



**ECOTECH**  
**Ingénierie**



## **Rapport**

# **Projet de réhabilitation de la CCI du Pas-de-Calais en centre de formation – Arras (62)**

**Étude géotechnique d'avant-projet (G2 – AVP)**



**Rapport n°A127467/version B – 1<sup>er</sup> février 2024**

Projet suivi par Maxime ROTGER – 06.22.15.45.25 – [maxime.rotger@anteagroup.fr](mailto:maxime.rotger@anteagroup.fr)

## Fiche signalétique

Projet de réhabilitation de la CCI du Pas-de-Calais en centre de  
formation – Arras (62)  
Étude géotechnique d'avant-projet (G2 – AVP)

### CLIENT SITE

#### CCI Artois

8, rue du 29 juillet – CS 70540  
62008 Arras Cedex

CCI du Pas-de-Calais  
Rue des Rosati – Arras 62000

M. Victor-Emmanuel BERNALICIS  
Responsable Service Travaux investissements  
et Gros entretien – Pôle immobilier Artois  
03.21.23.84.66 / 06.13.54.02.67  
ve.bernalicis@artois.cci.fr

### RAPPORT D'ANTEA GROUP

Responsable du projet

Maxime ROTGER

Interlocuteur commercial

Maxime ROTGER

Implantation chargée du suivi du projet

Implantation de Lille  
03.20.43.25.55  
secretariat.lille-fr@anteagroup.fr

Rapport n°

A127467

Version n°



version B

Votre commande et date

Bon de commande n°63100006 du 18/09/2023

Projet n°

NPCP230321

	Nom	Fonction	Date	Signature
Rédaction	ROTGER	Chef de projets	Février 2024	
Relecture	MARTHE	Responsable activité géotechnique Nord & Est	22 décembre 2023	

## Suivi des modifications

Indice Version	Date de révision	Nombre de pages	Nombre d'annexes	Objet des modifications
<b>A</b>	22/12/2023	32	4	Version provisoire – hors labo
<b>B</b>	01/04/2024	33	4	Version finale

# Sommaire

1. Introduction .....	7
2. Contexte général .....	8
2.1. Description du projet .....	8
2.2. Situation géographique .....	9
2.3. Documents d’étude .....	10
2.4. Contexte géologique .....	10
2.5. Contexte hydrogéologique .....	11
2.5.1. Aléa sismique .....	11
2.6. Aléas géotechniques .....	13
2.6.1. Aléa retrait gonflement .....	13
2.6.2. Aléa remontée de nappe .....	14
2.6.3. Aléa cavité et mouvement de terrain .....	15
3. Reconnaissances géotechniques .....	17
3.1. Programme de la reconnaissance .....	17
3.2. Coupes et caractéristiques mécaniques des terrains .....	18
3.3. Nappe phréatique .....	18
3.4. Perméabilité des terrains .....	18
3.5. Analyse de l’agressivité des sols .....	19
3.6. Essais en laboratoire .....	19
3.7. Analyse de la liquéfaction des sols .....	20
3.8. Modèles géotechniques .....	21
3.9. Variabilité des sols de fondation .....	22
3.10. Recherche de cavités .....	22
4. Prédimensionnement des fondations de l’escalier .....	23
4.1. Contraintes du projet .....	23
4.2. Mode de fondation .....	23
4.3. Vérification de la capacité portante .....	23
4.4. Estimation des tassements .....	24
5. Prédimensionnement des soutènements .....	25
5.1. Type de soutènement .....	25
5.2. Méthode de calcul .....	26
5.2.1. Stabilité .....	26
5.2.2. Hypothèses de calcul .....	26

6. Stabilité au glissement des talus .....	29
6.1. Conditions sismiques.....	29
6.2. Surcharges .....	29
6.3. Conditions de nappe .....	29
6.4. Méthodologie de calcul.....	29
6.5. Coupe de sol et géométrie .....	30
6.6. Résultats TALREN.....	31
7. Recommandations constructives générales.....	33
7.1. Remarques générales.....	33
7.2. Précautions vis-à-vis des matériaux fins .....	33
8. Recommandations pour la mise au point du projet.....	34

## Table des figures

Figure 1 : Plan de masse du projet (données CCI).....	8
Figure 2 : Plan de localisation – sans échelle (Source : Geoportail).....	9
Figure 3 : Photographies de l’occupation actuelle du site (Août 2023) .....	10
Figure 4 : Extrait de la carte géologique du BRGM au 1/50 000 – échelle non conservée (source : Infoterre) .....	11
Figure 5 : Implantation de la zone d’étude sur le zonage sismique en vigueur au 1 <sup>er</sup> mai 2011 .....	12
Figure 6 : Catégorie d’importance du bâtiment (point de vue parasismique).....	12
Figure 7 : Zone sismique vs Catégorie d’importance du futur bâtiment. ....	13
Figure 8 : Carte de l’aléa retrait gonflement des argiles .....	14
Figure 9 : Carte de l’aléa remontée de nappe.....	14
Figure 10 : Extrait du plan de zonage du PPRMT d’Arras – Carte d’aléa tranchées et ouvrages souterrains annexes .....	15
Figure 11 : Extrait du plan de zonage du PPRMT d’Arras – Carte d’aléa effondrement de cavités souterraines.....	15
Figure 12 : Plan d’implantation des sondages de reconnaissance (sans échelle).....	17
Figure 13 : Classement des matériaux selon l’abaque de Casagrande .....	21
Figure 14 : Schéma du zonage des modèles géotechniques.....	22
Figure 15 : Localisation des soutènements (extrait du plan de masse du projet) .....	25
Figure 16 : Exemple de mur de soutènement préfabriqué.....	26
Figure 17 : Coupe type d’un mur préfabriqué (Source : site internet CBS béton) .....	28
Figure 18 : Localisation et caractéristiques du profil retenu pour la vérification du soutènement .....	30
Figure 19 : Profil de talus modélisé pour le calcul de stabilité.....	30
Figure 20 : Résultats du calcul de stabilité .....	31

## Table des tableaux

Tableau 1 : Résultats des essais de perméabilité.....	18
Tableau 2 : Prélèvements de sol et résultats des analyses de l’agressivité des sols vis-à-vis des bétons .....	19
Tableau 3 : Résultats des essais en laboratoire .....	20
Tableau 4 : Modèle géotechnique n°1 – Niveau sous-sol extérieur .....	21
Tableau 5 : Modèle géotechnique n°2 – Escalier Sud .....	21
Tableau 6 : Contraintes maximales admissibles dans la craie altérée .....	24
Tableau 7 : Exemples de prédimensionnement de fondations superficielles dans la craie altérée pour l’escalier Sud.....	24
Tableau 8 : Ebauche dimensionnel des massifs isolés (calcul FONDSUP) .....	24
Tableau 9 : Paramètres géomécaniques retenus pour la modélisation du soutènement.....	27
Tableau 10 : Caractéristiques géométriques du mur .....	27
Tableau 11 : Résultats obtenus dans le cadre du pré-dimensionnement du mur en L .....	28
Tableau 12 : Coefficients de sécurité partiels de l’approche 3 de l’Eurocode 7 .....	29
Tableau 13 : Paramètres géomécaniques retenus pour la modélisation du soutènement.....	31

## Table des annexes

Annexe I :	Plan d’implantation et coupes des sondages
Annexe II :	Essais en laboratoire et analyses de l’agressivité des sols sur les bétons
Annexe III :	Résultats graphiques GEOMUR
Annexe IV :	Résultats graphiques TALREN

# 1. Introduction

**La CCI Artois** envisage les travaux de réhabilitation de ses locaux d'Arras en centre de formation. Le bâtiment actuel est en R+2 avec 1 niveau de sous-sol.

Dans le cadre de ce projet, **la CCI Artois** a missionné Antea Group pour la réalisation d'une étude géotechnique d'avant-projet, de type G2 AVP au sens de la norme NF P94-500 de novembre 2013.

Cette étude est basée sur la recherche documentaire effectuée par Antea Group et sur les investigations géotechniques menées *in situ*.

Ce rapport présente les résultats obtenus ; il les interprète et donne en conclusion les indications nécessaires au pré-dimensionnement des fondations des ouvrages projetés et la réalisation des soutènements et talus.

## 2. Contexte général

### 2.1. Description du projet

Le projet consiste en la réhabilitation du bâtiment existant de la CCI en centre de formation et comprend la réalisation d'un escalier extérieur, d'une terrasse et de murs de soutènement et talus pour la création d'un espace extérieur niveau sous-sol.



Figure 1 : Plan de masse du projet (données CCI)

À ce stade du projet, nous ne disposons que d'un plan de masse du projet. Les descentes de charges ne sont pas connues à ce jour.

Le présent rapport porte sur le pré-dimensionnement des fondations de l'escalier, le pré-dimensionnement des murs de soutènement ainsi que la vérification de la stabilité des talus.

## 2.2. Situation géographique

Le projet se situe rue des Rosati, à Arras (62). Le bâtiment est situé sur la parcelle cadastrale 340, d'une superficie totale d'environ 2 500 m<sup>2</sup>.



Figure 2 : Plan de localisation – sans échelle (Source : Geoportail)

Actuellement, le site est occupé par le bâtiment de la CCI (R+2 avec un niveau de sous-sol) et par une zone en enrobée (parking).

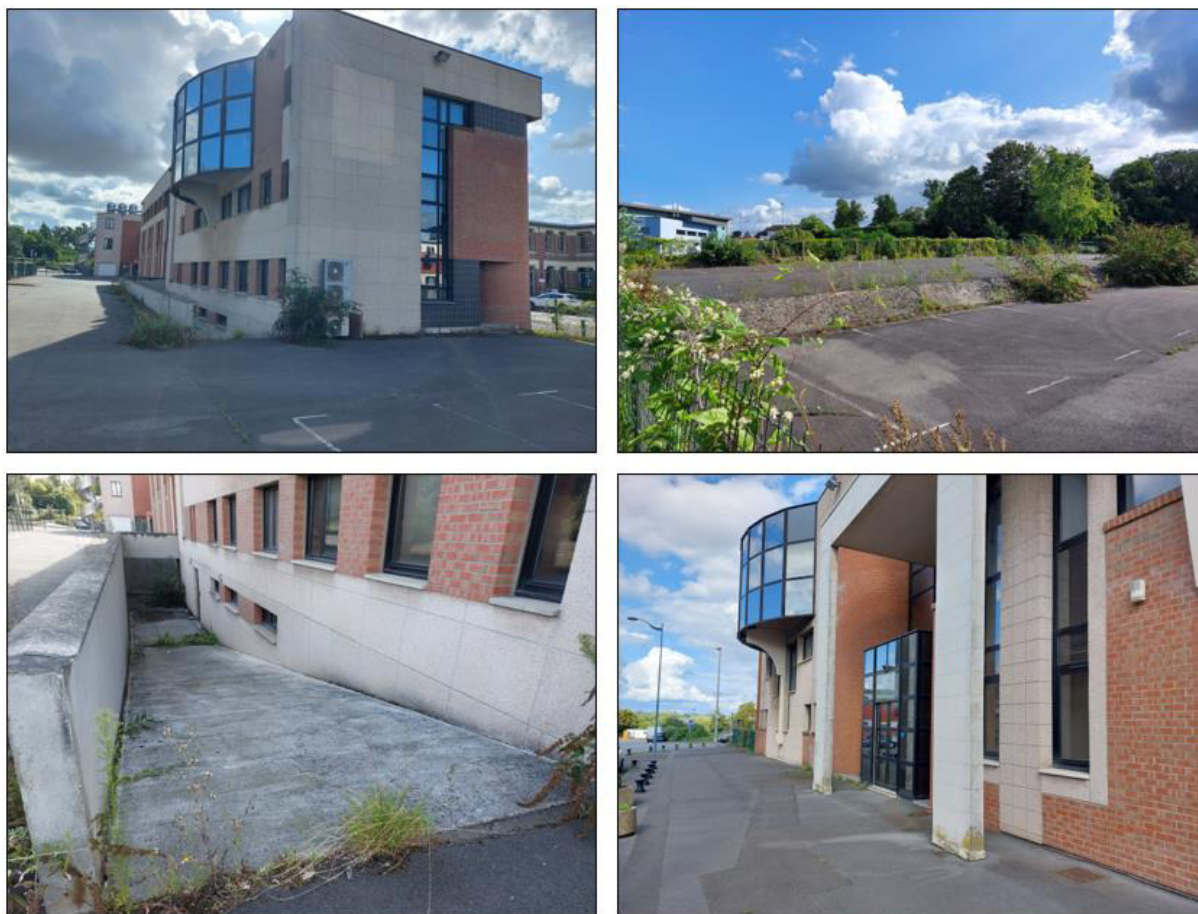


Figure 3 : Photographies de l'occupation actuelle du site (Août 2023)

## 2.3. Documents d'étude

A ce jour, les documents dont nous disposons sont les suivants :

- Le plan de masse sommaire du projet, au format pdf (version du 20/07/2023) ;
- Le cahier des charges de juillet 2023 ;
- Les résultats des sondages géotechniques (sondages pressiométriques et destructifs).

Les sondages ont été réalisés par la société SAFE Géotechnique sous la supervision d'Antea Group dans le cadre de la mission G2 AVP.

## 2.4. Contexte géologique

D'après notre connaissance du secteur et la carte géologique du BRGM au 1/50 000, feuille d'Arras, la coupe prévisible des terrains est la suivante, de haut en bas :

- Des remblais sur une épaisseur variable ;
- Éventuellement des limons des plateaux (LP) sur une faible épaisseur ;
- La craie Blanche du Sénonien.

La figure suivante est un extrait de la carte géologique au 1/50 000 issue du site du [infoterre.brgm.fr](http://infoterre.brgm.fr).



Figure 4 : Extrait de la carte géologique du BRGM au 1/50 000 – échelle non conservée (source : Infoterre)

## 2.5. Contexte hydrogéologique

L'aquifère principal au droit du site est constitué par la craie.

D'après les données Antea Group et les relevés piézométriques disponibles dans la BSS, le niveau de nappe se situe vers de 10 m de profondeur. La nappe de la craie n'intéressera pas le projet.

A noter que lors de terrassements, l'apparition de venues d'eau lors d'événements pluvieux intenses reste possible.

### 2.5.1. Aléa sismique

La commune d'Arras est classée en zone de **sismicité 2** (aléa FAIBLE) selon le zonage réglementaire en vigueur (décret n° 2010-1254 et 2010-1255 du 22/10/2010).

Les arrêtés d'octobre 2010 régissent le risque sismique pour les bâtiments à risque normal.

Selon cette approche, la commune d'Arras est classée en zone d'aléa faible, **l'accélération de référence  $a_{gr}$  étant égale à 0,7 m/s<sup>2</sup>.**

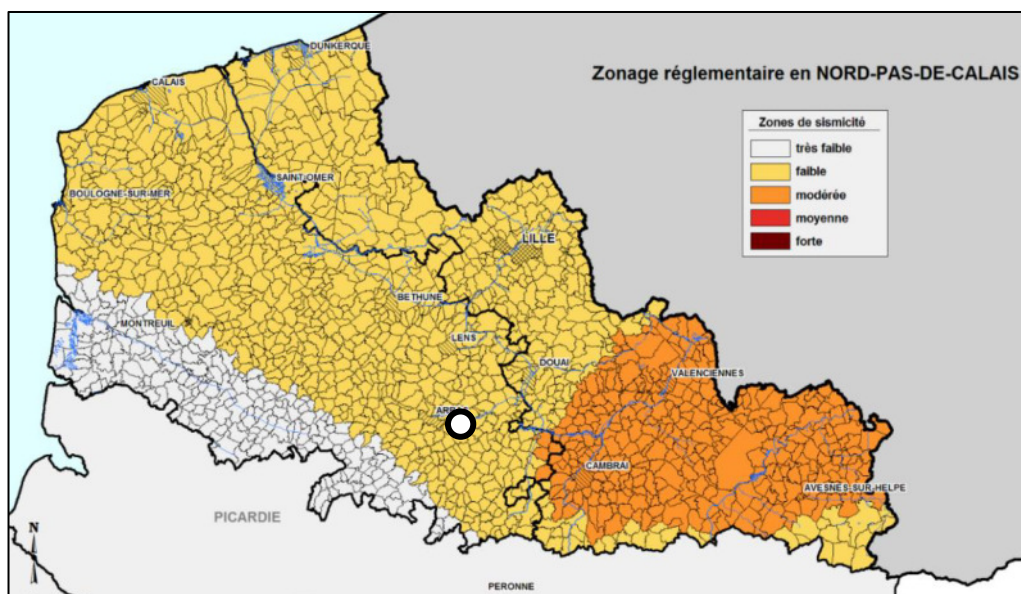


Figure 5 : Implantation de la zone d'étude sur le zonage sismique en vigueur au 1<sup>er</sup> mai 2011

Au regard de la lithologie au droit du site, les sols concernés sont de classe sismique D (limons sur craie), avec un paramètre de sol  $S = 1,6$  au sens de l'Eurocode 8.

Le projet consiste en la réhabilitation d'un bâtiment en centre de formation, il est donc classé en **catégorie d'importance III** au sens de l'Eurocode 8.









Catégorie d'importance		Description
I		Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée (hangars, bâtiments agricoles etc.)
II		Habitations individuelles Établissements recevant du public de catégories 4 et 5 à l'exception des bâtiments scolaires Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m Bureaux ou établissements commerciaux non ERP de hauteur inférieure à 28 m et pouvant accueillir au plus 300 personnes Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes Parcs de stationnement ouverts au public
III		ERP de catégories 1, 2 et 3 Habitations collectives et bureaux de hauteur supérieure à 28 m Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes Établissements sanitaires et sociaux Centres de production collective d'énergie Établissements scolaires
IV		Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage d'eau potable, la distribution publique de l'énergie Établissements de santé nécessaires à la gestion de crise Centres météorologiques

Figure 6 : Catégorie d'importance du bâtiment (point de vue parasismique).

	I	II	III	IV
				
Zone 1				
Zone 2	aucune exigence			Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=0,7 \text{ m/s}^2$
Zone 3		PS-MI <sup>1</sup>	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,1 \text{ m/s}^2$
Zone 4		PS-MI <sup>1</sup>	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=1,6 \text{ m/s}^2$
Zone 5		CP-MI <sup>2</sup>	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$	Eurocode 8 <sup>3</sup> $a_{gr}=3 \text{ m/s}^2$

<sup>1</sup> Application possible (en dispense de l'Eurocode 8) des PS-MI sous réserve du respect des conditions de la norme PS-MI  
<sup>2</sup> Application possible du guide CP-MI sous réserve du respect des conditions du guide  
<sup>3</sup> Application obligatoire des règles Eurocode 8

Figure 7 : Zone sismique vs Catégorie d'importance du futur bâtiment.

Les ouvrages géotechniques des bâtiments de catégorie d'importance III en zone de sismicité 2 nécessitent une **justification sous sollicitations sismiques**.

Dans le cadre de l'étude G2AVP, un prélèvement de sol a été réalisé dans le but de caractériser les matériaux de surface et de statuer sur leur sensibilité à la liquéfaction.

## 2.6. Aléas géotechniques

### 2.6.1. Aléa retrait gonflement

D'après les données du BRGM issues du site [www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr), la zone d'étude est localisée en zone d'**aléa très faible à inexistant** vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement des argiles pour les ouvrages superficiels.



Figure 8 : Carte de l'aléa retrait gonflement des argiles

### 2.6.2. Aléa remontée de nappe

D'après les données du BRGM issues du site [www.georisques.gouv.fr](http://www.georisques.gouv.fr), le site d'étude est localisé en **zone non sujette aux débordements de nappe**.

