



# RECONSTRUCTION DU PONT NAPOLEON Wimereux (62)

Étude géotechnique de conception (G2)  
Phase AVANT-PROJET (AVP)




Janvier 2025

**RAPPORT PROVISOIRE – INDICE 0**



Division Ingénierie Géotechnique

Parc Technologique Saint-Jacques II  
13 rue Albert Einstein - 54320 MAXEVILLE  
Téléphone : 03.83.95.11.19

Ville de Wimereux <b>RECONSTRUCTION DU PONT NAPOLEON</b> WIMEREUX (62) RAPPORT - ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2) – Phase AVP					
					
Dossier : LGEN.N.485					
Indice	Date	Chargé d'études	Vérfié par	Contenu	Observations
<b>0</b> <b>PROVISOIRE</b>	28/01/2025	Y. Metz 	S. Devanne 	32 pages 4 annexes	

A compter du paiement intégral de la mission, le client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser à condition de respecter et de faire respecter les limites d'utilisation des résultats qui y figurent et notamment les conditions de validité et d'application du rapport.

## Sommaire

<b>1</b>	<b>Contexte de l'étude.....</b>	<b>5</b>
1.1	Données générales .....	5
1.1.1.	Généralités .....	5
1.1.2.	Documents communiqués et bases d'études .....	5
1.2	Mission Ginger CEBTP .....	5
1.3	Investigations réalisées .....	6
<b>2</b>	<b>Hypothèses géotechniques.....</b>	<b>7</b>
2.1	Localisation du projet.....	7
2.2	Description du site.....	8
2.3	Contextes géotechnique, hydrogéologique et sismique.....	9
2.3.1	Contexte hydrogéologique général .....	11
2.3.2	Risques naturels.....	11
2.4	Caractéristiques du pont existant .....	13
<b>3</b>	<b>Données de l'avant-projet.....</b>	<b>15</b>
3.1	Description de l'avant-projet.....	15
3.2	Système de fondations et descentes de charges estimatives .....	16
<b>4</b>	<b>Principes généraux de construction .....</b>	<b>18</b>
<b>5</b>	<b>Prédimensionnement des pieux sous chevêtre .....</b>	<b>20</b>
5.1	Généralités .....	20
5.2	Hypothèses de dimensionnement.....	21
5.2.1	Béton des pieux .....	21
5.2.2	Caractéristiques géométriques .....	21
5.2.3	Modèles géotechniques.....	21
5.2.4	Données de terrain.....	22
5.2.5	Coefficients du modèle.....	23
5.2.6	Pondérations .....	23
5.3	Distribution des efforts dans les pieux .....	24
5.3.1	Pieux de la culée C0.....	24
5.3.2	Pieux de la culée C1.....	25
5.4	Vérification (STR) du béton des pieux .....	27
5.5	Résultats en compression et dimensionnement des pieux du projet.....	28
5.6	Dimensionnement des pieux du projet.....	29
5.7	Matrices de rigidité des pieux .....	29
5.8	Exécution et contrôles .....	31

**6 Observations majeures .....32**

## **ANNEXES**

*ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES*

*ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES*

*ANNEXE 3 – SONDAGES ET ESSAIS IN-SITU*

*ANNEXE 4 – ESSAIS EN LABORATOIRE*

*ANNEXE 5 – NOTE DE CALCULS GROUPE*

## 1 Contexte de l'étude

### 1.1 Données générales

#### 1.1.1. Généralités

Nom de l'opération :	Reconstruction du pont Napoléon
Commune :	Wimereux (62)
Maîtrise d'Ouvrage et client :	Ville de Wimereux
BE Structure :	AIA Ingénierie

#### 1.1.2. Documents communiqués et bases d'études

Les documents suivants communiqués par le client ont été utilisés pour l'étude de phase AVP :

- [1] Etude géotechnique G1 PGC – BE FONDASOL – PR.62GT.23.0236-001 du 28/11/2023,
- [2] Notice descriptive du projet – AIA INGENIERIE – 23520\_AVP\_AIA\_NTE\_2001\_A\_Notice descriptive
- [3] Note de prédimensionnement – AIA INGENIERIE – 23520\_AVP\_AIA\_NTE\_2003\_A\_Note de prédimensionnement
- [4] Vue en plan et coupe longitudinale – AIA INGENIERIE – 23520\_AVP\_AIA\_PLA\_2300-1
- [5] Coupes transversales – AIA INGENIERIE - 23520\_AVP\_AIA\_PLA\_2300-2
- [6] Descentes de charges AVP – AIA INGENIERIE – Wimereux\_DDC\_AVP\_v1
- [7] Descentes de charges ponctuelles AVP – AIA INGENIERIE – Wimereux\_DDC\_AVP\_v1\_ponctuel

### 1.2 Mission Ginger CEBTP

Il s'agit d'une étude géotechnique de conception phase avant-projet (G2 AVP) selon la Norme AFNOR NF P 94-500 de Novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique.

Les objectifs de la mission sont les suivants :

- la définition d'un programme d'investigations géotechniques spécifiques, sa réalisation ou son suivi technique, et l'exploitation des résultats,
- la réalisation d'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 des sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants),
  - une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique.

L'étude se basera la campagne d'investigations réalisée en octobre/novembre 2024 par le BE INGEO pour le compte du Maître d'Ouvrage.

### 1.3 Investigations réalisées

Les investigations ci-dessous ont été réalisées par le BE INGEO pour les besoins de cette étude G2 AVP :

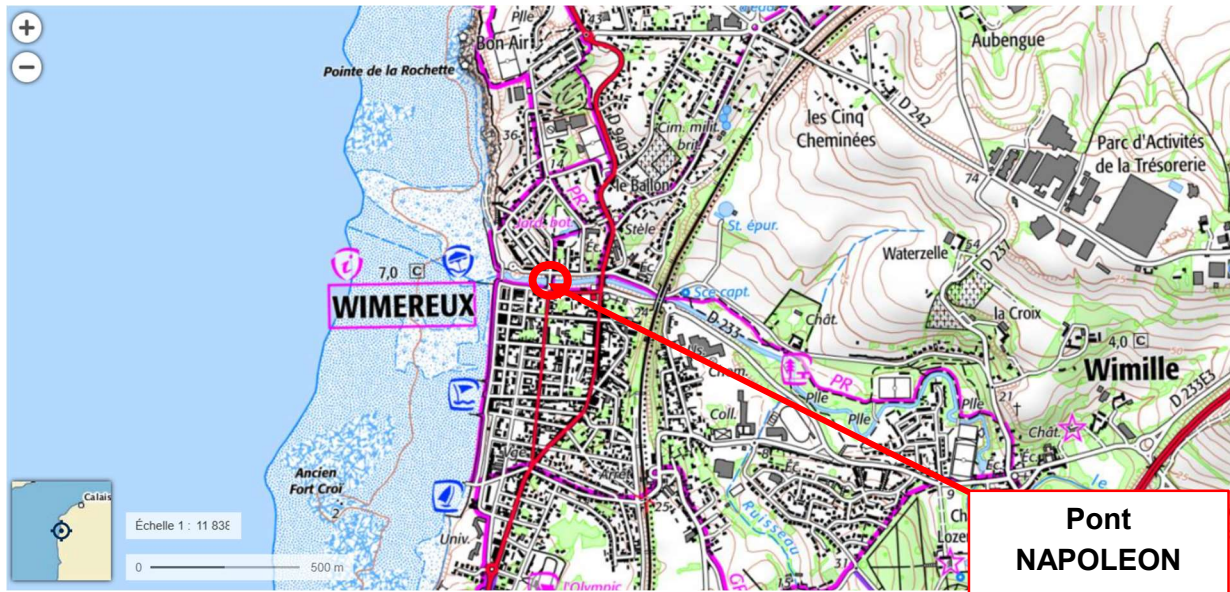
Type de sondage	Quantité	Noms	Prof. / TN (m)	Altitude NGF
<b>Sondage destructif</b> avec enregistrement des paramètres en continu et prélèvement de cuttings	2	PRS1	31.10	6.42
		PRS2	29.80	6.53
<b>Exécution d'essais pressiométriques.</b> Norme NF P 94-110-1	29 x 2			
<b>Sondage carotté</b> en diamètre 110 mm	2	SC1	15.0	6.5
		SC2	14.3	6.5
<b>Essai au pénétromètre statique lourd de type KODIAC 170 kN</b> Norme NF EN ISO 22476-1	3	PS1	6.5	-
		PS2	7.5	-
		PS2BIS	8.1	-
<b>Piézomètre</b> foré au <b>tricône Ø120 mm</b> et équipé de <b>tubes Ø80/88</b> , avec réalisation d' <b>essais au micromoulinet</b>	2	PZ1	28.5	6.5
		PZ2	29.5	6.5

Par ailleurs, les essais en laboratoire ci-dessous ont été réalisés. Les essais suivants ont été réalisés sur les échantillons prélevés :

Identification des sols	Nombre	Norme
Teneur en eau pondérale W	5	NF P 94-050
Analyse granulométrique par tamisage	5	NF P 94-056
Limites d'Atterberg W <sub>L</sub> et W <sub>p</sub> déterminées à la coupelle et au rouleau	3	NF P 94-051
Valeur au bleu du sol (VBS)	3	NF P 94-068
Classification des sols (GTR)	5	NF P 11-300
Indice Portant Immédiat (IPI)	3	NF P 94-078
<b>Caractéristiques mécaniques</b>	<b>Nombre</b>	<b>Norme</b>
Cisaillement direct consolidé lent (CD)	5	NF P 94-071
<b>Agressivité du sol</b>	<b>Nombre</b>	<b>Norme</b>
Acidité Baumann Gully	2	DIN 4030-2
Dosage en sulfates	2	NF EN 196-2
<b>Agressivité de l'eau</b>	<b>Nombre</b>	<b>Norme</b>
Analyse chimique	2	NF EN 206-1
<b>Essais sur béton</b>	<b>Nombre</b>	<b>Norme</b>
Essai de compression	3	NF EN 12390-3

## 2 Hypothèses géotechniques

### 2.1 Localisation du projet



Localisation du projet (geoportail.gouv.fr)



Vue aérienne du site du projet (geoportail.gouv.fr)

## 2.2 Description du site

Le projet est situé sur la commune de Wimereux (62 893), dans le département du Pas-de-Calais (région Hauts-de-France). Elle se trouve à la frontière nord-ouest de la ville de Boulogne-sur-Mer, au bord de la Manche et à l'embouchure du fleuve Wimereux qui a donné son nom à la ville.

La commune se situe dans le Parc Naturel Régional des Caps et Marais d'Opale, et est traversée par la voie véloroute européenne EV4. L'ouvrage est en zone Natura 2000 et Trame verte et bleue.

Le fleuve Wimereux traverse la ville pour se jeter dans la Manche. Quatre ouvrages franchissent le fleuve sur la commune :

- Le viaduc ferroviaire historique en arcs maçonnés ;
- Une passerelle piétonne en béton sur le front de mer ;
- Le pont Carnot, situé près de la Mairie ;
- Le pont Napoléon, situé également en cœur de ville :



*Photographie du Pont Napoléon depuis les berges du Wimereux (avril 2023)*

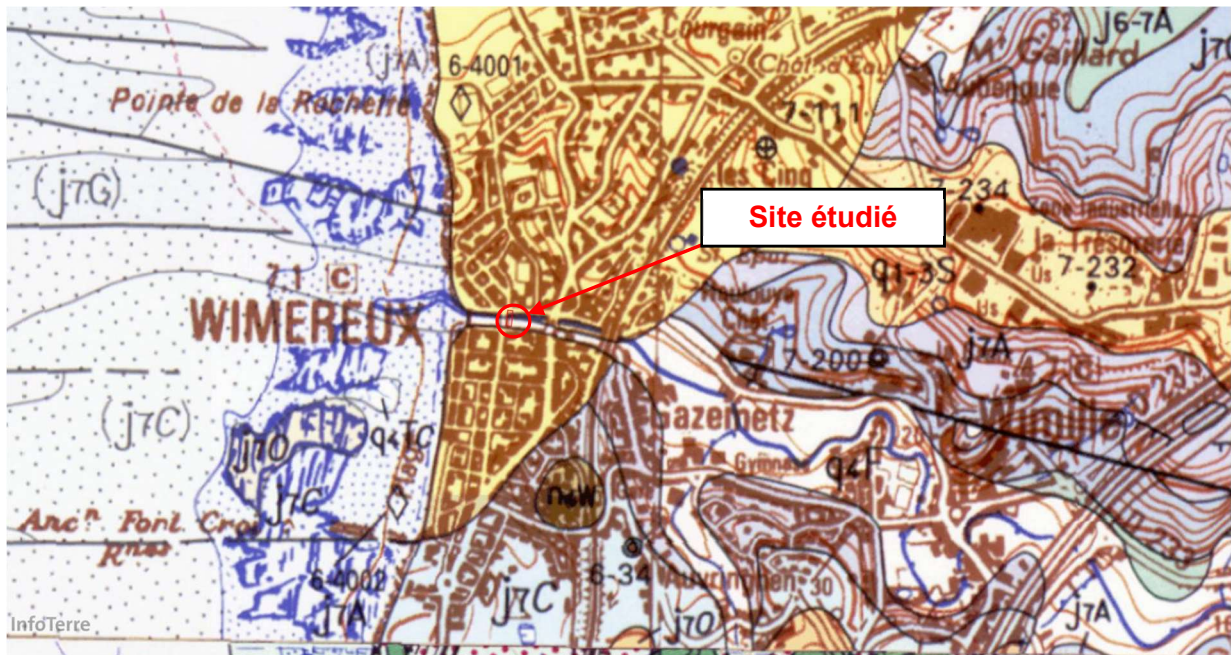
Le projet consiste en la déconstruction et la reconstruction du pont Napoléon, ouvrage routier et piéton du franchissement du Wimereux, dont l'état structurel ne cesse de se dégrader à cause des attaques marines notamment.



## 2.3 Contextes géotechnique, hydrogéologique et sismique

D'après les indications de la carte géologique au 1/50000 de Marquise, complétées par le résultat des campagnes d'investigations, le contexte géologique se caractérise par :

- Des remblais à l'arrière des culées de l'ouvrage,
- Des alluvions de l'Holocène (q<sub>4</sub>F),
- Des sables issus des dunes et cordons littoraux (q<sub>4</sub>D),
- Des grès issus du Tithonien inférieur (j<sub>7</sub>G),
- Des argiles du Tithonien inférieur (j<sub>6-7</sub>A).



*Extrait de la carte géologique au 1/50000 de Marquise (BRGM)*

Le tableau ci-dessous présente une synthèse des formations rencontrées et de leurs caractéristiques, basée sur les résultats des sondages réalisés en octobre 2019.

### ➤ Culée C0 – Quai Alfred Giard (sondages PRS1 / SC1)

Formation - Nature du sol	1a – Remblai sableux lâche	1b – Remblai induré (blocs béton, briques)	2a – Sable argileux lâche	2b – Sable grésifié	3a – Argile raide	3b – Argile très raide
Base (NGF)	4.5	1.0	-1.8	-3.0	-10.1	< -24.7
p <sub>i</sub> * (MPa)	<b>0.23</b> (1 seul essai)	0.56 à > 2.21 <b>Retenue : 2.04</b>	0.19 à 0.28 <b>Retenue : 0.22</b>	<b>0.81</b> (1 seul essai)	0.81 à 1.35 <b>Retenue : 1.00</b>	1.56 à 3.20 <b>Retenue : 2.14</b>
p <sub>i</sub> * (MPa)	<b>0.40</b> (1 seul essai)	1.01 à > 2.21 <b>Retenue : 2.04</b>	0.31 à 0.44 <b>Retenue : 0.35</b>	<b>1.33</b> (1 seul essai)	1.33 à 2.19 <b>Retenue : 1.63</b>	2.33 à 4.73 <b>Retenue : 3.24</b>
E <sub>M</sub> (MPa)	<b>2.1</b> (1 seul essai)	5.7 à > 273.1 <b>Retenu : 21.2</b>	2.7 à 7.1 <b>Retenu : 4.1</b>	<b>22.2</b> (1 seul essai)	13.5 à 53.4 <b>Retenu : 20.7</b>	32.1 à 79.5 <b>Retenu : 47.3</b>
% < 2 mm	-	53.3	99.9	100.0	-	-
% < 80 µm	-	6.5	43.8	98.8	-	-
VBS	-	0.16	2.39	-	-	-
W (%)	-	9.9	18.4	20.2	-	-

Formation - Nature du sol	1a – Remblai sableux lâche	1b – Remblai induré (blocs béton, briques)	2a – Sable argileux lâche	2b – Sable grésifié	3a – Argile raide	3b – Argile très raide
IPI	-	55	25	-	-	-
W <sub>L</sub> (%)	-	-	30	51	-	-
W <sub>P</sub> (%)	-	-	20	21	-	-
I <sub>P</sub> (%)	-	-	10	30	-	-
GTR	-	G3 (anciennement B3)	F1m (anciennement A1m)	F3m (anciennement A3m)	-	-
C' <sub>pic</sub> (kPa)	-	-	9	-	40	-
φ' <sub>pic</sub> (°)	-	-	38	-	22	-
C' <sub>fin</sub> (kPa)	-	-	2	-	49	-
φ' <sub>fin</sub> (°)	-	-	30	-	15	-
Agressivité sol / béton	< XA1		-	-	XA1	-
Observations	-	<i>Pressions de fluage / limite non atteintes</i>	-	-	-	-

➤ Culée C1 – Quai Hazebrouck (sondages PRS2 / SC2)

Formation - Nature du sol	1a – Remblai lâche	1b – Remblai induré (blocs béton, briques)	2 – Sable moyennement dense	3a – Argile raide	3b – Argile très raide
Base (NGF)	3.0	1.4	-4.0	-9.0	< -23.3
p <sub>r</sub> * (MPa)	0.14 à 0.37 <b>Retenue : 0.14</b>	> 1.39 à > 1.70 <b>Retenue : 1.43</b>	0.43 à 1.03 (1 essai > 4.83) <b>Retenue : 0.72</b>	1.08 à 1.60 <b>Retenue : 1.20</b>	1.89 à 4.75 <b>Retenue : 2.48</b>
p <sub>i</sub> * (MPa)	0.20 à 0.52 <b>Retenue : 0.22</b>	> 1.39 à > 1.70 <b>Retenue : 1.43</b>	0.69 à 1.91 (1 essai > 4.83) <b>Retenue : 1.03</b>	1.69 à 2.77 <b>Retenue : 1.81</b>	2.91 à 4.76 <b>Retenue : 3.86</b>
E <sub>M</sub> (MPa)	0.9 à 4.6 <b>Retenu : 1.4</b>	28.9 à 128.2 <b>Retenu : 47.2</b>	18.2 à 35.0 (2 essais > 250) <b>Retenu : 35.0</b>	11.2 à 35.3 <b>Retenu : 17.5</b>	37.7 à 156.1 <b>Retenu : 68.6</b>
% < 2 mm	-	-	99.9	99.9	-
% < 80 μm	-	-	71.1	98.7	-
VBS	-	-	1.71	-	-
W (%)	-	-	21.4	18.1	-
IPI	-	-	16	-	-
W <sub>L</sub> (%)	-	-	-	58	-
W <sub>P</sub> (%)	-	-	-	21	-
I <sub>P</sub> (%)	-	-	-	37	-
GTR	-	-	F1m (anciennement A1m)	F3m (anciennement A3m)	-
C' <sub>pic</sub> (kPa)	-	-	2 à 20	41	-
φ' <sub>pic</sub> (°)	-	-	35 à 41	22	-
C' <sub>fin</sub> (kPa)	-	-	3 à 11	12	-
φ' <sub>fin</sub> (°)	-	-	31 à 33	14	-
R <sub>c</sub> (MPa)	-	Maçonnerie : 34.8 à 52.5	Grès : 71.7	-	-
Observations	-	<i>Pressions de fluage / limite non atteintes</i>	-	-	-

Remarques :

- Les caractéristiques mécaniques retenues correspondent à :
  - La moyenne géométrique moins 0.5 écart-type pour les p<sub>i</sub>\*

- La moyenne harmonique pour les  $E_M$ .
- On remarquera que les sables de la formation n°2 sont en pratique constitués de passées sableuses, limono-sableuses, sables grésifiés et grès. Ponctuellement, des couples  $p_i^* / E_M$  très élevés sont observés.
- Nous rappelons qu'il n'est pas toujours évident de distinguer les variations horizontales et/ou verticales éventuelles, inhérentes aux changements de faciès, compte tenu de la surface investiguée par rapport à celle concernée par le projet. De ce fait, les caractéristiques indiquées précédemment ont un caractère représentatif mais non absolu.
- **De plus, il n'est pas exclu de rencontrer d'autres poches de remblais d'épaisseurs plus importantes ou des vestiges de fondations ou d'ouvrages enterrés sur le site.**

### 2.3.1 Contexte hydrogéologique général

Des niveaux d'eau ont été mis en évidence à 3.5 m de profondeur par rapport au niveau de référence des sondages, soit à une cote de l'ordre de 2.9 à 3.0 NGF environ.

En pratique ces niveaux d'eau devraient fluctuer en fonction des régimes de marée.

Les essais au micromoulinet statique ne montrent pas de circulation d'eau dans les forages. En dynamique, ces essais ont permis de localiser les zones aquifères productrices, entre 15.00 et 20.00 mètres de profondeur en PZ1 et, entre 5.00 et 11.50 mètres puis entre 19.50 et 21.30 mètres de profondeur en PZ2.

On notera que les analyses d'agressivité de l'eau vis-à-vis du béton n'ont pas mis en évidence d'agressivité chimique (DIN4030) particulière vis-à-vis du béton.

### 2.3.2 Risques naturels

D'après les indications de la banque de données du BRGM ([infoterre.brgm.fr](http://infoterre.brgm.fr)) :

- La parcelle du projet est classée en zone d'exposition faible vis-à-vis du retrait-gonflement des argiles,



*Extrait de la carte « exposition au retrait-gonflement des argiles » du BRGM*

- Aucune cavité n'est recensée à proximité (< 1000 m) de l'ouvrage du projet,
- Un mouvement de terrain, a été recensé à environ 350 m au nord du projet, daté d'octobre 2000. Il s'agit d'un « glissement rotationnel circulaire affectant la partie superficielle altérée d'un massif de sol argileux », mais nous ne disposons pas de plus d'information le concernant.

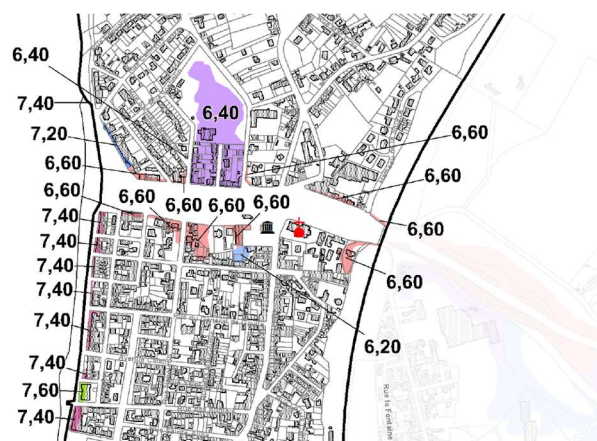


- Le secteur du projet fait partie des zones sensibles aux remontées de nappe (classée comme faisant partie de « l'enveloppe approchée des inondations potentielles cours d'eau et submersion marine de plus d'un hectare »),
- La commune de Wimereux est classée en zone de sismicité 2 (faible).

Aucune disposition parasismique ni étude de liquéfaction n'est requise en zone de sismicité 2.

De plus, le secteur du projet est concerné par le PPRL du Boulonnais. L'ouvrage étant directement à l'aplomb du Wimereux, le PPRL n'indique pas de zonage au droit même du pont.

D'après le PPRL, la cote de référence est fixée à 6.60 NGF :

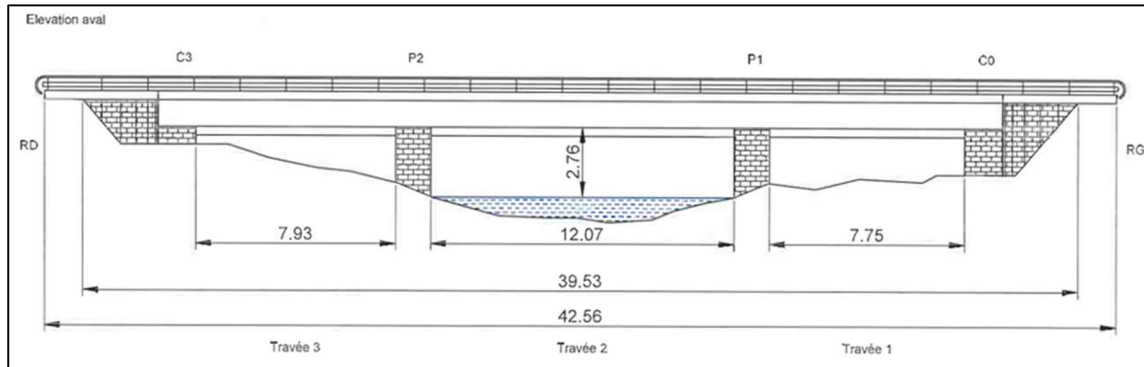


Extrait de la carte « cotes de référence » du PPRL du Boulonnais

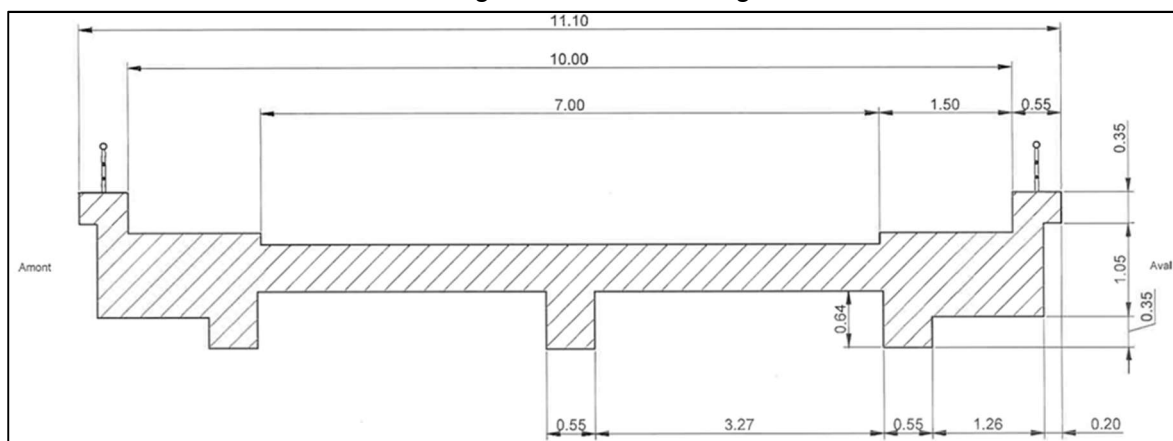
## 2.4 Caractéristiques du pont existant

Le pont Napoléon est un pont routier construit après-guerre avec deux piles en béton fondées dans le lit du Wimereux, et un tablier en béton armé bordé par un garde-corps métallique sur allège béton. Le tablier comporte une double voie automobile et deux trottoirs peu larges. Les piles ont été revêtues de pierres maçonneries lors d'une rénovation datant de 1998.

Les caractéristiques géométriques principales de l'ouvrage existant sont données ci-après :



*Elévation longitudinale de l'ouvrage existant*

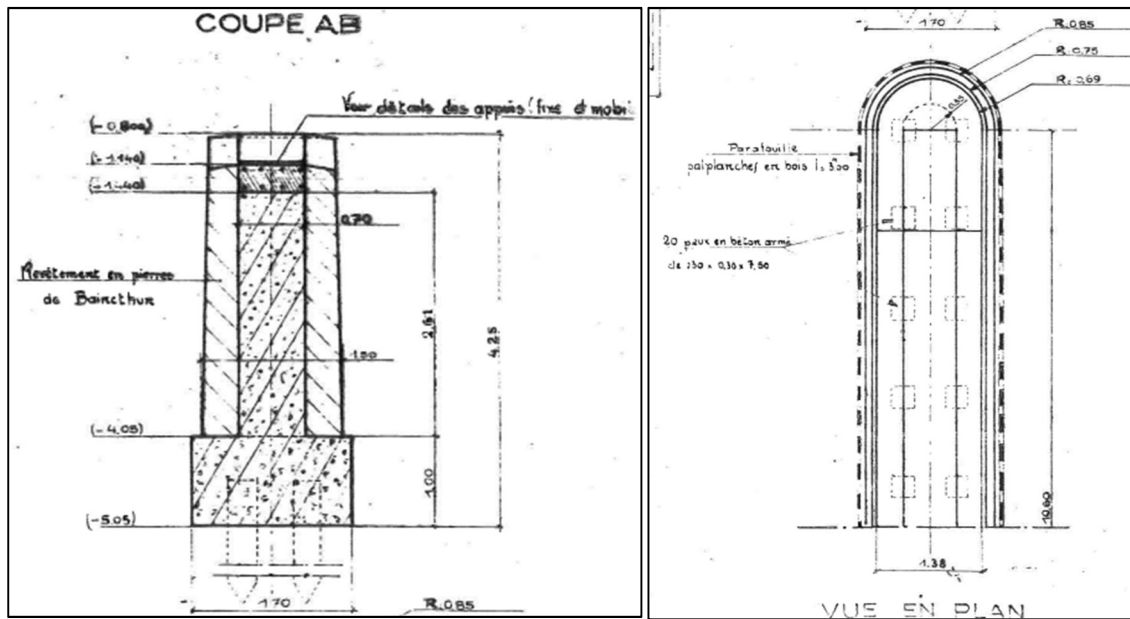


*Coupe transversale de l'ouvrage existant*

Le diagnostic de l'ouvrage daté de mars 2020 décrit un ouvrage en très mauvais état, avec une corrosion des armatures des poutres très avancée due à un front de pénétration des ions chlorures supérieur aux enrobages des armatures provoquant des éclats importants de béton, des pertes de section d'armatures et des aciers sectionnés localement.

Le pont Napoléon est soumis à la fois aux effets de la marée et aux crues du Wimereux. Son tablier se retrouve régulièrement submergé et les diagnostics ont montré qu'il était fragilisé par les attaques de chlorures et par les vents marins.

Le document « 1998\_réfection des piles.pdf » permet de préciser la géométrie des piles et de confirmer la présence, sous chaque pile, de 20 pieux en béton armé de 0.30 x 0.30 x 7.50 mètres, ainsi que la présence de parafouille de type palplanches en bois de 3.00 mètres de longueur.



On retiendra donc les points suivants :

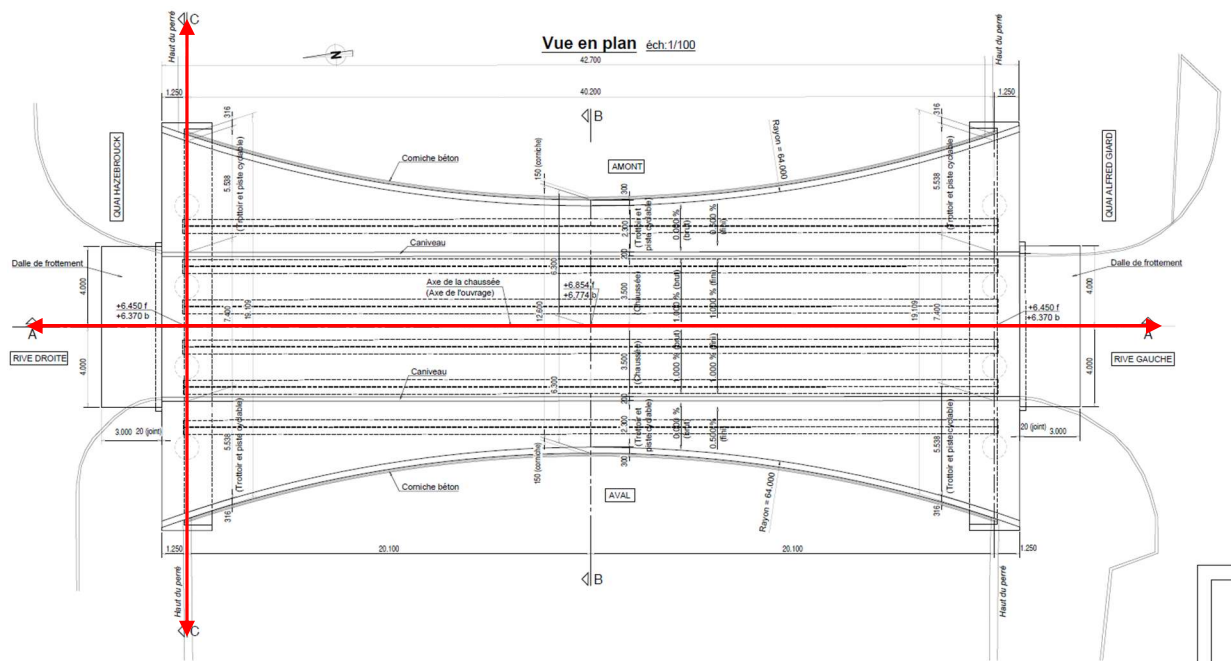
- 1) **les piles existantes sont a priori fondées sur des pieux armés courts (7.50 mètres – profondeur faible au regard de la succession lithologique attendue) de faibles dimensions (carré : 0.30 x 0.30 mètre),**
- 2) **le noyau des piles semble être en béton a priori non armé,**
- 3) **le mode de fondation des culées ne semble pas connu (présence ou non de pieux).**

### 3 Données de l'avant-projet

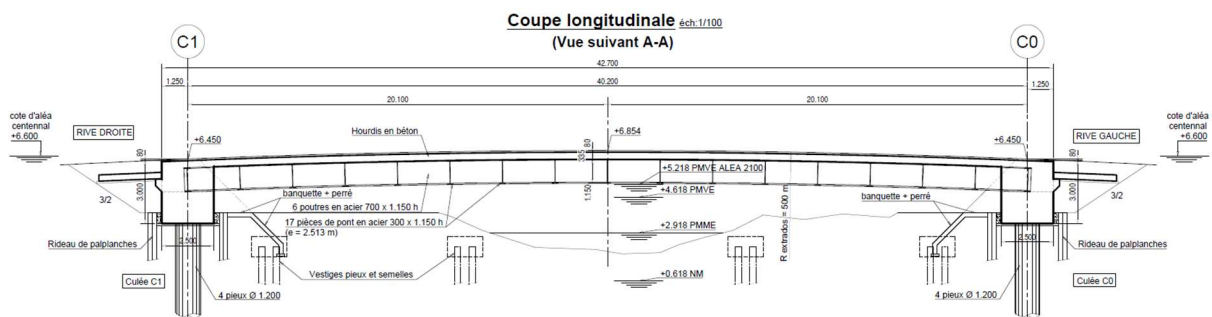
#### 3.1 Description de l'avant-projet

Le projet prévoit la démolition puis la reconstruction du pont Napoléon qui franchit le fleuve Wimereux dans la commune du même nom.

Le nouvel ouvrage est conçu avec une structure mixte béton/acier, de portée 40.2 m, et de largeur 12.60 m (centre de l'ouvrage) à 19.109 m (rives). L'ouvrage sera droit avec un biais de 100 grades.



Plan de masse de l'ouvrage



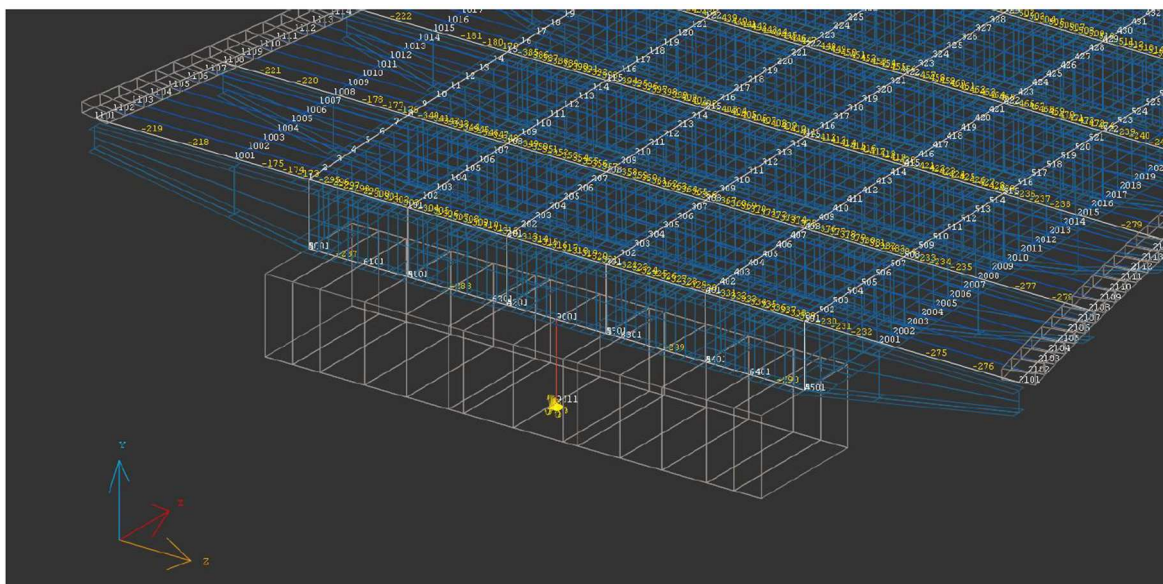
Coupe longitudinale AA de l'ouvrage





Les descentes de charges ainsi transmises sont les suivantes :

Combinaison	Effort/couple [kN / kN.m]	Culée C0		Culée C1	
		MIN	MAX	MIN	MAX
ELS QP	RX = F, longi	13.0	23.5	-23.5	-13.0
	RY = Vz	5804.6	6148.3	5796.1	6138.9
	RZ = F, transv	0.0	0.0	0.0	0.0
	CX	0.0	0.0	0.0	0.0
	CY	0.0	0.0	0.0	0.0
	CZ = Mz	-34.1	-18.6	18.6	34.1
ELS FREQ	RX = F, longi	12.1	26.1	-26.1	-12.1
	RY = Vz	5804.6	7003.2	5796.1	6987.4
	RZ = F, transv	-9.1	1.1	-9.1	1.0
	CX	-1084.1	1084.1	-1034.5	1034.5
	CY	-30.3	29.5	-21.2	23.1
	CZ = Mz	-37.9	-17.3	17.3	37.9
ELS CARA	RX = F, longi	-387.7	32.6	-32.6	-8.6
	RY = Vz	5789.5	8529.9	5796.1	8511.9
	RZ = F, transv	-55.2	2.5	-55.4	2.4
	CX	-2710.2	2710.2	-2586.4	2586.4
	CY	-59.2	61.7	-60.1	51.1
	CZ = Mz	-47.4	582.5	12.1	47.3
ELU FOND	RX = F, longi	-516.2	45.9	-45.9	-15.6
	RY = Vz	7815.8	11777.4	7824.8	11753.2
	RZ = F, transv	-83.1	4.0	-83.3	3.8
	CX	-4138.2	3913.7	-3966.0	3742.7
	CY	-90.2	94.7	-95.9	82.4
	CZ = Mz	-66.6	775.7	22.2	66.6



## 4 Principes généraux de construction

Le projet prévoit la reconstruction d'un pont franchissant le Wimereux dans la commune du même nom.

Les sondages réalisés de part et d'autre de l'ouvrage, à proximité des culées existantes, permettent de mettre en évidence que le contexte géotechnique se caractérise par :

- Des remblais sableux, parfois lâches, avec des passages indurés (blocs béton),
- Une succession de passées (0.20 à 2.30 m d'épaisseur) limono-sableuses, argileuses, sables grésifiés, etc.
- Un substratum principalement argileux, avec des passages sableux.

D'un point de vue hydrogéologique, le site est baigné périodiquement par la marée, qui infiltre le terrain superficiel à forte perméabilité. On note la présence d'un aquifère productif entre 15.00 et 20.00 mètres de profondeur en PZ1 et, entre 5.00 et 11.50 mètres puis entre 19.50 et 21.30 mètres de profondeur en PZ2.

Il est prévu de fonder le nouvel ouvrage sur des pieux réalisés en arrière des culées existantes.

Cette solution nous semble cohérente avec le contexte géotechnique.

La réalisation des pieux sera contrainte par l'emprise disponible au moment des travaux. Ainsi, les pieux pourront être réalisés :

- Soit à partir du TN actuel : dans ces conditions, il conviendra d'envisager des préforages au carottier pour la traversée des remblais,
- Soit à partir d'une plateforme à aménager à la cote 3.45 NGF correspondant à la base des futures culées. Il conviendra là-aussi d'envisager des préforages pour la traversée des épaisseurs résiduelles de remblai.

L'emprise disponible pour les travaux nécessitera également des adaptations pour la réalisation des culées. Il sera possible de procéder :

- Soit par talutage en tablant sur des pentes de talus minimales de l'ordre de 3 de base pour 2 de hauteur. Dans ce cas de figure, il conviendra de protéger les talus vis-à-vis de l'érosion.
- Soit par blindage des fouilles. Dans ce cas, le battage des palplanches pourra nécessiter la réalisation de préforages pour la traversée des remblais.

Dans ces conditions, la réalisation d'une solution de pieux forés tubés à virole récupérée nous semble adaptée au contexte.

→ Cette solution de fondations profondes de type pieux est détaillée dans le chapitre 5.

→ Les orientations générales pour la réalisation des terrassements sont précisées dans le chapitre 6.

Le phasage pourra être le suivant :

- Dépose de l'ouvrage existant,
- Réalisation, depuis le niveau actuel de la voirie, des forages préalables dans les remblais et sables superficiels, avec tubage à l'avancement,
- Réalisation de la seconde partie du forage (non tubée) et bétonnage des pieux ancrés dans le substratum argileux,
- Terrassement des chevêtres et recépage des pieux,
- Réalisation des chevêtres, mise en place des appareils d'appuis et installation du tablier.

Remarques : nous rappelons que toute modification du projet ou des sols peut entraîner une modification partielle ou complète des adaptations préconisées.

Les indications données dans les chapitres suivants, qui sont fournies en estimant des conditions normales d'exécution pendant les travaux, seront forcément adaptées aux conditions réelles rencontrées (intempéries, niveau de nappe, matériels utilisés, provenance et qualité des matériaux, phasages, plannings et précautions particulières).

Nous rappelons que les conditions d'exécution sont absolument prépondérantes pour obtenir le résultat attendu et qu'elles ne peuvent être définies précisément à l'heure actuelle.

## 5 Prédimensionnement des pieux sous chevêtre

### 5.1 Généralités

Il est prévu de fonder les structures du projet sur un système de fondations profondes de type pieux, qui seront ancrés dans le substratum argileux dont la cote du toit va de -10 à -9 NGF environ.

Le prédimensionnement est mené selon la Norme NF P 94-262+A1 de Juillet 2018. L'approche retenue est celle du « modèle de terrain ».

Les pieux devront être ancrés ***a minima*** de 3 diamètres ou 1.50 mètre **au sein du substratum argileux (formation n°3)**.

On tiendra compte des observations ci-dessous pour la réalisation des pieux :

- La présence de remblais comportant des blocs de béton, de très forte compacité, qui exige de recourir à des techniques spécifiques (carottage). On évitera le recours au trépan en contexte urbain avec de nombreux ouvrages avoisinants.
- La présence de sols pulvérulents sous le niveau de la nappe, jusqu'au substratum argileux.

Dans ces conditions, on envisage la réalisation d'une technique de **pieux forés** (classe 1), d'abord tubés provisoirement en tête (catégorie 4) jusqu'au toit du substratum argileux, puis forés simples (catégorie 1)

Compte tenu des descentes de charges prévisionnelles, on envisage de forer les pieux sous chaque chevêtre en diamètre 1000 mm.

**NOTE** : il appartiendra à l'Entrepreneur de s'assurer de l'adéquation de la technologie mise en œuvre et de son matériel avec les sols en présence révélés par les investigations géotechniques. **En particulier, les moyens engagés sur le chantier devront permettre de garantir les ancrages demandés.**

**L'Entreprise pourra proposer d'autres techniques de pieux sous réserve de leur justification et de leur adéquation avec le contexte.**

## 5.2 Hypothèses de dimensionnement

### 5.2.1 Béton des pieux

On considère d'un béton de classe C30/37, soit une  $f_{c,28} = 30$  MPa, en tenant compte du module à long terme du béton  $E = 10$  GPa.

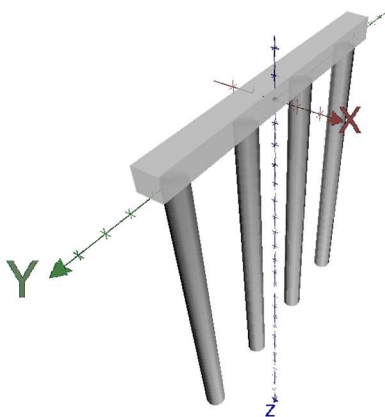
Les bétons devront être adaptés au contexte (PM-ES).

### 5.2.2 Caractéristiques géométriques

On suppose que les pieux seront forés en diamètre 1.0 m, avec une longueur de 14.5 m / sous-face des chevêtres (3.45 NGF).

Les coordonnées des pieux sont les suivantes :

	X (m) / centre chevêtre	Y (m) / centre chevêtre
Pieu n°1	0.00	-6.00
Pieu n°2	0.00	-2.00
Pieu n°3	0.00	2.00
Pieu n°4	0.00	6.00



### 5.2.3 Modèles géotechniques

➤ Culée C0 – Quai Alfred Giard (sondages PRS1 / SC1)

Formation - Nature du sol	1a – Remblai sableux lâche	1b – Remblai induré (blocs béton, briques)	2a – Sable argileux lâche	2b – Sable grésifié	3a – Argile raide	3b – Argile très raide
Base (NGF)	4.5	1.0	-1.8	-3.0	-10.1	< -24.7
$p_r^*$ (MPa)	0.23	2.04	0.22	0.81	1.00	2.14
$p_t^*$ (MPa)	0.40	2.04	0.35	1.33	1.63	3.24
$E_M$ (MPa)	2.1	21.2	4.1	22.2	20.7	47.3

Formation - Nature du sol	1a – Remblai sableux lâche	1b – Remblai induré (blocs béton, briques)	2a – Sable argileux lâche	2b – Sable grésifié	3a – Argile raide	3b – Argile très raide
$\alpha$	0.33	0.33	0.33	0.33	0.50	0.50

➤ Culée C1 – Quai Hazebrouck (sondages PRS2 / SC2)

Formation - Nature du sol	1a – Remblai lâche	1b – Remblai induré (blocs béton, briques)	2 – Sable moyennement dense	3a – Argile raide	3b – Argile très raide
Base (NGF)	3.0	1.4	-4.0	-9.0	< -23.3
$p_i^*$ (MPa)	0.14	1.43	0.72	1.20	2.48
$p_l^*$ (MPa)	0.22	1.43	1.03	1.81	3.86
$E_M$ (MPa)	1.4	47.2	35.0	17.5	68.6
$\alpha$	0.33	0.33	0.33	0.50	0.50

### 5.2.4 Données de terrain

On retiendra les hypothèses suivantes concernant le frottement latéral unitaire et le facteur de portance pressiométrique :

➤ Culée C0

Formation	1a – Remblai sableux lâche	1b – Remblai induré (blocs béton, briques)	2a – Sable argileux lâche	2b – Sable grésifié	3a – Argile raide	3b – Argile très raide
Base (NGF)	4.5	1.0	-1.8	-3.0	-10.1	< -24.7
Technique de pieu	<i>Formation purgée</i>	<i>FTR</i> (cat. 4)	<i>FTR</i> (cat. 4)	<i>FTR</i> (cat. 4)	<i>FS</i> (cat. 1)	<i>FS</i> (cat. 1)
Courbe		Q2	Q2	Q2	Q1	Q1
a		0.01	0.01	0.01	0.003	0.003
b		0.06	0.06	0.06	0.04	0.04
c		1.2	1.2	1.2	3.5	3.5
$\alpha_{\text{pieu-sol}}$		1.4	1.4	1.4	1.1	1.1
$q_s$ (kPa)		90 -> 0 <b>Frottements négligés*</b>	30.49	81.82	49.21	54.69
$k_{\text{pmax}}$		<i>Pas d'ancrage</i>	<i>Pas d'ancrage</i>	1.10	1.15	1.15

\* Compte tenu de l'hétérogénéité des remblais, le frottement latéral sera négligé au sein de ces horizons. La valeur de  $q_s$  (90 kPa) est donnée à titre indicatif pour le calcul de la répartition des efforts à l'aide de Groupie+ mais ne sera pas utilisée pour la vérification de portance.

➤ **Culée C1**

Formation	1a – Remblai lâche	1b – Remblai induré (blocs béton, briques)	2 – Sable moyennement dense	3a – Argile raide	3b – Argile très raide
Base (NGF)	3.0	1.4	-4	-9	< -23.3
Technique de pieu	FTR (cat. 4)	FTR (cat. 4)	FTR (cat. 4)	FS (cat. 1)	FS (cat. 1)
Courbe	Q2	Q2	Q2	Q1	Q1
a	0.01	0.01	0.01	0.003	0.003
b	0.06	0.06	0.06	0.04	0.04
c	1.2	1.2	1.2	3.5	3.5
$\alpha_{\text{pieu-sol}}$	1.4	1.4	1.4	1.1	1.1
$q_s$ (kPa)	20 -> 0 <b>Frottements négligés*</b>	85.32 -> 0 <b>Frottements négligés*</b>	69.82	47.24	52.18
$k_{p\text{max}}$	<i>Pas d'ancrage</i>	<i>Pas d'ancrage</i>	1.10	1.15	1.15

\* Compte tenu de l'hétérogénéité des remblais, le frottement latéral sera négligé au sein de ces horizons. Les valeurs de  $q_s$  sont données à titre indicatif pour le calcul de la répartition des efforts à l'aide de Groupie+ mais ne seront pas prises en compte pour les vérifications de portance.

La valeur de  $k_p$  est obtenue selon l'encastrement relatif  $D_{\text{ef}}$  :

- Si  $D_{\text{ef}}/B > 5$ , on prend  $k_p = k_{p\text{max}}$
- Si  $D_{\text{ef}}/B < 5$ , on prend  $k_p (D_{\text{ef}}/B) = 1,0 + (k_{p\text{max}} - 1,0) \cdot (D_{\text{ef}}/B)/5$ .

### 5.2.5 Coefficients du modèle

S'agissant d'une procédure « modèle de terrain », on retiendra, pour des pieux ancrés dans les matériaux argileux de la formation n°3 :

	Compression	Traction
$\gamma_{R,d1}$	1.15	1.40
$\gamma_{R,d2}$	1.10	1.10

### 5.2.6 Pondérations

**Aux Etats Limites Ultimes :**

Facteurs partiels de résistance	$\gamma_b$	$\gamma_s$	$\gamma_t$
Situations durables et transitoires	1.10	1.10	1.10
Situations accidentelles	1.00	1.00	1.00

**Aux Etats Limites de Services :**

Facteurs partiels de résistance	Résistance	Symboles	Valeurs
ELS Caractéristique	Fût en compression	$\gamma_{cr}$	0.9
ELS Quasi-Permanent	Fût en compression	$\gamma_{cr}$	1.1

### 5.3 Distribution des efforts dans les pieux

La répartition des efforts dans les pieux est obtenue à l'aide du module Groupie+ du logiciel Foxta distribué par Terrasol.

Les charges sont supposées de longue durée d'application.

#### 5.3.1 Pieux de la culée C0

On rappelle ci-dessous les efforts issus des descentes de charges transmises :

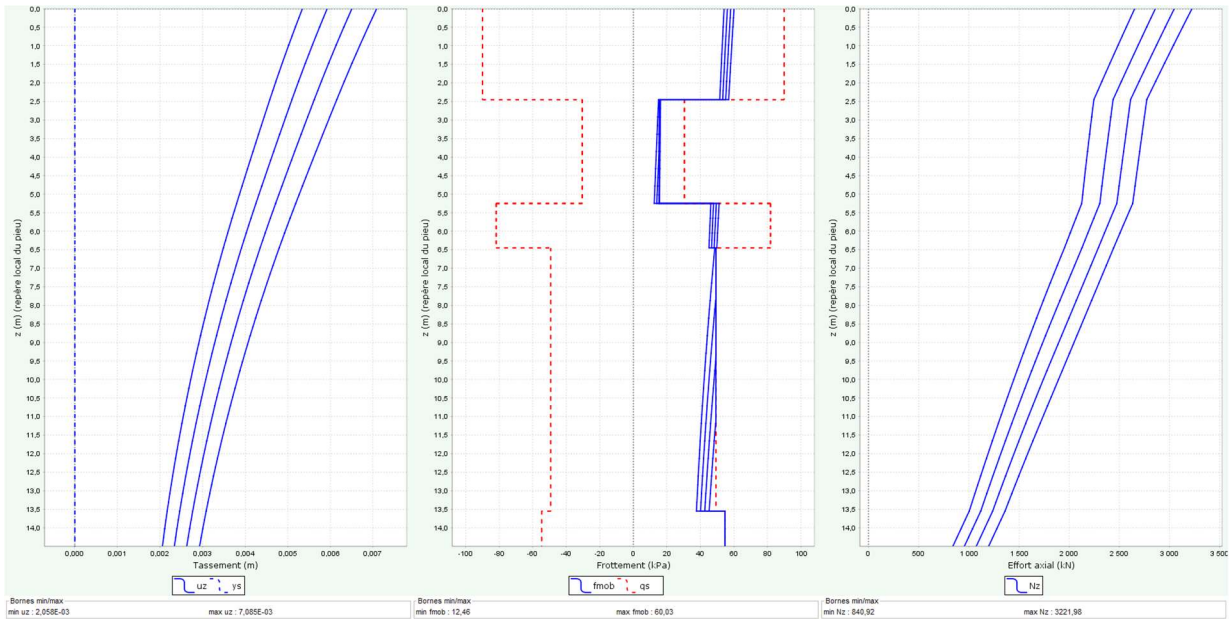
Etat-limite	Tx (kN)	My (kN.m)	Ty (kN)	Mx (kN.m)	Tz (kN)	Mz (kN.m)
ELS QP	-13.00	34.10	0.00	0.00	5804.60	0.00
ELS QP	-23.50	18.60	0.00	0.00	6148.30	0.00
ELS CARA	387.70	47.40	55.20	2710.20	5789.50	-59.20
ELS CARA	-32.60	-582.50	-2.50	-2710.20	8529.90	61.70
ELU FOND	516.20	66.60	83.10	4138.20	7815.80	-90.20
ELU FOND	-45.90	-775.70	-4.00	-3913.70	11777.40	94.70

Le tableau ci-dessous détaille les efforts min/max obtenus dans les pieux pour chaque état-limite :

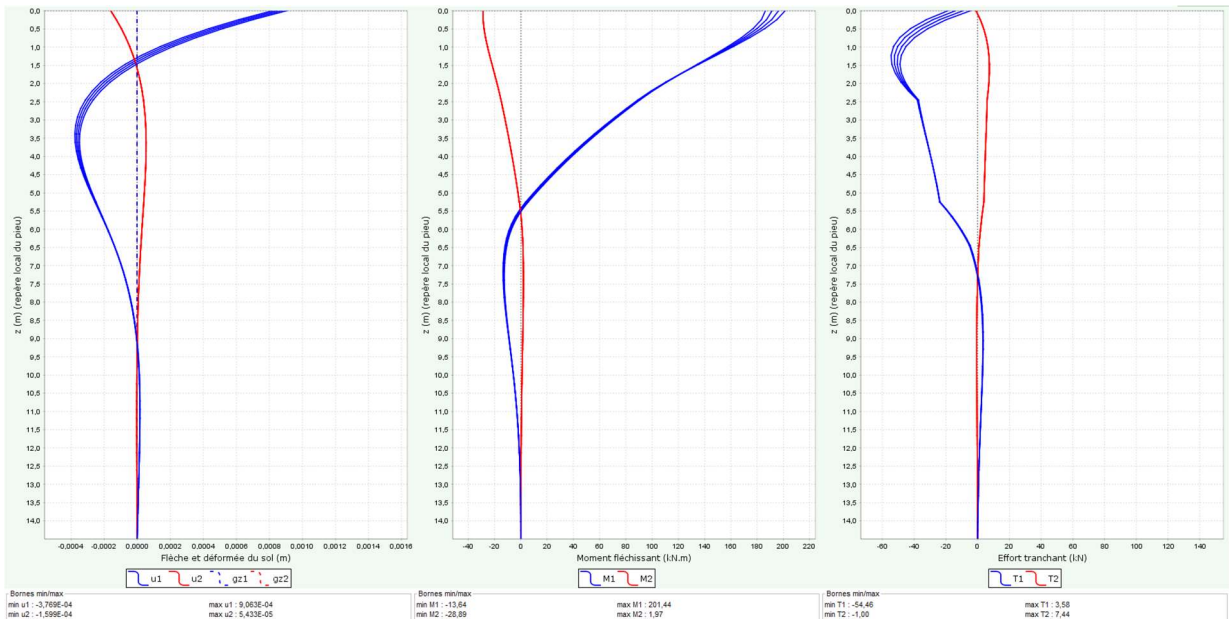
Etat-limite	Flèche horizontale maximale (mm)	Moment fléchissant (kN.m)	Tassement (mm)	Effort axial (kN)
ELS QP	< 1	-9.49	2	1537.08
ELS CARA	1	150.52	4	2328.93
ELU FOND	1 à 2	201.44	7	3221.98

Les courbes de la combinaison la plus défavorable (ELU FOND) pour la portance et vis-à-vis des efforts transversaux sont présentées ci-dessous :





Tassement (m) / Frottement (kPa) / Effort axial (kN)



Flèche (m) / Moment fléchissant (kN.m) / Effort tranchant (kN)

### 5.3.2 Pieux de la culée C1

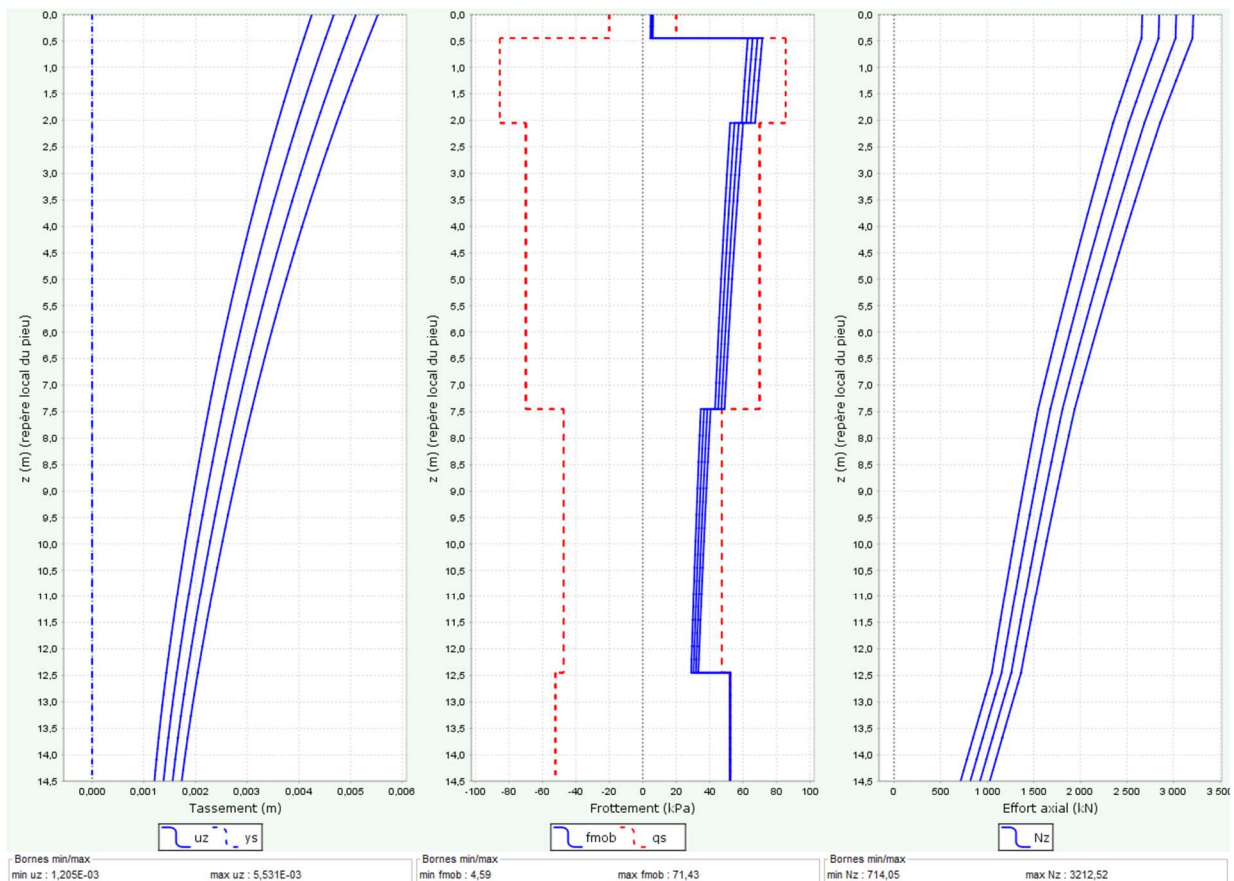
On rappelle ci-dessous les efforts issus des descentes de charges transmises :

Etat-limite	Tx (kN)	My (kN.m)	Ty (kN)	Mx (kN.m)	Tz (kN)	Mz (kN.m)
ELS QP	23.50	-18.60	0.00	0.00	5796.10	0.00
ELS QP	13.00	-34.10	0.00	0.00	6138.90	0.00
ELS CARA	32.60	-12.10	55.40	2586.40	5796.10	-60.10
ELS CARA	8.60	-47.30	-2.40	-2586.40	8511.90	51.10
ELU FOND	45.90	-22.20	83.30	3966.00	7824.80	-95.90
ELU FOND	15.60	-66.60	-3.80	-3742.70	11753.20	82.40

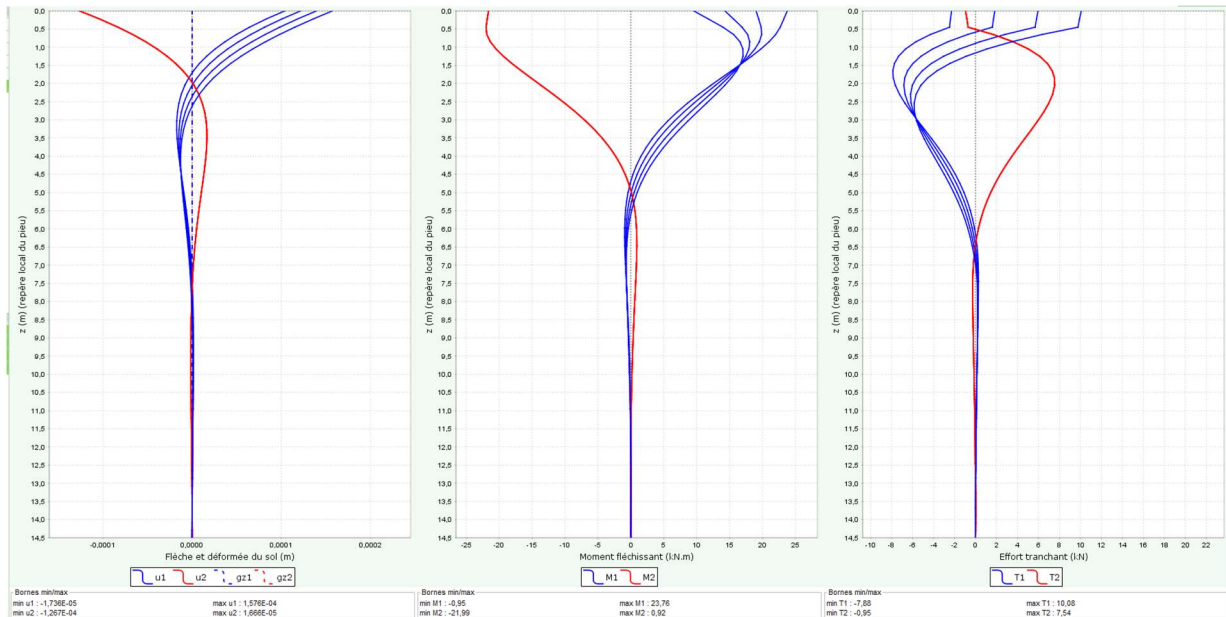
Le tableau ci-dessous détaille les efforts min/max obtenus dans les pieux pour chaque état-limite :

Etat-limite	Flèche horizontale maximale (mm)	Moment fléchissant (kN.m)	Tassement (mm)	Effort axial (kN)
ELS QP	< 1	-0.4 à 10.6	2	1534.7
ELS CARA	< 1	-14.2 à 16.2	3	2317.8
ELU FOND	< 1	-22.0 à 23.8	6	3212.5

Les courbes de la combinaison la plus défavorable (ELU FOND) pour la portance et vis-à-vis des efforts transversaux sont présentées ci-dessous :



Tassement (m) / Frottement (kPa) / Effort axial (kN)



Flèche (m) / Moment fléchissant (kN.m) / Effort tranchant (kN)

La section minimale d'acier définie par la norme (0.5 %) permettra d'assurer la reprise des efforts imposés dans les pieux.

