

REIMS (51)
Étude géotechnique G2 phase PRO

Rapport n° PR.51GT.23.0118 - 002 – 29/03/2024

CENTRE DES MONUMENTS NATIONAUX

Réaménagement du musée du Palais du Tau

AGENCE DE REIMS

Z.I Farman Sud
1 rue Paul Maino
51100 REIMS

☎ 03 26 82 13 00

reims@groupefondasol.com

SUIVI DES MODIFICATIONS ET MISES A JOUR

FTQ.261-B

Rév.	Date	Nb pages *	Modifications	Rédacteur	Contrôleur
-	29/03/2024	42	1ère diffusion	A. TCHUEM	B. VUILLAUME
A					
B					
C					

REV PAGE	-	A	B	C	REV PAGE	-	A	B	C	REV PAGE	-	A	B	C
1	X				41	X				81				
2	X				42	X				82				
3	X				43					83				
4	X				44					84				
5	X				45					85				
6	X				46					86				
7	X				47					87				
8	X				48					88				
9	X				49					89				
10	X				50					90				
11	X				51					91				
12	X				52					92				
13	X				53					93				
14	X				54					94				
15	X				55					95				
16	X				56					96				
17	X				57					97				
18	X				58					98				
19	X				59					99				
20	X				60					100				
21	X				61					101				
22	X				62					102				
23	X				63					103				
24	X				64					104				
25	X				65					105				
26	X				66					106				
27	X				67					107				
28	X				68					108				
29	X				69					109				
30	X				70					110				
31	X				71					111				
32	X				72					112				
33	X				73					113				
34	X				74					114				
35	X				75					115				
36	X				76					116				
37	X				77					117				
38	X				78					118				
39	X				79					119				
40	X				80					120				

** nombre de pages hors annexes. Les annexes sont paginées séparément.*

SOMMAIRE

A. Présentation de notre mission ____ 5

A.1. Eléments du contrat ____ 5

A.2. Mission selon la norme NF P94-500 ____ 5

A.4. Documents à notre disposition pour cette étude ____ 6

A.5. Programme d'investigations ____ 7

B. Caractéristiques générales du site ____ 11

B.1. Description générale ____ 11

B.2. Résultats de l'enquête documentaire ____ 13

C. Description du projet ____ 16

C.1. Description du projet ____ 16

C.2. Descentes de charges ____ 18

D. Résultats des investigations ____ 19

D.1. Lithologie ____ 19

D.2. Données géomécaniques ____ 20

D.3. Essais et analyses en laboratoire ____ 20

D.4. Données hydrogéologiques ____ 21

D.5. Reconnaissances de fondation ____ 22

D.6. Autres investigations ____ 27

E. Principes de construction envisageables pour les ouvrages géotechniques ____ 28

E.1. Contraintes spécifiques du site / identification des aléas géotechniques ____ 28

E.2. Déblais, soutènements (local cuve à fioul) ____ 28

E.3. Fondations ____ 28

E.4. Zone d'Influence Géotechnique (ZIG) ____ 28

F. Etude des soutènements ____ 29

F.1. Coupe étudiée ____ 29

F.2. Données d'entrée ____ 30

F.3. Hypothèses de calculs ____ 31

F.4. Caractéristiques de l'écran et des appuis ____ 31

F.5. Phasage de calcul ____ 32

F.6. Principes des calculs ____ 32

F.7. Résultats des calculs et éléments de justifications ____ 33

F.8. Sujétions d'exécution ____ 36

F.9. Dispositions vis-à-vis des eaux souterraines ____ 37

F.10. Dispositions et sujétions particulières vis-à-vis des existants ____ 38

F.11. Surveillance des travaux et suivi du comportement des ouvrages ____ 38

G. Étude des fondations par radier général 40

G.1. Niveau d'assise du radier 40

G.2. Modèle et hypothèses géotechniques 40

G.3. Eléments de pré-dimensionnnement 41

G.4. Dispositions constructives et des sujétions d'exécution 41

H. Suites à donner 42

ANNEXES

1. Conditions Générales de service – 4 pages

2. Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (NF P94-500) – 1 page

3. Missions types d'ingénierie géotechnique (Norme NF P94-500) – 1 page

4. Résultats des investigations in situ – 34 pages

5. Résultats des sondages carottés – 23 pages

6. Schémas et photographies des sondages de reconnaissance des fondations – 5 pages

7. Résultats des essais de laboratoire – 15 pages

8. Procès-verbaux d'essais pénétrométriques et à la dynaplaque – 20 pages

9. Risques naturels – 2 pages

A. PRESENTATION DE NOTRE MISSION

A.1. Eléments du contrat

Maître d'Ouvrage : Centre des Monuments Nationaux.

Maître d'œuvre : ACMH.

Devis : SQ.51GT.23.12.030 du 11/12/2023.

Bon de commande n° EJ/010/2023/0042796 daté du 26/12/2023.

A.2. Mission selon la norme NF P94-500

Mission : G2 PRO selon la norme NF P94-500 (Missions d'Ingénierie Géotechnique Types – Révision de novembre 2013).

Cette étude fait suite à l'étude G1 + G2 AVP réalisée par FONDASOL (document [1].[8]).

Le rapport G2 PRO contient :

- Les résultats des investigations (plans d'implantation, coupes géologiques et diagrammes des essais in-situ) ;
- La description des choix constructifs des ouvrages géotechniques intégrant le phasage et les contraintes du projet données par le maître d'œuvre ;
- Les hypothèses géotechniques pour la justification des ouvrages géotechniques listés ci-après et un prédimensionnement géotechnique ;
- Les indications relatives aux dispositions constructives et sujétions d'exécution.

L'étude de conception géotechnique est relative exclusivement aux ouvrages géotechniques listés ci-après :

- Ecrans de soutènement,
- Fondations superficielles.

Notre mission ne comprend pas, notamment :

- Etude du mur de clôture du calorifère à créer,
- Diagnostic structurel des caves existantes,
- Vérification de la résistance structurale des ouvrages,
- Etablissement des plans du projet,
- Estimation des quantités, coûts et délais.

Remarques importantes :

- Nos études géotechniques ne concernent pas les projets géothermiques ; des études géologiques, hydrogéologiques et thermiques spécifiques, aux profondeurs requises pour ces projets, doivent être menées pour analyser les aléas particuliers qui pourraient y être liés (notamment risque de mise en communication de nappes, d'artésianisme, de sols gonflants, etc.).
- L'objet de l'étude géotechnique n'est pas de détecter une éventuelle contamination des sols par des matières polluantes, ni de définir les filières d'évacuation des déblais. Le cas échéant, le service Environnement de FONDASOL est disponible pour établir un devis de diagnostic environnemental.

A.3. Autres prestations réalisées pour le projet

	Prestation(s)	Par	Pièce(s)
DÉTECTION DE RÉSEAUX	Implantation des points de sondages	ECARTIP	ECIL-24-00900-ICR-RSX-VP-001-A.pdf Rapport EC2400900 - Sécurisation - Palais du Tau Reims.pdf
PATHOLOGIE DES STRUCTURES	Diagnostic de dallage	FONDASOL	

A.4. Documents à notre disposition pour cette étude

A.4.1. Documents préalables

Nous avons disposé pour cette étude des documents suivants :

[1]. Courriel de consultation en date du 20/11/2023,

[2]. Plan topographique sous format PDF,

[3]. Jeu de plans du projet et de l'existant sous format PDF établi par PARICA et daté de septembre 2023 incluant : niveaux et coupes,

[4]. Plan calorifère ancien sous format PDF,

[5]. Cahier de charges établi par PARICA et daté de juillet 2023,

[6]. Rapport de sécurisation des sondages par détection des réseaux sous format PDF, référencé EC2400900, établi par ECARTIP et daté du 07/02/2024,

[7]. Descentes de charges en pied de piliers de la cathédrale Notre Dame et de la chapelle palatine sous format PDF,

[8]. Rapport d'étude G1 + G2 AVP référencé PR.51GT.23.0118-001 établi par FONDASOL et daté du 04/10/2023.

A.4.2. Normes et règlements

- Norme NF P94-261 – Norme d'application nationale de l'Eurocode 7 – Fondations superficielles et l'amendement A1 : NF P94-261/A1 ;
- Norme NF P94-282 : Norme d'application nationale de l'Eurocode 7 – Ouvrages de soutènement – Ecrans et les amendements A1 : NF P94-282/A1 et A2 : NF P94-282/A1.

A.5. Programme d'investigations

Les investigations suivantes ont été réalisées :

- Pour la mission G1 + G2 AVP :

Sondages	**SP1**	**SP2**	**SD1**	**SD2**
Type	Pressiométrique	Pressiométrique	Destructif	Destructif
Profondeur (m)	20,0	20,0	5,0	1,5
Essais	14	14	-	-
Outils	Tarière continue Ø 63 mm jusqu'à 10 m de profondeur puis taillant rotopercussion Ø 64 mm avec injection d'eau		Tarière continue Ø 63 mm	Tarière à main
Équipement	Piézomètre en PVC crépiné Ø 50 mm	-	-	-
Nivellement (NGF)	86,75	86,85	86,95	86,5

Sondages	**SC1**	**PD1**	**PD2**	**PD3**
Type	Carotté	Pénétromètre dynamique	Pénétromètre dynamique	Pénétromètre dynamique
Profondeur (m)	15,0	7,0	7,0	7,0
Outils	Carottier rotatif Ø 116 mm	Pénétromètre DPSH type B	Pénétromètre DPSH type B	Pénétromètre DPSH type B
Nivellement (NGF)	86,3	86,4	86,75	86,95

Sondages	**PM1**	**RF1**	**RF3**
Type	Pelle mécanique	Reconnaissance de fondation	Reconnaissance de fondation
Profondeur (m)	1,2	0,9	1,3
Critère d'arrêt	Volontaire	Refus	Refus
Outil	Pelle mécanique	Pelle mécanique	Manuelle
Nivellement (NGF)	86,9	86,2	86,5

Sondages	**SD3**	**SD3bis**
Type	Destructif	Destructif
Profondeur (m)	3,5	3,5
Critère d'arrêt	Refus	Refus
Outils	Tarière continue Ø 63 mm	Tarière continue Ø 63 mm
Nivellement (NGF)	86,3	86,3

NGF : Nivellement Général de la France.

Nota :

- Le sondage RF2 n'a pas pu être réalisé à son emplacement initial et a été annulé à la demande du Maître d'ouvrage.
- Le sondage carotté SC1, implanté à son emplacement initial, a rencontré un bloc de calcaire vers 3,6 m de profondeur, soit à la cote 82,6 NGF. Ce sondage a été décalé vers le calorifère afin de pouvoir effectuer des prélèvements d'échantillons intacts.
- Le sondage SD2 a été réalisé manuellement au droit de la zone du dallage à rénover (en partie Sud-Est du palais).
- Les sondages SD3 et SD3bis ont été réalisés après avoir rencontré un refus au droit du sondage de reconnaissance de fondation RF1 et ce afin d'estimer l'étendue du débord de la fondation.

Le nivellement des sondages a été réalisé avec un récepteur GPS dans le système NGF-IGN69 (repris par le terme NGF dans la suite du rapport).

- Pour la mission G2 PRO :

Sondages	**SP3**	**SP4**	**SD4**	**SD5**
Type	Pressiométrique	Pressiométrique	Destructif	Destructif
Profondeur (m)	15,0	20,0	8,75	8,75
Essais	10	14	-	-
Outils	Tarière continue Ø 63 mm		Tricône Ø 115 mm avec injection d'eau avec enregistrement de paramètres	
Nivellement (NGF)	86,2	84,45	86,05	86,05

Sondages	**SD6**	**SD7**	**SD8**	**SD9**
Type	Destructif	Destructif	Destructif	Destructif
Profondeur (m)	8,75	8,8	8,9	8,85
Outils	Tricône Ø 115 mm avec injection d'eau avec enregistrement de paramètres			
Nivellement (NGF)	86,05	86,1	86,1	86,15

Sondages	**SD10**	**SD11**	**SD12**	**SD13**
Type	Destructif	Destructif	Destructif	Destructif
Profondeur (m)	8,8	8,8	8,85	8,35
Outils	Tricône Ø 115 mm avec injection d'eau avec enregistrement de paramètres			
Nivellement (NGF)	86,1	86,1	86,15	86,0

Sondages	**SD14**	**SD15**	**SD16**	**SD17**
Type	Destructif	Destructif	Destructif	Destructif
Profondeur (m)	8,35	8,7	8,7	8,5
Outils	Tricône Ø 115 mm avec injection d'eau avec enregistrement de paramètres			
Nivellement (NGF)	86,0	86,05	85,95	86,0

Sondages	**SD18**	**SD19**	**SD20**	**SC2**
Type	Destructif	Destructif	Destructif	Carotté
Profondeur (m)	8,8	8,65	8,55	8,0
Outils	Tricône Ø 115 mm avec injection d'eau avec enregistrement de paramètres			Carottier rotation Ø 116 mm
Nivellement (NGF)	86,1	85,95	86,0	86,1

Sondages	SC3	SC4	SC5
Type	Carotté	Carotté	Carotté
Profondeur (m)	8,0	8,0	8,0
Outils	Carottier rotation Ø 116 mm		
Nivellement (NGF)	86,15	86,0	85,95

NGF : Nivellement Général de la France.

L'implantation et le nivellement des sondages ont été réalisés par Ecartip hormis le sondage SP4.

Le nivellement du sondage SP4 a été réalisé selon le document [3].

Le sondage SP4 a été réalisé à l'aide d'une machine démontable.

Les sondages SD4 à SD20, SC2 à SC4 ont été réalisés dans le but de reconnaître les fondations de la chapelle Palatine et de la cathédrale Notre Dame.

A.5.1. Essais en laboratoire

Sondages	Profondeur (en m)	Teneur en eau	Analyse granulométrique par tamisage	Limite d'Atterberg	VBs	Proctor + IPI	
						w_{OPN}	ρ_{OPN}
PM1	0,50	x	x		x	x	x
SC1	1,18	x	x	x			
SC1	3,15	x	x	x			
SC1	4,60	x	x		x		
SC1	5,50	x	x		x		

Sondages	Profondeur (en m)	Masse volumique apparente	Masse volumique déjaugée	Essai de cisaillement direct CD
SC1	3,15	x	x	x
SC1	5,50	x	x	x

A.5.2. Autres investigations

Les investigations ci-après ont été réalisées par RINCENT Laboratoires dans le cadre de la mission G1 + G2 AVP :

Sondages	PDL1	PDL2	PDL3
Type	Pénétromètre dynamique	Pénétromètre dynamique	Pénétromètre dynamique
Profondeur (m)	4,16	3,13	4,15
Critère d'arrêt	Refus	Refus	Refus
Outils	Pénétromètre léger type PANDA	Pénétromètre léger type PANDA	Pénétromètre léger type PANDA
Nivellement (NGF)	86,5	86,5	86,5

NGF : Nivellement Général de la France.

3 essais à la dynaplaque légère notés DYN1 à DYN3 ont également été réalisés au droit de la future voie pompiers.

Les investigations ci-après ont été réalisées par RINCENT Laboratoires dans le cadre de la mission G2 PRO :

Sondages	**PDL4**
Type	Pénétromètre dynamique
Profondeur (m)	5,0
Critère d'arrêt	Refus
Outils	Pénétromètre léger type PANDA
Nivellement (NGF)	84,45

B. CARACTERISTIQUES GENERALES DU SITE

B.1. Description générale

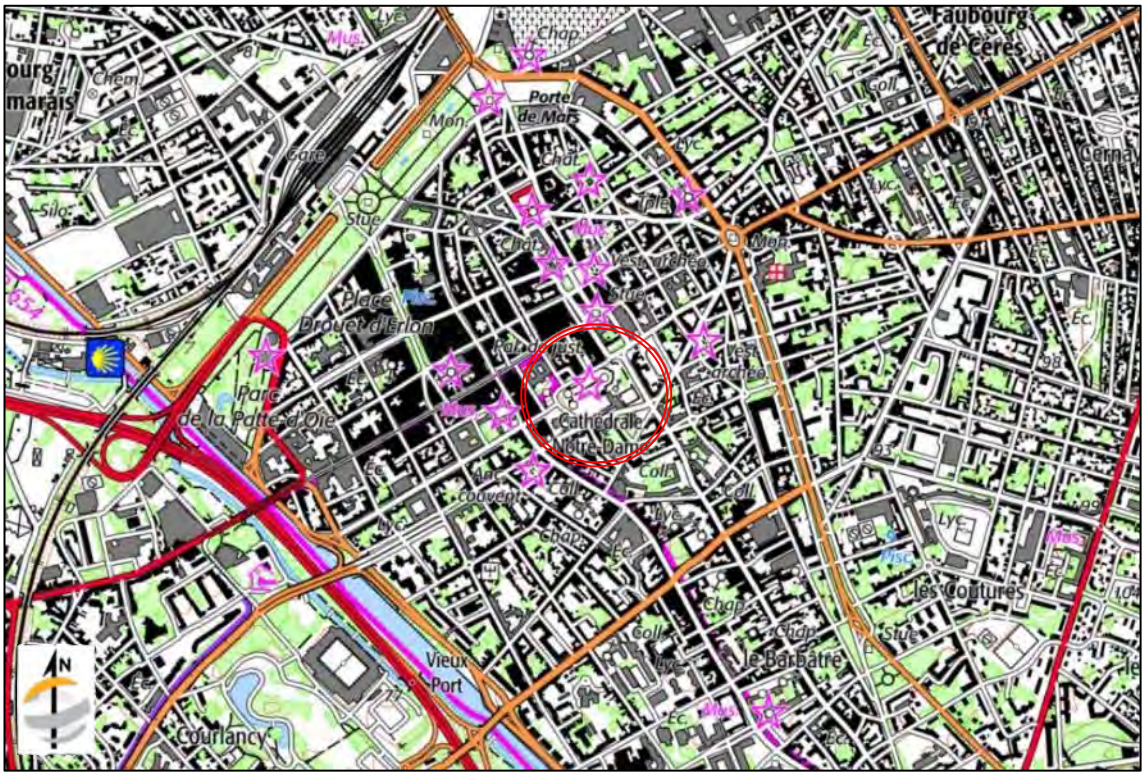
B.1.1. Situation et topographie

Situation du terrain :

- Adresse du site : rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51).
- Parcelle cadastrale : CX n° 345.
- Superficie du terrain : environ 21 400 m².

Topographie :

- Altitude du site selon la carte IGN du secteur : environ 86 m NGF.
- Au droit de l'emprise du projet, l'altimétrie de nos points de sondage varie entre les cotes 85,95 et 86,95 NGF, soit un dénivelé de 1 m.
- Le terrain présente une légère pente (≈ 1 % en moyenne) descendante, globalement orientée vers le Nord.



Extrait carte IGN

B.1.2. Le site et son environnement

Lors de nos interventions, le terrain était occupé par le Palais du Tau en cours de travaux de réhabilitation. La cathédrale Notre Dame est situé au Nord du Palais. Le Palais est bordé, à l'Est, par des espaces verts, à l'Ouest, par un parvis et par la rue du Cardinal de Lorraine au Sud.



Photographie aérienne du site (Géoportail ©)












Vues du site (visite du 13/06/2023)




Vues du site (visite du 07/02/2024)

B.2. Résultats de l'enquête documentaire

B.2.1. Contexte géologique général

D'après la carte géologique de REIMS et sa notice associée, les terrains du site seraient constitués, sous des terrains de recouvrement (terre végétale, remblais), par la craie blanche du Campanien inférieur.



Extrait de la carte géologique de REIMS (source : BRGM ©)

B.2.2. Risques naturels connus

B.2.2.1. Synthèse des risques recensés

Risque	Aléa / sensibilité	Document réglementaire et date de prescription
Remontées de nappe	Terrain situé en zone potentiellement sujette aux inondations de caves (fiabilité moyenne).	
Retrait-gonflement des sols argileux	Aléa a priori nul.	Arrêté du 22 juillet 2020.
Cavités	Cavités souterraines de type cave, carrière, naturelle et indéterminée, recensées à moins de 500 m du projet.	
Mouvement de terrain	Mouvements de terrain, de type effondrement et éboulement, recensés à moins de 500 m du projet. Projet situé dans la zone d'aléa selon plan de zonage réglementaire du PPR de type Mouvement de terrain.	PPR de type Mouvement de terrain nommé R 111-3 cavité, approuvé le 15/05/1991.
Séismes	Zone de sismicité 1 (très faible).	Décret n°2010-1254, Décret n°2010-1255.
Rayonnements ionisants – Radon	Non situé dans un département prioritaire - potentiel faible (catégorie 1)	Décret n° 2002-460.

Cette liste n'est pas exhaustive. Il appartient aux concepteurs du projet de s'assurer que le projet tient compte des prescriptions liées à l'ensemble des risques, y compris non géotechniques.

Pour plus de détails, le lecteur pourra se reporter aux extraits des cartes en Annexes.

B.2.2.2. Arrêtés de reconnaissance de catastrophe naturelle publiés pour la commune

Nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles (CAT-NAT) : 16 Source : CCR

Inondations et/ou Coulées de Boue : 10

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE0000591A	07/07/2000	07/07/2000	25/10/2000	15/11/2000
INTE0500053A	07/08/2004	07/08/2004	15/04/2005	23/04/2005
INTE0700035A	04/07/2006	05/07/2006	15/01/2007	25/01/2007
INTE2023938A	26/06/2020	26/06/2020	14/09/2020	24/10/2020
INTE2119792A	04/06/2021	04/06/2021	30/06/2021	02/07/2021
INTE2119792A	19/06/2021	21/06/2021	30/06/2021	02/07/2021
INTE9300038A	29/05/1992	29/05/1992	04/02/1993	27/02/1993
INTE9300412A	30/04/1993	01/05/1993	20/08/1993	03/09/1993
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
IOCE0804632A	24/05/2007	24/05/2007	20/02/2008	22/02/2008

Mouvement de Terrain : 5

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE0200389A	01/04/2001	30/06/2001	01/08/2002	22/08/2002
INTE0400697A	01/06/2003	30/06/2003	11/01/2005	15/01/2005
INTE0500534A	01/01/2003	30/05/2003	02/08/2005	10/08/2005
INTE1932508A	10/02/2018	15/03/2018	18/11/2019	30/11/2019
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

Inondations Remontée Nappe : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE0300301A	15/03/2001	15/05/2001	19/06/2003	27/06/2003

C. DESCRIPTION DU PROJET

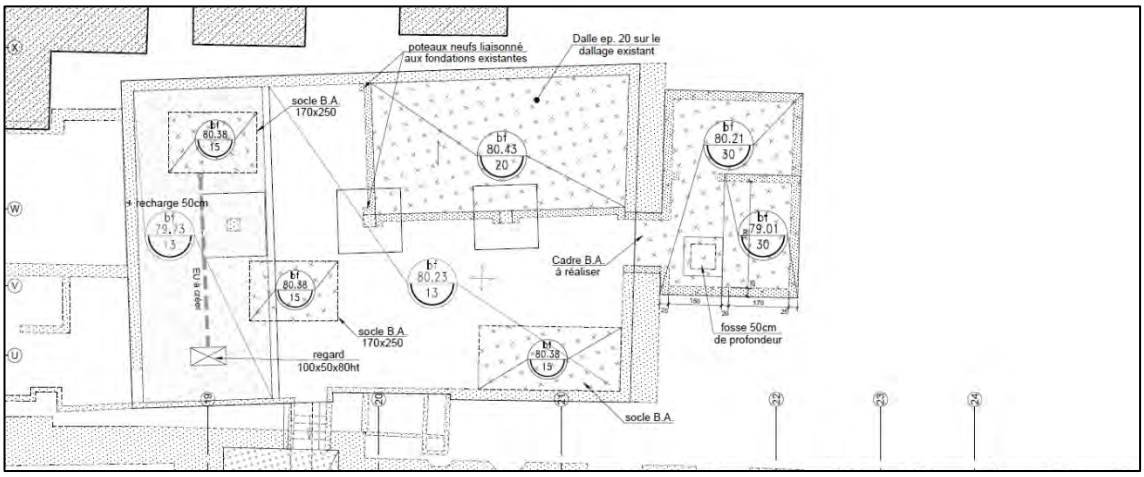
C.1. Description du projet

C.1.1. Caractéristiques générales du projet

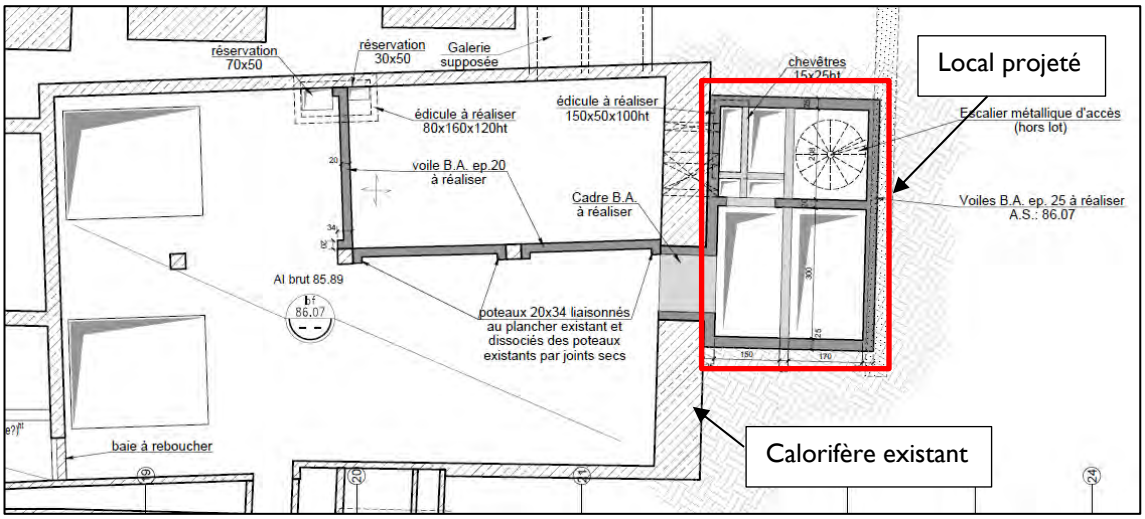
Le projet prévoit le réaménagement du musée du Palais du Tau en bordure de la rue du Cardinal de Lorraine, sur la commune de REIMS (51).

Il s'agira de réaliser :

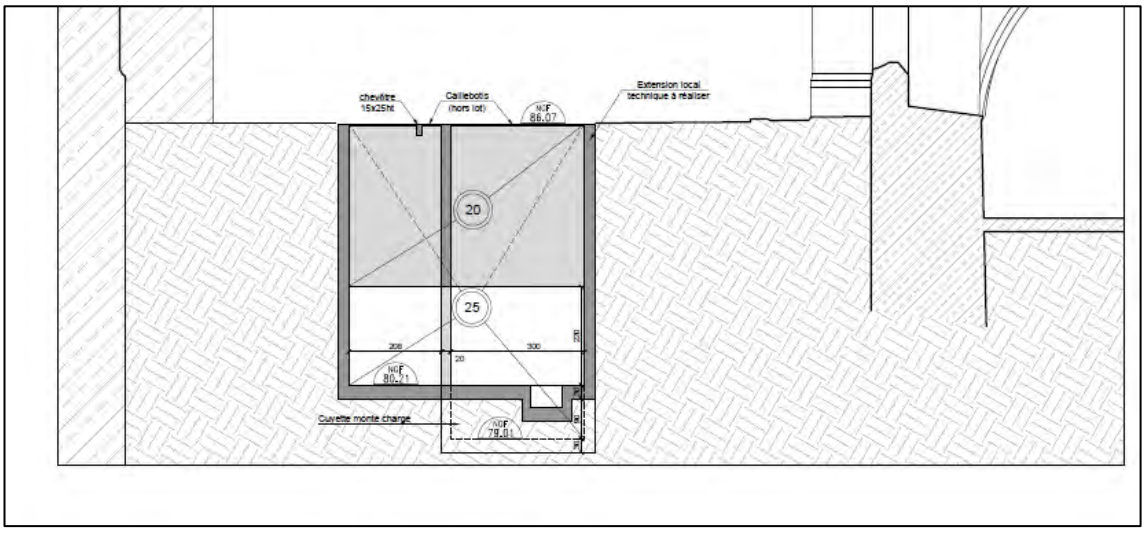
- La reconstruction du local cuve à fioul dont le niveau bas est calé à la cote 79,01 NGF, soit environ à 7,4 m sous le niveau du terrain naturel actuel (en considérant un radier de 30 cm). Cette reconstruction impliquera la démolition complète du local existant. Le local est de dimensions en plan 5,8 m x 3,9 m. Il sera réalisé à proximité immédiate du calorifère existant en partie Ouest.
- La disposition de charges surfaciques lourdes (20 kPa) sur le niveau bas de la salle basse (dallage sur terre-plein sur caves) sur une emprise de 20 m x 1.5 m. L'étude de l'impact des charges lourdes sur les caves est hors mission.



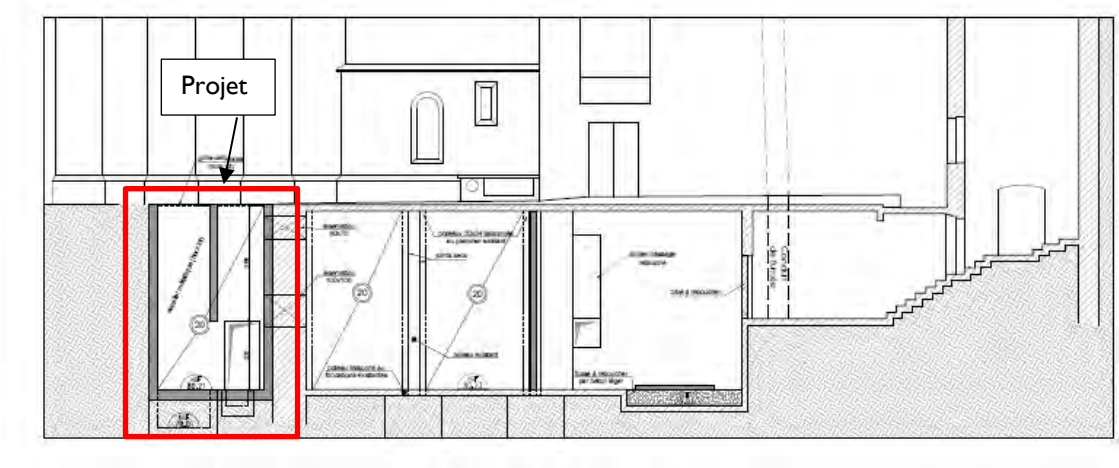
Vue en plan Sous-sol 2 (document [3])



Vue en plan Sous-sol 1 (document [3])



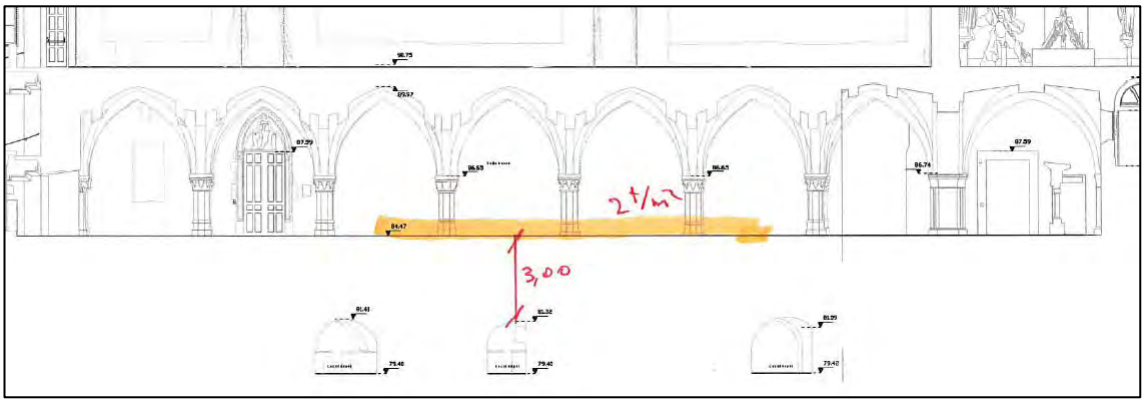
Coupe sur la cuve à fioul (document [3])



Coupe sur la cuve à fioul (document [3])



Extrait du plan d'implantation de la surcharge sur dallage (document [5])



Coupe sur le projet (document [5])

C.1.2. Catégorie géotechnique et durée d'utilisation de projet

En l'absence d'indication, nous avons considéré, conformément à l'Eurocode 7, les hypothèses suivantes :

- Catégorie géotechnique : 2.
- Classe de conséquence : CC2.
- Catégorie de durée d'utilisation de projet : 4 (50 ans).

Ces hypothèses seront à confirmer par le Maître d'ouvrage.

C.1.3. Catégorie d'importance vis-à-vis du risque sismique

La catégorie d'importance d'ouvrage considérée par hypothèse dans la suite du rapport (hypothèse restant à confirmer par le maître d'ouvrage) est : III.

C.2. Descentes de charges

Selon le document [4], le volume de la cuve à fioul est de 20 000 L apportant une surcharge de l'ordre de 9 kPa sur le radier du local. La charge sous radier est donc de 17 kPa (radier de 30 cm d'épaisseur selon [3]).

La surcharge apportée sur le dallage de la salle basse du Palais du Tau est de 20 kPa.

D. RESULTATS DES INVESTIGATIONS

D.1. Lithologie

Les sondages ont permis de mettre en évidence la succession lithologique suivante :

- **Formation 1 :** des **remblais sablo-graveleux, gravelo-sableux à argilo-graveleux, limono-sableux à sablo-limoneux, argilo-sableux à sablo-argileux** bruns, gris, gris-marron à gris-beige, marron foncé, blancs à cailloux, graves, morceaux de craie, métalliques, débris coquilliers, fragments de brique, etc.
- **Formation 2 :** des **limons sablo-crayeux et sables limono-crayeux** beiges,
- **Formation 3 :** de la **craie** blanche.

Nous récapitulons la base des formations au droit de chaque sondage dans le tableau inséré ci-dessous.

		SP1	SP2	SP3	SP4	SD1	SD2
N°	**Nature de la formation**	**Prof. (1) (cote (2))**	**Prof. (1) (cote (2))**	**Prof. (1) (cote (2))**	**Prof. (1) (cote (2))**	**Prof. (1) (cote (2))**	**Prof. (1) (cote (2))**
1	Remblais	11,0 (75,75)	5,5 (81,35)	5,6 (80,6)	3,5 (80,95)	4,2 (82,75)	1,5(3) (85,0)
2	Limons sablo-crayeux et sables limono-crayeux beiges	-	-	-	-	4,5 (82,45)	-
3	Craie blanche	20,0(3) (66,75)	20,0(3) (66,85)	15,0(3) (71,2)	20,0(3) (64,45)	5,0(3) (81,95)	-

		SD3	SD3bis	PM1	SC1
N°	**Nature de la formation**	**Prof. (1) (cote (2))**	**Prof. (1) (cote (2))**	**Prof. (1) (cote (2))**	**Prof. (1) (cote (2))**
1	Remblais	3,5(3) (83,45)	3,5(3) (83,45)	1,2(3) (85,7)	4,15 (82,15)
2	Limons sablo-crayeux et sables limono-crayeux beiges	-	-	-	5,0 (81,3)
3	Craie blanche	-	-	-	15,0(3) (71,3)

(1) Profondeur en mètre
(2) Cote NGF
(3) Base du sondage

Nota :

1. La description des terrains traversés et la position des interfaces comportent des imprécisions inhérentes à la méthode de forage destructif. En outre, elle ne permet pas de déterminer la granulométrie exacte des horizons ou d'identifier la présence d'éléments grossiers (blocs, etc.).
2. Les remblais (couche 1) ont été rencontrés jusqu'à des profondeurs très variables, comprises entre 1,2 et 11,0 m de profondeur au droit des sondages. Il est possible de rencontrer des surépaisseurs de remblais en d'autres points du projet.

3. Les remblais peuvent comporter des blocs et/ou des passages indurés voire des vestiges d'ouvrages enterrés. Il faudra prévoir le matériel adapté pour les traverser.

D.2. Données géomécaniques

Les caractéristiques mécaniques des sols ont été mesurées in situ à partir des essais pressiométriques en SP1 à SP4 et essais pénétrométriques en PD1 à PD3 et PDL1 à PDL4. Elles sont récapitulées dans le tableau inséré ci-dessous :

		Essais pressiométriques								Pénétromètre dynamique lourd	Pénétromètre dynamique léger	Compacité / consistance
N°	**Formation**	**Pression limite nette p_{LM}* (MPa)**				**Module pressiométrique E_M (MPa)**			**Nb valeurs**	**Résistance de pointe q_d (MPa)**	**Résistance de pointe q_d (MPa)**	
		Min	Max	Moyenne (1)	Ecart -type	Min	Max	Moyenne (2)				
1	Remblais(3)	0,11	2,5	0,76	0,79	1,7	39,0	3,5	15	1 < qd < 65	1 < qd < 90	Hétérogène
2	Limons sablo-crayeux et sables limono-crayeux beiges	Pas d'essai, couche non rencontrée au droit des sondages pressiométriques							-	-		-
3	Craie blanche	2,47	4,95	4,17	0,95	26,9	283,7	86,9	33	6 < qd < 15	10 < qd < 30	Altérée à saine

(1) Moyenne arithmétique
(2) Moyenne harmonique
(3) Rappelons que les remblais sont, par leur nature anthropique, potentiellement hétérogènes

Nota : les caractéristiques mécaniques mesurées au droit des sondages pénétrométriques sont moins élevées que celles mises en évidence au droit des essais pressiométriques dans la formation 3, ce qui est probablement dû au caractère thixotropique de la craie (chute de portance lors du battage).

D.3. Essais et analyses en laboratoire

On trouvera, en annexe, les résultats des essais de laboratoire.

Les échantillons de sols ont été prélevés comme indiqué ci-après.

Sondage	Profondeur de prélèvement (m)	Nature du matériau
PM1	0,5	Remblais (formation 1)
SC1	1,18	Remblais (formation 1)
SC1	3,15	Remblais (formation 1)
SC1	4,60	Sable limoneux (formation 2)
SC1	5,60	Craie (formation 3)

Les résultats des essais, effectués sur ces échantillons écrêtés des plus gros éléments, sont récapitulés dans le tableau ci-après.

Sondages	Prof.	W_n	VBs	D_{max}	Passant à 50 mm	Passant à 2 mm	Passant à 80 µm	W_L	I_P	Proctor + IPI		Classification GTR
										w_{OPN}	ρ_{OPN}	
	m	%		mm	%	%	%	%	%	%	t/m³	
PM1	0,50	16,6	0,56	125	85,6	52,2	28,5			18,4	1,70	C1B5m
SC1	1,18	18,8		33	100,0	60,8	26,5	29	7			B5
SC1	3,15	27,5		25	100,0	62,4	34,6	34	9			B5
SC1	4,60	15,4	0,68	15	100,0	82,4	37,9					A1
SC1	5,60	24,5	0,19	60	96,8	35,9	25,3					C1B5

Sondages	Prof.	ρ	ρ_d	c'	φ'
	m	t/m³	t/m³	kPa	°
SC1	3,15	1,88	1,48	1	37
SC1	5,60	2,00	1,60	10	36

Les sols A1 correspondent à des limons peu plastiques. Ces sols changent brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau, en particulier lorsque leur teneur en eau naturelle est proche de w_{OPN} (teneur en eau optimum Proctor normal). Le temps de réaction aux variations de l'environnement hydrique et climatique est également relativement court.

La proportion de fines et la faible plasticité des sols B5 rapprochent beaucoup leur comportement de celui des sols A1.

Les sols C1B5 sont des sols comportant des fines et des gros éléments. Le comportement de ces sols peut être justement apprécié par celui de leur fraction 0/50 mm (sols B5).

Les sols prélevés en PM1 sont dans un état hydrique moyen.

D.4. Données hydrogéologiques

Lors de nos investigations, réalisées en juin 2023, des niveaux d'eau ont été relevés aux profondeurs et cotes suivantes au droit de certains sondages :

Niveau d'eau	SP1		SP2	
	Prof.(1)	Cote(2)	Prof.(1)	Cote(2)
En fin de chantier	10,95	75,8	10,9	75,95

(1) Profondeurs en mètre par rapport au niveau actuel du terrain
(2) Cote NGF

Les sondages SD1, SD2, SD3, SD3bis et PM1 sont restés secs aux profondeurs atteintes.

Lors de nos investigations, réalisées en février 2024, des niveaux d'eau ont été relevés aux profondeurs et cotes suivantes au droit de certains sondages :

Niveau d'eau	SP3		SP4	
	Prof.(1)	Cote(2)	Prof.(1)	Cote(2)
En fin de forage	10,1	76,1	8,1	76,35

(1) Profondeurs en mètre par rapport au niveau actuel du terrain
(2) Cote NGF

Les niveaux d'eau ci-avant correspondent à des observations réalisées lors de nos interventions sur site. Ils pourraient correspondre à la nappe en relation avec la Vesle qui coule au Sud du site. Ils ne sont pas nécessairement stabilisés. De plus, ils peuvent être influencés par le fluide (eau) utilisé pour le forage, la durée d'observation dans le cas de terrains peu perméables, les conditions pluviométriques ayant précédé ces relevés, etc.

Le 19/03/2024, le niveau de l'eau a été relevé à 10,1 m de profondeur au droit du piézomètre installé en SP1, soit à la cote 76,65 NGF.

Notre intervention ponctuelle dans le cadre de la réalisation de la présente étude ne permet pas de fournir des informations hydrogéologiques suffisantes, dans la mesure où les relevés sont ponctuels, sans possibilité d'apprécier la variation inéluctable des nappes et circulations d'eau qui dépend notamment des conditions météorologiques.

Un suivi du piézomètre et une étude hydrogéologique permettrait de fournir des informations plus précises et de préciser les niveaux caractéristiques de la nappe.

D.5. Reconnaissances de fondation

Les résultats détaillés (coupes et photographies) sont présentés en annexe.

Nota : Le sondage RF2 n'a pas pu être réalisé à son emplacement initial et a été annulé à la demande du Maître d'ouvrage.

Sondages	Type fondation Nature	Profondeur base (m)	Débord (cm)	Nature sol ancrage
RF1	Non reconnue	Non reconnue	> 25 cm	Non reconnue
RF3	Non reconnue	Non reconnue	15 cm à 20 cm	Non reconnue

D.5.1. Sondage de reconnaissance de fondation RF1

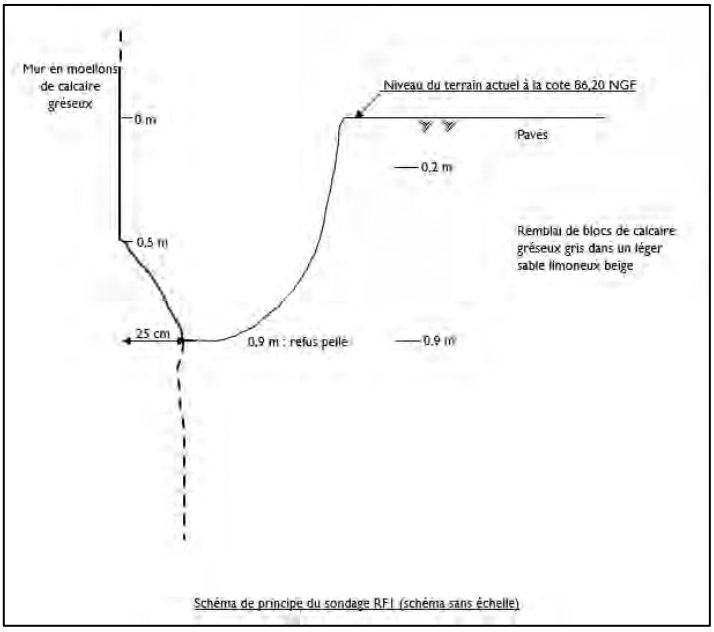
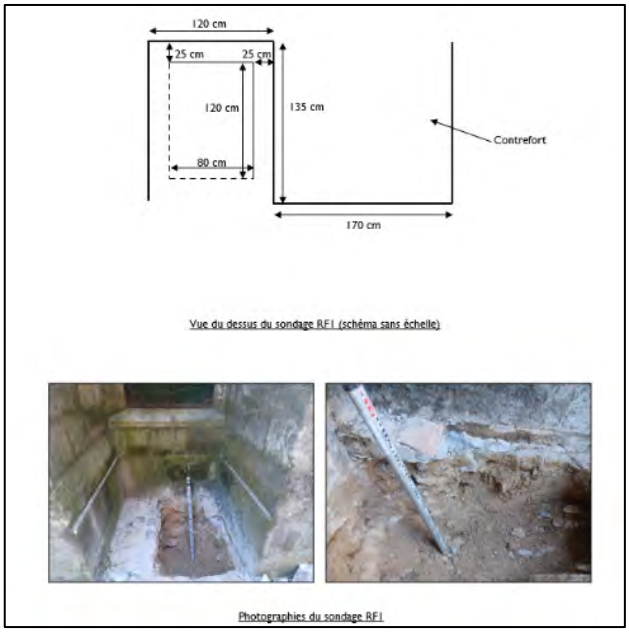


Schéma de principe du sondage RF1 (schéma sans échelle)

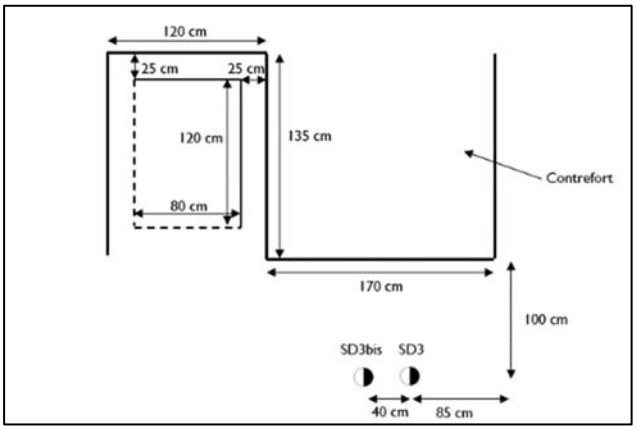


Vue du dessus du sondage RF1 (schéma sans échelle)

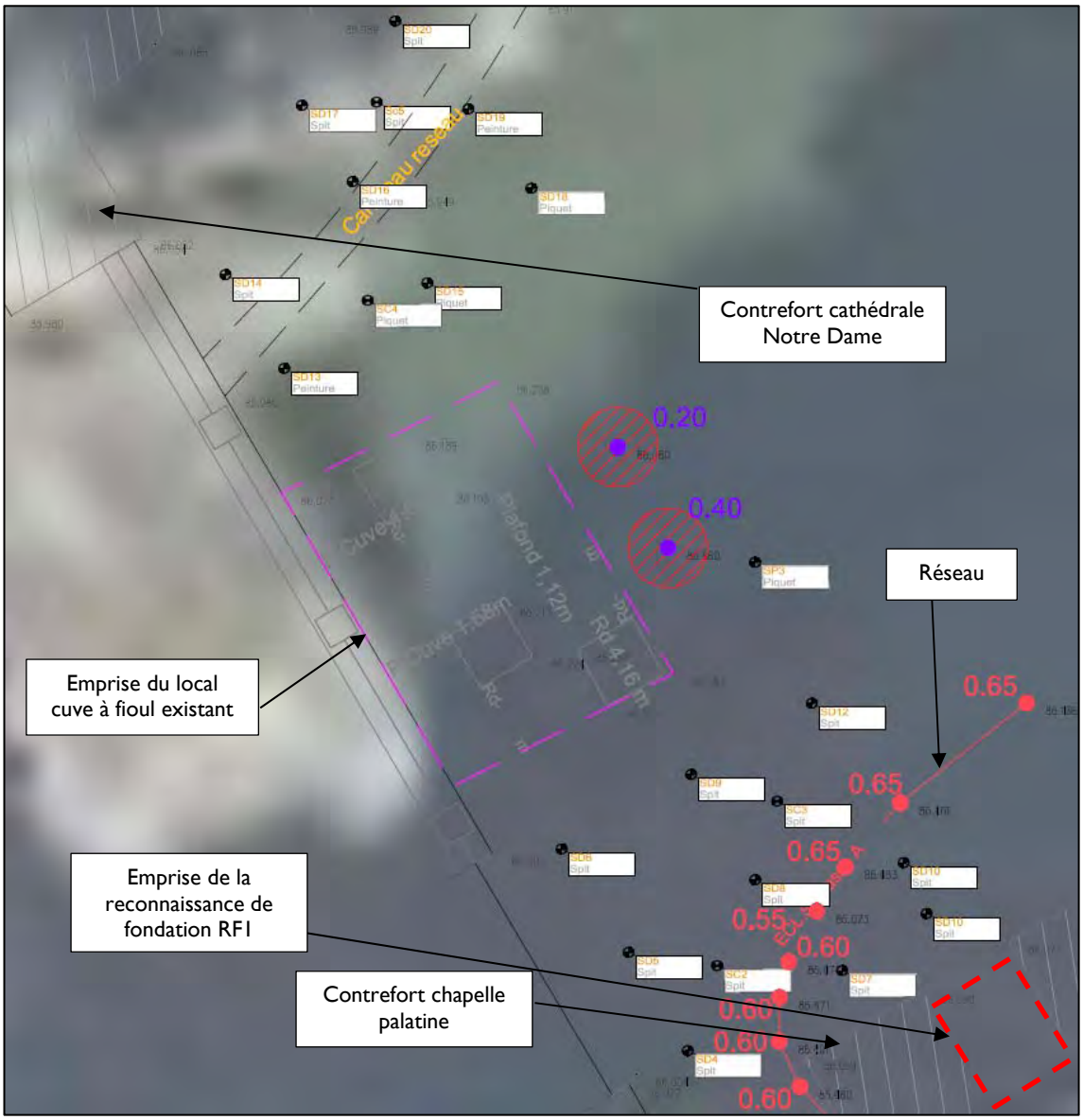
Photographies du sondage RF1

Le sondage RF1, initialement prévu au droit du contrefort, a été décalé et implanté en joue des contreforts compte-tenu de la présence d'un réseau. Ce sondage a été descendu jusqu'à 0,9 m de profondeur, soit à la cote 85,3 NGF (refus à la pelle mécanique). Le débord mis en évidence à 0,9 m de profondeur pourrait être supérieur à 25 cm.

Par la suite, 2 sondages destructifs, à la tarière continue (SD3 et SD3bis), ont été réalisés 1 m devant le contrefort et espacés de 40 cm. Ces sondages ont rencontré un refus à 3,5 m de profondeur, soit à la cote 82,8 NGF, pouvant a priori correspondre à un bloc calcaire.



Dans le cadre de notre intervention en février 2024, 17 sondages destructifs descendus à 8,0 m de profondeur avec enregistrement de paramètres et 4 sondages carottés descendus à 8,0 m de profondeur ont été réalisés selon l'implantation ci-après :



Extrait du plan d'implantation des sondages

Les paramètres de forage ont été enregistrés : vitesse d'avancement instantanée de l'outil (m/h), pression de poussée (bar), pression d'injection (bar), poussée de rotation (bar). Les enregistrements des paramètres de forage fournissent des indications sur la compacité des terrains.

La vitesse d'avancement de l'outil de forage est inversement proportionnelle à la résistance opposée sur le terrain. Elle augmente dans les terrains plus tendres et diminue dans les terrains plus durs. Elle doit être analysée conjointement avec les autres paramètres de forage.

Lors de la traversée de zones très compacts ou fondation par exemple, on observe une baisse significative de la vitesse d'avancement instantanée de l'outil ou de la retenue puis une augmentation au-delà de l'assise de fondation.

Les sondages ont mis en évidence :

- Dans le secteur de la chapelle palatine, des blocs de calcaires, de la maçonnerie et/ou du béton cyclopéen sur des profondeurs allant de 0,5 à 1,5 m (sondages SD4 à SD12 puis SC2 et SC3). A ce stade, nous ne pouvons affirmer qu'il s'agisse de la fondation de la chapelle palatine.

- Dans le secteur de la cathédrale Notre Dame, des blocs de calcaires, de la maçonnerie et/ou du béton cyclopéen sur des profondeurs allant de 3,2 à 5,5 m environ notamment au droit de SD14, SD16, SD17 et SD20 et visualisés par les sondages carottés en SC4 et SC5.

  Nota : Les carottes n'ont pas pu être prélevées entre 6 à 7 m en SC3 et entre 1,0 et 5,0 m de profondeur en SC4.