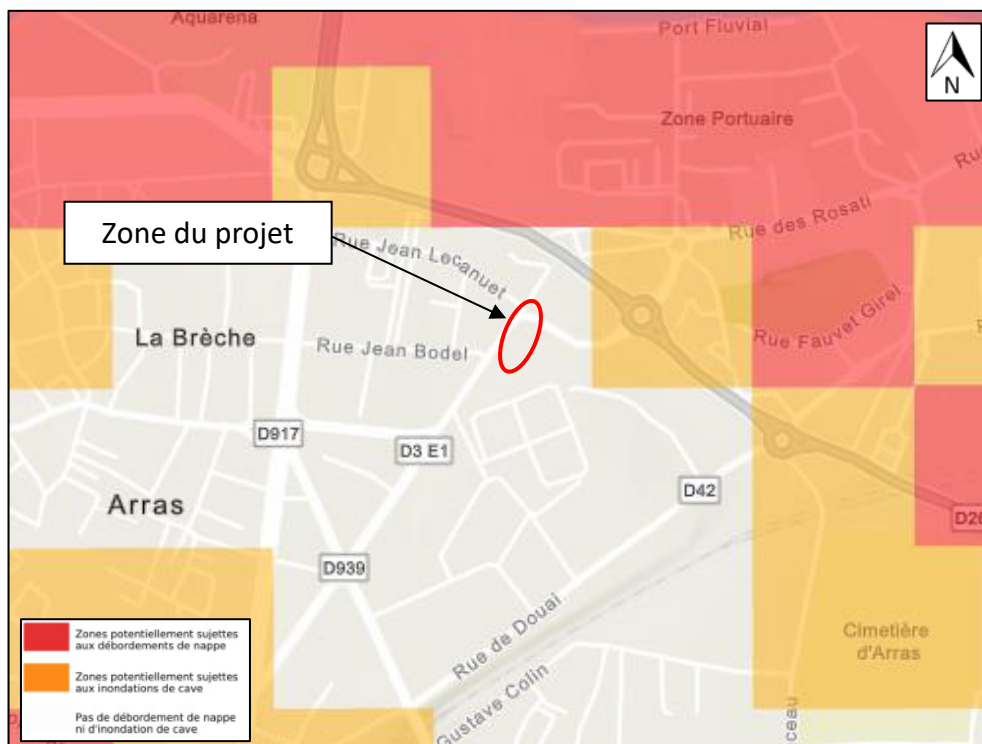


Figure 9 : Carte de l'aléa remontée de nappe

### 2.6.3. Aléa cavité et mouvement de terrain

La commune d'Arras est soumise au PPRMT (Plan de Prévention des Risques Mouvements de Terrain) Achicourt/Arras/Beaurains. La zone du projet, en particulier, est située en zone d'aléa faible sur la carte d'aléa tranchées et ouvrages souterrains annexes, et en zone de présomption d'aléa très fort (F4p) sur la carte d'aléa effondrement de cavités souterraines.

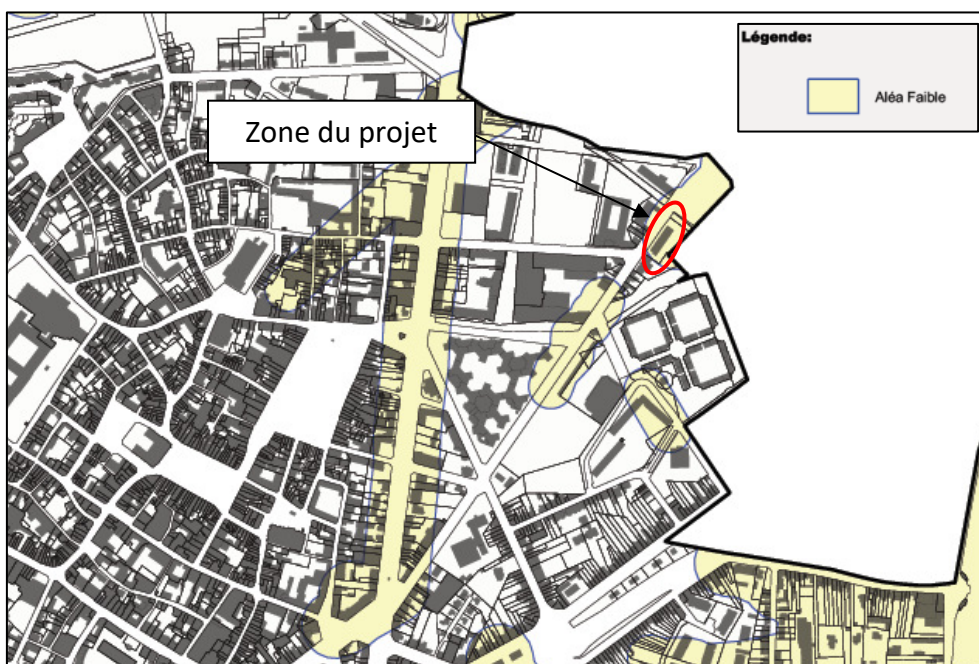


Figure 10 : Extrait du plan de zonage du PPRMT d'Arras – Carte d'aléa tranchées et ouvrages souterrains annexes

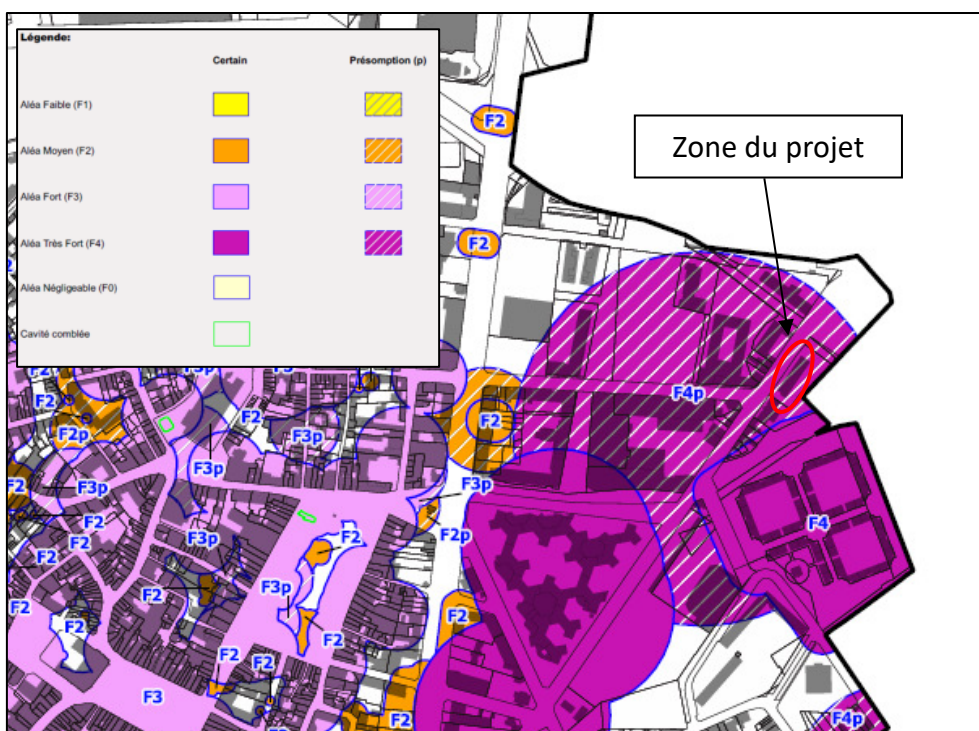


Figure 11 : Extrait du plan de zonage du PPRMT d'Arras – Carte d'aléa effondrement de cavités souterraines

De nombreuses cavités de type carrières et ouvrages militaires sont référencées sur le territoire de la commune d'Arras.

**Conformément aux recommandations du PPRMT, le site a fait l'objet d'une recherche de cavités selon la norme NF P94-500. Des sondages profonds ont été réalisés, dans le cadre de la campagne d'investigation, au niveau des futurs ouvrages géotechniques (escaliers, soutènements).**

## 3. Reconnaissances géotechniques

### 3.1. Programme de la reconnaissance

Les reconnaissances de sols effectuées en février 2023 ont comporté la réalisation de :

- Deux (2) sondages pressiométriques (SP1 et SP2), descendus à 20,0 m de profondeur, avec réalisation de 15 essais pressiométriques ;
- Deux (2) sondages carottés (SC et SC2), descendus à 5,0 m de profondeur ;
- Quatre (2) sondages destructifs (SD1 à SD4), descendus à 20,0 m de profondeur ;
- Deux (2) sondages à la tarière mécanique (LEF1 et LEF2), descendus à 3,0 et 4,5 m, avec réalisation de 1 essai de perméabilité type Lefranc par sondage.

La coupe du terrain a été estimée jusqu'à la profondeur maximale de 20 m, à partir des échantillons remaniés remontés dans les forages de reconnaissance.

La résistance mécanique du sol a été appréciée en discontinu par des essais au pressiomètre réalisés selon la norme NF P 94-110 (pression limite nette  $PI^*$  et module pressiométrique  $E_M$ ) ; elle a été interprétée selon la norme XP P 94-011.

Les résultats des sondages sont fournis en Annexe I.

La figure suivante présente l'implantation des sondages de la reconnaissance géotechnique.



Figure 12 : Plan d'implantation des sondages de reconnaissance (sans échelle)

### 3.2. Coupes et caractéristiques mécaniques des terrains

Les coupes des sondages sont données en Annexe I du présent rapport.

Celles-ci font apparaître la présence des formations suivantes :

- Des remblais sur une épaisseur variant entre 1,7 et 3,2 m. Il s'agit de remblais limoneux à sablo-graveleux comportant des cailloutis divers. Ces remblais ont été rencontrés en tête de l'ensemble des sondages. Les caractéristiques mécaniques mesurées dans les remblais sont très faibles ( $PI^*$  variant entre 0,2 et 0,3 MPa avec des  $E_M$  variant entre 1 et 3 MPa) ;
- Une craie très altérée, présentant des caractéristiques très faibles à moyennes ( $PI^*$  variant entre 0,2 et 0,3 MPa avec des  $E_M$  de 3 MPa). Cette formation a été reconnue sous les remblais et jusque 3,5 m de profondeur environ ;
- Une craie blanche plus ou moins altérée a ensuite été rencontrée, présentant des caractéristiques mécaniques moyennes à très bonnes ( $PI^*$  variant entre 1,0 et 3,5 MPa avec des  $E_M$  compris entre 9 et 79 MPa). Cette formation a été rencontrée à partir de 3,5 et jusqu'à la base des sondages profonds, soit 20 m de profondeur. Elle constitue le substratum géotechnique du site.

### 3.3. Nappe phréatique

Des niveaux d'eau ont été mesurés entre 14 et 15 m de profondeur au niveau des forages. Ces niveaux correspondent vraisemblablement au fluide d'injection de forage et ne représentent pas nécessairement le niveau de nappe.

Les terrains superficiels peuvent être le siège de circulations d'eau, notamment en liaison avec la pluviométrie.

### 3.4. Perméabilité des terrains

Deux essais de perméabilité de type Lefranc ont été réalisés au sein des forages LEF1 et LEF2.

Les perméabilités mesurées sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Référence sondage	Profondeur de l'essai	Formation testée	Perméabilité mesurée (m/s)
L1	Entre 1,9 et 3,0 m/TN	Craie altérée	$2,4 \cdot 10^{-6}$
L2	Entre 3,3 et 4,5 m/TN	Craie altérée	$5,0 \cdot 10^{-6}$

Tableau 1 : Résultats des essais de perméabilité

Les essais réalisés dans la craie altérée mettent en évidence une perméabilité assez faible (d'après « Fondations et ouvrages en terre » G. Philipponat et B. Hubert).

**Remarque : Selon les dispositions réglementaires du PPRMT d'Arras, la gestion des eaux usées ou pluviales par infiltration est autorisée sous réserve de prise en compte du risque.**

### 3.5. Analyse de l'agressivité des sols

Deux prélèvements de sol ont été effectués au droit de la zone de projet, sur des matériaux jugés représentatifs du site, afin de caractériser l'agressivité du sol vis-à-vis des bétons. Les résultats des essais sont fournis en Annexe II.

Les caractéristiques de prélèvements sont indiquées dans le tableau ci-après :

Sondages	Profondeur de prélèvement (m/TN)	Nature des sols	Classe d'exposition
SP1	0,0 à 2,5	Remblais	<XA1
SP2	0,0 à 1,5	Remblais	<XA1

**Tableau 2 : Prélèvements de sol et résultats des analyses de l'agressivité des sols vis-à-vis des bétons**

Les mesures chimiques sur ces prélèvements, en vue de leur caractérisation d'agressivité sur le béton de fondation, ont été faites conformément à la norme française homologuée NF EN 206-1 d'avril 2004 et de son annexe NA.F, ainsi qu'au document normatif P18-011 de juin 1982, à statut de fascicule de documentation qui :

- ✓ définit les environnements agressifs les plus courants,
- ✓ donne diverses recommandations et les mesures préventives vis-à-vis de la durabilité des bétons.

Le document normatif P18-011 est utilisé pour aider au choix des ciments et des additions dans le cas d'environnements chimiquement agressifs, c'est-à-dire aux classes d'exposition « XA » au sens de la norme NF EN 206-1.

Les concentrations en agents agressifs mesurées au regard de la norme NF EN 206-1 au droit des prélèvements traduisent un environnement de classe d'agressivité inférieure à XA1 (XA0), pour lequel **aucune recommandation particulière concernant le béton de fondation** n'est à formuler.

### 3.6. Essais en laboratoire

Des essais en laboratoire ont été réalisés sur les matériaux prélevés en échantillons intacts dans les forages carottés et sur les prélèvements en vrac au niveau du sondage SP2. Deux essais de cisaillement rectilignes à la boîte de Casagrande, une analyse sédimentométrique et une détermination des limites d'Atterberg ont été réalisés sur ces échantillons. Les résultats des essais sont synthétisés dans le tableau ci-dessous. Les résultats complets sont fournis en Annexe II.

Référence de l'échantillon / description visuelle	Intitulé	D&P	W <sub>n</sub>	<2μm	W <sub>L</sub>	W <sub>p</sub>	IP	IC	C <sub>p</sub>	Φ <sub>p</sub>	C <sub>f</sub>	Φ <sub>f</sub>
	Symbole											
Unité		(-)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(kPa)	(°)	(kPa)	(°)
SC1 de 1.00 à 2.00 m Remblai composé de sable silto-graveleux, carbonaté, plastique, brunâtre et blanchâtre. Présence de nombreux éléments carbonatés et anthropiques (morceaux de verres et de briques) millimétriques à pluri-centimétriques.		Oui							11	34	10	33
SC1 de 2.00 à 3.00 m Craie tendre et localement dure, blanchâtre et jaunâtre. Présence d'éléments calcaires millimétriques à pluri-centimétriques.		Oui							100	24	87	25
PRS2 de 0.00 à 3.60 m Remblai silto-sableux, carbonaté, plastique, brunâtre et noirâtre. Présence d'éléments anthropiques (morceaux de briques) et carbonatés millimétriques.			19.4	8.3	31	23	8	1.5				

Tableau 3 : Résultats des essais en laboratoire

### 3.7. Analyse de la liquéfaction des sols

Selon les règles PS92 (règles parasismiques), pour qu'un sol soit considéré comme liquéfiable, les conditions suivantes doivent être réunies :

- ✓ Diamètre à 15%, D<sub>15</sub> supérieur à 0,005 mm ;
- ✓ Limite de liquidité w<sub>L</sub> inférieure à 35 % ;
- ✓ Teneur en eau w supérieure à 0,9 w<sub>L</sub> ;
- ✓ Point représentatif sur le diagramme de plasticité se situant au-dessus de la droite « A » dudit diagramme.

Un prélèvement a été effectué dans les matériaux superficiels du site afin de déterminer le potentiel de liquéfaction du sol. Les résultats complets des essais en laboratoire sont présentés en annexe du présent rapport. Les résultats montrent qu'au moins une des conditions du PS92 évoquées ci-dessus n'est pas vérifiée. En effet :

- ✓ La teneur en eau w est inférieure à 0,9 w<sub>L</sub> ;
- ✓ IP = 8 et w<sub>L</sub> = 31 → sur le diagramme de plasticité, ce point se situe au-dessous de la droite A.

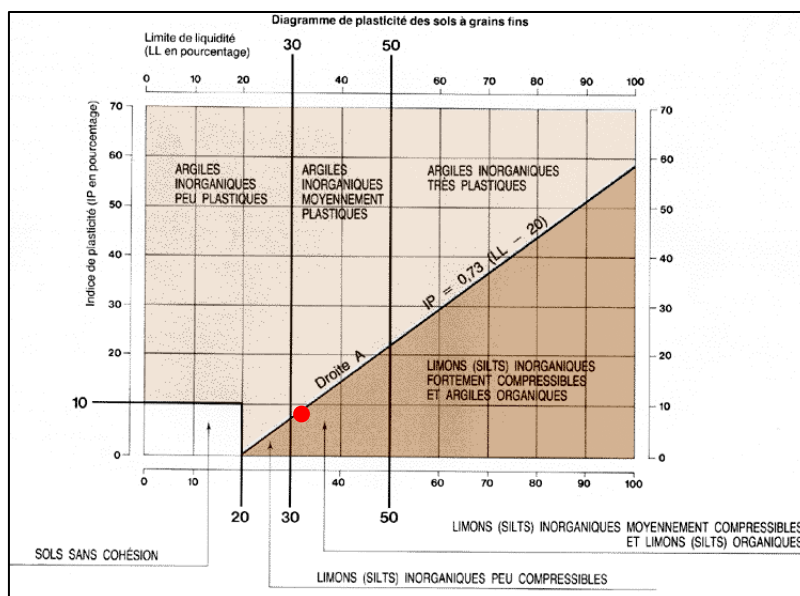


Figure 13 : Classement des matériaux selon l'abaque de Casagrande

Eu égard aux analyses en laboratoire réalisées en janvier 2024, le risque de liquéfaction des sols au droit du projet peut être écarté.

### 3.8. Modèles géotechniques

Considérant les résultats des investigations, Antea Group propose de retenir les modèles géotechniques suivants :

Modèle géotechnique n°1 – Basé sur SP1					
Formation	Prof. toit (m/TN)	Prof. base (m/TN)	$P_L^*$ (MPa)	$E_M$ (MPa)	$\alpha$
Remblais	0,0	- 2,5	0,2	1	1/4
Craie très altérée	- 2,5	- 3,5	0,2	3	2/3
Craie altérée	- 3,5	- 13,0	2,0	27	2/3
Craie compacte	- 13,0	> - 20,0	2,8	39	1/2

Tableau 4 : Modèle géotechnique n°1 – Niveau sous-sol extérieur

Modèle géotechnique n°2 – Basé sur SP2					
Formation	Prof. toit (m/TN)	Prof. base (m/TN)	$P_L^*$ (MPa)	$E_M$ (MPa)	$\alpha$
Remblais	0,0	- 1,5	0,2	2	1/4
Craie très altérée	- 1,5	- 3,5	0,2	2	2/3
Craie altérée	- 3,5	- 11,0	1,5	17	2/3
Craie compacte	- 11,0	> - 20,0	3,3	65	1/2

Tableau 5 : Modèle géotechnique n°2 – Escalier Sud

Les caractéristiques mécaniques des matériaux ont été déterminées à l'aide des *moyennes géométriques* pour les  $P_L^*$  et des *moyennes harmoniques* pour les  $E_M$ .

La répartition des zones d'applications de ces modèles géotechniques est présentée sur la figure ci-après. Compte-tenu des données disponibles, les limites des zones ont été établies à titre indicatif.

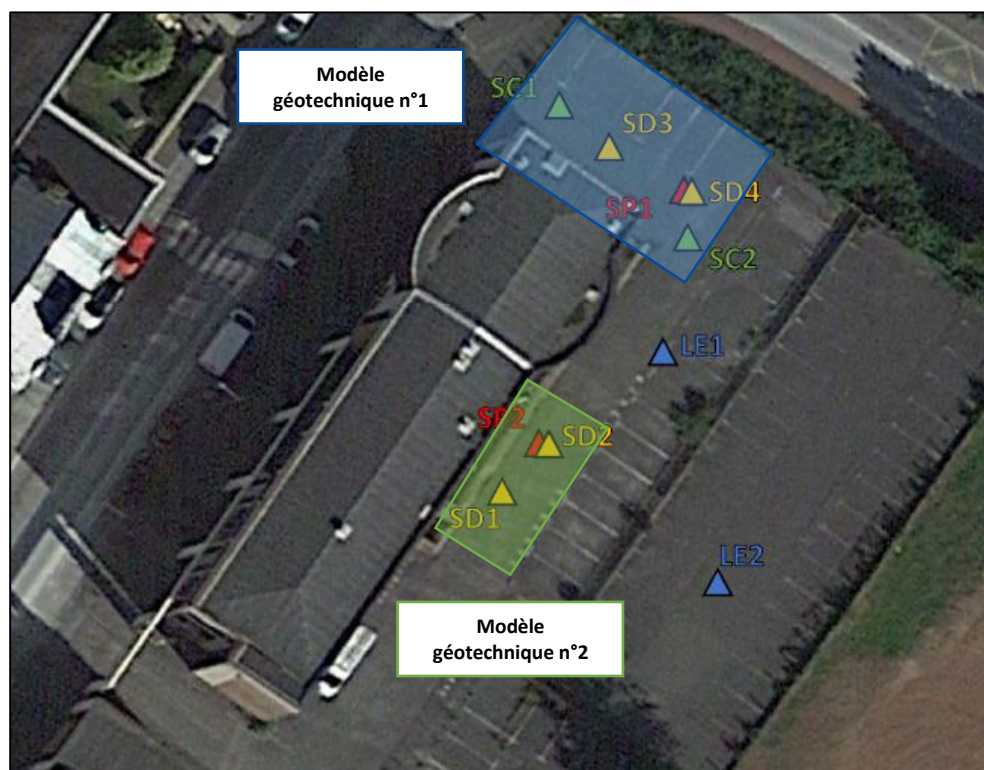


Figure 14 : Schéma du zonage des modèles géotechniques

### 3.9. Variabilité des sols de fondation

Si la campagne de reconnaissance met en évidence un contexte géologique conforme aux données régionales, il convient de signaler qu'une variabilité importante des caractéristiques mécaniques est possible d'un site à l'autre.