## 5.4 Vérification (STR) du béton des pieux

La résistance en compression du béton est évaluée selon les principes définis dans la NF P 94-262.

On retiendra la valeur caractéristique de résistance en compression du béton suivante :

$$f_{ck}^* = \inf(f_{ck}(t); C_{max}; f_{ck}) \frac{1}{k_1 k_2}$$

Aux ELS, la contrainte dans le béton à ne pas dépasser est de  $0.3 \times k_3 \times f_{ck}^*$ .

Aux ELU durables et transitoires, la contrainte dans le béton à ne pas dépasser est de  $\alpha_{cc} \times k_3 \times f_{ck}^* / \gamma_c$  où :

- $\alpha_{cc}$  est un coefficient pris égal à 1.0 dans le cas d'un pieu armé,
- $k_3$  est pris égal à 1.2 **avec contrôle renforcé**,
- $\gamma_c$  est égal à 1.5 à l'ELU Fondamental.

En considérant les hypothèses suivantes :

Pieux de classe 1	
Ø (m)	1.00
Longueur (m)	14.5 à 16.0 (B/L > 1/20)
$f_{c28}$ (MPa)	30

$k_1$	1.3
$k_2$	1
$k_3$	1.2 ( <b>contrôle renforcé</b> )
$C_{max}$	25
$\alpha_{cc}$	1.0 ( <b>pieu armé</b> )
$\gamma_c$	1.5

Avec ces hypothèses, il vient les efforts *maxima* suivants :

Diamètre (m)		1.00
$f_{ck}^*$ (MPa)		19.23
ELS CARA C	Contrainte maximale (MPa)	6.923
	Charge maximale (kN)	5437.37
ELU FOND	Contrainte maximale (MPa)	15.38
	Charge maximale (kN)	12083.05

Les efforts imposés aux pieux (jusqu'à 2328.98 kN à l'ELS CARA et 3222.07 à l'ELU FOND) sont inférieurs à la résistance du béton des pieux.

## 5.5 Résultats en compression et dimensionnement des pieux du projet

### ➤ Culée C0

Pour un **pieu foré tubé à virole récupérée (classe 1 – catégorie 4)** sur les 5.8 premiers mètres, puis **foré simple (classe 1 – catégorie 1)** au-delà, de **diamètre 1000 mm**, on obtient les capacités portantes ci-dessous en kN :

Prof. (m) / 3.45 NGF	$R_{c;d}$ ELU Fond. (kN)	$R_{c;d}$ ELU Acc. (kN)	$R_{c;cr;d}$ ELS Carac. (kN)	$R_{c;cr;d}$ ELS QP. (kN)
14.5	3421.6	3764.2	2415.4	1975.6

### ➤ Culée C1

Pour un **pieu foré tubé à virole récupérée (classe 1 – catégorie 4)** sur les 7.45 premiers mètres, puis **foré simple (classe 1 – catégorie 1)** au-delà, de **diamètre 1000 mm**, on obtient les capacités portantes ci-dessous en kN :

Prof. (m) / 3.45 NGF	$R_{c;d}$ ELU Fond. (kN)	$R_{c;d}$ ELU Acc. (kN)	$R_{c;cr;d}$ ELS Carac. (kN)	$R_{c;cr;d}$ ELS QP. (kN)
14.5	3235.5	3559.4	2376.1	1943.3

Avec :  $R_{c;d}$  : valeur de calcul de la portance pour la combinaison correspondante (ELU Fondamental ou Accidentel),

$R_{c;cr;d}$  : valeur de calcul de la charge de fluage de compression pour la combinaison correspondante (ELS Caractéristique ou Quasi-Permanent).

## 5.6 Dimensionnement des pieux du projet

Au droit de la culée C0, les efforts étaient les suivants :

Etat-limite	Effort axial (kN)
ELS QP	1537.08
ELS CARA	2328.93
ELU FOND	3221.98

Au droit de la culée C1, les efforts étaient les suivants :

Etat-limite	Effort axial (kN)
ELS QP	1534.7
ELS CARA	2317.8
ELU FOND	3212.5

Compte tenu des éléments précédents, il sera possible de forer les pieux du projet en diamètre 1.00 m et de les descendre jusqu'à 14.5 m de profondeur par rapport à la cote 3.45 NGF.

## 5.7 Matrices de rigidité des pieux

On propose de donner les matrices de rigidité des pieux dans leur domaine élastique, en champs libre.

### ➤ Culée C0

On rappelle le modèle géotechnique retenu pour le calcul de la matrice :

Formation - Nature du sol	1a – Remblai sableux lâche	1b – Remblai induré (blocs béton, briques)	2a – Sable argileux lâche	2b – Sable grésifié	3a – Argile raide	3b – Argile très raide
Base (NGF)	4.5	1.0	-1.8	-3.0	-10.1	< -24.7
Prof. (m) / 3.45 NGF	1.05	2.45	5.25	6.45	13.55	> 28.15
$p_r^*$ (MPa)	0.23	2.04	0.22	0.81	1.00	2.14
$p_i^*$ (MPa)	0.40	2.04	0.35	1.33	1.63	3.24
$E_M$ (MPa)	2.1	21.2	4.1	22.2	20.7	47.3
$\alpha$	0.33	0.33	0.33	0.33	0.50	0.50
$Kf_{longue\ durée}$ (MPa/m)	7.701	77.747	15.036	81.414	56.939	130.108
$Kf_{courte\ durée}$ (MPa/m)	15.403	155.493	30.072	162.828	113.879	260.215
$Kf_{sismique}$ (MPa/m)	46.208	466.480	90.215	488.483	341.636	780.646

La matrice de rigidité obtenue est la suivante :

$$\begin{pmatrix} K_V & 0 & 0 \\ 0 & K_{HH} & K_{HM} \\ 0 & K_{MH} & K_{MM} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} s \\ y \\ \theta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V \\ H \\ M \end{pmatrix} \text{ avec :}$$

Sous sollicitations de longues durées d'application (sens B) :

$K_{HH}$  : 95752.50 kN/m -  $K_{HM}$  : -144799.01 kN  
 $K_{MH}$  : -144799.01 kN -  $K_{MM}$  : 373857.27 m.kN/rad et  $k_v = E.S/L = 544827.59$  kPa.m

Sous sollicitations de courtes durées d'application (sens B) :

$K_{HH}$  : 191504.99 kN/m -  $K_{HM}$  : -289598.01 kN  
 $K_{MH}$  : -289598.01 kN -  $K_{MM}$  : 747714.54 m.kN/rad et  $k_v = E.S/L = 1089655.17$  kPa.m

Sous sollicitations de durées très brèves (sens B) :

$K_{HH}$  : 466582.42 kN/m -  $K_{HM}$  : -624113.31 kN  
 $K_{MH}$  : -624113.31 kN -  $K_{MM}$  : 1360286.21 m.kN/rad et  $k_v = E.S/L = 1634482.76$  kPa.m

### ➤ Culée C1

On rappelle le modèle géotechnique retenu pour le calcul de la matrice :

Formation - Nature du sol	1a – Remblai lâche	1b – Remblai induré (blocs béton, briques)	2 – Sable moyennement dense	3a – Argile raide	3b – Argile très raide
Base (NGF)	3.0	1.4	-4.0	-9.0	< -23.3
Prof. (m) / 3.45 NGF	0.45	2.05	7.45	12.45	> 26.75
$p_i^*$ (MPa)	0.14	1.43	0.72	1.20	2.48
$p^*$ (MPa)	0.22	1.43	1.03	1.81	3.86
$E_M$ (MPa)	1.4	47.2	35.0	17.5	68.6
$\alpha$	0.33	0.33	0.33	0.50	0.50
$K_f$ longue durée (MPa/m)	5.134	173.096	128.355	48.137	188.697
$K_f$ courte durée (MPa/m)	10.268	346.192	256.710	96.274	377.395
$K_f$ sismique (MPa/m)	30.805	1038.577	770.131	288.823	1132.185

La matrice de rigidité obtenue est la suivante :

$$\begin{pmatrix} K_V & 0 & 0 \\ 0 & K_{HH} & K_{HM} \\ 0 & K_{MH} & K_{MM} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} s \\ y \\ \theta \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} V \\ H \\ M \end{pmatrix} \text{ avec :}$$

Sous sollicitations de longues durées d'application (sens B) :

$K_{HH}$  : 231331.71 kN/m -  $K_{HM}$  : -266185.8 kN  
 $K_{MH}$  : -266185.8 kN -  $K_{MM}$  : 519493.81 m.kN/rad et  $k_v = E.S/L = 544827.59$  kPa.m

Sous sollicitations de courtes durées d'application (sens B) :

$K_{HH}$  : 462663.42 kN/m -  $K_{HM}$  : -532371.6 kN  
 $K_{MH}$  : -532371.6 kN -  $K_{MM}$  : 1038987.62 m.kN/rad et  $k_v = E.S/L = 1089655.17$  kPa.m

Sous sollicitations de durées très brèves (sens B) :

$K_{HH}$  : 1109799.54 kN/m -  $K_{HM}$  : -1111662.08 kN  
 $K_{MH}$  : -1111662.08 kN -  $K_{MM}$  : 1849139.78 m.kN/rad et  $k_v = E.S/L = 1634482.76$  kPa.m

## 5.8 Exécution et contrôles

Les pieux seront réalisés selon les prescriptions de la Norme NF EN 1536+A1 de Novembre 2015.

Les sujétions d'exécution sont liées :

- Au respect des conditions d'ancrage, dans les argiles très raides de la formation n°3b
- A la présence de la nappe à faible profondeur,
- A la présence de matériaux de remblai pulvérulents, sous le niveau de la nappe, qui nécessitera de mettre en place un tubage provisoire,
- A la présence de blocs indurés (béton) dans les remblais. La réalisation des nouveaux pieux pourra nécessiter des pré-carottages.
- **Au risque de soupapage et pistonnage des niveaux pulvérulents aquifères.** On veillera à effectuer des remontées lentes du dispositif de tubage. De plus, compte-tenu de la mise en œuvre d'un tubage dans des sols pulvérulents sous nappe, on maintiendra une surpression interne d'au moins 1.0 m au-dessus du niveau piézométrique le plus élevé à l'intérieur du tubage par une charge d'eau ou par tout autre fluide approprié, jusqu'à ce que le pieu foré ait été bétonné (conformément à la NF EN 1536).

Lors de la réalisation des pieux, il conviendra :

- D'utiliser une technique de forage adaptée aux sols rencontrés,
- De contrôler soigneusement les sols extraits pour s'assurer de l'ancrage des pieux dans le substratum argileux
- De mesurer précisément les volumes de béton ; nous attirons d'ailleurs l'attention sur les risques de surconsommation de béton,
- De prévoir un type de ciment adapté à l'environnement auquel le béton est exposé (**PM-ES**).

On accordera une attention particulière à l'implantation des pieux, pour limiter les moments en flexion générés par les excentremets.

**L'entrepreneur vérifiera que le type de pieux et la puissance du matériel qu'il propose permettront de réaliser les ancrages demandés pour assurer les capacités portantes retenues.**

**Bien que la NF P 94-262 ne soit pas prescriptive, nous recommandons vivement la réalisation d'essais pour contrôler l'intégrité des pieux finis, afin de vérifier leur géométrie et le bon état des matériaux mis en place.**

Le cas échéant, on envisagera d'équiper une partie des pieux au moyen de tubes d'auscultation pour permettre l'application de la méthode sonique par transparence, qui nous semble être la plus appropriée.

## 6 Observations majeures

**On s'assurera que la stabilité des ouvrages et des sols avoisinants le projet est assurée pendant et après la réalisation de ce dernier.**

**Tous les éléments en acier de la structure devront faire l'objet d'une justification par un bureau d'étude structure.**

Les conclusions du présent rapport ne sont valables que sous réserve des conditions générales des missions géotechniques de l'Union Syndicale Géotechnique fournies en annexe 1 (norme NF P94-500 de novembre 2013).

Après réalisation de la mission G2PRO, conformément à la norme NF P94-500 de novembre 2013, l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique sera nécessaire pour contribuer à la maîtrise des risques géologiques.

Ainsi une étude et un suivi géotechniques d'exécution seront à réaliser par l'entreprise adjudicatrice des travaux. Elle permettra d'adapter la présente note de calcul à ses moyens et méthodologies et de réduire les risques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures d'adaptation ou d'optimisation (mission G3, suivant la norme NFP 94-500).

Une supervision géotechnique d'exécution (mission G4 suivant la norme NFP 94-500), à la charge du maître d'ouvrage, permettra de vérifier la conformité de l'étude et du suivi géotechniques d'exécution, conformément aux objectifs du projet.

GINGER CEBTP peut prendre en charge cette mission de supervision géotechnique d'exécution.



## ***ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES***

- Classification des missions types d'ingénierie géotechnique,
- Schéma d'enchaînement des missions types d'ingénierie géotechnique.

Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

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

**Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique**

<p>L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.</p>
<p><b>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</b></p> <p>Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.</li> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.</li> </ul> <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).</li> </ul>
<p><b>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</b></p> <p>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 :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— 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.</li> </ul> <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— 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.</li> </ul> <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).</li> <li>— 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.</li> </ul>

**Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)**

<p><b>ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)</b></p> <p><b>ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)</b></p> <p>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 :</p> <p><i>Phase Étude</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles).</li> <li>— Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi.</li> </ul> <p><i>Phase Suivi</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude.</li> <li>— 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).</li> <li>— Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO)</li> </ul> <p><b>SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)</b></p> <p>Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :</p> <p><i>Phase Supervision de l'étude d'exécution</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— 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.</li> </ul> <p><i>Phase Supervision du suivi d'exécution</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— 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).</li> <li>— donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.</li> </ul> <p><b>DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)</b></p> <p>Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.</li> <li>— Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).</li> </ul>
---

## ***ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES***

# Plan d'implantation des investigations

Investigations géotechniques

Pont Napoléon à WIMEREUX (62)

Ville de WIMEREUX

Affaire : 44996

- Légende et échelle :**
- 📍 Sondage carotté
  - 📍 Sondage pressiométrique
  - 📍 Sondage pénétrométrique
- Echelle : 1/500

NORD



## ***ANNEXE 3 – SONDAGES ET ESSAIS IN-SITU***



# SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

# PRS1

Affaire : 44996

Localité : Pont Napoléon à WIMEREUX (62)

Chantier : Investigations géotechniques

Client : Ville de WIMEREUX

X : 1601884.5095

Date début de forage : 26/09/2024

Echelle : 1/175

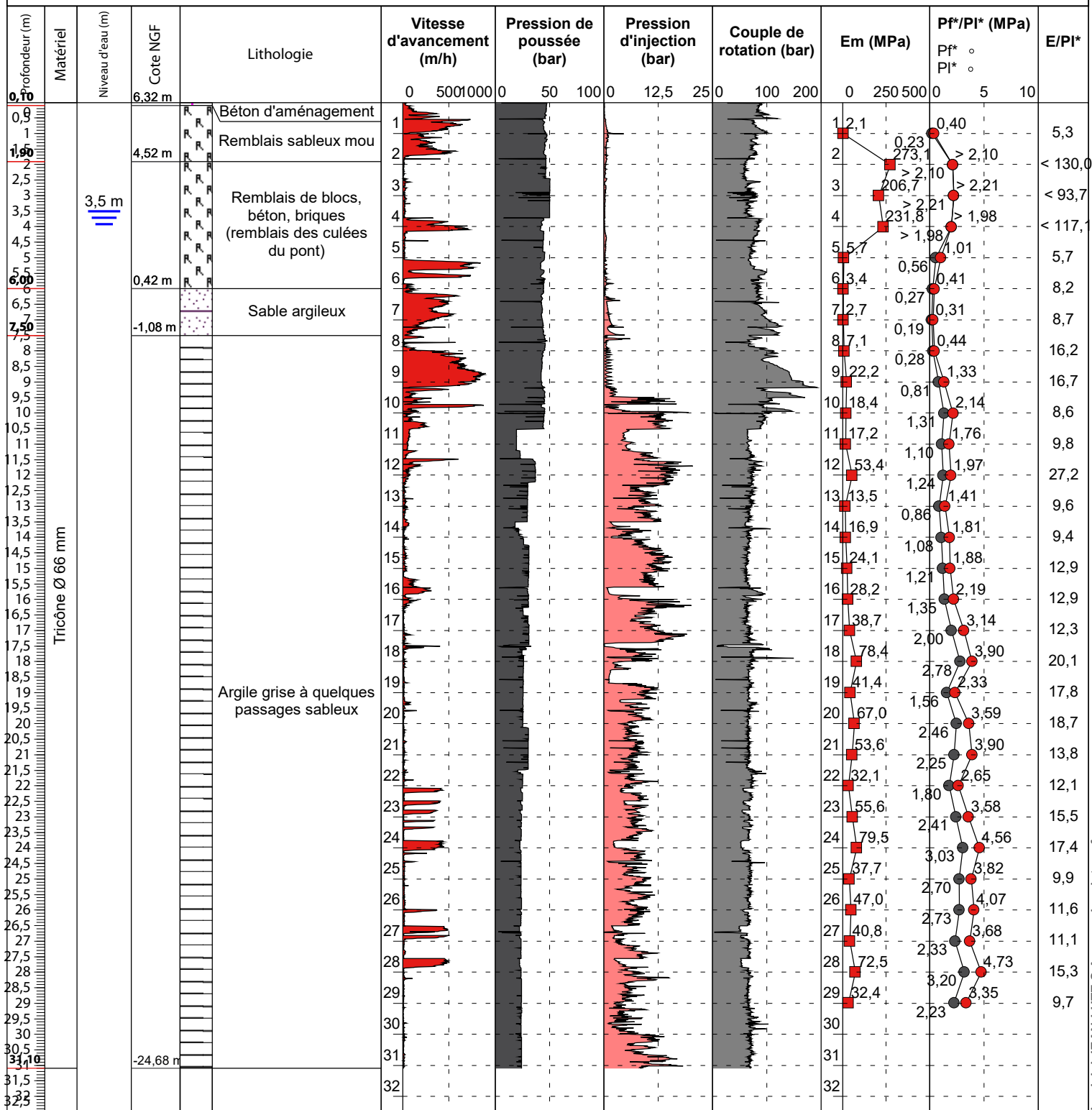
Y : 9286566.4863

Date fin de forage : 26/09/2024

Machine : EMCI 7.50

Z : +6.42 NGF

Profondeur de fin : 31,10m



Observation : Niveau d'au après forage vers 3.50 m/TA

EXGTE 3.23/LB2EPF584FR

Log tariere V0 du 17/03/2021





# SONDAGE PRESSIOMETRIQUE

# PRS2

Affaire : **44996**

Localité : **Pont Napoléon à WIMEREUX (62)**

Chantier : **Investigations géotechniques**

Client : **Ville de WIMEREUX**

X : **1601888.1085**

Date début de forage : **03/10/2024**

Echelle : **1/175**

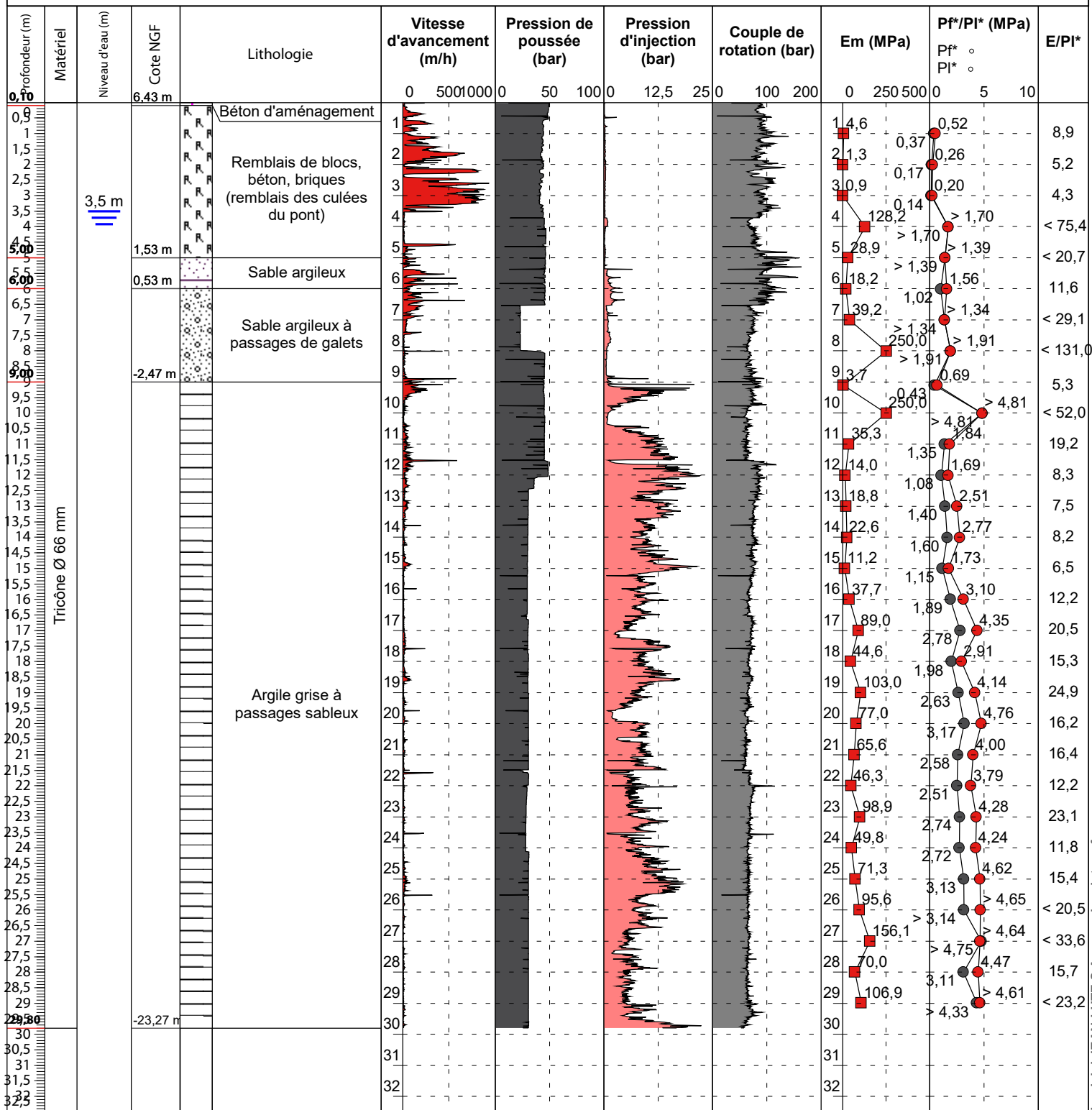
Y : **9286603.6223**

Date fin de forage : **03/10/2024**

Machine : **EMCI 7.50**

Z : **+6.53 NGF**

Profondeur de fin : **29,80m**



Observation : Niveau d'au après forage vers 3.50 m/TA

EXGTE 3.23/LB2EPF584FR

Log tariere V0 du 17/03/2021



# SONDAGE CAROTTE

# SC1

Affaire : **44996**

Localité : **Pont Napoléon à WIMEREUX (62)**

Chantier : **Investigations géotechniques**

Client : Ville de WIMEREUX

X : 1601884.449

Date début de forage : 19/11/2024

Echelle : 1/100

Y : 9286565.736

Date fin de forage : 21/09/2024

Machine : EMCI 7.50

Z : +6.5 NGF

Profondeur de fin : 15,00m

Profondeur (m)	Niveau d'eau (m)	Cote NGF	Lithologie	Outil	Tubage/Fluide	Equipement forage	Taux de récupération			Résultats d'essais ou observations		
							0	50	100			
0		6,40 m	Béton									
0,5			0,10 m									
1			Sable coquillés beige (peu d'échantillons)	T6 Ø 116 mm	Eau	PW Ø 140 mm						
1,5												
2												
2,5												
3		3,50 m	3,00 m									
3,5			Alternance sable gris, blocs calcaires et béton									
4												
4,5		2,00 m	4,50 m									
5			Sable gris coquillés, galets et quelques silex	LS Ø 114 mm								
5,5		1,30 m	5,20 m									
6			Limon sableux marron									
6,5		0,20 m	6,30 m									
7		-0,40 m	6,90 m									
7,5		-0,65 m	6,90 m									
8		-1,00 m	7,15 m									
8,5			Limon sableux marron veiné gris									
9												
9,5		-1,80 m	7,50 m									
10			Sable grésifié gris en plaquettes									
10,5												
11		-2,30 m	8,30 m									
11,5			Sable gris coquillé									
12												
12,5		-3,00 m	8,80 m									
13			Grès gris	T6 Ø 116 mm	Eau							
13,5			Alternance grès et sable gris									
14			9,50 m									
14,5			Argile gris foncé									
15		-5,50 m	12,00 m									
15,5												
16		-6,00 m	12,50 m									
16,5			Sable grésifié gris									
17												
17,5		-7,00 m	13,50 m									
18			Argile grise foncée									
18,5		-7,20 m	13,70 m									
			Sable grésifié gris									
		-8,50 m	15,00 m									
			Argile gris foncé									

Observation :

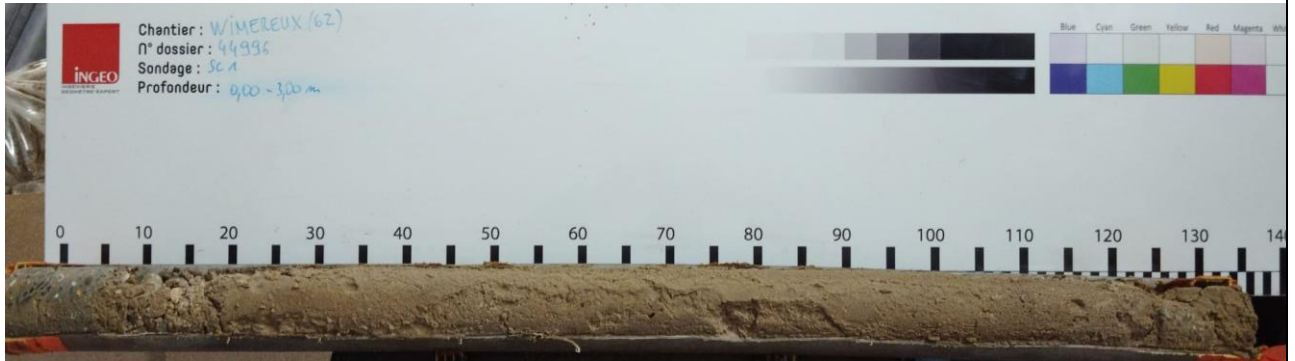


## Investigations géotechniques

SC1 : 0.00-3.00 m  
WIMEREUX (62)

44996

Ville de WIMEREUX



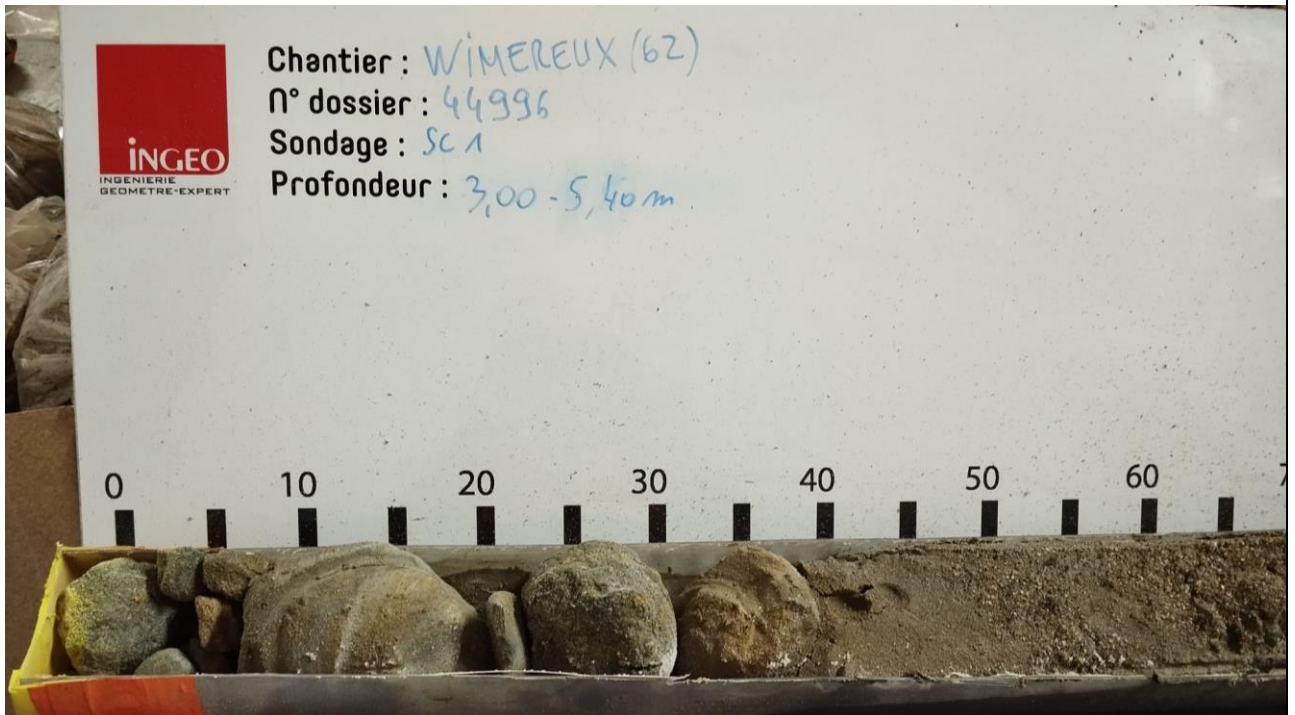
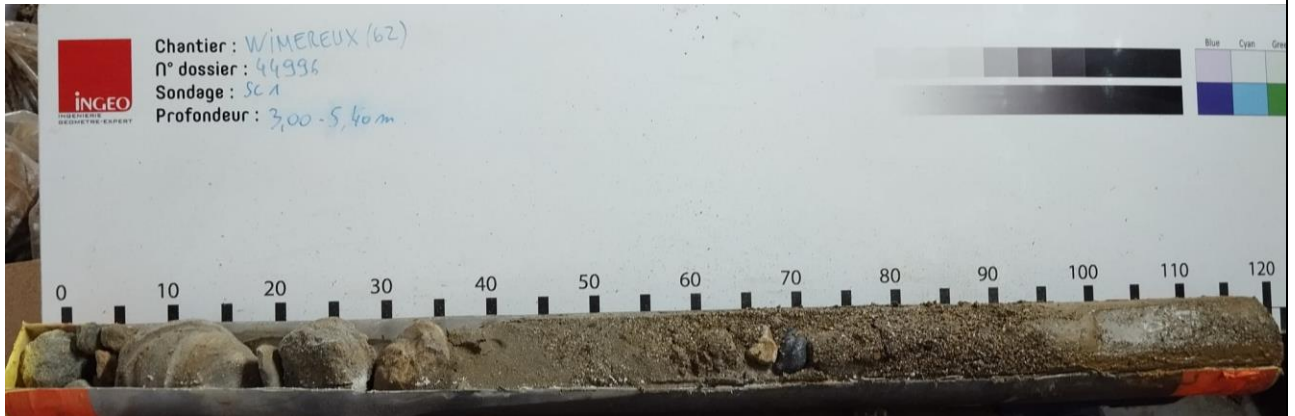


## Investigations géotechniques

SC1 : 3.00-5.40m  
WIMEREUX (62)

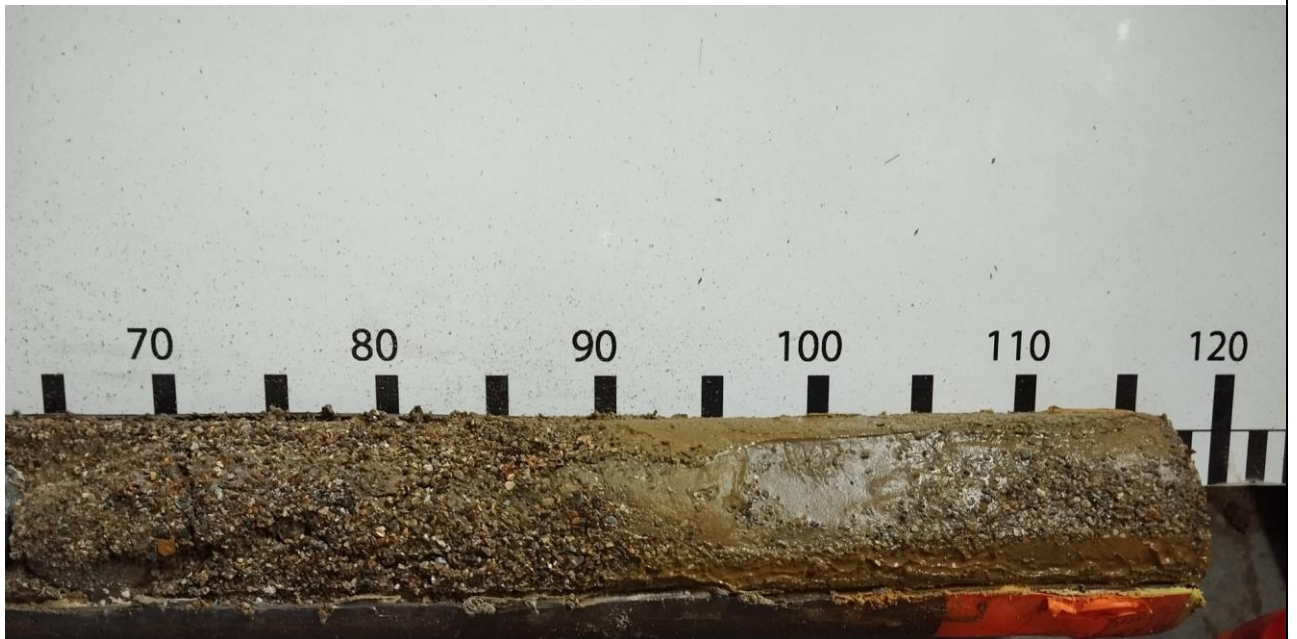
44996

Ville de WIMEREUX



X (62)

40m



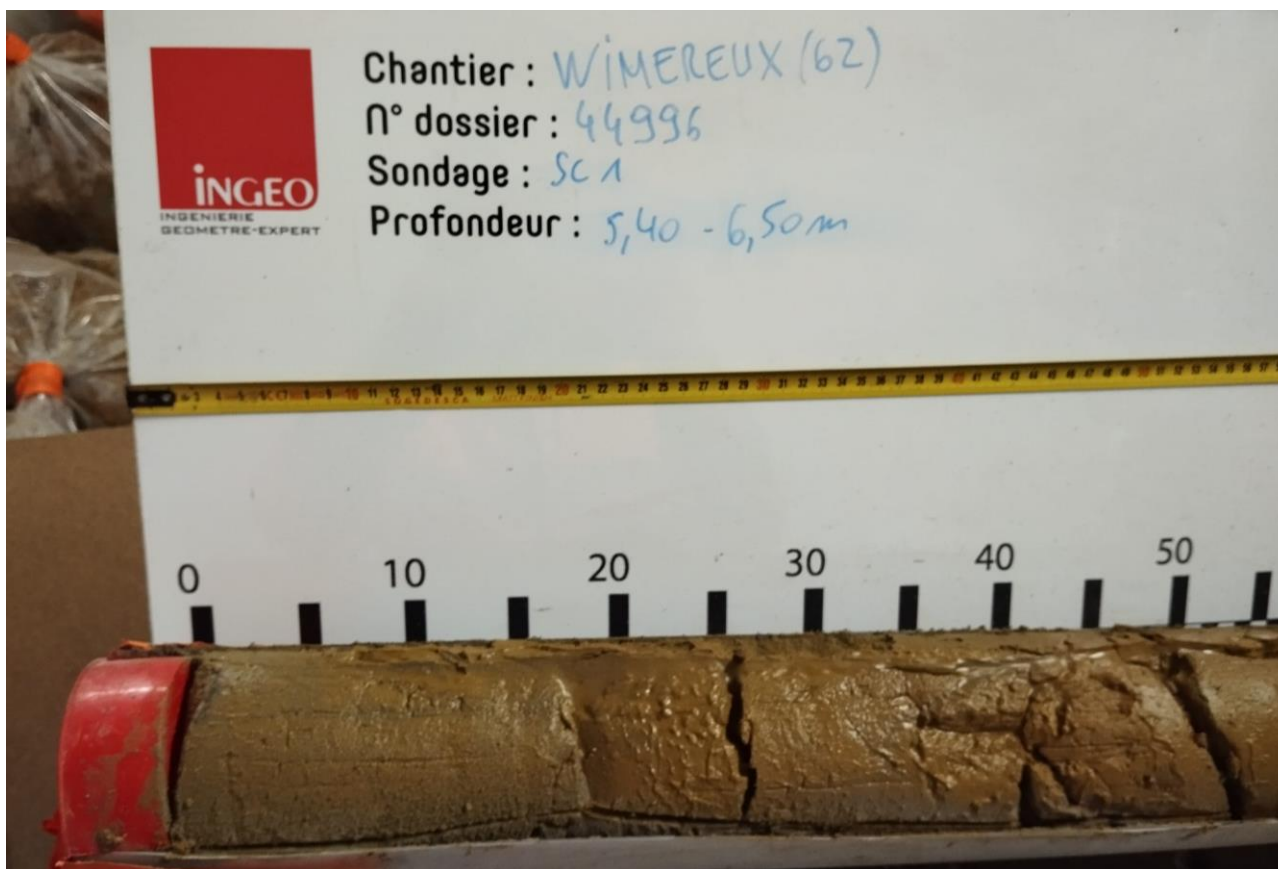
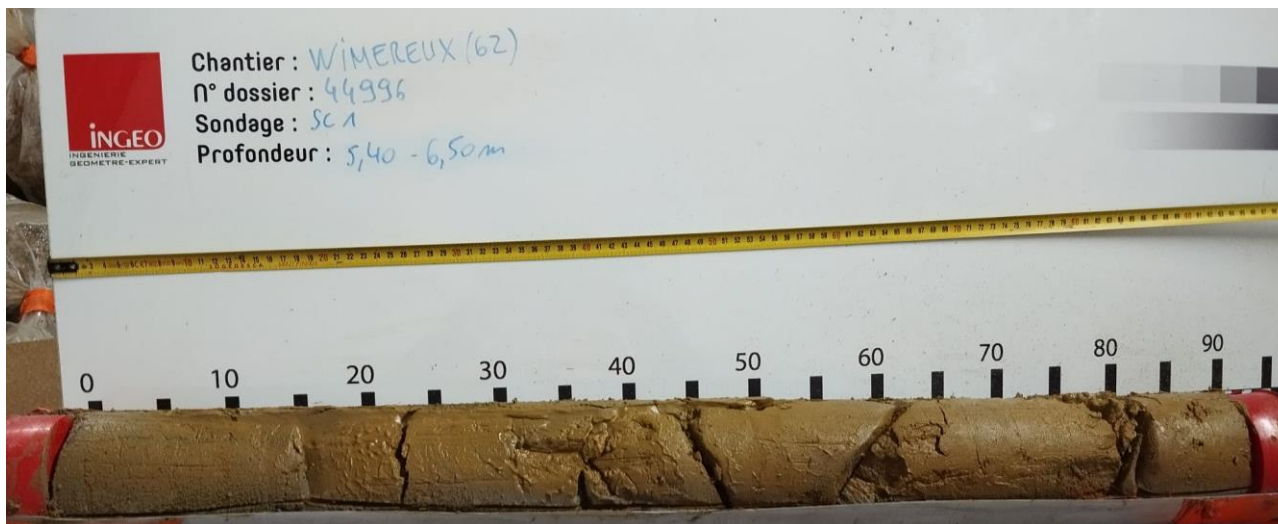


## Investigations géotechniques

SC1 : 5.40-6.30 m  
WIMEREUX (62)

44996

Ville de WIMEREUX



UX (62)

6,50m



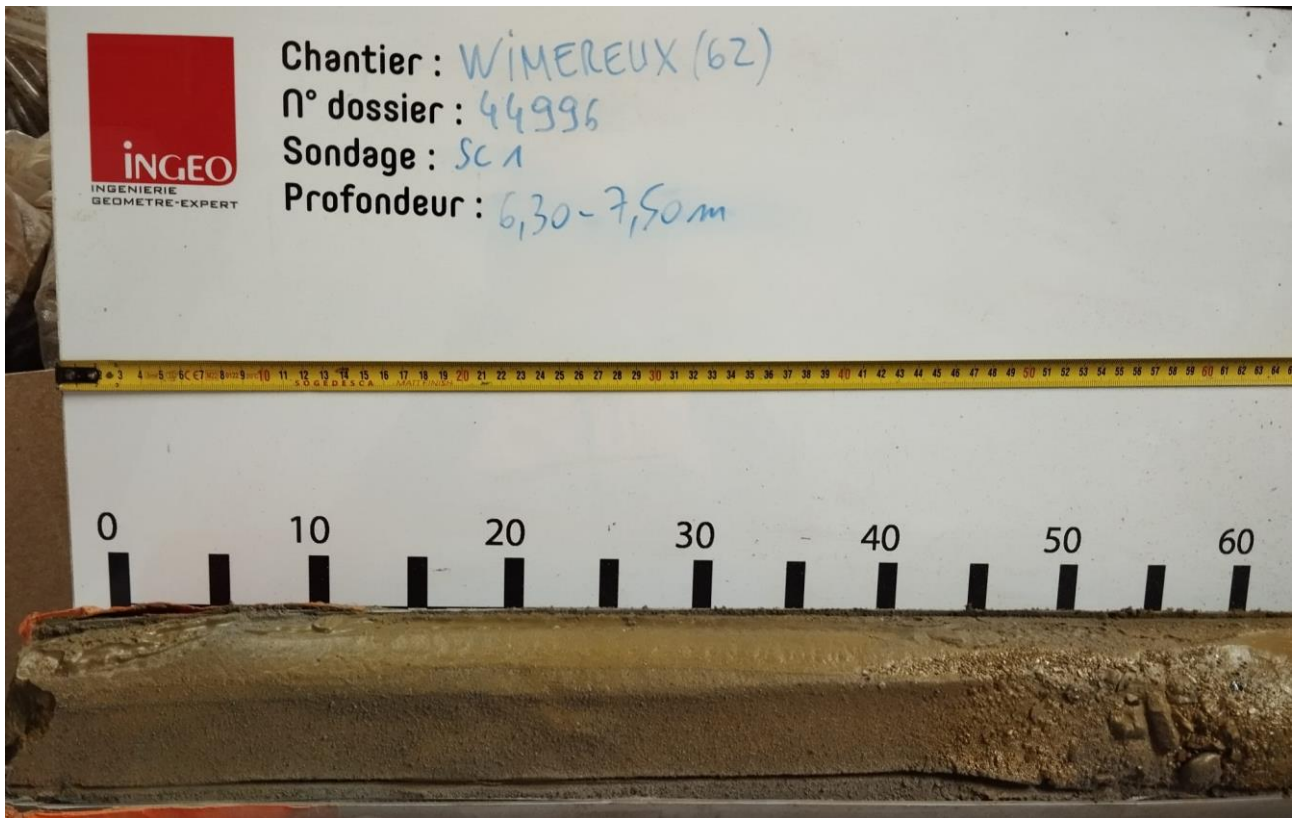
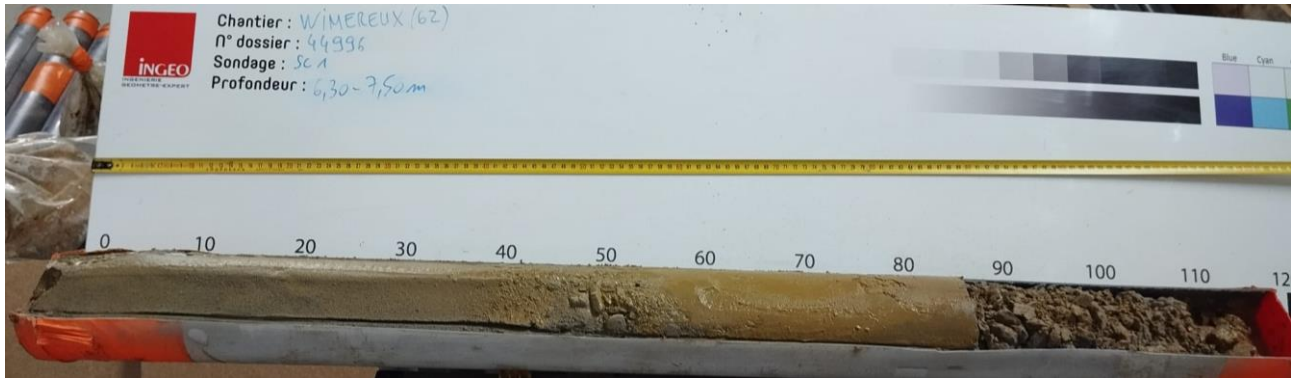


## Investigations géotechniques

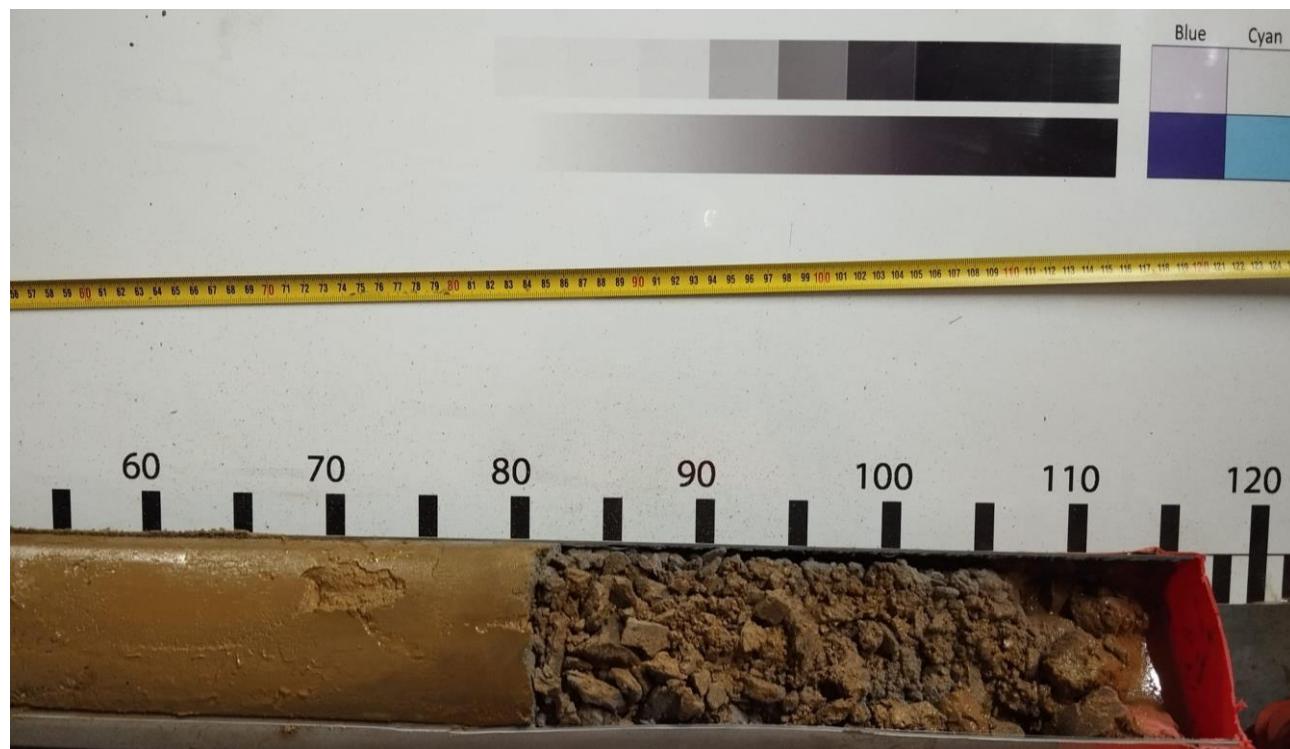
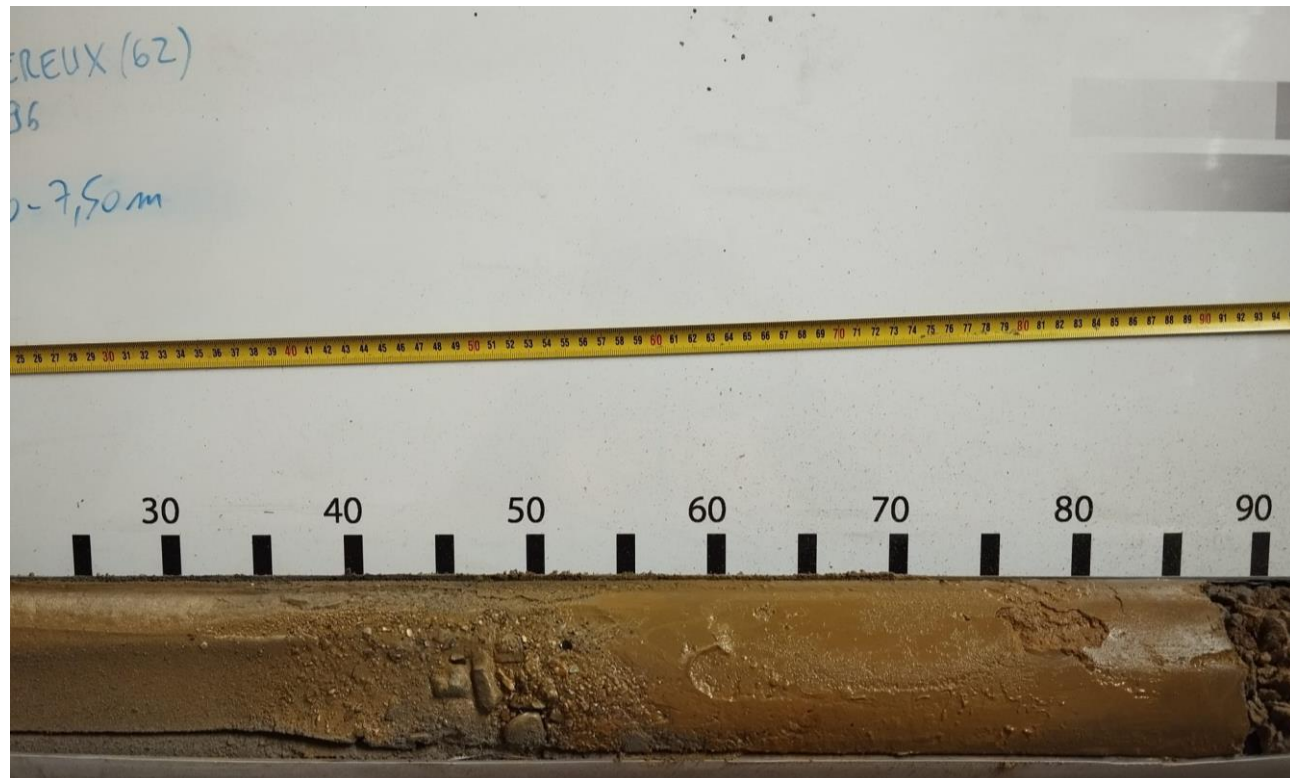
SC1 : 6.30-7.50 m  
WIMEREUX (62)

44996

Ville de WIMEREUX







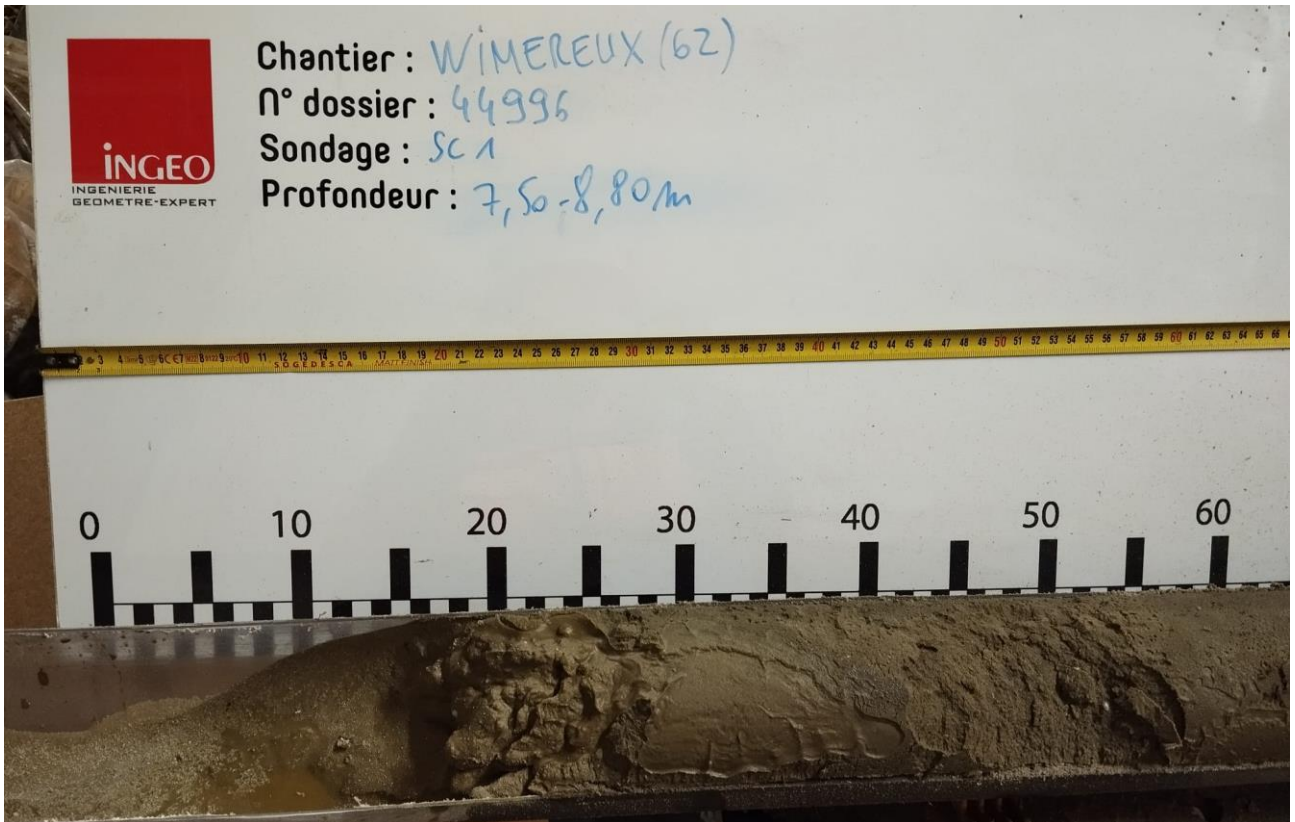
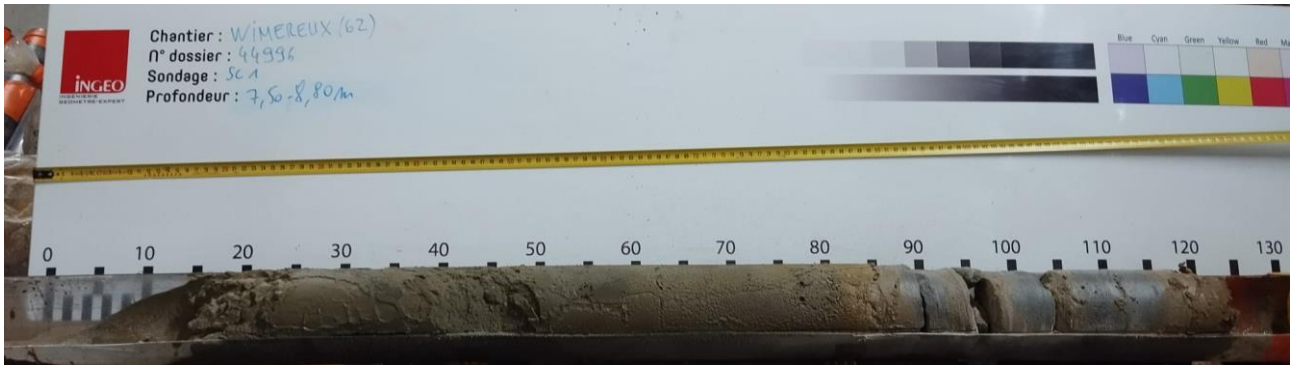


