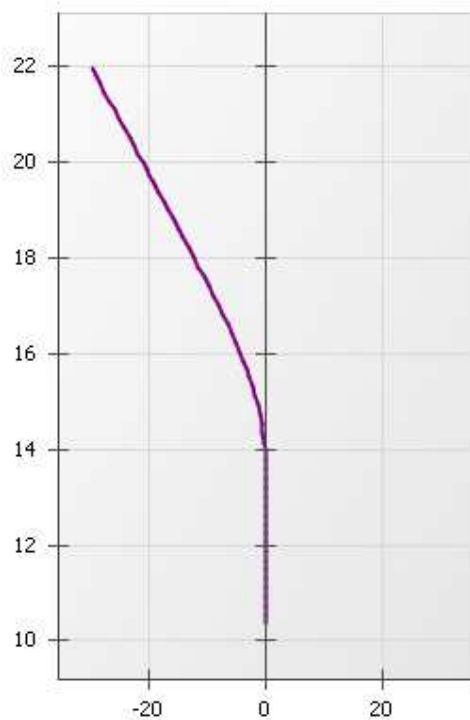
terrasol

setec

Calcul réalisé par : VALETUDES

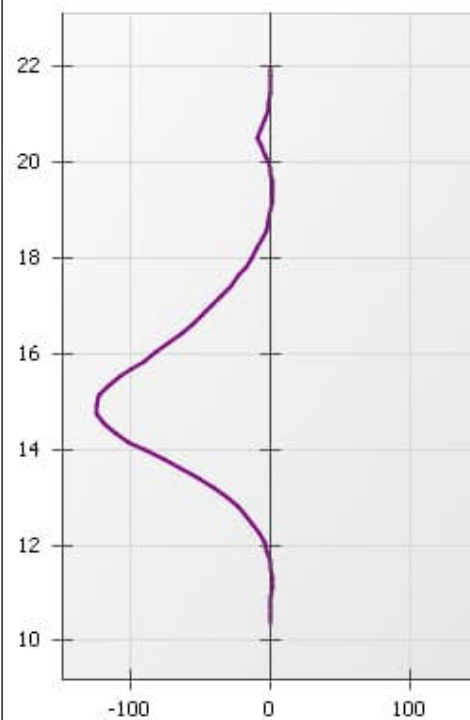
RESULTATS (Phase 3)

Déplacements [mm]



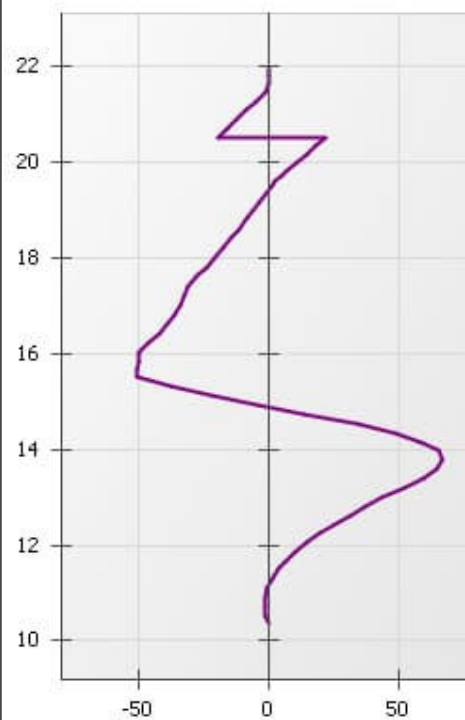
Dmin = -29,77 - Dmax = 0,16

Moment [kNm/m]



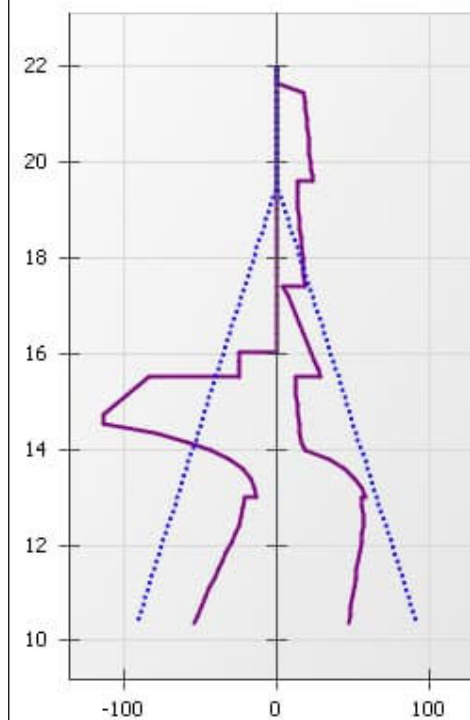
M.k min = -125,72 - M.k max = 1,18

Effort Tranchant [kN/m]



V.k min = -51,24 - V.k max = 67,47

Pressions terre/eau [kN/m/m]

P.k min = -113,93 - P.k max = 57,83
Pw.k min = -91,70 - Pw.k max = 91,70

Légende des graphiques :

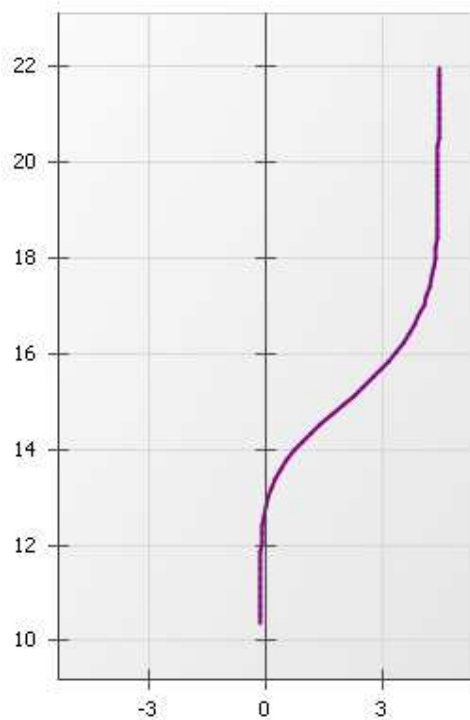
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

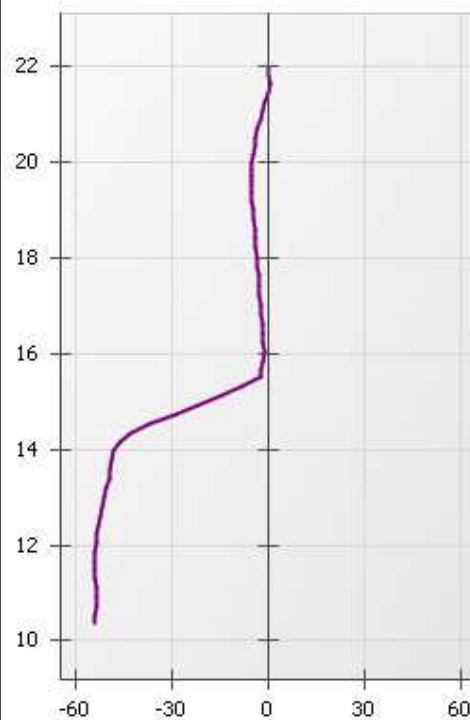
RESULTATS (Phase 3)

Rotation [x0.001 rad]



Rmin = -0,13069 - Rmax = 4,48984

Effort Normal [kN/m]



N.k min = -54,41 - N.k max = 0,35

Légende des graphiques :

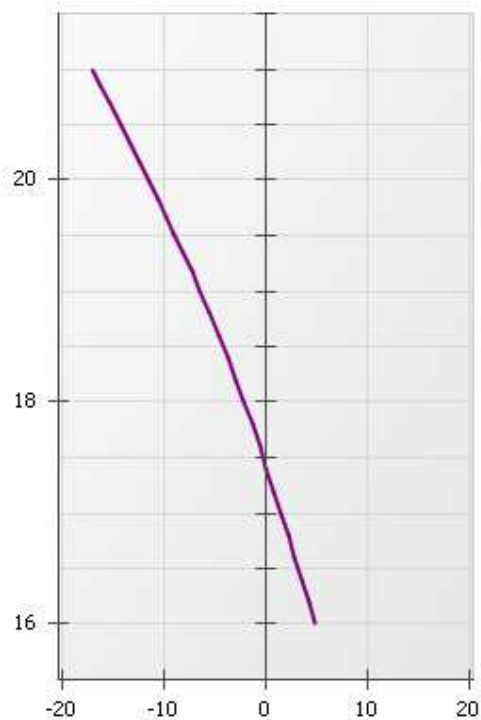
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

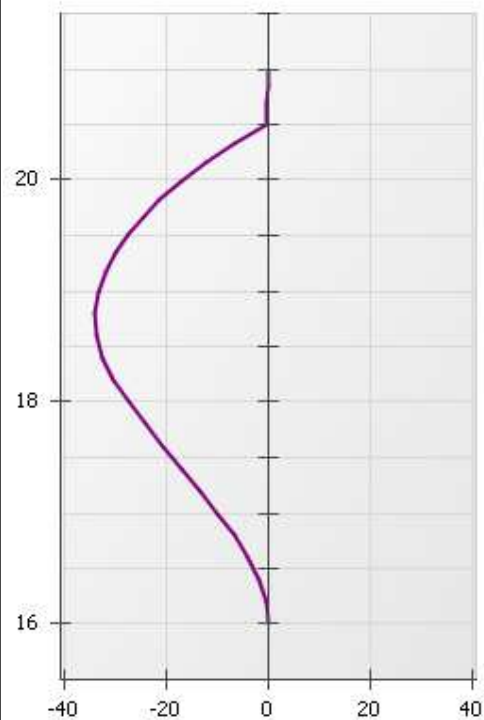
RESULTATS (Phase 3)

Déplacements [mm]



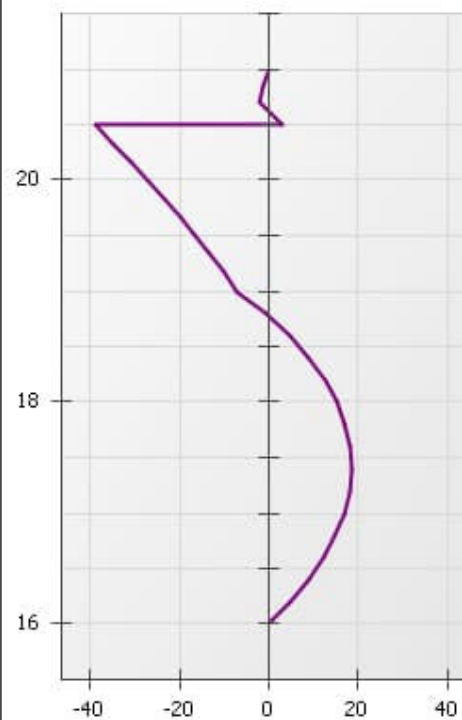
Dmin = -17,07 - Dmax = 4,86

Moment [kNm/m]



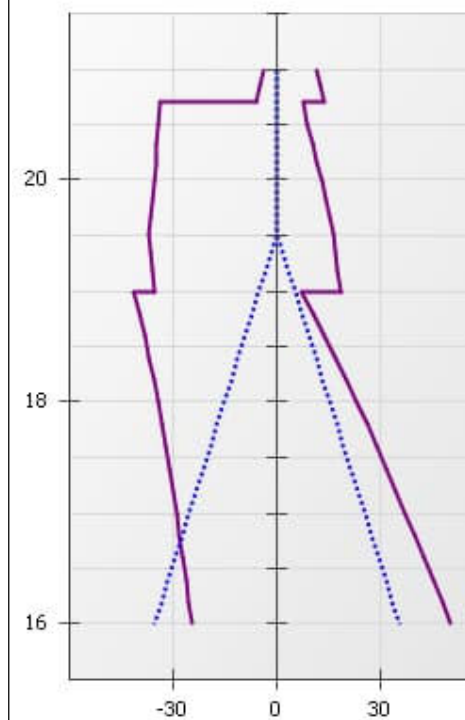
M.k min = -34,25 - M.k max = 0,00

Effort Tranchant [kN/m]



V.k min = -39,09 - V.k max = 18,47

Pressions terre/eau [kN/m/m]

P.k min = -41,18 - P.k max = 50,07
Pw.k min = -35,20 - Pw.k max = 35,20

Légende des graphiques :

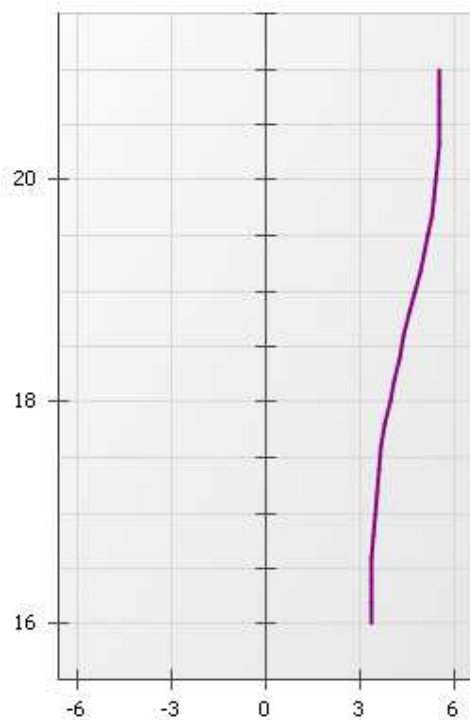
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

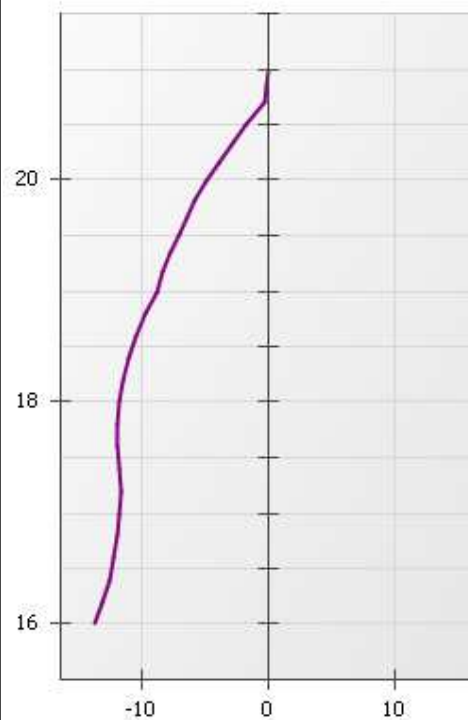
--- Eau

RESULTATS (Phase 3)

Rotation [x0.001 rad]



Effort Normal [kN/m]



Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



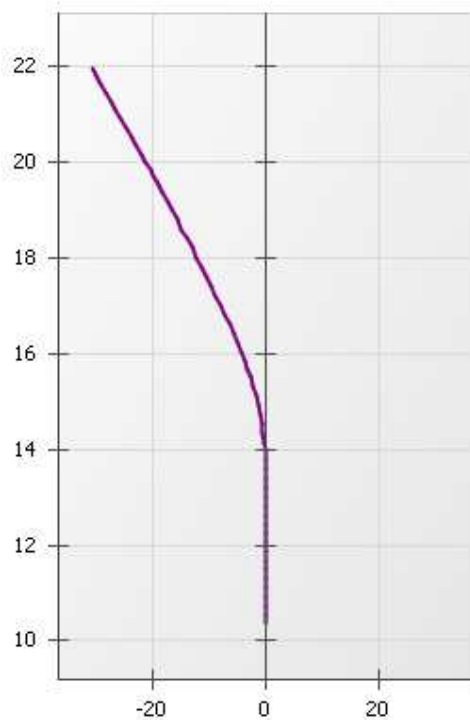
terrasol

setec

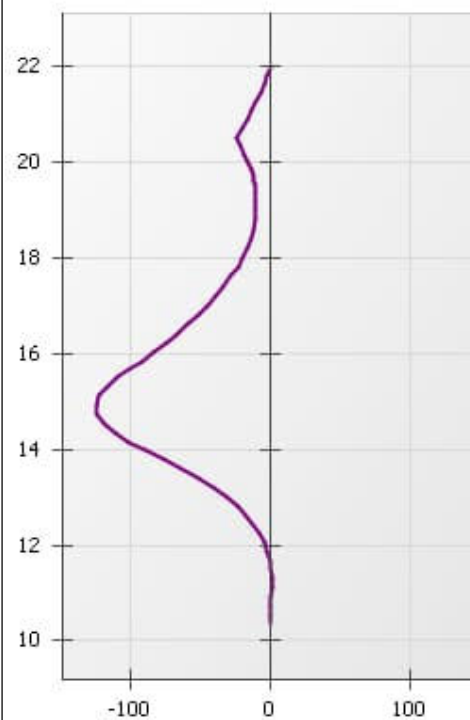
Calcul réalisé par : VALETUDES

RESULTATS (Phase 4)

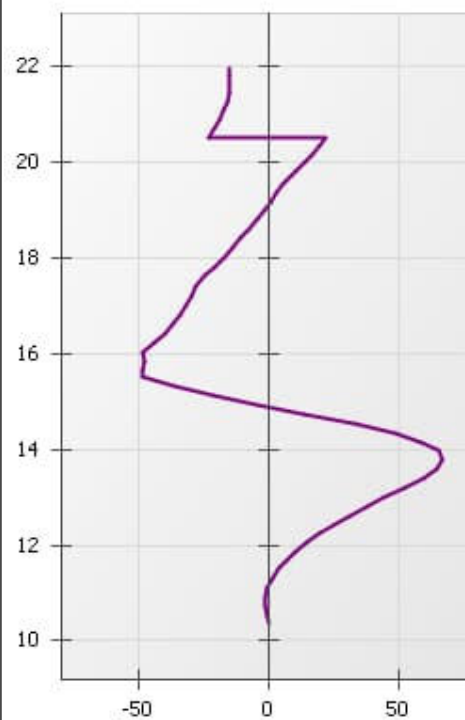
Déplacements [mm]



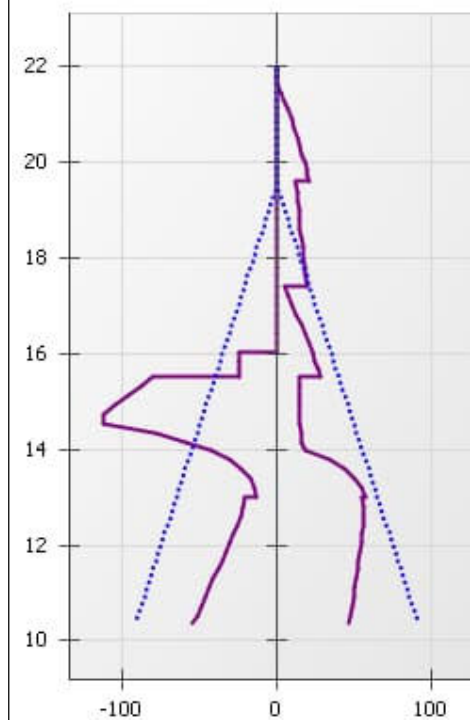
Moment [kNm/m]



Effort Tranchant [kN/m]



Pressions terre/eau [kN/m/m]



Légende des graphiques :

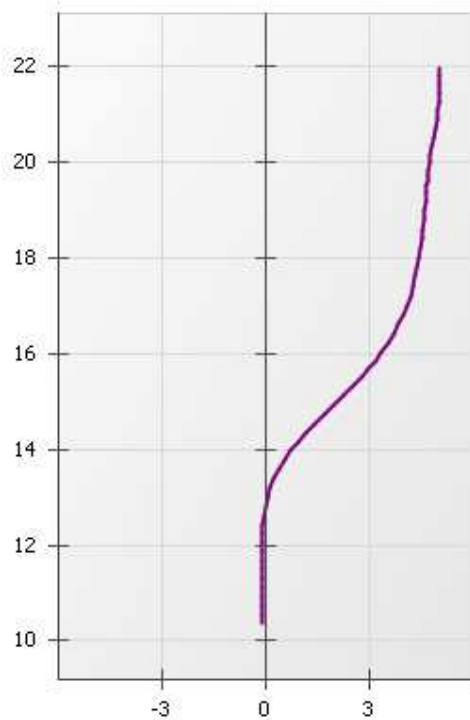
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

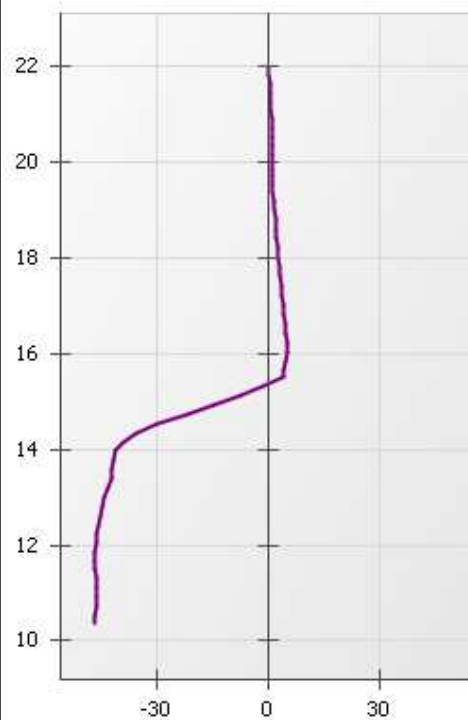
--- Eau

RESULTATS (Phase 4)

Rotation [x0.001 rad]



Effort Normal [kN/m]



Légende des graphiques :

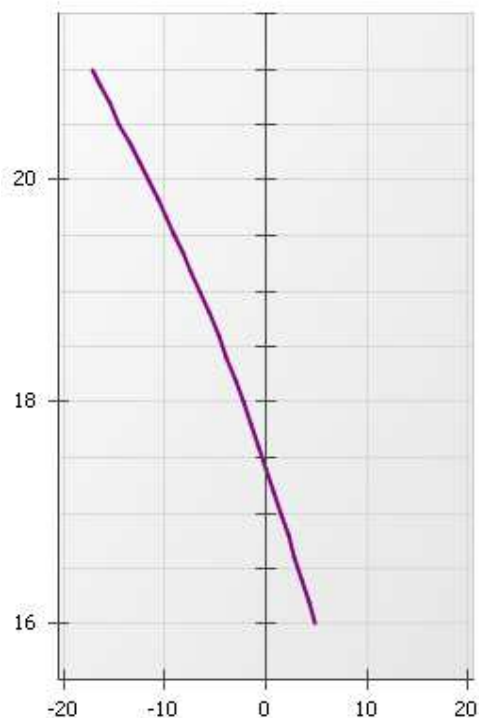
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

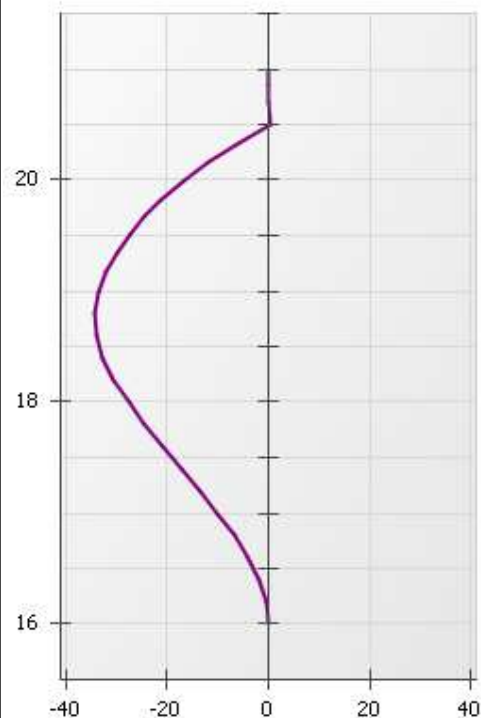
RESULTATS (Phase 4)

Déplacements [mm]



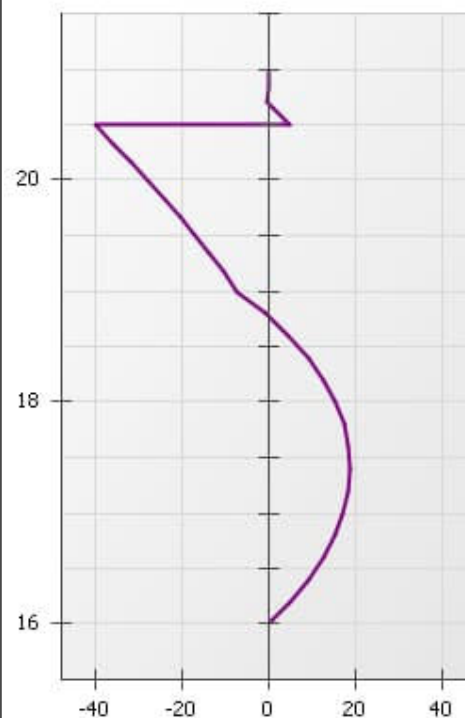
Dmin = -17,27 - Dmax = 4,92

Moment [kNm/m]



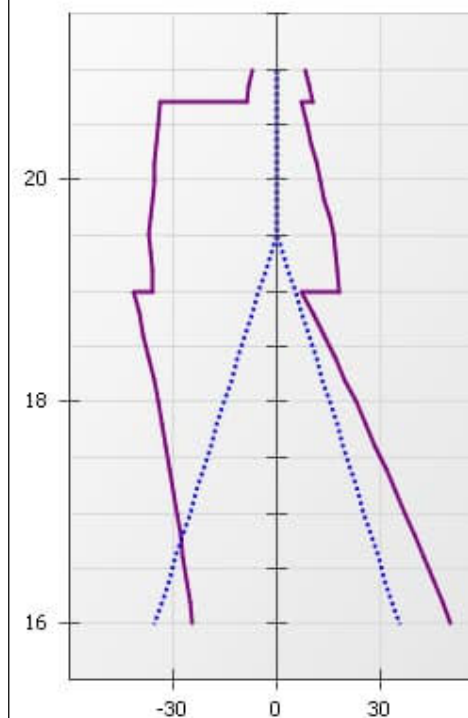
M.k min = -34,45 - M.k max = 0,41

Effort Tranchant [kN/m]



V.k min = -40,00 - V.k max = 18,62

Pressions terre/eau [kN/m/m]

P.k min = -41,43 - P.k max = 50,21
Pw.k min = -35,20 - Pw.k max = 35,20

Légende des graphiques :

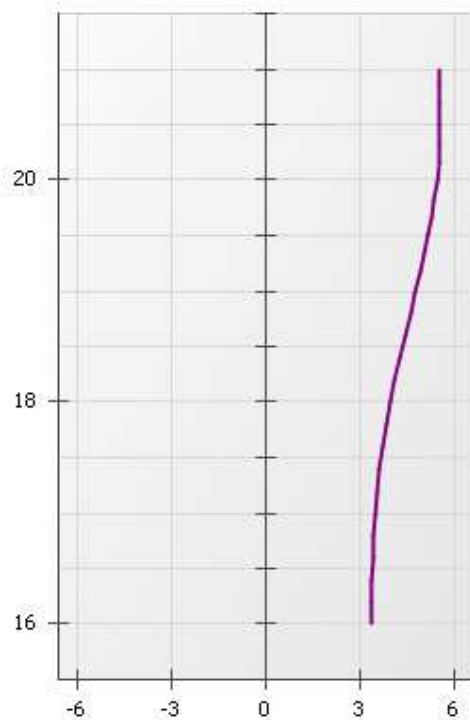
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

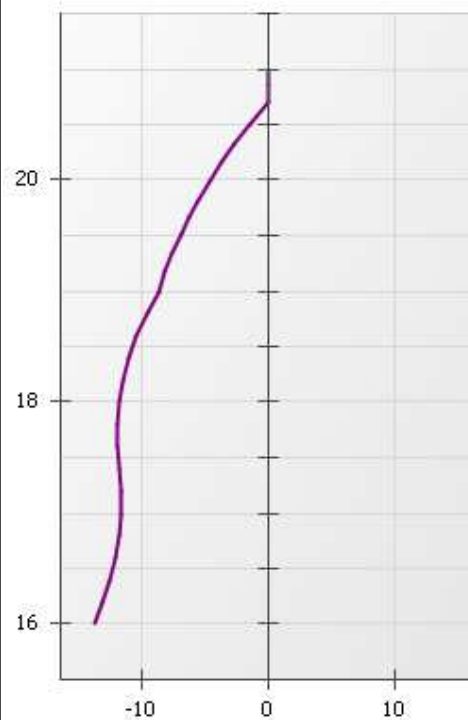
--- Eau

RESULTATS (Phase 4)

