

RN88 – Mur de Terrenoire (42)

Projet de réparation – Etude géotechnique G2PRO



RAPPORT D'ETUDE

Novembre 2024

N° NOVA : 23-CE-0348

Produit conçu avec le système de management de la qualité certifié AFAQ ISO 9001

Le Cerema est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique, présent partout en métropole et dans les Outre-mer grâce à ses 26 implantations et ses 2 400 agents. Détenteur d'une expertise nationale mutualisée, le Cerema accompagne l'État et les collectivités territoriales pour la transition écologique, l'adaptation au changement climatique et la cohésion des territoires par l'élaboration coopérative, le déploiement et l'évaluation de politiques publiques d'aménagement et de transport.

Doté d'un fort potentiel d'innovation et de recherche incarné notamment par son institut Carnot Clim'adapt, le Cerema agit dans 6 domaines d'activités : Expertise & ingénierie territoriale, Bâtiment, Mobilités, Infrastructures de transport, Environnement & Risques, Mer & Littoral.

Site web : www.cerema.fr

RN88 – Mur de Terrenoire

Projet de réparation – Etude géotechnique G2-PRO

Commanditaire : DIR Centre-Est / SIR de Lyon (Julien CABUT)

Auteur :

Responsable du rapport


Yohan PERU – Département Risques Infrastructures Matériaux – Groupe Risques Naturels
Tél. : +33 (0)4 72 14 33 10
Courriel : yohan.peru@cerema.fr
Direction Territoriale Centre-Est – 25 Avenue François Mitterrand 69500 BRON

Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
V1	Novembre 2024	Version initiale

Références

N° d'affaire : 23-CE-0348

Nom	Service	Rôle	Date	Visa
PERU Yohan	DRIM / RN	Auteur principal	08/11/2024	
JOSEPH Agnès	DRIM / RN	Relecteur	18/11/2024	
ROJAT Fabrice	DRIM / RN	Relecteur		
GIRARDY Cédric	DRIM / DIR	Valideur		

Résumé de l'étude

Le mur de Terrenoire Ouest (13622), porte la chaussée de la RN88, sens Lyon vers Firminy à la sortie du viaduc de Terrenoire sur la commune de Saint-Etienne (42). L'ouvrage est de type mur en béton armé sur semelle (type 6). Il est constitué d'un ensemble de plots d'une douzaine de mètres.

Ce mur présente des désordres au droit des plots n°3 et 4 et au droit des plots n°16 et 17 caractérisés par des déplacements en tête du voile de plusieurs centimètres. Dans le cadre du comité de suivi des murs de la RN88 et de l'A47, l'ouvrage fait l'objet d'un suivi topométrique depuis avril 2019.

La DIRCE a missionné le Cerema pour réaliser, à l'issue des résultats du diagnostic géotechnique, une étude géotechnique G2 niveau Projet (G2-PRO) de dimensionnement de renforcement / réparation de l'ouvrage.

Les calculs montrent que dans les conditions actuelles, la stabilité vis-à-vis du glissement n'est pas vérifiée au droit des plots 3-4 et 16-17 et que la stabilité vis-à-vis du poinçonnement n'est pas vérifiée au droit des plots 3-4 d'où la nécessité de confortement du mur.

Les résultats des calculs du renforcement par clouage conduisent à :

- pour les plots 3-4 :
 - 3 rangées de clous Ø 32 mm, inclinés à 15°,
 - de longueurs (de haut en bas) de 8, 7 et 5 m,
 - un diamètre de forage de 0,115 mm,
 - un espacement vertical de 1,5 m et un espacement horizontal de 2,5 m ;
- pour les plots 16-17 :
 - 2 rangées de clous Ø 32 mm, inclinés à 15°,
 - de longueurs (de haut en bas) de 6 et 5 m,
 - et un diamètre de forage de 0,115 mm,
 - un espacement vertical de 1,5 m et un espacement horizontal de 2,5 m.

Un dispositif de drains horizontaux, réalisés depuis les barbacanes existantes, complètera le confortement par clouage afin d'assurer le drainage à l'arrière du voile béton et limiter les poussées.

5 à 10 mots clés à retenir de l'étude

RN88	
Saint-Etienne / Terrenoire (42)	
Mur	
Réparation	
Clouage	

Statut de communication de l'étude

Les études réalisées par le Cerema sur sa subvention pour charge de service public sont par défaut indexées et accessibles sur le portail documentaire du Cerema. Toutefois, certaines études à caractère spécifique peuvent être en accès restreint ou confidentiel. Il est demandé de préciser ci-dessous le statut de communication de l'étude.

- ☒ Accès libre : document accessible au public sur internet
- ☐ Accès restreint : document accessible uniquement aux agents du Cerema
- ☐ Accès confidentiel : document non accessible

Cette étude est capitalisée sur la plateforme documentaire [CeremaDoc](https://doc.cerema.fr/depot-rapport.aspx), via le dépôt de document : <https://doc.cerema.fr/depot-rapport.aspx>

Sommaire

1	Description de la mission	7
1.1	Objet de l'étude	7
1.2	Sources documentaires	7
1.3	Documents de référence	7
2	Contexte général de l'étude	9
2.1	Localisation du site et description de l'ouvrage	9
2.2	Contexte géologique et hydrogéologique	11
2.2.1	Contexte géologique	11
2.2.2	Risques naturels et technologiques	12
2.3	Rappels des désordres	12
3	Reconnaitances géotechniques	14
3.1	Sondages et essais in-situ	14
3.1.1	Zone Est	15
3.1.2	Zone Ouest	16
3.1.3	Données piézométriques	17
3.2	Synthèse géologique et géotechnique	20
4	Stabilité externe résultats des calculs	24
4.1	Hypothèses de calculs	24
4.2	Résultats	25
5	Solution de confortement - Clouage	26
5.1	Solutions de confortement envisagées	26
5.2	Hypothèses de calculs	26
5.2.1	Caractéristiques de l'ouvrage	26
5.2.2	Sismicité	26
5.2.3	Méthode de calculs et coefficients de sécurité partiels	27
5.2.4	Surcharges	27
5.2.5	Corrosion	28
5.2.6	Caractéristiques des ancrages	28
5.3	Résultats des calculs	29
5.4	Sujétions d'exécution	29
	Annexes	30
	Annexe A – Plans de l'ouvrage	30
	Annexe B – Plan d'implantation et coupes des sondages	30
	Annexe C – Profils en long et en travers géologiques	30

Annexe D – Calage des paramètres et vérification de la stabilité initiale	30
Annexe E – Résultats des calculs de confortement par clouage	30

1 DESCRIPTION DE LA MISSION

1.1 Objet de l'étude

Le mur de Terrenoire Ouest (13622) soutient la chaussée de la RN88, sens Lyon vers Firminy, à la sortie du viaduc de Terrenoire sur la commune de Saint-Etienne (42). L'ouvrage est de type mur en béton armé sur semelle (type 6). Il est constitué d'un ensemble de plots en béton armé d'une douzaine de mètres.

Le mur présente des désordres au droit des plots n°3 et 4 et au droit des plots n°16 et 17 caractérisés par des déplacements en tête du voile de plusieurs centimètres. Dans le cadre du comité de suivi des murs de la RN88 et de l'A47, l'ouvrage fait l'objet d'un suivi topométrique depuis avril 2019. Une campagne de pose de barbacanes a été réalisée entre février et mars 2023 afin d'améliorer le drainage des matériaux à l'arrière du mur.

Suite à une accélération des déplacements à partir de l'automne 2023 puis à nouveau en mars 2024, la Direction Interdépartementale des Routes Centre-Est (DIRCE) a entrepris la réalisation d'une campagne de reconnaissance géotechnique afin d'établir un diagnostic de l'ouvrage (mission G5 au sens de la norme NF P 94-500). Les reconnaissances ont été réalisées en juin et juillet 2024.

La DIRCE a missionné le Cerema pour réaliser, à l'issue des résultats du diagnostic géotechnique, une étude géotechnique de dimensionnement de renforcement / réparation de l'ouvrage.

L'objet de ce rapport consiste en une étude géotechnique G2 – Phase Projet (PRO) permettant d'établir :

- une synthèse des paramètres géotechniques à prendre en compte au stade du projet ;
- des calculs de dimensionnement du confortement de l'ouvrage.

1.2 Sources documentaires

Pour mener à bien cette étude, les documents suivants nous ont été transmis :

- RN88 Déviation de Saint-Etienne, Viaduc de Terrenoire. Etude géotechnique de la culée Ouest – Ponts & Chaussées OTR de Lyon (Dossier P/3477 de mars 1967) ;
- RN88 Section Terrenoire-Bois du Four, Mur de soutènement du P6 au P34 Mur n°1 – Société Forézienne de Travaux Publics (Plan n°68-238-1-TB22 de décembre 1969) ;
- RN88 Section Saint-Etienne-Terrenoire-Le Rond-Point, Contre-visite IQOA du 27 septembre 2016 – Cerema ;
- Expertise des murs A47 et N88, III-7 Dossier de synthèse Mur 13622 Terrenoire Ouest – Cerema (Dossier C17LL0013, Juin 2017) ;
- Plan de récolement de réalisation de barbacanes – Pyramid (Dossier 23024, Plan n°03 A REC – Indice A du 1^{er} mars 2023) ;
- RN88 Mur de Terrenoire Ouest, Etude de diagnostic géotechnique G5 – DMTR (Dossier 240520 – Indice 3, Date 20/09/2024) ;
- Carte géologique de la France, à l'échelle 1/50000^e ;
- www.infoterre.brgm.fr (base de données géoscientifiques web du BRGM) ;
- www.georisques.gouv.fr (base de données des risques sur le territoire français) ;
- www.geoportail.gouv.fr.

1.3 Documents de référence

Les documents réglementaires de référence servant aux calculs et au dimensionnement du renforcement du mur sont les suivants :

- Eurocode 0, NF EN 1990 de mars 2003 et ses annexes nationales NF EN 1990/A1 : 2006 ;

- Eurocode 7, NF EN 1997-1 de juin 2005 : Règles générales, son amendement A1 d'avril 2014 et son annexe nationale de septembre 2018 ;
- Eurocode 7, NF EN 1997-2 de septembre 2007 : Reconnaissances des terrains et essais ;
- Eurocode 8, NF EN 1998-1 de septembre 2005 : Calculs des structures pour leur résistance aux séismes,
 - Partie 1 : Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments ;
 - Partie 5 : Fondations, ouvrages de soutènement et aspects géotechniques ;
- NF P 94-500 « Missions d'ingénierie géotechniques – Classifications et spécifications », Novembre 2013 ;
- NF P 94-270 « Calculs géotechniques – Ouvrages de soutènement – Remblais renforcés et massifs en sols cloués », Octobre 2020 ;
- NF P 94-281 « Ouvrages de soutènements – Murs », Avril 2014 ;
- Décret n°2020-1255 du 22 octobre 2020 portant délimitation des zones de sismicité du territoire français.

2 CONTEXTE GENERAL DE L'ETUDE

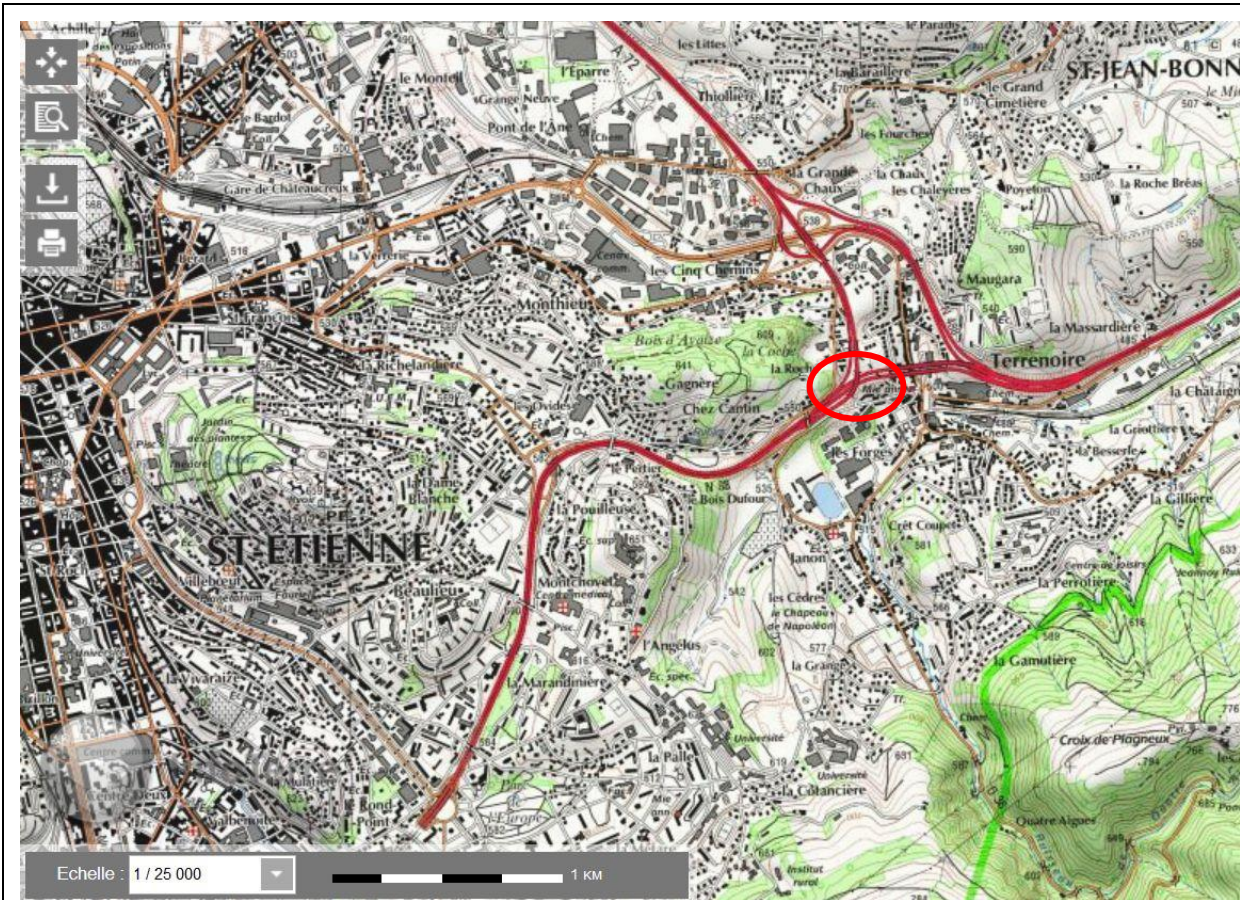
2.1 Localisation du site et description de l'ouvrage

Le mur de Terrenoire Ouest (n°13622) est localisé sur la commune de Saint-Etienne (42), au PR35+200 de la RN88. La zone d'étude est repérée par le cercle rouge sur l'illustration n°1.

L'ouvrage, construit en 1970, est érigé sur le terre-plein central et protège la voie Saint-Etienne vers Lyon en prolongement de la culée ouest du viaduc de Terrenoire. Le remblai à l'arrière du mur porte la voie de circulation Lyon vers Firminy.

La longueur totale du mur est de 276,0 m, subdivisée en 22 plots de 12,0 m, un plot de 3,0 m à l'extrémité ouest et un plot de 9,0 m à l'extrémité est. La hauteur visible varie entre 1,4 et 5,0 m. Un talus penté à 3H/2V revêtu d'un perré bétonné est situé en tête du mur.

A l'aplomb des premiers plots, côté est, la ligne ferroviaire Saint-Etienne – Lyon passe en tunnel à une profondeur de l'ordre de 20,0 m.



Source : www.infoterre.fr

Illustration 1 : Localisation du site au 1/25000°

D'après les plans de construction à notre disposition (1969), les plots n°3 et 4 présentent une longueur de 12,0 m et une hauteur totale du voile comprise entre 4,98 m (est) et 4,92 m (ouest) avec un encastrement du mur de 0,80 m. La semelle a une épaisseur de 0,80 m, une longueur de 3,0 m avec un patin de 1,4 m et un talon de 0,80 m.

Les plots n°16 et 17 ont également une longueur respective de 12,0 m. Leur hauteur varie entre 4,08 m (est) et 3,88 m (ouest). La semelle d'épaisseur 0,70 m présente une largeur de 2,50 m, avec un patin de 1,20 m et un talon de 0,60 m.



Illustration 2 : Vue aérienne du site au 1/1000^e et localisation des plots avec désordres

La section de la RN88 au droit de l'ouvrage a été réalisée en déblai sur le versant sud du Bois d'Avaize. La voie portée Lyon vers Firminy, au-dessus du mur, repose sur un remblai.

La vue aérienne ci-dessous (illustration 3) montre que la RN88 a été réalisée en déblai au pied du versant sud-est des collines du Bois d'Avaize et de la Coche.



Illustration 3 : Vue aérienne du site au 1/1000^e avant construction de l'autoroute (entre 1950 et 1965) – Zone d'étude encadrée en rouge.

2.2 Contexte géologique et hydrogéologique

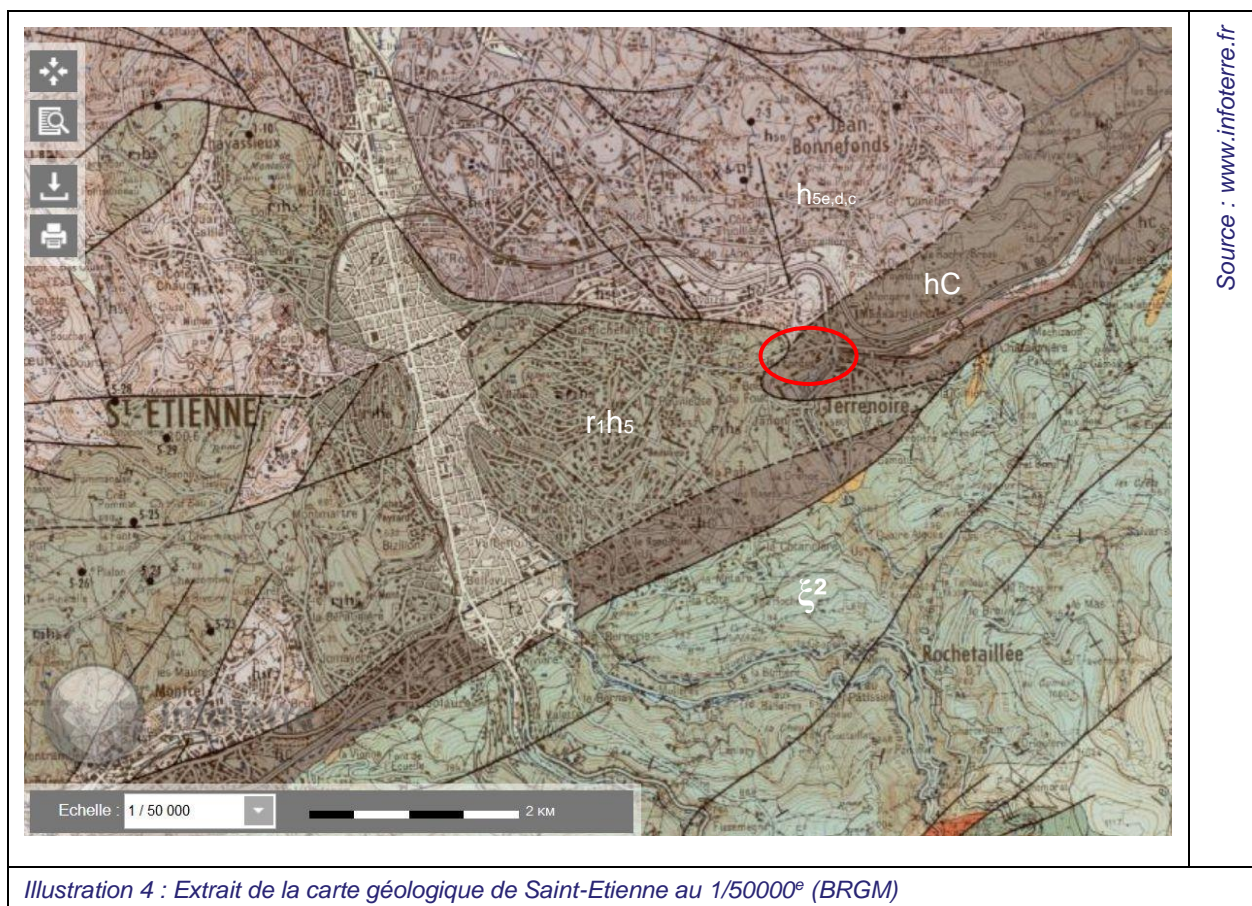
2.2.1 Contexte géologique

La carte géologique de Saint-Etienne au 1/50000^e indique au droit de la zone d'étude la présence de formations conglomeratiques (hC) d'âges indifférenciés au contact de formations du Stéphaniens supérieur (r1h5). La formation du Stéphaniens (Houiller) repose en contact anormal sur les conglomerats par le jeu d'une faille bien visible sur la carte géologique.

Les conglomerats sont de nature détritique grossière assez constante : conglomerats quartzo-micacés à gros éléments. Ils sont appelés localement *Poudingues de Saint-Chamond*. Les formations du Stéphaniens supérieur présentent un faciès de schistes, de grès et de poudingues de teinte grise pouvant contenir des veines de houille constituant localement le *faisceau de Bellevue*.

Ces formations sont en contact anormal au nord avec les formations du Stéphaniens moyen (h5_{e,d,c}) par le jeu d'une nappe de charriage. Cet horizon schisteux et gréseux, puissant de 400 m, comporte des couches de houille. Au sud, les formations conglomeratiques sont en contact, séparés d'une faille, avec des terrains de micaschistes à deux micas (ξ^2).

L'agencement des terrains dans le secteur de Terrenoire est très chahuté, contrôlé par la faille de charriage située au voisinage de l'ouvrage qui affecte les terrains de cassures grossièrement parallèles à la stratification.



Pour rappel, l'étude géologique de la culée ouest du viaduc de Terrenoire conclut sur les éléments suivants :

- le sol support est constitué, sous un recouvrement de remblais d'épaisseur inégale, de roches de qualités médiocres ayant subi des contraintes tectoniques qui les ont broyées et fissurées fréquemment ;

- le pendage a une direction N 20°W qui est assez favorable et exclut le glissement banc sur banc. L'intensité du pendage est comprise entre 30° et 55° ;
- à l'aplomb du tunnel, des dislocations importantes se sont produites (E2 et E5) à la suite de l'effondrement de la voûte de celui-ci en 1860. Elles semblent avoir atteint le toit du rocher, créant des vides dans les zones de grès et de poudingue.

2.2.2 Risques naturels et technologiques

Le récapitulatif des risques naturels et technologiques recensés sur la commune de Saint-Etienne sont décrits dans le tableau n°1 ci-après. La zone d'étude est concernée seulement par l'aléa sismique.

Tableau n°1 : Récapitulatif des risques naturels et technologiques

Type de risque	Niveau de risque
Retrait-gonflement des argiles	Aléa faible
Inondation et remontées de nappe	Non soumis aux remontées de nappe
Glissements de terrains	Non concerné
Cavités	Non concerné
Technologiques	Affaissement minier : effondrements localisés = zone à risque entraînant une servitude d'utilité publique Risque de pollution des sols : localisation d'anciens sites industriels = concerné
Séisme	Zone de sismicité 2 – Aléa faible

Sources : www.infoterre.brgm.fr et www.georisques.gouv.fr

2.3 Rappels des désordres

Dans le cadre du suivi des ouvrages, le mur fait l'objet de visites régulières et d'inspection d'ouvrage détaillée.

Les désordres principaux qui affectent l'ouvrage se caractérisent par :

- des arrivées d'eau, suintements (illustration 5), sur différentes zones de l'ouvrage. Ces arrivées d'eau ne sont pas uniquement localisées au droit des plots présentant des déformations ;
- une fissure longitudinale sur la voie Firminy vers Lyon en pied de mur, au droit des plots 16 et 17 en particulier ;
- un affaissement et des fissures longitudinales (illustration 4) sur la voie portée, sens Lyon vers Firminy, à l'aplomb des plots 16 et 17 ;
- des déplacements centimétriques en tête de mur au droit des plots 3 et 4 et des plots 16 et 17 (illustrations 6 et 7).

En octobre 2017, un relevé au géoradar a permis de démontrer l'absence d'armature sur la face extérieure coté route et la présence d'armatures à une profondeur approximative de 70 cm, côté terre.

Les déformations (basculement en tête) sont apparues en 2018 et font l'objet d'un suivi topométrique depuis avril 2019. L'ouvrage est équipé de 18 cibles réparties comme suit : 10 cibles au droit des plots 1 à 5 et 8 cibles entre les plots 15 à 18. Le suivi est calé sur une mesure trimestrielle. L'accélération des déplacements entre novembre 2023 et mars 2024 a conduit à resserrer les mesures tous les mois.

Les plots 1 et 2 ont déjà fait l'objet de renforcement par clouage, mais il n'existe pas d'archive sur ces travaux qui datent de 2006.

En février-mars 2023, le mur a été équipé de barbacanes dans l'objectif d'améliorer le drainage en arrière du mur. La longueur des barbacanes correspond à la largeur du voile béton plus quelques centimètres. Les barbacanes ne sont pas prolongées dans le terrain à l'arrière. Elles ne permettent pas un drainage des terrains en arrière (remblai ou substratum fracturé).

Par ailleurs, d'après les informations recueillies auprès de l'exploitant, la conduite d'assainissement en tête de mur permettant l'évacuation des eaux de chaussée est percée localement suite à des travaux de remplacement des glissières de sécurité (au droit des poteaux). Cette conduite est également déformée et bouchée en plusieurs points. Cela peut aggraver les infiltrations d'eau dans les terrains à l'arrière du mur.



Illustration 5 : Fissures voie supérieure au droit des plots 16 et 17



Illustration 6 : Suintements plot 15



Illustration 7 : Basculement en tête plot 16 Est



Illustration 8 : Basculement plot 17 Ouest

3 RECONNAISSANCES GEOTECHNIQUES

3.1 Sondages et essais in-situ

Une campagne de reconnaissances a été réalisée entre juin et juillet 2024 dans le cadre de l'étude de diagnostic géotechnique G5 confiée au bureau d'études DMTR. Cette campagne comprend la réalisation de :

- 10 sondages pressiométriques notés SP2024-1 à SP2024-10, descendus entre 7,3 et 16,0 m de profondeur, avec essai pressiométrique tous les mètres (avec critère d'arrêt = 3 essais successifs avec $p_l^* \geq 5,0$ MPa) ;
- 3 sondages carottés notés SC2024-11 à SC2024-13, descendus entre 4,3 et 14,5 m de profondeur.

Les objectifs de ces reconnaissances sont :

- de caractériser la nature des matériaux constitutifs des remblais à l'arrière des murs et des sols d'assise des fondations ;
- de déterminer les caractéristiques mécaniques de ces matériaux ;
- d'établir un modèle géologique, hydrogéologique et géotechnique

Tableau n°2 : Récapitulatif des reconnaissances

N° Sondage	Coordonnées			Type	Profondeur (m)	Implantation	
	X	Y	Z			N°Plot	Haut / Bas
SP2024-1	-	-	-	Pressiométrique	16,00	Rue Ogier	
SP2024-2	1812108.63	5138339.84	538.07	Pressiométrique	10,00	Bretelle A72 vers RN88	
SP2024-3	1812160.47	51388332.01	539.14	Pressiométrique	10,00	16/17	Haut
SP2024-4	1812160.54	5138357.00	540.89	Pressiométrique	14,00	12/13	Haut
SP2024-5	1812216.87	5138387.73	536.83	Pressiométrique	12,00	7/8	Haut
SP2024-6	1812261.57	5138400.35	535.51	Pressiométrique	7,00	3/4	Haut
SP2024-7	1812265.94	5138392.30	529.00	Pressiométrique	10,00	3/4	Bas
SP2024-8	-	-	-	Pressiométrique	9,00	7/8	Bas
SP2024-9	1812156.87	5138345.78	535.44	Pressiométrique	10,00	12/13	Bas
SP2024-10	1812126.27	5138324.65	535.14	Pressiométrique	10,00	16/17	Bas
SC2024-11	1812260.66	5138400.57	535.44	Carotté	7,30	3/4	Haut
SC2024-12	-	-	-	Carotté	14,50	16/17	Terre-Plein
SC2024-13	1812125.04	5138329.79	538.49	Carotté	4,30	16/17	Haut

Sources : Rapport DMTR – Diagnostic G5 (Dossier 240520 – Septembre 2024).

Le plan d'implantation et les coupes des sondages sont joints en annexe B.

L'implantation retenue avait pour objectif de reconnaître par sondages les terrains au droit des deux zones présentant des désordres (plots n°3/4 et plots n°16/17), complétées de sondages au droit de secteurs du mur ne présentant pas de désordre (plots n°7/8 et plots n°12/13).

3.1.1 Zone Est

3.1.1.1 Secteur plots n°3 et 4

Sur la zone des plots n°3 et 4, la reconnaissance comprend :

- un sondage pressiométrique SP2024-6 + un sondage carotté SC2024-11 à l'arrière du mur (voie portée Lyon vers Firminy) ;
- un sondage pressiométrique SP2024-7 en pied de mur (voie Firminy vers Lyon).

Au droit de SP2024-6 et SC2024-11 :

- de 0 à 2,5 m sous la couche de chaussée, des remblais limono-sableux à gros blocs très hétérogènes,
 - avec des niveaux compacts entre 0 et 1,4 m environ ($PI^* = 3,7$ MPa et $E_M = 21,9$ MPa à 1,0 m) ;
 - et des niveaux très peu consistant sous le niveau d'eau ⁽¹⁾ ;
- de 2,5 à 7,3 m, le substratum gréseux fracturé, très compact, 3 essais pressiométriques avec $PI^* > 5,0$ MPa et $E_M > 30$ MPa.

⁽¹⁾ : l'essai pressiométrique à 2,0 m n'est pas exploitable. Le volume de la sonde augmente très rapidement ce qui peut être le signe d'une mauvaise tenue des parois sous la nappe ou d'une mauvaise réalisation du forage (non tubé).

Au droit de SP2024-7 :

- de 0 à 5,6 m sous la couche de chaussée, des remblais sablo-limoneux moyennement denses, avec des valeurs pressiométriques (5 essais) :
 - PI^* comprises entre 0,78 et 1,47 MPa ($PI^*_{moy} = 0,83$ MPa) ;
 - E_M compris entre 4 et 9,6 MPa ($E_{M moy} = 6,7$ MPa) ;
 - des rapports E_M/PI^* faibles (< 6), caractéristiques de sables sous nappe ;
- de 5,6 à 10 m, des grès altérés et fracturés moyennement compacts, avec des valeurs pressiométriques (4 essais) :
 - PI^* comprises entre 1,66 et 3,45 MPa ($PI^*_{moy} = 2,65$ MPa) ;
 - E_M compris entre 6,9 et 16,4 MPa ($E_{M moy} = 12,3$ MPa).

3.1.1.2 Secteur plots n°7 et 8

Sur la zone des plots n°7 et 8, la reconnaissance comprend :

- un sondage pressiométrique SP2024-5 (voie portée Lyon vers Firminy) ;
- un sondage pressiométrique SP2024-8 en pied de mur (voie Firminy vers Lyon).

Au droit de SP2024-5 :

- de 0 à 2,5 m sous la couche de chaussée, un remblai sablo-limoneux (pas d'essai pressiométrique interprétable) ;
- de 2,5 à 4,5 m, des limons sableux. L'essai pressiométrique est difficilement exploitable et semble montrer un fluage immédiat du terrain au contact de la sonde ;
- de 4,5 à 12,0 m, des grès altérés, compacts à très compacts, avec des valeurs pressiométriques (4 essais) : $PI^* > 3,2$ MPa et $E_M > 33$ MPa.

Au droit de SP2024-8 :

- de 0 à 1,6 m sous la couche de chaussée, un limon sableux (pas d'essai pressiométrique) ;
- de 1,6 à 3,5 m, des grès altérés compacts, avec les valeurs pressiométriques (2 essais) : $PI^* > 1,9$ MPa et E_M compris entre 38 et 45,1 MPa ;
- au-delà de 3,5 jusqu'à 9,0 m, des grès très compacts, avec des valeurs pressiométriques (3 essais) : $PI^* > 5,0$ MPa et $E_M > 250$ MPa.

3.1.2 Zone Ouest

3.1.2.1 Secteur plots n°10 et 11

Au droit des plots n°10 et 11, la reconnaissance comprend :

- un sondage pressiométrique SP2024-4 à l'arrière du mur (voie portée Lyon vers Firminy) ;
- un sondage carotté SC2024-12 équipé d'une sonde piézométrique autonome dans le terre-plein entre la RN88 et les bretelles de l'A72 ;
- un sondage pressiométrique SP2024-9 en pied de mur (voie Firminy vers Lyon).

Au droit de SP2024-4 :

- de 0 à 4,5⁽¹⁾ m sous la couche de chaussée, un remblai sablo-graveleux dans une matrice limoneuse moyennement dense, avec les caractéristiques pressiométriques (3 essais – l'essai à 2 m est inexploitable) :
 - PI^* comprises entre 0,51 et 1,04 MPa ($PI^*_{moy} = 0,79$ MPa) ;
 - E_M compris entre 3,1 et 7,5 MPa ($E_{M\ moy} = 5,2$ MPa) ;
- de 4,5 à 6,5 m, des grès altérés et fracturés, avec les caractéristiques pressiométriques (2 essais) :
 - $PI^* > 1,9$ MPa ;
 - E_M compris entre 17,3 et 29 MPa ;
- de 6,5 jusqu'à 14,0 m, des grès compacts à très compacts, avec les caractéristiques pressiométriques (3 essais entre 7 et 9 m) :
 - $PI^* > 5,0$ MPa ;
 - $E_M > 44$ MPa.

⁽¹⁾ : la limite entre les remblais et la frange altérée du substratum rocheux a été réinterprétée sur la base des vitesses d'avancement de l'outil de forage et des valeurs pressiométriques, par rapport à la coupe décrite dans le rapport de DMTR.

Au droit de SP2024-9 :

- de 0 à 0,8 m, sous la couche de chaussée, des remblais sablo-limoneux (pas d'essai) ;
- de 0,8 à 2,5 m, grès conglomératique altéré et fracturé, avec les caractéristiques pressiométriques (2 essais) :
 - PI^* comprises entre 0,6 et 1,02 MPa ($PI^*_{moy} = 0,78$ MPa) ;
 - E_M compris entre 6,9 et 16,4 MPa ($E_{M\ moy} = 4,5$ MPa).
- de 2,5 jusqu'à 10 m, des grès très compacts, avec les caractéristiques pressiométriques (3 essais à 3 - 4 et 5 m) :
 - $PI^* > 4,9$ MPa ;
 - $E_M > 40$ MPa.

Au droit de SC2024-12 (zone hors chaussée) :

- de 0 à 0,2 m, de la terre végétale ;
- de 0,2 à 2,2 m, des limons sableux vert-jaune ;
- de 2,2 à 2,6 m, niveau très altéré et broyé, humide, passage progressif des limons au substratum rocheux de teinte gris foncé ;
- de 2,6 à 7,5 m, conglomérats quartzo-micacés gris-noir avec niveaux très altérés et à débits schisteux, localement broyés (veines de houille ?), humides ;
- de 7,5 à 14,5 m, conglomérats quartzo-micacés gréseux indurés très peu à pas fracturés, non altérés.

3.1.2.2 Secteur plots n°16 et 17

Dans le secteur des plots n°16 et 17, la reconnaissance comprend :

- un sondage pressiométrique SP2024-3 + un sondage carotté SC2024-13 à l'arrière du mur (voie portée Lyon vers Firminy) ;
- un sondage pressiométrique SP2024-10 en pied de mur (voie Firminy vers Lyon).

Le profil est complété par deux sondages pressiométriques SP2024-1 et SP2024-2, localisés respectivement rue Ogier, sur le flanc de la butte du Bois d'Avaize, et sur le délaissé le long de la bretelle d'accès A72 sur RN88. Ce sondage est également équipé d'une sonde piézométrique autonome.

Au droit de SP2024-3 et SC2024-13 :

- de 0 à 2,5 m, sous la couche de chaussée, un remblai sablo-graveleux à limoneux lâche, avec les caractéristiques pressiométriques (1 essai) : $PI^* > 0,27$ MPa et $E_M = 1,1$ MPa ;
- de 2,5 à 5,5 m, blocs conglomératiques et gréseux compacts, très fracturés (blocs $D_{max} = 100$ mm), avec des caractéristiques pressiométriques (3 essais) :
 - PI^* comprises entre 0,78 et 1,4 MPa ($PI^*_{moy} = 1,08$ MPa) ;
 - E_M compris entre 6,4 et 8,4 MPa ($E_{M moy} = 7,4$ MPa).

Au droit de SP2024-10 :

- de 0 à 0,8 m, sous la couche de chaussée, un limon sableux (couche de forme) ;
- de 0,8 à 4,4 m, conglomérat gris, gréseux, fracturé, moyennement compact, avec les caractéristiques pressiométriques (4 essais) :
 - PI^* comprises entre 1,55 et 3,47 MPa ($PI^*_{moy} = 2,19$ MPa) ;
 - E_M compris entre 8,1 et 17,8 MPa ($E_{M moy} = 13,4$ MPa).

Au droit de SP2024-2 (Bretelle d'accès à la RN88 depuis l'A72) :

- de 0 à 2,0 m, sous la couche de chaussée), un sable limoneux gris foncé moyennement dense, avec les caractéristiques pressiométriques (2 essais) :
 - PI^* comprises entre 0,6 et 1,5 MPa ($PI^*_{moy} = MPa$) ;
 - E_M compris entre 4,1 et 39,6 MPa ($E_{M moy} = MPa$) ;
- de 2,0 à 3,0 m, conglomérat gris, schisteux, compact, avec $PI^* > 5,0$ MPa et $E_M > 150$ MPa ;
- de 3,0 à 10,0 m, conglomérat gris, schisteux, très compact, avec $PI^* > 5,0$ MPa et E_M compris entre 141 et 236 MPa (2 essais).

Au droit de SP2024-1 (rue Ogier) :

- de 0 à 3,2 m, un limon sableux mou ⁽²⁾ ;
- de 3,2 à 3,6, interface limon et conglomérats, niveau très altéré ;
- de 3,6 à 16,0 m, substratum conglomératique très compact, avec $PI^* > 5,0$ MPa et $E_M > 109$ MPa (3 essais à 4,0 – 5,0 et 6,0 m).

⁽²⁾ : les essais dans les limons sableux sont difficilement interprétables avec des volumes de la sonde pressiométrique très élevés dès les premiers paliers caractéristiques soit d'une mauvaise réalisation du forage soit de matériaux lâches qui fluent très vite.

3.1.3 Données piézométriques

3.1.3.1 Niveaux d'eau relevés au cours de la campagne.

Le tableau n°3 ci-dessous récapitule les niveaux d'eau relevés dans les forages après stabilisation.

Tableau n°3 : Niveaux d'eau relevés en fin de sondages (niveau stabilisé)

Sondage	Implantation	Date	Niveau d'Eau (m/Chaussée)	Niveau d'eau NGF
SP2024-1	Rue Ogier	03/07/24	Pas d'eau	-
SP2024-2	Bretelle d'accès A72 vers RN88	23/05/24	Pas d'eau	-
SP2024-3	Plots 16/17 – Haut du mur	29/05/24	3,45	535,69
SP2024-4	Plots 10/11 – Haut du mur	26/06/24	1,50	539,39
SP2024-5	Plots 7/8 – Haut du mur	04/07/24	1,80	535,03
SP2024-6	Plots 3/4 – Haut du mur	25/06/24	1,40	534,12
SP2024-7	Plots 3/4 – Pied du mur	11/06/24	1,00	528,00
SP2024-8	Plots 7/8 – Pied du mur	08/07/24	1,80	-
SP2024-9	Plots 10/11 – Pied du mur	10/06/24	1,00	534,44
SP2024-10	Plots 16/17 – Pied du mur	05/06/24	0,80	534,35
SC2024-11	Plots 3/4 – Haut du mur	03/07/24	3,50*	534,99
SC2024-12	Plots 10/11 – Terre-plein	04/07/24	6,00	-
SC2024-13	Plots 16/17 – Haut du mur	01/07/24	1,40*	534,04

Source : Rapport DMTR – Diagnostic G5 (Dossier 240520 – Septembre 2024).

* les niveaux mesurés dans les sondages carottés SC2024-11 et 13 ne correspondent pas aux niveaux d'eau mesurés dans les sondages pressiométriques juste à côté, respectivement SP2024-4 et 3. Peut-être y a-t-il une inversion des mesures dans le rapport DMTR.

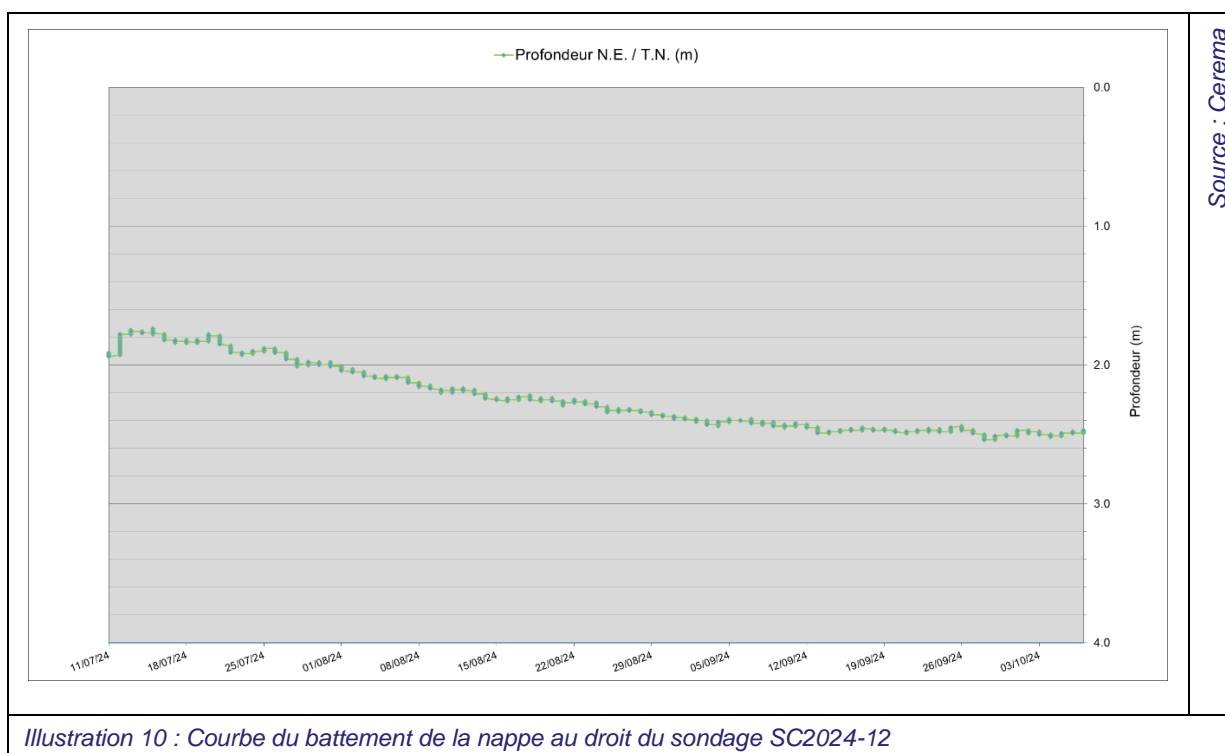
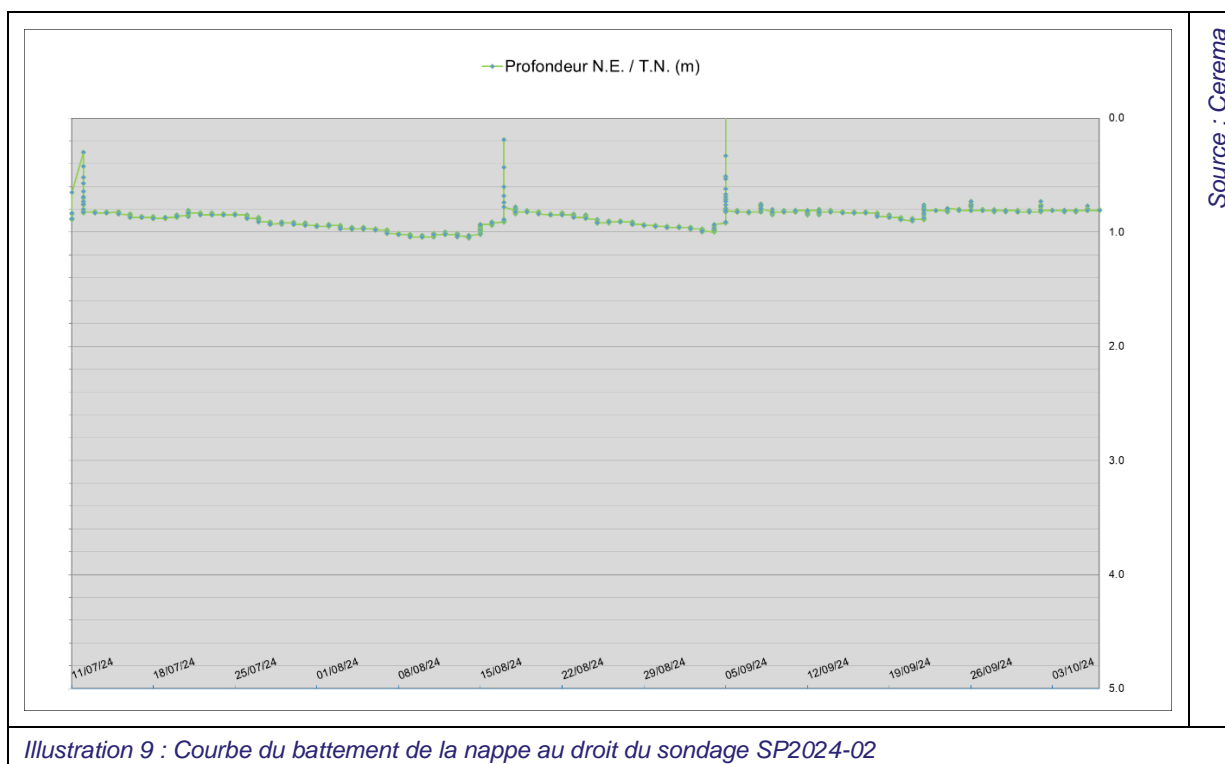
Un relevé au 10 octobre 2024, avec la sonde manuelle dans les piézomètres, donne les niveaux d'eau (N.E.) suivants :

- en SP2024-2 = N.E à -0,7 m/T.N ;
- en SC2024-12 = N.E à -1,9 m/T.N.