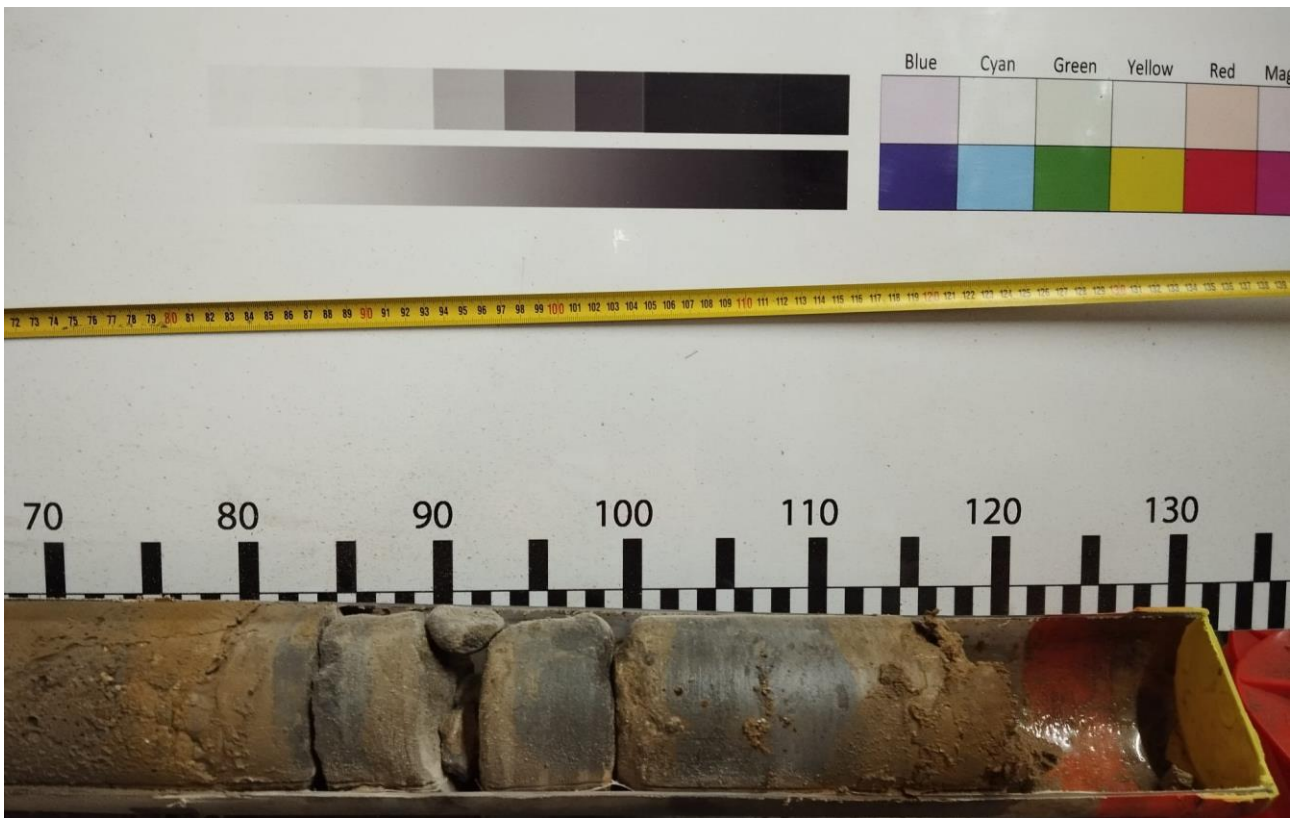
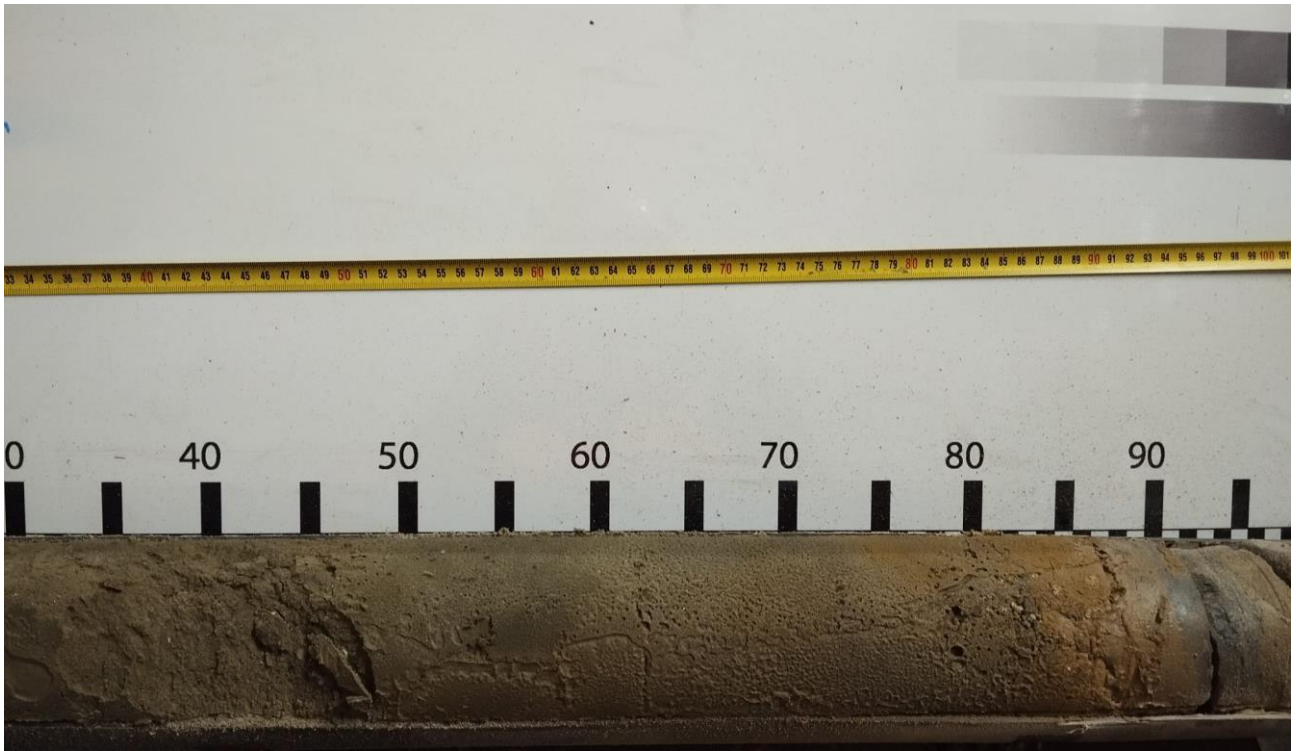
## Investigations géotechniques

SC1 : 7.50-8.80 m  
WIMEREUX (62)

44996

Ville de WIMEREUX





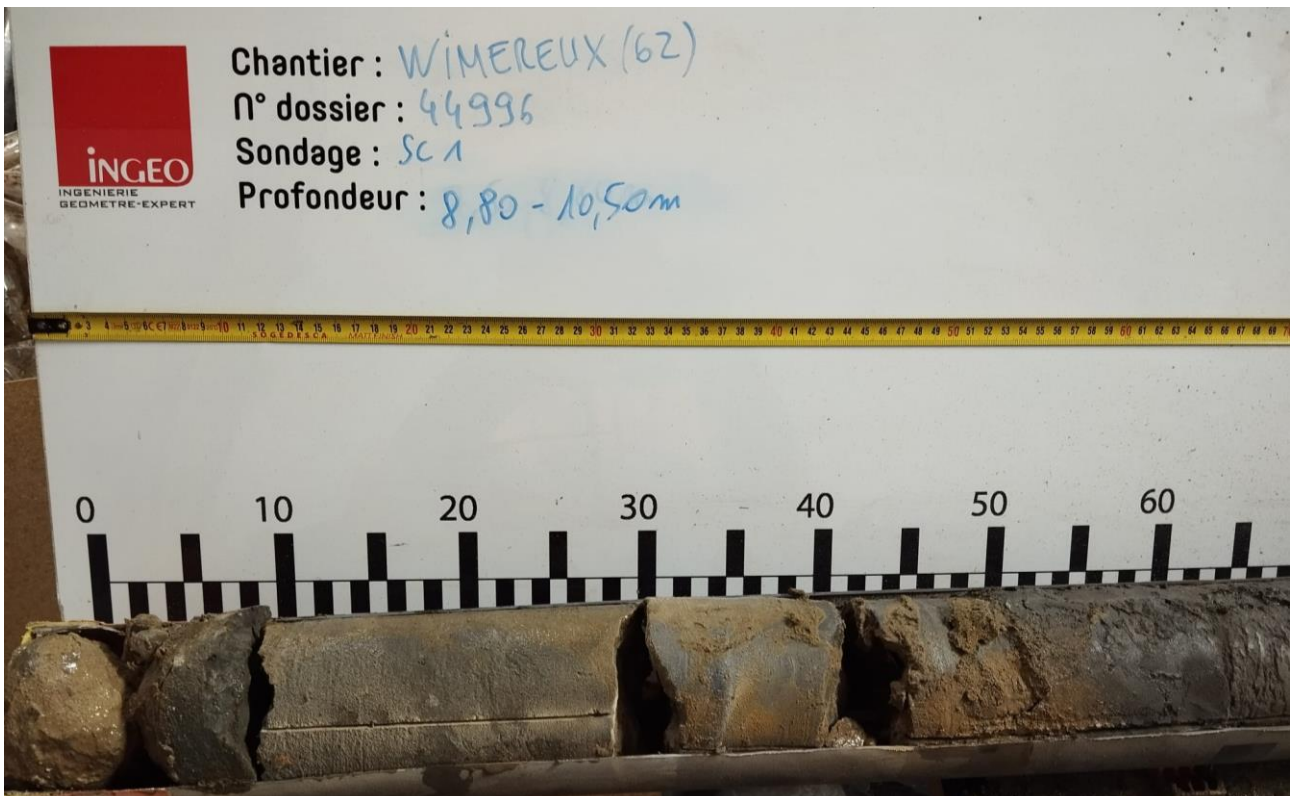
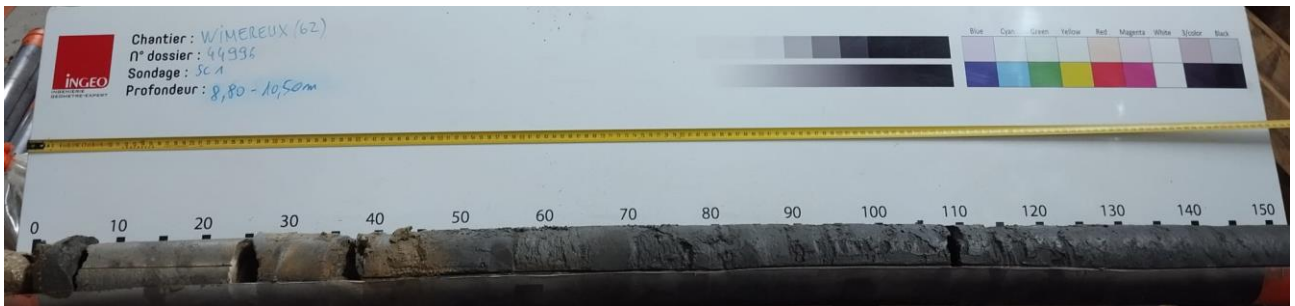


## Investigations géotechniques

SC1 : 8.80-10.50 m  
WIMEREUX (62)

44996

Ville de WIMEREUX





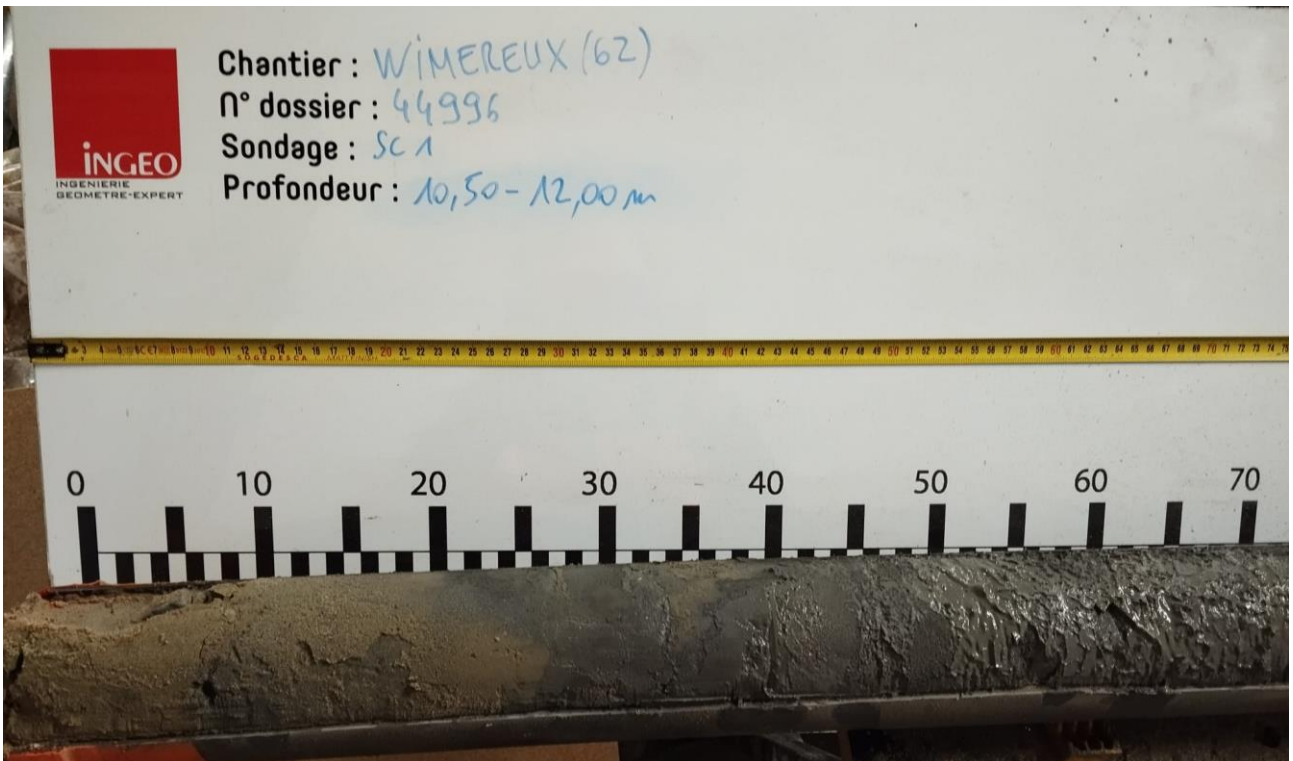
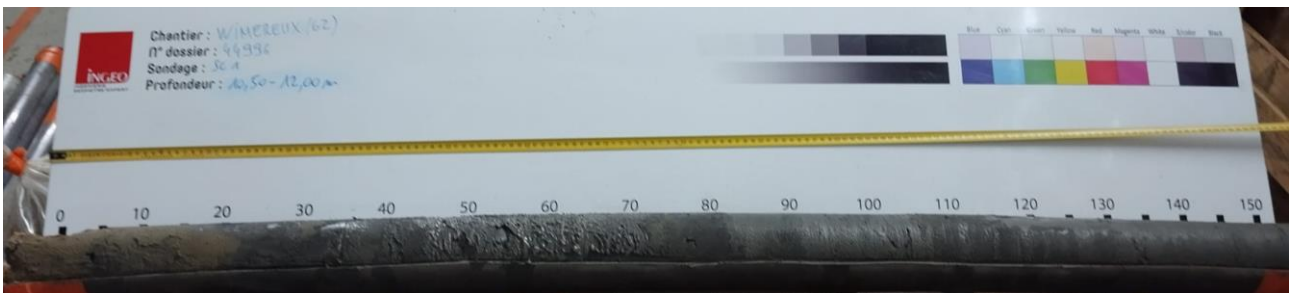


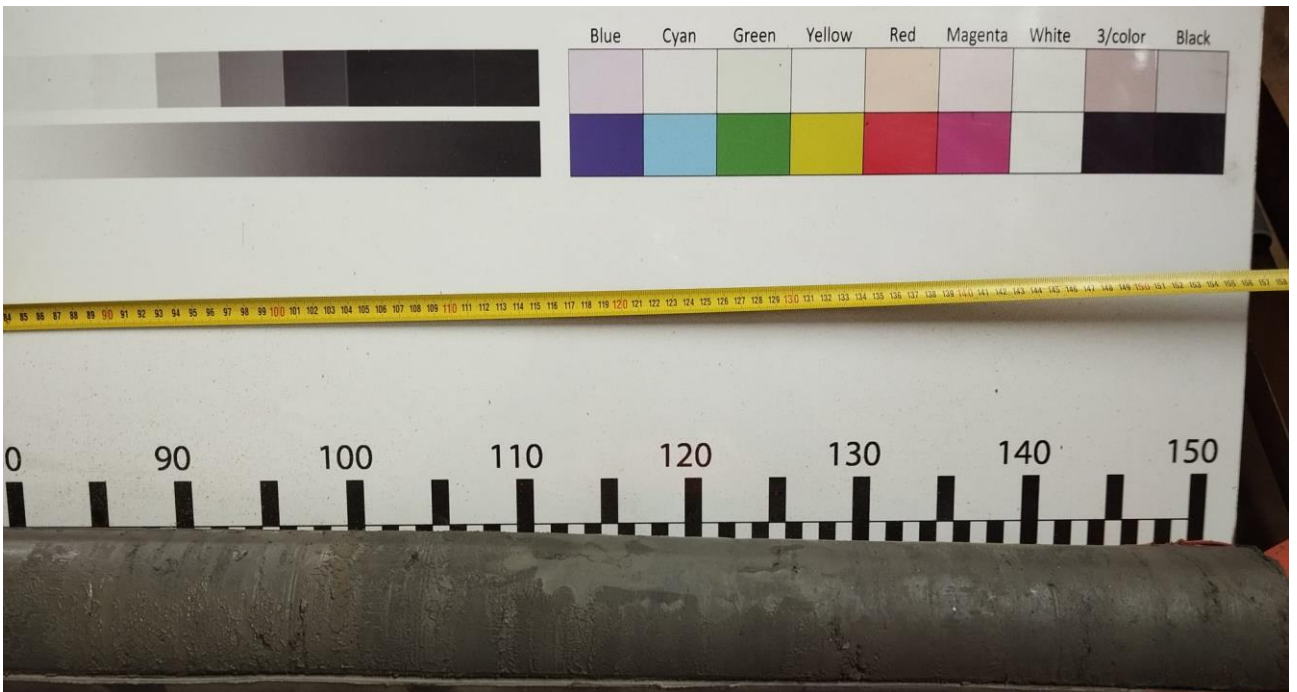
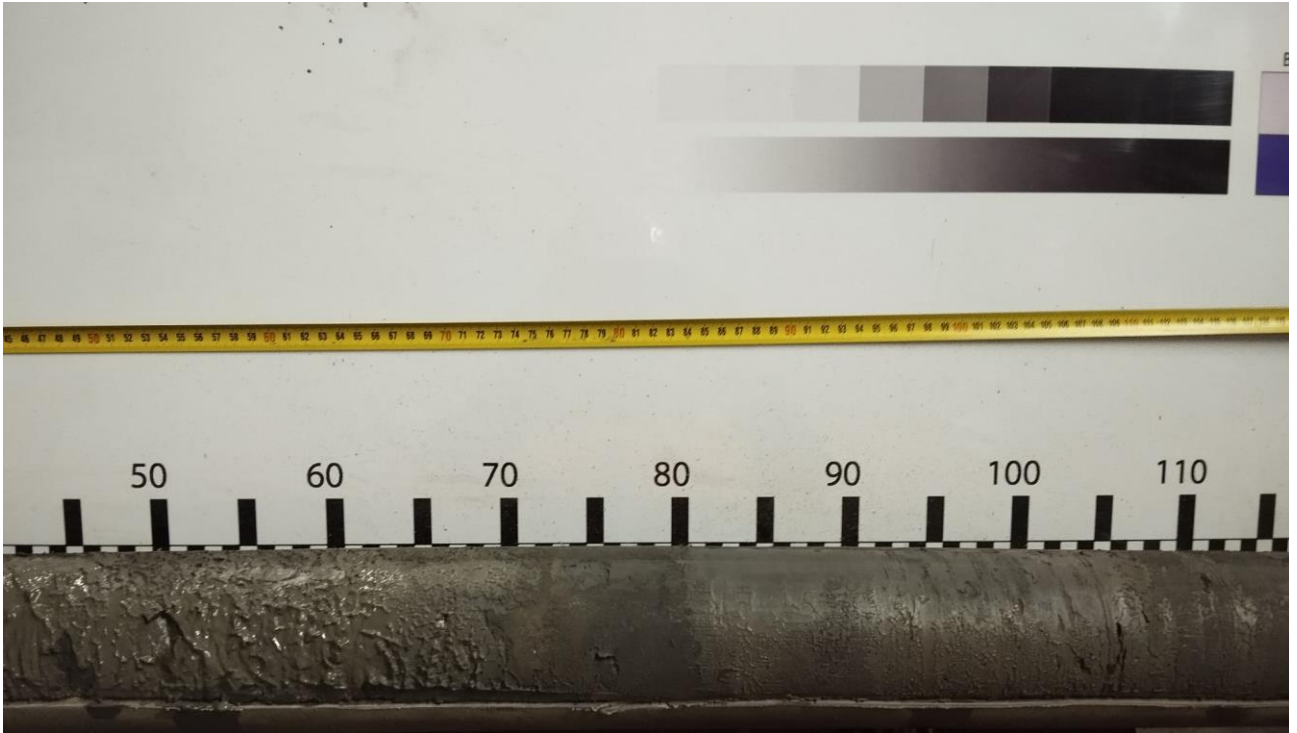
## Investigations géotechniques

SC1 : 10.50-12.00 m  
WIMEREUX (62)

44996

Ville de WIMEREUX





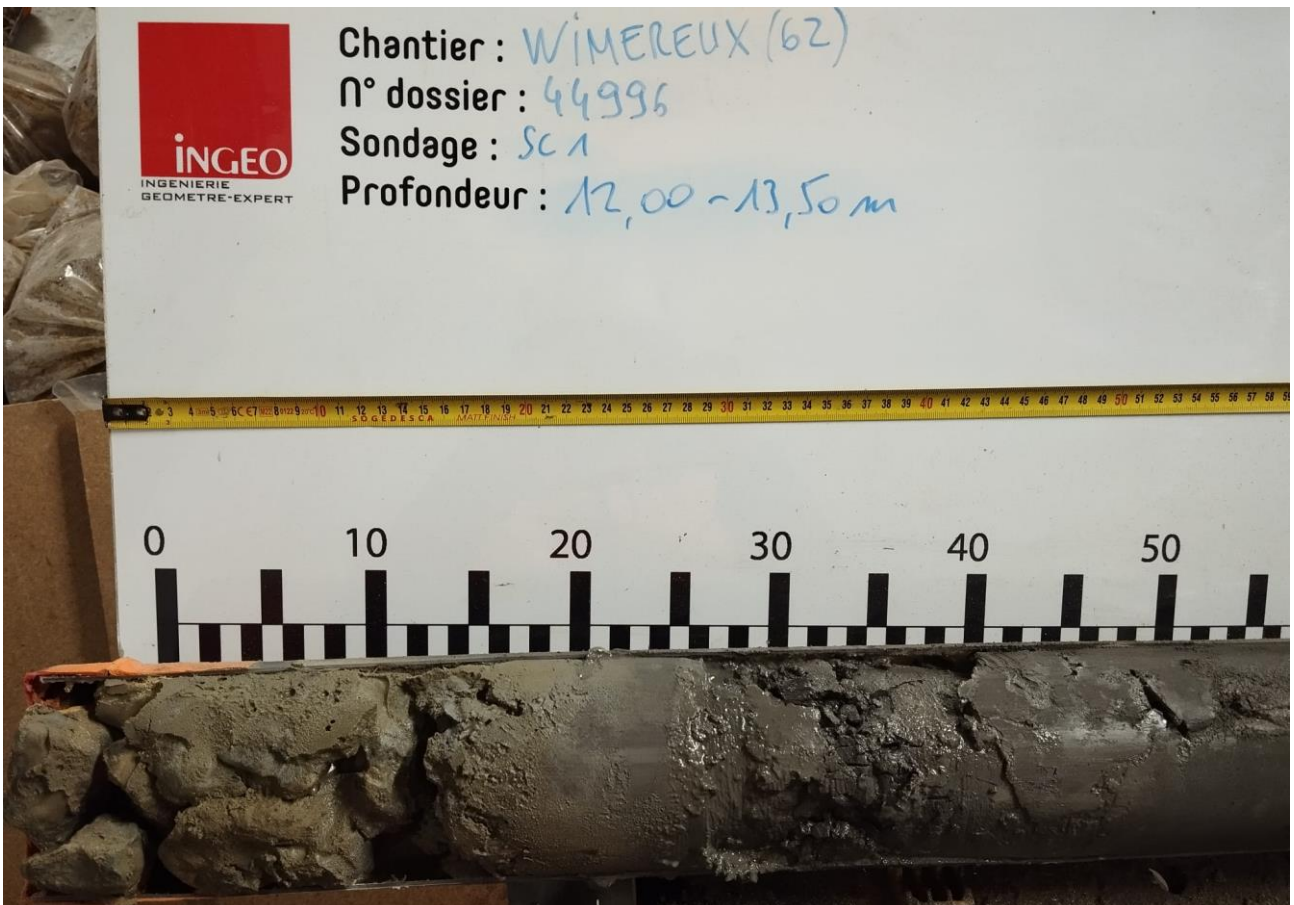
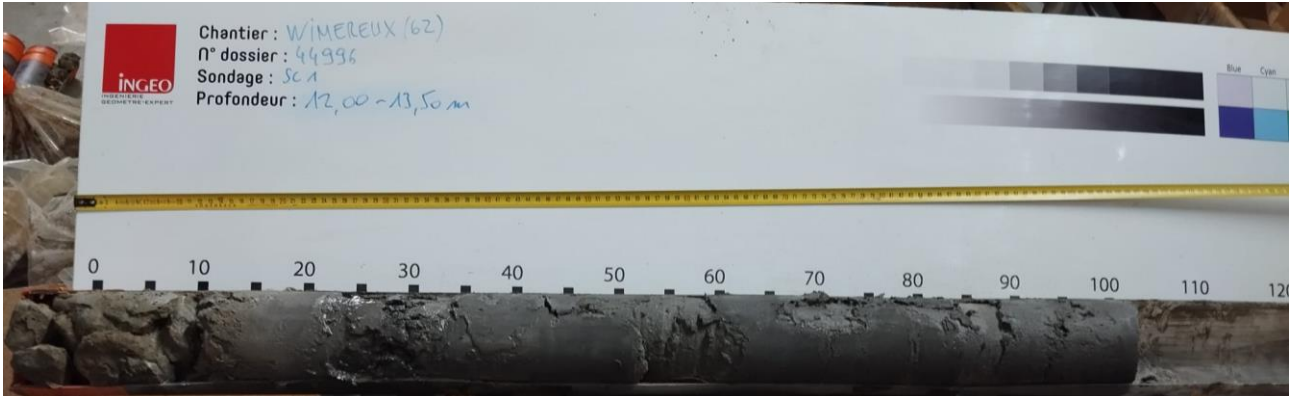


## Investigations géotechniques

SC1 : 12.00-13.50 m  
WIMEREUX (62)

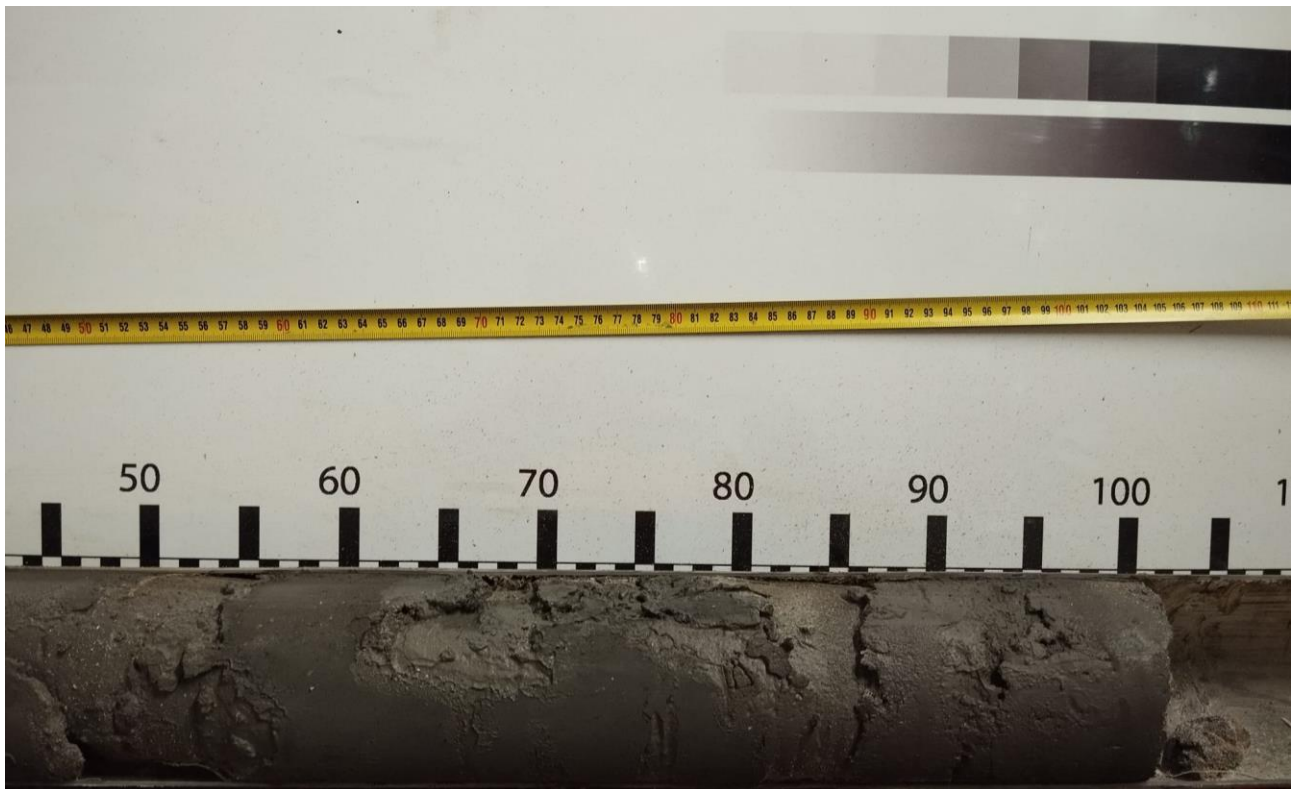
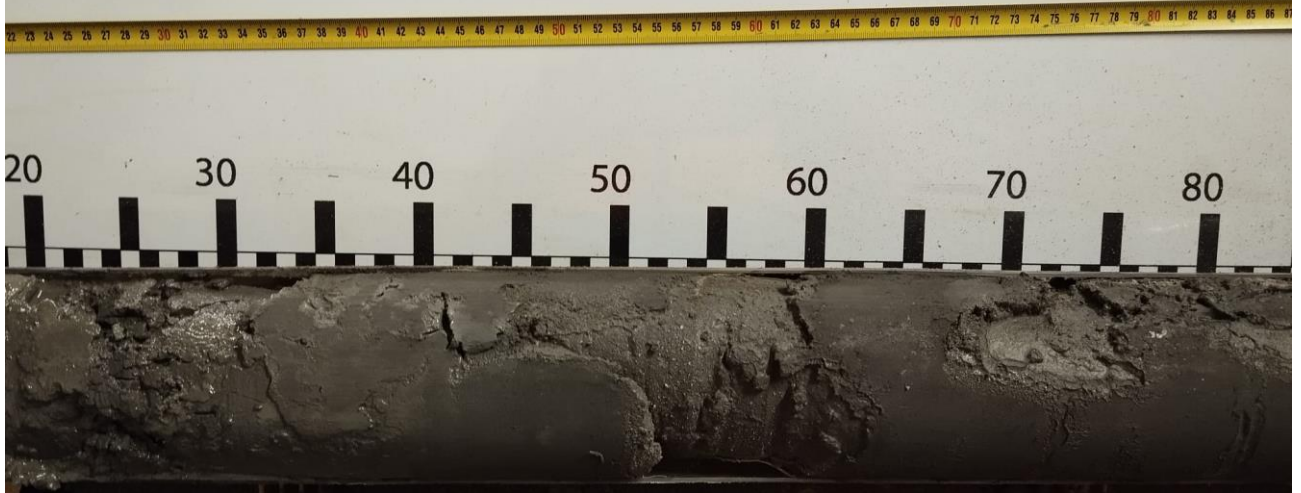
44996

Ville de WIMEREUX





IMEREUX (62)  
4996  
1  
12,00 - 13,50 m



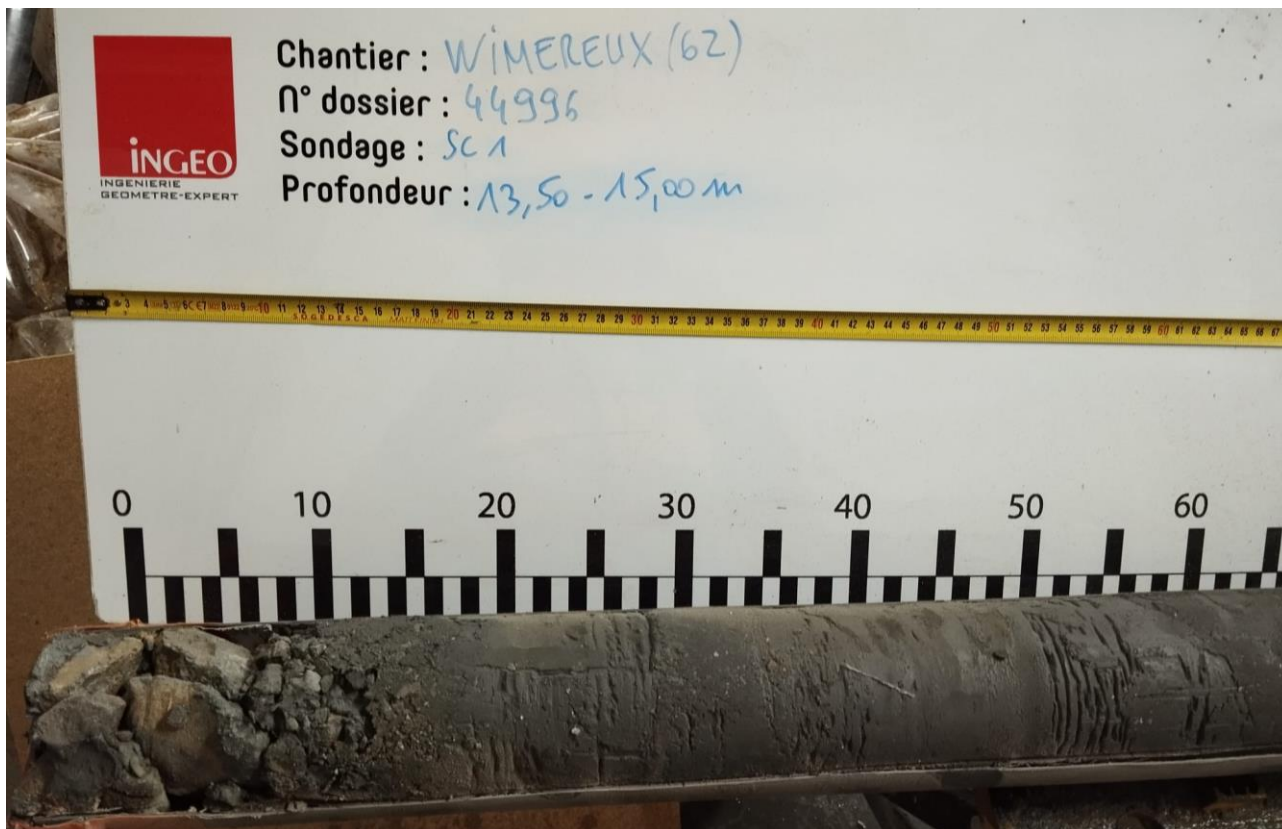


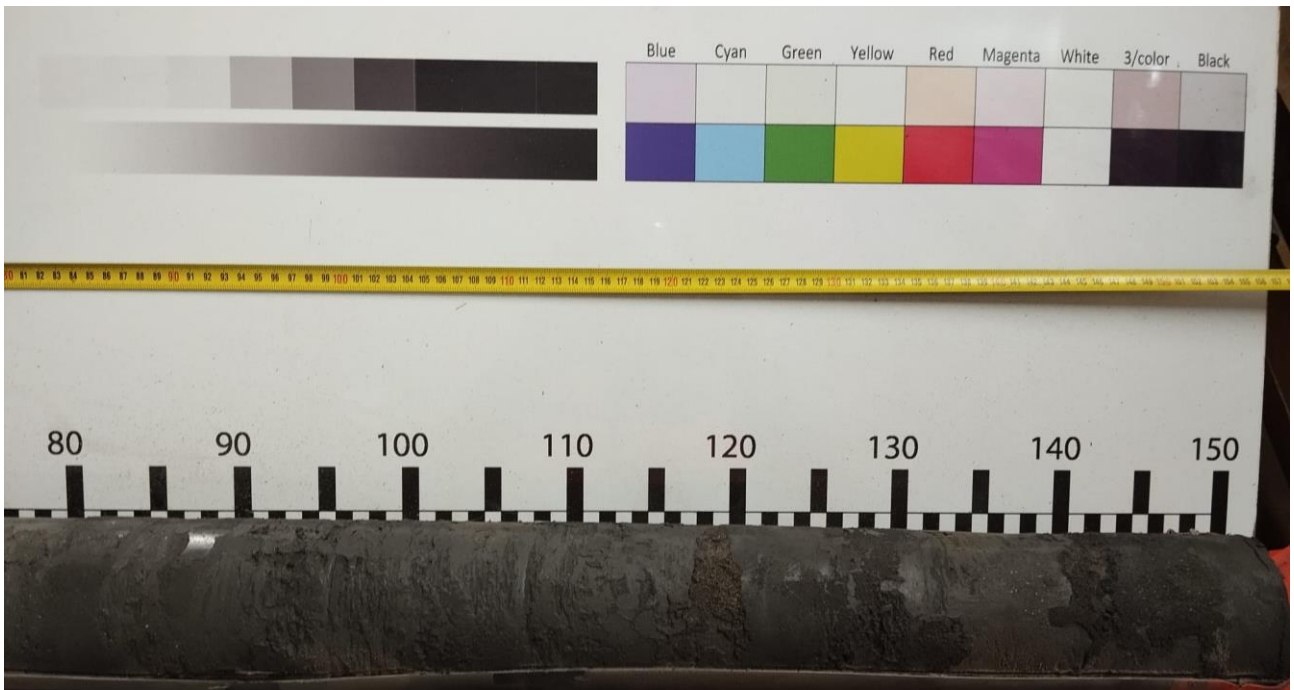
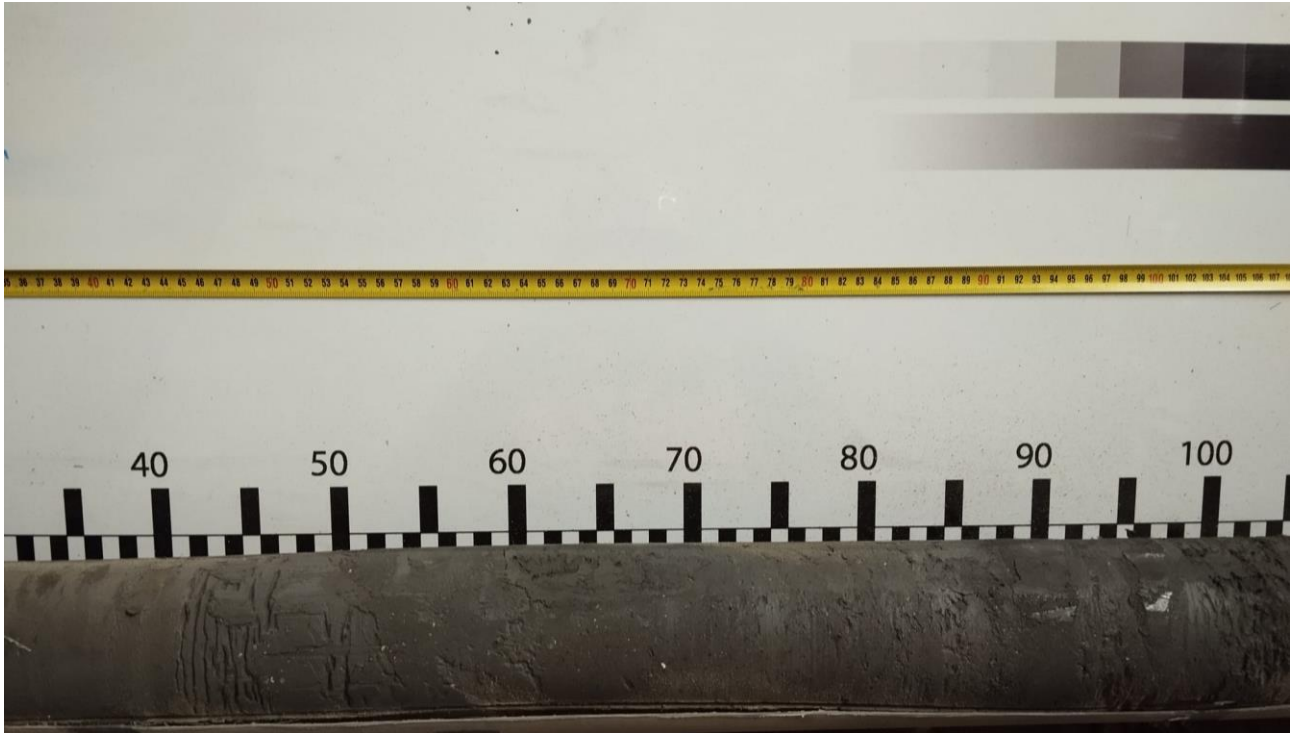
## Investigations géotechniques

SC1 : 13.50-15.00 m  
WIMEREUX (62)

44996

Ville de WIMEREUX







# SONDAGE CAROTTE

## SC2

Affaire : **44996**

Localité : **Pont Napoléon à WIMEREUX (62)**

Chantier : **Investigations géotechniques**

Client : Ville de WIMEREUX

X : 1601887.877

Date début de forage : 22/11/2024

Echelle : 1/100

Y : 9286604.779

Date fin de forage : 26/09/2024

Machine : EMCI 7.50

Z : +6.5 NGF

Profondeur de fin : 14,30m

Profondeur (m)	Niveau d'eau (m)	Cote NGF	Lithologie	Outil	Tubage/ Fluide	Equipement forage	Taux de récupération			Résultats d'essais ou observations
							0	50	100	
0		6,40 m	Béton							
0,5			0,10 m							
1			Galets, blocs béton et graviers							
1,5										
2		4,40 m	2,10 m							
2,5			Béton et calcaire							
3										
3,5		2,90 m	3,60 m							
4		2,35 m	4,15 m							
4,5			Sable coquillé gris et graviers fins							
5		1,40 m	5,10 m							
5,5		0,80 m	5,70 m							
6		0,45 m	6,05 m							
6,5		0,30 m	6,20 m							
7			Silex, graviers et galets							
7,5		-0,80 m	7,30 m							
8			Sable limoneux noirâtre/marron veiné gris							
8,5			8,70 m							
9		-2,20 m	9,00 m							
9,5		-2,50 m	9,20 m							
10		-2,70 m	9,40 m							
10,5		-2,90 m	9,40 m							
11			Argile gris foncé							
11,5			10,10 m							
12			Sable grésifié marron							
12,5			10,30 m							
13		-6,30 m	10,50 m							
13,5		-6,60 m	12,80 m							
14		-6,80 m	13,10 m							
14,5		-7,00 m	13,30 m							
15			Argile gris foncé							
15,5			13,30 m							
16			Sable gris (pas d'échantillons)							
16,5			13,50 m							
17			Argile gris foncé							
17,5			14,30 m							
18										
18,5										

Observation :

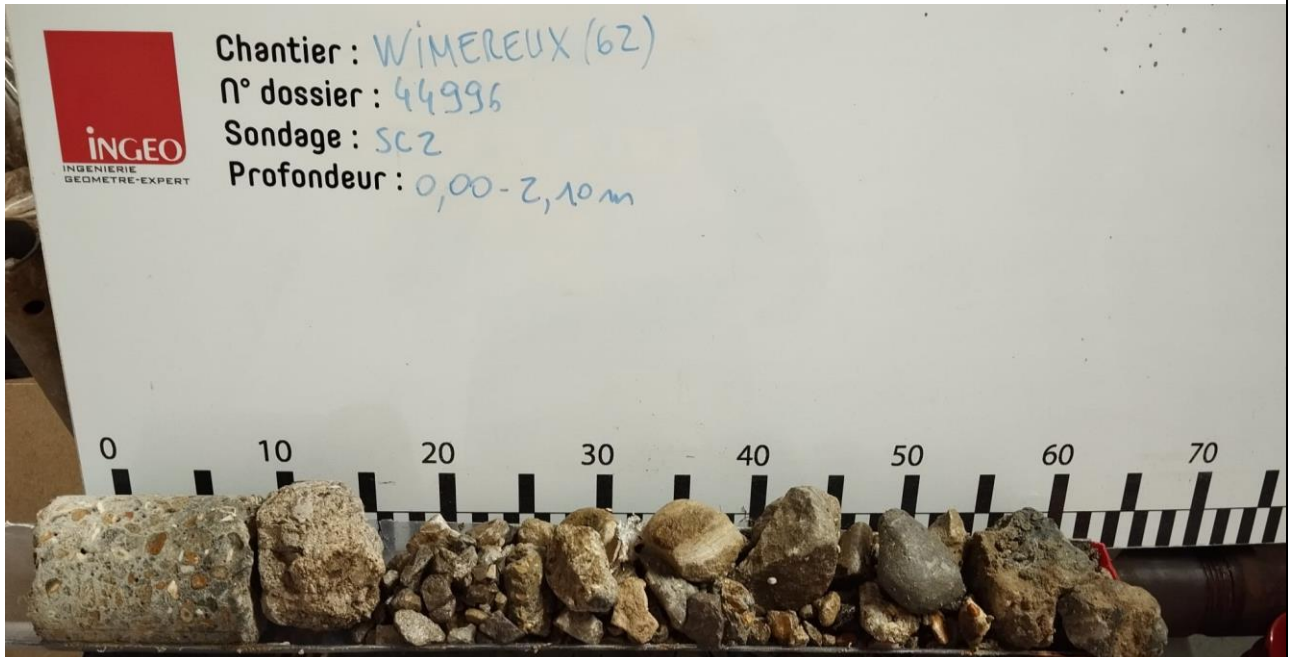


## Investigations géotechniques

SC2 : 0.00-2.10 m  
WIMEREUX (62)

44996

Ville de WIMEREUX





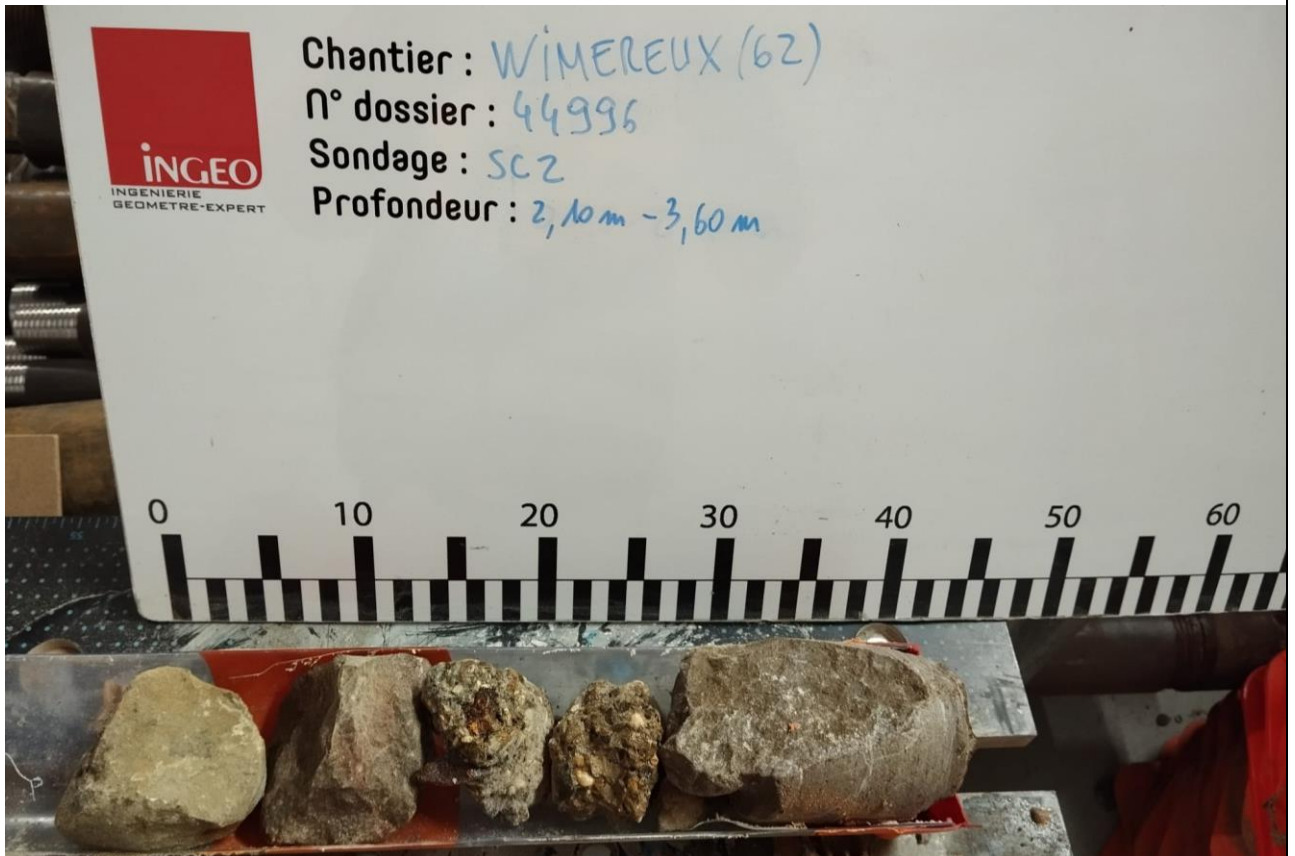


## Investigations géotechniques

SC2 : 2.10-3.60 m  
WIMEREUX (62)

44996

Ville de WIMEREUX







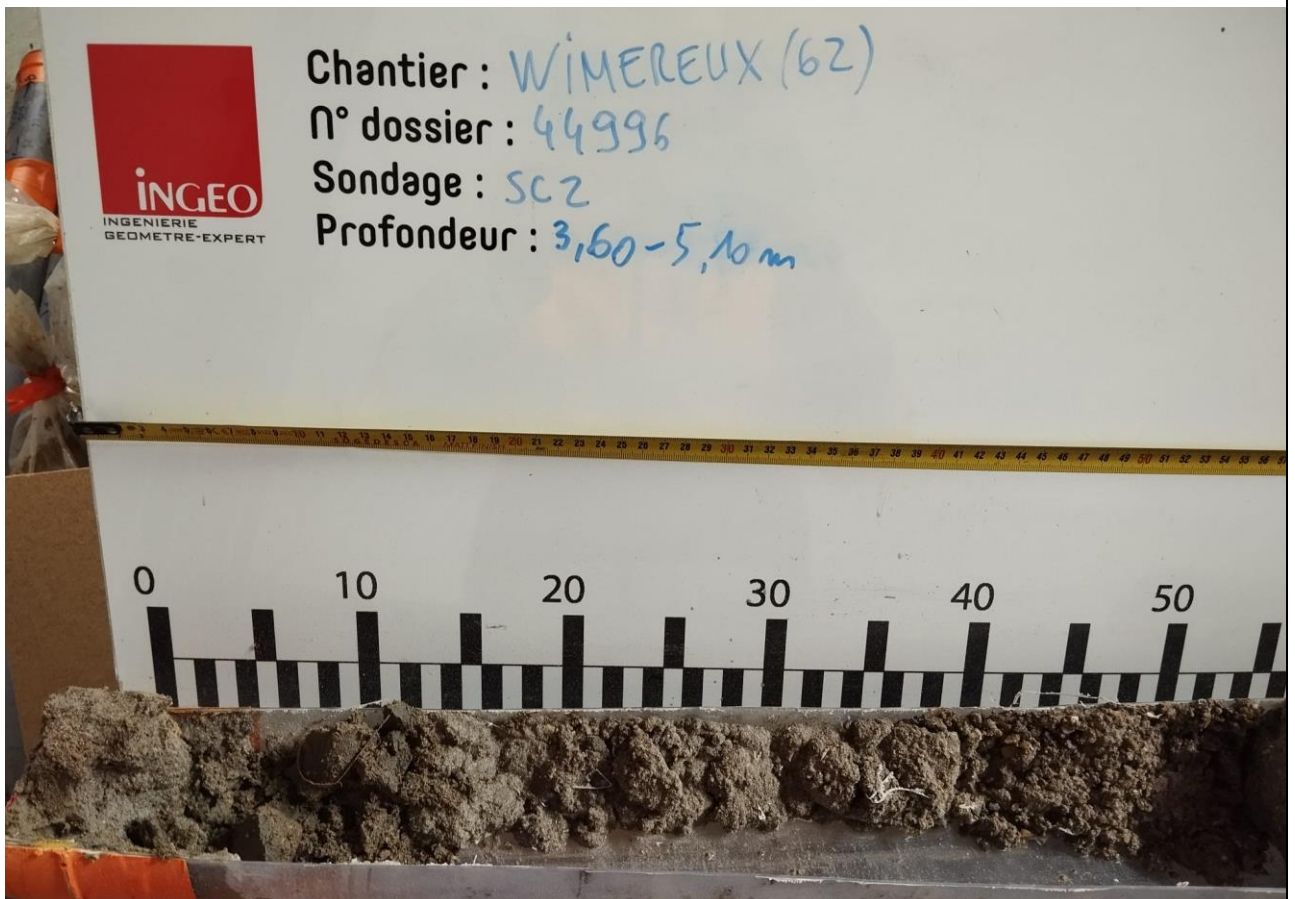


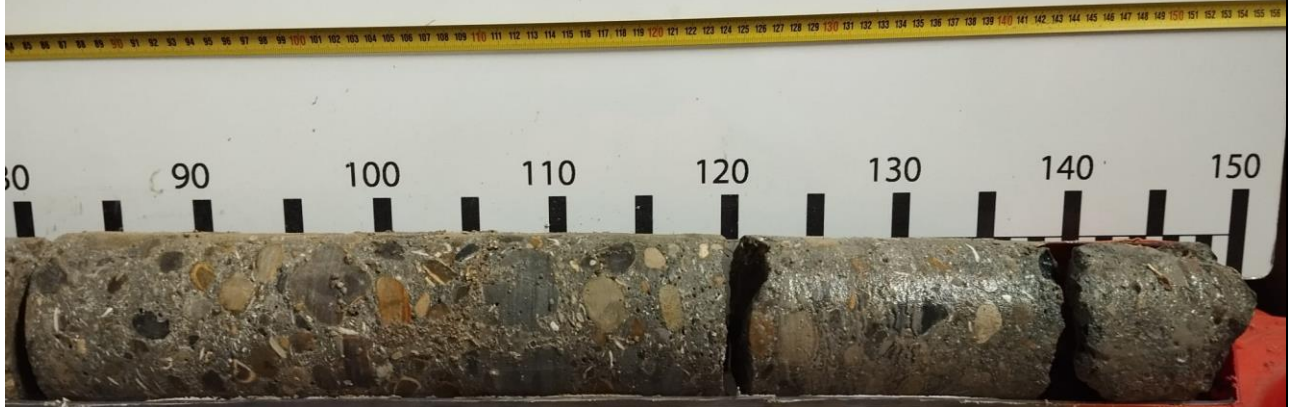
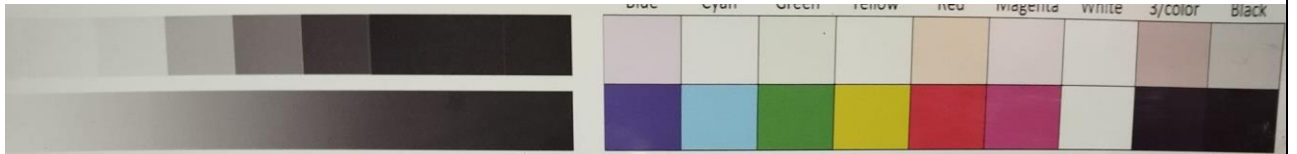
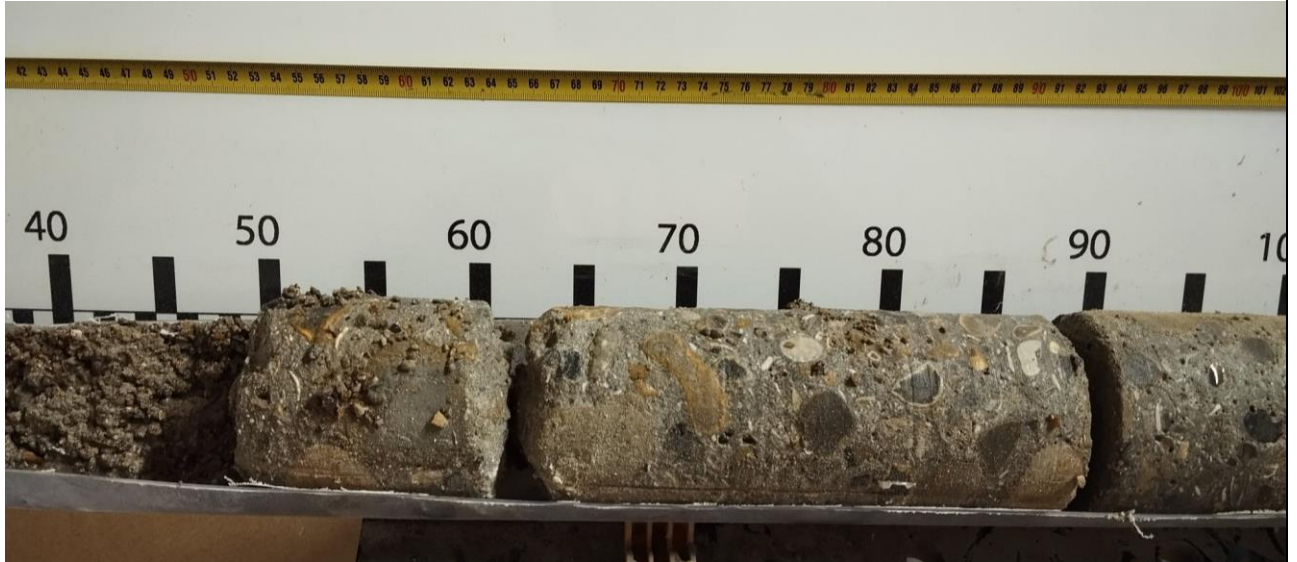
## Investigations géotechniques

SC2 : 3.60-5.10 m  
WIMEREUX (62)

44996

Ville de WIMEREUX





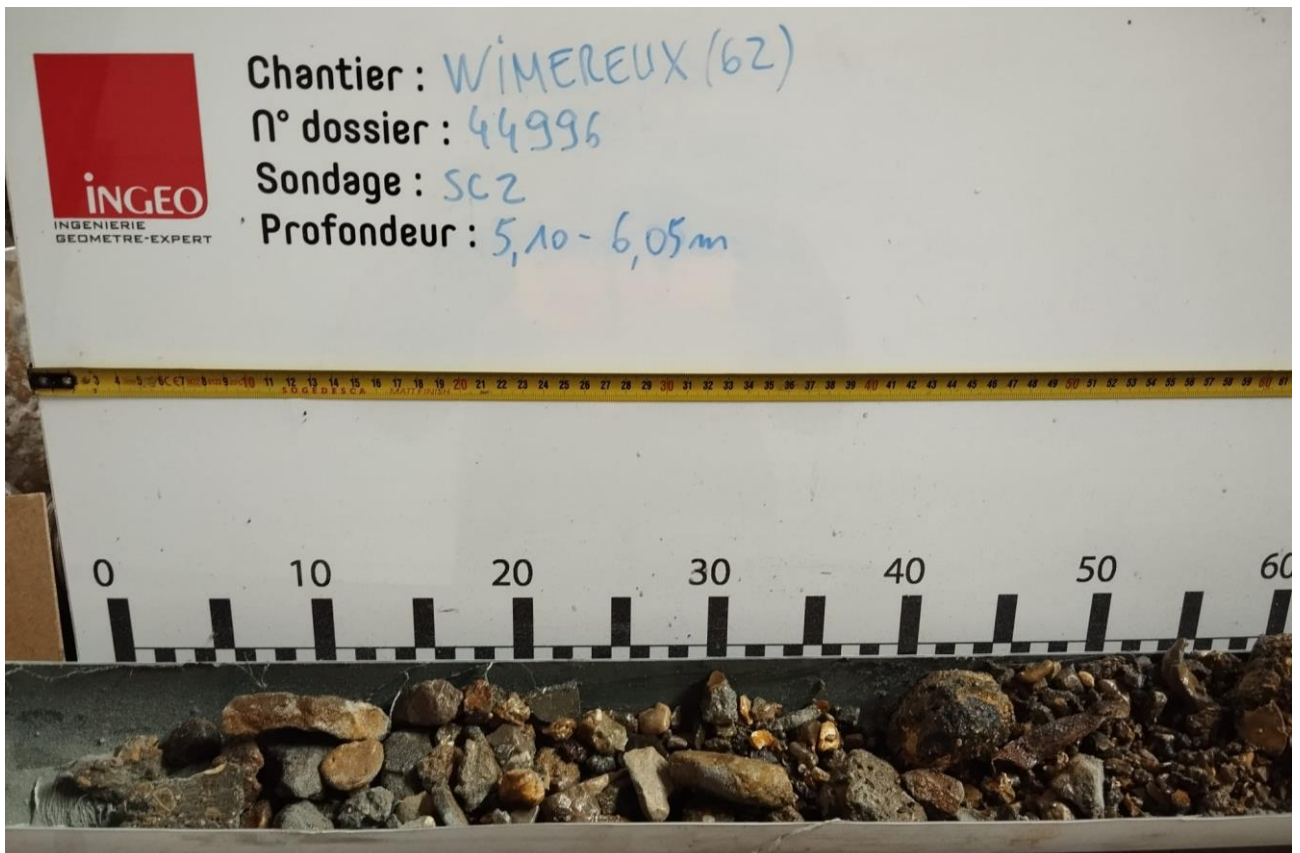
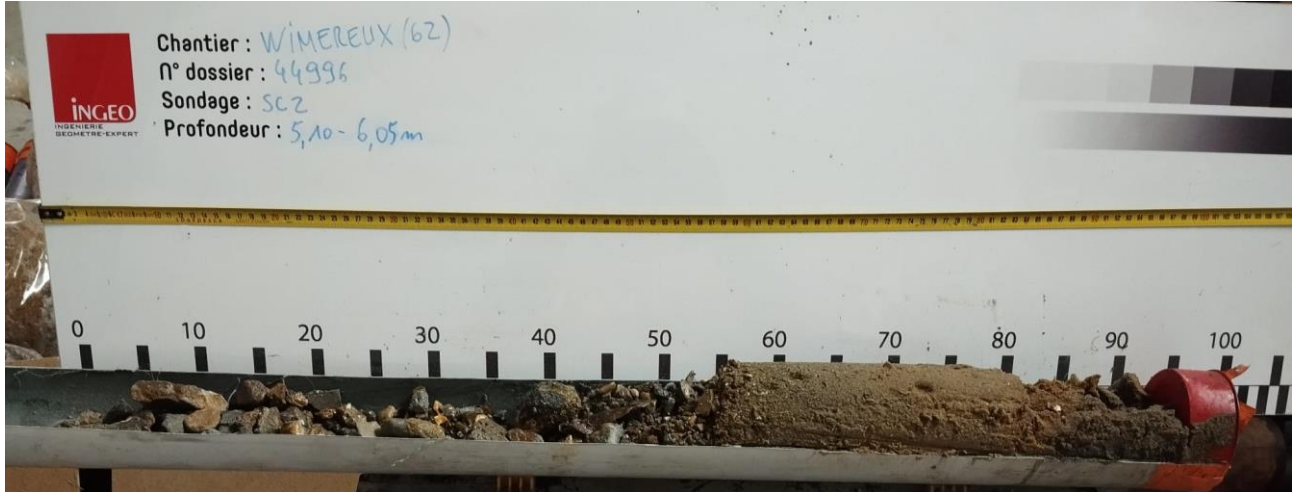