Rotation [x0.001 rad]



Effort Normal [kN/m]



Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



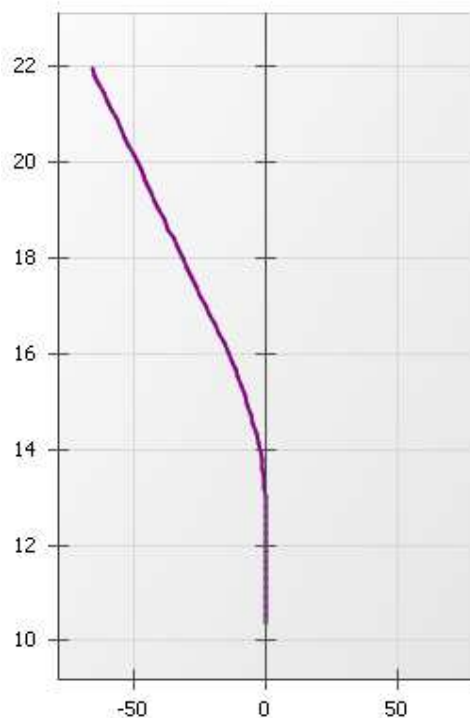
terrasol

setec

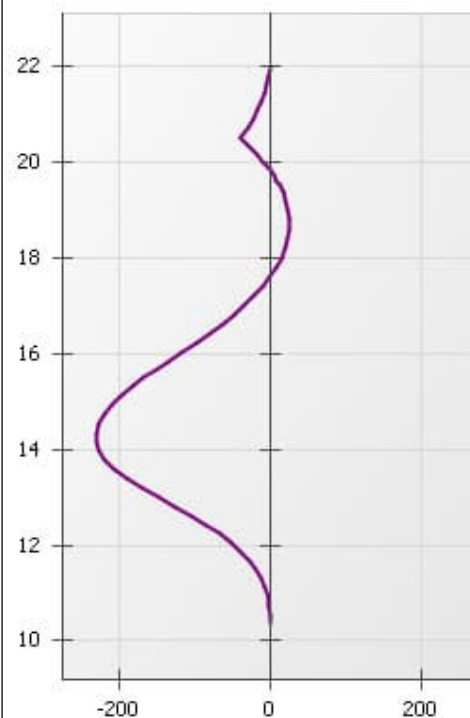
Calcul réalisé par : VALETUDES

RESULTATS (Phase 5)

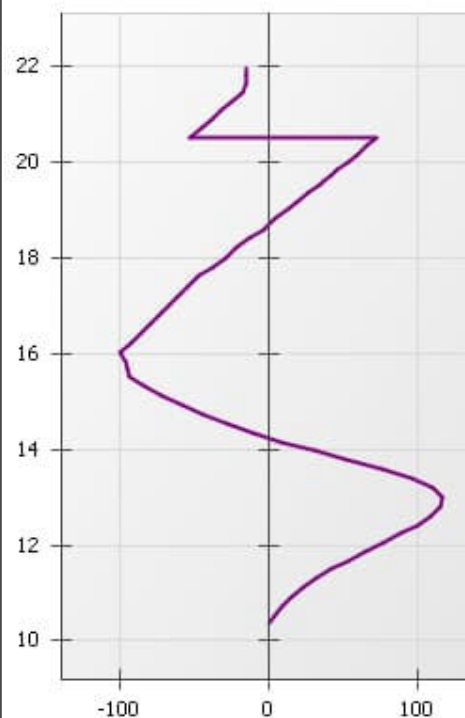
Déplacements [mm]



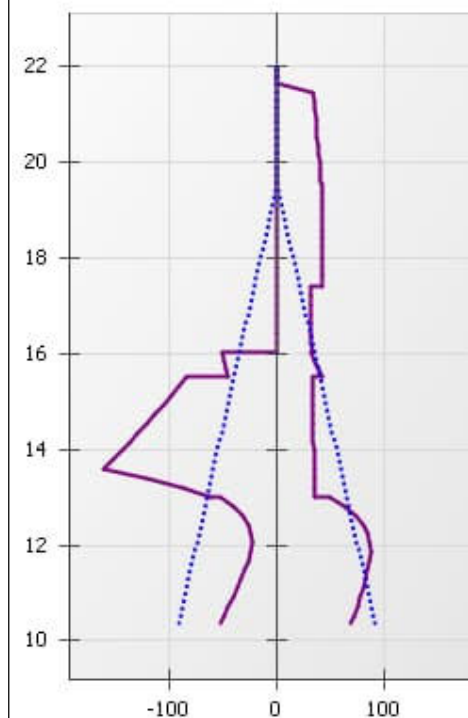
Moment [kNm/m]



Effort Tranchant [kN/m]



Pressions terre/eau [kN/m/m]



Légende des graphiques :

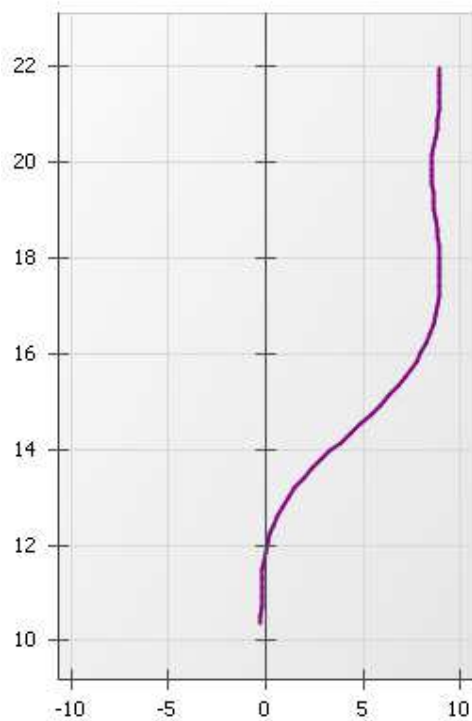
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

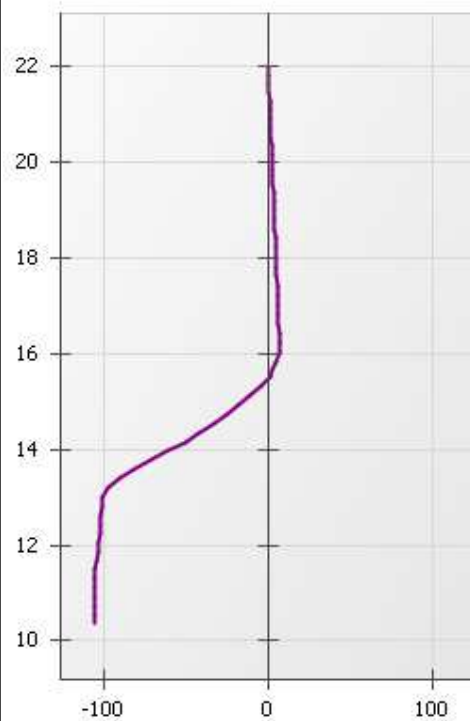
RESULTATS (Phase 5)

Rotation [x0.001 rad]



Rmin = -0,24329 - Rmax = 8,96719

Effort Normal [kN/m]



N.k min = -106,68 - N.k max = 7,04

Légende des graphiques :

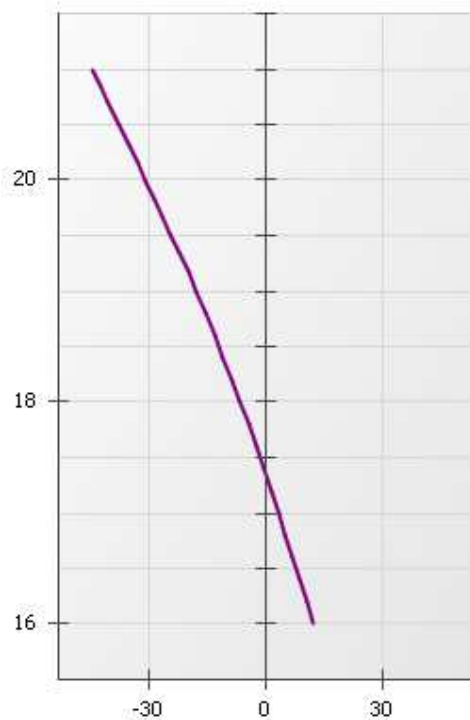
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

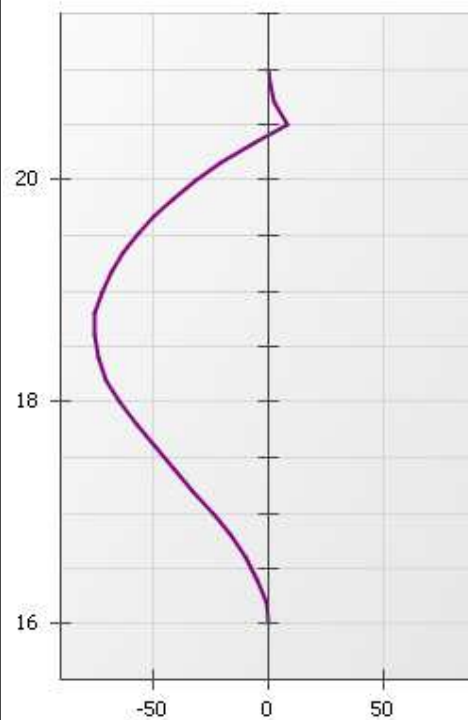
RESULTATS (Phase 5)

Déplacements [mm]



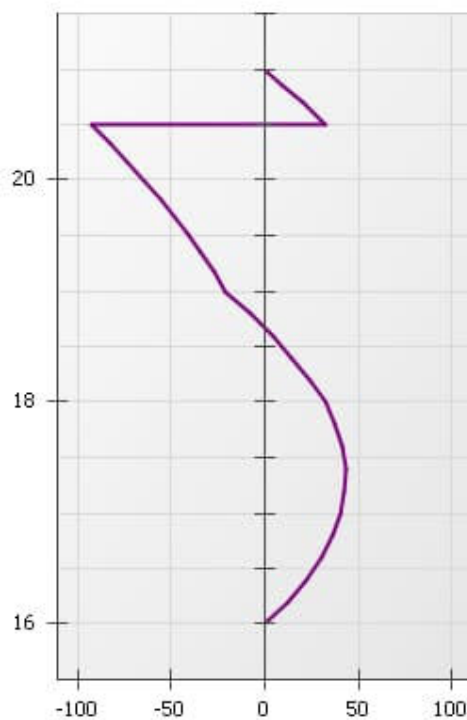
Dmin = -44,53 - Dmax = 12,22

Moment [kNm/m]



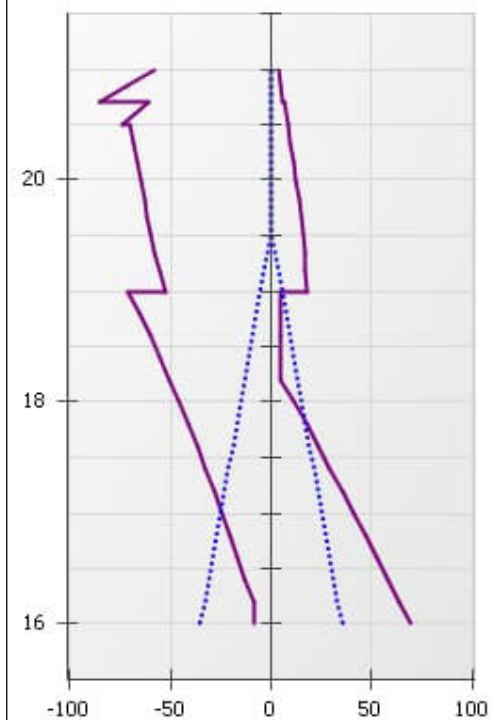
M.k min = -75,70 - M.k max = 7,99

Effort Tranchant [kN/m]



V.k min = -93,06 - V.k max = 43,09

Pressions terre/eau [kN/m/m]

P.k min = -85,16 - P.k max = 69,47
Pw.k min = -35,20 - Pw.k max = 35,20

Légende des graphiques :

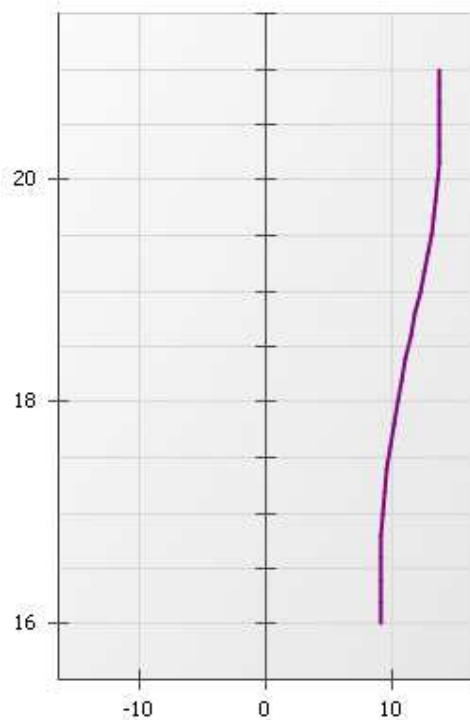
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

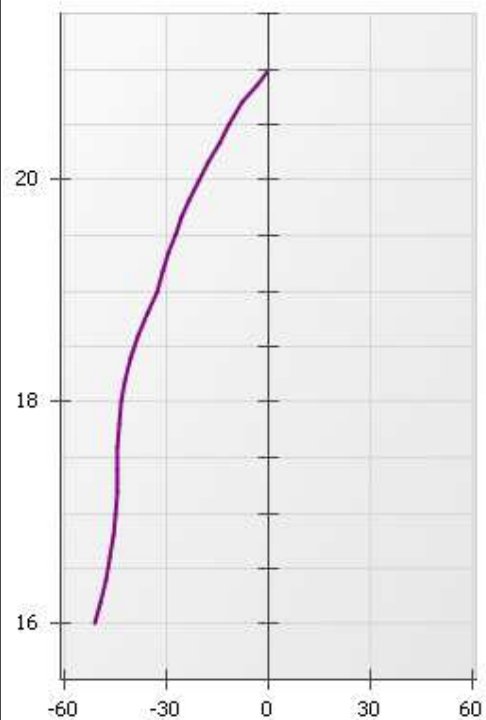
--- Eau

RESULTATS (Phase 5)

Rotation [x0.001 rad]



Effort Normal [kN/m]



Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



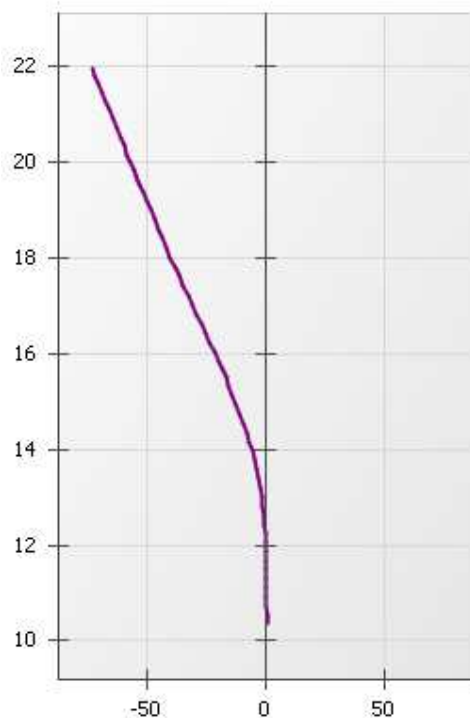
terrasol

setec

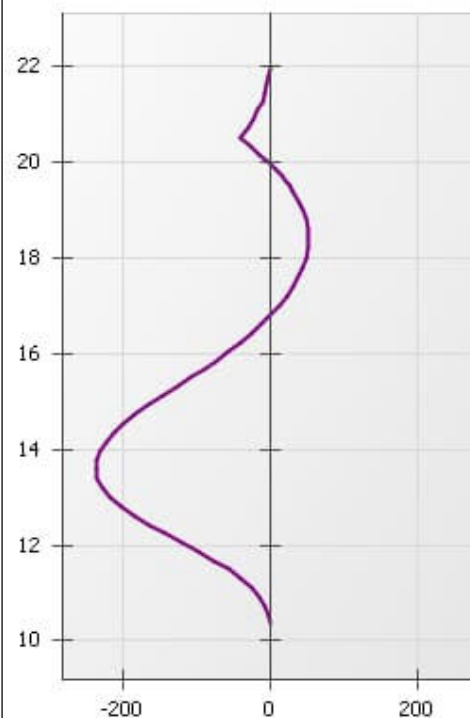
Calcul réalisé par : VALETUDES

RESULTATS (Phase 6)

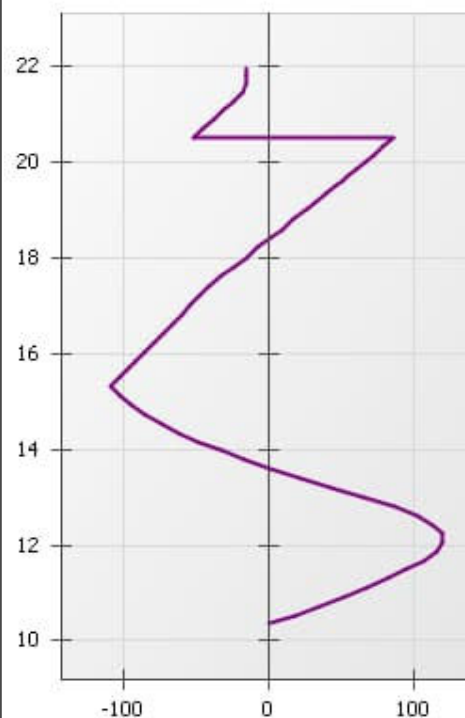
Déplacements [mm]



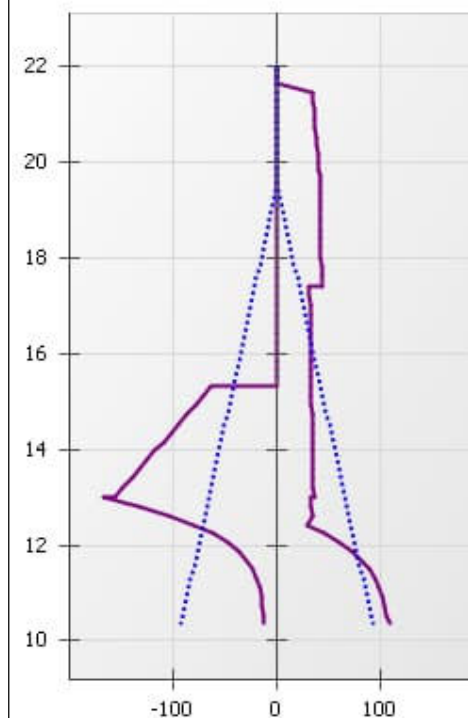
Moment [kNm/m]



Effort Tranchant [kN/m]



Pressions terre/eau [kN/m/m]



Légende des graphiques :

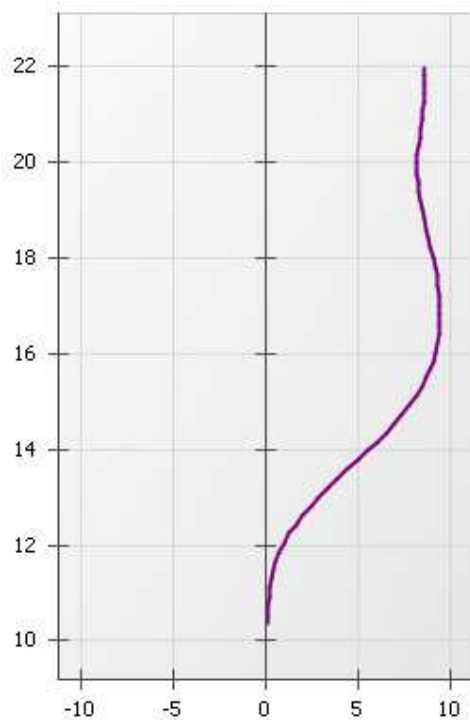
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

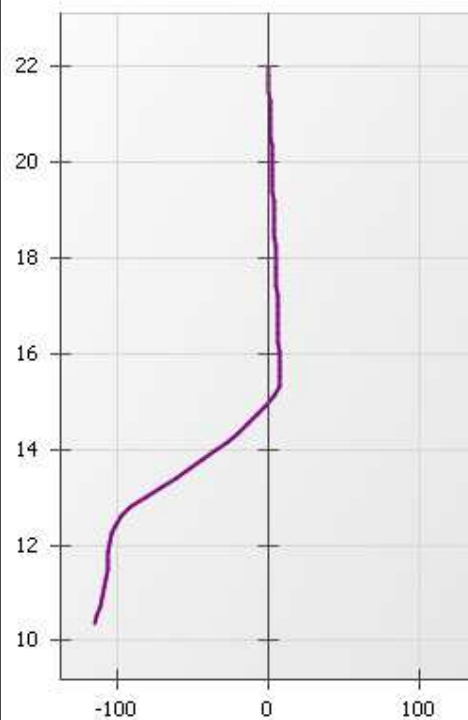
RESULTATS (Phase 6)

Rotation [x0.001 rad]



Rmin = 0,13797 - Rmax = 9,40662

Effort Normal [kN/m]



N.k min = -115,32 - N.k max = 7,88

Légende des graphiques :

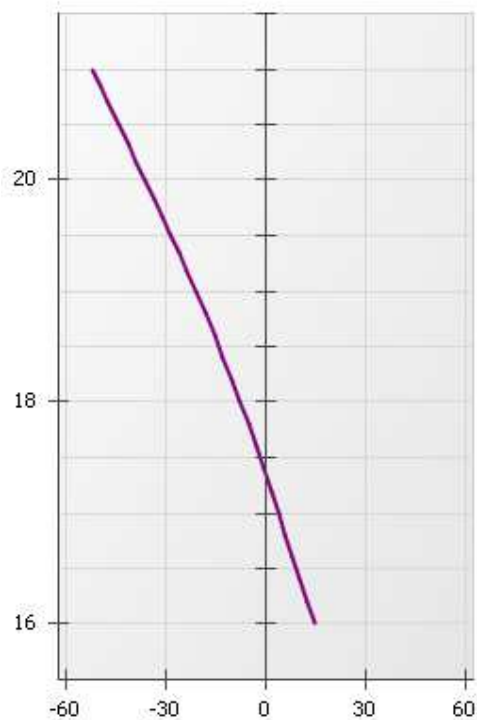
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

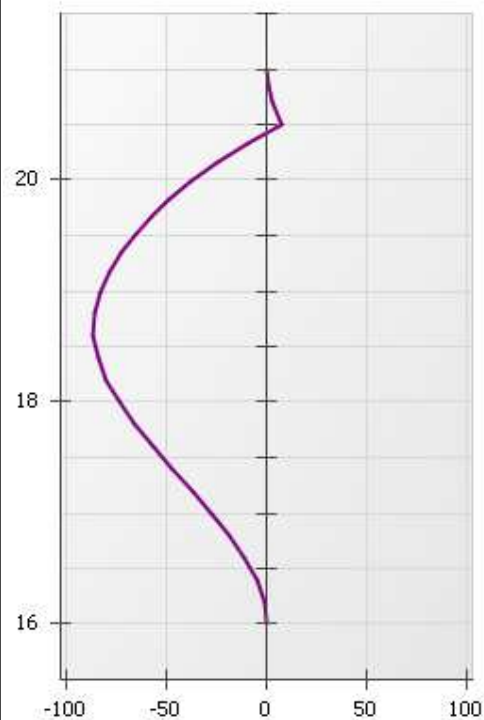
RESULTATS (Phase 6)

Déplacements [mm]



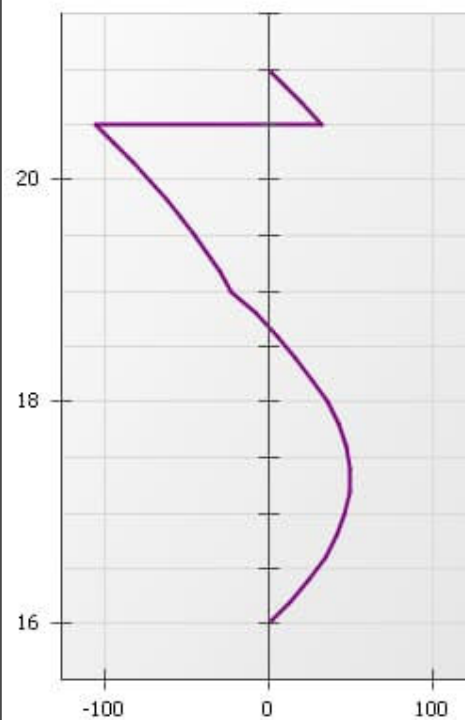
Dmin = -52,38 - Dmax = 14,46

Moment [kNm/m]



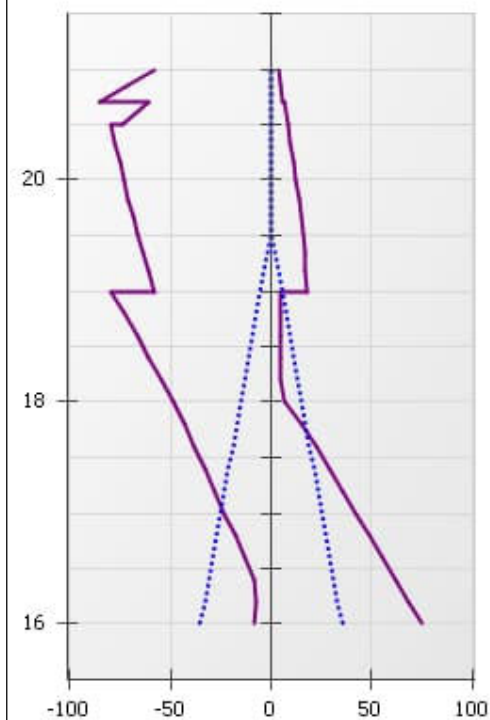
M.k min = -86,43 - M.k max = 7,99

Effort Tranchant [kN/m]



V.k min = -106,40 - V.k max = 49,56

Pressions terre/eau [kN/m/m]

P.k min = -85,16 - P.k max = 75,39
Pw.k min = -35,20 - Pw.k max = 35,20

Légende des graphiques :

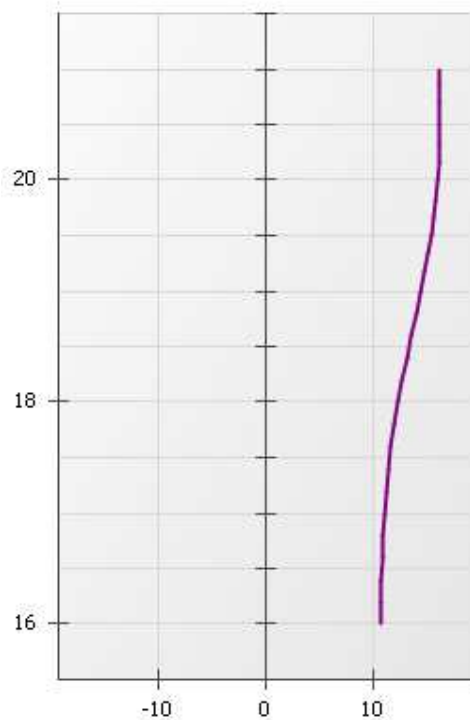
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