Cette variabilité des caractéristiques géotechniques induira donc des adaptations des fondations avec la possibilité de devoir terrasser à des profondeurs différentes, afin de faire apparaître en fond de fouille le matériau d'assise recherché. Les éventuelles surprofondeurs, induites par la recherche de ce niveau d'assise, pourront être rattrapées par un massif de substitution en gros béton ou par une GNT compactée.

### 3.10. Recherche de cavités

Des sondages profonds ont été réalisés au niveau des futurs ouvrages : escaliers Sud et soutènement Nord-Est.

Les sondages SD1 à SD4 et SP1 et SP2 ont été menés jusqu'à une profondeur de 20 m/TN. Pour rappel, le PPRMT recommande la réalisation d'investigations jusqu'à une profondeur minimale de 30 m ou jusqu'à la nappe, identifiée ici vers 10 m/TN.

L'analyse des enregistrements de paramètres de forage de ces différents sondages n'a pas mis en évidence de zone d'anomalie au droit du projet.

## 4. Prédimensionnement des fondations de l'escalier

### 4.1. Contraintes du projet

À ce stade d'avancement du projet, les descentes de charges associées aux cas de charge d'étude ( $ELU_{fond}$ ,  $ELU_{acc}$ ,  $ELS_{car}$ ,  $ELS_{qp}$ ) n'ont pas été communiquées ou ne sont pas définitives.

**Ne disposant pas des cas de charges d'étude ( $ELU_{fond}$ ,  $ELU_{acc}$ ,  $ELS_{car}$ ,  $ELS_{qp}$ ), seuls les efforts admissibles des sols, en fonction des fondations proposées, seront fournis dans ce rapport.**

Le prédimensionnement devra être vérifié et recalculé avec les descentes de charges définitives de l'ouvrage, en fonction des éléments dimensionnés en phase Projet (Etude de Conception géotechnique – Mission G2-PRO au sens de la Norme NF P 94-500).

### 4.2. Mode de fondation

Les fondations de l'escalier Sud du projet seront situées au niveau du pied de la rampe existante. D'après les plans qui nous ont été fournis, le pied de rampe est situé à la cote 65,6 m NGF soit environ 2,8 m de profondeur.

Dans ces conditions, les fondations seront de type superficiel, constituées de massifs isolés. L'ancrage se fera dans la craie altérée rencontrée à partir de 3,5 m/TN, à une profondeur minimale de 0,7 m par rapport à la surface (en pied de rampe), permettant d'assurer la mise hors gel des fondations.

### 4.3. Vérification de la capacité portante

La portance des sols d'assise de fondation a été évaluée selon les règles de l'Eurocode 7.

D'après l'Eurocode 7, la contrainte admissible du sol s'écrit :

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

A ce stade et en l'absence de descente de charge précise, nous avons pris  $I_\delta = 1$  et  $I_\beta = 1$ .

$$p_{le}^* = \sqrt{\prod_{i=1}^n p_{l,k,i}^*}$$

Avec  $p_{l,k,i}^*$  la valeur caractéristique ou représentative de la pression limite nette dans la couche  $i$  comprise dans la tranche de terrain située entre  $D$  et  $D+h_r$ , avec  $h_r=1,5B$ .

De manière sécuritaire, on prendra pour la craie qui servira d'assise :  $p_{le}^* = 1,0 \text{ MPa}$ .

Et

$$k_{p,\frac{B}{L}} = k_{p0} + \left(a + b \frac{D_e}{B}\right) \left(1 - e^{-c \frac{D_e}{B}}\right)$$

Pour une craie, de manière sécuritaire, on prendra  $k_p = k_{p0} = 0,8$ .  
D'où,

$$q_{net} = 1,0 * 0,8 * 1 * 1 = 0,80 \text{ MPa} ;$$

Les contraintes maximales admissibles sont donc :

$\sigma_{ELU} = \frac{q_{net}}{1,2 * 1,4}$	$\sigma_{ELS} = \frac{q_{net}}{1,2 * 2,3}$
0,476 MPa	0,290 MPa

**Tableau 6 : Contraintes maximales admissibles dans la craie altérée**

Dans ces conditions, la portance sous la fondation à l'ELS est de 290 kN/m².

Le tableau suivant présente des exemples de prédimensionnement de fondations superficielles sollicitant la craie altérée à partir de 0,7 m/TN (depuis la base de la rampe) :

	$\sigma_{ELU}$ (kPa)	$\sigma_{ELS}$ (kPa)	Charge Admissible à l'ELS Rv;d (kN)
<b>Massif isolé</b>			
0,8 m x 0,8 m	476	290	186 kN
1,0 m x 1,0 m			290 kN
1,2 m x 1,2 m			418 kN

**Tableau 7 : Exemples de prédimensionnement de fondations superficielles dans la craie altérée pour l'escalier Sud**

## 4.4. Estimation des tassements

En première approche, nous avons vérifié les tassements pour une descente de charge hypothétique de 50 kN pour un massif isolé carré de 1,0 m de côté :

Surface d'assise estimée	Charge verticale maximale ELS	Sondage de référence	Estimation des tassements (cm)
Massif isolé de 1,0 m x 1,0 m = 1 m²	50 kN*	SP2	< 1

\*Exemple de charges verticales, y compris le poids de la fondation

**Tableau 8 : Ebauche dimensionnel des massifs isolés (calcul FONDSUP)**

Ces valeurs de tassements devront être vérifiées et recalculées avec les descentes de charges définitives de l'ouvrage, en fonction des éléments dimensionnés en phase Projet (Etude de Conception géotechnique – Mission G2-PRO au sens de la Norme NF P 94-500).

Dans tous les cas, les fondations devront être dimensionnées par un bureau d'études structure, qui prendra en compte l'ensemble des éléments défini dans ce rapport, et des contraintes d'exploitation définies par le maître d'ouvrage.

## 5. Prédimensionnement des soutènements

Des murs de soutènements sont envisagés pour la création de l'espace extérieur au niveau sous-sol, au Nord-Est du bâtiment. La figure ci-dessous présente la localisation des soutènements :

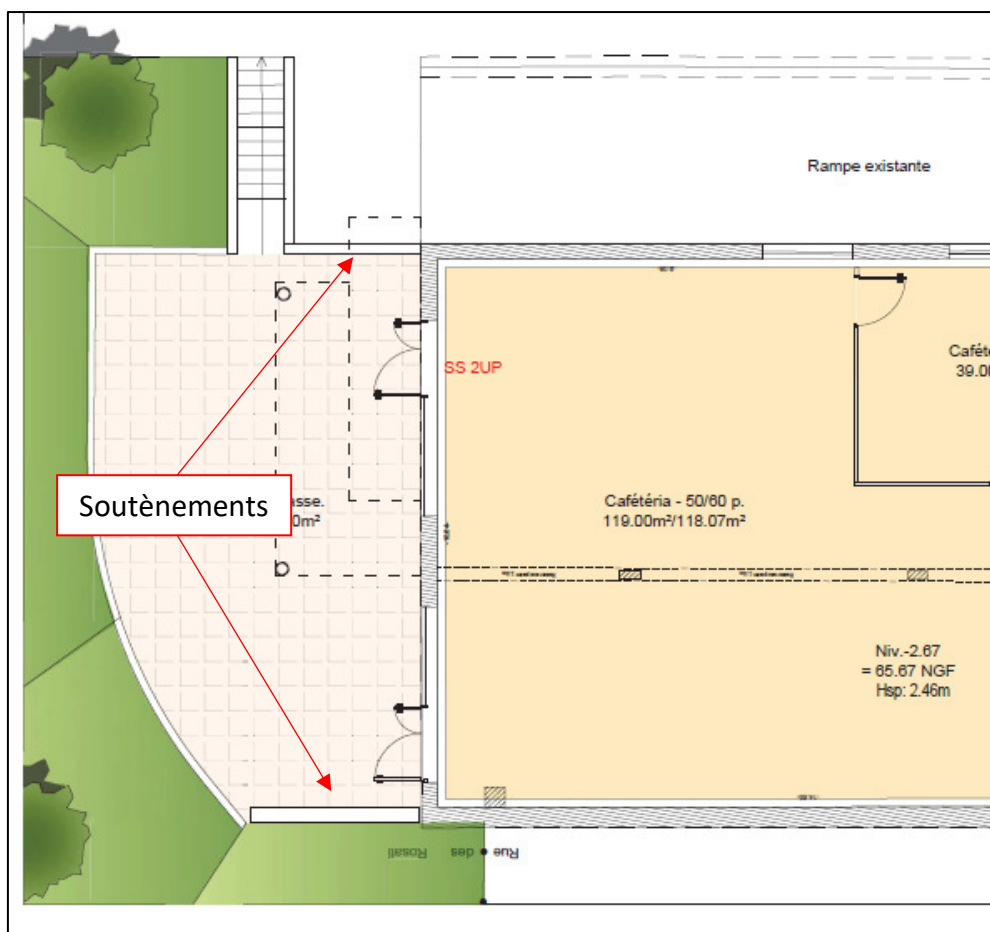


Figure 15 : Localisation des soutènements (extrait du plan de masse du projet)

D'après les plans en notre possession, le niveau bas du sous-sol est situé vers la cote 65,6 m NGF et le parking est situé à la cote 68,2 m NGF, soit une hauteur de soutènement de 2,6 m.

### 5.1. Type de soutènement

Compte-tenu de la hauteur prévisionnelle du soutènement, les ouvrages pourront être préfabriqués, de type mur en L tel que présenté sur la figure ci-après.

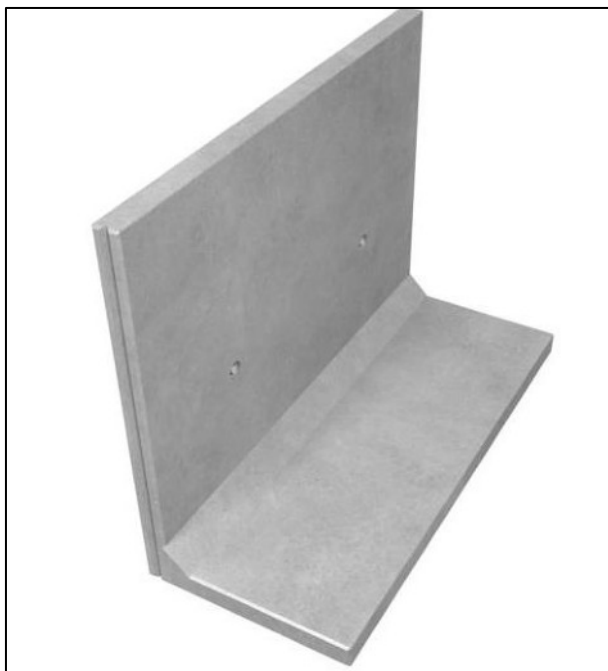


Figure 16 : Exemple de mur de soutènement préfabriqué

Une solution de paroi berlinoise ou parisienne est également envisageable. Ces modes de soutènement ne sont pas étudiés dans la présente étude.

## 5.2. Méthode de calcul

### 5.2.1. Stabilité

Le dimensionnement du soutènement a été réalisé à l'aide du logiciel GEOMUR v2.10, édité par GEOS.

Les poussées sont calculées par la méthode de Cullman.

Les calculs ont été menés selon l'EUROCODE 7, par application de l'approche 2. Le coefficient de sécurité  $F$  obtenu par la modélisation, qui correspond au rapport entre les forces motrices et les forces résistantes, doit être  $F \geq 1$ .

La stabilité du mur est justifiée par la vérification de :

- La stabilité du glissement ;
- La stabilité au renversement ;
- La stabilité de la fondation : pression de contact sous le confortement en mur cantilever (poinçonnement), résultant des efforts verticaux situés dans le tiers patin, patin entièrement comprimé.

### 5.2.2. Hypothèses de calcul

#### 5.2.2.1. Prise en compte du sismique

L'ouvrage étant considéré en zone d'aléa faible, l'aléa sismique n'est pas pris en compte.

### 5.2.2.2. Niveau d'eau

D'après les données Antea Group et les relevés piézométriques disponibles dans la BSS, le niveau de nappe se situe vers de 10 m de profondeur (cf. § 2.5.). Aucun niveau de nappe ne sera donc pris en compte dans le pré-dimensionnement des ouvrages de soutènement.

### 5.2.2.3. Surcharges

Nous avons modélisé de façon sécuritaire une surcharge de 5 kPa en tête de l'ouvrage de soutènement, avec un accotement de 0,5 m.

### 5.2.2.4. Caractéristiques géomécaniques

Les paramètres géomécaniques utilisés sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Formation	Base formation (m/TN)	$\gamma_h$ (kN/m <sup>3</sup> )	C' (kPa)	$\varphi'$ (°)
Remblais	-2,5	18	10	33
Craie très altérée	-3,5	18	20*	25
Craie altérée	-13,0	18	20	30
Craie compacte	> -20,0	18	30	32

\* Compte-tenu des valeurs pressiométriques mesurées dans cette formation, les résultats de cohésion obtenus en laboratoire sur la craie très altérée ont été jugés sur-évalués et ont par conséquent été pondérés.

**Tableau 9 : Paramètres géomécaniques retenus pour la modélisation du soutènement**

### 5.2.2.5. Caractéristiques du mur en L

Les caractéristiques géométriques du mur de soutènement pris en compte dans le dimensionnement sont les suivantes :

Hauteur totale (m)	3,3
Épaisseur en tête (m)	0,1
Largeur du talon (m)	1,85
Épaisseur du talon (m)	0,1

**Tableau 10 : Caractéristiques géométriques du mur**

La figure ci-après présente un exemple de coupe type de mur préfabriqué :

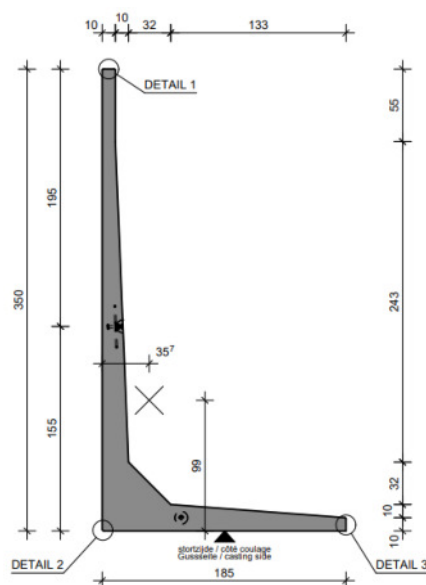


Figure 17 : Coupe type d'un mur préfabriqué (Source : site internet CBS béton)

L'ancrage des murs préfabriqués se fera dans la craie altérée rencontrée à partir de 3,5 m/TN, à une profondeur minimale de 0,7 m par rapport à la surface (niveau sous-sol), permettant d'assurer la mise hors gel des fondations.

#### 5.2.2.6. Résultats

Les résultats du pré-dimensionnement de l'ouvrage de soutènement sont synthétisés dans le tableau ci-après.

Glissement $F_{SG} > 1,5$	Renversement $F_{SR} > 1,5$	Poinçonnement $F_{SP} > 3,0$
161	217	12

Tableau 11 : Résultats obtenus dans le cadre du pré-dimensionnement du mur en L

L'ensemble des résultats obtenus dans le cadre du pré-dimensionnement de l'ouvrage sont présentés en Annexe III du présent rapport.

**La stabilité de l'ouvrage est vérifiée pour ces dimensions et pour un ancrage dans la craie altérée. Les dimensions pourront être ajustés en fonction des profils constructeurs (murs préfabriqués).**

## 6. Stabilité au glissement des talus

### 6.1. Conditions sismiques

Dans les zones de sismicité faible, les sollicitations dynamiques ne sont pas dimensionnantes. Les calculs de stabilité sont menés en conditions statiques uniquement.

Des analyses en laboratoire sont en cours pour déterminer le potentiel de liquéfaction des sols (remblais) au sens de l'Eurocode 8.

### 6.2. Surcharges

Nous avons modélisé de façon sécuritaire une surcharge de 5 kPa en tête de l'ouvrage de soutènement, avec un accotement de 0,5 m.

### 6.3. Conditions de nappe

D'après les données Antea Group et les relevés piézométriques disponibles dans la BSS, le niveau de nappe se situe vers de 10 m de profondeur (cf. § 2.5.). Aucun niveau de nappe ne sera donc pris en compte dans le calcul de stabilité des talus.

### 6.4. Méthodologie de calcul

Les calculs de stabilité ont été réalisés à l'aide du logiciel TALREN v.6, selon la méthode de Bishop qui s'applique à des surfaces de rupture circulaires (type d'instabilité concernant les matériaux en présence).

Pour une surface potentielle de glissement, le calcul fournit le coefficient de sécurité, noté  $F$ , correspondant au rapport des efforts résistants (résistance au cisaillement du sol, renforcements...) sur les efforts moteurs (poids des terrains, écoulement de l'eau dans le sol...). Le coefficient de sécurité de l'ouvrage est donné par la surface de glissement la plus critique ( $F$  minimal).

Les calculs sont menés selon l'approche 3 de l'Eurocode 7, dont les coefficients de sécurité partiels sont les suivants :

<b>A2 + M2 + R3</b>	
<b>Facteurs partiels A2 pour les actions <math>\gamma_F</math> ou effets des actions <math>\gamma_E</math></b>	
Action permanente défavorable $\gamma_G$	1,0
Action permanente favorable $\gamma_G$	1,0
Action variable défavorable $\gamma_Q$	1,3
Action variable favorable $\gamma_Q$	1,0
<b>Facteurs partiels M2 pour les paramètres de sol <math>\gamma_M</math></b>	
Tangente de l'angle de frottement interne $\varphi'$ ( $\gamma_{\varphi'}$ )	1,25
Cohésion effective $c'$ ( $\gamma_{c'}$ )	1,25
Cohésion non drainée $c_u$ ( $\gamma_{cu}$ )	1,4
Poids volumique $\gamma$ ( $\gamma_\gamma$ )	1,0
<b>Facteurs partiels R3 de la résistance (<math>\gamma_R</math>) pour les pentes</b>	
Facteur partiel de la résistance $\gamma_{R,e}$	1,1

**Tableau 12 : Coefficients de sécurité partiels de l'approche 3 de l'Eurocode 7**

Le coefficient de modèle est pris égal à 1,10, correspondant à un ouvrage courant.  
 Dans nos calculs, nous chercherons à obtenir un coefficient de sécurité dit « long terme » ( $F \geq 1,0$  à long terme).

## 6.5. Coupe de sol et géométrie

La géométrie des talus a été déterminée à partir du plan fourni selon le profil présenté sur la figure ci-dessous :

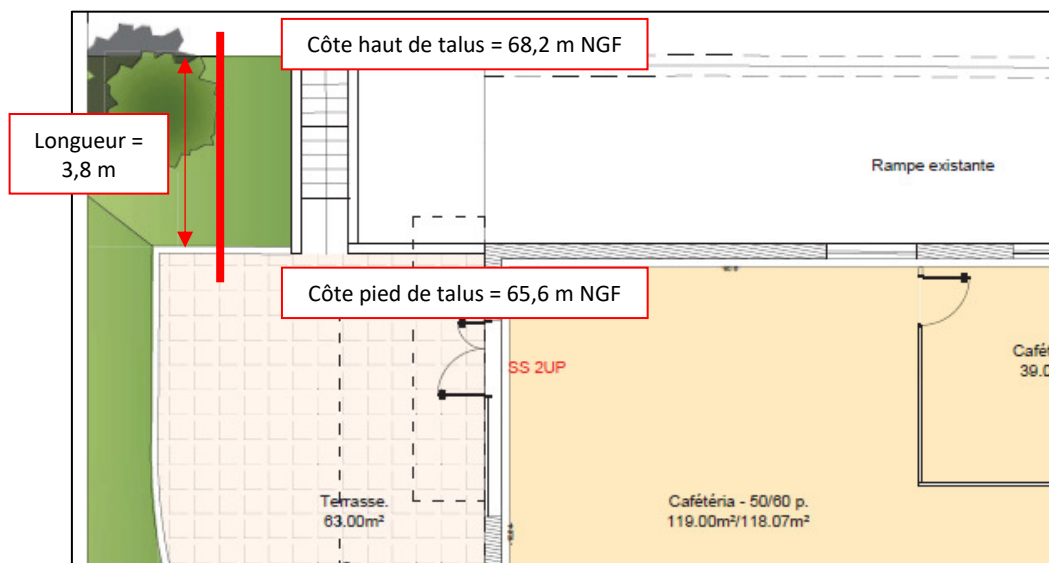


Figure 18 : Localisation et caractéristiques du profil retenu pour la vérification du soutènement

La figure ci-dessous illustre une modélisation du profil étudié à l'aide de logiciel TALREN.