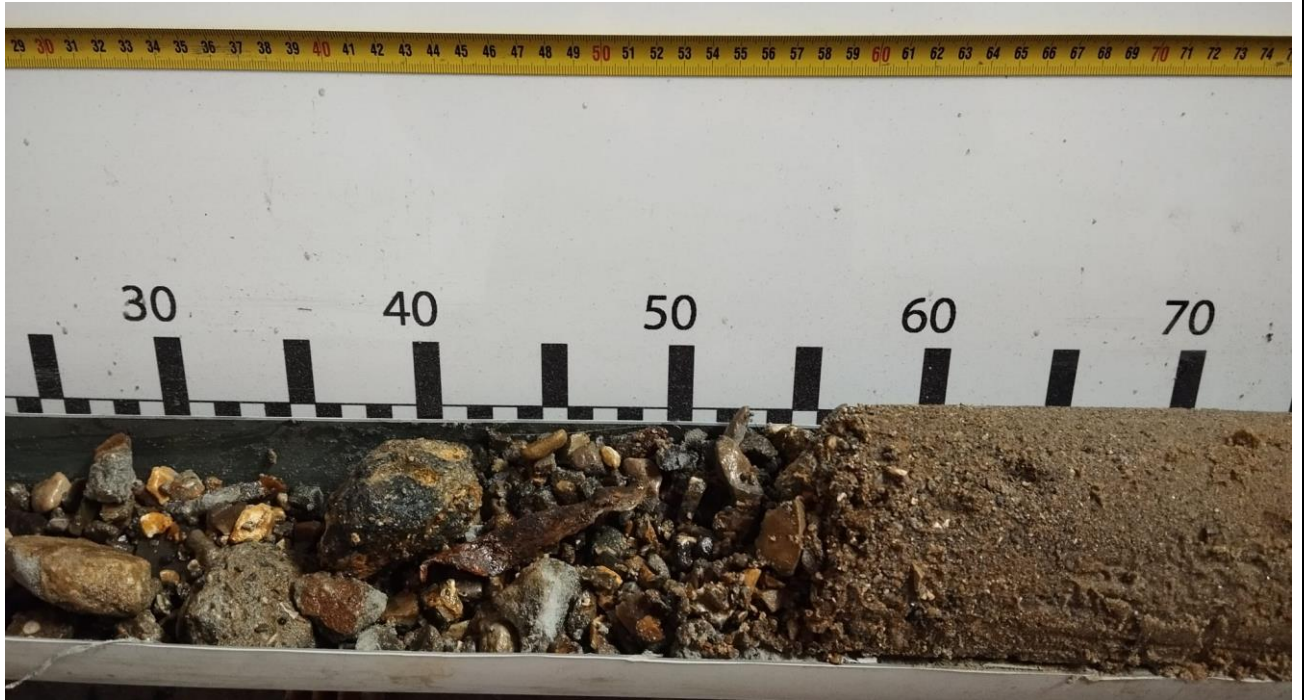
## Investigations géotechniques

SC2 : 5.10-6.05 m  
WIMEREUX (62)

44996

Ville de WIMEREUX





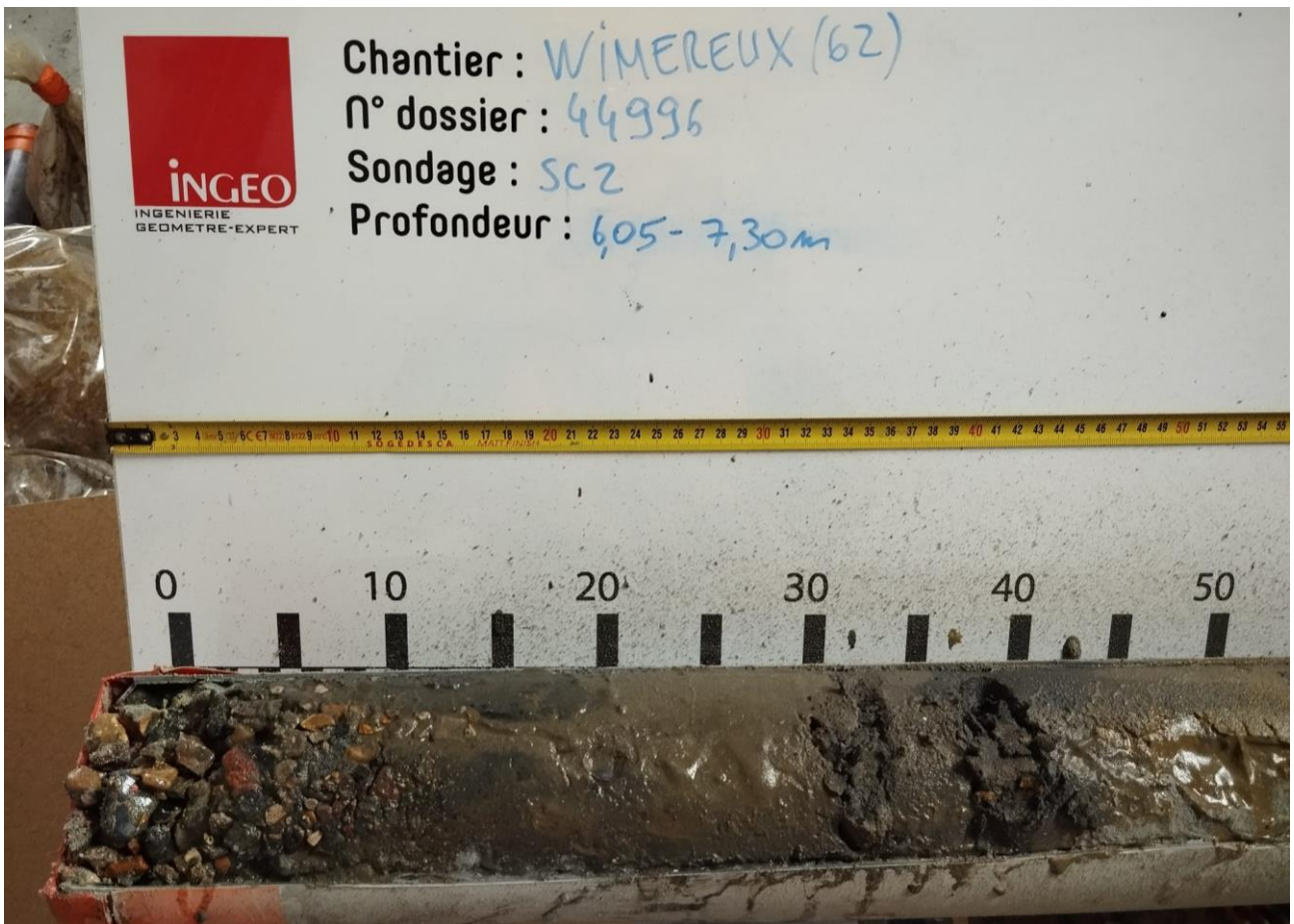
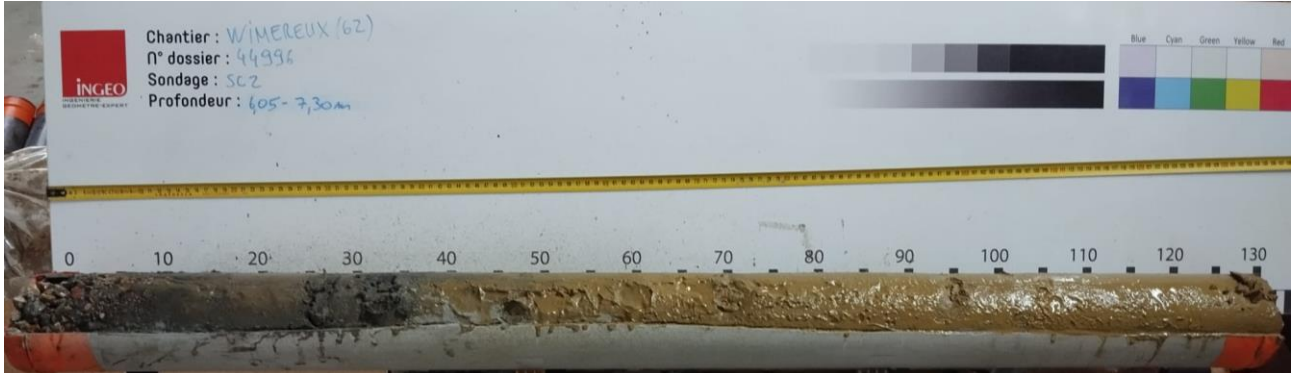


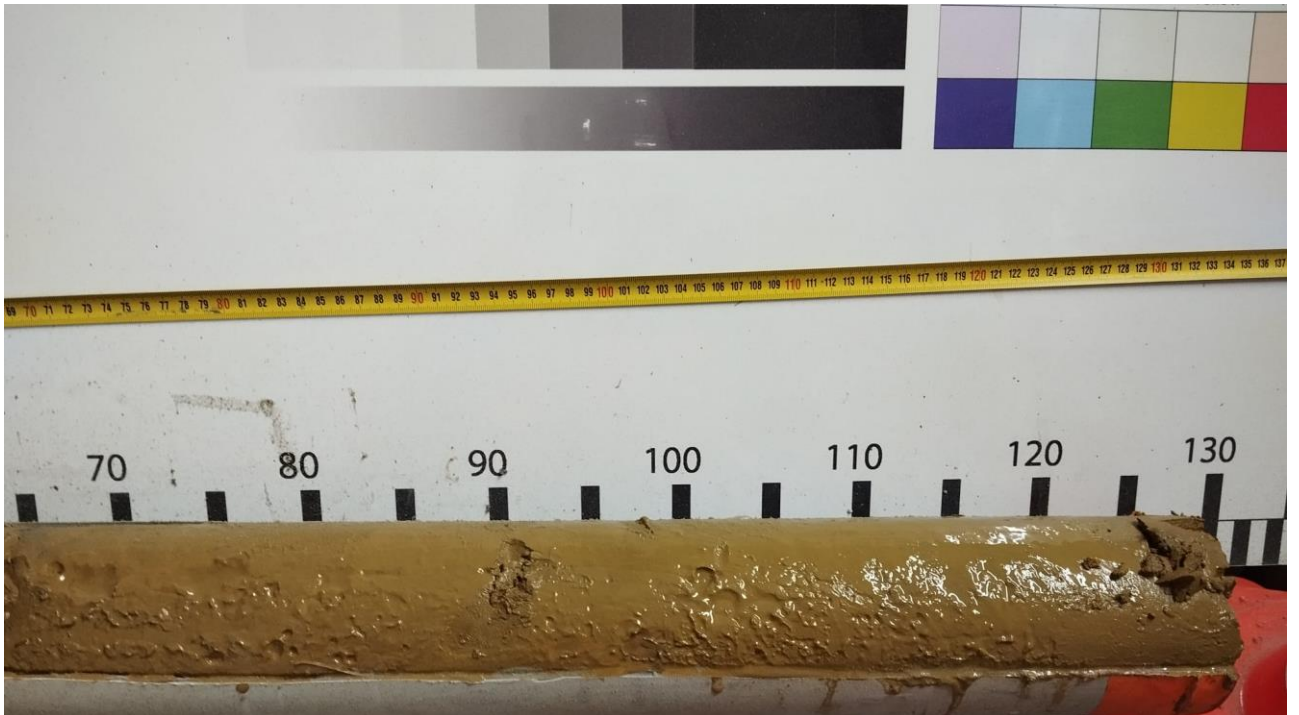
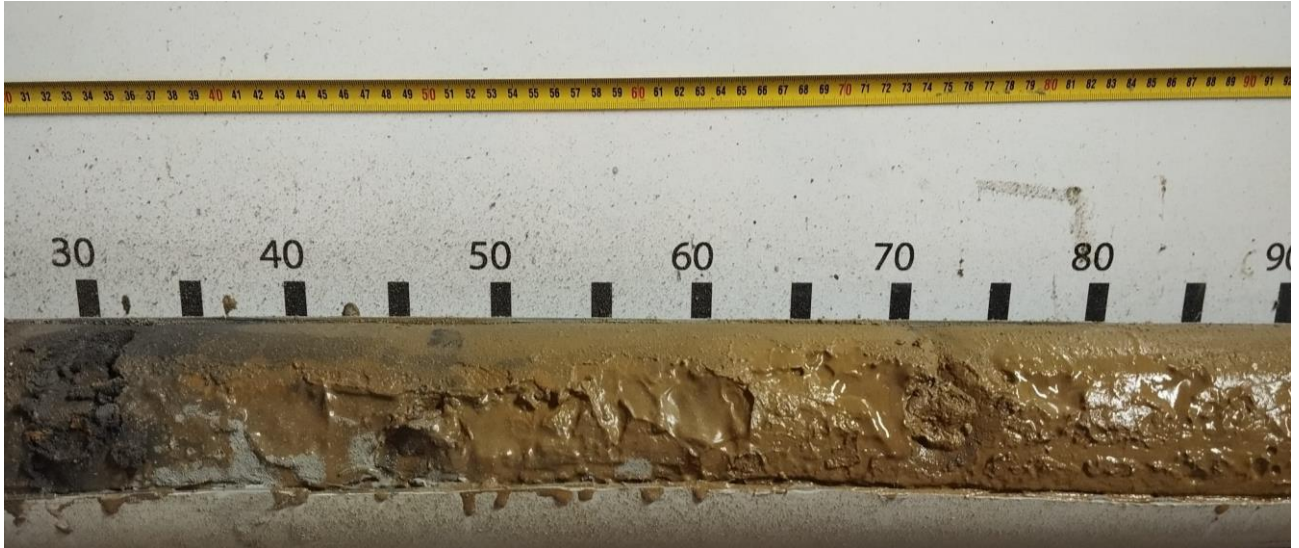
## Investigations géotechniques

SC2 : 6.05-7.30 m  
WIMEREUX (62)

44996

Ville de WIMEREUX





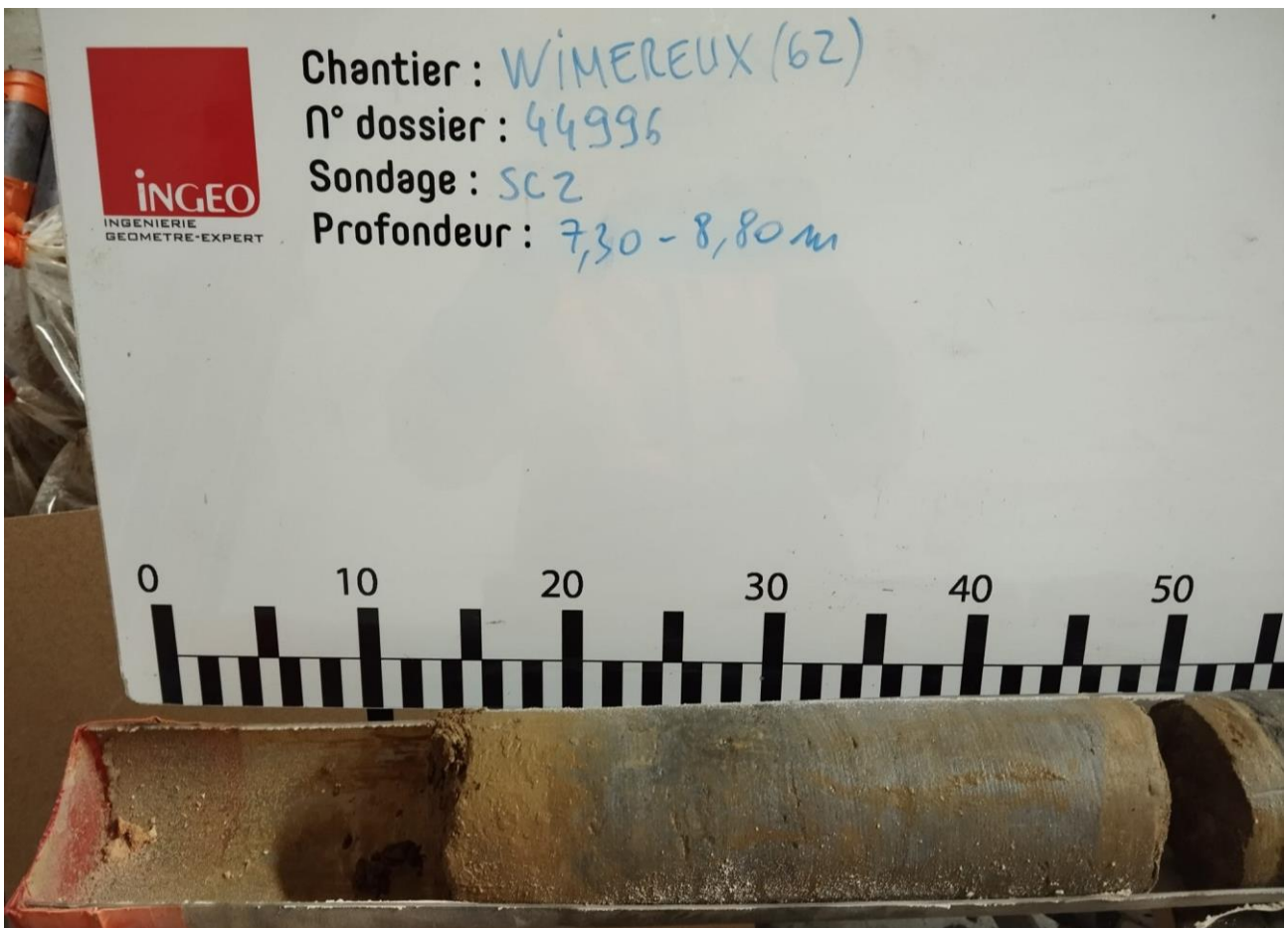
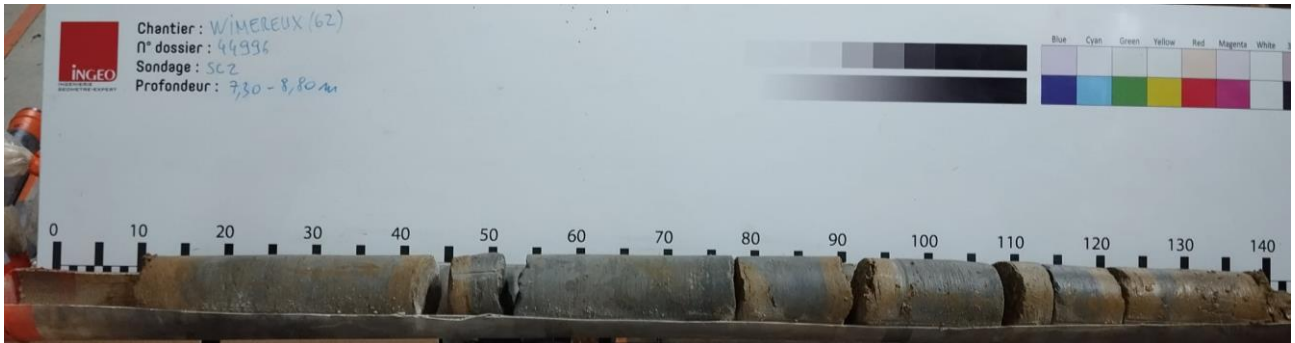


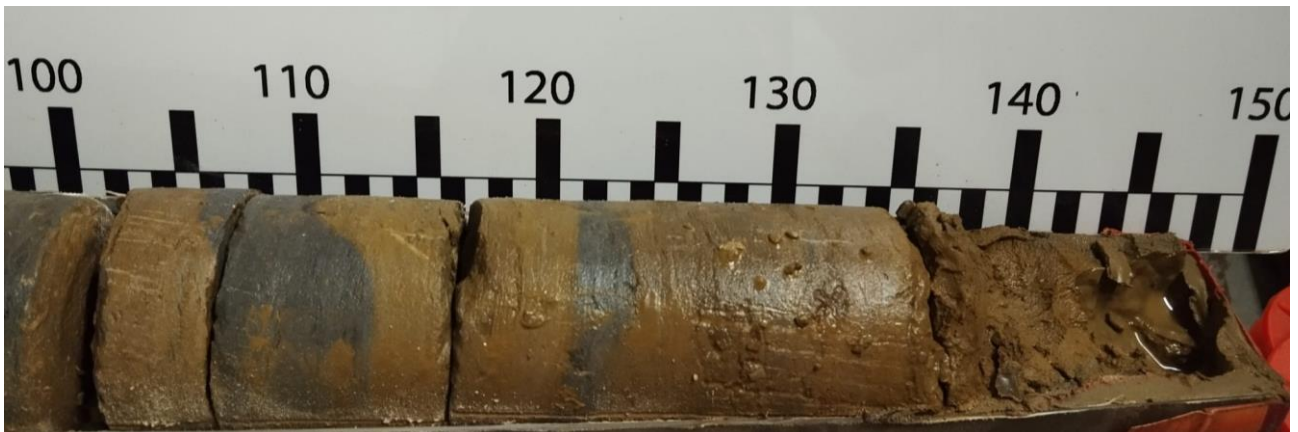
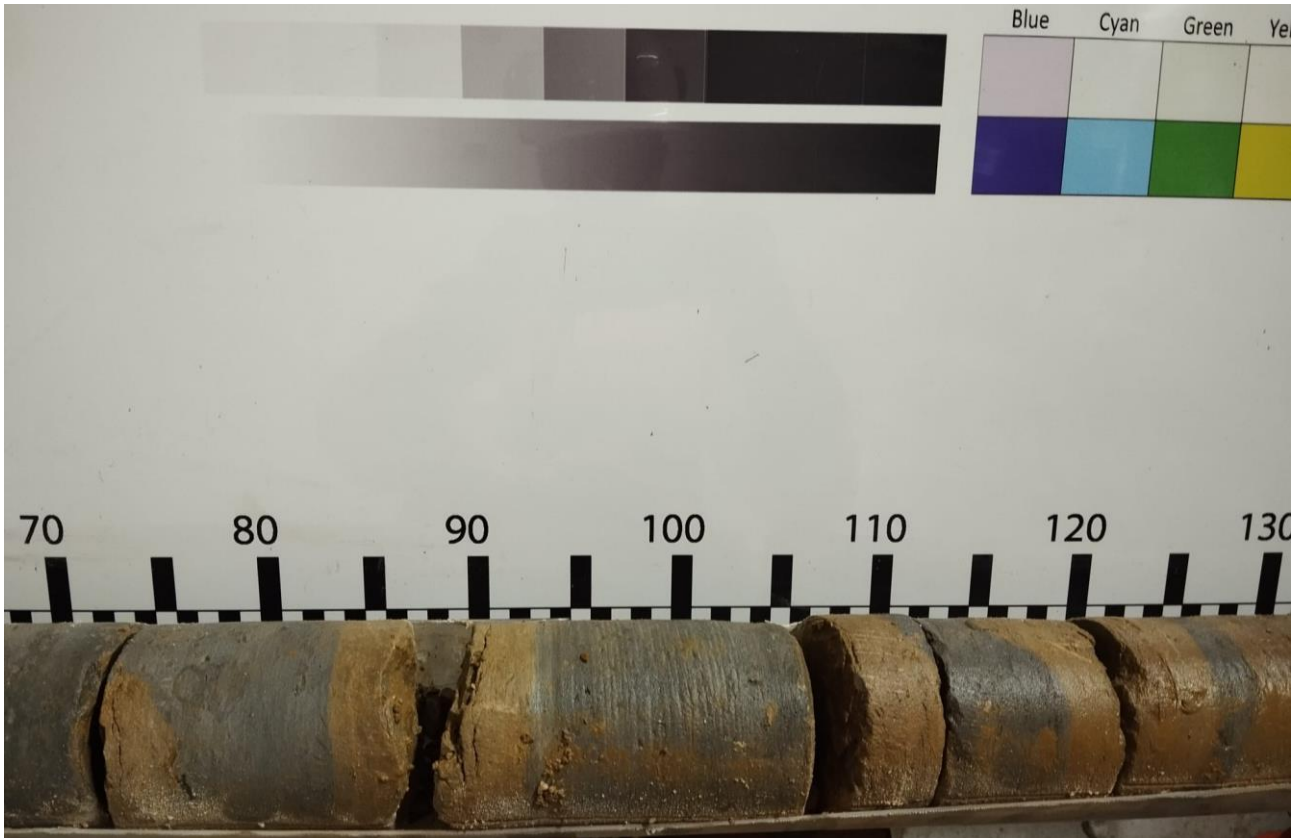
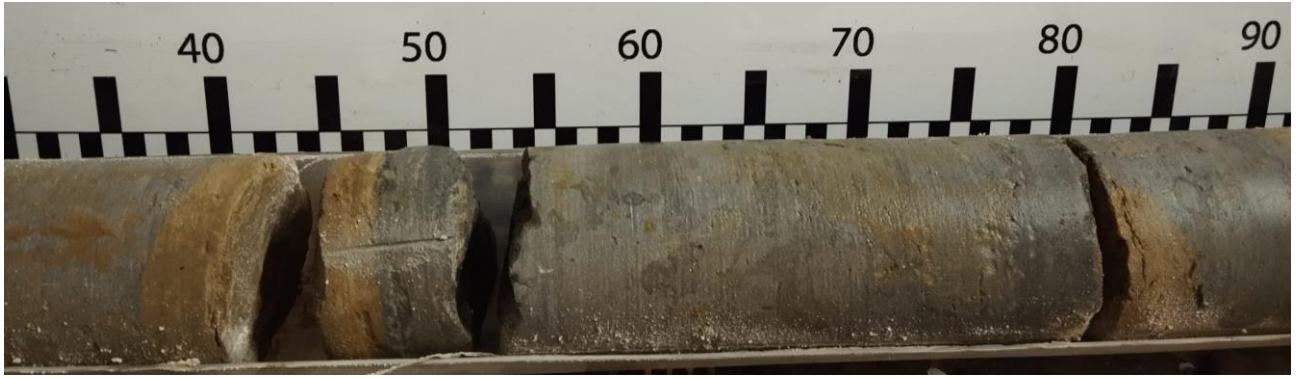
## Investigations géotechniques

SC2 : 7.30-8.80 m  
WIMEREUX (62)

44996

Ville de WIMEREUX







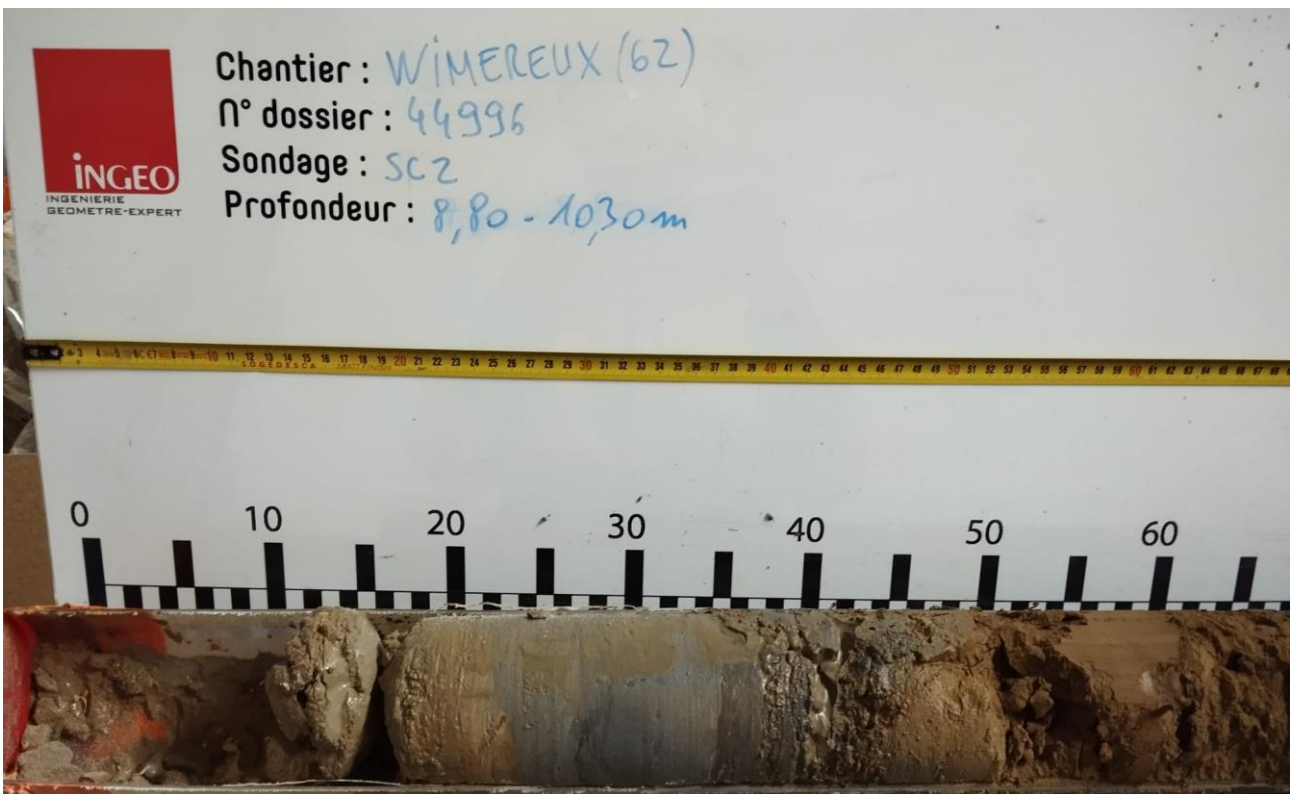


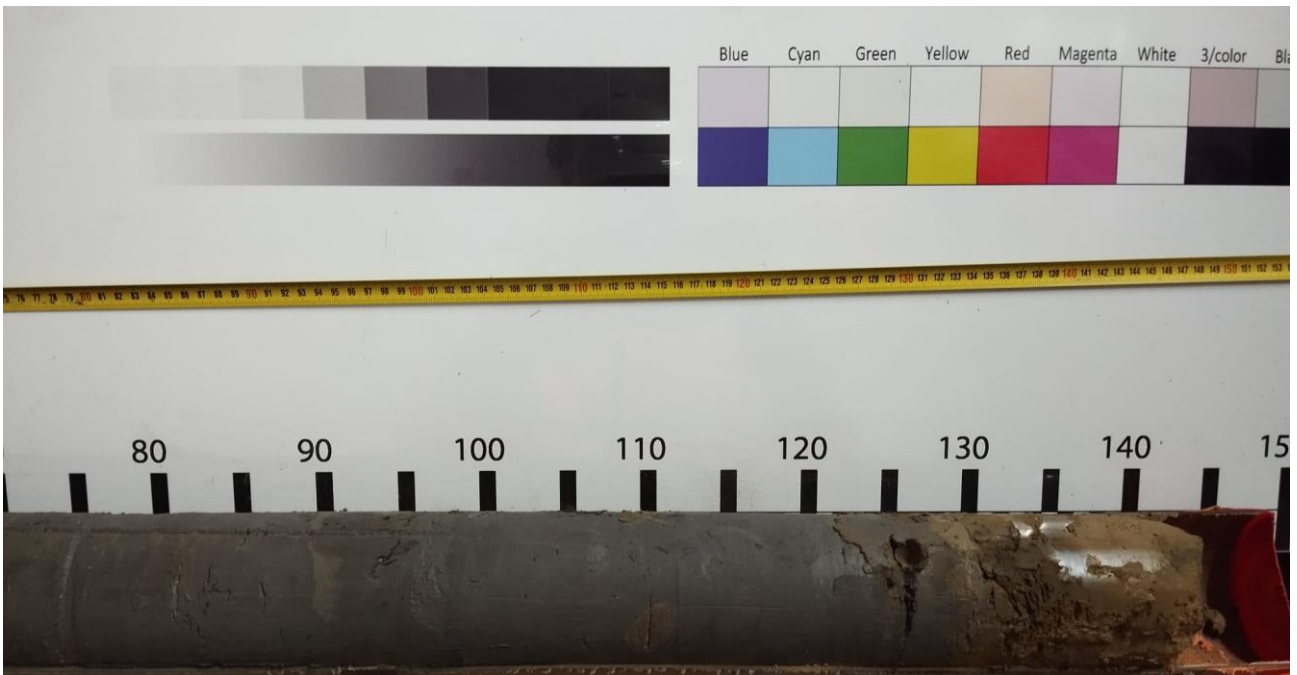
## Investigations géotechniques

SC2 : 8.80-10.30 m  
WIMEREUX (62)

44996

Ville de WIMEREUX





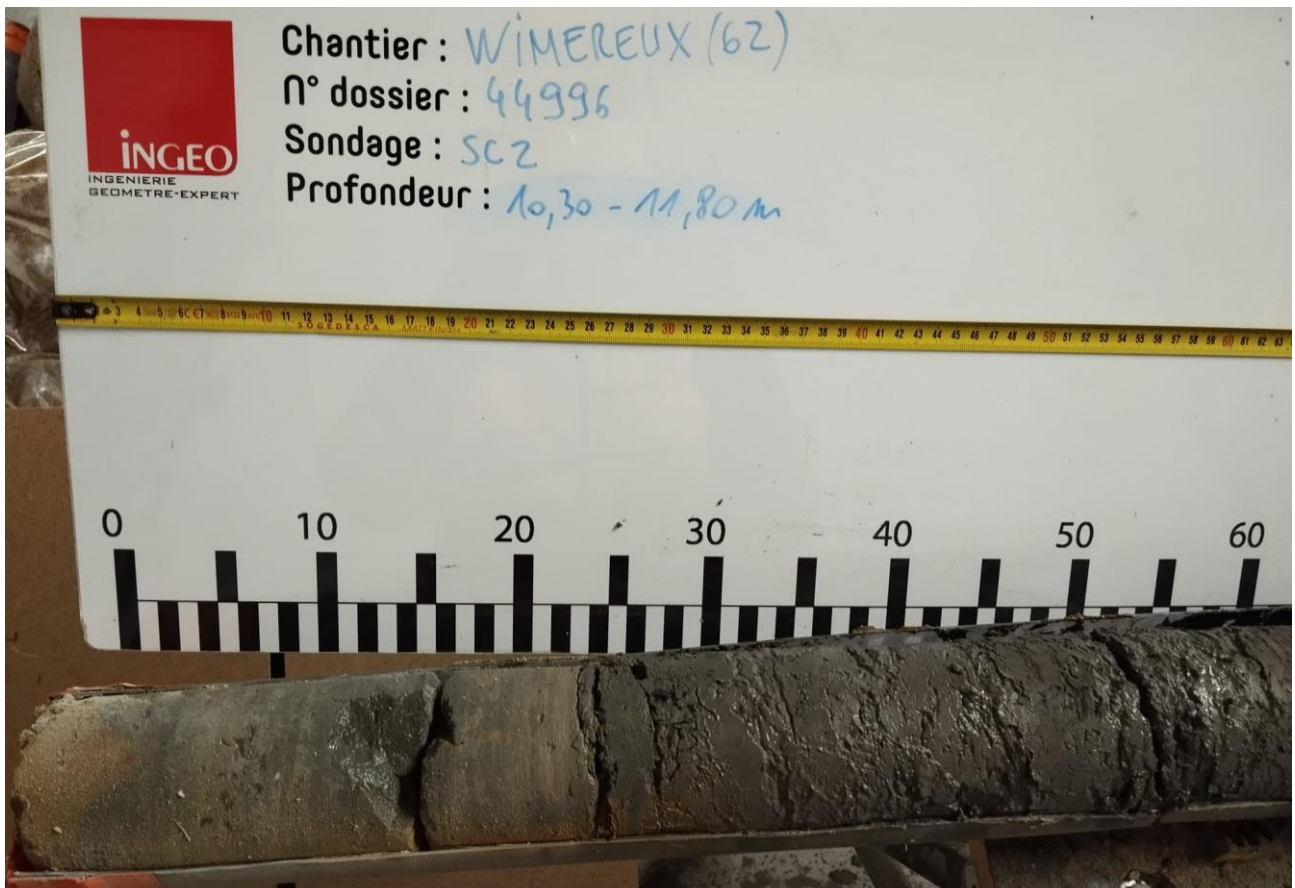
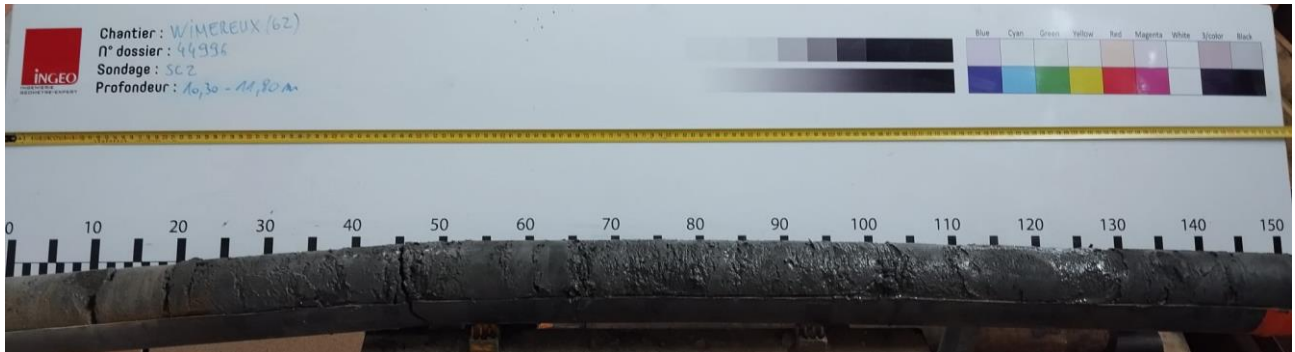


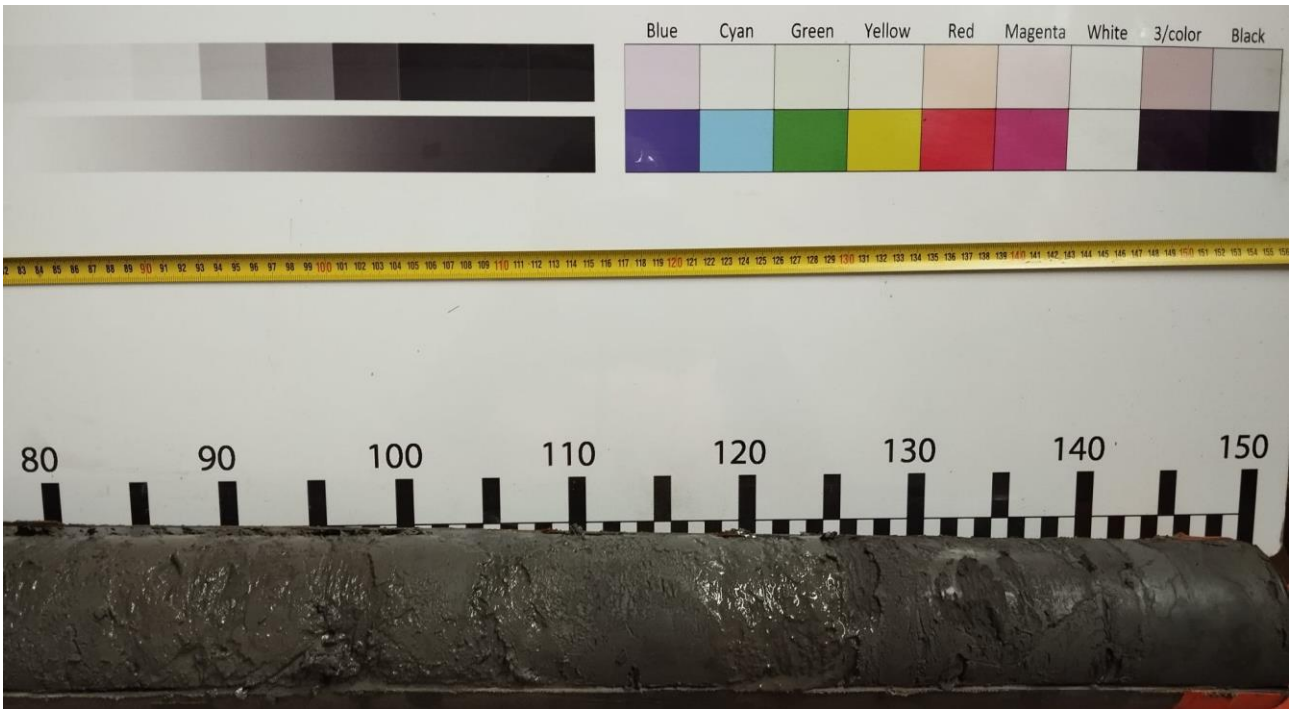
## Investigations géotechniques

SC2 : 10.30-11.80 m  
WIMEREUX (62)

44996

Ville de WIMEREUX





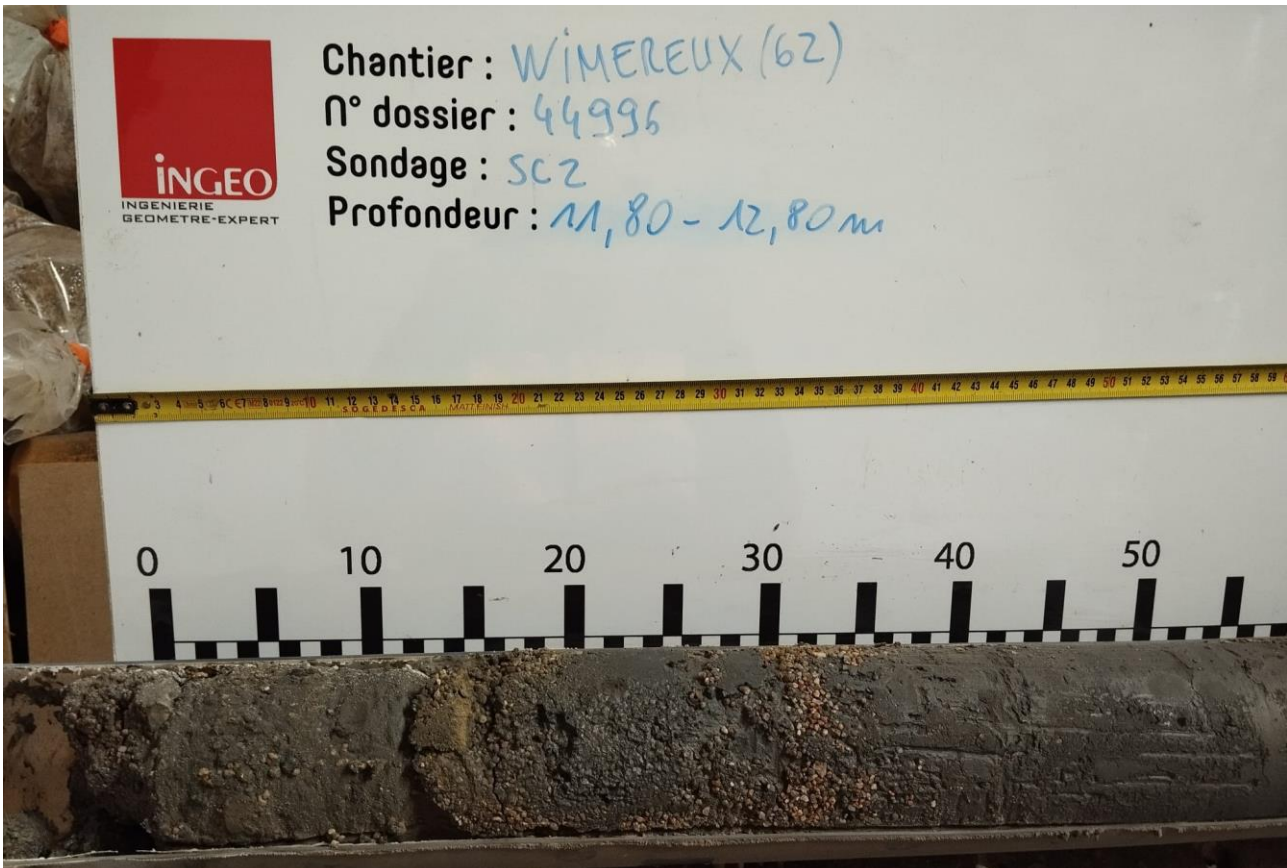
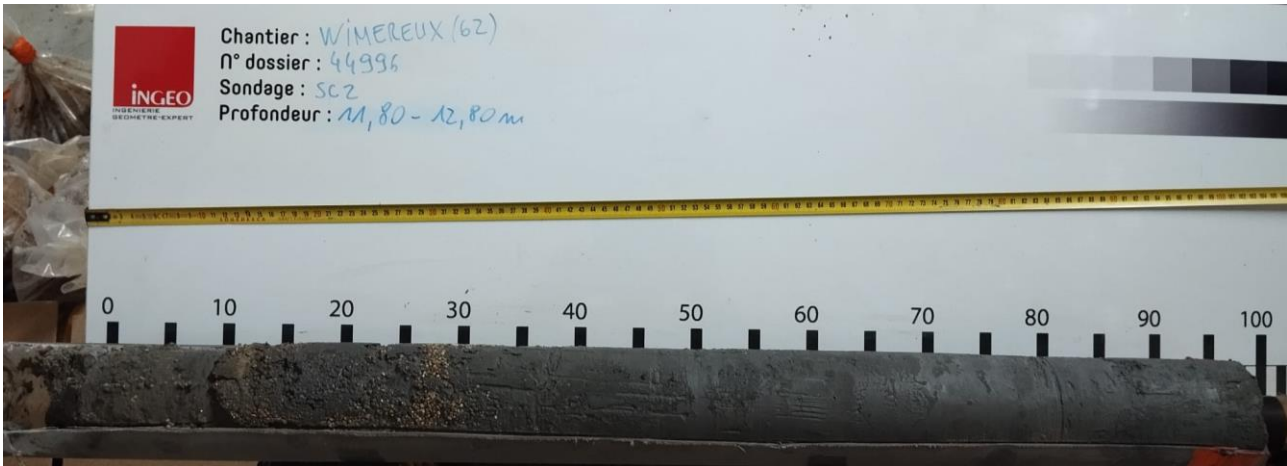


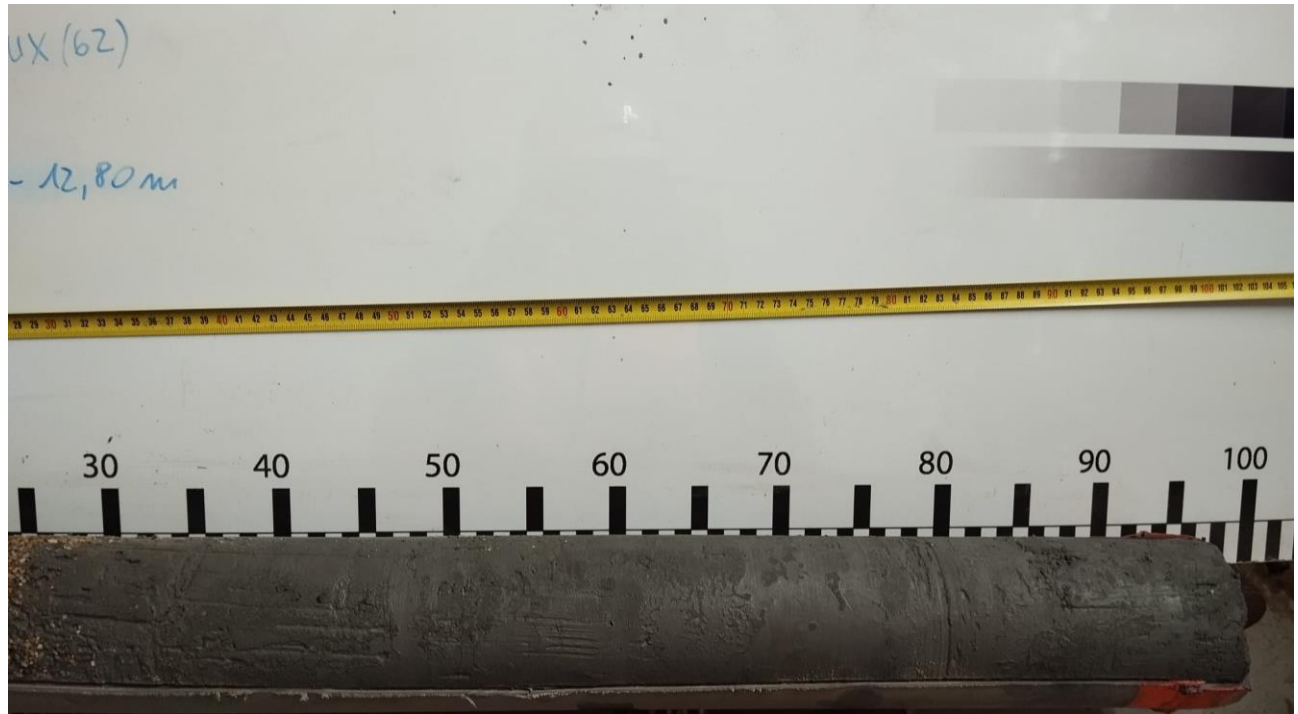
## Investigations géotechniques

SC2 : 11.80-12.80 m  
WIMEREUX (62)

44996

Ville de WIMEREUX





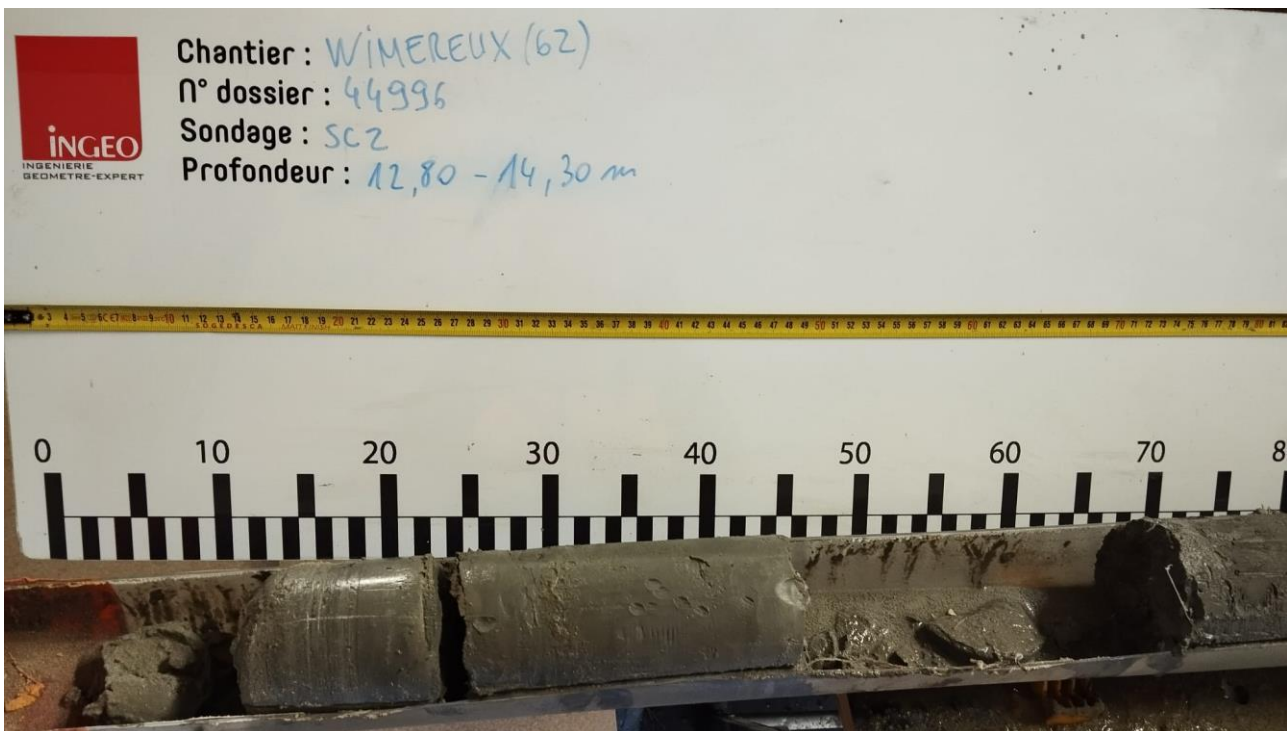
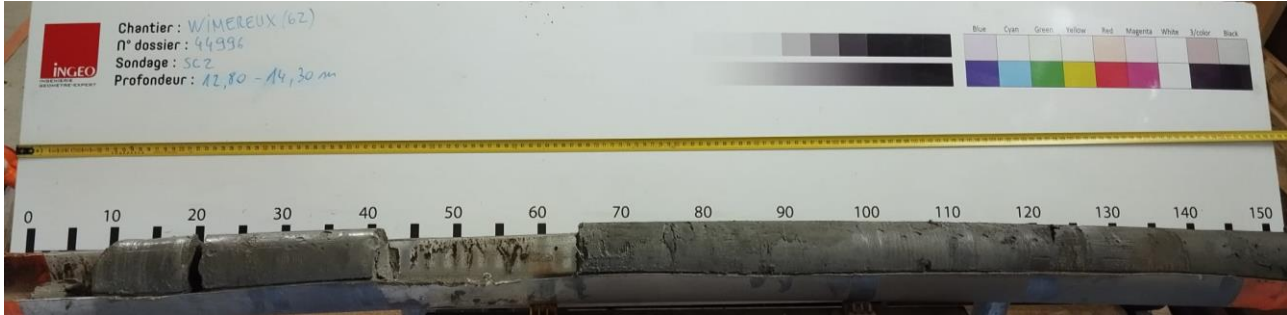


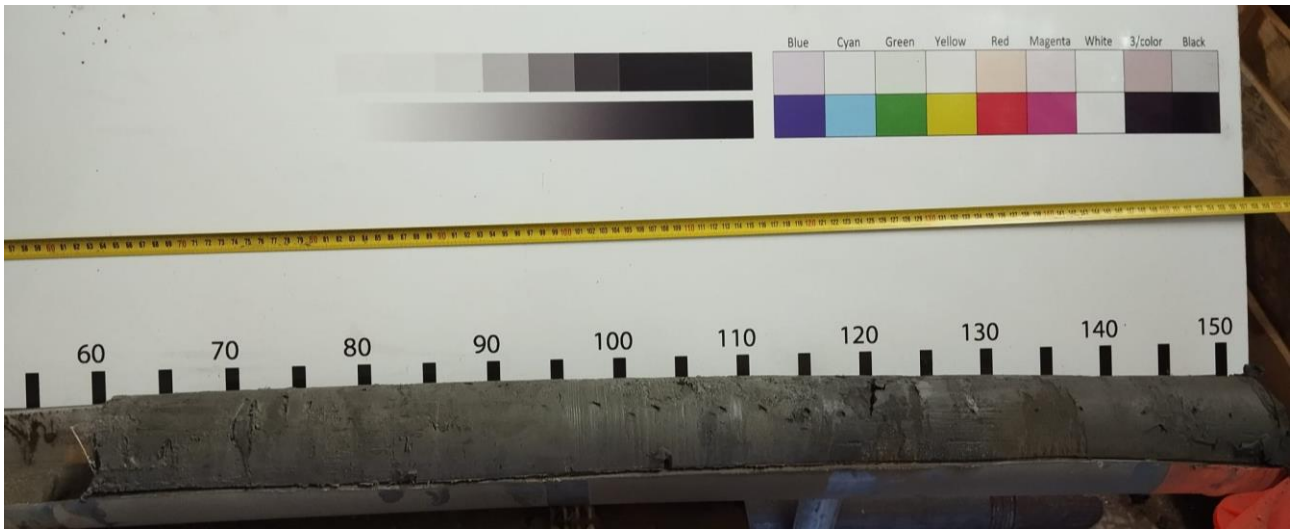
## Investigations géotechniques

SC2 : 12.80-14.30 m  
WIMEREUX (62)

44996

Ville de WIMEREUX





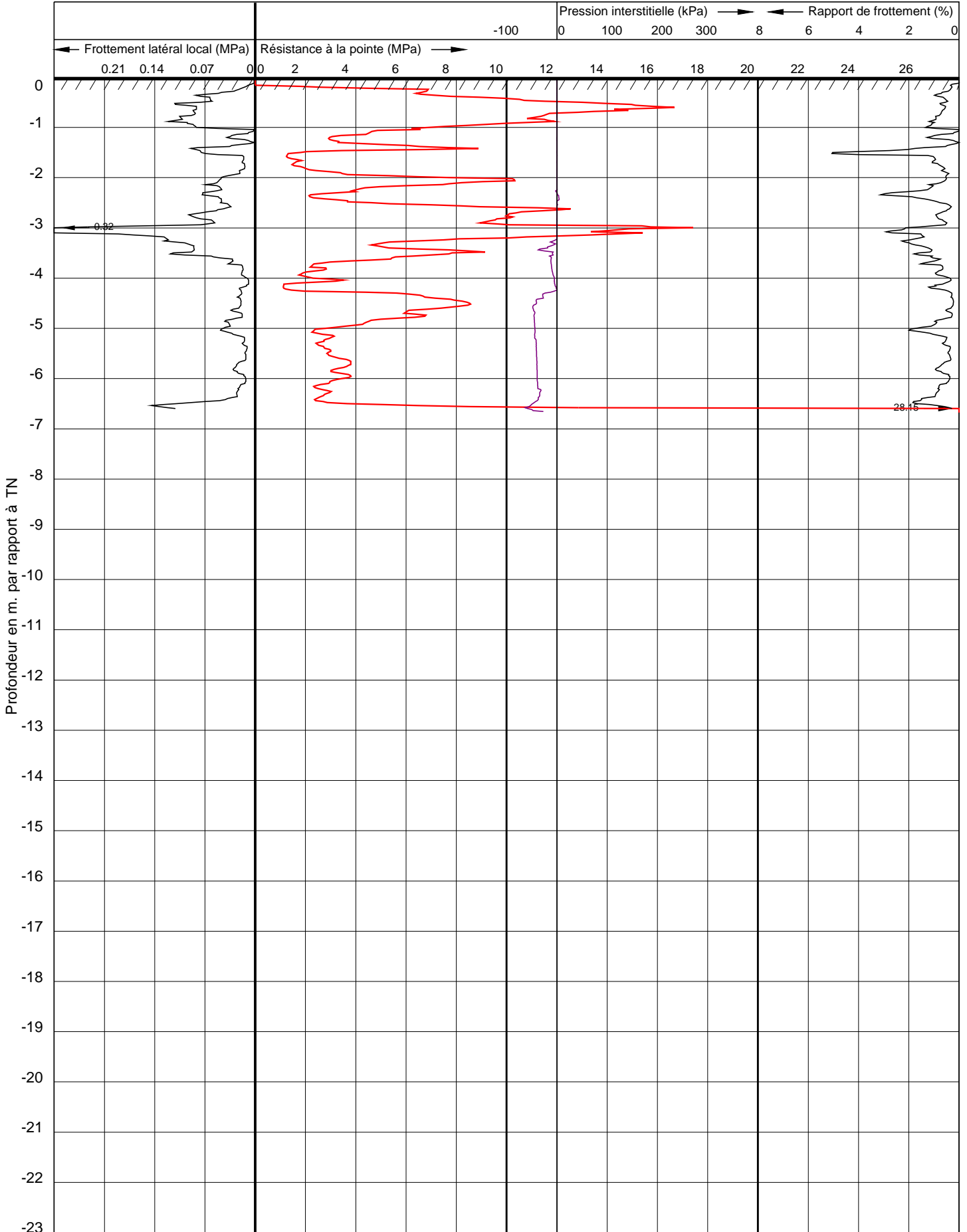




B.P. 38, NL-5688 ZG Oirschot, Pays-Bas  
Tel: +31 (0)499 578 520  
www.silt.nl

Dossier no. : 2400814  
Pénétromètre : 1  
Projet : Quai d'Hazebrouck  
Ville : Wimereux

Pointe : 071063  
Surface de la pointe : 1500 mm<sup>2</sup>  
Date : 26-8-2024  
Terrain naturel : 0.0 m. par rapport à TN