Les tableaux ci-après récapitulent les résultats obtenus :

- Dans le secteur de la chapelle palatine :

Sondages	Profondeur estimée de la tête des blocs de calcaires, la maçonnerie et/ou du béton cyclopéen (m) [Cote NGF]	Profondeur estimée de la base des blocs de calcaires, la maçonnerie et/ou du béton cyclopéen (m) [Cote NGF]	Nature des terrains sous les blocs de calcaires et/ou la maçonnerie
SD4	≈ 0,05 [86,0]	0,5 [85,55]	Remblais ?
SD5	-	0,5 [85,55]	Remblais ?
SD6	≈ 0,05 [86,0]	1,0 [85,05]	Remblais ?
SD7	≈ 0,05 [86,05]	0,5 [85,6]	Remblais ?
SD8	≈ 0,05 [86,05]	0,3 [85,8]	Remblais ?
SD9	≈ 0,05 [86,1]	1,0 [85,15]	Remblais ?
SD10	≈ 0,05 [86,05]	0,5 [85,6]	Remblais ?
SD11	≈ 0,05 [86,05]	1,0 [85,1]	Remblais ?
SD12	≈ 0,05 [86,1]	1,0 [85,15]	Remblais ?
SC2	0,15 [85,95]	1,5 [84,6]	Remblais
SC3	Non reconnue	Non reconnue	Non reconnue

- Dans le secteur de la chapelle palatine :

Sondages	Profondeur estimée de la tête des blocs de calcaires, la maçonnerie et/ou du béton cyclopéen (m) [Cote NGF]	Profondeur estimée de la base des blocs de calcaires, la maçonnerie et/ou du béton cyclopéen (m) [Cote NGF]	Nature des terrains sous les blocs de calcaires et/ou maçonnerie
SD13	Non reconnue	Non reconnue	Non reconnue
SD14	≈ 0,05 [85,95]	5,3 [80,7]	Craie ?
SD15	Non reconnue	Non reconnue	Non reconnue
SD16	≈ 0,6 [85,35]	3,2 [82,75]	Remblais ?
SD17	≈ 1,0 [85,0]	5,3 [80,7]	Craie ?
SD18	Non reconnue	Non reconnue	Non reconnue
SD19	Non reconnue	Non reconnue	Non reconnue
SD20	≈ 0,05 [85,95]	5,3 [80,7]	Craie ?
SC4	0,35 [85,65]	Non reconnue	Non reconnue
SC5	0,4 [85,55]	5,5 [80,45]	Craie

D.5.2. Sondage de reconnaissance de fondation RF3

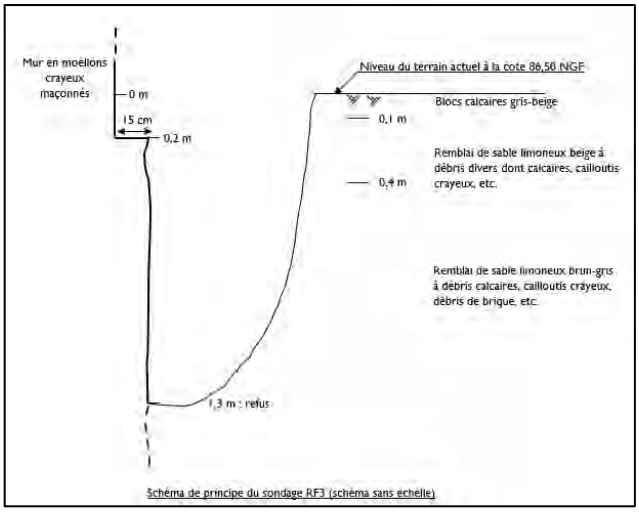


Schéma de principe du sondage RF3 (schéma sans échelle)


Photographies du sondage RF3

Le sondage manuel RF3 a été arrêté à 1,3 m de profondeur. La nature et l'assise de la fondation n'ont pas été reconnues. Ce sondage a mis en évidence un débord de 15 cm à 20 cm de profondeur.

D.6. Autres investigations

Les essais à la dynaplaque réalisés par RINCENT Laboratoires, au droit de la future voie pompiers, ont relevé un module EV2 moyen compris entre 130 et 196 MPa.

Les résultats détaillés sont présentés en annexe.

E. PRINCIPES DE CONSTRUCTION ENVISAGEABLES POUR LES OUVRAGES GEOTECHNIQUES

E.1. Contraintes spécifiques du site / identification des aléas géotechniques

Des contraintes spécifiques liées au projet et au site ont été mises en évidence :

- La présence de remblais sur des profondeurs très variables et localement très importantes, comprises entre 4,15 et 11,0 m et jusqu'à la base des sondages SD2, PM1, SD3 et SD3bis,
- Le 19/03/2024, nous avons relevé un niveau d'eau à 10,1 m de profondeur au droit du piézomètre installé en SP1, soit vers la cote 76,7 NGF. Le niveau de la nappe est sujet à des variations altimétriques.
- La présence d'ouvrages à proximité du futur local cuve à fioul et dont la nature, assises et débords des fondations ne sont pas reconnues précisément.

E.2. Déblais, soutènements (local cuve à fioul)

La réalisation local cuve à fioul conduit à prévoir un terrassement jusqu'à une profondeur de 7,4 m environ (en considérant un radier de 30 cm).

Il est étudié une solution de paroi micro-berlinoise provisoire, avec réalisation du voile de la structure définitive en descendant. La structure définitive en béton armé devra être conçue et dimensionnée pour reprendre l'intégralité des poussées en phase service.

On se reportera au chapitre F ci-après pour l'étude l'écran de soutènement provisoire.

E.3. Fondations

Il est prévu de fonder le local cuve à fioul sur fondation superficielle de type radier reposant sur la craie (formation 3), naturellement en place.

On se reportera au chapitre G ci-après pour l'étude du radier.

E.4. Zone d'Influence Géotechnique (ZIG)

La ZIG est le volume de terrain au sein duquel il y a interaction entre l'ouvrage ou l'aménagement de terrain, et l'environnement. La forme et l'extension de cette zone d'influence géotechnique sont spécifiques à chaque site et à chaque ouvrage ou aménagement de terrain.

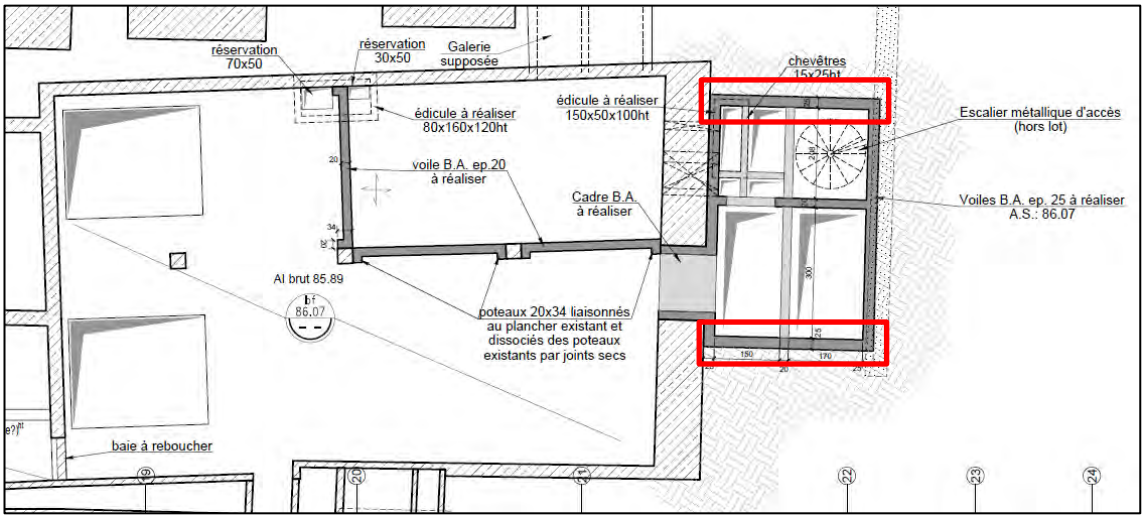
Il est prévu de réaliser des terrassements en déblais de l'ordre de 7,4 m de hauteur pour réaliser le local cuve à fioul. Par conséquence, la Zone d'Influence Géotechnique s'étend sur une distance horizontale d'environ 23 m autour du projet.

Elle comprendra le calorifère, le Palais ainsi que la cathédrale Notre Dame.

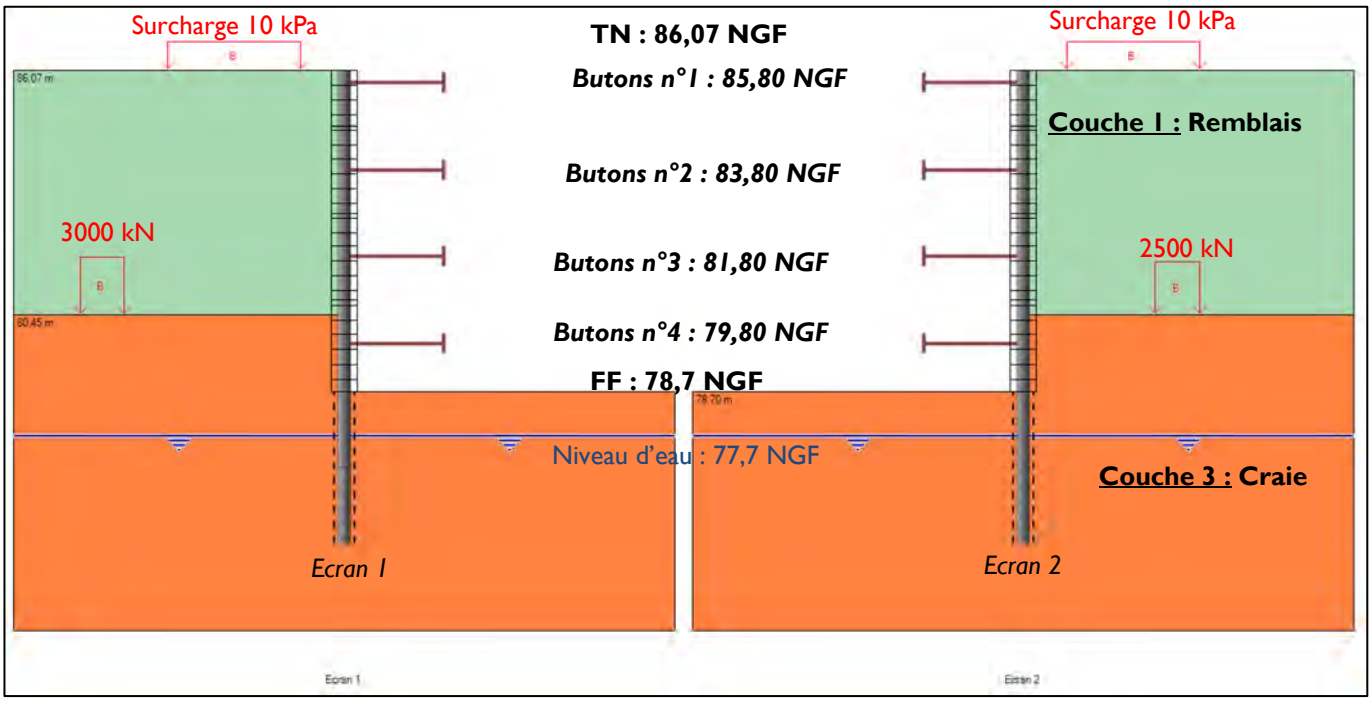
F. ETUDE DES SOUTENEMENTS

F.1. Coupe étudiée

La localisation des écrans étudiés est indiquée sur l'extrait de plan ci-dessous (coupes les plus contraignantes).



Vue en plan Sous-sol 1 (document [3])



Profil d'étude – après excavation totale (échelle et proportions non respectées)

F.2. Données d'entrée

F.2.1. Données altimétriques

- Niveau du fond de fouille : 78,7 NGF (en considérant radier de 30 cm d'épaisseur).
- Niveau du terrain à l'arrière de l'écran : 86,07 NGF.

F.2.2. Charges et surcharges appliquées à l'arrière de l'écran

Selon les informations qui nous ont été communiquées (document [7]) et en tenant compte des résultats des sondages de reconnaissance de fondations, les données suivantes ont été retenues pour permettre le prédimensionnement de l'écran :

- Cathédrale Notre Dame :
    - Cote d'assise de la maçonnerie reconnue : 80,45 NGF ;
    - Charge : 2500 kN ;
    - Distance par rapport au parement Nord du local (nu à nu) : 3 m.

- Chapelle palatine :
    - Cote d'assise de la maçonnerie : en l'absence d'informations précises, nous avons effectué une étude paramétrique en considérant une assise entre les cotes 83,0 et 80,5 NGF ;
    - Charge : 3000 kN ;
    - Distance par rapport au parement Sud du local (nu à nu) : 5 m.

- Surcharge liée aux travaux :
    - Cote : 86,07 NGF ;
    - Largeur : 3 m ;
    - Distance par rapport à l'écran (nu à nu) : 1 m ;
    - Charge surfacique : 10 kPa.

F.2.3. Déplacement limite

A ce stade, en attente des exigences du maître d'œuvre et/ou du maître d'ouvrage notamment vis-à-vis des infrastructures et ouvrages avoisinants, le déplacement limite de l'écran est fixé par hypothèse à 1 cm.

F.2.4. Remarque importante

La mission de FONDASOL ne comprend ni la définition des descentes de charges des ouvrages avoisinants, ni l'évaluation des déplacements et déformations admissibles, ni la définition des éventuelles mesures de protection et/ou de confortement préalables.

F.3. Hypothèses de calculs

F.3.1. Paramètres géotechniques

Le modèle géotechnique retenu au stade PRO est le suivant :

Couche	Nature	Base de la couche (NGF)	γ (kN/m³)	γ' (kN/m³)	E_M (MPa)	α	c' (kPa)	φ' (°)
Couche 1	Remblais	80,45	19	9	3	2/3	1	25
Couche 3	Craie	75,2	20	10	35	1/2	10	30

F.3.2. Niveaux d'eau

En phase provisoire de travaux, nous considérons un niveau d'eau à la cote 77,7 NGF (1 m au-dessus du relevé réalisé en mars 2024).

F.4. Caractéristiques de l'écran et des appuis

F.4.1. Ecran

On pourra réaliser un soutènement de type micro-berlinoise dont les caractéristiques sont les suivantes :

- Micropieux de 300 mm de diamètre
- Armatures : tubes 219.2/12 en acier N80 (fy ≥ 560 MPa) ;
- Espacement (entraxe) : 1 m ;
- Cote de tête : 86,07 NGF ;
- Cote de base : 75,2 NGF (fiche de 3,5 m sous le niveau du fond de fouille).

F.4.2. Butons provisoires

Il est prévu un système de butonnage constitué de butons seront fixés sur des liernes métalliques, elle-mêmes fixées sur le voile définitif réalisé en descendant.

Au stade du prédimensionnement, il a été considéré une raideur horizontale linéique équivalente de 600 000 kN/m/ml, pour chaque lit de buton, aux cotes 79,8, 81,8, 83,8 et 85,8 NGF.

F.5. Phasage de calcul

Phase de calcul		Description
Situations de projet transitoires (travaux)	0 - Initiale	Réalisation des micropieux et application des surcharges
	1	Excavation jusqu'à la cote 84,8 NGF, réalisation du voile définitif et pose des butons provisoires à la cote 85,8 NGF
	2	Excavation jusqu'à la cote 82,8 NGF, réalisation du voile définitif et pose des butons provisoires à la cote 83,8 NGF
	3	Excavation jusqu'à la cote 80,8 NGF, réalisation du voile définitif et pose des butons provisoires à la cote 81,8 NGF
	4	Excavation jusqu'à la cote 78,7 NGF, réalisation du voile définitif et pose des butons provisoires à la cote 79,8 NGF
	5	Réalisation du radier

F.6. Principes des calculs

Le logiciel utilisé est K-Réa V5.

Les calculs sont réalisés selon un modèle d'interaction sol-structure (MISS) en tenant compte du comportement élasto-plastique du sol et du phasage des travaux.

Il a été retenu l'approche de calcul 2. Toutefois, dans les calculs selon le modèle MISS, les actions et les résistances ne sont pas pondérées et la pondération est appliquée en « post-traitement » (résistance de butée, effets des actions, efforts dans les appuis, …).

Les actions de poussée et de butée sont déterminées à partir des coefficients de poussée et de butée données par Kérisel et Absi, en considérant $\delta_a = 1/3\varphi$ en poussée et $\delta_p = -2/3\varphi$ en butée.

Le caractère discontinu de l'écran sous le fond de fouille est pris en compte à l'aide d'un coefficient de poussée (et butée) réduite égale à 2 x B / esp (avec B : la largeur du profilé acier et esp : l'espacement entre deux profilés).

Le coefficient de réaction horizontale du sol vis-à-vis de l'écran est calculé selon les recommandations de l'annexe F de la norme NF P94-282.

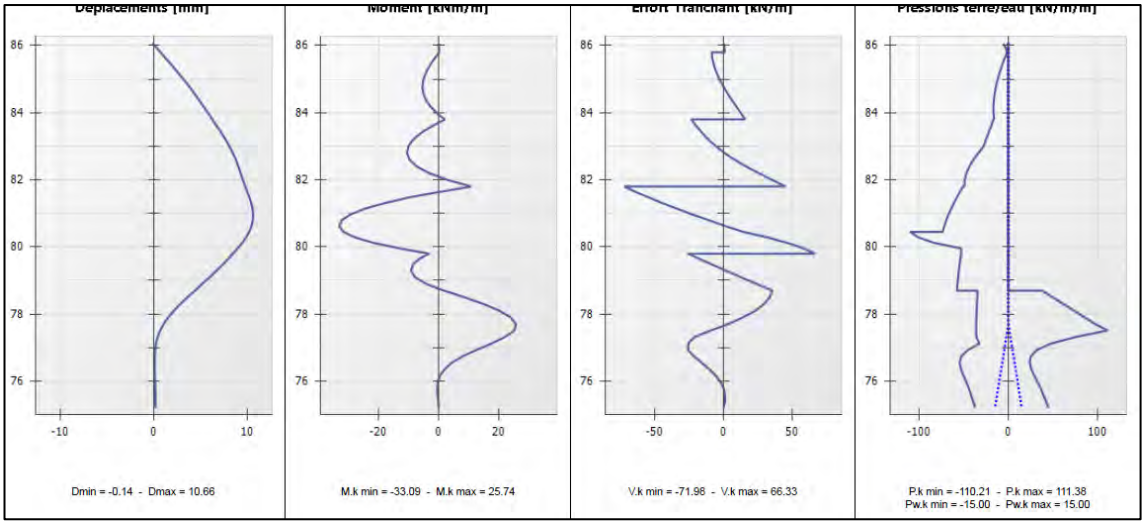
Les surcharges de Boussinesq (basées sur la théorie de l'élasticité) sont affectées d'un coefficient multiplicateur λ pris égal à 1,17 pour la surcharge due à la fondation du contrefort de la chapelle palatine et à 1,25 pour celle due à la fondation du contrefort de la cathédrale Notre Dame.

F.7. Résultats des calculs et éléments de justifications

F.7.1. Résultats des calculs de l'écran pour les phases provisoires de travaux

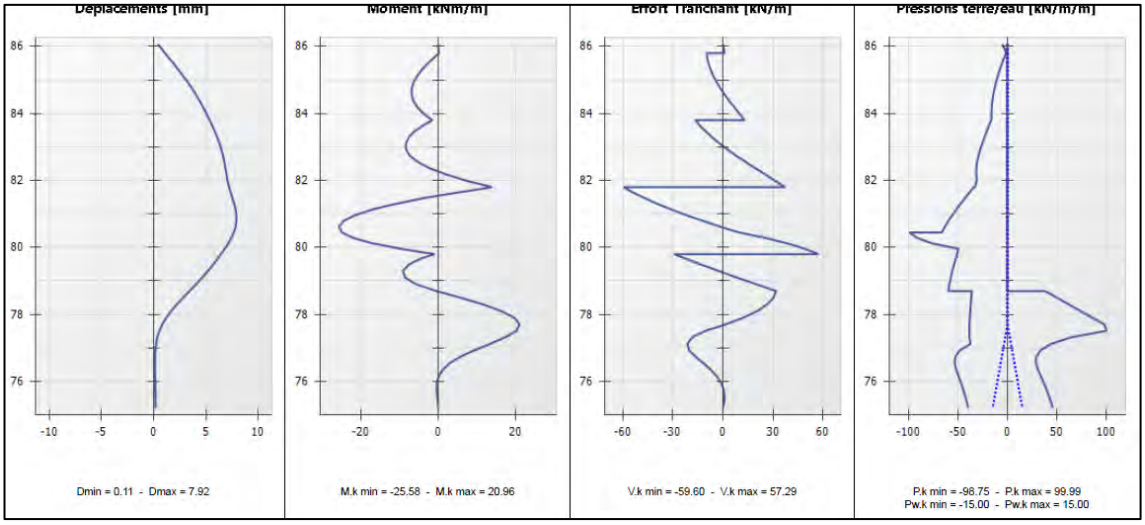
Nous présentons ci-après les résultats des déplacements et sollicitations sur les écrans après excavation totale :

- Ecran 1 (côté chapelle palatine) : Cas de l'application de la surcharge due au contrefort de la chapelle palatine à la cote 83 NGF :



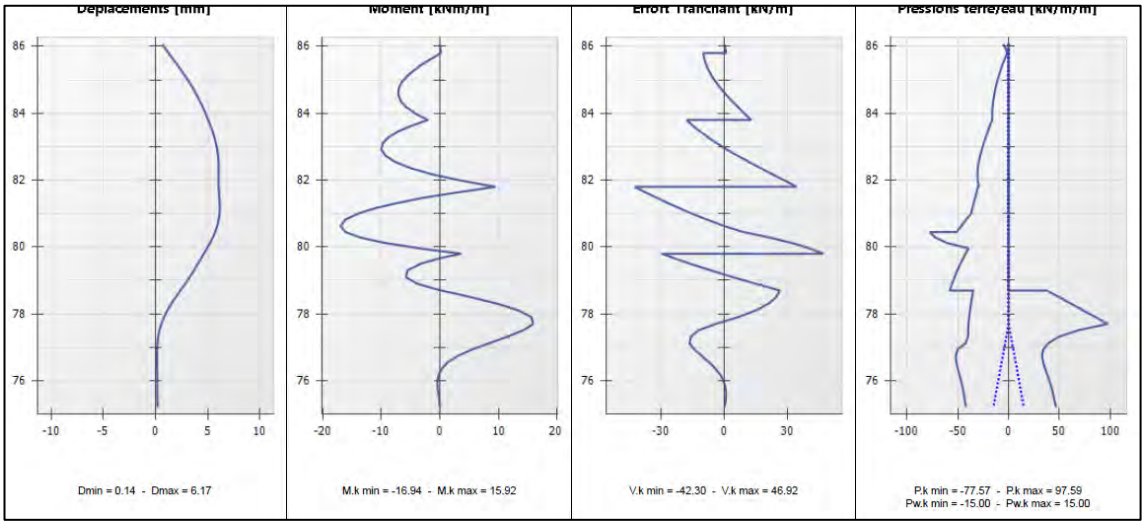
Résultats de la modélisation

- Ecran 1 (côté chapelle palatine) : Cas de l'application de la surcharge due au contrefort de la chapelle palatine à la cote 82 NGF :



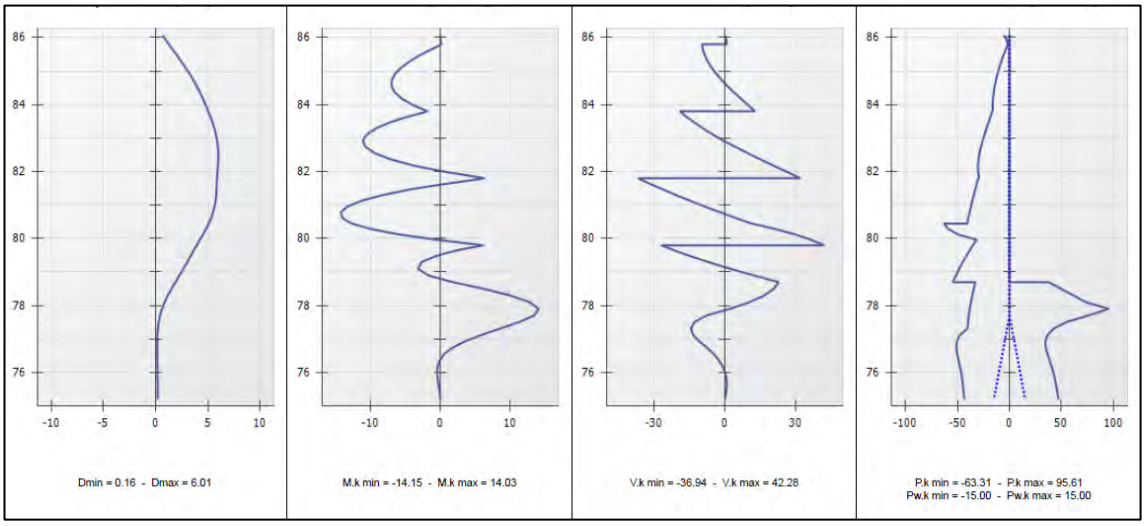
Résultats de la modélisation

- <u>Ecran 1 (côté chapelle palatine) :</u> Cas de l'application de la surcharge due au contrefort de la chapelle palatine à la cote 81 NGF :



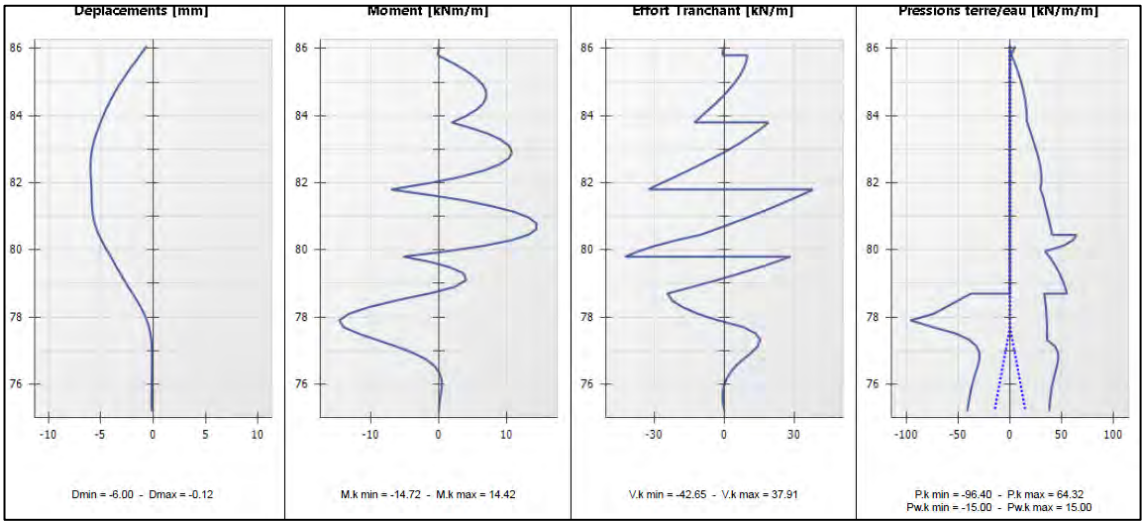
<u>Résultats de la modélisation</u>

- <u>Ecran 1 (côté chapelle palatine) :</u> Cas de l'application de la surcharge due au contrefort de la chapelle palatine à la cote 80,5 NGF :



<u>Résultats de la modélisation</u>

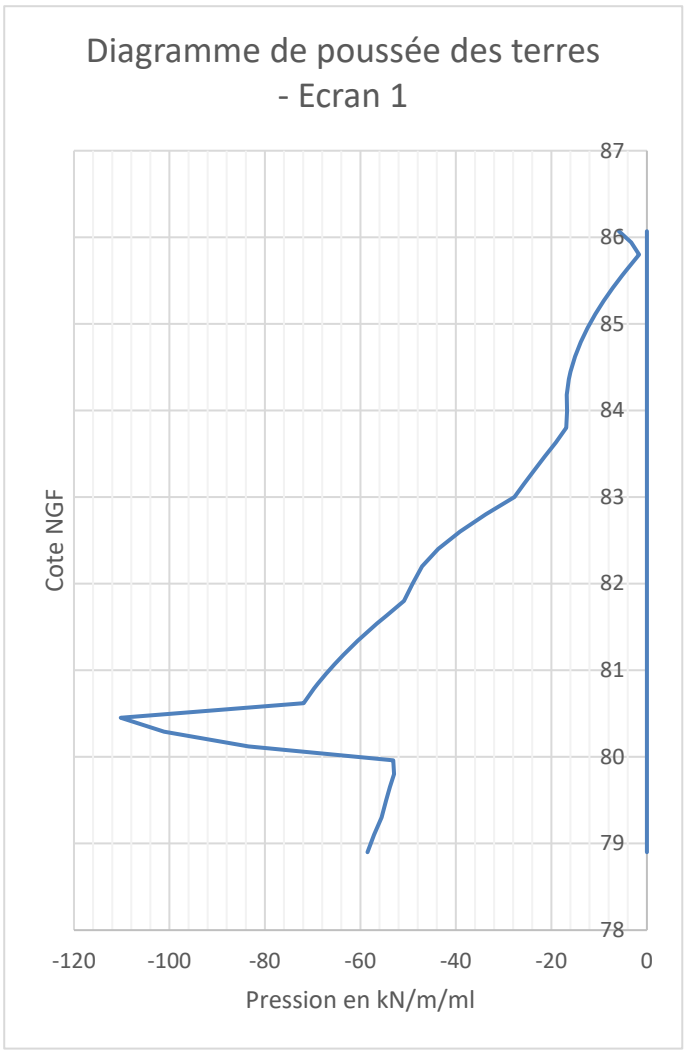
- Ecran 2 (côté Cathédrale Notre Dame) : Cas de l'application de la surcharge due au contrefort de la cathédrale Notre Dame à la cote 80,5 NGF :

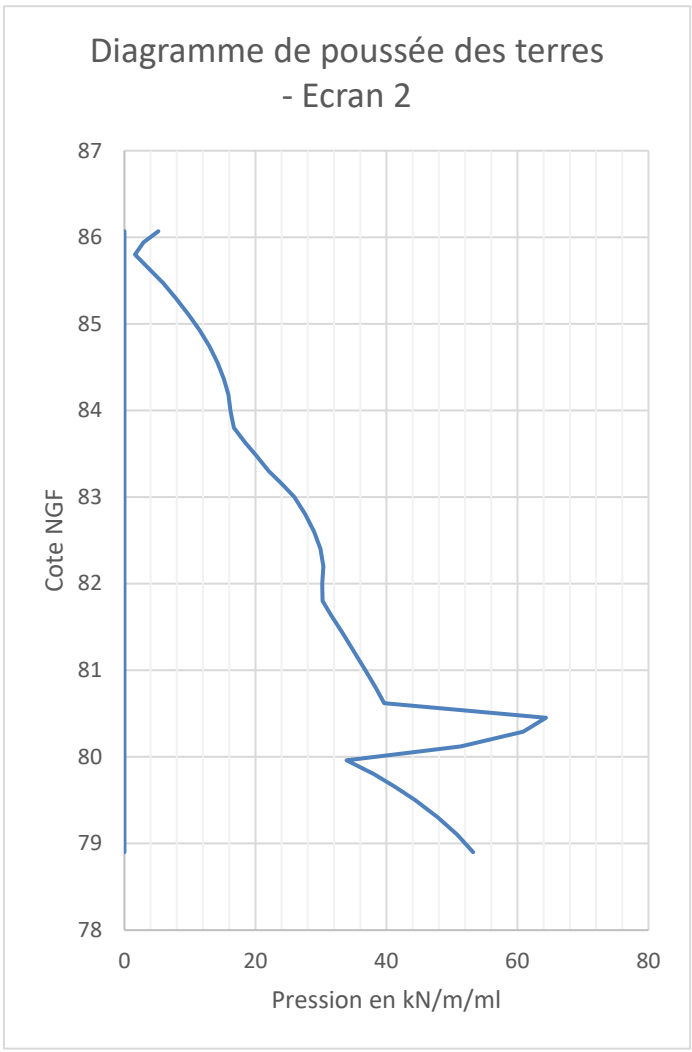


Résultats de la modélisation

F.7.2. Evaluation des poussées pour phase définitive

Ci-après le diagramme enveloppe des poussées des terres aux ELS :





F.7.3. Déplacement de l'écran (ELS)

Les déplacements horizontaux des écrans sont de l'ordre du centimètre.

Il y a lieu de s'assurer de la compatibilité des déformations de l'écran ainsi estimées, notamment vis-à-vis des structures avoisinant le projet.

Nous rappelons toutefois que les calculs de déplacements ne donnent qu'une valeur approchée de la valeur réelle. Un suivi des déplacements en phase travaux sera nécessaire afin de déclencher les dispositions adéquates si les déplacements mesurés dépassent les valeurs calculées et/ou les valeurs acceptables.

F.7.4. Stabilité vis-à-vis d'un défaut de butée (ELU GEO)

La stabilité vis-à-vis du défaut de butée est assurée.

F.7.5. Résistance de la structure de l'écran et des appuis (ELU STR)

Les éléments qui constituent la structure de l'écran et des appuis (poutres, etc.) devront être dimensionnés au stade des études d'exécution pour supporter les efforts tranchants, moments fléchissants, efforts normaux qui sont appliqués.

Au stade du prédimensionnement, il a été vérifié que les sollicitations obtenues dans tubes d'armature sont admissibles.

F.8. Sujétions d'exécution

F.8.1. Généralités

Les études et le suivi géotechniques d'exécution devront être réalisés dans le cadre d'une mission G3 conformément à la norme NF P94-500.

Les interfaces avec les travaux de terrassements et du gros œuvre seront à mettre au point au en tenant compte notamment des aspects suivants :

- Le dimensionnement des écrans devra notamment tenir compte des éventuelles excavations à proximité du pied de l'écran.
- Un phasage spécifique des travaux et des dispositions sont à mettre au point, avec notamment :
    - La réalisation des travaux qui devra être réalisée selon phasage spécifique ;
    - La dépose du système de butonnage qui ne pourra intervenir qu'après que la structure définitive ait été réalisée.

F.8.2. Paroi micro-berlinoise

Les micropieux devront être réalisés par une entreprise spécialisée en respectant les prescriptions de la norme NF EN 14199.

Le coulis des micropieux devra être résistant aux éventuelles agressions chimiques du milieu encaissant. La caractérisation de l'agressivité potentielle du milieu (sol, eau) nécessite des analyses spécifiques à réaliser avant la phase DCE.

L'entreprise devra mettre en œuvre les moyens nécessaires et suffisants pour réaliser les micropieux permettant de répondre aux objectifs du projet (c'est-à-dire notamment pour traverser les différentes couches de terrains et atteindre les profondeurs retenues dans les calculs). On tiendra compte notamment des points suivants :

- la présence de blocs et/ou de vestiges d'ouvrages enterrés dans les remblais (formation 1) ;
- l'existence possible de vides résiduels dans les remblais (formation 1) ;
- la forte compacité de la craie (formation 3) ;
- la présence de la nappe.

Le centrage de l'armature dans le forage ainsi que l'enrobage de coulis doivent être assurés grâce à des écarteurs et à des centreurs disposés à des intervalles réguliers.

Des surconsommations de coulis sont à attendre.

F.8.3. Conditions de terrassements

D'une façon générale, l'entreprise devra adapter sa méthodologie d'exécution des travaux (terrassement, compactage, etc.) afin d'éviter de générer des désordres dans les avoisinants pouvant être influencés par les travaux.

Il est prévu la démolition du local cuve à fioul existant. Celle-ci devra être réalisée après réalisation du soutènement au fur et à mesure des terrassements.

Les terrassements pourront nécessiter des engins puissants et des moyens spécifiques (scie, marteau piqueur, BRH, outils désagrégateurs, etc.) notamment dans les remblais et en cas de rencontre de bétons, de blocs et/ou maçonnerie.

Nous attirons toutefois l'attention sur les basses fréquences de vibrations générées par les BRH, hautement préjudiciables aux constructions situées à proximité.

Nous insistons sur les points suivants :

- Toutes les précautions devront être prises pour limiter au maximum le remaniement des terrains au-delà des structures purgées ;
- Toutes les dispositions devront être prises pour éviter tout désordre dans les infrastructures et/ou ouvrages existants (maitrise des vibrations, limitation des déformations du sol supportant les existants à des valeurs très faibles et acceptables par ceux-ci, etc.) ;
- Un suivi et un contrôle rigoureux de ces travaux est à prévoir.

En cas d'évacuation de matériaux hors du site, il conviendra de définir le type de filière adapté, à partir d'une étude environnementale spécifique.

F.9. Dispositions vis-à-vis des eaux souterraines

F.9.1. En phase provisoire

Par ailleurs, il conviendra notamment de prévoir des barbacanes provisoires.

F.9.2. En phase définitive

Le choix du dispositif de protection des parties enterrées doit être fait par le maître d'ouvrage et les concepteurs en regard des documents réglementaires en vigueur (DTU 20.1 et DTU 14.1 notamment), notamment en fonction la destination des locaux.

A minima, il faudra prévoir les dispositions définies par le DTU 20.1 (dispositions relatives au drainage des eaux souterraines, etc.).

En cas d'exigences strictes en matière d'étanchéité, par exemple lorsque des taches d'humidité à l'intérieur du parement ne sont pas acceptables, ou en cas d'impossibilité d'évacuer les eaux de drainage, il pourra s'avérer nécessaire de considérer la mise en place d'un cuvelage, conformément aux prescriptions du DTU 14.1.

F.10. Dispositions et sujétions particulières vis-à-vis des existants

On prévoira une désolidarisation parfaite entre le local cuve à fioul et le calorifère (joint de rupture).

Par ailleurs, des dispositions et précautions devront être prises pour éviter tout désordre dans les infrastructures et/ou ouvrages existants. Celles-ci devront notamment permettre de maitriser les vibrations, de limiter des déformations du sol supportant les existants à des valeurs très faibles et acceptables par ceux-ci et d'éviter toute action ou sollicitations préjudiciables pour les existants. Il conviendra notamment :

- Si nécessaire, de mettre en œuvre des mesures de protection des ouvrages existants, selon leur vulnérabilité et leur sensibilité aux vibrations et/ou aux déformations, à définir par un BET Structure ;
- De maitriser les vibrations ;
- D'éviter la décompression des terrains d'assise des fondations existantes. A cet effet, une attention particulière devra notamment être portée au phasage de réalisation des micropieux (ordre et cadence d'exécution en fonction du temps de prise, etc.) ;
- D'éviter le déchaussement des fondations existantes.

F.11. Surveillance des travaux et suivi du comportement des ouvrages

AVIS SUR LES VALEURS SEUILS

Dans l'attente d'indications sur les déplacements limites, en fonction de la sensibilité des ouvrages et infrastructures avoisinants, il est recommandé de ne pas dépasser un déplacement de l'ordre du centimètre, sur toute la hauteur des écrans.

DISPOSITIFS DE CONTROLE ET AUSCULTATION

La mise en œuvre de dispositifs de suivi et de surveillance est nécessaire pendant les travaux (surveillance des déplacements de l'écran et des constructions avoisinantes).

Ces dispositifs seront constitués à minima de cibles topographiques régulièrement réparties sur écrans et sur les constructions avoisinantes présentes dans la ZIG.

La précision des mesures devra être de ± 1 mm au maximum.

La mise en œuvre des géophones pour le suivi des vibrations est nécessaire (selon la sensibilité des ouvrages avoisinants).

La fréquence des mesures devra permettre de montrer clairement et aussitôt que possible une anomalie dans le comportement des ouvrages. A titre indicatif, elle pourra être d'une fois par semaine pendant la durée des opérations de terrassement, et jusqu'à stabilisation constatée des mesures, sur quatre séries de mesures successives. Après la fin des terrassements, la cadence pourra être ramenée à 1 fois par mois s'il n'y a pas d'évolution. Pour les phases de travaux sensibles et/ou si l'évolution des paramètres met en évidence un comportement de l'ouvrage non conforme aux prévisions, la fréquence des mesures devra être augmentée.

L'analyse des résultats de l'instrumentation des ouvrages du projet et des avoisinants devra être réalisée à l'avancement par l'entreprise, dans le cadre du suivi géotechnique d'exécution.

G. ÉTUDE DES FONDATIONS PAR RADIER GENERAL

G.1. Niveau d'assise du radier

Le local cuve à fioul est intéressé par les sondages SP3, SC1 à SC5, SD3 à SD20.

Compte tenu de la nature du projet et du contexte géotechnique du site, on pourra réaliser le local cuve à fioul sur radier général sollicitant la craie (formation 3) et naturellement en place.

G.2. Modèle et hypothèses géotechniques

G.2.1. Modèle géotechnique

Le niveau du terrain avant travaux est considéré à la cote 86,0 NGF.

L'arase supérieure du radier est calée à la cote 79,0 NGF.

Nous avons retenu le modèle géotechnique et les valeurs caractéristiques pressiométriques suivantes :

N°	Formation	Cote base (NGF)	p_{LM}* (MPa)	E_M (MPa)	α	E_s (MPa)
1	Remblais	80,45	0,2	3	2/3	4,5
3.1	Craie supérieure	75,2	2,5	35	1/2	70
3.2	Craie inférieure	-	4,8	100	1/2	200

α : coefficient rhéologique du sol considéré
TA : niveau du terrain actuel

G.2.2. Contraintes de calcul pour la fondation par radier

Les calculs de capacité portante du radier dans le cadre de la présente étude respectent les prescriptions de la norme NF P94-261. Les contraintes de calcul et les tassements associés s'entendent pour une assise et des fonds de fouilles sains et non remaniés.

On pourra retenir les contraintes de calculs suivantes :

$q'_{ELS} \leq 0,50$ (en MPa)

$q'_{ELU} \leq 0,83$ (en MPa)

Outre le non dépassement de ces contraintes de calcul, le dimensionnement du radier devra intégrer aussi le calcul des tassements engendrés.

G.3. Eléments de pré-dimensionnnement

La contrainte appliquée sur le sol, en sous-face du radier, est inférieure à la contrainte admissible (0,50 MPa à l'ELS).

Pour une contrainte de 17 kPa à l'ELS en sous-face du radier, les tassements seront millimétriques et les coefficients de réaction seront supérieurs à 50 MPa/m.

G.4. Dispositions constructives et des sujétions d'exécution

Le béton des éléments en contact avec le sol devra être résistant aux éventuelles agressions chimiques du milieu encaissant.

Le radier sera réalisé en béton armé. Il devra être ferraillé en fonction des sollicitations calculées.

Il y a lieu de prévoir la vérification visuelle et la mise en œuvre d'un béton de propreté afin de protéger le fond de fouille avant coulage du radier.

H. SUITES A DONNER

Le présent rapport conclut la mission d'étude géotechnique de conception G2 PRO confiée à Fondasol.

Selon la norme NF P 94-500, elle doit être suivie de la phase DCE / ACT limitée aux seuls ouvrages géotechniques consistant notamment en :

- rédaction des éléments géotechniques nécessaires à l'élaboration d'un DCE (soit éléments de CCTP, BPU, et DQE),
- assistance pour l'analyse technique des offres des entreprises.

Fondasol reste à la disposition du maître d'ouvrage ou du maître d'œuvre pour réaliser cette prestation.

Au stade des travaux, une mission de supervision d'étude et de suivi géotechnique d'exécution G4 doit être confiée à un géotechnicien pour :

- valider les méthodes de construction, ainsi que les adaptations et optimisations des ouvrages géotechniques, proposées par l'entreprise,
- vérifier le dimensionnement des ouvrages géotechniques de l'entreprise,
- valider le programme d'auscultations et d'investigations proposé par l'entreprise,
- s'assurer du bon comportement des ouvrages et des avoisinants en cours de travaux, et de la maîtrise par l'entreprise des éventuels aléas résiduels dans le cadre de la mission d'étude et de conception G3 qui reste à sa charge.

Fondasol est à la disposition du maître d'ouvrage pour réaliser cette mission.



ANNEXES

1. CONDITIONS GENERALES DE SERVICE – 4 PAGES

Généralités

Les présentes conditions générales de services sont communiquées par FONDASOL à toute personne qui en fait la demande (NDR Site Internet ?).
Pour les besoins des présentes, FONDASOL désigne l'entreprise immatriculée sous le n° de RCS 582 621 561 ou l'une quelconque de ses filiales avec laquelle le Client entre en relation.

FONDASOL propose dans son catalogue des prestations de services l'ensemble des prestations qu'elle peut fournir au Client dans le domaine de l'interaction sol structure.

Le terme « Prestations » désigne exclusivement les services et missions énumérées dans le devis du Prestataire puis par la suite dans le Contrat.

Dans le respect de la réglementation en vigueur, les conditions générales de services ont vocation à définir les droits et obligations respectifs de FONDASOL et de son Client dans leurs relations précontractuelles et contractuelles relativement aux services proposés et exécutés par FONDASOL (« le Prestataire ») et elles s'appliquent au devis, ou proposition commerciale écrite, qui s'y réfèrent et lui sont jointes. Toute dérogation doit être préalablement négociée et expressément acceptée par écrit.

1. Formation du Contrat

Par contrat on désigne toute commande passée par le client auprès de Fondasol relativement à des Prestations.

L'envoi ou la remise d'un devis auquel sont jointes les présentes Conditions Générales exprime la volonté de FONDASOL d'exécuter les obligations qu'il comporte s'il est accepté par le Client. Le devis est valable pour la durée expressément mentionnée. A défaut de durée spéciale, le devis est valable pour une durée de deux (2) mois ; au-delà de cette période, le devis est réputé caduc, libérant FONDASOL de toute obligation exprimée. Toute demande supplémentaire ou spécificité demandée par le Client, par rapport au devis émis initialement, notamment pour l'ajout de Prestations additionnelles ou le changement des délais ou des modalités d'exécution des Prestations, sera prise en compte dans un nouveau devis, distinct du premier.

Ont force obligatoire, dès leur acceptation mutuelle par le Client et par FONDASOL (dans l'ordre de priorité) : (1) tout devis de FONDASOL accepté par le Client ainsi que toutes conditions spécifiques acceptées de part et d'autre ou tout autre contrat convenu et signé par les deux parties ; (2) les Conditions Générales (ci-après collectivement dénommés le « Contrat »).
Tout Contrat implique ainsi l'acceptation expresse du Client aux Conditions Générales, ajustées le cas échéant après accord mutuel des Parties par des dispositions spécifiques, qui prévaut sur tout autre document quel que soit son origine. Un Contrat ne peut résulter du démarrage de l'exécution des Prestations prévues au devis par FONDASOL, en l'absence d'acceptation formelle par le Client.

Le Contrat annule et remplace tout document et accord intervenus antérieurement entre les Parties relativement à son objet. Il ne peut être modifié que par voie d'avenant, signé par les Parties.

Toute commande par le co-contractant (« le Client »), qui a reçu un devis de la part de FONDASOL, ou l'une quelconque de ses filiales (ci-après le « Prestataire »), quelle qu'en soit la forme (par exemple bon de commande, lettre de commande, ordre d'exécution ou acceptation de devis, sans que cette liste ne soit exhaustive) et ses avenants éventuels, constituent l'acceptation totale et sans réserve des présentes conditions générales par ledit Client, que ce dernier ait contresigné les conditions générales ou non, ou qu'il ait émis des conditions contradictoires. Tout terme de la commande, quelle qu'en soit la forme, et de ses avenants éventuels, qui serait en contradiction avec les présentes conditions générales ou le devis, serait réputé de nul effet et inapplicable, sauf s'il a fait l'objet d'une acceptation écrite expresse non équivoque par le Prestataire. Cette acceptation ne peut pas résulter de l'exécution des Prestations prévues au devis et/ou à la commande, quelle qu'en soit la forme, et/ou avenant éventuel, ou de l'absence de réponse du Prestataire sur ledit terme.

Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres conditions y compris contenues dans la commande (quelle que soit sa forme) du Client ou dans les accusés de réception des échanges de données informatisés, sur portail électronique, dans la gestion électronique des achats ou dans les courriers électroniques du Client. Aucune exception ou dérogation n'est applicable sauf si elle est émise par le Prestataire ou acceptée expressément, préalablement et de manière non équivoque par écrit par le Prestataire. À ce titre, toute condition de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit exprès et non-équivoque du Prestataire. Le contrat est constitué par le dernier devis émis par le Prestataire, les présentes conditions générales, la commande ou l'acceptation de devis ou lettre de commande du Client et, à titre accessoire et complémentaire les conditions de la commande expressément acceptées et spécifiquement indiquées par écrit par le Prestataire comme acceptées (le « Contrat »).

2. Démarrage des prestations
Nonobstant la prise d'effet du Contrat, à défaut de disposition contraire, les délais relatifs aux Prestations ne commencent à courir qu'à la réception par le Prestataire de l'acompte prévu.

3. Prix
Les prix sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement du devis. Préalablement au Contrat, les prix sont valables selon la durée mentionnée au devis et au maximum pendant deux (2) mois à compter de la date d'émission du devis. À l'entrée en vigueur du Contrat, les prix sont fermes et définitifs pour une durée de six (6) mois ; ils sont révisables et révisés tous les six (6) mois par application de l'indice "Sondages et Forages TP 04" pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'Indice de base étant le dernier indice publié à la date d'émission du devis.
Les prix ne comprennent pas la TVA, les taxes sur les ventes, les droits, les prélèvements, les taxes sur le chiffre d'affaires, les droits de douane et d'importation, les surtaxes, les droits de timbre, les impôts retenus à la source et toutes les autres taxes similaires qui peuvent être imposées au Prestataire, à ses employés, à ses sociétés affiliées et/ou à ses représentants, dans le cadre de l'exécution du Contrat (les « Impôts »), qui seront supportés par le Client en supplément des prix indiqués. Le Prestataire restera toutefois responsable du paiement de tous les impôts applicables en France.
Au cas où le Prestataire serait obligé de payer l'un des Impôts mentionnés ci-dessus, le Client remboursera le Prestataire dans les trente (30) jours suivant la réception des documents correspondants justifiant le paiement de celui-ci. Au cas où ce remboursement serait interdit par toute législation applicable, le Prestataire aura le droit d'augmenter les prix du montant des Impôts réellement supportés.

Sauf indication d'un montant forfaitaire dans le devis, les prix des Prestations relatifs à des quantités à réaliser, quelle qu'en soit l'unité (notamment sans que cela ne soit exhaustif, profondeurs, mètres linéaires, nombre d'essais, etc.) ne sont que des estimatifs sur la base des informations du Client, en conséquence seules les quantités réellement réalisées seront facturées sur la base des prix unitaires du Contrat.

4. Obligations générales du Client

Il appartient au Client d'exécuter le Contrat et l'ensemble des obligations mises à sa charge, avec le soin et la diligence requis, suivant les termes et conditions prévus.

4.1 Sélection des Prestations Si le Client ne dispose pas d'études antérieures relatives à son projet en rapport avec les prestations envisagées, avant le Contrat, il appartient au Client de sélectionner les Prestations nécessaires à la satisfaction de l'ensemble de ses obligations dans le cadre de son projet. Le Client est responsable des conséquences résultant d'une sélection lacunaire de Prestations.

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

4.2 Obtention des permis et autorisations. Sauf disposition contraire expresse, le Client obtiendra à ses propres frais, dans un délai permettant le respect des délais du Contrat, tous les permis et autorisations relatifs aux matériels et équipements du Prestataire nécessaires à l'exécution des Prestations dans le pays concerné.

4.3 Collaboration active. Les Prestations requièrent de la part du Client sa collaboration préalable active. Le Client est tenu de transmettre au Prestataire toute information nécessaire à la préparation et à la réalisation des Prestations. Le Client garantit au Prestataire l'exactitude et la complétude de ces données.

A ce titre, il appartient au Client de :

- Collecter et remettre au Prestataire, avant le démarrage des Prestations, toutes les études relatives à la qualité du sol dans la zone concernée par le projet qui existent à la date du Contrat ;
- En cas d'ignorance, de méconnaissance, d'incertitude ou de complexité pour la localisation tant des réseaux sur le domaine public que des ouvrages enterrés ou réseaux privés, faire réaliser, à sa charge, les opérations de

reconnaissance nécessaires, et les communiquer au Prestataire avant le démarrage des Prestations en tenant compte des délais du Contrat ;
- Fournir, conformément aux articles R.554-1 et suivants du même chapitre du code de l'environnement, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles déclarations d'intentions de commencement de travaux (DICT) (étant précisé, à titre indicatif, que le délai de réponse varie de 7 à 15 jours, hors jours fériés) et pour connaitre l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur le domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, leur repérage par une méthode non intrusive (de type radar) et / ou par des fouilles manuelles ou des avant-trous à la pelle mécanique. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du Client ;
- Déclarer aux autorités administratives compétentes tout forage réalisé, notamment, de plus de 10 m de profondeur ou lorsqu'ils sont destinés à la recherche, la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).
- Plus généralement, communiquer en temps utile toutes les informations et/ou documentations nécessaires pour l'exécution du Contrat et notamment, mais pas seulement, toute circonstance susceptible de compromettre la bonne exécution des Prestations ou devant être prise en compte par le Prestataire ;
- Permettre un accès libre et rapide au Prestataire à ses locaux et/ou au site où sont réalisées les Prestations y compris pour la livraison des matériels et équipements nécessaires à la réalisation des Prestations et notamment les machines de forage ;
- Approuver tous les documents du Prestataire, dans un délai maximal de deux jours ouvrés à compter de leur transmission ;
- Préparer ses installations pour l'exécution du Contrat, et notamment, sans que cela ne soit exhaustif, décider et préparer les implantations des forages, fournir les fluides, et veiller, le Client étant toujours responsable de ses installations, à ce que le Prestataire dispose en permanence de toutes les ressources nécessaires pour exécuter le Contrat. Si le Personnel du Client contribue à l'exécution du Contrat, notamment à l'occasion de l'assemblage ou de l'installation d'équipements, ce personnel sera qualifié et restera en permanence sous la responsabilité du Client. Le Client conservera le pouvoir exclusif de diriger et de superviser son personnel et le Prestataire ne sera en aucun cas responsable d'une négligence ou d'une faute du personnel du Client dans l'exécution de ses tâches, y compris les conséquences que cette négligence ou faute peut avoir sur le Contrat. Par souci de clarté, tout sous-traitant du Prestataire imposé ou choisi par le Client restera sous l'entière responsabilité du Client.