3.1.3.2 Mesures sondes piézométriques autonomes.

Deux sondages (SP2024-2 et SC2024-12) ont été équipés avec un tube piézométrique crépiné et instrumentés d'une sonde piézométrique autonome, descendue respectivement à 7,0 et 10,0 m de profondeur. Les sondes autonomes ont été mises en place le 11 juillet 2024. Le relevé des données a été effectué le 9 octobre à 11h.

Les courbes de battement du niveau d'eau / T.N. enregistrées dans les deux sondages sont jointes ci-après.



Au 10 octobre, on enregistre :

- en SP2024-2 = N.E à -0,8 m/T.N ;
- en SC2024-12 = N.E à -2,06 m/T.N.

La différence entre les mesures des sondes autonomes et les mesures manuelles est de l'ordre de la dizaine de centimètres qui correspond à l'erreur d'imprécision de la position des sondes autonomes.

Les mesures indiquent les variations de niveaux d'eau (min – max) suivantes :

- entre -0,30 m/T.N (le 12 juillet) et -1,05 m/T.N (le 14 août), soit un battement de 75 cm dans le sondage SP2024-SP2 ;
- entre -0,76 m/T.N (le 8 octobre) et -2,54 m/T.N (le 28 septembre), soit un battement de 1,78 m dans le sondage SC2024-12.

On constate sur les enregistrements des niveaux du niveau d'eau proches de la surface dans les remblais et la frange du substratum altérée et fracturée. On relève également des niveaux élevés au cours de la journée du 8 octobre, quelques heures après un épisode pluvieux de très forte intensité et un cumul de précipitations de 40 mm entre les 7 et 8 octobre (données www.meteociel.fr / Station de Saint-Etienne).

Il convient de noter que lors du relevé des mesures, le 9 octobre, aucune venue d'eau n'a été constatée au droit des barbacanes du mur de Terrenoire, à l'aval des piézomètres.

3.2 Synthèse géologique et géotechnique

La synthèse des reconnaissances permet de caractériser trois formations en place et d'établir le modèle géotechnique suivant :

- un remblai de limons et de sables graveleux ;
- un conglomérat quartzo-micacé à gréseux, altéré et fracturé, constitué de blocs décimétriques ;
- un substratum conglomératique à gréseux très compact ou « *Poudingues de Saint-Chamond* ».

Les résultats des reconnaissances mettent en évidence :

- des matériaux de remblai ayant des caractéristiques géo-mécaniques hétérogènes avec des valeurs pressiométriques localement inférieures aux caractéristiques attendues pour un remblai autoroutier.

En pied du mur, l'épaisseur de remblai augmente en se rapprochant du viaduc de Terrenoire, (sens Ouest-Est) avec une épaisseur de remblai (y/c la chaussée) passant de 0,8 m en SP2024-10 et SP2024-9, à 1,6 m en SP2024-8 puis à 5,6 m en SP2024-7 (plots 3-4).

A l'arrière du mur, la hauteur de remblai varie de 2,5/3,0 m (SP2024-6/SC2024-11) jusqu'à 4,5 m en SP2024-4 et SP2024-5.

- un niveau d'eau proche de la surface,
 - soit localisé à l'interface entre le remblai et la frange altérée et fracturée du substratum rocheux pour les sondages en pied du mur (voie Firminy vers Lyon), au niveau de la base de la semelle de fondation ;
 - soit en charge dans les remblais à l'arrière du mur (voie Lyon vers Firminy). L'absence d'écoulement depuis les barbacanes 24 à 36 heures (le 11 octobre 2024) après un épisode pluvieux très intense (9 octobre) et des niveaux élevés peuvent indiquer que les matériaux sont peu perméables, limitant l'écoulement vers les dispositifs de drainage (barbacanes).
- la présence d'un substratum altéré et fracturé dans sa partie supérieure qui par sa composition quartzo-micacée peut être évolutif et sensible aux conditions hydriques (altération des minéraux micacés).

En profil en travers, la voie surplombant le mur (sens Lyon vers Firminy) passe progressivement en remblai depuis la sortie du viaduc avec une pente de l'ordre de 3H/2V. Par ailleurs, les coupes de sondages depuis cette voie (entre 4 et 5 m à l'arrière pour certains) montrent des épaisseurs de remblai qui ne descendent pas jusqu'à la cote de la base du mur. En parallèle, les épaisseurs de remblai

reconnues en pied de mur sont relativement faibles, entre 0,8 et 1,6 m (hors proximité du viaduc) au-dessus du substratum conglomératique.

Ces données montrent que la section de la RN88 a été réalisée en déblai au sein des conglomérats avec :

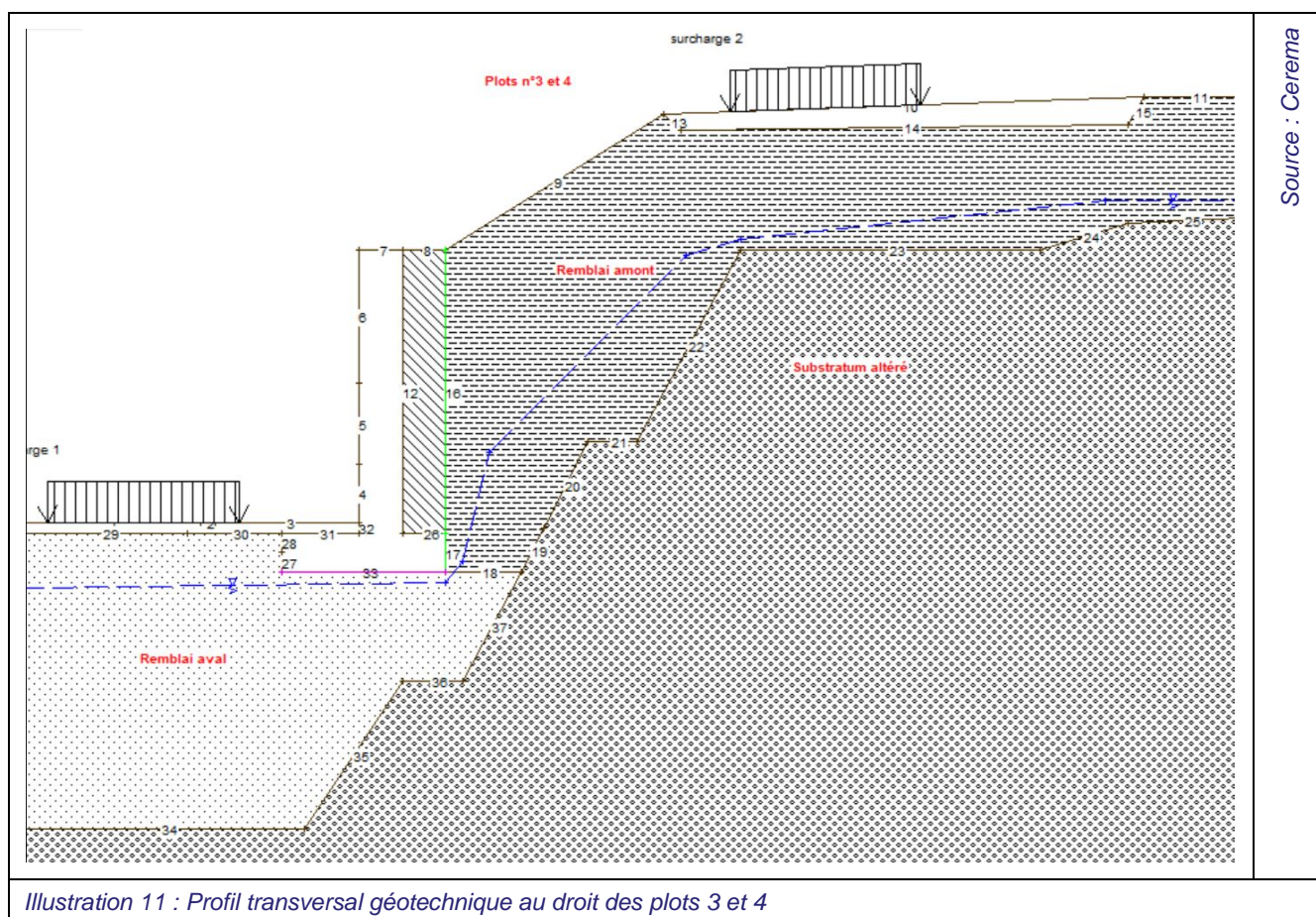
- à l'aval, une couche de forme de l'ordre de 0,5 à 0,8 m d'épaisseur sous la chaussée, reposant sur le substratum rocheux plus ou moins altéré et fracturé ;
- à l'amont, un substratum conglomératique terrassé en pente ou en redans à l'arrière du mur puis un remplissage entre le mur et le terrain naturel avec un remblai de limons sableux ;
- un mur fondé sur le substratum excepté côté viaduc.

Les niveaux d'eau mesurés au cours des reconnaissances et au cours du suivi piézométriques semblent montrer un écoulement de la nappe depuis le terre-plein à la croisée du nœud autoroutier vers le viaduc de Terrenoire. Cela correspond à un écoulement d'ouest en est, parallèle à la voie de circulation et dans le sens de la pente du substratum, vers la brèche que franchit le viaduc de Terrenoire. Les écoulements tangentent le mur.

L'hétérogénéité des matériaux de remblai, de caractéristiques pressiométriques localement médiocres, conjuguée à des niveaux d'eau élevés, peuvent expliquer l'apparition de fissures et d'affaissements sur la chaussée, tant à l'amont qu'à l'aval du mur (cas au niveau des plots 16 et 17).

Les figures suivantes montrent les profils géotechniques transversaux au droit des trois profils étudiés dans la suite du présent rapport :

- profil sans pathologie : profils Plots 7/8
- profils avec pathologie : Plots 3/4, et Plots 16/17 (zones présentant des désordres).



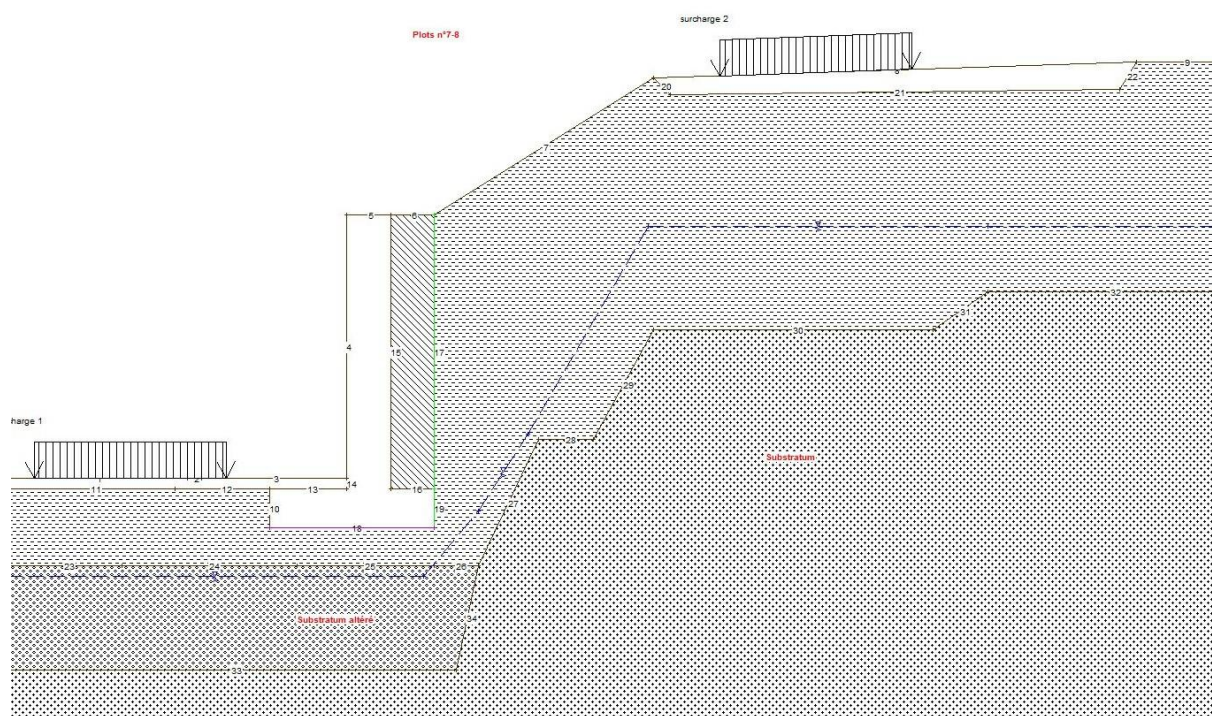


Illustration 12 : Profil transversal géotechnique au droit des plots 7 et 8

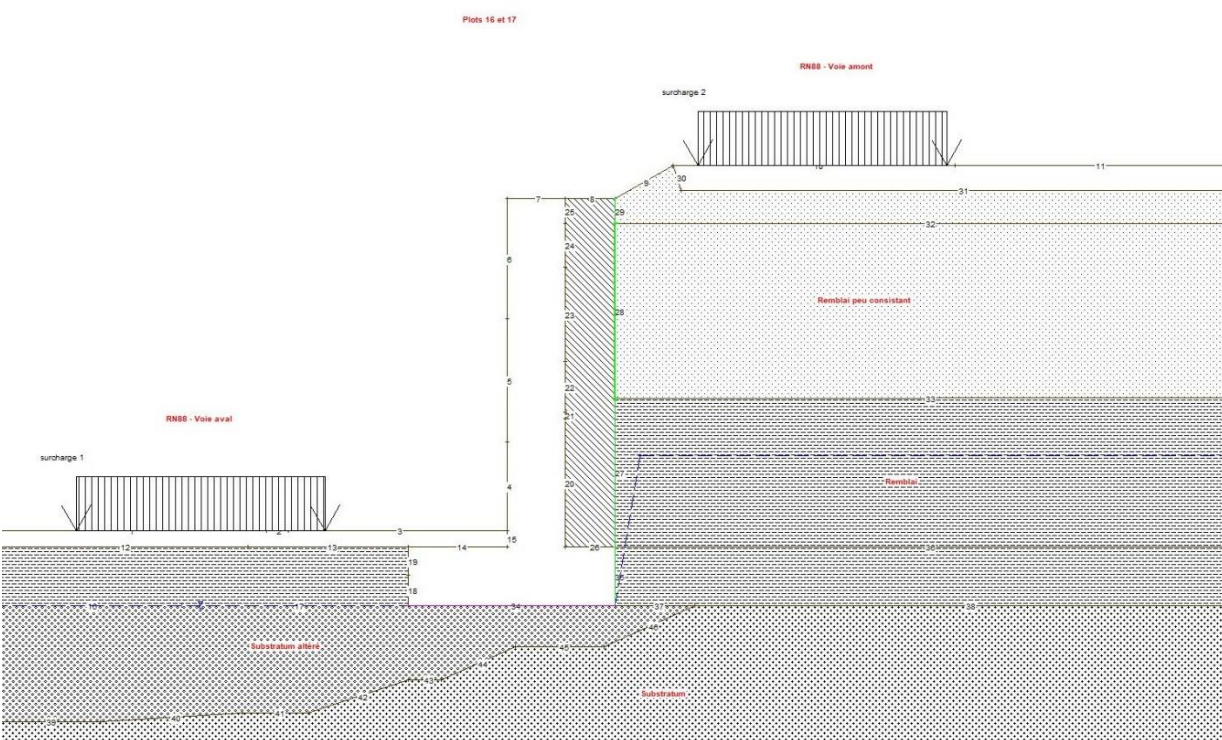


Illustration 13 : Profil transversal géotechnique au droit des plots 16 et 17

A partir de l'ensemble des données recueillies, pour les formations reconnues, nous retenons les caractéristiques géotechniques suivantes pour la suite de l'étude et des calculs de stabilité et de renforcements des murs.

Tableau n°4 : Caractéristiques géotechniques des formations en place au droit des plots n°3 et 4

Formation	Caractéristiques pressiométriques			Caractéristiques géomécaniques			
	PI^* (MPa)	E_M (MPa)	E_M/PI^*	γ' (kN/m ²)	c' (kPa)	(φ°)	q_s (kPa)
Remblai (voie amont)*	1,2	10	-	19	3	31	100
Remblai (voie aval)	0,83	6,7	8	19	2	29	NC
Substratum fracturé	2,65	12,3	-	21,5	0	38	200

* Un seul essai est exploitable dans les remblais à l'arrière du mur et ne semble pas représentatif de la couche. On retiendra alors des caractéristiques légèrement dégradées pour un remblai autoroutier correspondant aux pathologies observées sur l'ouvrage.

NC : Non concerné par le clouage.

Tableau n°5 : Caractéristiques géotechniques des formations en place au droit des plots n°7 et 8

Formation	Caractéristiques pressiométriques			Caractéristiques géomécaniques			
	PI^* (MPa)	E_M (MPa)	E_M/PI^*	γ' (kN/m ²)	c' (kPa)	(φ°)	q_s (kPa)
Remblai**	1,5	15	10	20	5	33	100
Substratum fracturé	>1,9	>38	-	21,5	0	38	200
Substratum	>5,0	>250	-	23	100	40	NC

** Les essais pressiométriques dans les remblais étant peu à pas exploitables, nous retiendrons des caractéristiques minimales attendues pour un remblai autoroutier dans une zone de l'ouvrage ne présentant pas de pathologie.

Tableau n°6 : Caractéristiques géotechniques des formations en place au droit des plots n°16 et 17

Formation	Caractéristiques pressiométriques			Caractéristiques géomécaniques			
	PI^* (MPa)	E_M (MPa)	E_M/PI^*	γ' (kN/m ²)	c' (kPa)	(φ°)	q_s (kPa)
Remblai sup. (voie amont)	> 0,3	-	-	18	3	25	60
Remblai	1,1	7,4	6,7	19	5	27	90
Substratum fracturé	2,2	13,4	-	21,5	0	38	200
Substratum	>5,0	>100	-	23	100	40	NC

4 STABILITE EXTERNE RESULTATS DES CALCULS

4.1 Hypothèses de calculs

L'ouvrage est affecté de désordres caractérisés, au droit des plots 3/4 et 16/17, par un basculement du mur en tête, des fissures sur les chaussées amont et aval et un affaissement sur la chaussée amont pour les plots 16/17.

Le dossier de synthèse produit par le Cerema en 2017 (Dossier C17LL0013, Juin 2017) préconisait la vérification des re-calculs effectués par la réalisation de reconnaissances géotechniques in situ et le calage des paramètres sur la base de ces résultats. Notamment au niveau du plot 3, les calculs avaient montré que la stabilité au poinçonnement et au renversement était justifiée si aucune charge supplémentaire (par exemple la poussée hydraulique) n'était à prendre en compte. La stabilité au glissement n'était justifiée que si la butée des terres était prise en compte. La section d'armature nécessaire à la justification de la stabilité interne à la base du voile est légèrement inférieure à la section réglementaire. En conclusion, ce dossier de synthèse concluait que les stabilités interne et externe étaient justifiées sans marge. Le dossier proposait un renforcement préventif par clouage des plots les plus hauts (P3 à P17).

A l'issue des investigations réalisées, les calculs de stabilité ont été repris. Les observations sur site ne mettant pas en évidence de signe d'instabilité de versant ni d'instabilité générale, les calculs n'ont donc porté que sur la vérification de la stabilité externe.

La géométrie des murs est celle des plans d'exécution des archives et la géométrie des profils celle présentée au § 3.2. Les caractéristiques géotechniques sont celles présentées dans les Tableaux n°4 à 6.

Les calculs sont réalisés avec le Logiciel Geomur®, conformément à la norme NF P94-281, en Approche 2 correspondant à la combinaison « A1+M1+R2 ». Les ELU considérés sont les ELU de glissement, poinçonnement et renversement, avec la prise en compte des coefficients partiels détaillés dans le tableau 7.

Tableau n°7 : Coefficients partiels de sécurité selon l'Approche

Facteurs partiels ELU durables ou transitoires (Annexe C NF P 94-281)			Durable
A1	Action permanente défavorable	γ_{Gsup}	1,35
	Action permanente favorable	γ_{Ginf}	1,0
	Action variable défavorable	γ_{Qsup}	1,5
	Action variable favorable	γ_{Qinf}	0
M1	Angle de frottement interne ($\tan \phi'$)	$\gamma_{\phi'}$	1,0
	Cohésion effective	$\gamma_{c'}$	1,0
	Cohésion non drainée	γ_{cu}	1,0
	Poids volumique	γ_{γ}	1,0
	Limite d'élasticité f_y	γ_{M0}	1,0

	Rupture en traction f_u	γ_{M2}	1,25
	Frottement latéral q_s	$\gamma_{M,f}$	1,84 sans essai
R2	Portance	$\gamma_{R,v}$	1,4
	Glissement	$\gamma_{R,h}$	1,1
	Butée	$\gamma_{R,e}$	1,4

Trois profils sont étudiés, le premier profil au droit des plots 7 et 8 au droit desquels aucun désordre n'a été relevé, puis au droit des plots 3/4 et 16/17, plots affectés de désordres. Le niveau d'eau pris en compte à l'arrière des murs est en cohérence avec les niveaux d'eau donnés par les relevés piézométriques.

Les résultats des calculs sont présentés ci-après et détaillés en Annexe D.

4.2 Résultats

Tableau n°8 : Résultats des calculs de stabilité externe locale – Situation actuelle

Approche 2 - ELU	Plots 3-4	Plots 7-8	Plots 16-17
Glissement	$H_d > R_{h,d} + R_{p,d}$ $F_s = 0,706$ Non vérifié	$H_d < R_{h,d} + R_{p,d}$ $F_s = 1,17$ Vérifié	$H_d > R_{h,d} + R_{p,d}$ $F_s = 0,89$ Non vérifié
Renversement	$E < 7/15 \times B = 1,4 \text{ m}$ Vérifié	$E < 7/15 \times B = 1,4 \text{ m}$ Vérifié	$E < 7/15 \times B = 1,17 \text{ m}$ Vérifié
Poinçonnement	$V_d > R_{v,d} + R_0$ $F_s = 0,20$ Non vérifié	$V_d < R_{v,d} + R_0$ $F_s = 1,66$ Vérifié	$V_d < R_{v,d} + R_0$ $F_s = 1,82$ Vérifié

Au droit des plots 7/8, zone sans désordre, la stabilité est justifiée vis-à-vis du glissement, du renversement et du poinçonnement.

Au droit des plots affectés de désordres :

- une stabilité non vérifiée vis-à-vis du glissement et du poinçonnement au droit des plots 3 et 4, à proximité du viaduc ;
- une stabilité non vérifiée vis-à-vis du glissement au droit des plots 16 et 17
- les murs sont justifiés au renversement ,
- l'excentrement est justifié.

Les calculs montrent que les instabilités au glissement sont principalement, générées par le niveau d'eau à l'arrière des murs. La réalisation de barbacanes n'a pas permis de drainer efficacement les arrivées d'eau à l'arrière ; ces barbacanes n'étant qu'un carottage du voile béton, leur efficacité est limitée. Elles devraient être prolongées en drains subhorizontaux dans les terrains à l'arrière du mur. Un clouage du voile dans ces deux zones permettra également de conforter l'ouvrage vis-à-vis du glissement.

Au droit des plots 3 et 4, les calculs montrent également une instabilité vis-à-vis du poinçonnement. Cette instabilité, d'un point de vue géotechnique, peut être expliquée par la présence de matériaux médiocres sous l'assise de la semelle du mur. Les résultats du sondage SP2024-07 indiquent

la présence d'un remblai de caractéristiques mécaniques médiocres jusqu'à plus de 5 m de profondeur ($p_{\text{moy}}^* \sim 0,8 \text{ MPa}$ et $Q_{\text{pu}} = 850 \text{ kPa}$). Toutefois, en considérant que les résultats des essais pressiométriques (courbes d'essais) soient douteux (mauvaise réalisation), même avec des caractéristiques plus classiques pour un remblai autoroutier et une valeur de $Q_{\text{pu}} = 1500 \text{ kPa}$, la stabilité au poinçonnement n'est toujours pas justifiée.

5 SOLUTION DE CONFORTEMENT - CLOUAGE

5.1 Solutions de confortement envisagées

Pour le plot 16-17, un confortement par clouage du voile et un drainage en arrière du mur permettront de solutionner les désordres.

Pour le plot 3-4, un confortement par clouage du voile et un drainage des terrains à l'arrière permettront un ralentissement des désordres liés au glissement sans résoudre intégralement les problèmes de poinçonnement. A long terme si les désordres persistent, il conviendra d'envisager un confortement de la fondation par des solutions d'amélioration des sols (injection, jet grouting) ou de renforcement de la semelle (micropieux). Cette partie du mur fera l'objet d'un suivi topographique.

Le drainage sera amélioré par la reprise des barbacanes posées en 2023 avec un forage prolongé de 1 m en arrière du clou le plus long et équipé d'un drain. Ces drains devront faire l'objet d'un entretien régulier. Ils seront réalisés après les travaux de clouage.

Les calculs sont menés au droit des zones instables, soit au droit des plots 3 et 4 et des plots 16 et 17. Si un clouage généralisé de l'ensemble du mur est envisagé par le maître d'ouvrage, le calepinage des clous se calera sur celui des deux zones étudiées.

5.2 Hypothèses de calculs

5.2.1 Caractéristiques de l'ouvrage

L'ouvrage cloué est un ouvrage définitif relevant de la norme NF P 94-270 (Eurocodes 7). L'ouvrage est un ouvrage de Classe de Conséquences moyennes (CC2), de Catégorie Géotechnique 3 (sensible) et de catégorie d'utilisation 4/5 ou de 75 ans.

5.2.2 Sismicité

La commune de Saint-Etienne se situe en zone de sismicité 2 du nouveau zonage de sismique de la France, conformément au décret n° 2010-1255 du 22 octobre 2010.

Les calculs de stabilité sont réalisés en prenant en compte deux cas :

- cas du séisme pesant où la contrainte verticale apportée par la sollicitation sismique est dirigée vers le bas ;
- cas du séisme allégeant où la contrainte verticale apportée par la sollicitation sismique est dirigée vers le haut.

Données sismiques :

- zone de sismicité 2 (faible), avec $a_{\text{gr}} = 0,7 \text{ m/s}^2$;
- classe de sol A ($S = 1$) ;
- coefficient $R = 1$ (article I.3 Note 2 EC8) ;
- amplification topographique = 1,0 ;
- coefficient d'importance = 1,2 (catégorie d'importance III).

On obtient alors :

- accélération de calcul $a_g = 0,86 \text{ m/s}^2$;
- $k_h = 0,086$ et $k_v = \pm 0,043$.

5.2.3 Méthode de calculs et coefficients de sécurité partiels

Les calculs sont menés avec le logiciel Geostab[®], en rupture circulaire, selon les préconisations de l'Eurocode 7 et de la norme NF P 94-270.

Les calculs de stabilité mixte et générale (GEO) sont menés avec les coefficients partiels de l'approche 3, en rupture circulaire suivant la méthode de Bishop « modifiée ». Le facteur de sécurité recherché est $F_s > 1,0$. L'approche 3 correspond à la combinaison « A2+M2+R3 ». Le coefficient de modèle retenu (ouvrage sensible) est égal à 1,2.

Tableau n°9 : Coefficients partiels de sécurité selon l'Approche 3

Facteurs partiels ELU durables ou transitoires (Annexe C NF P 94-270)			Durable	Sismique
A2	Action permanente défavorable	γ_{Gsup}	1,0	1,0
	Action permanente favorable	γ_{Ginf}	1,0	1,0
	Action variable défavorable	γ_{Qsup}	1,3	0
	Action permanente favorable	γ_{Qinf}	0	0
M2	Angle de frottement interne ($\tan \phi'$)	$\gamma_{\phi'}$	1,25	1,0
	Cohésion effective	$\gamma_{c'}$	1,25	1,0
	Cohésion non drainée	γ_{cu}	1,4	1,4
	Poids volumique	γ_{γ}	1,0	1,0
	Pression limite pressiométrique	γ_{pl}	1,4	1,4
	Limite d'élasticité f_y	γ_{M0}	1,0	1,0
	Rupture en traction f_u	γ_{M2}	1,25	1,25
	Frottement latéral q_s	$\gamma_{M,f}$	1,15 avec essais 1,84 sans essai	1,15 avec essais 1,84 sans essai
R3	Résistance globale au cisaillement sur une surface de rupture	$\gamma_{R,e}$	1,0	1,0
	Facteur partiel de modèle (ouvrage sensible)	$\gamma_{R,d}$	1,2 (phase durable) 1,05 (phase transitoire) 1,0 (situation accidentelle)	1,0

La stabilité mixte s'effectue en considérant un nombre suffisant de lignes de rupture potentielle qui interceptent et/ou longent au moins un des lits de renforcement.

La stabilité générale s'effectue en considérant un nombre suffisant de lignes de rupture potentielle par grand glissement, extérieures au massif.

Les résultats des calculs sont joints en Annexe E.

5.2.4 Surcharges

Une surcharge routière de 15 kN est prise en compte au droit des voies amont et aval de la RN88.

5.2.5 Corrosion

Sur la base des conditions du site, qui conjugue des niveaux d'eau élevés à l'arrière du voile, un fort salage des chaussées en entrée/sortie du viaduc (donnée exploitant), une conduite des eaux de chaussée percée en tête du mur et conformément aux recommandations des normes NF P 94-270 et NF EN 14490, nous retiendrons une force corrosive du sol élevée, de classe II.

Pour un ouvrage géotechnique sensible et pour une durée de vie de 75 ans, nous retiendrons une épaisseur sacrifiée à la corrosion de 4 mm sur le rayon.

5.2.6 Caractéristiques des ancrages

Les caractéristiques des ancrages sont décrites dans le tableau ci-dessous :

Tableau n°10 : Caractéristiques des clous pris en compte dans les calculs

Description	Caractéristiques
Type d'armatures	Clous HA Fe500 type GEWI Ø 32 mm
Diamètre de forage	115 mm
Contrainte à la limite élastique (f_y)	500 MPa
Contrainte à la rupture(f_r)	550 MPa
Section pleine	804 mm ²
Section corrodée (A_s)	452 mm ²
Résistance à la traction ou limite élastique avec corrosion $R_{t;d} = f_{y;k} \cdot A_s / \gamma_s$	197 kN

La valeur de calcul de la résistance à la traction de l'armature $R_{t;d}$ pour les armatures en acier de béton armé est déterminée selon les dispositions de la norme NF P 94-270, Article F.2.1 et la relation :

$$R_{t;d} = f_{y;k} \cdot A_s / \gamma_s$$

avec : $f_{y;k}$ = valeur caractéristique de la résistance élastique conventionnelle à 0,2% ;

A_s = section d'acier correspondant à la section réduite en tenant compte de l'épaisseur sacrifiée à la corrosion ;

γ_s = facteur partiel pour la résistance limite élastique (1,15).

Si le titulaire des travaux envisage de mettre en œuvre des clous autoforants, des justifications complémentaires conformément à la norme NF P 94-270 devront être fournies par le fournisseur afin de garantir une limite élastique supérieure à 500 MPa.

5.3 Résultats des calculs

Les résultats des calculs de confortement par clouage au droit des plots présentant des pathologies sont récapitulés dans le tableau ci-après. Les feuilles de calculs sont jointes en annexe E.

Tableau n°11 : Résultats des calculs de stabilité du confortement par clouage

Situation	Plots 3-4	Plots 16-17
Stabilité avant clouage (Caractéristiques du mur dégradées) Tous les coefficients partiels = 1	$F_s = 1,097$	$F_s = 1,287$
Stabilité mixte – ELU Approche 3	$F_s = 1,071$	$F_s = 1,062$
Stabilité générale – ELU Approche 3	$F_s = 1,006$	$F_s = 1,082$
Séisme pesant – ELU Approche 3	$F_s = 1,426$	$F_s = 1,459$
Séisme allégeant – ELU Approche 3	$F_s = 1,498$	$F_s = 1,480$

Les calculs conduisent au confortement suivant :

- Plots 3-4 :
 - 3 rangées de clous Ø 32 mm, inclinés à 15°,
 - de longueurs (de haut en bas) de 8, 7 et 5 m,
 - un diamètre de forage de 0,115 mm,
 - un espacement vertical de 1,5 m et un espacement horizontal de 2,5 m ;
- Plots 16-17 :
 - 2 rangées de clous Ø 32 mm, inclinés à 15°,
 - de longueurs (de haut en bas) de 6 et 5 m,
 - un diamètre de forage de 0,115 mm,
 - un espacement vertical de 1,5 m et un espacement horizontal de 2,5 m.

5.4 Sujétions d'exécution

Afin de réduire le diamètre des clous et de les protéger de la corrosion, il peut être envisagé de les protéger avec une protection galvanisée ou une protection constituée d'une épaisseur de coulis de ciment et d'une gaine PVC (Protection de type P2).

Nous préconisons la mise en œuvre de barres pleines par la méthode traditionnelle (non-autoforante) afin d'assurer une bonne réalisation du forage entre les différents terrains traversés et un enrobage suffisant des barres avec le coulis de scellement vis-à-vis de la corrosion des aciers.

Le drainage des eaux à l'arrière des plots sera assuré par la réalisation de drains subhorizontaux depuis les barbacanes existantes (réalisées en février 2023). La longueur des drains sera supérieure d'un mètre au clou le plus long ou au moins un mètre dans le substratum fracturé.

Ces drains seront en PVC, de 63 mm de diamètre et crépinés sur leur demi-section supérieure.

ANNEXES

Annexe A – Plans de l’ouvrage

Annexe B – Plan d’implantation et coupes des sondages

Annexe C – Profils en long et en travers géologiques

Annexe D – Calage des paramètres et vérification de la stabilité initiale

Annexe E – Résultats des calculs de confortement par clouage



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Cerema
CLIMAT & TERRITOIRES DE DEMAIN

Maître d'oeuvre

DIR Centre-

Immeuble La Villardière 228 rue Garib

69446 LYON CEDEX

Historique des plans utilisés pour le calage/implantation					
TYPE DE PLAN	ENTREPRISE	NOM/REF plan cartouche	NOM/REF du fichier informatique	IND.	DATE DE CREATION
Plan Structure	Forézienne de TP	68-238-2-TB22	13622-Terrenoire-ouest-Mur du P6 au P11-Plan N°2a-Béton-Ferrallage.jpg	A	21.11.1968
Comité d'expertise	Céréma	22-CE-0271	Cerema-DRIM-22CE0271 -RN88-implant_Ba13622.pdf	-	13.05.2022

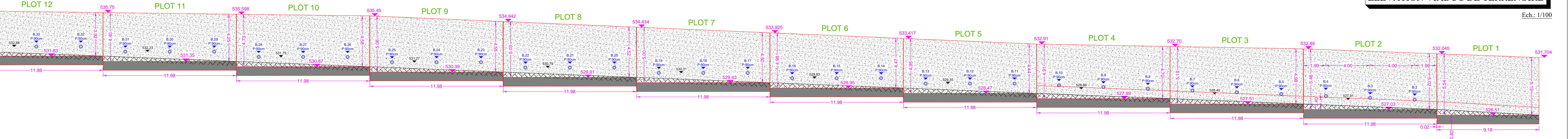
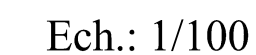
Niveau $\pm 0.00 = M$



3. %agostilogo: MAGE'AMGE 202

	Echelle
	1/100

Barbacanes Ø80m

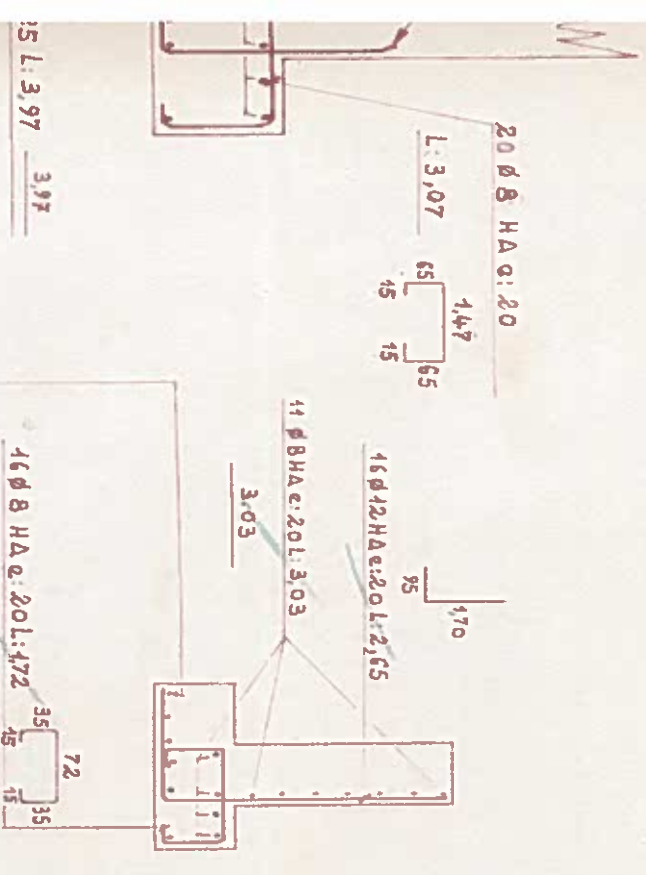


Ech.: 1/100

SEMELLES ET

IES \textcircled{M} (nombre 9)

FERRAILLAGE PLOT 24

PARTIE ~~M~~ (nombre 1)

igne une lisse de sécurité

EW

ITES SUR PLAN N°1

FERRAILL

DE MUR (nom)

16 Ø 12 H Δ e: 20 L: 1,33



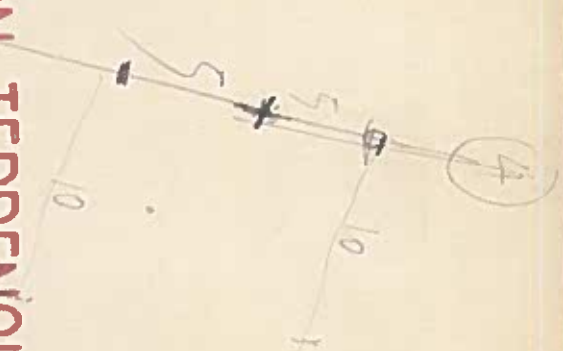
MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT

DEPARTEMENT
DE LA LOIRE

ARRONDISSEMENT OPERATIONNEL

76

104



- R.N 88. SECTION TERRENOIRE -

- BOIS DU FOUR -

MUR DE SOUTÈNEMENT DU P6 au P11

MUR No 1

BETON - FERRAILLAGE

SOCIÉTÉ FOREZIENNE DE TRAVAUX PUBLICS

ST ETIENNE • Loire :

Tel. 32.57.37 - 32.74.63. +

Dessiné par : PEYRARD

1-2 cm. p.m.