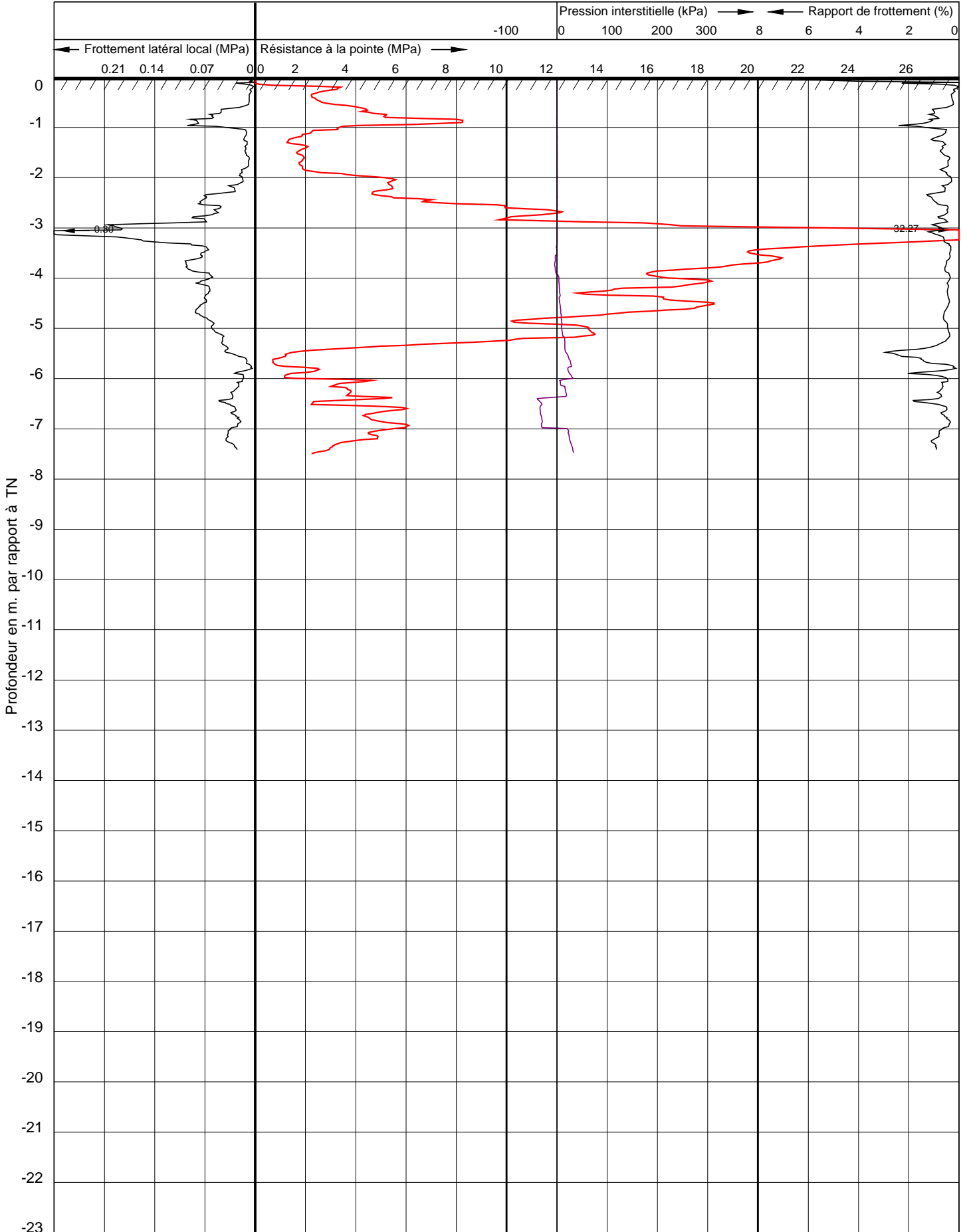




B.P. 38, NL-5688 ZG Oirschot, Pays-Bas  
Tel: +31 (0)499 578 520  
www.silt.nl

Dossier no. : 2400814  
Pénétromètre : 2  
Projet : Quai d'Hazebrouck  
Ville : Wimereux

Pointe : 071063  
Surface de la pointe : 1500 mm<sup>2</sup>  
Date : 26-8-2024  
Terrain naturel : 0.0 m. par rapport à TN

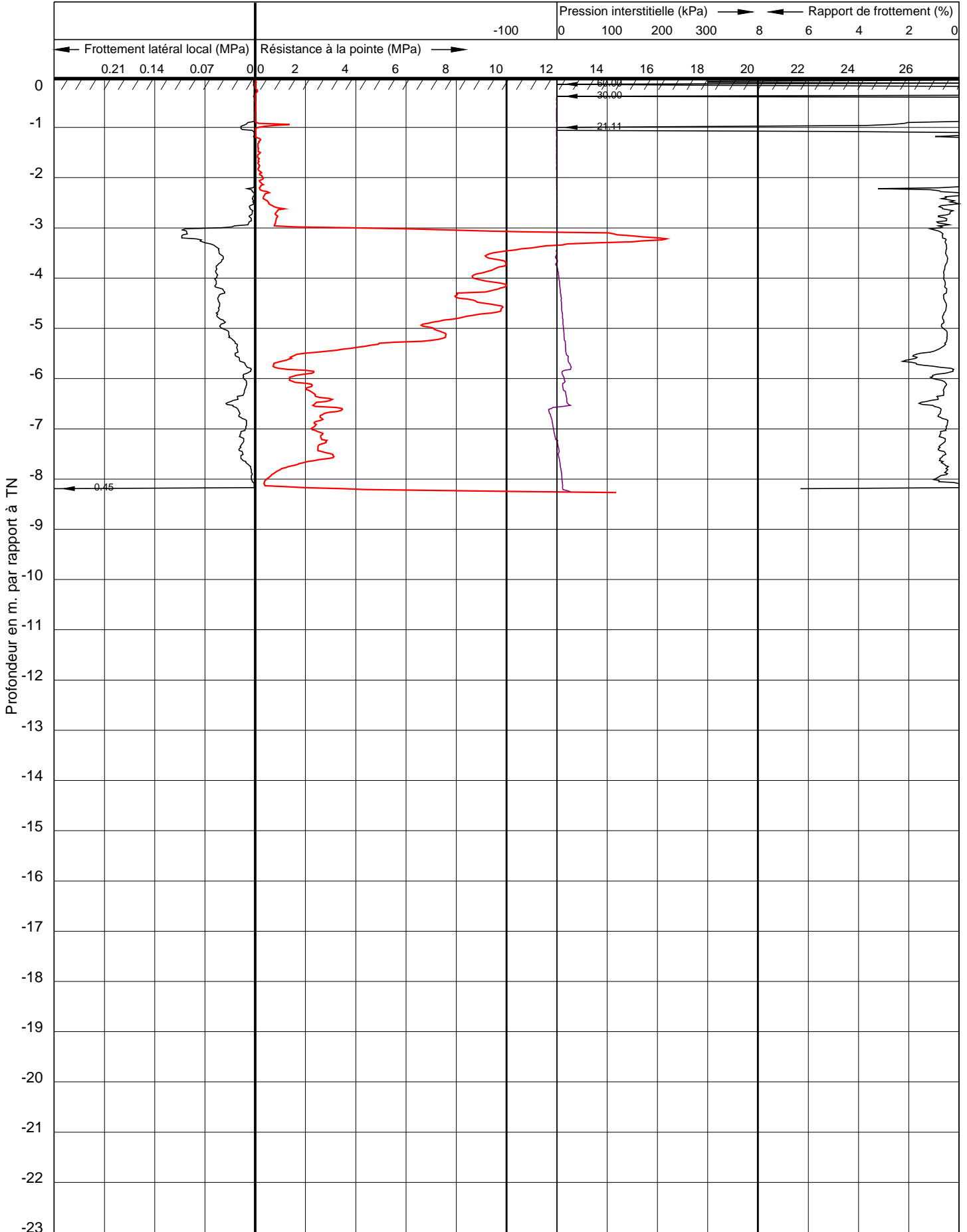




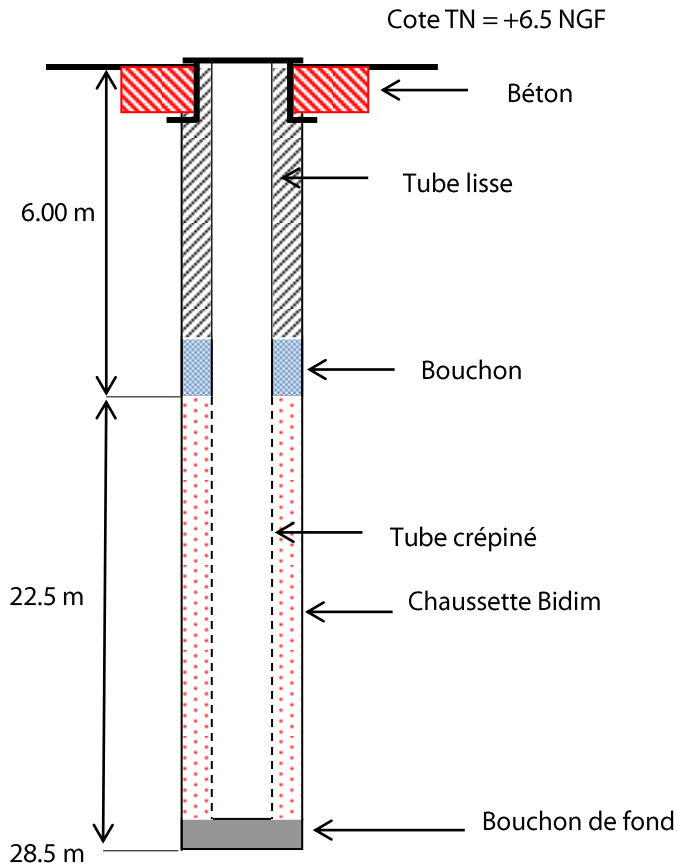
B.P. 38, NL-5688 ZG Oirschot, Pays-Bas  
Tel: +31 (0)499 578 520  
www.silt.nl

Dossier no. : 2400814  
Pénétromètre : 2 bis  
Projet : Quai d'Hazebrouck  
Ville : Wimereux

Pointe : 071063  
Surface de la pointe : 1500 mm<sup>2</sup>  
Date : 27-8-2024  
Terrain naturel : 0.0 m. par rapport à TN



# PIEZOMETRE : PZ1



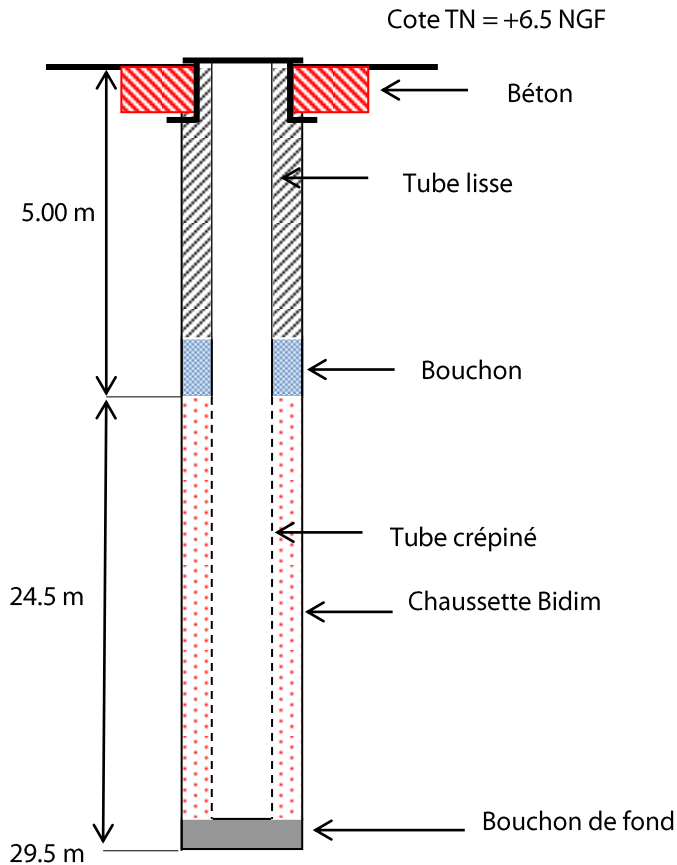
DATE	Profondeur Eau / TN (m)	Cote Eau / TN
11/10/2024	3.0	+3.5 NGF
14/10/2024	3.0	+3.5 NGF
Posé le 11/10/2021 en PRS1		

Diamètre de foration : 120 mm  
 Diamètre de l'équipement piézométrique : 80/88 mm  
 Outil utilisé : Tricône

Coupe de sol approximative :

- 0.00 m – 0.10 m : Béton d'aménagement
- 0.10 m – 1.90 m : Remblais sableux mou
- 1.90 m – 6.00 m : Remblais de blocs, béton, briques (remblais des culées du pont)
- 6.00 m – 7.50 m : Sable argileux
- 7.50 m – 28.50 m : Argile grise à quelques passages sableux

# PIEZOMETRE : PZ2


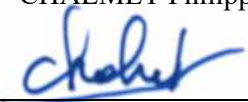



DATE	Profondeur Eau / TN (m)	Cote Eau / TN
10/10/2024	3.0	+3.5 NGF
Posé le 09/10/2021 en PRS2		

Diamètre de foration : 120 mm  
 Diamètre de l'équipement piézométrique : 80/88 mm  
 Outil utilisé : Tricône

Coupe de sol approximative :

- 0.00 m – 0.10 m : Béton d'aménagement
- 0.10 m – 5.00 m : Remblais de blocs, béton, briques (remblais des culées du pont)
- 5.00 m – 6.00 m : Sable argileux
- 6.00 m – 9.00 m : Sable argileux à passages de galets
- 9.00 m – 29.50 m : Argile grise à passages sableux



	<p>6, Rue jean MACE 03190 vallon en sully TEL : 04 70 09 33 56 <a href="mailto:Agence.vallon@soleo-logging.fr">Agence.vallon@soleo-logging.fr</a> <a href="http://www.soleo-logging.fr">www.soleo-logging.fr</a></p>	<p>Date d'émission : <b>12/11/2024</b></p>
<p>Identification : <b>R_INGEO241030</b></p>		
<p>Rapport tiré en 1 exemplaire+PDF</p>		
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 25px; padding: 40px;"> <p><b>DIAGRAPHIE</b> <b>RAPPORT DE MESURES</b></p> <p><b>Puits : PZ1 et PZ2</b></p> <p><b>Pont NAPOLEON,</b> <b>WIMEREUX (62)</b></p> <p><b>Intervention du 30 / 10 / 2024</b></p> </div>		
<p>Document(s) associé(s) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Document inclus au dossier</li> </ul>		
	<p>Nom et visa Rédacteur : CHALMET Philippe</p> 	<p>Nom et visa Vérificateur : COUSIN Loïc</p> 

# SOMMAIRE

<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>2</b>
<b>1. OBJECTIF DE L'OPERATION</b> .....	<b>3</b>
<b>2. MICROMOULINET PZ1</b> .....	<b>4</b>
<b>3. MICROMOULINET PZ2</b> .....	<b>5</b>
<b>4. DOCUMENTS</b> .....	<b>6</b>
• MICROMOULINET PZ1.....	6
• MICROMOULINET PZ2.....	6
<b>5. PRINCIPE DES MESURES</b> .....	<b>9</b>
5.1. MICROMOULINET .....	9
<b>6. COMPARAISON MICROMOULINET STATIQUE ET DYNAMIQUE</b> .....	<b>10</b>
6.1. REPONSE D'UN OUTIL MICROMOULINET .....	10
6.2. DIFFERENCE ENTRE UNE MESURE EN STATIQUE ET EN DYNAMIQUE.....	11
6.3. EQUATION D'UN MICROMOULINET SOLEO.....	13
6.4. COURBE DE REPONSE DE L'OUTIL MICROMOULINET .....	13
6.5. RESOLUTION EN DEBIT .....	14
<b>7. ANNEXES</b> .....	<b>15</b>
• FICHE TECHNIQUE MICROMOULINET.....	15

## 1. Objectif de l'opération

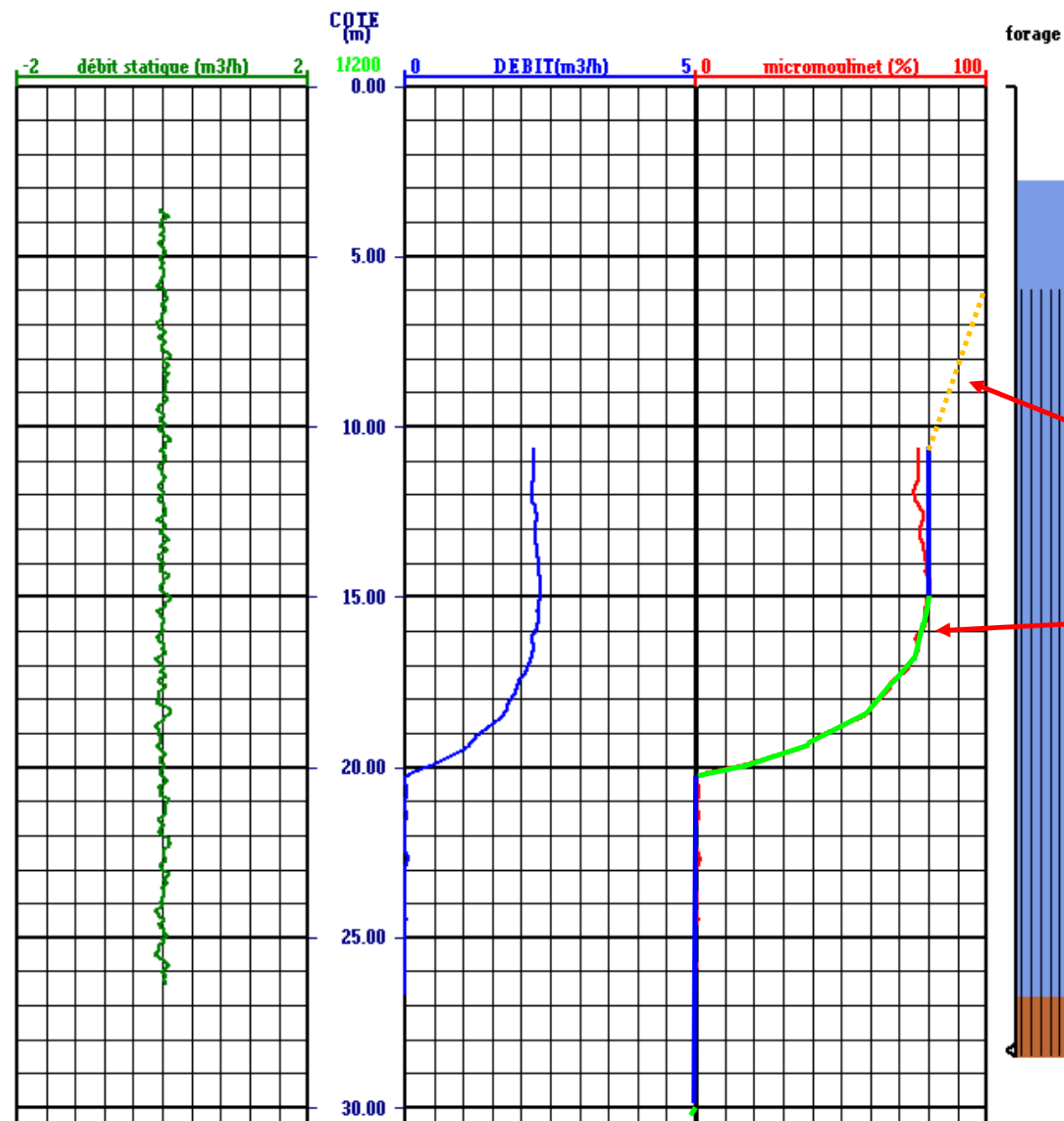
SOLEO est intervenue à la demande de la société INGEO pour réaliser une diagraphie micromoulinet, sur les puits PZ1 et PZ2 situés des deux coter du pont NAPOLEON à WIMEREUX (62).

PZ1	PZ2
 Une photographie prise depuis un pont à l'égard d'un puits circulaire. Le puits est rempli de gravier. Au centre du puits, il y a un couvercle métallique. À droite, un petit objet rouge est posé sur le gravier pour servir de référence. Une red arrow pointe vers ce point de référence.	 Une photographie prise depuis un pont à l'égard d'un puits circulaire. Le puits est rempli de gravier. Des câbles verts et bleus sont posés sur le gravier. À droite, un objet noir est posé sur le gravier pour servir de référence. Une red arrow pointe vers ce point de référence.
La référence profondeur a été prise au sol.	La référence profondeur a été prise au sol.



## 2. MICROMOULINET PZ1

Sur le graphique ci-dessous, les zones productives sont représentées en vert, les zones improductives sont représentées en bleu.



### MICROMOULINET STATIQUE

La mesure micromoulinet ne montre pas de circulation en statique dans ce forage.

### MICROMOULINET DYNAMIQUE

Pour la mesure, SOLEO a installé une pompe de 3" vers 9 m, elle débitait environ 2.9 m³/h.

Le niveau statique a été mesuré à 2.85 m sans la pompe (contre 1.93 m avec), le niveau dynamique en remontée constante était vers 6.75 m à la fin de la mesure.

La mesure micromoulinet montre que le forage donne de l'eau sur un intervalle allant de 15.00 m à 20.20 m.

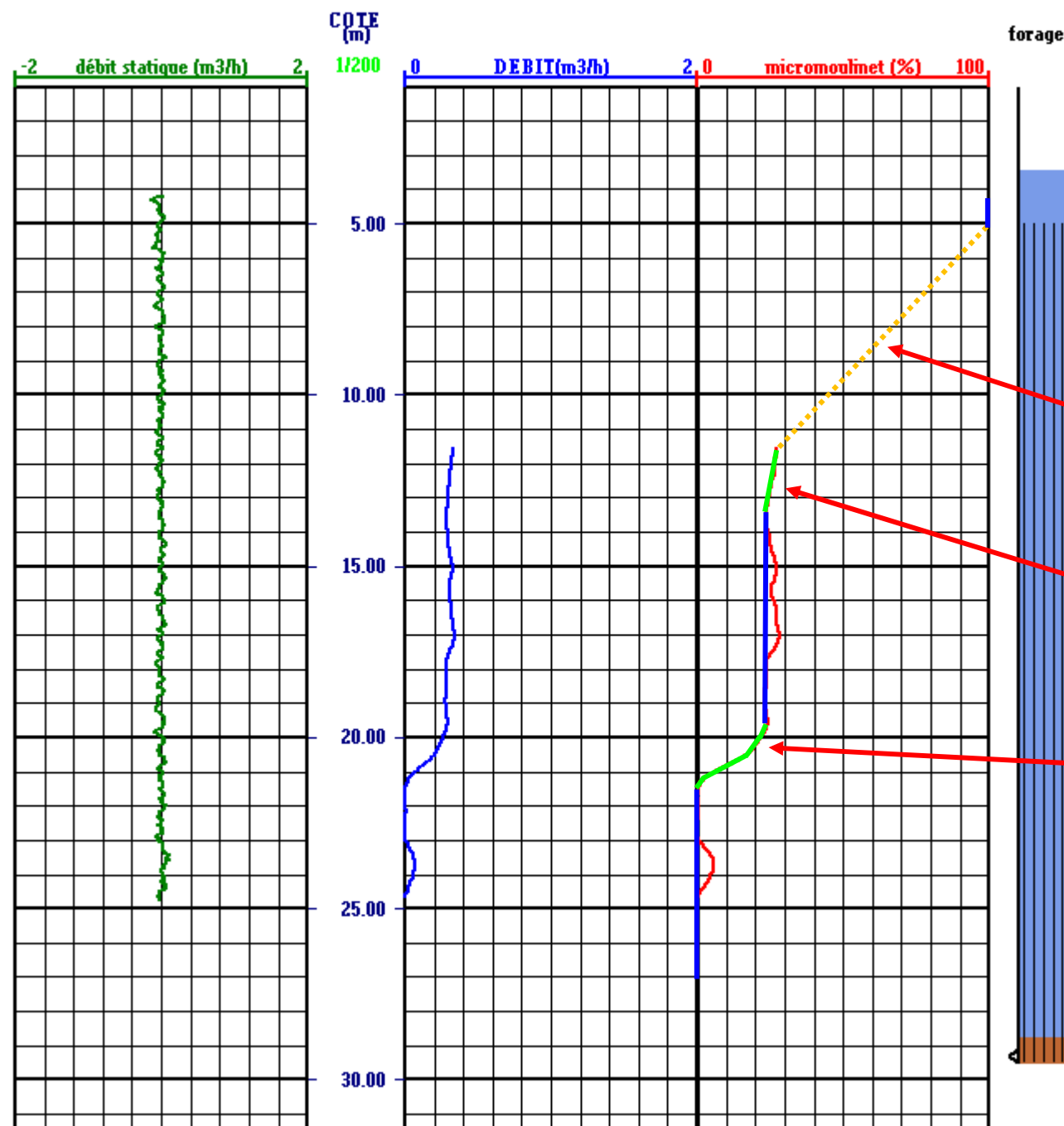
De 6.00 m à 10.60 m : 20% de la production.  
*Zone non investiguée car la pompe y était placée.*

De 15.00 m à 20.20 m : 80% de la production.

- Les premiers essais avec la pompe vers 6 m de profondeur et un débit inférieur à 0.5 m³/h n'ont pas permis une mesure dynamique, la pompe a dénoyée en moins d'une minute.
- Après avoir descendu la pompe vers 9 m de profondeur et relancé le pompage, nous avons observés une eau de refoulement grisâtre plus ou moins teintée au cours du temps. Le forage semble s'être développé tout au long de l'essai
- Le niveau dynamique non stabilisé avec une tendance à remonter a permis d'augmenter progressivement le débit pour effectuer la mesure représentée sur la diagraphie à gauche de cette page.

### 3. MICROMOULINET PZ2

Sur le graphique ci-dessous, les zones productives sont représentées en vert, les zones improductives sont représentées en bleu.



#### MICROMOULINET STATIQUE

La mesure micromoulinet ne montre pas de circulation en statique dans ce forage.

#### MICROMOULINET DYNAMIQUE

Pour la mesure, SOLEO a installé une pompe de 3" vers 9 m, elle débitait environ 1.20 m3/h.

Le niveau statique a été mesuré à 3.45 m, le niveau dynamique était vers 6.60 m à la fin de la mesure.

La mesure micromoulinet montre que le forage donne de l'eau sur un intervalle allant de 11.50 m à 21.30 m.

De 5.00 m à 11.50 m : 72% de la production.  
*Zone non investiguée car la pompe y était placée.*

De 11.50 m à 13.30 m : 05% de la production.

De 19.50 m à 21.30 m : 23% de la production.

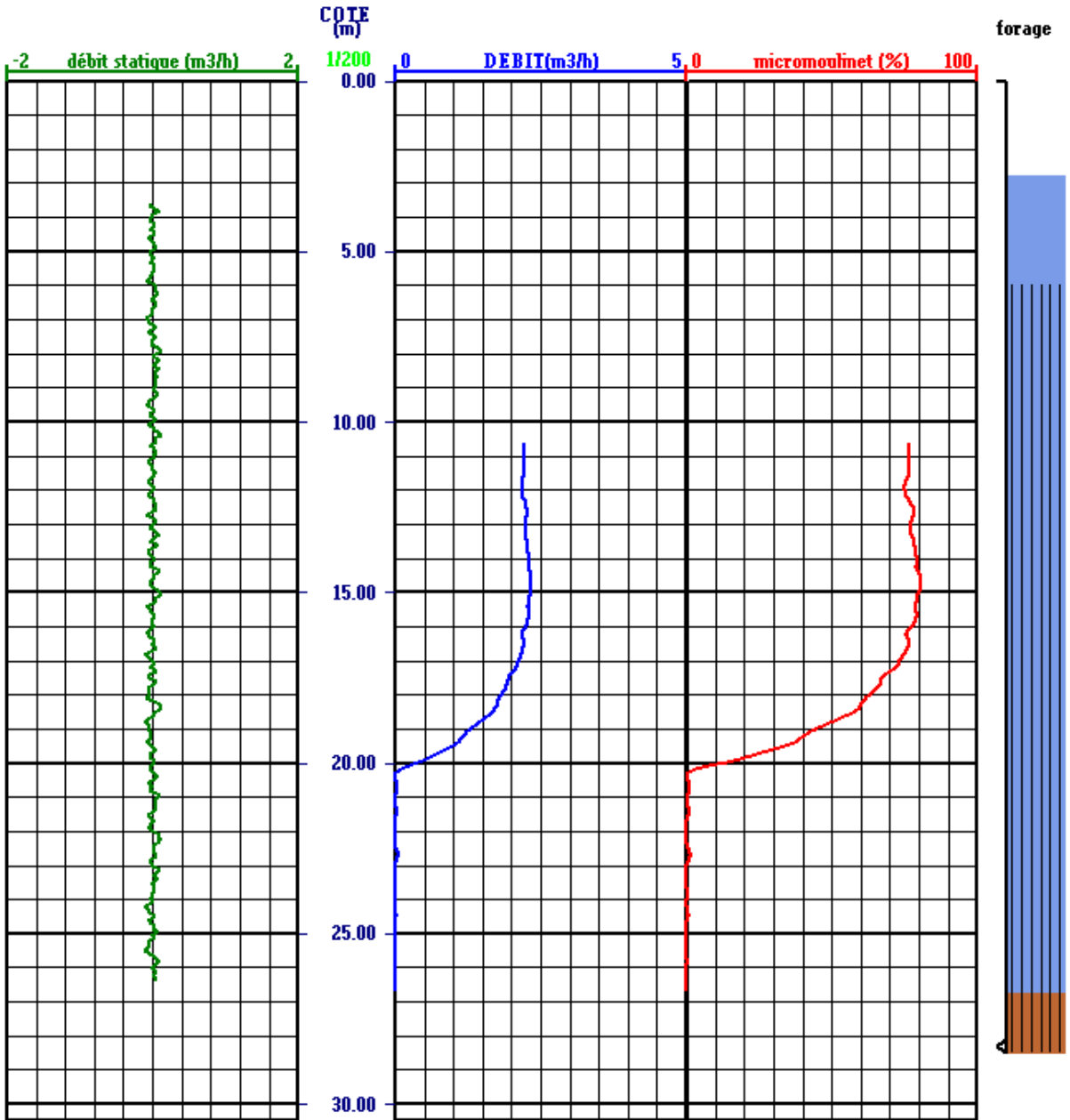
- Comme pour PZ1, les premiers essais avec la pompe vers 6 m de profondeur et un débit inférieur à 0.5 m3/h n'ont pas permis une mesure dynamique, la pompe a dénoyée en moins d'une minute.
- Même observation que sur PZ1, Suspicion de développement du forage pendant les essais.

#### 4. DOCUMENTS

- Micromoulinet PZ1
- Micromoulinet PZ2

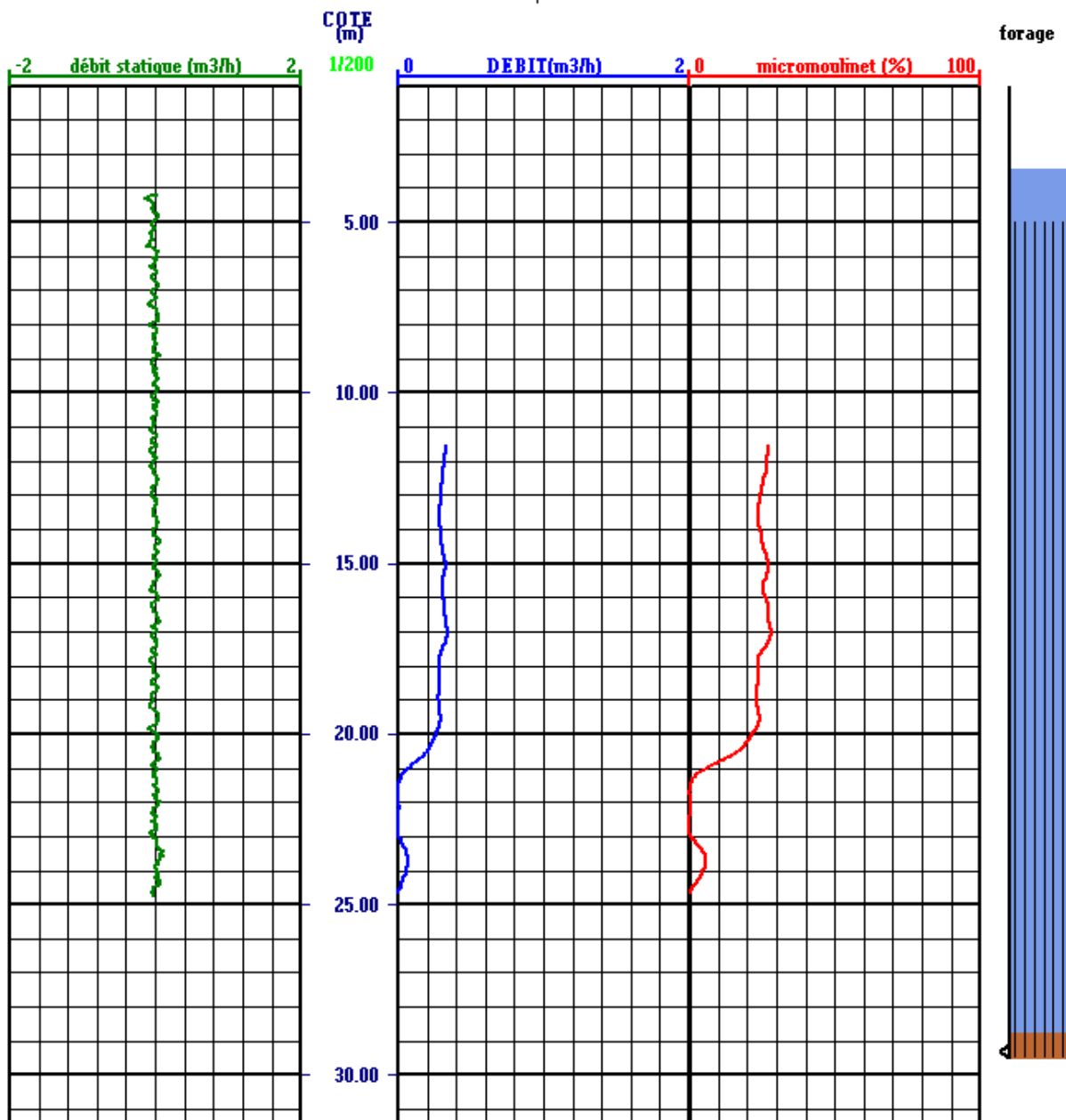
CLIENT : **INGEO**  
 REPRESENTANT CLIENT : M VAILLANT R  
 OPERATEUR(S) : MG

site : **WIMEREUX30102024**  
 puits : **PZ1**



CLIENT : **INGEO**  
 REPRESENTANT CLIENT : M VAILLANT R  
 OPERATEUR(S) : MG

site : **WIMEREUX30102024**  
 puits : **PZ2**



## 5. Principe des mesures

### 5.1. Micromoulinet

La mesure micromoulinet se fait en pompage. La pompe, placée idéalement au-dessus de l'outil dans la zone non crépinée, met le fluide en mouvement permettant ainsi de mettre en évidence les différentes arrivées d'eau.

L'outil est équipé d'une hélice dont on mesure la vitesse de rotation.

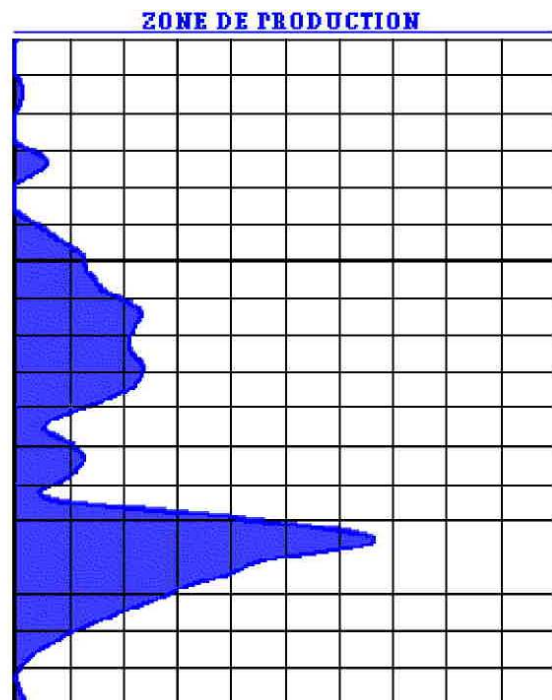
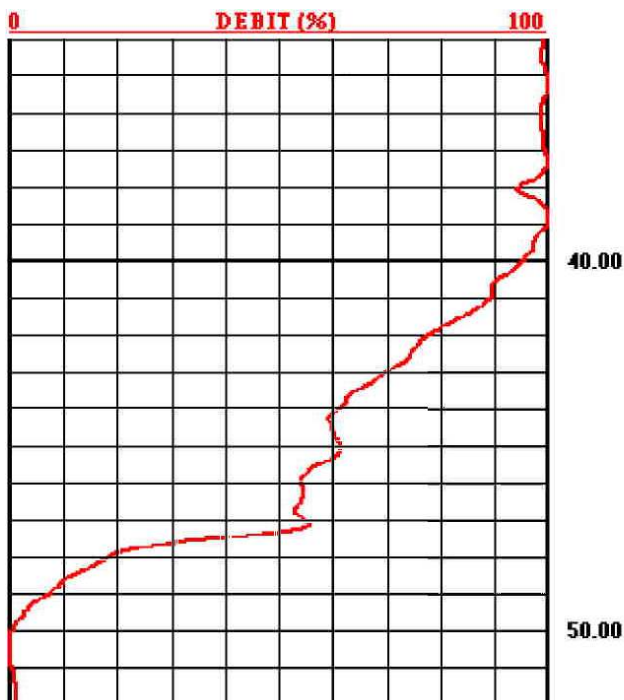
La vitesse maximum enregistrée, correspondant au débit de la pompe, est obtenue juste sous celle-ci et résulte de l'addition des débits des différentes arrivées d'eau rencontrées dans le forage.

La vitesse de l'hélice diminue proportionnellement à chaque passage d'une arrivée d'eau pour devenir nulle au fond du forage.

Les résultats sont donnés sous forme d'une courbe relative (en %) et d'une courbe mettant en évidence les zones de productions.

Cette courbe est simplement une représentation de la vitesse de rotation de l'hélice, compensée de la vitesse de déplacement de l'outil.

Cette courbe est issue d'un traitement effectué sur la vitesse de rotation de l'hélice. Elle permet de mettre en évidence les zones de production.



## 6. Comparaison micromoulinet statique et dynamique

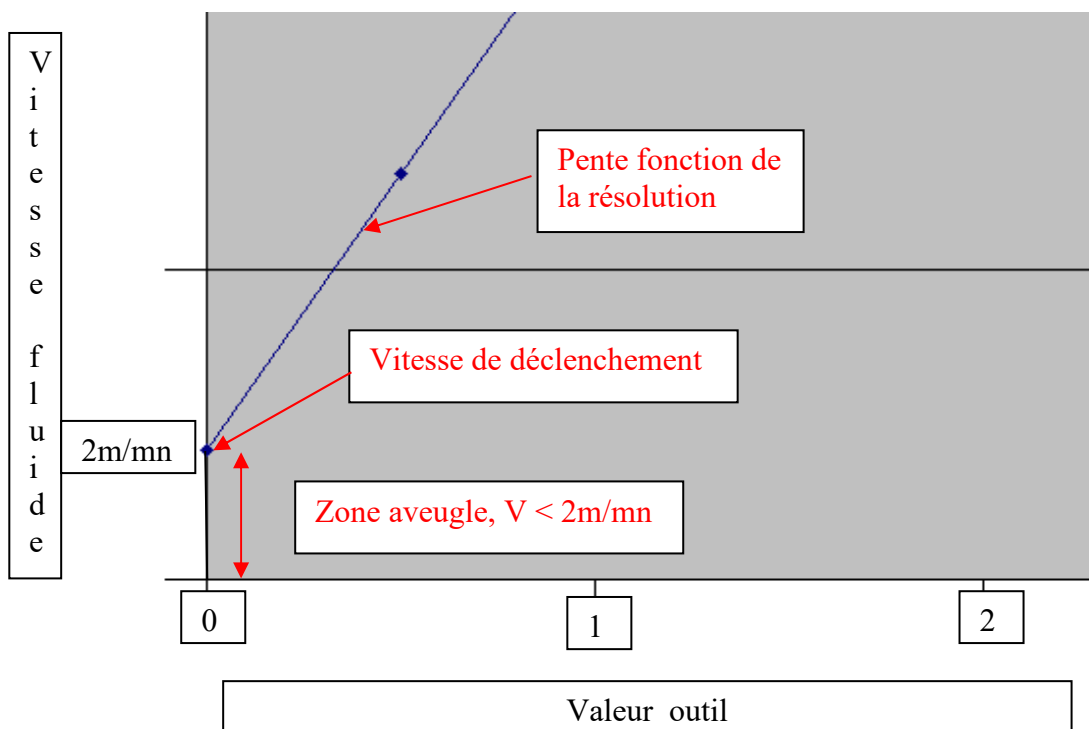
### 6.1. Réponse d'un outil micromoulinet

Typiquement, la courbe de réponse d'un outil micromoulinet est de type  $Y=aX+b$

Où  $Y$  est le résultat (vitesse en m.mn)  
 $a$  est une constante liée à la résolution de l'outil  
 $X$  est la valeur de mesure de l'outil (impulsion par seconde)  
 $b$  est la vitesse de déclenchement. (Vitesse en m/mn)

**Par la suite nous prendrons une vitesse de déclenchement de 2m/mn qui est une valeur courante.**

Cette équation se traduit par la courbe ci-dessous



## 6.2. Différence entre une mesure en statique et en dynamique

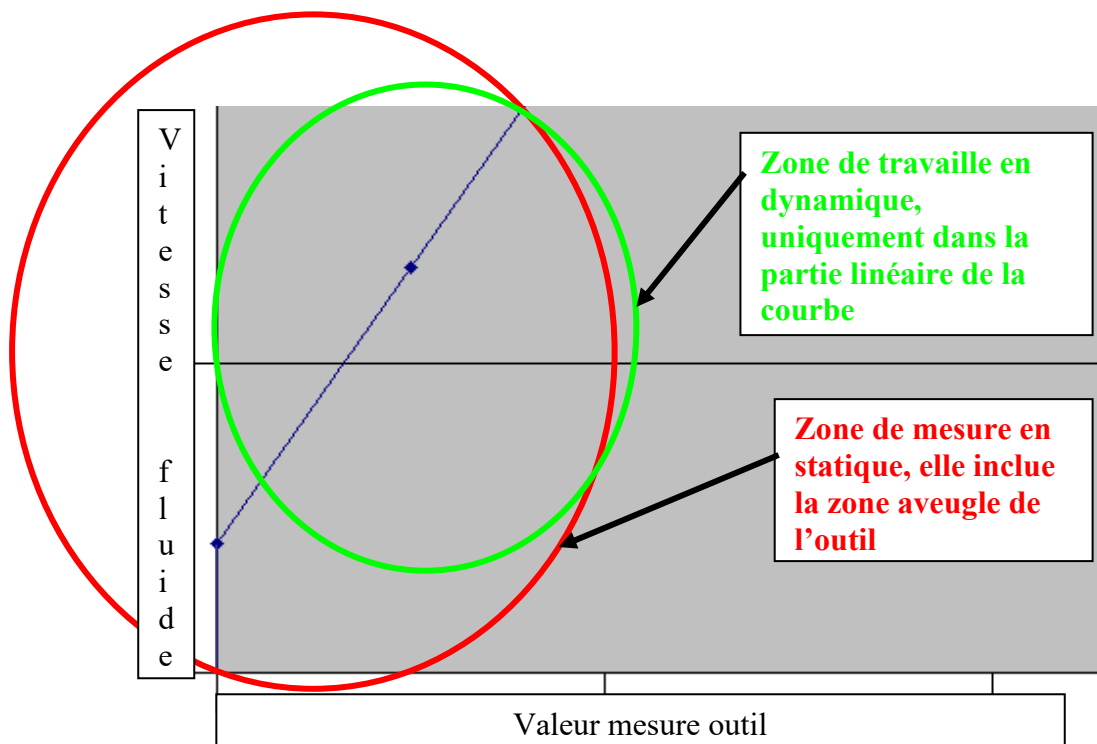
**Mesure en statique** : l'outil est descendu à une cote, puis on fait une mesure l'outil étant immobile. L'hélice ne voit que la vitesse du flux. Si la vitesse du flux est inférieure à 2m/mn, l'hélice ne tourne pas. Et donc nous n'avons pas de mesure.

**Mesure en dynamique** : La mesure est faite outil en mouvement, on enregistre la valeur de l'outil et la vitesse de déplacement. L'hélice voit alors la vitesse de flux plus la vitesse de déplacement. La vitesse de déplacement étant supérieure à la vitesse de déclenchement, il n'y a plus de zone aveugle.

La principale différence entre les mesures en statique et les mesures en dynamique vient du fait qu'en dynamique on travaille toujours au-dessus de la vitesse de déclenchement donc il n'y a pas de zone aveugle sur les vitesses inférieures à la vitesse de déclenchement.

On peut également ajouter qu'en dynamique on a un résultat de mesure spatial centimétrique (tous les 5 cm par exemple) ce qui permet d'avoir une courbe beaucoup plus riche et facile à interpréter.

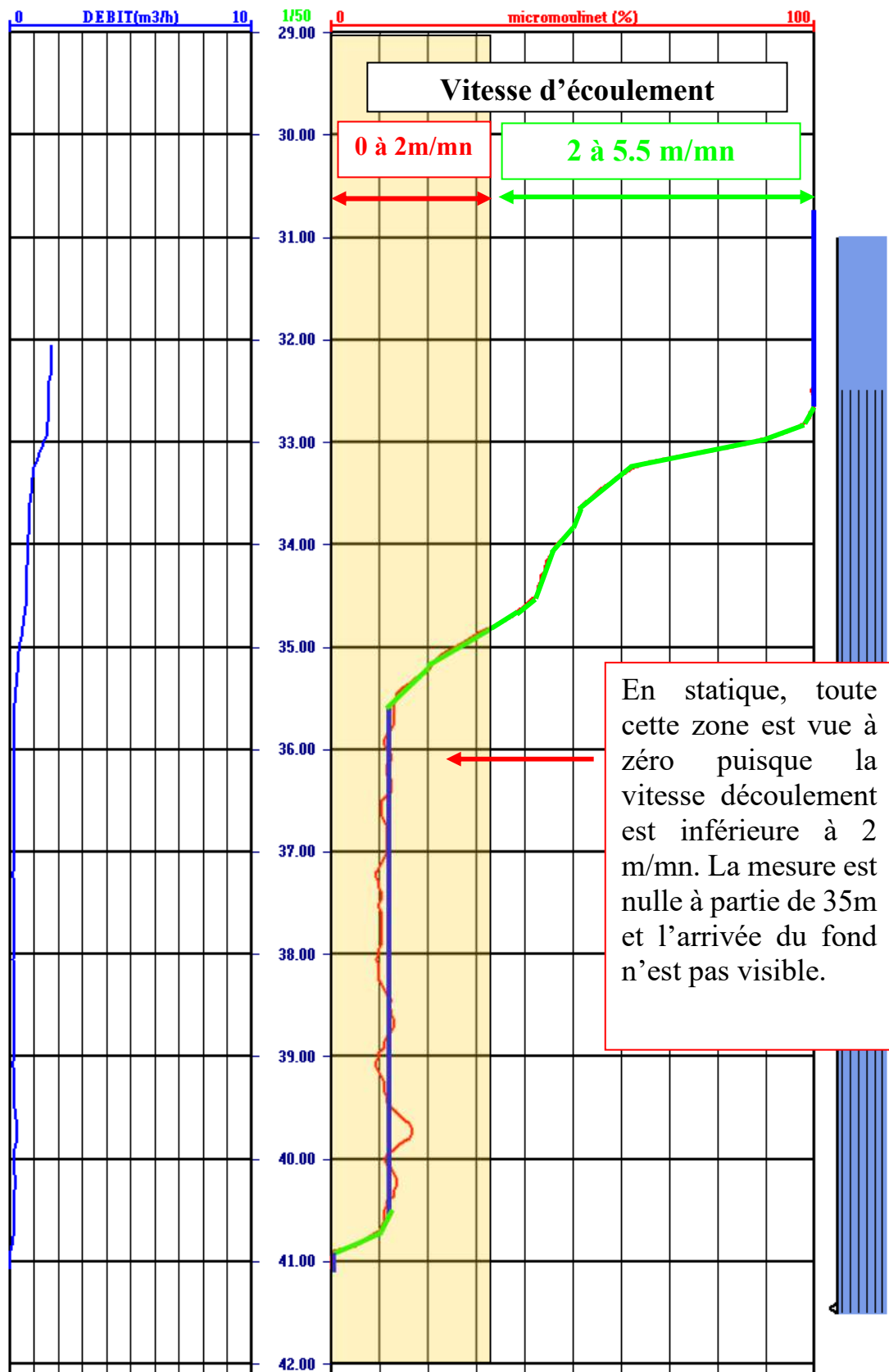
### ZONE DE TRAVAIL



Cette différence se traduit sur une mesure réelle comme ceci.



Cette mesure a été faite dans un forage de 80 mm intérieur sous un pompage de 1.45m<sup>3</sup>/h



### 6.3. Equation d'un micromoulinet SOLEO

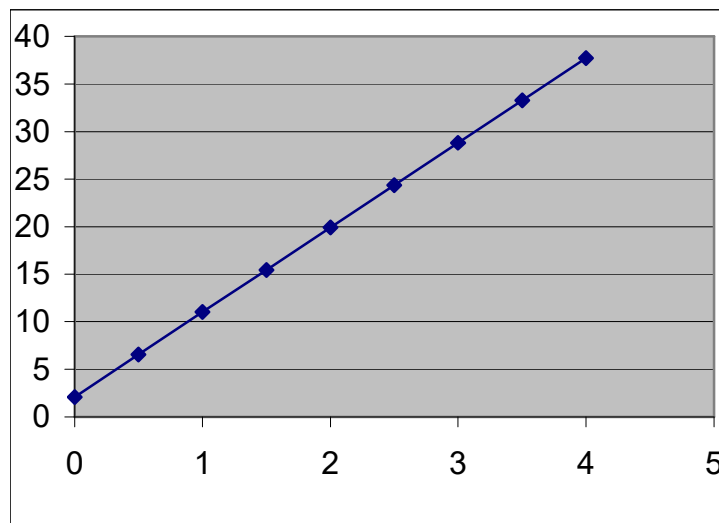
L'équation du micromoulinet est :  $V(m/mn) = 8.963X + 2.092$

**C'est un ordre de grandeur, car cette équation est variable selon les réglages des paliers de l'hélice du micromoulinet (résistance aux frottements...), type d'hélice.**

Le coefficient 8.963 est lié à la résolution de l'outil  
La constante 2.092 est la vitesse de déclenchement.

### 6.4. Courbe de réponse de l'outil micromoulinet

X	V(m/mn)
0	2.096
0.5	6.54915
1	11.0023
1.5	15.45545
2	19.9086
2.5	24.36175
3	28.8149
3.5	33.26805
4	37.7212



L'outil à une résolution 1/50 ème de tour, donc la résolution de x est de 0.02, ce qui correspond à une résolution de V (m/mn) de 0.18m/mn.

## 6.5.Résolution en débit

La résolution en débit est bien sûr fonction du diamètre.

diamètre(mm)	débit (l/h)
80	54
112	106
160	217
226	433
270	618
300	763

Cette résolution est bien sûr théorique.

Là-dessus viennent se greffer les erreurs dues

- A la compensation de la vitesse de descente
- Au fait que l'outil fait un petit mouvement de balancier durant la descente ce qui bruite la courbe.
- Aux turbulences dues à la circulation du fluide ...

## 7. ANNEXES

- Fiche technique micromoulinet



### FICHE TECHNIQUE DES OUTILS DE DIAGNOSTIC

## MICROMOULINET

#### PRINCIPE

Mesure de la vitesse d'écoulement du fluide le long du profil du forage.

#### RESULTAT

Mise en évidence des zones de production.  
Répartition des débits en fonction de la profondeur  
Etat de colmatage des crépines

#### CARACTERISTIQUES

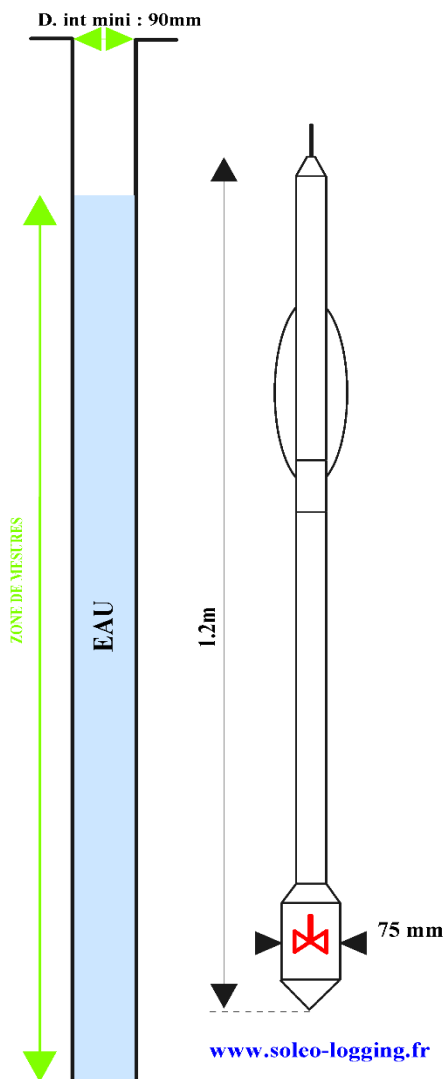
Longueur : 1.2 m - Diamètre : 75 mm  
Poids : 5 Kg  
**40 impulsions par tour d'hélice**

#### UTILISATION

Fluide :  eau  boue  aucun  
Tubage :  acier  inox  pvc  aucun  
Forage :  destructif  carotté  
Centrage :  oui  non

Vitesse acquisition : 2 à 10 m/mn

Gamme : 0 à 100 m/mn  
Précision : 1% PE  
Répétabilité : 1%  
Calibrage : base

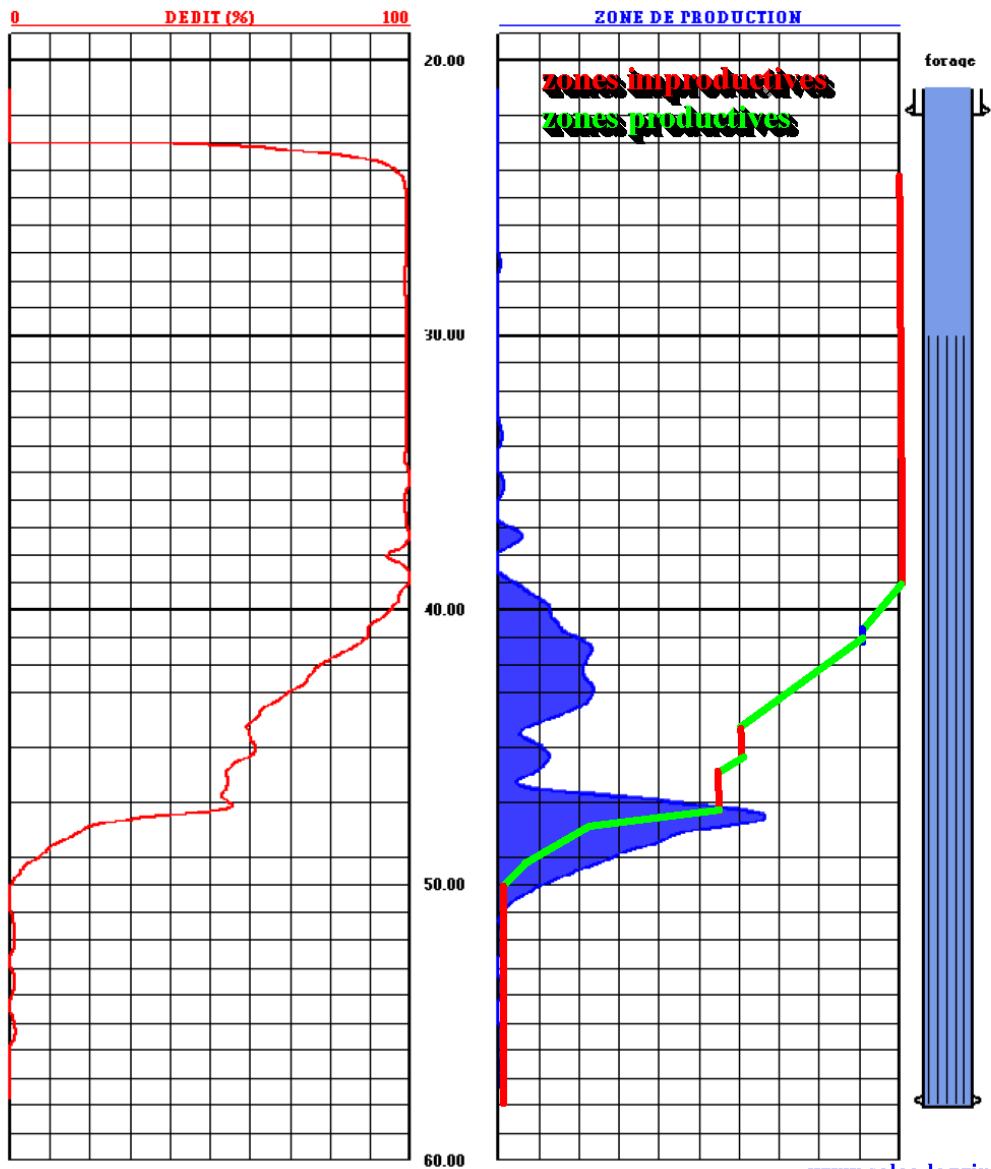


SOLEO  
6, rue Jean MACE  
03190 Vallon en Sully

TEL : 33 (0) 4 70 09 33 56  
FAX : 33 (0) 9 55 00 58 50  
EMAIL : [agence.vallon@soleo-logging.fr](mailto:agence.vallon@soleo-logging.fr)

EXEMPLE DE DOCUMENT

mesure faite sous pompage à 25 m<sup>3</sup>/h



[www.soleo-logging.fr](http://www.soleo-logging.fr)

SOLEO  
6, rue Jean MACE  
03190 Vallon en Sully

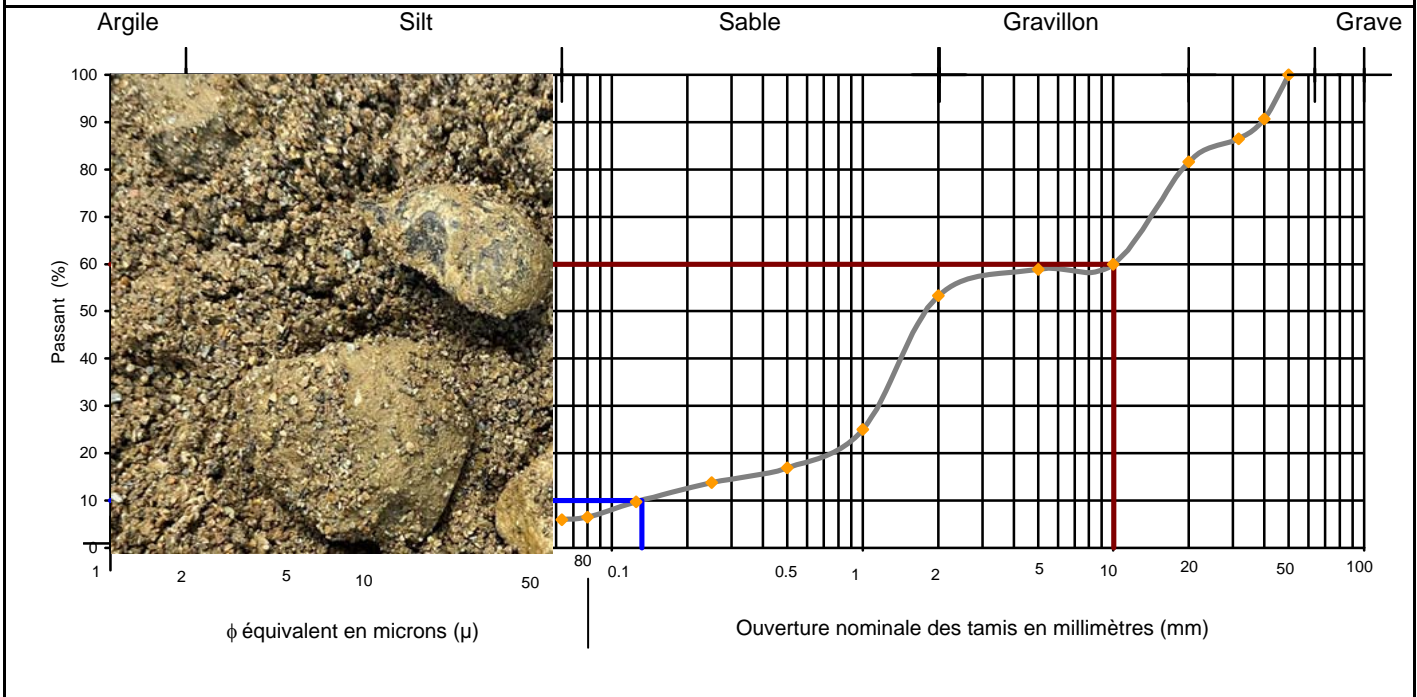
TEL : 33 (0)4 70 09 33 56  
FAX : 33 (0)9 55 00 58 50  
EMAIL : [agence.vallon@soleo-logging.fr](mailto:agence.vallon@soleo-logging.fr)

## ***ANNEXE 4 – ESSAIS EN LABORATOIRE***

## PROCES VERBAL D'ESSAI

N° du dossier : 24.3734	N° Sondage : <b>SC1</b>
Client : INGEO	Profondeur (m) : 3.00/5.40
Nom du chantier : WIMEREUX	Prélevé (m) : <b>3.00/5.40</b>
Nature : Sable grossier à silex roulé beige-gris	Programme : 18/12/2024

### ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE ET PAR SEDIMENTOMETRIE NFP 94-056 et NFP 94-057



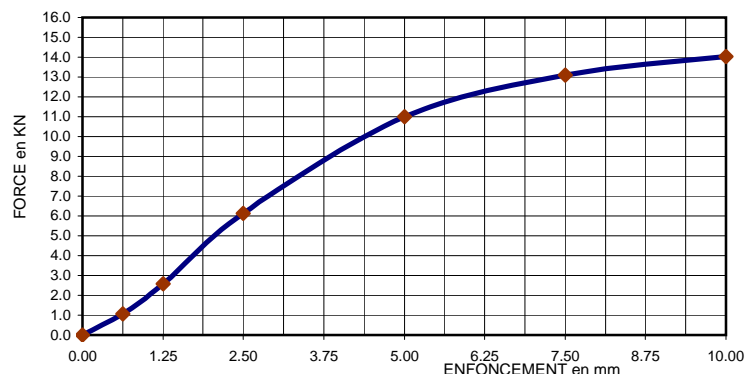
φ des tamis (mm)	63	50	40	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.25	0.125	0.080	0.063
Passant (%)		<b>100.0</b>	90.6	86.4	81.6	59.9	58.9	53.3	25.1	16.9	13.8	9.7	6.5	6.0
		$D_{60} = 10.03$	$D_{10} = 0.13$			$Cu = 76.3$								
φ équivalent (μ)	80.0													
Passant (%)	<b>6.5</b>													