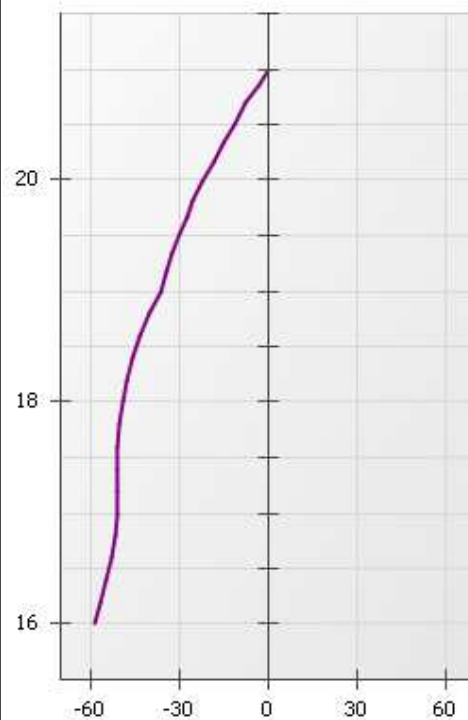
--- Eau

RESULTATS (Phase 6)

Rotation [x0.001 rad]



Effort Normal [kN/m]



Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



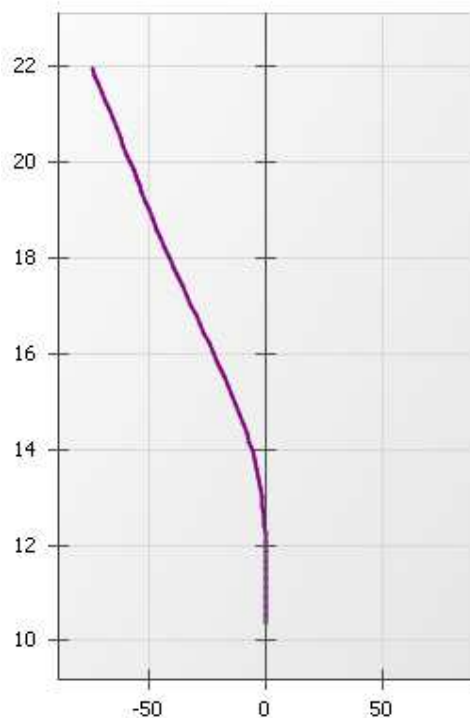
terrasol

setec

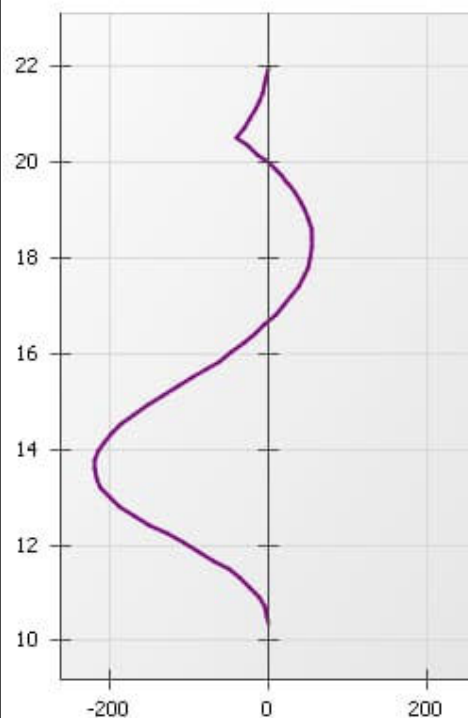
Calcul réalisé par : VALETUDES

RESULTATS (Phase 7)

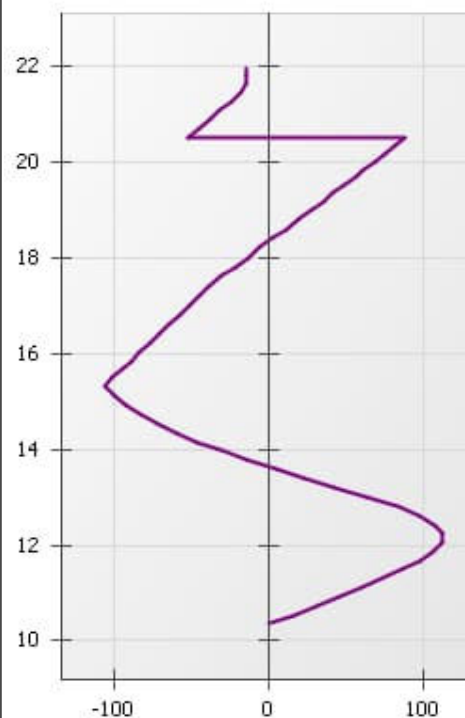
Déplacements [mm]



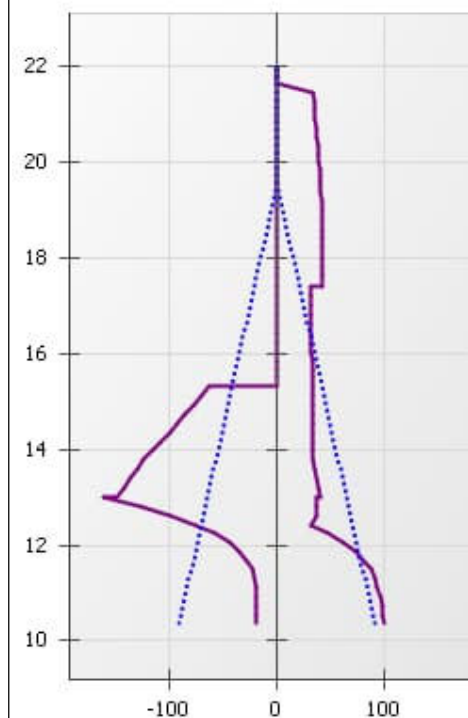
Moment [kNm/m]



Effort Tranchant [kN/m]



Pressions terre/eau [kN/m/m]



Légende des graphiques :

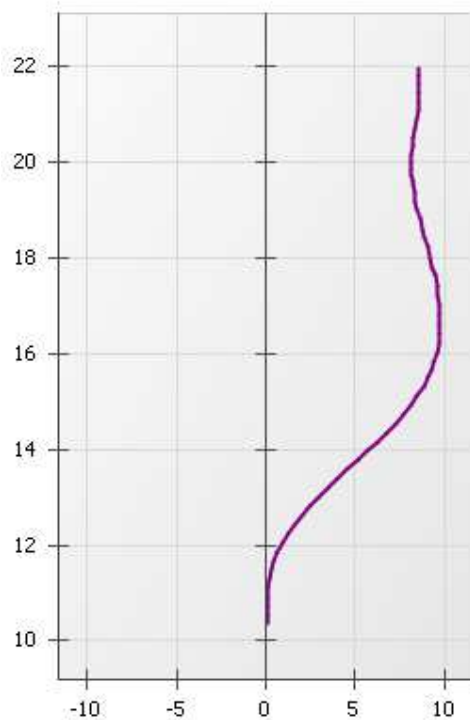
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

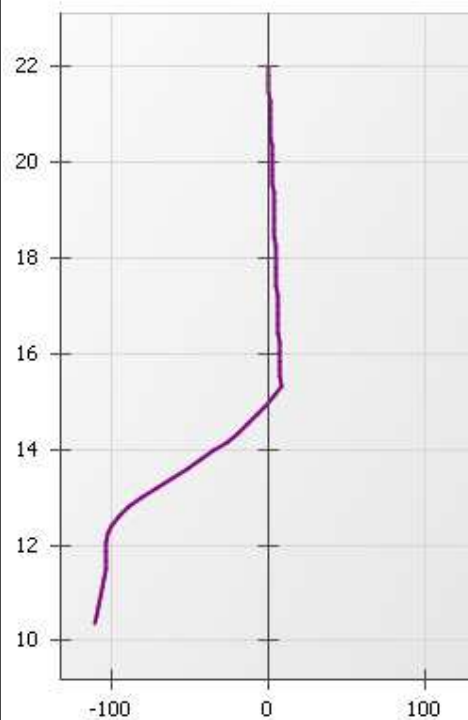
--- Eau

RESULTATS (Phase 7)

Rotation [x0.001 rad]



Effort Normal [kN/m]



Légende des graphiques :

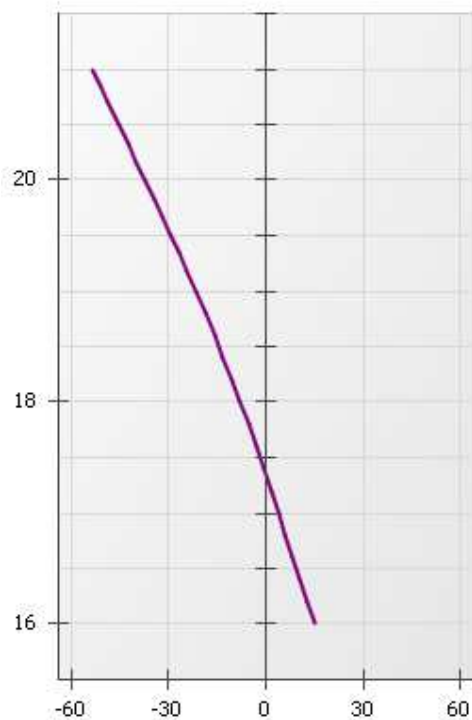
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

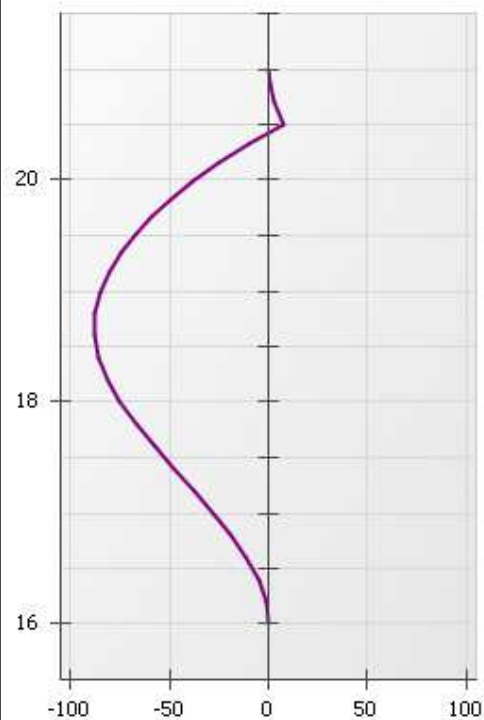
RESULTATS (Phase 7)

Déplacements [mm]



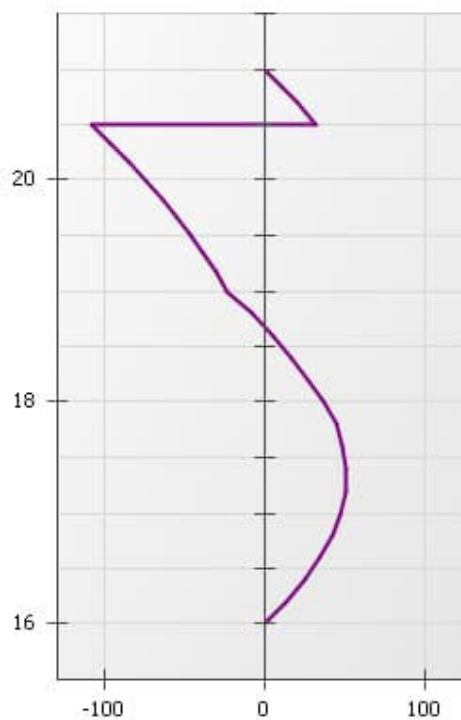
Dmin = -53,79 - Dmax = 14,88

Moment [kNm/m]



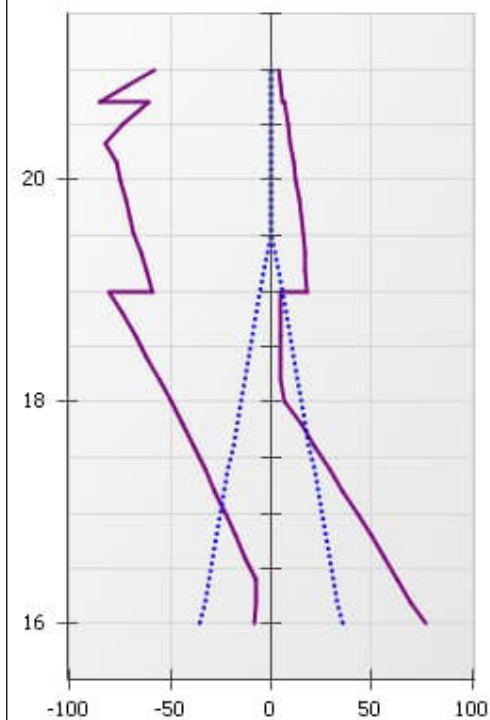
M.k min = -88,27 - M.k max = 7,99

Effort Tranchant [kN/m]



V.k min = -108,57 - V.k max = 50,66

Pressions terre/eau [kN/m/m]

P.k min = -85,16 - P.k max = 76,49
Pw.k min = -35,20 - Pw.k max = 35,20

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



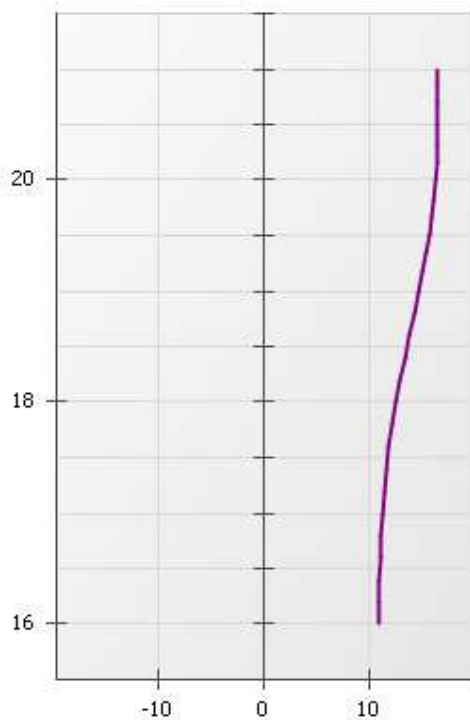
v.4.0.31

AFFAIRE A24092

QUAI BETHUNE - Ecran 2

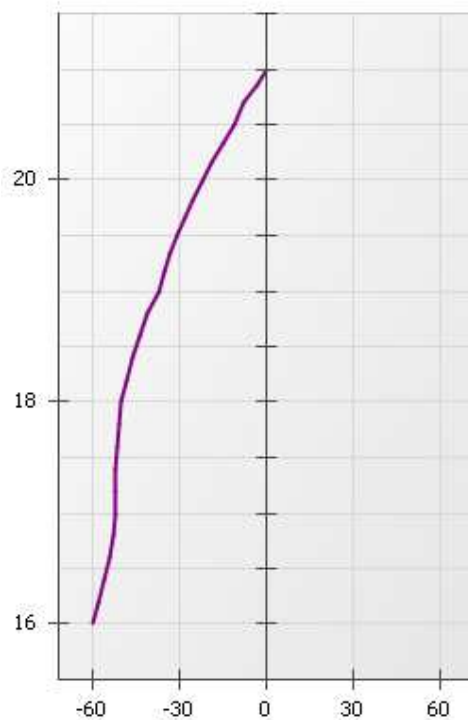
RESULTATS (Phase 7)

Rotation [x0.001 rad]



Rmin = 0,00000 - Rmax = 16,57299

Effort Normal [kN/m]



N.k min = -60,46 - N.k max = 0,00

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



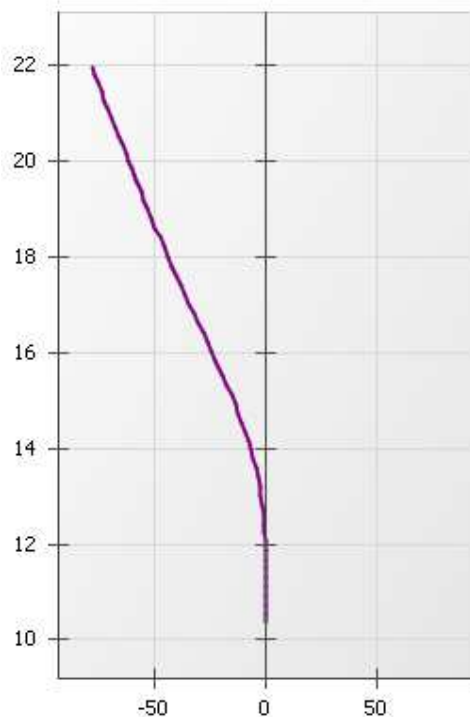
terrasol

setec

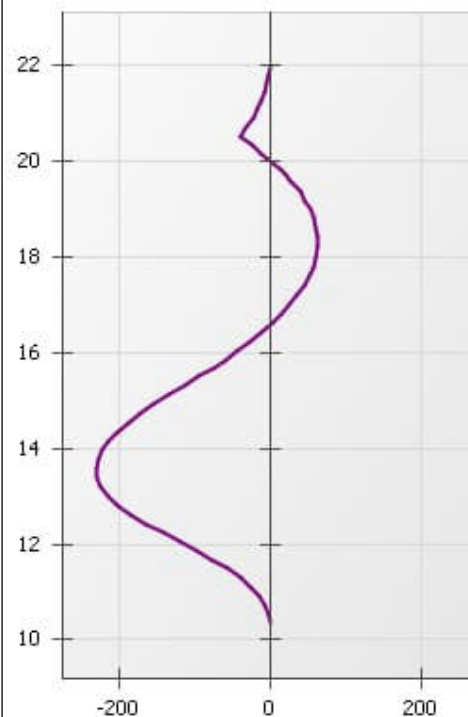
Calcul réalisé par : VALETUDES

RESULTATS (Phase 8)

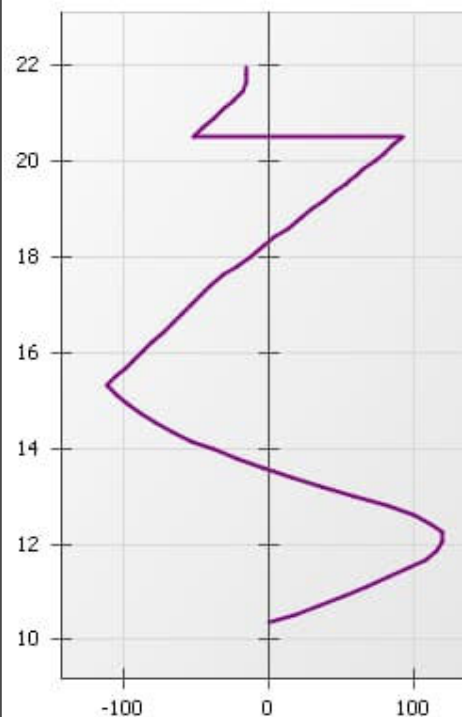
Déplacements [mm]



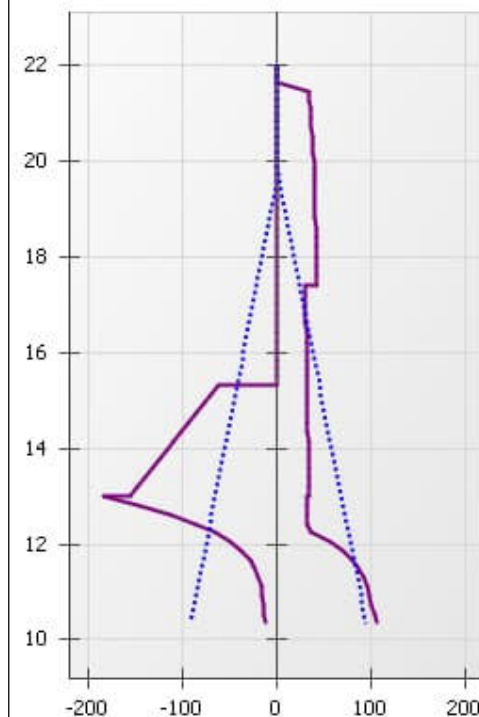
Moment [kNm/m]



Effort Tranchant [kN/m]



Pressions terre/eau [kN/m/m]



Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



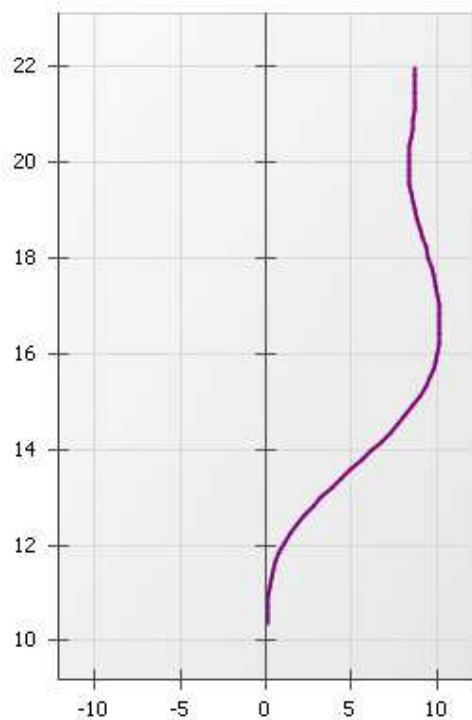
v.4.0.31

AFFAIRE A24092

QUAI BETHUNE - Ecran 1

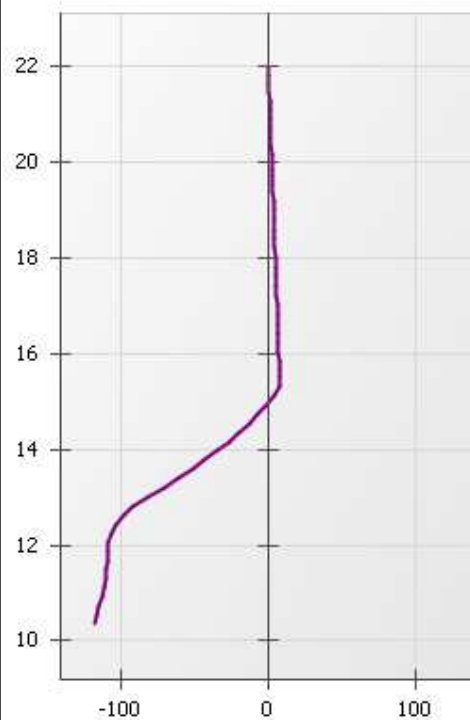
RESULTATS (Phase 8)

Rotation [x0.001 rad]



Rmin = 0,12015 - Rmax = 10,16497

Effort Normal [kN/m]



N.k min = -118,61 - N.k max = 7,88

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

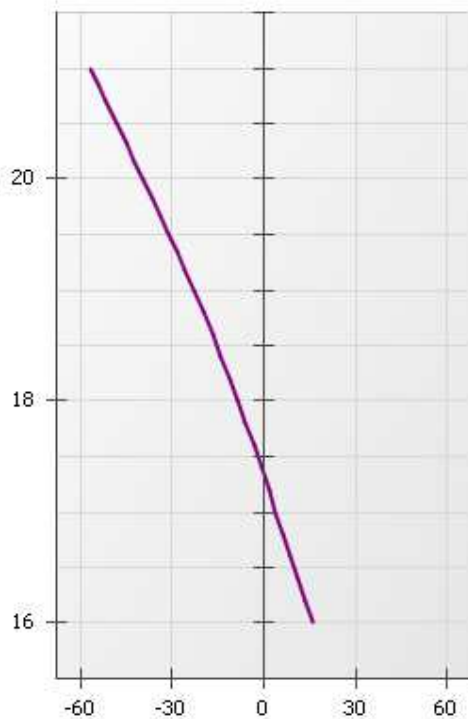
--- Eau



Calcul réalisé par : VALETUDES

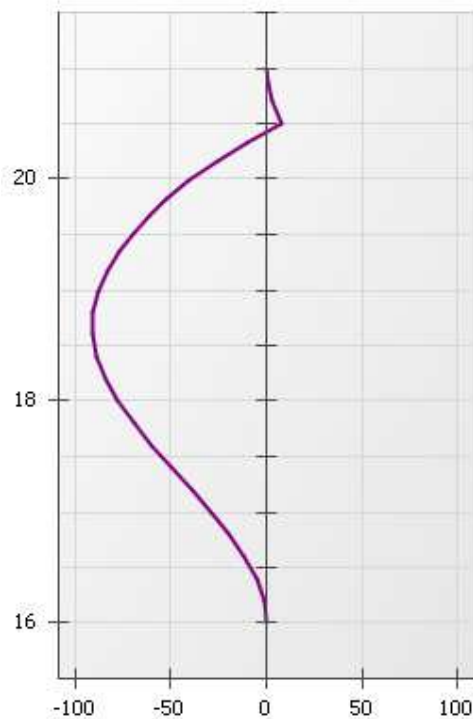
RESULTATS (Phase 8)

Déplacements [mm]



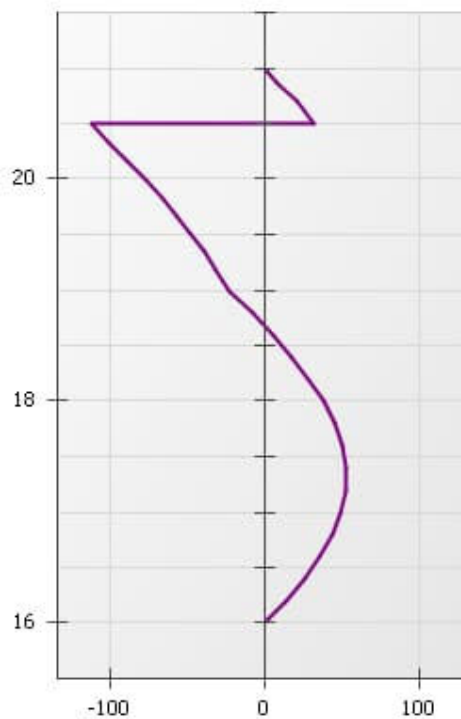
Dmin = -56,94 - Dmax = 15,77

Moment [kNm/m]



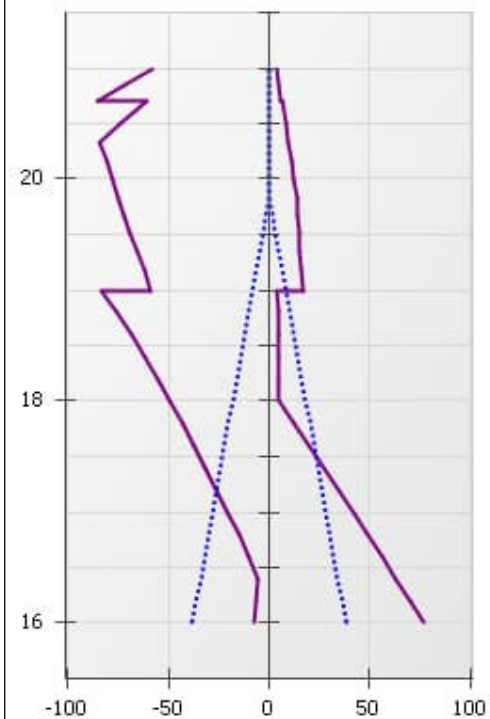
M.k min = -91,31 - M.k max = 7,99

Effort Tranchant [kN/m]



V.k min = -112,48 - V.k max = 52,58

Pressions terre/eau [kN/m/m]