Observations

Verifié par : CHARRETTON

A
Modifié le 21.11.1968

20

Date 28-10-1968

Modifié le _____

Approuvé le

○

Modifié le _____

PLAN No 68.238.2. TB 22

9

Modifié le _____

-13.14-15-

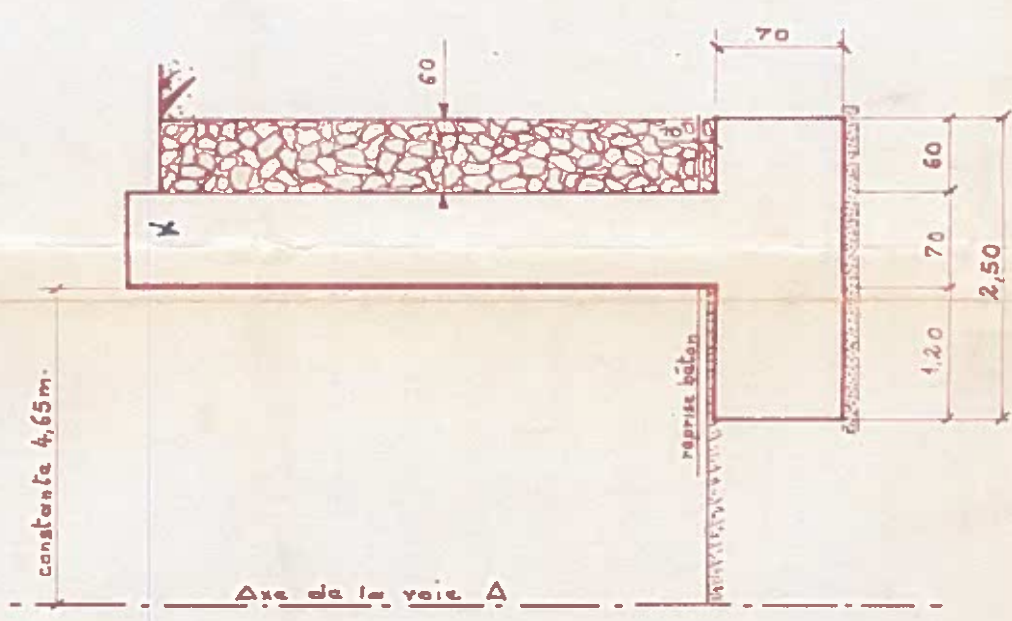
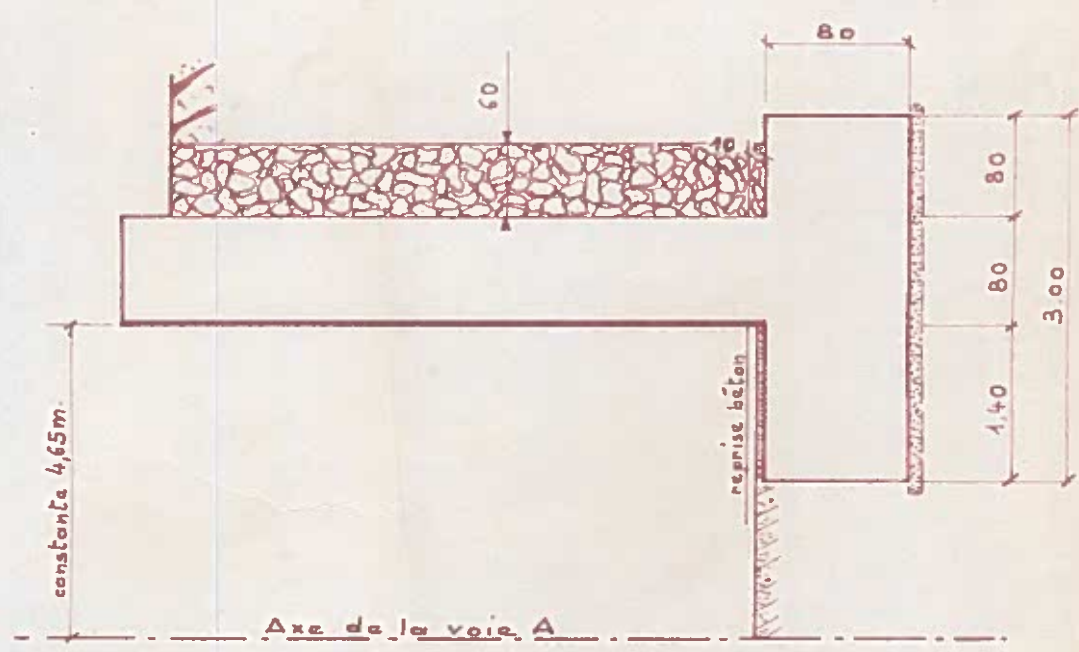
-16.17-18-

COUPE TYPE PLOTS

-19-20-21-

COUPE TYPE PLOTS

-22-23-24-



FERRAILLAGE PLOT 23

PARTIES V (nombre 2)

FERRAILLAGE SEMELLES ET

AMORCES PARTIES Q (nombre 6)

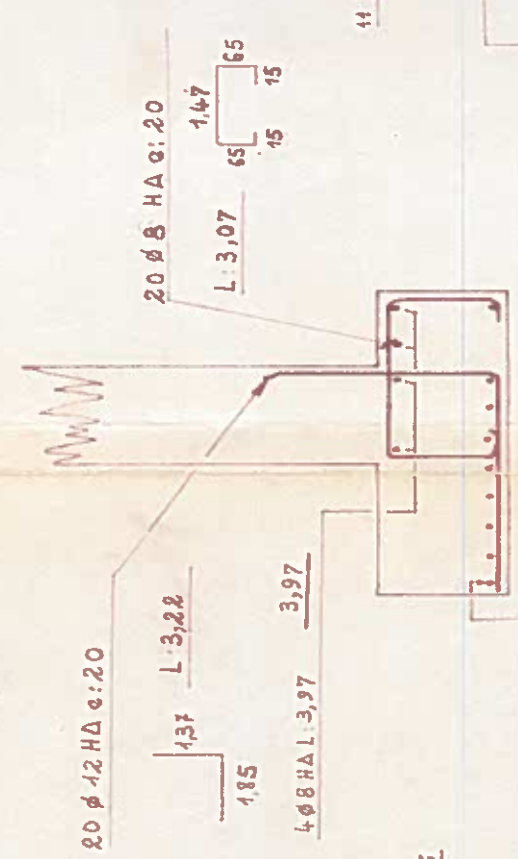
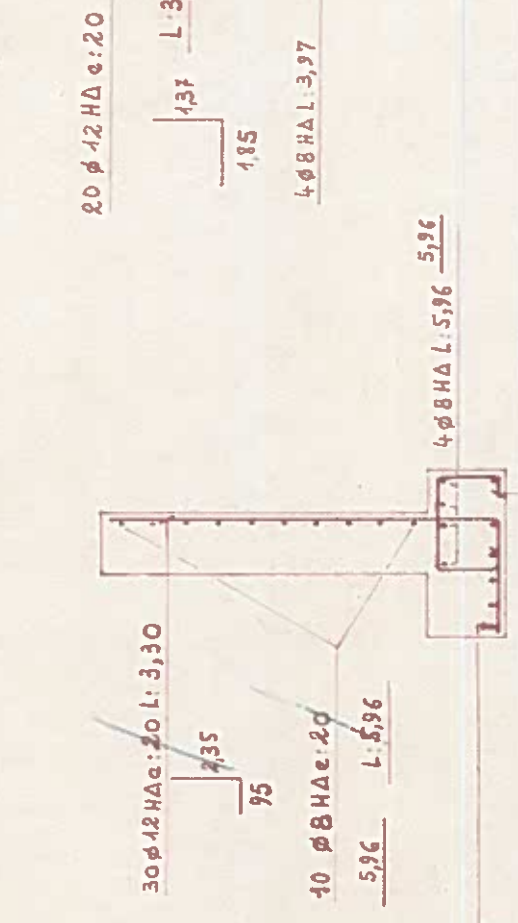
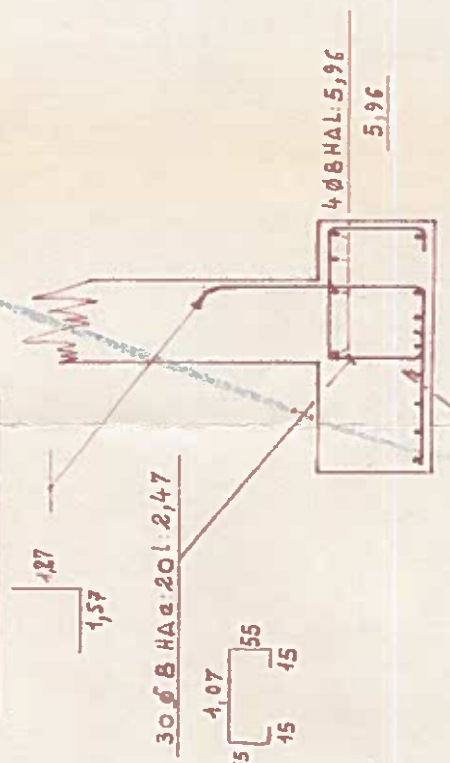
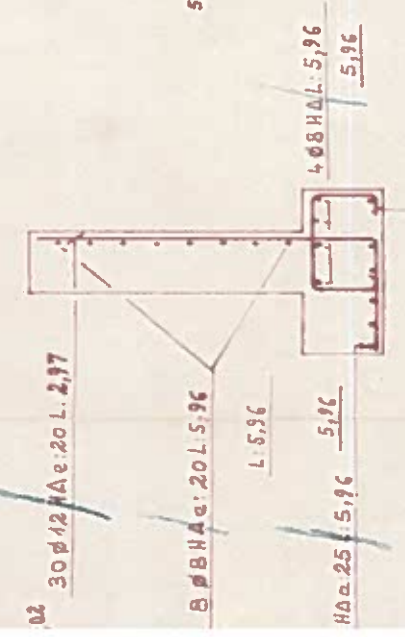
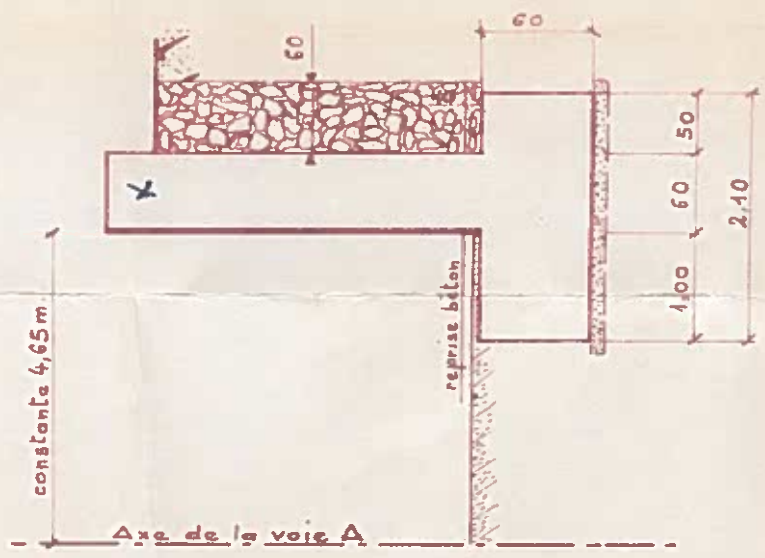
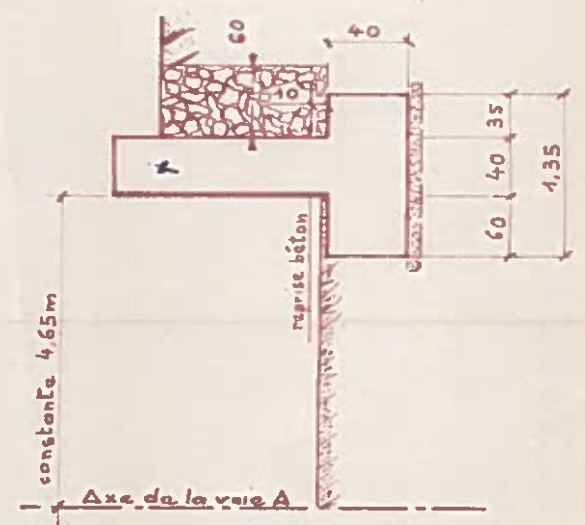
FERRAILLAGE PLOT 22

PARTIES U (nombre 2)

FERRAILLAGE SEMELLES ET

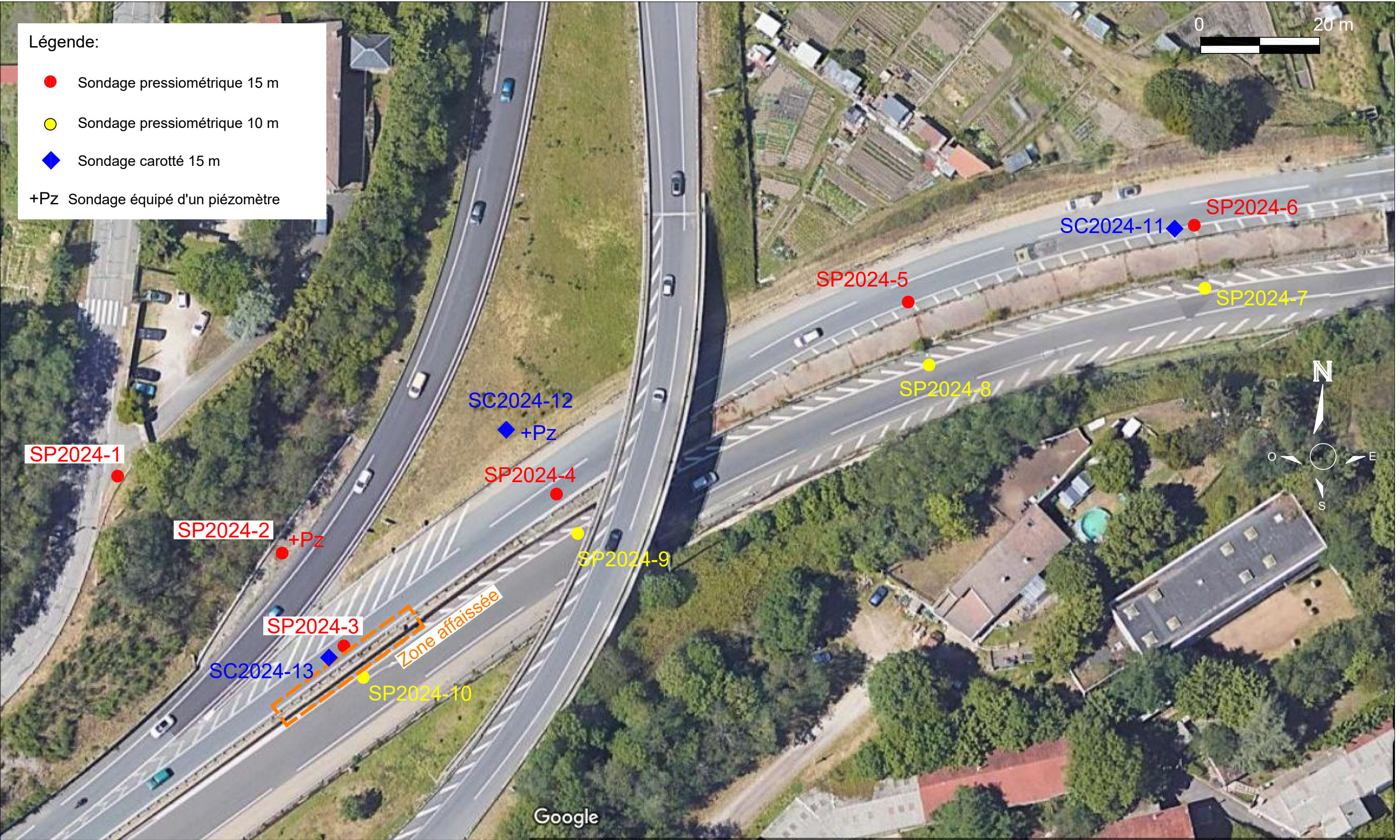
AMORCES PARTIES M (nombre 9)

FE



RN88 - Mur Terrenoire Ouest

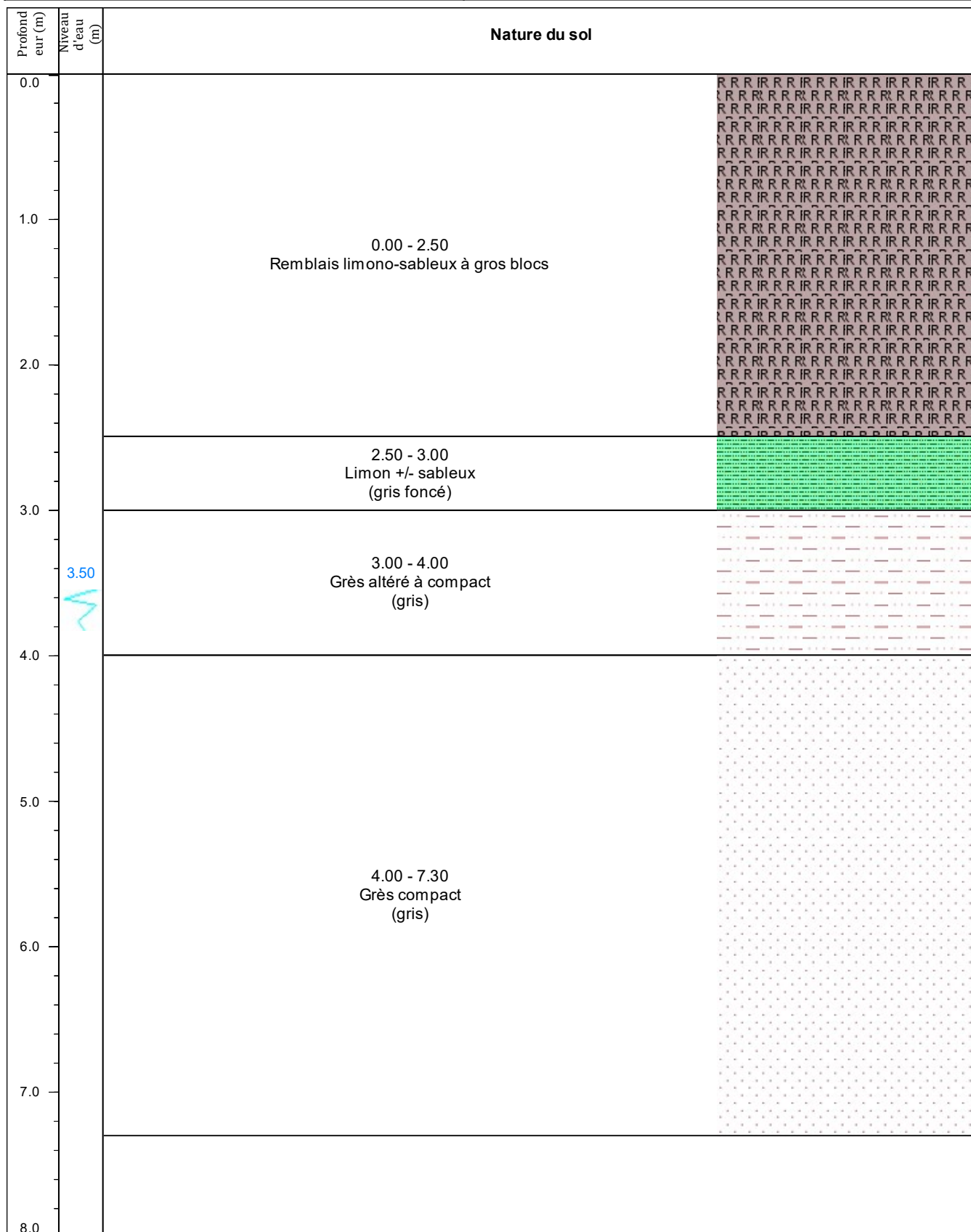
Plan d'implantation des sondages - Campagne 2024



FORAGE CAROTTE

SC2024-11

Chantier : Terrenoire (42)



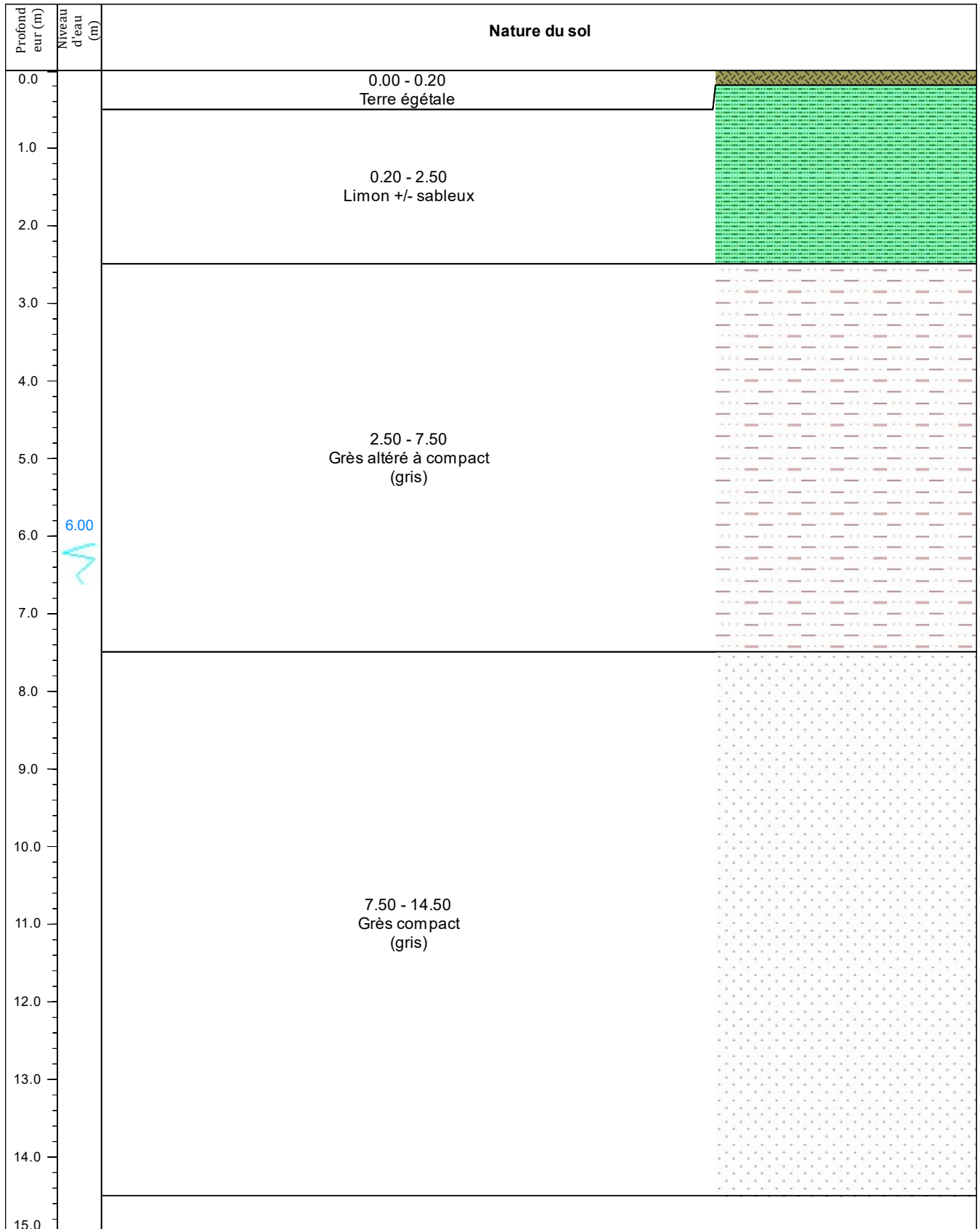
RN88 - Mur Viaduc Terrenoire Ouest

FORAGE CAROTTE

SC2024-12

Date : 04/07/2024

Chantier : Terrenoire (42)



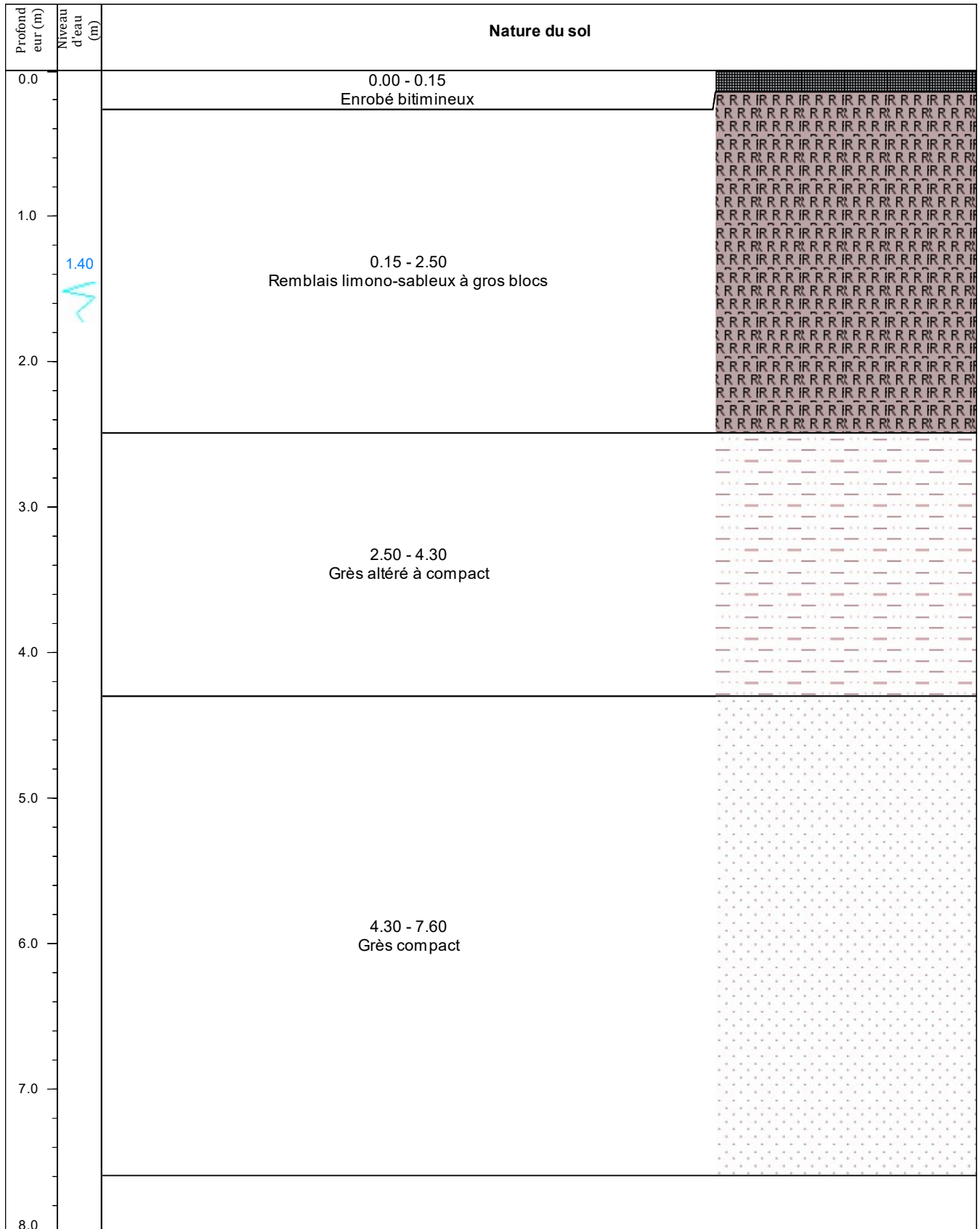
RN88 - Mur Viaduc Terrenoire Ouest

FORAGE CAROTTE

SC2024-13

Date : 01/07/2024

Chantier : Terrenoire (42)



VIII. Carottages :

VIII.1 SC 2024-11 :

0.00 à 3.00 m :



3.00 à 6.00 m :

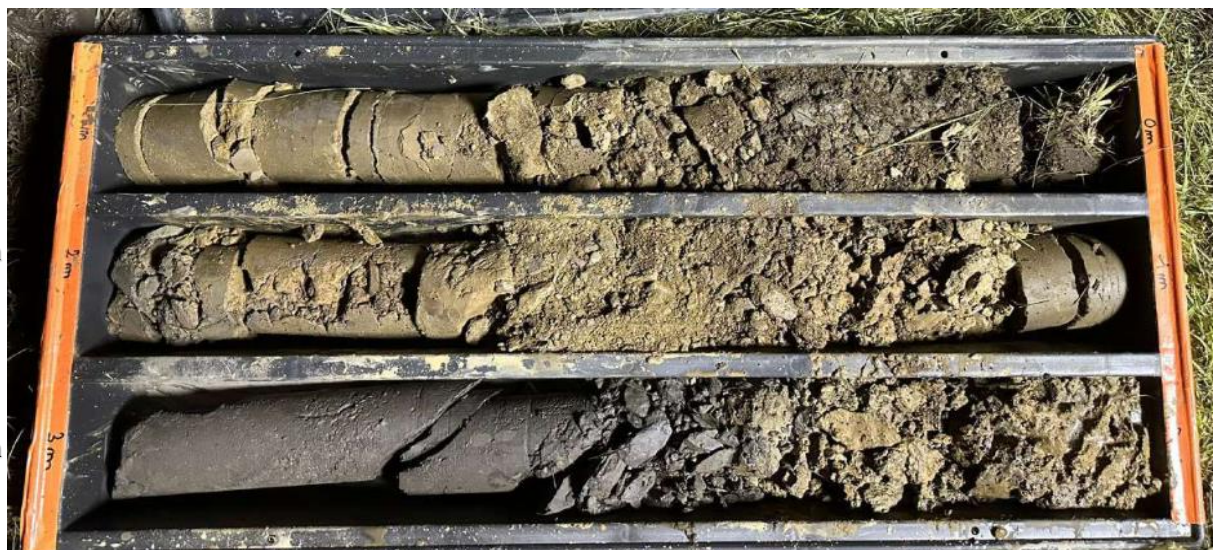


6.00 à 7.30 m :



VIII.2 SC2024-12 :

0.00 à 3.00 m :



3.00 à 6.00 m :



6.00 à 9.00 m :



9.00 à 12.00 m :



12.00 à 14.50 m :



VIII.3 SC2024-13 :

0.00 à 3.00 m :



3.00 à 4.30 m :



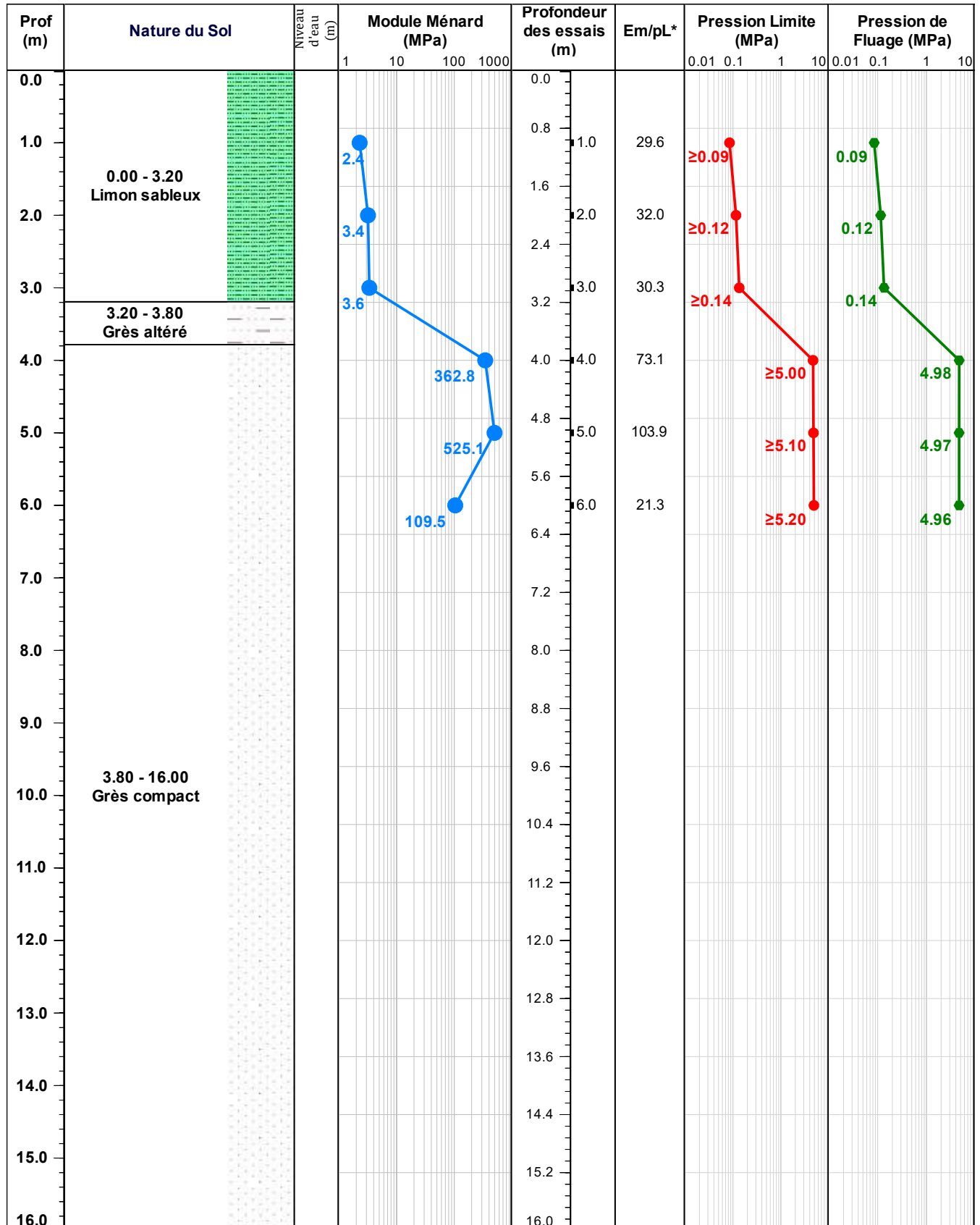
RN88 - Mur Viaduc Terrenoire Ouest

FORAGE PRESSIOMETRIQUE

SP2024-1

Date : 03/07/2024

Adresse : Terrenoire (42)



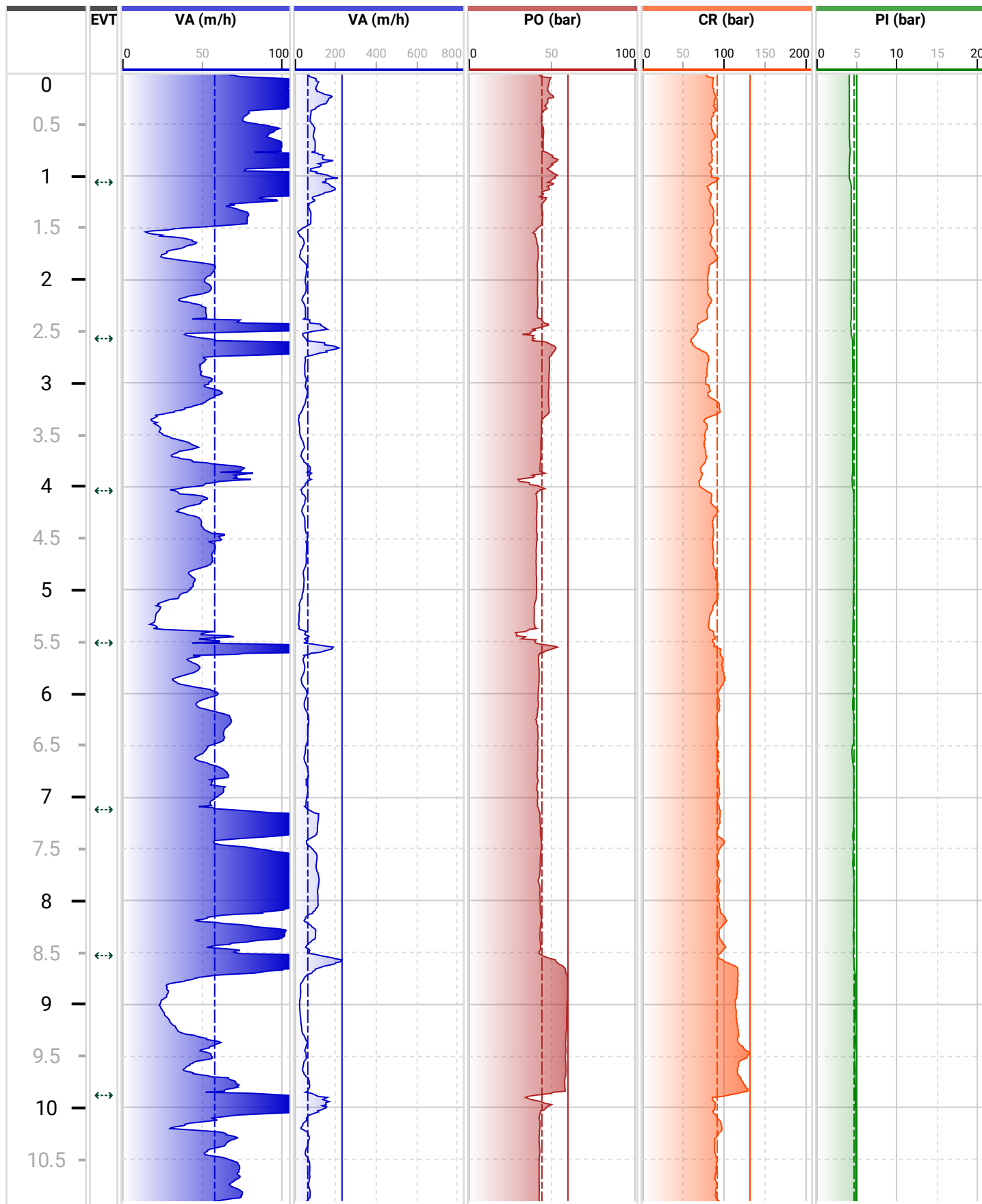


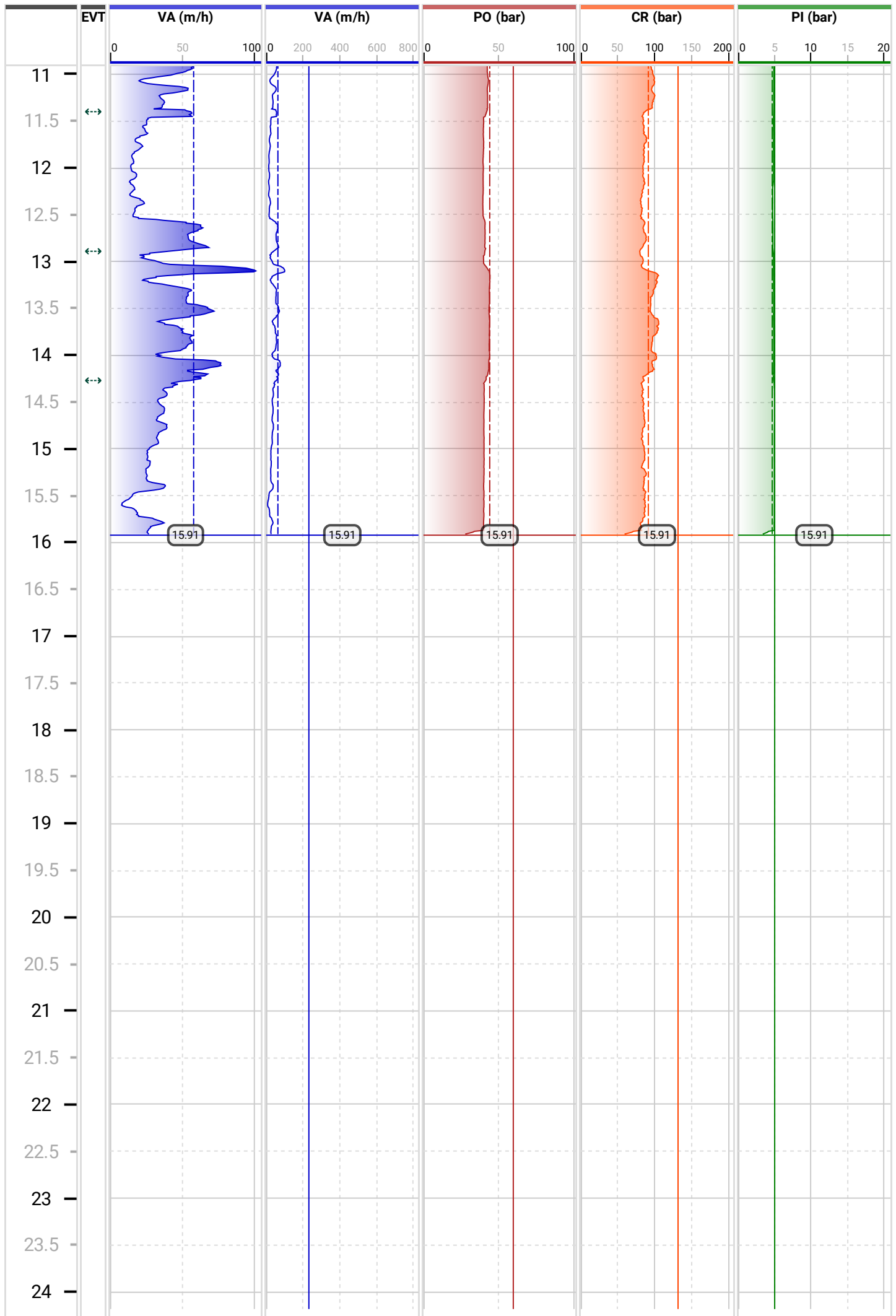
Forage
SP2024_1
Machine
TERRAMO 2.8
Outil de forage
Taillant à boutons (rotopercussion)
Diamètre de l'outil
66 mm

Dossier
RN 88

Paramètres de forage

Date de début	Cote début	Localisation GPS (lat, lon)
02/07/2024	0 m	Altitude GPS
Date de fin	Cote fin	Inclinaison X/Y
03/07/2024	15.91 m	/
Durée de foration	Longueur	
47 min 57 s	15.91 m	





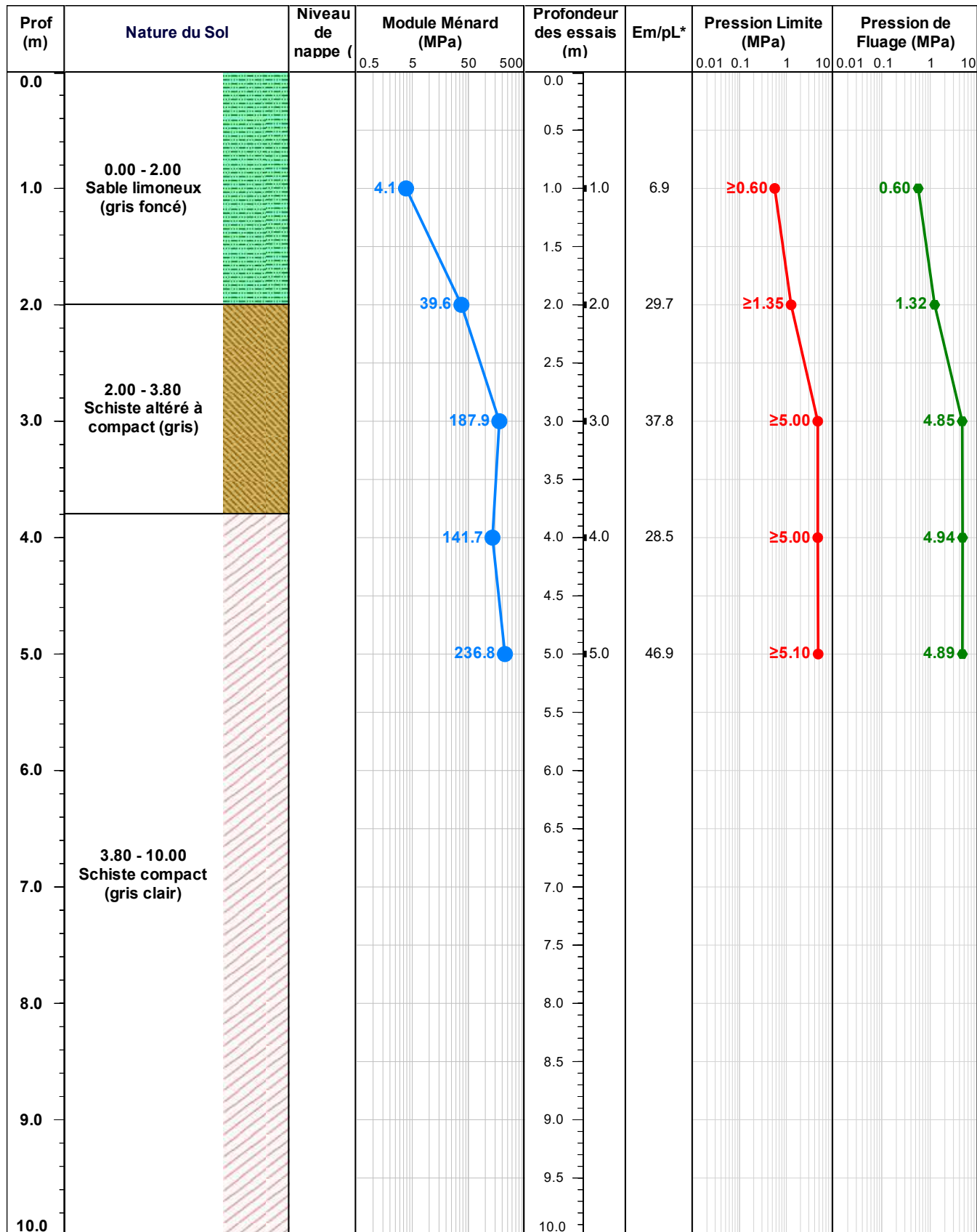
RN88 - Mur Viaduc Terrenoire Ouest

FORAGE PRESSIOMETRIQUE

SP2024-2

Date : 23/05/2024

Adresse : Terrenoir (42)