### ESSAI AU BLEU DE METHYLENE NF P 94-068

W 0/5 mm	Masse éch (g)	Masse sans bleu M1(g)	Masse avec bleu M2(g)	Valeur bleu Vb(g/100g)	Valeur bleu Vbs (g/100g)
9.9	80.79	800.68	820.2	0.27	<b>0.16</b>

### INDICE PORTANT IMMEDIAT NF P 94.078

W naturelle (%)		<b>9.9</b>
Masse volumique sèche compactée $\rho_d$ (t/m <sup>3</sup> )		<b>1.79</b>
INDICE PORTANT IMMEDIAT	à 2.5 mm = $F$ en KN×100	46
	13.35	
	à 5 mm = $F$ en KN×100	55
	19.93	
Indice portant immédiat à w naturelle		<b>55</b>



Classification GTR NFP 11.300	<b>B3</b>	Classification GTR MAI 2023	<b>G3</b>
-------------------------------	-----------	-----------------------------	-----------

## PROCES VERBAL D'ESSAI

N° du dossier : 24.3734

N° Sondage : **SC1**

Client : INGEO

Profondeur (m) : 6.05/7.30

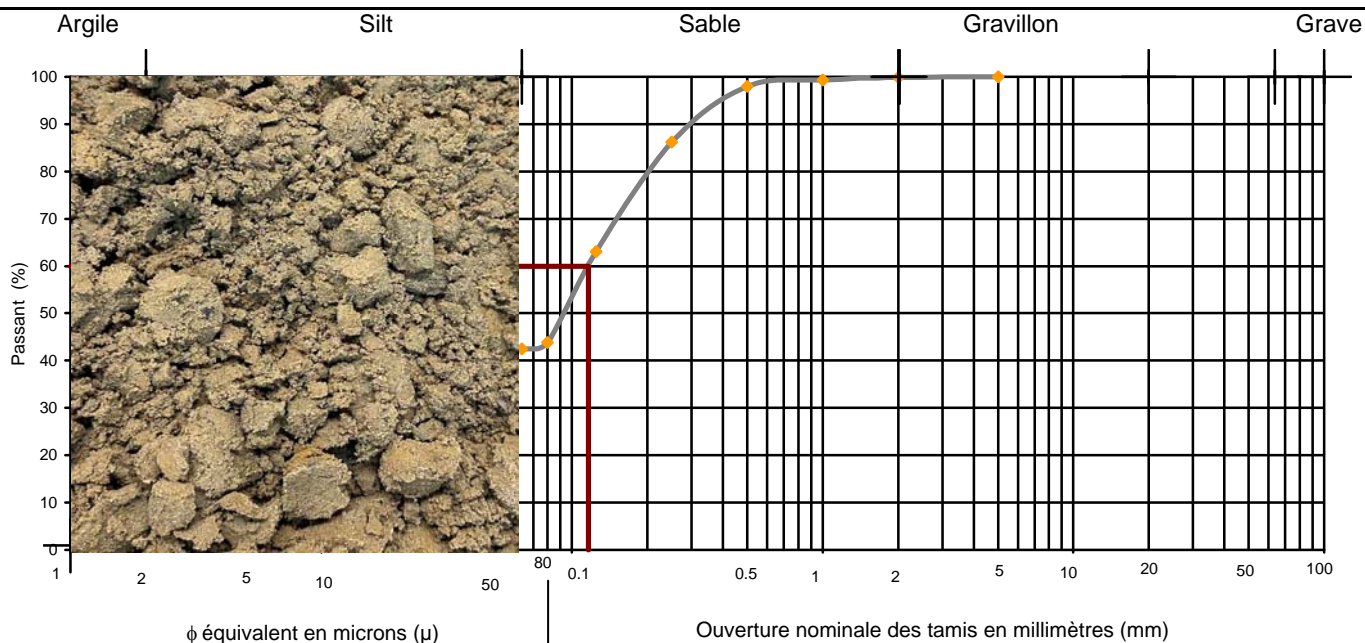
Nom du chantier : WIMEREUX

Prélevé (m) : **6.50/6.80**

Nature : Sable fin argileux beige-gris HCL+

Programme : 18/12/2024

### ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE ET PAR SEDIMENTOMETRIE NFP 94-056 et NFP 94-057



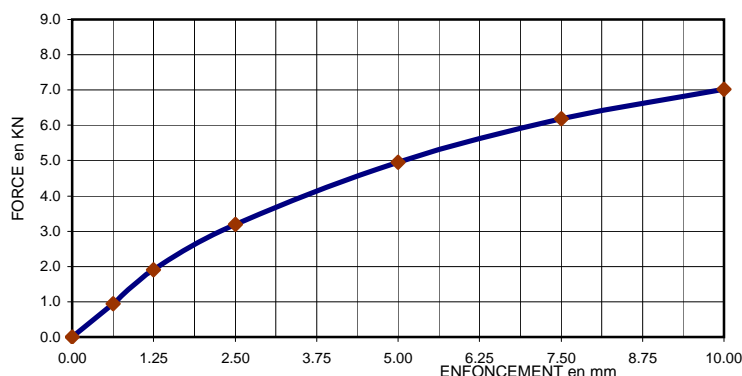
φ des tamis (mm)	63	50	40	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.25	0.125	0.080	0.063
Passant (%)							100.0	99.9	99.3	97.9	86.2	63.1	43.8	42.4
	D <sub>60</sub> = 0.12		D <sub>10</sub> =		Cu =									
φ équivalent (μ)	80.0													
Passant (%)	43.8													

### ESSAI AU BLEU DE METHYLENE NF P 94-068

W 0/5 mm	Masse éch (g)	Masse sans bleu M1(g)	Masse avec bleu M2(g)	Valeur bleu Vb(g/100g)	Valeur bleu Vbs (g/100g)
18.4	60.12	800.15	921.32	2.39	2.39

### INDICE PORTANT IMMEDIAT NF P 94.078

W naturelle (%)		18.4
Masse volumique sèche compactée ρ <sub>d</sub> (t/m <sup>3</sup> )		1.63
INDICE PORTANT IMMEDIAT	à 2.5 mm = $\frac{F}{100}$ en KN	24
	à 5 mm = $\frac{F}{100}$ en KN	25
Indice portant immédiat à w naturelle		25



Classification GTR NFP 11.300

A1 m

Classification GTR MAI 2023

F1 m



LIMITES D'ATTERBERG NFP 94-051

N° du dossier : 24.3734

N° Sondage : **SC1**

Client : INGEO

Profondeur (m) : 6.05/7.30

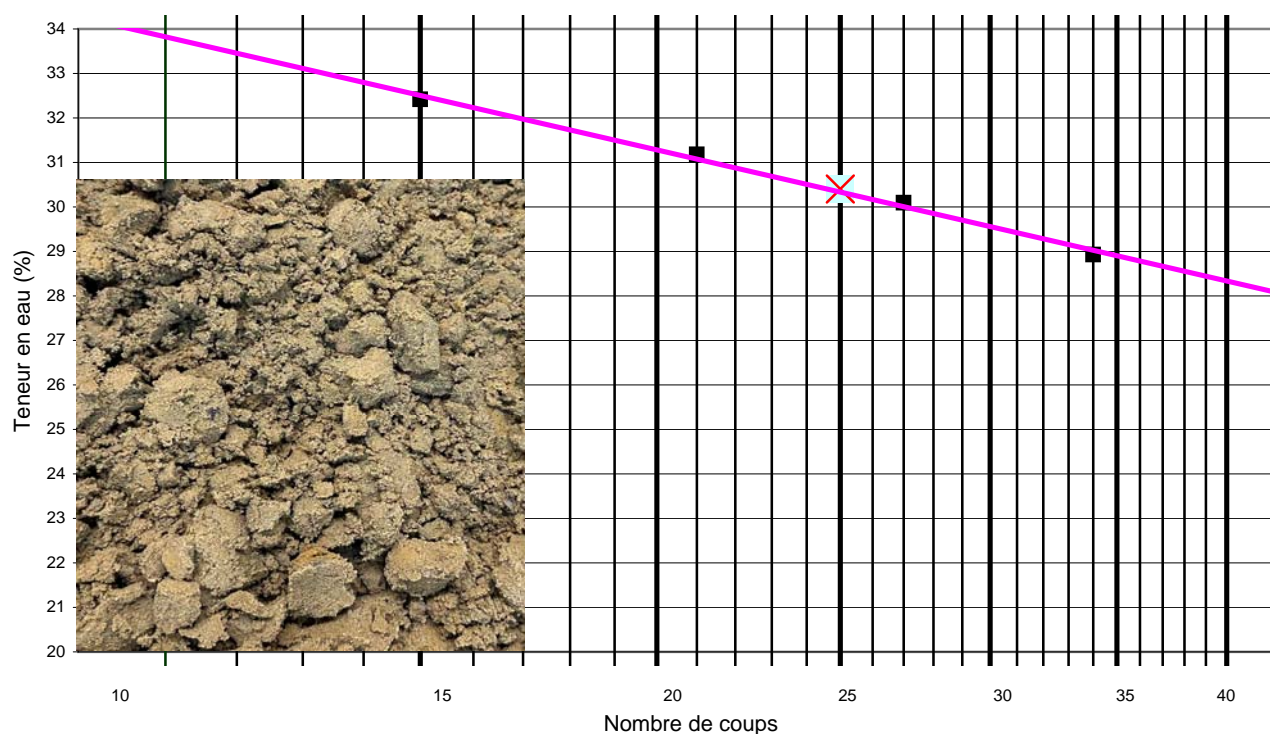
Nom du chantier : WIMEREUX

Prélevé (m) : **6.50/6.80**

Nature : Sable fin argileux beige-gris HCL+

Programme : 18/12/2024

	LIQUIDITE				PLASTICITE	
Nombre de coups	15	21	27	34		
N° de la tare	A	B	C	D	1	2
Poids total humide (g)	36.51	40.12	39.74	38.26	30.56	30.98
Poids total sec (g)	27.75	30.76	30.72	29.84	27.45	27.89
Poids de la tare (g)	0.73	0.73	0.73	0.73	11.84	12.36
Poids net de l'eau (g)	8.76	9.36	9.02	8.42	3.11	3.09
Poids net matériau sec (g)	27.02	30.03	29.99	29.11	15.61	15.53
Teneur en eau (%)	32.4	31.2	30.1	28.9	19.9	19.9



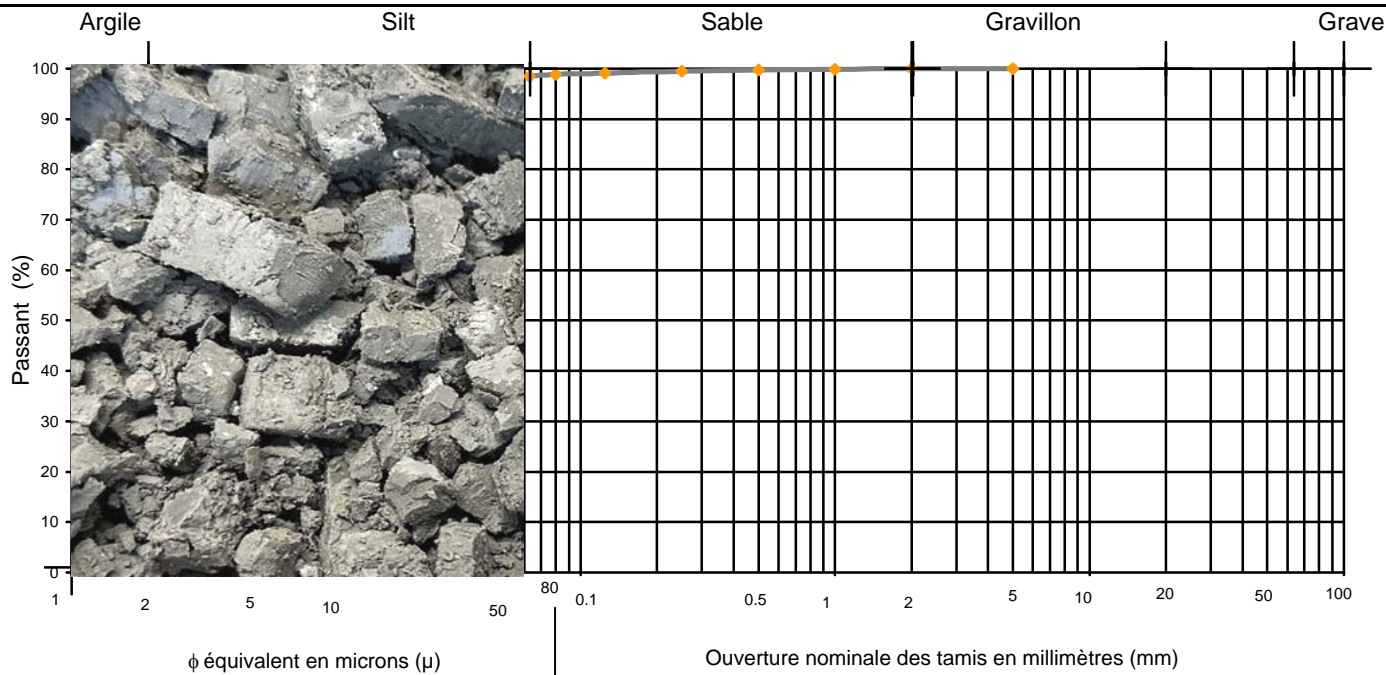
Limite de Liquidité	Wl =	<b>30</b>	%	W naturelle =	<b>18.4</b>	%
Limite de Plasticité	Wp =	<b>20</b>	%	Pth (g) =	710.00	
Indice de Plasticité	Ip =	<b>10</b>		Pts (g) =	643.90	
Indice de consistance	Ic =	<b>1.14</b>		Tare (g) =	285.31	

# PROCES VERBAL D'ESSAI

N° du dossier : 24.3734  
 Client : INGEO  
 Nom du chantier : WIMEREUX  
 Nature : Marne argileuse grise

N° Sondage : **SC1**  
 Profondeur (m) : 8.80/10.50  
 Prélevé (m) : **9.60/9.80**  
 Programme : 18/12/2024

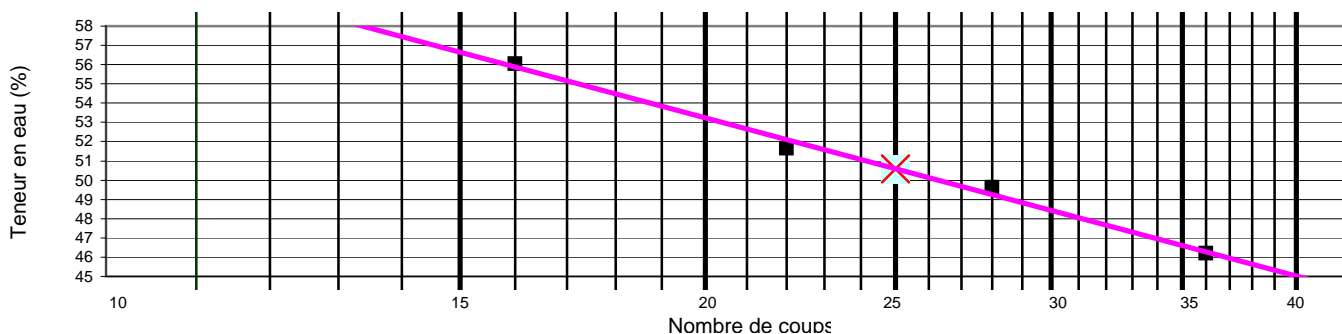
## ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE ET PAR SEDIMENTOMETRIE NFP 94-056 et NFP 94-057



φ des tamis (mm)	80	50	40	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.25	0.125	0.080	0.063
Passant (%)							100.0	100.0	99.9	99.8	99.5	99.1	98.8	98.5

### LIMITES D'ATTERBERG NFP 94-051

	LIQUIDITE				PLASTICITE		W naturelle =	20.2	%	
Nombre de coups	16	22	28	36						
N° de la tare	A	B	C	D	1	2	Limite liquidité WI =		51	%
Poids total humide	43.58	37.05	50.98	48.78	33.84	33.79	Limite plasticité Wp =		21	%
Poids total sec	28.15	24.65	34.28	33.56	30.11	30.05	Indice plasticité Ip =		30	
Poids de la tare	0.62	0.64	0.62	0.62	11.87	11.94	Indice consistance Ic =		1.01	
Poids net de l'eau	15.43	12.40	16.70	15.22	3.73	3.74	D <sub>60</sub> =			mm
Poids net matériau sec	27.53	24.01	33.66	32.94	18.24	18.11	D <sub>10</sub> =			mm
Teneur en eau (%)	56.0	51.6	49.6	46.2	20.4	20.7	Cu =			



Classification GTR NFP 11.300

**A3 m**

Classification GTR MAI 2023

**F3 m**

## PROCES VERBAL D'ESSAI

N° du dossier : 24.3734

N° Sondage : **SC2**

Client : INGEO

Profondeur (m) : 6.05/7.30

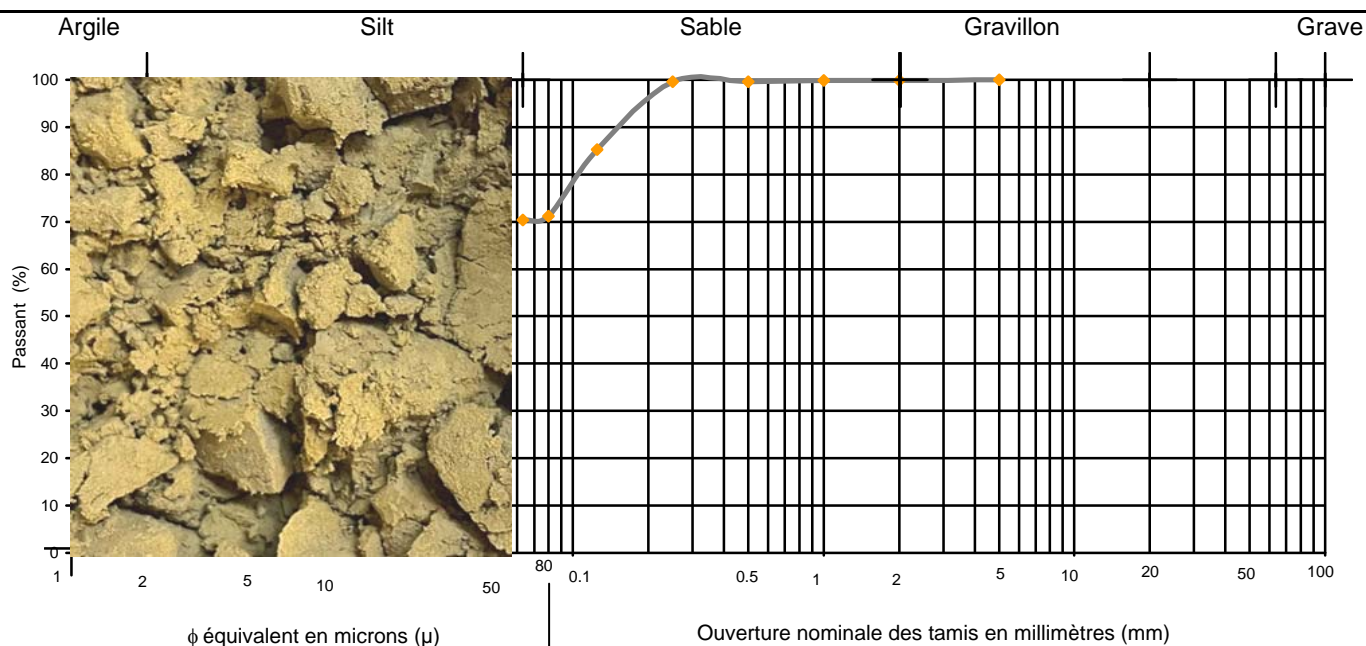
Nom du chantier : WIMEREUX

Prélevé (m) : **6.65/7.30**

Nature : Sable fin argileux jaune-gris HCL+

Programme : 18/12/2024

### ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE ET PAR SEDIMENTOMETRIE NFP 94-056 et NFP 94-057



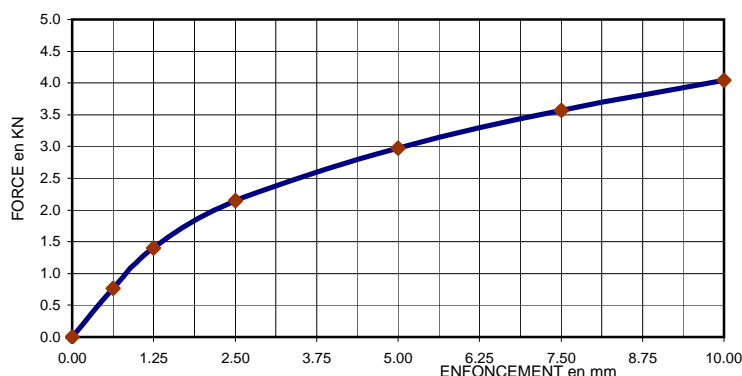
φ des tamis (mm)	63	50	40	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.25	0.125	0.080	0.063
Passant (%)							100.0	99.9	99.8	99.6	99.5	85.3	71.1	70.3
	<b>D<sub>60</sub> =</b>		<b>D<sub>10</sub> =</b>		<b>Cu =</b>									
φ équivalent (μ)	<b>80.0</b>													
Passant (%)	<b>71.1</b>													

### ESSAI AU BLEU DE METHYLENE NF P 94-068

W 0/5 mm	Masse éch (g)	Masse sans bleu M1(g)	Masse avec bleu M2(g)	Valeur bleu Vb(g/100g)	Valeur bleu Vbs (g/100g)
21.4	65.23	800.28	892.12	1.71	<b>1.71</b>

### INDICE PORTANT IMMEDIAT NF P 94.078

W naturelle (%)		<b>21.4</b>
Masse volumique sèche compactée ρd (t/m <sup>3</sup> )		<b>1.57</b>
INDICE PORTANT IMMEDIAT	à 2.5 mm = $\frac{F}{100}$ en KN	16
	à 5 mm = $\frac{F}{100}$ en KN	15
		19.93
Indice portant immédiat à w naturelle		<b>16</b>



Classification GTR NFP 11.300

**A1 m**

Classification GTR MAI 2023

**F1 m**

# PROCES VERBAL D'ESSAI

N° du dossier : 24.3734

Client : INGEO

Nom du chantier : WIMEREUX

Nature : Marne indurée argileuse gris-noir

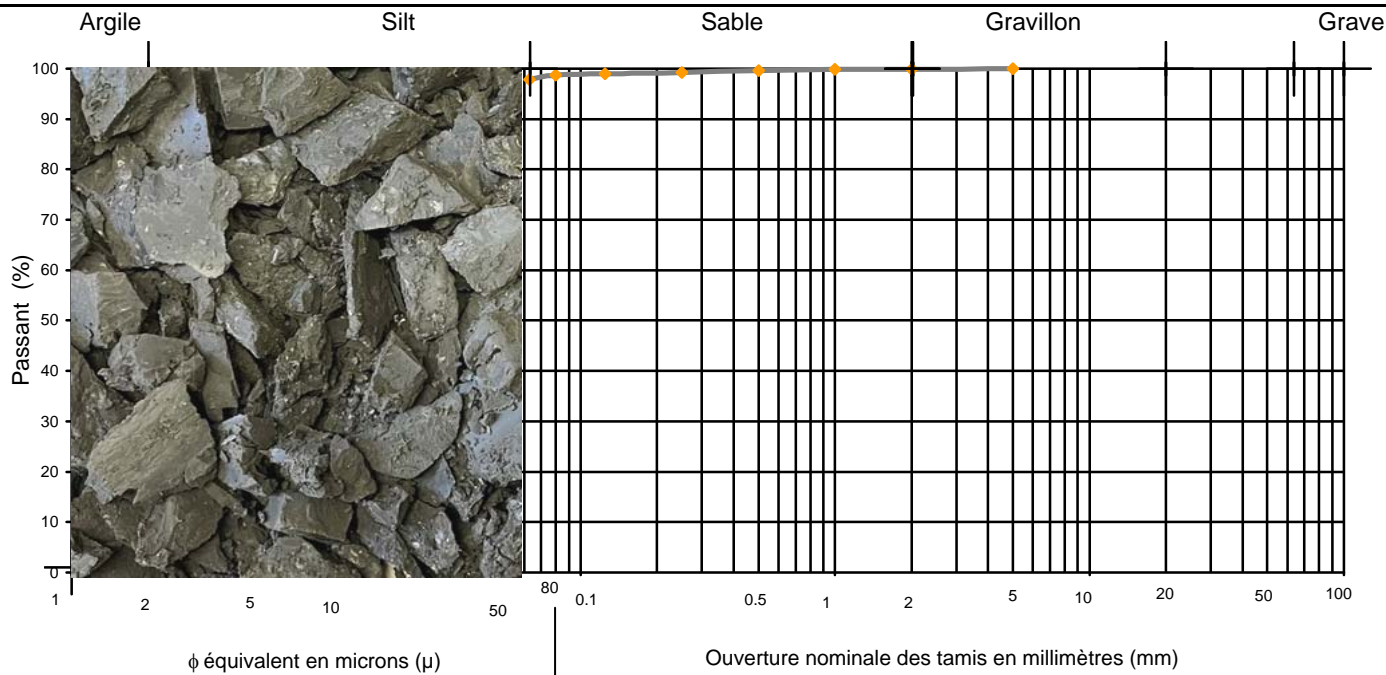
N° Sondage : **SC2**

Profondeur (m) : 10.30/11.80

Prélevé (m) : **11.30/11.60**

Programme : 18/12/2024

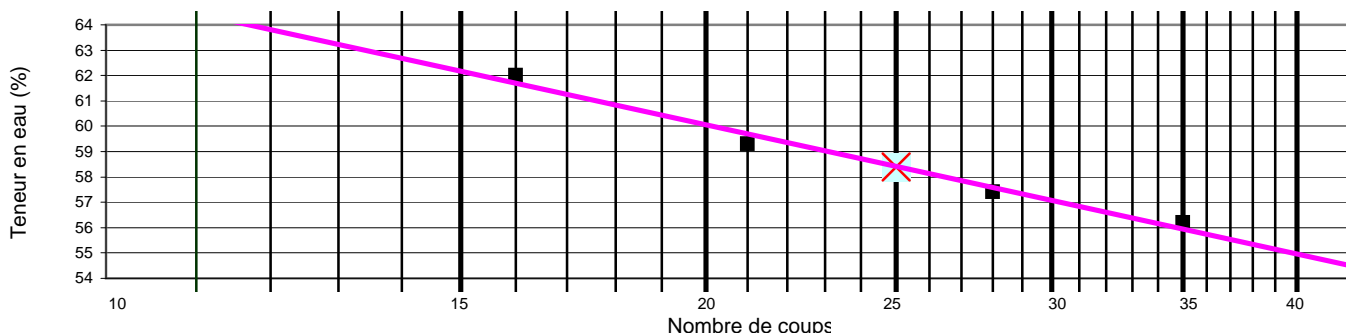
## ANALYSE GRANULOMETRIQUE PAR TAMISAGE ET PAR SEDIMENTOMETRIE NFP 94-056 et NFP 94-057



$\phi$ des tamis (mm)	80	50	40	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.25	0.125	0.080	0.063
Passant (%)							100.0	99.9	99.8	99.6	99.3	98.9	98.7	97.8

### LIMITES D'ATTERBERG NFP 94-051

	LIQUIDITE				PLASTICITE		W naturelle =	18.1	%	
Nombre de coups	16	21	28	35						
N° de la tare	A	B	C	D	1	2	Limite liquidité WI =		58	%
Poids total humide	48.78	46.11	47.25	48.21	31.85	32.68	Limite plasticité Wp =		21	%
Poids total sec	30.34	29.17	30.24	31.08	28.58	29.09	Indice plasticité Ip =		37	
Poids de la tare	0.60	0.60	0.60	0.60	13.36	12.35	Indice consistance Ic =		1.09	
Poids net de l'eau	18.44	16.94	17.01	17.13	3.27	3.59	D <sub>60</sub> =			mm
Poids net matériau sec	29.74	28.57	29.64	30.48	15.22	16.74	D <sub>10</sub> =			mm
Teneur en eau (%)	62.0	59.3	57.4	56.2	21.5	21.4	Cu =			



Classification GTR NFP 11.300

**A3 m**

Classification GTR MAI 2023

**F3 m**

**ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE - CONSOLIDE DRAINE NFP 94-071.1**

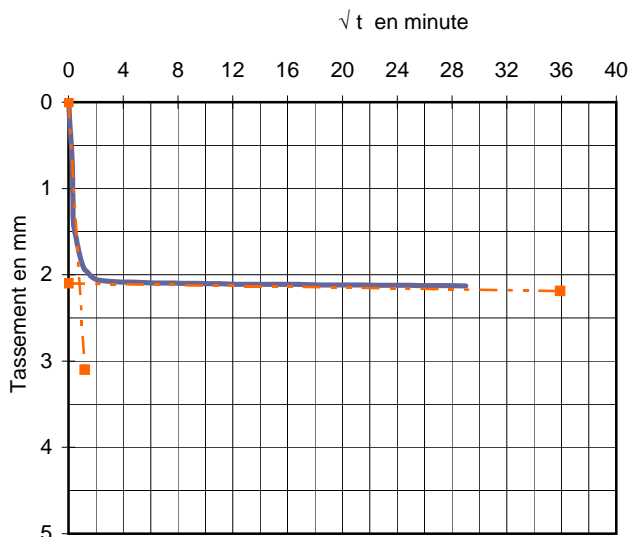
N° du dossier : 24.3734	N° Sondage : <b>SC1</b>
Client : INGEO	Profondeur (m) : 6.30/7.50
Nom du chantier : WIMEREUX	Prélevé (m) : <b>6.50/6.80</b>
Nature : Sable fin argileux beige-gris	$\sigma'_{vo}$ (KPa) = 150

Diamètre des éprouvettes = 60 mm Hauteur : 20 mm Vitesse = 25  $\mu$ /min

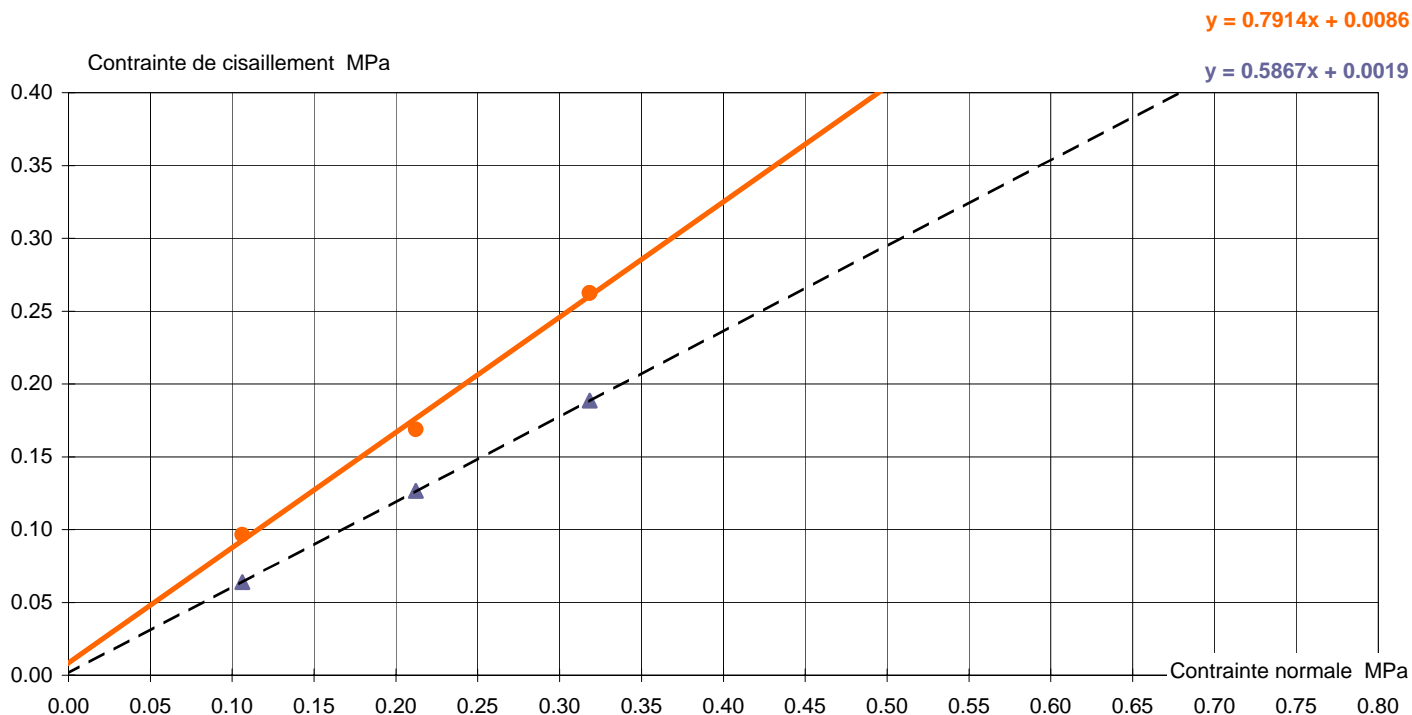
Eprouvettes	N°	1	2	3
$\sigma$ de consolidation	MPa	0.106	0.212	0.318
$\sigma$ de cis.	MPa	0.106	0.212	0.318
$t_{f,p}$	MPa	0.096	0.169	0.262
$\Delta t_{f,p}$	mm	2.10	1.91	2.78
$t_{f,f}$	MPa	0.064	0.127	0.189
$\Delta t_{f,f}$	mm	9.05	9.02	9.01
$H_0$	mm	20.00	20.00	20.00
$\Delta_h$ de consolidation	mm	2.02	2.09	2.14
$H$ consolidée	mm	17.98	17.91	17.86
$\rho$ initiale	g/cm <sup>3</sup>	2.009	2.025	2.032
$\rho_d$ initiale	g/cm <sup>3</sup>	1.654	1.667	1.672
$W$ initiale	%	21.5	21.5	21.5
$e$ initial		0.63	0.62	0.61
$S_r$ initial	%	91.7	93.6	94.4
$\rho_d$ consolidée	g/cm <sup>3</sup>	1.839	1.861	1.872
$t_{100}$	min			0.7
$W$ finale	%	17.3	16.7	16.4
$\rho_s$ estimée	g/cm <sup>3</sup>	2.70	2.70	2.70
$\rho_s$ mesurée	g/cm <sup>3</sup>			

GRAPHE DE CONSOLIDATION  
 $T_{100}$  et CALCUL DE VITESSE DE CISAILLEMENT DRAINE

Hauteur initiale : 20.0 mm  
 Charges de consolidation : 9 Kg  
 $T_{100}$  = 0.7 min  
 Diamètre initiale (mm) : 60.0  
 Vitesse max de cisaillement = 188.8  $\mu$ /min.

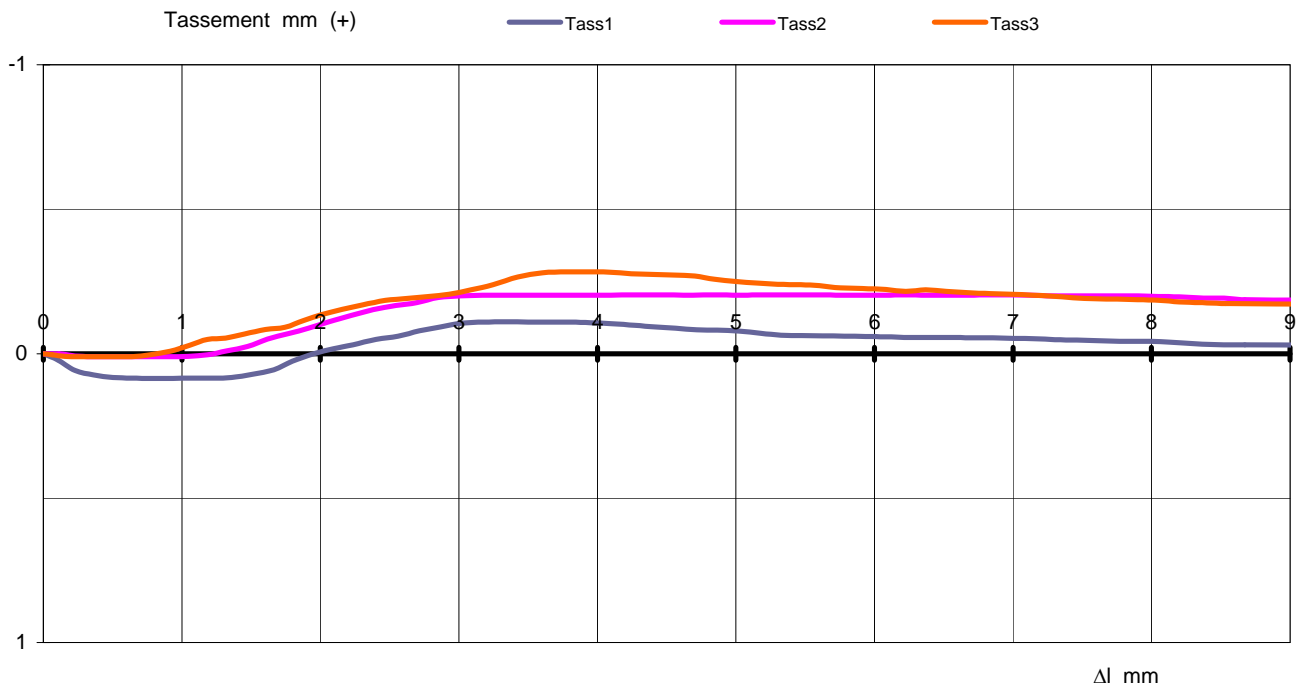
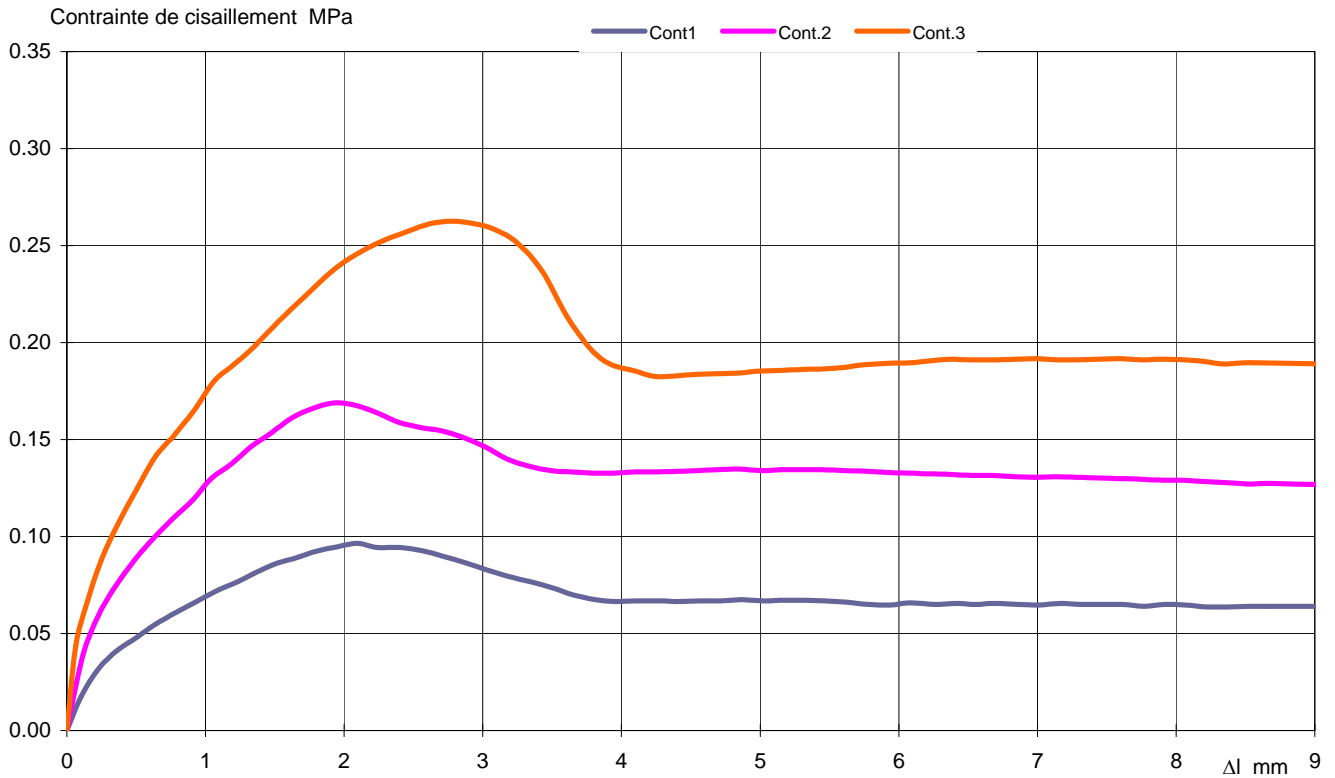


<span style="color: orange;">●</span> pics	$C_p$ (KPa)	$\phi_p$ (°)	$C_f$ (KPa)	$\phi_f$ (°)
<span style="color: blue;">▲</span> résiduels	<b>8.6</b>	<b>38.4</b>	<b>1.9</b>	<b>30.4</b>



ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE - CONSOLIDE DRAINE NFP 94-071.1

N° du dossier : 24.3734	N° Sondage : <b>SC1</b>
Client : INGEO	Profondeur (m) : 6.30/7.50
Nom du chantier : WIMEREUX	Prélevé (m) : <b>6.50/6.80</b>
Nature : Sable fin argileux beige-gris	$\sigma'_{vo}$ (KPa) = 150



**ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE - CONSOLIDE DRAINE NFP 94-071.1**

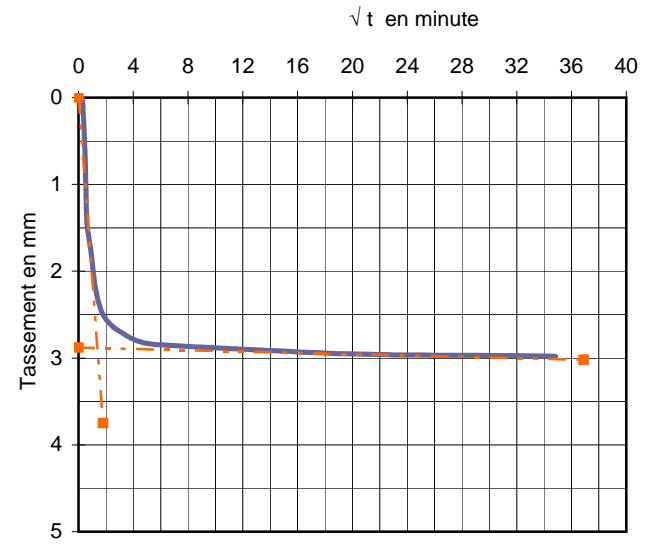
N° du dossier : 24.3734	N° Sondage : <b>SC1</b>
Client : INGEO	Profondeur (m) : 8.80/10.50
Nom du chantier : WIMEREUX	Prélevé (m) : <b>9.60/9.80</b>
Nature : Marne argileuse grise	$\sigma'_{vo}$ (KPa) = 210

Diamètre des éprouvettes = 60 mm Hauteur : 20 mm Vitesse = 25  $\mu$ /min

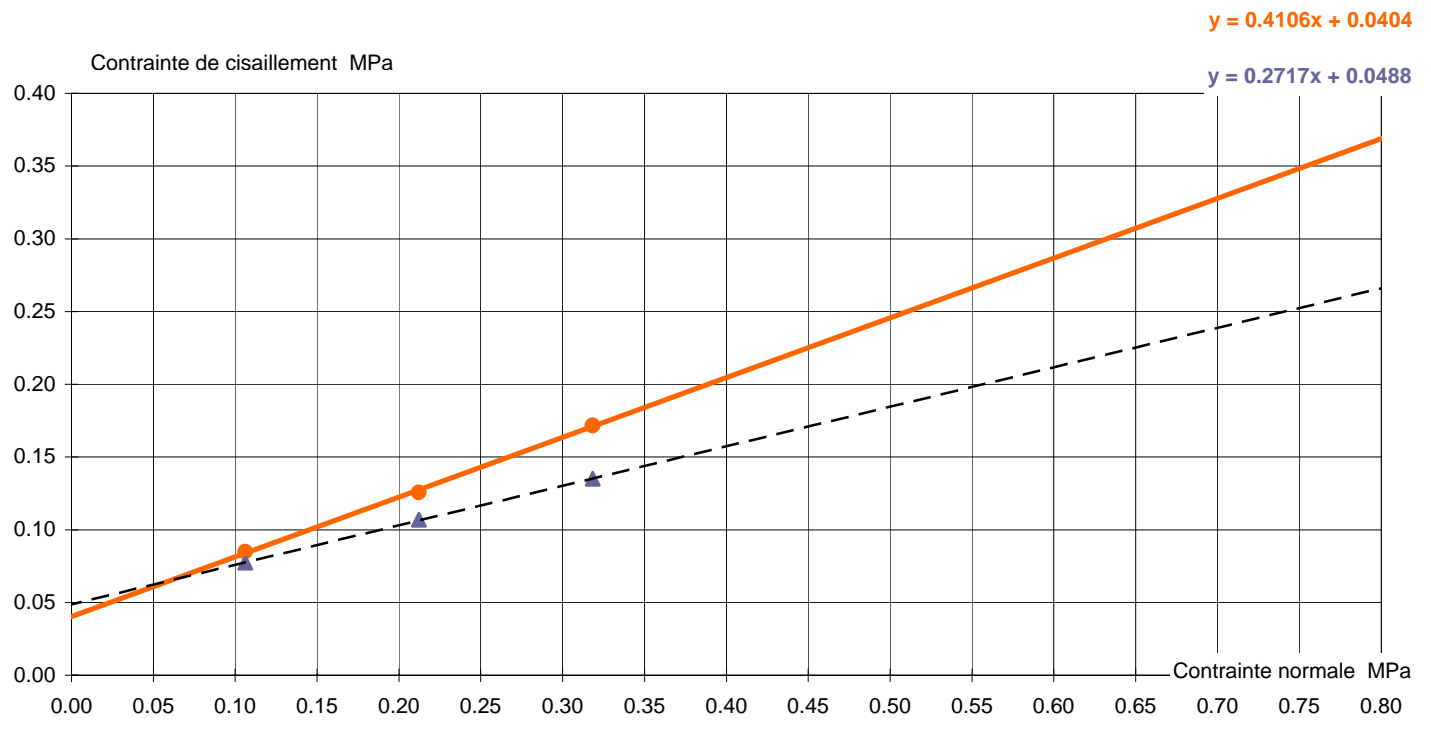
Eprouvettes	N°	1	2	3
$\sigma$ de consolidation	MPa	0.106	0.212	0.318
$\sigma$ de cis.	MPa	0.106	0.212	0.318
$t_{f,p}$	MPa	0.085	0.126	0.172
$\Delta t_{f,p}$	mm	3.37	2.57	1.90
$t_{f,f}$	MPa	0.077	0.107	0.135
$\Delta t_{f,f}$	mm	9.05	9.02	9.00
$H_0$	mm	20.00	20.00	20.00
$\Delta_h$ de consolidation	mm	1.55	2.36	3.00
$H$ consolidée	mm	18.45	17.64	17.00
$\rho$ initiale	$g/cm^3$	2.077	2.046	2.028
$\rho_d$ initiale	$g/cm^3$	1.736	1.705	1.698
$W$ initiale	%	19.6	20.0	19.4
$e$ initial		0.56	0.58	0.59
$S_r$ initial	%	95.3	92.6	88.8
$\rho_d$ consolidée	$g/cm^3$	1.882	1.933	1.998
$t_{100}$	min			1.9
$W$ finale	%	16.1	14.7	13.0
$\rho_s$ estimée	$g/cm^3$	2.70	2.70	2.70
$\rho_s$ mesurée	$g/cm^3$			

**GRAPHE DE CONSOLIDATION**  
 $T_{100}$  et CALCUL DE VITESSE DE CISAILLEMENT DRAINE

Hauteur initiale : 20.0 mm  
 Charges de consolidation : 9 Kg  
 $T_{100}$  = 1.9 min  
 Diamètre initiale (mm) : 60.0  
 Vitesse max de cisaillement = 65.2  $\mu$ /min.

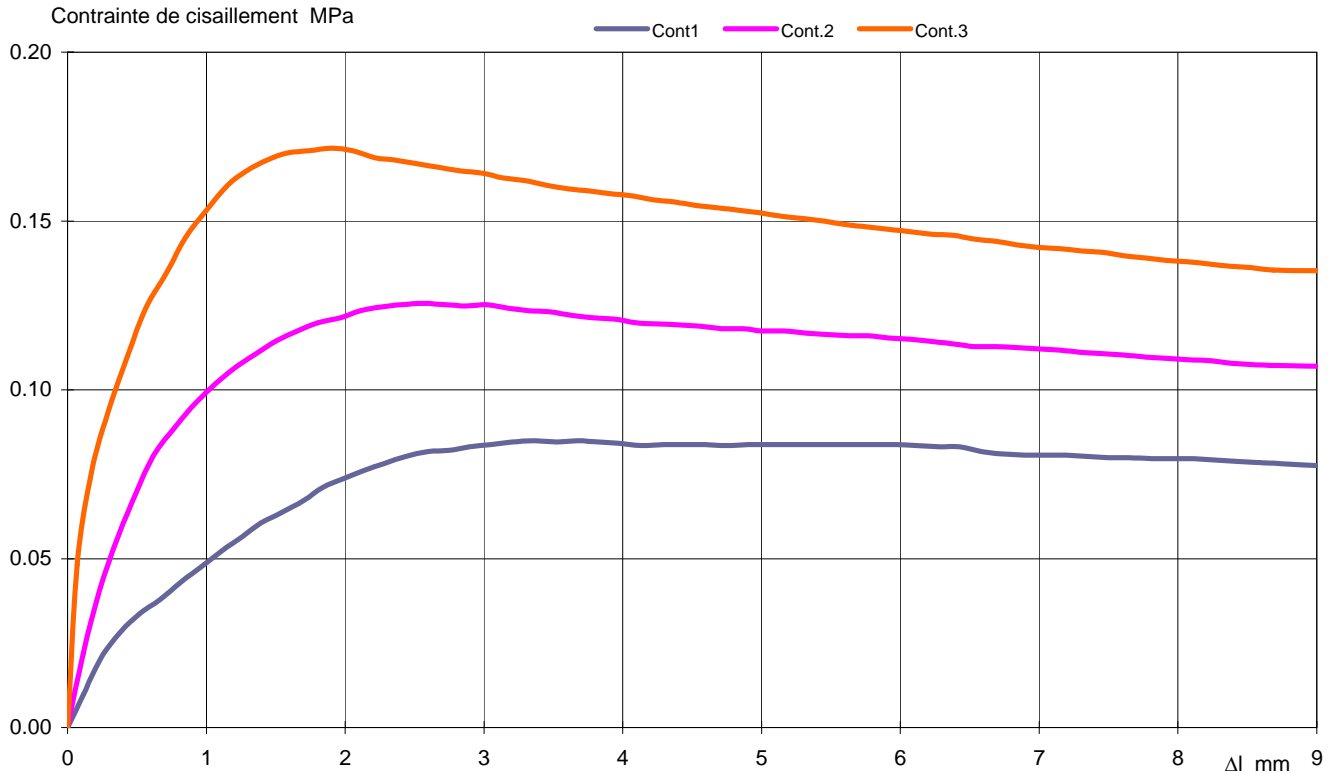


<span style="color: orange;">●</span> pics	$C_p$ (KPa)	$\phi_p$ (°)	$C_f$ (KPa)	$\phi_f$ (°)
<span style="color: blue;">▲</span> résiduels	<b>40.4</b>	<b>22.3</b>	<b>48.8</b>	<b>15.2</b>



ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE - CONSOLIDE DRAINE NFP 94-071.1

N° du dossier : 24.3734	N° Sondage : <b>SC1</b>
Client : INGEO	Profondeur (m) : <b>8.80/10.50</b>
Nom du chantier : WIMEREUX	Prélevé (m) : 9.60/9.80
Nature : Marne argileuse grise	$\sigma'_{vo}$ (KPa) = 210





**ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE - CONSOLIDE DRAINE NFP 94-071.1**

N° du dossier : 24.3734

N° Sondage : **SC2**

Client : INGEO

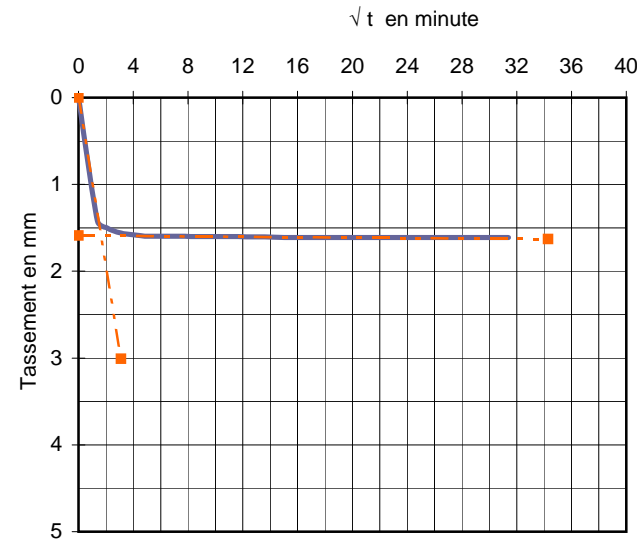
Profondeur (m) : 5.10/6.05

Nom du chantier : WIMEREUX

Prélevé (m) : **5.80/6.00**

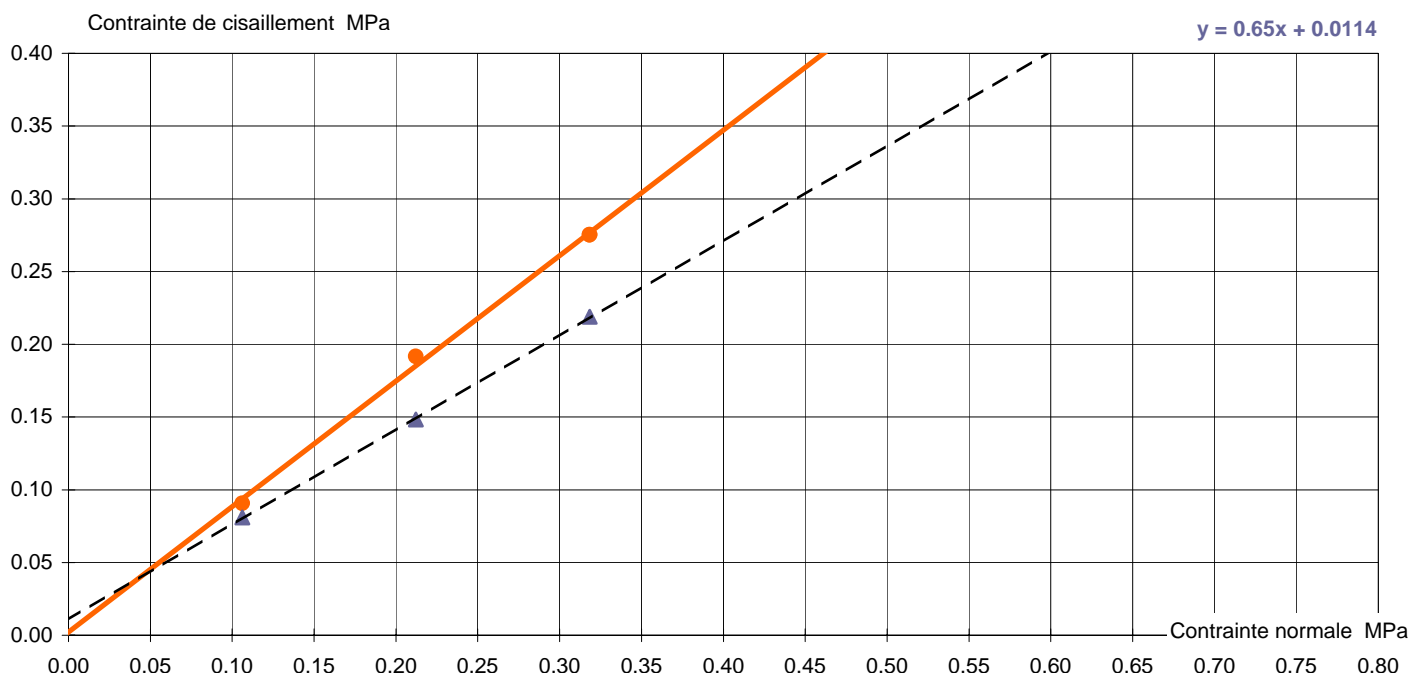
Nature : Sable moyen à silex brun-marron

$\sigma'_{vo}$  (KPa) = 121

Diamètre des éprouvettes =		60 mm			Hauteur : 20 mm		Vitesse = 25 $\mu$ /min	
Eprouvettes	N°	1	2	3	GRAPHE DE CONSOLIDATION			
$\sigma$ de consolidation	MPa	0.106	0.212	0.318	T <sub>100</sub> et CALCUL DE VITESSE DE CISAILLEMENT DRAINE			
$\sigma$ de cis.	MPa	0.106	0.212	0.318	Hauteur initiale : 20.0 mm			
t <sub>f,p</sub>	MPa	0.091	0.192	0.275	Charges de consolidation : 9 Kg			
$\Delta t_{f,p}$	mm	2.48	2.16	2.26	T <sub>100</sub> = 2.7 min			
t <sub>f,f</sub>	MPa	0.081	0.148	0.219	Diamètre initiale (mm) : 60.0			
$\Delta t_{f,f}$	mm	9.04	9.04	9.03	Vitesse max de cisaillement = 46.5 $\mu$ /min.			
H <sub>0</sub>	mm	20.00	20.00	20.00				
$\Delta_h$ de consolidation	mm	1.20	1.28	1.61				
H consolidée	mm	18.80	18.72	18.39				
$\rho$ initiale	g/cm <sup>3</sup>	1.914	1.982	1.982				
$\rho_d$ initiale	g/cm <sup>3</sup>	1.681	1.757	1.762				
W initiale	%	13.9	12.8	12.5				
e initial		0.61	0.54	0.53				
S <sub>r</sub> initial	%	61.9	64.4	63.4				
$\rho_d$ consolidée	g/cm <sup>3</sup>	1.788	1.877	1.916				
t <sub>100</sub>	min			2.7				
W finale	%	18.9	16.2	15.1				
$\rho_s$ estimée	g/cm <sup>3</sup>	2.70	2.70	2.70				
$\rho_s$ mesurée	g/cm <sup>3</sup>							

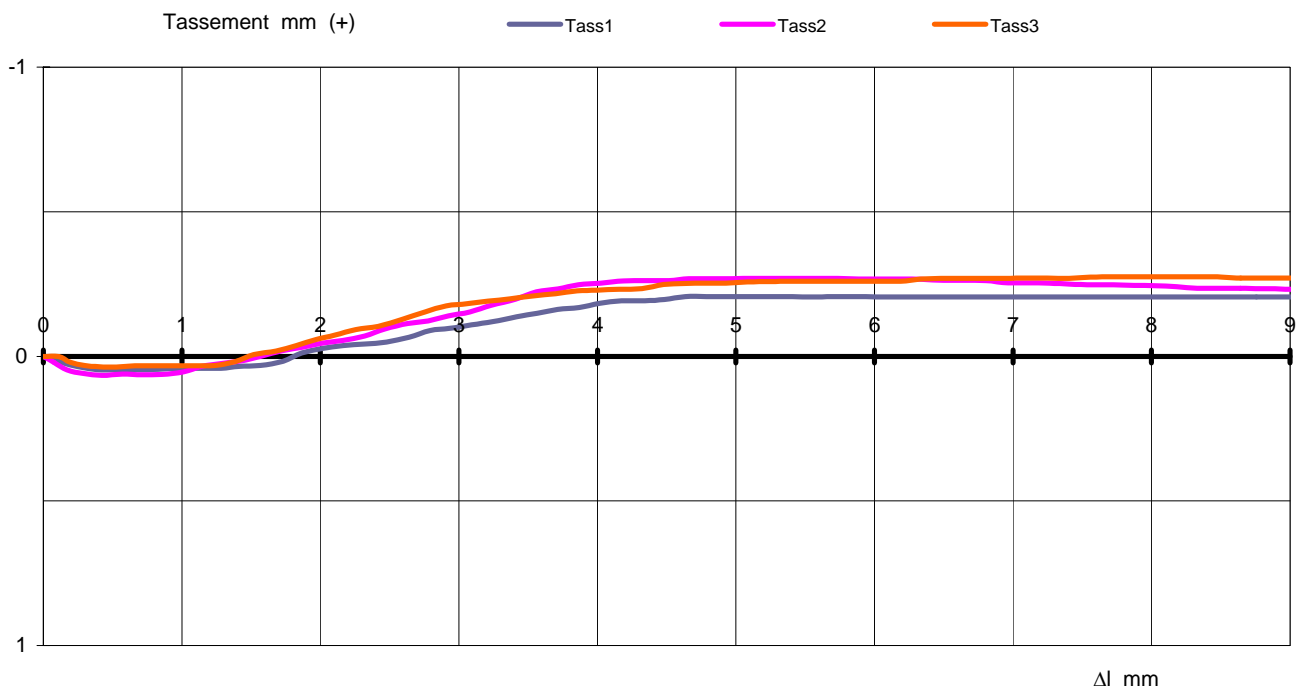
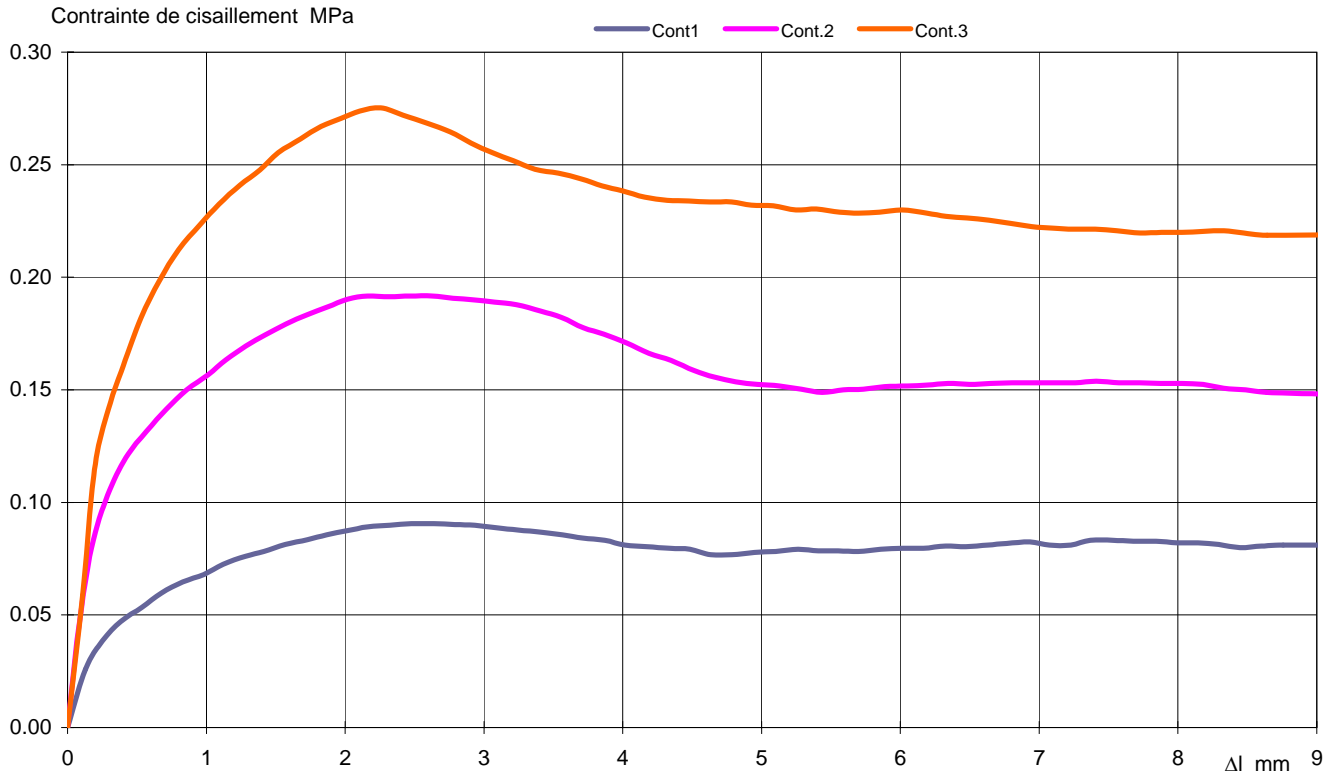
● pics  
 ▲ résiduels