Le Client est tenu d'informer le Prestataire de toute actualisation ou modification du projet dans lequel s'inscrivent les Prestations, afin d'adapter en temps utile le Contrat à ces évolutions.

5. Obligations générales du Prestataire

Le Prestataire devra :
- Exécuter avec le soin et la diligence requis ses obligations conformément au Contrat, et dans les limites du périmètre des Prestations confiée ;
- S'assurer que son personnel reste à tout moment sous sa supervision et direction et exercer son pouvoir de contrôle et de direction sur ses équipes ;
- Procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre, étant entendu qu'il s'agit d'une obligation de moyen et en aucun cas d'une obligation de résultat ou de moyens renforcée ;
- Faire en sorte que son personnel localisé dans le pays de réalisation des Prestations respecte les lois dudit pays relatives aux Prestations.

6. Délais de réalisation

Les délais d'intervention et d'exécution proposés et fixés dépendent de la collaboration préalable active du Client. Ils sont soumis aux ajustements stipulés au Contrat. Si des pénalités de retard sont prévues, elles constituent la seule indemnisation et le seul recours du Client ; elles sont plafonnées à un montant total maximum et cumulé de 5% du montant total HT du Contrat.
En cas d'absence de transmission, d'inexactitude des données transmises ou de difficulté d'accès au(x) site(s) d'intervention du fait du Client, le Prestataire n'encourt aucune responsabilité et les délais de réalisation sont automatiquement prolongés d'une durée au moins équivalente à la durée de correction de ces données et de reprise des Prestations correspondantes.

7. Formalités, autorisations, accès et règles du site

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, pour l'obtention des autorisations et permis de pénétrer dans les lieux et/ou d'effectuer les Prestations sont à la charge du Client, y compris celles requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire, qu'il s'agisse de propriétés privées ou du domaine public.
Les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité, hygiène et respect de l'environnement sont fixée par le Client ; à défaut, le Client s'oblige à les transmettre en temps utile au Prestataire.
Le Client assure également en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, sur les règles propres à son site, avant toute intervention sur site.

8. Dégâts aux ouvrages et cultures (Responsabilité du Prestataire)
Les Prestations impliquant des forages et investigations de sols et sous-sols peuvent par nature entraîner des dommages sur le site en ce compris tout chemin d'accès, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part du Prestataire. Ce dernier n'est en aucun cas tenu de remettre en état ou réparer ces dégâts, sauf si la remise en état et /ou les réparations font partie des Prestations.

9. Limites techniques des Prestations (Implantation, nivellement des sondages)

À l'exception des cas où l'implantation topographique des sondages est une Prestation, le Prestataire n'assume aucune responsabilité quant aux dommages pouvant en résulter le Client doit le tenir indemne des conséquences dommageables qui en découlent (tels que le retard de réalisation, les surcoûts et/ou la perte de forage).
Les Prestations de sondages ne comprennent pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais.
Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais.

10. Limites techniques des Prestations (Hydrogéologie – Géotechnique)

10.1 Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport final d'exécution des Prestations correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et au moment précis du relevé. En dépit de la qualité de l'étude, le Client est informé que des aléas subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études et Prestations, et que seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).
10.2 L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inéluctables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés et de bien d'autres facteurs telle que la variation latérale de faciès. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment à titre d'exemple glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante.
10.3 L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des Prestations de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.
10.4 Toute estimation de quantités faite à partir des données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site, objet des Prestations, possède une représentativité limitée et donc incertaine par rapport à l'ensemble du site pour lequel elles seraient extrapolées.

11. Pollution - dépollution

Lorsque les Prestations consistent à mesurer, relever voire analyser ou traiter des sols pollués, le Prestataire a l'obligation de prendre les mesures nécessaires pour protéger son personnel dans la réalisation desdites Prestations, sur la base des données fournies par le Client.
Lorsque l'objet de la Prestation est le diagnostic ou l'analyse de la pollution de sols et/ou sous-sols, ou l'assistance à la maitrise d'œuvre ou la maitrise d'œuvre de prestations de dépollution, le Client devra désigner un coordonnateur de Sécurité et de Protection de la Santé sur le site (SPS), assister le Prestataire pour l'obtention des autorisations nécessaires auprès des autorités compétentes, fournir au Prestataire toute information (notamment visite sur site, documents et échantillons) nécessaire à l'obtention des Certificats d'Acceptation Préalable de Déchets ainsi que pour l'obtention des autorisations nécessaire au transport, au traitements et à l'élimination des terres, matériaux, effluents, rejets, déchets, et plus généralement de toute substance polluante.
Sauf s'il s'agit de l'objet même des Prestations, le Client garantit au Prestataire qu'il intervient sur un site dans lequel il n'existe aucun danger potentiel lié à la présence de produits radioactifs et/ou pyrotechniques, et le Prestataire n'est tenu d'effectuer aucune étude ni investigation à ce sujet.
Les missions d'assistance à maitrise d'œuvre ou de maitrise d'œuvre seront exercées conformément à l'objectif de réhabilitation repris dans le devis. À défaut d'une telle définition d'objectif, ces missions ne pourront commencer.

12. Rapport de mission - Réception des Prestations par le Client

La remise du dernier document à fournir dans le cadre des Prestations marque la fin de la réalisation des Prestations. La fin de la réalisation des Prestations sur site est marquée par le départ autorisé du personnel du Prestataire du site.

L'approbation du dernier document doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client. A défaut de rejet explicite et par écrit par le Client dans ce délai, le document sera considéré comme approuvé. L'émission de commentaires ne vaut pas rejet et n'interrompt pas le délai d'approbation. Le Prestataire répondra aux commentaires dans les dix (10) jours de leur réception. A défaut de rejet explicite et par écrit par le Client dans les cinq (5) jours de la réception des réponses aux commentaires ou du document modifié, le document sera considéré comme approuvé. Si le Client refuse le document et que le document n'est toujours pas approuvé deux (2) mois après sa remise initiale, les Parties conviennent de se réunir dans pour tenter de trouver une solution.

13. Réserve de propriété - Confidentialité

Les coupes de sondages, plans et documents établis par le Prestataire restent sa propriété jusqu'au complet paiement du prix des Prestations.
Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour tout autre objectif que celui prévu au Contrat, toute information se rapportant au savoir-faire, techniques et données du Prestataire, que ces éléments soient brevetés ou non, dont le Client a pu avoir connaissance au cours des Prestations ou qui ont été acquises ou développées par le Prestataire au cours du Contrat, sauf accord préalable écrit exprès du Prestataire.

14. Propriété Intellectuelle

Si à l'occasion du Contrat, le Prestataire met au point, développe ou utilise une nouvelle technique, celle-ci est et/ou reste sa propriété exclusive. Le Prestataire est libre de déposer tout brevet s'y rapportant.
Le Prestataire est titulaire des droits d'auteur et de propriété sur les résultats et/ou données compris, relevés ou utilisés dans les ou, au cours des, Prestations et/ou développés, générés, compilés et/ou traités dans le cadre du Contrat.
En cas de reproduction des documents remis par le Prestataire, le Client s'engage à indiquer la source en portant sur tous les documents diffusés intégrant lesdits documents du Prestataire, quelle que soit leur forme, la mention suivante en caractères apparents : « *source originelle : Groupe Fondasol – date du document : JJ/MM/AAAA* » sans que ces mentions ne puissent être interprétées comme une quelconque garantie donnée par le Prestataire. Le Client s'engage à ce que tout tiers à qui il aurait été dans l'obligation de remettre l'un ou les documents, se conforme à l'obligation de citation de la source originelle telle que prévue au présent article.

15. Autorisation de prise de vue et d'exploitation

Sauf refus écrit exprès de celui-ci, le Client autorise le Prestataire à effectuer des prises de vue du lieu d'exécution des Prestations, y compris ses bâtiments, et à exploiter ces prises de vue sur tous supports, au choix du Prestataire, non seulement pour les besoins des Prestations mais aussi à des fins de communication interne, institutionnelle, publicitaire ou de référencement commercial.
Pour les mêmes fins, le Client autorise également le Prestataire à citer et reproduire sa dénomination sociale et son logo.
L'autorisation prévue par le présent article est consentie à titre gracieux pour une durée de 10 années à compter de la date du Contrat.

16. Prise en compte des Imprévus (Modifications du contenu des Prestations en cours de réalisation)

La nature des Prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le Client et ceux recueillis lors de l'établissement du devis.
Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement du devis touchant à la géologie et éléments de terrains et découvertes imprévues, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant au cours des Prestations (les « Imprévus ») pourront conduire le Prestataire à proposer au Client un ou des avenant(s) avec notamment application des prix du bordereau du devis, ou en leur absence, de nouveau prix raisonnables et des délais de réalisation mis à jour. Le refus du Client d'adapter le Contrat aux Imprévus ne peut résulter que d'un motif légitime et justifié.
À défaut d'un refus écrit exprès du Client dans un délai de sept (7) jours à compter de la proposition d'avenant, le Client est réputé avoir accepté l'avenant qui devient pleinement effectif. Pendant ce délai, l'exécution du Contrat par le Prestataire est automatiquement suspendue.
En cas de désaccord persistant entre les parties quant à la prise en compte des Imprévus, le Contrat pourra être résilié selon les modalités de l'article 20. 2.

17. Unité et délai de validité du rapport

Le rapport de fin de mission, quel que soit son nom, constitue une synthèse des Prestations à la date à laquelle les Prestations ont été réalisées.
Ce rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou totale, ou utilisation pour un projet différent de celui objet du Contrat est interdite et ne saurait en aucun cas engager la responsabilité du Prestataire à quelque titre que ce soit.
Le rapport est réputé perdre toute valeur en cas d'ouverture du chantier (pour lequel le rapport a été émis) plus d'un an après sa remise, ou en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique ; en pareilles circonstances, il appartient au Client de solliciter le Prestataire pour convenir des modalités d'une reprise des Prestations..

18. Conditions de paiement, acompte, pénalités de retard

Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur les paiements des Prestations.
Dans le cas où le Contrat nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Le paiement des factures est exigible à leur réception et sans escompte. En cas d'acompte, celui-ci est déduit de la facture ou du décompte final(e).
En cas de sous-traitance par le Client au Prestataire dans le cadre d'un marché public, les factures sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.
Tout retard de paiement à compter du jour suivant la date de règlement prévu sur la facture, sans préjudice de toute autre action que le Prestataire serait en droit d'intenter à ce titre à l'encontre du Client, (i) l'acompte éventuellement versé restera acquis de plein droit, (ii) les sommes impayées généreront automatiquement et de plein droit des intérêts de retard calculés, par jour de retard, au taux de 12% par an, (iii) chaque facture impayée entraînera automatiquement et de plein droit, une indemnité forfaitaire pour frais de recouvrement (40 €) et (iv) en cas de mesure judiciaire ou extra-judiciaire de recouvrement, une indemnité complémentaire de recouvrement fixée à 15% du montant TTC de la créance avec un minimum de 500 euros sera encourue.
Le Prestataire se réserve en outre, le droit de suspendre les Prestations en cours ou celles de tout autre contrat qui serait contractuellement ou économiquement lié à celui dont le paiement est en retard, les délais d'exécution des Prestations étant de plein droit prolongés de la durée du retard du Client à effectuer le paiement.
Le paiement anticipé ne donnera droit à aucune réduction de prix, rabais ou escompte.
Un désaccord quelconque dans le cadre du Contrat ne saurait en aucun cas constituer un motif de rétention du prix des Prestations réalisées et non soumises à contestation précise et documentée.
La compensation est formellement exclue.

19. Suspension

Les Prestations sont susceptibles d'être suspendues :
(i) En cas d'Imprévus,
(ii) En cas de violation par le Client d'une ou plusieurs de ses obligations contractuelles,
(iii) si les éléments de reconnaissance sur site diffèrent des informations préalables fournies par le Client et que le Prestataire estime que la sécurité de son personnel est exposée.

En cas de survenance d'un tel événement, le Prestataire le notifie en lui indiquant sa nature et les mesures à prendre en concertation avec le Client. Une telle suspension ne peut en aucun cas être une cause de responsabilité pour non-exécution ou retard de l'exécution des Prestations.
Le délai des Prestations sera prolongé d'une période équivalente à la durée de cette suspension et tous les frais associés engagés par le Prestataire suite à cette suspension seront remboursés par le Client sur présentation des justificatifs. Le Prestataire peut soumettre la reprise des obligations suspendues au paiement par le Client au Prestataire de ces sommes.
Si l'exécution du Contrat est suspendue pendant une période de plus de deux (2) mois, le Contrat pourra être résilié par le Prestataire et les dispositions de l'article 20.3 s'appliqueront.

20. Résiliation

20.1 Résiliation pour manquement
En cas de manquement grave par une partie à l'une de ses obligations, l'autre partie peut mettre en demeure la partie défaillante de remédier au manquement identifié. Si dans un délai de vingt (20) jours après cette notification, la partie défaillante n'a pas entrepris de remédier au manquement, l'autre est en droit de résilier le Contrat. La résiliation est acquise de plein droit au jour de la réception de la lettre recommandée ou équivalent.

20.2 Indemnisation pour résiliation
Le Client reste tenu de payer au Prestataire :
(i) Le solde du prix des Prestations exécutées conformément au Contrat, à la date de résiliation non encore payées, et
(ii) Les coûts réellement engagés par le Prestataire jusqu'à la date de résiliation pour la réalisation des Prestations y compris si certaines Prestations ne sont pas terminées,
(iii) les coûts engagés par le Prestataire suite à la résiliation, y compris, mais sans s'y limiter, tous les frais liés à l'annulation de ses contrats de sous-traitance ou de ses contrats avec ses propres fournisseurs et les frais engagés pour toute suspension prolongée (le cas échéant), et
(iv) en cas de résiliation du fait du Client, un montant raisonnable pour compenser les frais administratifs et généraux du Prestataire du fait de la résiliation, qui ne sera en aucun cas inférieur à quinze (15) pour cent du prix des Prestations restant à effectuer à la date de résiliation.

En cas de résiliation du Contrat due à un événement de Force Majeure ou ensuite d'une suspension, le Client paiera au Prestataire les montants mentionnés aux alinéas (i), (ii) et (iii) ci-dessus et tous les autres frais raisonnables engagés par le Prestataire à cette occasion.

20.3 Effets de la résiliation
La résiliation du Contrat en totalité ou en partie, pour quelque raison que ce soit, n'affectera pas les stipulations du présent article et des articles concernant la propriété intellectuelle, la confidentialité, la limitation de responsabilité, le droit applicable et le règlement des différends.

21. Répartition des risques, responsabilités

21.1 Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques du projet, concerné par le Contrat, déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte-tenu de sa compétence, le Client disposant néanmoins toujours de la faculté de solliciter le Prestataire.

21.2 En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit.

21.3 La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée et retenue en cas de dommage à des ouvrages publics ou privés (notamment, à titre d'exemple, des ouvrages, canalisations enterrés) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit et intégrés au Contrat.

21.4 Chaque Partie est responsable de tout dommage qu'elle-même, ses salariés, ses représentants et/ou ses sous-traitants causent aux tiers ainsi qu'à l'autre Partie, à l'occasion de l'exécution ou l'inexécution du Contrat. Chacune des Parties indemnisera l'autre pour tout dommage, dont il aura été démontré qu'il est consécutif à son inexécution ou à sa mauvaise exécution d'une obligation du Contrat et/ou imposée par la réglementation en vigueur, sans que puissent se cumuler, le cas échéant, ses responsabilités contractuelle et délictuelle. Le Prestataire répond envers le Client des dommages directs et immédiats dans les limites indiquées ci-dessus et sans que son indemnisation puisse excéder (sauf règlementation d'ordre public contraire), tous recours et réclamations confondus, le montant total HT du Contrat (et à dix mille (10 000) euros pour tout Contrat dont le prix HT serait inférieur à ce montant). Les Parties conviennent expressément que leur responsabilité ne pourra jamais être recherchée à raison des dommages ne se rattachant pas directement et immédiatement aux Prestations, c'est-à-dire notamment les dommages extra-patrimoniaux et les dommages immatériels (tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements).
En conséquence, chacune des Parties et ses assureurs renoncent à tout recours qu'ils seraient fondés à exercer à l'encontre de l'autre Partie et de ses assureurs à raison de tels dommages et au-delà de ces montants.
Lorsqu'une Partie entend mettre en cause la responsabilité de l'autre, elle doit lui adresser une réclamation circonstanciée qui déclenche alors la procédure de règlement des différends prévue par l'article 28.

21.5 Le Prestataire sera garanti et indemnisé en totalité par le Client contre tous recours, demandes, actions, procédures, recherches en responsabilité de toute nature de la part de tiers au Contrat à l'encontre du Prestataire du fait des Prestations.

21.6 Le Prestataire n'est solidaire d'aucun intervenant sauf si la solidarité est explicitement prévue au Contrat et même dans ce cas, la solidarité est limitée à la durée de réalisation des Prestations.

22. Assurance décennale

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. **Dans ce cadre, les ouvrages ou projets dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excèdent au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€ HT, doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire**. Il est expressément convenu que le Client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Au-delà de 15 M€ HT de valeur de l'ouvrage ou du projet, le Client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires comme assuré additionnel. Le Client prendra en charge toute éventuelle sur-cotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voire inhabituels sont exclus du contrat d'assurance du Prestataire et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. A défaut de respecter ces engagements, le Client en supportera les conséquences financières. Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).
Toutes les conséquences financières et assurantielles résultant d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le Client.

23. Force Majeure

Conformément à la définition qui en est donnée par l'article 1218 du Code Civil et la jurisprudence française, la force majeure est considérée comme un évènement extérieur, imprévisible, irrésistible et incontournable, c'est-à-dire une circonstance indépendante de la volonté et de l'agissement des Parties, qui ne pouvaient raisonnablement en prévoir la survenance lors de la conclusion du Contrat, ni en prévenir les effets et qui empêche, de bonne foi, l'exécution totale ou partielle du Contrat.
En cas de survenance d'un évènement de force majeure empêchant une Partie d'exécuter tout ou partie de ses obligations contractuelles ou qui empêche une tierce partie qu'elle avait chargée de cette exécution, elle doit immédiatement en informer l'autre par tout moyen, en lui indiquant la nature et les circonstances de l'évènement de force majeure, ainsi que ses effets et sa durée prévisibles. En parallèle, elle doit s'efforcer de prendre toutes mesures permettant d'éviter ou limiter les conséquences de l'évènement sur l'exécution du Contrat.
La cause d'exonération aura pour effet de suspendre l'exécution de celle(s) des obligations devenue(s) impossible(s), ainsi que celle(s) des obligations corrélative(s) pendant toute la durée d'existence de ces circonstances, sans que la responsabilité de la Partie empêchée puisse être recherchée à raison des dommages résultant de son inexécution contractuelle. Le délai des Prestations empêchées sera automatiquement prolongé d'une période au moins équivalente à la durée effective des effets de l'événement de Force Majeure, et les coûts générés par l'évènement de Force Majeure seront répartis à part égale entre les Parties.
En aucun cas, la survenance d'un événement de force majeure ne saurait suspendre, retarder ou empêcher le paiement des Prestations déjà effectuées à la date de survenance dudit événement de force majeure ainsi que de celles pouvant être effectuées.
Un évènement de force majeure sera considéré comme définitif s'il empêche l'exécution du Contrat pendant une durée de soixante (60) jours.

24. Changement de lois – changement de circonstances

Par dérogation à l'article 1195 du Code civil et indépendamment de la faculté de révision du prix, si après la date du devis ou du Contrat, une loi, un règlement, une norme ou une méthode entre en vigueur ou change, et qu'il en résulte une variation de plus de 10 % du coût de réalisation des Prestations, ou en cas de changement du contexte économique, géopolitique ou financier du Contrat affectant son exécution, le prix et les délais du Contrat seront ajustés de bonne foi entre les parties, en fonction des circonstances pour refléter ce/ces changement(s).

25. Langue des Prestations

Tout rapport et/ou document objet des Prestations sera fourni en français.

26. Cessibilité de Contrat, non-renonciation

Le Contrat ne peut être cédé, à un tiers sans le consentement exprès, écrit, préalable de l'autre Partie qui ne peut s'y opposer sans juste motif. La sous-traitance par le Prestataire n'est pas considérée comme une cession au titre du présent article.
Le fait pour une partie de ne pas se prévaloir, à un moment donné, de l'une quelconque des stipulations du Contrat et/ou de tolérer un manquement à l'une quelconque des obligations du Contrat, ne peut être interprété comme valant renonciation par cette partie de s'en prévaloir ultérieurement.

27. Divisibilité

Si une stipulation du Contrat est jugée nulle et inapplicable en totalité ou en partie, la validité des autres stipulations du Contrat et le reste de la stipulation en question n'en sera pas affectée. Le Client et le Prestataire remplaceront cette stipulation par une stipulation aussi proche que possible de la stipulation rendue invalide, produisant les mêmes effets juridiques que ceux initialement prévus par le Client et le Prestataire.

28. LITIGES - ATTRIBUTION DE JURIDICTION

LE CONTRAT EST SOUMIS AU DROIT FRANÇAIS.
En cas de litige lié au Contrat, les Parties s'engagent à se rencontrer (y compris par visioconférence) pour tenter de résoudre leur différend à l'amiable.

À DEFAUT D'ACCORD AMIABLE DANS UN DELAI DE 30 JOURS SUIVANT L'ENVOI D'UNE CORRESPONDANCE FAISANT ETAT D'UN DIFFEREND, TOUT LITIGE SERA SOUMIS POUR RESOLUTION AUX JURIDICTIONS DU RESSORT DU SIÈGE SOCIAL DU PRESTATAIRE QUI SONT SEULES COMPÉTENTES, ET AUXQUELLES LES PARTIES ATTRIBUENT COMPETENCE EXCLUSIVE, MÊME EN CAS DE DEMANDE INCIDENTE OU D'APPEL EN GARANTIE OU DE PLURALITÉ DE DÉFENDEURS.

LA LANGUE DU CONTRAT ET DE TOUT REGLEMENT DES LITIGES EST LE FRANÇAIS.

NOVEMBRE 2023

2. ENCHAINEMENT DES MISSIONS D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NF P94-500) – 1 PAGE

Le Maître d'Ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la Maîtrise d'Œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception, puis de réalisation de l'ouvrage. Le Maître d'Ouvrage, ou son mandataire, doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives à la Maîtrise d'Œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés ci-après. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du Maître d'Ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3, la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Enchainement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique 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	**Études géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)**		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : 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	**Études géotechniques 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)		A la charge de l'entreprise	A la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	**Étude de 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'exécutions (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

Classification des missions d'ingénierie géotechnique en page suivante

Février 2014

3. MISSIONS TYPES D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE (NORME NF P94-500) – 1 PAGE

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

ETAPE 1 : ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1)

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

Phase Étude de Site (ES)

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

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

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

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

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

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (AVP)

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

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

Phase Projet (PRO)

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

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

Phase DCE / ACT

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

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

ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)

ETUDE ET SUIVI GEOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

A TOUTES ETAPES : DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

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

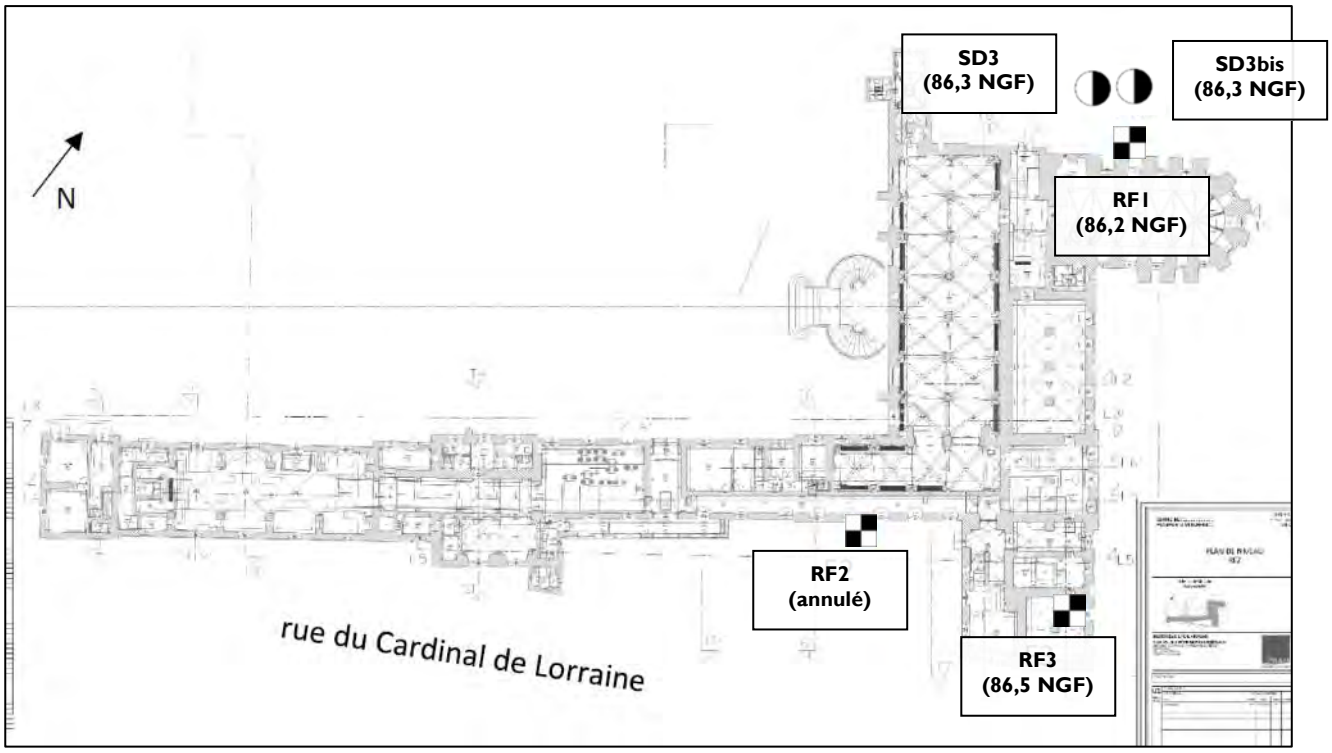
- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.

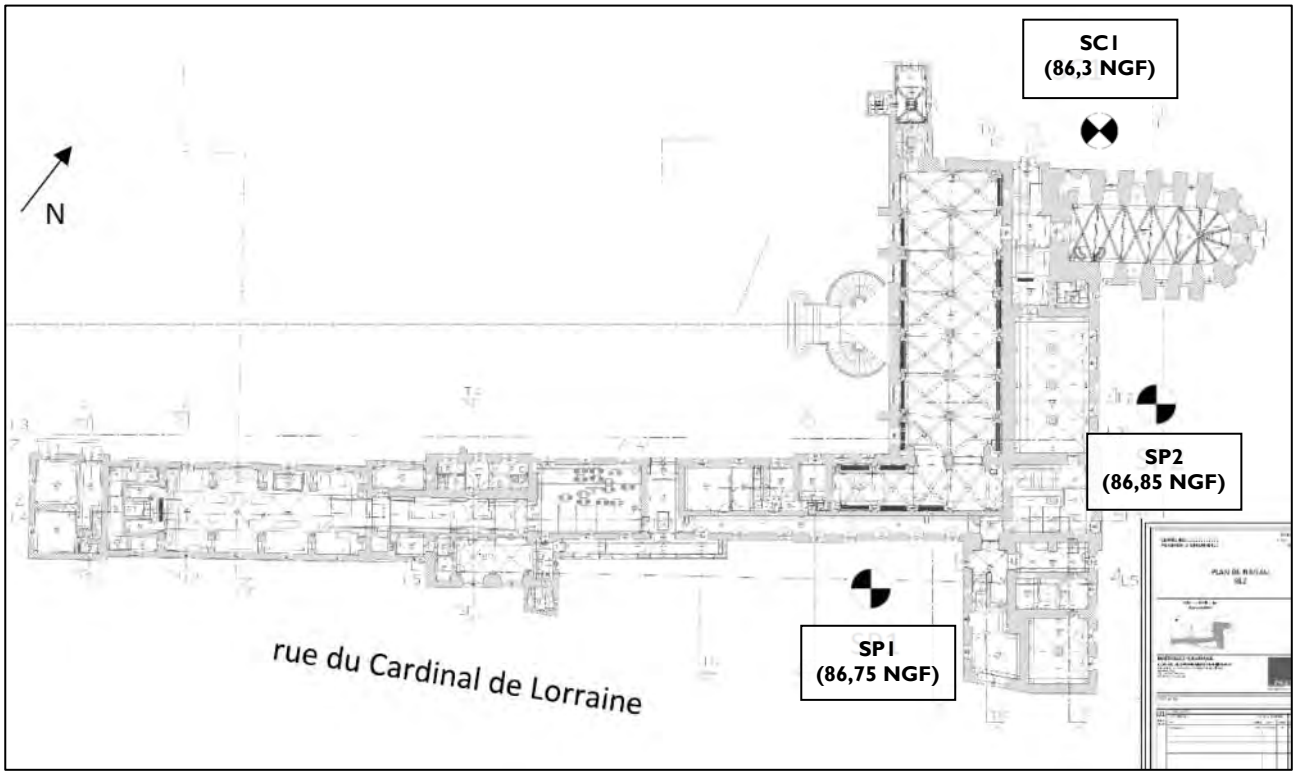
Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie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

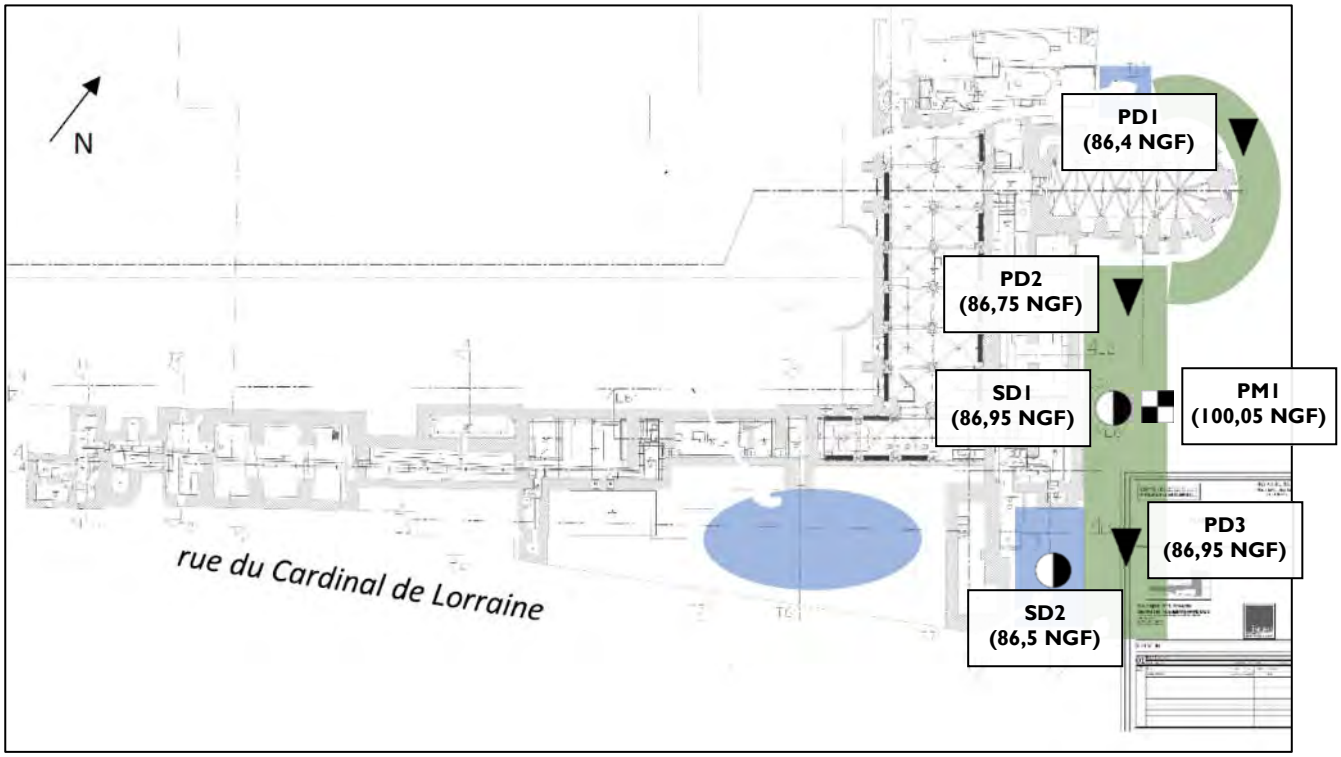
Février 2014

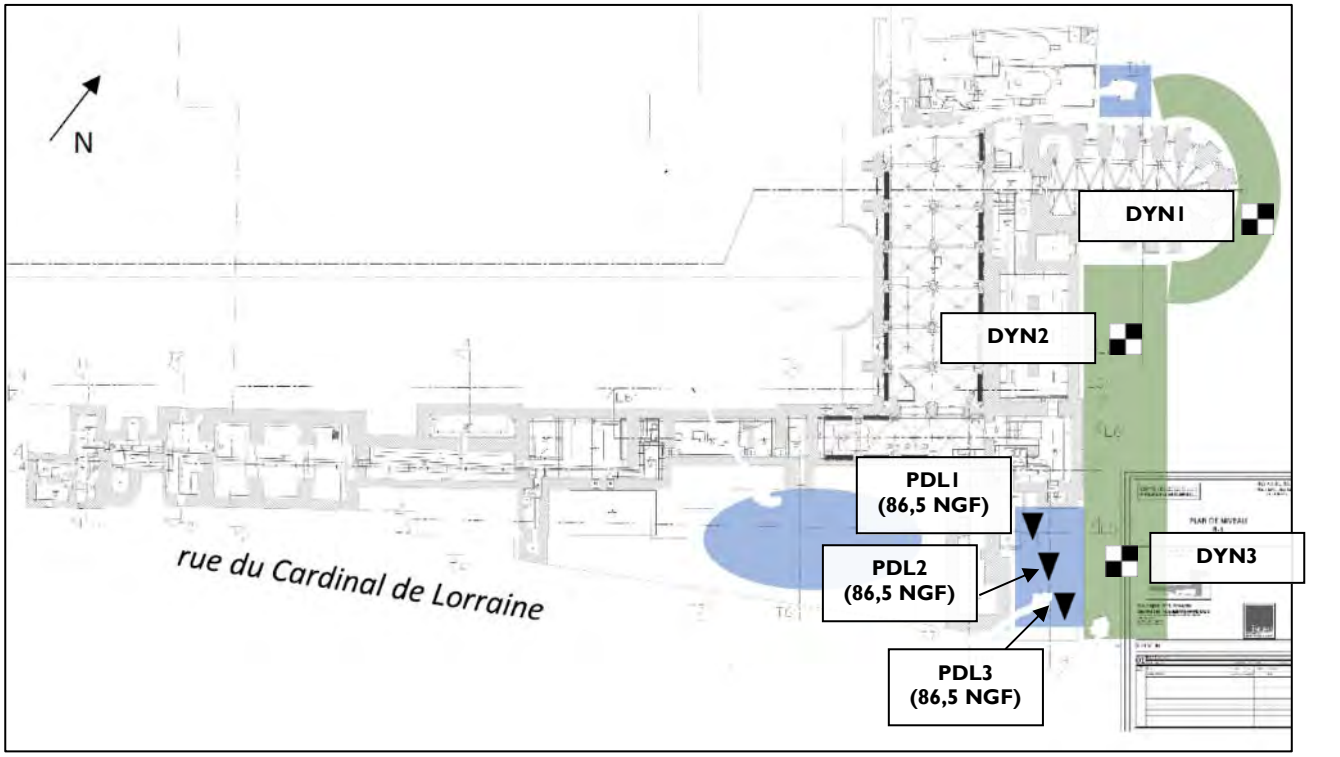
4. RESULTATS DES INVESTIGATIONS IN SITU – 34 PAGES

- Plans d'implantation des sondages (phase AVP)

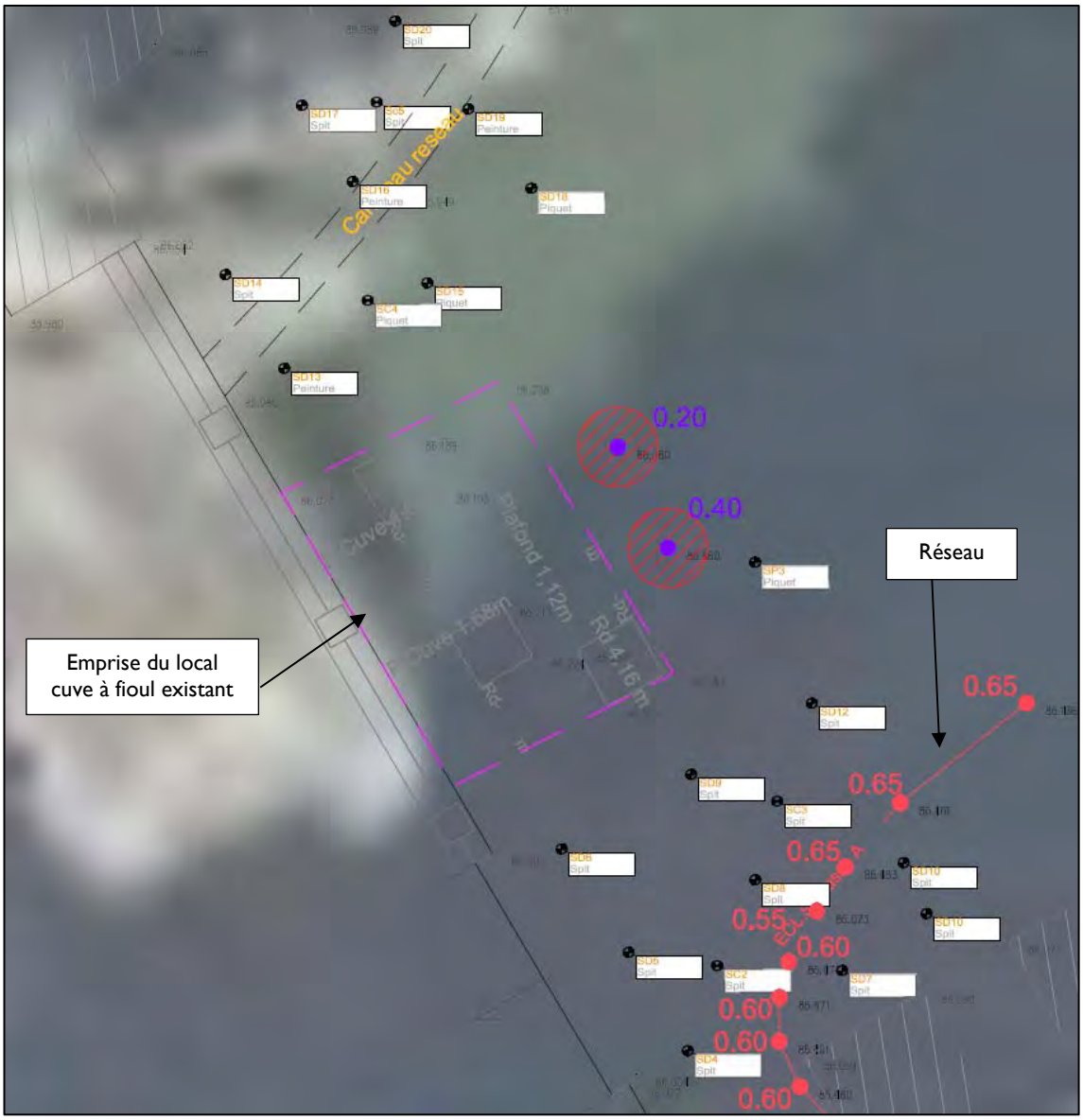


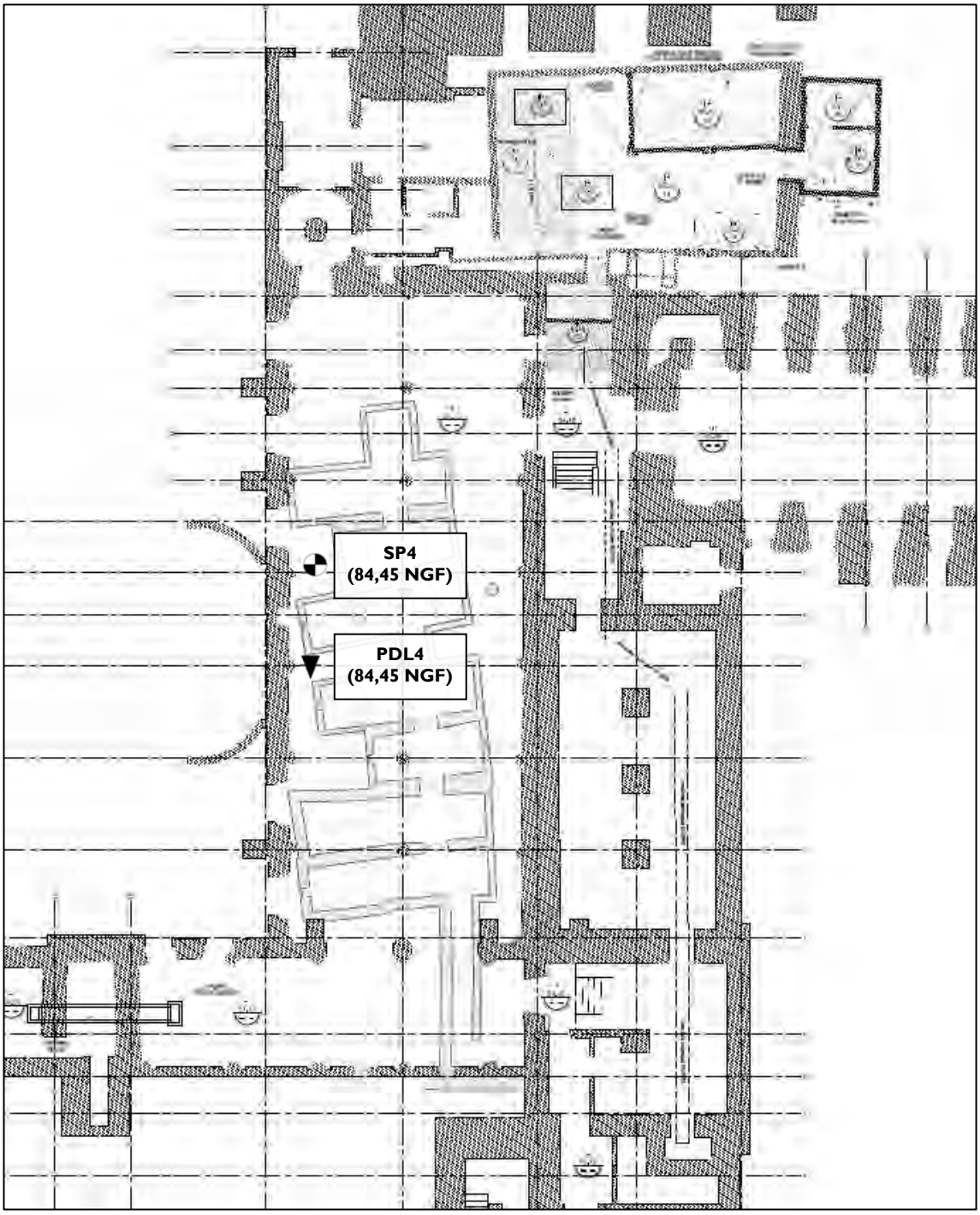



N
PD1
(86,4 NGF)
PD2
(86,75 NGF)
SD1
(86,95 NGF)
PM1
(100,05 NGF)
PD3
(86,95 NGF)
SD2
(86,5 NGF)
rue du Cardinal de Lorraine


N
DYN1
DYN2
PDL1
(86,5 NGF)
PDL2
(86,5 NGF)
DYN3
PDL3
(86,5 NGF)
rue du Cardinal de Lorraine

- Plans d'implantation des sondages (phase PRO)




SP4
(84,45 NGF)
PDL4
(84,45 NGF)

Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

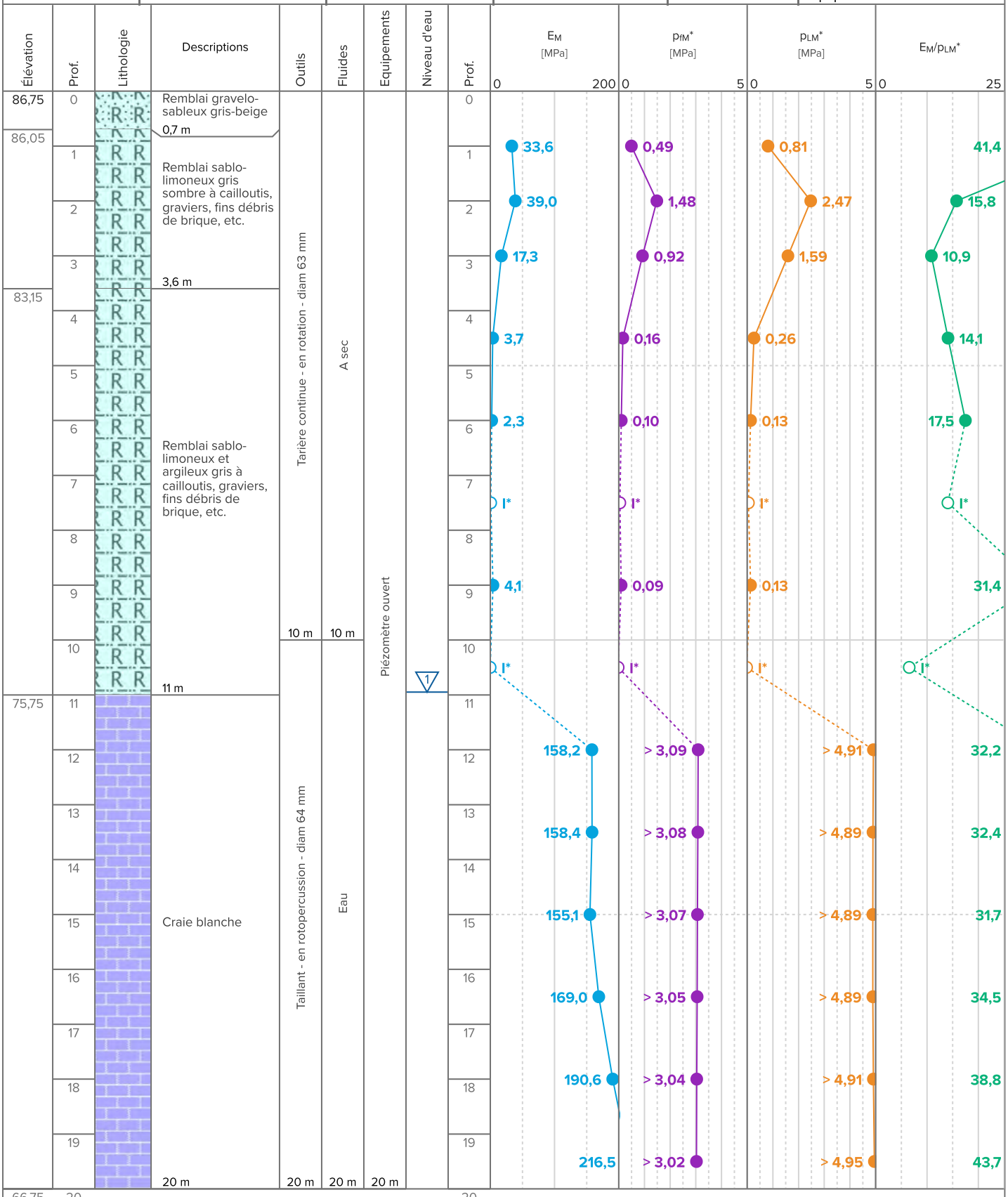
(N° Projet: PR.51GT.23.0118)

SP1

Longitude	Latitude	Système de coordonnées	
4,034797574	49,253242568	WGS 84	
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Prof. atteinte**
+86,75 m	NGF	0,0°	20,0 m

Niveau d'eau
☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage
☐ Stabilisé ☑ Non stabilisé ☐ Sec

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
PMT-SP1	Pressiomètre	19/06/2023	20/06/2023	SD70.4	Equipe SD70.4



1 Niveau d'eau fin de chantier 10,95m

*I = Essai inexploitable

Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

(N° Projet: PR.51GT.23.0118)

SP2

Longitude	Latitude	Système de coordonnées	Niveau d'eau
4,034966000	49,253554100	WGS 84	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☑ Non stabilisé ☐ Sec

Élévation	Nivellement	Angle	Prof. atteinte
+86,85 m	NGF	0,0°	20,0 m

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
PMT-SP2	Pressiomètre	13/06/2023	13/06/2023	SD70.4	Equipe SD70.4

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Fluides	Niveau d'eau
86,8	0		Remblai gravelo-sableux gris clair			
86,25			0,05 m			
	1		Remblai limono-sableux gris clair			
			0,6 m			
	2					
	3		Remblai sablo-limoneux et argileux brun à cailloutis, graviers, fins débris de brique, nodules de craie, etc.			
	4					
	5		5,5 m	Tarière continue - en rotation - diam 63 mm	A sec	
81,35	6					
	7					
	8					
	9			10 m	10 m	
	10					1
	11					
	12		Craie blanche			
	13					
	14					
	15			Taillant - en rotopercussion - diam 64 mm	Eau	
	16					
	17					
	18					
	19					
66,85	20		20 m	20 m	20 m	

Prof.	E_M [MPa] 0 – 200	p_{fM}^* [MPa] 0 – 5	p_{LM}^* [MPa] 0 – 5	E_M/p_{LM}^* 0 – 25
0				
1	2,6	0,20	0,36	7,2
2	1,7	0,15	0,25	6,8
3	I*	I*	I*	I*
4	4,5	0,31	0,51	8,9
5				
6	37,5	1,75	2,91	12,9
7	34,1	1,63	2,50	13,6
8				
9	39,1	1,52	2,47	15,8
10	120,3	3,41	> 4,91	24,5
11				
12	180,6	> 3,09	> 4,82	37,5
13	151,1	> 3,08	> 4,81	31,4
14				
15	177,5	> 3,07	> 4,83	36,7
16	186,0	> 3,05	> 4,82	38,6
17				
18	200,2	> 3,04	> 4,83	41,4
19				
20	181,3	> 3,02	> 4,82	37,6

1 Niveau d'eau fin de chantier 10,9m

*I = Essai inexploitable

Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

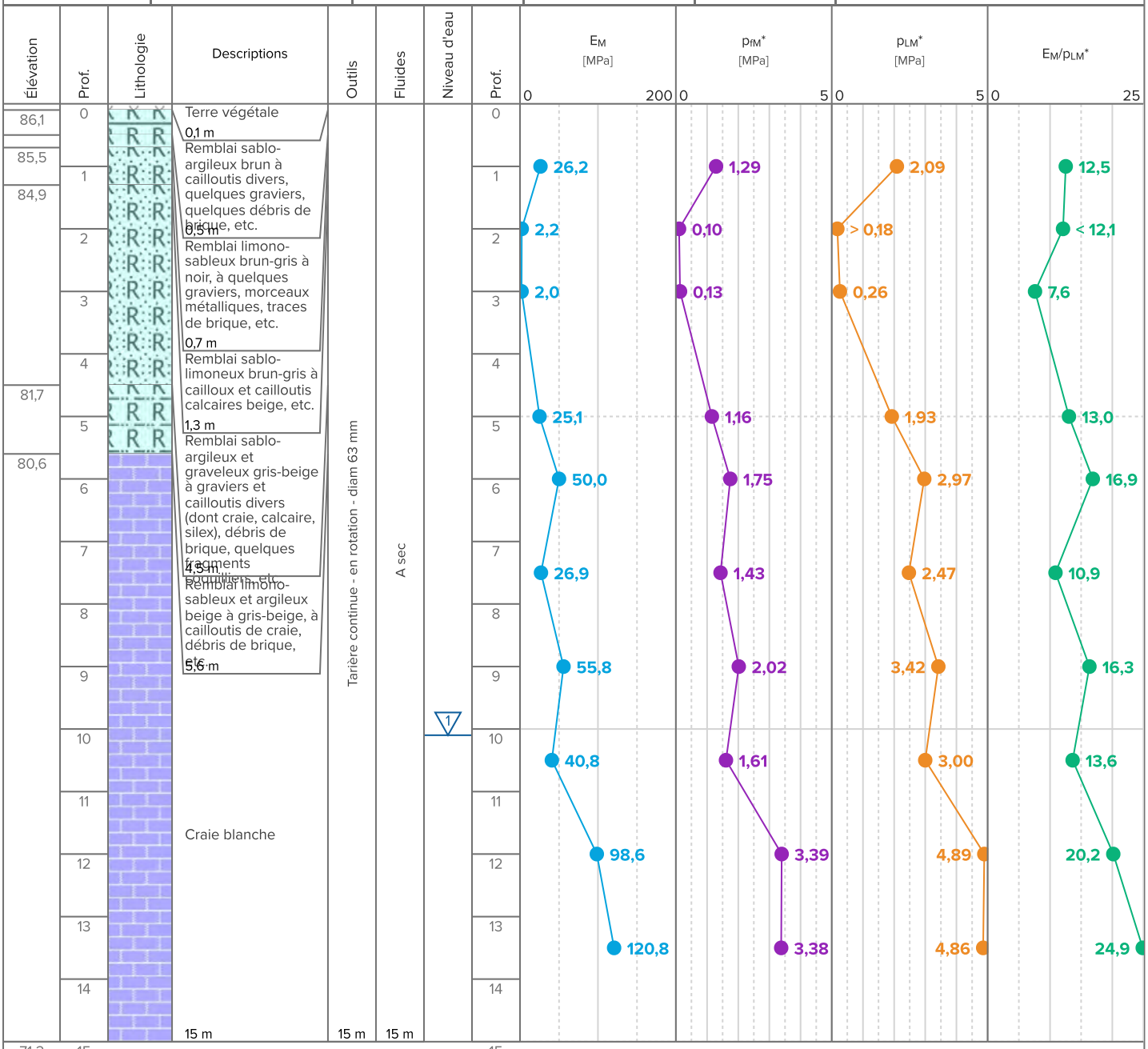
(N° Projet: PR.51GT.23.0118)