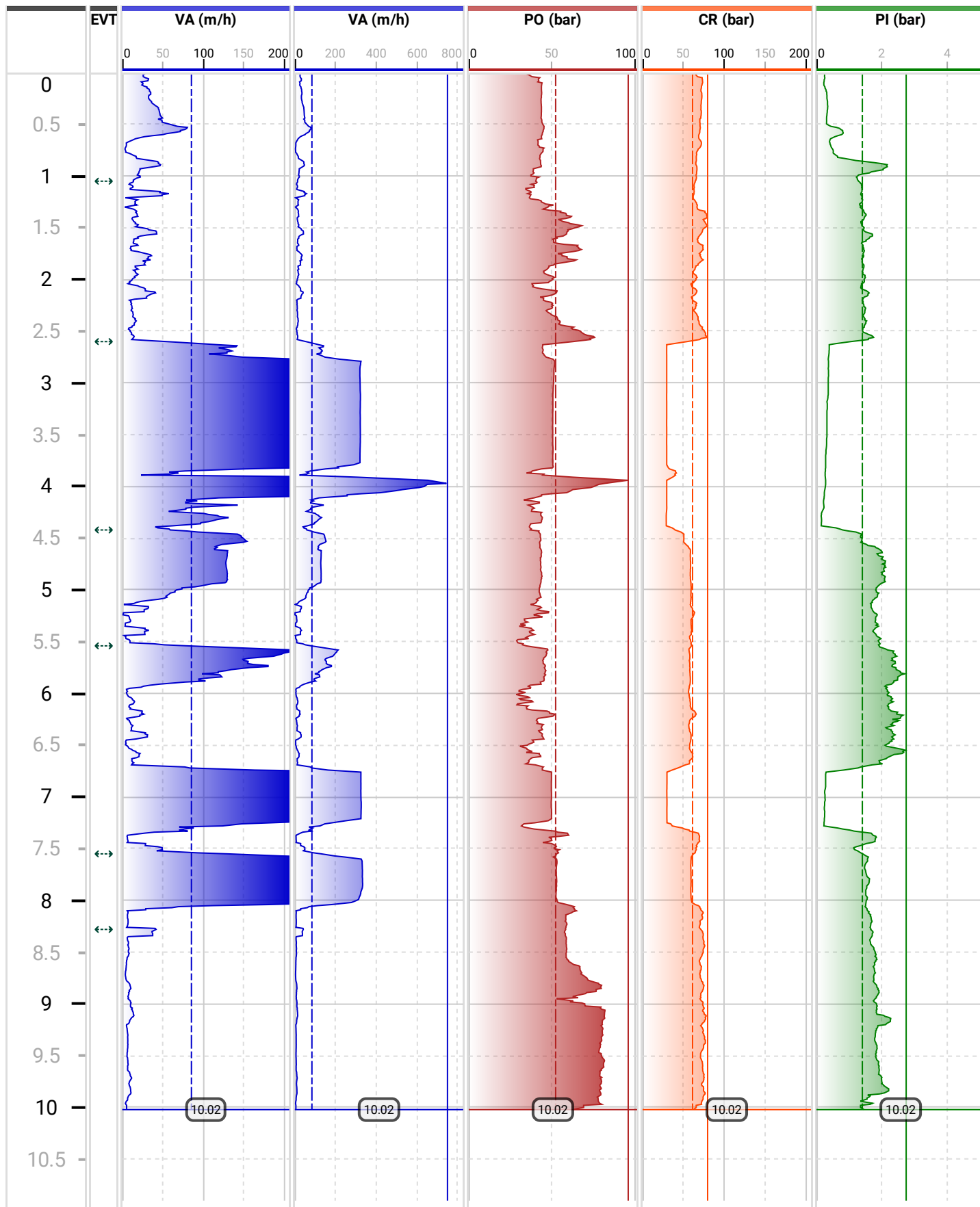


Forage
SP2024-2
Machine
TERRAMO 2.8
Outil de forage
Taillant à boutons (rotopercussion)
Diamètre de l'outil
66 mm

Dossier
RN 88

Paramètres de forage

Date de début	Cote début	Localisation GPS (lat, lon)
23/05/2024	0 m	Altitude GPS : 538.07 m NGF
Date de fin	Cote fin	Inclinaison X/Y
24/05/2024	10.02 m	/
Durée de foration	Longueur	
2 h 35 min 54 s	10.02 m	



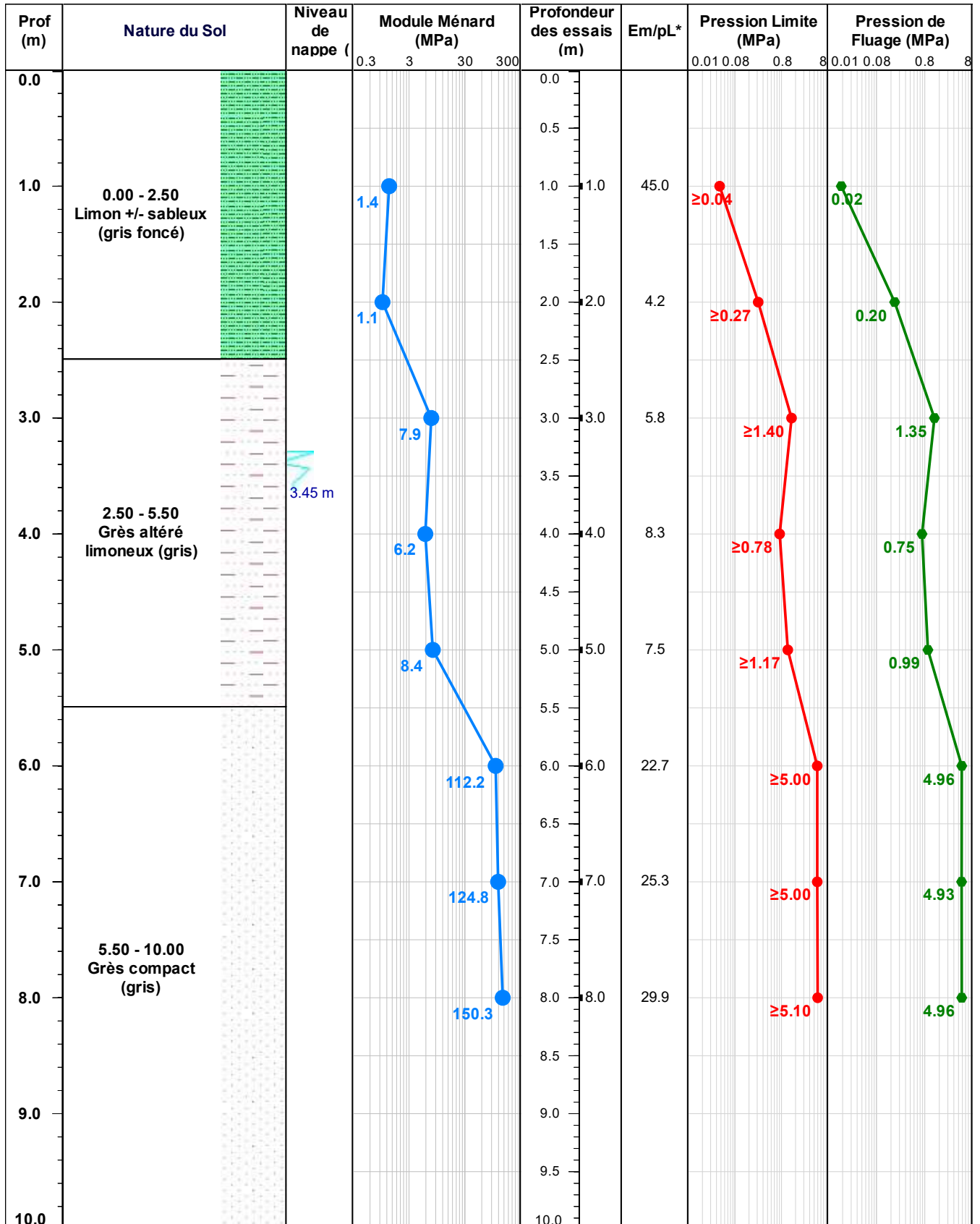
RN88 - Mur Viaduc Terrenoire Ouest

FORAGE PRESSIOMETRIQUE

SP2024-3

Date : 29/05/2024

Adresse : Terrenoire (42)



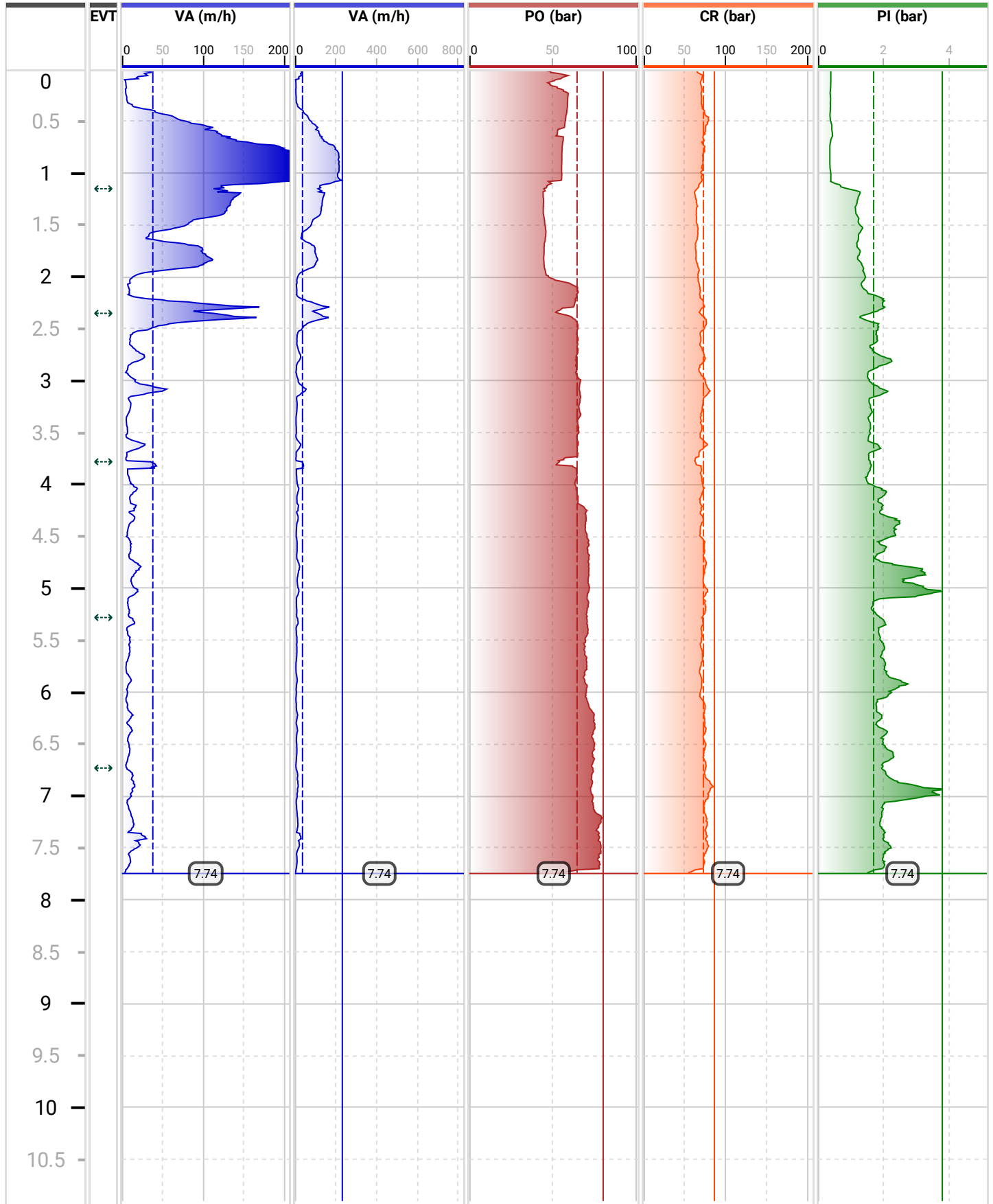


Forage
SP2024-3
Machine
TERRAMO 2.8
Outil de forage
Tricône
Diamètre de l'outil
66 mm

Date de début
27/05/2024
Date de fin
30/05/2024
Durée de foration
48 min 49 s

Paramètres de forage
Cote début 0 m
Cote fin 7.74 m
Longueur 7.74 m
Localisation GPS (lat, lon)
Altitude GPS : 539.14 m NGF
Inclinaison X/Y
/

Dossier
RN 88



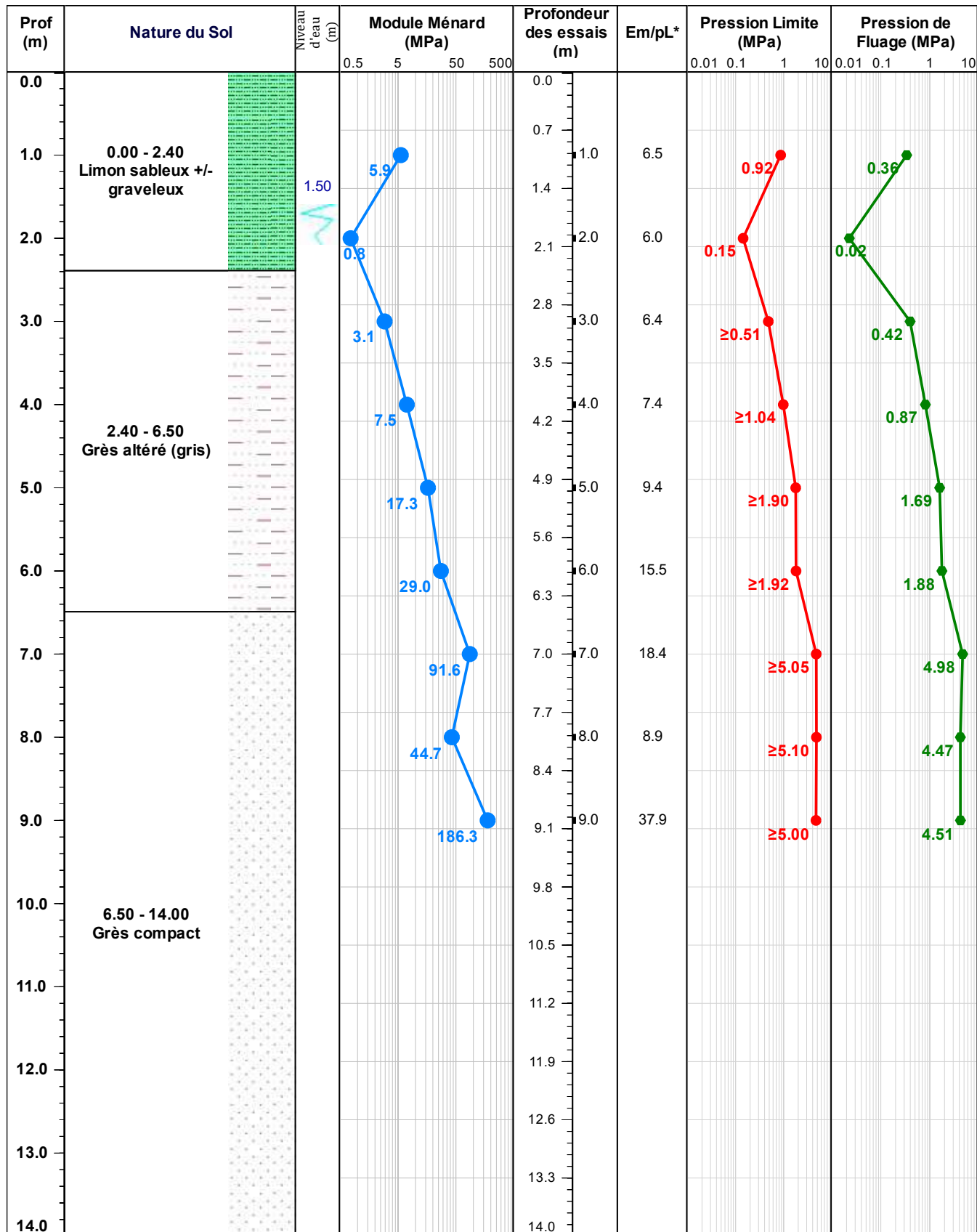
RN88 - Mur Viaduc Terrenoire Ouest

FORAGE PRESSIOMETRIQUE

SP2024-4

Date : 26/06/2024

Adresse : Terrenoire (42)



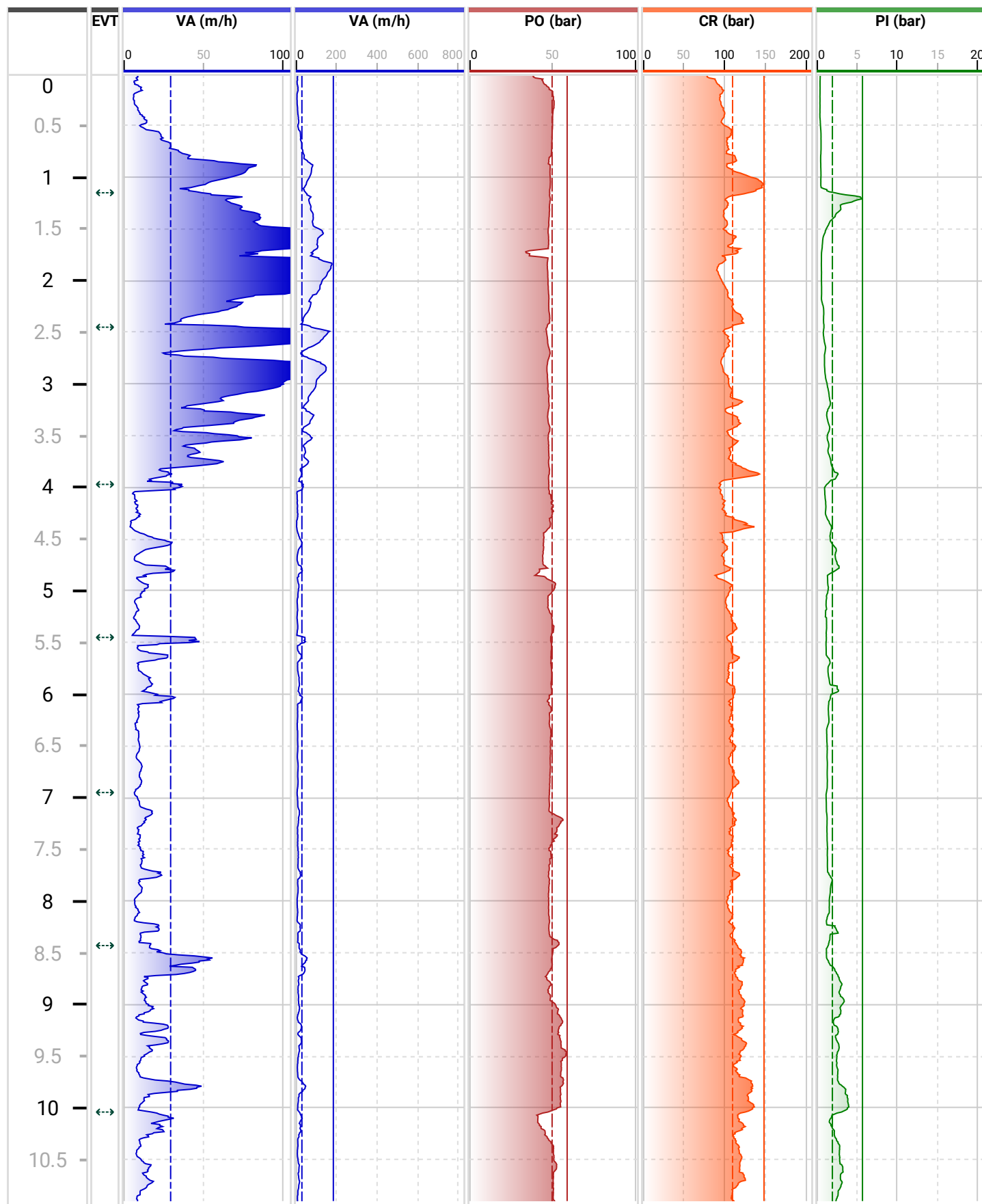


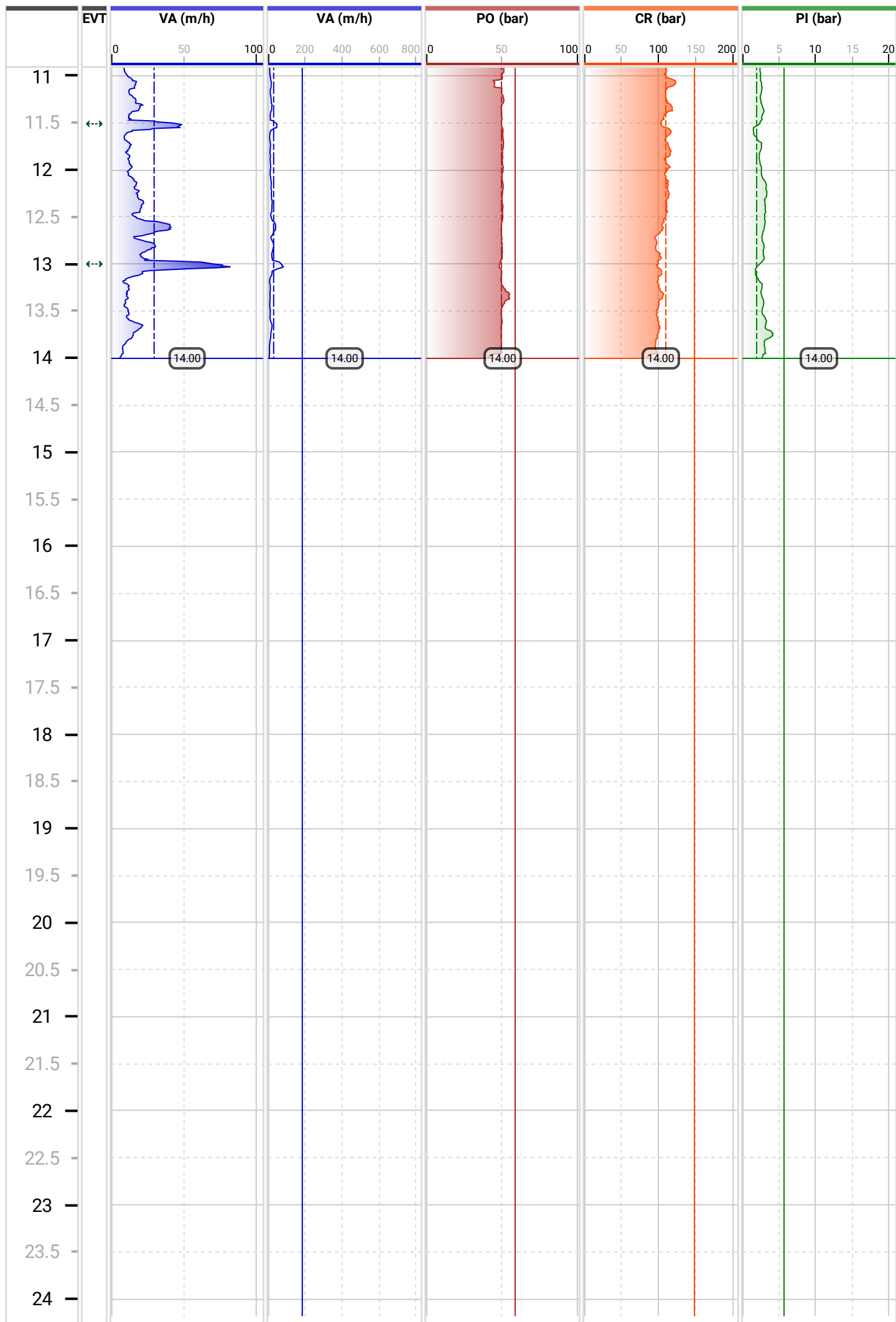
Forage
SP2024_4
Machine
TERRAMO 2.8
Outil de forage
Tricône
Diamètre de l'outil
66 mm

Date de début
26/06/2024
Date de fin
02/07/2024
Durée de foration
1 h 37 min 2 s

Paramètres de forage
Cote début 0 m
Cote fin 14 m
Longueur 14 m
Localisation GPS (lat, lon)
Altitude GPS : 540.89 m NGF
Inclinaison X/Y
/

Dossier
RN 88





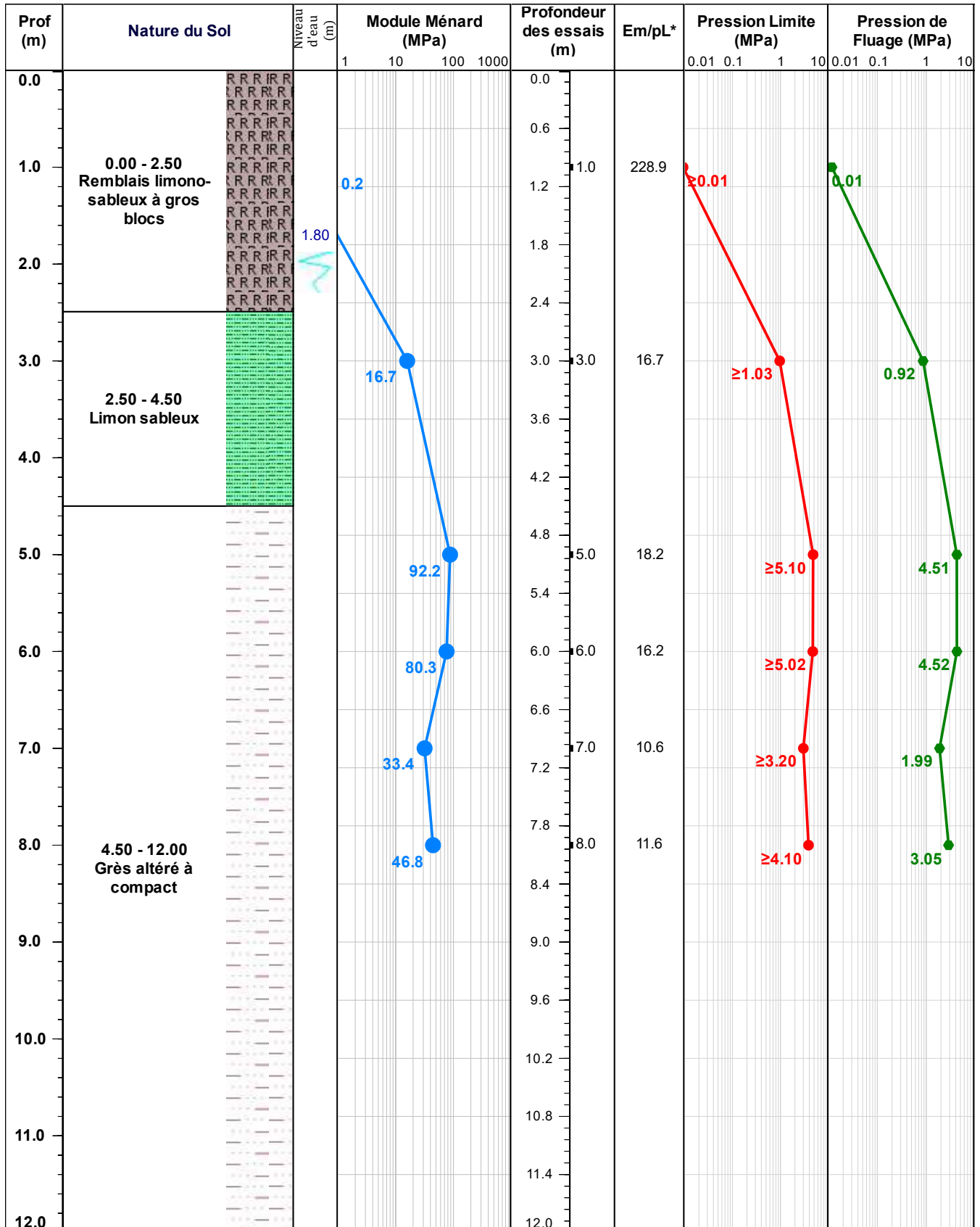
RN88 - Mur Viaduc Terrenoire Ouest

FORAGE PRESSIOMETRIQUE

SP2024-5

Date : 04/07/2024

Adresse : Terrenoire (42)



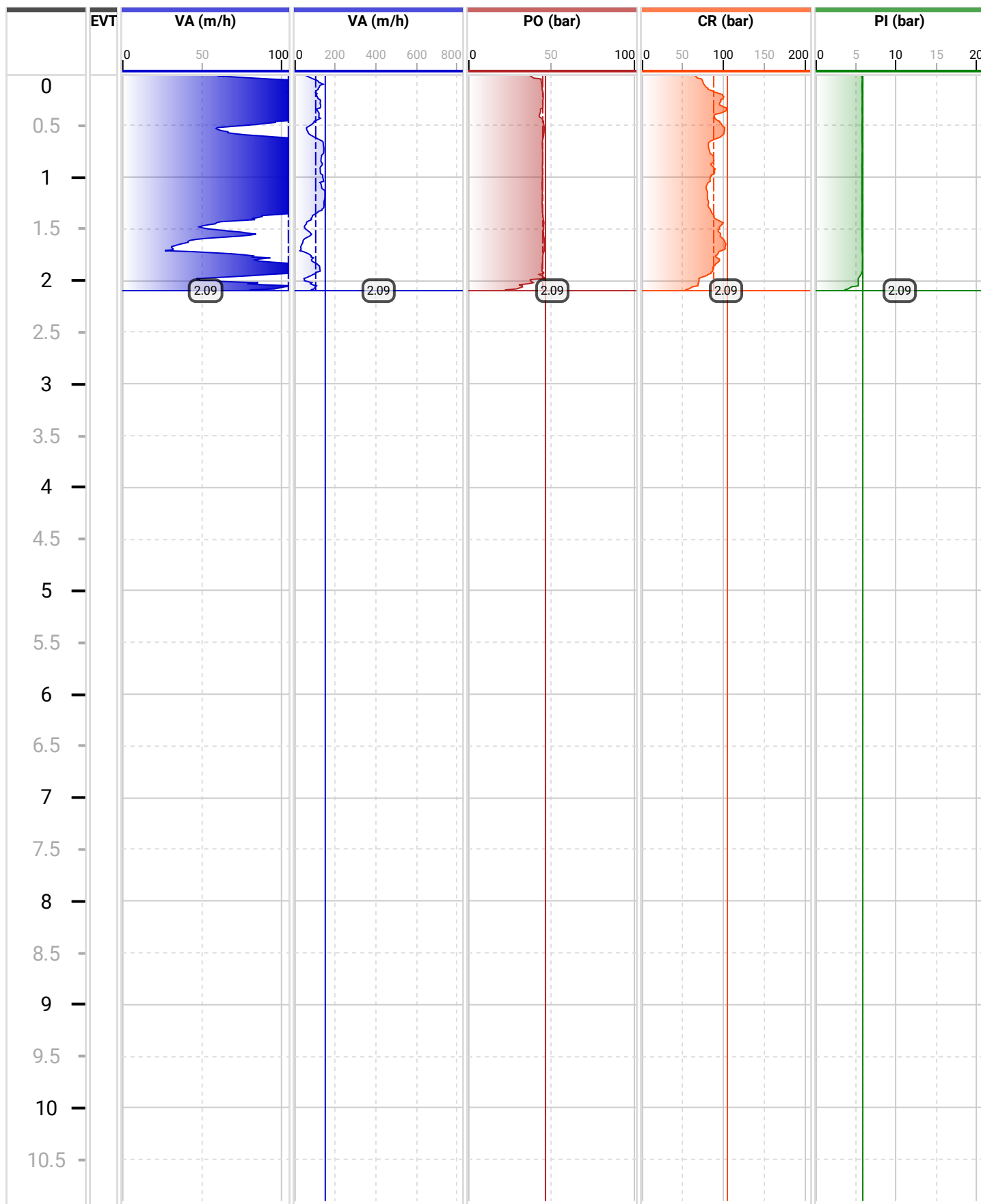


Forage
SP2024_5
Machine
TERRAMO 2.8
Outil de forage
Taillant à boutons (rotopercussion)
Diamètre de l'outil
66 mm

Paramètres de forage

Date de début	Cote début	Localisation GPS (lat, lon)
04/07/2024	0 m	Altitude GPS : 536.83 m NGF
Date de fin	Cote fin	Inclinaison X/Y
08/07/2024	2.09 m	/
Durée de foration	Longueur	
11 min 57 s	2.09 m	

RN 88



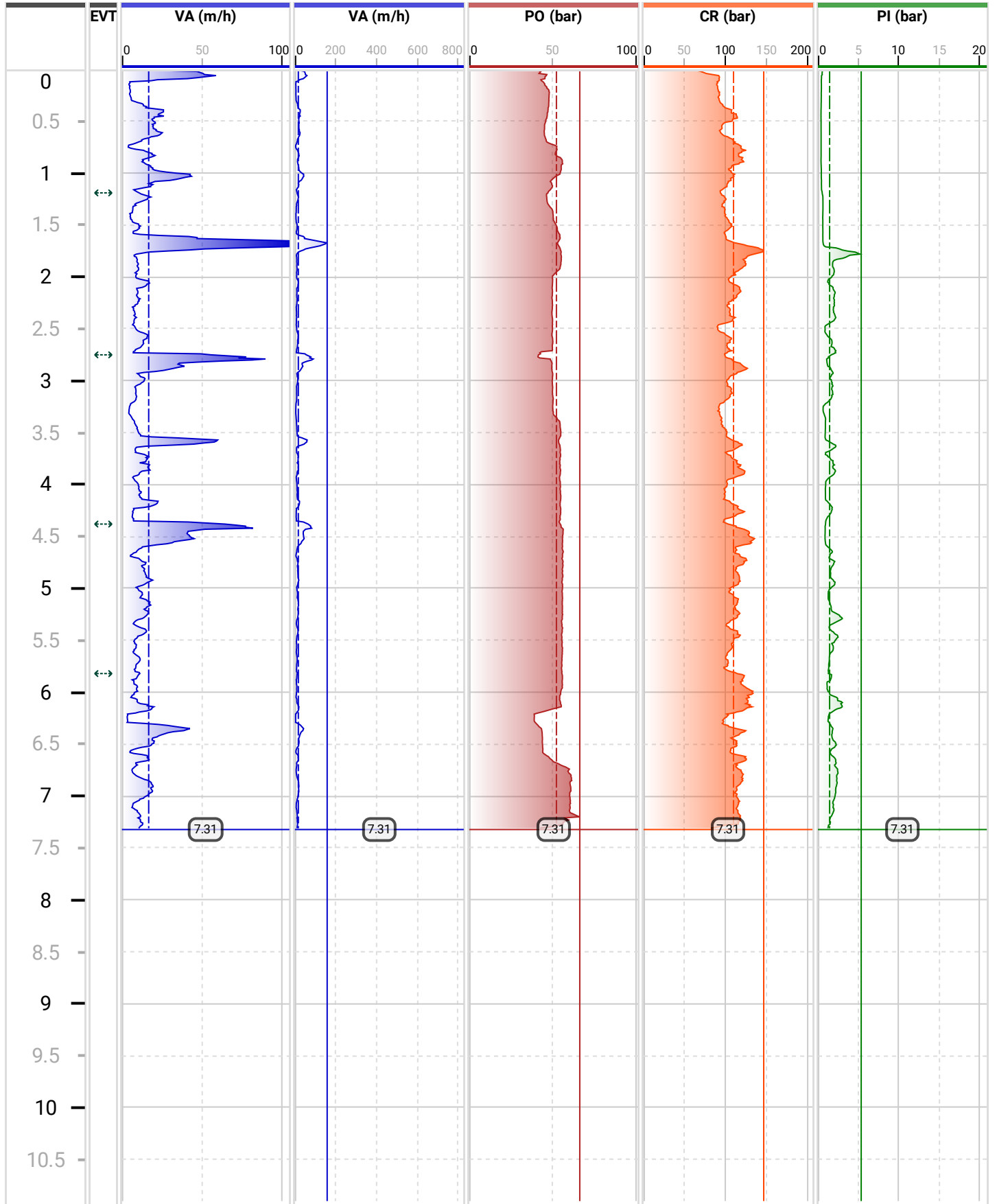


Dossier
RN 88

Forage
SP2024_6
Machine
TERRAMO 2.8
Outil de forage
Tricône
Diamètre de l'outil
66 mm

Paramètres de forage

Date de début	Cote début	Localisation GPS (lat, lon)
25/06/2024	0 m	Altitude GPS : 535.52 m NGF
Date de fin	Cote fin	Inclinaison X/Y
26/06/2024	7.31 m	/
Durée de foration	Longueur	
2 h 19 min 12 s	7.31 m	



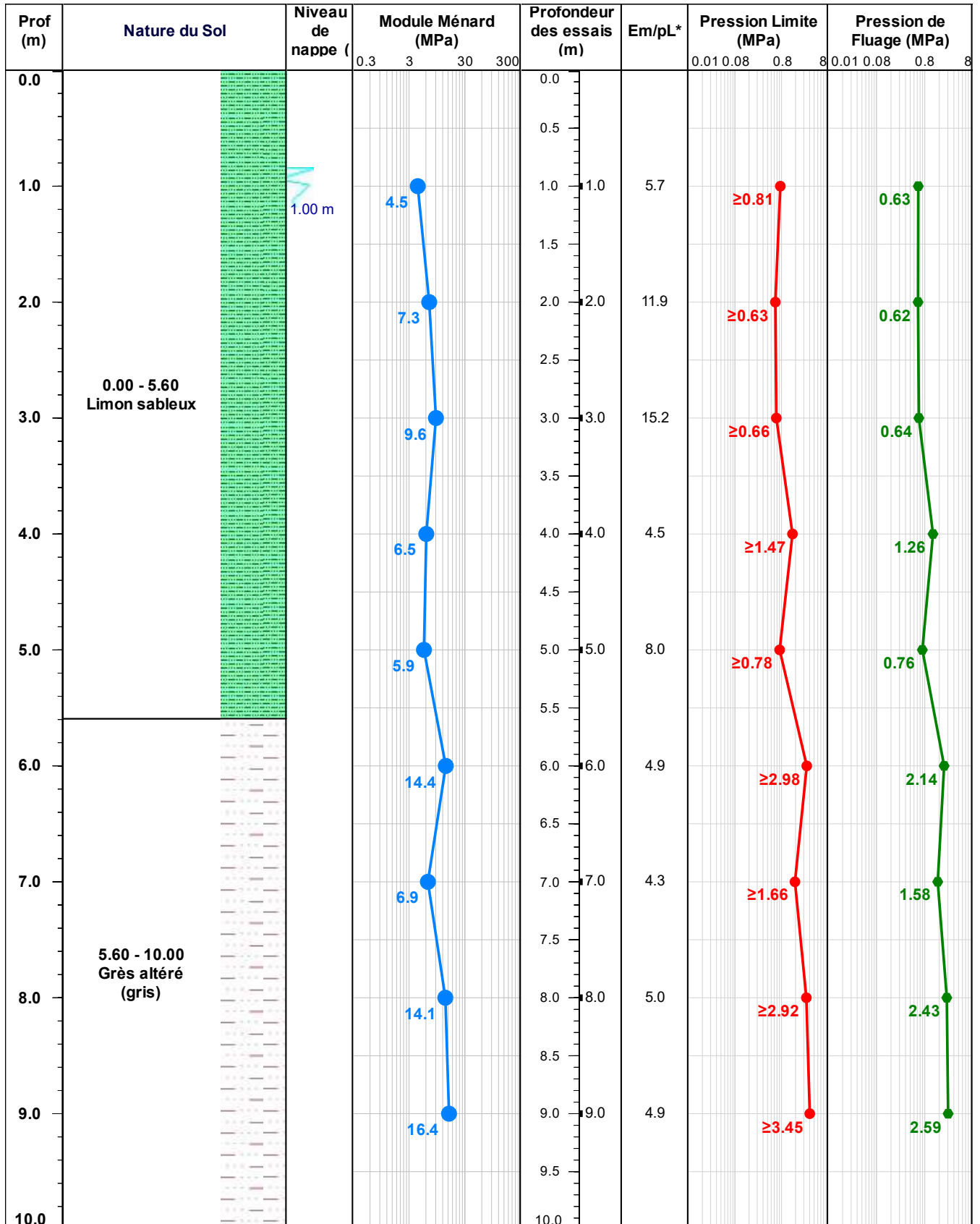
RN88 - Mur Viaduc Terrenoire Ouest

FORAGE PRESSIOMETRIQUE

SP2024-7

Date : 11/06/2024

Adresse : Terrenoire (42)





Dossier
RN 88

Forage
SP2024-7
Machine
TERRAMO 2.8
Outil de forage
Tricône
Diamètre de l'outil
66 mm

Paramètres de forage

Date de début

12/06/2024

Date de fin

13/06/2024

Durée de foration

2 h 41 min 39 s

Cote début

0 m

Cote fin

10.09 m

Longueur

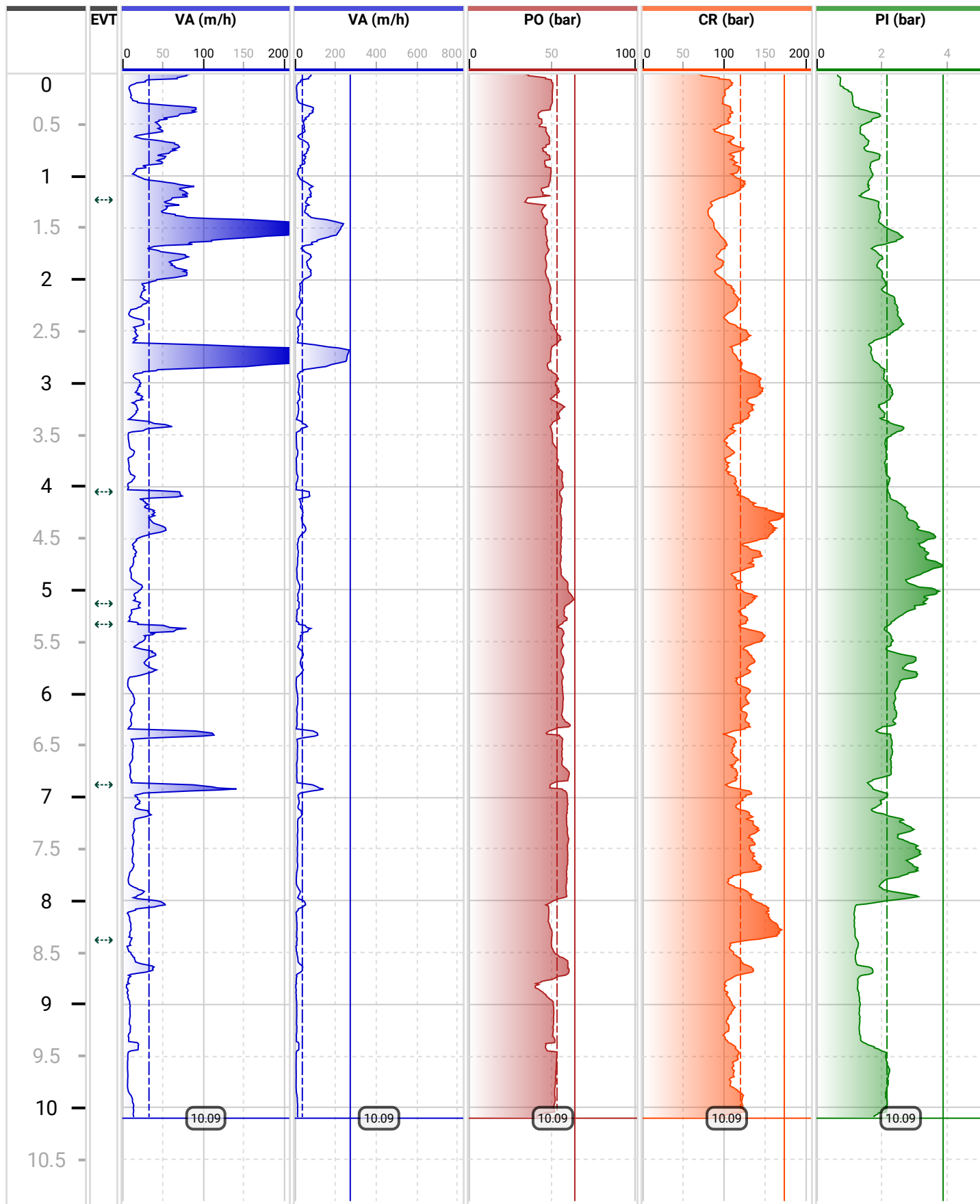
10.09 m

Localisation GPS (lat, lon)