Cp (KPa)	$\phi_p$ (°)	Cf (KPa)	$\phi_f$ (°)
2.3	40.8	11.4	33.0



ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE - CONSOLIDE DRAINE NFP 94-071.1

N° du dossier : 24.3734	N° Sondage : <b>SC2</b>
Client : INGEO	Profondeur (m) : 5.10/6.05
Nom du chantier : WIMEREUX	Prélevé (m) : <b>5.80/6.00</b>
Nature : Sable moyen à silex brun-marron	$\sigma'_{vo}$ (KPa) = 121



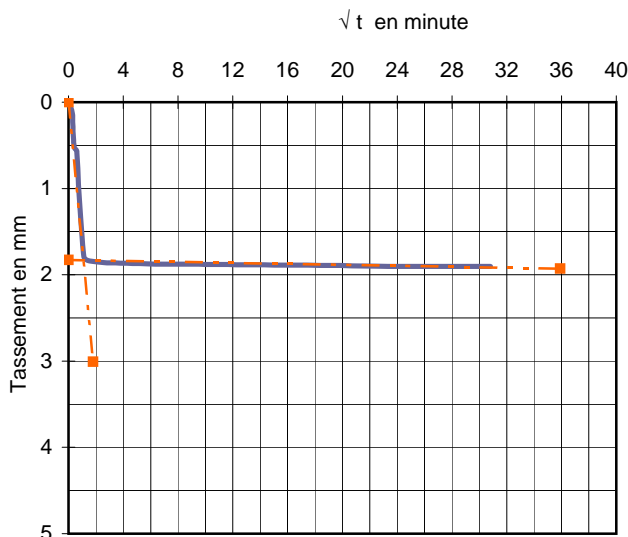
**ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE - CONSOLIDE DRAINE NFP 94-071.1**

N° du dossier : 24.3734	N° Sondage : <b>SC2</b>
Client : INGEO	Profondeur (m) : 6.05/7.30
Nom du chantier : WIMEREUX	Prélevé (m) : <b>6.65/6.75</b>
Nature : Sable fin argileux jaune-gris HCL+	$\sigma'_{vo}$ (KPa) = 146

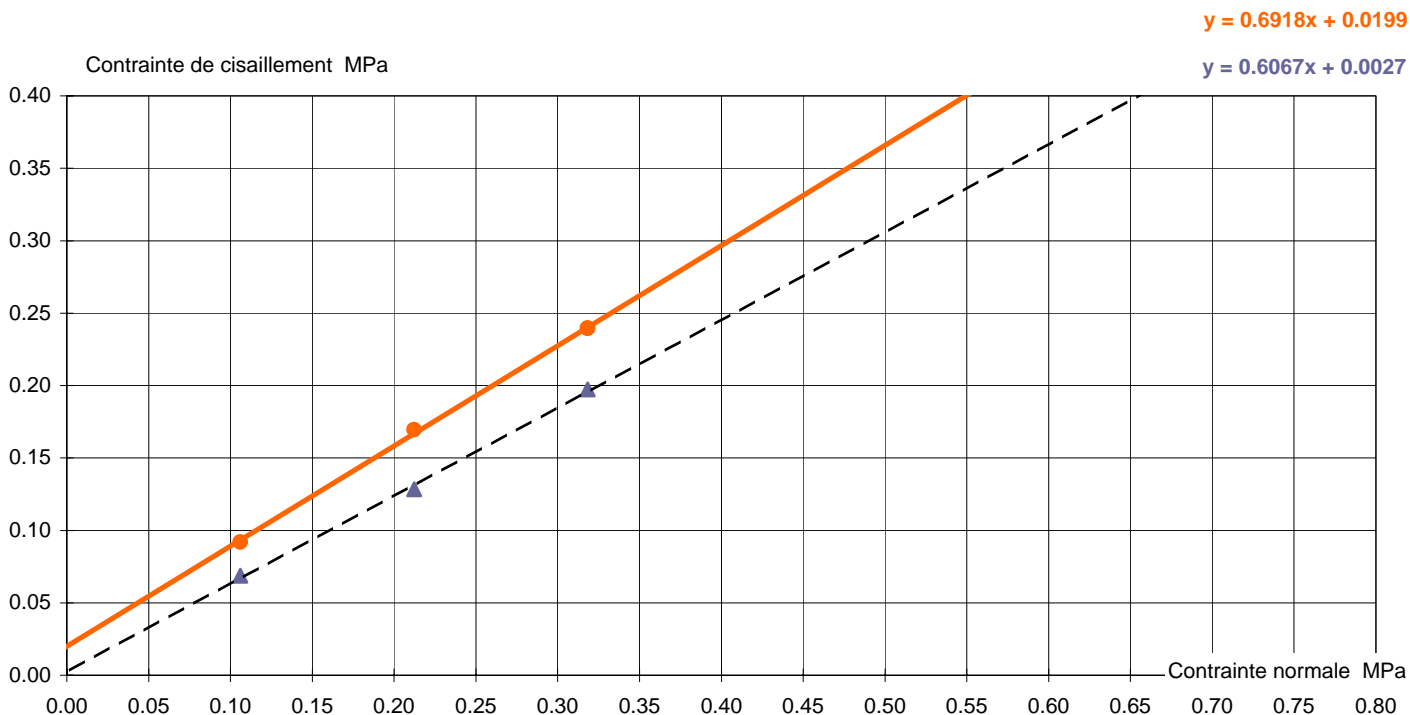
Diamètre des éprouvettes =	60 mm	Hauteur :	20 mm	Vitesse =	25 $\mu$ /min
----------------------------	-------	-----------	-------	-----------	---------------

Eprouvettes	N°	1	2	3
$\sigma_{de\ consolidation}$	MPa	0.106	0.212	0.318
$\sigma_{de\ cis.}$	MPa	0.106	0.212	0.318
$t_{f,p}$	MPa	0.092	0.169	0.239
$\Delta t_{f,p}$	mm	1.37	1.56	4.18
$t_{f,f}$	MPa	0.069	0.128	0.197
$\Delta t_{f,f}$	mm	9.02	9.04	9.01
$H_0$	mm	20.00	20.00	20.00
$\Delta_h$ de consolidation	mm	0.44	1.68	1.92
$H_{consolidée}$	mm	19.57	18.32	18.08
$\rho_{initiale}$	g/cm <sup>3</sup>	1.957	1.967	1.971
$\rho_{d\ initiale}$	g/cm <sup>3</sup>	1.642	1.649	1.662
$W_{initiale}$	%	19.2	19.3	18.6
$e_{initial}$		0.64	0.64	0.62
$S_r\ initial$	%	80.5	81.8	80.4
$\rho_{d\ consolidée}$	g/cm <sup>3</sup>	1.679	1.800	1.838
$t_{100}$	min			1.2
$W_{finale}$	%	22.5	18.5	17.4
$\rho_s\ estimée$	g/cm <sup>3</sup>	2.70	2.70	2.70
$\rho_s\ mesurée$	g/cm <sup>3</sup>			

GRAPHE DE CONSOLIDATION	
$T_{100}$ et CALCUL DE VITESSE DE CISAILLEMENT DRAINE	
Hauteur initiale :	20.0 mm
Charges de consolidation :	9 Kg
$T_{100}$ =	1.2 min
Diamètre initiale (mm) :	60.0
Vitesse max de cisaillement =	104.0 $\mu$ /min.



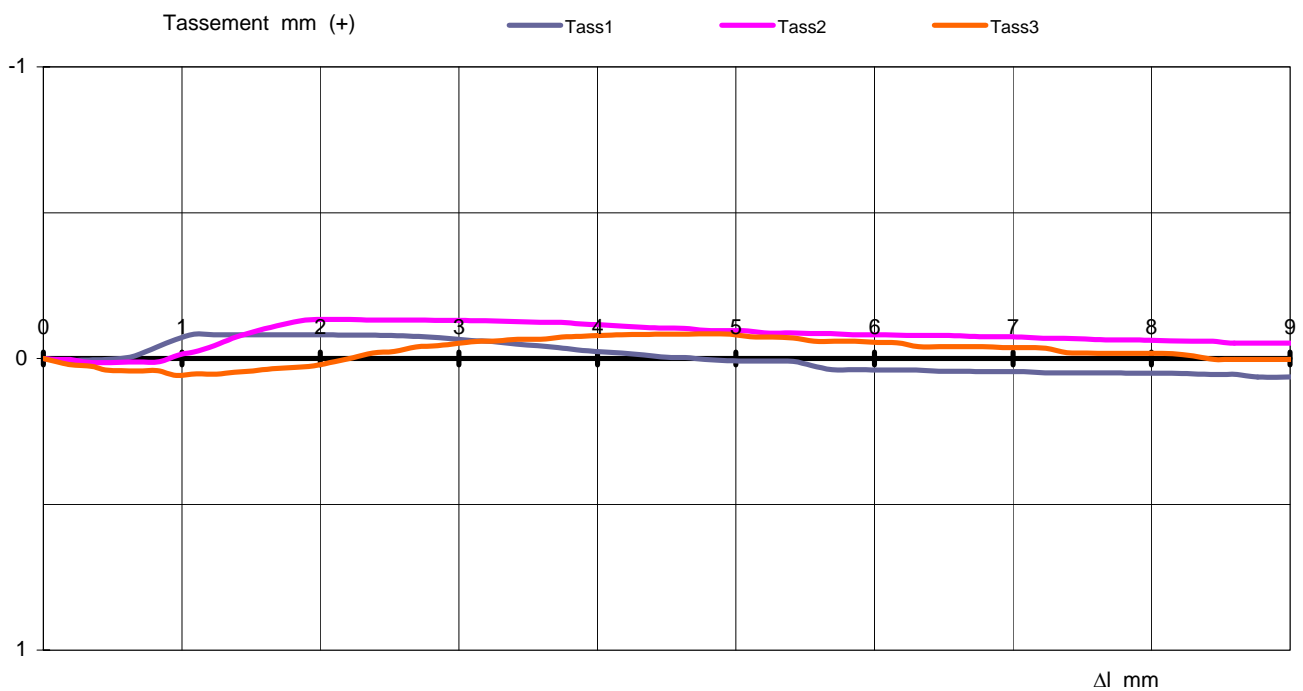
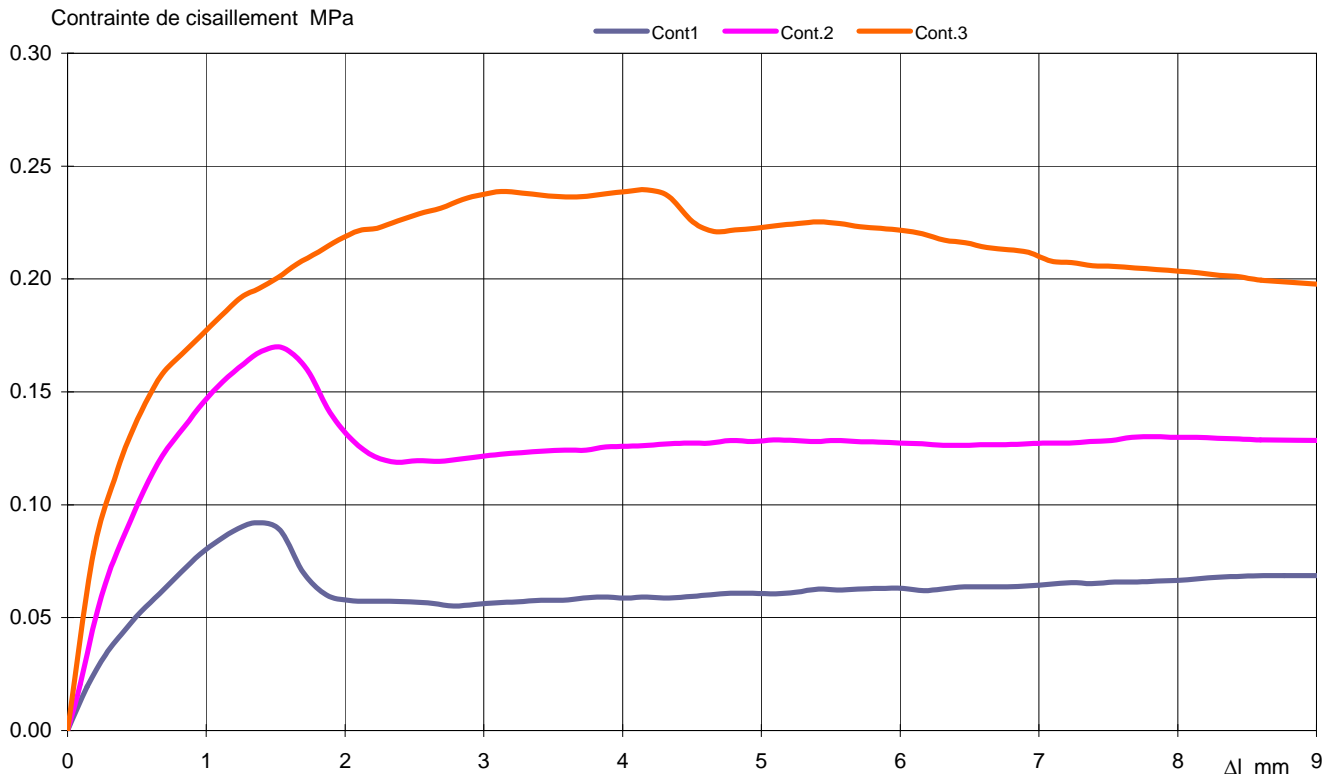
<span style="color: orange;">●</span> pics	$C_p$ (KPa)	$\Phi_p$ (°)	$C_f$ (KPa)	$\Phi_f$ (°)
<span style="color: blue;">▲</span> résiduels	19.9	34.7	2.7	31.2



ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE - CONSOLIDE DRAINE NFP 94-071.1

N° du dossier : 24.3734  
 Client : INGEO  
 Nom du chantier : WIMEREUX  
 Nature : Sable fin argileux jaune-gris HCL+

N° Sondage : **SC2**  
 Profondeur (m) : 6.05/7.30  
 Prélévé (m) : **6.65/6.75**  
 $\sigma'_{vo}$  (KPa) = 146



**ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE - CONSOLIDE DRAINE NFP 94-071.1**

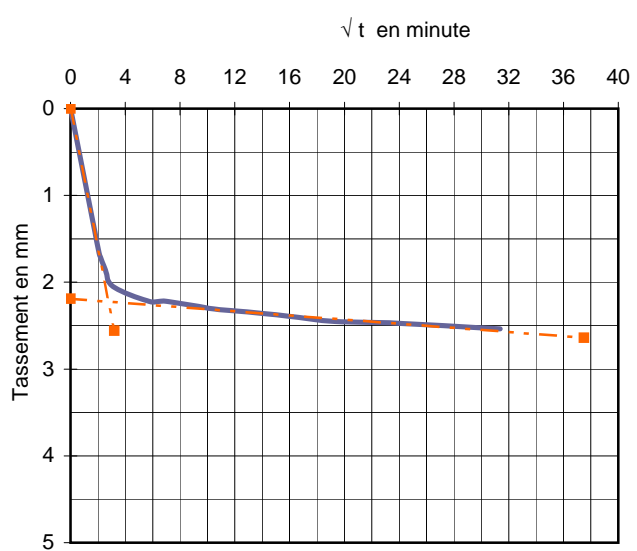
N° du dossier : 24.3734	N° Sondage : <b>SC2</b>
Client : INGEO	Profondeur (m) : 10.30/11.80
Nom du chantier : WIMEREUX	Prélevé (m) : <b>11.30/11.60</b>
Nature : Marne indurée argileuse gris-noir	$\sigma'_{vo}$ (KPa) = 236

Diamètre des éprouvettes = 60 mm Hauteur : 20 mm Vitesse = 25  $\mu$ /min

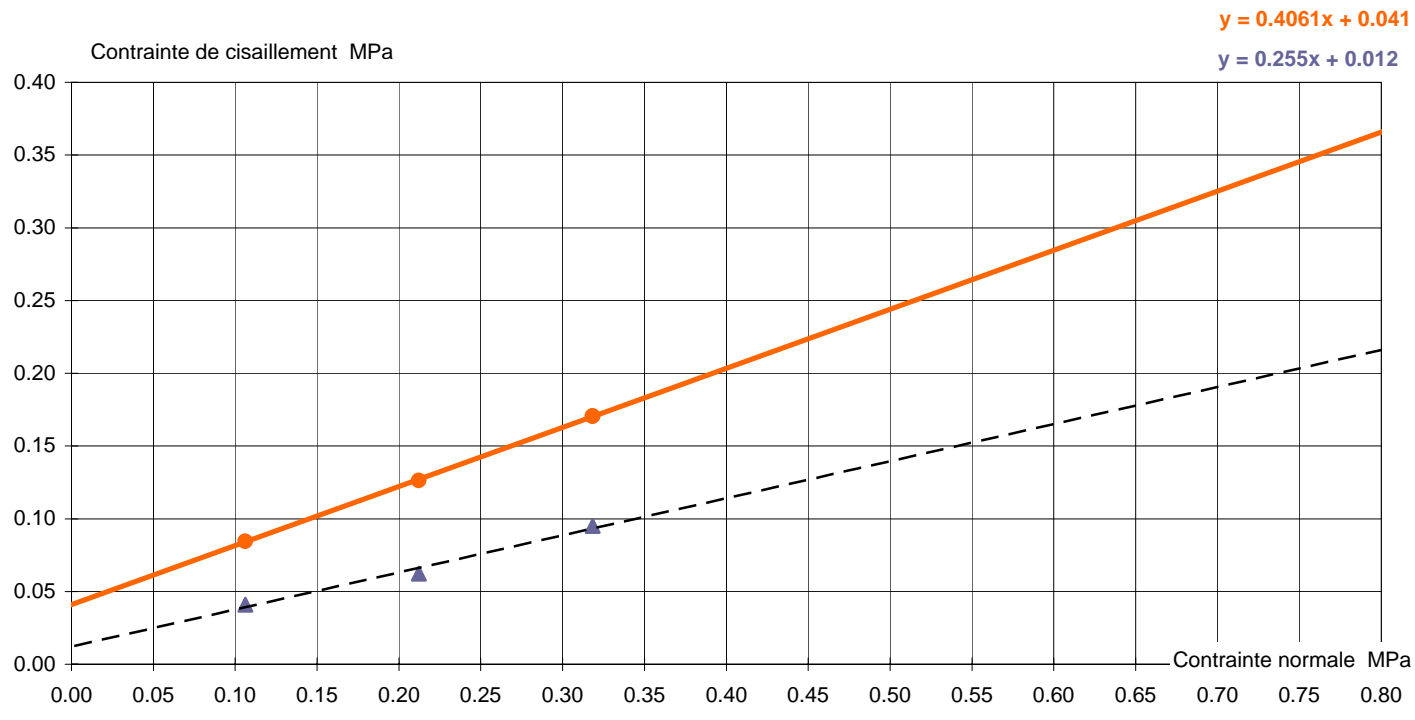
Eprouvettes	N°	1	2	3
$\sigma$ de consolidation	MPa	0.106	0.212	0.318
$\sigma$ de cis.	MPa	0.106	0.212	0.318
$t_{f,p}$	MPa	0.085	0.126	0.170
$\Delta t_{f,p}$	mm	1.59	1.90	1.31
$t_{f,f}$	MPa	0.041	0.062	0.095
$\Delta t_{f,f}$	mm	9.03	9.02	9.04
$H_0$	mm	20.00	20.00	20.00
$\Delta_h$ de consolidation	mm	1.12	1.69	2.54
$H$ consolidée	mm	18.88	18.31	17.46
$\rho$ initiale	$g/cm^3$	2.022	2.025	2.026
$\rho_d$ initiale	$g/cm^3$	1.711	1.703	1.711
$W$ initiale	%	18.2	18.9	18.4
$e$ initial		0.58	0.59	0.58
$S_r$ initial	%	85.0	87.2	86.0
$\rho_d$ consolidée	$g/cm^3$	1.812	1.861	1.960
$t_{100}$	min			7.7
$W$ finale	%	18.1	16.7	14.0
$\rho_s$ estimée	$g/cm^3$	2.70	2.70	2.70
$\rho_s$ mesurée	$g/cm^3$			

**GRAPHE DE CONSOLIDATION**  
 $T_{100}$  et CALCUL DE VITESSE DE CISAILLEMENT DRAINE

Hauteur initiale : 20.0 mm  
 Charges de consolidation : 9 Kg  
 $T_{100}$  = 7.7 min  
 Diamètre initiale (mm) : 60.0  
 Vitesse max de cisaillement = 16.2  $\mu$ /min.



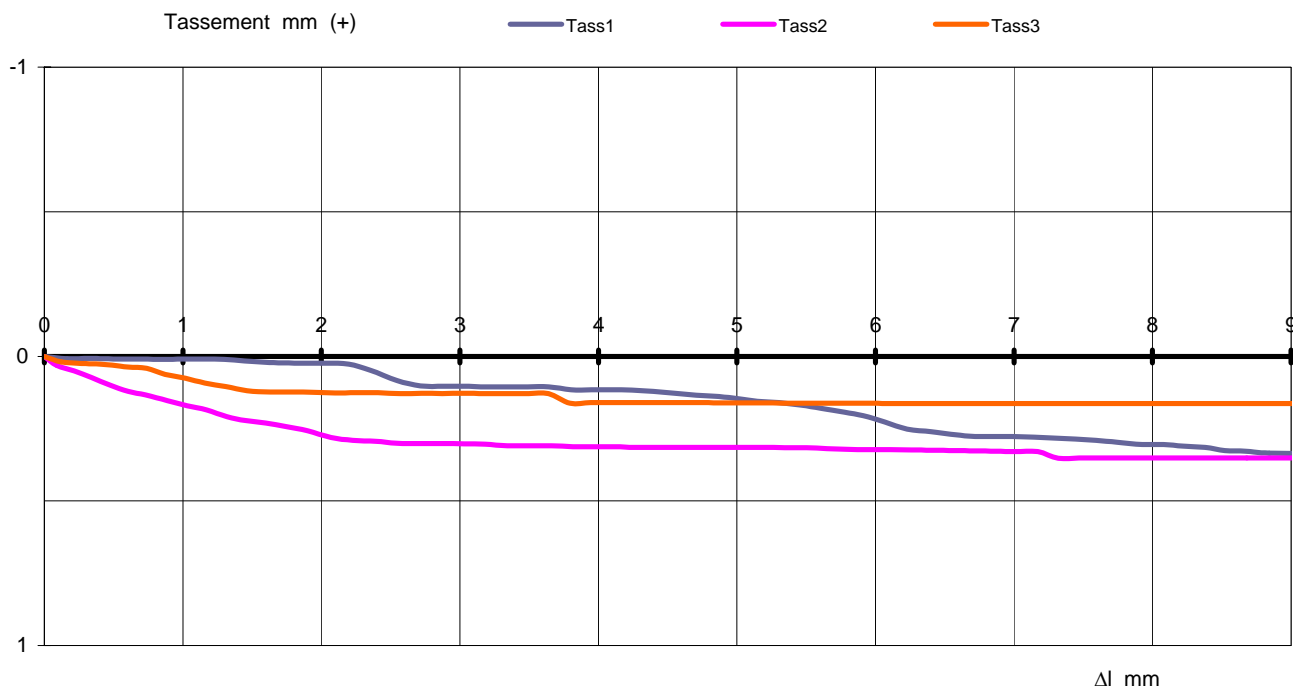
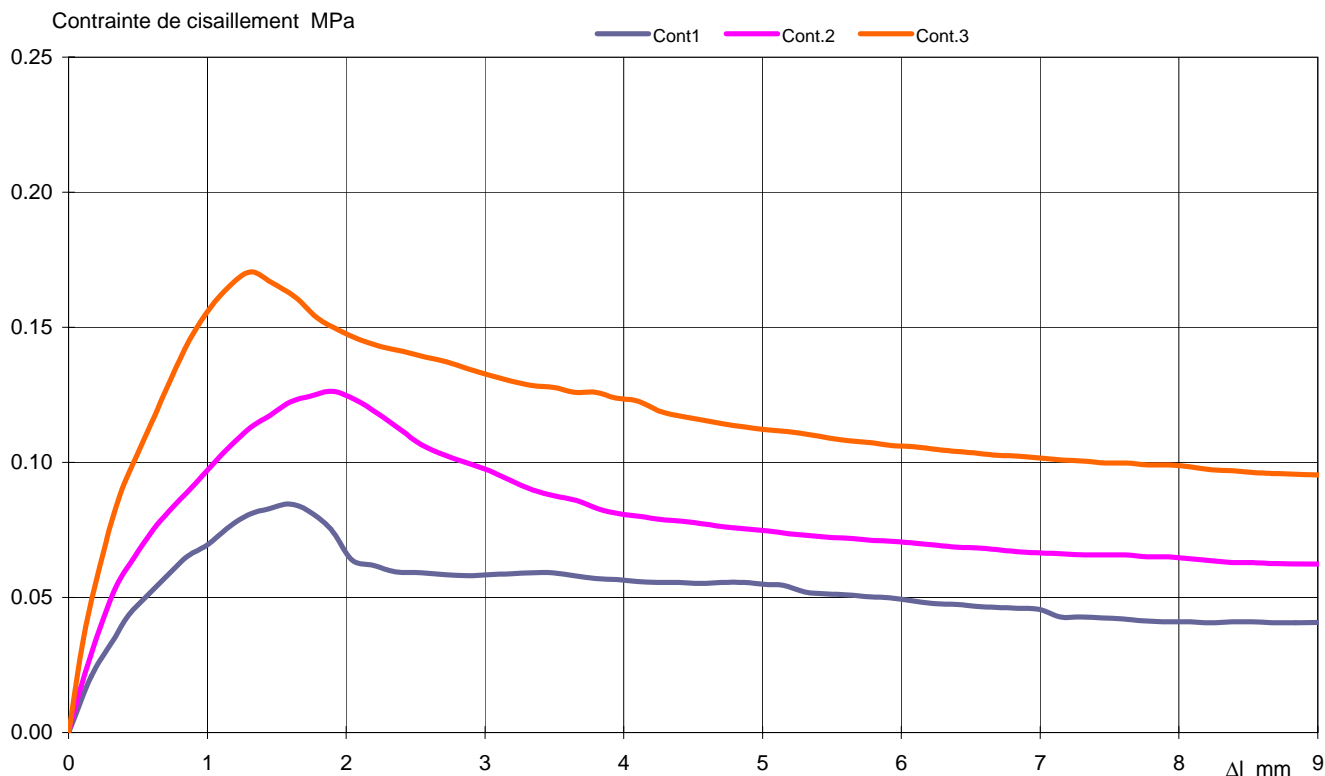
	$C_p$ (KPa)	$\phi_p$ (°)	$C_f$ (KPa)	$\phi_f$ (°)
● pics	41.0	22.1	12.0	14.3
▲ résiduels				



ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE - CONSOLIDE DRAINE NFP 94-071.1

N° du dossier : 24.3734  
 Client : INGEO  
 Nom du chantier : WIMEREUX  
 Nature : Marne indurée argileuse gris-noir

N° Sondage : **SC2**  
 Profondeur (m) : 10.30/11.80  
 Prélévé (m) : **11.30/11.60**  
 $\sigma'$  vo (KPa) = 236





**Enseigne :** RINCENT NORD PAS DE CALAIS  
Parc d'Activités Sud - 34 rue de l'Epau 59230 Rosult  
**Dénomination sociale :** ESQUALINOR  
**Tél :** 03.27.43.43.29 - **mail :** contact@rincementbtp-nord.fr  
**Site Web :** www.rincement-nord-pas-de-calais.fr

SARL au capital de 57590 euros \_ RCS VALENCIENNES \_ SIRET 430 319 582  
000 44 \_ TVA : FR 17 430 319 582



## PROCES-VERBAL D'ESSAIS SUR BETON

Prélèvement N° 1

Rosult, le 24 Décembre 2024

**Entreprise :** INGEO (mail)

**Correspondant :** MELANIE FACHE  
m.fache@ingeo.fr

**N° de dossier :** 2024-1-20093 **N° chantier (i) :** 44996

**Chantier (i) :** WIMEREUX / .

**Ouvrage (i) :** INVESTIGATIONS GEOTEC

**Partie d'ouvrage (i) :** CAROTTE C1

Identification - Échantillon	
<b>N° d'enregistrement :</b> 65989	<b>Type d'échantillon :</b> CAROTTE BETON
<b>Date de prélèvement :</b> 26/11/2024	<b>Date de réception :</b> 20/12/2024
<b>Prélèvement par :</b> Le client	<b>Transport par :</b> KUZNIAR STEPHANE
<b>Conservation chantier :</b> INTERIEUR	<b>Conservation au laboratoire :</b> Dans la chambre humide à $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ et humidité $\geq 95\%$

*Le prélèvement des carottes réalisé par le client et la conservation des carottes sur le chantier sont sous sa responsabilité et ne peuvent engager la responsabilité du laboratoire.*

Type de béton (i)	
<b>Bon de livraison n°</b>	<b>Résistance caractéristique (MPa) :</b>
<b>Ciment :</b>	<b>Cl :</b> <b>Dosage théorique :</b>
<b>Classe expo :</b>	<b>Consistance :</b> - <b>Dmax :</b> 0,00 mm
<b>Centrale :</b>	
<b>Autres :</b> BETON EXISTANT	

*(i) : Informations fournies par le client*

## - Essais sur béton durci :

**Préparation des éprouvettes :** Rectification des deux faces selon la norme NF EN 12390-3 \*

N° Éprouvette	Date d'essai	Age (jours)	Diamètre (mm)	Hauteur (mm)	Elancement h/d	Méthode utilisée (1)	Masse (Kg)	Masse volumique (Kg/m3)	Force (kN)	Résistance fc (MPa)	Rupture	Moyenne (MPa) (2)
65989-1	24/12/24	28	90,00	161,97	1,80	Compression NF EN 12390-3 *	2,25	2190	221,3	34,8	Correcte	34,8

### Commentaire(s) échantillon(s) :

#### Commentaire essai :

- (1) Matériels utilisés : Presse : 3R Étalonnage du : 17/10/2024 / Balance : 1/BALA 2 Étalonnage du : 17/10/2023 / Trusquin : 1/TRUS 3 Étalonnage du : 15/02/2024  
(2) La moyenne est calculée sur les valeurs de contraintes brutes arrondies à 0,1 MPa près.

**Conclusion :** Sans objet à ce jour.

**Responsable des essais :**  
GLEY DIMITRI

DE OLIVEIRA MARCEL  
Gérant







**Enseigne :** RINCENT NORD PAS DE CALAIS  
Parc d'Activités Sud - 34 rue de l'Epau 59230 Rosult  
**Dénomination sociale :** ESQUALINOR  
**Tél :** 03.27.43.43.29 - **mail :** contact@rincementbtp-nord.fr  
**Site Web :** www.rincement-nord-pas-de-calais.fr

SARL au capital de 57590 euros \_ RCS VALENCIENNES \_ SIRET 430 319 582  
000 44 \_ TVA : FR 17 430 319 582



## PROCES-VERBAL D'ESSAIS SUR BETON

Prélèvement N° 2

Rosult, le 24 Décembre 2024

**Entreprise :** INGEO (mail)

**Correspondant :** MELANIE FACHE  
m.fache@ingeo.fr

**N° de dossier :** 2024-1-20093 **N° chantier (i) :** 44996

**Chantier (i) :** WIMEREUX / .

**Ouvrage (i) :** INVESTIGATIONS GEOTEC

**Partie d'ouvrage (i) :** CAROTTE C2

Identification - Échantillon	
<b>N° d'enregistrement :</b> 65990	<b>Type d'échantillon :</b> CAROTTE BETON
<b>Date de prélèvement :</b> 26/11/2024	<b>Date de réception :</b> 20/12/2024
<b>Prélèvement par :</b> Le client	<b>Transport par :</b> KUZNIAR STEPHANE
<b>Conservation chantier :</b> INTERIEUR	<b>Conservation au laboratoire :</b> Dans la chambre humide à 20 ± 2°C et humidité >= 95%

*Le prélèvement des carottes réalisé par le client et la conservation des carottes sur le chantier sont sous sa responsabilité et ne peuvent engager la responsabilité du laboratoire.*

Type de béton (i)	
<b>Bon de livraison n°</b>	<b>Résistance caractéristique (MPa) :</b>
<b>Ciment :</b>	<b>Cl :</b> <b>Dosage théorique :</b>
<b>Classe expo :</b>	<b>Consistance :</b> - <b>Dmax :</b> 0,00 mm
<b>Centrale :</b>	
<b>Autres :</b> BETON EXISTANT	

*(i) : Informations fournies par le client*

## - Essais sur béton durci :

**Préparation des éprouvettes :** Rectification des deux faces selon la norme NF EN 12390-3 \*

N° Éprouvette	Date d'essai	Age (jours)	Diamètre (mm)	Hauteur (mm)	Elancement h/d	Méthode utilisée (1)	Masse (Kg)	Masse volumique (Kg/m3)	Force (kN)	Résistance fc (MPa)	Rupture	Moyenne (MPa) (2)
65990-1	24/12/24	28	90,00	173,53	1,93	Compression NF EN 12390-3 *	2,52	2280	334,0	52,5	Correcte	52,5

**Commentaire(s) échantillon(s) :**

### Commentaire essai :

(1) Matériels utilisés : Presse : 3R Étalonnage du : 17/10/2024 / Balance : 1/BALA 2 Étalonnage du : 17/10/2023 / Trusquin : 1/TRUS 3 Étalonnage du : 15/02/2024

(2) La moyenne est calculée sur les valeurs de contraintes brutes arrondies à 0,1 MPa près.

**Conclusion :** Sans objet à ce jour.

**Responsable des essais :**  
GLEY DIMITRI

DE OLIVEIRA MARCEL  
Gérant





**Enseigne :** RINCENT NORD PAS DE CALAIS  
Parc d'Activités Sud - 34 rue de l'Epau 59230 Rosult  
**Dénomination sociale :** ESQUALINOR  
**Tél :** 03.27.43.43.29 - **mail :** contact@rincentbtp-nord.fr  
**Site Web :** www.rincent-nord-pas-de-calais.fr

SARL au capital de 57590 euros \_ RCS VALENCIENNES \_ SIRET 430 319 582  
000 44 \_ TVA : FR 17 430 319 582



## PROCES-VERBAL D'ESSAIS SUR BETON

Prélèvement N° 3

Rosult, le 24 Décembre 2024

**Entreprise :** INGEO (mail)

**Correspondant :** MELANIE FACHE  
m.fache@ingeo.fr

**N° de dossier :** 2024-1-20093 **N° chantier (i) :** 44996

**Chantier (i) :** WIMEREUX / .

**Ouvrage (i) :** INVESTIGATIONS GEOTEC

**Partie d'ouvrage (i) :** CAROTTE C3

Identification - Échantillon	
<b>N° d'enregistrement :</b> 65991	<b>Type d'échantillon :</b> CAROTTE BETON
<b>Date de prélèvement :</b> 26/11/2024	<b>Date de réception :</b> 20/12/2024
<b>Prélèvement par :</b> Le client	<b>Transport par :</b> KUZNIAR STEPHANE
<b>Conservation chantier :</b> INTERIEUR	<b>Conservation au laboratoire :</b> Dans la chambre humide à $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ et humidité $\geq 95\%$

*Le prélèvement des carottes réalisé par le client et la conservation des carottes sur le chantier sont sous sa responsabilité et ne peuvent engager la responsabilité du laboratoire.*

Type de béton (i)	
<b>Bon de livraison n°</b>	<b>Résistance caractéristique (MPa) :</b>
<b>Ciment :</b>	<b>Cl :</b> <b>Dosage théorique :</b>
<b>Classe expo :</b>	<b>Consistance :</b> - <b>Dmax :</b> 0,00 mm
<b>Centrale :</b>	
<b>Autres :</b> BETON EXISTANT	

*(i) : Informations fournies par le client*

## - Essais sur béton durci :

**Préparation des éprouvettes :** Rectification des deux faces selon la norme NF EN 12390-3 \*

N° Éprouvette	Date d'essai	Age (jours)	Diamètre (mm)	Hauteur (mm)	Elancement h/d	Méthode utilisée (1)	Masse (Kg)	Masse volumique (Kg/m3)	Force (kN)	Résistance fc (MPa)	Rupture	Moyenne (MPa) (2)
65991-1	24/12/24	28	90,00	158,83	1,76	Compression NF EN 12390-3 *	2,53	2500	456,2	<b>71,7</b>	Correcte	<b>71,7</b>

**Commentaire(s) échantillon(s) :**

### Commentaire essai :

- (1) Matériels utilisés : Presse : 3R Étalonnage du : 17/10/2024 / Balance : 1/BALA 2 Étalonnage du : 17/10/2023 / Trusquin : 1/TRUS 3 Étalonnage du : 15/02/2024  
(2) La moyenne est calculée sur les valeurs de contraintes brutes arrondies à 0,1 MPa près.

**Conclusion :** Sans objet à ce jour.

**Responsable des essais :**  
GLEY DIMITRI

DE OLIVEIRA MARCEL  
Gérant



# 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

SARL INGEO  
1 rue Cassini  
CS60117  
62502 BLENEDECQUES CEDEX  
FRANCE

Date 06.01.2025  
N° Client 35010639

## RAPPORT D'ANALYSES

Cde 1500302 COMMANDE FOURNISSEUR N°5836 : 44996 - WIMEREUX  
N° échant. 567517 Sol  
Date de validation 20.12.2024  
Prélèvement 26.11.2024  
Prélèvement par: Client  
Spécification des échantillons 44996 - WIMEREUX - SC1 - Remblais

Unité	Résultat	Limite Quant.	Incrt. Résultat %	Méthode	Limite
-------	----------	---------------	-------------------	---------	--------

### Prétraitement des échantillons

Unité	Résultat	Limite Quant.	Incrt. Résultat %	Méthode	Limite		
Matière sèche	%	°	89,0	0,01	+/- 1	NEN-EN 15934	
Prétraitement de l'échantillon		°				Conforme à NEN-EN 16179	

### Analyses Physico-chimiques

Unité	Résultat	Limite Quant.	Incrt. Résultat %	Méthode	Limite		
Sulfures solubles *)	mg/kg Ms	<0,20	0,2			DIN 4030	
Acidité selon Baumann-Gully *)	ml/kg Ms	<1,00	1			EN 16502	
Chlorures *)	mg/kg Ms	150	20			DIN 4030	
Sulfates - extraction acide (SO4) *)	mg/kg Ms	1402	300	+/- 50		EN 196-2	

### Agressivité chimique sur béton

Unité	Résultat	Limite Quant.	Incrt. Résultat %	Méthode	Limite		
Grade d'agressivité sur béton *)		<XA1				EN 206+A2/CN	

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

Le calcul de l'incertitude de mesure analytique combinée et élargie mentionné dans le présent rapport est basé sur le GUM (Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure, BIPM, CEI, FICC, ISO, UICPA, UIPPA et OIML, 2008) et Nordtest Report (Manuel pour le calcul de l'incertitude de mesure dans les laboratoires d'analyse de l'environnement (TR 537 (ed. 4) 2017). Le facteur d'élargissement utilisé est 2 pour un niveau de probabilité de 95% (intervalle de confiance).

Valeurs limites: Déchets inertes-Arrêté du 12/12/2014

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées ° sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.

Date de prise en charge: 20.12.2024

Fin des analyses: 27.12.2024

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'essai 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.

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 "°".

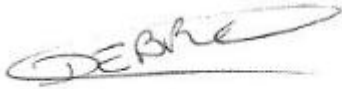
## AL-West B.V.

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

Date 06.01.2025  
N° Client 35010639

### RAPPORT D'ANALYSES

Cde **1500302** COMMANDE FOURNISSEUR N°5836 : 44996 - WIMEREUX  
N° échant. **567517** Sol  
Spécification des échantillons **44996 - WIMEREUX - SC1 - Remblais**



**AL-West B.V. Mme Carine De Brito, Tel. +33/380680382**  
**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 " \* ) " .

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

# 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

SARL INGEO  
1 rue Cassini  
CS60117  
62502 BLENDÉCQUES CEDEX  
FRANCE

Date 06.01.2025  
N° Client 35010639

## RAPPORT D'ANALYSES

Cde 1500302 COMMANDE FOURNISSEUR N°5836 : 44996 - WIMEREUX  
N° échant. 567518 Sol  
Date de validation 20.12.2024  
Prélèvement 26.11.2024  
Prélèvement par: Client  
Spécification des échantillons 44996 - WIMEREUX - SC1 - Argile

Unité	Résultat	Limite Quant.	Incert. Résultat %	Méthode	Limite
-------	----------	---------------	--------------------	---------	--------

### Prétraitement des échantillons

Unité	Résultat	Limite Quant.	Incert. Résultat %	Méthode	Limite		
Matière sèche	%	°	86,0	0,01	+/- 1	NEN-EN 15934	
Prétraitement de l'échantillon		°				Conforme à NEN-EN 16179	

### Analyses Physico-chimiques

Unité	Résultat	Limite Quant.	Incert. Résultat %	Méthode	Limite		
Sulfures solubles *)	mg/kg Ms	<0,20	0,2			DIN 4030	
Acidité selon Baumann-Gully *)	ml/kg Ms	37,8	1			EN 16502	
Chlorures *)	mg/kg Ms	400	20			DIN 4030	
Sulfates - extraction acide (SO4) *)	mg/kg Ms	2076	300	+/- 50		EN 196-2	

### Agressivité chimique sur béton

Unité	Résultat	Limite Quant.	Incert. Résultat %	Méthode	Limite		
Grade d'agressivité sur béton *)		XA1				EN 206+A2/CN	

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

Le calcul de l'incertitude de mesure analytique combinée et élargie mentionné dans le présent rapport est basé sur le GUM (Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure, BIPM, CEI, FICC, ISO, UICPA, UIPPA et OIML, 2008) et Nordtest Report (Manuel pour le calcul de l'incertitude de mesure dans les laboratoires d'analyse de l'environnement (TR 537 (ed. 4) 2017). Le facteur d'élargissement utilisé est 2 pour un niveau de probabilité de 95% (intervalle de confiance).

Valeurs limites: Déchets inertes-Arrêté du 12/12/2014

Les analyses réalisées sur solide sont calculées sur la matière sèche. Les analyses marquées ° sont quantifiées par rapport à l'échantillon original.

Date de prise en charge: 20.12.2024

Fin des analyses: 06.01.2025

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'essai 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.

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 "°".

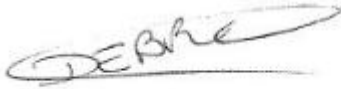
## AL-West B.V.

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

Date 06.01.2025  
N° Client 35010639

### RAPPORT D'ANALYSES

Cde **1500302** COMMANDE FOURNISSEUR N°5836 : 44996 - WIMEREUX  
N° échant. **567518** Sol  
Spécification des échantillons **44996 - WIMEREUX - SC1 - Argile**



**AL-West B.V. Mme Carine De Brito, Tel. +33/380680382**  
**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 "A".

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



# 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.

SARL INGEO  
1 rue Cassini  
CS60117  
62502 BLENDÉCQUES CEDEX  
FRANCE

Date 03.01.2025

N° Client 35010639

## RAPPORT D'ANALYSES

Cde 1500296 COMMANDE FOURNISSEUR N°5834 : 44996 - WIMEREUX - PZ1  
N° échant. 567504 Eau souterraine  
Date de validation 20.12.2024  
Prélèvement 16.12.2024  
Prélèvement par: Client  
Spécification des échantillons 44996 - WIMEREUX - PZ1

Classe III  
12/12/2014 Méthode

### Analyses Physico-chimiques

	Unité	Résultat	
Conductivité électrique à 20 °C (Laboratoire)	µS/cm	1900	Conforme à ISO 7888
Conductivité à 25°C (Lab)	µS/cm	2120	Conforme à ISO 7888
pH (Lab.)		7,7	Conforme à ISO 10523
Température	°C	20,0	Conforme à ISO 10523
Sulfures solubles *)	mg/l	<0,1	NEN 6608
Titre alcalimétrique complet (pH 4,3)	mmole/l	2,9	Conforme NEN-EN-ISO 9963-1
Chlorures (Cl)	mg/l	520	Conforme à ISO 15923-1
Sulfates (SO4)	mg/l	160	Conforme à ISO 15923-1

### Métaux

Calcium (Ca)	mg/l	100	Conforme à EN-ISO17294-2
Magnésium (Mg)	mg/l	22	Conforme à EN-ISO17294-2

### Autres analyses

Dureté Carbonatée *)	mg/l CaO	80	Conforme NEN-EN-ISO 9963-1
Dureté (non issu des carbonates) *)	°dH	11	calculée à partir de analyse conform NEN-EN-ISO 17294-2
Dureté (non issu des carbonates) *)	mg/l CaO	110	calculée à partir de analyse conform NEN-EN-ISO 17294-2
Dureté totale *)	mg/l CaO	190	calculée à partir de analyse conform NEN-EN-ISO 17294-2
Grade d'agressivité sur béton *)		sans agressivité chimique	DIN 4030
Indice permanganate (mg O2/L)	mg/l	0,4	Conforme à EN-ISO 8467
Dureté totale *)	°dH	19,0	calculée à partir de analyse conform NEN-EN-ISO 17294-2
Dureté totale *)	mmole/l	3,40	calculée à partir de analyse conform NEN-EN-ISO 17294-2
Couleur		7,2	NF EN-ISO 7887-C (410 nm)
Oxydabilité au KMnO4	mg/l	1,4	Conforme à EN-ISO 8467
Turbidité *)	NTU	22	Méthode interne
TAC après dissolution de marbre *)	mmole/l	3,0	Conforme NEN-EN-ISO 9963-1
Ammonium (NH4)	mg/l	0,075	Conforme à ISO 15923-1

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

Date 03.01.2025  
N° Client 35010639

## RAPPORT D'ANALYSES

Cde **1500296** COMMANDE FOURNISSEUR N°5834 : 44996 - WIMEREUX - PZ1  
N° échant. **567504** Eau souterraine

Classe III  
12/12/2014 Méthode

	Unité	Résultat	
Nitrates	mg/l	<b>&lt;0,50</b>	Conforme à ISO 15923-1
acide carbonique agressif	*) mg/l	<b>2,2</b>	DIN 4030
Dureté Carbonatée	*) °dH	<b>7,98</b>	Méthode interne
Odeur (Lab)	*)	<b>sans odeur</b>	DEV B1/2

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

Classe III 12/12/2014: Déchets inertes-Arrêté du 12/12/2014

### Note d'information:

Au dessus d'une valeur de 50 mg/l en chlorures, l'acier d'armature risque d'être corrodé si l'armature n'est pas suffisamment recouverte par du béton, selon la DIN 1045 concernant les bétons armés le taux en chlorure se situe dans une plage qui exige une couverture de béton suffisante de l'armature. Le béton armé selon la norme DIN 1045 répond cette exigence.

Analyse des nitrates: une teneur en chlorure supérieure à 100 mg / l peut avoir un effet négatif sur la teneur en nitrates.

Date de prise en charge: 20.12.2024

Fin des analyses: 03.01.2025

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'essai 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. Mme Fatima-Zahra Saati, Tel. 33/380680132**  
**Chargée relation clientèle**

# 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.

SARL INGEO  
1 rue Cassini  
CS60117  
62502 BLENDÉCQUES CEDEX  
FRANCE

Date 03.01.2025

N° Client 35010639

## RAPPORT D'ANALYSES

Cde **1500295 COMMANDE FOURNISSEUR N°5835 : 44996 - WIMEREUX - PZ2**  
N° échant. **567503 Eau souterraine**  
Date de validation **20.12.2024**  
Prélèvement **16.12.2024**  
Prélèvement par: **Client**  
Spécification des échantillons **44996 - WIMEREUX - PZ2**

Classe III  
12/12/2014 Méthode

### Analyses Physico-chimiques

	Unité	Résultat	
Conductivité électrique à 20 °C (Laboratoire)	µS/cm	<b>2960</b>	Conforme à ISO 7888
Conductivité à 25°C (Lab)	µS/cm	<b>3300</b>	Conforme à ISO 7888
pH (Lab.)		<b>7,7</b>	Conforme à ISO 10523
Température	°C	<b>20,0</b>	Conforme à ISO 10523
Sulfures solubles *)	mg/l	<b>&lt;0,1</b>	NEN 6608
Titre alcalimétrique complet (pH 4,3)	mmole/l	<b>5,7</b>	Conforme NEN-EN-ISO 9963-1
Chlorures (Cl)	mg/l	<b>830</b>	Conforme à ISO 15923-1
Sulfates (SO4)	mg/l	<b>160</b>	Conforme à ISO 15923-1

### Métaux

Calcium (Ca)	mg/l	<b>150</b>	Conforme à EN-ISO17294-2
Magnésium (Mg)	mg/l	<b>53</b>	Conforme à EN-ISO17294-2

### Autres analyses

Dureté Carbonatée *)	mg/l CaO	<b>160</b>	Conforme NEN-EN-ISO 9963-1
Dureté (non issu des carbonates) *)	°dH	<b>17</b>	calculée à partir de analyse conform NEN-EN-ISO 17294-2
Dureté (non issu des carbonates) *)	mg/l CaO	<b>170</b>	calculée à partir de analyse conform NEN-EN-ISO 17294-2
Dureté totale *)	mg/l CaO	<b>330</b>	calculée à partir de analyse conform NEN-EN-ISO 17294-2
Grade d'agressivité sur béton *)		<b>sans agressivité chimique</b>	DIN 4030
Indice permanganate (mg O2/L)	mg/l	<b>1,2</b>	Conforme à EN-ISO 8467
Dureté totale *)	°dH	<b>33,2</b>	calculée à partir de analyse conform NEN-EN-ISO 17294-2
Dureté totale *)	mmole/l	<b>5,92</b>	calculée à partir de analyse conform NEN-EN-ISO 17294-2
Couleur		<b>7,1</b>	NF EN-ISO 7887-C (410 nm)
Oxydabilité au KMnO4	mg/l	<b>4,9</b>	Conforme à EN-ISO 8467
Turbidité *)	NTU	<b>48</b>	Méthode interne
TAC après dissolution de marbre *)	mmole/l	<b>5,3</b>	Conforme NEN-EN-ISO 9963-1
Ammonium (NH4)	mg/l	<b>0,059</b>	Conforme à ISO 15923-1

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

Date 03.01.2025  
N° Client 35010639

## RAPPORT D'ANALYSES

Cde **1500295 COMMANDE FOURNISSEUR N°5835 : 44996 - WIMEREUX - PZ2**  
N° échant. **567503 Eau souterraine**

	Unité	Résultat	Classe III 12/12/2014 Méthode
Nitrates	mg/l	<b>1,2</b>	Conforme à ISO 15923-1
acide carbonique agressif	*) mg/l	<b>&lt;1,0</b>	DIN 4030
Dureté Carbonatée	*) °dH	<b>15,8</b>	Méthode interne
Odeur (Lab)	*)	<b>sans odeur</b>	DEV B1/2

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.

Classe III 12/12/2014: Déchets inertes-Arrêté du 12/12/2014

### Note d'information:

Au dessus d'une valeur de 50 mg/l en chlorures, l'acier d'armature risque d'être corrodé si l'armature n'est pas suffisamment recouverte par du béton, selon la DIN 1045 concernant les bétons armés le taux en chlorure se situe dans une plage qui exige une couverture de béton suffisante de l'armature. Le béton armé selon la norme DIN 1045 répond cette exigence.

Analyse des nitrates: une teneur en chlorure supérieure à 100 mg / l peut avoir un effet négatif sur la teneur en nitrates.