SP3

Longitude	Latitude	Système de coordonnées	Niveau d'eau
4,034775426	49,253803591	WGS 84	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec

Élévation	Nivellement	Angle	Prof. atteinte
+86,2 m	NGF	0,0°	15,0 m

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
PMT-SP3	Pressiomètre	31/01/2024	31/01/2024	SD70.4	STOCKINGER Steven



[1] Niveau d'eau fin de forage 10,1m

Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

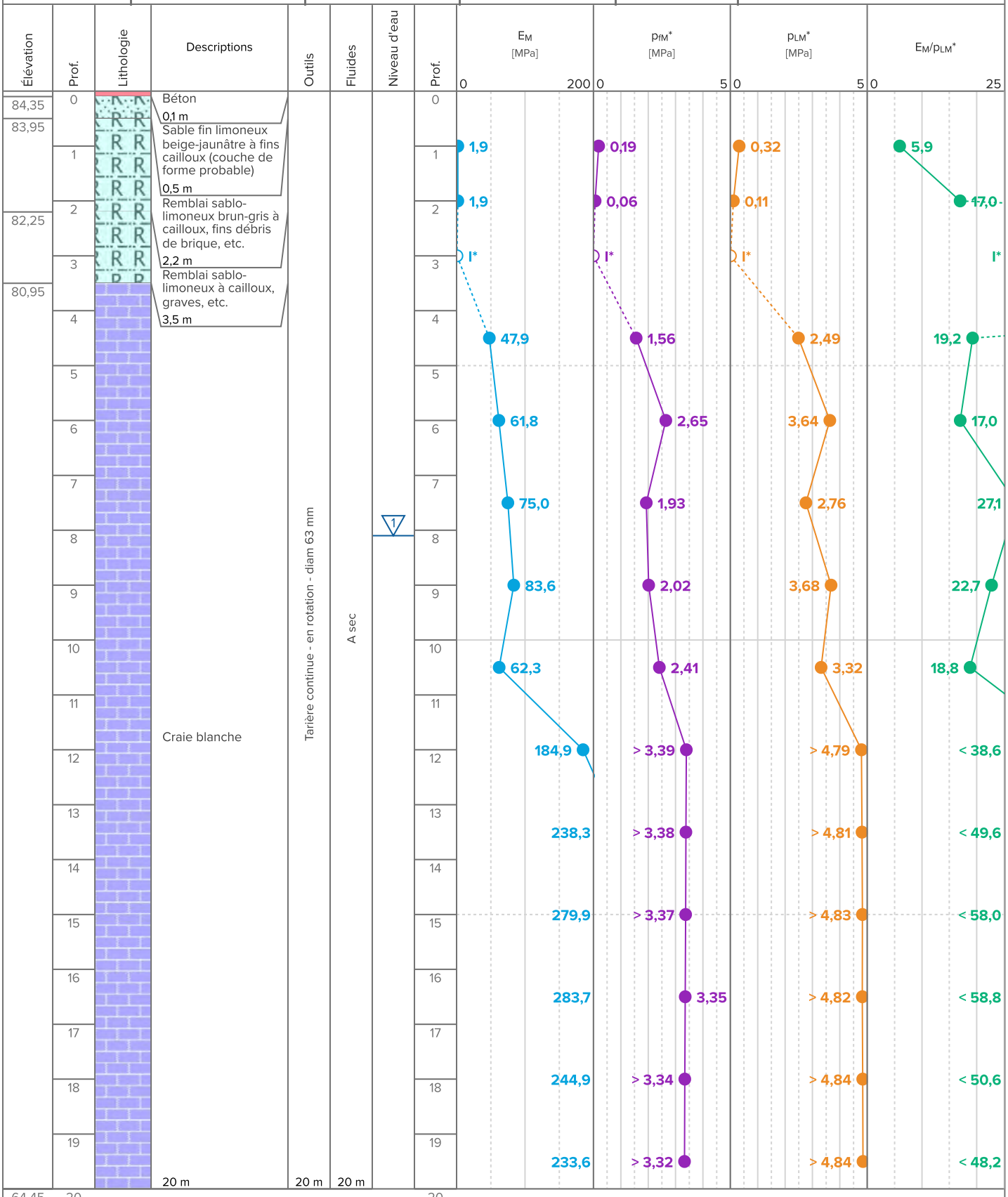
(N° Projet: PR.51GT.23.0118)

SP4

Longitude	Latitude	Système de coordonnées	Niveau d'eau
4,034631675	49,253495560	WGS 84	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☑ Non stabilisé ☐ Sec

Élévation	Nivellement	Angle	Prof. atteinte
+84,45 m	NGF	0,0°	20,0 m

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
PMT-SP4	Pressiomètre	13/02/2024	15/02/2024	SD70.4	STOCKINGER Steven



1 Niveau d'eau fin de forage 8,1m

*I = Essai inexploitable

Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

(N° Projet: PR.51GT.23.0118)

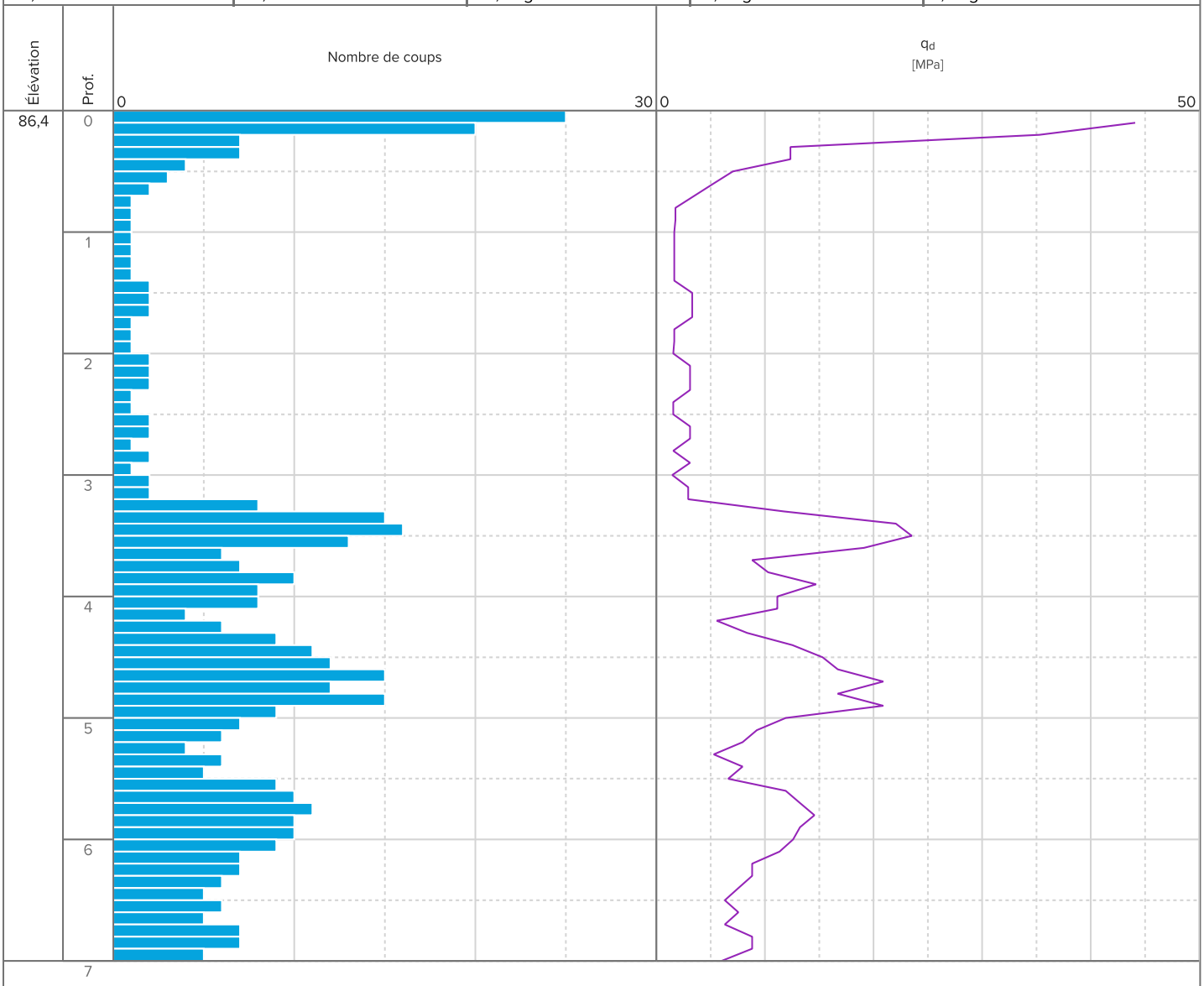
PD1

Longitude	Latitude	Système de coordonnées	
4,034987268	49,253770333	WGS 84	
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Prof. atteinte**
+86,4 m	NGF	0,0°	7,0 m

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
DPRB-PD1	Pénétromètre dynamique	16/06/2023	16/06/2023	SD70.4	BELHOUCINE

Type de pénétromètre	Facteur de correction
DPSH-B	1,0

Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige
75,0 cm	20,0 cm^2	63,5 kg	15,0 kg	5,6 kg/m



Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

(N° Projet: PR.51GT.23.0118)

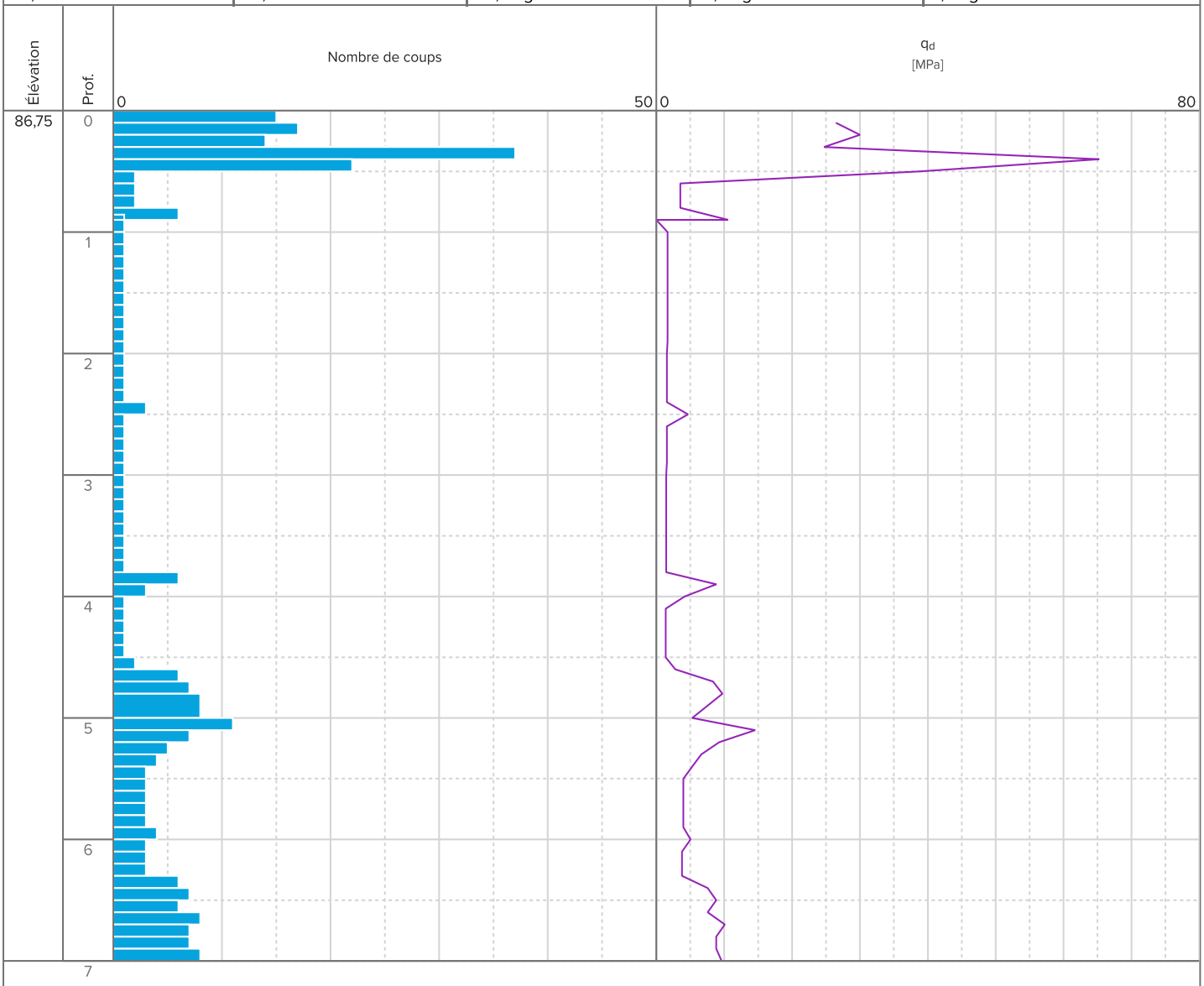
PD2

Longitude	Latitude	Système de coordonnées	
4,034933900	49,253582500	WGS 84	
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Prof. atteinte**
+86,75 m	NGF	0,0°	7,0 m

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
DPRB-PD2	Pénétromètre dynamique	19/06/2023	19/06/2023	SD70.4	BELHOUCINE

Type de pénétromètre	Facteur de correction
DPSH-B	1,0

Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige
75,0 cm	20,0 cm^2	63,5 kg	15,0 kg	5,6 kg/m



Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

(N° Projet: PR.51GT.23.0118)

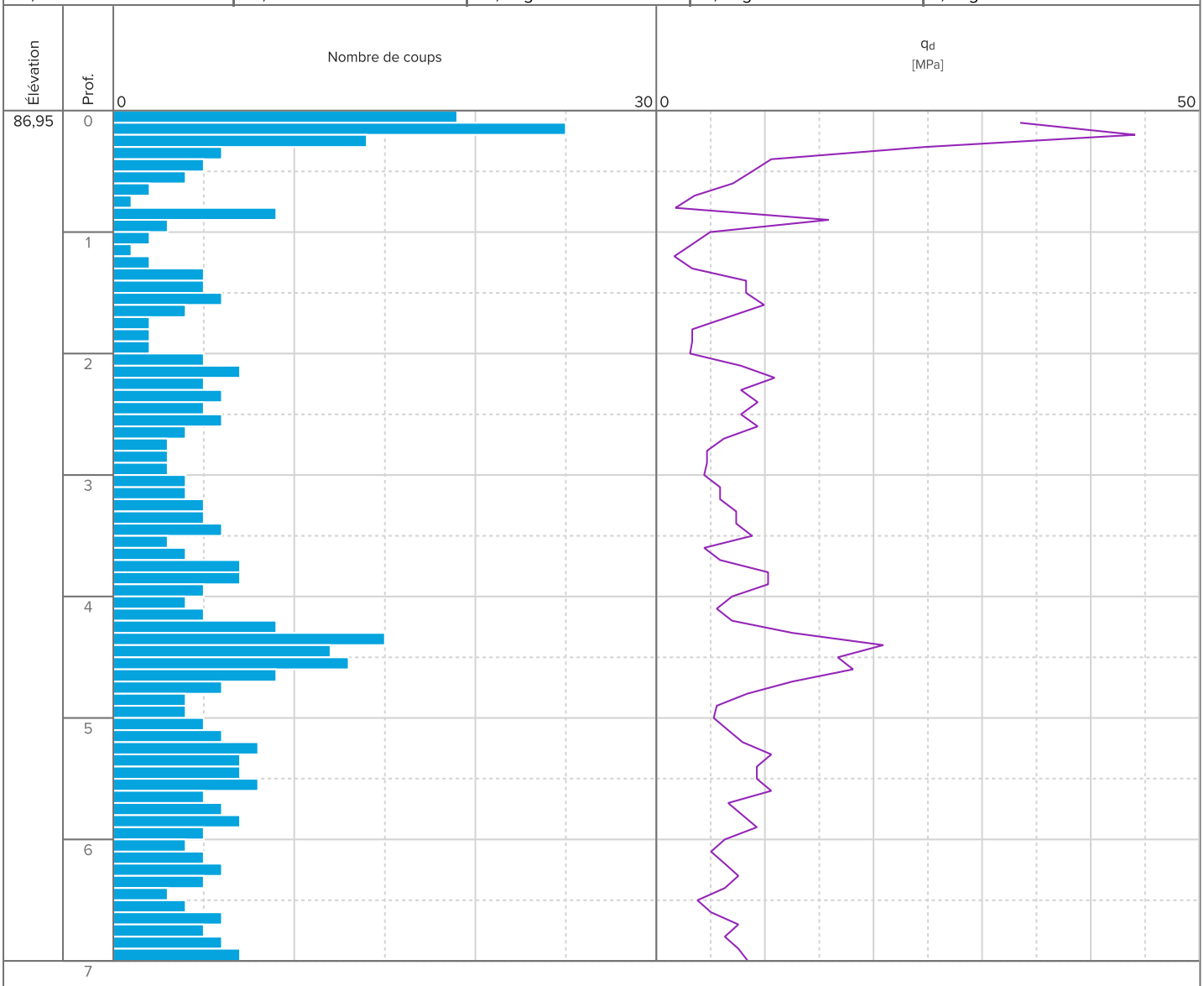
PD3

Longitude	Latitude	Système de coordonnées	
4,035115409	49,253371307	WGS 84	
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Prof. atteinte**
+86,95 m	NGF	0,0°	7,0 m

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
DPRB-PD3	Pénétromètre dynamique	16/06/2023	16/06/2023	SD70.4	BELHOUCINE

Type de pénétromètre	Facteur de correction
DPSH-B	1,0

Hauteur de chute	Surface de pointe	Masse frappante	Masse accessoire	Masse de la tige
75,0 cm	20,0 cm^2	63,5 kg	15,0 kg	5,6 kg/m



Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

PM1

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	Niveau d'eau
4,035048352	49,253490330	WGS 84		Non renseigné	☑ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec
Élévation	**Prof. atteinte**	**Angle**	**Nivellement**	**Précision des nivellements**	
+86,9 m	1,2 m	0,0°	NGF	Non renseigné	

Début	Fin	Machine	Opérateur
13/06/2023	13/06/2023	Pelle mécanique	Arthur HEIDSIECK

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils
86,9	0		Remblai gravelo-sableux gris à débris de béton	Mini pelle - à godet
86,7			0,2 m	
			Remblai sablo-limoneux gris à cailloux de calcaire, de craie, débris de brique, etc.	
	1		1,2 m	1,2 m
85,7				

fondasol

Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
PM1	Autre	+86,9 m NGF	1,2 m





fondasol

Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

SD1

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	Niveau d'eau
4,035020201	49,253480704	WGS 84		Non renseigné	☑ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage
Élévation	**Prof. atteinte**	**Angle**	**Nivellement**	**Précision des nivellements**	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec
+86,95 m	5,0 m	0,0°	NGF	Non renseigné	

Début	Fin	Machine	Opérateur
14/06/2023	14/06/2023	SD70.4	Equipe SD70.4

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Fluides	Niveau d'eau
86,95	0		Remblai gravelo-sableux gris	Tarière continue - en rotation - diam 63 mm	A sec	Néant
86,75			0,2 m			
	1					
	2		Remblai sablo-limoneux gris sombre à cailloux, graviers, etc.			
	3					
	4		4,2 m			
82,75			Limon sablo-crayeux beige			
			4,5 m			
82,45			Craie blanche			
			5 m	5 m	5 m	
81,95	5					

fondasol

Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

SD3BIS

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	Niveau d'eau
4,034826900	49,253780000	WGS 84		Non renseigné	☑ Néant ☐ Non mesuré
Élévation	**Prof. atteinte**	**Angle**	**Nivellement**	**Précision des nivellements**	☐ En cours de forage
+86,3 m	3,5 m	0,0°	NGF	Non renseigné	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec

Début	Fin	Machine	Opérateur
14/06/2023	14/06/2023	SD70.4	Equipe SD70.4

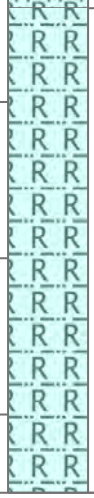
Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Fluides
86,3	0		Remblai gravelo-sableux beige 0,4 m	Tarière continue - en rotation - diam 63 mm	A sec
85,9	1		Remblai sablo-limoneux et argileux brun à cailloutis, graviers, fins débris de brique, etc.		
	2		Refus à la tarière continue		
	3		3,5 m	3,5 m	3,5 m
82,8					

Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

SD3

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Précision des relevés	Niveau d'eau
4,034818940	49,253777979	WGS 84		Non renseigné	☑ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec
Élévation	**Prof. atteinte**	**Angle**	**Nivellement**	**Précision des nivellements**	
+86,3 m	3,5 m	0,0°	NGF	Non renseigné	

Début	Fin	Machine	Opérateur
14/06/2023	14/06/2023	SD70.4	Equipe SD70.4

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils
86,3	0		Remblai gravelo-sableux beige 0,4 m	Tarière continue - en rotation - diam 63 mm
85,9	1		Remblai sablo-limoneux et argileux brun à cailloutis, graviers, fins débris de brique, etc. Refus à la tarière continue	
	2			
	3		3,5 m	3,5 m
82,8				

Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

SP1

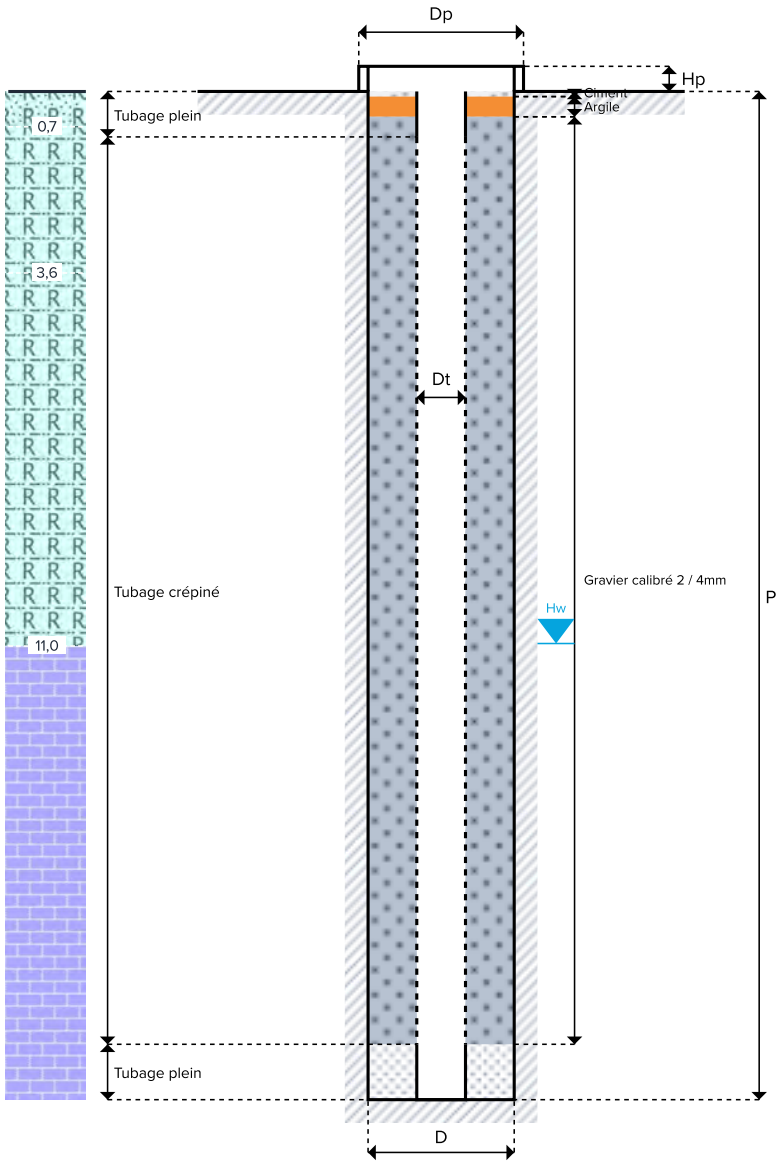
Longitude	Latitude	Système de coordonnées	
4,034797574	49,253242568	WGS 84	
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Prof. atteinte**
+86,75 m	NGF	0,0°	20,0 m

Niveau d'eau

☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage
☐ Stabilisé ☑ Non stabilisé ☐ Sec

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
PZO-SP1	Piézomètre ouvert	19/06/2023	20/06/2023	SD70.4	Equipe SD70.4

Sondage			
Prof.	P	**20,0**	m
Diamètre	D	**64,0**	mm
Niveau d'eau			
En cours de forage	H_w	-	m
Après équipement	H_w	**10,95**	m
Tube			
☑ PVC			
Diamètre intérieur	D_t	**45,0**	mm
Diamètre extérieur	D_t	**50,0**	mm
Crépines	De **0,9** à **18,9**		m
	Fente	**1,0**	mm
Développement	☒ Non		
Bouchon de fond	☑ Oui		
Hauteur hors sol	H_t	**0,0**	m
Remblais			
Ciment	De **0,0** à **0,1**		m
Argile	De **0,1** à **0,5**		m
Gravier calibré 2 / 4mm	De **0,5** à **18,9**		m
Protection			
Tête métallique	☒ Non		
Cadenas	☒ Non		
Bouche à clef	☑ Oui		
Regard béton	☒ Non		
Diamètre protection	D_p	**150,0**	mm
Hauteur hors sol	H_p	-	m
Réception Piézomètre			
Profondeur Eau - Début réception		**0,0**	m
Profondeur Eau - Fin réception		**0,1**	m
Durée réception		**0,0**	h



Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

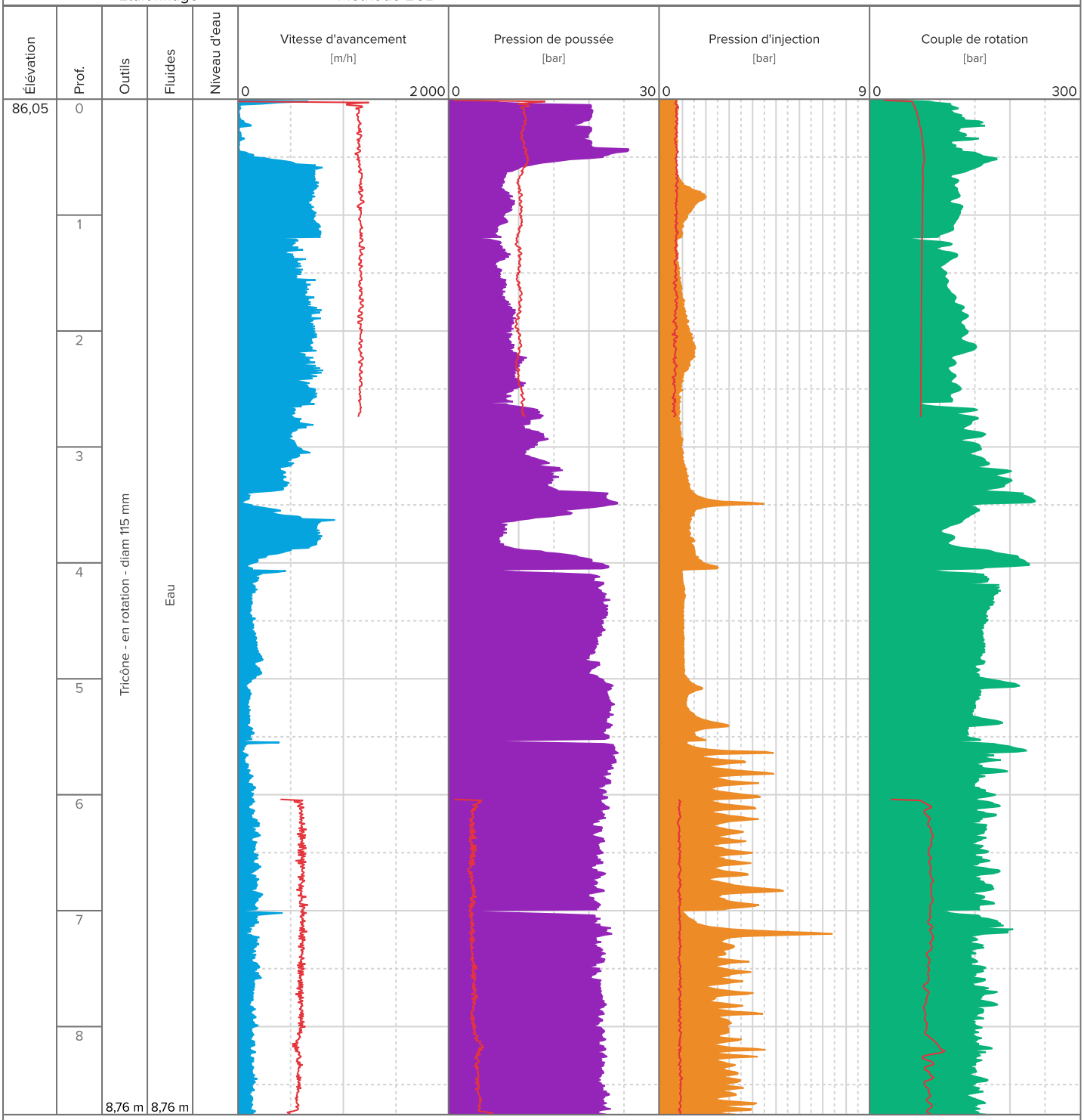
SD4

Longitude	Latitude	Système de coordonnées	
4,034767522	49,253741044	WGS 84	
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Prof. atteinte**
+86,05 m	NGF	0,0°	8,76 m

Niveau d'eau
☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage
☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
SD-SD4	Paramètres destructifs	08/02/2024	08/02/2024	SD70.4	STOCKINGER Steven

Etalonnage — Méthode ECL



Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

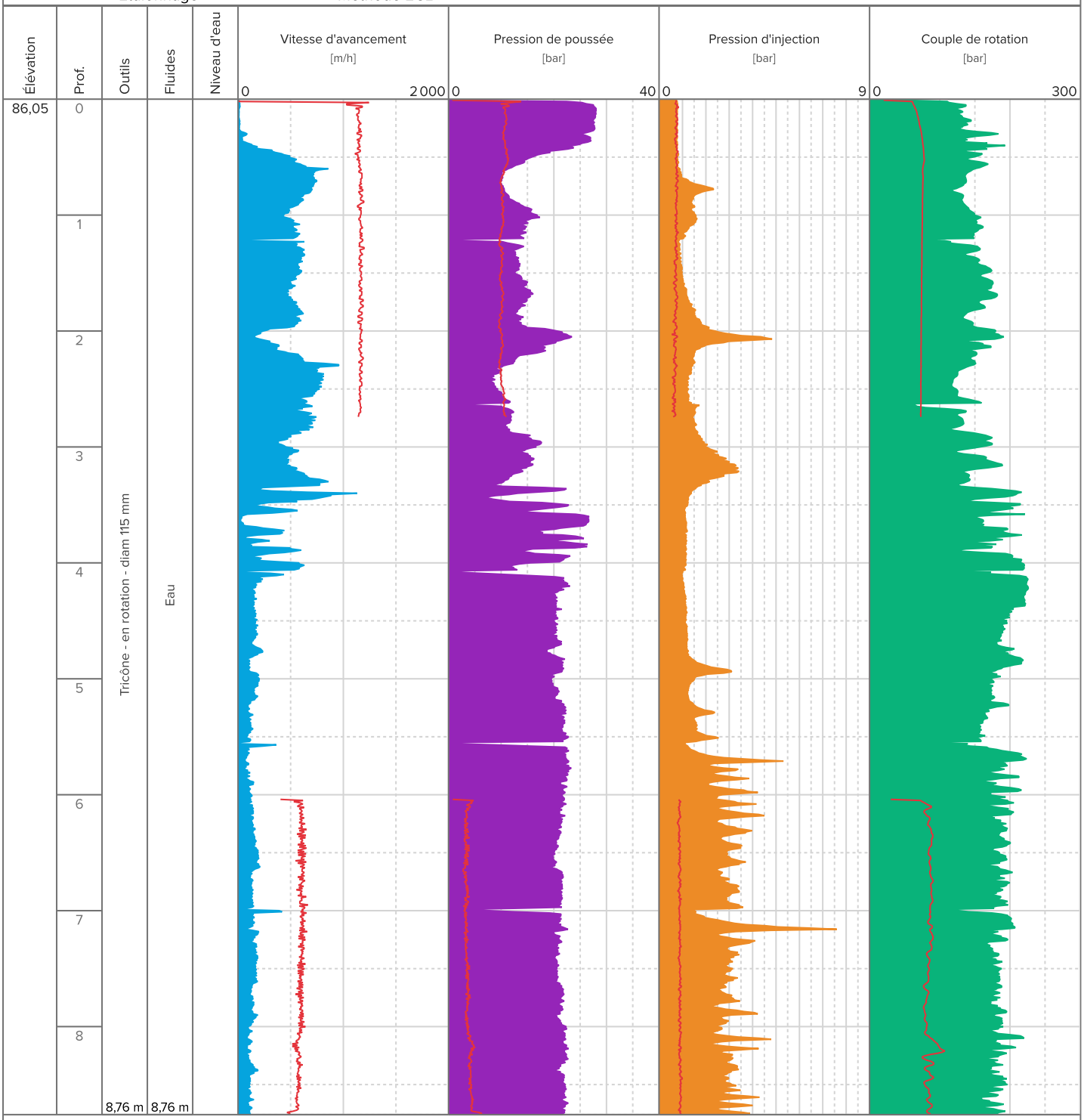
SD5

Longitude	Latitude	Système de coordonnées	
4,034755637	49,253756091	WGS 84	
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Prof. atteinte**
+86,05 m	NGF	0,0°	8,76 m

Niveau d'eau
☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage
☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
SD-SD5	Paramètres destructifs	08/02/2024	08/02/2024	SD70.4	STOCKINGER Steven

Etalonnage — Méthode ECL



Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

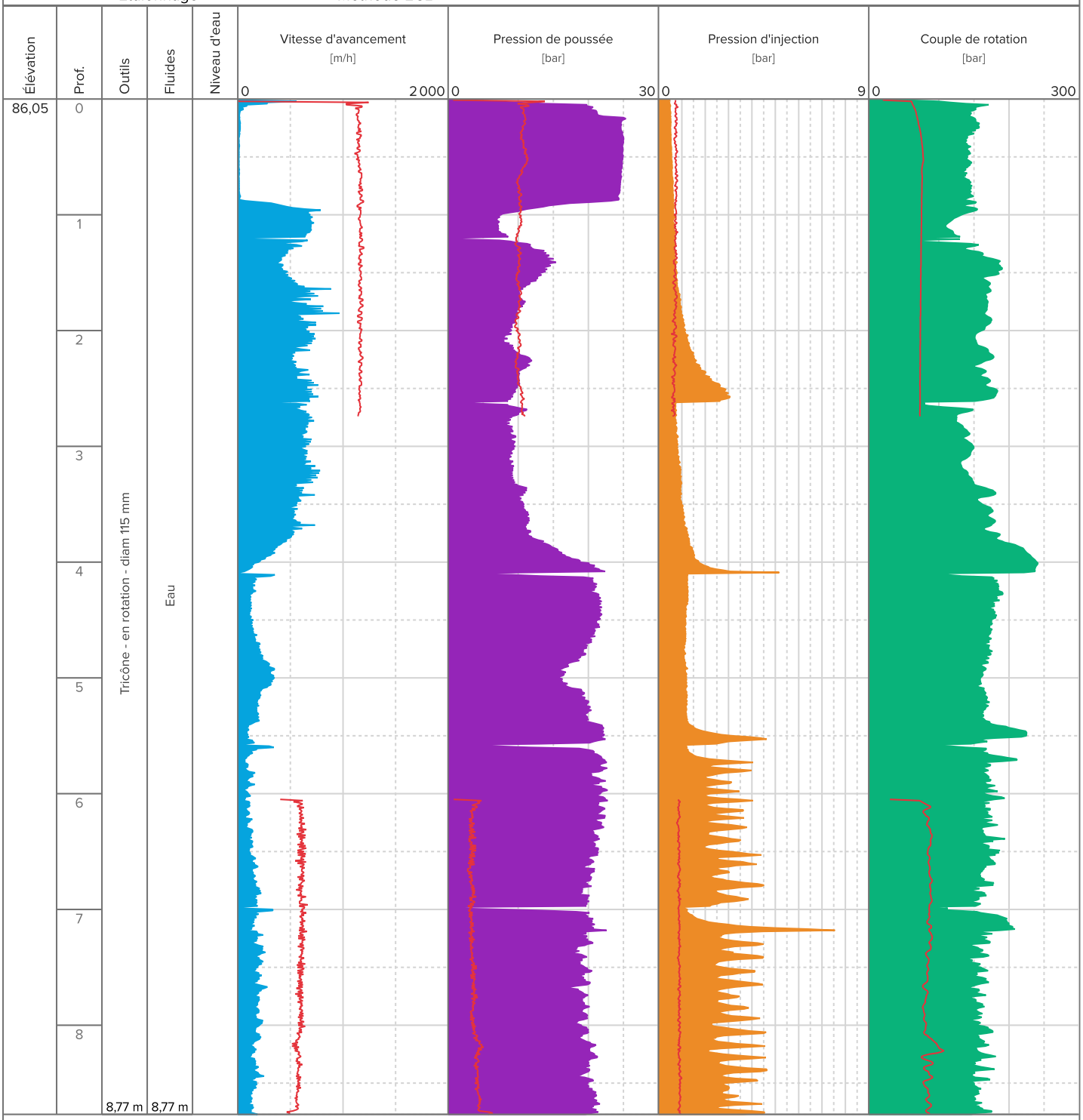
SD6

Longitude	Latitude	Système de coordonnées	
4,034745241	49,253767465	WGS 84	
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Prof. atteinte**
+86,05 m	NGF	0,0°	8,77 m

Niveau d'eau
☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage
☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
SD-SD6	Paramètres destructifs	08/02/2024	08/02/2024	SD70.4	STOCKINGER Steven

Etalonnage — Méthode ECL



Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

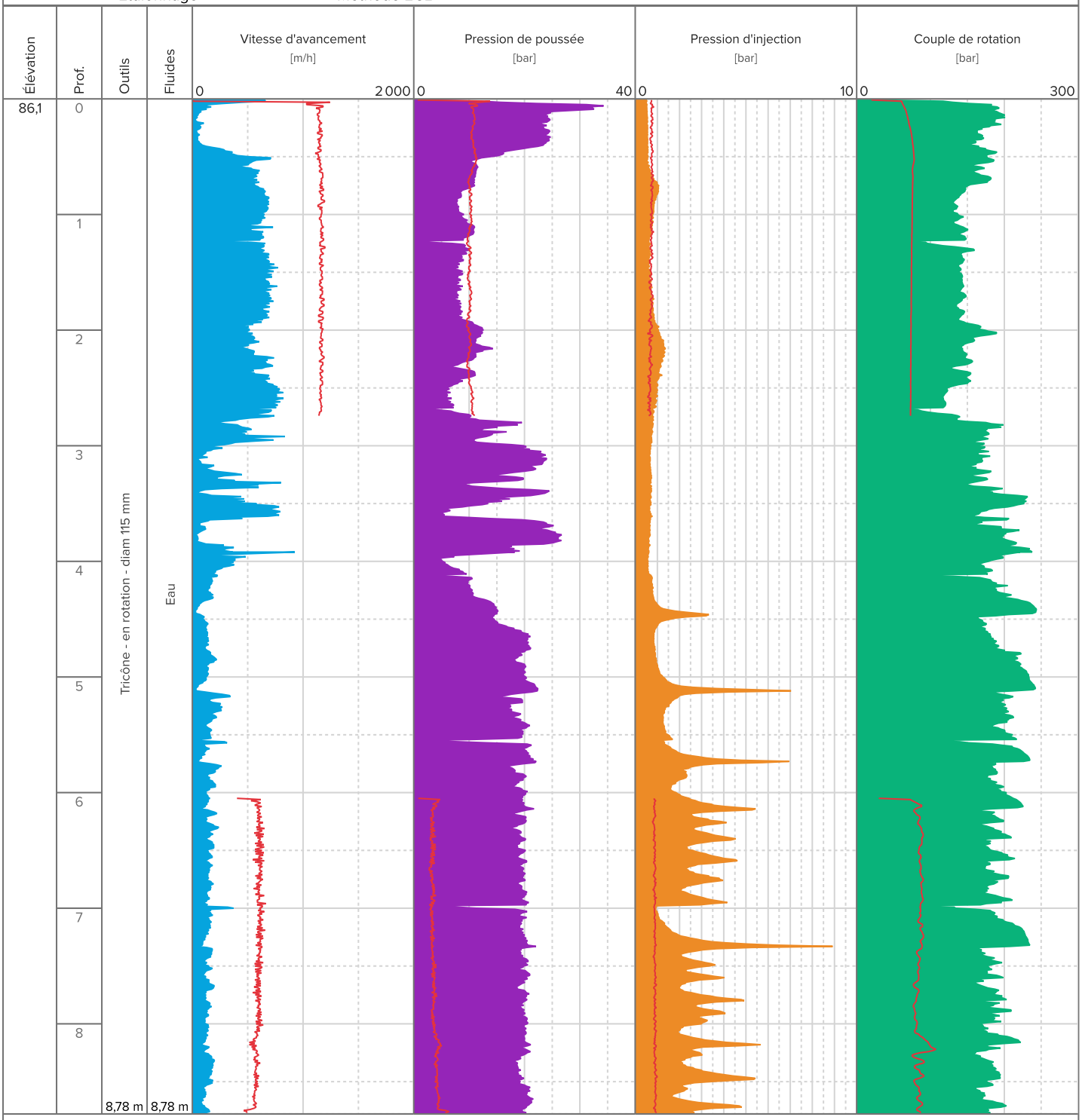
SD7

Longitude	Latitude	Système de coordonnées	
4,034802081	49,253751627	WGS 84	
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Prof. atteinte**
+86,1 m	NGF	0,0°	8,78 m

Niveau d'eau
☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage
☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
SD-SD7	Paramètres destructifs	09/02/2024 09:28:00	09/02/2024 09:36:00	–	–

Etalonnage — Méthode ECL



Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

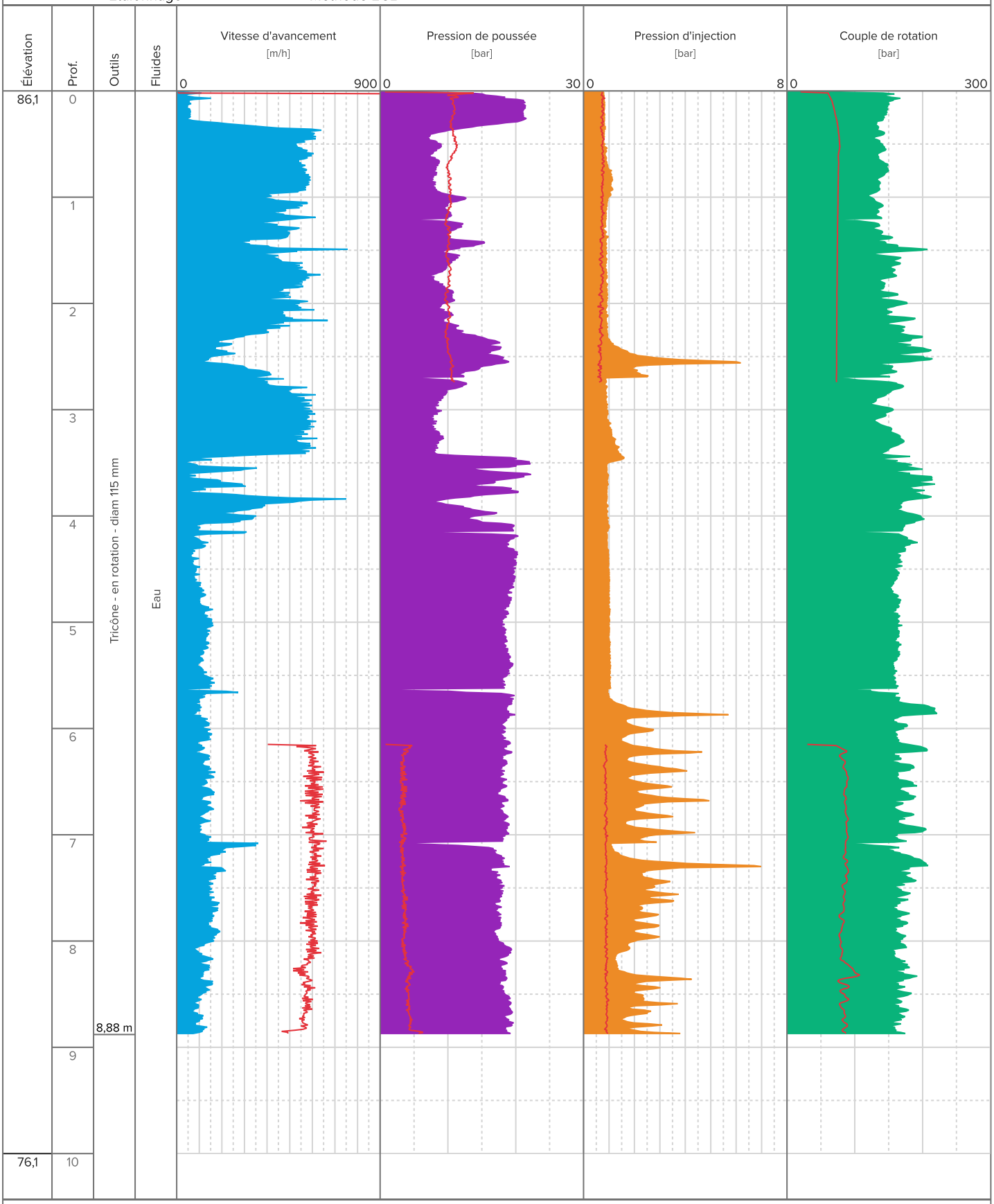
SD8

Longitude	Latitude	Système de coordonnées	
4,034786731	49,253767820	WGS 84	
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Prof. atteinte**
+86,1 m	NGF	0,0°	8,88 m

Niveau d'eau
☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage
☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
SD-SD8	Paramètres destructifs	09/02/2024 08:54:00	09/02/2024 09:01:00	–	–

Etalonnage — Méthode ECL



Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

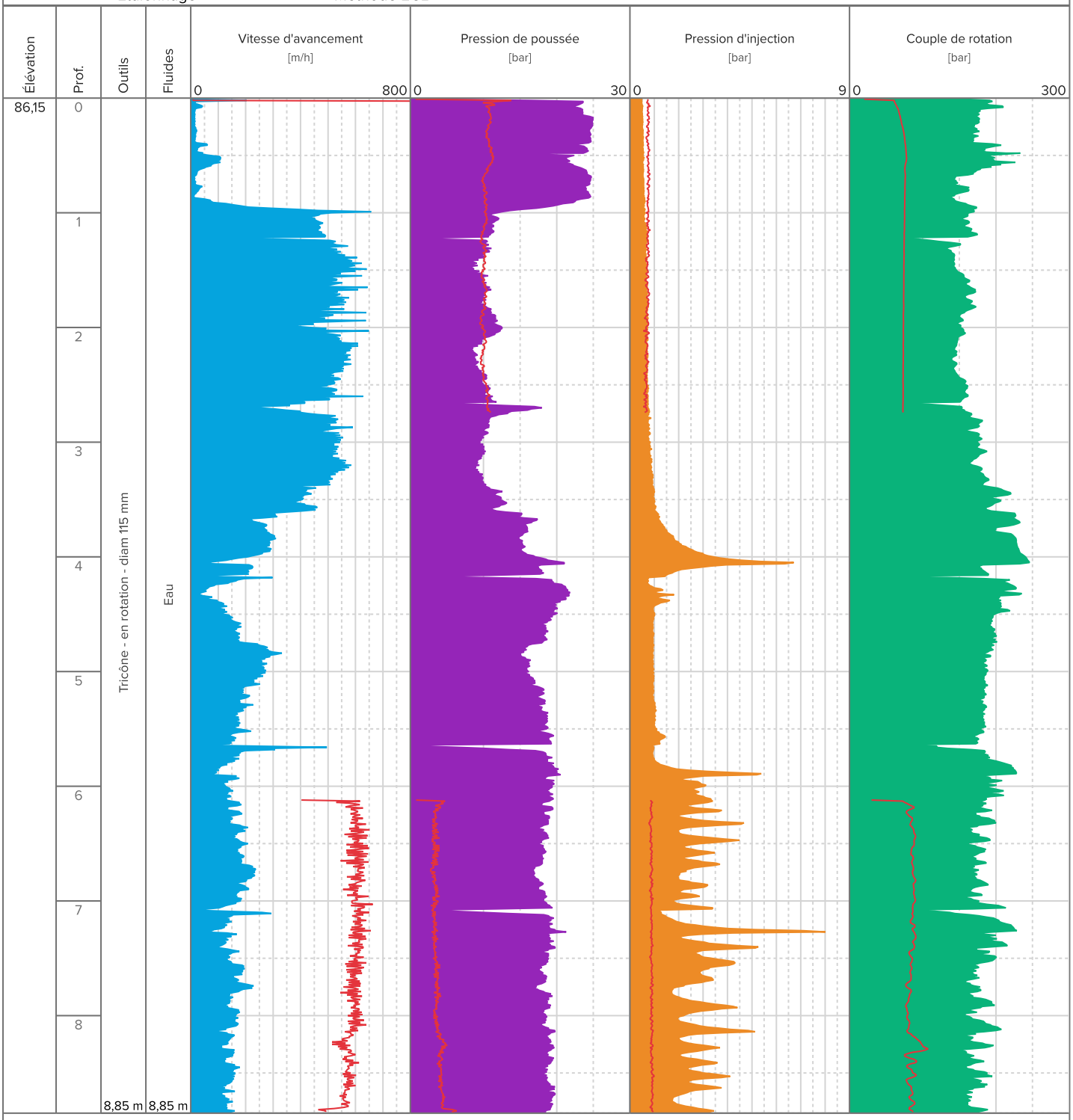
SD9

Longitude	Latitude	Système de coordonnées	
4,034774773	49,253779703	WGS 84	
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Prof. atteinte**
+86,15 m	NGF	0,0°	8,85 m

Niveau d'eau
☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage
☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
SD-SD9	Paramètres destructifs	09/02/2024 08:24:00	09/02/2024 08:46:00	–	–