Altitude GPS : 529.00 m NGF

Inclinaison X/Y

/



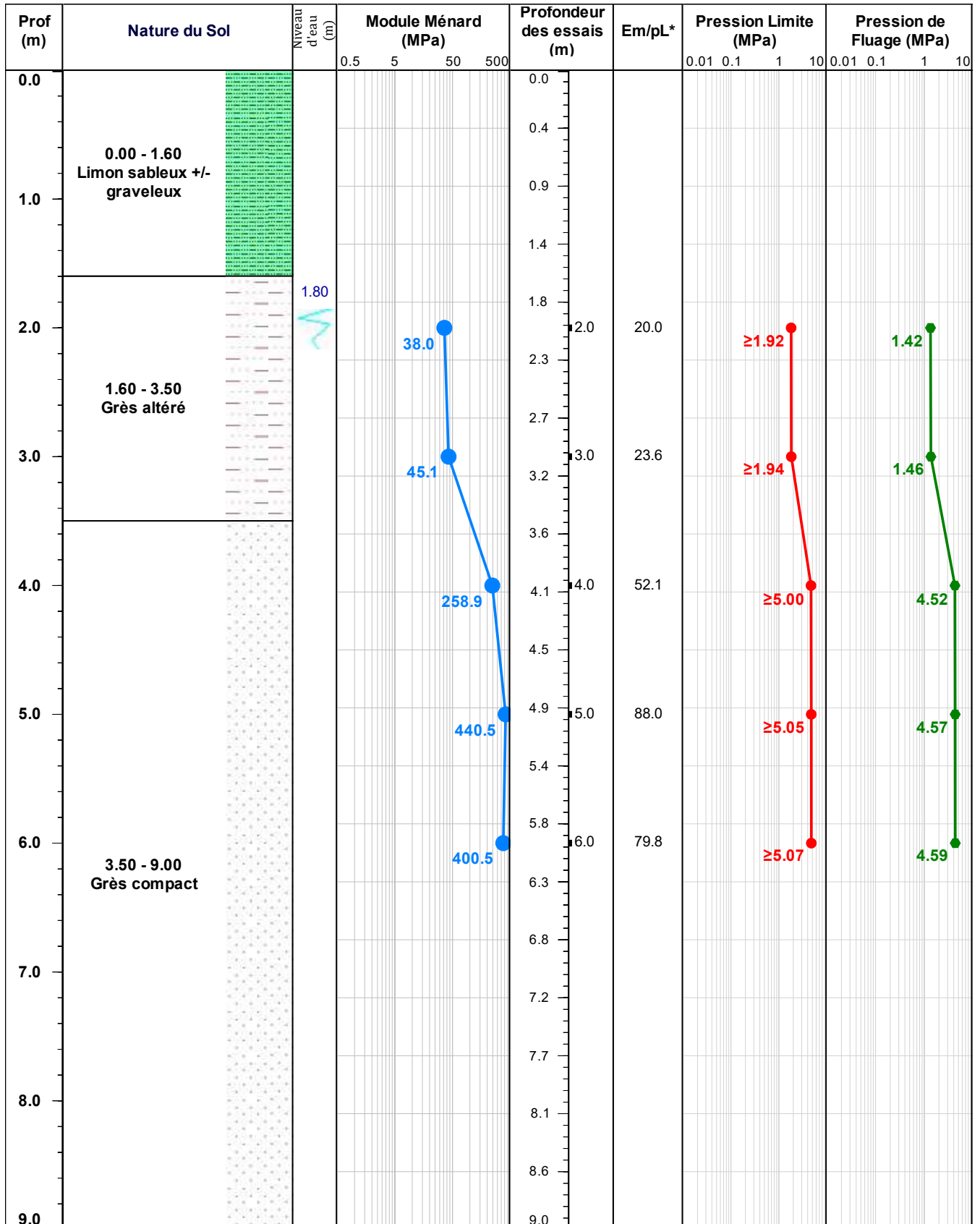
RN88 - Mur Viaduc Terrenoire Ouest

FORAGE PRESSIOMETRIQUE

SP2024-8

Date : 08/07/2024

Adresse : Terrenoire (42)



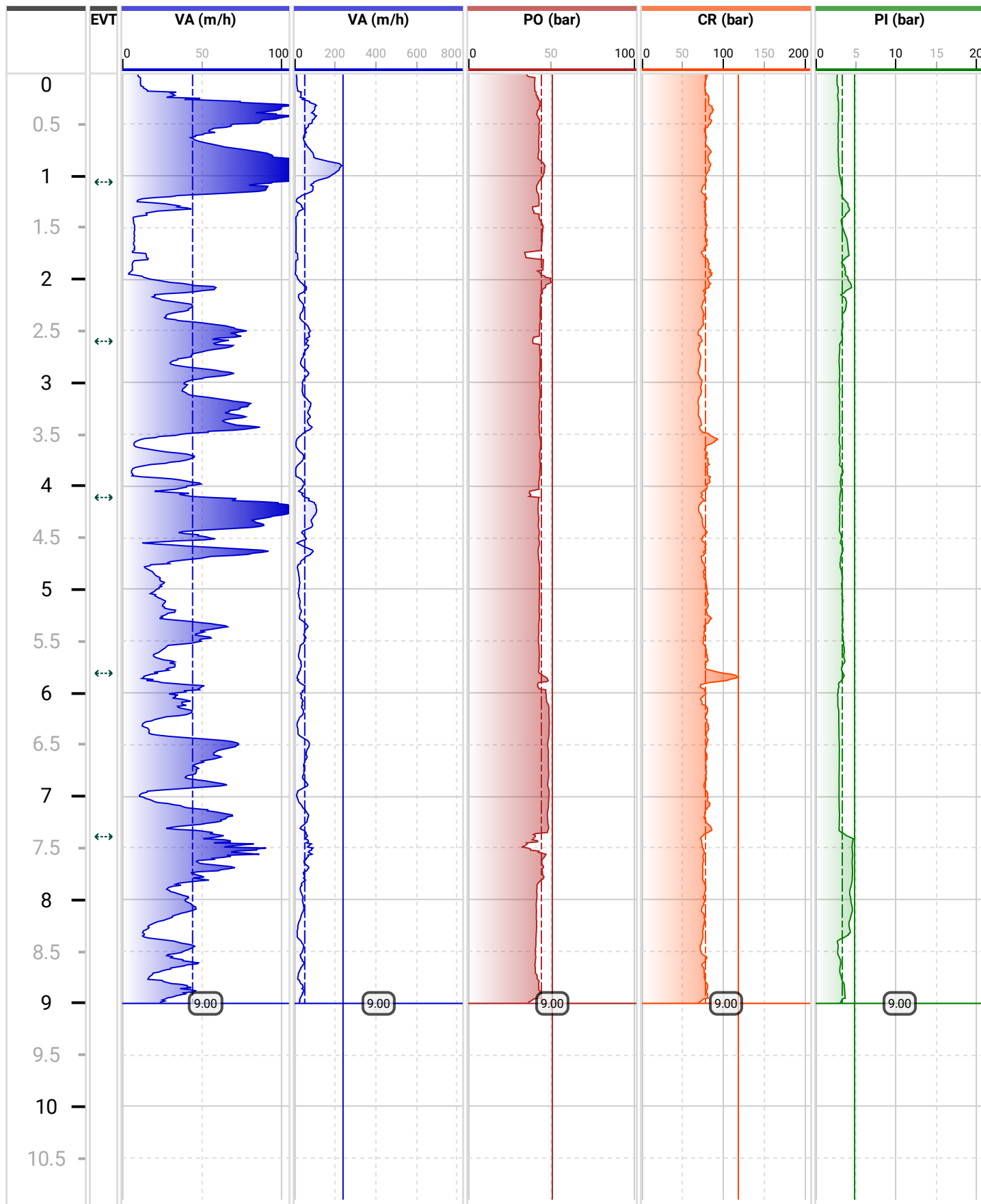


Forage
SP2024-8
Machine
TERRAMO 2.8
Outil de forage
Taillant à boutons (rotopercussion)
Diamètre de l'outil
66 mm

Dossier
RN 88

Paramètres de forage

Date de début	Cote début	Localisation GPS (lat, lon)
08/07/2024	0 m	Altitude GPS
Date de fin	Cote fin	Inclinaison X/Y
09/07/2024	9 m	/
Durée de foration	Longueur	
19 min 7 s	9 m	



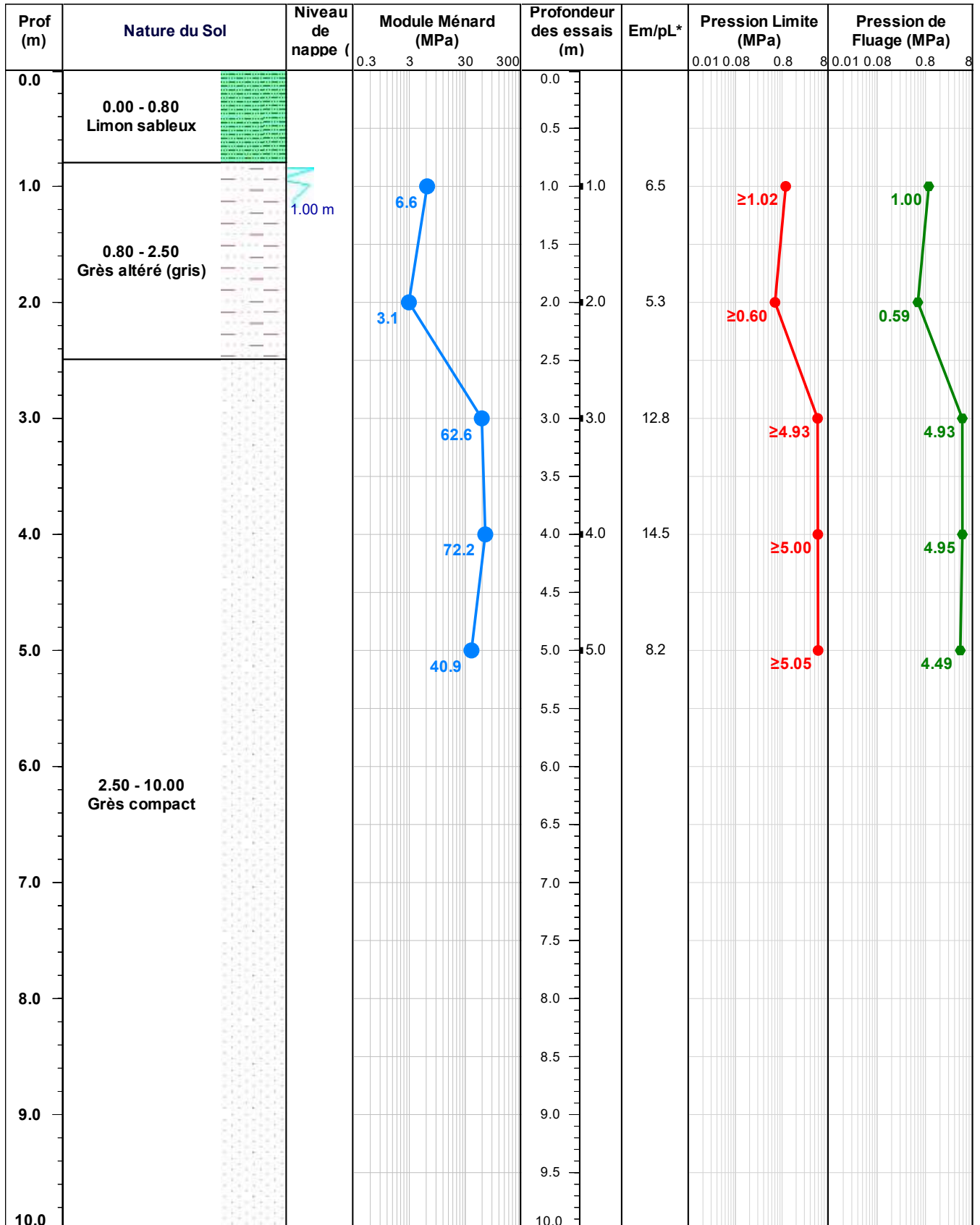
RN88 - Mur Viaduc Terrenoire Ouest

FORAGE PRESSIOMETRIQUE

SP2024-9

Date : 10/06/2024

Adresse : Terrenoire (42)



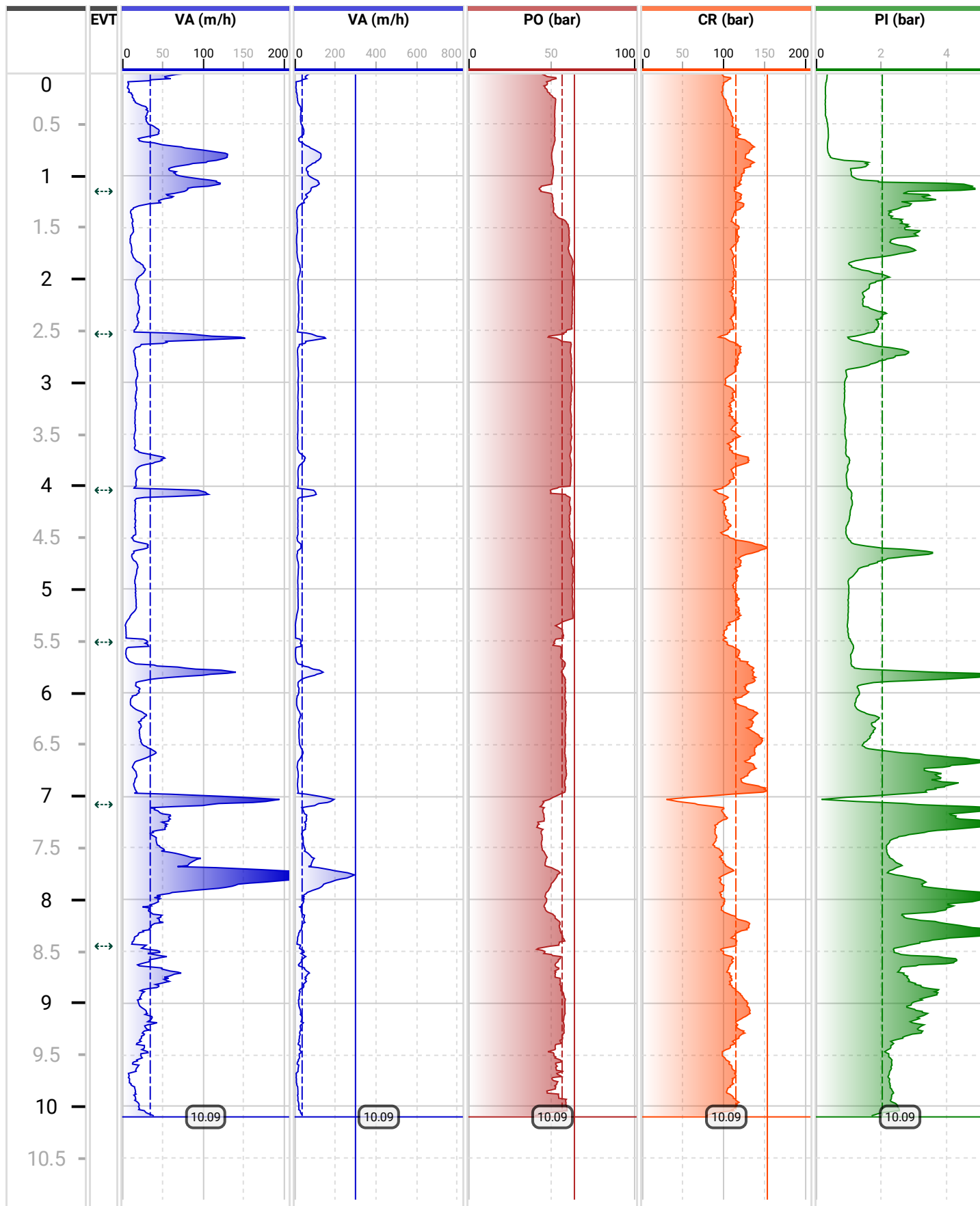


Forage
SP2024-9
Machine
TERRAMO 2.8
Outil de forage
Tricône
Diamètre de l'outil
66 mm

Date de début
10/06/2024
Date de fin
11/06/2024
Durée de foration
1 h 41 min 51 s

Paramètres de forage
Cote début
0 m
Cote fin
10.09 m
Longueur
10.09 m
Localisation GPS (lat, lon)
Altitude GPS : **539.44 m NGF**
Inclinaison X/Y
/

Dossier
RN 88



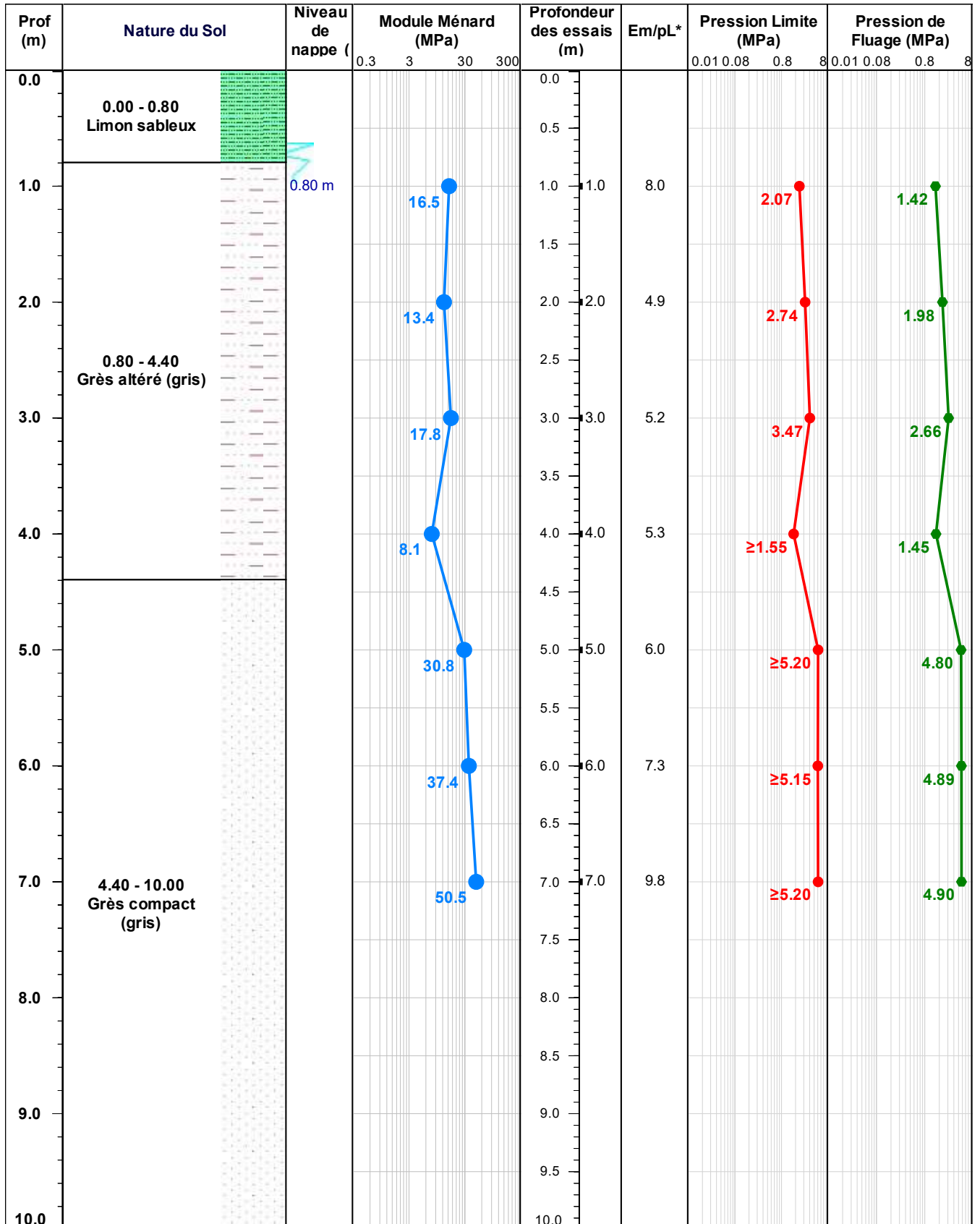
RN88 - Mur Viaduc Terrenoire Ouest

FORAGE PRESSIOMETRIQUE

SP2024-10

Date : 05/06/2024

Adresse : Terrenoire (42)





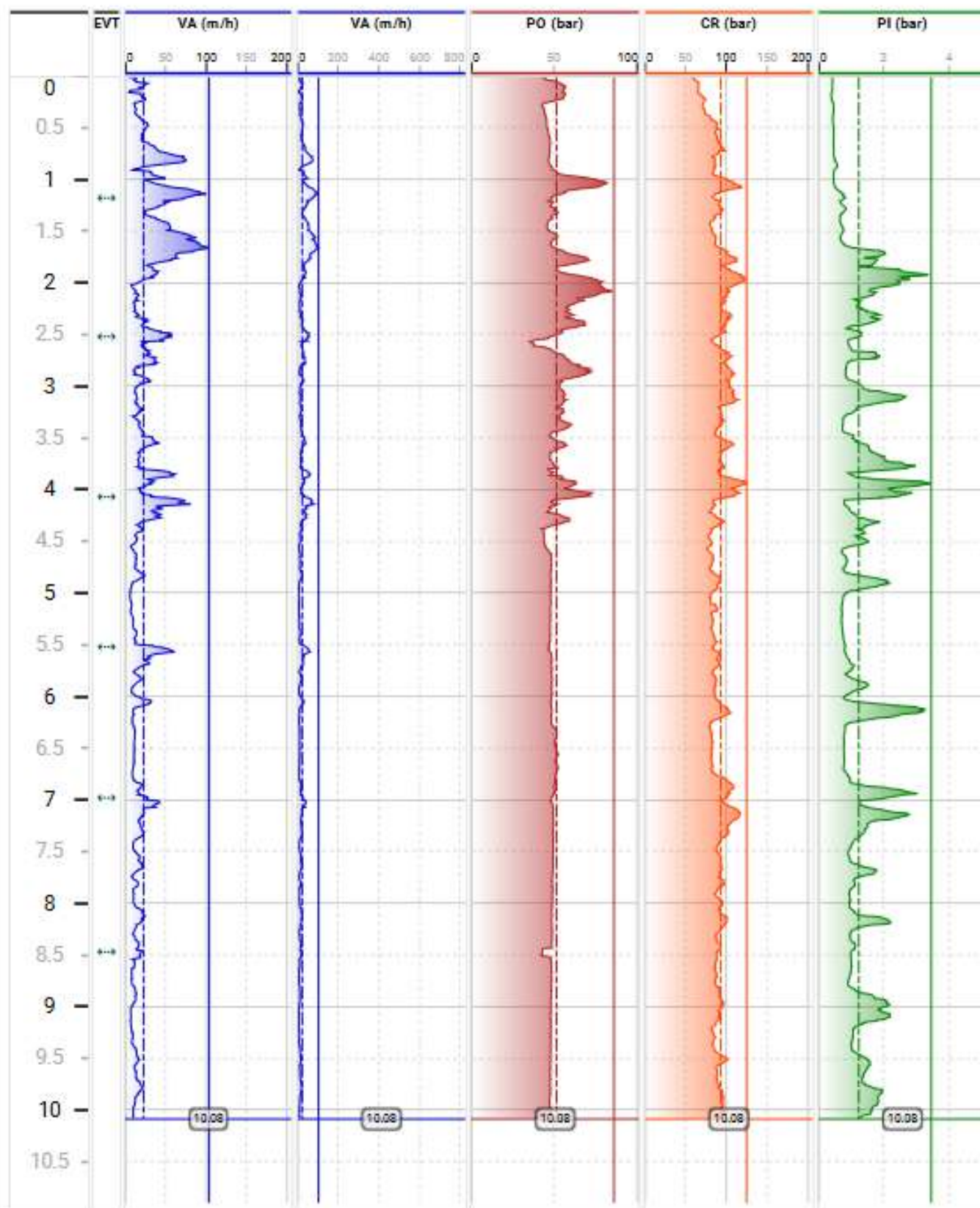
Dossier
RN 88

Forage
SP2024_10
Machine
TERRAMO 2.8
Outil de forage
Tricône
Diamètre de l'outil
66 mm

Date de début
05/06/2024
Date de fin
06/06/2024
Durée de foration
2 h 59 min 40 s

Paramètres de forage

Cote début
0 m
Date de début
05/06/2024
Date de fin
06/06/2024
Durée de foration
2 h 59 min 40 s
Cote fin
10.08 m
Longueur
10.08 m
Localisation GPS (lat, lon)
Altitude GPS
Inclinaison X/Y
/

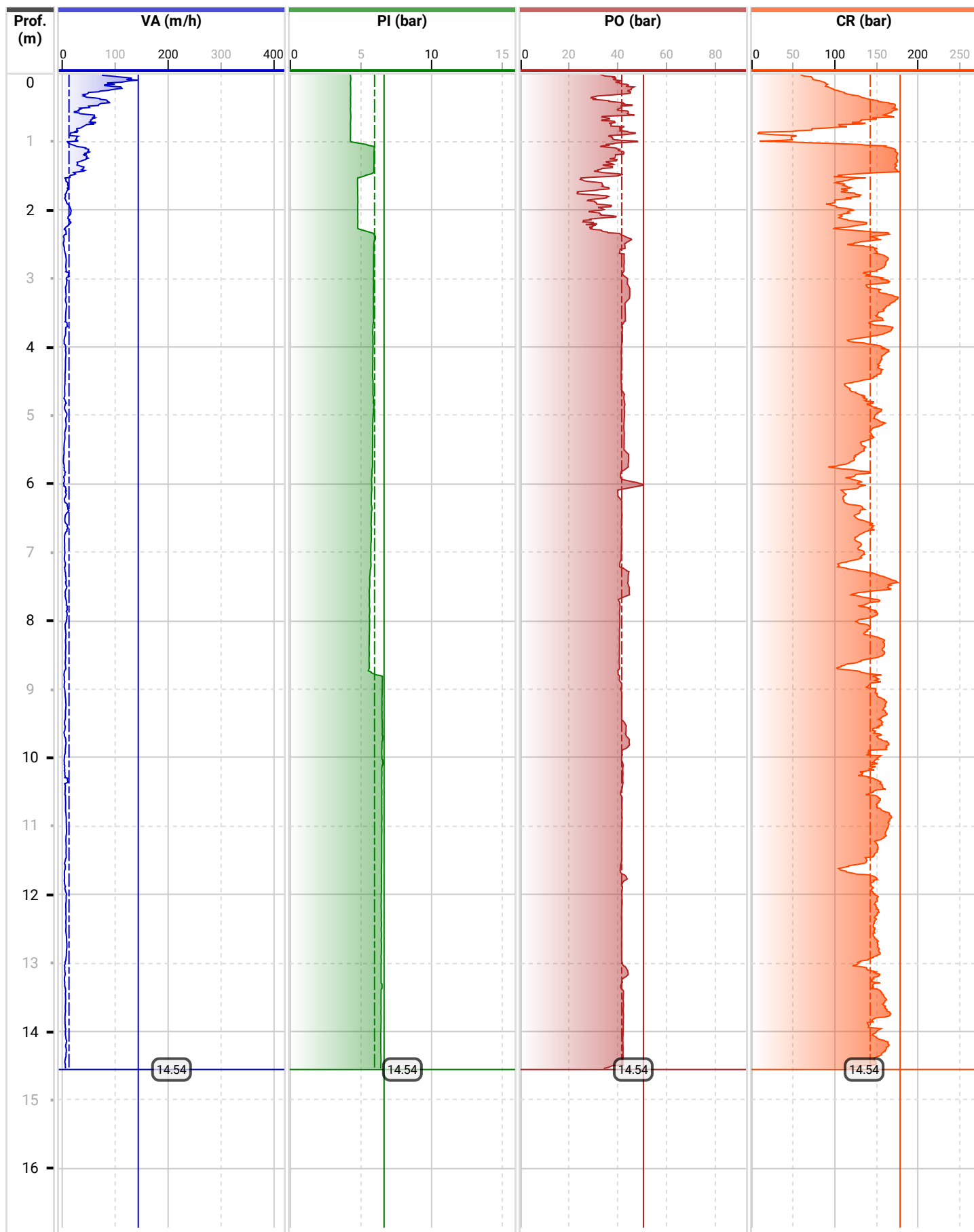




Forage
SC2024_12
Machine
205
Dossier
TERRE
NOIRE

Outil de forage
Tricône à picots
TCI
Diamètre de l'outil
66 mm
Cote fin
14.54 m

Sondage carotté



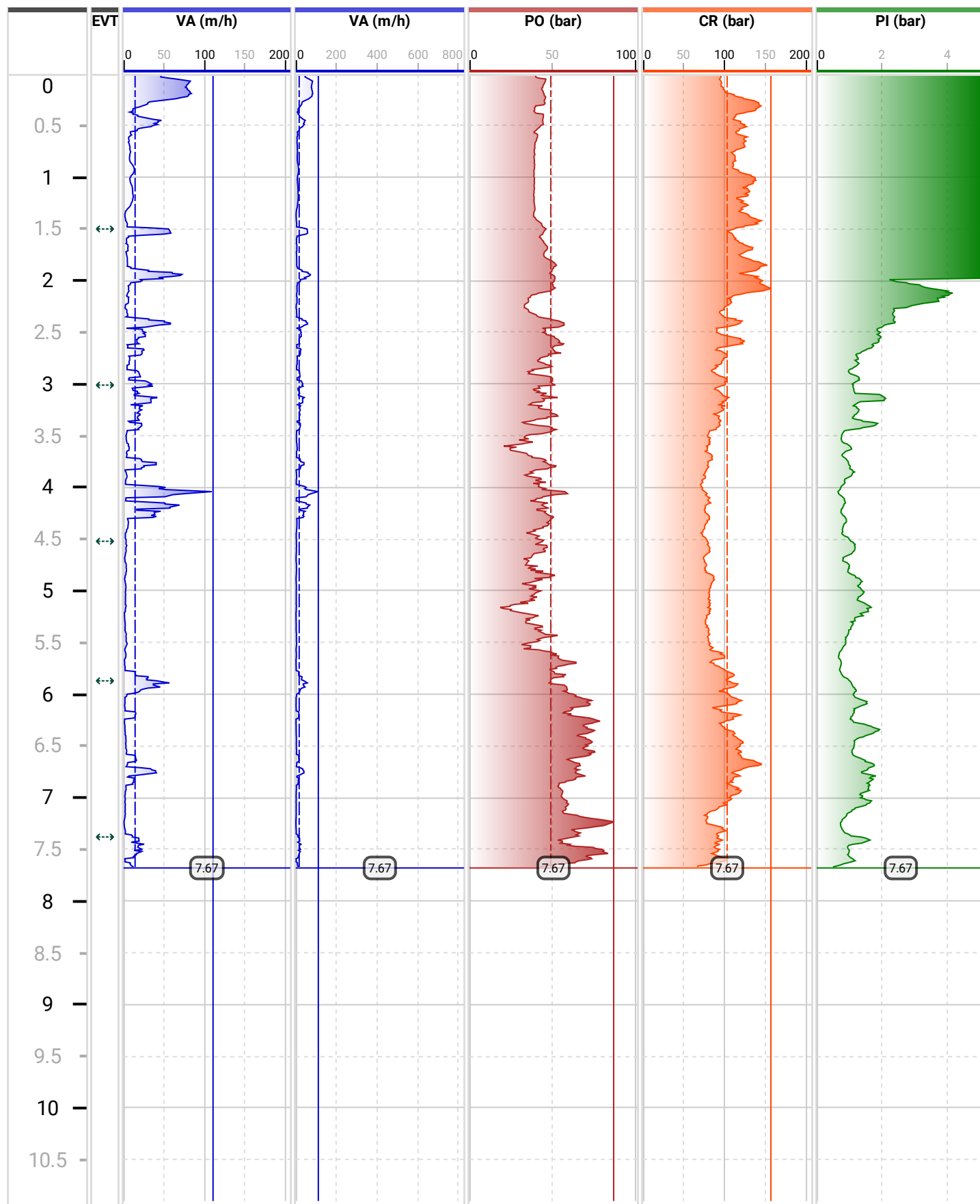


Dossier
RN 88

Forage
SC2024_13
Machine
TERRAMO 2.8
Outil de forage
Couronne de carottier
Diamètre de l'outil
116 mm

Date de début
30/05/2024
Date de fin
05/06/2024
Durée de foration
1 h 39 min 46 s

Paramètres de forage
Cote début 0 m
Cote fin 7.67 m
Longueur 7.67 m
Localisation GPS (lat, lon)
Altitude GPS
Inclinaison X/Y
/



RN 88 - Sondage SP 2024-1

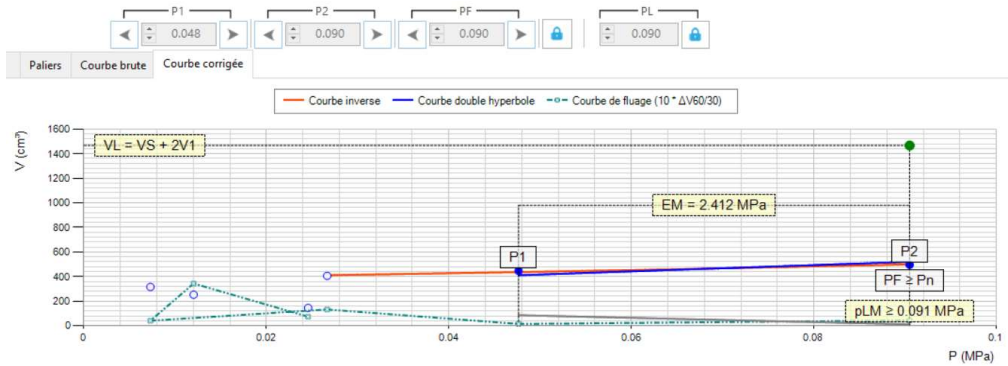
Essai à 1 m

Données pressiométriques du sondage

Données pressiométriques Mesures Option de calcul

Cycle 1

Exclure le palier	P01 (MPa)	V01 (cm³)	P15 (MPa)	V15 (cm³)	P30 (MPa)	V30 (cm³)	P60 (MPa)	V60 (cm³)
1	0.046	85.44	0.047	120.3	0.051	137.5	0.05	144.9
2	0.08	169.8	0.064	193.9	0.072	218	0.068	252.4
3	0.093	293.3	0.084	305.3	0.084	311.3	0.075	315.4
4	0.10	354.1	0.106	375.8	0.109	390.5	0.107	405.7
5	0.163	436.6	0.157	442.2	0.16	443.9	0.164	445.4
6	0.211	480	0.211	487.2	0.22	490.2	0.223	494.6
*								



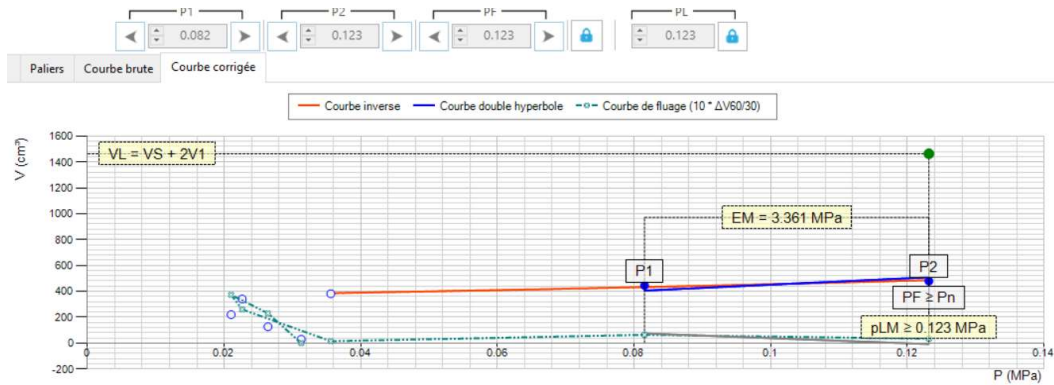
Essai à 2 m

Données pressiométriques du sondage

Données pressiométriques Mesures Option de calcul

Cycle 1

Exclure le palier	P01 (MPa)	V01 (cm³)	P15 (MPa)	V15 (cm³)	P30 (MPa)	V30 (cm³)	P60 (MPa)	V60 (cm³)
1	0.017	28.65	0.009	29.4	0.017	29.4	0.009	29.4
2	0.029	82.88	0.038	90.96	0.037	103.2	0.03	126.2
3	0.055	150.2	0.056	159.2	0.058	182.5	0.058	219.9
4	0.091	270.6	0.089	294.8	0.093	314.1	0.103	340.1
5	0.122	371.5	0.122	377.6	0.114	379.6	0.122	381.1
6	0.17	419.4	0.179	430.5	0.183	437.4	0.19	443.8
7	0.227	465.9	0.229	471.8	0.238	474.3	0.24	477.7
*								



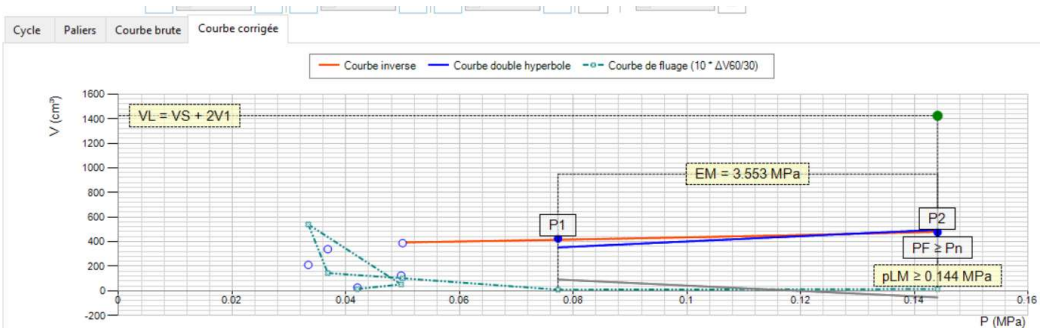
Essai à 3.00 m

Données pressiométriques du sondage

Données pressiométriques Mesures Option de calcul

Cycle 1

Exclure le palier	P01 (MPa)	V01 (cm³)	P15 (MPa)	V15 (cm³)	P30 (MPa)	V30 (cm³)	P60 (MPa)	V60 (cm³)
1	0.017	20.08	0.01	23.4	0.017	25	0.009	26.51
2	0.047	88.82	0.047	110.1	0.046	118.9	0.053	124.2
3	0.066	136.3	0.057	143.7	0.055	156.6	0.06	210.6
4	0.095	263.4	0.103	299.6	0.095	323.6	0.094	338.1
5	0.122	360.5	0.122	370	0.129	377.1	0.125	387.3
6	0.167	416.7	0.162	421.7	0.167	423.2	0.16	424.1
7	0.227	457.8	0.244	467.6	0.246	473.6	0.246	475
*								



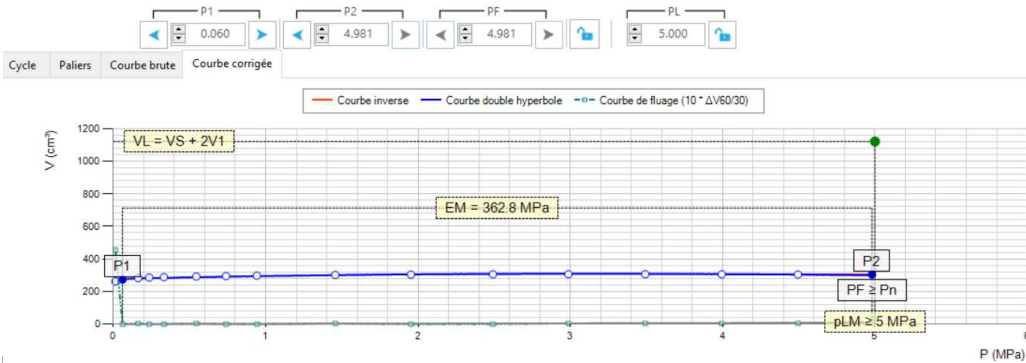
Essai à 4.00 m

Données pressiométriques du sondage

Données pressiométriques Mesures Option de calcul

Cycle 1

Exclure le palier	P01 (MPa)	V01 (cm³)	P15 (MPa)	V15 (cm³)	P30 (MPa)	V30 (cm³)	P60 (MPa)	V60 (cm³)
1	0.07	190.8	0.059	185.6	0.059	216.5	0.083	262
2	0.117	271.4	0.122	272	0.119	272.9	0.115	272.9
3	0.217	281.1	0.227	281.5	0.233	281.6	0.22	282.1
4	0.313	285	0.304	285	0.303	285	0.298	285
5	0.41	287.4	0.402	287.4	0.4	287.4	0.399	287.4
6	0.628	290.3	0.613	290.3	0.618	290.3	0.613	290.7
7	0.819	293.2	0.814	293.2	0.812	293.2	0.808	293.2
8	1.03	296	1.02	296.1	1.016	296.1	1.013	296.1
9	1.528	300.4	1.534	300.8	1.534	300.9	1.537	301.4
10	2.049	305.7	2.047	306.1	2.031	306.1	2.021	306.1
11	2.565	311.5	2.586	311.9	2.574	311.9	2.565	311.9
12	3.071	316.8	3.072	317.3	3.077	317.3	3.06	317.8
13	3.582	323.1	3.586	323.2	3.582	323.6	3.587	324.1
14	4.091	329.5	4.083	330	4.096	330.5	4.094	330.9
15	4.596	336.6	4.588	337.3	4.598	338.1	4.607	338.6
16	5.085	344.6	5.075	345.4	5.092	346.3	5.103	347.7
*								



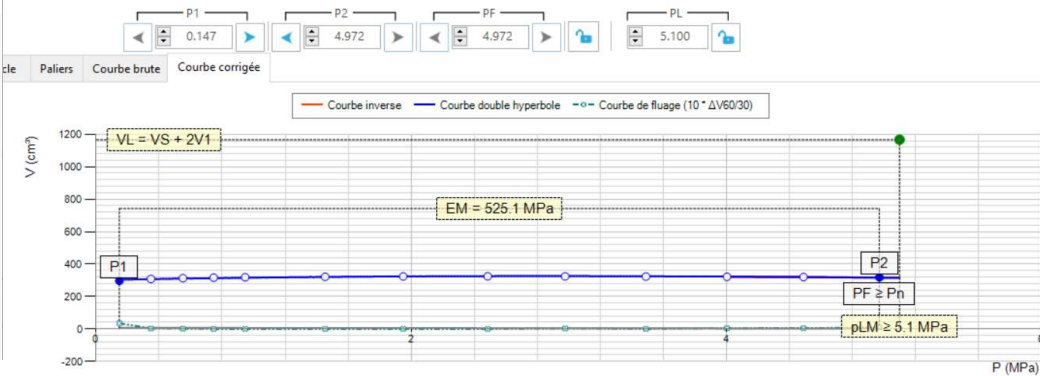
Essai à 5.00 m

Données pressiométriques du sondage

Données pressiométriques Mesures Option de calcul

Cycle 1

Exclure le palier	P01 (MPa)	V01 (cm³)	P15 (MPa)	V15 (cm³)	P30 (MPa)	V30 (cm³)	P60 (MPa)	V60 (cm³)
1	0.208	140.9	0.205	229.4	0.219	292.1	0.211	295.7
2	0.41	306.2	0.417	306.7	0.418	306.7	0.427	307
3	0.628	311.1	0.63	311.1	0.625	311.1	0.62	311.2
4	0.813	314.3	0.83	314.4	0.819	314.4	0.818	314.4
5	1.019	316.9	1.022	316.9	1.029	316.9	1.023	316.9
6	1.519	321.3	1.534	321.5	1.534	321.7	1.539	321.7
7	2.033	325.9	2.031	326	2.032	326	2.04	326
8	2.565	330.4	2.575	330.9	2.575	330.9	2.569	330.9
9	3.071	335	3.071	335.3	3.063	335.4	3.071	335.7
10	3.573	340.3	3.586	340.5	3.586	341	3.576	341
11	4.073	345.8	4.087	346.3	4.111	347	4.111	347.4
12	4.588	352.5	4.588	353.1	4.59	353.6	4.601	354.1
13	5.078	358.9	5.077	359.9	5.075	359.9	5.082	360.8
*								