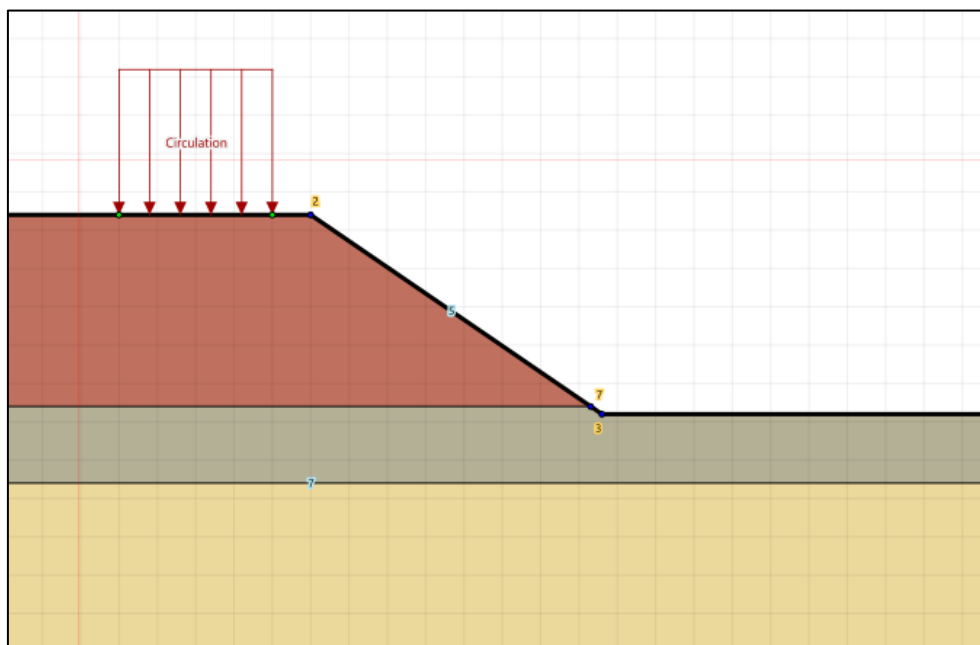


Figure 19 : Profil de talus modélisé pour le calcul de stabilité

Le modèle géotechnique retenu est présenté dans le tableau ci-dessous :

Formation	Base formation (m/TN)	$\gamma h$ (kN/m <sup>3</sup> )	C' (kPa)	$\varphi'$ (°)
Remblais	-2,5	18	10	33
Craie très altérée	-3,5	18	20*	25
Craie altérée	-13,0	18	20	30
Craie compacte	> -20,0	18	30	32

\* Compte-tenu des valeurs pressiométriques mesurées dans cette formation, les résultats de cohésion obtenus en laboratoire sur la craie très altérée ont été jugés sur-évalués et ont par conséquent été pondérés.

Tableau 13 : Paramètres géomécaniques retenus pour la modélisation du soutènement

## 6.6. Résultats TALREN

La figure ci-dessous illustre le résultat du calcul de stabilité au niveau du profil type :

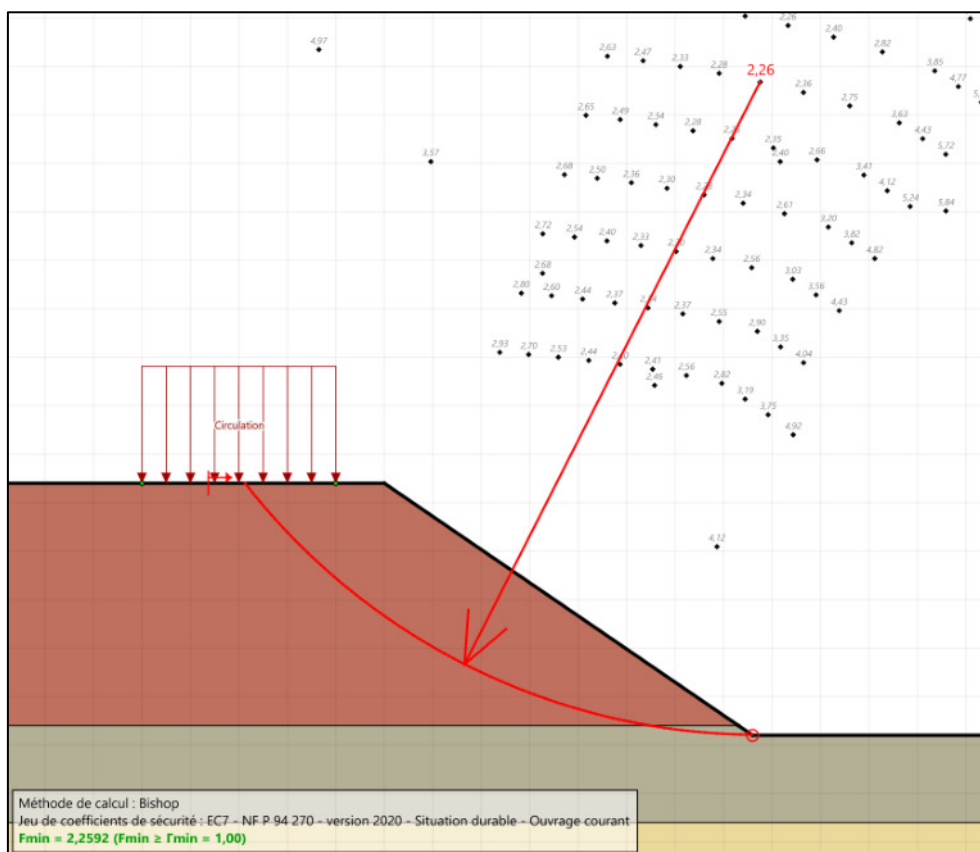


Figure 20 : Résultats du calcul de stabilité

La stabilité au glissement est vérifiée  $F = 2,26 > 1,0$ .

Les détails du calcul de stabilité sont fournis en Annexe IV.



## 7. Recommandations constructives générales

### 7.1. Remarques générales

On s'assurera par un contrôle soigné des fonds de fouille dans le cadre de la mission de supervision géotechnique d'exécution de type G4, que les ouvrages sollicitent le terrain dans les conditions énoncées dans le rapport.

### 7.2. Précautions vis-à-vis des matériaux fins

Les remblais limoneux qui occupent la partie supérieure du terrain sont très sensibles aux changements de teneur en eau et au remaniement ; ils perdent leur portance lorsque leur teneur en eau augmente.

On prévoira des sujétions et on prendra des dispositions pour éviter toute humidification ou toute dessiccation des terrains d'assise des ouvrages (fond de forme profilé, fossés de collecte des eaux de ruissellement et de précipitations, protection par béton de propreté, polyane...), sinon on s'expose à des mouvements du sol lorsque celui-ci retrouvera sa teneur en eau initiale. En particulier, on limitera au maximum leur exposition aux intempéries.

Si les terrassements devaient être, malgré tout, réalisés dans ces conditions, on veillerait à donner à la surface des terrains limoneux, une pente suffisante permettant d'éviter la stagnation des eaux, celles-ci étant recueillies à un point bas et évacués hors de la fouille.

On attachera un soin particulier à la réalisation des réseaux d'eau afin de se prémunir contre toute fuite qui détremperait le sol d'assise des ouvrages.

## 8. Recommandations pour la mise au point du projet

La présente mission géotechnique, dont ce rapport constitue la conclusion, correspond à une étude géotechnique d'avant-projet, de type G2 AVP selon la norme NF P94-500 de novembre 2013. Elle a permis de donner les principes généraux d'adaptation du projet de réhabilitation de la CCI d'Arras en centre de formations.

Une fois le plan de masse défini et les descentes de charges connues, la nécessaire mise au point du projet sous l'angle géotechnique rend indispensable la mission G2 d'étude de projet géotechnique, afin de réduire les incertitudes sur les données géotechniques et de compléter les indications générales données dans ce rapport.

Pour la phase de réalisation des travaux, une mission de supervision géotechnique (mission G4) devra être réalisée. Elle comportera, d'une part, la validation des documents géotechniques produits par l'Entreprise, et d'autre part le suivi géotechnique de chantier, permettant d'assurer que les terrains rencontrés présentent des caractéristiques géotechniques cohérentes avec les hypothèses faites dans le cadre des études, et le cas échéant définir en concertation avec l'Entreprise les adaptations nécessaires.

## Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable. Les incertitudes ou les réserves qui seraient mentionnées dans la prise en compte des résultats et dans les conclusions font partie intégrante du rapport.

En conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou d'une reproduction partielle de ce rapport et de ses annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celui-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Les résultats des prestations et des investigations s'appuient sur un échantillonnage ; ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité des milieux naturels ou artificiels étudiés. Par ailleurs, la prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.

Antea Group s'est engagé à apporter tout le soin et la diligence nécessaire à l'exécution des prestations et s'est conformé aux usages de la profession. Antea Group conseille son Client avec pour objectif de l'éclairer au mieux. Cependant, le choix de la décision relève de la seule compétence de son Client.

Le Client autorise Antea Group à le nommer pour une référence scientifique ou commerciale. A défaut, Antea Group s'entendra avec le Client pour définir les modalités de l'usage commercial ou scientifique de la référence.

Ce rapport devient la propriété du Client après paiement intégral de la mission, son utilisation étant interdite jusqu'à ce paiement. A partir de ce moment, le Client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser, sous réserve de respecter les limites d'utilisation décrites ci-dessus.

Pour rappel, les conditions générales de vente ainsi que les informations de présentation d'Antea Group sont consultables sur : <https://www.anteagroup.fr/fr/annexes>



# ANNEXES

- Annexe I : Plan d'implantation et coupes des sondages
- Annexe II : Essais en laboratoire et analyses de l'agressivité des sols sur les bétons
- Annexe III : Résultats graphiques GEOMUR
- Annexe IV : Résultats graphiques TALREN

## Annexe I : **Plan d'implantation et coupes des sondages**

# PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

Echelle : -



Date	Libellé	Chargé d'affaires	Approuvé
09/11/2023	Plan d'implantation sous Word	JBA	AMO
<b>Légende :</b> <span style="color: red;">▲</span> - Sondage pressiométrique + sondage à la tarière <span style="color: yellow;">▲</span> - Sondage destructif <span style="color: green;">▲</span> - Sondage carotté <span style="color: blue;">▲</span> - Essai Lefranc			
Numéro de dossier : <b>921</b> Affaire : <b>ARRAS (62)</b> Zone d'étude : <b>Rue des rosati</b>			



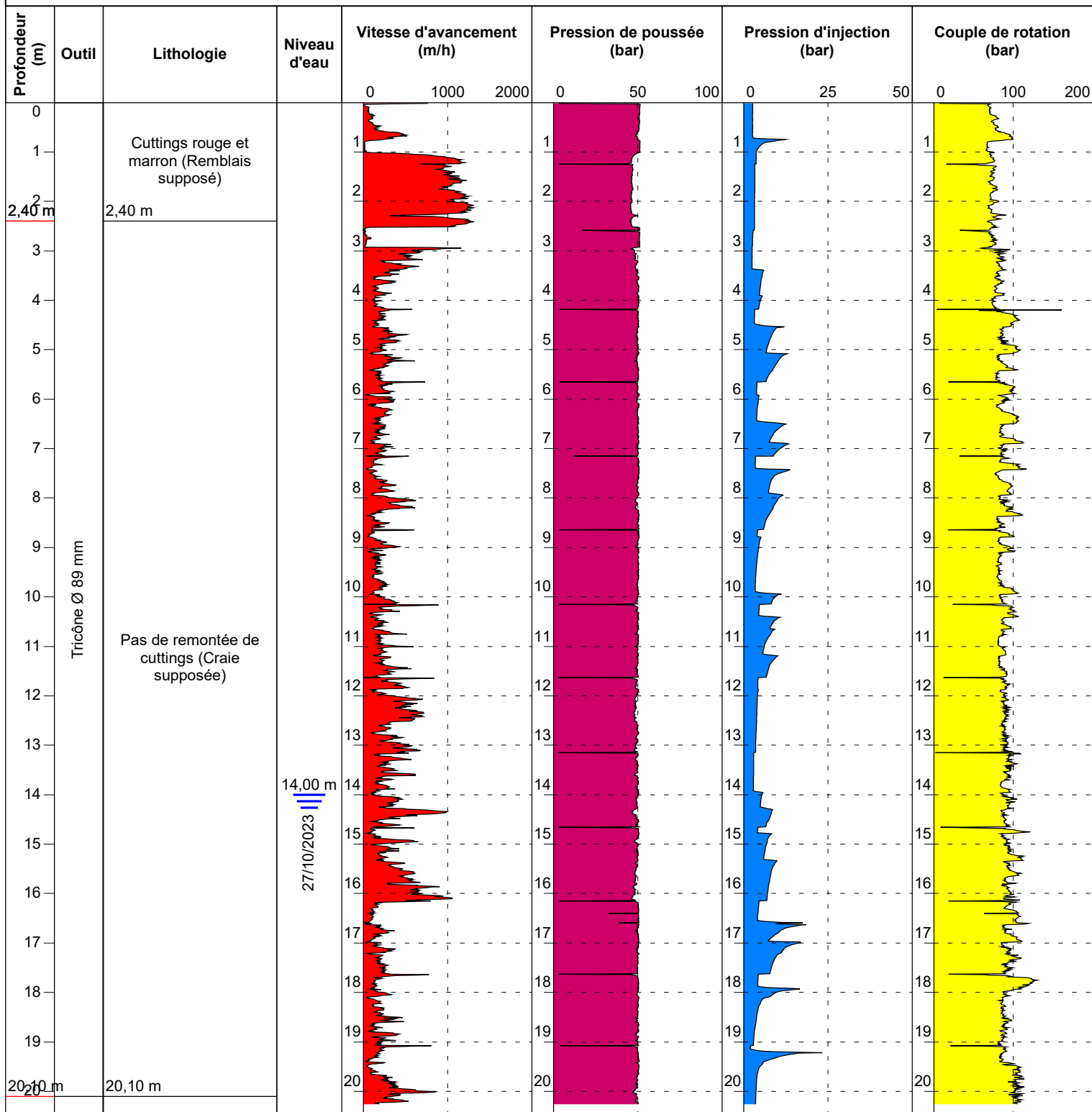


SONDAGE DESTRUCTIF SD1

Affaire : Investigations géotechniques  
Rue des Rosati  
ARRAS (62)

Dossier : 921 X :  
Client : ANTEA Y :  
Atelier : EMCI 7.50 Z : Terrain actuel

Echelle : 1/110  
Date début de forage : 27/10/2023  
Profondeur de fin : 20,26 m



Observations : Niveau d'eau non stabilisé relevé à 14.00 m/TA en fin de sondage (eau de forage)



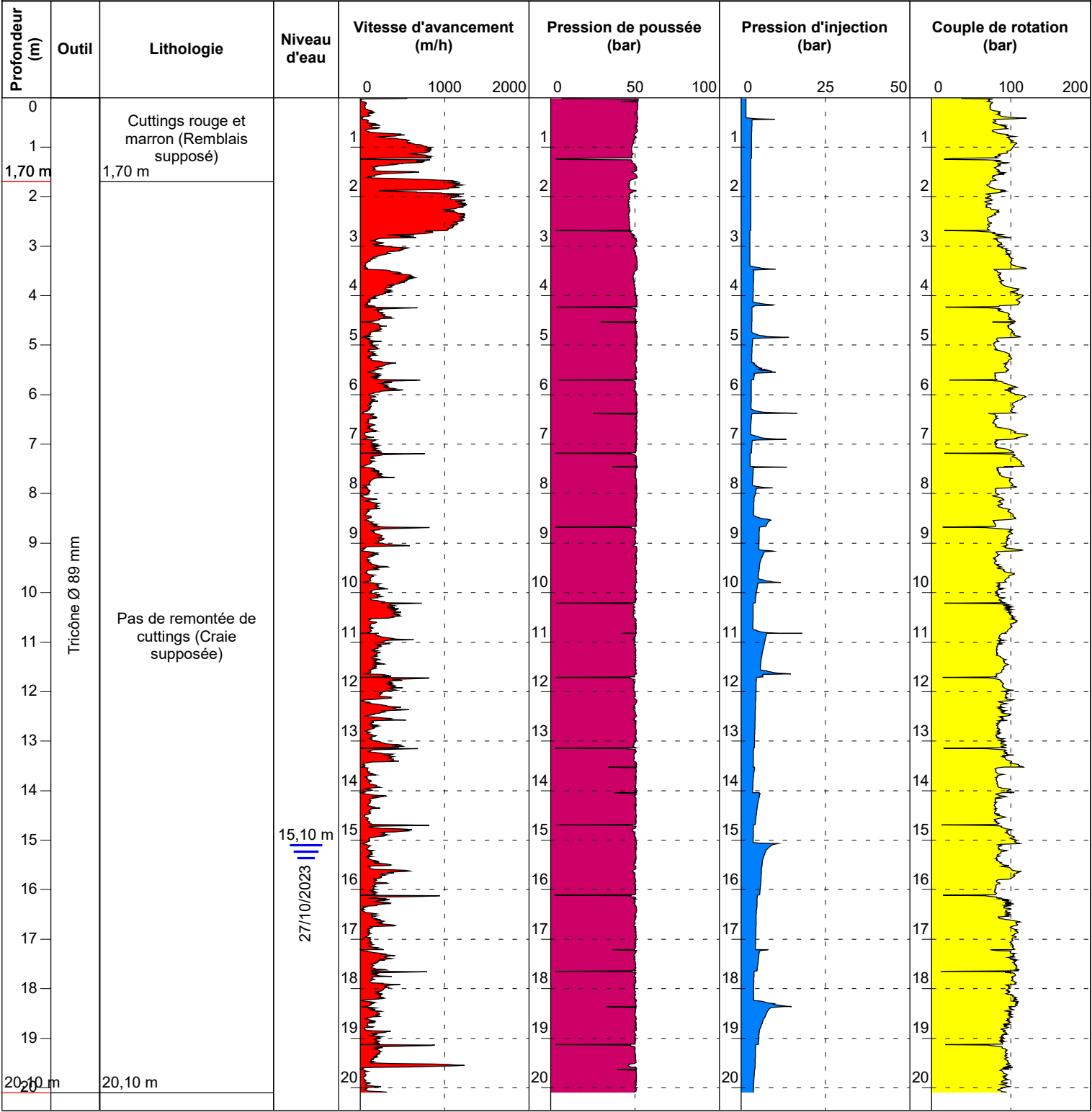
SONDAGE DESTRUCTIF SD2/SP2

Affaire : Investigations géotechniques  
Rue des Rosati  
ARRAS (62)

Dossier : 921  
Client : ANTEA  
Atelier : EMCI 7.50

X :  
Y :  
Z : Terrain actuel

Echelle : 1/110  
Date début de forage : 27/10/2023  
Profondeur de fin : 20,10 m



Observations : Niveau d'eau non stabilisé relevé à 15.10 m/TA en fin de sondage (eau de forage)

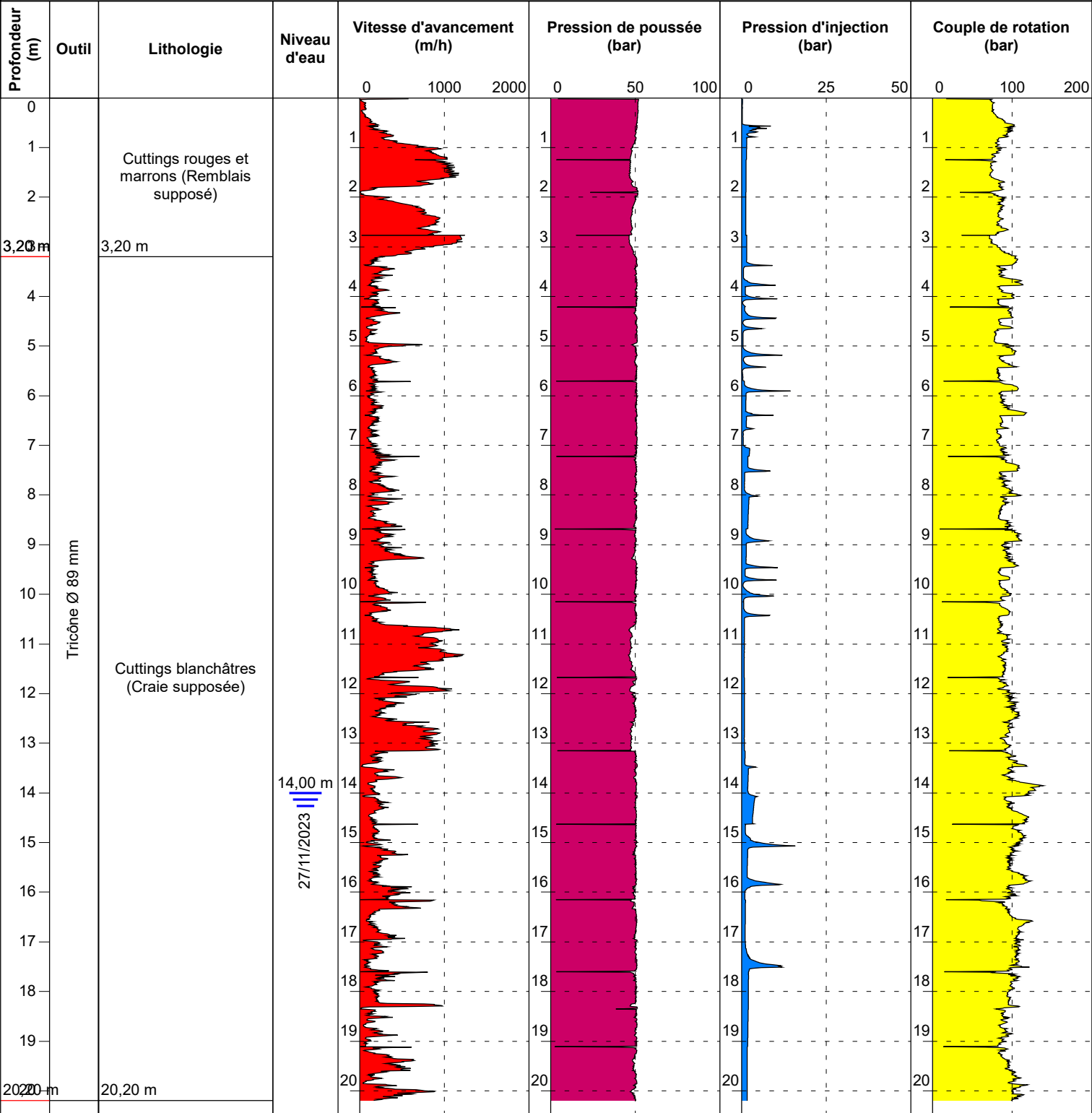


SONDAGE DESTRUCTIF SD3

Affaire : Investigations géotechniques  
Rue des Rosati  
ARRAS (62)