Date de prise en charge: 20.12.2024

Fin des analyses: 03.01.2025

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'essai 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. Mme Fatima-Zahra Saati, Tel. 33/380680132**  
**Chargée relation clientèle**

## ***ANNEXE 5 – NOTE DE CALCULS GROUPIE***

# Données

Titre du projet : Pont Napoléon

Numéro d'affaire : LGEN.N.485

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Culée C0 - PRS1 (Cas 2)

Mode général : Mode Groupie+

Mode Groupie+ : Mode simplifié

Pas maximal (m) : 0,50

Modifier les paramètres avancés : Non

## Définition des pieux

N°	XP	YP	Cote tête	$\alpha$	$\beta$	L	D	Liaison	Elx	Ely	ES	$\Gamma$
1	0,00	-6,00	3,45	0,0	0,0	14,50	1,00	Encastré	4,91E05	4,91E05	7,85E06	1,00
2	0,00	-2,00	3,45	0,0	0,0	14,50	1,00	Encastré	4,91E05	4,91E05	7,85E06	1,00
3	0,00	2,00	3,45	0,0	0,0	14,50	1,00	Encastré	4,91E05	4,91E05	7,85E06	1,00
4	0,00	6,00	3,45	0,0	0,0	14,50	1,00	Encastré	4,91E05	4,91E05	7,85E06	1,00

Raideurs additionnelles en pointe de pieux : Non

Type de courbe de réaction : À partir des données pressiométriques

Type de sollicitation latérale : Sollicitations permanentes en tête dominant

Cote de référence (m) : 3,45

## Définition du sol

N°	Nom	Couleur	Cote base	$\alpha Y$	$\alpha X$	EM	$\alpha$	pf*	pl*	qsl	Type de sol	qpl
1	Remblai induré		1,00	0,0	0,0	2,12E04	0,33	2,03E03	2,04E03	90,00	Sol granulaire	1,00
2	Sable lâche		-1,80	0,0	0,0	4,10E03	0,33	2,20E02	3,50E02	30,49	Sol granulaire	1,00
3	Sable grésifié		-3,00	0,0	0,0	2,22E04	0,33	8,10E02	1,33E03	81,82	Sol granulaire	1,00
4	Argile raide		-10,10	0,0	0,0	2,07E04	0,50	1,00E03	1,63E03	49,21	Sol fin	2081,00
5	Argile très raide		-24,70	0,0	0,0	4,73E04	0,50	2,14E03	3,24E03	54,69	Sol fin	4439,00

## Cas de chargement

N°	TX	MY	TY	MX	TZ	MZ
1	-13,00	34,10	0,00	0,00	5804,60	0,00
2	-23,50	18,60	0,00	0,00	6148,30	0,00
3	387,70	47,40	55,20	2710,20	5789,50	-59,20
4	-32,60	-582,50	-2,50	-2710,20	8529,90	61,70
5	516,20	66,60	83,10	4138,20	7815,80	-90,20
6	-45,90	-775,70	-4,00	-3913,70	11777,40	94,70

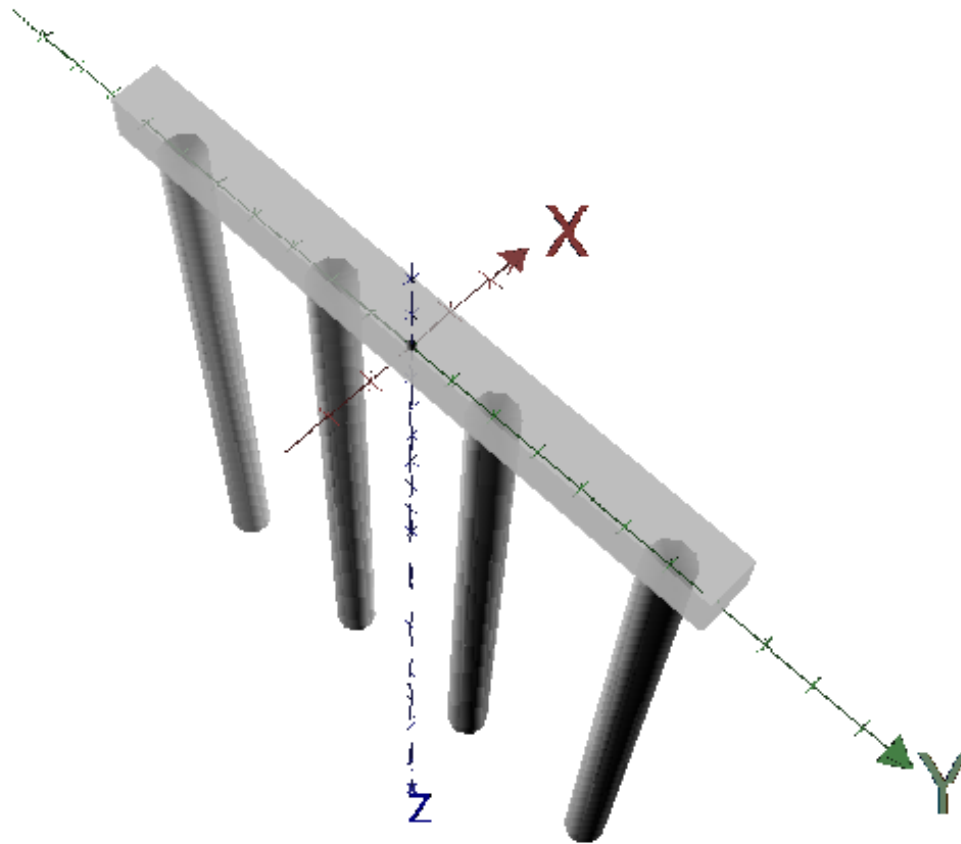


FoXta v4  
v4.1.17

Imprimé le : 28/01/2025 - 10:04:46  
Calcul réalisé par : GINGER CEBTP

Projet : Pont Napoléon  
Module : Groupie+ (Cas 2/2)  
Titre du calcul : Culée C0 - PRS1

# Onglet "Paramètres généraux"



**Chargement/déplacement de la semelle**

N° cas charge	TX	MY	TY	MX	TZ	MZ	UX	rot/Y	UY	rot/X	UZ	rot/Z
1	-13,00	34,10	0,00	0,00	5804,60	0,00	-8,142E-05	5,803E-05	5,828E-18	5,505E-18	2,360E-03	-5,563E-20
2	-23,50	18,60	0,00	0,00	6148,30	0,00	-9,193E-05	5,271E-05	2,391E-18	2,259E-18	2,533E-03	-8,809E-20
3	387,70	47,40	55,20	2710,20	5789,50	-59,20	1,062E-03	-4,401E-04	1,570E-04	6,818E-05	2,354E-03	-4,551E-06
4	-32,60	-582,50	-2,50	-2710,20	8529,90	61,70	6,532E-04	-6,644E-04	-9,555E-05	-8,663E-05	3,945E-03	4,743E-06
5	516,20	66,60	83,10	4138,20	7815,80	-90,20	1,409E-03	-5,818E-04	2,633E-04	1,280E-04	3,502E-03	-6,934E-06
6	-45,90	-775,70	-4,00	-3913,70	11777,40	94,70	8,626E-04	-8,816E-04	-1,599E-04	-1,452E-04	6,214E-03	7,280E-06



**Efforts en tête des pieux**

N° cas charge	N° pieu	T1	M1	T2	M2	Tz	Mz
1	1	-3,250	-8,525	0,000	0,000	1451,150	-0,000
1	2	-3,250	-8,525	0,000	0,000	1451,150	-0,000
1	3	-3,250	-8,525	-0,000	0,000	1451,150	-0,000
1	4	-3,250	-8,525	-0,000	0,000	1451,150	-0,000
2	1	-5,875	-4,650	-0,000	0,000	1537,070	-0,000
2	2	-5,875	-4,650	0,000	0,000	1537,080	-0,000
2	3	-5,875	-4,650	0,000	0,000	1537,080	-0,000
2	4	-5,875	-4,650	0,000	0,000	1537,070	-0,000
3	1	92,485	-7,150	13,800	-0,550	1243,510	-0,000
3	2	95,445	-10,283	13,800	-0,550	1379,940	-0,000
3	3	98,405	-13,417	13,800	-0,550	1515,740	-0,000
3	4	101,365	-16,550	13,800	-0,550	1650,310	-0,000
4	1	-3,522	140,726	-0,625	-17,202	2329,930	0,000
4	2	-6,607	143,992	-0,625	-17,202	2198,830	0,000
4	3	-9,693	147,258	-0,625	-17,202	2067,740	0,000
4	4	-12,777	150,524	-0,625	-17,202	1933,400	0,000
5	1	122,285	-9,489	20,775	4,399	1636,730	-0,000
5	2	126,795	-14,263	20,775	4,399	1860,450	-0,000
5	3	131,305	-19,037	20,775	4,399	2062,470	-0,000
5	4	135,815	-23,811	20,775	4,399	2256,150	-0,000
6	1	-4,372	186,406	-1,000	-28,891	3221,980	0,000
6	2	-9,107	191,419	-1,000	-28,891	3046,090	0,000
6	3	-13,842	196,431	-1,000	-28,891	2857,530	0,000
6	4	-18,578	201,444	-1,000	-28,891	2651,810	0,000

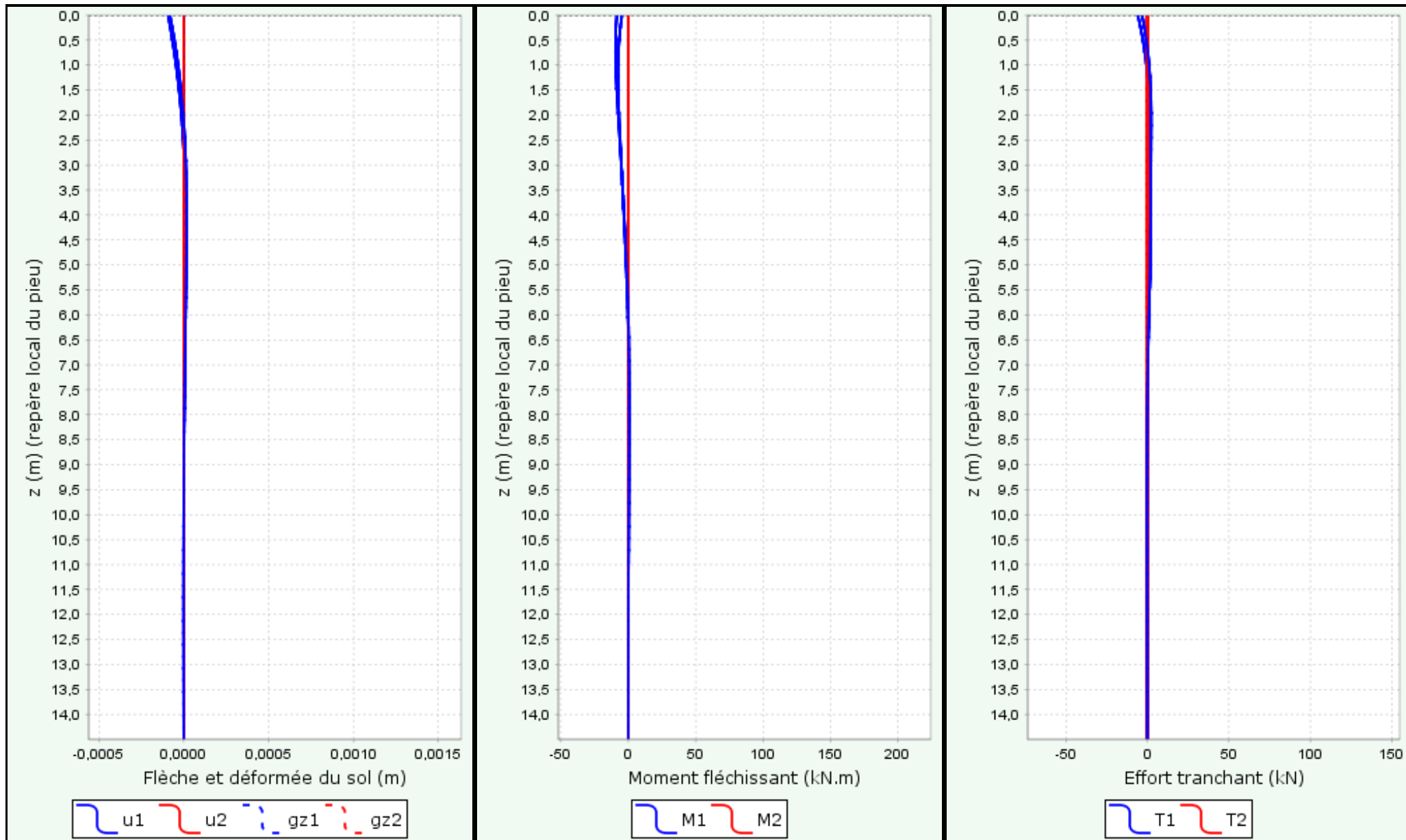


**FoXta v4**  
v4.1.17

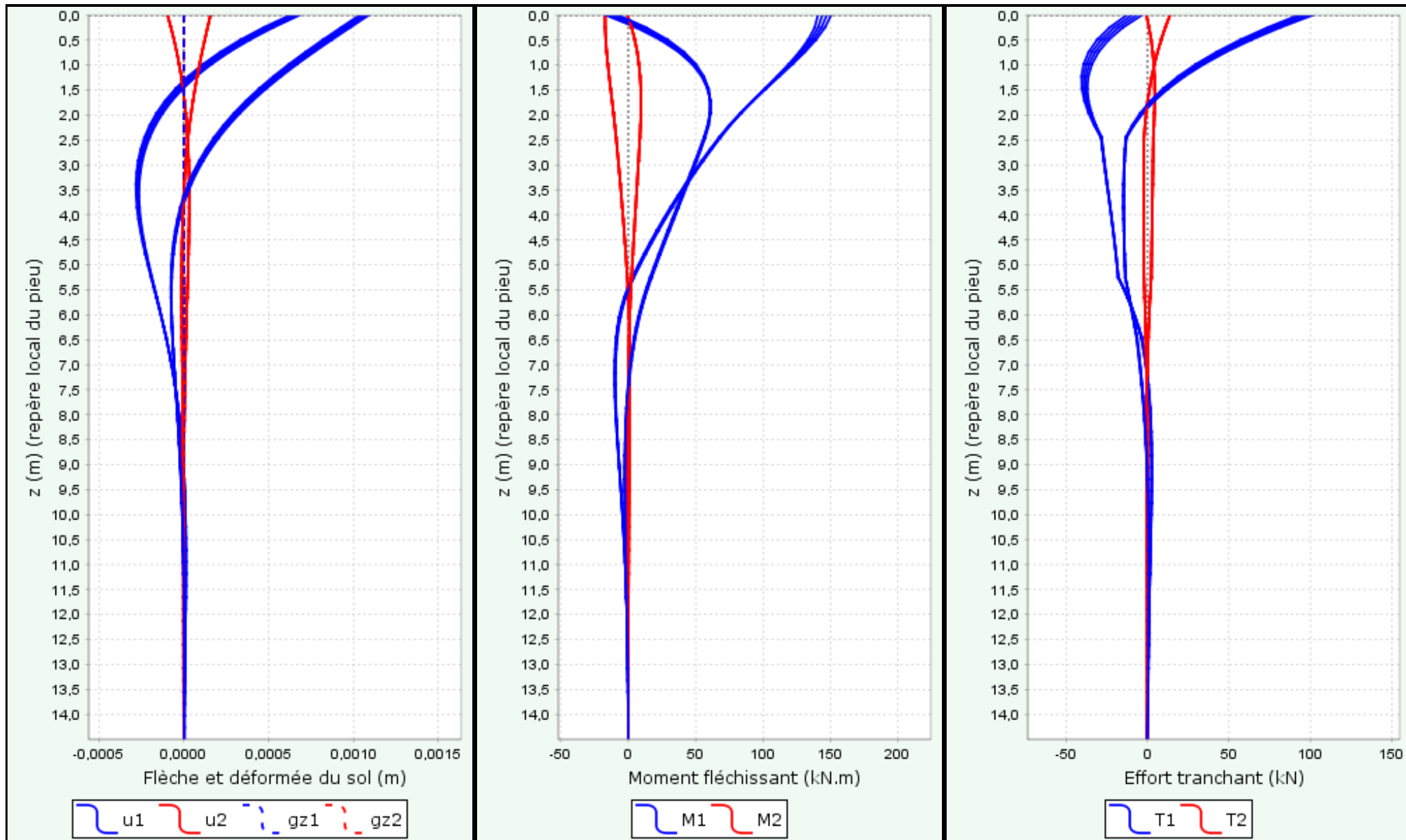
Imprimé le : 28/01/2025 - 10:04:46  
Calcul réalisé par : GINGER CEBTP

Projet : Pont Napoléon  
Module : Groupie+ (Cas 2/2)  
Titre du calcul : Culée C0 - PRS1

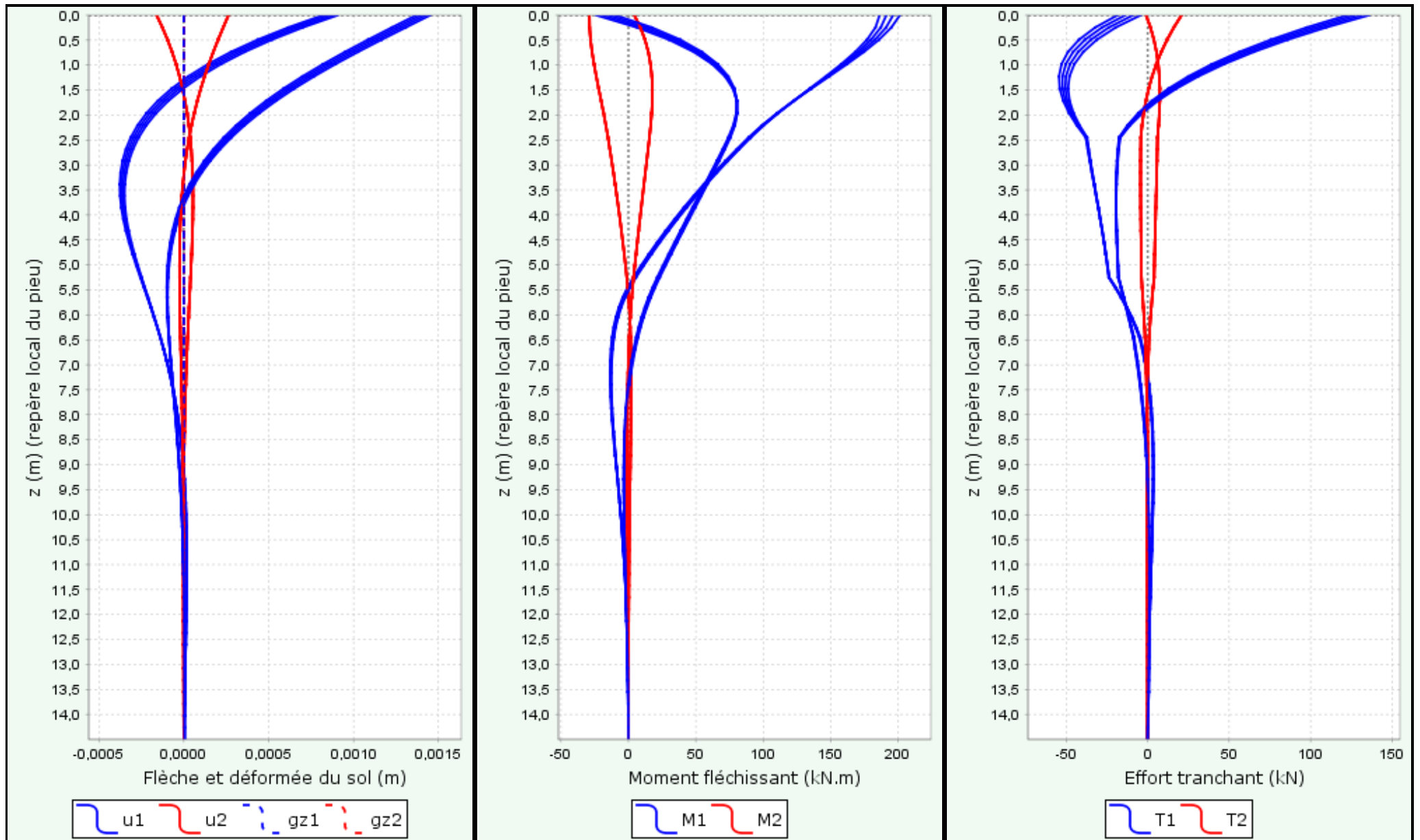
# Comportement latéral



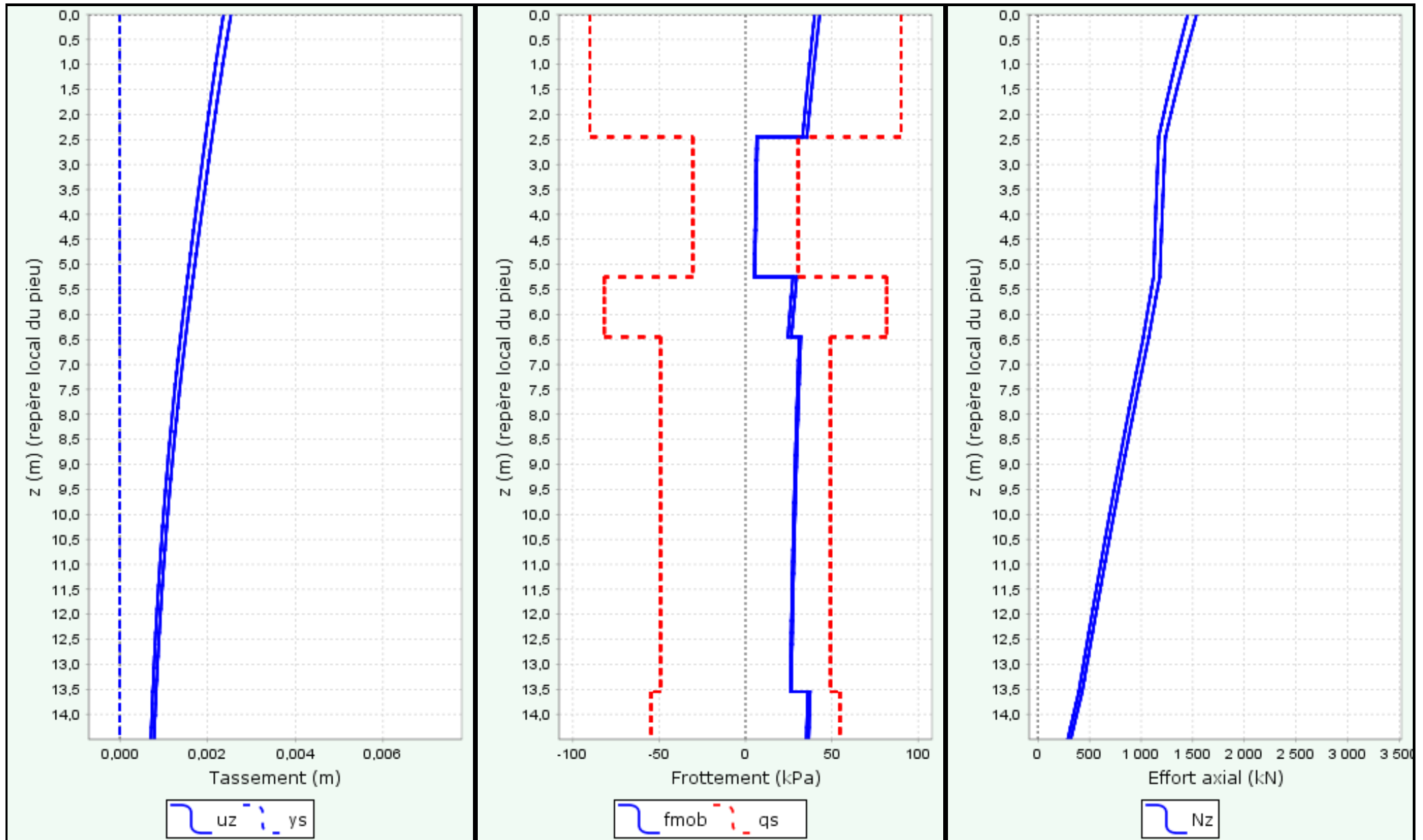
# Comportement latéral



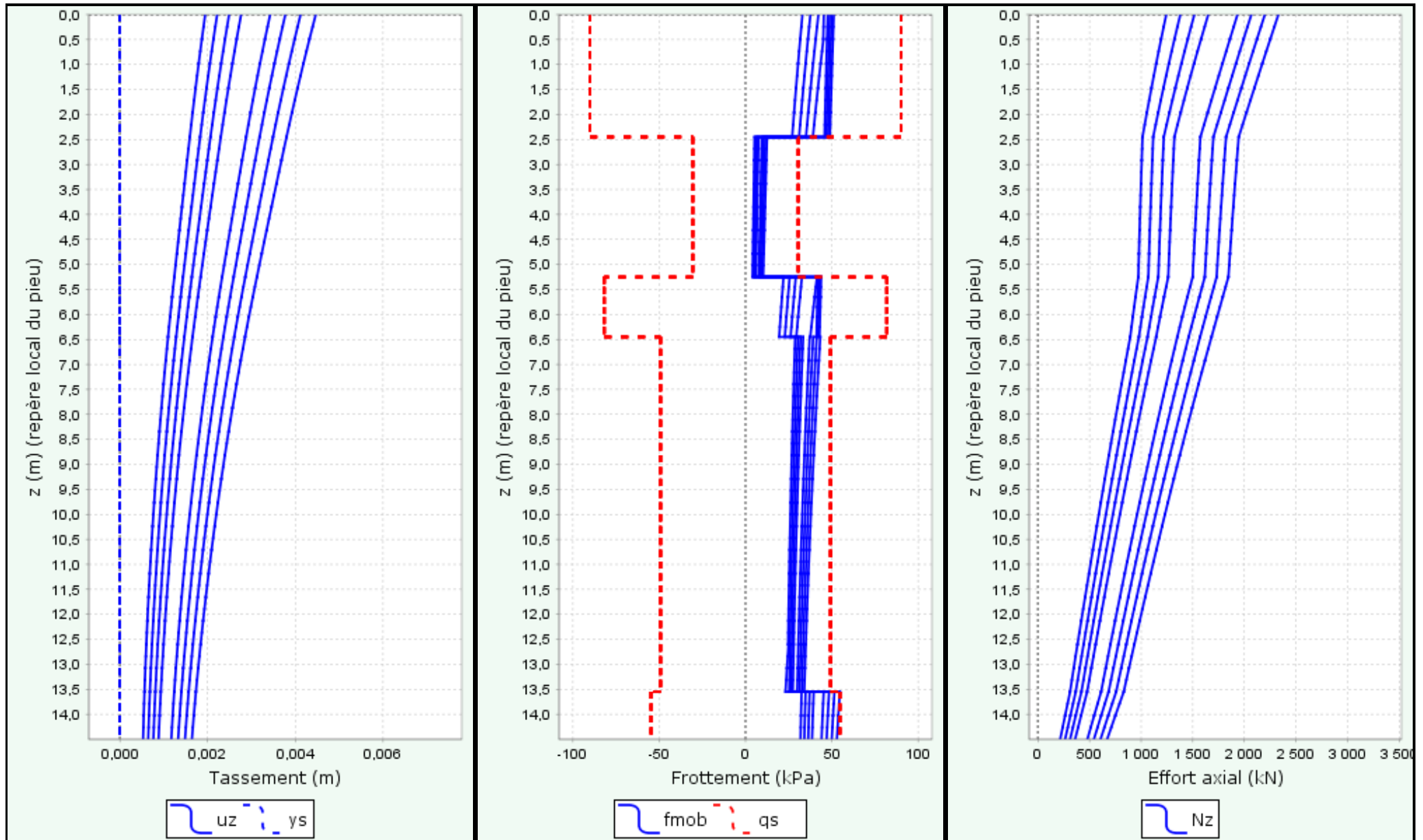
# Comportement latéral



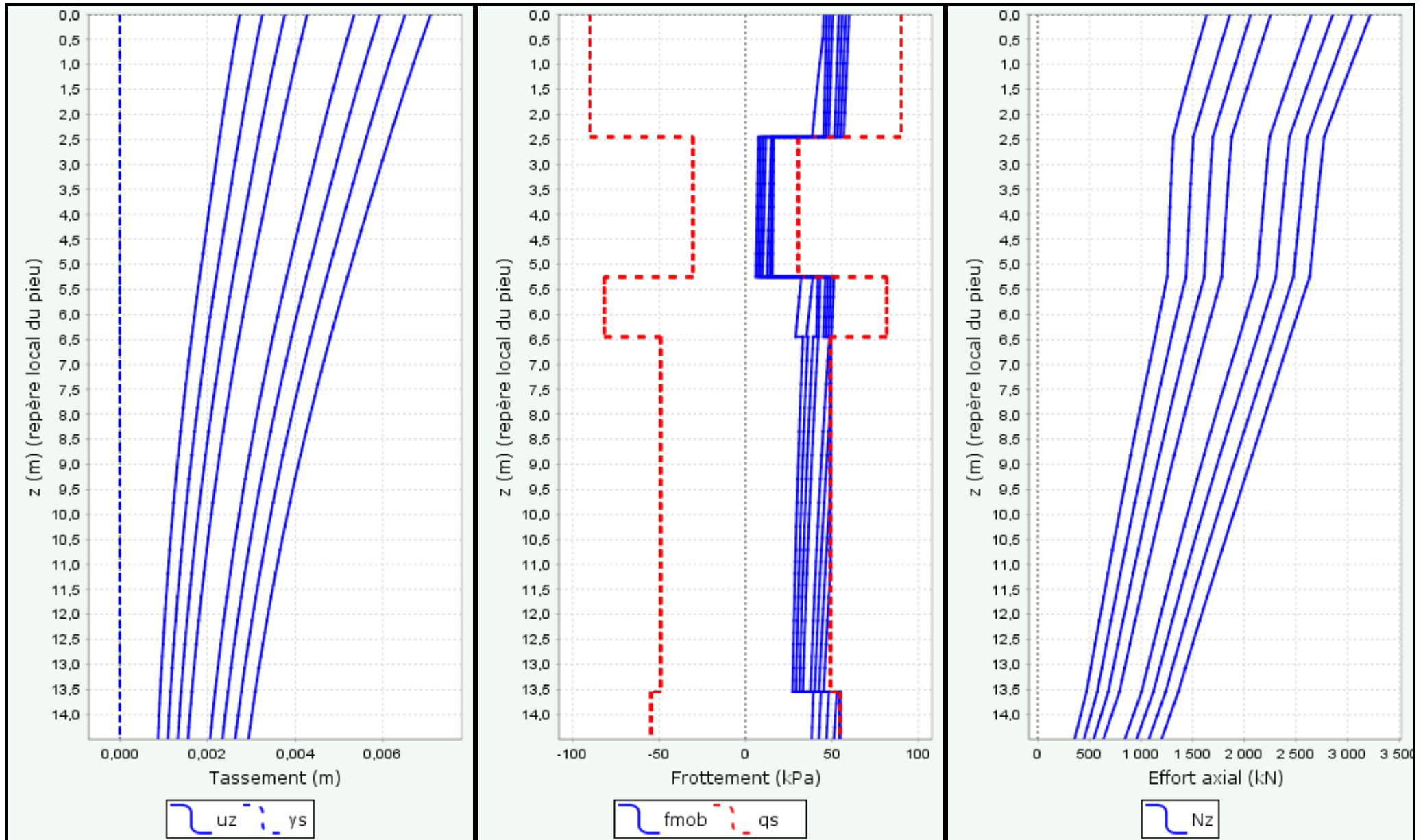
# Comportement axial



# Comportement axial



# Comportement axial



# Données

Titre du projet : Pont Napoléon

Numéro d'affaire : LGEN.N.485

Commentaires : N/A

Titre du calcul : Culée C1 - PRS2 (Cas 1)

Mode général : Mode Groupie+

Mode Groupie+ : Mode simplifié

Pas maximal (m) : 0,50

Modifier les paramètres avancés : Non

## Définition des pieux

N°	XP	YP	Cote tête	$\alpha$	$\beta$	L	D	Liaison	Elx	Ely	ES	$\Gamma$
1	0,00	-6,00	3,45	0,0	0,0	14,50	1,00	Encastré	4,91E05	4,91E05	7,85E06	1,00
2	0,00	-2,00	3,45	0,0	0,0	14,50	1,00	Encastré	4,91E05	4,91E05	7,85E06	1,00
3	0,00	2,00	3,45	0,0	0,0	14,50	1,00	Encastré	4,91E05	4,91E05	7,85E06	1,00
4	0,00	6,00	3,45	0,0	0,0	14,50	1,00	Encastré	4,91E05	4,91E05	7,85E06	1,00

Raideurs additionnelles en pointe de pieux : Non

Type de courbe de réaction : À partir des données pressiométriques

Type de sollicitation latérale : Sollicitations permanentes en tête dominant

Cote de référence (m) : 3,45

## Définition du sol

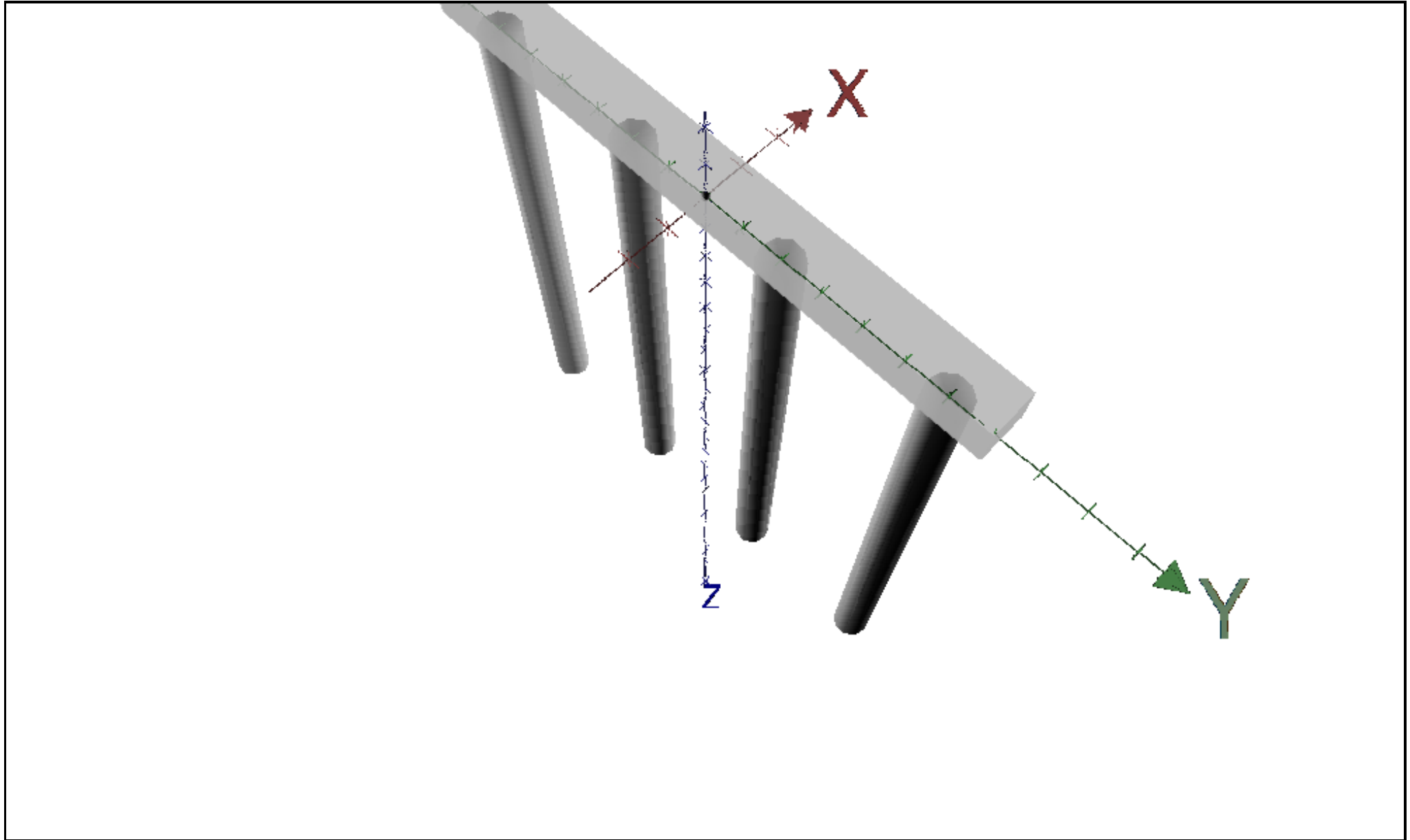
N°	Nom	Couleur	Cote base	$\alpha Y$	$\alpha X$	EM	$\alpha$	pf*	pl*	qsl	Type de sol	qpl
1	Remblai mou		3,00	0,0	0,0	1,40E03	0,33	1,40E02	2,20E02	20,00	Sol granulaire	1,00
2	Remblai induré		1,40	0,0	0,0	4,36E04	0,33	1,42E03	1,43E03	85,32	Sol granulaire	1,00
3	Sable myt dense		-4,00	0,0	0,0	4,23E04	0,33	7,20E02	1,03E03	69,82	Sol granulaire	1,00
4	Argile raide		-9,00	0,0	0,0	1,75E04	0,50	1,20E03	1,81E03	47,24	Sol fin	2081,00
5	Argile très raide		-23,30	0,0	0,0	6,86E04	0,50	2,48E03	3,86E03	52,18	Sol fin	4439,00

## Cas de chargement

N°	TX	MY	TY	MX	TZ	MZ
1	23,50	-18,60	0,00	0,00	5796,10	0,00
2	13,00	-34,10	0,00	0,00	6138,90	0,00
3	32,60	-12,10	55,40	2586,40	5796,10	-60,10
4	8,60	-47,30	-2,40	-2586,40	8511,90	51,10
5	45,90	-22,20	83,30	3966,00	7824,80	-95,90
6	15,60	-66,60	-3,80	-3742,70	11753,20	82,40



# Onglet "Paramètres généraux"



Chargement/déplacement de la semelle

N° cas charge	TX	MY	TY	MX	TZ	MZ	UX	rot/Y	UY	rot/X	UZ	rot/Z
1	23,50	-18,60	0,00	0,00	5796,10	0,00	8,697E-05	-5,351E-05	-2,270E-18	-1,973E-18	1,711E-03	-1,105E-18
2	13,00	-34,10	0,00	0,00	6138,90	0,00	8,023E-05	-5,751E-05	-3,568E-18	-3,100E-18	1,850E-03	1,537E-19
3	32,60	-12,10	55,40	2586,40	5796,10	-60,10	1,022E-04	-5,816E-05	1,186E-04	5,108E-05	1,724E-03	-3,247E-06
4	8,60	-47,30	-2,40	-2586,40	8511,90	51,10	8,645E-05	-6,705E-05	-8,174E-05	-6,878E-05	3,060E-03	2,761E-06
5	45,90	-22,20	83,30	3966,00	7824,80	-95,90	1,508E-04	-8,795E-05	2,116E-04	1,057E-04	2,694E-03	-5,181E-06
6	15,60	-66,60	-3,80	-3742,70	11753,20	82,40	1,309E-04	-9,912E-05	-1,267E-04	-1,065E-04	4,891E-03	4,452E-06

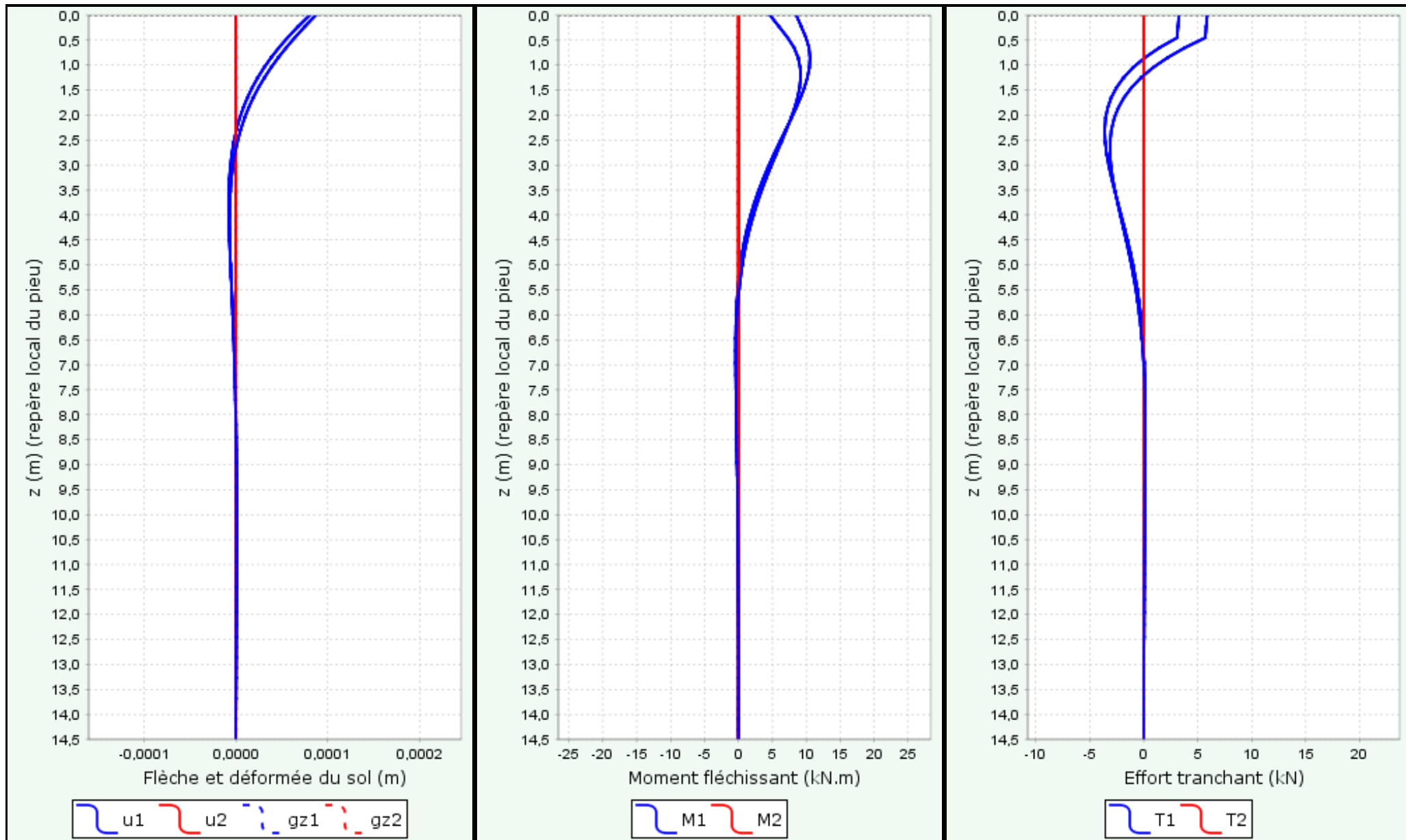


**FoXta v4**  
v4.1.17

Imprimé le : 28/01/2025 - 10:03:40  
Calcul réalisé par : GINGER CEBTP

Projet : Pont Napoléon  
Module : Groupie+ (Cas 1/2)  
Titre du calcul : Culée C1 - PRS2

# Comportement latéral

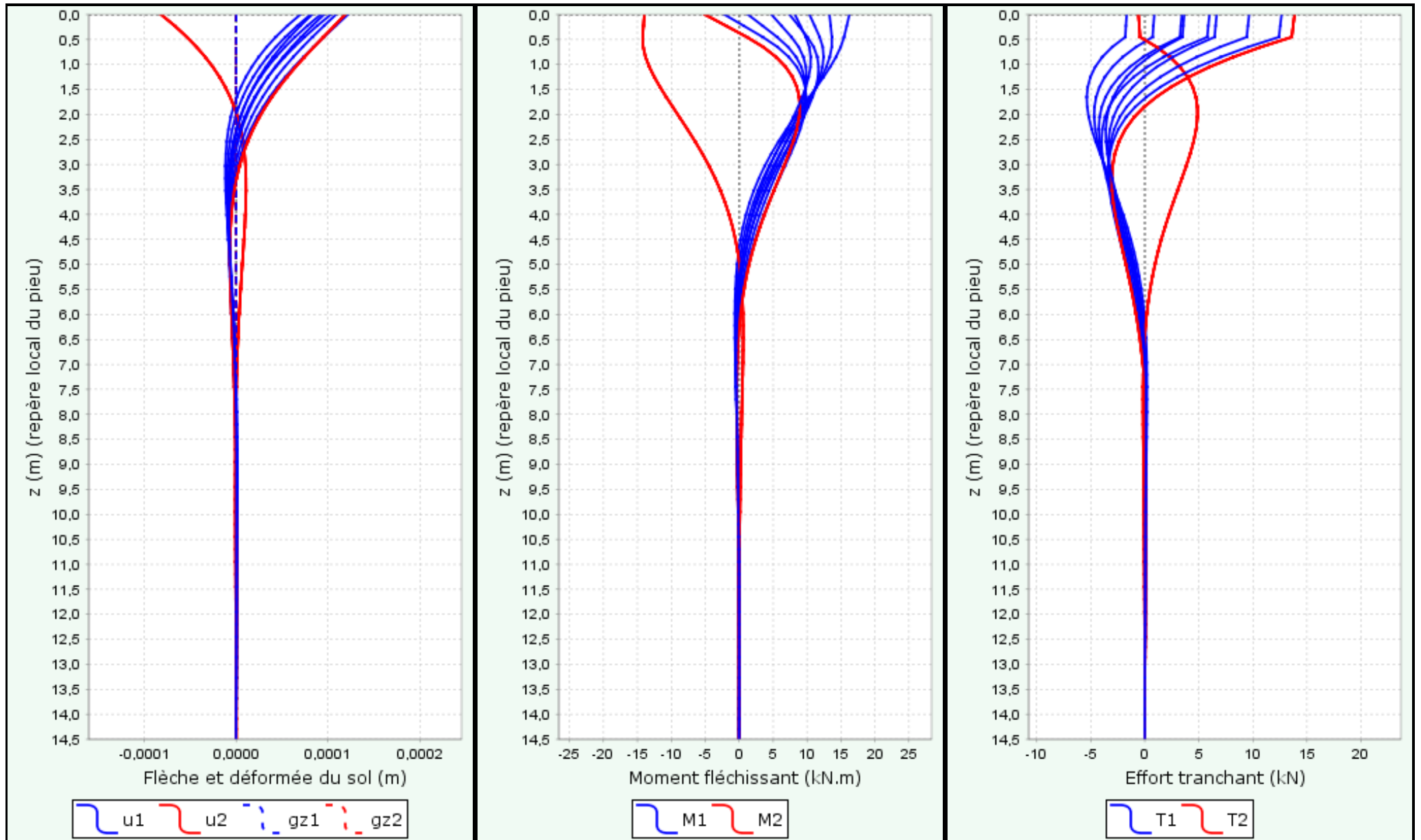


**FoXta v4**  
v4.1.17

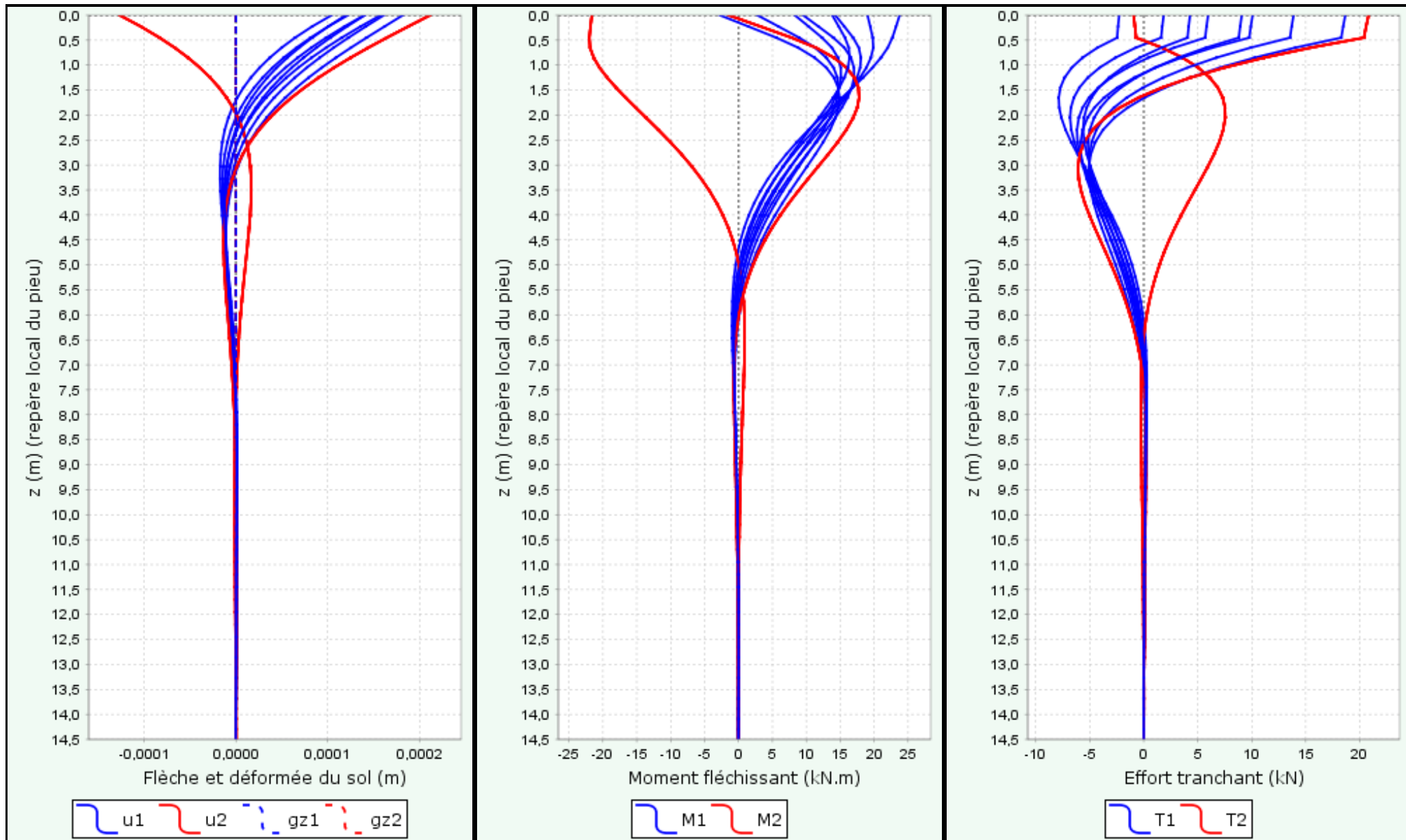
Imprimé le : 28/01/2025 - 10:03:40  
Calcul réalisé par : GINGER CEBTP

Projet : Pont Napoléon  
Module : Groupie+ (Cas 1/2)  
Titre du calcul : Culée C1 - PRS2

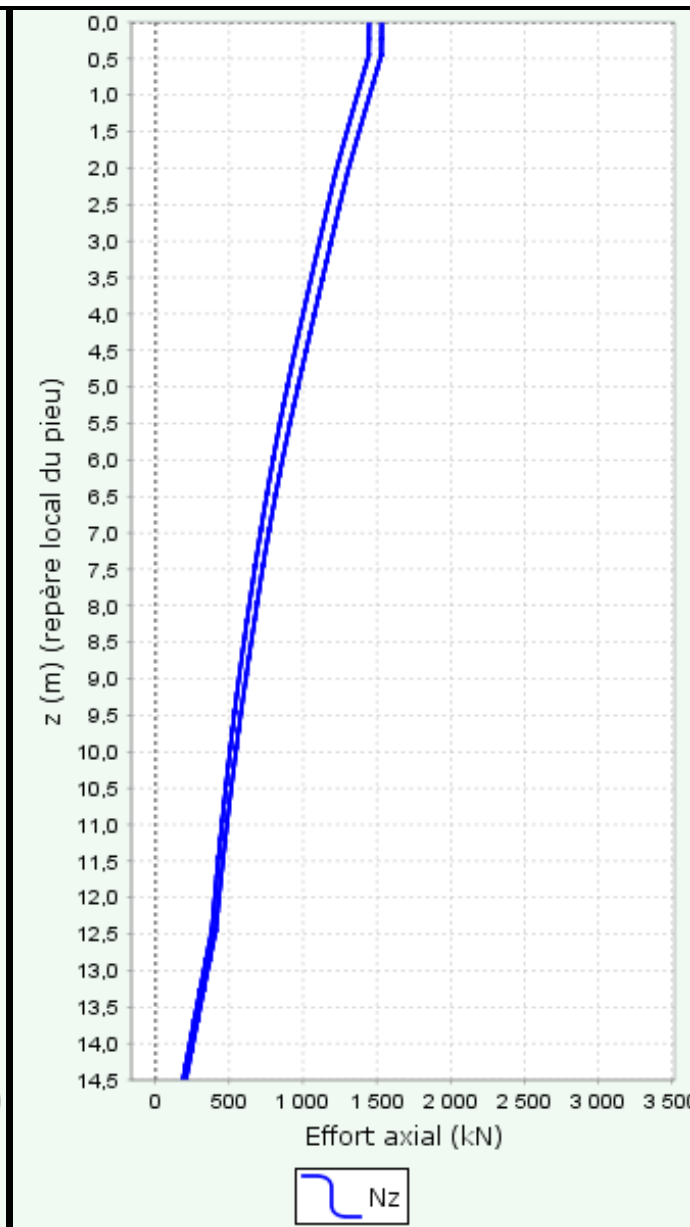
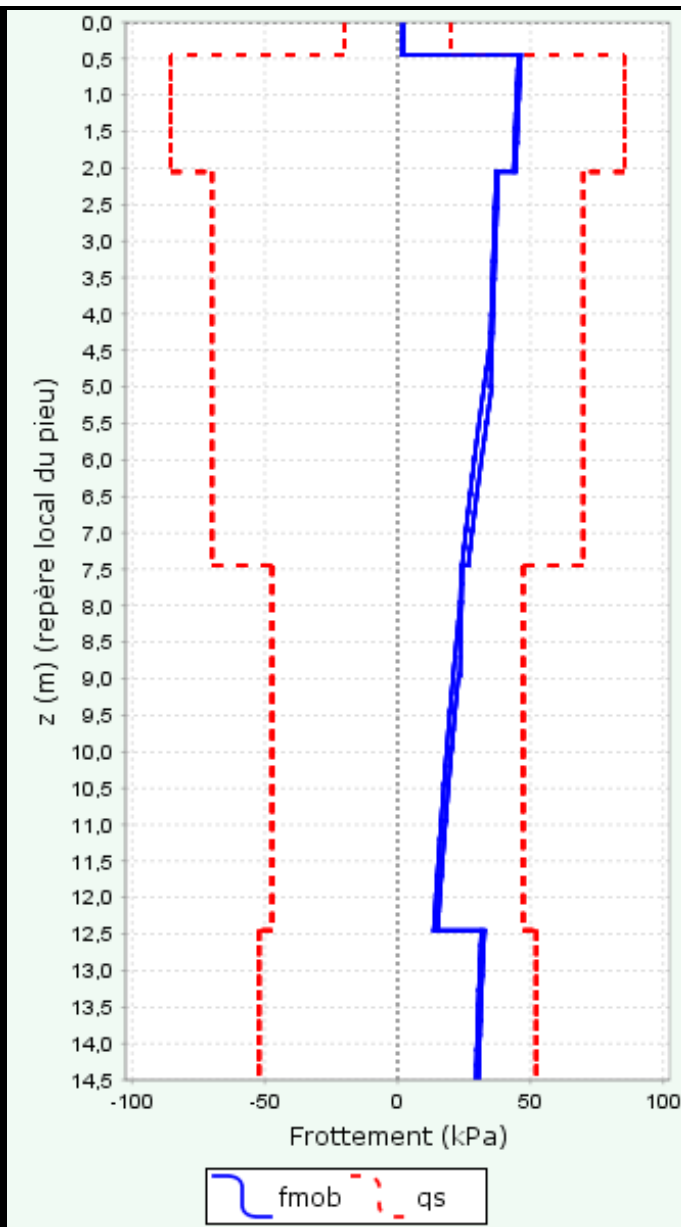
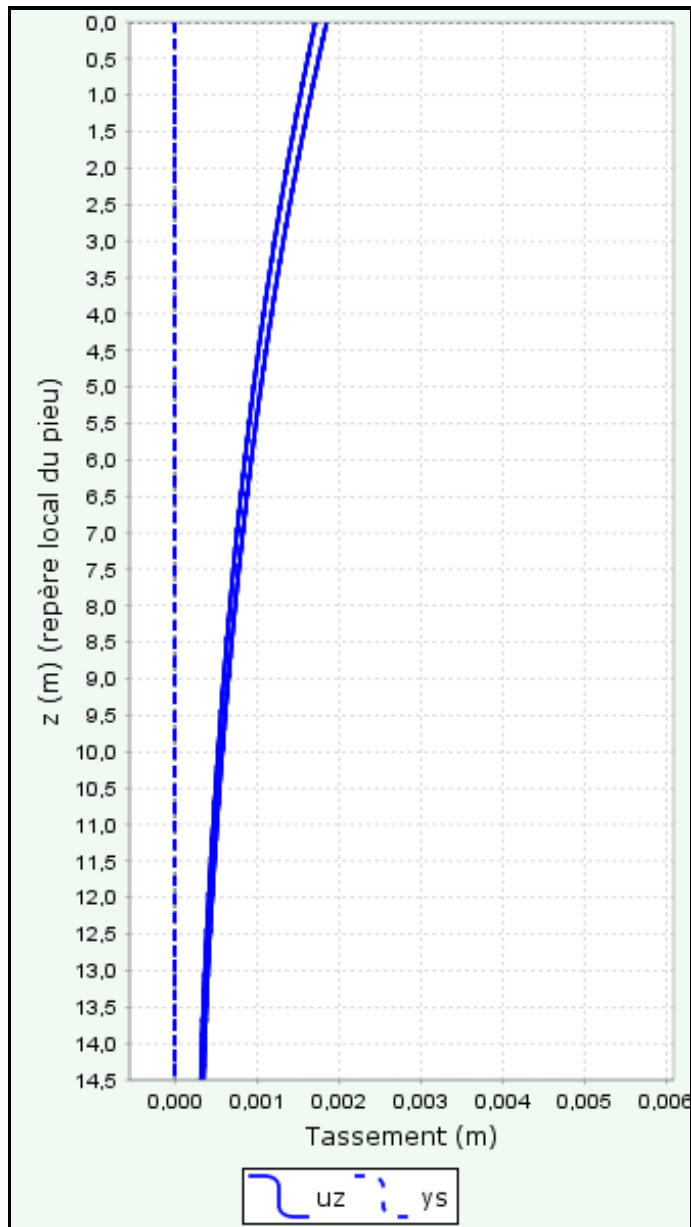
# Comportement latéral



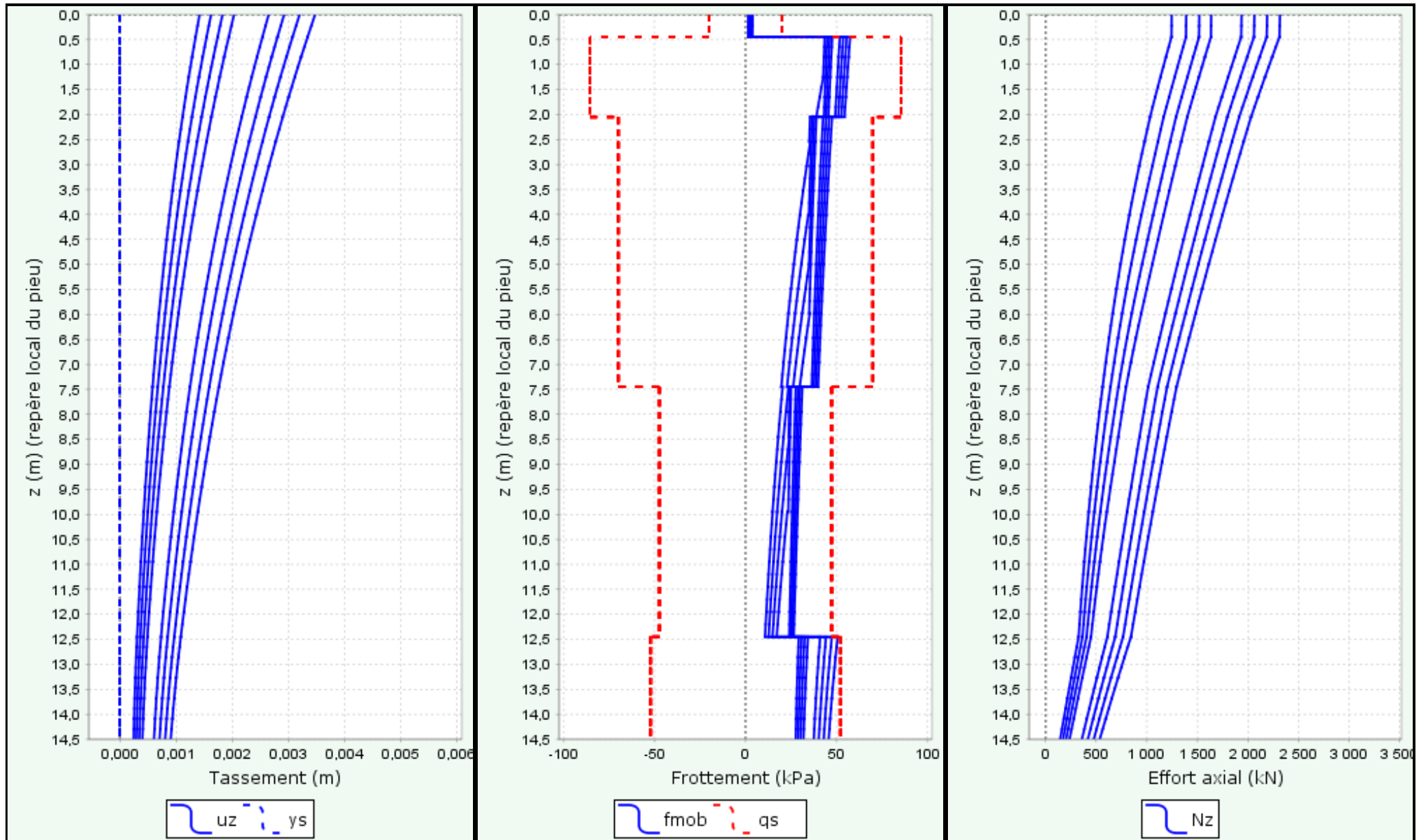
# Comportement latéral



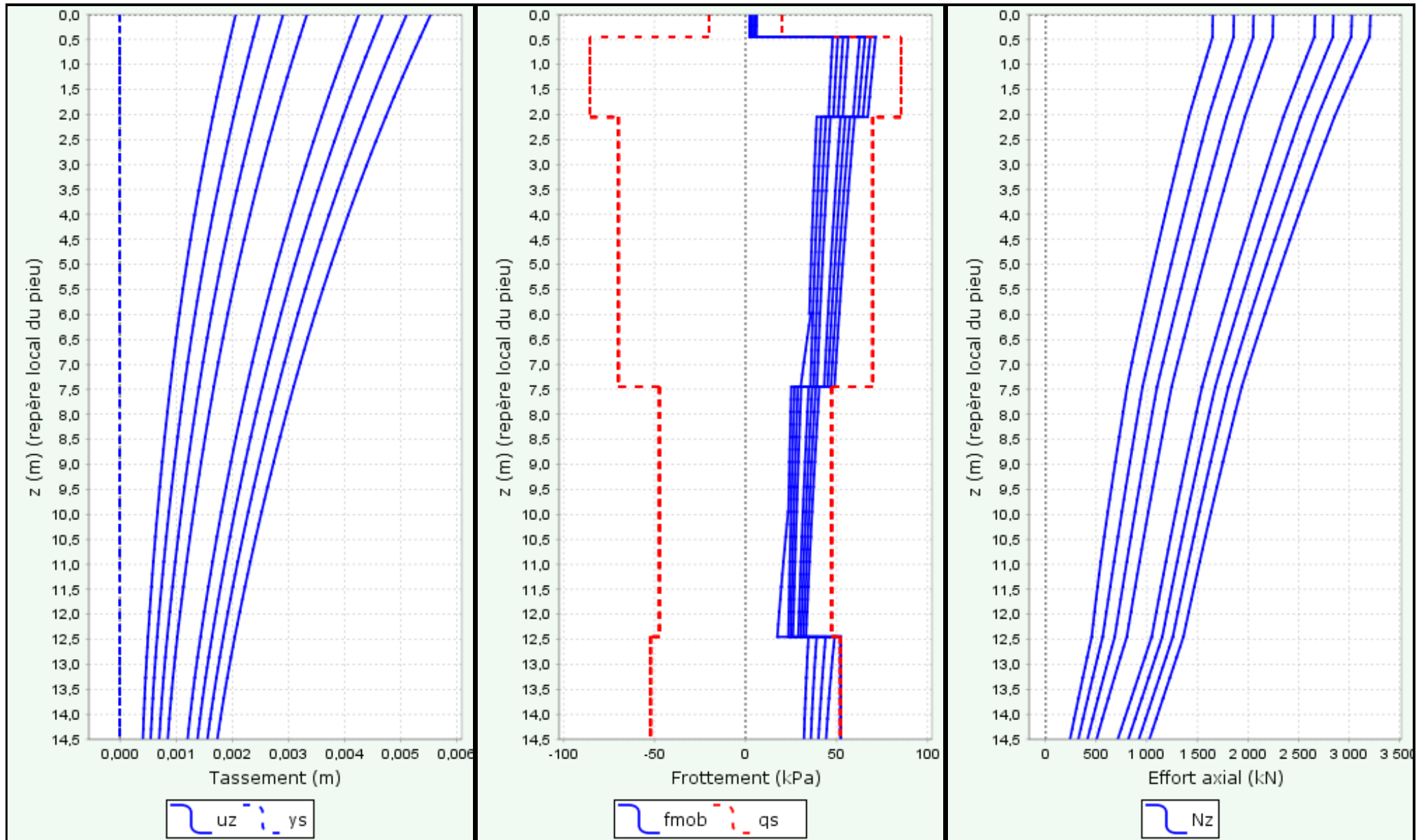
# Comportement axial



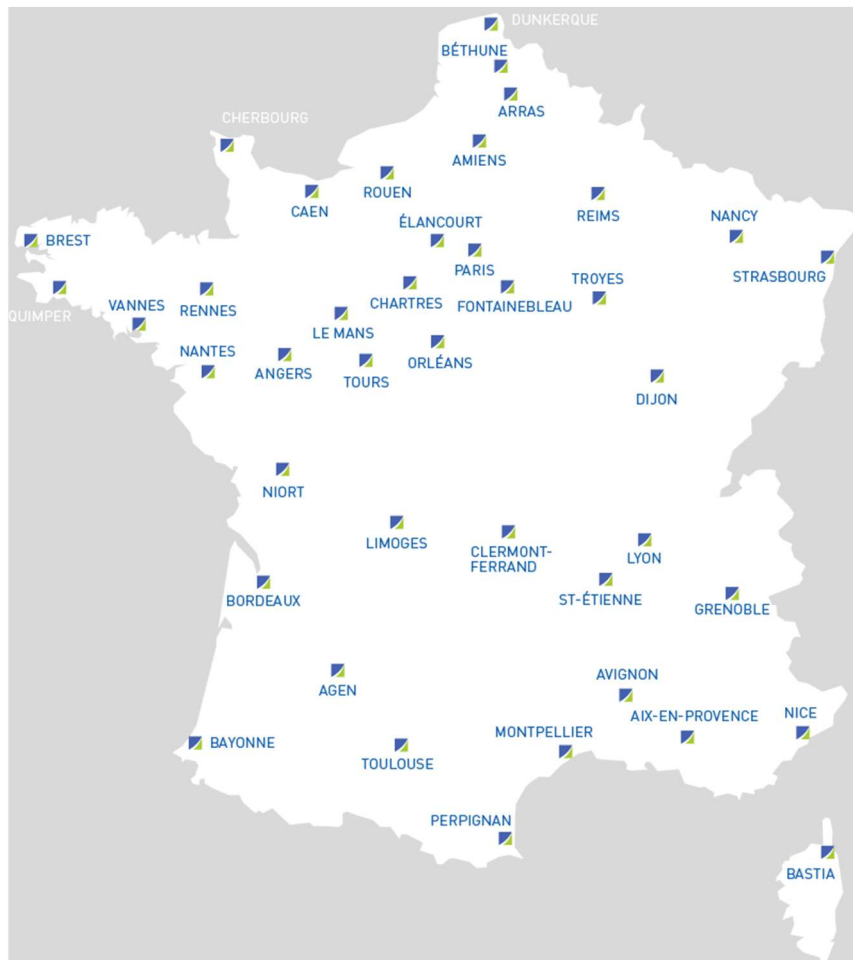
# Comportement axial



# Comportement axial







## CONTACT

Division Ingénierie Géotechnique

Parc Technologique Saint-Jacques II

13 rue Albert Einstein

54320 MAXEVILLE

[www.ginger-cebtp.com](http://www.ginger-cebtp.com)