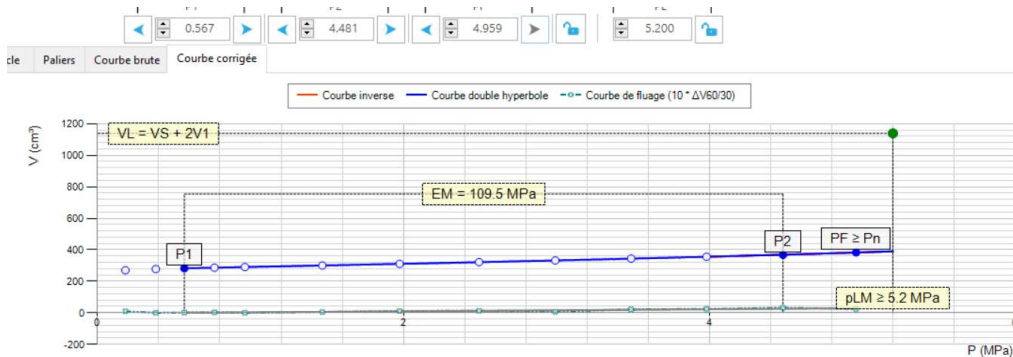
Essai à 6.00 m

Données pressiométriques du sondage

Données pressiométriques Mesures Option de calcul

Cycle 1

Exclure le palier	P01 (MPa)	V01 (cm³)	P15 (MPa)	V15 (cm³)	P30 (MPa)	V30 (cm³)	P60 (MPa)	V60 (cm³)
1	0.226	146.6	0.214	233.3	0.221	268	0.222	269
2	0.419	275.8	0.427	276.3	0.423	276.3	0.412	276.3
3	0.611	280.1	0.611	280.1	0.611	280.4	0.613	280.6
4	0.809	284.4	0.804	284.5	0.814	284.5	0.819	284.8
5	1.022	288.4	1.019	288.8	1.009	288.8	1.009	288.8
6	1.517	297.5	1.535	299	1.525	299.5	1.517	299.9
7	2.037	309.6	2.042	311.1	2.04	312	2.04	313.1
8	2.565	323.5	2.577	325.6	2.565	326.7	2.566	328
9	3.08	339.2	3.099	341.7	3.073	342.9	3.052	343.4
10	3.577	355.3	3.58	357.9	3.586	359.8	3.589	362
11	4.094	373.7	4.084	376.7	4.093	378.6	4.092	381.1
12	4.579	393.4	4.598	396.5	4.598	398.6	4.607	401.8
13	5.094	416.1	5.115	420.6	5.09	423.1	5.057	425.6
*								



RN 88 - Sondage SP 2024-2

Essai à 1 m

Données pressiométriques du sondage

Cycle 1

Exclure le palier	P01 (MPa)	V01 (cm³)	P15 (MPa)	V15 (cm³)	P30 (MPa)	V30 (cm³)	P60 (MPa)	V60 (cm³)
<input type="checkbox"/>	0.005	31.40	0.069	39.55	0.067	42.43	0.085	44.38
<input type="checkbox"/>	0.108	70.25	0.105	72.38	0.104	73.36	0.104	73.92
<input type="checkbox"/>	0.173	115.5	0.171	120.5	0.169	121.6	0.16	123.6
<input type="checkbox"/>	0.221	149.5	0.225	150.8	0.214	151.2	0.215	152.1
<input type="checkbox"/>	0.272	172.7	0.275	178.1	0.275	181.1	0.276	185
<input type="checkbox"/>	0.325	209	0.322	211.1	0.322	212	0.322	212.6
<input type="checkbox"/>	0.373	233.7	0.379	234.7	0.371	235.7	0.37	236.7
<input type="checkbox"/>	0.427	257	0.427	258.4	0.42	259.1	0.427	259.9
<input type="checkbox"/>	0.477	277.3	0.475	278.7	0.475	279.5	0.475	280.1
<input type="checkbox"/>	0.53	294	0.533	297.9	0.535	299.9	0.538	300.9
<input type="checkbox"/>	0.638	326	0.618	327.9	0.618	328.8	0.609	329.9
<input type="checkbox"/>	0.72	367.6	0.706	371.8	0.704	375.7	0.707	375.7
<input type="checkbox"/>	0.763	392.6	0.761	395	0.761	396.5	0.754	396.5
<input type="checkbox"/>	0.842	415.5	0.833	419.5	0.838	421.1	0.835	422.7
<input type="checkbox"/>	0.929	436.7	0.926	449	0.916	453.7	0.914	457.9
<input type="checkbox"/>								
<input type="checkbox"/>								

OK Annuler



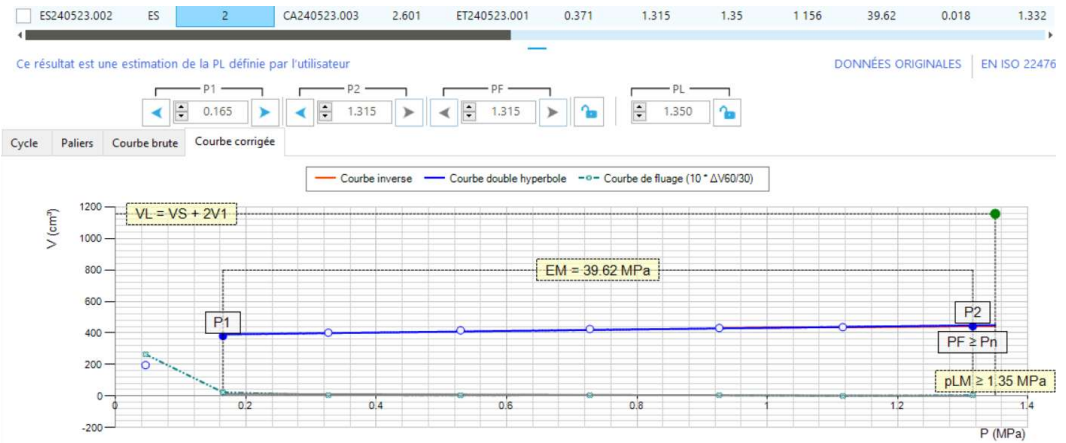
Essai à 2 m

Données pressiométriques du sondage

Cycle 1

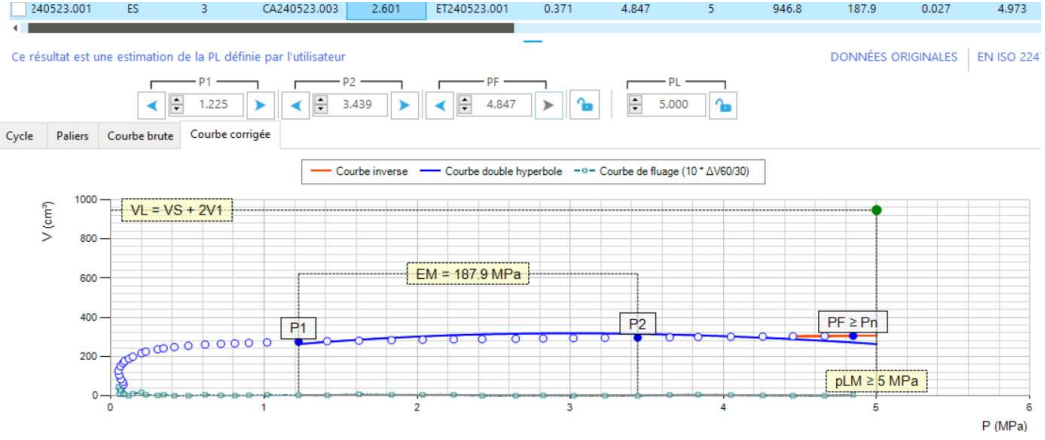
Exclure le palier	P01 (MPa)	V01 (cm³)	P15 (MPa)	V15 (cm³)	P30 (MPa)	V30 (cm³)	P60 (MPa)	V60 (cm³)
<input type="checkbox"/>	0.221	61.1	0.22	139.6	0.229	171.1	0.238	197.6
<input type="checkbox"/>	0.435	310.6	0.427	359.4	0.455	380.5	0.448	382.9
<input type="checkbox"/>	0.61	403.3	0.61	404.3	0.616	405.3	0.618	405.7
<input type="checkbox"/>	0.838	420.3	0.824	420.7	0.823	421.2	0.824	421.6
<input type="checkbox"/>	1.017	429.9	1.019	430.4	1.028	430.9	1.032	431.4
<input type="checkbox"/>	1.231	438	1.229	438.1	1.229	438.1	1.223	438.6
<input type="checkbox"/>	1.423	444.6	1.42	444.8	1.42	444.9	1.417	444.9
<input type="checkbox"/>	1.631	450.7	1.621	450.7	1.62	450.7	1.622	451.2
<input type="checkbox"/>								
<input type="checkbox"/>								

OK Annuler



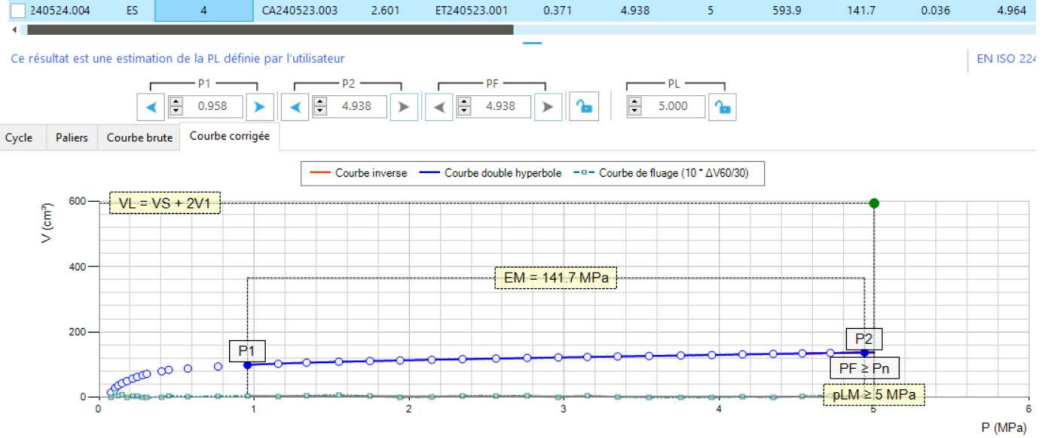
Essai à 3,00 m

P01	V01	P15	V15	P30	V30	P60	V60
0.047	32.17	0.046	36.44	0.039	37.13	0.047	38.1
0.075	52.33	0.074	54.64	0.076	56.36	0.084	57.46
0.093	67.1	0.093	68.48	0.097	69.23	0.094	70.47
0.122	80.81	0.118	82.87	0.112	83.51	0.114	84.5
0.146	102.7	0.141	104.7	0.141	105.4	0.14	106.3
0.14	106.7	0.163	118.2	0.161	124.8	0.17	129.3
0.196	144.9	0.199	147.7	0.198	148.7	0.201	152.3
0.228	165.1	0.229	166.6	0.229	167.1	0.228	168.1
0.253	176.9	0.246	177.4	0.246	178	0.249	178.7
0.284	187.9	0.284	189.8	0.284	190.8	0.284	190.8
0.314	199	0.315	199.5	0.318	200.4	0.319	201.5
0.38	215.9	0.385	217.1	0.383	217.9	0.39	219.7
0.425	227	0.42	227.5	0.42	227.5	0.414	228
0.485	234.5	0.504	239	0.504	239.9	0.501	240
0.534	242.9	0.544	243.9	0.547	244.9	0.542	245.4
0.627	252.1	0.621	252.2	0.62	252.6	0.618	252.6
0.714	259.4	0.716	259.4	0.714	259.8	0.715	259.9
0.837	265.5	0.829	266.1	0.824	266.1	0.832	266.6
0.933	269.5	0.933	270	0.933	270.3	0.933	270.5
1.018	272.9	1.02	272.9	1.023	273.3	1.038	273.4
1.124	275.7	1.124	275.8	1.115	275.8	1.116	276
1.236	278.2	1.239	278.7	1.242	278.7	1.238	279.1
1.431	282.6	1.448	283	1.45	283.3	1.441	283.5
1.625	286.4	1.63	286.9	1.638	287.2	1.642	287.4
1.825	289.8	1.841	290.3	1.848	290.3	1.849	291.1
2.041	293.2	2.046	293.6	2.061	293.7	2.078	294.1
2.248	296.1	2.26	296.3	2.262	296.6	2.274	297
2.47	298.9	2.465	299	2.47	299	2.472	299.5
2.674	301.4	2.66	301.3	2.652	301.4	2.651	301.4
2.87	303.3	2.871	303.7	2.881	303.8	2.876	303.8
3.071	305.3	3.061	305.3	3.053	305.6	3.052	305.7
3.262	307.7	3.254	307.7	3.254	307.7	3.256	307.7
3.475	309.5	3.464	309.5	3.458	309.6	3.462	309.6
3.672	311.1	3.666	311.1	3.675	311.5	3.69	311.5
3.895	313	3.892	313	3.883	313.1	3.884	313.5
4.074	314.7	4.073	314.7	4.073	314.8	4.072	315.4
4.293	316.4	4.284	316.4	4.287	316.5	4.292	316.9
4.483	317.8	4.493	317.9	4.503	318.3	4.491	318.5
4.677	319.3	4.686	319.7	4.693	319.8	4.708	319.8
4.895	321.2	4.905	321.2	4.903	321.2	4.894	321.2
5.09	322.6	5.094	322.7	5.087	322.7	5.085	323.1



Essai à 4,00 m

P01	V01	P15	V15	P30	V30	P60	V60
0.042	13.49	0.038	14.43	0.042	14.9	0.04	14.9
0.076	25.52	0.068	26.78	0.074	27.47	0.074	28.92
0.095	35.66	0.094	36.17	0.095	36.65	0.095	37.14
0.122	42.22	0.123	42.54	0.122	43.05	0.122	43.9
0.162	51.14	0.16	51.14	0.161	51.14	0.157	51.14
0.165	52.99	0.199	53.15	0.209	58.47	0.207	58.87
0.237	62.75	0.241	63.33	0.248	63.84	0.234	64.19
0.286	68.51	0.295	69.96	0.284	69.98	0.284	69.98
0.325	73.32	0.322	73.36	0.324	73.83	0.324	73.86
0.44	82.24	0.445	82.54	0.437	82.54	0.437	82.58
0.437	83.01	0.437	83.03	0.532	87.38	0.532	87.83
0.628	91.72	0.628	91.76	0.628	92.2	0.628	92.38
0.838	99.08	0.838	99.45	0.831	99.45	0.837	99.76
1.03	104.2	1.038	104.7	1.03	104.8	1.034	105.2
1.248	109.4	1.239	109.6	1.238	109.9	1.238	110.1
1.429	113.5	1.424	113.9	1.427	113.9	1.431	114.4
1.639	117.2	1.639	117.3	1.639	117.6	1.641	118.3
1.832	120.2	1.84	120.3	1.843	120.7	1.849	121.1
2.062	123.1	2.041	123.5	2.04	123.6	2.04	123.6
2.253	125.7	2.25	126	2.247	126	2.246	126.1
2.451	128.3	2.443	128.4	2.452	128.5	2.453	128.9
2.669	130.4	2.663	130.8	2.67	130.9	2.67	131.3
2.861	132.8	2.872	133.1	2.873	133.3	2.87	133.8
3.061	135.2	3.071	135.2	3.08	135.7	3.071	135.7
3.257	136.8	3.255	137.1	3.263	137.1	3.276	137.6
3.443	139	3.454	139.1	3.465	139.5	3.464	139.6
3.654	140.8	3.664	141.3	3.667	141.5	3.664	141.5
3.837	142.9	3.857	142.9	3.873	143.4	3.892	143.4
4.068	144.9	4.071	145.3	4.073	145.3	4.078	145.3
4.254	146.7	4.267	146.3	4.273	146.3	4.284	147.5
4.46	148.7	4.466	148.8	4.474	149.2	4.483	149.2
4.646	150.2	4.646	150.7	4.666	150.7	4.681	151
4.83	151.6	4.836	152.1	4.846	152.1	4.857	152.6
5.063	153.6	5.065	154	5.067	154	5.069	154.3



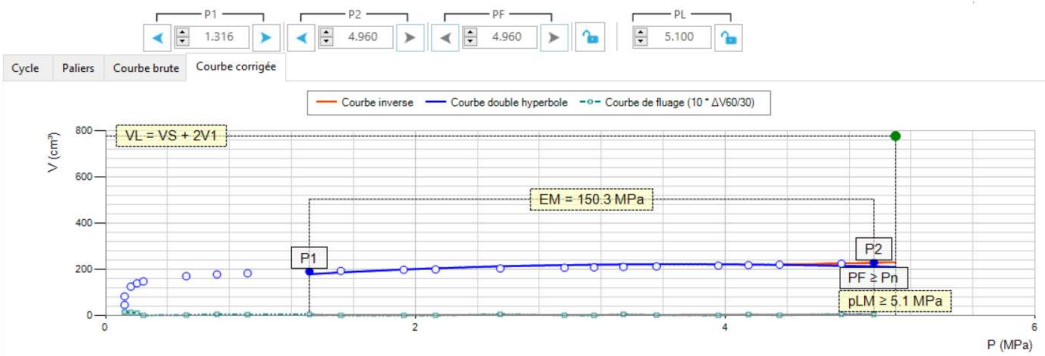
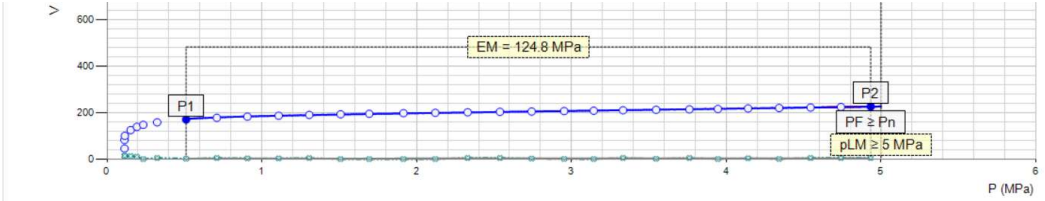
Essai à 5,00 m

P01	V01	P15	V15	P30	V30	P60	V60
0.04	13.12	0.044	13.94	0.045	13.94	0.047	14.43
0.074	26.22	0.065	26.98	0.065	26.99	0.066	27.47
0.094	45.32	0.095	47	0.097	47.99	0.1	49.21
0.16	91.77	0.16	97.32	0.169	100.3	0.17	103.9
0.219	120.7	0.214	121.7	0.209	122.2	0.209	122.6
0.257	136	0.257	136.7	0.257	137.5	0.259	138.1
0.322	154	0.286	153.6	0.322	157.9	0.31	158
0.413	177.2	0.417	177.9	0.416	178.2	0.408	178.3
0.513	193.2	0.516	193.7	0.515	194	0.513	194.2
0.618	203.6	0.613	203.6	0.611	203.6	0.617	203.6
0.715	209.9	0.714	209.9	0.718	209.9	0.714	209.9
0.935	216.9	0.925	216.9	0.924	216.9	0.924	216.9
1.124	222.2	1.124	222.2	1.124	222.2	1.133	222.2
1.231	224.4	1.238	224.4	1.245	224.4	1.24	224.4
1.429	227.4	1.424	227.4	1.423	227.4	1.43	227.4
1.63	230.9	1.649	231.3	1.639	231.3	1.642	231.7
1.847	233.8	1.84	233.8	1.849	233.8	1.844	233.8
2.04	236.2	2.059	236.2	2.07	236.3	2.078	236.7
2.26	238.1	2.259	238.1	2.251	238.1	2.253	238.5
2.462	240.3	2.461	240.5	2.471	240.5	2.47	240.5
2.67	242	2.66	242	2.656	242	2.661	242.1
2.864	243.9	2.861	243.9	2.88	243.9	2.88	244.4
3.083	245.8	3.071	245.8	3.07	245.8	3.064	245.8
3.262	246.8	3.271	246.9	3.282	247.3	3.284	247.3
3.471	248.3	3.464	248.3	3.46	248.3	3.46	248.3
3.678	249.7	3.674	249.7	3.672	249.7	3.674	249.7
3.883	250.7	3.891	250.7	3.885	250.7	3.884	250.7
4.074	251.6	4.092	251.6	4.093	251.6	4.102	252.1
4.284	253.1	4.292	253.1	4.292	253.1	4.293	253.1
4.484	253.8	4.493	254	4.485	254	4.486	254
4.675	255	4.674	255	4.674	255	4.684	255
4.875	256	4.884	256	4.888	256	4.886	256
5.08	256.9	5.086	256.9	5.075	256.9	5.076	257

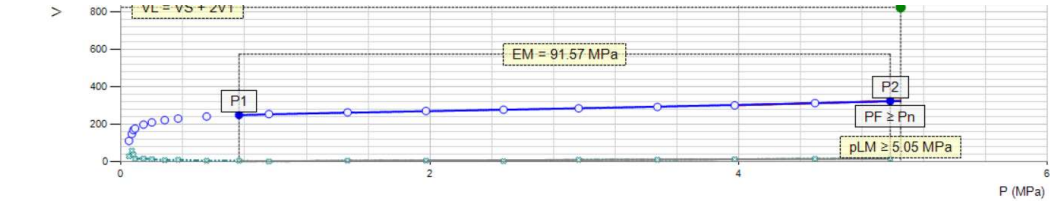
1.437		197	1.433	197.5	1.44	197.5	1.446	198
1.63	200.8		1.639	200.9	1.645	201.4	1.648	201.4
1.84	203.9		1.828	204.3	1.833	204.3	1.83	204.3
2.042	207.1		2.051	207.2	2.059	207.7	2.05	207.7
2.26	209.6		2.26	210.1	2.262	210.1	2.261	210.1
2.471		212	2.467	212.4	2.471	212.5	2.481	212.5
2.671	214.4		2.677	214.9	2.681	214.9	2.692	215.4
2.89	216.8		2.898	216.9	2.882	217.1	2.881	217.3
3.093	218.8		3.099	219.3	3.1	219.7	3.1	219.7
3.281	221.2		3.3	221.7	3.29	221.7	3.28	221.7
3.491	223.1		3.488	223.6	3.483	223.6	3.473	224.1
3.683	225.5		3.691	226.4	3.701	226.4	3.702	226.5
3.898	227.9		3.92	228.4	3.911	228.4	3.911	228.9
4.076	230.3		4.092	230.4	4.112	230.9	4.092	230.9
4.283	232.3		4.285	232.8	4.294	232.9	4.314	233.3
4.483	234.7		4.502	235.2	4.502	235.7	4.485	235.7
4.681	237.1		4.695	237.3	4.706	237.6	4.708	238.1
4.88	239.1		4.894	239.6	4.903	240	4.905	240.5
5.085		242	5.104		5.096	242.5	5.076	242.9

Essai à 8.00 m

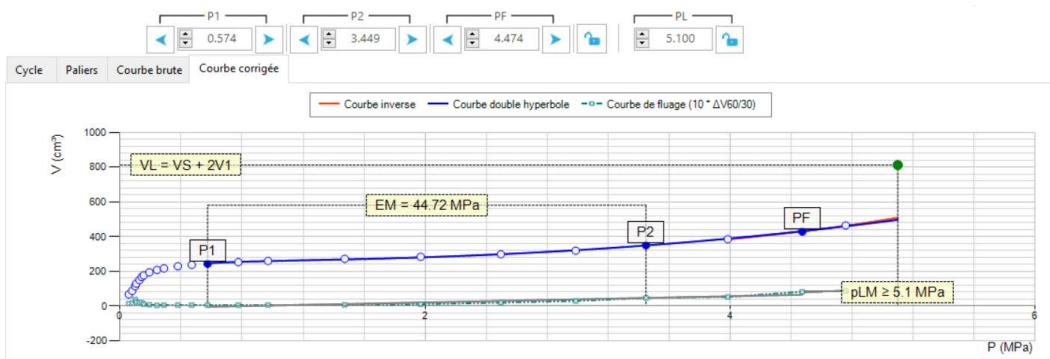
P01	V01	P15	V15	P30	V30	P60	V60
0.076	37.87	0.073	43.00	0.068	44.39	0.0635	45.89
0.15	72.63	0.138	80.53	0.124	81.6	0.1285	83.22
0.305	135.65	0.294	138.08	0.285	139.52	0.2895	140.7
0.35	147.35	0.348	148.68	0.334	149.22	0.3305	149.4
0.66	171.85	0.643	173.48	0.634	173.82	0.6285	174.2
0.85	181.35	0.852	182.15	0.836	182.12	0.8395	182.7
1.07	185.75	1.044	187.95	1.044	188.32	1.0375	188.8
1.42	197.05	1.448	197.55	1.446	197.52	1.4525	198.2
1.67	200.85	1.654	200.95	1.651	201.42	1.6545	201.6
2.062	207.15	2.066	207.25	2.065	207.72	2.0565	207.8
2.28	209.65	2.275	210.15	2.268	210.12	2.2675	211.5
2.68	214.45	2.692	214.96	2.687	214.92	2.6985	217.7
3.1	218.85	3.114	219.36	3.106	219.72	3.1065	220.5
3.23	221.25	3.315	221.76	3.296	221.72	3.2865	222.5
3.516	223.15	3.503	223.66	3.489	223.62	3.4795	224.25
3.703	225.55	3.706	226.06	3.707	226.42	3.7085	226.65
4.096	230.35	4.107	230.48	4.118	230.92	4.0985	231.05
4.376	232.35	4.3	232.88	4.3	232.92	4.3205	233.45
4.503	234.75	4.517	235.28	4.508	235.72	4.4915	235.93
4.86	239.15	4.909	239.68	4.909	240.02	4.9115	240.73
5.07	245.05	5.125	245.08	5.116	245.52	5.1265	246.13



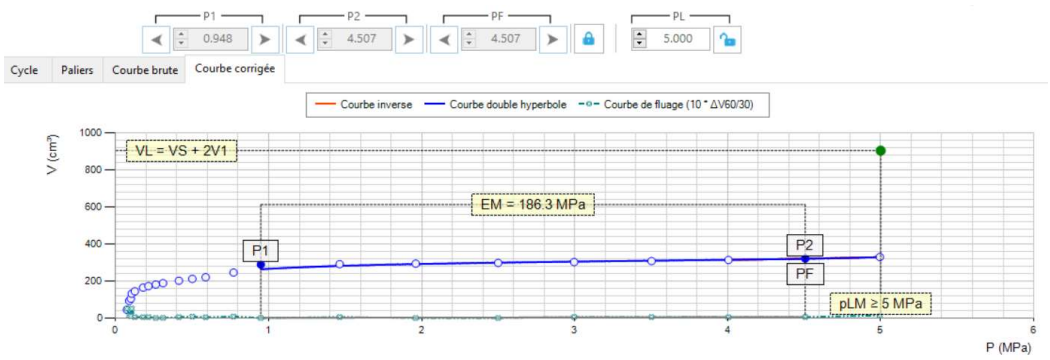
1.543	272.2	1.535	272.9	1.544	272.9	1.556	273.4
2.05	281.6	2.06	282.1	2.059	282.6	2.047	283
2.565	290.3	2.567	290.8	2.565	291.3	2.556	291.4
3.057	298	3.053	298.6	3.052	299	3.061	299.9
3.577	306.4	3.569	307.1	3.569	307.7	3.569	308.7
4.094	314.8	4.082	315.9	4.074	316.4	4.063	317.6
4.59	325.1	4.601	327.2	4.609	328.9	4.59	330.4
5.112	337.6	5.094	339	5.094	340.4	5.094	342



P01	V01	P15	V15	P30	V30	P60	V60
0.017	58.21	0.014	63.34	0.017	64.76	0.007	66.12
0.039	81.58	0.043	84.39	0.05	85.88	0.046	87.38
0.074	100.5	0.074	105.8	0.084	110.5	0.084	114.2
0.094	123.7	0.095	126	0.095	127.5	0.1	129.7
0.125	141.7	0.131	146.6	0.124	148.5	0.129	150.2
0.151	161.1	0.152	164.2	0.153	165.9	0.152	167.9
0.17	175	0.171	176.1	0.172	176.7	0.17	177.7
0.217	192.7	0.217	194.1	0.217	194.9	0.219	195.6
0.283	208.1	0.276	209.1	0.275	209.9	0.275	210.2
0.332	217.8	0.327	218.5	0.326	218.8	0.325	219.3
0.427	230.3	0.424	231.3	0.42	231.8	0.43	232.3
0.528	246.8	0.518	247.3	0.526	248.5	0.513	248.3
0.628	265.6	0.628	266.5	0.628	267.8	0.628	268.3
0.825	279.6	0.83	280.9	0.838	281.6	0.838	282.2
1.038	292.6	1.039	294.6	1.032	295.1	1.029	296.1
1.546	306.6	1.544	309.1	1.544	310.5	1.548	311.5
2.052	325.1	2.063	329	2.047	331.7	2.034	334.6
2.598	353.6	2.581	358.8	2.585	361.8	2.585	366.4
3.101	385.7	3.101	393.3	3.101	397.2	3.101	402.3
3.604	424.7	3.573	432.4	3.559	438.3	3.548	446.5
4.092	460.8	4.13	468	4.104	473.7	4.094	482.3
4.596	489.4	4.607	493	4.608	497	4.617	501
5.085	511.2	5.094	515	5.092	518	5.103	521



P01	V01	P15	V15	P30	V30	P60	V60
0.009	27.07	0.007	32.96	0.007	39.26	0.008	44.34
0.052	88.32	0.048	90.81	0.046	91.72	0.053	93.12
0.065	101.8	0.066	102.9	0.067	103.8	0.064	104.8
0.084	123.2	0.081	126	0.085	127	0.095	132.1
0.11	143.2	0.112	143.9	0.116	144.4	0.112	144.9
0.181	164	0.179	165.1	0.179	165.2	0.177	165.6
0.227	173.4	0.22	173.5	0.217	173.9	0.218	174.3
0.275	182.4	0.275	182.6	0.269	183	0.269	183
0.322	189.8	0.322	190.3	0.323	190.8	0.322	190.8
0.419	202.4	0.429	203.8	0.437	204.8	0.437	205.3
0.532	214	0.527	214.9	0.529	214.9	0.525	215.7
0.628	223.6	0.618	224.1	0.618	224.6	0.621	225
0.821	250	0.819	251	0.811	251.2	0.818	252
1.03	296	1.02	296.1	1.016	296.1	1.013	296.1
1.528	300.4	1.534	300.8	1.534	300.9	1.537	301.4
2.049	305.7	2.047	306.1	2.031	306.1	2.021	306.1
2.565	311.5	2.566	311.9	2.574	311.9	2.565	311.9
3.071	316.8	3.072	317.3	3.077	317.3	3.08	317.8
3.582	323.1	3.586	323.2	3.582	323.6	3.587	324.1
4.091	329.5	4.083	330	4.096	330.5	4.094	330.9
4.596	336.6	4.588	337.3	4.598	338.1	4.607	338.6
5.085	344.6	5.075	345.4	5.092	346.3	5.103	347.7



RN 88 - Sondage SP 2024-5

Essai à 1 m

Données pressiométriques du sondage

Données pressiométriques Mesures Option de calcul

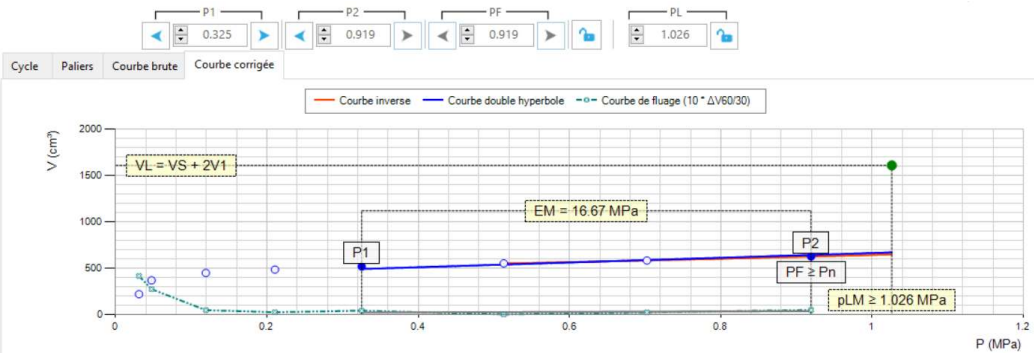
Exclure le palier		P01 (MPa)	V01 (cm ³)	P15 (MPa)	V15 (cm ³)	P30 (MPa)	V30 (cm ³)	P60 (MPa)	V60 (cm ³)
1	<input type="checkbox"/>	0.036	36.17	0.036	73.49	0.028	95.02	0.022	112.7
2	<input type="checkbox"/>	0.046	146.9	0.072	162	0.072	189.9	0.069	215.6
3	<input type="checkbox"/>	0.084	246.5	0.076	259.6	0.079	268.7	0.074	281.8
4	<input type="checkbox"/>	0.122	332.9	0.126	369.6	0.127	407.7	0.125	473.1
*	<input type="checkbox"/>								

Essai à 3 m

Données pressiométriques du sondage

Données pressiométriques Mesures Option de calcul

		Cycle							
		1							
Exclure le palier	P01 (MPa)	V01 (cm³)	P15 (MPa)	V15 (cm³)	P30 (MPa)	V30 (cm³)	P60 (MPa)	V60 (cm³)	
1	<input type="checkbox"/>	0.066	83.01	0.056	140.1	0.056	176.4	0.058	217.8
2	<input type="checkbox"/>	0.105	283.6	0.115	315.9	0.112	339.1	0.126	366.4
3	<input type="checkbox"/>	0.208	429.8	0.209	437.5	0.21	441.2	0.217	445.8
4	<input type="checkbox"/>	0.314	476.7	0.314	478.3	0.313	479.7	0.313	482
5	<input type="checkbox"/>	0.418	504.7	0.427	507.4	0.439	509.8	0.45	513.9
6	<input type="checkbox"/>	0.647	547.6	0.637	547.7	0.629	547.8	0.622	547.8
7	<input type="checkbox"/>	0.831	574	0.818	575.4	0.819	577	0.823	579.2
8	<input type="checkbox"/>	1.026	610	1.029	614.1	1.038	617.4	1.045	622.2
*	<input type="checkbox"/>								



Essai à 3.00 m

Données pressiométriques du sondage

Données pressiométriques Mesures Option de calcul

Données pressiométriques

Menu

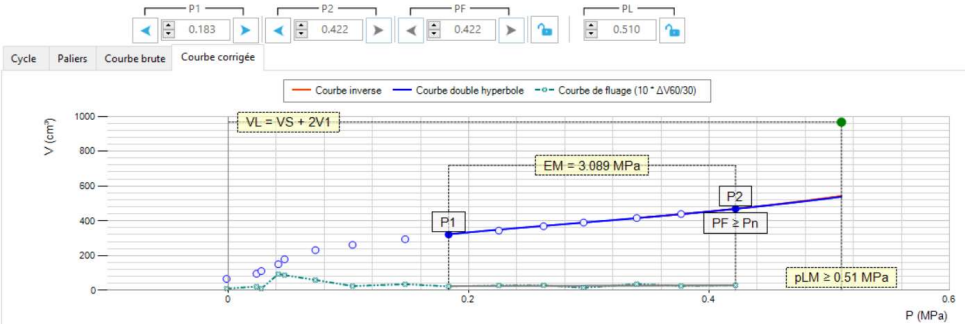
Option de cycle

Cycle

1

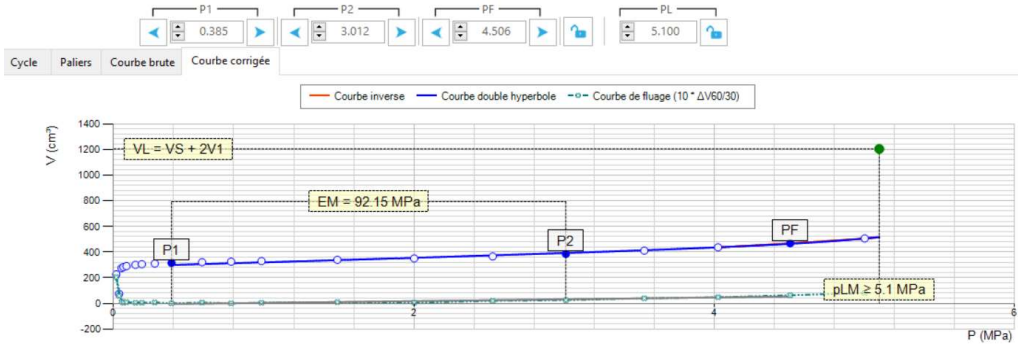
	Exclure le palier	P01 (MPa)	V01 (cm³)	P15 (MPa)	V15 (cm³)	P30 (MPa)	V30 (cm³)	P60 (MPa)	V60 (cm³)
1	<input type="checkbox"/>	0.018	48.32	0.001	63.04	0.008	64.66	0.004	65.63
2	<input type="checkbox"/>	0.04	87.03	0.046	91.49	0.046	93.48	0.046	95.57
3	<input type="checkbox"/>	0.057	107.2	0.057	109	0.057	110.1	0.062	111
4	<input type="checkbox"/>	0.085	127.4	0.091	134.9	0.095	141.2	0.095	150.5
5	<input type="checkbox"/>	0.106	160.8	0.106	165.8	0.116	170.6	0.123	179.3
6	<input type="checkbox"/>	0.164	214.2	0.163	221.9	0.17	226.5	0.173	232.4
7	<input type="checkbox"/>	0.219	256.3	0.217	259.3	0.214	260.8	0.213	263.2
8	<input type="checkbox"/>	0.275	286.2	0.275	290.3	0.275	292.8	0.28	296.3
9	<input type="checkbox"/>	0.322	313.6	0.331	318.3	0.322	321.2	0.322	323.4
10	<input type="checkbox"/>	0.375	337.8	0.377	342.1	0.38	344	0.38	346.7
11	<input type="checkbox"/>	0.427	363.3	0.427	367.5	0.427	369.5	0.427	372.3
12	<input type="checkbox"/>	0.475	388	0.471	390.8	0.468	392.2	0.467	393.7
13	<input type="checkbox"/>	0.515	410.1	0.515	413.9	0.523	416.7	0.527	420.2
14	<input type="checkbox"/>	0.57	436.3	0.561	439.3	0.565	441	0.561	443.5
15	<input type="checkbox"/>	0.628	464.6	0.614	468.9	0.611	471	0.609	473.8
*	<input type="checkbox"/>								

</



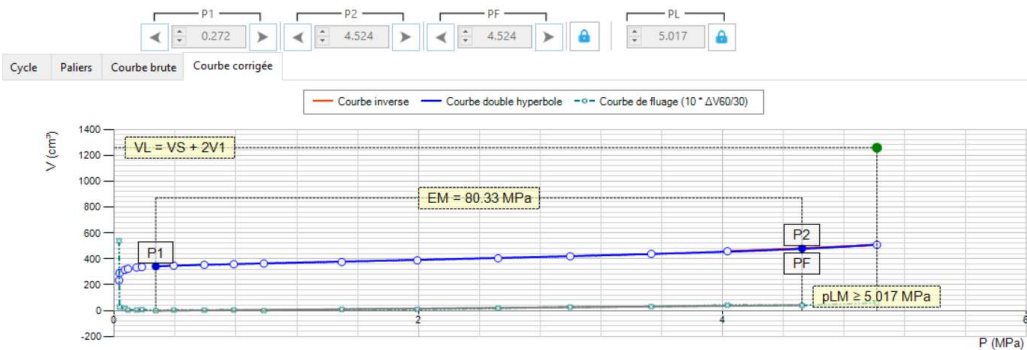
Essai à 5.00 m

P01	V01	P15	V15	P30	V30	P60	V60
0	46.93	0	60.68	0	68.43	0	74.31
0.027	144.5	0.028	182.2	0.027	205.9	0.02	226.3
0.072	265.2	0.074	272.1	0.077	273.8	0.074	275.2
0.089	280.9	0.093	281.6	0.088	282.1	0.087	282.6
0.117	288.2	0.114	288.7	0.112	288.8	0.108	289.8
0.127	297.3	0.123	298.6	0.125	299.5	0.129	299.9
0.208	303	0.21	303.5	0.208	304.3	0.218	304.8
0.305	308.6	0.305	308.6	0.303	308.6	0.313	309.4
0.412	312.5	0.418	313	0.42	313.5	0.418	313.5
0.612	317.8	0.621	317.8	0.625	318.6	0.628	319.3
0.824	322.7	0.819	322.7	0.819	323.1	0.819	323.1
1.028	327	1.028	327.5	1.019	327.5	1.02	327.9
1.537	336.1	1.526	337.4	1.534	338.1	1.535	339.1
2.051	349.1	2.052	351.2	2.051	352.1	2.033	352.6
2.596	366.2	2.577	369.3	2.575	370.5	2.575	372.5
3.08	387.6	3.094	391.6	3.061	393.6	3.048	396.1
3.605	417.3	3.589	422.2	3.606	425.4	3.615	429.4
4.109	448.4	4.102	454.2	4.099	457.8	4.112	462.6
4.599	484.6	4.593	491.3	4.592	495.5	4.602	501.8
5.113	527.4	5.094	534.9	5.11	541.1	5.094	549.1



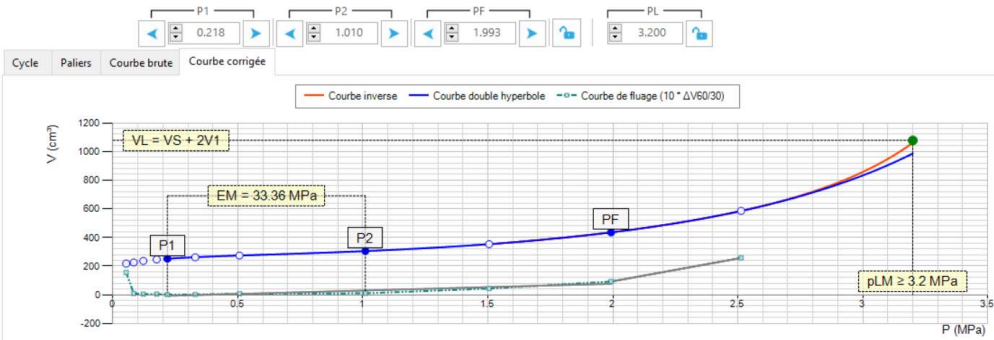
Essai à 6.00 m

P01	V01	P15	V15	P30	V30	P60	V60
0.046	82.31	0.026	142	0.028	180.2	0.041	234.2
0.057	275.1	0.053	284	0.05	287.6	0.046	290.3
0.084	309.7	0.091	312	0.093	313.1	0.093	314.9
0.117	320.8	0.115	321.3	0.117	321.7	0.113	322.2
0.163	328.9	0.17	330.8	0.181	331.8	0.173	332.3
0.208	334.7	0.208	335.1	0.208	335.2	0.217	336
0.316	341	0.304	341	0.305	341	0.299	341
0.42	344.9	0.431	345.4	0.419	345.4	0.415	345.8
0.624	350.7	0.623	351.2	0.628	351.3	0.628	351.7
0.822	355.9	0.822	356.4	0.82	356.6	0.821	357.1
1.029	360.8	1.028	361.5	1.02	361.8	1.009	361.8
1.537	371.8	1.527	373.4	1.544	374.3	1.544	375.3
2.04	386.8	2.05	388.8	2.031	389.8	2.032	390.8
2.576	405.3	2.579	407.6	2.574	408.7	2.575	410.6
3.093	424.5	3.061	427.4	3.043	428.2	3.07	430.9
3.596	447.7	3.596	451.1	3.597	453.4	3.601	456.5
4.12	473.5	4.102	477.5	4.103	480.2	4.121	484.4
4.609	502	4.607	506.7	4.617	510.5	4.591	514.6
5.097	534.4	5.123	541.3	5.095	545.6	5.092	551.5