Dossier : 921  
Client : ANTEA  
Atelier : EMCI 7.50  
X :  
Y :  
Z : Terrain actuel

Echelle : 1/110  
Date début de forage : 27/10/2023  
Profondeur de fin : 20,20 m



Observations : Niveau d'eau non stabilisé relevé à 14.00 m/TA en fin de sondage (eau de forage)



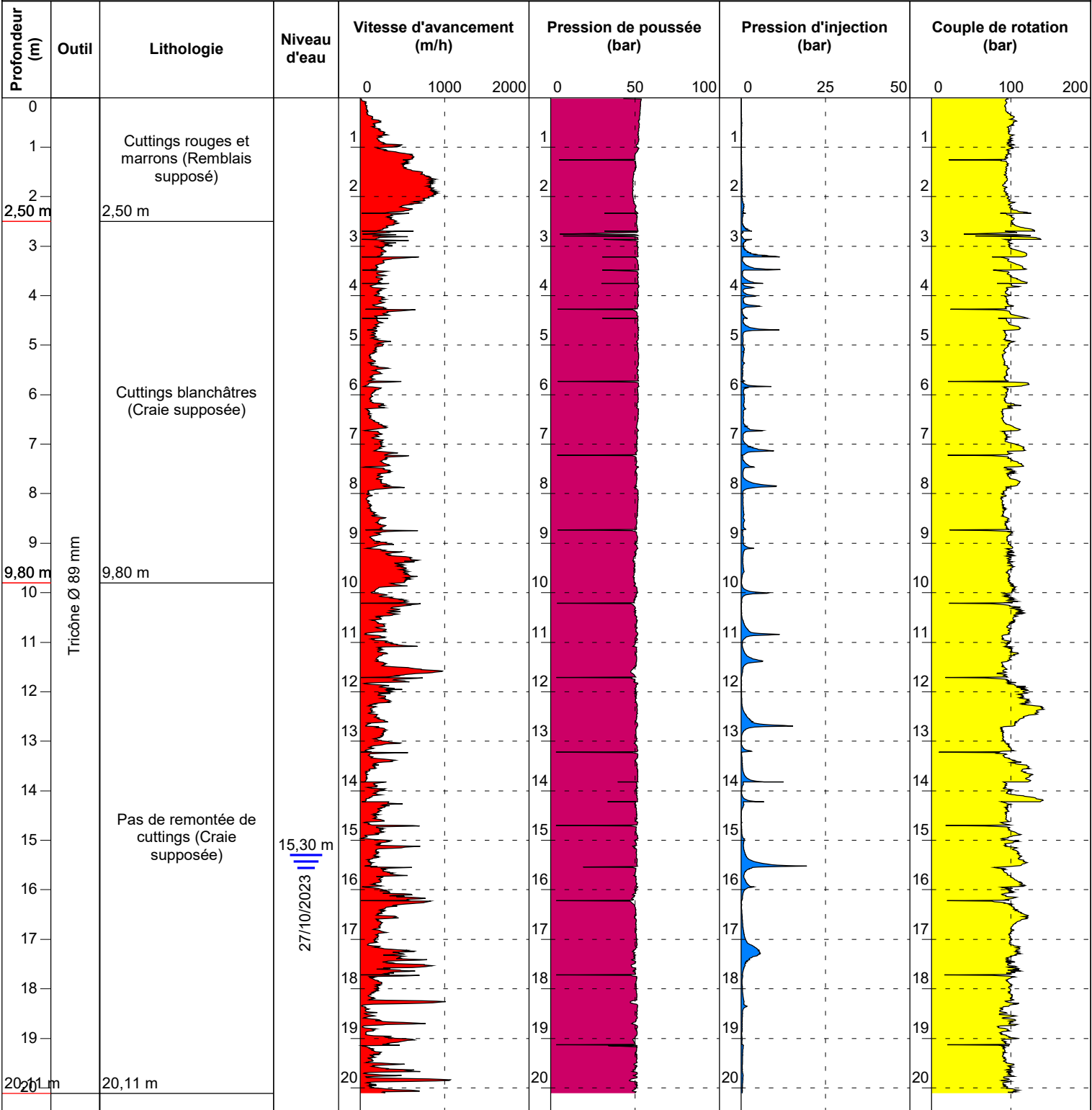
SONDAGE DESTRUCTIF SD4/SP1

Affaire : Investigations géotechniques  
Rue des Rosati  
ARRAS (62)

Dossier : 921  
Client : ANTEA  
Atelier : EMCI 7.50

X :  
Y :  
Z : Terrain actuel

Echelle : 1/110  
Date début de forage : 27/10/2023  
Profondeur de fin : 20,11 m



Observations : Niveau d'eau non stabilisé relevé à 15.30 m/TA en fin de sondage (eau de forage)

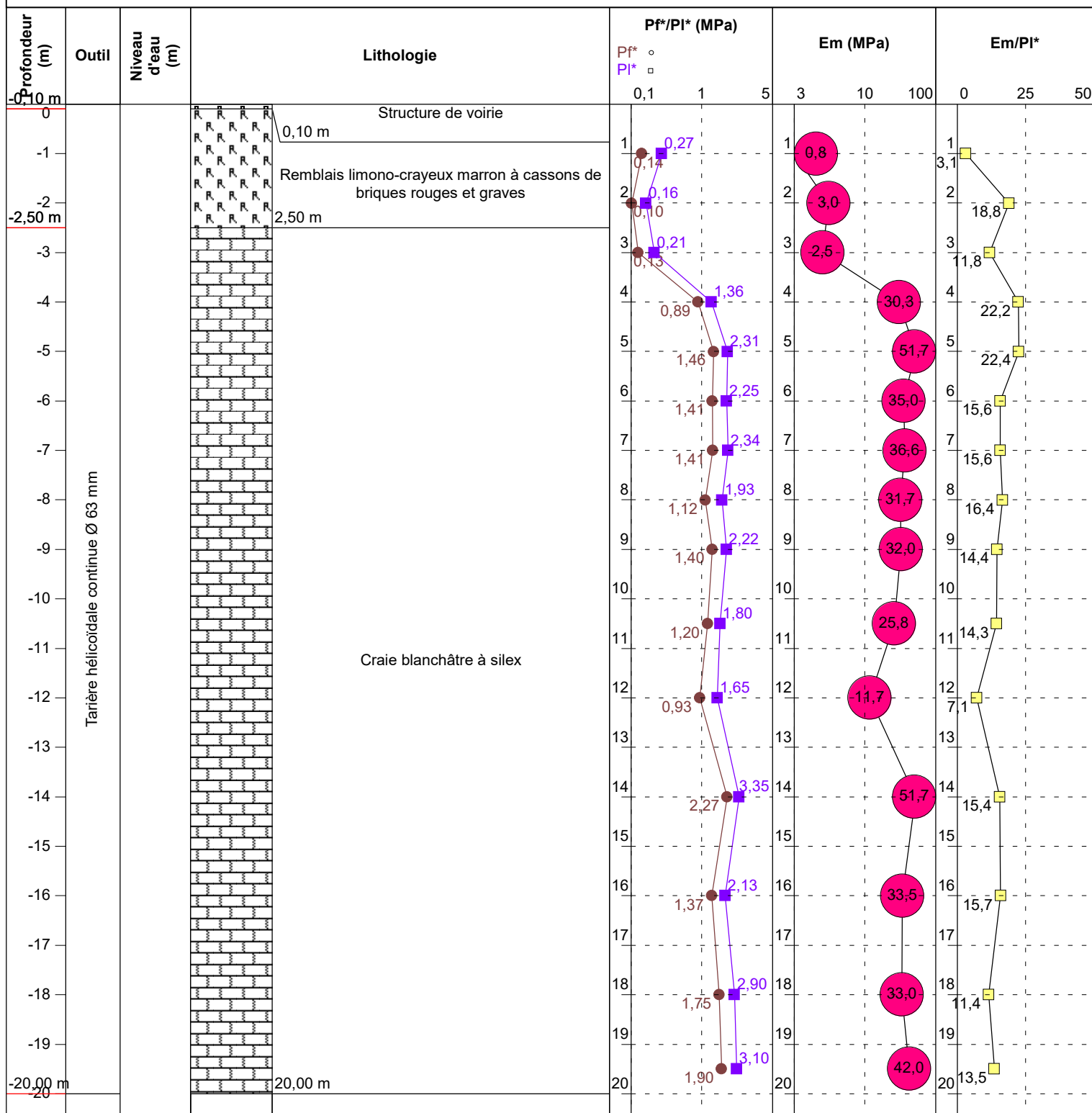


# SONDAGE PRESSIOMETRIQUE SP1/SD4

Affaire : **Investigations géotechniques**  
**Rue des Rosati**  
**ARRAS (62)**

Dossier : **921** X :  
Client : **ANTEA** Y :  
Atelier : **EMCI 7.50** Z : **Terrain actuel**

Echelle : **1/110**  
Date début de forage : **25/10/2023**  
Profondeur de fin : **20,00 m**



Observations : **Aucun niveau d'eau relevé en fin de sondage**

EXGTE 3.22

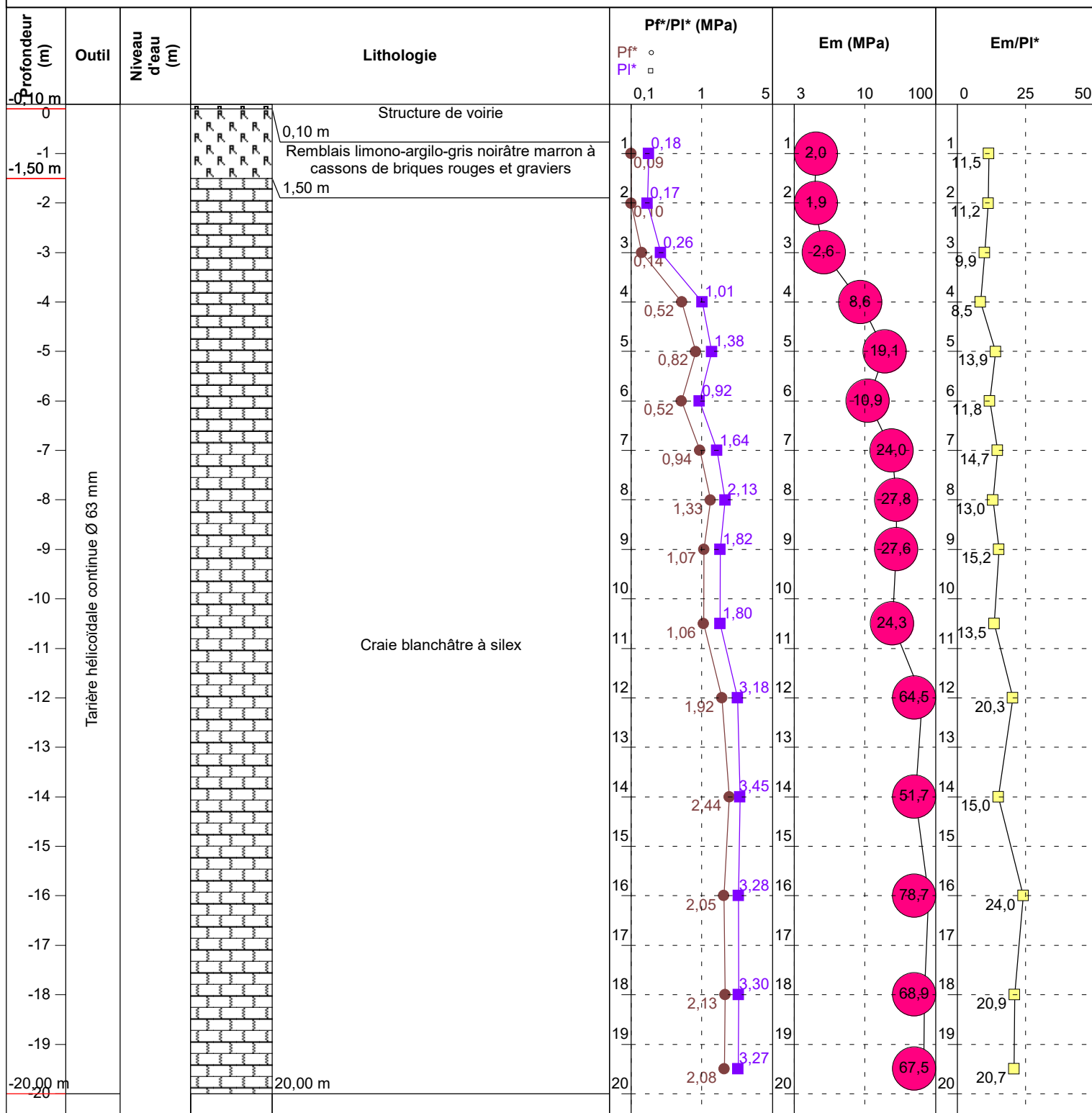


# SONDAGE PRESSIOMETRIQUE SP2/SD2

Affaire : **Investigations géotechniques**  
**Rue des Rosati**  
**ARRAS (62)**

Dossier : **921** X :  
Client : **ANTEA** Y :  
Atelier : **EMCI 7.50** Z : **Terrain actuel**

Echelle : **1/110**  
Date début de forage : **25/10/2023**  
Profondeur de fin : **20,00 m**



Observations : **Aucun niveau d'eau relevé en fin de sondage**

EXGTE 3.22



# SONDAGE CAROTTE SC1

Affaire : **Investigations géotechniques**  
**Rue des Rosati**  
**ARRAS (62)**

Dossier : **921**      X :  
 Client : **ANTEA**      Y :  
 Atelier : **EMCI 7.50**      Z : **Terrain actuel**

Echelle : **1/55**  
 Date début de forage : **26/10/2023**  
 Profondeur de fin : **5,00 m**

Profondeur	Outil	Niveau d'eau	Lithologie	Taux de récupération (%)		
				0	50	100
-0,08 m	Carottier APM Ø 100 mm		Enrobé et structure de voirie			
-0,45 m			0,08 m Remblais sablo-graveleux de schistes rouges et cassons de briques rouges	100,00		
-1,10 m			0,45 m Remblais sablo-graveleux gris marron à granules de craie, cassons de briques rouges et passages limoneux marron-gris	100,00		
-2,00 m			1,10 m Remblais limoneux gris foncé à marron à cassons de briques rouges, cailloux divers, granules et blocs de craie	100,00		
-5,00 m			2,00 m Craie blanchâtre à quelques passages limono-argileux grisâtre	85,00		
-6 m				100,00		
-7 m				90,00		
-8 m						
-9 m						
-10 m						

Observations : **Aucun niveau d'eau relevé en fin de sondage**



# SONDAGE CAROTTE SC2

Affaire : **Investigations géotechniques**  
**Rue des Rosati**  
**ARRAS (62)**

Dossier : **921**  
 Client : **ANTEA**  
 Atelier : **EMCI 7.50**

X :  
 Y :  
 Z : **Terrain actuel**

Echelle : **1/55**  
 Date début de forage : **27/10/2023**  
 Profondeur de fin : **5,00 m**

Profondeur (m)	Outil	Niveau d'eau	Lithologie	Taux de récupération (%)		
				0	50	100
-0,10 m	Carottier APM Ø 100 mm		Enrobé	100,00		
-0,40 m			Structure de voirie			
-0,85 m			0,10 m	100,00		
-1,00 m			Remblais sablo-graveleux de schistes rouges et cassons de briques rouges			
-1,30 m			0,40 m	100,00		
			Remblais limono-crayeux marron beige à rares silex - D 20 mm			
			0,85 m	100,00		
			Remblais limono-sableux gris foncé à beige à cailloux de schistes rouges, schistes noirs et cassons de briques rouges			
-2,00 m			1,00 m	20,00		
			Remblais crayo-limoneux brun à blanchâtre à débris de béton et cassons de briques rouges			
			1,30 m	100,00		
			Craie limoneuse à limon crayeux marron blanchâtre à silex - D 100 mm			
			2,00 m	100,00		
			Craie blanchâtre à quelques silex - D 40 mm			
-5,00 m			5,00 m	100,00		
-6						
-7						
-8						
-9						
-10						

Observations : **Aucun niveau d'eau relevé en fin de sondage**



# SONDAGE PRESSIOMETRIQUE LEF1

Affaire : **Investigations géotechniques**  
**Rue des Rosati**  
**ARRAS (62)**

Dossier : **921** X :  
 Client : **ANTEA** Y :  
 Atelier : **EMCI 7.50** Z : **Terrain actuel**

Echelle : **1/110**  
 Date début de forage : **30/10/2023**  
 Profondeur de fin : **3,00 m**

Profondeur (m)	Outil	Tubage	Niveau d'eau (m)	Lithologie	Perméabilité
-0,10 m	Tarière hélicoïdale continue Ø 63 mm	NW Ø 89 mm		Structure de voirie	
0				0,10 m	
-1				Remblais limoneux brun gris à granules de craie et cassons de briques rouges	K=2.41E-06 m/s
-1,90 m				1,90 m	
-2				Craie limoneuse blanchâtre - marron	
-3,00 m				3,00 m	
-4					
-5					
-6					
-7					
-8					
-9					
-10					
-11					
-12					
-13					
-14					
-15					
-16					
-17					
-18					
-19					
-20					

Observations : **Aucun niveau d'eau relevé en fin de sondage**



# SONDAGE PRESSIOMETRIQUE    LEF2

Affaire : **Investigations géotechniques**  
**Rue des Rosati**  
**ARRAS (62)**

Dossier : **921**                      X :  
 Client : **ANTEA**                    Y :  
 Atelier : **EMCI 7.50**                Z : **Terrain actuel**

Echelle : **1/110**  
 Date début de forage : **30/10/2023**  
 Profondeur de fin : **4,50 m**

Profondeur (m)	Outil	Tubage	Niveau d'eau (m)	Lithologie	Perméabilité
-0,10 m	Tarière hélicoïdale continue Ø 63 mm	NW Ø 89 mm		Structure de voirie	
0				0,10 m	
-1				Remblais sablo-graveleux gris rougeâtre à schistes rouges et cassons de briques rouges	
-2,00 m				2,00 m	K=5.00E-06 m/s
-3,30 m				Limon marron	
-3,30 m				3,30 m	
-4				Craie limoneuse blanchâtre à marron	
-4,50 m				4,50 m	
-5					
-6					
-7					
-8					
-9					
-10					
-11					
-12					
-13					
-14					
-15					
-16					
-17					
-18					
-19					
-20					

Observations : **Aucun niveau d'eau relevé en fin de sondage**

## **Annexe II : Essais en laboratoire et analyses de l'agressivité des sols sur les bétons**

Nom et adresse du client  
**CCI Arras**

**Arras (62) - Rue des Rosati**  
**NPCP230321**  
**Antea Group LEZENNES - M. ROTGER**  
[maxime.rotger@anteagroup.fr](mailto:maxime.rotger@anteagroup.fr)

**Date de réception** **Echantillons réceptionnés**

19/12/2023  
1 échantillon en vrac en sac plastique  
2 échantillons intacts sous gaine PVC.