Etalonnage — Méthode ECL



Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

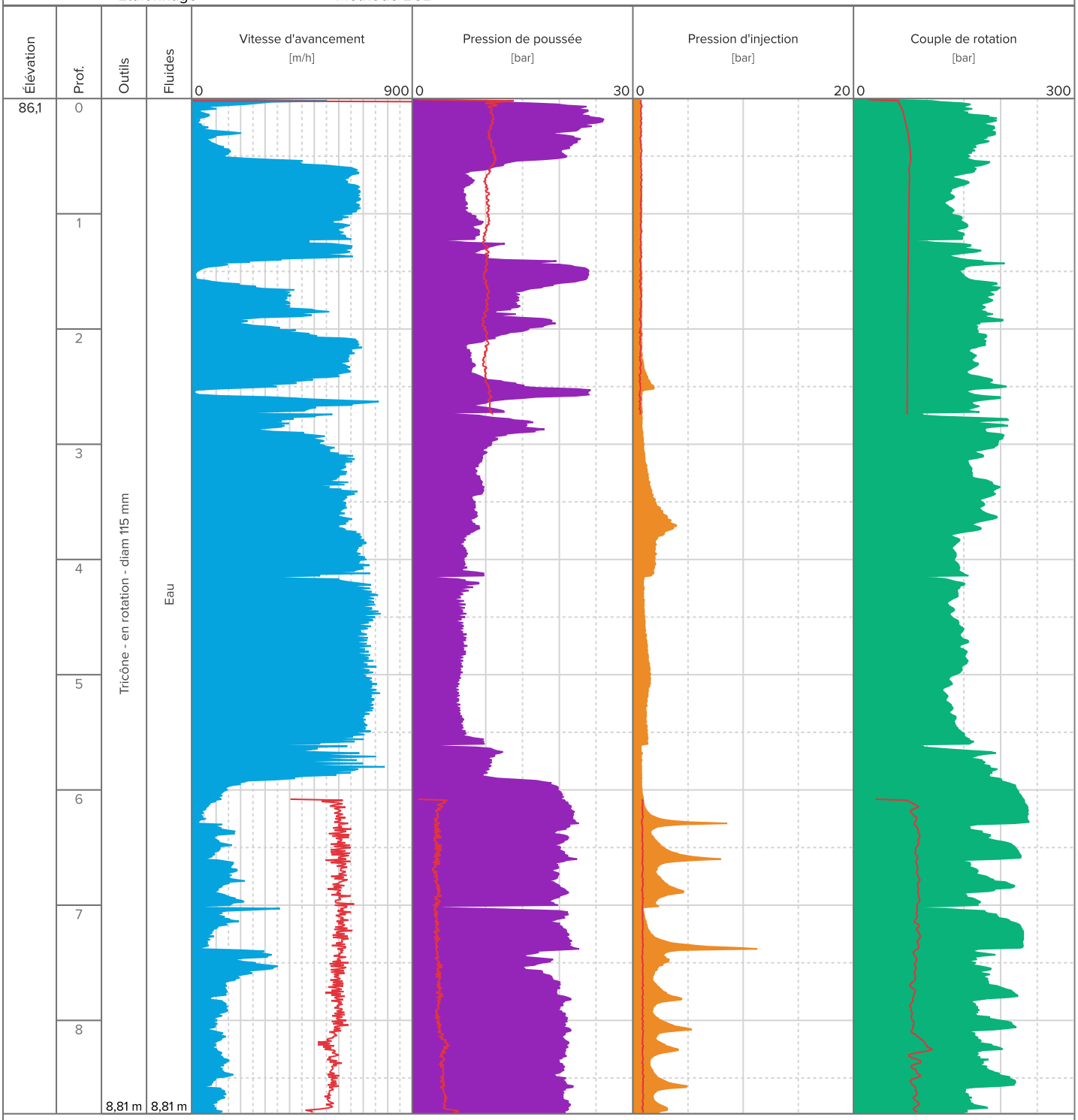
SD10

Longitude	Latitude	Système de coordonnées	
4,034820464	49,253759666	WGS 84	
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Prof. atteinte**
+86,1 m	NGF	0,0°	8,81 m

Niveau d'eau
☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage
☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
SD-SD10	Paramètres destructifs	09/02/2024 09:54:00	09/02/2024 10:03:00	–	–

Etalonnage — Méthode ECL



Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

SD11

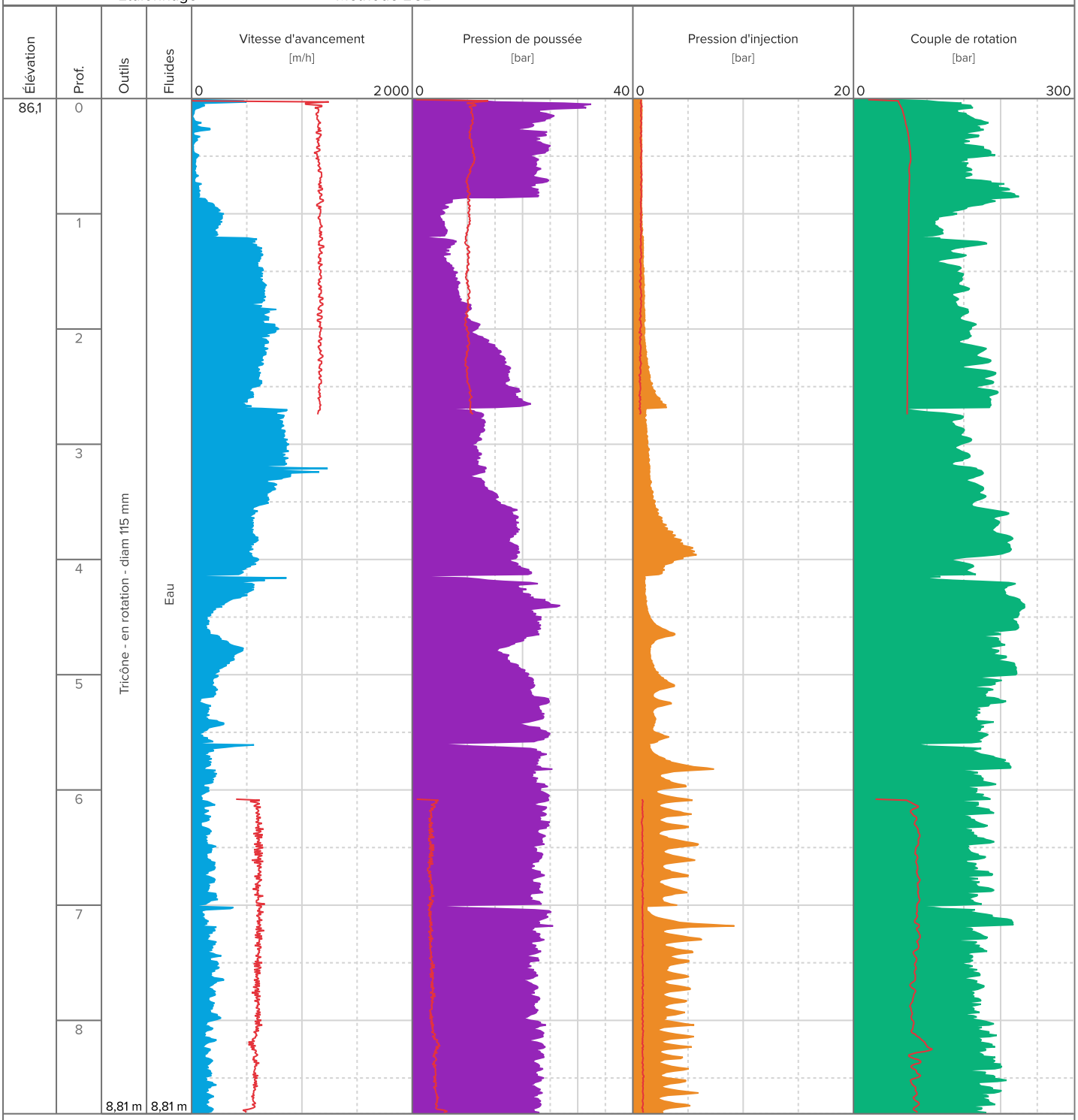
Longitude	Latitude	Système de coordonnées	
4,034809755	49,253770733	WGS 84	
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Prof. atteinte**
+86,1 m	NGF	0,0°	8,81 m

Niveau d'eau

☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage
☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
SD-SD11	Paramètres destructifs	09/02/2024 10:11:00	09/02/2024 10:20:00	–	–

Etalonnage — Méthode ECL



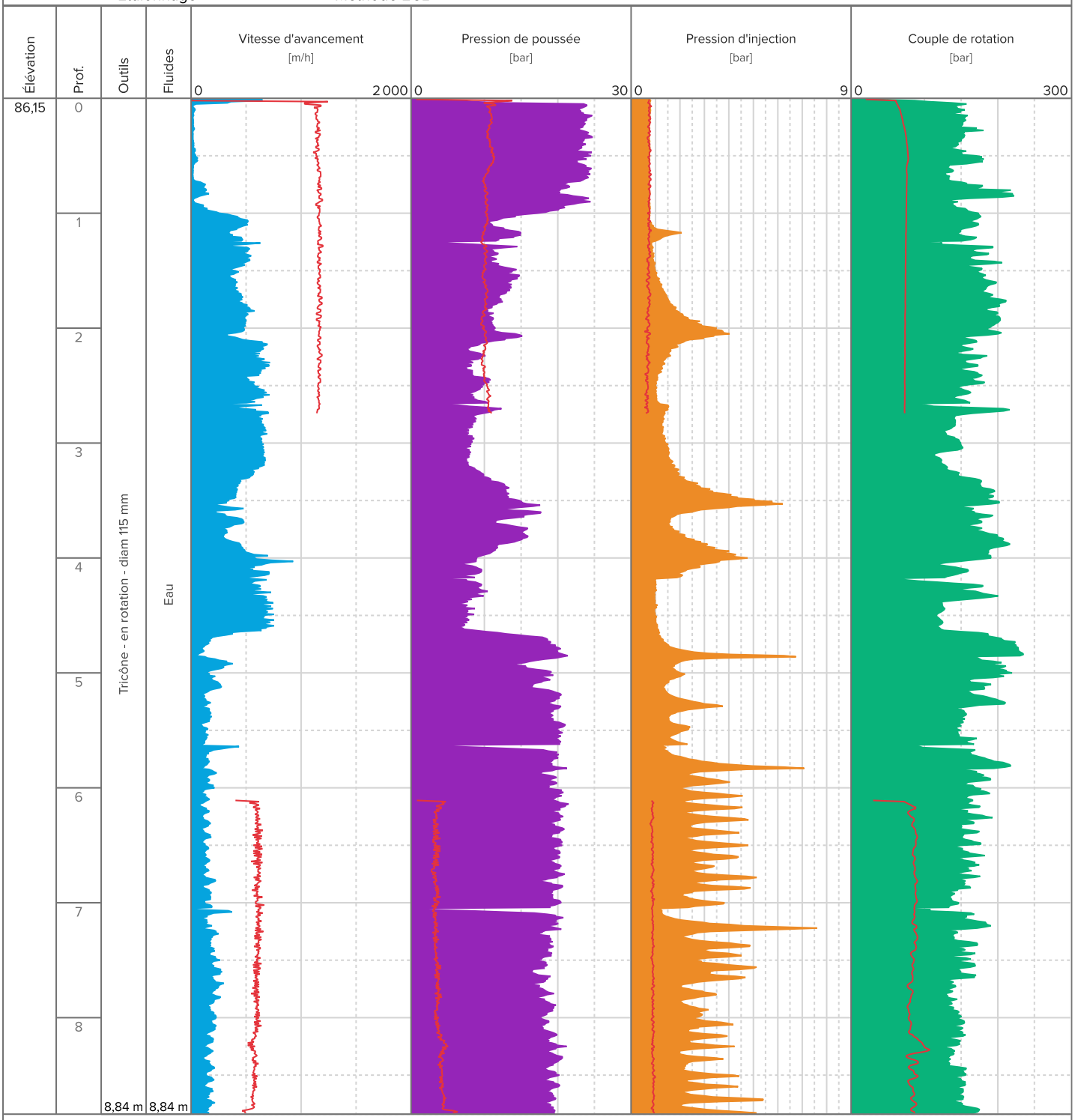
Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

SD12

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Niveau d'eau
4,034795120	49,253787625	WGS 84		☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Prof. atteinte**	
+86,15 m	NGF	0,0°	8,84 m	

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
SD-SD12	Paramètres destructifs	09/02/2024 10:37:00	09/02/2024 10:45:00	–	–

Etalonnage — Méthode ECL



Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

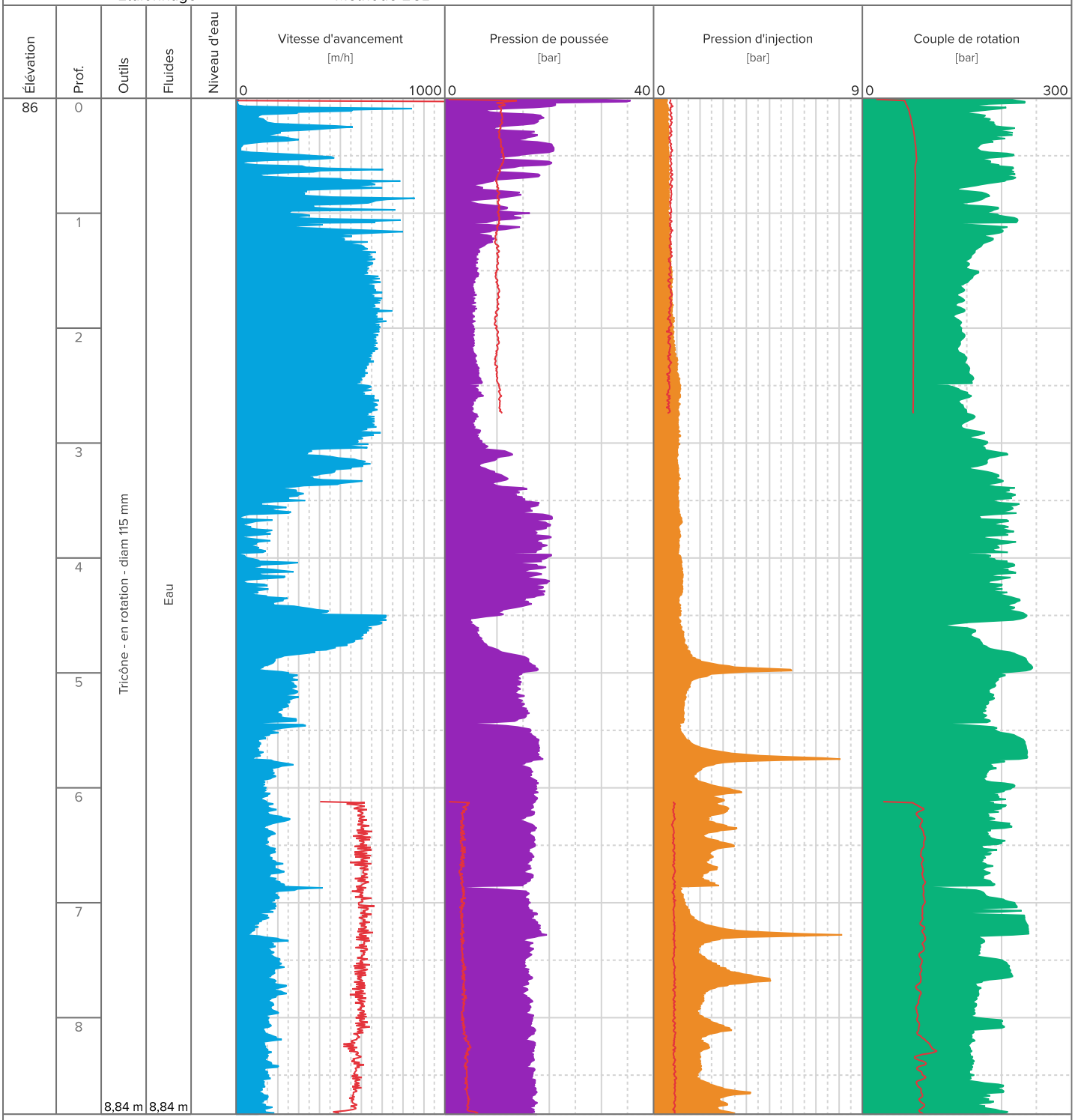
SD13

Longitude	Latitude	Système de coordonnées	
4,034705001	49,253807309	WGS 84	
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Prof. atteinte**
+86,0 m	NGF	0,0°	8,36 m

Niveau d'eau
☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage
☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
SD-SD13	Paramètres destructifs	08/02/2024	08/02/2024	SD70.4	STOCKINGER Steven

Etalonnage — Méthode ECL



Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

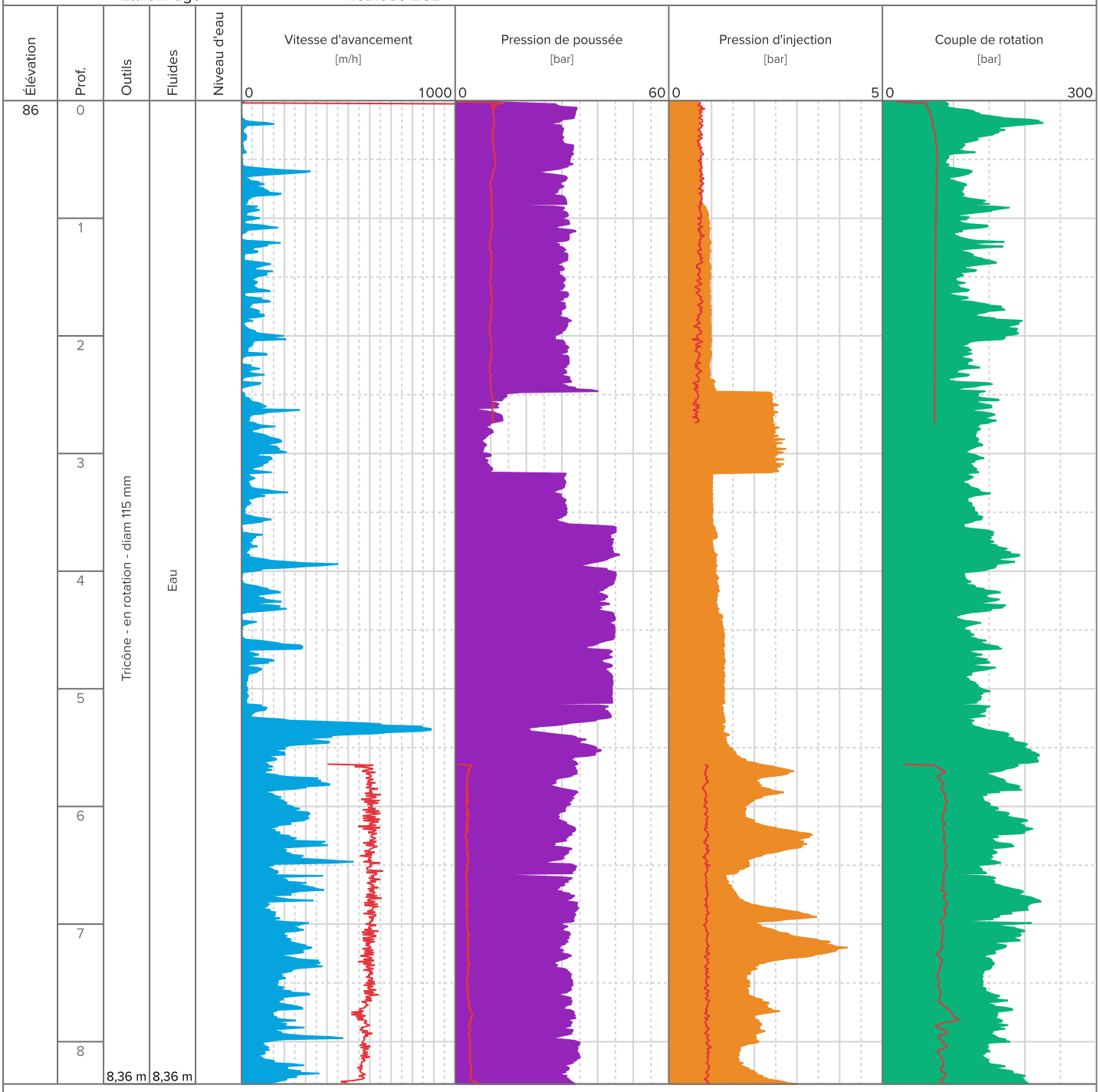
SD14

Longitude	Latitude	Système de coordonnées	
4,034684879	49,253825682	WGS 84	
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Prof. atteinte**
+86,0 m	NGF	0,0°	8,36 m

Niveau d'eau
☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage
☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
SD-SD14	Paramètres destructifs	07/02/2024	07/02/2024	SD70.4	STOCKINGER Steven

Etalonnage — Méthode ECL



Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

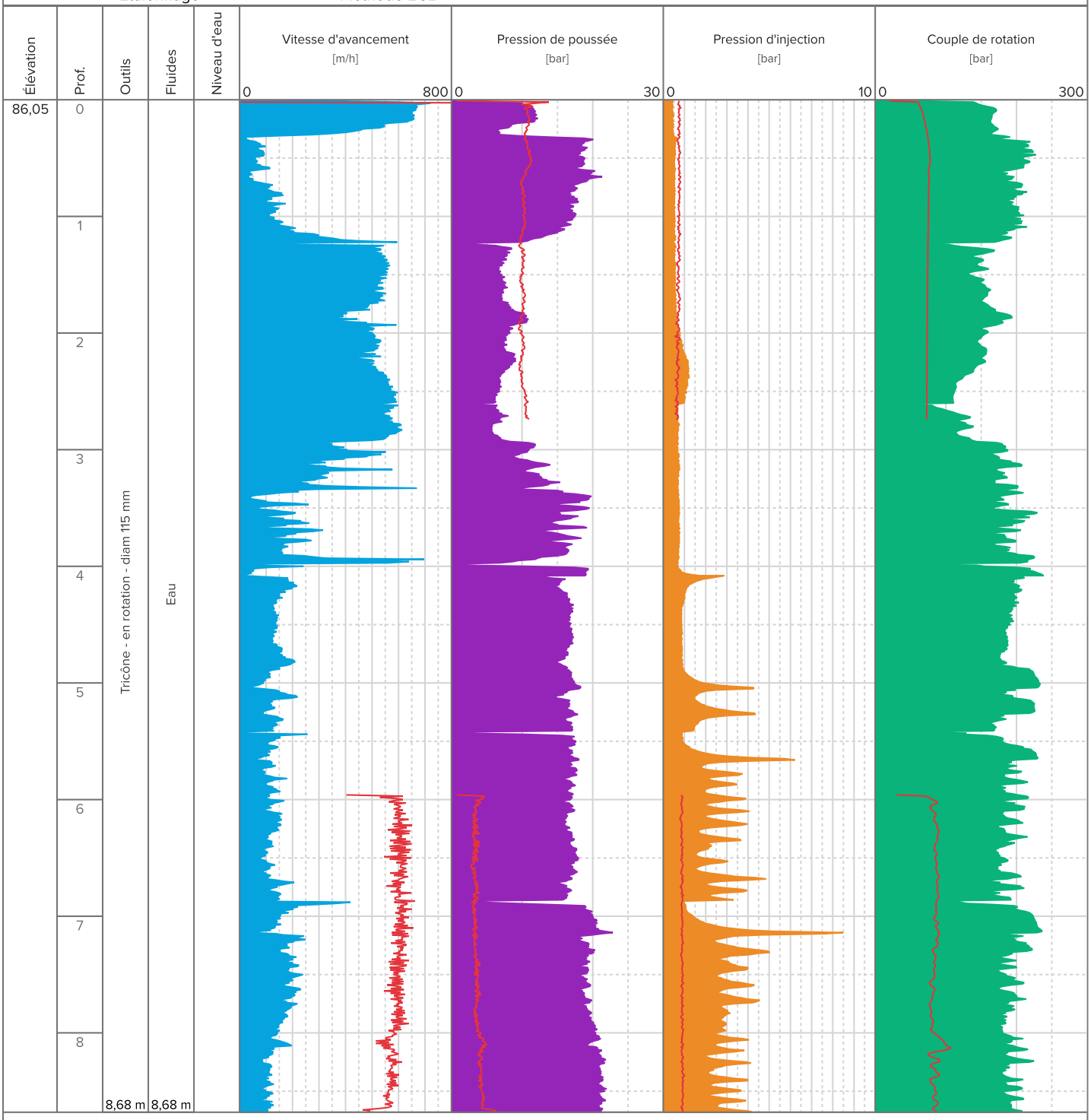
SD15

Longitude	Latitude	Système de coordonnées	
4,034723781	49,253818027	WGS 84	
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Prof. atteinte**
+86,05 m	NGF	0,0°	8,68 m

Niveau d'eau
☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage
☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
SD-SD15	Paramètres destructifs	08/02/2024	08/02/2024	SD70.4	STOCKINGER Steven

Etalonnage — Méthode ECL



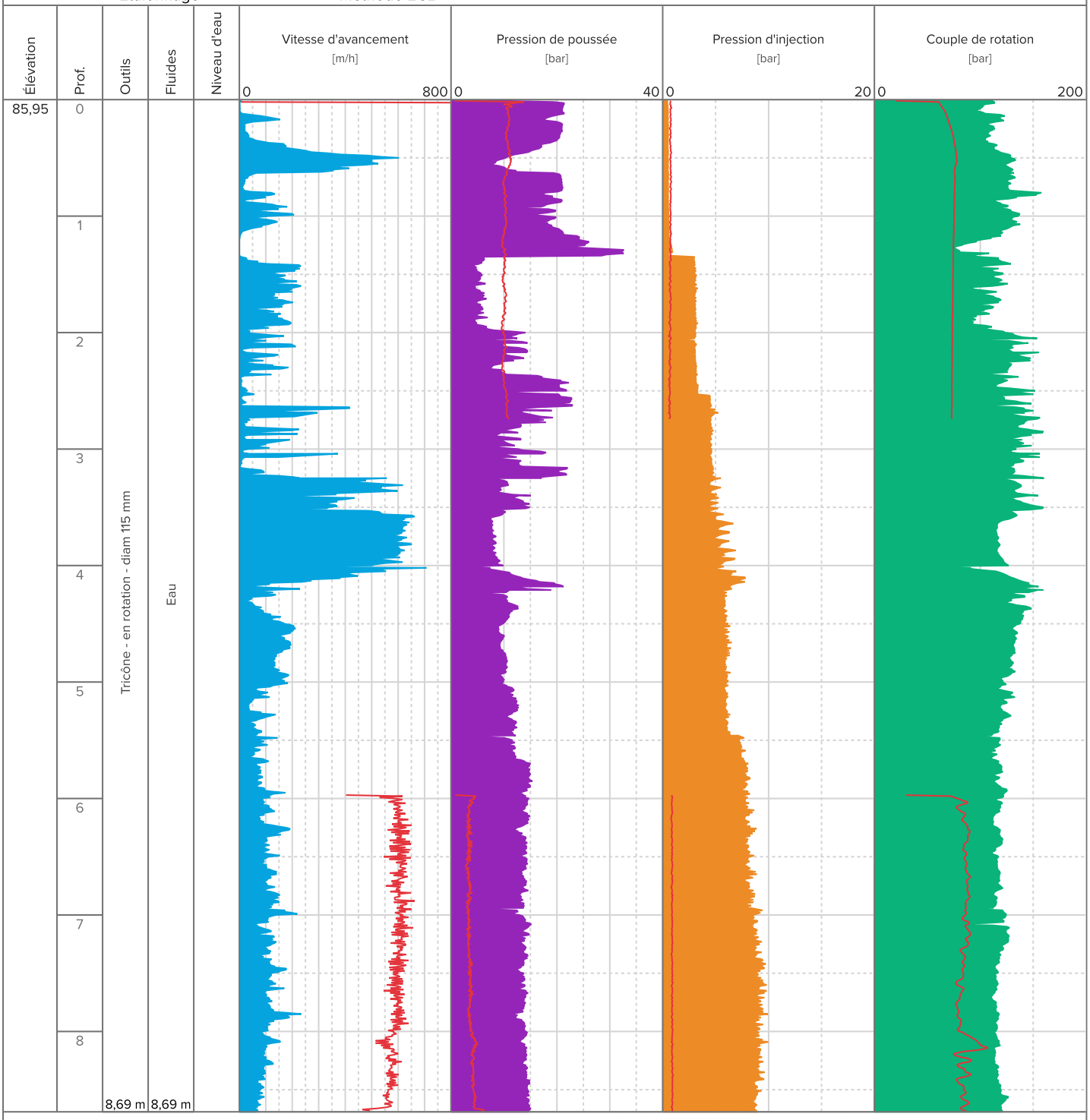
Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

SD16

Longitude	Latitude	Système de coordonnées		Niveau d'eau
4,034708690	49,253833556	WGS 84		☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Prof. atteinte**	
+85,95 m	NGF	0,0°	8,69 m	

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
SD-SD16	Paramètres destructifs	07/02/2024	07/02/2024	SD70.4	STOCKINGER Steven

Etalonnage — Méthode ECL



Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

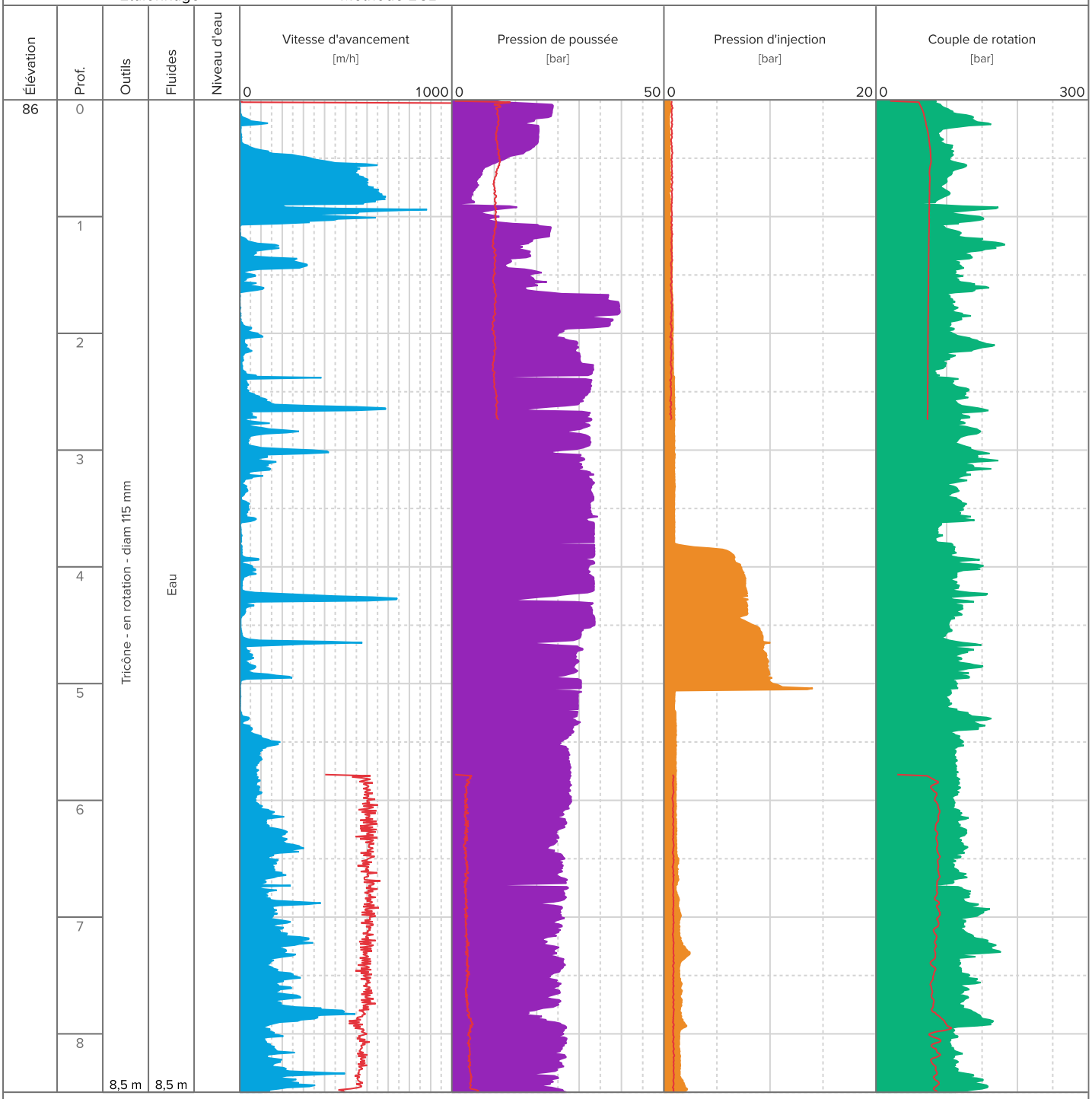
SD17

Longitude	Latitude	Système de coordonnées	
4,034693934	49,253848867	WGS 84	
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Prof. atteinte**
+86,0 m	NGF	0,0°	8,5 m

Niveau d'eau
☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage
☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
SD-SD17	Paramètres destructifs	07/02/2024	07/02/2024	SD70.4	STOCKINGER Steven

Etalonnage — Méthode ECL



Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

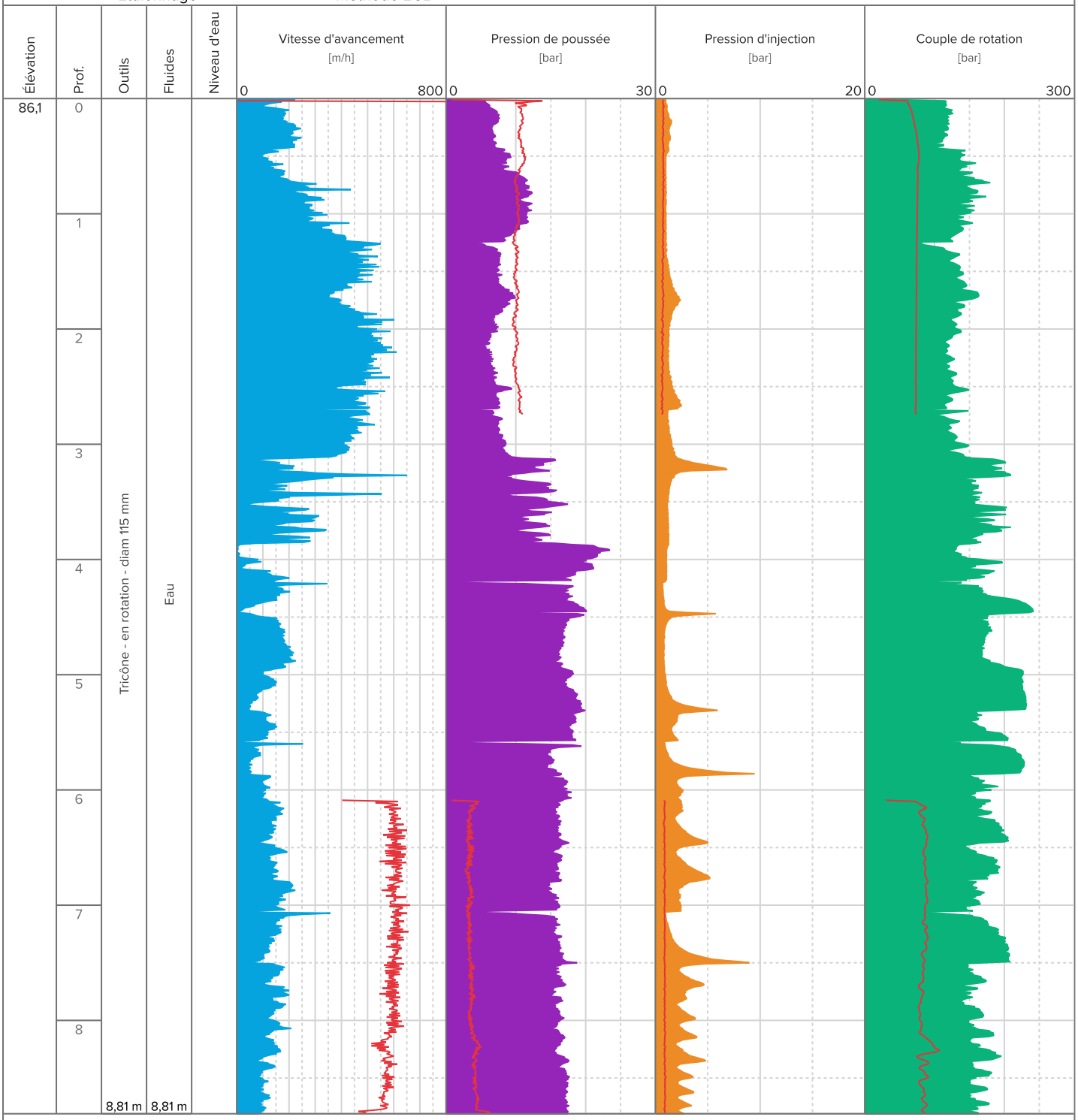
SD18

Longitude	Latitude	Système de coordonnées	
4,034743232	49,253828963	WGS 84	
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Prof. atteinte**
+86,1 m	NGF	0,0°	8,81 m

Niveau d'eau
☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage
☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
SD-SD18	Paramètres destructifs	08/02/2024	08/02/2024	SD70.4	STOCKINGER Steven

Etalonnage — Méthode ECL



Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

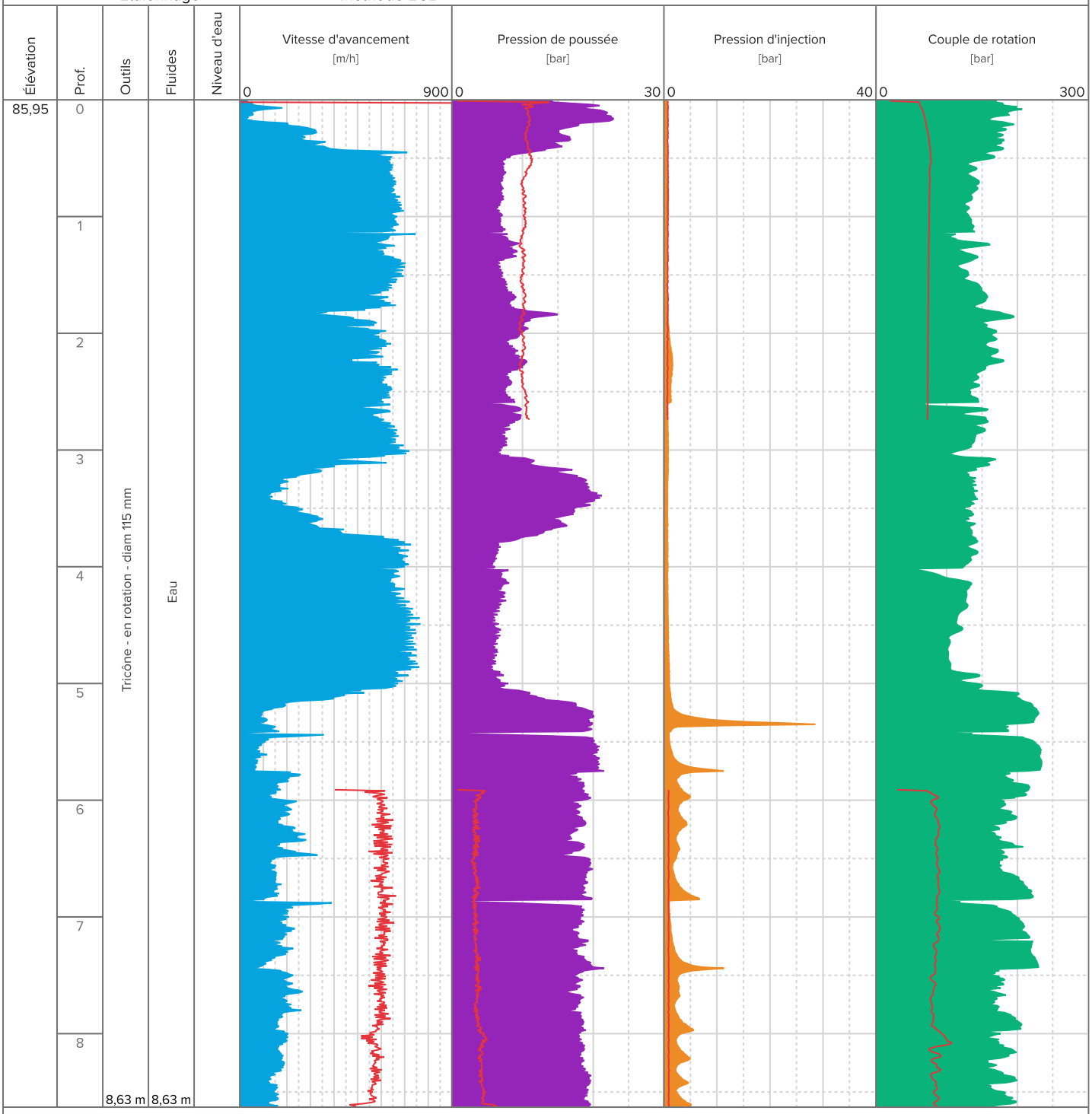
SD19

Longitude	Latitude	Système de coordonnées	
4,034726799	49,253845586	WGS 84	
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Prof. atteinte**
+85,95 m	NGF	0,0°	8,63 m

Niveau d'eau
☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage
☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
SD-SD19	Paramètres destructifs	08/02/2024	08/02/2024	SD70.4	STOCKINGER Steven

Etalonnage — Méthode ECL



Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

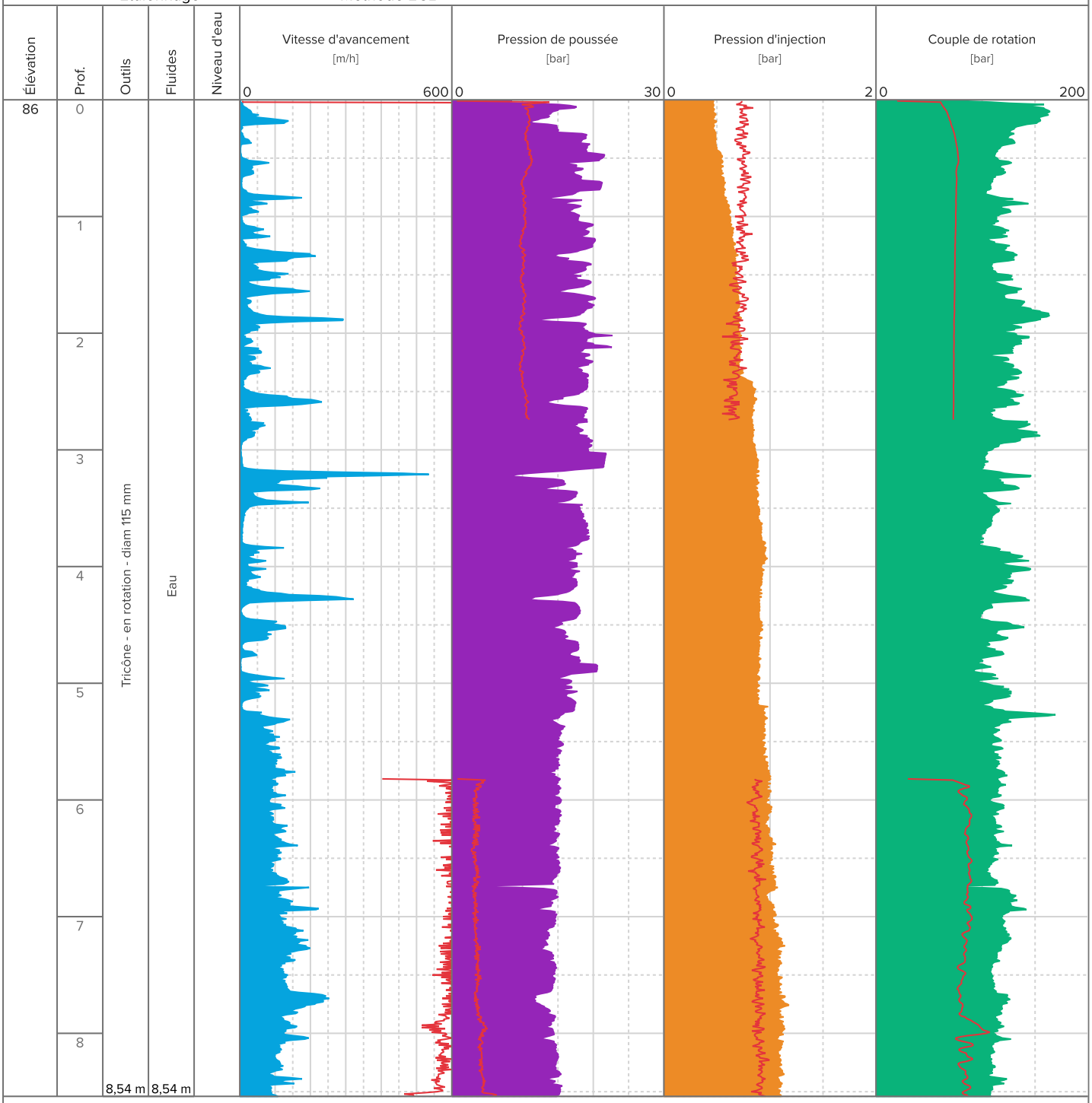
SD20

Longitude	Latitude	Système de coordonnées	
4,034716403	49,253857835	WGS 84	
Élévation	**Nivellement**	**Angle**	**Prof. atteinte**
+86,0 m	NGF	0,0°	8,54 m

Niveau d'eau
☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage
☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec

Données	Type	Début	Fin	Machine	Opérateur
SD-SD20	Paramètres destructifs	07/02/2024	07/02/2024	SD70.4	STOCKINGER Steven

Etalonnage — Méthode ECL



5. RESULTATS DES SONDAGES CAROTTES – 23 PAGES

Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

(N° Projet: PR.51GT.23.0118)

SC1

Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés	Niveau d'eau
4,034791300	49,253765000	WGS 84			Non renseigné	☐ Néant ☐ Non mesuré
Élévation	**Prof. atteinte**	**Angle**	**Azimut**	**Nivellement**	**Précision des nivellements**	☐ En cours de forage
+86,3 m	15,0 m	0,0°	-	NGF	Non renseigné	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec

Début	Fin	Machine	Opérateur
14/06/2023	20/06/2023	SD70.4	Equipe SD70.4

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Fluides	Taux de récupération	RQD
86,25	0		Béton avec quelques graves barriolés (Grav = Eléments carbonatés arrondis et roulées, Dmax = 25mm, Dmoy = 15 mm) 0,05 m	Carottier rotation - couronne diamant - diam 116 mm	Eau		
85,8			Roche carbonatée légèrement altérée grise. Fracturation subverticale entre 10 et 22 cm et entre 27 et 35 cm. Constitue 50 % de la lithologie. Le reste est constitué par du marbre sain (30%) et du béton (20%). Présence de vides comblé partiellement par des graves et des sables entre 6 et 10 cm, entre 21 et 27 cm et entre 36 et 37 cm. (Grav = Débris anthropiques anguleux, Dmax = 25 mm, Dmoy = 17 mm) 0,45 m			61,0 % 1 m	1 m
85,3	1		Remblai de grave sableuse marron, Dmax=40mm, peu argileuses, humide 0,5 m Remblai d'argile sableuse gris 1 m Remblai d'argile sablo-graveleuse gris-marron (Grav=Elements calcaires arrondis-roulés, quelques morceaux diffus de craie et quelques fragments de brique, Dmax = 45mm, Dmoy = 8mm, Prop = 15%) 2 m			75,0 % 2 m	2 m
84,3	2		Remblai de sable graveleux beige grisâtre (Grav = Eléments carbonatés anguleux à subanguleux, Dmax = 60 mm, Prop < 10%) 2,25 m			100,0 % 3 m	3 m
84,05			Remblai d'argile limono-graveleuse avec quelques cailloux (Litho = Eléments carbonatés, Dmax = 80 mm, Prop < 35%) 2,75 m				
83,55			Remblai d'argile graveleuse grise (Grav = Eléments carbonatés anguleux, Dmax = 25mm, Prop < 15%) 3 m				
83,3	3		Remblai d'argile graveleuse grise et noire (Grav = Eléments carbonatés anguleux, Dmax = 45 mm, Prop < 25%). Présence de matière organique. 3,35 m			100,0 % 4 m	4 m
82,85			Remblai de grave sableuse blanche (Grav = Eléments carbonatés anguleux, Dmax =50 mm, Dmoy = 20 mm) 3,45 m Remblai d'argile sablo-graveleuse Grises (Grav = Eléments carbonatés anguleux , Dmax = 35 mm, Prop < 20 %). Présence d'une tranche argileuse entre 50 et 54 cm. 4 m				
82,15	4		Remblai d'argile sableuse marron foncé avec quelques graves (Grav = Craie subarrondie, Dmoy = 10mm, Dmax = 15mm, Prop <5% 4,15 m Sable limoneux beige crème avec quelques graves (Grav = Craie subarrondi décomposée, Dmoy = 10mm, Prop <2%) 5 m			100,0 % 5 m	5 m
81,3	5		Graves de craie légèrement argileuses blanche (Grav = Eléments carbonatés anguleux, Dmax = 30 mm, Dmoy = 7 mm) 5,25 m			93,0 % 6 m	6 m
81,05			Craie saine blanche. Fracturatrations subhorizontales à 26, 39, 66 et 77 cm. 6 m				
80,15	6		Craie broyée blanche 6,15 m Craie légèrement pâteuse blanche 6,4 m Craie très fracturée blanche, (zone de broyage de 75 à 85cm) avec des fractures désorganisées et des fractures organisées à 70 et 80° de l'axe de la carotte, avec quelques traces de ferromagnésiens 7 m			100,0 % 7 m	7 m
79,3	7		Craie altérée blanche. Fracturations désorganisées auxlèvres rugueuses, délimitant la gaine en éléments pluricentimétrique à plruidécimétrique. Famille de fracturation entre 50 et 60° et famille de fracturation entre 20 et 30 °. Les lèvres sont planes. 8 m			99,0 % 8 m	8 m
78,15	8		Cailloux de craie blanche, D = 90mm + Un peu de graves calcaires 8,15 m Craie altérée légèrement pâteuse blanche, fracturation majoritairement désorganisée, mais deux familles sont bien visibles : 50 et 70°, et une autre à 20-30°, lèvres très légèrement rugueuse, rares trace de ferro-magnésiens (oxydes) 9 m			95,0 % 9 m	9 m
77,3	9		Craie altérée blanche. Fracturations désorganisées aux lèvres rugueuses. Famille de fracturations 40 et 50 ° aux lèvres planes. Famille de fracturation de 20 à 30 ° aux lèvres planes. 10 m			98,0 % 10 m	10 m
76,3	10						

fondasol

Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

(N° Projet: PR.51GT.23.0118)

SC1

Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés	Niveau d'eau
4,034791300	49,253765000	WGS 84			Non renseigné	☐ Néant ☐ Non mesuré
Élévation	**Prof. atteinte**	**Angle**	**Azimut**	**Nivellement**	**Précision des nivellements**	☐ En cours de forage
+86,3 m	15,0 m	0,0°	-	NGF	Non renseigné	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec

Début	Fin	Machine	Opérateur
14/06/2023	20/06/2023	SD70.4	Equipe SD70.4

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Fluides	Taux de récupération	RQD
76,3	10		Graves de craie blanche (arrondies-roulées, Dmax = 62mm, Dmoy = 25mm) 10,45 m	Carottier rotation - couronne diamant - diam 116 mm	Eau		
75,85			Craie intensément fracturée blanche, lèvres légèrement rugueuses, traces d'oxydes fréquentes 11 m			95,0 % 11 m	11 m
75,3	11		Craie altérée blanche. Fracturations désorganisées aux lèvres lègèrement rugueuses à planes. Fracturation de 10 à 20° à 84 et 87 cm aux lèvres légèrement rugueuses. Débit plurimillimétrique à subdécimétrique. 12 m			98,0 % 12 m	12 m
74,15	12		Grave crayeuse blanche (Sub anguleux, Dmoy = 10mm, Dmax = 62mm 12,15 m Craie altérée très fracturée blanche, abondantes fracturation à 40°, Subvertical, Sub horizontales. Lèvres lisses recouverrtes d'une mince couche de craie pateuse, trace d'oxydation un peu pârtout 13 m			95,0 % 13 m	13 m
73,3	13		Craie légèrement altérée blanche. Fracturations subhorizontale à 21, 34 et 73 cm aux lèvres planes. Fracturations désorganisées aux lèvres planes. Débit centimétrique à pluridécimétrique 14 m			100,0 % 14 m	14 m
72,3	14		Craie légèrement altérée blanche. Famille de fracturation entre 60 et 70 ° à 20 et 93 cm. Famille de fracturation entre 10 et 20 ° à 26 et 51 cm. Fracturations désoganisées. Les lèvres sont planes. Débit en éléments centimétrique à pluridécimétrique. Présence d'oxyde de fer à 14 cm. 15 m	15 m	15 m	95,0 % 15 m	15 m
71,3	15						

Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

(N° Projet: PR.51GT.23.0118)