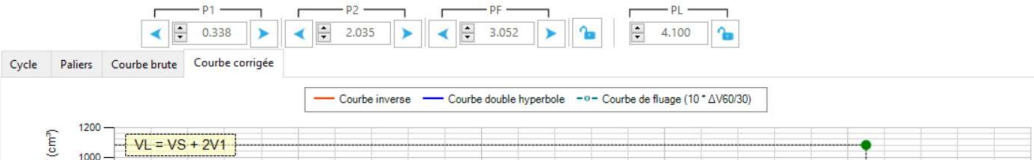
Essai à 7.00 m

P01	V01	P15	V15	P30	V30	P60	V60
0.045	102.2	0.029	167	0.037	202.2	0.055	217.7
0.074	223.1	0.069	223.8	0.074	224.5	0.07	225.4
0.115	234.2	0.113	235.1	0.11	235.3	0.113	235.7
0.160	242.8	0.172	244.4	0.17	245.4	0.163	245.8
0.223	250.1	0.217	250.7	0.212	250.8	0.208	250.9
0.314	258.3	0.328	259.4	0.331	260.2	0.322	260.3
0.516	270.9	0.503	271	0.509	271.7	0.513	272.4
1.031	297.7	1.029	301.1	1.019	302.8	1.011	303.8
1.539	335.4	1.539	344.4	1.525	348.3	1.525	352.6
2.048	379.8	2.041	419.2	2.051	428.5	2.034	437.7
2.566	498	2.586	543.5	2.593	566.7	2.594	592.5

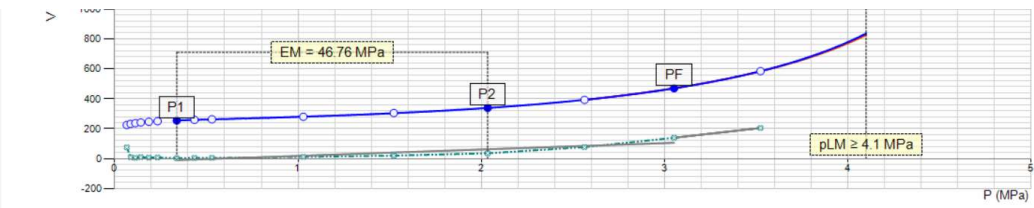


Essai à 8.00 m

P01	V01	P15	V15	P30	V30	P60	V60
0.026	103.7	0.036	170	0.047	217.1	0.048	224.6
0.066	229.3	0.065	230.1	0.065	230.7	0.07	231.6
0.093	234.7	0.093	235.7	0.093	236.2	0.093	236.7
0.123	239.1	0.123	239.9	0.125	240	0.124	240.8
0.151	243.3	0.163	243.9	0.176	244.7	0.17	245.4
0.209	246.9	0.212	247.3	0.219	248	0.227	248.7
0.322	252.1	0.323	252.6	0.323	252.9	0.327	253.1
0.422	256.5	0.421	256.5	0.419	256.9	0.427	257.4
0.515	259.7	0.523	260.2	0.517	260.3	0.513	260.8
1.017	279.8	1.019	275.7	1.021	276.6	1.029	277.7
1.539	296.4	1.533	300.4	1.515	301.8	1.521	303.8



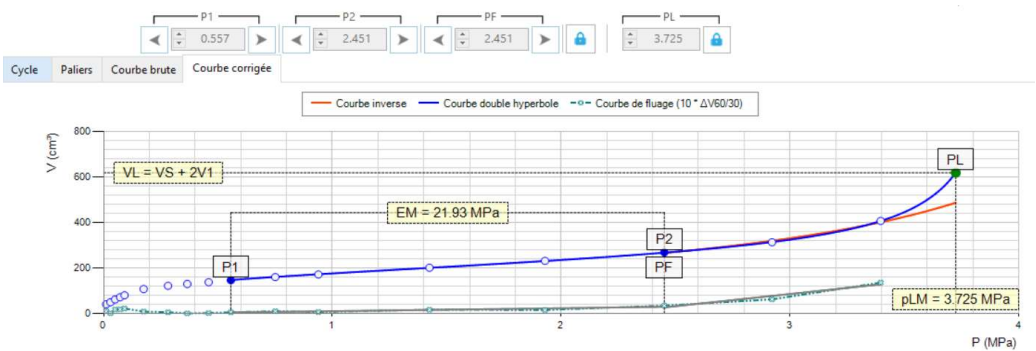
2.04	323.6	2.041	333.1	2.056	337	2.04	340.5
2.575	374.4	2.593	384.8	2.589	391.1	2.594	398.7
3.099	445.4	3.102	458.8	3.099	467.9	3.119	481.9
3.586	541	3.593	564.4	3.605	581.5	3.567	601.9



RN 88 - Sondage SP 2024-6





Essai à 1 m

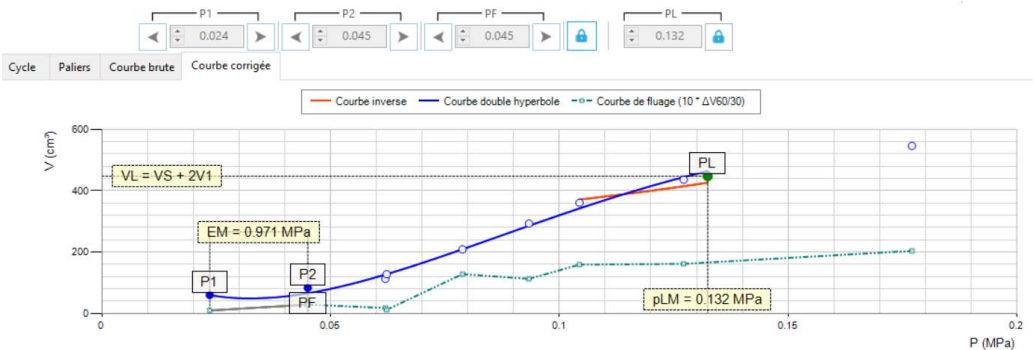
P01	V01	P15	V15	P30	V30	P60	V60
0.019	34.69	0.018	38.01	0.026	39.06	0.028	40.03
0.055	48.69	0.045	48.84	0.047	49.21	0.052	49.26
0.075	57.69	0.074	58.89	0.074	60.03	0.076	61.72
0.1	68.03	0.097	69.34	0.103	70.15	0.108	71.91
0.112	75.24	0.123	77.2	0.131	78.46	0.123	80.58
0.219	103.7	0.223	107.4	0.227	108.1	0.225	108.9
0.333	122	0.336	123.1	0.341	123.6	0.343	124.1
0.43	132.1	0.429	132.3	0.427	132.8	0.429	132.8
0.525	139.9	0.523	140.5	0.532	141.4	0.524	141.5
0.64	149.2	0.628	149.7	0.629	150.2	0.628	150.7
0.824	163.3	0.826	164.6	0.832	165.2	0.838	166.1
1.031	177	1.029	177.9	1.028	178.2	1.019	178.8
1.544	204.4	1.529	208.1	1.525	209.5	1.534	211.1
2.04	235.3	2.05	239.8	2.059	241.9	2.04	243.4
2.591	268.5	2.602	275.9	2.595	279.1	2.575	282.5
3.071	296.6	3.09	316.4	3.081	321.9	3.09	328.1
3.597	367.7	3.605	394.9	3.607	409.3	3.577	422.8



Essai à 2 m

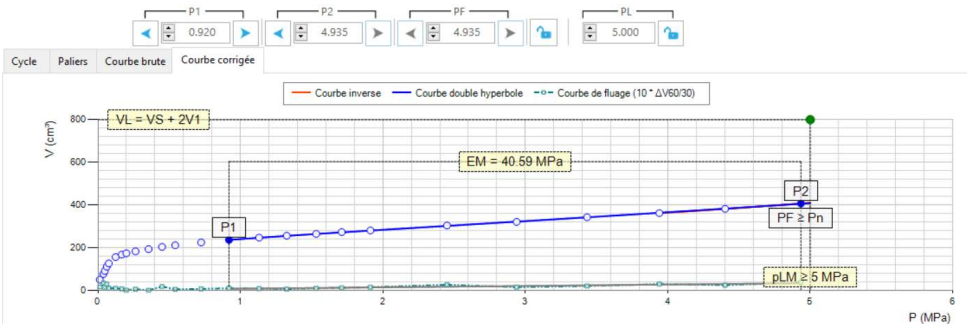
Données pressiométriques du sondage

Données pressiométriques		Mesures		Option de calcul					
		Cycle 1 		  					
	Exclure le palier	P01 (MPa)	V01 (cm³)	P15 (MPa)	V15 (cm³)	P30 (MPa)	V30 (cm³)	P60 (MPa)	V60 (cm³)
1	<input type="checkbox"/>	0.047	48.02	0.036	58.28	0.037	59.8	0.039	60.8
2	<input type="checkbox"/>	0.067	73.8	0.074	79.04	0.072	81.54	0.067	84.47
3	<input type="checkbox"/>	0.095	102	0.104	108.9	0.106	112.1	0.102	113.9
4	<input type="checkbox"/>	0.112	125.4	0.112	127.4	0.113	128.1	0.112	129.4
5	<input type="checkbox"/>	0.178	171.5	0.17	188	0.173	198.1	0.178	210.9
6	<input type="checkbox"/>	0.227	248.4	0.23	269.8	0.236	283.8	0.227	295.1
7	<input type="checkbox"/>	0.272	323.8	0.269	336.9	0.276	347.3	0.284	363.2
8	<input type="checkbox"/>	0.322	397.4	0.322	409.8	0.322	422.4	0.322	438.6
9	<input type="checkbox"/>	0.382	484.1	0.38	510	0.382	528.8	0.38	549.2
+	<input type="checkbox"/>								
	<input type="checkbox"/>								



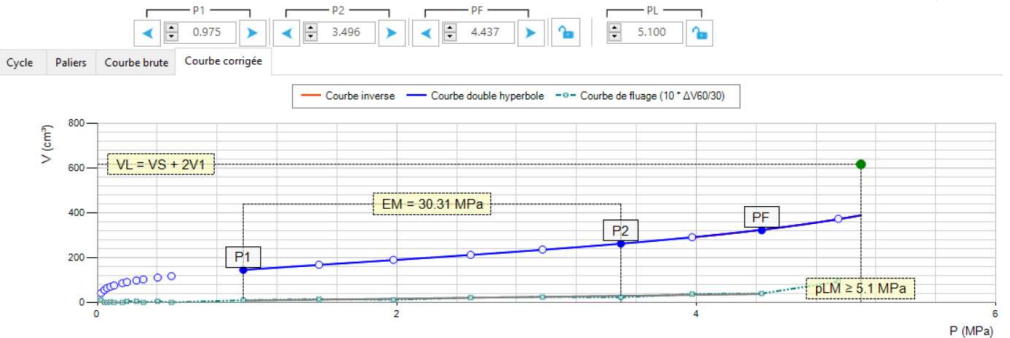
Essai à 3,00 m

P01	V01	P15	V15	P30	V30	P60	V60
0.011	38.24	0.011	46.15	0.007	48.12	0.013	49.69
0.045	67.56	0.046	71.06	0.052	73.36	0.054	76.68
0.067	87.25	0.067	88.8	0.069	89.8	0.068	91.24
0.093	103.7	0.091	106.3	0.093	108.1	0.093	111
0.116	124	0.114	125.4	0.115	126	0.117	127
0.18	150.7	0.181	154.9	0.183	156	0.171	156.9
0.234	166.9	0.226	167.7	0.23	168.4	0.229	169
0.266	175.3	0.265	175.3	0.266	175.3	0.262	175.3
0.322	182.5	0.332	183.5	0.337	184.5	0.332	185
0.437	194.7	0.431	196.1	0.434	196.1	0.428	196.1
0.523	204.2	0.534	204.8	0.532	205.7	0.53	207.4
0.628	214.4	0.63	214.9	0.63	215.4	0.628	215.9
0.819	228.3	0.819	228.9	0.819	229.5	0.819	230.2
1.022	241	1.02	242	1.021	242.5	1.023	243.4
1.23	252.1	1.238	253.6	1.239	254.4	1.239	255.3
1.433	262.7	1.443	264	1.439	264.7	1.429	265.2
1.64	271.9	1.644	273.3	1.649	274	1.657	274.9
1.843	280	1.834	282	1.833	282.8	1.832	284
2.059	289.8	2.04	290.7	2.038	291.3	2.04	292.7
2.596	308.1	2.584	312.6	2.587	314.9	2.603	317.5
3.09	330.4	3.09	332.8	3.093	334.2	3.073	335.7
3.597	350.3	3.605	354.2	3.596	356.4	3.567	358.4
4.085	369.6	4.104	373.4	4.102	375.7	4.123	378.7
4.607	390.8	4.598	394.6	4.569	396.6	4.559	399
5.085	413	5.113	418	5.113	420.7	5.128	424.4



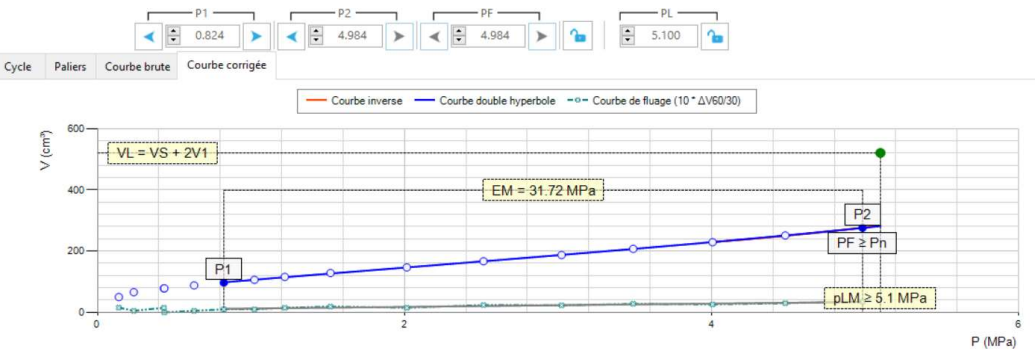
Essai à 4,00 m

P01	V01	P15	V15	P30	V30	P60	V60
0	14.49	0.009	34.51	0.007	40.49	0.006	41.48
0.036	54.5	0.038	55.01	0.039	55.47	0.036	55.49
0.065	63.62	0.057	64.18	0.065	64.19	0.057	64.19
0.093	69.98	0.088	70	0.087	70.24	0.086	70.43
0.112	76.26	0.118	76.26	0.113	76.26	0.108	76.26
0.179	85.82	0.179	86.94	0.172	87.38	0.174	87.38
0.21	92.2	0.208	92.2	0.208	92.21	0.21	92.69
0.27	98.44	0.278	99.4	0.275	99.91	0.275	100.4
0.324	104.3	0.327	105.2	0.325	105.3	0.32	105.3
0.428	112.4	0.422	113.4	0.427	113.9	0.428	114.4
0.523	120.6	0.525	121.4	0.52	121.7	0.516	121.7
1.009	146	1.02	150.7	1.019	151.6	1.012	152.6
1.525	172.3	1.537	176.2	1.544	177.2	1.529	178.7
2.052	196.2	2.046	199.9	2.05	201.4	2.047	202.5
2.58	219.4	2.575	223.1	2.577	224.6	2.575	226.7
3.095	243.7	3.071	247.3	3.065	249.3	3.071	251.6
3.605	268.7	3.608	273.8	3.614	276.7	3.591	279
4.102	295.5	4.102	301.8	4.094	304.7	4.096	308.4
4.611	326.9	4.598	333.7	4.569	335.6	4.56	339.6
5.107	364.4	5.111	376.1	5.103	382.2	5.124	391.4







Essai à 5,00 m

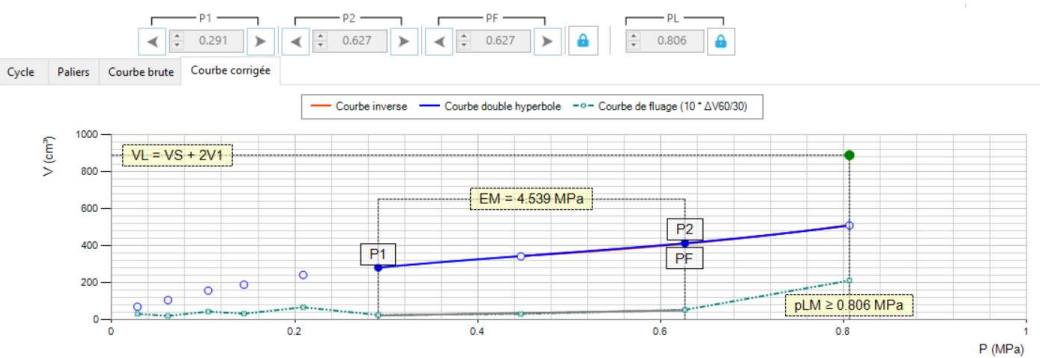
P01	V01	P15	V15	P30	V30	P60	V60
0.115	45.88	0.121	48.91	0.114	49.69	0.119	51.24
0.219	64.54	0.221	66.6	0.227	67.54	0.225	68.05
0.431	78.39	0.429	79.65	0.428	80.55	0.427	82.06
0.427	82.54	0.434	82.54	0.429	82.54	0.429	82.55
0.628	90.85	0.628	92.22	0.63	93.15	0.637	93.66
0.828	99.88	0.831	101.7	0.83	102.8	0.83	103.8
1.019	110.5	1.029	112.4	1.039	113.4	1.038	114.4
1.229	121.2	1.238	122.6	1.238	123.6	1.241	125.1
1.532	135.2	1.537	136.7	1.544	137.6	1.555	139.5
2.047	154.2	2.059	156.9	2.052	158.3	2.042	159.8
2.579	175	2.56	177.6	2.565	179.2	2.566	181.6
3.08	196	3.08	199	3.082	201	3.09	203.3
3.586	217.7	3.558	219.7	3.561	221.7	3.567	224.5
4.092	238.9	4.093	242.3	4.089	244.2	4.086	246.8
4.581	261.2	4.579	264.2	4.569	266.5	4.579	269.5
5.094	284.9	5.091	288.6	5.09	291.2	5.095	294.7



RN 88 - Sondage SP 2024-7

Essai à 1 m

Données pressiométriques du sondage																																																																																																																						
Données pressiométriques																																																																																																																						
Mesures																																																																																																																						
Option de calcul																																																																																																																						
Cycle 1																																																																																																																						
<div>   </div>																																																																																																																						
<div><div>Exclure le palier</div><table><thead><tr><th></th><th>P01 (MPa)</th><th>V01 (cm³)</th><th>P15 (MPa)</th><th>V15 (cm³)</th><th>P30 (MPa)</th><th>V30 (cm³)</th><th>P60 (MPa)</th><th>V60 (cm³)</th></tr></thead><tbody><tr><td>1</td><td><input type="checkbox"/></td><td>0.06</td><td>36.25</td><td>0.057</td><td>62.36</td><td>0.055</td><td>66.62</td><td>0.057</td><td>69.67</td></tr><tr><td>2</td><td><input type="checkbox"/></td><td>0.123</td><td>93.31</td><td>0.107</td><td>101.7</td><td>0.112</td><td>103.7</td><td>0.108</td><td>105.7</td></tr><tr><td>3</td><td><input type="checkbox"/></td><td>0.179</td><td>138.9</td><td>0.183</td><td>149.7</td><td>0.181</td><td>155.5</td><td>0.179</td><td>157.8</td></tr><tr><td>4</td><td><input type="checkbox"/></td><td>0.236</td><td>178.6</td><td>0.237</td><td>184.7</td><td>0.237</td><td>187.1</td><td>0.24</td><td>190.2</td></tr><tr><td>5</td><td><input type="checkbox"/></td><td>0.323</td><td>225.9</td><td>0.323</td><td>232.5</td><td>0.332</td><td>237.4</td><td>0.341</td><td>244</td></tr><tr><td>6</td><td><input type="checkbox"/></td><td>0.437</td><td>272.9</td><td>0.434</td><td>278.6</td><td>0.437</td><td>281.9</td><td>0.429</td><td>284.4</td></tr><tr><td>7</td><td><input type="checkbox"/></td><td>0.637</td><td>333.3</td><td>0.62</td><td>340.8</td><td>0.622</td><td>343.3</td><td>0.618</td><td>346.3</td></tr><tr><td>8</td><td><input type="checkbox"/></td><td>0.83</td><td>391.4</td><td>0.838</td><td>406.9</td><td>0.834</td><td>414.3</td><td>0.819</td><td>419.5</td></tr><tr><td>9</td><td><input type="checkbox"/></td><td>1.048</td><td>474.3</td><td>1.01</td><td>485</td><td>1.021</td><td>495.3</td><td>1.029</td><td>516.4</td></tr><tr><td>*</td><td><input type="checkbox"/></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table></div>											P01 (MPa)	V01 (cm³)	P15 (MPa)	V15 (cm³)	P30 (MPa)	V30 (cm³)	P60 (MPa)	V60 (cm³)	1	<input type="checkbox"/>	0.06	36.25	0.057	62.36	0.055	66.62	0.057	69.67	2	<input type="checkbox"/>	0.123	93.31	0.107	101.7	0.112	103.7	0.108	105.7	3	<input type="checkbox"/>	0.179	138.9	0.183	149.7	0.181	155.5	0.179	157.8	4	<input type="checkbox"/>	0.236	178.6	0.237	184.7	0.237	187.1	0.24	190.2	5	<input type="checkbox"/>	0.323	225.9	0.323	232.5	0.332	237.4	0.341	244	6	<input type="checkbox"/>	0.437	272.9	0.434	278.6	0.437	281.9	0.429	284.4	7	<input type="checkbox"/>	0.637	333.3	0.62	340.8	0.622	343.3	0.618	346.3	8	<input type="checkbox"/>	0.83	391.4	0.838	406.9	0.834	414.3	0.819	419.5	9	<input type="checkbox"/>	1.048	474.3	1.01	485	1.021	495.3	1.029	516.4	*	<input type="checkbox"/>								
	P01 (MPa)	V01 (cm³)	P15 (MPa)	V15 (cm³)	P30 (MPa)	V30 (cm³)	P60 (MPa)	V60 (cm³)																																																																																																														
1	<input type="checkbox"/>	0.06	36.25	0.057	62.36	0.055	66.62	0.057	69.67																																																																																																													
2	<input type="checkbox"/>	0.123	93.31	0.107	101.7	0.112	103.7	0.108	105.7																																																																																																													
3	<input type="checkbox"/>	0.179	138.9	0.183	149.7	0.181	155.5	0.179	157.8																																																																																																													
4	<input type="checkbox"/>	0.236	178.6	0.237	184.7	0.237	187.1	0.24	190.2																																																																																																													
5	<input type="checkbox"/>	0.323	225.9	0.323	232.5	0.332	237.4	0.341	244																																																																																																													
6	<input type="checkbox"/>	0.437	272.9	0.434	278.6	0.437	281.9	0.429	284.4																																																																																																													
7	<input type="checkbox"/>	0.637	333.3	0.62	340.8	0.622	343.3	0.618	346.3																																																																																																													
8	<input type="checkbox"/>	0.83	391.4	0.838	406.9	0.834	414.3	0.819	419.5																																																																																																													
9	<input type="checkbox"/>	1.048	474.3	1.01	485	1.021	495.3	1.029	516.4																																																																																																													
*	<input type="checkbox"/>																																																																																																																					



Essai à 2 m

Données pressiométriques du sondage

Données pressiométriques

Mesures

Option de calcul

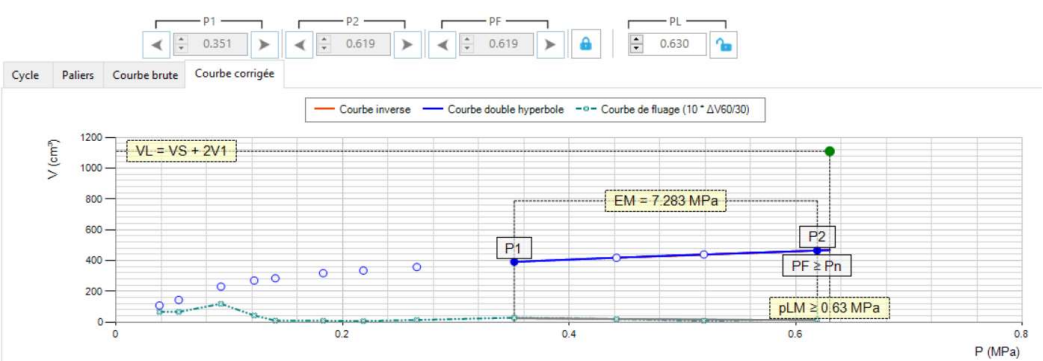
Cycle

1

	Exclure le palier	P01 (MPa)	V01 (cm³)	P15 (MPa)	V15 (cm³)	P30 (MPa)	V30 (cm³)	P60 (MPa)	V60 (cm³)
1	<input type="checkbox"/>	0.074	65.24	0.076	93.35	0.076	102.7	0.084	109.4
2	<input type="checkbox"/>	0.107	127.6	0.115	134.1	0.115	139	0.115	145.7
3	<input type="checkbox"/>	0.179	187	0.192	207.3	0.198	221	0.208	233
4	<input type="checkbox"/>	0.239	252	0.247	261.1	0.25	268.5	0.249	272.9
5	<input type="checkbox"/>	0.275	284.9	0.275	286	0.275	286.8	0.275	287.9
6	<input type="checkbox"/>	0.334	313.6	0.336	318.6	0.335	320.2	0.331	321.2
7	<input type="checkbox"/>	0.382	335.5	0.379	337.5	0.379	338.1	0.375	338.8
8	<input type="checkbox"/>	0.429	353.6	0.437	358.8	0.434	360.3	0.437	361.8
9	<input type="checkbox"/>	0.523	386.6	0.532	390.7	0.535	393.6	0.542	396.6
10	<input type="checkbox"/>	0.681	417.9	0.629	420.3	0.637	421.7	0.637	423.8
11	<input type="checkbox"/>	0.723	442.8	0.715	443.9	0.715	444.9	0.715	445.8
12	<input type="checkbox"/>	0.82	487.4	0.819	489.4	0.819	470.5	0.819	472.3
*	<input type="checkbox"/>								

OK

Annuler



Essai à 3.00 m

Données pressiométriques du sondage

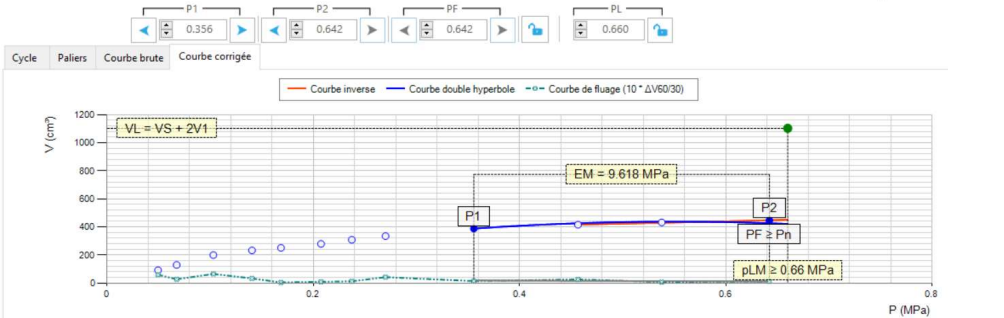
Données pressiométriques Mesures Option de calcul

Bar

Cycle 1

	Exclure le palier	P01 (MPa)	V01 (cm³)	P15 (MPa)	V15 (cm³)	P30 (MPa)	V30 (cm³)	P60 (MPa)	V60 (cm³)
1	<input type="checkbox"/>	0.066	53.66	0.067	78.53	0.067	87.16	0.081	93.15
2	<input type="checkbox"/>	0.116	122.5	0.107	126.4	0.112	128	0.106	130.8
3	<input type="checkbox"/>	0.17	169.5	0.183	187.1	0.183	195.4	0.181	201.9
4	<input type="checkbox"/>	0.227	221.6	0.238	229.1	0.237	232.3	0.24	235.7
5	<input type="checkbox"/>	0.286	252.3	0.276	253.3	0.275	253.6	0.275	254.1
6	<input type="checkbox"/>	0.332	274.6	0.332	280.6	0.324	281.6	0.332	282.6
7	<input type="checkbox"/>	0.38	303.5	0.377	309.5	0.371	310.6	0.373	311.9
8	<input type="checkbox"/>	0.419	329.2	0.422	332.1	0.419	334.8	0.419	339
9	<input type="checkbox"/>	0.526	382.5	0.532	389.7	0.528	391.2	0.524	392.7
10	<input type="checkbox"/>	0.628	412.7	0.631	416.2	0.64	418.7	0.647	421.4
11	<input type="checkbox"/>	0.724	436.1	0.723	437	0.723	437.8	0.723	438.6
12	<input type="checkbox"/>	0.822	450.9	0.83	452.1	0.828	452.6	0.832	453.9
*	<input type="checkbox"/>								
	<input type="checkbox"/>								

OK Annuler



Essai à 4.00 m

Données pressiométriques du sondage

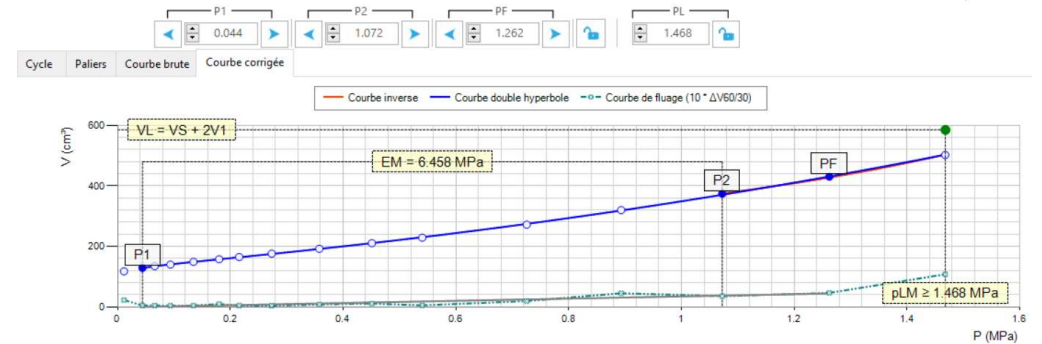
Données pressiométriques

Mesures

Option de calcul

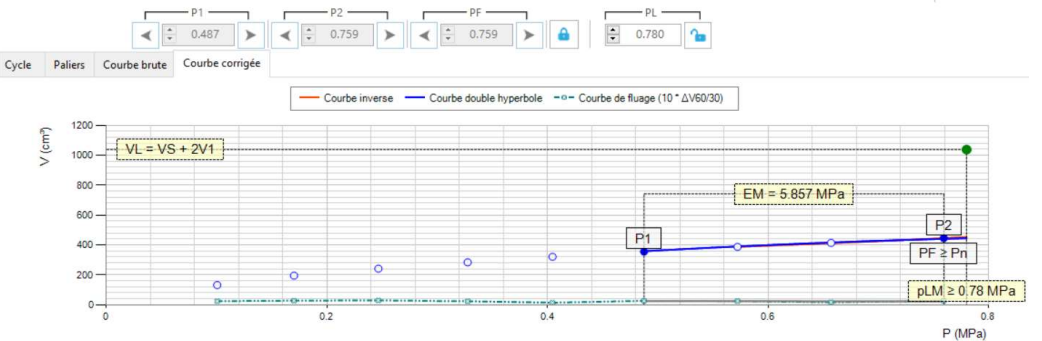
Cycle

1



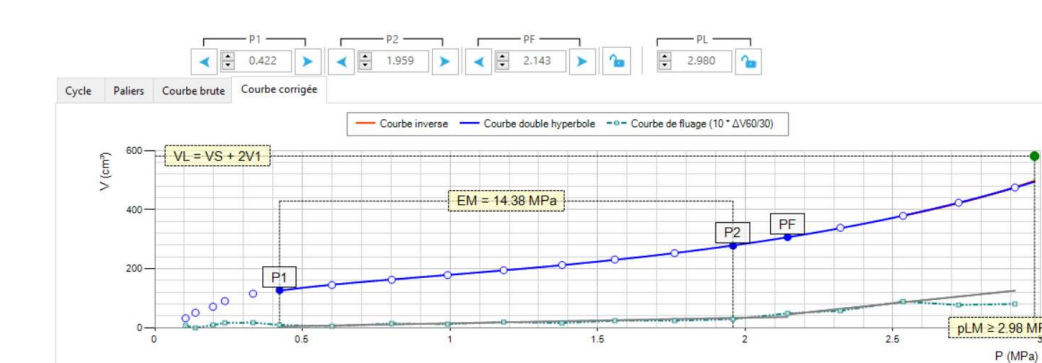
Essai à 5.00 m

P01	V01	P15	V15	P30	V30	P60	V60
0.123	80.6	0.131	124	0.122	131.2	0.133	133.7
0.22	186.1	0.227	192	0.227	194.6	0.227	197.4
0.325	235.4	0.324	240	0.332	242.4	0.332	245.4
0.437	268.1	0.429	281.3	0.437	285.9	0.431	288.4
0.532	318.7	0.532	323.1	0.526	324.6	0.526	326.1
0.628	353.3	0.628	356.9	0.627	358.5	0.628	361.2
0.725	386.8	0.724	389.3	0.727	391.3	0.726	393.8
0.819	415.7	0.819	417.8	0.818	419	0.818	420.7
0.933	444.9	0.929	448.2	0.926	450.2	0.924	453



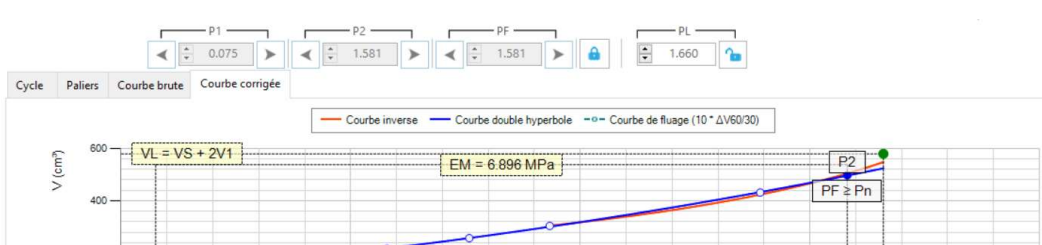
Essai à 6.00 m

P01	V01	P15	V15	P30	V30	P60	V60
0.064	29.66	0.064	31.79	0.059	32.28	0.065	33.04
0.108	52.1	0.108	52.1	0.106	52.1	0.105	52.1
0.182	68.89	0.179	71.42	0.179	71.92	0.171	73.88
0.236	88.59	0.227	89.99	0.227	91.23	0.232	92.92
0.328	113.4	0.335	115.4	0.337	116.8	0.342	118.6
0.428	128.8	0.433	129.9	0.434	130.4	0.437	131.3
0.624	147.8	0.627	149.2	0.618	149.6	0.618	150.2
0.82	165.3	0.829	166.8	0.838	168	0.838	169.5
1.023	182.8	1.031	184.2	1.032	185.4	1.037	186.7
1.231	197.5	1.23	200.5	1.231	202.3	1.239	204.2
1.448	217.7	1.436	220	1.442	221.5	1.443	223.1
1.634	236.9	1.63	238.7	1.627	240	1.63	242.5
1.837	257.3	1.849	260.7	1.84	262.7	1.84	265.1
2.043	280	2.059	284.4	2.059	287.8	2.04	290.7
2.25	307.1	2.255	312.1	2.251	315.8	2.26	320.7
2.46	338.7	2.45	343.8	2.446	347.2	2.451	353
2.665	370.9	2.67	379.2	2.679	385.5	2.689	394.4
2.854	414.8	2.878	423.5	2.89	431.2	2.861	438.9
3.075	462.5	3.081	473.5	3.09	482.9	3.042	491



Essai à 7.00 m

P01	V01	P15	V15	P30	V30	P60	V60
0.051	52.12	0.055	105.3	0.057	119	0.057	121.3
0.074	126.4	0.075	126.5	0.074	126.9	0.074	131.3
0.097	131.3	0.098	133.3	0.103	133.3	0.105	134.2
0.127	133.8	0.129	133.8	0.132	133.8	0.124	144.9
0.179	141.9	0.183	143.8	0.182	144.4	0.18	153.9
0.246	152.4	0.236	153.1	0.229	153.6	0.229	169.5
0.334	166.5	0.335	167.6	0.335	168.1	0.341	185.4
0.427	180.5	0.427	182.3	0.429	185.5	0.437	219.2
0.638	212.8	0.629	217	0.629	219.2	0.629	264.5
0.826	252.1	0.828	257.4	0.833	260.9	0.83	312.5
1.032	295.9	1.029	303.2	1.031	307.2	1.032	342.3
1.538	380.2	1.538	417	1.544	430	1.527	508.6
1.728	478.7	1.725	489.2	1.735	497.1	1.744	

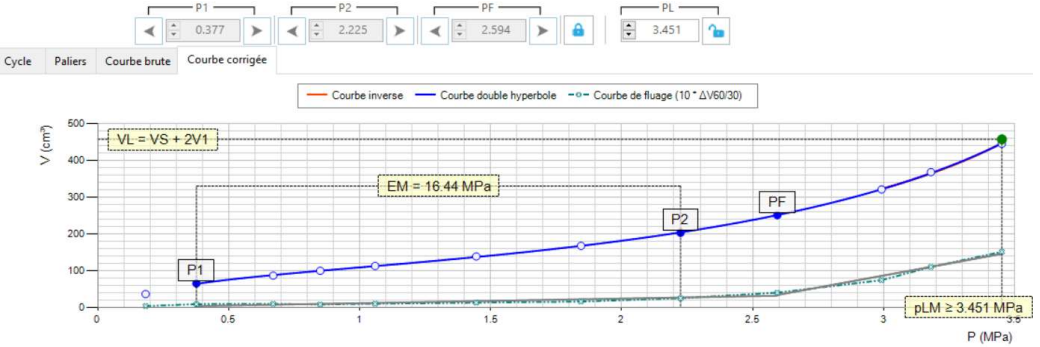
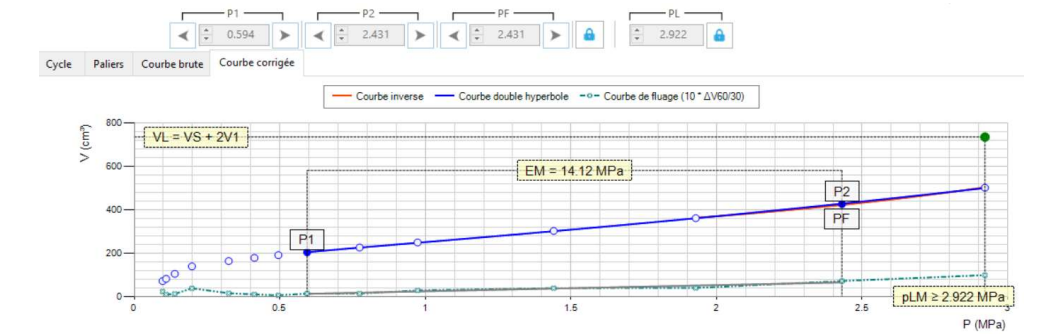
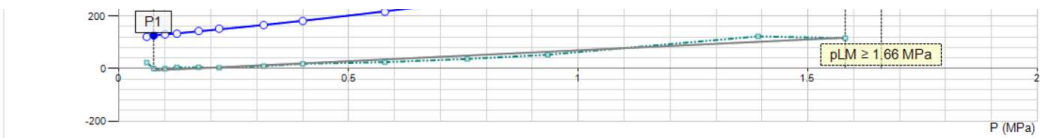


Essai à 8,00 m

P01	V01	P15	V15	P30	V30	P60	V60
0.057	28.47	0.055	62.84	0.057	69.6	0.06	71.92
0.08	75.49	0.076	80.57	0.074	81.57	0.074	82.54
0.123	101.7	0.116	103.8	0.121	104.8	0.113	106
0.182	129.3	0.189	134.1	0.191	137.1	0.21	140.9
0.335	160.8	0.332	163.7	0.337	165.1	0.337	166.6
0.43	178.3	0.429	180.1	0.431	181.1	0.437	182.1
0.531	192.8	0.524	193.7	0.522	194.5	0.513	195.1
0.63	206.1	0.628	207.2	0.628	207.7	0.624	209.1
0.828	228.3	0.819	230.1	0.82	230.9	0.819	232.3
1.027	250.6	1.031	253	1.029	254.5	1.038	257.4
1.534	301.1	1.526	307	1.525	309.1	1.534	313
2.041	358.1	2.05	365.8	2.044	369.8	2.035	373.8
2.564	417.6	2.566	427.5	2.561	433.2	2.574	440.3
3.052	484.1	3.058	498	3.071	506.8	3.063	516.6

Essai à 9,00 m

P01	V01	P15	V15	P30	V30	P60	V60
0.119	35.11	0.115	36.65	0.113	37.13	0.115	37.5
0.324	66.11	0.324	66.87	0.327	67.11	0.322	68
0.446	78.2	0.639	89.08	0.628	90.76	0.621	91.72
0.828	104	0.819	104.8	0.819	105.4	0.814	106.2
1.037	117.5	1.03	118.8	1.038	119.7	1.038	120.7
1.439	144.8	1.444	146.7	1.431	147.4	1.431	148.7
1.833	173.8	1.847	176.2	1.859	178	1.85	179.6
2.253	209.5	2.25	212	2.25	213.9	2.257	216.4
2.68	252	2.653	258.4	2.644	261.2	2.641	265.2
3.09	317	3.075	324	3.08	329.1	3.09	336.5
3.492	355.8	3.283	365.7	3.29	373	3.3	384
3.59	418.8	3.586	434.9	3.579	446.3	3.57	461.4



RN 88 - Sondage SP 2024-8

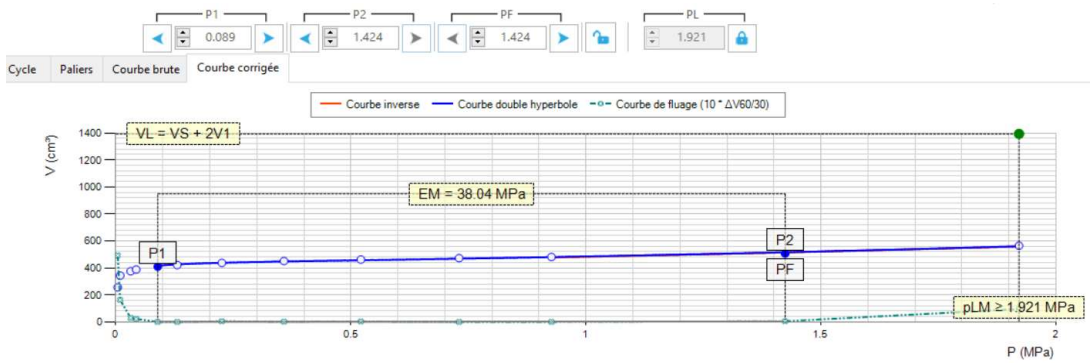
Essai à 2 m

Données pressiométriques du sondage

Données pressiométriques Mesures Option de calcul

Cycle 1

Exclure le palier	P01 (MPa)	V01 (cm)	P15 (MPa)	V15 (cm)	P30 (MPa)	V30 (cm)	P60 (MPa)	V60 (cm)
<input type="checkbox"/>	0.055	93.49	0.053	137	0.046	206.3	0.055	235.7
<input type="checkbox"/>	0.077	274.8	0.085	309.2	0.076	326.5	0.084	342.8
<input type="checkbox"/>	0.105	365.4	0.113	369.4	0.112	372.3	0.114	375.3
<input type="checkbox"/>	0.124	383.4	0.124	384.5	0.132	385.6	0.132	387.9
<input type="checkbox"/>	0.19	408.6	0.182	408.7	0.179	408.7	0.179	408.7
<input type="checkbox"/>	0.231	420.2	0.228	420.2	0.227	420.7	0.22	420.7
<input type="checkbox"/>	0.332	435.7	0.328	435.7	0.324	436.2	0.322	436.6
<input type="checkbox"/>	0.438	446.6	0.456	448.2	0.468	449.5	0.459	449.7
<input type="checkbox"/>	0.631	459.9	0.628	459.9	0.628	460	0.628	460.3
<input type="checkbox"/>	0.838	470	0.843	470.5	0.838	471	0.838	471
<input type="checkbox"/>	1.045	478.7	1.038	479.2	1.04	479.8	1.038	479.7
<input type="checkbox"/>	1.334	499.8	1.344	502.7	1.349	504.7	1.334	505.3
<input type="checkbox"/>	2.05	542.6	2.041	551	2.05	557.5	2.058	567
<input type="checkbox"/>								
<input type="checkbox"/>								