### Sommaire du rapport

1 tableau de résultats d'essais en laboratoire.

6 pages d'annexes dont :

- Bordereau de description de sol (1 page).
- Bordereau d'essai d'identification de sol (1 page).
- Bordereau d'essai de sédimentométrie (1 page).
- Bordereau d'essai de limite d'Atterberg (1 page).
- Bordereaux d'essai de cisaillement sol (2 pages).

Les résultats exprimés ne concernent que les échantillons soumis à essais.  
Sauf accord écrit préalable, le présent rapport ne peut être reproduit que dans son intégralité.  
Sauf demande expresse du donneur d'ordre, les échantillons ne sont pas conservés au delà de deux mois après l'envoi du rapport.  
L'attention est attirée sur le fait que les résultats mentionnés par le présent rapport ont été obtenus avec les échantillons définis ci-dessus, mais que la portée et les conclusions à tirer de ces résultats font l'objet d'un document séparé ou n'ont pas été demandés par le donneur d'ordre.

Le responsable des essais

T. ANDO

Le responsable technique

E. ANTOINET

P. CHOPART

fichier : Lab24007 - BE\_GES-03\_Lab24007\_NPCP230321.xls

Contact pour le suivi des essais

Synthèse des Résultats d'Essais

N° Rapport : Lab24007

BE\_GES-03c-V10

Date de Mise-à-jour : 23/01/2024

N°Projet : NPCP230321  
Projet : Arras (62) - Rue des Rosati  
Client : CCI Arras

Unité : LEZENNES  
Chef de Projet : M. ROTGER

	Code	S 101b	S 102	S 113b	S 105				S 505			
	Intitulé	Description visuelle d'échantillon inférieur ou égal à 1.00 ml XP P94-010/XP P94-011	Teneur en eau pondérale NF P94-050	Sédimentométrie NF P94-057	Limite d'Atterberg (liquidité et plasticité) NF P94-052-1/NF P90-051				Cisaillement rectiligne à la boîte (sur échantillon intact) NF P94-071			
	Symbole	D&P	W <sub>n</sub>	<2μm	W <sub>L</sub>	W <sub>p</sub>	IP	IC	C'p	Φ'p	C'f	Φ'f
Référence de l'échantillon / description visuelle	Unité	(-)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(kPa)	(°)	(kPa)	(°)
<b>SC1 de 1.00 à 2.00 m</b> Remblai composé de sable silto-graveleux, carbonaté, plastique, brunâtre et blanchâtre. Présence de nombreux éléments carbonatés et anthropiques (morceaux de verres et de briques) millimétriques à pluri-centimétriques.		Oui							11	34	10	33
<b>SC1 de 2.00 à 3.00 m</b> Craie tendre et localement dure, blanchâtre et jaunâtre. Présence d'éléments calcaires millimétriques à pluri-centimétriques.		Oui							100	24	87	25
<b>PRS2 de 0.00 à 3.60 m</b> Remblai silto-sableux, carbonaté, plastique, brunâtre et noirâtre. Présence d'éléments anthropiques (morceaux de briques) et carbonatés millimétriques.			19.4	8.3	31	23	8	1.5				

## Descriptions d'échantillon avec photographie

XP P94-010 / XP P94-011

Date : 04/01/2024

**Projet :** Arras (62) - Rue des Rosati  
**Sondage :** cf. ci-dessous  
**N° d'échantillon :** cf. ci-dessous  
**Profondeur :** cf. ci-dessous  
**N° d'archivage :** cf. ci-dessous  
**Nature :** cf. ci-dessous  
**Observation :**

**N° de projet :** NPCP230321  
**Client :** CCI Arras  
**Date de prélèv. :** 26/10/2023  
**Date de réception :** 19/12/2023  
**Etat :** Intact

*Tête de carotte(s) à gauche sur la/les photo(s), pied à droite. La notation [H+0.xx à 0.xx m] correspond à la profondeur de la tête de carotte à la cote H+x m.*



**Réf. Echantillon :** SC1 de 1.00 à 2.00 m (éch n°23 2789)

- H + 0.00 à 0.71 m :** Remblai composé de sable silto-graveleux, carbonaté, plastique, brunâtre et blanchâtre.  
 Présence de nombreux éléments carbonatés et anthropiques (morceaux de verres et de briques) millimétriques à pluri-centimétriques.
- H + 0.71 à 1.00 m :** Remblai composé de sable silto-graveleux, carbonaté, plastique, noirâtre et brunâtre.  
 Présence de nombreux éléments siliceux et anthropiques (morceaux de verres et de briques) millimétriques à pluri-centimétriques.  
 Présence de taches noirâtres (matière organique ?).

**Récupération = 100%**



**Réf. Echantillon :** SC1 de 2.00 à 3.00 m (éch n°23 2790)

- H + 0.00 à 0.70 m :** Craie tendre et localement dure, blanchâtre et jaunâtre.  
 Présence d'éléments calcaires millimétriques à pluri-centimétriques.
- H + 0.70 à 1.00 m :** Grave crayeuse dure en éléments millimétriques à pluri-centimétriques, blanchâtre.

**Récupération = 95%**

**Remarque :** Echantillon structuré à partir de H + 0.70 m.

**Les fichiers photos de ces descriptions, au format JPEG, accompagnent le présent bordereau.**

Opérateur

Contrôleur

P. CHOPART

T. LANDO

fichier : Lab24007 - BE\_IDE-01\_DES\_NPCP230321\_SC1 de 1.00 à 3.00 m.xls

**Projet :** Arras (62) - Rue des Rosati  
**Sondage :** cf. ci-dessous  
**N° d'échantillon :** cf. ci-dessous  
**Profondeur :** cf. ci-dessous  
**N° d'archivage :** 23\_2791  
**Nature :** cf. tableau de synthèse des essais  
**Observation :**

**N° de projet :** NPCP230321

**Client :** CCI Arras  
**Date de prélèv. :** 26/10/2023  
**Date de réception :** 19/12/2023  
**Etat :** Vrac

## Mesure de la teneur en eau W (%) - NF P94-050 (sol) OU NF P94-410-1 (roche)

Référence de l'échantillon	Etuvage 50/105 (°C)	$\rho_s$ (Mg/m <sup>3</sup> )	M <sub>humide</sub> + tare (g)	M <sub>sèche</sub> + tare (g)	M <sub>tare</sub> (g)	M <sub>sèche</sub> (g)	W (%)
PRS2 de 0.00 à 3.60 m	50	2.65	698.18	608.46	144.98	463.48	19.4

(en rouge) : valeur fixée à 2.65 par défaut si non mesurée par l'essai défini par la NF P94-054

## Mesure des masses volumiques (Mg/m<sup>3</sup>) - NF P94-053 (à la tresse coupante §6.1 et au moule §6.2 - sol) OU NF P94-410-2 (roche)

Référence de l'échantillon	M <sub>humide</sub> (g)	M <sub>tresse</sub> (g)	D (cm)	H (cm)	V <sub>tr</sub> N <sub>tr</sub>	W/(1- $\rho_s$ )	$\rho_h$ (Mg/m <sup>3</sup> )	$\rho_d$ (Mg/m <sup>3</sup> )	e/(1+e)
					e (1)	Sr (%)			$n_t$ (porosité) (1)

## Mesure des masses volumiques (Mg/m<sup>3</sup>) - NF P94-053 (par immersion dans l'eau §6.3 - sol) OU P94-512-2 (méthode par déplacement d'un fluide §5.3) OU NF P94-410-2 (roche)

Référence de l'échantillon	M <sub>épr. sèche</sub> (g)	M <sub>épr. + para</sub> ou M <sub>tare</sub> (g)	M <sub>immergée</sub> ou M <sub>tare</sub> + eau (g)	V <sub>échantillon</sub> (cm <sup>3</sup> )	Temp. (°C)	W/(1- $\rho_s$ )	$\rho_h$ (Mg/m <sup>3</sup> )	W (%)	$\rho_d$ (Mg/m <sup>3</sup> )
						Sr (%)			

## Mesure de la masse volumique absolue (Mg/m<sup>3</sup>) - NF P94-054 (au pycnomètre)

Référence de l'échantillon	M <sub>pycnomètre</sub> (g)	M <sub>pycno+eau</sub> (g)	T1 (°C)	V <sub>pycnomètre</sub> (cm <sup>3</sup> )	M <sub>pycno+echan</sub> (g)	M <sub>pycno+ech+eau</sub> (g)	T2 (°C)	V <sub>échantillon</sub> (cm <sup>3</sup> )	$\rho_s$ (Mg/m <sup>3</sup> )

## Mesure de la porosité connectée - NF P94-410-3 (§7.2)

Référence de l'échantillon	Etuvage 50/105 (°C)	M <sub>sèche</sub> (g)	M <sub>saturée</sub> (g)	M <sub>immergée</sub> (g)	W <sub>Sat</sub> (%)	$\rho_d$ (Mg/m <sup>3</sup> )	$\rho_s$ (Mg/m <sup>3</sup> )	$\rho_{Sat}$ (Mg/m <sup>3</sup> )	$n_c$ (porosité) (1)

				Opérateur		Contrôleur	
				P. CHOPART		T. LANDO	

ficier : Lab24007 - BE\_IDE-02\_IDE\_NPCP230321 (1).xls

# Analyse granulométrique par sédimentation

NF P94-057  
NF EN ISO 17892-4

Date : 17/01/2024

**Projet :** Arras (62) - Rue des Rosati  
**Sondage :** PRS2  
**N° d'échantillon :**  
**Profondeur :** de 0.00 à 3.60 m  
**N° d'archivage :** 23\_2791  
**Nature :** Remblai silto-sableux, carbonaté, plastique, brunâtre et noirâtre. Présence d'éléments anthropiques et carbonatés.  
**Observation :**

**N° de projet :** NPCP230321

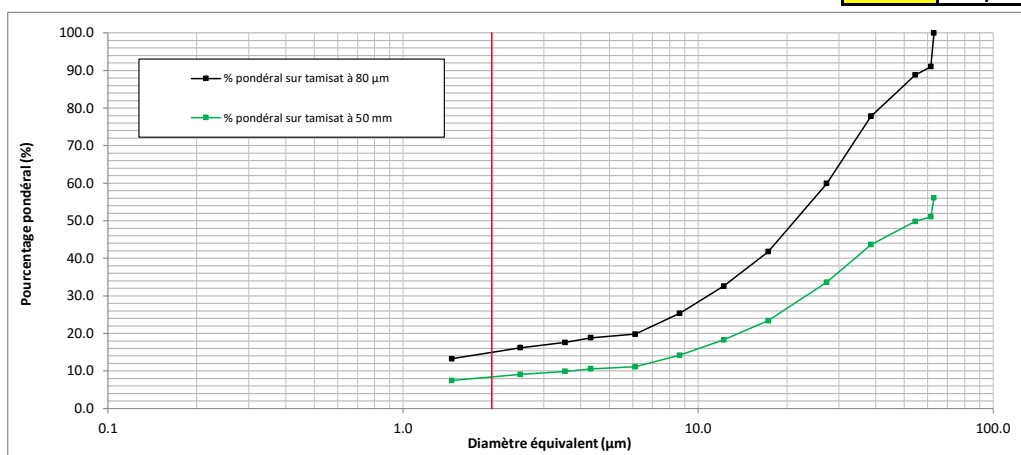
**Client :** CCI Arras  
**Date de prélèv. :** 26/10/2023  
**Date de réception :** 19/12/2023  
**Etat :** Vrac

Prise d'essai pour la sédimentométrie		Données de l'essai de granulométrie	
Masse sèche échantillonnée < 63 µm (g) :	58.08	% passant à 63 µm :	56.1
Masse vol. des grains estimée (g/cm³) :	2.65	Ps échantillon :	463.58
Masse vol. des grains mesurée (g/cm³) :		Ps < 63 µm :	260.01

(NF P94-054)

jj/mm/aa hh:mm:ss	R Lecture densimètre	T (°C) Température	Temps (min)	Ct Correction température	P % sur tamis à 63 µm	P' % sur tamis à 50 mm	D (µm)
17/01/2024 08:36:00			0.00		100.0	56.1	63.0
17/01/2024 08:36:47	1.0152	21.4	0.78	0.0025	91.0	51.0	61.5
17/01/2024 08:37:00	1.0148	21.4	1.00	0.0025	88.8	49.8	54.4
17/01/2024 08:38:00	1.0128	21.4	2.00	0.0025	77.8	43.6	38.6
17/01/2024 08:40:00	1.0095	21.7	4.00	0.0026	59.9	33.6	27.3
17/01/2024 08:46:00	1.0062	21.7	10.00	0.0026	41.8	23.4	17.3
17/01/2024 08:56:00	1.0045	21.9	20.00	0.0026	32.6	18.3	12.2
17/01/2024 09:16:00	1.0032	21.8	40.00	0.0026	25.3	14.2	8.7
17/01/2024 09:56:00	1.0022	21.8	80.00	0.0026	19.8	11.1	6.1
17/01/2024 11:16:00	1.0020	21.9	160.00	0.0026	18.8	10.6	4.3
17/01/2024 12:36:00	1.0018	21.8	240.00	0.0026	17.6	9.9	3.5
17/01/2024 16:36:00	1.0015	22.0	480.00	0.0027	16.2	9.1	2.5
18/01/2024 08:35:59	1.0012	20.8	1439.98	0.0024	13.3	7.4	1.5

8.3 < 2 µm



Données conventionnelles :	0.9980	R1 : densité de l'eau déminéralisée à température ambiante		
	0.9990	R2 : densité de l'eau déminéralisée + défloculant à température ambiante		
	-0.0010	Cd : facteur correcteur de défloculant		
	-0.0002	Cm : facteur correcteur de ménisque		
Géométrie du densimètre :	H0 = 10.7 cm	H1 = 0.298 cm	h1 = 13.9 cm	Vd = 55.38 cm³
Géométrie de l'éprouvette :	A = 48.8 cm²			

		Opérateur		Contrôleur	
		P. CHOPART		T. LANDO	
fichier :	Lab24007 - BE_IDE-04_SED_NPCP230321_PRS2_de 0.00 à 3.60 m.xls				

## Limite de liquidité Limite de plasticité

BE\_IDE-06a

Norme NF P 94-051  
Méthode à la coupelle de Casagrande

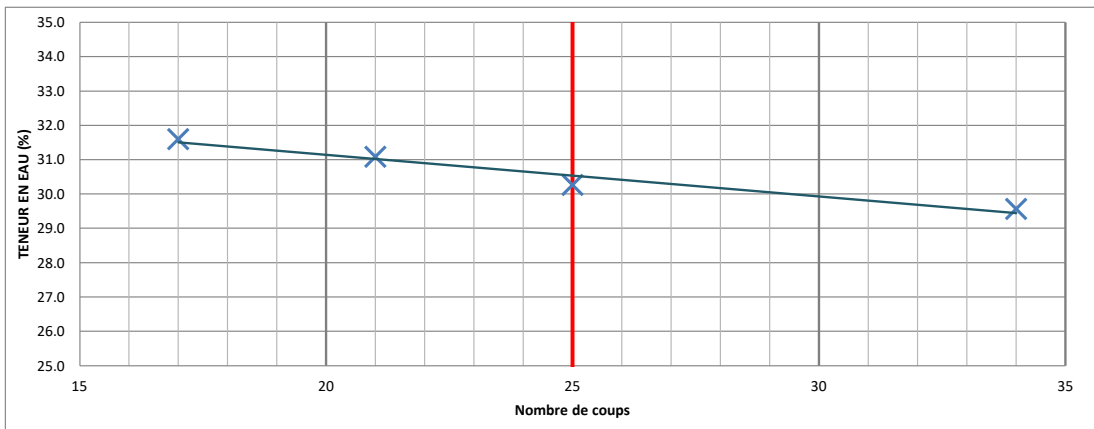
Date : 15/01/2024

**Projet :** Arras (62) - Rue des Rosati  
**Sondage :** PRS2  
**N° d'échantillon :**  
**Profondeur :** de 0.00 à 3.60 m  
**N° d'archivage :** 23\_2791  
**Nature :** Remblai silto-sableux, carbonaté, plastique, brunâtre et noirâtre.  
**Observation :**

**N° de projet :** NPCP230321  
**Client :** CCI Arras  
**Date de prélèv. :** 26/10/2023  
**Date de réception :** 19/12/2023  
**Etat :** Vrac

Etuvage après essai : 50°C

		LIMITE DE LIQUIDITE $W_L$				LIMITE DE PLASTICITE $W_p$		
		Essai 1	Essai 2	Essai 3	Essai 4	Essai 1	Essai 2	Essai 3
Nombre de coups		17	21	25	34			
N° tare		1	2	3	4	5	6	
$M_{\text{totale humide + tare}}$	A	21.89	21.18	21.62	18.01	1.94	1.97	
$M_{\text{totale sèche + tare}}$	B	16.73	16.25	16.69	13.99	1.66	1.68	
$M_{\text{tare}}$	C	0.40	0.39	0.40	0.39	0.43	0.43	
$M_{\text{eau}}$	(A-B)	5.16	4.93	4.93	4.02	0.28	0.29	
$M_{\text{sol sec}}$	(B - C)	16.33	15.86	16.29	13.6	1.23	1.25	
<b>Teneur en eau W</b>	(Meau/Msol sec)	<b>31.6</b>	<b>31.1</b>	<b>30.3</b>	<b>29.6</b>	<b>22.8</b>	<b>23.2</b>	



Calculée avec la moy. des  $W_L$  mesurées entre 20 et 30 coups (cf. norme ASTM D4318-10 §14.1)

Indice de consistance (WL - WP)/IP

(\*) : paramètre à prendre en compte lorsque IP>12 et particules inférieures ou égales à 80µm>35%

$W_L$	<b>30.3</b>
$W_{\text{nat}}$	<b>19.4</b>
$IC^*$	<b>1.5</b>

Teneur en eau à 25 coups

Indice de plasticité (WL - WP)

$W_L$	<b>31</b>
$W_p$	<b>23</b>
$IP$	<b>8</b>

Opérateur	Contrôleur
P. CHOPART	T. LANDO

fichier : Lab24007 - BE\_IDE-06\_ATT\_NPCP230321\_PRS2\_de 0.00 à 3.60 m.xls

Chantier : Arras (62) - Rue des Rosati

Sondage : SC1

Profondeur : de 1.00 à 2.00 m

Nature : Remblai composé de sable silto-graveleux, carbonaté, plastique. Présence d'éléments carbonatés et anthropiques.

Observation : Matériau écrêté à 5 mm. Eprouvettes moulées à la masse volumique mesurée par immersion dans l'eau (NF P94-053 §6.3 - sol).