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

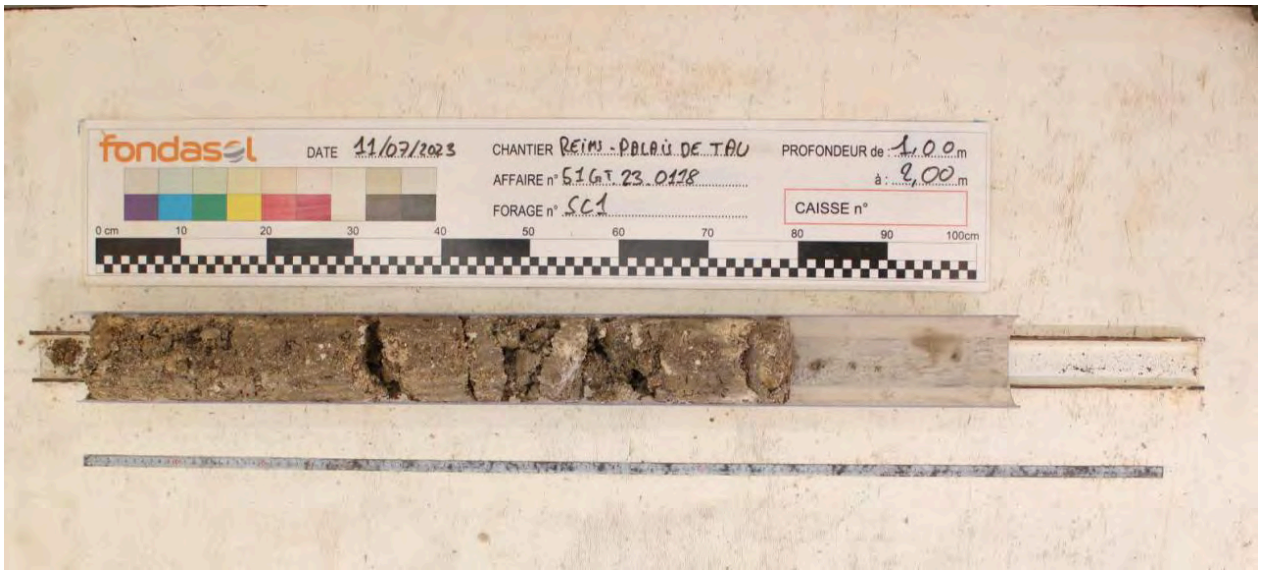
Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
SC1	Carotté	+86,3 m NGF	15,0 m

0,0 m



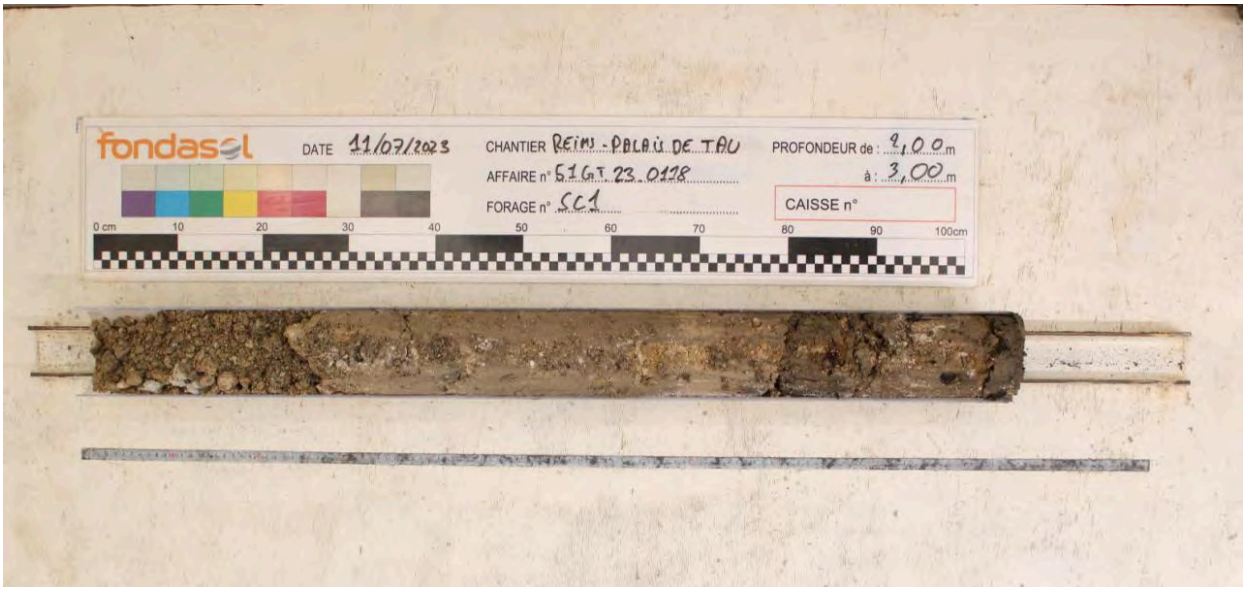
1,0 m

1,0 m



2,0 m

2,0 m



3,0 m

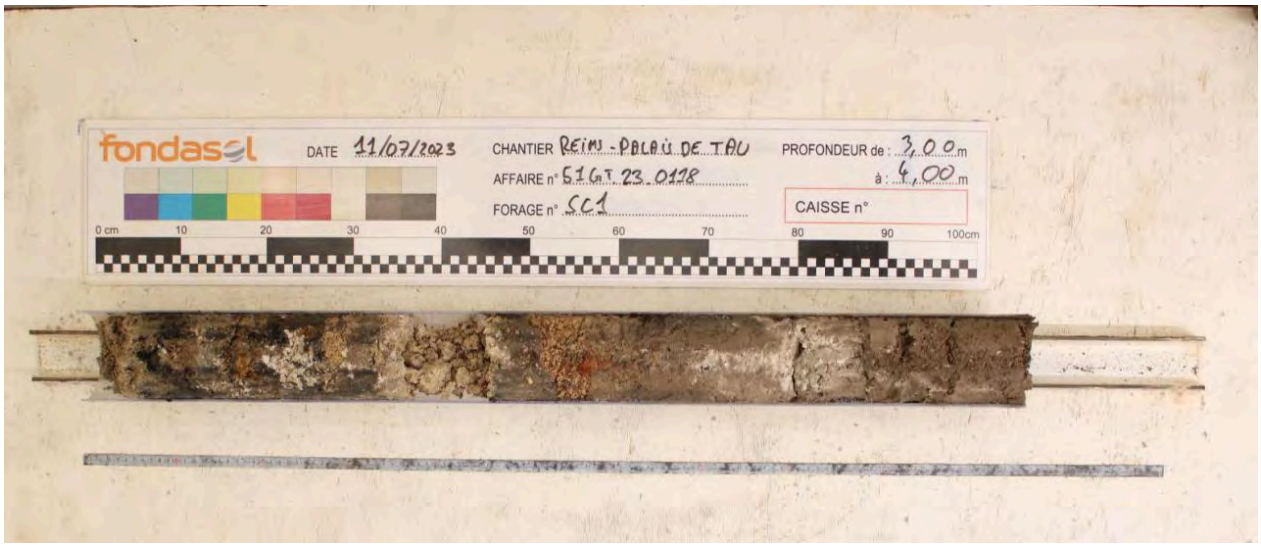
Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

(N° Projet: PR.51GT.23.0118)

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

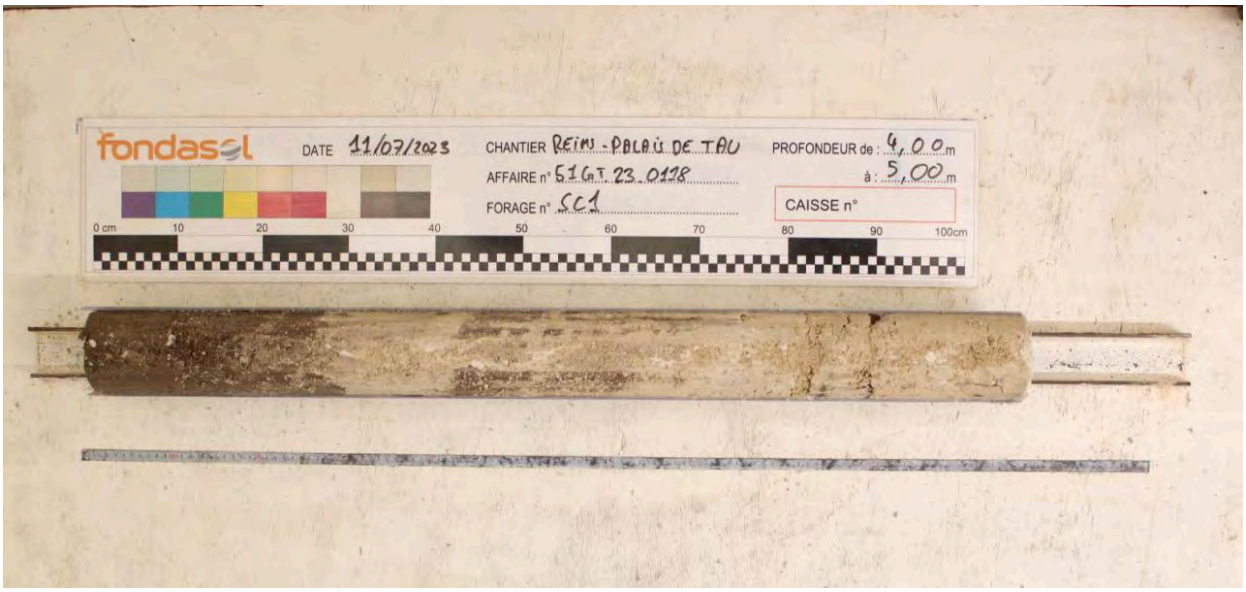
Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
SC1	Carotté	+86,3 m NGF	15,0 m

3,0 m



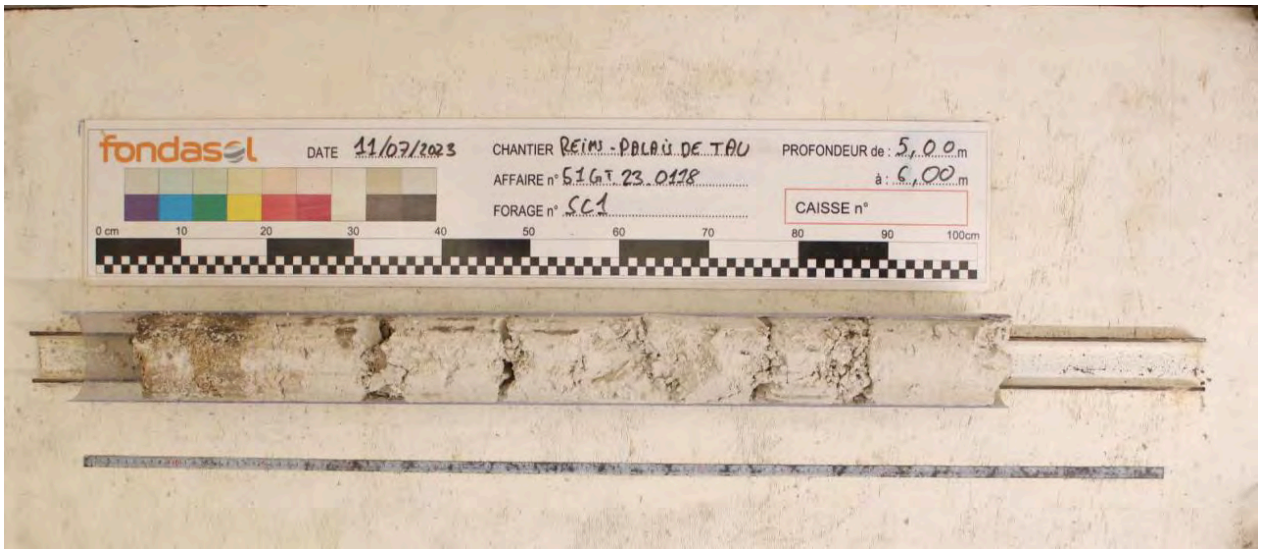
4,0 m

4,0 m



5,0 m

5,0 m



6,0 m

fondasol

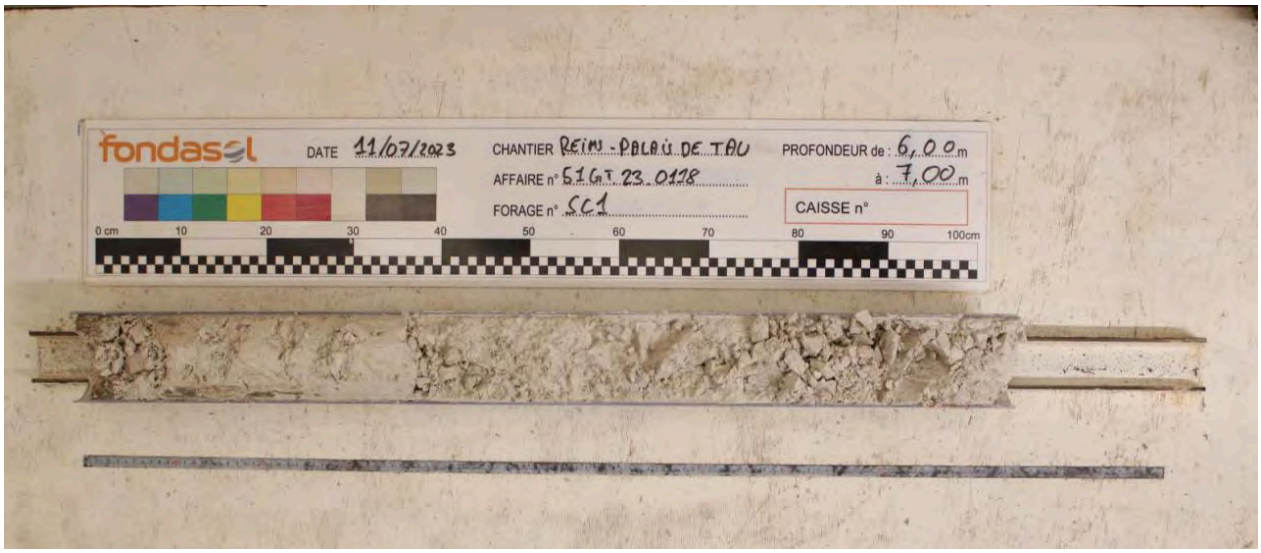
Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

(N° Projet: PR.51GT.23.0118)

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

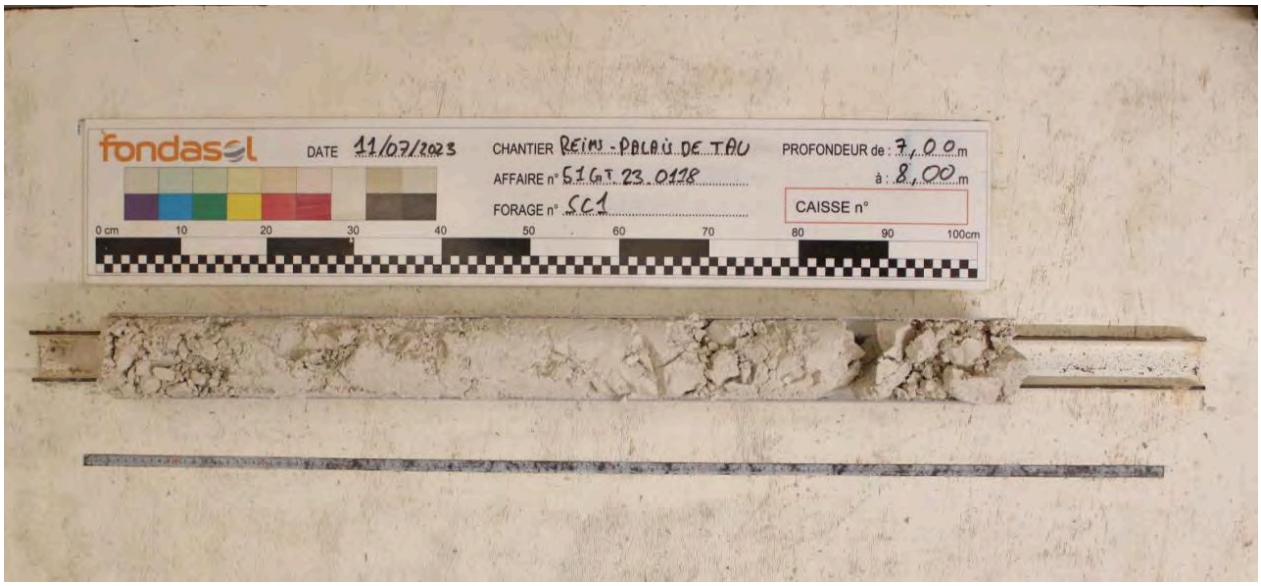
Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
SC1	Carotté	+86,3 m NGF	15,0 m

6,0 m



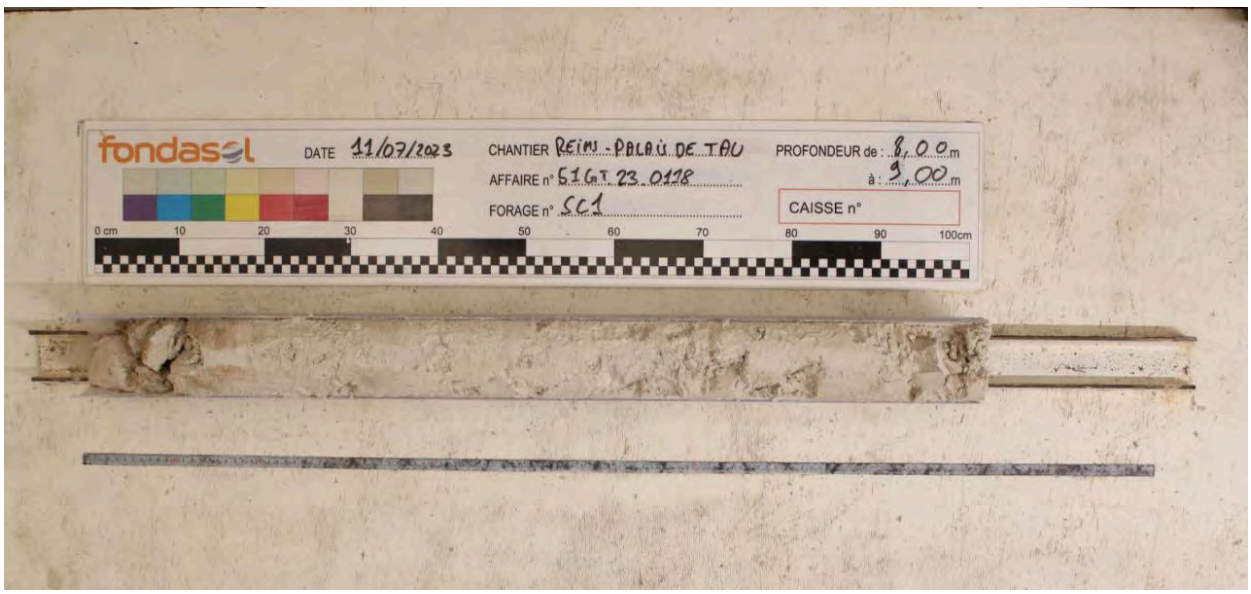
7,0 m

7,0 m



8,0 m

8,0 m



9,0 m

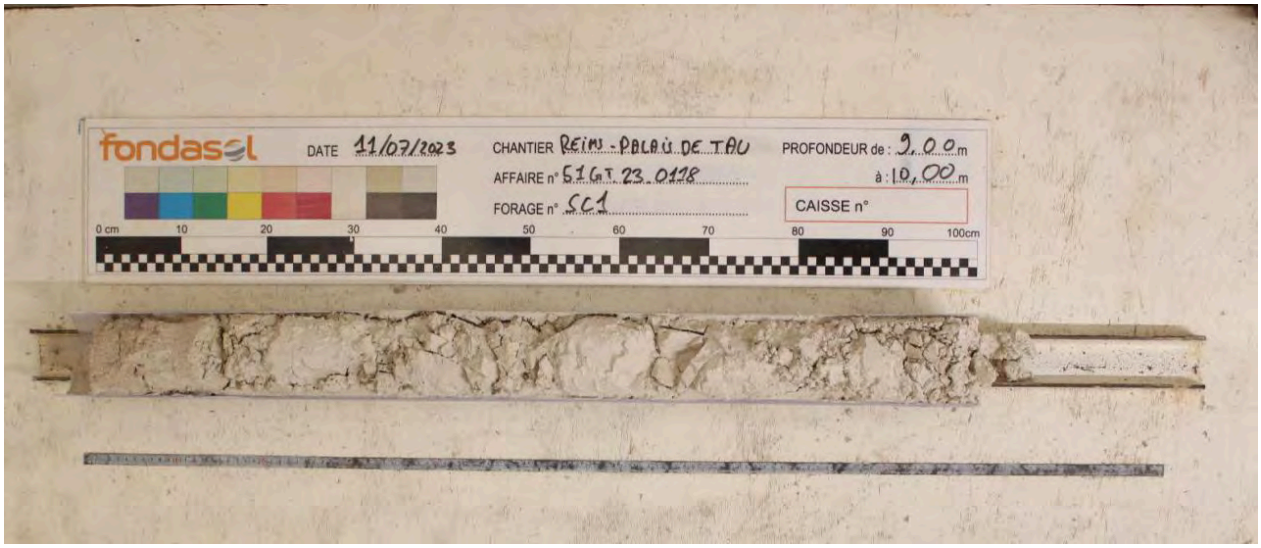
Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

(N° Projet: PR.51GT.23.0118)

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
SC1	Carotté	+86,3 m NGF	15,0 m

9,0 m



10,0 m



11,0 m



12,0 m

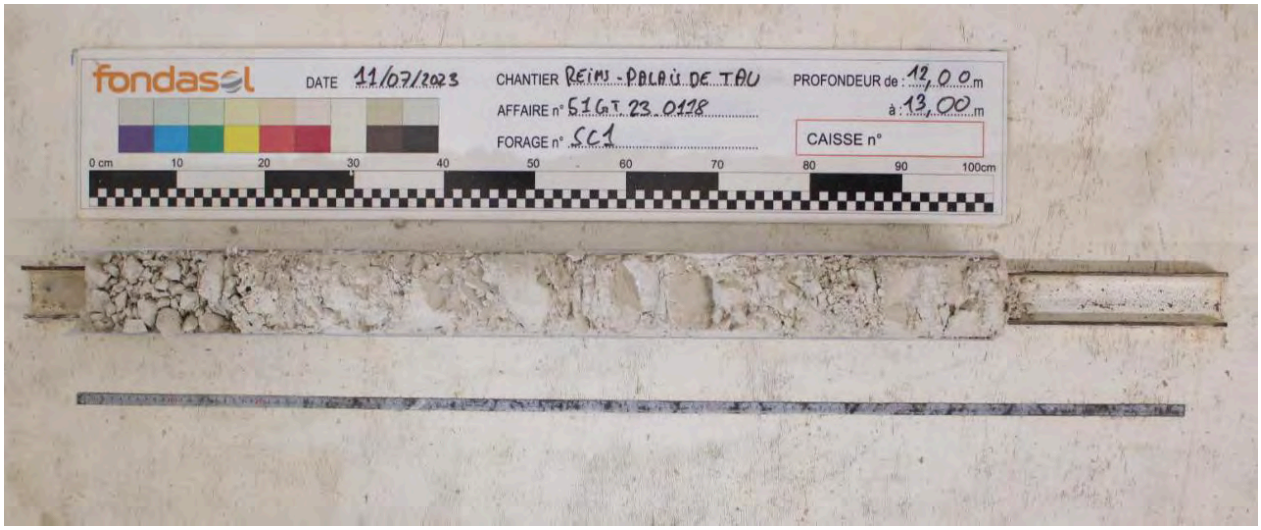
Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

(N° Projet: PR.51GT.23.0118)

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

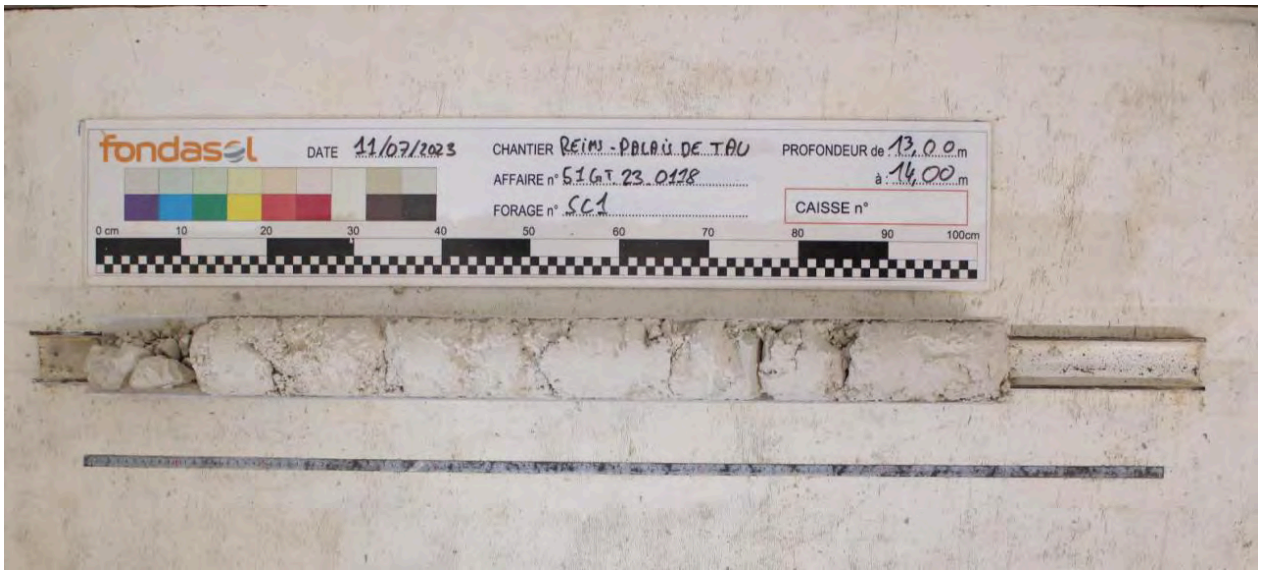
Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
SC1	Carotté	+86,3 m NGF	15,0 m

12,0 m



13,0 m

13,0 m



14,0 m

14,0 m



15,0 m

Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

(N° Projet: PR.51GT.23.0118)

SC2

Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés	Niveau d'eau
4,034770731	49,253756784	WGS 84			Non renseigné	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage
Élévation	**Prof. atteinte**	**Angle**	**Azimut**	**Nivellement**	**Précision des nivellements**	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec
+86,1 m	8,0 m	0,0°	-	NGF	Non renseigné	

Début	Fin	Machine	Opérateur
09/02/2024	12/02/2024	SD70.4	STOCKINGER Steven

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Fluides	Taux de récupération
	0		Remblai graveleux gris, peu humide	Carottier rotation - couronne diamant - diam 116 mm	Eau	
85,95			0,15 m			
			Béton cyclopéen probable gris, peu humide			98,0 %
			1 m			1 m
85,1	1		Béton cyclopéen probable gris, graves sableuses de h+27 à h+43, peu humide			43,0 %
			2 m			2 m
84,1	2		Remblai de grave sableuse marron, Dmax=40mm, peu argileuses, humide			90,0 %
			3 m			3 m
83,1	3		Remblai de grave sableuse argileuse marron, Dmax=50mm, humide			79,0 %
			4 m			4 m
82,1	4		Remblai de sable peu argileux gris, humide			50,0 %
			5 m			5 m
81,1	5		Remblai de sable fins gris, humide			
80,9			5,2 m			
			Craie altérée blanchâtre, humide			95,0 %
			6 m			6 m
80,1	6		Craie alterée blanchâtre peu argileuse, humide			90,0 %
			7 m			7 m
79,1	7		Craie alterée blanchâtre peu argileuse, humide			93,0 %
			8 m	8 m	8 m	8 m
78,1	8					

Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

(N° Projet: PR.51GT.23.0118)

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
SC2	Carotté	+86,1 m NGF	8,0 m

0,0 m



1,0 m

1,0 m



2,0 m

2,0 m



3,0 m

Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

(N° Projet: PR.51GT.23.0118)

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
SC2	Carotté	+86,1 m NGF	8,0 m

3,0 m



4,0 m

4,0 m



5,0 m

5,0 m



6,0 m

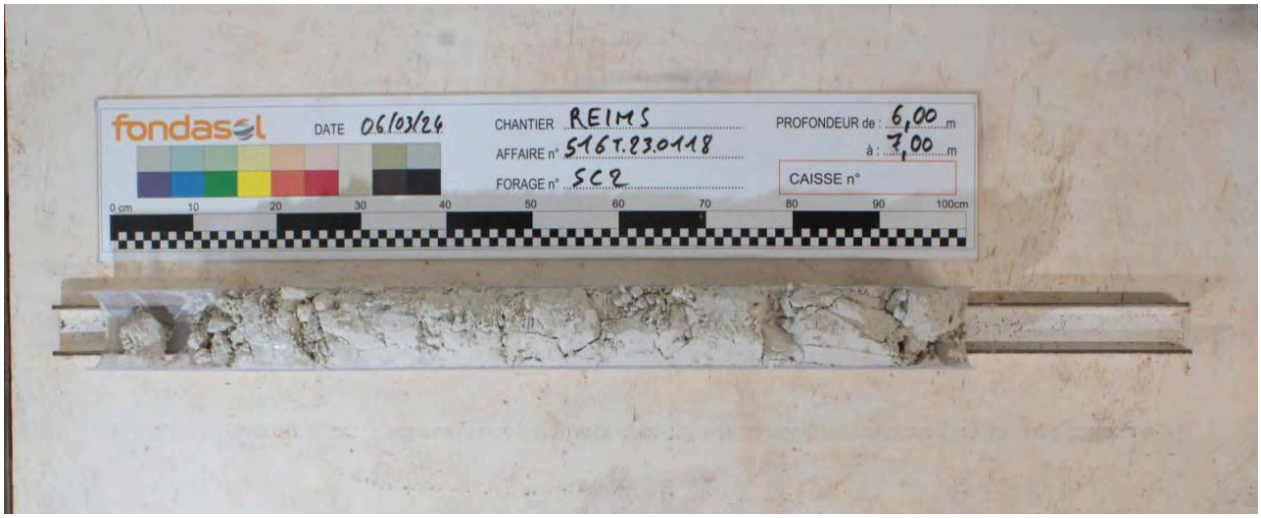
Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

(N° Projet: PR.51GT.23.0118)

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

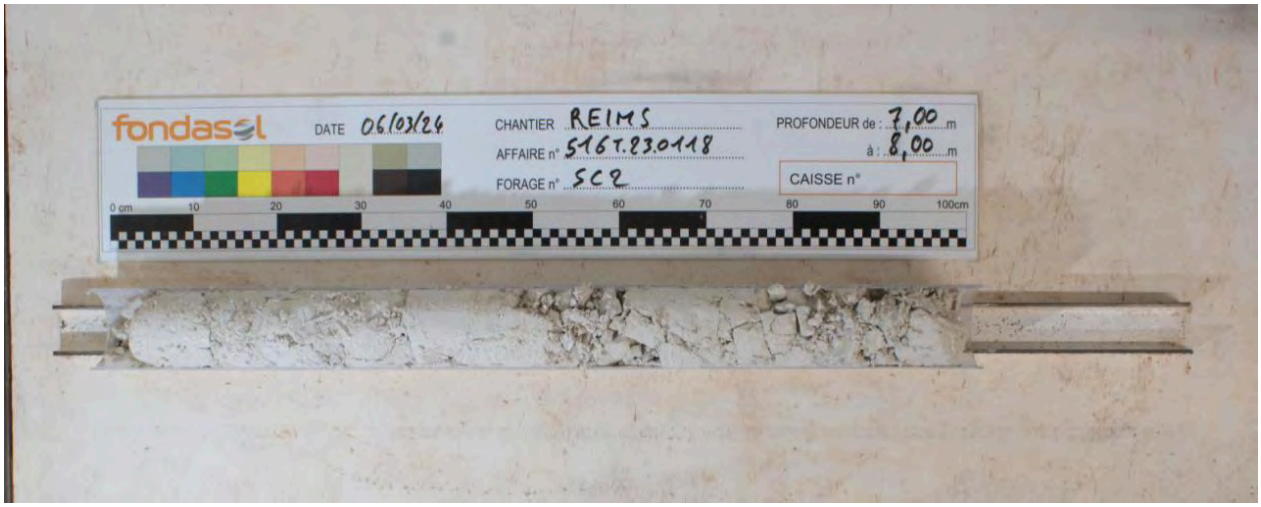
Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
SC2	Carotté	+86,1 m NGF	8,0 m

6,0 m



7,0 m

7,0 m



8,0 m

Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

(N° Projet: PR.51GT.23.0118)

SC3

Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés	Niveau d'eau
4,034773414	49,253775157	WGS 84			Non renseigné	☐ Néant ☐ Non mesuré ☐ En cours de forage ☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec
Élévation	**Prof. atteinte**	**Angle**	**Azimut**	**Nivellement**	**Précision des nivellements**	
+86,15 m	8,0 m	0,0°	-	NGF	Non renseigné	

Début	Fin	Machine	Opérateur
07/02/2024	08/02/2024	SD70.4	STOCKINGER Steven

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Fluides	Taux de récupération	RQD
86,15	0		Remblai graveleux gris, Dmax=30mm, (briques rouges, bétons, ferrailles) peu humide 1 m	Carottier rotation - couronne diamant - diam 116 mm	Eau	78,0 % 1 m	1 m
85,15	1		Remblai de grave peu sableuse gris, Dmax=25mm, morceaux de briques rouge de h+46 à h+50, humide 2 m			55,0 % 2 m	2 m
84,15	2		Remblai de grave sableuse, Dmax=20mm, humide 2,4 m				
83,75			Remblai de limon graveleux marron, Dmax=40mm, passage crayeux de h+41 à h+70, présence de briques rouges, humide 3 m			90,0 % 3 m	3 m
83,15	3		Remblai de sable graveleux gris, Dmax=15mm, humide 3,2 m				
82,95			Remblai d'argile sablo-graveleuse marron, Dmax=20mm, présence de tache noires de h+55 à h+75, humide 4 m			95,0 % 4 m	4 m
82,15	4		Craie altérée argilo-sableuses gris blanc, humide 5 m			91,0 % 5 m	5 m
81,15	5		Craie altérée, peu argileuse blanchâtre, humide 6 m			65,0 % 6 m	6 m
80,15	6		7 m			7 m	7 m
79,15	7		Craie altérée peu argileuse blanchâtre, sableuse de h+01 à h+08, humide 8 m	8 m	8 m	90,0 % 8 m	8 m
78,15	8						

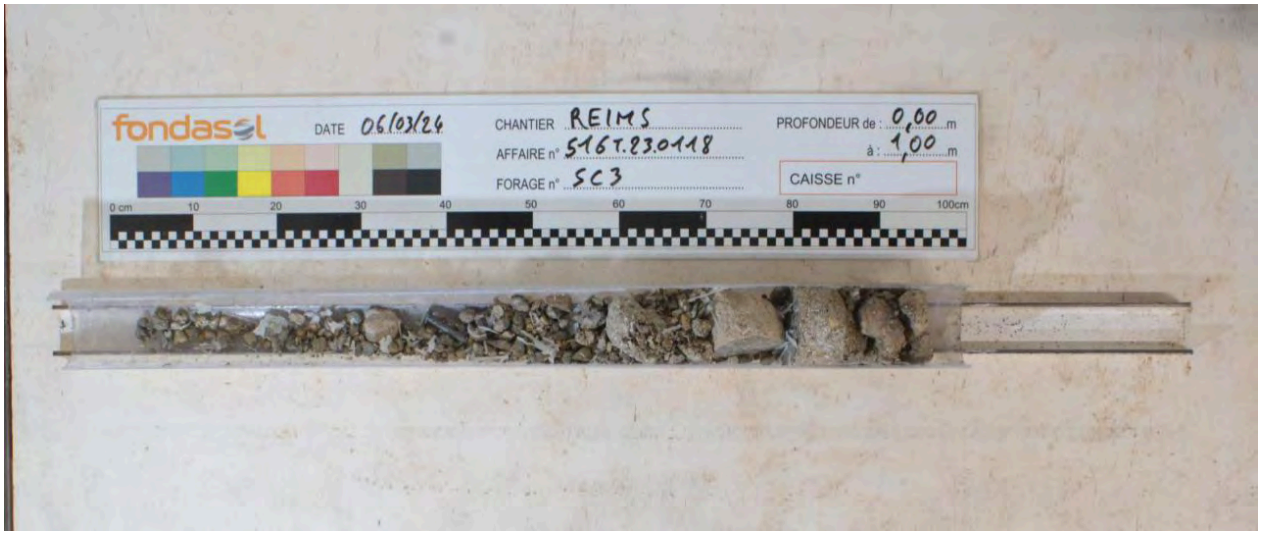
Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

(N° Projet: PR.51GT.23.0118)

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
SC3	Carotté	+86,15 m NGF	8,0 m

0,0 m



1,0 m

1,0 m



2,0 m

2,0 m



3,0 m

Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

(N° Projet: PR.51GT.23.0118)

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
SC3	Carotté	+86,15 m NGF	8,0 m

3,0 m



4,0 m

4,0 m



5,0 m

5,0 m



6,0 m

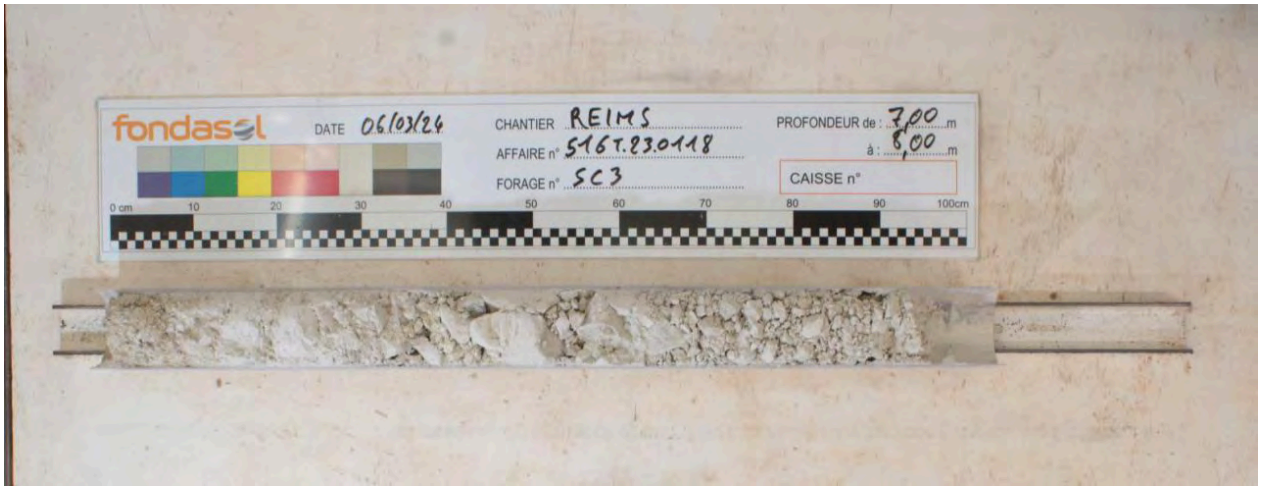
Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

(N° Projet: PR.51GT.23.0118)

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
SC3	Carotté	+86,15 m NGF	8,0 m

7,0 m



8,0 m

Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

(N° Projet: PR.51GT.23.0118)

SC4

Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés	Niveau d'eau
4,034705672	49,253826995	WGS 84			Non renseigné	☐ Néant ☐ Non mesuré
Élévation	**Prof. atteinte**	**Angle**	**Azimut**	**Nivellement**	**Précision des nivellements**	☐ En cours de forage
+86,0 m	8,0 m	0,0°	-	NGF	Non renseigné	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec

Début	Fin	Machine	Opérateur
01/02/2024	05/02/2024	SD70.4	STOCKINGER Steven

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Fluides	Taux de récupération	RQD
86	0		Remblai de limon graveleux marron, Dmax=30mm, humide 0,35 m	Carottier rotation - couronne diamant - diam 116 mm	Eau		
85,65			Béton cyclopéen probable blanchâtre, peu humide 1 m			72,0 % 1 m	1 m
85	1					2 m	2 m
	2					3 m	3 m
	3					4 m	4 m
	4					5 m	5 m
			5 m				
80,9	5		Graves rouges 5,1 m				
			Craie altérée blanchâtre, humide 6 m			45,0 % 6 m	6 m
80	6		Craie altérée blanchâtre, humide 7 m			92,0 % 7 m	7 m
79	7		Craie altérée blanchâtre, humide 8 m	8 m	8 m	73,0 % 8 m	8 m
78	8						

Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

(N° Projet: PR.51GT.23.0118)

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
SC4	Carotté	+86,0 m NGF	8,0 m

0,0 m



1,0 m

5,0 m



6,0 m

6,0 m



7,0 m

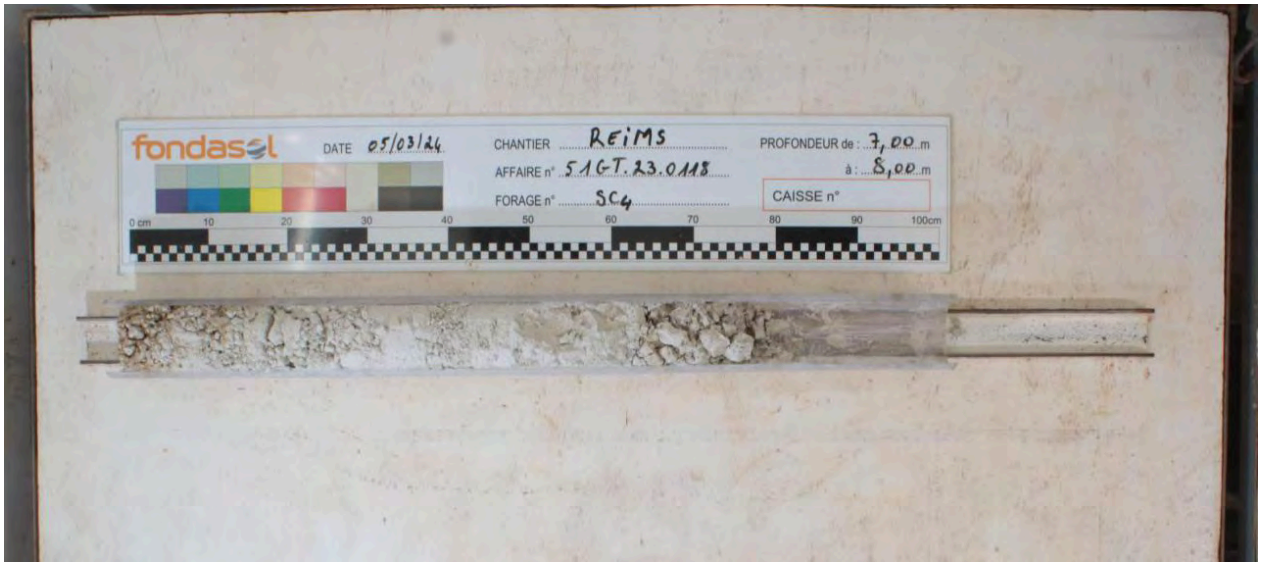
Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

(N° Projet: PR.51GT.23.0118)

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
SC4	Carotté	+86,0 m NGF	8,0 m

7,0 m



8,0 m

Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

(N° Projet: PR.51GT.23.0118)

SC5

Longitude	Latitude	Système de coordonnées			Précision des relevés	Niveau d'eau
4,034714056	49,253848648	WGS 84			Non renseigné	☐ Néant ☐ Non mesuré
Élévation	**Prof. atteinte**	**Angle**	**Azimut**	**Nivellement**	**Précision des nivellements**	☐ En cours de forage
+85,95 m	8,0 m	0,0°	-	NGF	Non renseigné	☐ Stabilisé ☐ Non stabilisé ☐ Sec

Début	Fin	Machine	Opérateur
05/02/2024	06/02/2024	SD70.4	STOCKINGER Steven

Élévation	Prof.	Lithologie	Descriptions	Outils	Fluides	Taux de récupération	RQD
85,95	0		Remblai de graves Gris, Dmax=50mm, peu humide 0,4 m	Carottier rotation - couronne diamant - diam 116 mm	Eau		
85,55			Blocs calcaires fracturés, maçonnerie et/ou béton cyclopéen probable beige clair, peu humide 1 m			88,0 % 1 m	1 m
84,95	1		Blocs calcaires fracturés, maçonnerie et/ou béton cyclopéen probable gris-clair, peu humide 2 m			73,0 % 2 m	2 m
83,95	2		Blocs calcaires fracturés, maçonnerie et/ou béton cyclopéen probable gris-clair, peu humide 3 m			70,0 % 3 m	3 m
82,95	3		Blocs calcaires fracturés, maçonnerie et/ou béton cyclopéen probable gris, peu humide 4 m			77,0 % 4 m	4 m
81,95	4		Blocs calcaires fracturés, maçonnerie et/ou béton cyclopéen probable gris 5 m			67,0 % 5 m	5 m
80,95	5		Blocs calcaires fracturés, maçonnerie et/ou béton cyclopéen probable gris, présence de traces fossiles, humide 5,5 m				
80,45			Craie altérée blanchâtre, humide 6 m			87,0 % 6 m	6 m
79,95	6		Craie altérée blanchâtre, humide 7 m			95,0 % 7 m	7 m
78,95	7		Craie altérée blanchâtre, humide 8 m	8 m	8 m	79,0 % 8 m	8 m
77,95	8						

Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

(N° Projet: PR.51GT.23.0118)

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

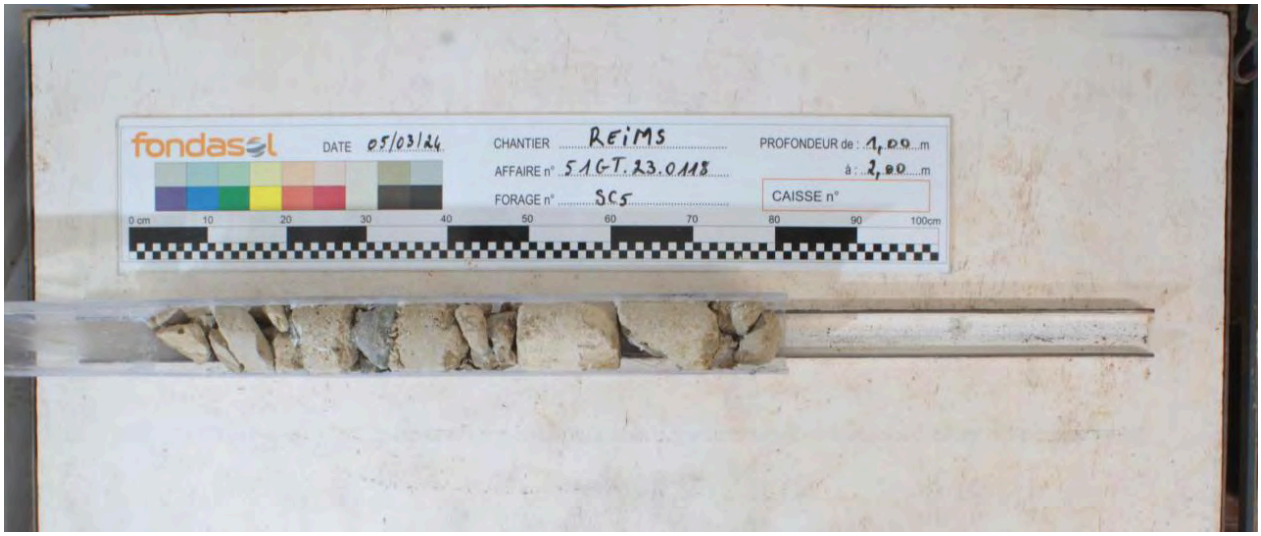
Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
SC5	Carotté	+85,95 m NGF	8,0 m

0,0 m



1,0 m

1,0 m



2,0 m

2,0 m



3,0 m

Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

(N° Projet: PR.51GT.23.0118)

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

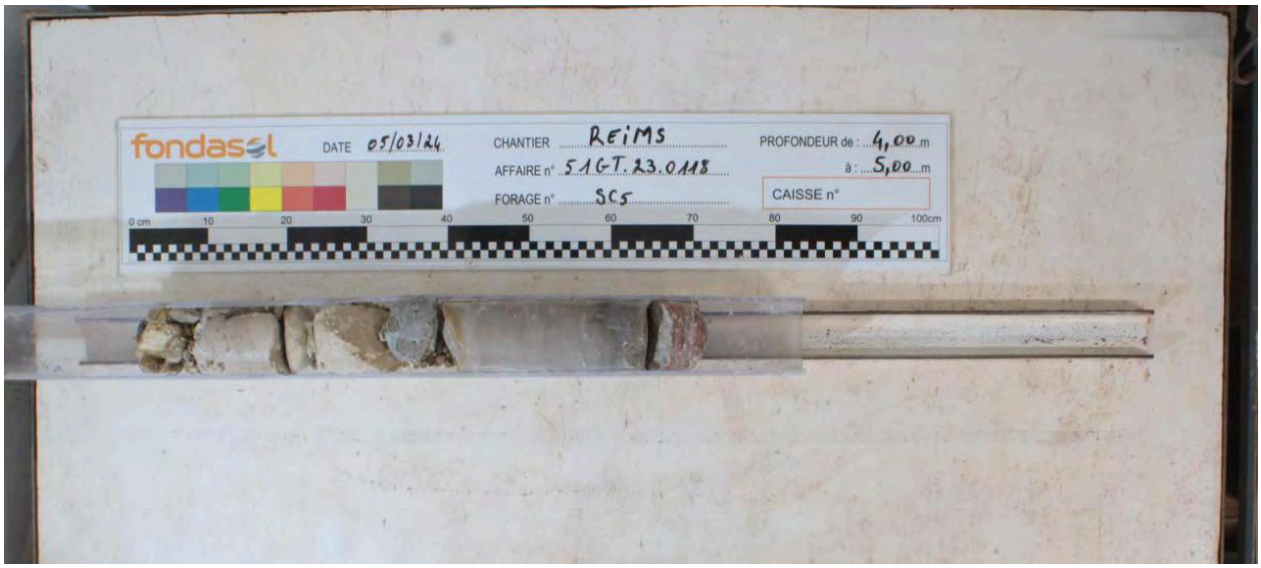
Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
SC5	Carotté	+85,95 m NGF	8,0 m

3,0 m



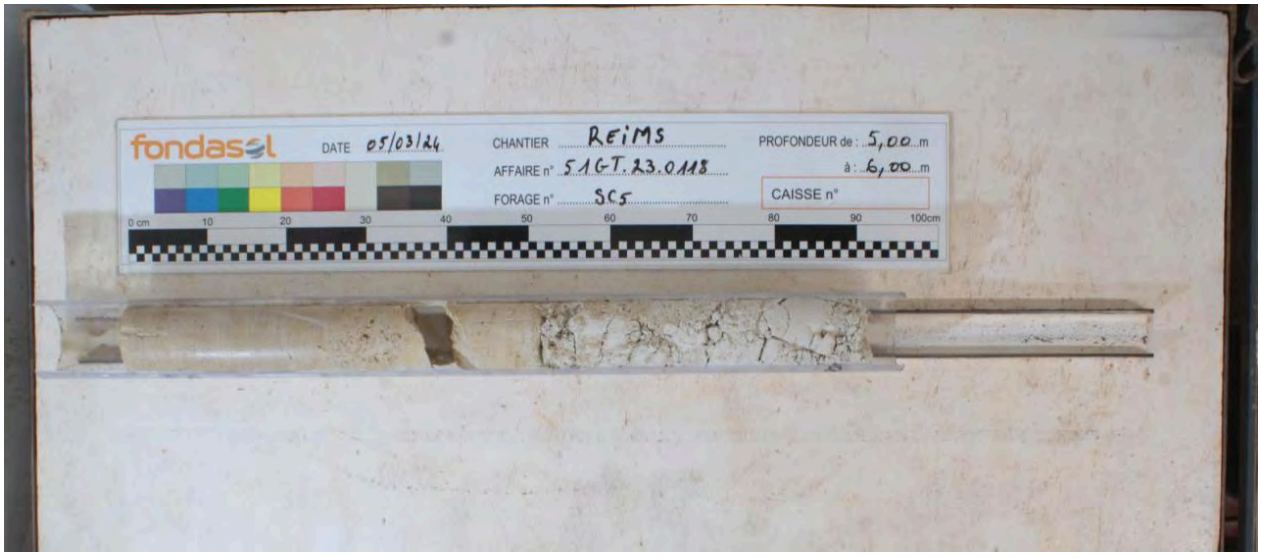
4,0 m

4,0 m



5,0 m

5,0 m



6,0 m

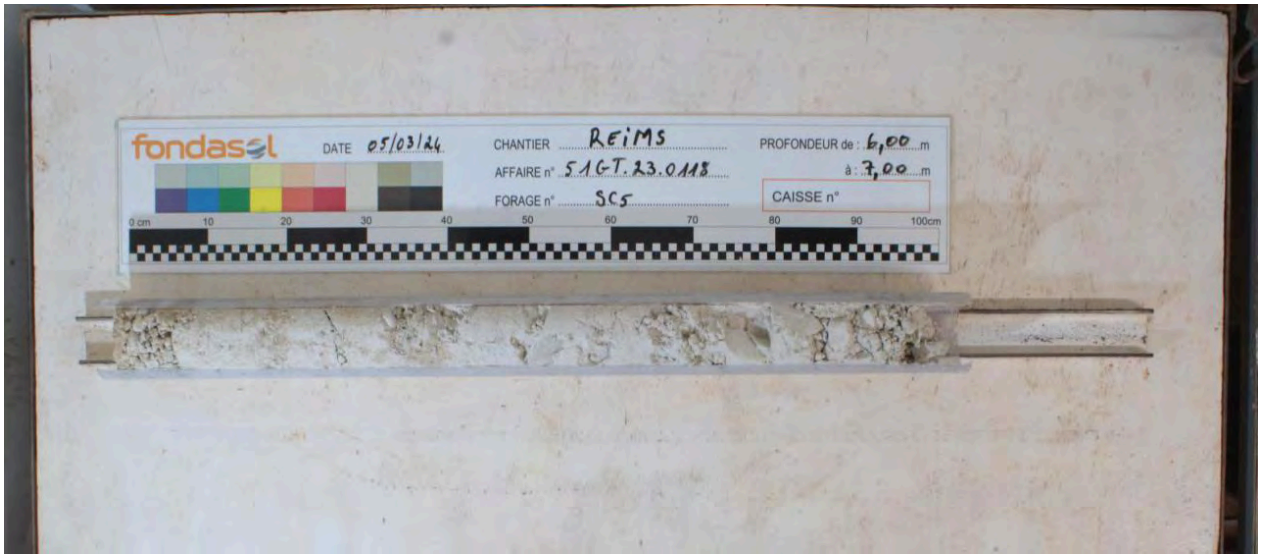
Réaménagement du musée du Palais du Tau, rue du Cardinal de Lorraine à REIMS (51)