P.k min = -85,16 - P.k max = 77,21
Pw.k min = -38,20 - Pw.k max = 38,20

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



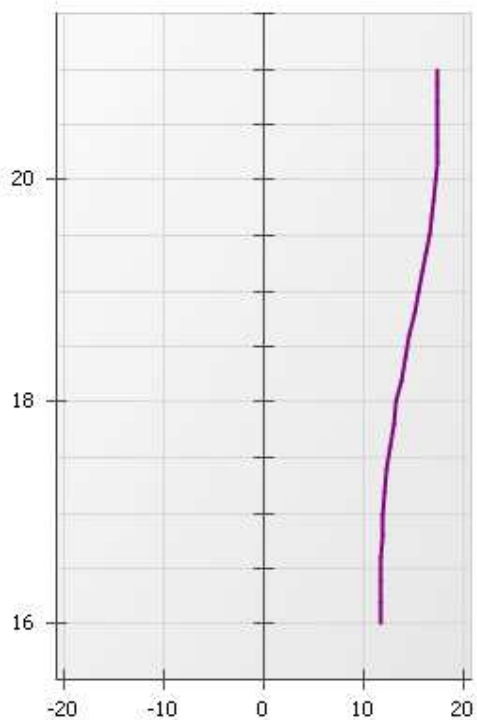
v.4.0.31

AFFAIRE A24092

QUAI BETHUNE - Ecran 2

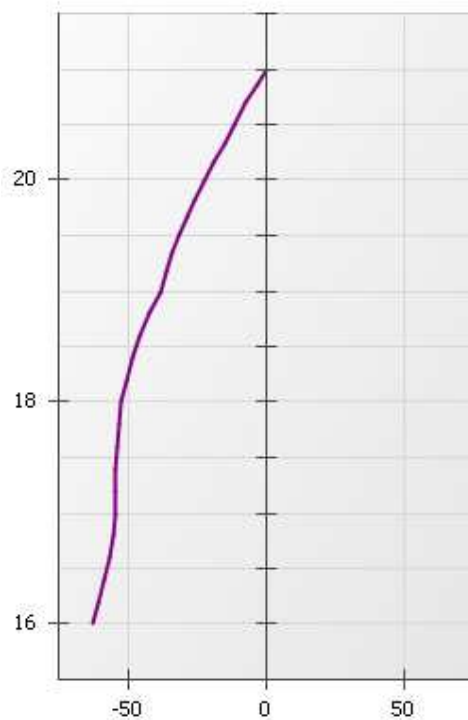
RESULTATS (Phase 8)

Rotation [x0.001 rad]



Rmin = 0,00000 - Rmax = 17,48994

Effort Normal [kN/m]



N.k min = -63,47 - N.k max = 0,00

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



terrasol

setec

Calcul réalisé par : VALETUDES



v.4.0.31

AFFAIRE A24092

QUAI BETHUNE - Ecran 1

RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Déplac. en tête mm	Déplac. max mm	Moment max kNm/m	Tranch. max kN/m	Rapport butées	Liai. Lin. 1 kN/m
1	-7,21	-7,21	-36,18	20,76	5,847	-
2	-30,86	-30,86	-131,67	70,79	3,965	45,74
3	-29,77	-29,77	-125,72	67,47	3,842	41,90
4	-30,86	-30,86	-124,16	66,60	3,862	44,88
5	-66,24	-66,24	-231,71	116,89	2,506	125,06
6	-73,41	-73,41	-236,40	120,02	2,210	138,40
7	-74,78	-74,78	-221,33	113,05	2,216	140,57
8	-78,02	-78,02	-230,72	120,20	2,157	144,48
Extrema	-78,02	-78,02	-236,40	120,20	2,157	144,48



Calcul réalisé par : VALETUDES



K-Réa v4

v.4.0.31

AFFAIRE A24092

QUAI BETHUNE - Ecran 2

RESULTATS (Synthèse)

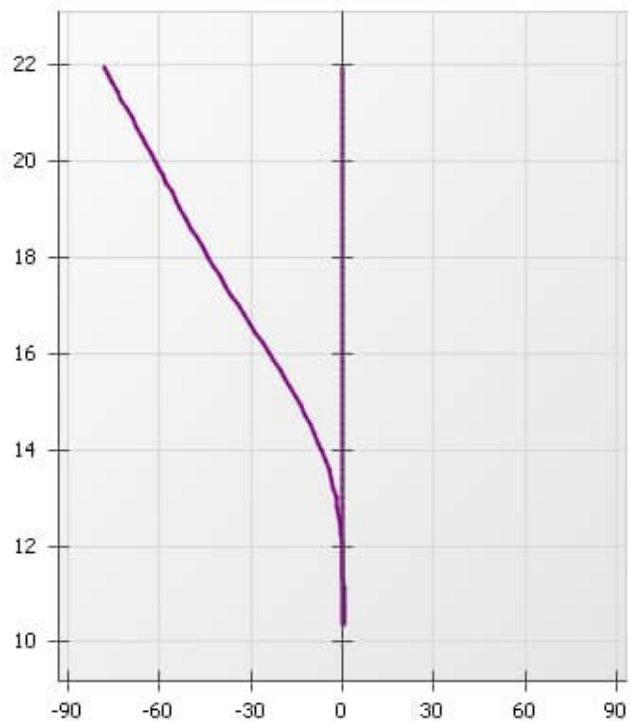
PHASE	Déplac. en tête mm	Déplac. max mm	Moment max kNm/m	Tranch. max kN/m	Rapport butées	Liai. Lin. 1 kN/m
1	0,00	0,00	0,00	0,00	10,251	-
2	-17,39	-17,39	-34,68	-40,44	7,110	45,74
3	-17,07	-17,07	-34,25	-39,09	7,300	41,90
4	-17,27	-17,27	-34,45	-40,00	7,232	44,88
5	-44,53	-44,53	-75,70	-93,06	4,859	125,06
6	-52,38	-52,38	-86,43	-106,40	4,557	138,40
7	-53,79	-53,79	-88,27	-108,57	4,509	140,57
8	-56,94	-56,94	-91,31	-112,48	4,327	144,48
Extrema	-56,94	-56,94	-91,31	-112,48	4,327	144,48



Calcul réalisé par : VALETUDES

RESULTATS (Enveloppe phases 1 à 8)

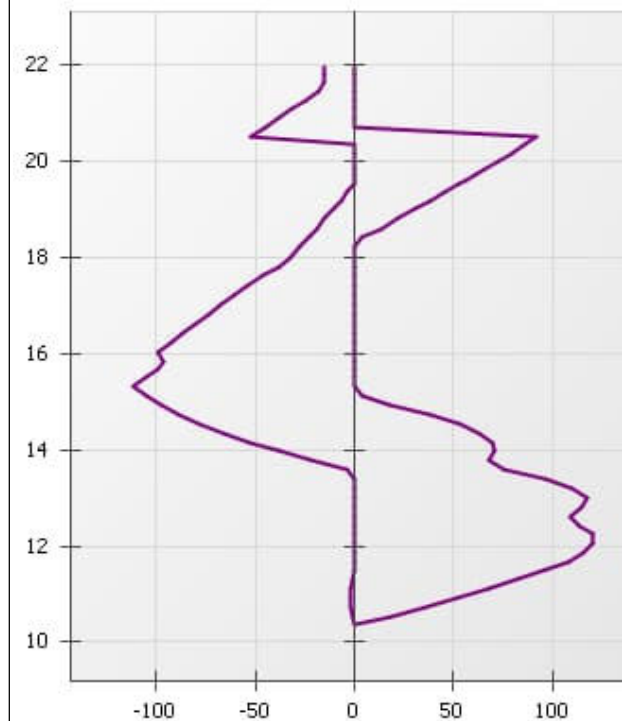
Déplacements [mm]



Moment [kNm/m]



Effort Tranchant [kN/m]



Légende des graphiques :

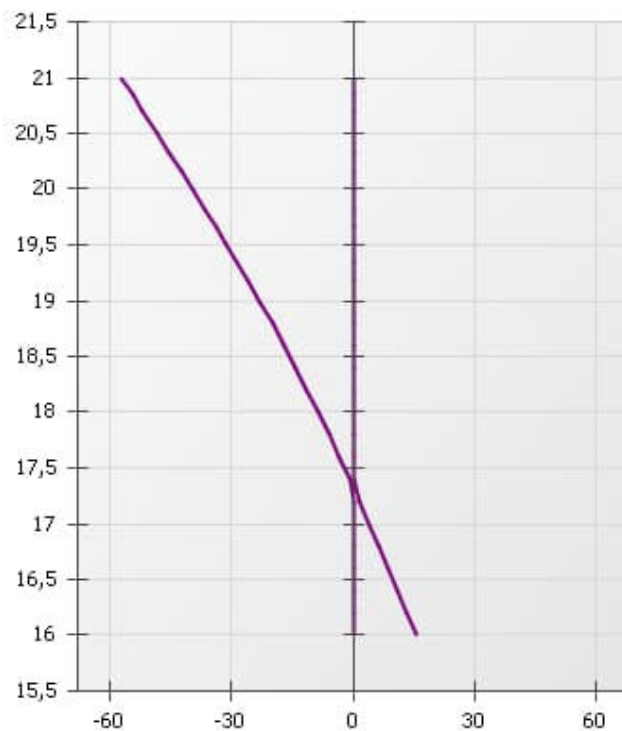
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

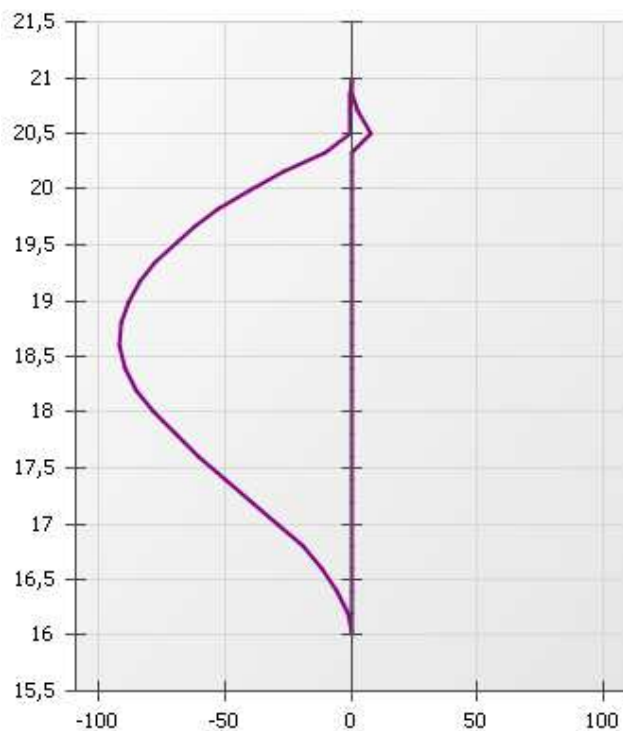
RESULTATS (Enveloppe phases 1 à 8)

Déplacements [mm]



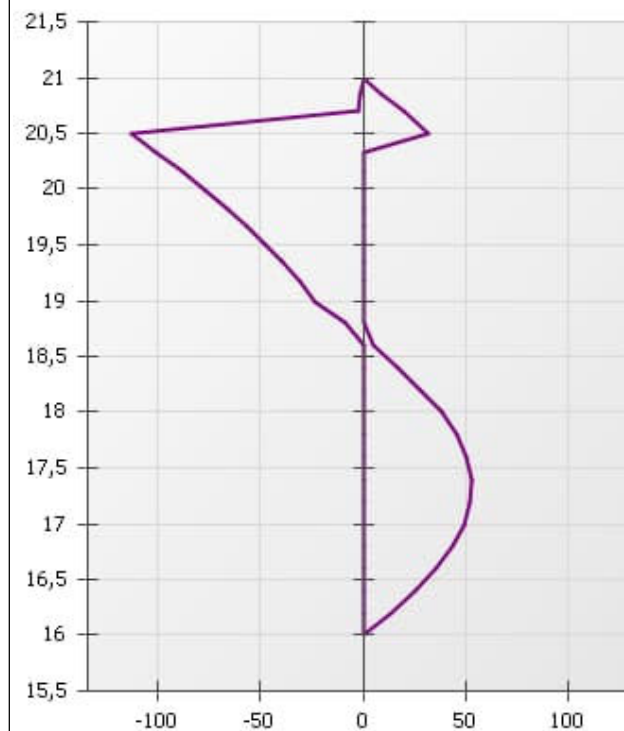
Min = -56,94 - Max = 15,77

Moment [kNm/m]



Min = -91,31 - Max = 7,99

Effort Tranchant [kN/m]



Min = -112,48 - Max = 52,58

Légende des graphiques :

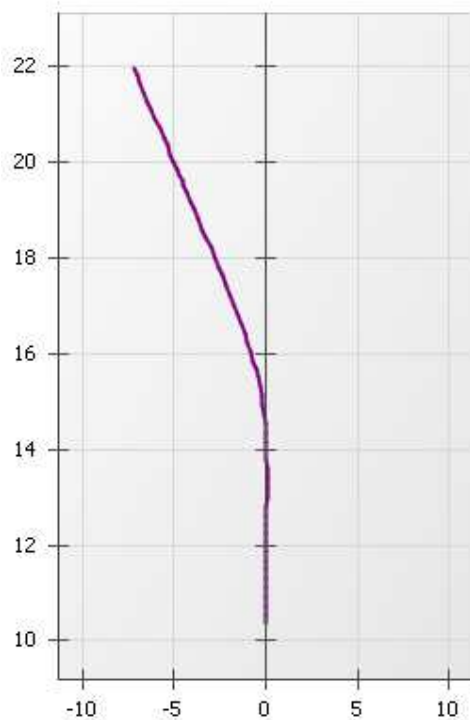
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

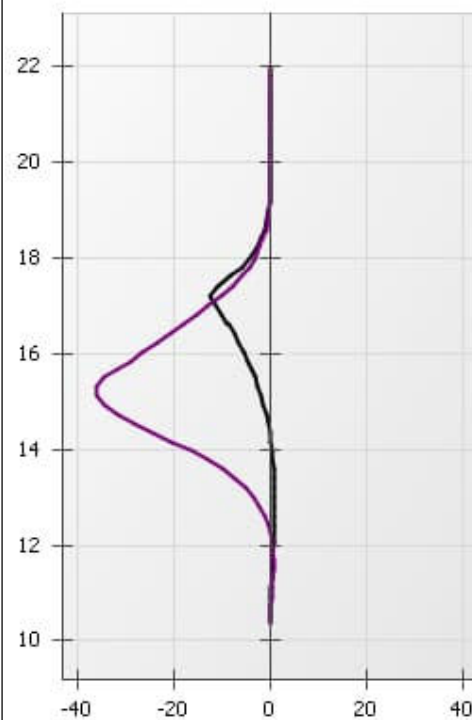
RESULTATS (Phase 1) - L'écran est considéré en console (autostable)

Déplacements [mm]



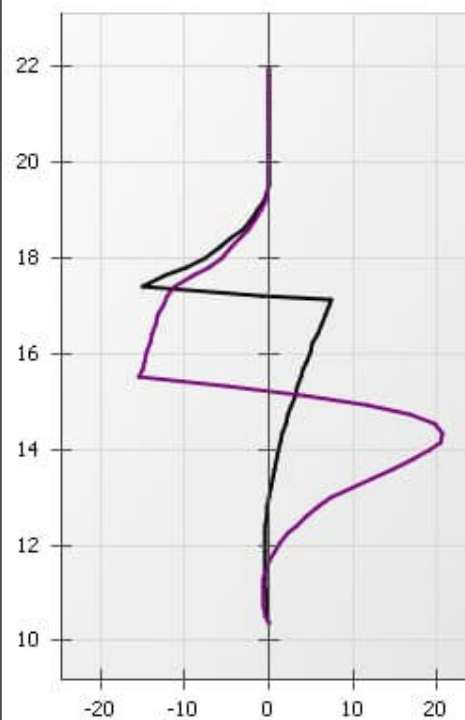
ELS
Dmin = -7,21 - Dmax = 0,06

Moment [kNm/m]



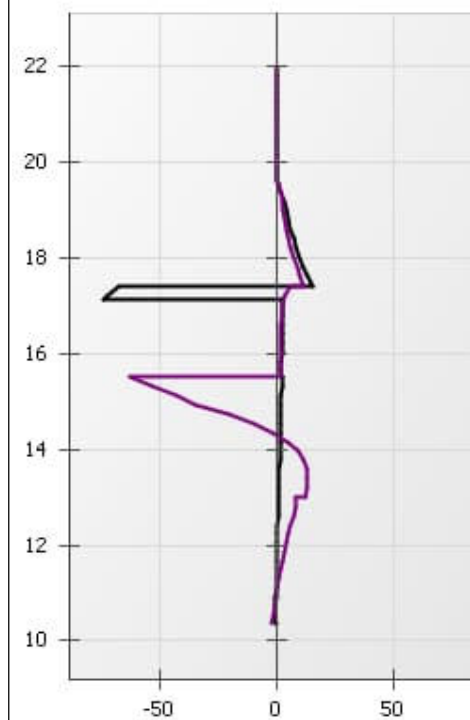
ELS
M.k min = -36,18 - M.k max = 0,63
ELU
M.d min = -12,44 - M.d max = 0,87

Effort Tranchant [kN/m]



ELS
V.k min = -15,43 - V.k max = 20,76
ELU
V.d min = -15,02 - V.d max = 7,44

Pressions terre/eau [kN/m/m]



ELS
Pd.k min = -63,07 - Pd.k max = 13,09
ELU
Pd.d min = -74,43 - Pd.d max = 14,92

Légende des graphiques :

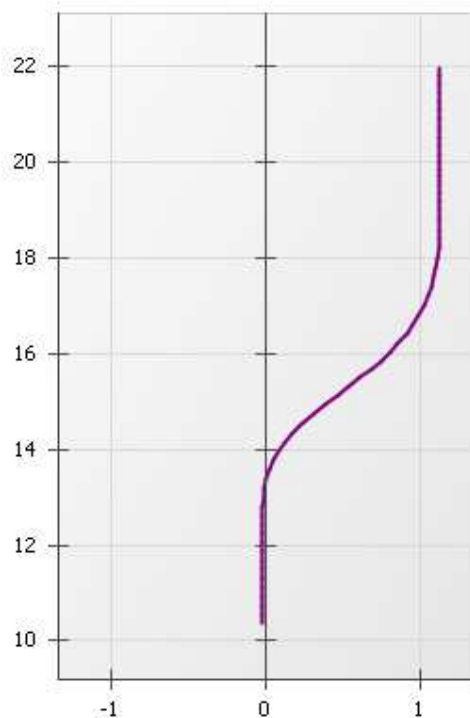
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

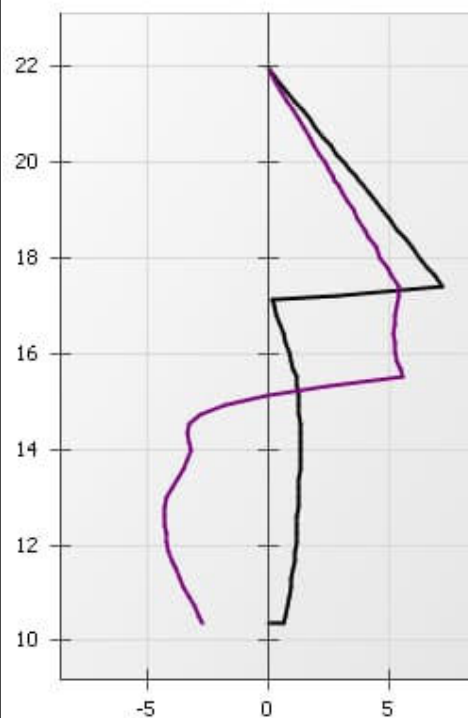
RESULTATS (Phase 1) - L'écran est considéré en console (autostable)

Rotation [x0.001 rad]



ELS
Rmin = -0,02969 - Rmax = 1,12269

Effort Normal [kN/m]



ELS
N.k min = -4,32 - N.k max = 5,58
ELU
N.d min = 0,00 - N.d max = 7,26

Légende des graphiques :

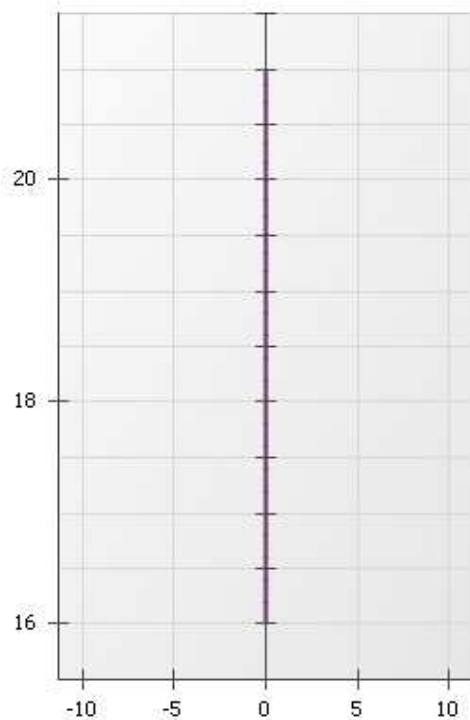
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

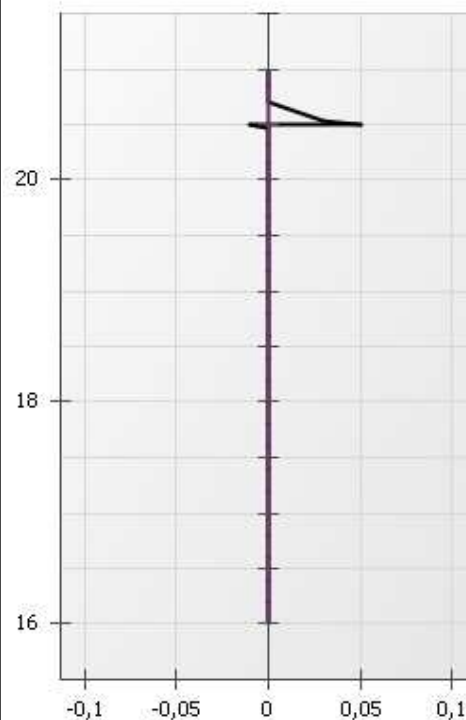
RESULTATS (Phase 1) - L'écran est considéré en console (autostable)

Déplacements [mm]



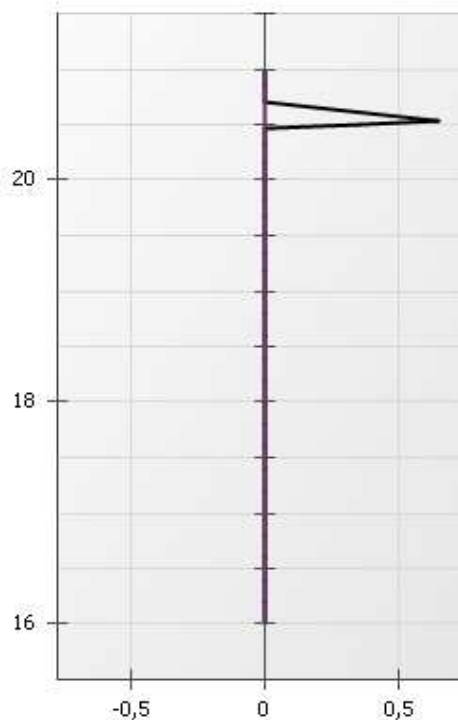
ELS
Dmin = 0,00 - Dmax = 0,00

Moment [kNm/m]



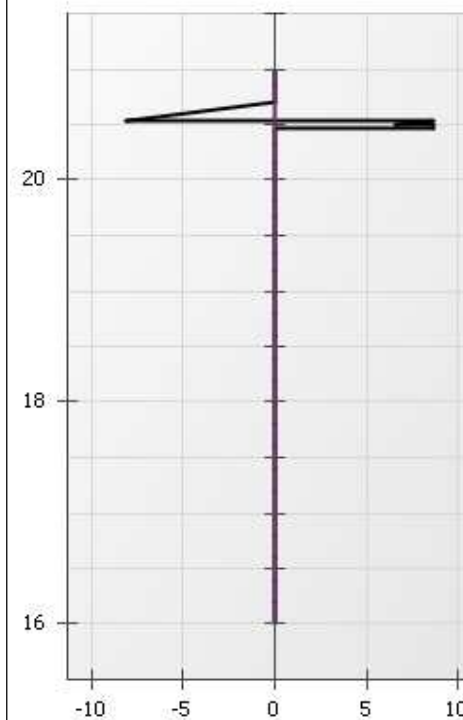
ELS
M.k min = 0,00 - M.k max = 0,00
ELU
M.d min = -0,01 - M.d max = 0,05

Effort Tranchant [kN/m]



ELS
V.k min = 0,00 - V.k max = 0,00
ELU
V.d min = 0,00 - V.d max = 0,65

Pressions terre/eau [kN/m/m]



ELS
Pd.k min = 0,00 - Pd.k max = 0,00
ELU
Pd.d min = -8,13 - Pd.d max = 8,64

Légende des graphiques :

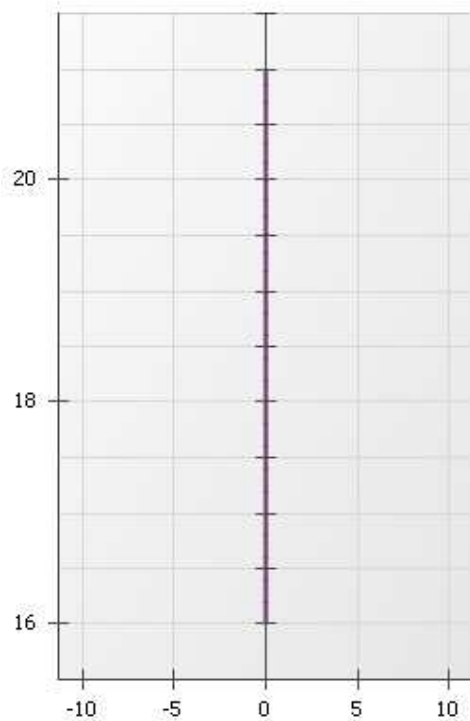
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

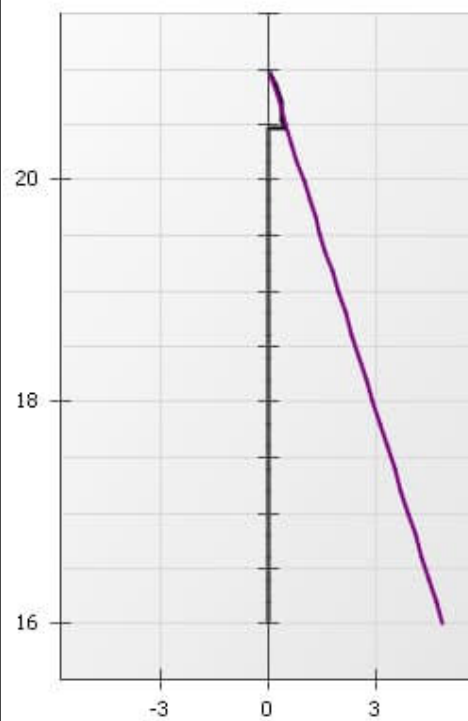
RESULTATS (Phase 1) - L'écran est considéré en console (autostable)

Rotation [x0.001 rad]



ELS
Rmin = 0,00000 - Rmax = 0,00000

Effort Normal [kN/m]