N° de projet : NPCP230321

N° d'échantillon : 23\_2789

Etat : Intact

Client : CCI Arras

Date de prélèv. : 26/10/2023

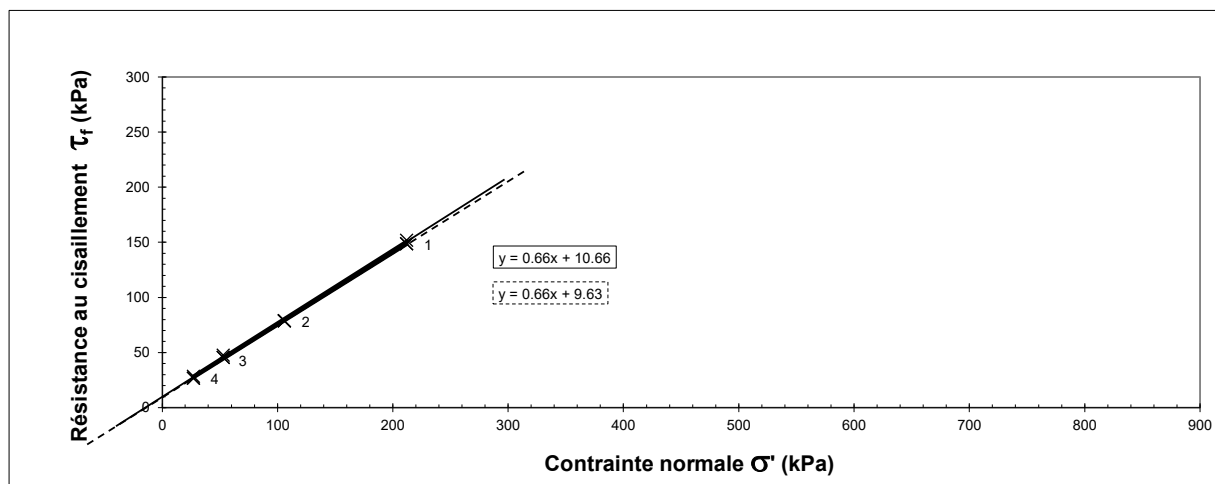
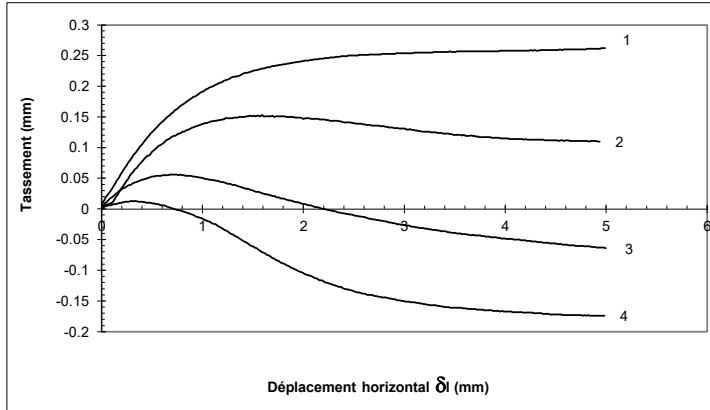
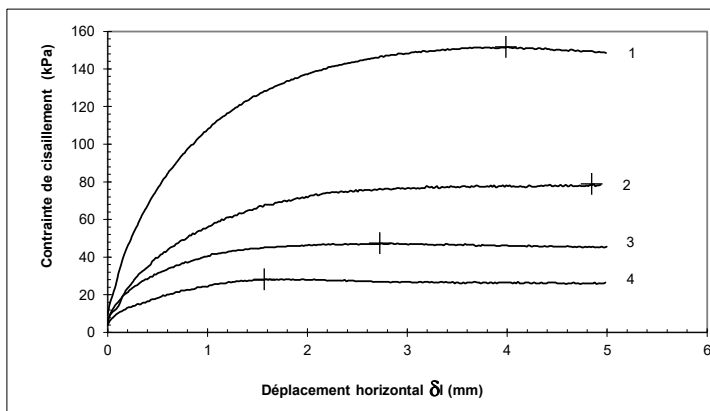
Date de récep. : 19/12/2023

Caractéristiques des éprouvettes				
Initiales	1	2	3	4
Do (mm)	60.0	60.0	60.0	60.0
Ho (mm)	20.2	20.2	20.2	20.2
W (%)	21.9	21.7	22.0	21.9
$\rho_h$ (g/cm <sup>3</sup> )	2.05	2.05	2.05	2.05
$\rho_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.68	1.68	1.68	1.68
$\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> ) (*)	2.65	2.65	2.65	2.65
Sr (%)	100.0	100.0	100.0	100.0
e	0.58	0.57	0.58	0.58

Après consolid.	1	2	3	4
$\sigma'$ (kPa)	212	106	53	27
$\rho_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.82	1.73	1.72	1.70
t100 (s)	360			

Finales	1	2	3	4
W (%)	20.0	21.1	22.5	21.1

Rupture	1	2	3	4
$\tau_{f,p}$ (kPa)	152	79	47	28
$\delta l_{f,p}$ (mm)	4.0	4.8	2.7	1.6
$\tau_{f,f}$ (kPa)	149	79	46	27
$\delta l_{f,f}$ (mm)	5.0	4.9	5.0	5.0
Vitesse (mm/mn)	0.021	0.020	0.021	0.022



C'p = 11 kPa	$\phi'_p = 34^\circ$	C'f = 10 kPa	$\phi'_f = 33^\circ$
--------------	----------------------	--------------	----------------------

Interprétation automatique par régression linéaire

Température min. (°C) : 20.9

Interprétation manuelle

Température max. (°C) : 20.9

(\*) : Valeur estimée

Chantier : Arras (62) - Rue des Rosati

Sondage : SC1

Profondeur : de 2.00 à 3.00 m

Nature : Craie tendre et localement dure, blanchâtre et jaunâtre. Présence d'éléments calcaires millimétriques à pluri-centimétriques.

Observation : Eprouvette n°2 écartée lors de l'interprétation de l'essai.

N° de projet : NPCP230321

N° d'échantillon : 23\_2790

Etat : Intact

Client : CCI Arras

Date de prélèv. : 26/10/2023

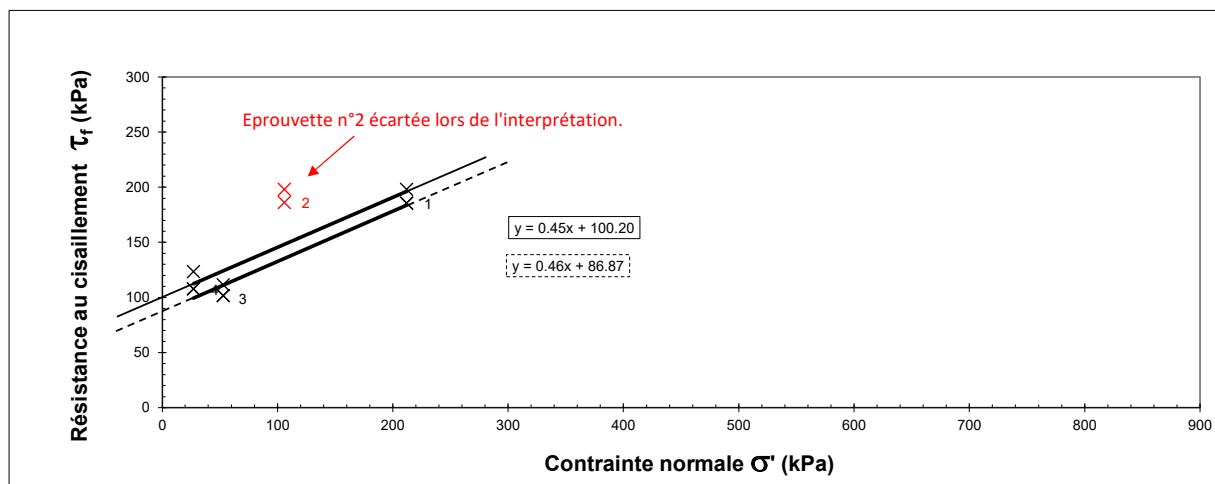
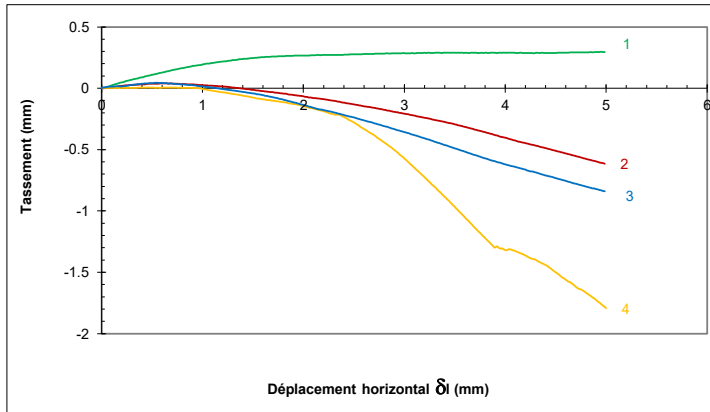
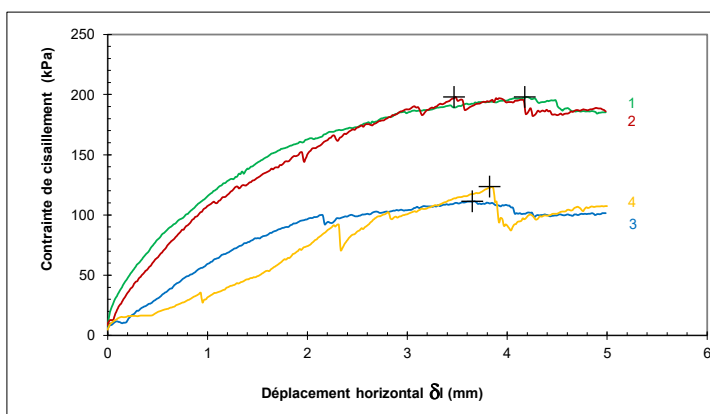
Date de récep. : 19/12/2023

Caractéristiques des éprouvettes				
Initiales	1	2	3	4
Do (mm)	60.0	60.0	60.0	60.0
Ho (mm)	20.2	20.2	20.2	20.2
W (%)	24.6	24.4	24.8	24.2
$\rho_h$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.78	1.78	1.73	1.78
$\rho_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.43	1.43	1.39	1.43
$\rho_s$ (g/cm <sup>3</sup> ) (*)	2.65	2.65	2.65	2.65
Sr (%)	76.2	76.3	72.3	75.5
e	0.86	0.85	0.91	0.85

Après consolid.	1	2	3	4
$\sigma'$ (kPa)	212	106	53	27
$\rho_d$ (g/cm <sup>3</sup> )	1.46	1.45	1.41	1.44
t100 (s)	360			

Finales	1	2	3	4
W (%)	31.6	34.1	30.6	32.4

Rupture	1	2	3	4
$\tau_{f,p}$ (kPa)	198	198	111	123
$\delta l_{f,p}$ (mm)	4.2	3.5	3.7	3.8
$\tau_{f,f}$ (kPa)	185	186	102	108
$\delta l_{f,f}$ (mm)	5.0	5.0	5.0	5.0
Vitesse (mm/mn)	0.020	0.019	0.020	0.021



C'p = 100 kPa	$\phi'_p = 24^\circ$	C'f = 87 kPa	$\phi'_f = 25^\circ$
---------------	----------------------	--------------	----------------------

Interprétation automatique par régression linéaire

Température min. (°C) : 20.9

Interprétation manuelle

Température max. (°C) : 20.9

(\*) : Valeur estimée

## 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

ANTEA (59)  
803, BD DUHAMEL DU MONCEAU  
ZAC DU MOULIN  
45166 OLIVET CEDEX / CS30602  
FRANCE

Date 16.01.2024  
N° Client 35004713  
N° commande 1359242

## RAPPORT D'ANALYSES

**Cde 1359242** Solide / Eluat

*Client* 35004713 ANTEA (59)  
*Référence* NPCP230321 - CCI ARRAS bc 66685  
*Date de validation* 08.01.24

Madame, Monsieur

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

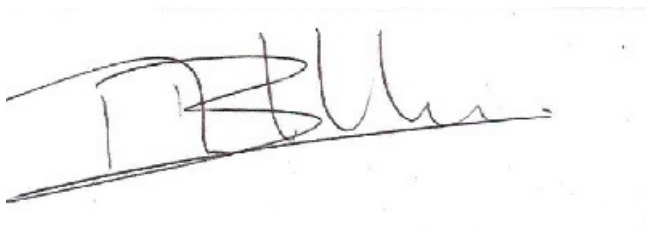
Nous signalons que le certificat d'analyses ne pourra être reproduit que dans sa totalité. Les annexes éventuelles font partie du rapport.

Nous vous informons que seules les conditions générales de AL-West, déposées à la Chambre du Commerce et de l'Industrie de Deventer, sont en vigueur.

Au cas où vous souhaiteriez recevoir des renseignements complémentaires, nous vous prions de prendre contact avec le service après-vente.

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

Respectueusement,



**AL-West B.V. M. Brice Theillère, Tel. 33/380681937**  
**Chargé 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.

## Cde 1359242 Solide / Eluat

N° échant.	Prélèvement	Nom de l'échantillon
611222	25.10.2023	SP1
611223	25.10.2023	SP2

### Unité

611222  
SP1

611223  
SP2

### Prétraitement des échantillons

Prétraitement de l'échantillon		++	++
Broyeur à mâchoires		++	++
Matière sèche	%	77,4	81,0

### Analyses Physico-chimiques

Sulfures solubles	mg/kg Ms	<0,20 <sup>*)</sup>	<0,20 <sup>*)</sup>
Chlorures	mg/kg Ms	30 <sup>*)</sup>	21 <sup>*)</sup>

### Agressivité chimique sur béton

Grade d'agressivité sur béton (selon DIN 4030)	MS	<XA1	<XA1
--	----	------	------

### Autres analyses

Acidité selon Baumann-Gully	ml/kg Ms	<1,0 <sup>*)</sup>	17 <sup>*)</sup>
Sulfates (SO4)	mg/kg Ms	1730 <sup>*)</sup>	1810 <sup>*)</sup>

Explication: dans la colonne de résultats "<" signifie inférieur à la limite de quantification; n.d. signifie non déterminé.  
les incertitudes de mesure analytiques spécifiques aux paramètres ainsi que les informations sur la méthode de calcul sont disponibles sur demande, si les résultats communiqués sont supérieurs à la limite de quantification spécifique au paramètre. Les critères de performance minimaux des méthodes appliquées sont généralement basés selon la Directive 2009/90/CE de la Commission Européenne en ce qui concerne l'incertitude de mesure.

Début des analyses: 08.01.2024

Fin des analyses: 16.01.2024

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.

AL-West B.V. M. Brice Theillère, Tel. 33/380681937  
Chargé relation clientèle

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

Directeur  
ppa. Marc van Gelder  
Dr. Paul Wimmer

# 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

**Cde 1359242** Solide / Eluat

## Liste des méthodes

**Conforme à NEN-EN 16179 :** Prétraitement de l'échantillon

**DIN 4030** \*) : Sulfures solubles Acidité selon Baumann-Gully Chlorures Sulfates (SO<sub>4</sub>)

**méthode interne** : Broyeur à mâchoires

**NEN-EN 15934** : Matière sèche

**<Sans objet>** : Grade d'agressivité sur béton (selon DIN 4030)

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

## Annexe de N° commande 1359242

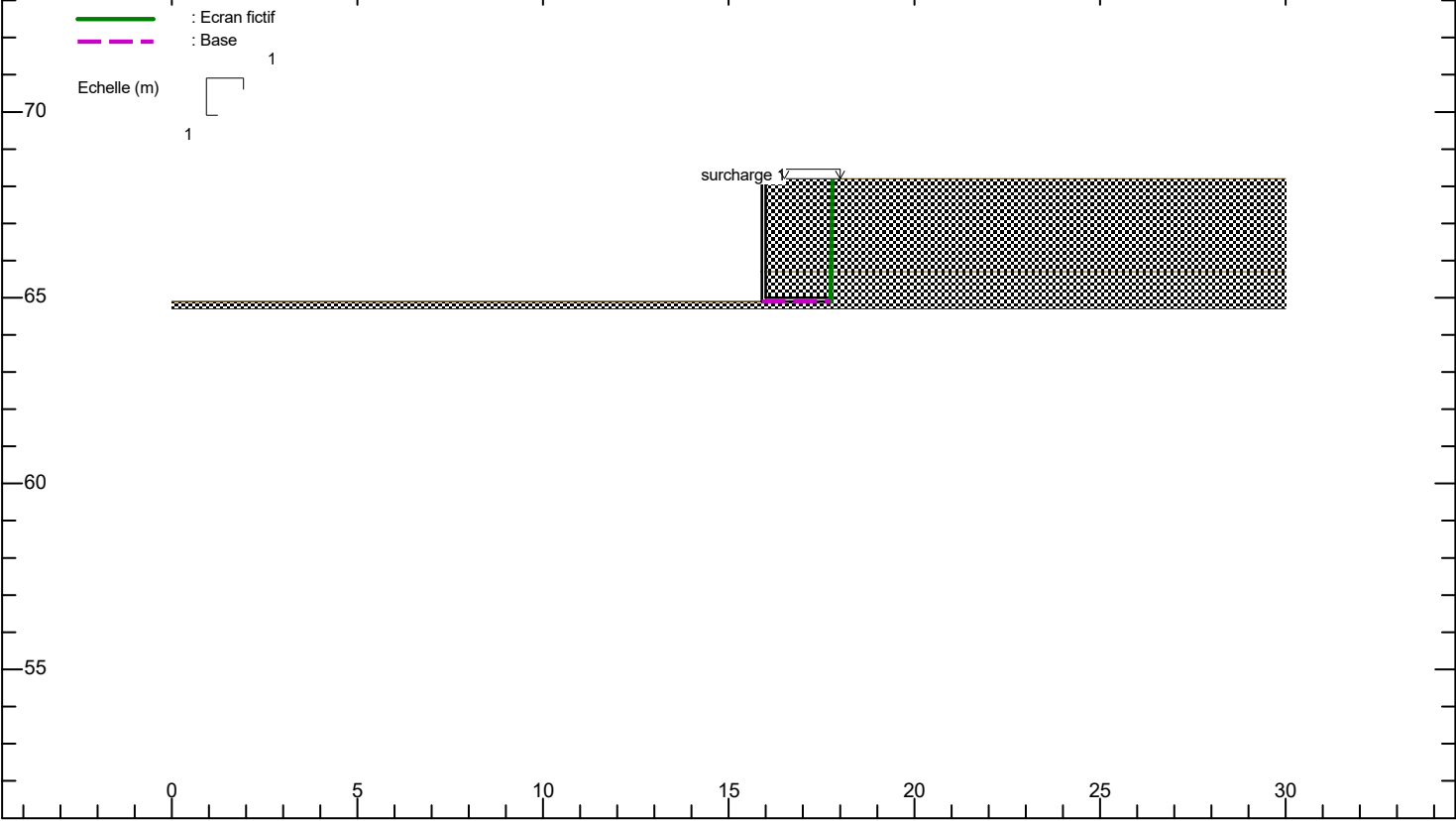
### CONSERVATION, TEMPS DE CONSERVATION ET FLACONNAGE

Le délai de conservation des échantillons est expiré pour les analyses suivantes :

<b>Matière sèche</b>	611222, 611223
<b>Sulfures solubles</b>	611222, 611223

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 " \* " .




## Annexe III : **Résultats graphiques GEOMUR**




GEOMUR© v2.20.1 du 23/02/23 développé par GEOS  
site web : <http://www.geos.fr> e-mail : [logiciels@geos.fr](mailto:logiciels@geos.fr)

GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2  
Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS

Tél : 04 50 95 38 14  
Fax : 04 50 95 99 36

SOLS	$\gamma$	c	$\varphi$	$\delta$	Ca
 1	18.00	10.00	33.00	0.00	0.00
 2	18.00	20.00	25.00	0.00	0.00
 3	18.00	20.00	30.00	0.00	0.00

MUR	$\gamma$	BASE	C	$\phi$	q0	qu	Type sol
	25.00		10.00	30.00	0.00	800.00	cohérent

SURCHARGES	Xg	Xd	Qg	Qd	$\alpha$	
1	16.50	18.00	5.00	5.00	0.00	permanente

Fichier : Soutène Rosati\_Ind B.gmr  
Unités : kN, m  
Méthode de CULMANN  
Surfaces brisées précalculées  
Xi incliné à delta

Prise en compte de la cohésion pour le calcul des poussées :  
Intégration de la partie positive du diagramme des contraintes, calculé avec la cohésion.