(N° Projet: PR.51GT.23.0118)

RAPPORT PHOTOGRAPHIQUE

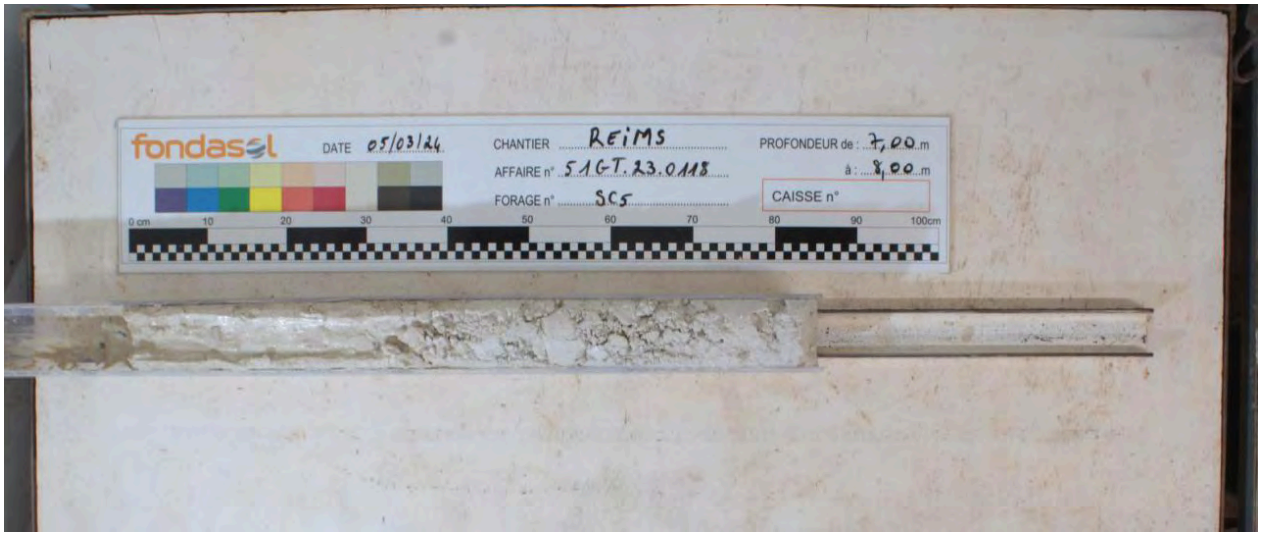
Sondage	Type	Élévation	Prof. atteinte
SC5	Carotté	+85,95 m NGF	8,0 m

6,0 m



7,0 m

7,0 m



8,0 m

6. SCHEMAS ET PHOTOGRAPHIES DES SONDAGES DE RECONNAISSANCE DES FONDATIONS – 5 PAGES

PR.51GT.23.0118 – RF1

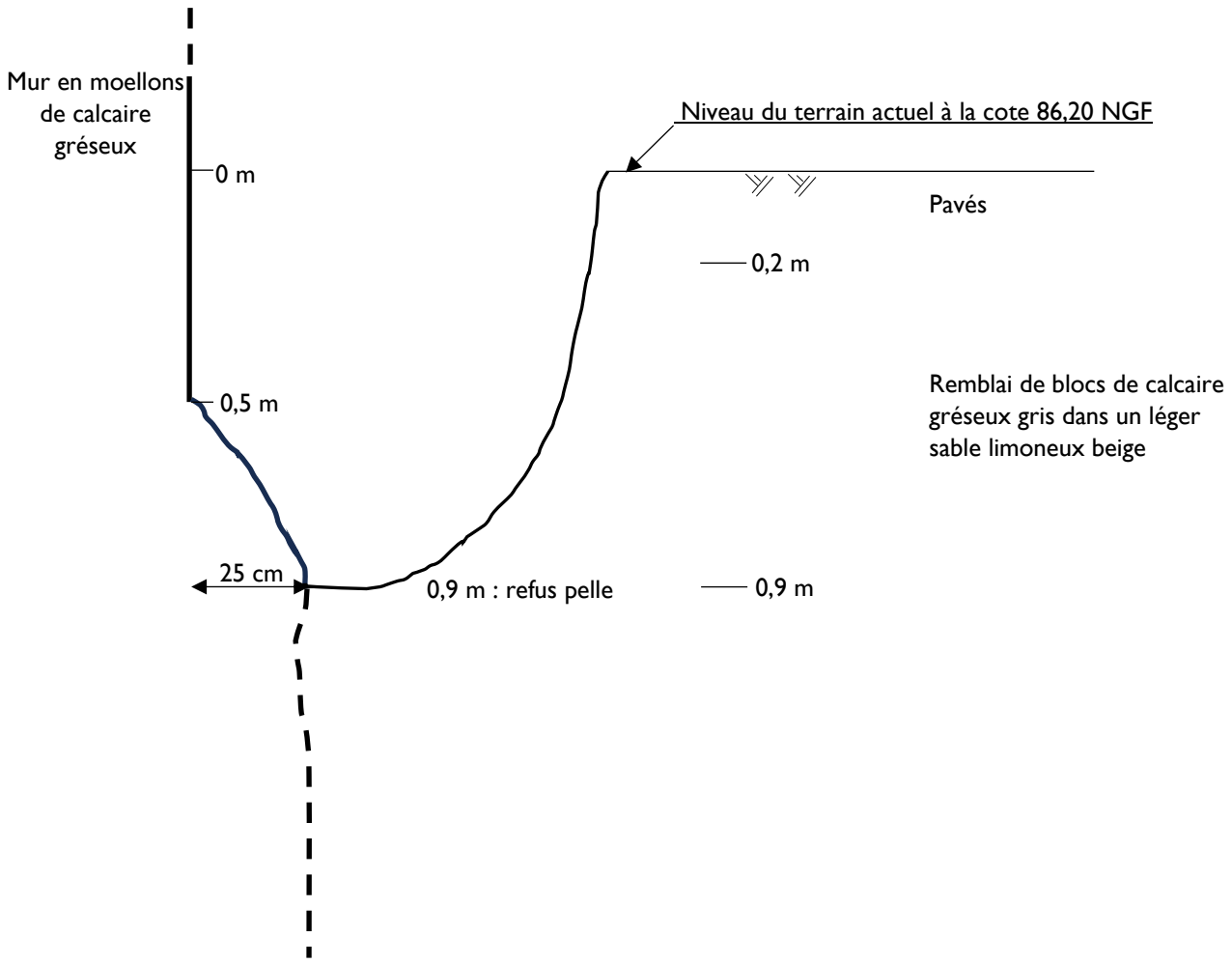
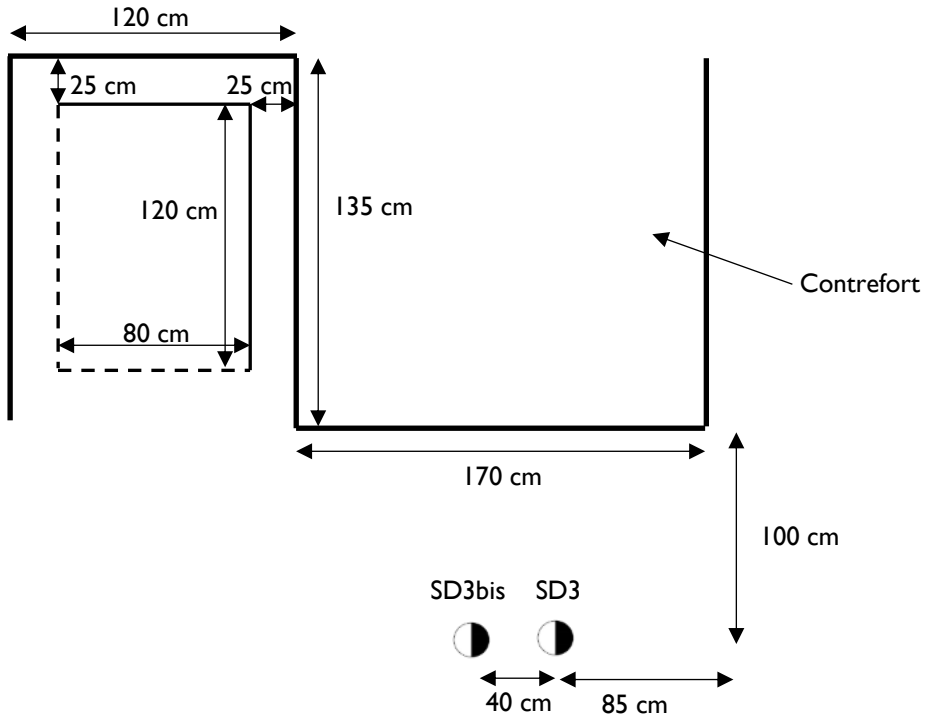


Schéma de principe du sondage RF1 (schéma sans échelle)



Vue du dessus du sondage RF1 (schéma sans échelle)





Photographies du sondage RF1

PR.51GT.23.0118 – RF3

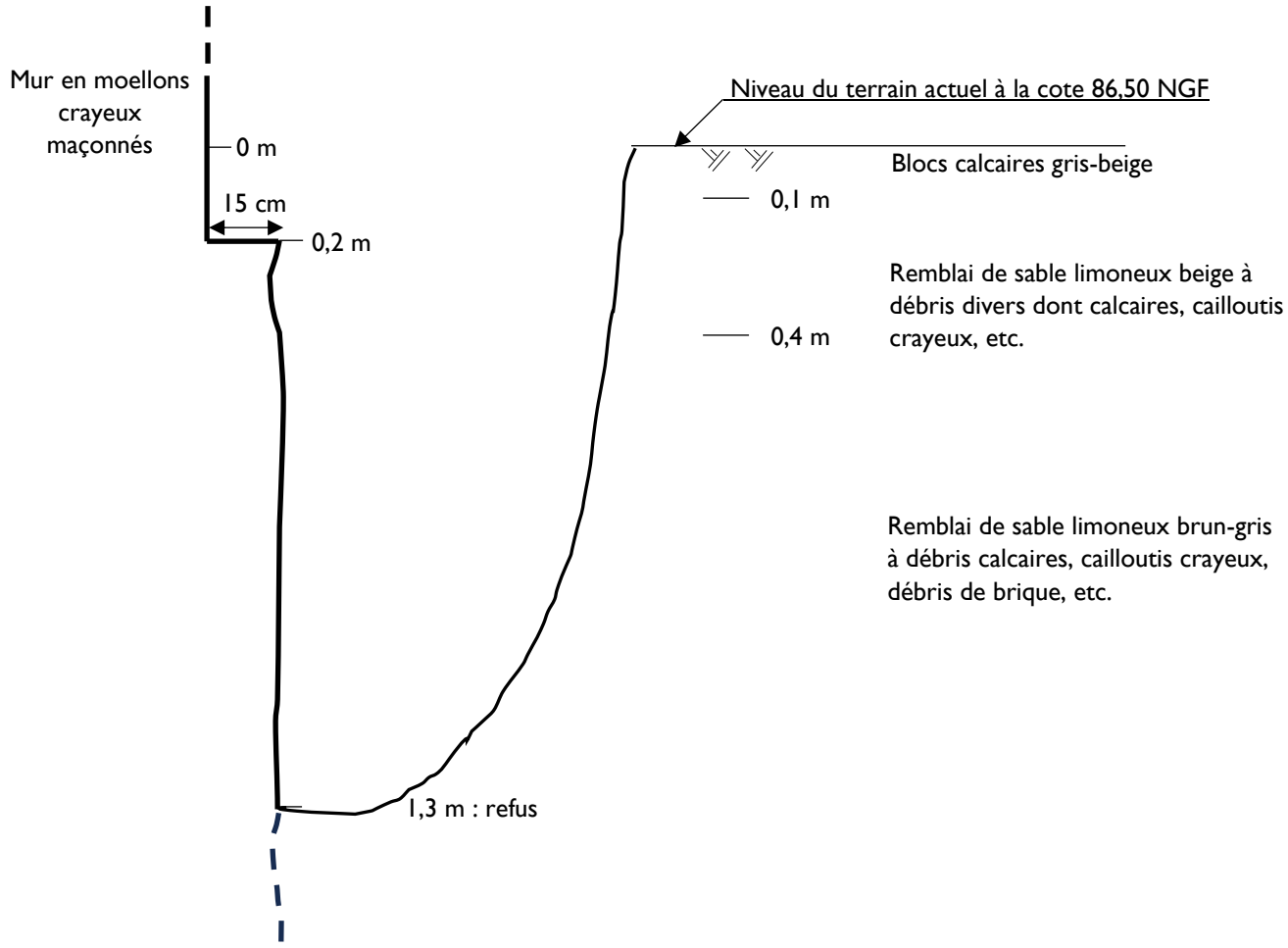


Schéma de principe du sondage RF3 (schéma sans échelle)





Photographies du sondage RF3

7. RESULTATS DES ESSAIS DE LABORATOIRE – 15 PAGES

fondasol
LABORATOIRE GEOTECHNIQUE

RÉCAPITULATIF D'ESSAIS DE LABORATOIRE

Projet N° : 51GT.23.0118 — Indice mémo :
Nom du projet : PALAIS DE TAU
Ingénieur d'étude, visa : A.TCHUEM
RESPONSABLE DU LABORATOIRE : Junist SELY
Date : 02/08/2023
Nom : Junist SELY
Visa :
Page : 1 / 1

Forage	Prof. moyenne (m)	Nature	Wn	ρ	ρ_d	ρ_s	W_L	W_p	I_p	VBS	Ca CO_3	D_{max}	Passant à 50 mm 0 / D	Passant à 2 mm 0 / D	Passant à 80 µm 0 / D	Passant à 63 µm 0 / D	Passant à 2 µm 0 / D	Passant à 2 mm 0 / 50	Passant à 80 µm 0 / 50	Proctor w_{opn}	Proctor ρ_{dopn}	Proctor+IPI w_{opn}	Proctor+IPI ρ_{dopn}	IPI	LA	MDE	Cisaillement CD φ'	Cisaillement CD c'	FR	DG	Classification
			%	t/ m^3	t/ m^3	t/ m^3	%	%	%	(-)	%	mm	%	%	%	%	%	%	%	%	t/m^3	%	t/m^3	%	-	-	°	kPa	-	-	
		Normes	94-050	94-053	94-053	94-054	4-051 & 52			94-068	94-048	4-056 & 57								94-093				94-078	1097-1	1097-2	94-071-1		94-066	94-067	11-300
		Nombre d'essais	5	2	2		2	2	2	3		5	5	5	5	5		5	5			1	1				2	2			
PM1	0.50	remblais	16.6							0.56		125	85.6	52.2	28.5	27.8		61.0	33.3			18.4	1.70								C1B5 m
SC1	1.18	remblais	18.8				29	23	7			33	100.0	60.8	26.5	25.4		60.8	26.5												B5
SC1	3.15	remblais	27.5	1.88	1.48		34	25	9			25	100.0	62.4	34.6	33.7		62.4	34.6								37	1			B5
SC1	4.60	sable limoneux beige	15.4							0.68		15	100.0	82.4	37.9	37.0		82.4	37.9												A1
SC1	5.60	craie blanche	24.5	2.00	1.60					0.19		60	96.8	35.9	25.3	25.0		37.1	26.1								36	10			C1B5

Remarques : *Wn = teneur en eau sur 0/20 (NF P11-300) *Ic ne peut être calculé uniquement si le matériau < 400µm (NF P94-051)

fondasol
LABORATOIRE GEOTECHNIQUE

FTQ 243-103
V9 du 12/3/2021

PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire : PALAIS DE TAU

N° d'affaire : 51GT.23.0118 **Laboratoire :** AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: oui

Sondage : PM1
Profondeur (m) : 0.50 à
Cote (m) : à
Profondeur moyenne : 0.50 m
Nature matériau : remblais

Date de prélèvement : 13/06/2023
Date de réception : 05/07/2023
Mode de prélèvement : Sondage carotté

Étuve (°C)

x	
105°C	50°C

TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)

Date de l'essai : 20/07/2023

Observations :

Résultat :
Teneur en eau :
w_n = 16.6 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU

Date de l'essai :
Conditions :
Conditions de conservations :
Conditions de préparation : immersion dans l'eau
Température de la salle d'essai : °C
Observations :

Résultats :
ρ = t/m³
Autres paramètres :
ρ_d = t/m³
γ = kN/m³
γ_d = kN/m³

LIMITES D'ATTERBERG
Limite de liquidité: Méthode du cône (NF P 94-052-1) et limite de plasticité (NF P 94-051)

Limite de liquidité W_l:

Mesure N°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)				
w (%) (NF P 94-050)				

Limite de plasticité W_p :

Mesure N°	1	2	3
w (%) (NF P 94-050)			

Observations :

Date de l'essai :

Résultats :
W_L = %
W_P = %
I_P =

ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)

Date de l'essai : 01/08/2023

Observations :

Fraction 0/5mm dans la fraction
Proportion : C = **71.53**

Résultat :
Valeur de bleu du sol :
VBS = 0.56

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8+A1)

Date de l'essai :
Fraction testée : fraction 0/2 mm f = %
Teneur en eau : w = %
Observations :

Résultats :
SE_1 = %
SE_2 = %
Equivalent de sable :
SE*(10)* = %

COEFFICIENT DE FRIABILITÉ DES SABLES (NF P 18-576)

Observations :

Résultat :
F_s = %

fondasol
LABORATOIRE GÉOTECHNIQUE

FTQ 243-104
V9 du 12/3/2021

PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE PAR TAMISAGE À SEC APRÈS LAVAGE ET SÉDIMENTATION

(réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-4)

Nom de l'affaire : PALAIS DE TAU

N° d'affaire : 51GT.23.0118 **Laboratoire :** AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: oui

Sondage : PM1
Profondeur (m) 0.50 à m
Cote (m) : à m
Profondeur moyenne : 0.5 m

Date d'essai de prélèvement : 13/06/2023
Date de réception : 05/07/2023
Mode de prélèvement : Sondage carotté
Date d'essai : 24/07/2023

NATURE DU SOL TESTÉ ET CONDITION D'ESSAI :

Classification NF P 11-300 : C1B5 m

Nature du sol selon Classification granulométrique remblais

Nature du sol : remblais

% de passant à :

50 mm = 85.59% 2 mm = 52.17%
20 mm = 79.68% 80 µm = 28.51%
5 mm = 61.22% 63 µm = 27.75%

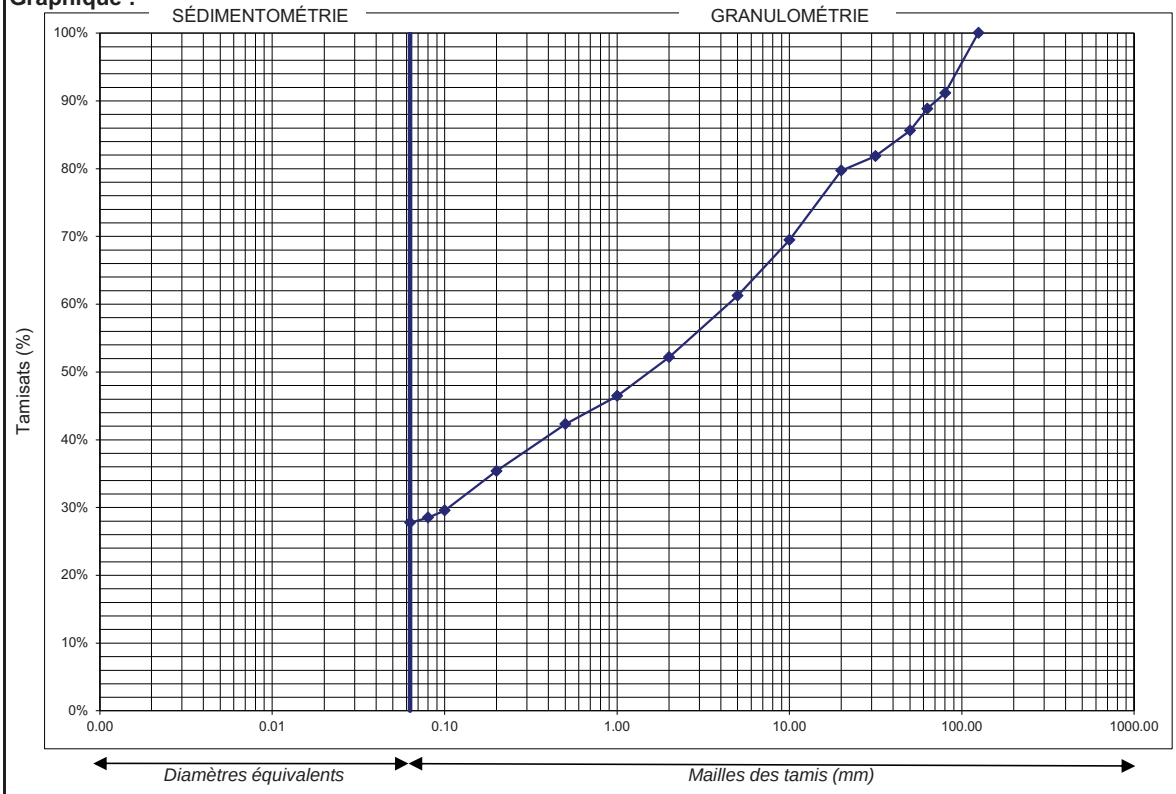
Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum : dm = 125 mm

% estimé d'éléments > d_m

Température d'étuvage : 105°C

Plus gros élément Dmax = 125 mm

Graphique :



Facteurs d'uniformité Cu : Impossible à déterminer | Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer

DONNÉES GRANULOMÉTRIQUES (NF EN ISO 17892-4)

Résultats :

Mailles (X) mm	80	63.0	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08	0.063
Passant %	91.13	88.84	85.59	81.85	79.68	69.44	61.22	52.17	46.47	42.30	35.38	29.54	28.51	27.75
Refus %	8.87	11.16	14.41	18.15	20.32	30.56	38.78	47.83	53.53	57.70	64.62	70.46	71.49	72.25

Observations :

fondasol — LABORATOIRE GÉOTECHNIQUE

FTQ 243-202
V6 du 29/6/2021

PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

ESSAI PROCTOR NORMAL ET MODIFIÉ - IPI, I.CBR IMMEDIAT, I.CBR IMMERSION

(réalisé selon les normes NF P 94-093 & NF P 94-078)

Nom de l'affaire : PALAIS DE TAU — **Laboratoire :** AVIGNON

N° d'affaire : 51GT.23.0118

Sondage(s) : PM1
Profondeur : 0.50 à
Cote : à
Profondeur moyenne : 0.50 m

Date de prélèvement : 13/06/2023
Date d'essai : 25/07/2023
Date de réception : 05/07/2023

Caractéristiques de l'essai :

Énergie		Moule	
normale	x	Proctor	
modifiée		CBR	x

Méthode de détermination des teneurs en eau : NF P 94-050
Température d'étuvage : 105°C

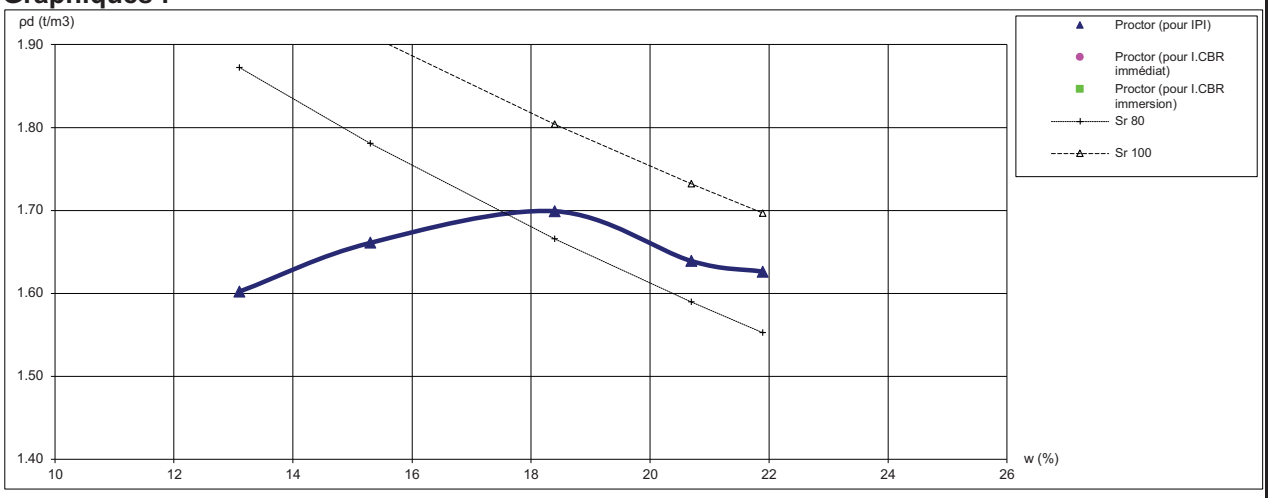
Nature du sol : remblais

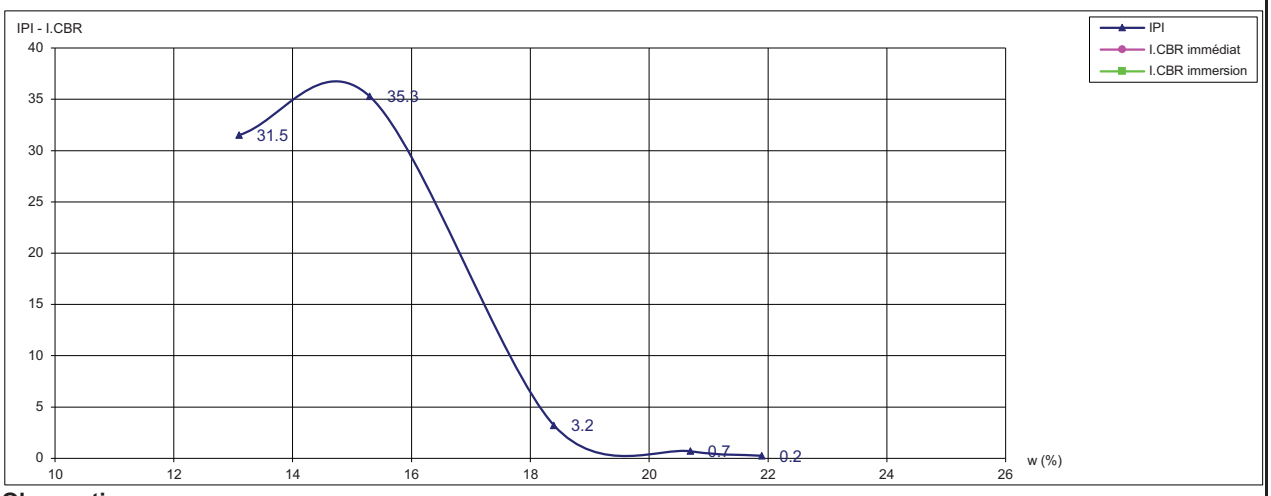
Classification du sol : C1B5 m

Paramètres :
ρ_s = Valeur estimée
ρ_s = 2.70 t/m^3
Refus à 20mm = 20 %

Proctor et IPI			Proctor et I.CBR Immédiat				Proctor et I.CBR Immersion					
w (%)	ρ_d (t/m^3)	IPI (%)	w (%)	ρ_d (t/m^3)	w + liants (%)	I.CBR$_{immédiat}$ (%)	w (%)	ρ_d (t/m^3)	w + liants (%)	I.CBR$_{immersion}$ (%)	w après immersion (%)	G (%)
13.1	1.60	32										
15.3	1.66	35										
18.4	1.70	3										
20.7	1.64	1										
21.9	1.63	0										
wOPN =	18.4	%		wOPN =		%		wOPN =		%		
ρdOPN =	1.70	t/m^3		ρdOPN =		t/m^3		ρdOPN =		t/m^3		
w'OPN =	14.7	%										
ρd'OPN =	1.84	t/m3										

Graphiques :





Observations :

fondasol
LABORATOIRE GEOTECHNIQUE

FTQ 243-103
V9 du 12/3/2021

PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire : PALAIS DE TAU

N° d'affaire : 51GT.23.0118 **Laboratoire :** AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: non

Sondage : SC1
Profondeur (m) : 1.00 à 2.00
Cote (m) : 0.00 à 0.35
Profondeur moyenne : 1.18 m
Nature matériau : remblais

Date de prélèvement : 14/05/2023
Date de réception : 05/07/2023
Mode de prélèvement : Sondage carotté

Étuve (°C) | x | 105°C | | 50°C

TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)

Date de l'essai : 20/07/2023

Observations :

Résultat :
Teneur en eau :
w_n = 18.8 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU

Date de l'essai :
Conditions :
Conditions de conservations :
Conditions de préparation : immersion dans l'eau
Température de la salle d'essai : °C
Observations :

Résultats :
ρ = t/m^3
Autres paramètres :
ρ_d = t/m^3
γ = kN/m^3
γ_d = kN/m^3

LIMITES D'ATTERBERG
Limite de liquidité: Méthode du cône (NF P 94-052-1) et limite de plasticité (NF P 94-051)

Limite de liquidité W_l:

Mesure N°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)	22.2	19.6	17	13.7
w (%) (NF P 94-050)	32.5	30.3	29.3	27.7

Limite de plasticité W_p :

Mesure N°	1	2	3
w (%) (NF P 94-050)	22.9	22.8	22.8

Observations :

Date de l'essai : 31/07/2023

Résultats :
W_L = **29** %
W_P = **23** %
I_P = **7**

ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)

Date de l'essai :

Observations :

Fraction 0/5mm dans la fraction
Proportion : C = **74.24**

Résultat :
Valeur de bleu du sol :
VBS =

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8+A1)

Date de l'essai :
Fraction testée : fraction 0/2 mm f = %
Teneur en eau : w = %
Observations :

Résultats :
SE_1 = %
SE_2 = %
Equivalent de sable :
SE*(10)* = %

COEFFICIENT DE FRIABILITÉ DES SABLES (NF P 18-576)

Observations :

Résultat :
F_s = %

fondasol
LABORATOIRE GÉOTECHNIQUE

FTQ 243-104
V9 du 12/3/2021

PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE PAR TAMISAGE À SEC APRÈS LAVAGE ET SÉDIMENTATION

(réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-4)

Nom de l'affaire : PALAIS DE TAU

N° d'affaire : 51GT.23.0118 **Laboratoire :** AVIGNON

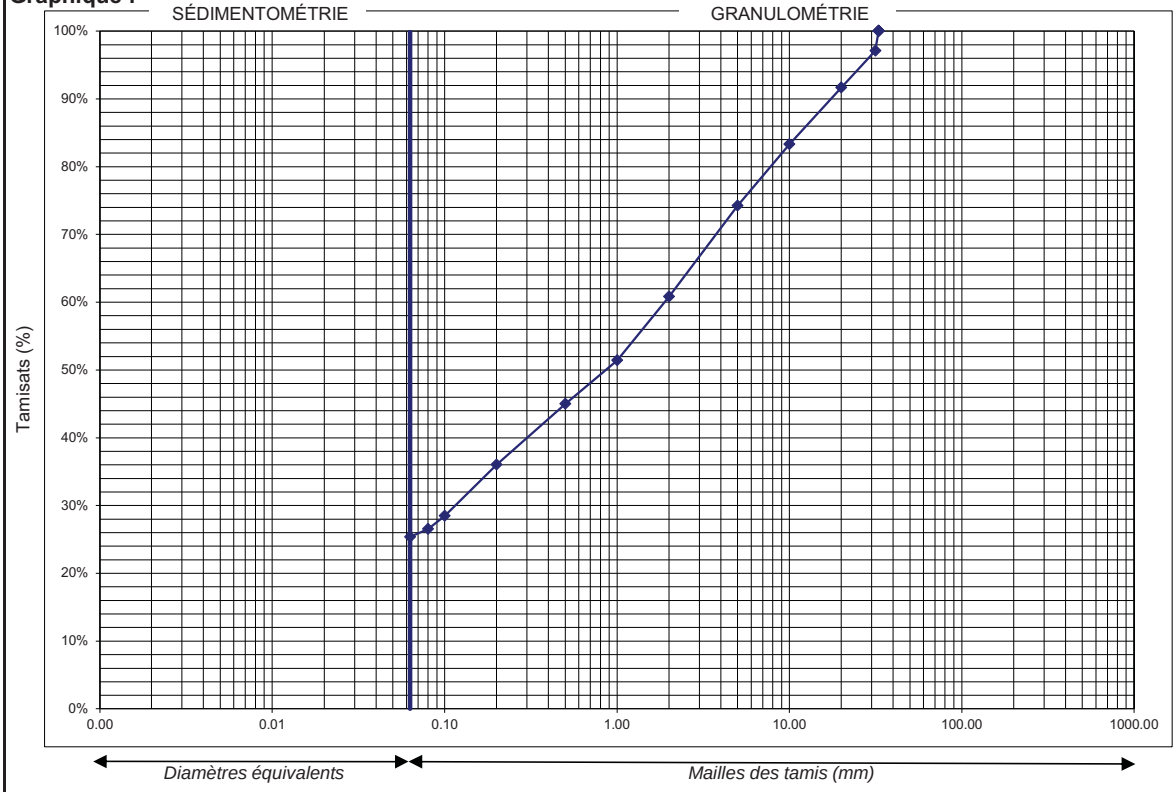
Quantité de matériau Normalisée: non

Sondage :	SC1			**Date d'essai de prélèvement :**	14/05/2023
Profondeur (m)	1.00	à	2.00 m	**Date de réception :**	05/07/2023
Cote (m) :	0.00	à	0.35 m	**Mode de prélèvement :**	Sondage carotté
Profondeur moyenne :			1.175 m	**Date d'essai :**	31/07/2023

NATURE DU SOL TESTÉ ET CONDITION D'ESSAI :

Classification NF P 11-300 : B5		**Nature du sol selon Classification granulométrique**	remblais
Nature du sol : remblais	Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum :	% estimé d'éléments > d_m	Température d'étuvage : 105°C
% de passant à :			Plus gros élément
50 mm = 100.00% 2 mm = 60.79%			
20 mm = 91.66% 80 µm = 26.53%	dm = 50 mm		Dmax = 33 mm
5 mm = 74.24% 63 µm = 25.36%			

Graphique :



Facteurs d'uniformité Cu : Impossible à déterminer | Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer

DONNÉES GRANULOMÉTRIQUES (NF EN ISO 17892-4)

Résultats :

Mailles (X) mm	80	63.0	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08	0.063
Passant %	100.00	100.00	100.00	97.09	91.66	83.28	74.24	60.79	51.43	44.98	36.03	28.47	26.53	25.36
Refus %				2.91	8.34	16.72	25.76	39.21	48.57	55.02	63.97	71.53	73.47	74.64

Observations :

fondasol
LABORATOIRE GEOTECHNIQUE

FTQ 243-103
V9 du 12/3/2021

PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire : PALAIS DE TAU

N° d'affaire : 51GT.23.0118 **Laboratoire :** AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: oui

Sondage : SC1
Profondeur (m) : 3.00 à 4.00
Cote (m) : 0.00 à 0.30
Profondeur moyenne : 3.15 m
Nature matériau : remblais

Date de prélèvement : 14/05/2023
Date de réception : 05/07/2023
Mode de prélèvement : Sondage carotté

Étuve (°C) | x | 105°C | | 50°C

TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)

Date de l'essai : 27/07/2023

Observations :

Résultat :
Teneur en eau :
w_n = 27.5 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU

Date de l'essai : 27/07/2023
Conditions :
Conditions de conservations :
Conditions de préparation : immersion dans l'eau
Température de la salle d'essai : 24°C
Observations : graveleux

Résultats :
ρ = 1.88 t/m³
Autres paramètres :
ρ_d = 1.48 t/m³
γ = 18.48 kN/m³
γ_d = 14.49 kN/m³

LIMITES D'ATTERBERG
Limite de liquidité: Méthode du cône (NF P 94-052-1) et limite de plasticité (NF P 94-051)

Limite de liquidité W_l:

Mesure N°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)	22	17.7	15.7	13.5
w (%) (NF P 94-050)	36.2	34.5	33.6	32.5

Limite de plasticité W_p :

Mesure N°	1	2	3
w (%) (NF P 94-050)	25.4	25.4	25.2

Observations :

Date de l'essai : 01/08/2023

Résultats :
W_L = 34 %
W_P = 25 %
I_P = 9

ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)

Date de l'essai :

Observations :

Fraction 0/5mm dans la fraction
Proportion : C = **72.96**

Résultat :
Valeur de bleu du sol :
VBS =

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8+A1)

Date de l'essai :
Fraction testée : fraction 0/2 mm f = %
Teneur en eau : w = %
Observations :

Résultats :
SE_1 = %
SE_2 = %
Equivalent de sable :
SE(10) = **%**

COEFFICIENT DE FRIABILITÉ DES SABLES (NF P 18-576)

Observations :

Résultat :
F_s = %

fondasol
LABORATOIRE GÉOTECHNIQUE

FTQ 243-104
V9 du 12/3/2021

PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE PAR TAMISAGE À SEC APRÈS LAVAGE ET SÉDIMENTATION

(réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-4)

Nom de l'affaire : PALAIS DE TAU

N° d'affaire : 51GT.23.0118 **Laboratoire :** AVIGNON

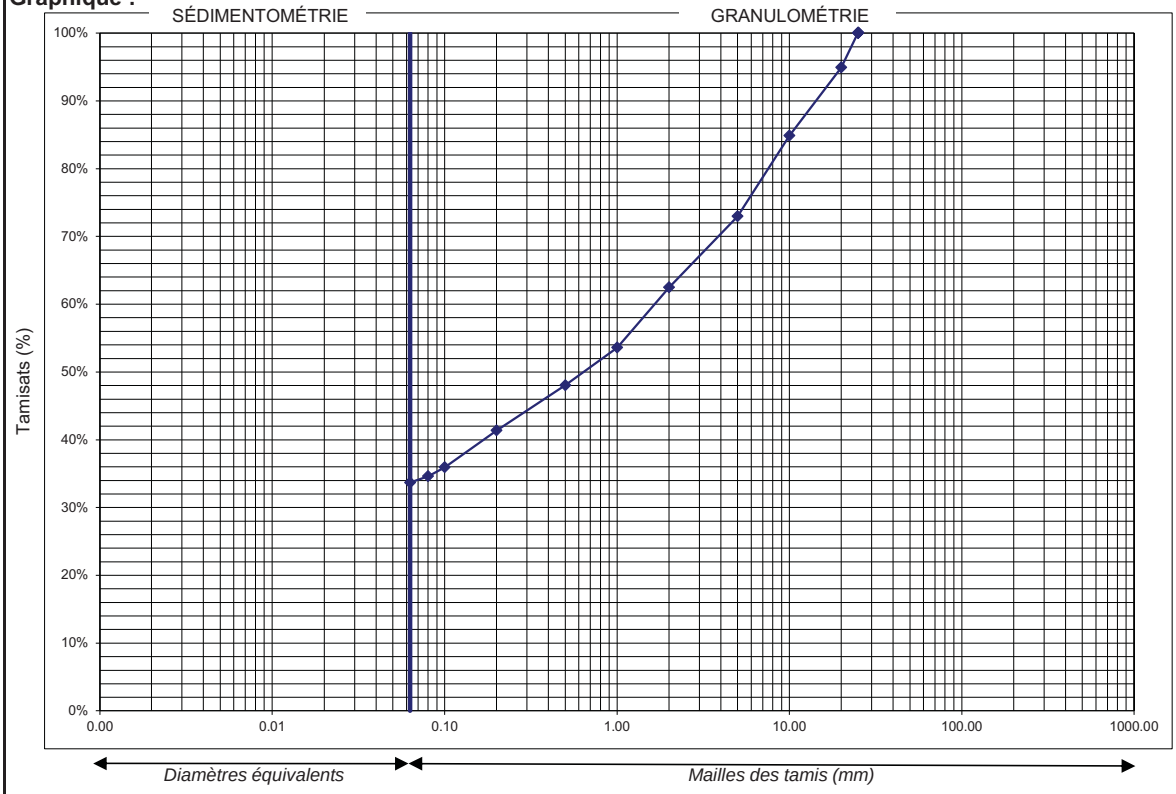
Quantité de matériau Normalisée: oui

Sondage :	SC1			**Date d'essai de prélèvement :**	14/05/2023
Profondeur (m)	3.00	à	4.00 m	**Date de réception :**	05/07/2023
Cote (m) :	0.00	à	0.30 m	**Mode de prélèvement :**	Sondage carotté
Profondeur moyenne :			3.15 m	**Date d'essai :**	01/08/2023

NATURE DU SOL TESTÉ ET CONDITION D'ESSAI :

Classification NF P 11-300 : B5	**Nature du sol selon Classification granulométrique**	remblais	
Nature du sol : remblais **% de passant à :** 50 mm = 100.00% 2 mm = 62.45% 20 mm = 94.91% 80 µm = 34.61% 5 mm = 72.96% 63 µm = 33.67%	Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum : dm = 31.5 mm	% estimé d'éléments > d_m	Température d'étuvage : 105°C Plus gros élément Dmax = 25 mm

Graphique :



Facteurs d'uniformité Cu : Impossible à déterminer | Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer

DONNÉES GRANULOMÉTRIQUES (NF EN ISO 17892-4)

Résultats :

Mailles (X) mm	80	63.0	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08	0.063
Passant %	100.00	100.00	100.00	100.00	94.91	84.85	72.96	62.45	53.59	48.03	41.35	35.93	34.61	33.67
Refus %					5.09	15.15	27.04	37.55	46.41	51.97	58.65	64.07	65.39	66.33

Observations :

fondasol
LABORATOIRE GÉOTECHNIQUE

FTQ 243-410
V8 du 20/10/2022

ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE

Partie 1 : Cisaillement Direct

(NF EN ISO 17892-10)

Nom de l'affaire : PALAIS DU TAU

N° d'affaire : 51GT.23.0118 **Laboratoire :** Avignon

Sondage : SC1
Profondeur : 3.00-4.00m
Echantillonage : 0.00-0.30m
Description : remblais

Date de prélèvement : 14/05/23
Mode de conservation : Echantillon intact
Date de réception : 05/07/23

Niveau d'eau : -
Date d'essai : 28/07/23

Opérateur : BIDET Jean Marc
Approbateur : GUILLEMAN Cyril

Etuvage (°C)

X	
105°C	50°C

Caractéristiques des éprouvettes

Initial		*1*	*2*	*3*	*4*
H	mm	28.06	25.64	25.68	
D	mm	60.00	60.00	60.00	
w	%	27.3	27.3	27.3	
ρh	kg/m^3	1882	1877	1874	
ρd	kg/m^3	1479	1475	1473	
ρs estimée	kg/m^3	2700	2700	2700	
e		0.83	0.83	0.83	
Sr	%	89	89	88	
Consolidation					
$\sigma_{3\,cons}$	kPa	50	100	200	
ΔH_{cons}	mm	1.10	0.92	1.43	
H_{cons}	mm	26.96	24.72	24.26	
ρd_{cons}	kg/m^3	1539	1530	1559	
w	%	27.6	28.0	26.2	
t_{100}	min	1.2	1.4	2.8	

Informations sur l'essai

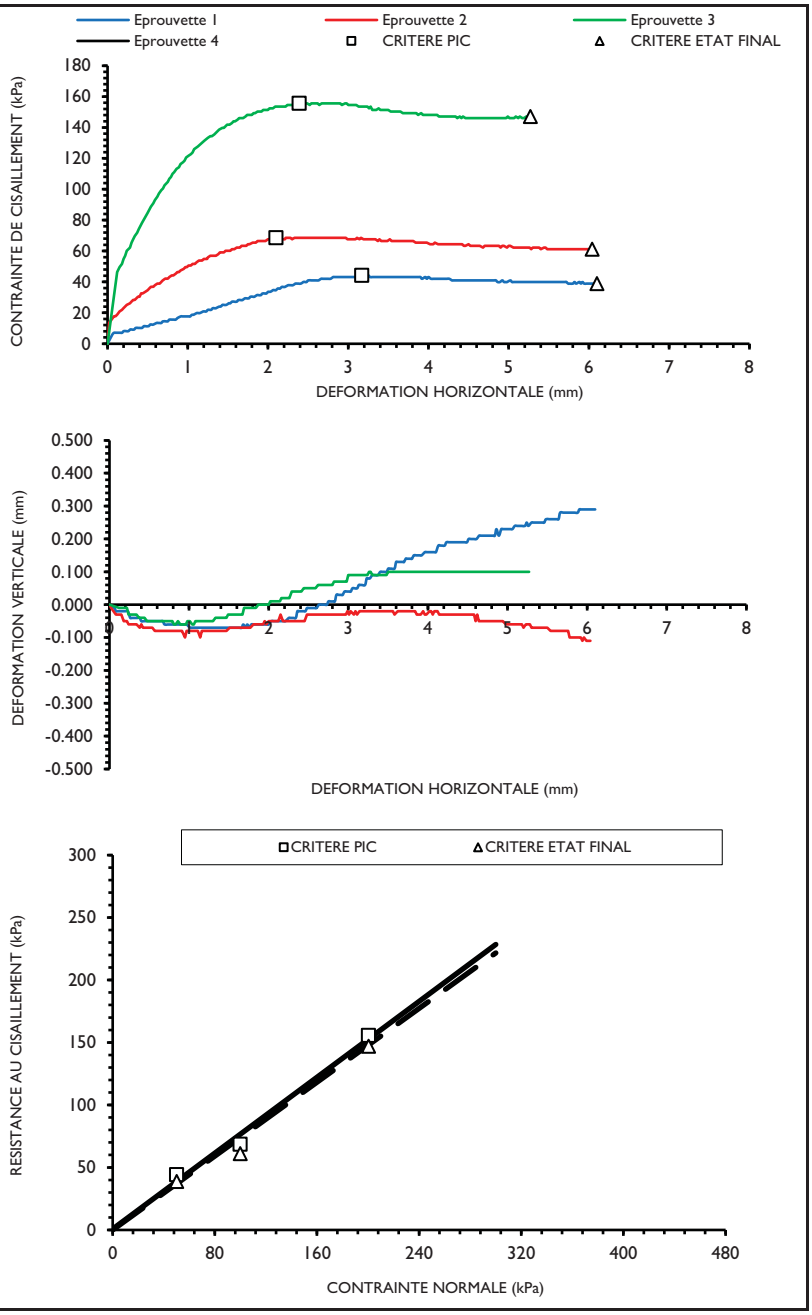
$\sigma_{3\,cis}$	kPa	50	100	200	
Vitesse cisaillement	mm/min	0.012	0.012	0.012	

Critères de rupture

$\tau_{f,pic}$	kPa	44	69	156	
Δl à $\tau_{f,pic}$	mm	3.17	2.10	2.39	
$\tau f_{rés}$	kPa	39	61	147	
Δl à $\tau_{f,rés}$	mm	6.10	6.04	5.27	

CRITERE DE PIC	ϕ'_p =	**37**	Degrés
	c'_p =	**1**	kPa
CRITERE D'ETAT FINAL	ϕ'_f =	**36**	Degrés
	c'_f =	**0**	kPa

Observations



fondasol
// LABORATOIRE GEOTECHNIQUE

FTQ 243-103
V9 du 12/3/2021

PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire : PALAIS DE TAU

N° d'affaire : 51GT.23.0118 **Laboratoire :** AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: oui

Sondage : SC1
Profondeur (m) : 4.00 à 5.00
Cote (m) : 0.50 à 0.70
Profondeur moyenne : 4.60 m
Nature matériau : sable limoneux beige

Date de prélèvement : 14/05/2023
Date de réception : 05/07/2023
Mode de prélèvement : Sondage carotté

Étuve (°C) | x | 105°C | | 50°C

TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)

Date de l'essai : 20/07/2023

Observations :

Résultat :
Teneur en eau :
w_n = 15.4 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU

Date de l'essai :
Conditions :
Conditions de conservations :
Conditions de préparation : immersion dans l'eau
Température de la salle d'essai : °C
Observations :

Résultats :
ρ = t/m^3
Autres paramètres :
ρ_d = t/m^3
γ = kN/m^3
γ_d = kN/m^3

LIMITES D'ATTERBERG
Limite de liquidité: Méthode du cône (NF P 94-052-1) et limite de plasticité (NF P 94-051)

Limite de liquidité W_l:

Mesure N°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)				
w (%) (NF P 94-050)				

Limite de plasticité W_p :

Mesure N°	1	2	3
w (%) (NF P 94-050)			

Observations :

Date de l'essai :

Résultats :
W_L = %
W_P = %
I_P =

ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)

Date de l'essai : 01/08/2023

Observations :

Fraction 0/5mm dans la fraction
Proportion : C = **97.71**

Résultat :
Valeur de bleu du sol :
VBS = 0.68

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8+A1)

Date de l'essai :
Fraction testée : fraction 0/2 mm f = %
Teneur en eau : w = %
Observations :

Résultats :
SE_1 = %
SE_2 = %
Equivalent de sable :
SE*(10)* = %

COEFFICIENT DE FRIABILITÉ DES SABLES (NF P 18-576)

Observations :

Résultat :
F_s = %

fondasol
LABORATOIRE GÉOTECHNIQUE

FTQ 243-104
V9 du 12/3/2021

PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE PAR TAMISAGE À SEC APRÈS LAVAGE ET SÉDIMENTATION

(réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-4)

Nom de l'affaire : PALAIS DE TAU

N° d'affaire : 51GT.23.0118 **Laboratoire :** AVIGNON

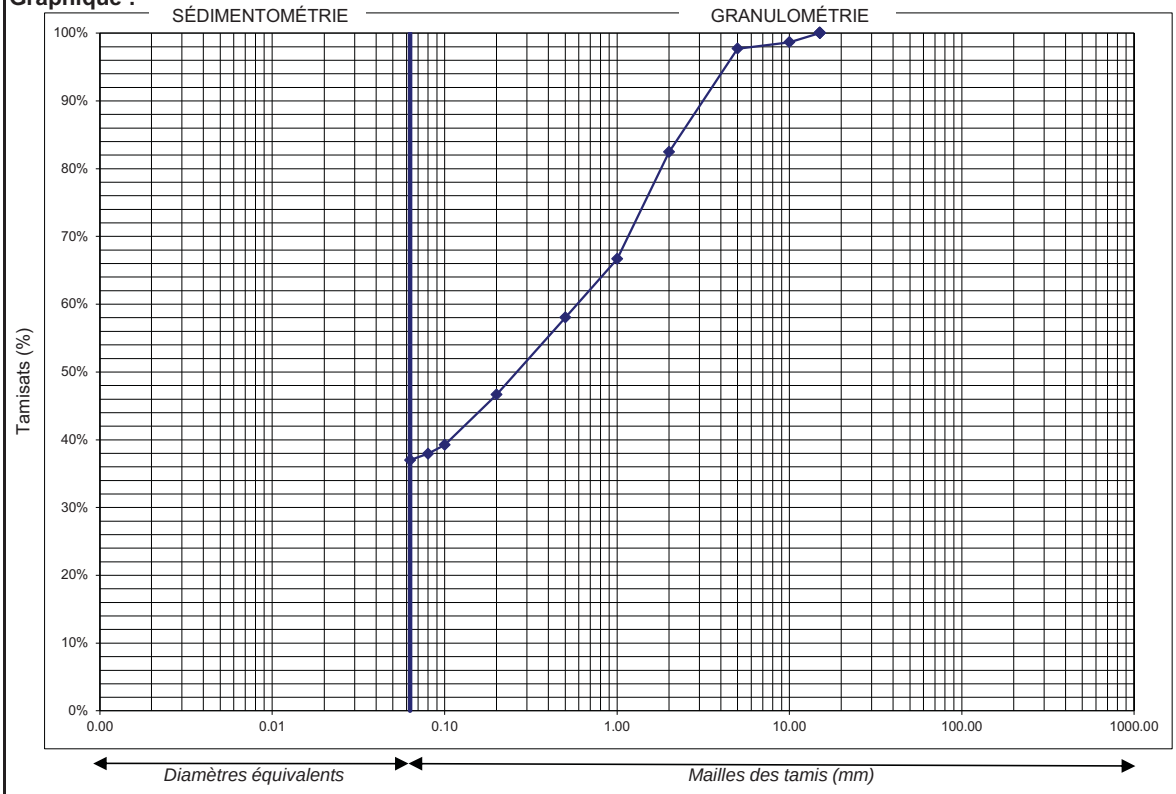
Quantité de matériau Normalisée: oui

Sondage :	SC1			**Date d'essai de prélèvement :**	14/05/2023
Profondeur (m)	4.00	à	5.00 m	**Date de réception :**	05/07/2023
Cote (m) :	0.50	à	0.70 m	**Mode de prélèvement :**	Sondage carotté
Profondeur moyenne :			4.6 m	**Date d'essai :**	24/07/2023