ELS
N.k min = 0,00 - N.k max = 4,85
ELU
N.d min = 0,00 - N.d max = 0,45

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



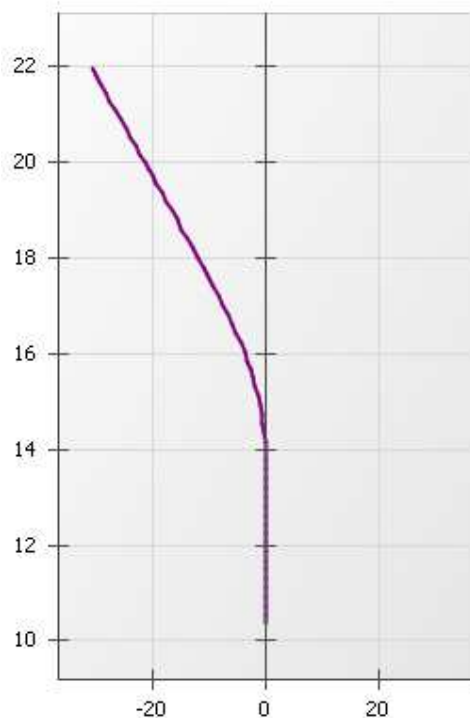
terrasol

setec

Calcul réalisé par : VALETUDES

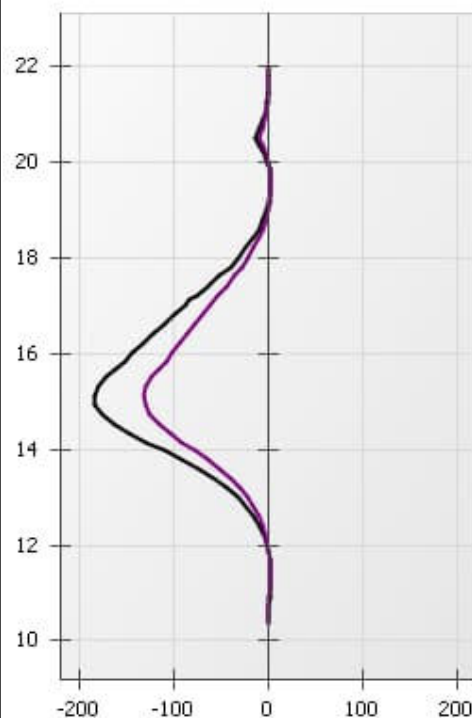
RESULTATS (Phase 2) - L'écran est considéré ancré

Déplacements [mm]



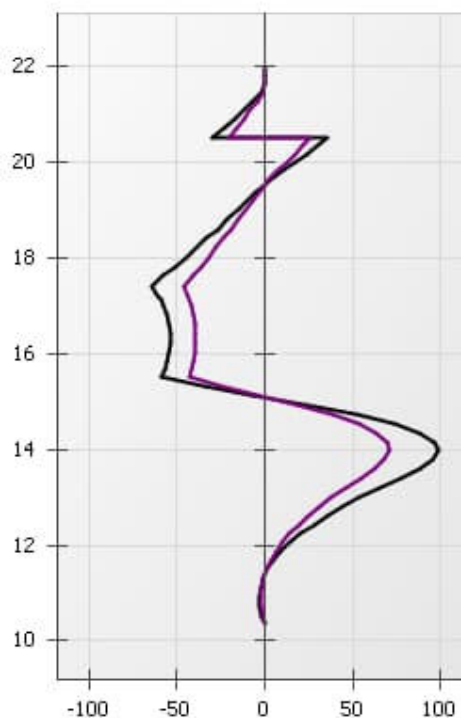
ELS
Dmin = -30,86 - Dmax = 0,15

Moment [kNm/m]



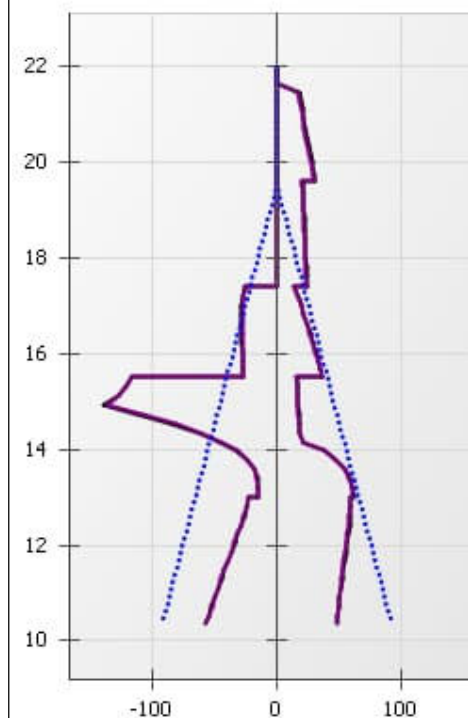
ELS
M.k min = -131,67 - M.k max = 2,47
ELU
M.d min = -184,34 - M.d max = 2,53

Effort Tranchant [kN/m]



ELS
V.k min = -45,69 - V.k max = 70,79
ELU
V.d min = -64,04 - V.d max = 98,96

Pressions terre/eau [kN/m/m]



ELS
P.k min = -135,64 - P.k max = 60,52
Pw.k min = -91,70 - Pw.k max = 91,70
ELU
P.k min = -139,12 - P.k max = 61,59
Pw.k min = -91,70 - Pw.k max = 91,70

Légende des graphiques :

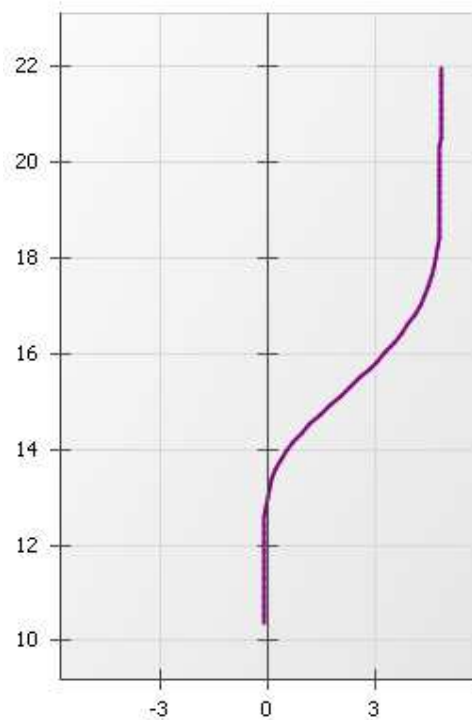
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

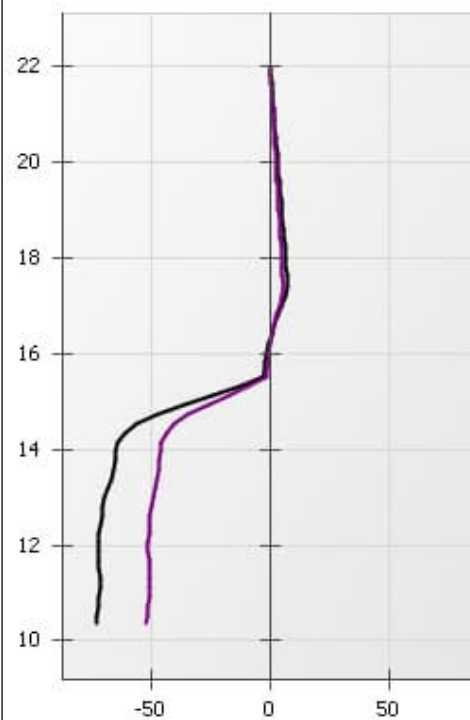
--- Eau

RESULTATS (Phase 2) - L'écran est considéré ancré

Rotation [x0.001 rad]



Effort Normal [kN/m]



Légende des graphiques :

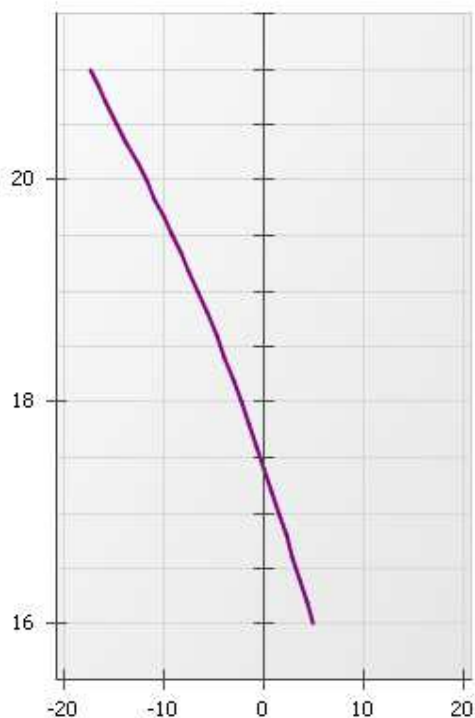
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

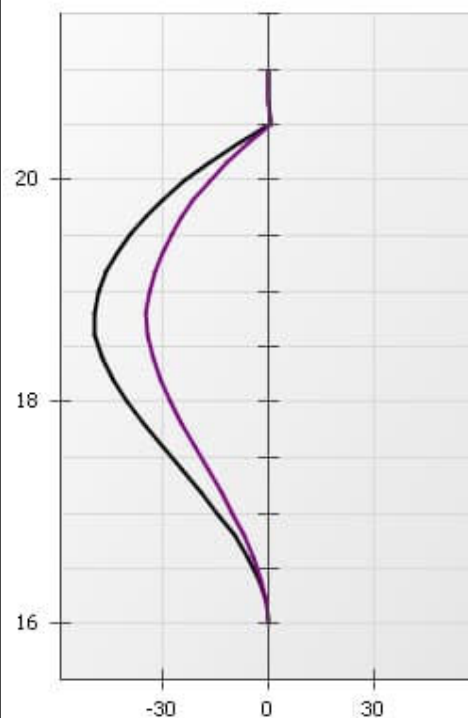
RESULTATS (Phase 2) - L'écran est considéré ancré

Déplacements [mm]



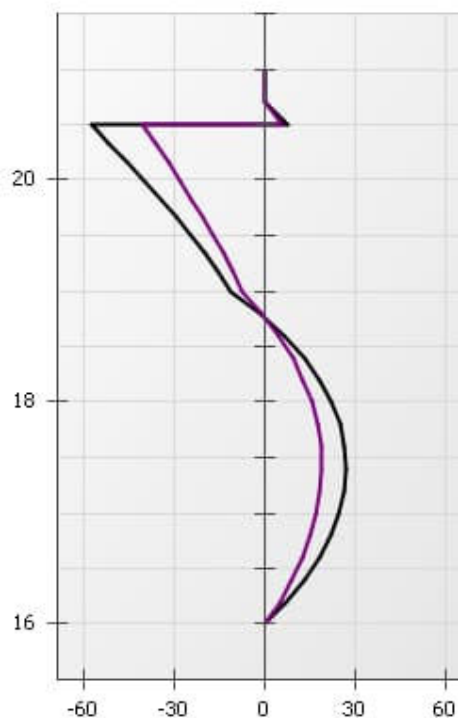
ELS
Dmin = -17,39 - Dmax = 4,95

Moment [kNm/m]



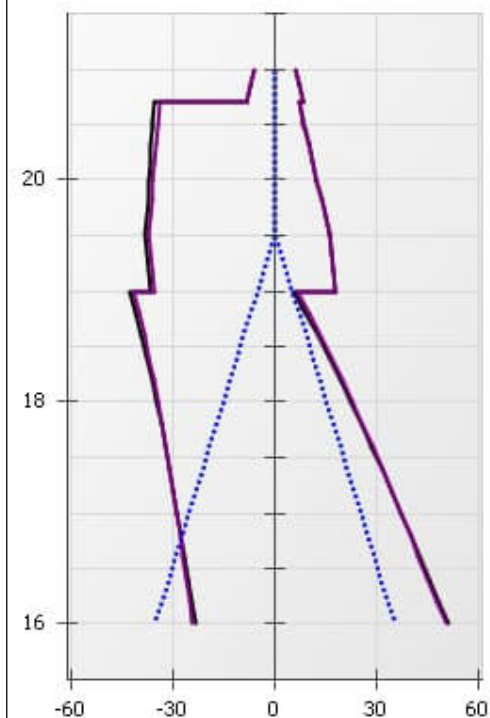
ELS
M.k min = -34,68 - M.k max = 0,53
ELU
M.d min = -49,59 - M.d max = 0,76

Effort Tranchant [kN/m]



ELS
V.k min = -40,44 - V.k max = 18,75
ELU
V.d min = -57,59 - V.d max = 26,87

Pressions terre/eau [kN/m/m]



ELS
P.k min = -41,56 - P.k max = 50,30
Pw.k min = -35,20 - Pw.k max = 35,20
ELU
P.k min = -42,71 - P.k max = 51,13
Pw.k min = -35,20 - Pw.k max = 35,20

Légende des graphiques :

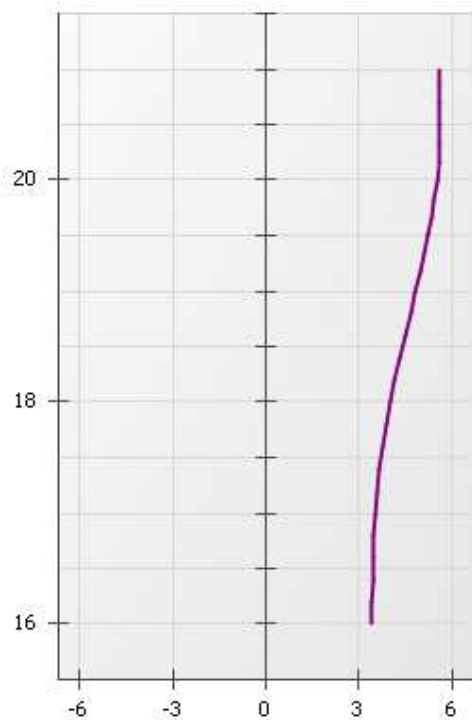
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

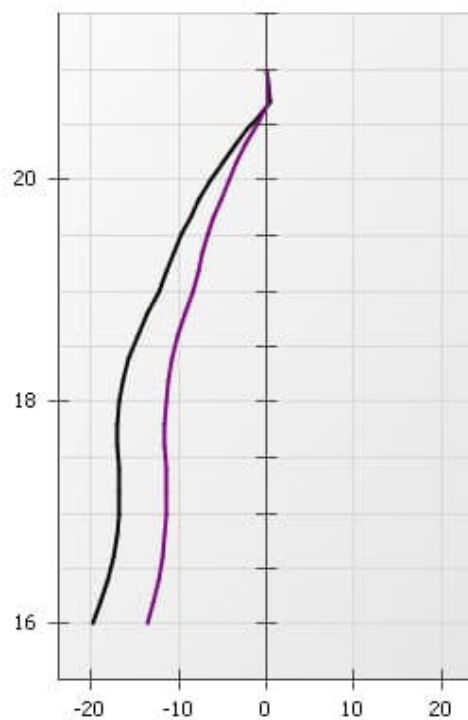
--- Eau

RESULTATS (Phase 2) - L'écran est considéré ancré

Rotation [x0.001 rad]



Effort Normal [kN/m]



Légende des graphiques :

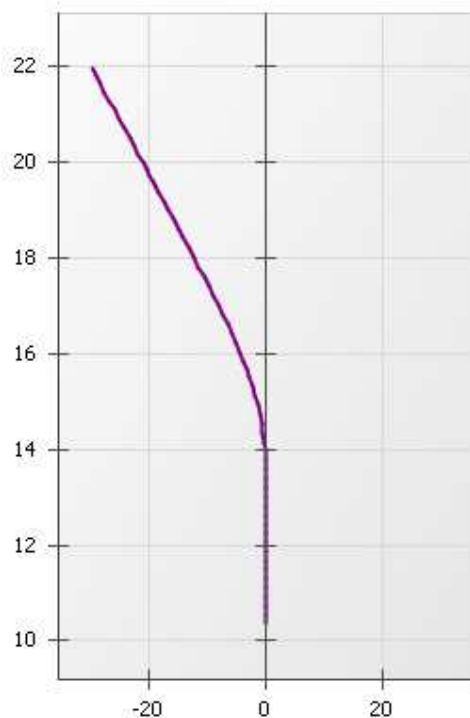
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

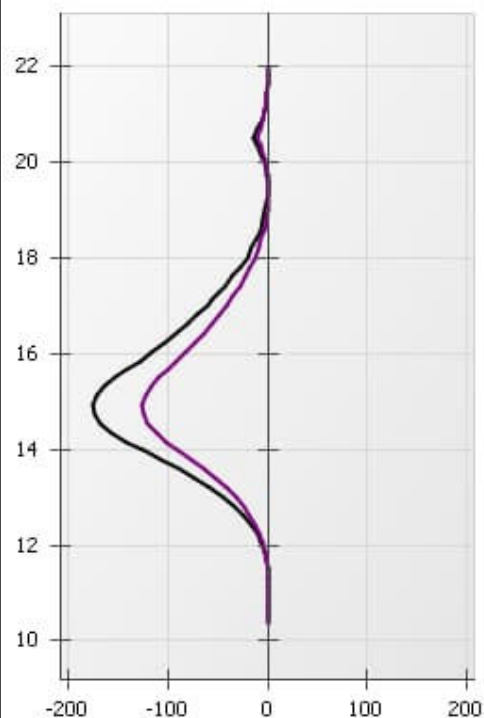
RESULTATS (Phase 3) - L'écran est considéré ancré

Déplacements [mm]



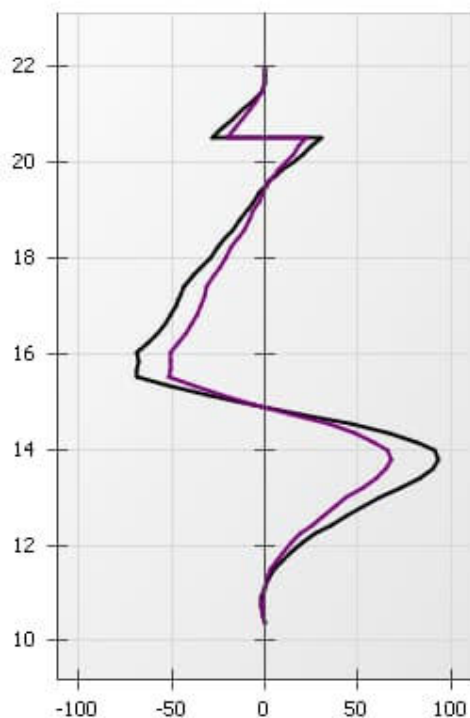
ELS
Dmin = -29,77 - Dmax = 0,16

Moment [kNm/m]



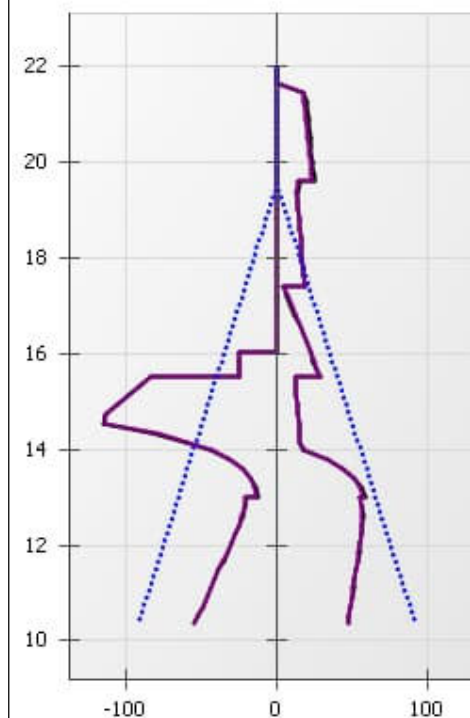
ELS
M.k min = -125,72 - M.k max = 1,18
ELU
M.d min = -174,98 - M.d max = 1,11

Effort Tranchant [kN/m]



ELS
V.k min = -51,24 - V.k max = 67,47
ELU
V.d min = -68,95 - V.d max = 93,64

Pressions terre/eau [kN/m/m]



ELS
P.k min = -113,93 - P.k max = 57,83
Pw.k min = -91,70 - Pw.k max = 91,70
ELU
P.k min = -115,25 - P.k max = 58,47
Pw.k min = -91,70 - Pw.k max = 91,70

Légende des graphiques :

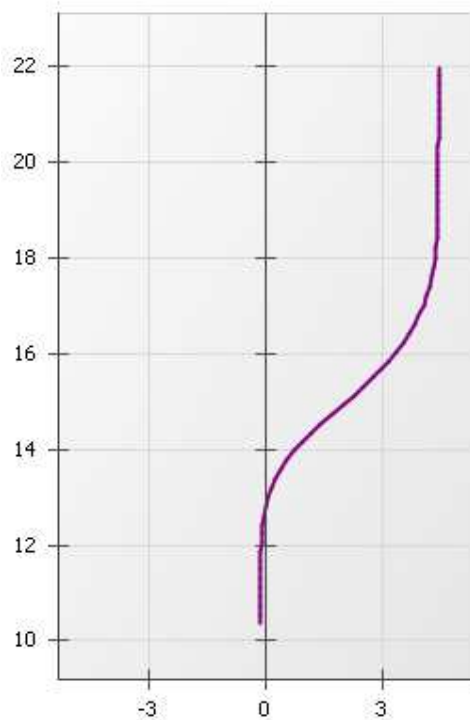
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

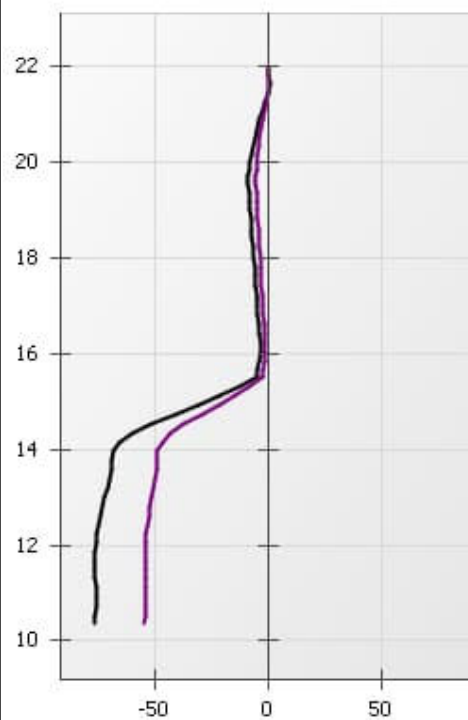
RESULTATS (Phase 3) - L'écran est considéré ancré

Rotation [x0.001 rad]



ELS
Rmin = -0,13069 - Rmax = 4,48984

Effort Normal [kN/m]



ELS
N.k min = -54,41 - N.k max = 0,35
ELU
N.d min = -76,50 - N.d max = 0,47

Légende des graphiques :

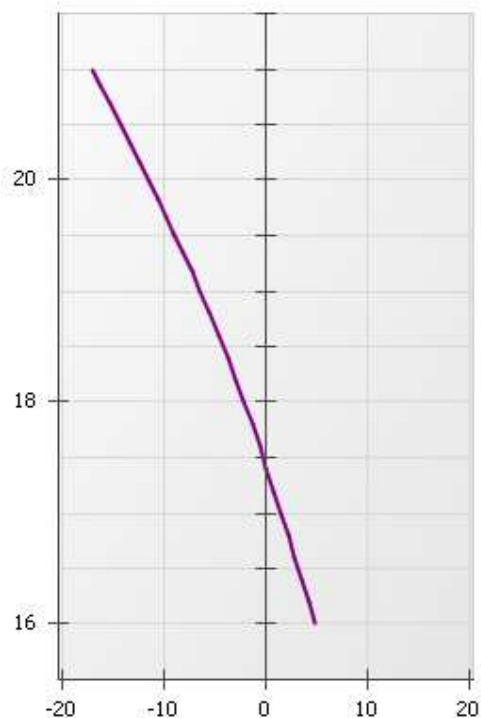
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

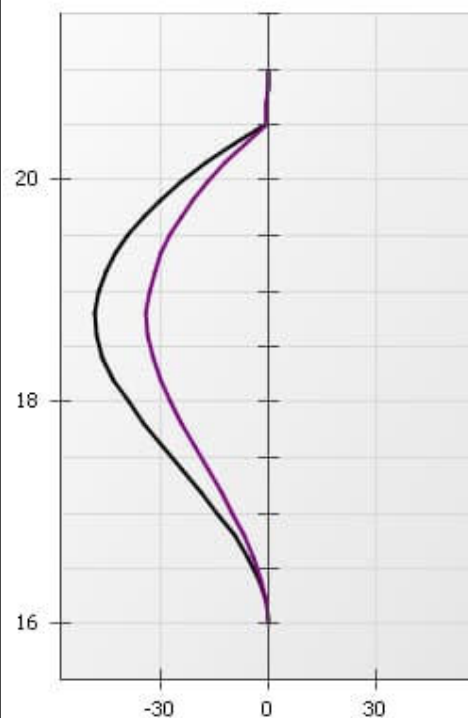
RESULTATS (Phase 3) - L'écran est considéré ancré

Déplacements [mm]



ELS
Dmin = -17,07 - Dmax = 4,86

Moment [kNm/m]



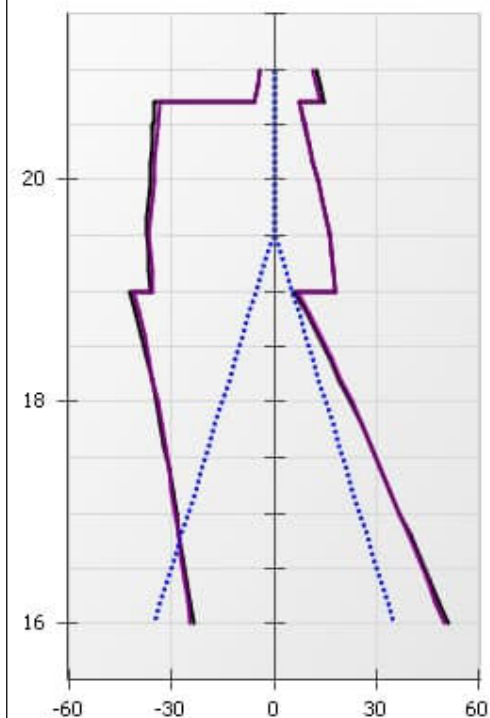
ELS
M.k min = -34,25 - M.k max = 0,00
ELU
M.d min = -48,90 - M.d max = 0,00

Effort Tranchant [kN/m]



ELS
V.k min = -39,09 - V.k max = 18,47
ELU
V.d min = -55,49 - V.d max = 26,42

Pressions terre/eau [kN/m/m]



ELS
P.k min = -41,18 - P.k max = 50,07
Pw.k min = -35,20 - Pw.k max = 35,20
ELU
P.k min = -42,27 - P.k max = 50,86
Pw.k min = -35,20 - Pw.k max = 35,20

Légende des graphiques :

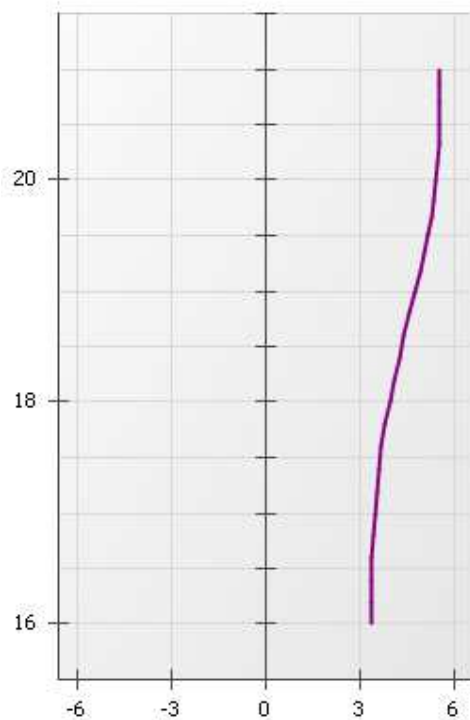
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

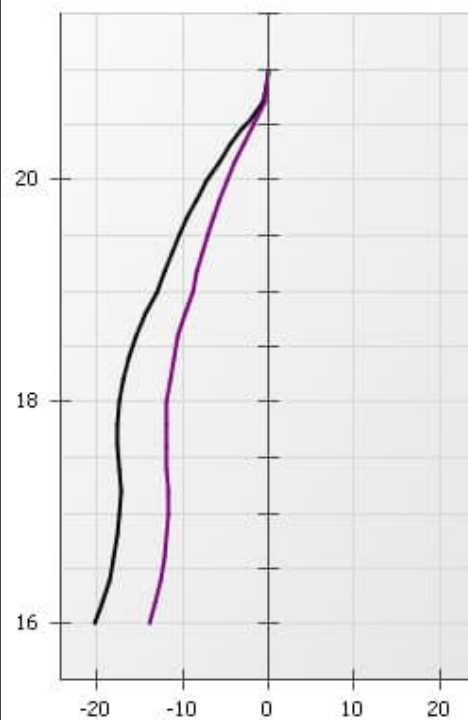
RESULTATS (Phase 3) - L'écran est considéré ancré