NPCP230321_MR	1/2/2024 - 10:6	CCI Rue des Rosati_Soutènement	FIGURE 1/4

Facteurs de sécurité partiels					Critère	Statique		Sismique			
								Pesant		Allégeant	
Sol	Eau	Charges	Poussée	Méthode		Fs cal	Fs min	Fs cal	Fs min	Fs cal	Fs min
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	CLASSIQUE Glissement () Renversement () Excentricité = 0.006 m doit être < 0.308 m  Poinçonnement ()  MUR 73 Glissement (P1.2-72.1-75) Poinçonnement (P1.2-73.1) Poinçonnement (P1.2-72.1)	160.962 216.592  12.031  160.962 160.962 4.557 4.010 4.010	> 1.500 > 1.500  > 3.000  > 1.500 > 1.500 > 1.000 > 1.000 > 1.000	- -  -  - - - -	- -  -  - - - -	- -  -  - - - -	
Poids		Poussée		Méthode	FASCICULE 62	Fs cal	Fs min	Fs cal	Fs min	Fs cal	Fs min
	Sol	Eau	Charges								
1.000	1.200	1.050	1.200 1.330	1.125	Glissement (A521+B3.4)	87.343 87.391 100.00 %	> 1.000 > 1.000 > 10.00 %	-	-	-	-
1.000	1.200	1.050	1.200 1.330	1.125	Renversement (A521+B3.2)	100.00 %	> 10.00 %	-	-	-	-
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	Renversement (A53+B3.3)	100.00 %	= 100.00 %	-	-	-	-
1.000	1.200	1.050	1.200 1.330	1.125	Poinçonnement (A521+B3.11)	6.687 6.687	> 1.000 > 1.000	-	-	-	-
1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	Poinçonnement (A533+B3.12)	4.010	> 1.000	-	-	-	-
Actions - ELU permanentes défavorables γg = 1.35 variables défavorables γq = 1.5  permanentes favorables γg = 1 variables favorables γq = 0  Eau favorable γw;inf = 1 Eau défavorable γw;sup= 1.35  Résistances portance (ELU) γR;v = 1.4 portance (ELS) γR;v = 2.3 glissement γR;h = 1.1 butée γR;e = 1.4  Methode glissement γR;d;h = 0.9 portance γR;d;v = 1					Eurocodes 7 : NF P 94-281						
					Approche 2 - ELU  Glissement (ELU Article 9.3.1) Poussée défavorable-Poids favorable  Renversement (ELU Article 9.2.2) Poussée favorable -Poids défavorable  Poinçonnement (ELU Article 9.2.1) Poussée défavorable-Poids défavorable		Rh;d = 70.626 kN/m Rp;d = 0 kN/m Hd = 0.7416 kN/m Hd <= Rh;d + Rp;d  e = -0.00726 m e < 7/15 * B = 0.863 m  R0=0 kN; iδβ=0.99 Rv;d = 1039.7 kN/m Vd = 163.5 kN/m Vd <= Rv;d + R0				
					Approche 2 - ELS  Renversement (ELS Article 12.3)  Poinçonnement (ELS Article 12.2)		e = -0.00612 m e < 1/4 * B = 0.462 m  R0=0 kN; iδβ=0.99 Rv;d = 632.84 kN/m Vd = 121.11 kN/m Vd <= Rv;d + R0				

<b>RESULTATS DE CALCULS INTERMEDIAIRES (METHODE CLASSIQUE)</b>  <b>SOL À PREDOMINANCE COHERENTE</b>  Statique Excentricité = -0.006 δ=0.26 ° qmin = 64.164 kPa qref = 66.114 kPa			iδβ = 0.994 β=0.00 °,d=0.00 m qmax = 66.764 kPa Vol. mur = 0.505 m²	
--	--	--	--	--

GEOMUR© v2.20.1 du 23/02/23 développé par GEOS site web : <a href="http://www.geos.fr">http://www.geos.fr</a> e-mail : <a href="mailto:logiciels@geos.fr">logiciels@geos.fr</a>	GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2 Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS	Tél : 04 50 95 38 14 Fax :04 50 95 99 36
--	---	---

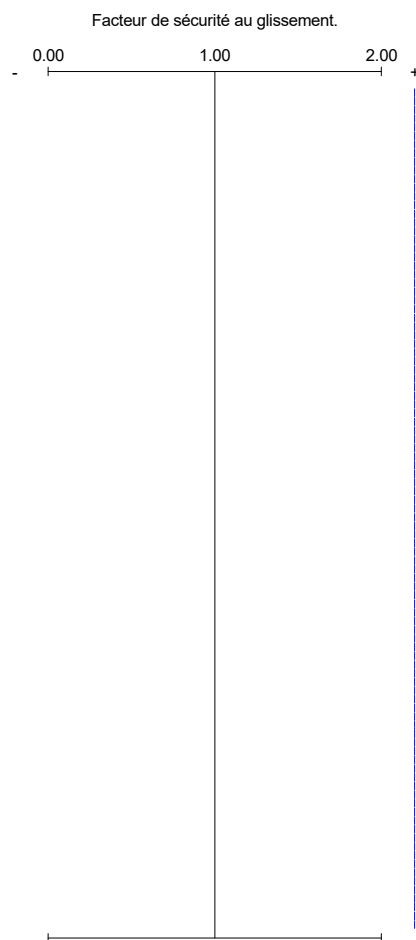
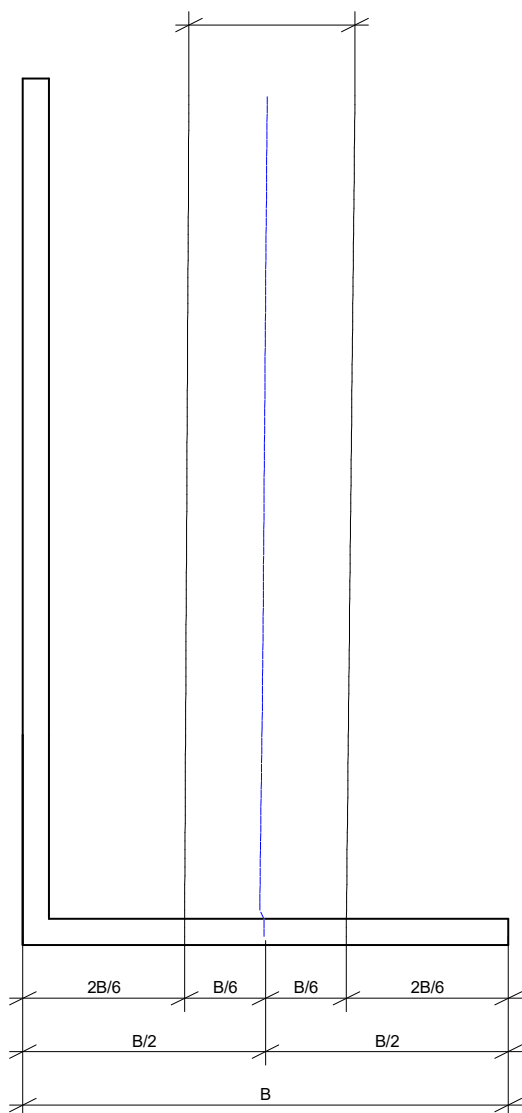
NPCP230321_MR	1/2/2024 - 10:6	CCI Rue des Rosati_Soutènement	FIGURE 2/4



## STABILITE INTERNE

mur en maçonnerie :

La résultante doit passer dans le tiers central.



Caractéristiques internes du mur (Methode classique):

$C$   $\phi$   
50.00 35.00

Conditions vérifiées :

Résultante :

en statique -> OUI

Glissement :

; OUI

Légende :

--- : statique

GEOMUR© v2.20.1 du 23/02/23 développé par GEOS  
site web : <http://www.geos.fr> e-mail : [logiciels@geos.fr](mailto:logiciels@geos.fr)

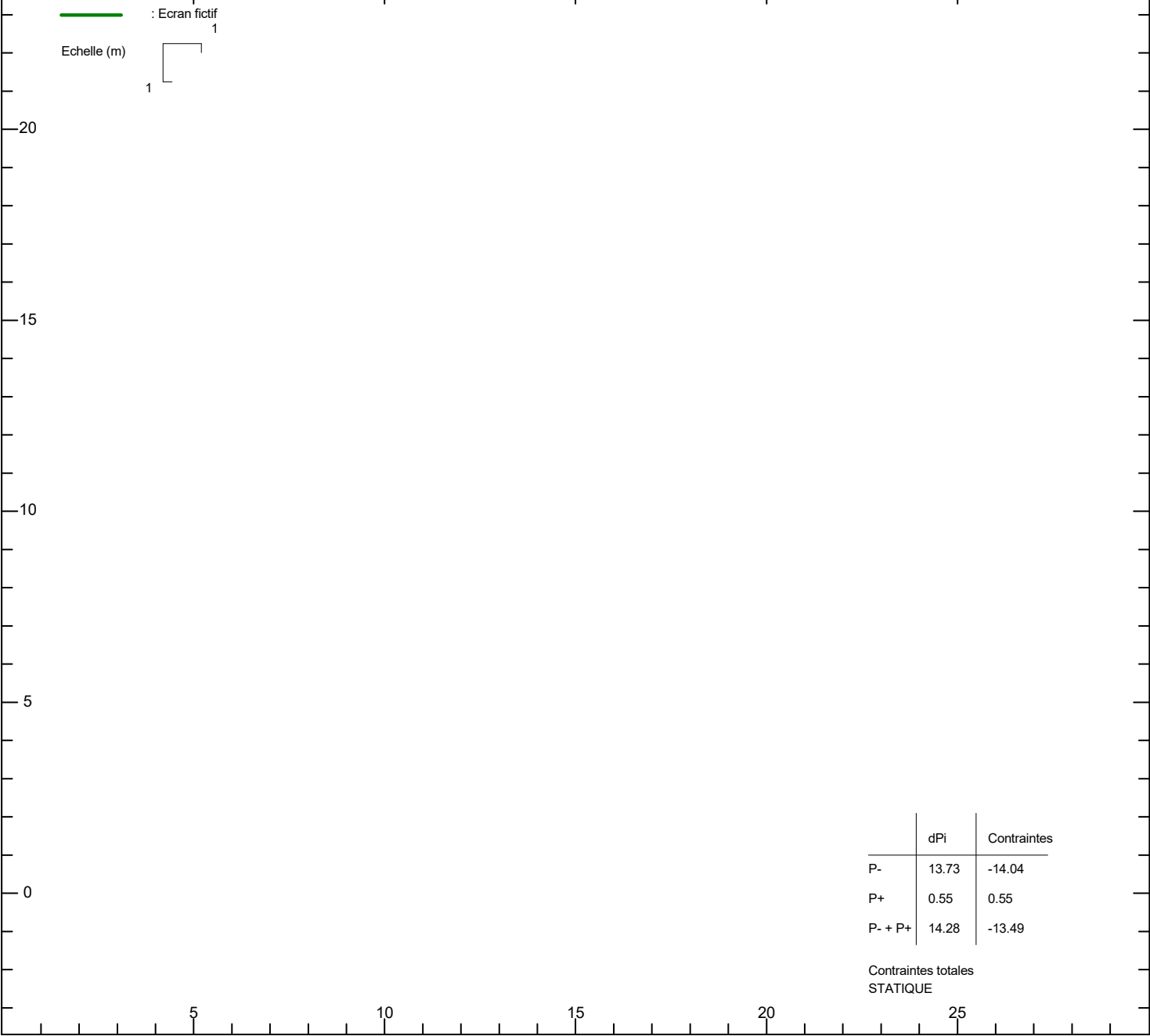
GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2  
Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS

Tél : 04 50 95 38 14  
Fax : 04 50 95 99 36

NPCP230321\_MR 1/2/2024 - 10:6

CCI Rue des Rosati\_Soutènement



FIGURE  
3/4



	dPi	Contraintes
P-	13.73	-14.04
P+	0.55	0.55
P- + P+	14.28	-13.49

Contraintes totales  
STATIQUE

POIDS DU MUR	W= 121.12 kN	Xg= 16.84 m	Yg= 66.63 m
dont : W mur= 12.62 kN	W charges= 6.25 kN	W sol/patin = 0.00 kN	W eau= 0.00 kN
	W sol/semelle= 102.24 kN	W sol sous semelle= 0.00 kN	

POUSSEE TOTALE	P= 0.55 kN	$\tau = -0.89^\circ$	Pv = -0.01 kN	Ph = 0.55 kN	X = 17.76 m	Y = 65.85 m
 Poussée due au sol	P= 0.55 kN	$\tau = -0.89^\circ$	Pv = -0.01 kN	Ph = 0.55 kN	X = 17.76 m	Y = 65.85 m
 Poussée due aux charges	P= 0.00 kN	$\tau = 179.11^\circ$	Pv = 0.00 kN	Ph = -0.00 kN	X = 17.76 m	Y = 65.72 m

RESULTANTE	R= 121.11 kN	$\tau = 89.74^\circ$	Rv= 121.11 kN	Rh= 0.55 kN	X = 16.83 m	Y = 64.90 m
------------	--------------	----------------------	---------------	-------------	-------------	-------------

GEOMUR© v2.20.1 du 23/02/23 développé par GEOS site web : <a href="http://www.geos.fr">http://www.geos.fr</a> e-mail : <a href="mailto:logiciels@geos.fr">logiciels@geos.fr</a>	GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2 Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS	Tél : 04 50 95 38 14 Fax :04 50 95 99 36
--	---	---

NPCP230321_MR	1/2/2024 - 10:6	CCI Rue des Rosati_Soutènement	FIGURE 4/4

## Annexe IV :      **Résultats graphiques TALREN**

# Données du projet

Type d'application : Calcul de stabilité classique

Numéro d'affaire : NPCP230321

Titre du calcul : CCI Arras

Lieu : N/A

Commentaires : N/A

Système d'unités : kN, kPa, kN/m³

γw : 10.0

Couches de sol

	Nom	Couleur	γ	φ	c	Δc	qs,clou	pmax	ks×B	Anisotropie	Favorable	Coefficients de sécurité spécifiques
1	Remblais		18,0	33,00	10,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
2	Craie très altérée		18,0	25,00	20,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non
3	Craie altérée		18,0	30,00	20,0	0,0	-	-	-	Non	Non	Non

Couches de sol (cont.)

	Nom	Couleur	Γγ	Γc	Γtan(φ)	Type de cohésion	Courbe	Écoulement dans le sol	kh	kv
1	Remblais		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
2	Craie très altérée		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-
3	Craie altérée		-	-	-	Effective	Linéaire	Non	-	-

Points

	X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y		X	Y
1	0,000	68,200	2	20,000	68,200	3	23,800	65,600	4	40,000	65,600	5	0,000	65,700	6	40,000	65,700
7	23,654	65,700	8	0,000	64,700	9	40,000	64,700	10	0,000	55,200	11	40,000	55,200			

Segments

	Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2		Point 1	Point 2
1	1	2	3	3	4	4	5	7	5	7	2	6	7	3	7	8	9
																8	10
																	11

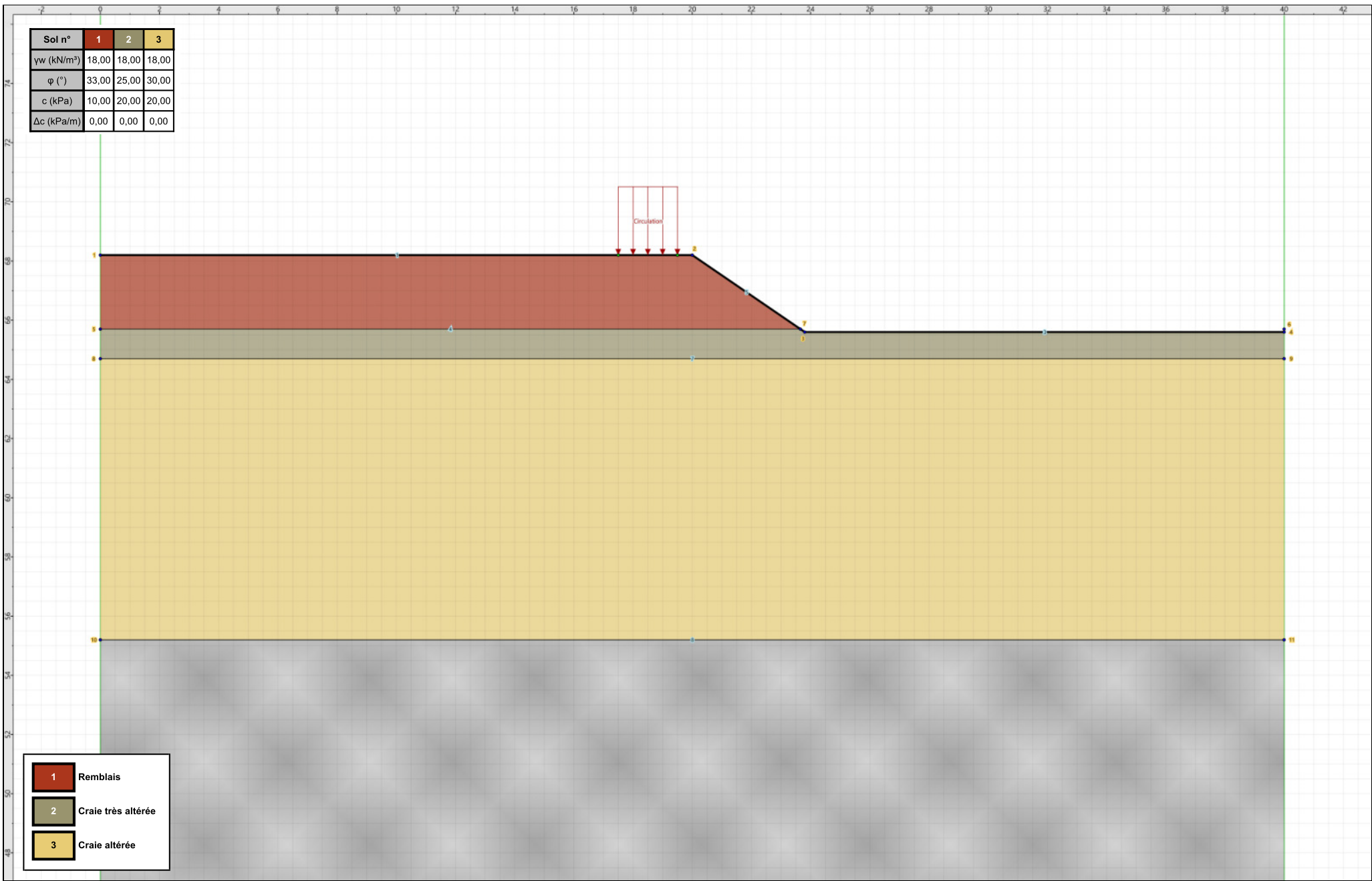
Surcharges réparties

	Nom	X gauche	Y gauche	q gauche	X droite	Y droite	q droite	Ang/horizontale
1	Circulation	17,500	68,200	5,0	19,500	68,200	5,0	90,00



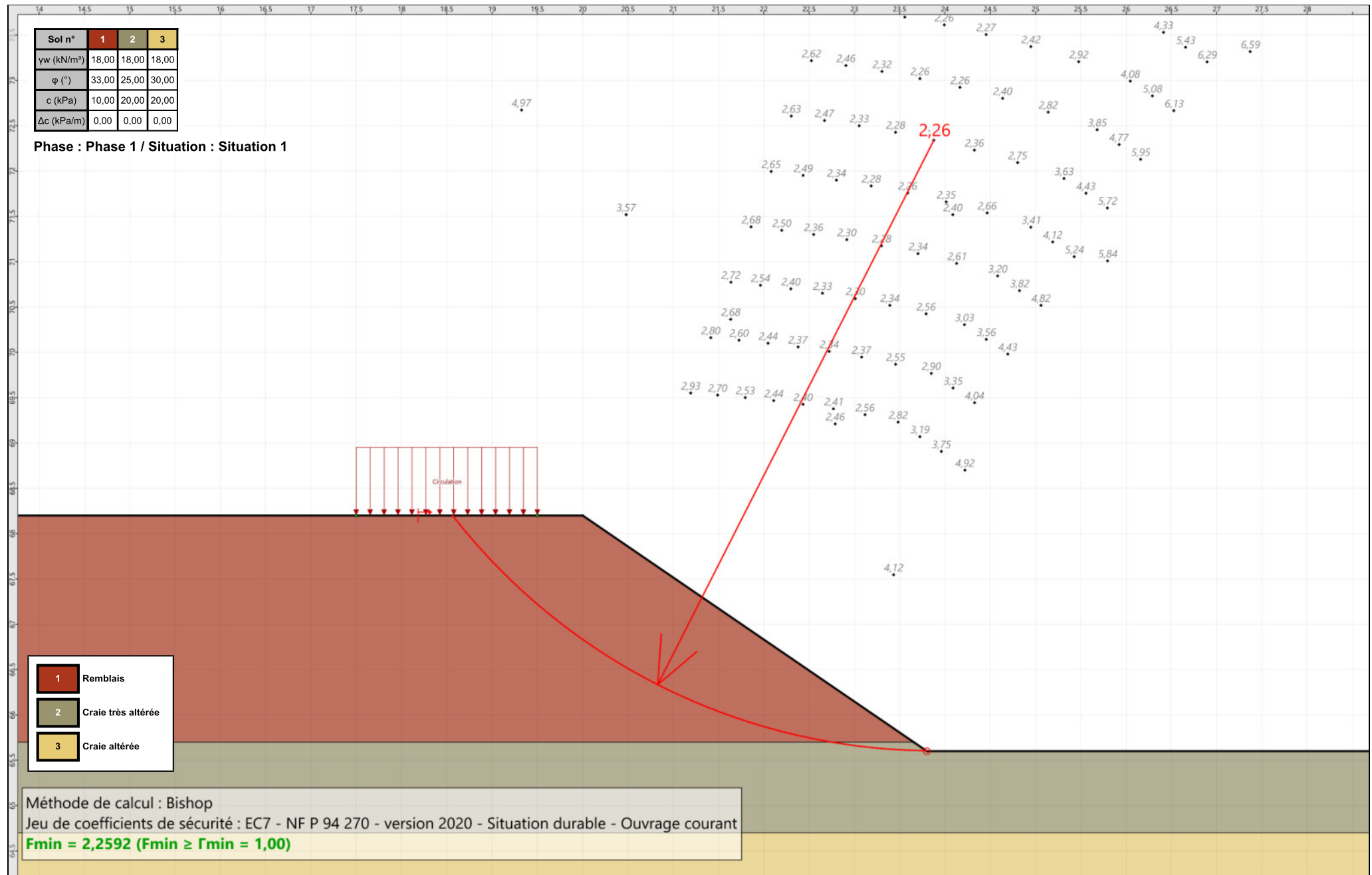
Talren v6  
v6.1.3

Imprimé le : 31 janv. 2024 16:41:24  
Calcul réalisé par : ANTEA GROUP  
Projet : CCI Arras



Sol n°	1	2	3
$\gamma_w$ (kN/m³)	18,00	18,00	18,00
$\varphi$ (°)	33,00	25,00	30,00
c (kPa)	10,00	20,00	20,00
$\Delta c$ (kPa/m)	0,00	0,00	0,00

Phase : Phase 1 / Situation : Situation 1





#### Références :



[www.lne.fr](http://www.lne.fr)



Portées  
communiquées  
sur demande