NATURE DU SOL TESTÉ ET CONDITION D'ESSAI :

Classification NF P 11-300 : A1	**Nature du sol selon Classification granulométrique**	sable limoneux	
Nature du sol : sable limoneux beige **% de passant à :** 50 mm = 100.00% 2 mm = 82.43% 20 mm = 100.00% 80 µm = 37.93% 5 mm = 97.71% 63 µm = 36.98%	Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum : dm = 20 mm	% estimé d'éléments > d_m	Température d'étuvage : 105°C Plus gros élément Dmax = 15 mm

Graphique :



Facteurs d'uniformité Cu : Impossible à déterminer | Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer

DONNÉES GRANULOMÉTRIQUES (NF EN ISO 17892-4)

Résultats :

Mailles (X) mm	80	63.0	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08	0.063
Passant %	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	98.64	97.71	82.43	66.66	58.04	46.62	39.25	37.93	36.98
Refus %						1.36	2.29	17.57	33.34	41.96	53.38	60.75	62.07	63.02

Observations :

fondasol
LABORATOIRE GEOTECHNIQUE

FTQ 243-103
V9 du 12/3/2021

PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

IDENTIFICATION D'UN SOL EN LABORATOIRE

Nom de l'affaire : PALAIS DE TAU

N° d'affaire : 51GT.23.0118 **Laboratoire :** AVIGNON

Quantité de matériau Normalisée: non

Sondage : SC1
Profondeur (m) : 5.00 à 6.00
Cote (m) : 0.30 à 0.90
Profondeur moyenne : 5.60 m
Nature matériau : craie blanche

Date de prélèvement : 14/05/2023
Date de réception : 05/07/2023
Mode de prélèvement : Sondage carotté

Étuve (°C) | x | 105°C | | 50°C

TENEUR EN EAU PONDÉRALE (NF P 94-050)

Date de l'essai : 25/07/2023

Observations :

Résultat :
Teneur en eau :
w_n = 24.5 %

MASSE VOLUMIQUE DES SOLS FINS (NF P 94-053) - MÉTHODE D'IMMERSION DANS L'EAU

Date de l'essai : 25/07/2023
Conditions :
Conditions de conservations :
Conditions de préparation : immersion dans l'eau
Température de la salle d'essai : 23.8°C
Observations :

Résultats :
ρ = 2.00 t/m³
Autres paramètres :
ρ_d = 1.60 t/m³
γ = 19.58 kN/m³
γ_d = 15.73 kN/m³

LIMITES D'ATTERBERG
Limite de liquidité: Méthode du cône (NF P 94-052-1) et limite de plasticité (NF P 94-051)

Limite de liquidité W_l:

Mesure N°	1	2	3	4
Enfoncement (mm)				
w (%) (NF P 94-050)				

Limite de plasticité W_p :

Mesure N°	1	2	3
w (%) (NF P 94-050)			

Date de l'essai :

Résultats :
W_L = %
W_P = %
I_P =

Observations :

ESSAI AU BLEU DE MÉTHYLÈNE (NF P 94-068)

Date de l'essai : 01/08/2023

Fraction 0/5mm dans la fraction
Proportion : C = **45.62**

Observations :

Résultat :
Valeur de bleu du sol :
VBS = 0.19

EQUIVALENT DE SABLE (NF EN 933-8+A1)

Date de l'essai :
Fraction testée : fraction 0/2 mm f = %
Teneur en eau : w = %
Observations :

Résultats :
SE_1 = %
SE_2 = %
Equivalent de sable :
SE(10) = **%**

COEFFICIENT DE FRIABILITÉ DES SABLES (NF P 18-576)

Observations :

Résultat :
F_s = **%**

fondasol
LABORATOIRE GÉOTECHNIQUE

FTQ 243-104
V9 du 12/3/2021

PROCÈS-VERBAL D'ESSAI

ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE PAR TAMISAGE À SEC APRÈS LAVAGE ET SÉDIMENTATION

(réalisé selon la norme NF EN ISO 17892-4)

Nom de l'affaire : PALAIS DE TAU

N° d'affaire : 51GT.23.0118 **Laboratoire :** AVIGNON

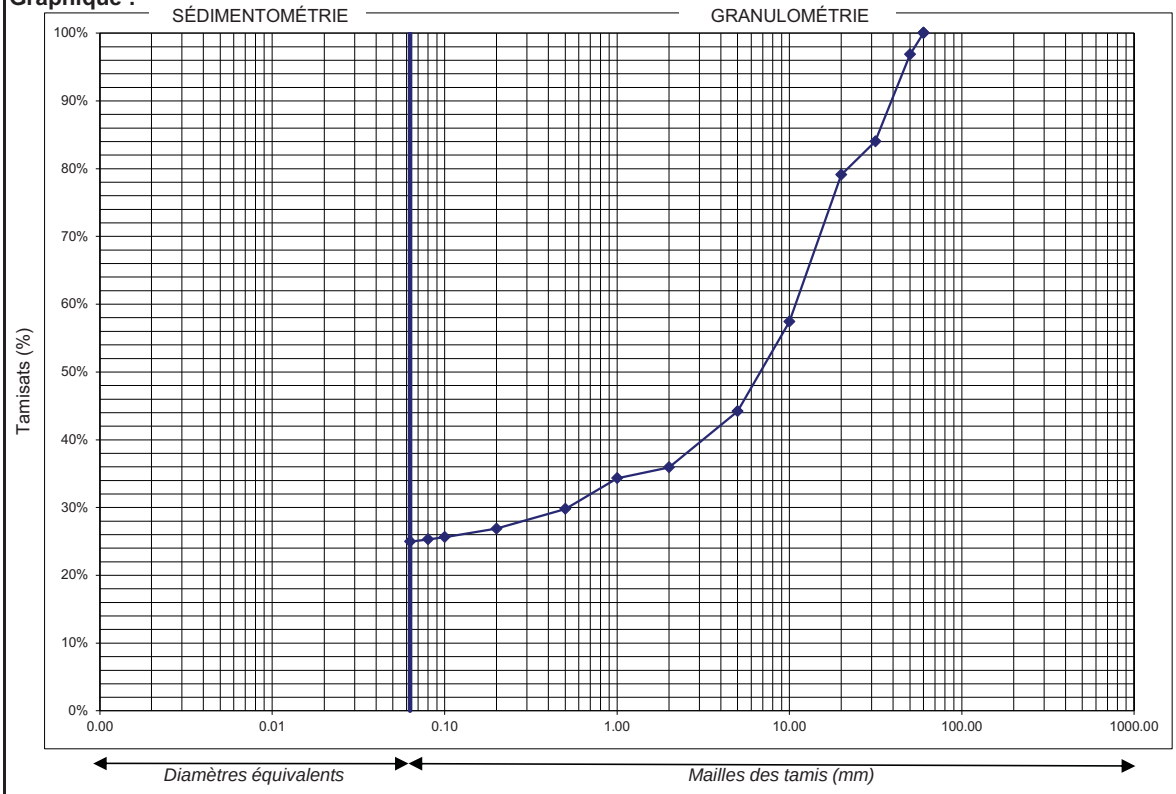
Quantité de matériau Normalisée: non

Sondage :	SC1			**Date d'essai de prélèvement :**	14/05/2023
Profondeur (m)	5.00	à	6.00 m	**Date de réception :**	05/07/2023
Cote (m) :	0.30	à	0.90 m	**Mode de prélèvement :**	Sondage carotté
Profondeur moyenne :			5.6 m	**Date d'essai :**	31/07/2023

NATURE DU SOL TESTÉ ET CONDITION D'ESSAI :

Classification NF P 11-300 : C1B5	**Nature du sol selon Classification granulométrique**	craie blanche	
Nature du sol : craie blanche **% de passant à :** 50 mm = 96.83% 2 mm = 35.90% 20 mm = 79.09% 80 µm = 25.30% 5 mm = 44.17% 63 µm = 24.96%	Maille Maximum utilisée ou Diamètre maximum : dm = 80 mm	% estimé d'éléments > d_m	Température d'étuvage : 105°C Plus gros élément Dmax = 60 mm

Graphique :



Facteurs d'uniformité Cu : Impossible à déterminer	Facteur de courbure Cc : Impossible à déterminer

DONNÉES GRANULOMÉTRIQUES (NF EN ISO 17892-4)

Résultats :

Mailles (X) mm	80	63.0	50	31.5	20	10	5	2	1	0.5	0.2	0.1	0.08	0.063
Passant %	100.00	100.00	96.83	84.00	79.09	57.41	44.17	35.90	34.34	29.80	26.88	25.64	25.30	24.96
Refus %			3.17	16.00	20.91	42.59	55.83	64.10	65.66	70.20	73.12	74.36	74.70	75.04

Observations :

fondasol
LABORATOIRE GÉOTECHNIQUE

FTQ 243-410
V8 du 20/10/2022

ESSAI DE CISAILLEMENT RECTILIGNE A LA BOITE

Partie 1 : Cisaillement Direct

(NF EN ISO 17892-10)

Nom de l'affaire : PALAIS DU TAU

N° d'affaire : 51GT.23.0118 **Laboratoire :** Avignon

Sondage : SC1
Profondeur : 5.00-6.00m
Echantillonage : 0.30-0.50m
Description : craie blanche

Date de prélèvement : 14/05/23
Mode de conservation : Echantillon intact
Date de réception : 05/07/23

Niveau d'eau : -
Date d'essai : 27/07/23

Opérateur : BIDET Jean Marc
Approbateur : GUILLEMAN Cyril

Etuvage (°C)

X	
105°C	50°C

Caractéristiques des éprouvettes

Initial		*1*	*2*	*3*	*4*
H	mm	25.80	25.50	25.48	
D	mm	60.00	60.00	60.00	
w	%	22.9	22.9	22.9	
ρh	kg/m^3	1993	1993	1996	
ρd	kg/m^3	1622	1622	1624	
ρs estimée	kg/m^3	2700	2700	2700	
e		0.66	0.67	0.66	
Sr	%	93	93	93	
Consolidation					
$\sigma_{3\ cons}$	kPa	50	100	200	
ΔH_{cons}	mm	0.16	0.27	0.44	
H_{cons}	mm	25.64	25.23	25.04	
ρd_{cons}	kg/m^3	1632	1639	1653	
w	%	27.3	25.8	25.5	
t_{100}	min	0.4	1.0	0.9	

Informations sur l'essai

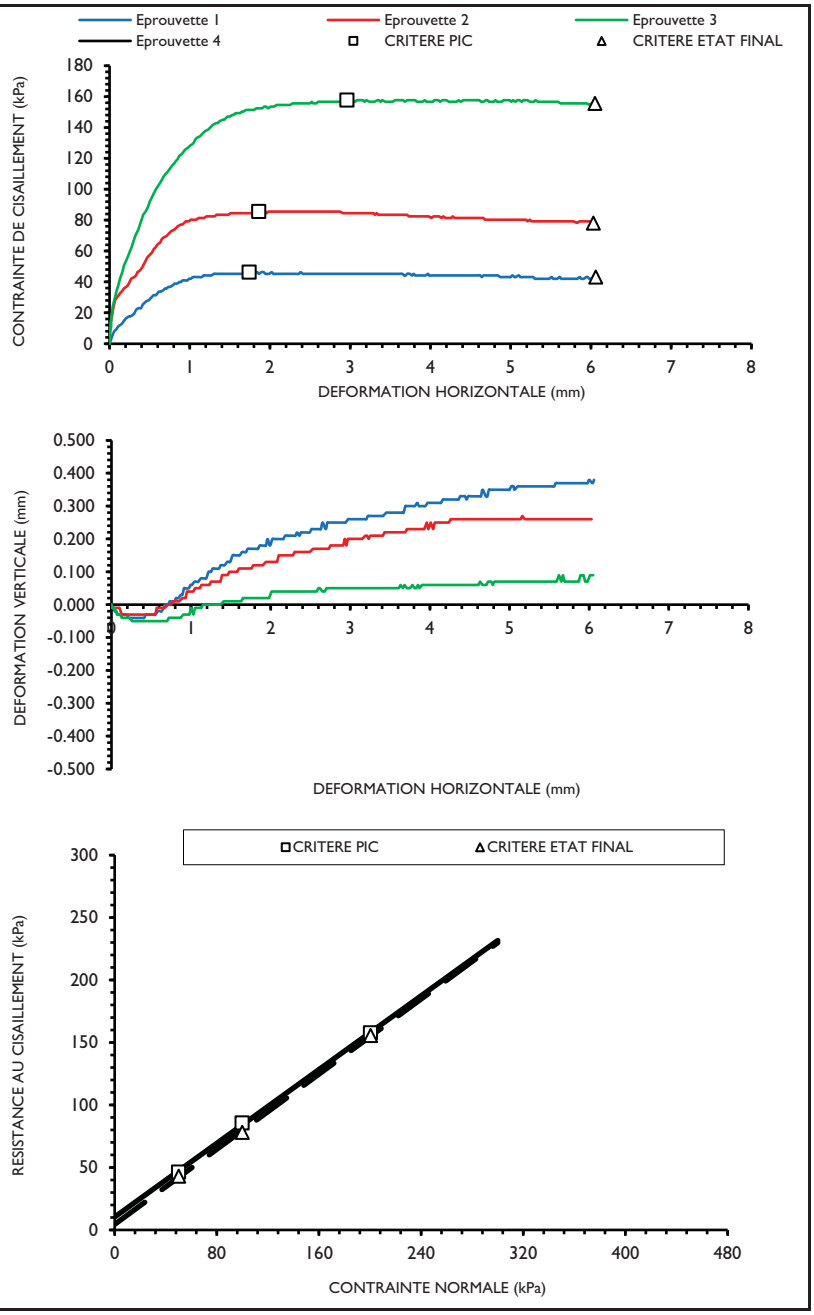
$\sigma_{3\ cis}$	kPa	50	100	200	
Vitesse cisaillement	mm/min	0.024	0.024	0.024	

Critères de rupture

$\tau_{f,pic}$	kPa	46	86	158	
Δl à $\tau_{f,pic}$	mm	1.74	1.86	2.96	
$\tau f_{rés}$	kPa	43	78	156	
Δl à $\tau_{f,rés}$	mm	6.06	6.03	6.05	

CRITERE DE PIC	ϕ'_p =	**36**	Degrés
	c'_p =	**10**	kPa
CRITERE D'ETAT FINAL	ϕ'_f =	**37**	Degrés
	c'_f =	**5**	kPa

Observations



8. PROCES-VERBAUX D'ESSAIS PENETROMETRIQUES ET A LA DYNAPLAQUE – 20 PAGES

Rincent LABORATOIRES CHAMPAGNE-ARDENNE
06 73 93 32 37
benjamin.langrene@rincent.fr

Réseau de laboratoires indépendants du BTP
Essais - Diagnostics - Mesures

Groupe Rincent Laboratoires
> 8 Entités Techniques
> 13 Agences Françaises
> 7 Agences à l'International
Siège - Direction Technique
Evry-Courcouronnes
www.rincent.fr

Reims, le **mercredi 21 juin 2023.**

Dossier N° : 2023.4.2960.

Procès verbal d'essais

Pénétromètre dynamique – NF P 94-115.

Essais à charge de plaque dynamique à l'aide de l'appareil léger d'essai de choc par masse tombante **(Norme TP BF –StB partie B8.3)**

Chantier : **REIMS**
PALAIS DU TAU

Client : **FONDASOL**
1 RUE PAUL MAINO
Z.I FARMAN SUD

51100 REIMS

Nombre d'essais : 3 essais panda et 3 essais à la dynaplaque légère (voir implantation en annexe 2).

Date des essais : **le vendredi 16 juin 2023.**

Responsable des essais : M. LANGRENE **Téléphone** : 03.26.03.70.83.
Fax : 03.26.86.73.31.

Remarque : Aucune remarque à formuler.

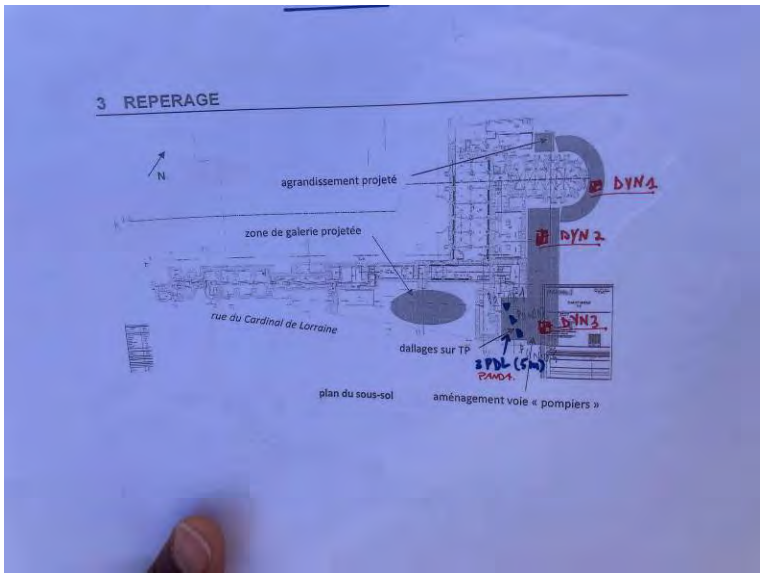
*Cet essai a été réalisé en conformité avec la norme **NF P 94-115** Le présent procès-verbal comporte 4 pages et 2 annexes. Sauf autorisation préalable, il n'est utilisable à des fins commerciales ou publicitaires, qu'en reproduction intégrale. Les résultats obtenus ne sont pas généralisables sans justification de la représentativité des essais.*

1. Généralités :

A la demande et pour le compte de **FONDASOL,** représentée dans le cadre de ce chantier par **Mr. BOIZET Aurélien**, la société **Rincent BTP Services Champagne Ardenne** – **Agence de REIMS**, est intervenue le **vendredi 16 juin 2023** sur le chantier du Palais du Tau à Reims (51) pour réaliser **3 essais au pénétromètre dynamique de type PANDA et 3 essais à la dynaplaque légère.**

Le but des essais était de vérifier la compacité du sol sur une hauteur d'environ 5m et de vérifier la portance du sol sur les extérieurs du palais du Tau

Le présent rapport rend compte de notre intervention sur site et des résultats obtenus.



Implantation des essais

2.1 Principe des essais au pénétromètre :

L'essai au pénétromètre dynamique consiste à faire pénétrer dans le sol, par battage, une pointe métallique portée par un train de tiges et à mesurer à intervalles d'enfoncement réguliers l'énergie nécessaire correspondante.

Le sondage au pénétromètre dynamique permet d'apprécier d'une façon qualitative la résistance des terrains traversés et **ainsi vérifier la qualité de compactage suivant le matériau mis en œuvre.**

2.3 Moyens mis en oeuvre :

Un pénétromètre dynamique léger comprend **un mouton de masse M** tombant d'une **hauteur fixe H**. Le mouton frappe une enclume solidaire du train de tige et produit ainsi l'enfoncement de la pointe.

Il est enregistré sur le boitier le **nombre de coups Nd** et donc la résistance pour faire pénétrer la pointe sur une **hauteur h.**

La résistance dynamique apparente qd est calculée par la formule des Hollandais qui s'écrit :

qd = M/ (M+M') x (Mg H.Nd)/ A.h.

où : - **M'** est la masse frappée (en Kg), composée de la **masse de l'enclume** (**3,976 Kg**) et de la tige (**2,884 Kg** pour une tige de **1 m**).
- **A** est la section de la pointe (en m2),
- **g** est l'accélération de la pesanteur (N/m),
- **e** = h/ Nd, l'intervalle moyen d'enfoncement,

2.4. Résultats : pénétromètre

Les résultats des essais réalisés sont présentés sous forme de graphiques donnant les variations de la **résistance dynamique apparente qd** en fonction de la profondeur atteinte par la pointe.
Les graphiques sont donnés en annexe 1.

Nous avons atteint le refus aux profondeurs suivantes :

- Sondage 1 : 4,16m
- Sondage 2 : 3,13m
- Sondage 3 : 4,15m

3.1. Descriptif sommaire des essais à la dynaplaque légère :

Les essais à la dynaplaque légère sont des essais permettant de mesurer la déformabilité du sol. Ils consistent à appliquer, par l'intermédiaire d'une plaque de diamètre (300mm) et de rigidité normalisés un effort dynamique d'environ 7,07kN et de mesurer la déformation résultante à l'aide d'un accéléromètre.

Cet essai est un des éléments qui permet d'apprécier la portance des matériaux constituant une plateforme ou un remblai.
Il ne permet pas de préjuger des tassements à long terme des couches compressibles sous-jacentes. L'analyse de ce problème relève d'une étude géotechnique.

3.2 Appareillage :

L'appareil nécessaire à l'essai est une dynaplaque légère comprenant :

- Une mase tombante de **5 Kg**
- Une tige de guidage de **75 cm**.
- une plaque de chargement de diamètre **0,30 m**,
- un capteur de force mesurant l'application de la charge sur le sol,
- un capteur de déplacement mesurant l'enfoncement de la plaque dans le sol.

3.3 Mesure du module de déformation dynamique E_{vd}.

L'interprétation des essais ce fait grâce à la norme **ZTVE-StB 94** qui définit le module à partir de la formule théorique de **Boussinesq** :

$$Evd = \frac{A * (1 - \mu^2)}{\pi * r} * k$$

Avec :

- **A,** la facteur de rigidité de la plaque pris égal à π/2.
- ***r***, le rayon de la plaque égale à 0,15 m
- μ, le coefficient de poisson pris égale à 0,3.

Et ***k***, la raideur mesurée égale à

$$k = \frac{Fmax}{Umax}$$

Avec :

- U_{max}, la déflection maximale du sol mesurée
- F_{max}, l'amplitude maximale de la force dynamique sous la plaque

Le logiciel d'acquisition de la dynaplaque légère calcule et affiche la raideur de l'essai. Le calcul du module dynamique est ensuite effectué par le logiciel.

3.4 Protocole de mesure à la dynaplaque légère.

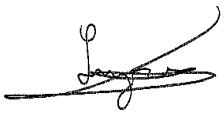
Au moins trois mesures sont effectuées à la suite sur le même point d'essai.

Ces mesures sont ensuite moyennées pour donner un module représentatif.

3.5 Résultats des essais.

Les résultats des essais sont présentés sous forme d'un tableau fourni en annexe 2 indiquant pour chaque essai la valeur moyenne du module EV2 à partir du module dynamique Evd.

Le responsable des essais



M. LANGRENE

Le Contrôle Qualité



M. DE OLIVEIRA

Chantier : **REIMS (51)**
PALAIS DU TAU

DOSSIER N° 2023-4-3050.

ANNEXE 1

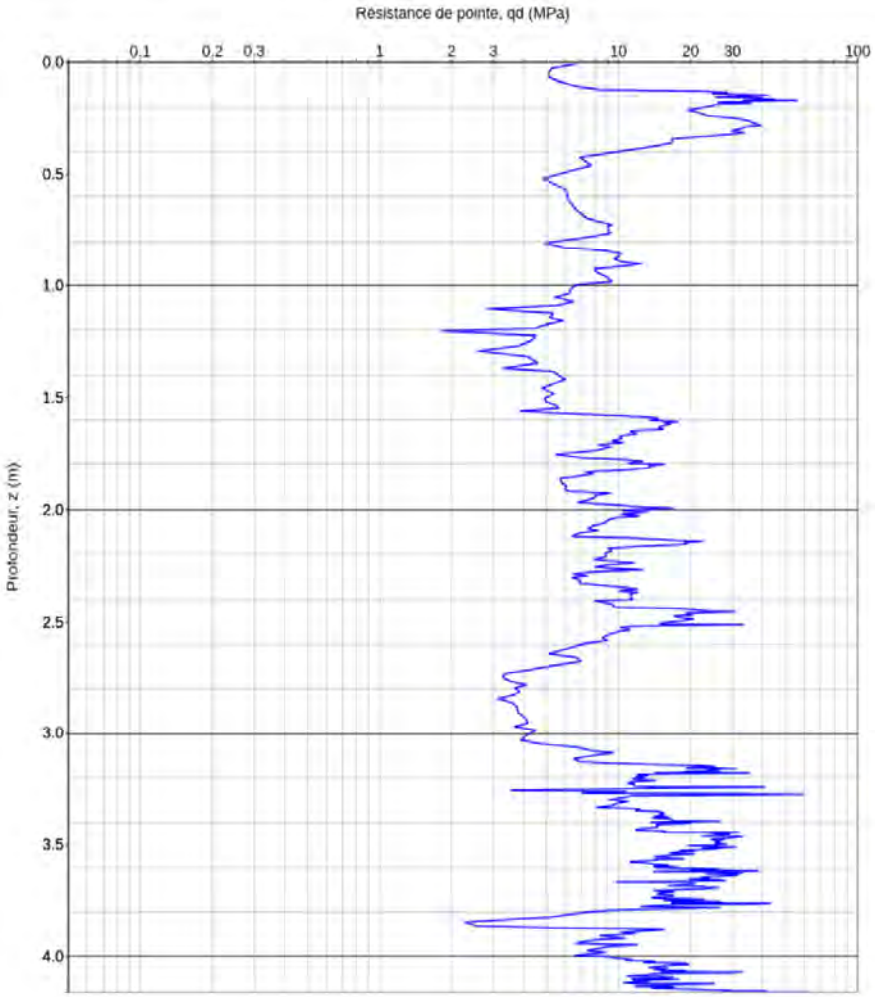
. Graphiques

Essai au pénétromètre dynamique à énergie variable

Contrôle de compactage

NF P 94-105

Site : palais du tau reims
Sondage : Sondage_1
Date : 16/06/2023 11:21



Essai

Prof. visée : 5.0 m
Cond. d'arrêt : Volontaire
Prof. atteinte : 4.16 m
Nappe :

Caractéristiques

Type d'appareil : Panda
Ref. mat :
Mode de battage : Manuel, Auto 10kg
Section de pointe : 2 cm²
Date d'étalonnage : 05/10/2022

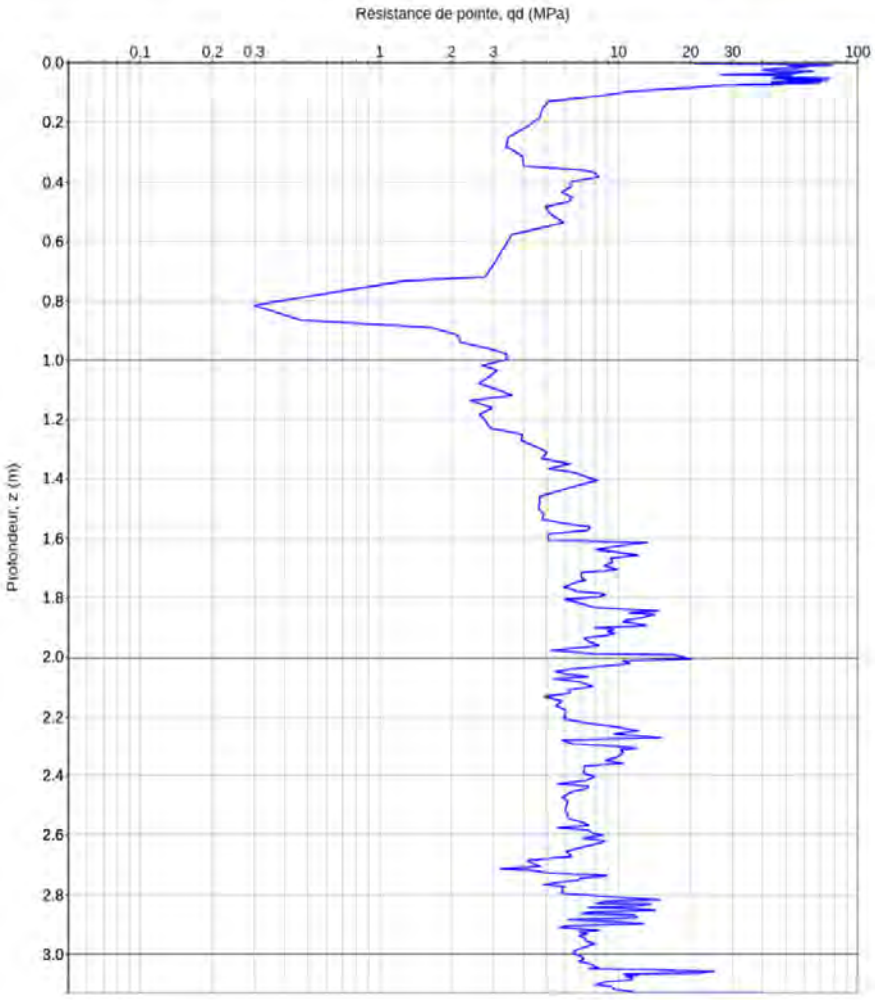
Commentaires

Essai au pénétromètre dynamique à énergie variable

Contrôle de compactage

NF P 94-105

Site : palais du tau reims
Sondage : Sondage_2
Date : 16/06/2023 12:54



Essai

Prof. visée : 5.0 m
Cond. d'arrêt : Volontaire
Prof. atteinte : 3.13 m
Nappe :

Caractéristiques

Type d'appareil : Panda
Ref. mat :
Mode de battage : Manuel
Section de pointe : 2 cm²
Date d'étalonnage : 05/10/2022

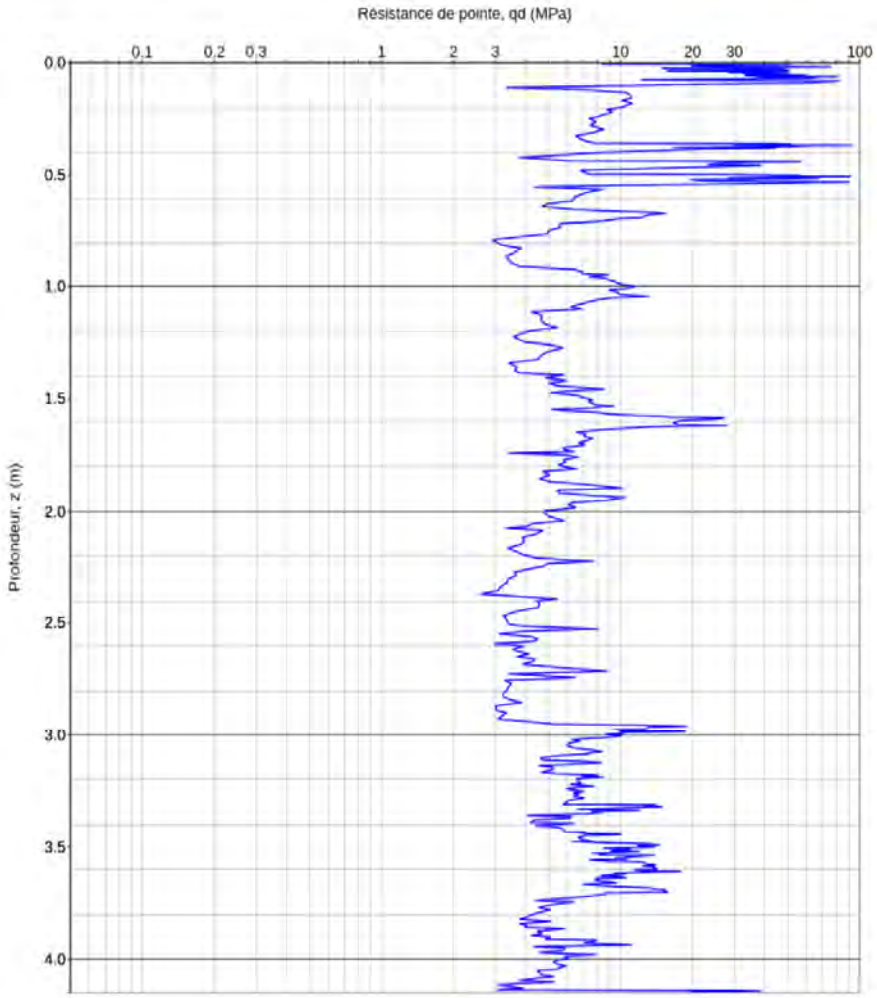
Commentaires

Essai au pénétromètre dynamique à énergie variable

Contrôle de compactage

NF P 94-105

Site : palais du tau reims
Sondage : Sondage_3
Date : 16/06/2023 13:22



Essai

Prof. visée : 5.0 m
Cond. d'arrêt : Volontaire
Prof. atteinte : 4.15 m
Nappe :

Caractéristiques

Type d'appareil : Panda
Ref. mat :
Mode de battage : Manuel
Section de pointe : 2 cm²
Date d'étalonnage : 05/10/2022

Commentaires

Chantier : **REIMS (51)**
PALAIS DU TAU

DOSSIER N° 2023-4-3050.

ANNEXE 2

Dynaplaque légère

TABLEAU RECAPITULATIF
DYNAPLAQUE LEGERE

CHANTIER : REIMS (51)
PALAIS DU TAU

DOSSIER N° : 2023-4-3050

MATERIAU :

EPAISSEUR :

Intervention du : 16/06/2023

Réf. Essai	EV2 en MPa	EV2 en MPa	EV2 en MPa	**Moyenne des 3**
1	7,07 KN sur plaque de 30 cm	7,07 KN sur plaque de 30 cm	7,07 KN sur plaque de 30 cm	
	Evd : 99	Evd : 100	Evd : 96	
	EV2 (Evd x 2) : 198,00	EV2 (Evd x 2) : 200,00	EV2 (Evd x 2) : 192,00	196,67
2	7,07 KN sur plaque de 30 cm	7,07 KN sur plaque de 30 cm	7,07 KN sur plaque de 30 cm	
	Evd : 64	Evd : 65	Evd : 66	
	EV2 (Evd x 2) : 128,00	EV2 (Evd x 2) : 130,00	EV2 (Evd x 2) : 132,00	130,00
3	7,07 KN sur plaque de 30 cm	7,07 KN sur plaque de 30 cm	7,07 KN sur plaque de 30 cm	
	Evd : 68	Evd : 64	Evd : 63	
	EV2 (Evd x 2) : 136,00	EV2 (Evd x 2) : 128,00	EV2 (Evd x 2) : 126,00	130,00

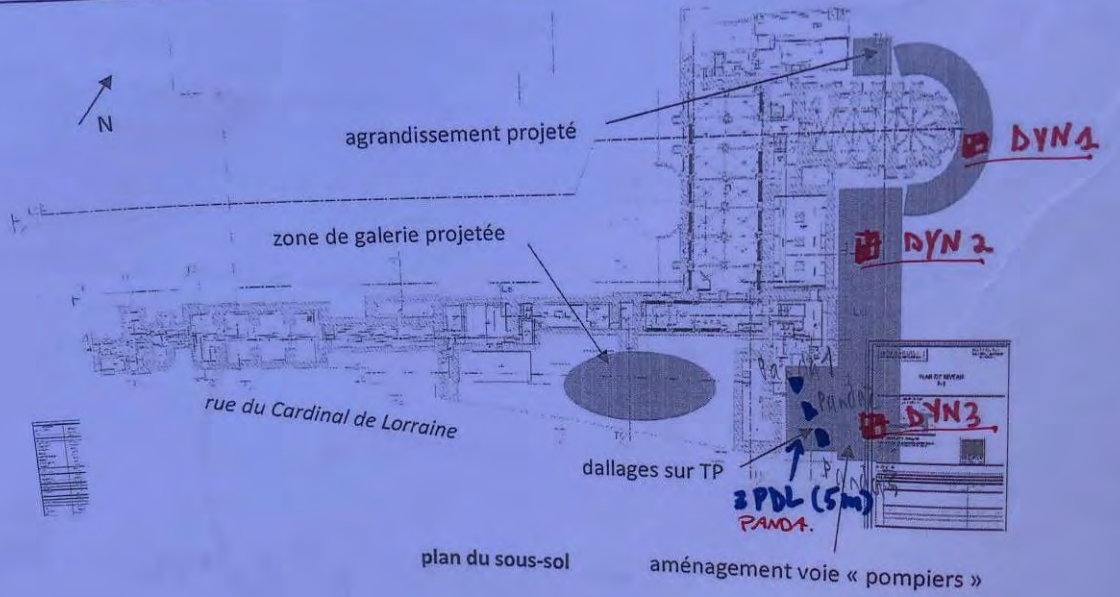
Chantier : **REIMS (51)**
PALAIS DU TAU

DOSSIER N° 2023-4-3050.

ANNEXE 3

Implantation

3 REPERAGE


N
agrandissement projeté
zone de galerie projetée
rue du Cardinal de Lorraine
dallages sur TP
DYN 1
DYN 2
DYN 3
3 PDL (5m)
PANO 1.
plan du sous-sol
aménagement voie « pompiers »

Rincent LABORATOIRES CHAMPAGNE-ARDENNE
06 73 93 32 37
benjamin.langrene@rincent.fr

Réseau de laboratoires indépendants du BTP
Essais - Diagnostics - Mesures

Groupe Rincent Laboratoires
> 8 Entités Techniques
> 13 Agences Françaises
> 7 Agences à l'International
Siège - Direction Technique
Evry-Courcouronnes
www.rincent.fr

Reims, le **lundi 26 février 2024.**

Dossier N° : 2023.4.2960.

Procès verbal d'essais

Pénétromètre dynamique – NF P 94-115.

Essais à charge de plaque dynamique à l'aide de l'appareil léger d'essai de choc par masse tombante **(Norme TP BF –StB partie B8.3)**

Chantier : **REIMS**
PALAIS DU TAU

Client : **FONDASOL**
1 RUE PAUL MAINO
Z.I FARMAN SUD

51100 REIMS

Nombre d'essais : 1 essai panda

Date des essais : **le jeudi 22 février 2024.**

Responsable des essais : M. LANGRENE **Téléphone** : 03.26.03.70.83.
Fax : 03.26.86.73.31.

Remarque : Aucune remarque à formuler.

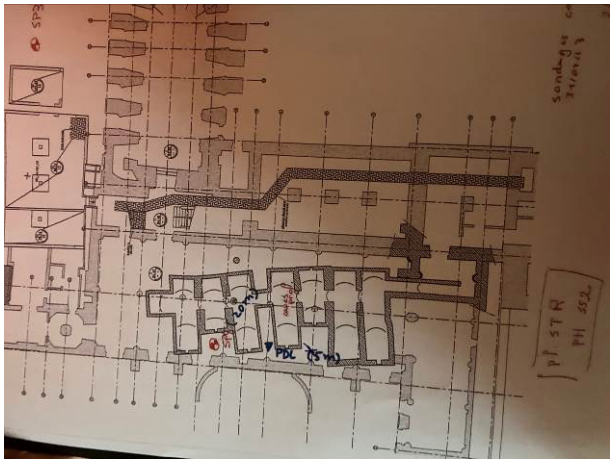
*Cet essai a été réalisé en conformité avec la norme **NF P 94-115** Le présent procès-verbal comporte 4 pages et 2 annexes. Sauf autorisation préalable, il n'est utilisable à des fins commerciales ou publicitaires, qu'en reproduction intégrale. Les résultats obtenus ne sont pas généralisables sans justification de la représentativité des essais.*

1. Généralités :

A la demande et pour le compte de **FONDASOL,** représentée dans le cadre de ce chantier par **Mr. BOIZET Aurélien**, la société **Rincent BTP Services Champagne Ardenne** – **Agence de REIMS**, est intervenue le **vendredi 16 juin 2023** sur le chantier du Palais du Tau à Reims (51) pour réaliser **1 essais au pénétromètre dynamique de type PANDA.**

Le but des essais était de vérifier la compacité du sol sur une hauteur d'environ 5m.

Le présent rapport rend compte de notre intervention sur site et des résultats obtenus.



Implantation de l'essai



Vue de l'essai

2.1 Principe des essais au pénétromètre :

L'essai au pénétromètre dynamique consiste à faire pénétrer dans le sol, par battage, une pointe métallique portée par un train de tiges et à mesurer à intervalles d'enfoncement réguliers l'énergie nécessaire correspondante.

Le sondage au pénétromètre dynamique permet d'apprécier d'une façon qualitative la résistance des terrains traversés et **ainsi vérifier la qualité de compactage suivant le matériau mis en œuvre.**

2.3 Moyens mis en oeuvre :

Un pénétromètre dynamique léger comprend **un mouton de masse M** tombant d'une **hauteur fixe H**. Le mouton frappe une enclume solidaire du train de tige et produit ainsi l'enfoncement de la pointe.

Il est enregistré sur le boitier le **nombre de coups Nd** et donc la résistance pour faire pénétrer la pointe sur une **hauteur h.**

La résistance dynamique apparente qd est calculée par la formule des Hollandais qui s'écrit :

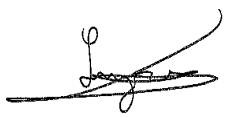
qd = M/ (M+M') x (Mg H.Nd)/ A.h.

où : - **M'** est la masse frappée (en Kg), composée de la **masse de l'enclume** (**3,976 Kg**) et de la tige (**2,884 Kg** pour une tige de **1 m**).
- **A** est la section de la pointe (en m2),
- **g** est l'accélération de la pesanteur (N/m),
- **e** = h/ Nd, l'intervalle moyen d'enfoncement,

2.4. Résultats : pénétromètre

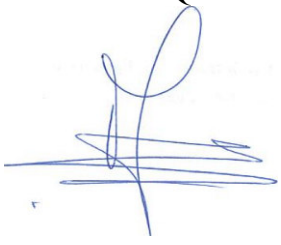
Le résultat de l'essai réalisé est présenté sous forme de graphiques donnant les variations de la **résistance dynamique apparente qd** en fonction de la profondeur atteinte par la pointe.
Le graphique est donné en annexe 1.

Le responsable des essais



M. LANGRENE

Le Contrôle Qualité



M. DE OLIVEIRA

Chantier : **REIMS (51)**
PALAIS DU TAU

DOSSIER N° 2023-4-3050.

ANNEXE 1

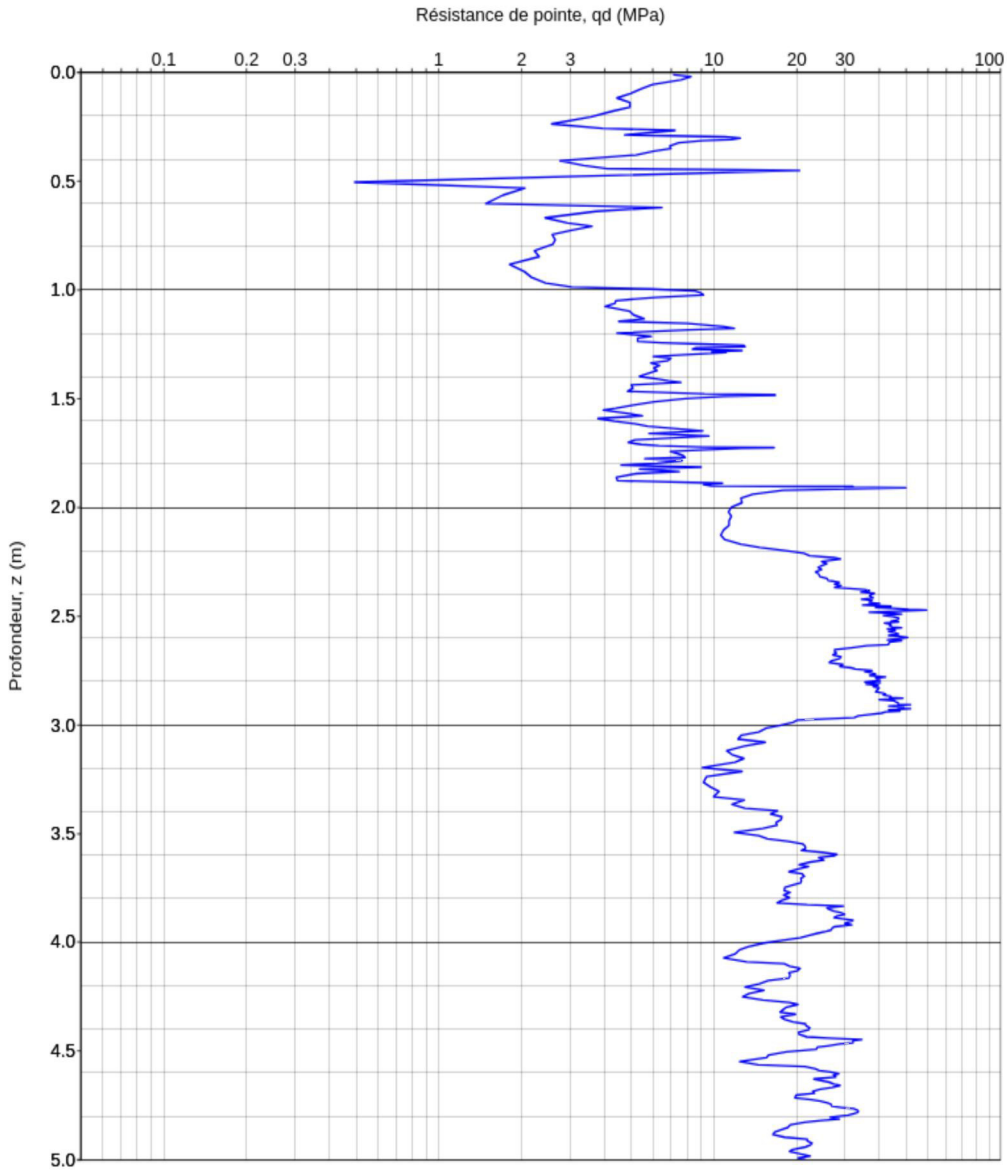
. Graphiques

Essai au pénétromètre dynamique à énergie variable

Contrôle de compactage

NF P 94-105

Site : palais du tau reims
Sondage : Sondage_4
Date : 22/02/2024 16:47



Essai

Prof. visée : 5.0 m
Cond. d'arrêt : Volontaire
Prof. atteinte : 5.0 m
Nappe :

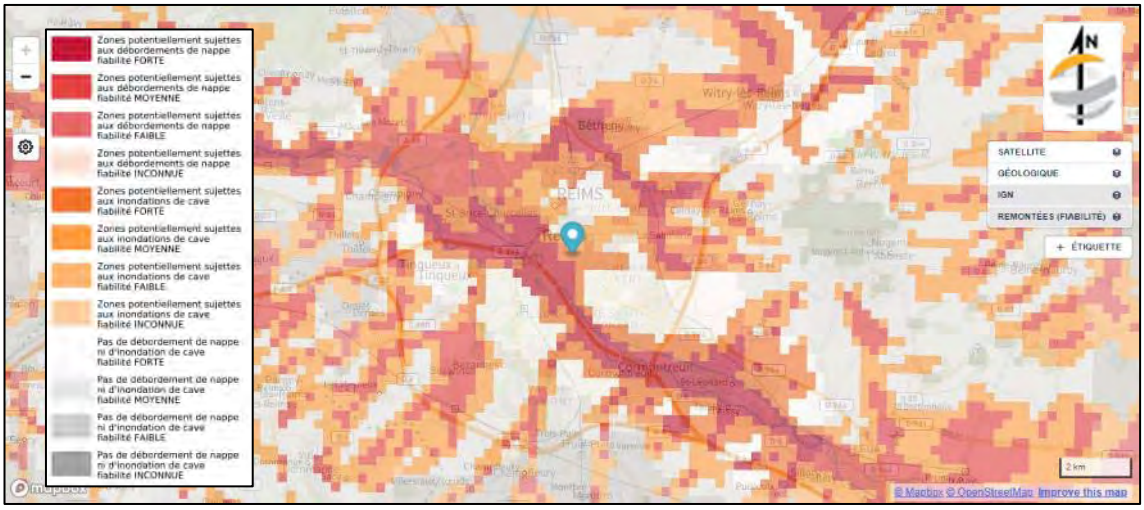
Caractéristiques

Type d'appareil : Panda
Ref. mat :
Mode de battage : Manuel, Auto 10kg
Section de pointe : 2 cm²
Date d'étalonnage : 05/10/2022

Commentaires

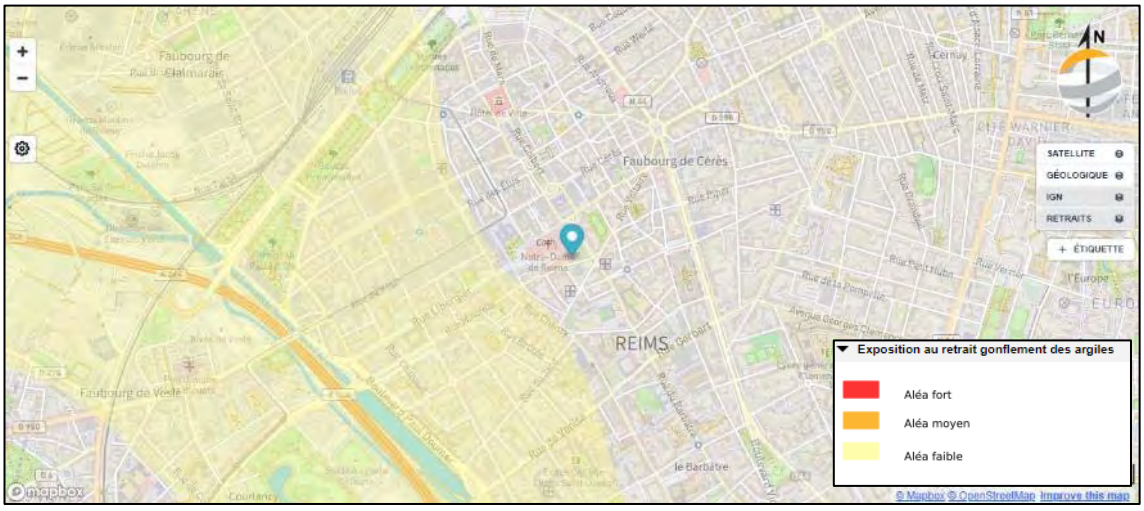
9. RISQUES NATURELS – 2 PAGES

RISQUE REMONTEE DE NAPPE



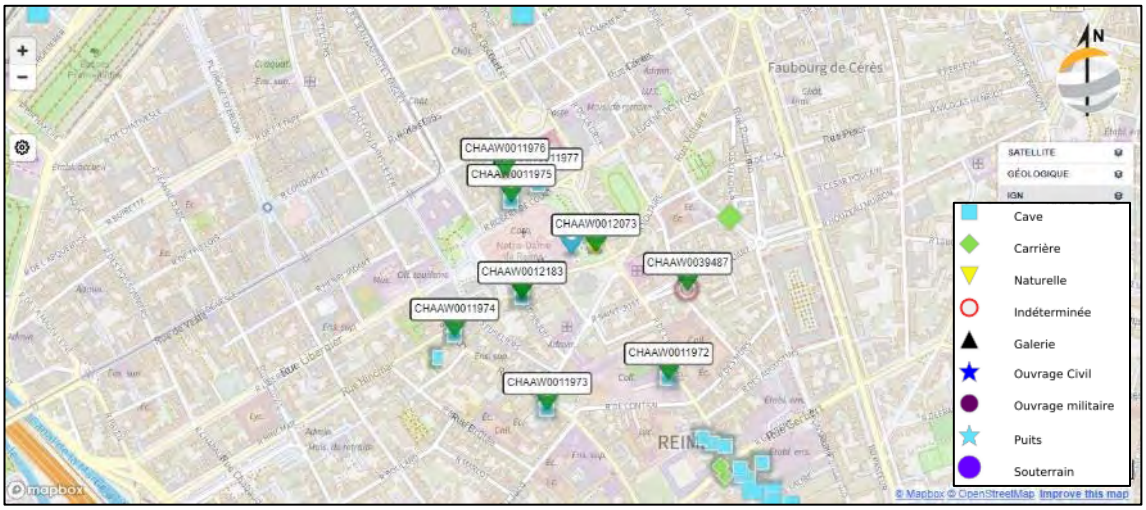
Extrait de la carte des remontées de nappe (source : www.georisques.gouv.fr)

RISQUE RETRAIT-GONFLEMENT DES ARGILES



Extrait de la carte de sensibilité au retrait-gonflement des argiles (source : www.georisques.gouv.fr)

RISQUE CAVITES



Extrait de la carte de localisation des cavités répertoriées (source : www.georisques.gouv.fr)

RISQUE MOUVEMENTS DE TERRAIN



Extrait de la carte de localisation des mouvements de terrain connus (source : www.georisques.gouv.fr)



www.groupefondasol.com

AGENCE DE REIMS

1 rue Paul Maino
51100 REIMS

☎ 03.26.82.13.00

reims@groupefondasol.com