Rotation [x0.001 rad]



ELS
Rmin = 0,00000 - Rmax = 5,52449

Effort Normal [kN/m]



ELS
N.k min = -13,87 - N.k max = 0,00
ELU
N.d min = -20,41 - N.d max = 0,00

Légende des graphiques :

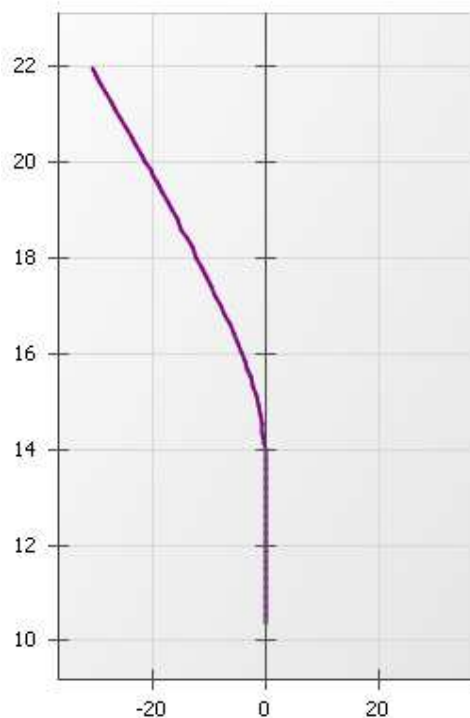
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

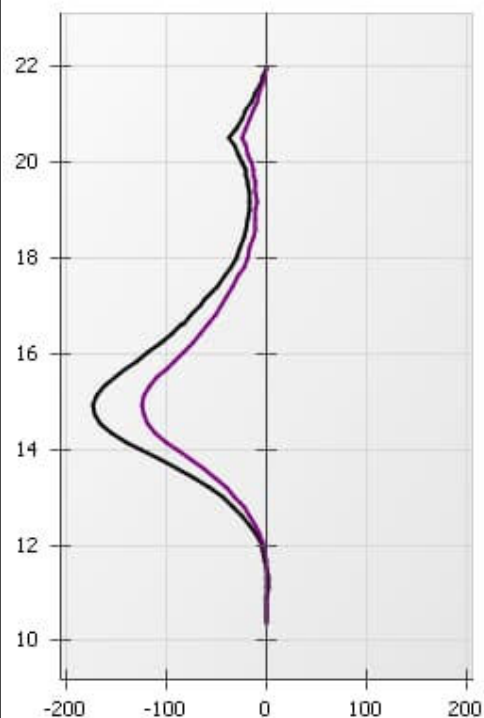
RESULTATS (Phase 4) - L'écran est considéré ancré

Déplacements [mm]



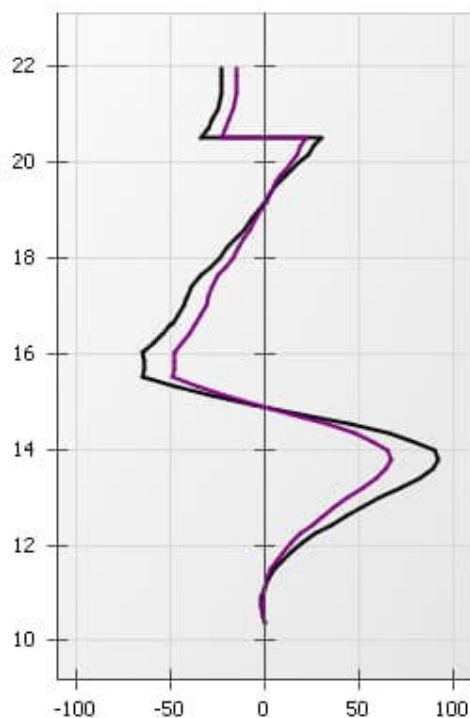
ELS
Dmin = -30,86 - Dmax = 0,16

Moment [kNm/m]



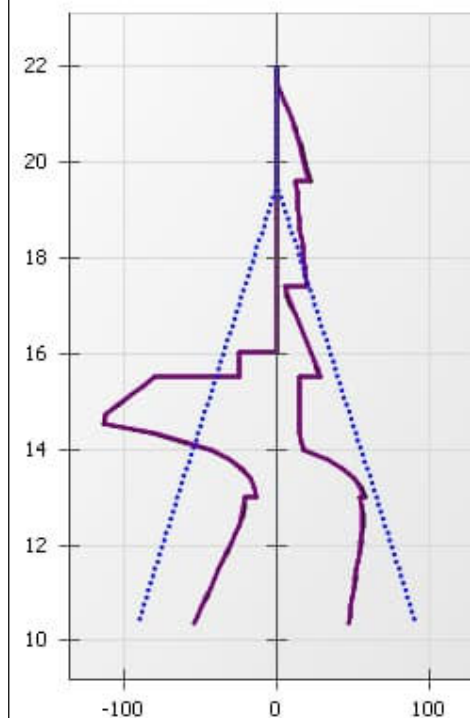
ELS
M.k min = -124,16 - M.k max = 0,81
ELU
M.d min = -172,56 - M.d max = 1,08

Effort Tranchant [kN/m]



ELS
V.k min = -48,57 - V.k max = 66,60
ELU
V.d min = -64,88 - V.d max = 92,30

Pressions terre/eau [kN/m/m]



ELS
P.k min = -112,93 - P.k max = 57,53
Pw.k min = -91,70 - Pw.k max = 91,70
ELU
P.k min = -114,52 - P.k max = 58,12
Pw.k min = -91,70 - Pw.k max = 91,70

Légende des graphiques :

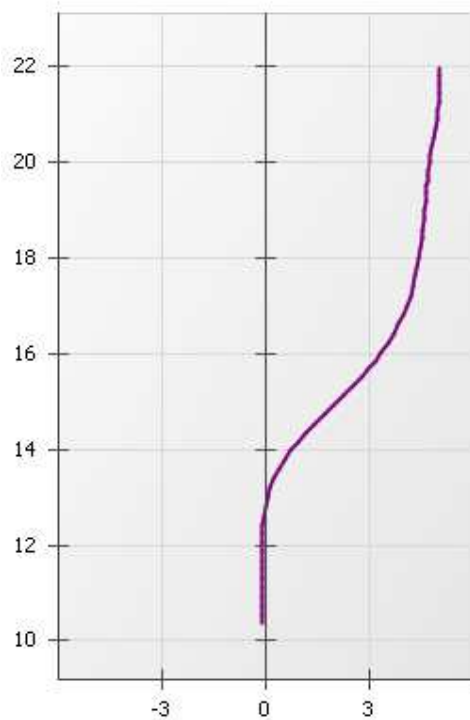
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

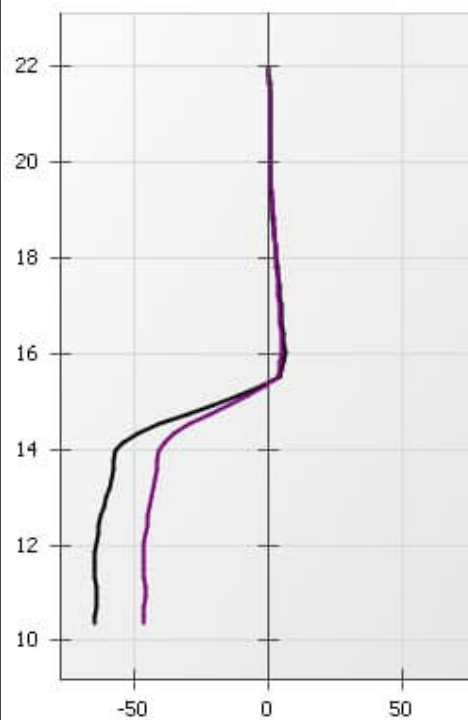
RESULTATS (Phase 4) - L'écran est considéré ancré

Rotation [x0.001 rad]



ELS
Rmin = -0,12915 - Rmax = 5,01278

Effort Normal [kN/m]



ELS
N.k min = -47,03 - N.k max = 5,10
ELU
N.d min = -65,48 - N.d max = 6,24

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



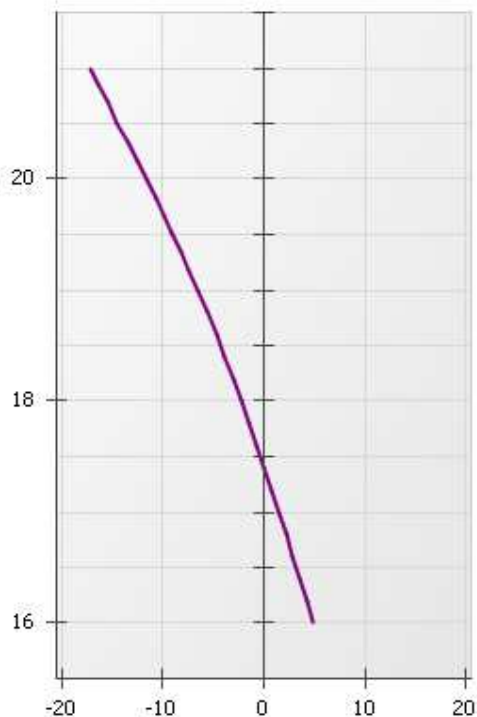
terrasol

setec

Calcul réalisé par : VALETUDES

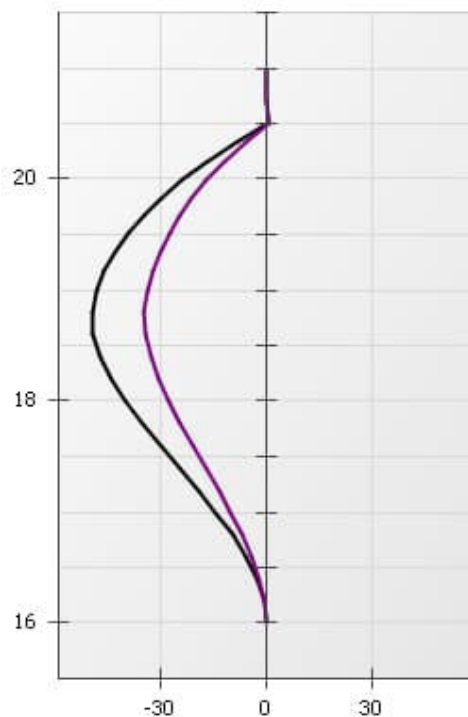
RESULTATS (Phase 4) - L'écran est considéré ancré

Déplacements [mm]



ELS
Dmin = -17,27 - Dmax = 4,92

Moment [kNm/m]



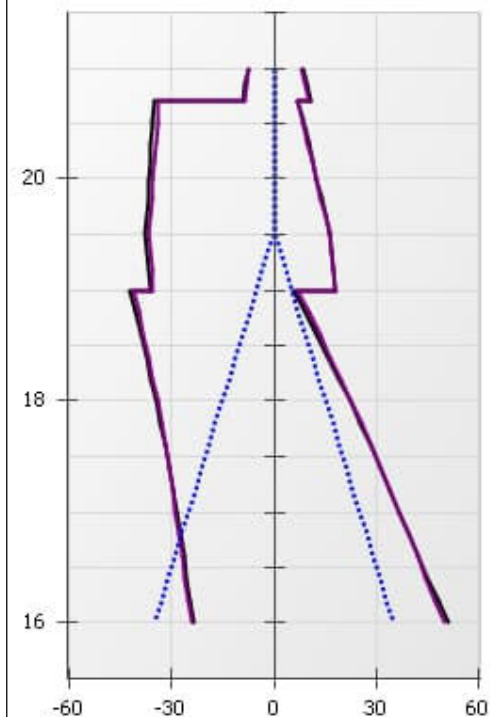
ELS
M.k min = -34,45 - M.k max = 0,41
ELU
M.d min = -49,19 - M.d max = 0,57

Effort Tranchant [kN/m]



ELS
V.k min = -40,00 - V.k max = 18,62
ELU
V.d min = -56,86 - V.d max = 26,65

Pressions terre/eau [kN/m/m]



ELS
P.k min = -41,43 - P.k max = 50,21
Pw.k min = -35,20 - Pw.k max = 35,20
ELU
P.k min = -42,55 - P.k max = 51,01
Pw.k min = -35,20 - Pw.k max = 35,20

Légende des graphiques :

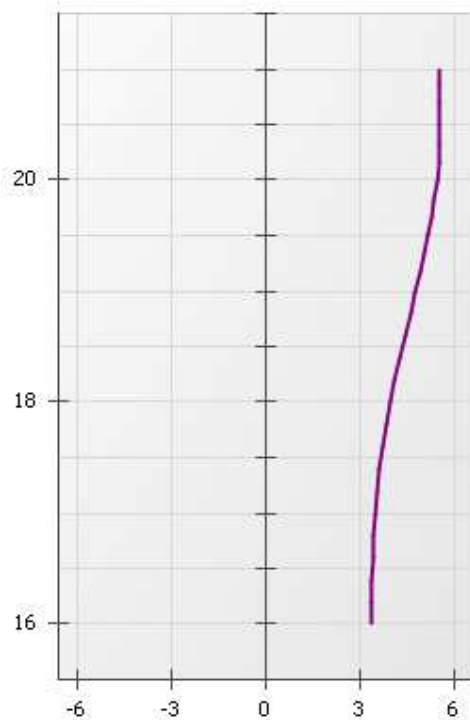
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

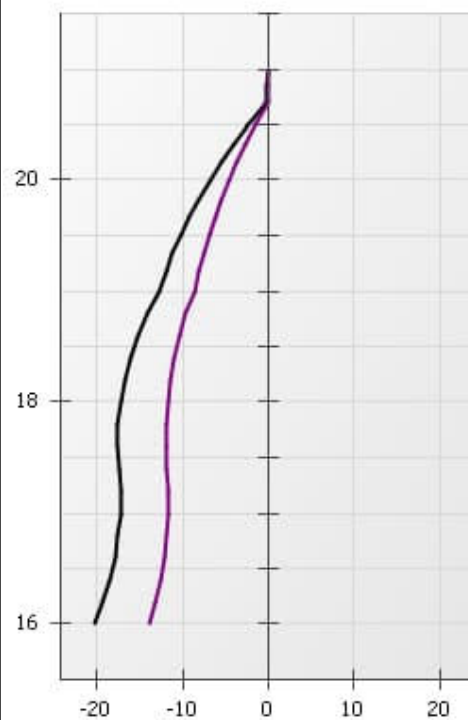
--- Eau

RESULTATS (Phase 4) - L'écran est considéré ancré

Rotation [x0.001 rad]



Effort Normal [kN/m]



Légende des graphiques :

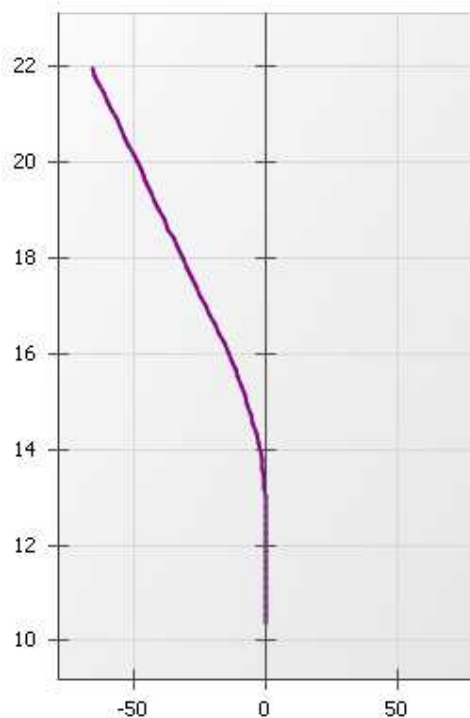
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

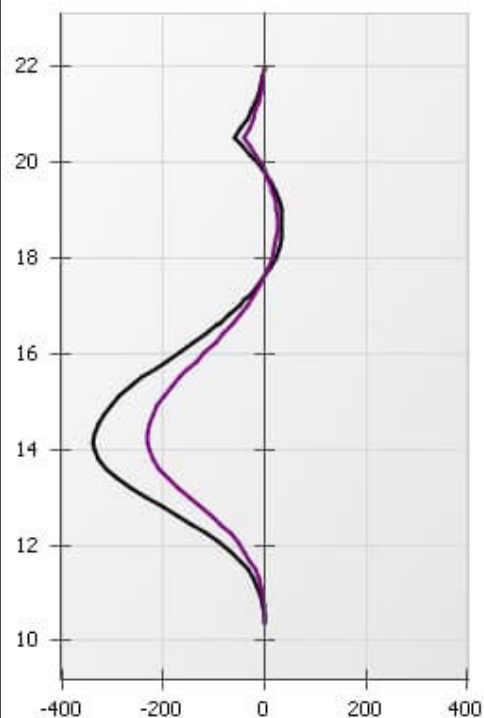
RESULTATS (Phase 5) - L'écran est considéré ancré

Déplacements [mm]



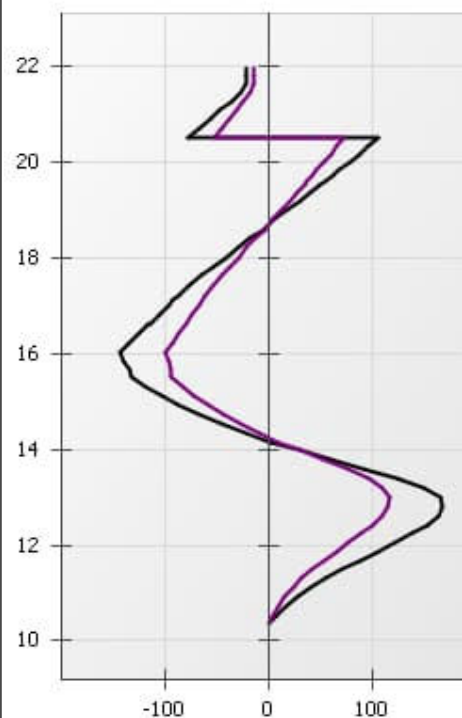
ELS
Dmin = -66,24 - Dmax = 0,20

Moment [kNm/m]



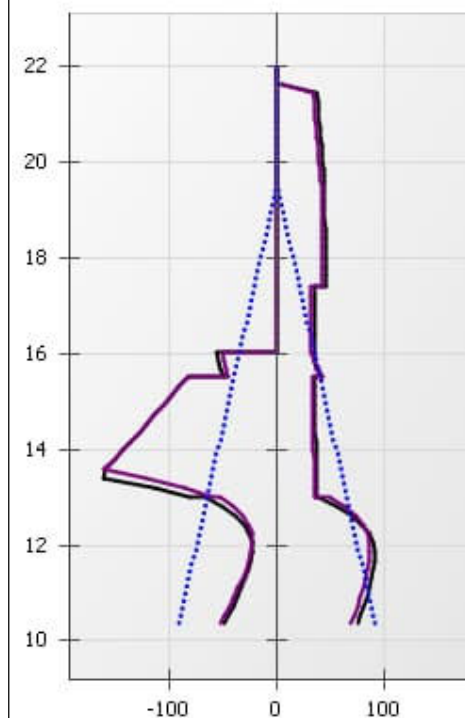
ELS
M.k min = -231,71 - M.k max = 24,88
ELU
M.d min = -338,58 - M.d max = 35,32

Effort Tranchant [kN/m]



ELS
V.k min = -99,36 - V.k max = 116,89
ELU
V.d min = -144,00 - V.d max = 167,80

Pressions terre/eau [kN/m/m]



ELS
P.k min = -162,40 - P.k max = 87,19
Pw.k min = -91,70 - Pw.k max = 91,70
ELU
P.k min = -162,93 - P.k max = 91,10
Pw.k min = -91,70 - Pw.k max = 91,70

Légende des graphiques :

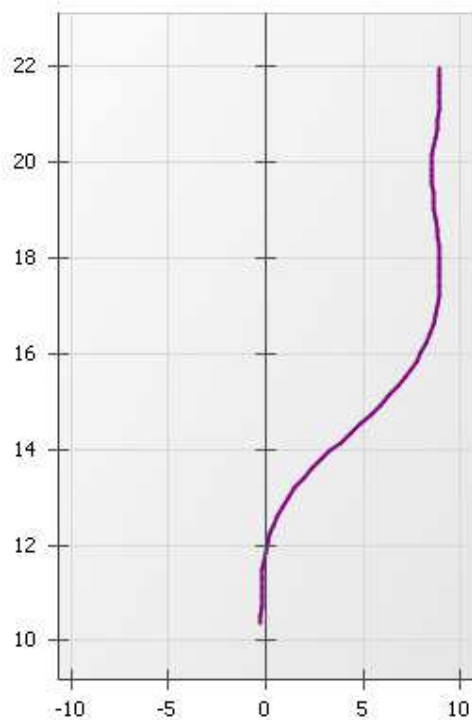
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

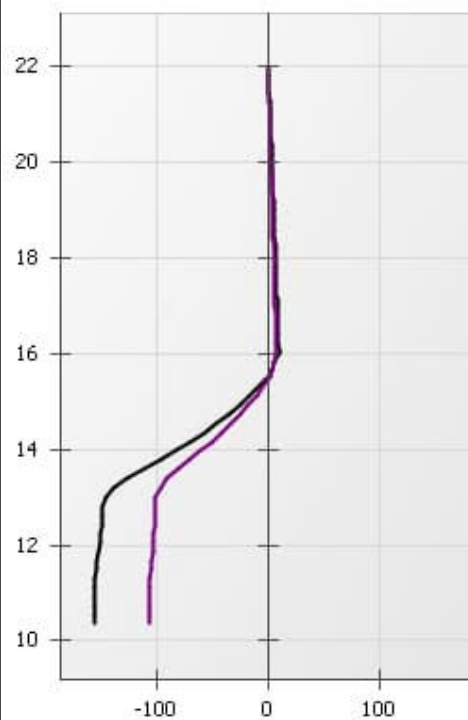
RESULTATS (Phase 5) - L'écran est considéré ancré

Rotation [x0.001 rad]



ELS
Rmin = -0,24329 - Rmax = 8,96719

Effort Normal [kN/m]



ELS
N.k min = -106,68 - N.k max = 7,04
ELU
N.d min = -157,15 - N.d max = 9,51

Légende des graphiques :

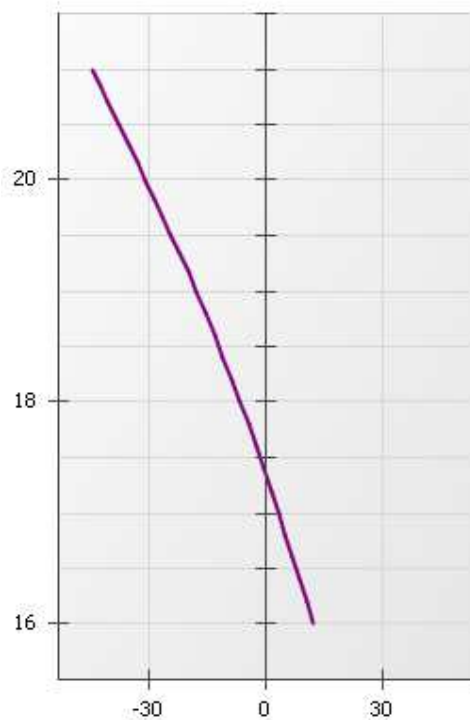
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

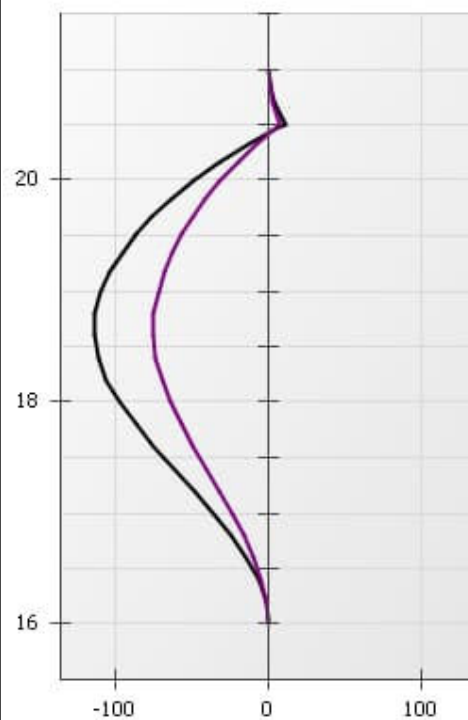
RESULTATS (Phase 5) - L'écran est considéré ancré

Déplacements [mm]



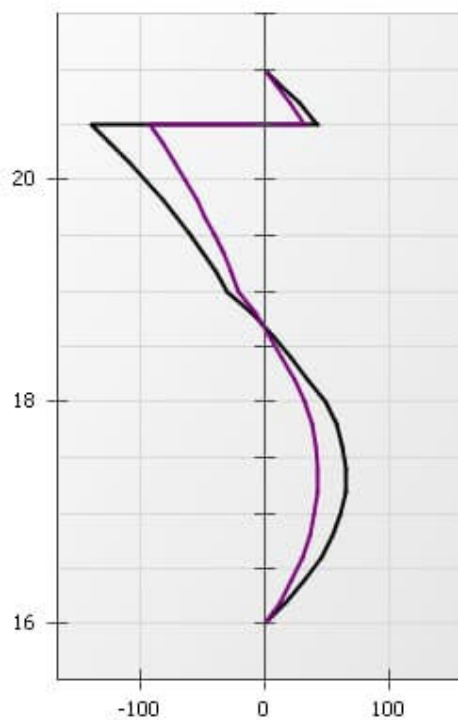
ELS
Dmin = -44,53 - Dmax = 12,22

Moment [kNm/m]



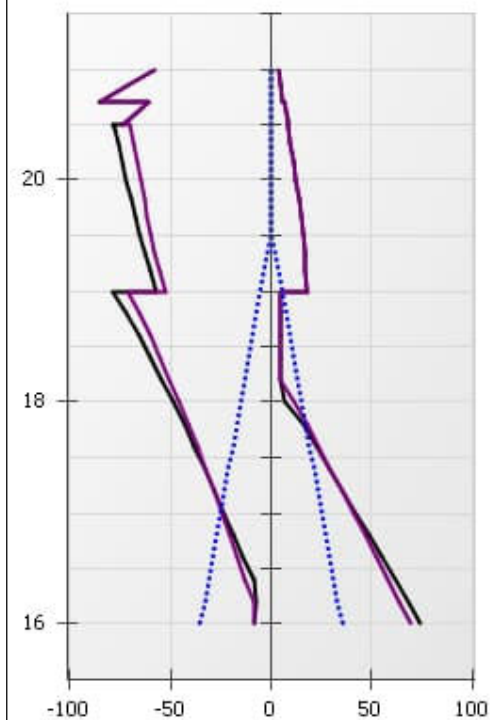
ELS
M.k min = -75,70 - M.k max = 7,99
ELU
M.d min = -114,64 - M.d max = 10,79

Effort Tranchant [kN/m]



ELS
V.k min = -93,06 - V.k max = 43,09
ELU
V.d min = -141,02 - V.d max = 65,68

Pressions terre/eau [kN/m/m]



ELS
P.k min = -85,16 - P.k max = 69,47
Pw.k min = -35,20 - Pw.k max = 35,20
ELU
P.k min = -85,16 - P.k max = 74,49
Pw.k min = -35,20 - Pw.k max = 35,20

Légende des graphiques :

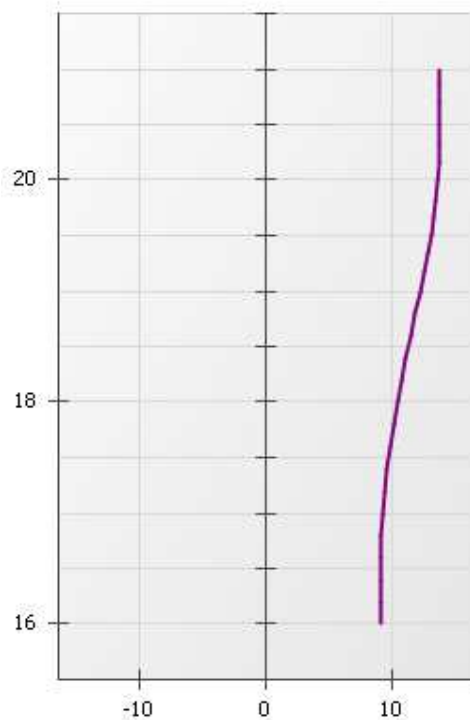
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

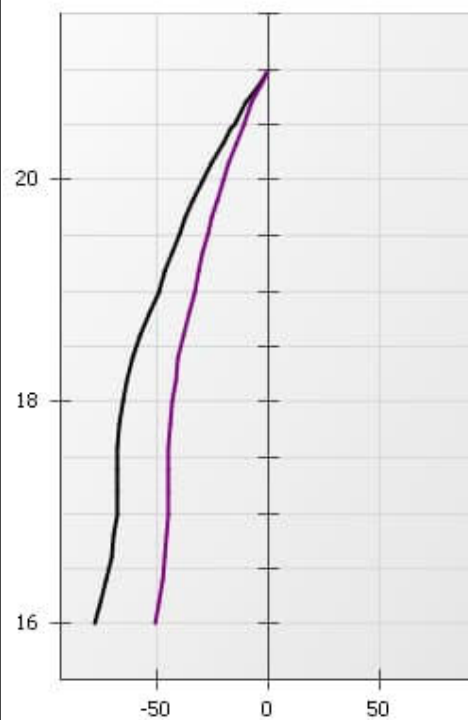
--- Eau

RESULTATS (Phase 5) - L'écran est considéré ancré

Rotation [x0.001 rad]



Effort Normal [kN/m]



Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



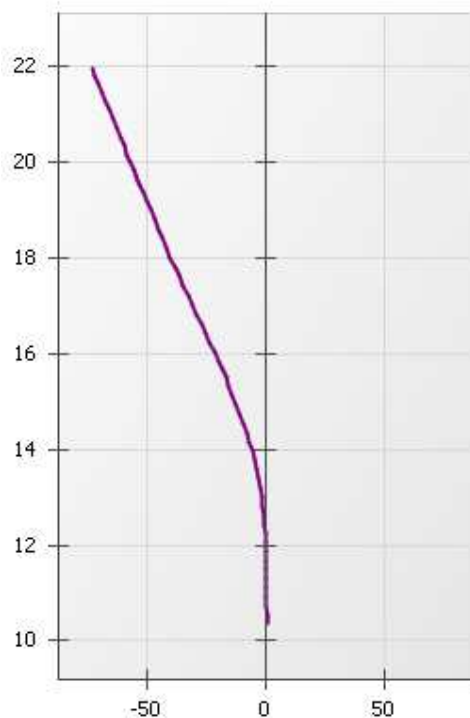
terrasol

setec

Calcul réalisé par : VALETUDES

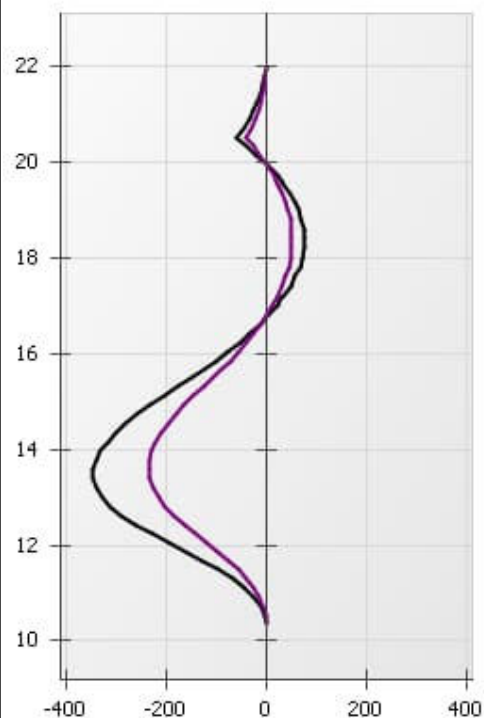
RESULTATS (Phase 6) - L'écran est considéré ancré

Déplacements [mm]



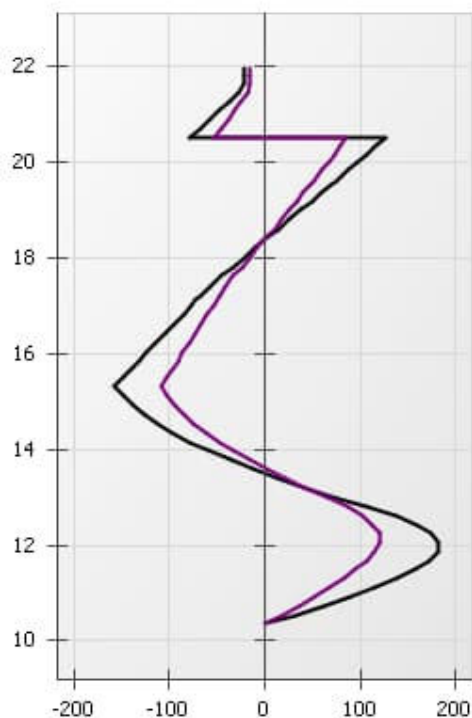
ELS
Dmin = -73,41 - Dmax = 0,43

Moment [kNm/m]



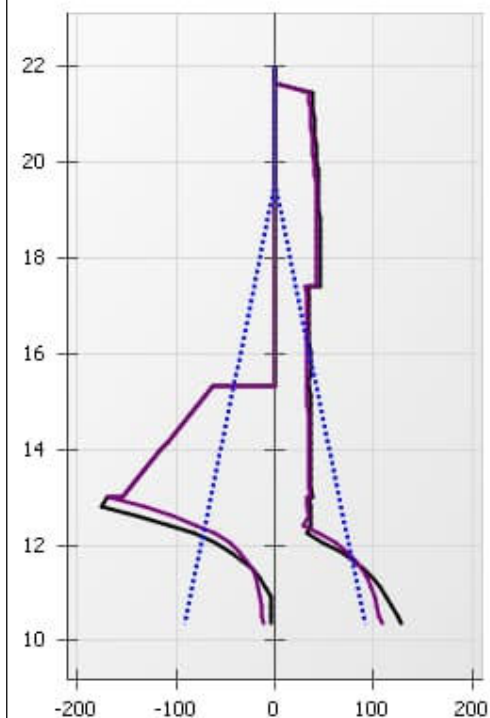
ELS
M.k min = -236,40 - M.k max = 51,06
ELU
M.d min = -347,12 - M.d max = 75,65

Effort Tranchant [kN/m]



ELS
V.k min = -109,02 - V.k max = 120,02
ELU
V.d min = -157,09 - V.d max = 182,55

Pressions terre/eau [kN/m/m]



ELS
P.k min = -167,05 - P.k max = 107,84
Pw.k min = -91,70 - Pw.k max = 91,70
ELU
P.k min = -176,33 - P.k max = 128,48
Pw.k min = -91,70 - Pw.k max = 91,70

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



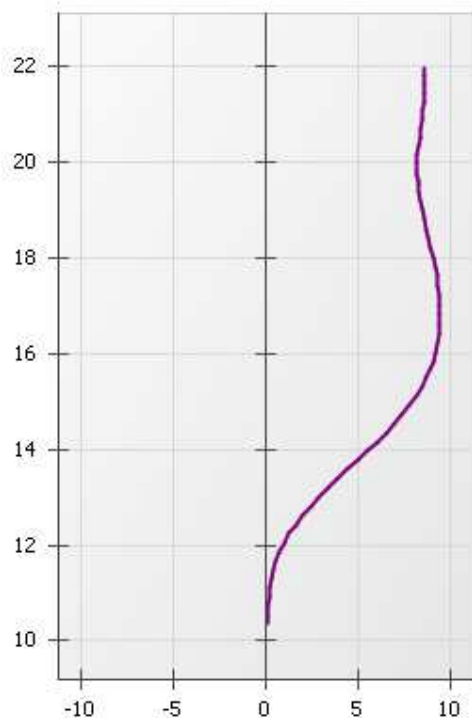
v.4.0.31

AFFAIRE A24092

QUAI BETHUNE - Ecran 1

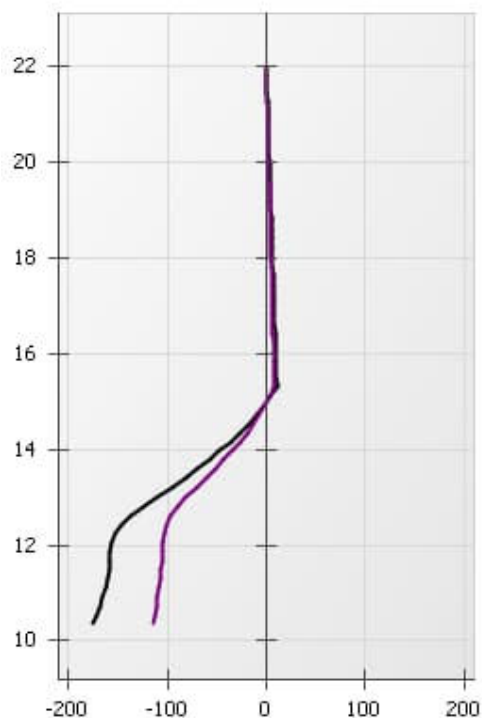
RESULTATS (Phase 6) - L'écran est considéré ancré

Rotation [x0.001 rad]



ELS
Rmin = 0,13797 - Rmax = 9,40662

Effort Normal [kN/m]



ELS
N.k min = -115,32 - N.k max = 7,88
ELU
N.d min = -176,53 - N.d max = 10,64

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

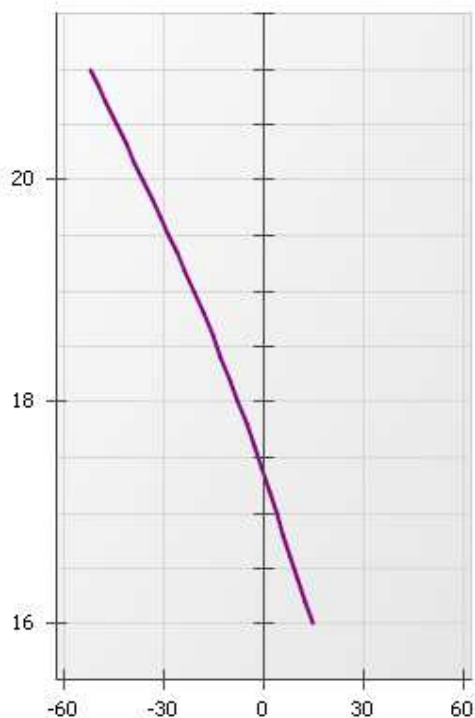
--- Eau



Calcul réalisé par : VALETUDES

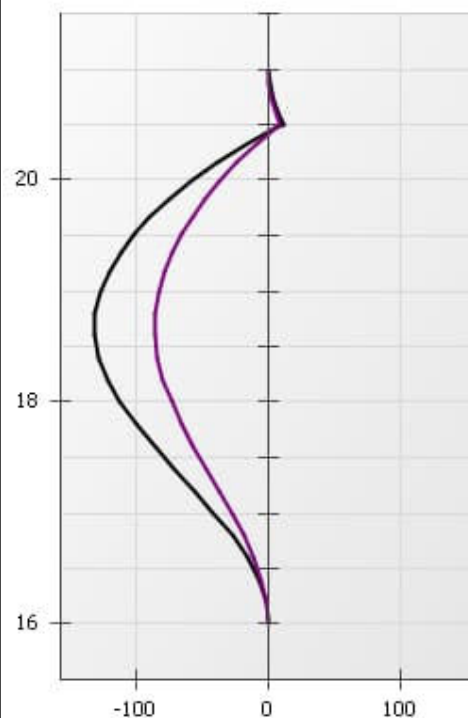
RESULTATS (Phase 6) - L'écran est considéré ancré

Déplacements [mm]



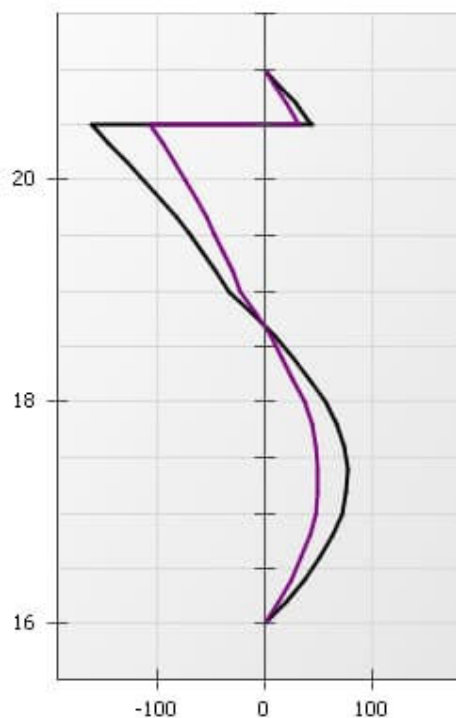
ELS
Dmin = -52,38 - Dmax = 14,46

Moment [kNm/m]



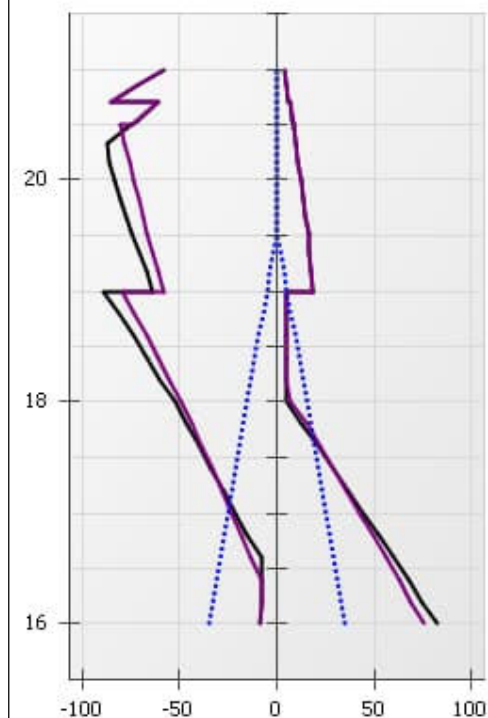
ELS
M.k min = -86,43 - M.k max = 7,99
ELU
M.d min = -132,31 - M.d max = 10,79

Effort Tranchant [kN/m]



ELS
V.k min = -106,40 - V.k max = 49,56
ELU
V.d min = -161,41 - V.d max = 76,31

Pressions terre/eau [kN/m/m]



ELS
P.k min = -85,16 - P.k max = 75,39
Pw.k min = -35,20 - Pw.k max = 35,20
ELU
P.k min = -89,36 - P.k max = 82,43
Pw.k min = -35,20 - Pw.k max = 35,20

Légende des graphiques :

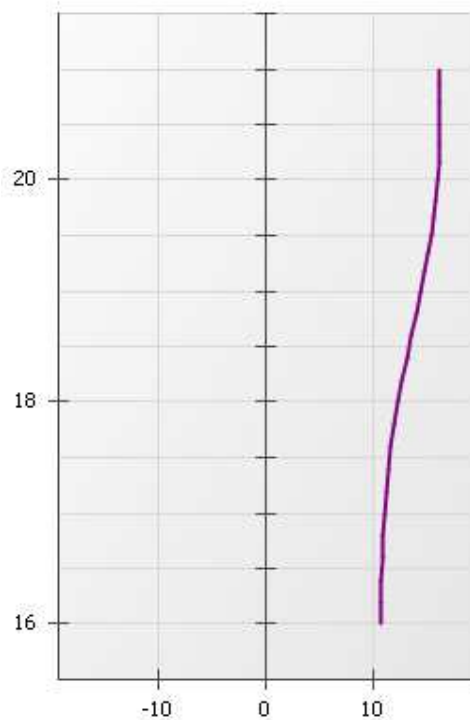
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

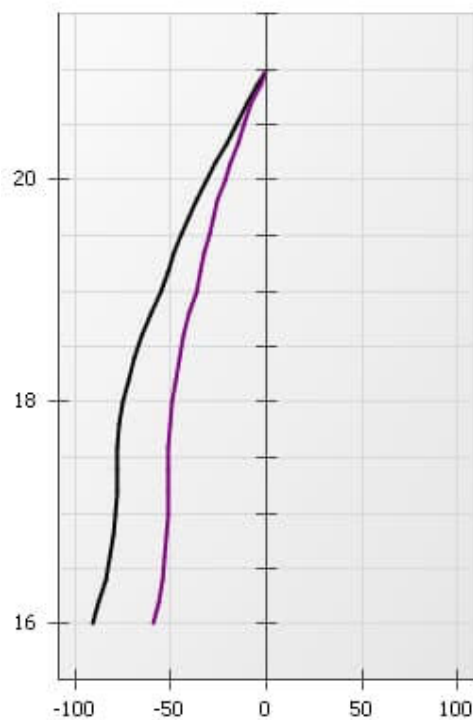
RESULTATS (Phase 6) - L'écran est considéré ancré

Rotation [x0.001 rad]



ELS
Rmin = 0,00000 - Rmax = 16,14476

Effort Normal [kN/m]



ELS
N.k min = -59,08 - N.k max = 0,00
ELU
N.d min = -91,28 - N.d max = 0,00

Légende des graphiques :

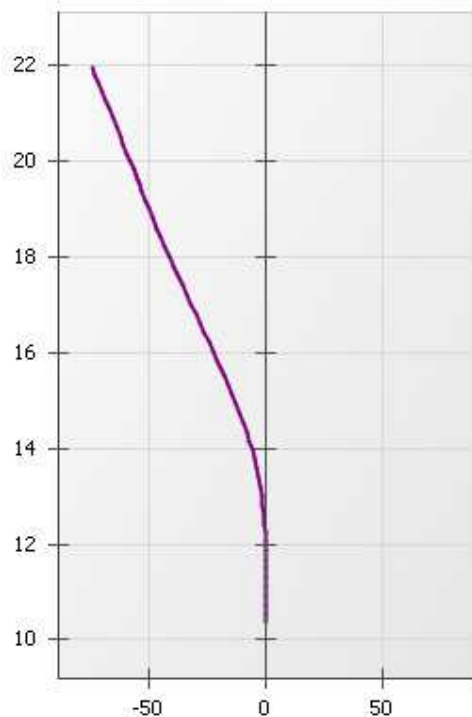
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

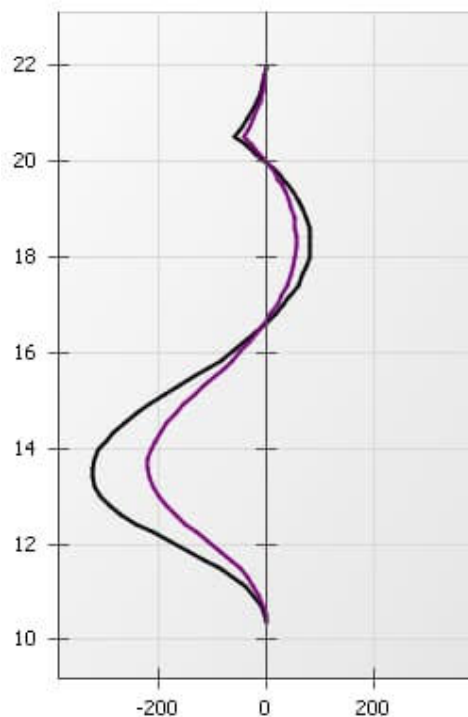
RESULTATS (Phase 7) - L'écran est considéré ancré

Déplacements [mm]



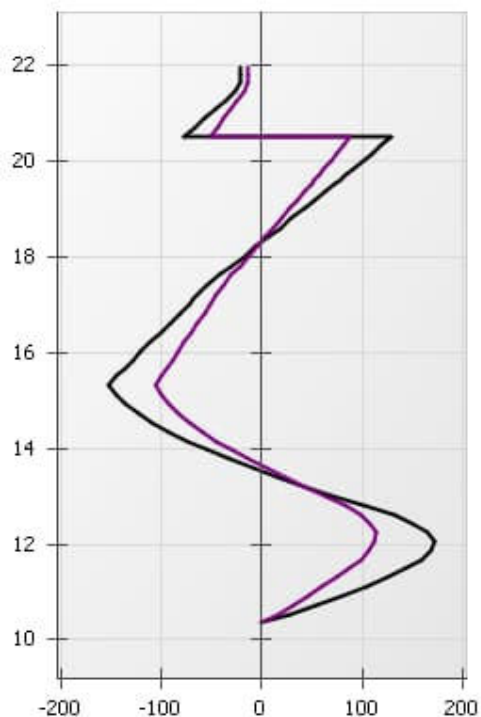
ELS
Dmin = -74,78 - Dmax = 0,34

Moment [kNm/m]



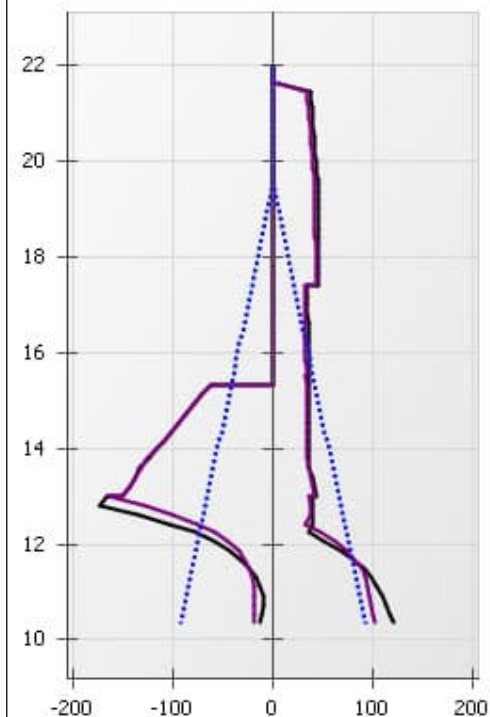
ELS
M.k min = -221,33 - M.k max = 55,60
ELU
M.d min = -325,35 - M.d max = 82,23

Effort Tranchant [kN/m]



ELS
V.k min = -106,85 - V.k max = 113,05
ELU
V.d min = -153,94 - V.d max = 171,37

Pressions terre/eau [kN/m/m]



ELS
P.k min = -163,47 - P.k max = 100,96
Pw.k min = -91,70 - Pw.k max = 91,70
ELU
P.k min = -172,12 - P.k max = 120,36
Pw.k min = -91,70 - Pw.k max = 91,70

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

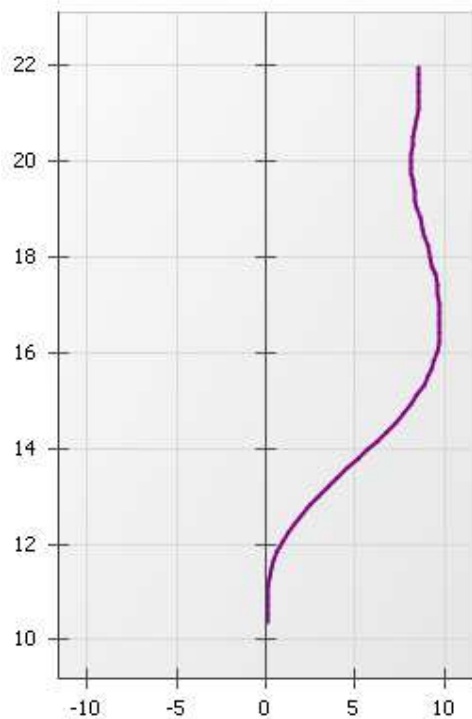
--- Eau



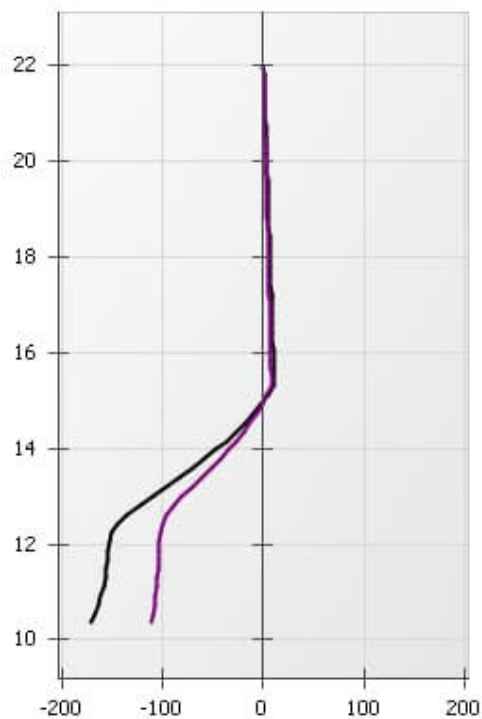
v.4.0.31

AFFAIRE A24092

QUAI BETHUNE - Ecran 1

RESULTATS (Phase 7) - L'écran est considéré ancré**Rotation [x0.001 rad]**

ELS
Rmin = 0,06323 - Rmax = 9,73584

Effort Normal [kN/m]

ELS
N.k min = -111,54 - N.k max = 7,88
ELU
N.d min = -170,84 - N.d max = 10,64

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



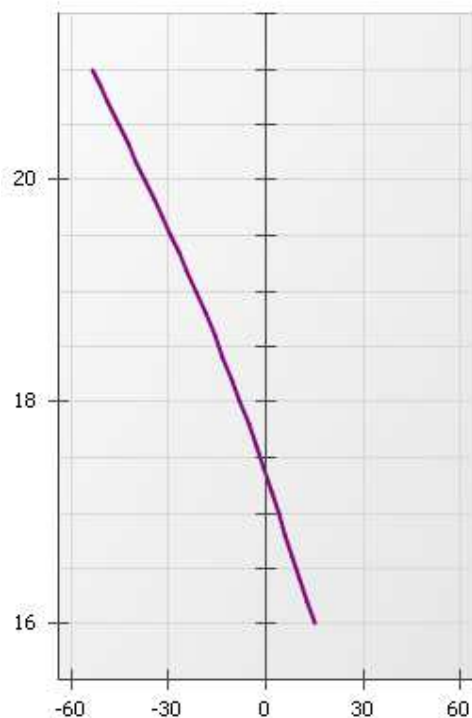
terrasol

setec

Calcul réalisé par : VALETUDES

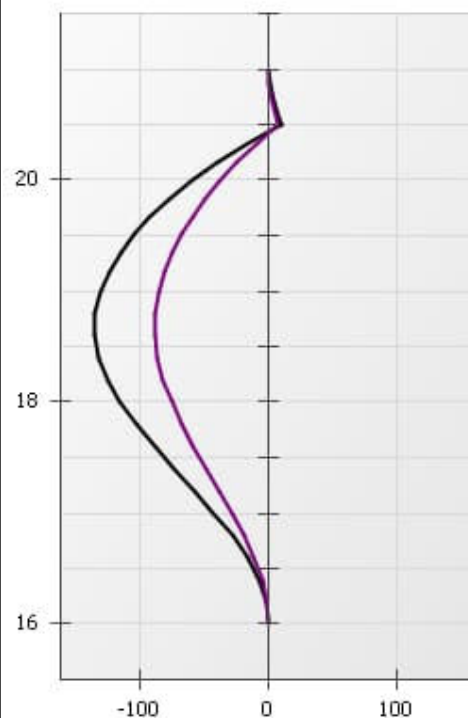
RESULTATS (Phase 7) - L'écran est considéré ancré

Déplacements [mm]



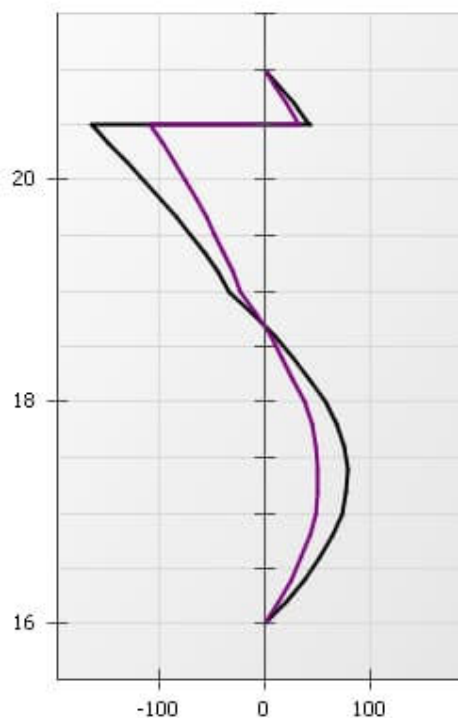
ELS
Dmin = -53,79 - Dmax = 14,88

Moment [kNm/m]



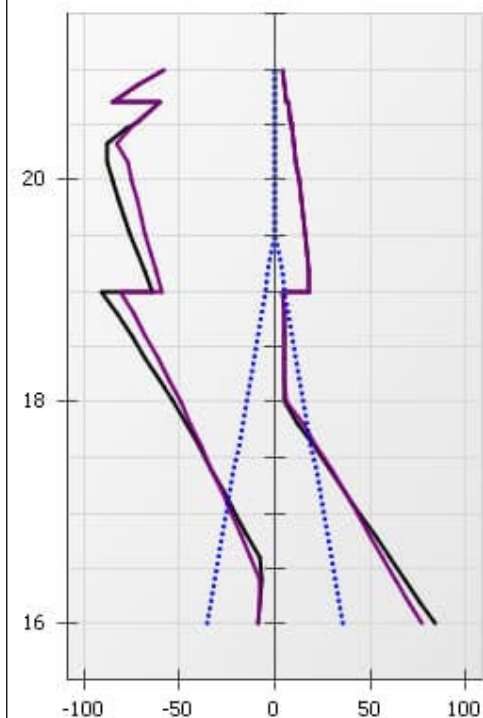
ELS
M.k min = -88,27 - M.k max = 7,99
ELU
M.d min = -135,06 - M.d max = 10,79

Effort Tranchant [kN/m]



ELS
V.k min = -108,57 - V.k max = 50,66
ELU
V.d min = -164,56 - V.d max = 77,96

Pressions terre/eau [kN/m/m]



ELS
P.k min = -85,16 - P.k max = 76,49
Pw.k min = -35,20 - Pw.k max = 35,20
ELU
P.k min = -91,10 - P.k max = 83,76
Pw.k min = -35,20 - Pw.k max = 35,20

Légende des graphiques :

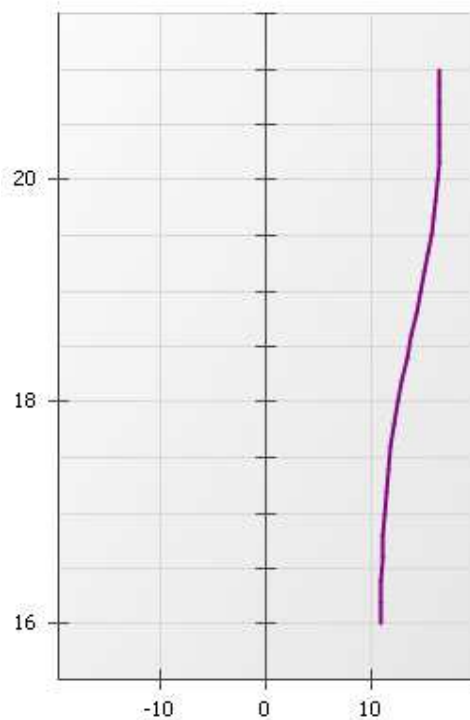
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

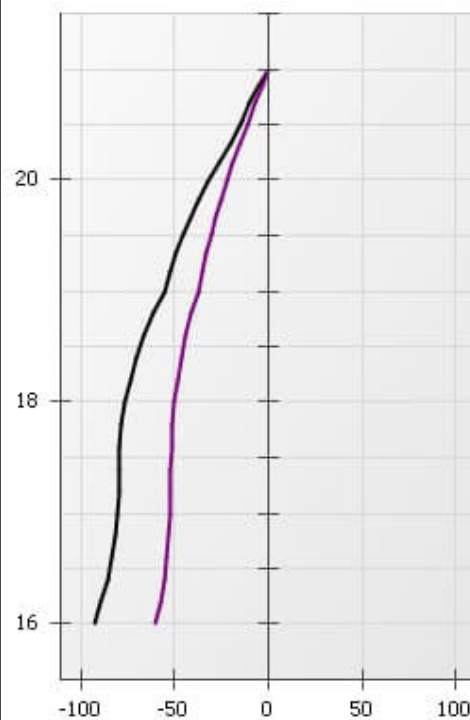
--- Eau

RESULTATS (Phase 7) - L'écran est considéré ancré

Rotation [x0.001 rad]



Effort Normal [kN/m]



Légende des graphiques :

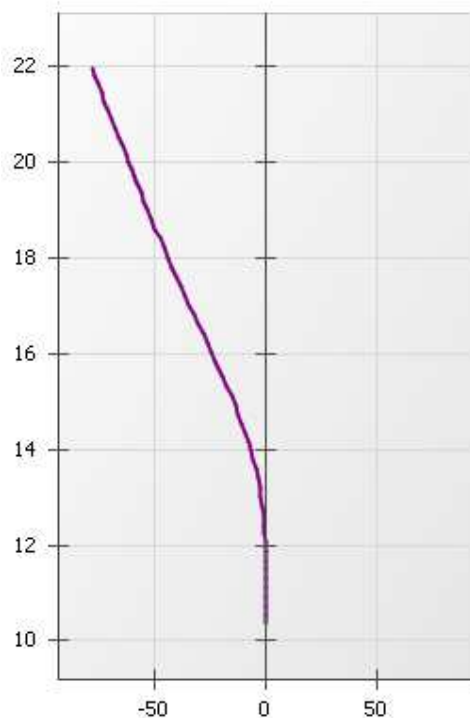
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

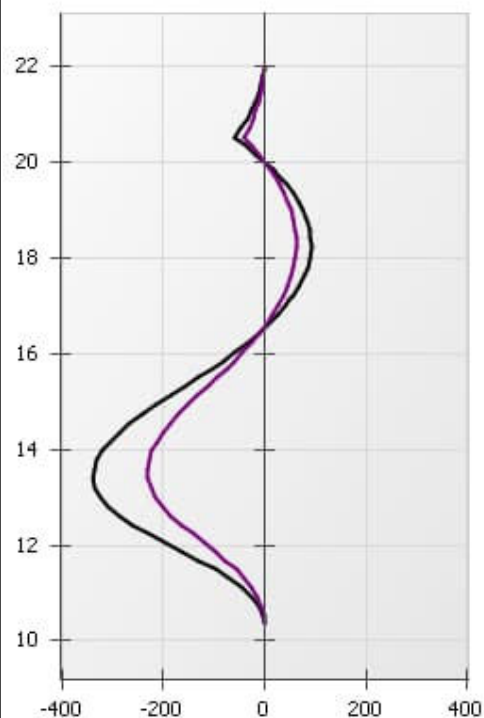
RESULTATS (Phase 8) - L'écran est considéré ancré

Déplacements [mm]



ELS
Dmin = -78,02 - Dmax = 0,42

Moment [kNm/m]



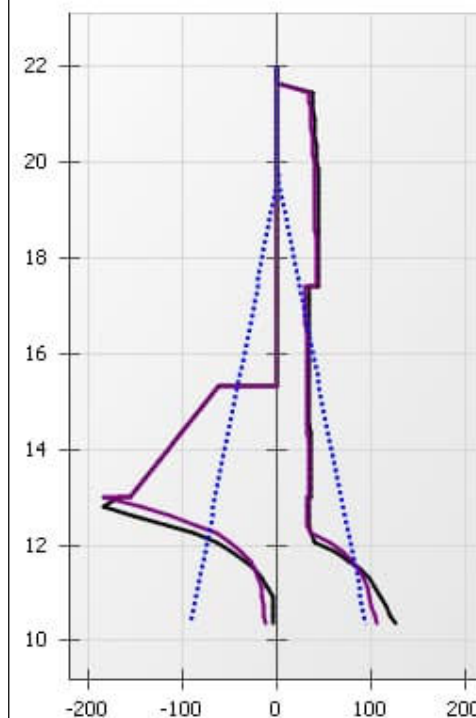
ELS
M.k min = -230,72 - M.k max = 62,18
ELU
M.d min = -338,82 - M.d max = 91,56

Effort Tranchant [kN/m]



ELS
V.k min = -111,39 - V.k max = 120,20
ELU
V.d min = -159,99 - V.d max = 181,25

Pressions terre/eau [kN/m/m]



ELS
P.k min = -184,71 - P.k max = 105,24
Pw.k min = -91,70 - Pw.k max = 94,70
ELU
P.k min = -185,02 - P.k max = 126,13
Pw.k min = -91,70 - Pw.k max = 94,70

Légende des graphiques :

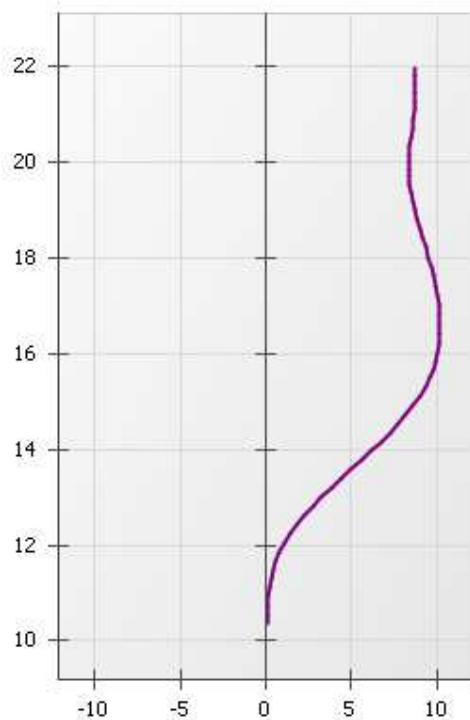
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

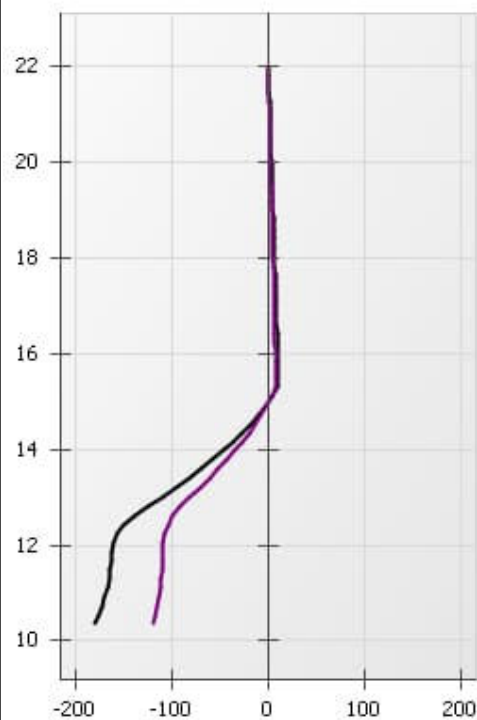
RESULTATS (Phase 8) - L'écran est considéré ancré

Rotation [x0.001 rad]



ELS
Rmin = 0,12015 - Rmax = 10,16497

Effort Normal [kN/m]



ELS
N.k min = -118,61 - N.k max = 7,88
ELU
N.d min = -180,59 - N.d max = 10,64

Légende des graphiques :

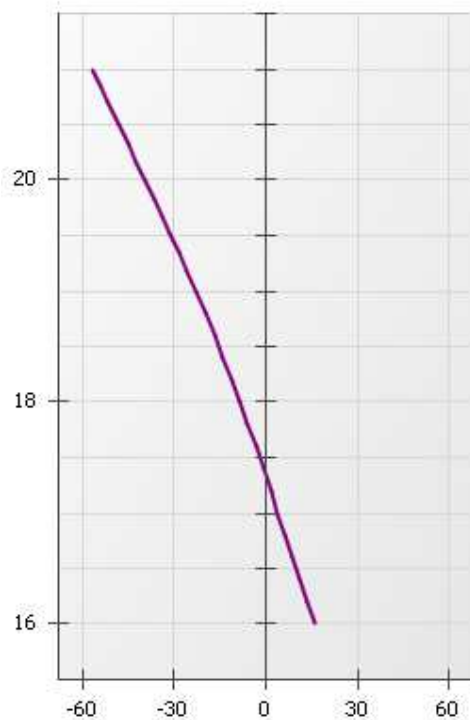
--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

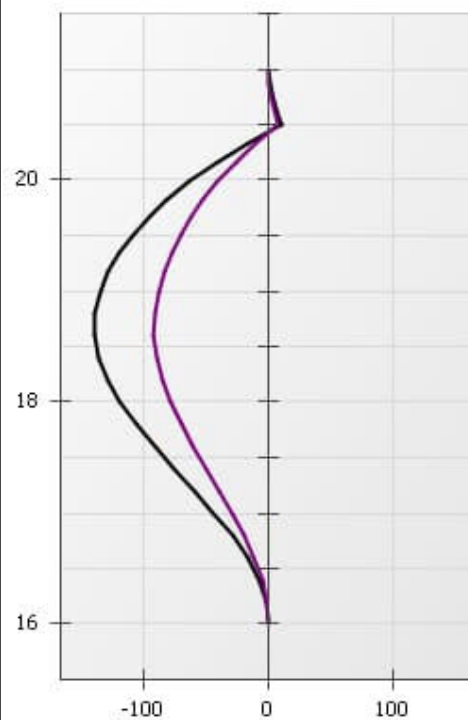
RESULTATS (Phase 8) - L'écran est considéré ancré

Déplacements [mm]



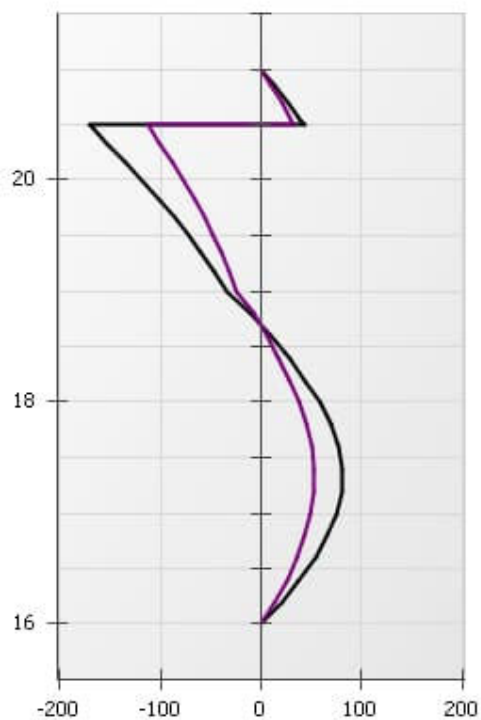
ELS
Dmin = -56,94 - Dmax = 15,77

Moment [kNm/m]



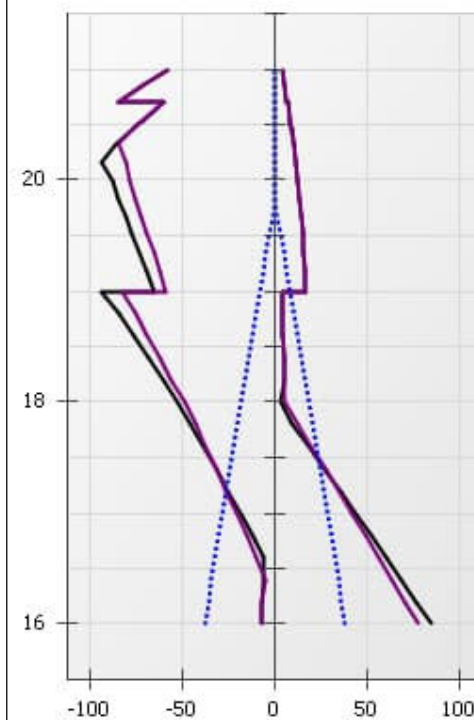
ELS
M.k min = -91,31 - M.k max = 7,99
ELU
M.d min = -139,51 - M.d max = 10,79

Effort Tranchant [kN/m]



ELS
V.k min = -112,48 - V.k max = 52,58
ELU
V.d min = -169,92 - V.d max = 80,78

Pressions terre/eau [kN/m/m]



ELS
P.k min = -85,16 - P.k max = 77,21
Pw.k min = -38,20 - Pw.k max = 38,20
ELU
P.k min = -94,33 - P.k max = 84,97
Pw.k min = -38,20 - Pw.k max = 38,20

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



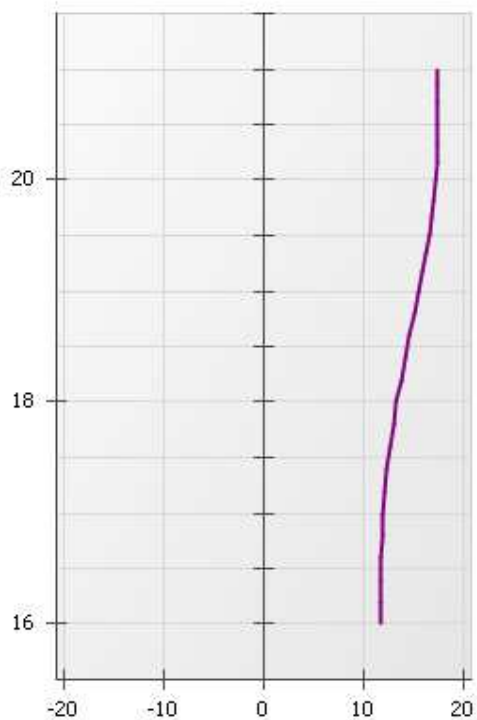
v.4.0.31

AFFAIRE A24092

QUAI BETHUNE - Ecran 2

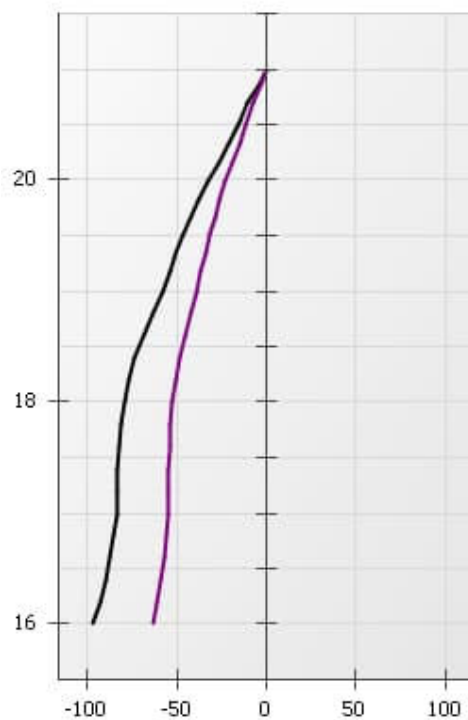
RESULTATS (Phase 8) - L'écran est considéré ancré

Rotation [x0.001 rad]



ELS
Rmin = 0,00000 - Rmax = 17,48994

Effort Normal [kN/m]



ELS
N.k min = -63,47 - N.k max = 0,00
ELU
N.d min = -97,72 - N.d max = 0,00

Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau



terrasol

setec

Calcul réalisé par : VALETUDES



v.4.0.31

AFFAIRE A24092

QUAI BETHUNE - Ecran 1

RESULTATS (Synthèse)

PHASE	Type Vérif.	M,d max kNm/m	V,d max kN/m	Liai. Lin. 1 kN/m	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. kN/m	Vérif. Kranz
1	MEL	-12,44	-15,02	-	OK	0,63	-
2	MISS	-184,34	98,96	65,16	OK	-73,79	OK
3	MISS	-174,98	93,64	59,29	OK	-76,50	OK
4	MISS	-172,56	92,30	63,77	OK	-65,48	OK
5	MISS	-338,58	167,80	184,22	OK	-156,87	OK
6	MISS	-347,12	182,55	204,61	OK	-176,53	OK
7	MISS	-325,35	171,37	207,76	OK	-170,84	OK
8	MISS	-338,82	181,25	213,12	OK	-180,59	OK
Extrema	-	-347,12	182,55	213,12	-	-	-



Calcul réalisé par : VALETUDES



v.4.0.31

AFFAIRE A24092

QUAI BETHUNE - Ecran 2

RESULTATS (Synthèse)

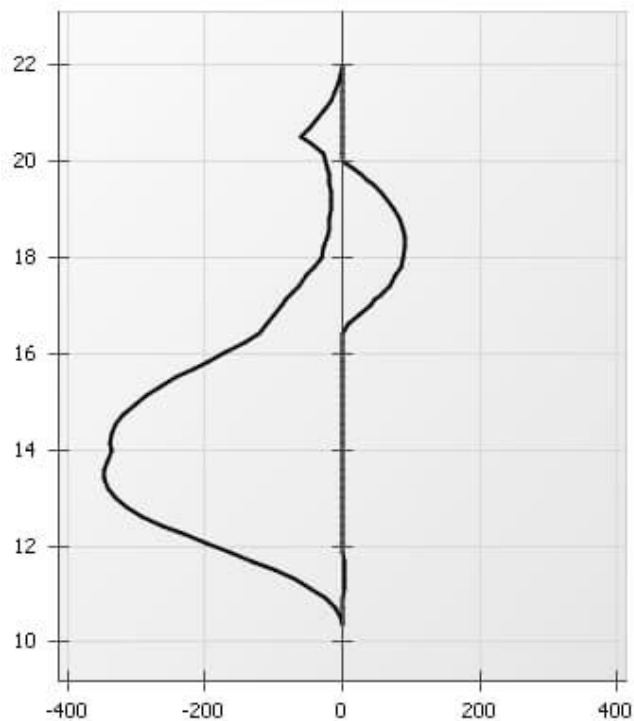
PHASE	Type Vérif.	M,d max kNm/m	V,d max kN/m	Liai. Lin. 1 kN/m	Vérif. Def. Butée	Vérif. Equ. Vert. kN/m	Vérif. Kranz
1	MEL	0,05	0,65	-	OK	0,45	-
2	MISS	-49,59	-57,59	65,16	OK	-19,98	OK
3	MISS	-48,90	-55,49	59,29	OK	-20,41	OK
4	MISS	-49,19	-56,86	63,77	OK	-20,37	OK
5	MISS	-114,64	-141,02	184,22	OK	-78,16	OK
6	MISS	-132,31	-161,41	204,61	OK	-91,28	OK
7	MISS	-135,06	-164,56	207,76	OK	-93,36	OK
8	MISS	-139,51	-169,92	213,12	OK	-97,72	OK
Extrema	-	-139,51	-169,92	213,12	-	-	-



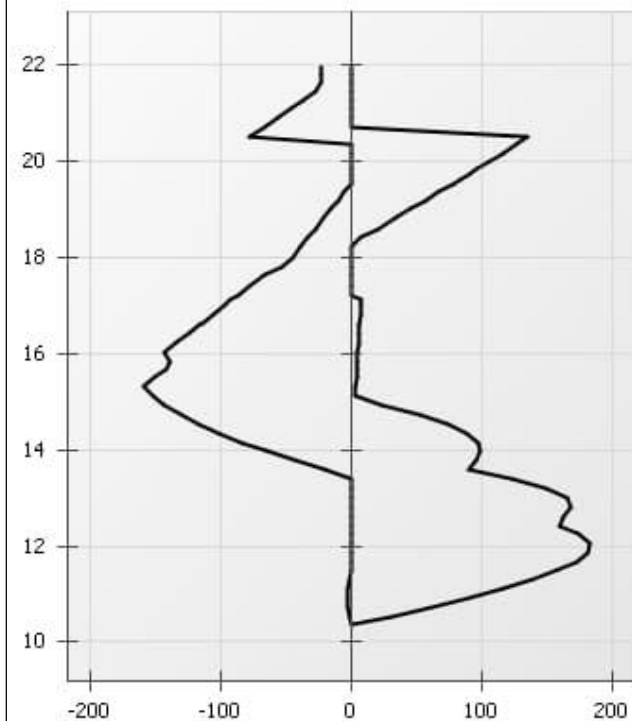
Calcul réalisé par : VALETUDES

RESULTATS (Enveloppe phases 1 à 8)

Moment [kNm/m]



Effort Tranchant [kN/m]



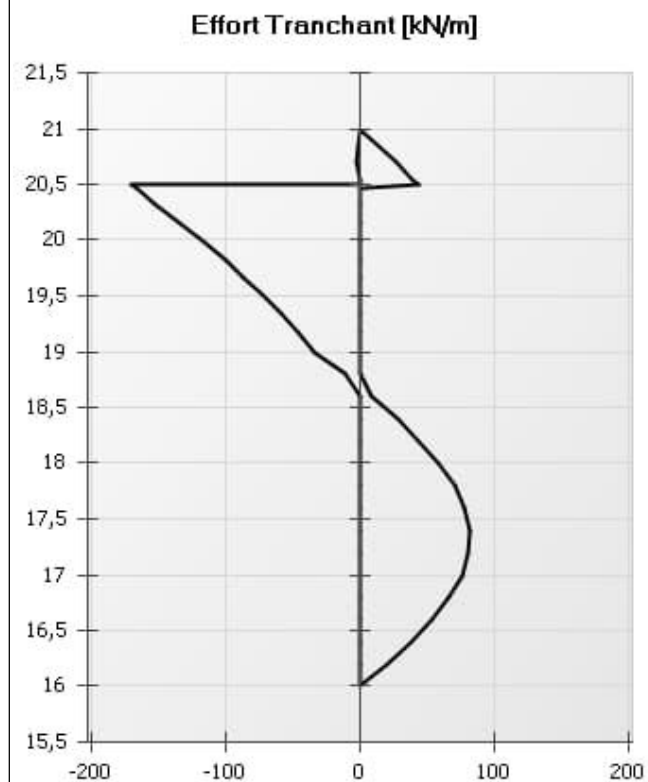
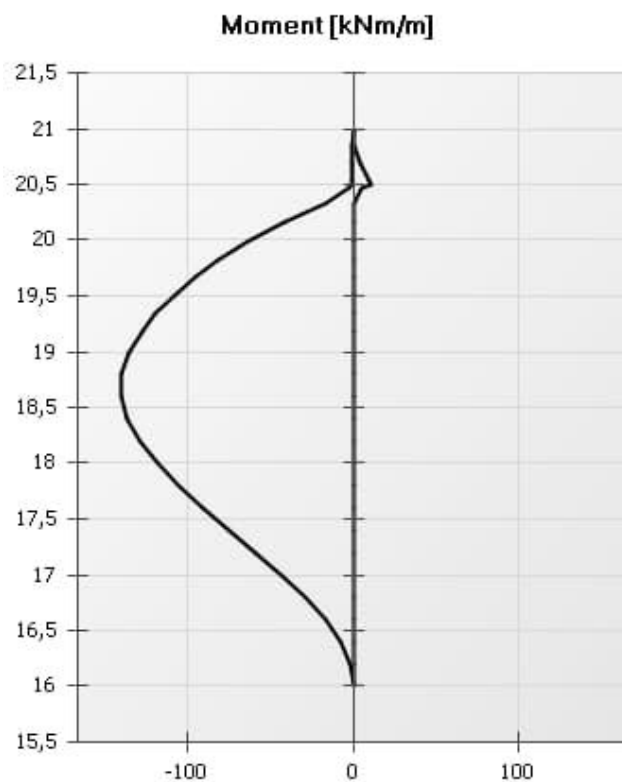
Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau

RESULTATS (Enveloppe phases 1 à 8)



Légende des graphiques :

--- Valeurs ELS

--- Valeurs ELU

--- Eau