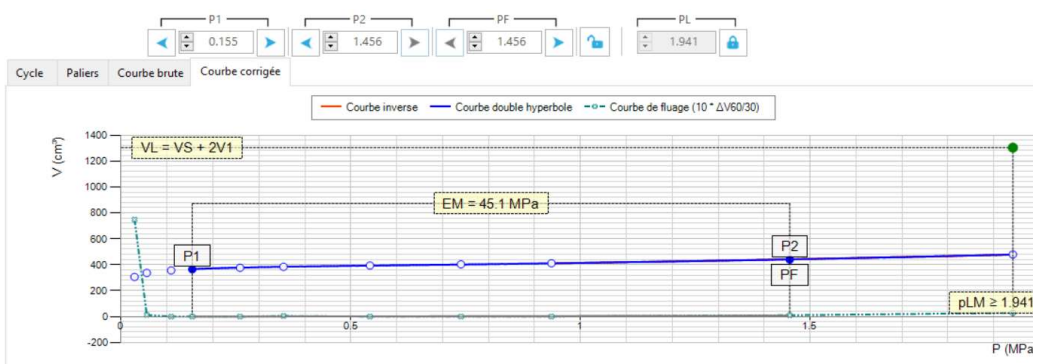
Essai à 3 m

Données pressiométriques du sondage

Données pressiométriques Mesures Option de calcul

Cycle 1

Exclure le palier	P01 (MPa)	V01 (cm)	P15 (MPa)	V15 (cm)	P30 (MPa)	V30 (cm)	P60 (MPa)	V60 (cm)
<input type="checkbox"/>	0.075	96.53	0.084	169.1	0.074	230.9	0.085	305.8
<input type="checkbox"/>	0.116	332.3	0.116	334.7	0.112	335.2	0.122	336.5
<input type="checkbox"/>	0.179	353.5	0.179	355.1	0.173	355.5	0.172	355.5
<input type="checkbox"/>	0.229	363.2	0.226	363.3	0.226	363.7	0.215	363.7
<input type="checkbox"/>	0.322	373.3	0.328	374.3	0.332	375.3	0.333	375.3
<input type="checkbox"/>	0.431	382.1	0.427	382.1	0.427	382.1	0.427	382.6
<input type="checkbox"/>	0.629	392.2	0.622	392.2	0.615	392.2	0.618	392.2
<input type="checkbox"/>	0.833	401	0.819	401	0.82	401	0.819	401
<input type="checkbox"/>	1.031	409.2	1.019	409.5	1.022	409.6	1.013	409.6
<input type="checkbox"/>	1.532	433.4	1.54	436.1	1.553	438.1	1.544	439.1
<input type="checkbox"/>	2.043	471.3	2.05	477	2.04	478.7	2.04	481.6
<input type="checkbox"/>								
<input type="checkbox"/>								



Essai à 4.00 m

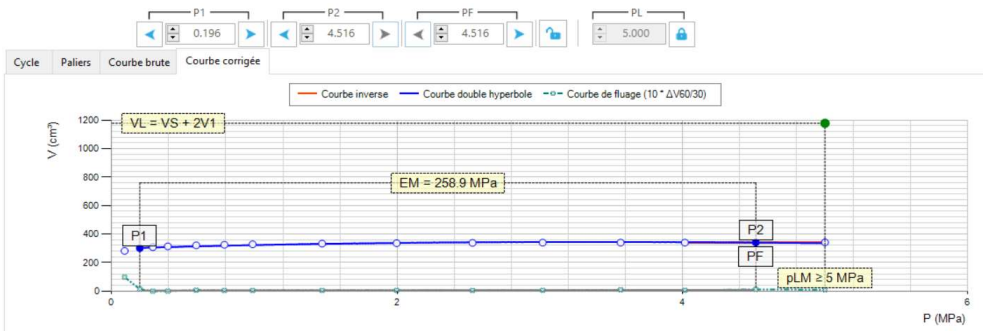
Données pressiométriques du sondage

Données pressiométriques Mesures Option de calcul

Cycle 1

Exclure le palier	P01 (MPa)	V01 (cm)	P15 (MPa)	V15 (cm)	P30 (MPa)	V30 (cm)	P60 (MPa)	V60 (cm)
<input type="checkbox"/>	0.132	127.7	0.124	212.5	0.125	272	0.124	281.8
<input type="checkbox"/>	0.227	297	0.228	298	0.237	299	0.247	300.4
<input type="checkbox"/>	0.248	300.9	0.332	307.2	0.331	307.2	0.323	307.2
<input type="checkbox"/>	0.429	311.5	0.437	312	0.437	312.5	0.435	312.5
<input type="checkbox"/>	0.628	317.8	0.636	318.3	0.637	318.6	0.639	319.3
<input type="checkbox"/>	0.82	322.2	0.83	322.7	0.831	323.1	0.852	323.6
<input type="checkbox"/>	1.048	326	1.038	326	1.035	326.5	1.03	327
<input type="checkbox"/>	1.542	331.8	1.525	331.8	1.525	332.3	1.52	332.8
<input type="checkbox"/>	2.049	337.1	2.052	337.6	2.046	338.1	2.046	338.6
<input type="checkbox"/>	2.558	343	2.575	343.9	2.594	344.4	2.575	344.9
<input type="checkbox"/>	3.059	349.4	3.071	350.2	3.084	351.1	3.071	351.6
<input type="checkbox"/>	3.576	355.9	3.607	356.9	3.636	357.9	3.634	358.9
<input type="checkbox"/>	4.063	363.1	4.073	363.8	4.084	364.7	4.073	365.3
<input type="checkbox"/>	4.56	370.9	4.588	372.4	4.571	373.1	4.569	374.3
<input type="checkbox"/>	5.062	381.1	5.098	382.6	5.056	383	5.027	384
<input type="checkbox"/>								
<input type="checkbox"/>								

Ok Annuler



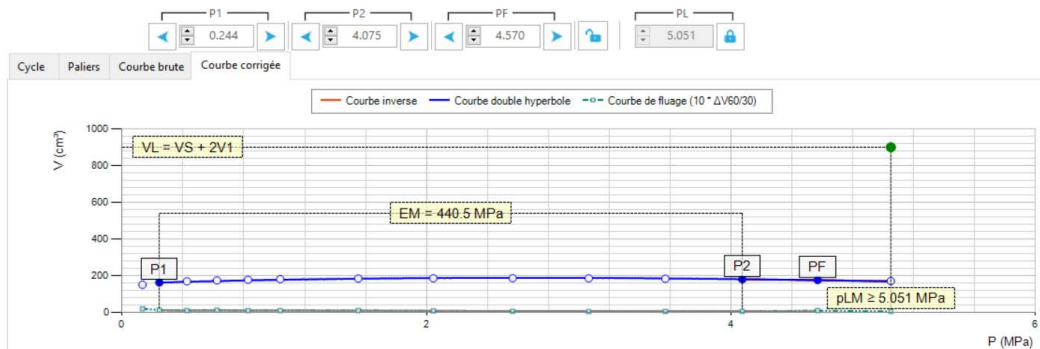
Essai à 5.00 m

Données pressiométriques du sondage

Données pressiométriques Mesures Option de calcul

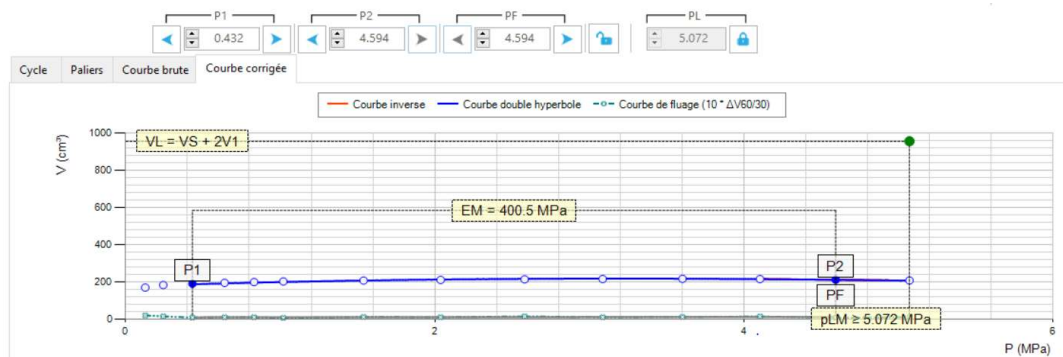
Cycle 1

Exclure le palier	P01 (MPa)	V01 (cm)	P15 (MPa)	V15 (cm)	P30 (MPa)	V30 (cm)	P60 (MPa)	V60 (cm)
<input type="checkbox"/>	0.123	119.2	0.124	145.3	0.118	147.3	0.114	149.2
<input type="checkbox"/>	0.236	158.2	0.243	159.4	0.228	160	0.227	161.2
<input type="checkbox"/>	0.427	164.9	0.419	165.6	0.418	166.1	0.411	167.1
<input type="checkbox"/>	0.623	169.5	0.618	170	0.609	170.5	0.62	171.6
<input type="checkbox"/>	0.82	173.5	0.819	173.9	0.82	174.4	0.824	175.3
<input type="checkbox"/>	1.019	176.9	1.03	177.3	1.038	177.7	1.029	178.7
<input type="checkbox"/>	1.521	181.1	1.534	181.6	1.553	182.1	1.556	183
<input type="checkbox"/>	2.035	185.9	2.04	185.9	2.04	186.4	2.045	187.2
<input type="checkbox"/>	2.56	190.3	2.574	190.8	2.559	191.2	2.556	191.7
<input type="checkbox"/>	3.061	194.6	3.061	195.1	3.071	195.6	3.061	196
<input type="checkbox"/>	3.558	198.5	3.567	199	3.574	199.7	3.567	200.2
<input type="checkbox"/>	4.066	202.9	4.074	203.3	4.081	203.8	4.073	204.3
<input type="checkbox"/>	4.569	207.2	4.579	207.7	4.569	207.7	4.571	208.6
<input type="checkbox"/>	5.056	211.1	5.049	211.5	5.051	212	5.071	212.5
<input type="checkbox"/>								
<input type="checkbox"/>								

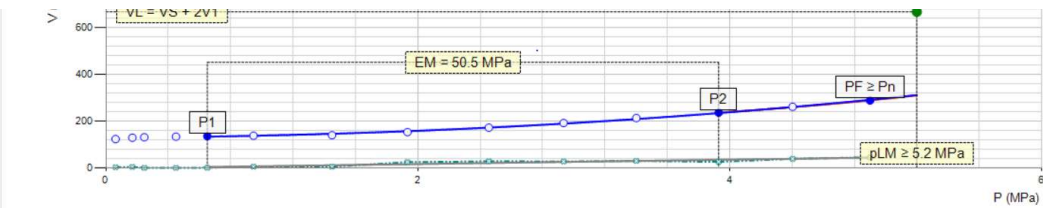


Essai à 6.00 m

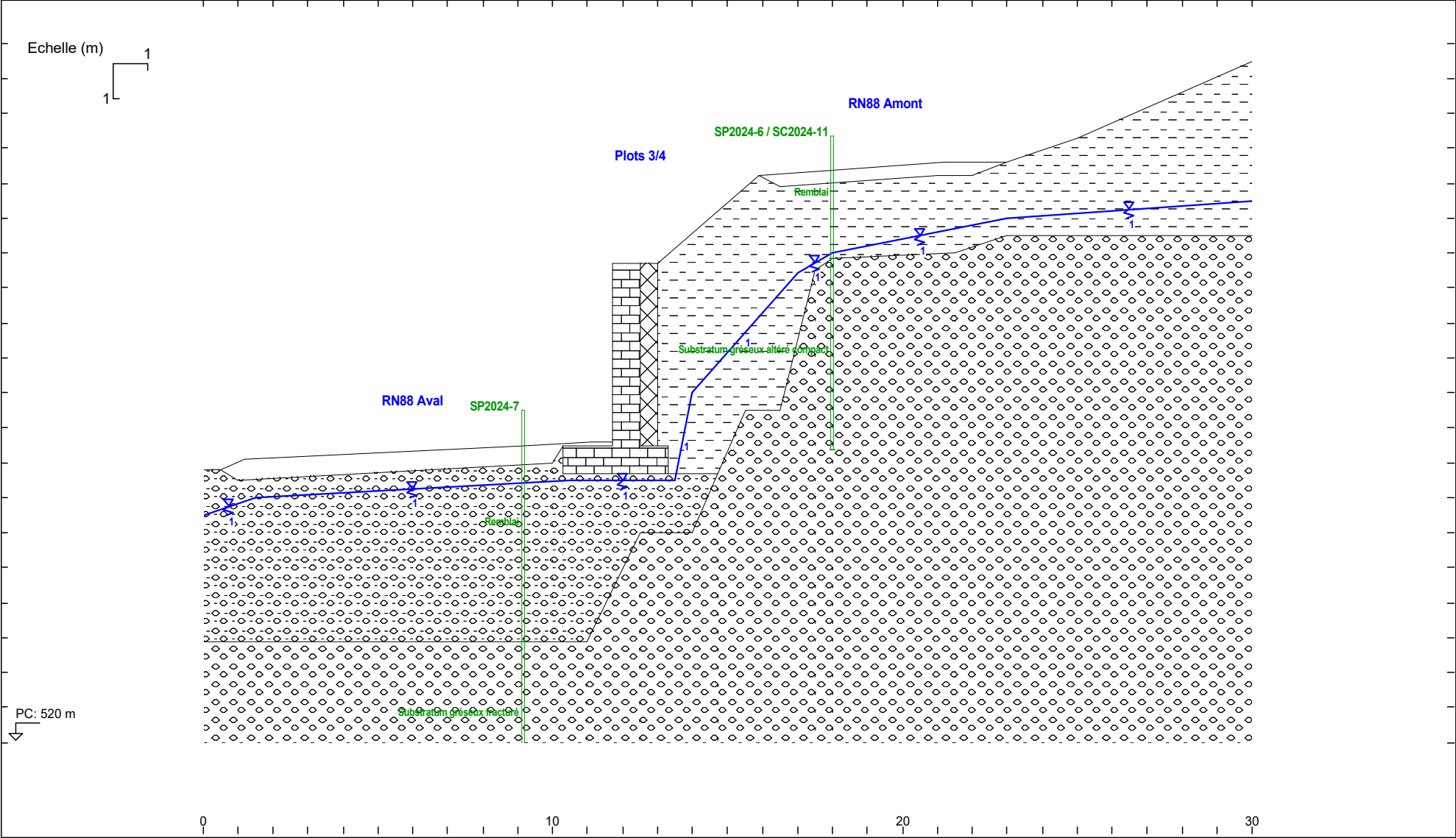
P01	V01	P15	V15	P30	V30	P60	V60
0.104	144	0.112	164.6	0.106	166.6	0.104	168.5
0.217	178.2	0.226	179.2	0.228	180.1	0.229	181.6
0.418	186.8	0.419	187	0.418	187.5	0.419	188.3
0.628	190.8	0.628	191.5	0.628	191.7	0.629	192.7
0.819	194.6	0.819	195.1	0.82	195.6	0.821	196.6
1.021	196.5	1.009	198.9	1.01	199.3	1.012	199.9
1.525	203.3	1.529	204.3	1.538	205	1.525	206.1
2.042	209.3	2.04	210.1	2.031	211	2.021	212
2.575	216	2.579	216.8	2.584	217.8	2.565	219.3
3.074	223.3	3.08	224.6	3.092	225.5	3.08	226.5
3.591	230.7	3.601	231.7	3.611	232.7	3.596	233.8
4.085	237.2	4.102	238.1	4.114	238.6	4.103	240
4.588	243	4.598	243.9	4.6	244.2	4.595	244.9
5.094	248.1	5.075	248.4	5.075	248.7	5.082	249.7



4.086	241.6	4.11	245.7	4.099	248.2	4.063	250.7
4.585	266.3	4.574	270.1	4.581	272.9	4.599	276.7
5.095	292.2	5.094	296.8	5.094	299.8	5.09	304.3









PROFIL DE CALCUL



23-CE-0348_YP	06/11/24 10:07	Plots 3 et 4 - Modèle de terrain	Phase Initiale - Cas Initial	FIGURE
		RN88 - Mur Terrenoire Ouest (N°13622)	P3_1	

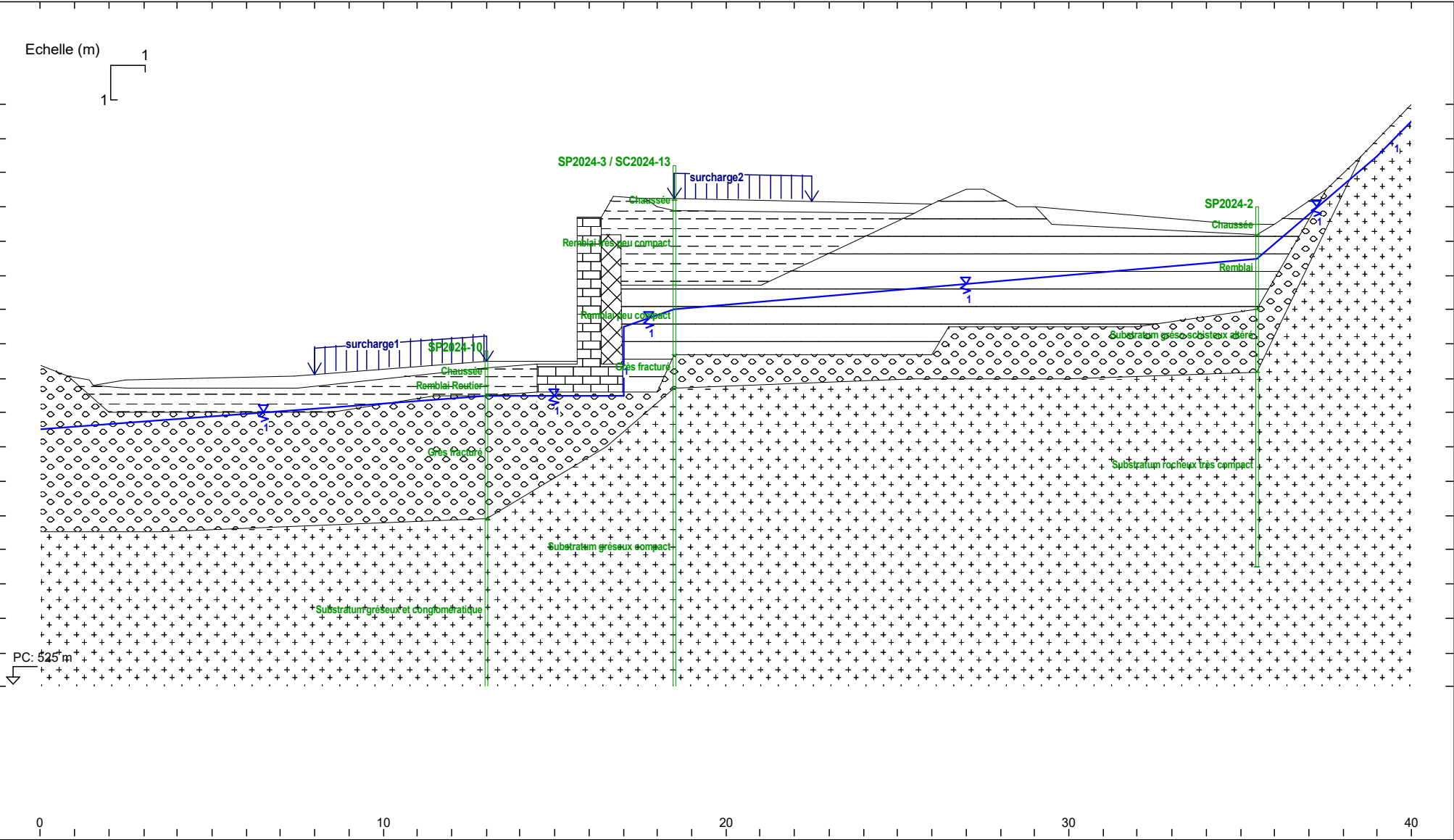
HYPOTHESES DE CALCUL

	SOLS	(γ; γ sat)	C	φ	qs
	1	(20.00; 20.00) * 1.00	15.00 / 1.00	35.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	2	(25.00; 25.00) * 1.00	20.00 / 1.00	40.00 / 1.00	0.000 / 1.00
 1	3	(20.00; 20.00) * 1.00	5.000 / 1.00	32.00 / 1.00	0.000 / 1.00
 1	4	(19.00; 19.00) * 1.00	5.000 / 1.00	31.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	5	(21.50; 21.50) * 1.00	0.000 / 1.00	38.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	6	(18.00; 18.00) * 1.00	0.000 / 1.00	35.00 / 1.00	0.000 / 1.00

Fichier "P3-P4_Modele-Terrain"
Classique
Action des terres γ_e : 1
Resistance des terres $\gamma_{r,e}$: 1
Coefficient de Méthode 1
Unités : kN, m








23-CE-0348_YP	06/11/24 10:07	Plots 3 et 4 - Modèle de terrain	Phase Initiale - Cas Initial	FIGURE
RN88 - Mur Terrenoire Ouest (N°13622)				P3_1

PROFIL DE CALCUL



23-CE-0348_YP	06/11/24 13:40	Plots 16 et 17 - Situation actuelle	Phase Initiale - Cas Initial	FIGURE
		RN88 - Mur Terrenoire Ouest (N°13622) Plots 16 et 17 Stabilité actuelle - Calage des paramètres		P16_1

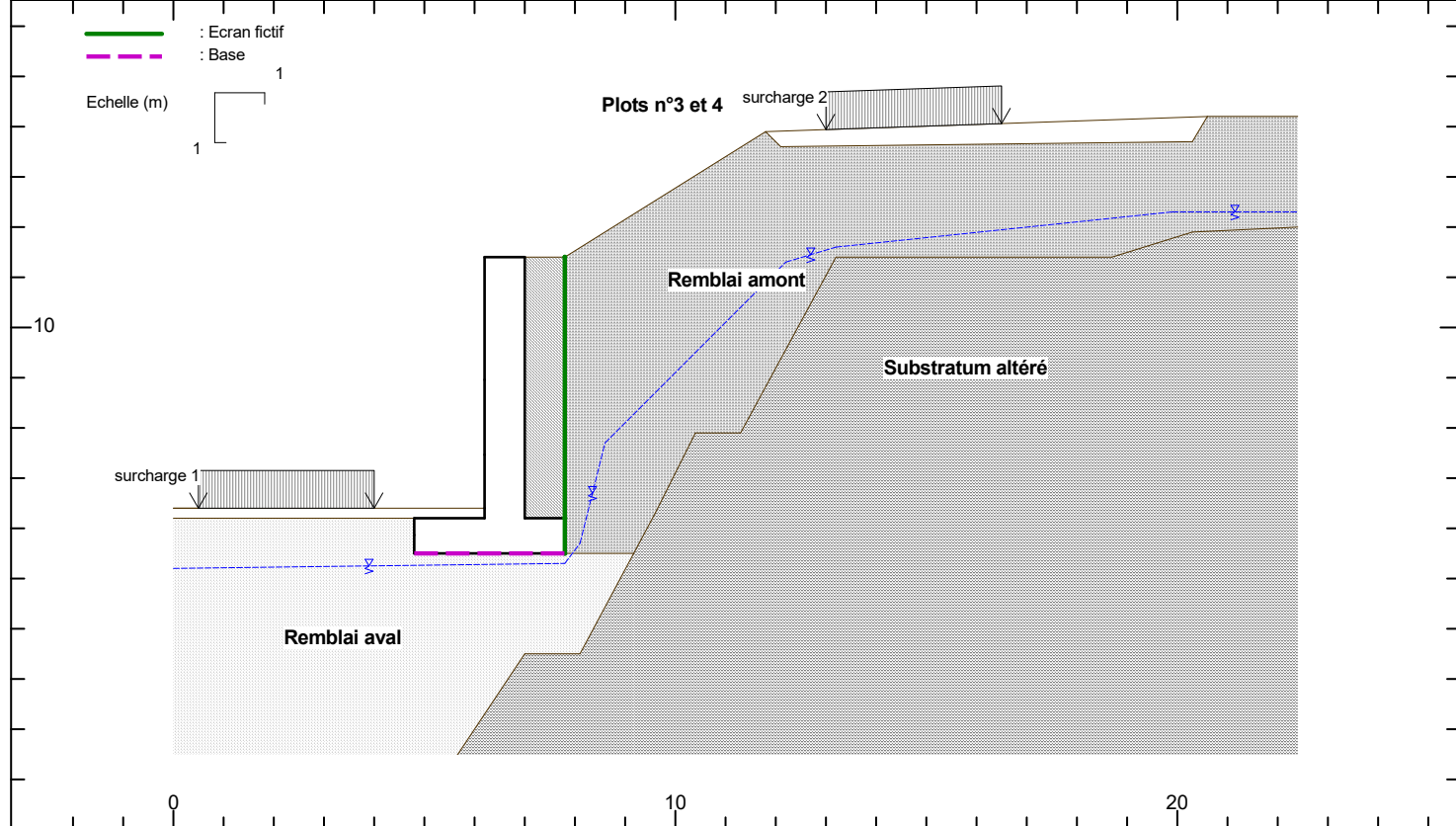
HYPOTHESES DE CALCUL

SOLS	(γ; γ sat)	C	φ	qs
	1 (20.00; 20.00) * 1.00	15.00 / 1.25	35.00 / 1.25	0.000 / 1.10
	2 (25.00; 25.00) * 1.00	20.00 / 1.25	40.00 / 1.25	0.000 / 1.10
	3 (18.00; 18.00) * 1.00	0.000 / 1.25	35.00 / 1.25	0.000 / 1.10
	4 (18.00; 18.00) * 1.00	3.000 / 1.25	25.00 / 1.25	0.000 / 1.10
	5 (19.00; 19.00) * 1.00	5.000 / 1.25	27.00 / 1.25	0.000 / 1.10
	6 (21.50; 21.50) * 1.00	0.000 / 1.25	38.00 / 1.25	0.000 / 1.10
	7 (23.00; 23.00) * 1.00	100.0 / 1.25	40.00 / 1.25	0.000 / 1.10

Fichier "P16-P17_Stabilite.actuelle"
EC7 Approche 3
Action des terres γ _e : 1
Resistance des terres γ _{r,e} : 1
Coefficient de Méthode 1.2
Unités : kN, m

Charges surfaciques et Forces linéaires				
	qg	qd	F	Gamm θ
1	15.0	15.0		*1.00 0.00
2	15.0	15.0		*1.00 0.00

23-CE-0348_YP	06/11/24 13:41	Plots 16 et 17 - Situation actuelle	Phase Initiale - Cas Initial	FIGURE
		RN88 - Mur Terrenoire Ouest (N°13622) Plots 16 et 17 Stabilité actuelle - Calage des paramètres		P16_1



GEOMUR® v2.10 du 01/08/2016 développé par GEOS
 site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr
 GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2 Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS
 Tél : 04 50 95 38 14 Fax : 04 50 95 99 36

SOLS	γ	c	ϕ	δ	Ca
1	20.00	15.00	35.00	0.00	0.00
2	19.00	0.00	30.00	23.00	0.00
3	19.00	2.00	29.00	20.00	0.00
4	21.50	0.00	38.00	25.30	0.00
5	19.00	3.00	31.00	22.00	0.00

MUR	γ	BASE	C	ϕ	q0	qu	Type sol	De
	25.00		2.00	29.00	0.00	850.00	frottant	0.00

SURCHARGES	Xg	Xd	Qg	Qd	α
1	0.50	4.00	15.00	15.00	0.00
2	13.00	16.50	15.00	15.00	0.00

Fichier : Plot3-4_1.gmr
 Unités : kN, m
 Méthode de CULMANN
 Surfaces brisées précalculées
 Xi incliné à delta

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

23-CE-0348_YP	22/11/2024 - 14:27	P3-P4 - Stabilité actuelle	FIGURE P3-P4-1 - 1/4
		RN88 - Mur Terrenoire Ouest Plots n°3-4 Calage des paramètres	

Facteurs de sécurité partiels	Critère	Statique	Sismique	
			Pesant	Allégeant
Actions - ELU permanentes défavorables $\gamma_g = 1.35$ variables défavorables $\gamma_q = 1.5$ permanentes favorables $\gamma_g = 1$ variables favorables $\gamma_q = 0$ Eau favorable $\gamma_w;inf = 1$ Eau défavorable $\gamma_w;sup = 1.35$ Résistances portance (ELU) $\gamma_R;v = 1.4$ portance (ELS) $\gamma_R;v = 2.3$ glissement $\gamma_R;h = 1.1$ butée $\gamma_R;e = 1.4$ Methode glissement $\gamma_R;d;h = 0.9$ portance $\gamma_R;d;v = 1$	Eurocodes 7 : NF P 94-281			
	Approche 2 - ELU			
	Glissement (ELU Article 9.3.1) Poussée défavorable-Poids favorable Renversement (ELU Article 9.2.2) Poussée favorable -Poids défavorable Poinçonnement (ELU Article 9.2.1) Poussée défavorable-Poids favorable	Rh;d = 166.27 kN Rp;d = 0 kN Hd = 235.36 kN Hd > Rh;d + Rp;d e = -0.12 m e < 7/15 * B = 1.4 m R0=0 kN; iδβ=0.0324 Rv;d = 56.728 kN Vd = 296.97 kN Vd > Rv;d + R0		
	Approche 2 - ELS Renversement (ELS Article 12.3) Poinçonnement (ELS Article 12.2)	e = -0.0636 m e < 1/4 * B = 0.75 m R0=0 kN; iδβ=0.101 Rv;d = 107.46 kN Vd = 281.99 kN Vd > Rv;d + R0		

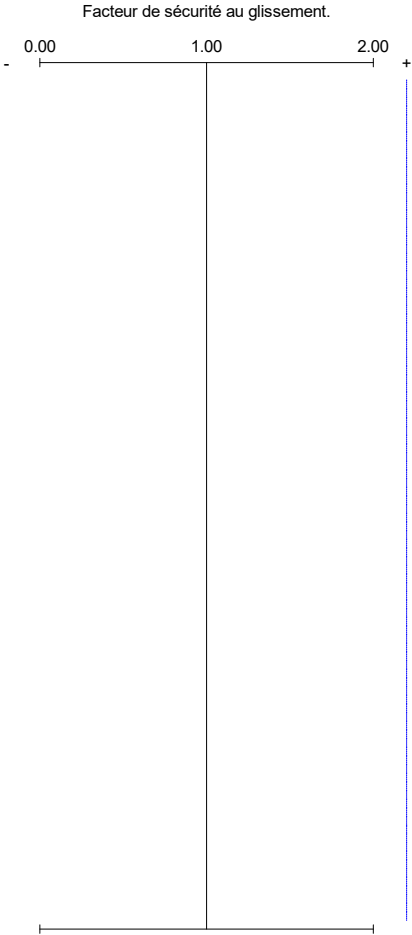
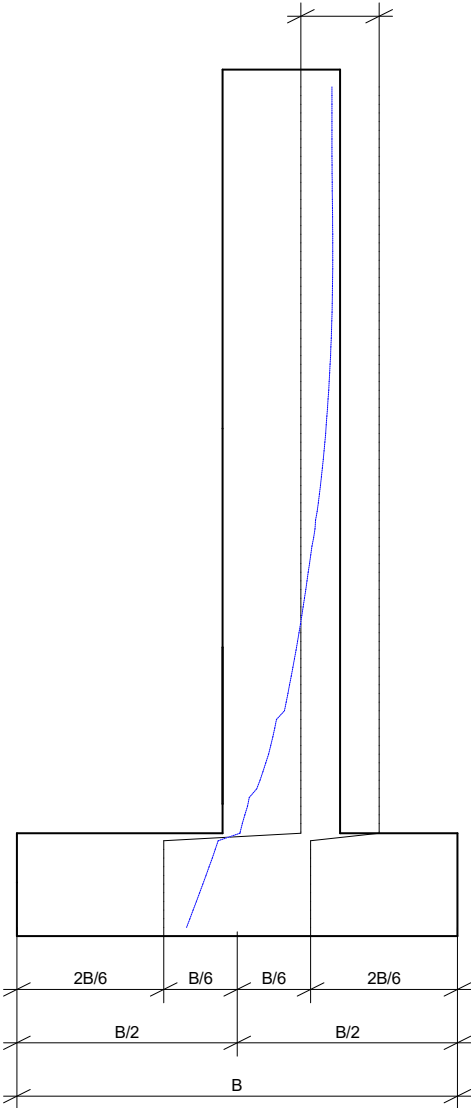
RESULTATS DE CALCULS INTERMEDIAIRES (METHODE CLASSIQUE)		
Statique		
β=0.00 °,d=0.00 m Vol. mur = 6.260 m²		

 GEOMUR© v2.10 du 01/08/2016 développé par GEOS site web : http://www.geos.fr e-mail : logiciels@geos.fr	GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2 Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS	Tél : 04 50 95 38 14 Fax :04 50 95 99 36
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------

23-CE-0348_YP	22/11/2024 - 14:27	P3-P4 - Stabilité actuelle	FIGURE P3-P4-1 - 2/4
		RN88 - Mur Terrenoire Ouest Plots n°3-4 Calage des paramètres	

STABILITE INTERNE

mur en maçonnerie : La résultante doit passer dans le tiers central.

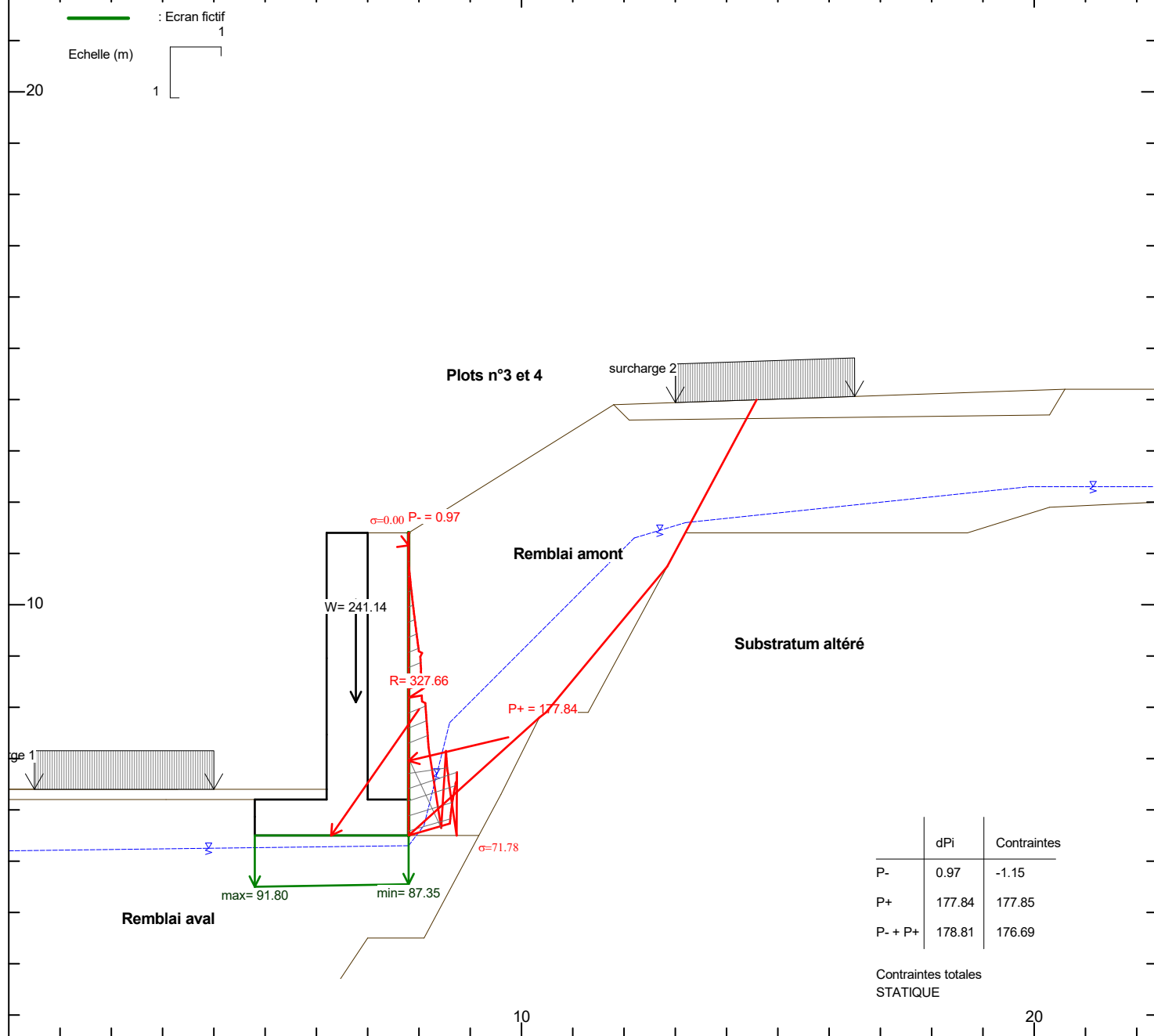


Caractéristiques internes du mur (Methode classique):
C 45.00
φ 50.00

Conditions vérifiées :
Résultante : Glissement :
en statique -> NON ; OUI

Légende :
— : statique

23-CE-0348_YP 22/11/2024 - 14:27	P3-P4 - Stabilité actuelle	FIGURE P3-P4-1 - 3/4
	RN88 - Mur Terrenoire Ouest Plots n°3-4 Calage des paramètres	



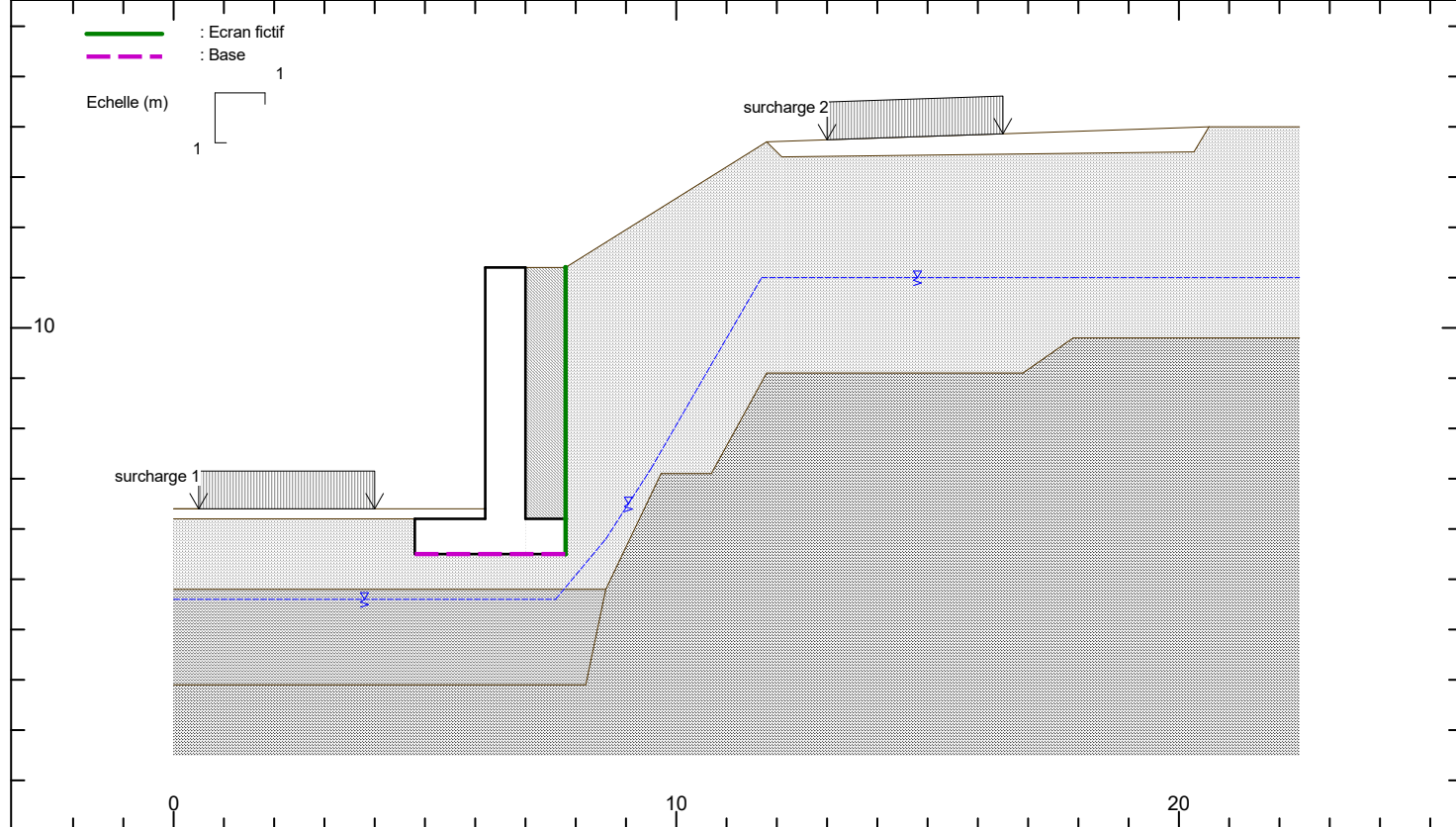
POIDS DU MUR		W = 241.14 kN		Xg = 6.77 m	Yg = 8.10 m
dont :	W mur = 156.50 kN	W charges = 0.00 kN	W sol/semelle = 79.04 kN	W sol/patin = 5.60 kN	W sol sous semelle = 0.00 kN
					W eau = 0.00 kN

POUSSEE TOTALE	P = 177.84 kN	τ = 13.28 °	Pv = 40.85 kN	Ph = 173.09 kN	X = 7.80 m	Y = 6.96 m
Poussée due au sol	P = 96.87 kN	τ = 22.00 °	Pv = 36.29 kN	Ph = 89.81 kN	X = 7.80 m	Y = 6.20 m
Poussée due à l'eau	P = 71.99 kN	τ = 0.00 °	Pv = 0.00 kN	Ph = 71.99 kN	X = 7.80 m	Y = 6.54 m
Poussée due aux charges	P = 12.17 kN	τ = 22.00 °	Pv = 4.56 kN	Ph = 11.29 kN	X = 7.80 m	Y = 7.17 m

RESULTANTE	R = 327.66 kN	τ = 55.10 °	Rv = 268.72 kN	Rh = 187.48 kN	X = 6.29 m	Y = 5.50 m
------------	---------------	-------------	----------------	----------------	------------	------------

GEOMUR® v2.10 du 01/08/2016 développé par GEOS	GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2	Tél : 04 50 95 38 14
site web : http://www.geos.fr e-mail : logiciels@geos.fr	Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS	Fax : 04 50 95 99 36

23-CE-0348_YP	22/11/2024 - 14:27	P3-P4 - Stabilité actuelle	FIGURE P3-P4-1 - 4/4
		RN88 - Mur Terrenoire Ouest Plots n°3-4 Calage des paramètres	



GEOMUR® v2.10 du 01/08/2016 développé par GEOS
 site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr
 GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2 Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS
 Tél : 04 50 95 38 14 Fax : 04 50 95 99 36

SOLS	Y	c	φ	δ	Ca
1	20.00	15.00	35.00	0.00	0.00
2	19.00	0.00	30.00	23.00	0.00
3	20.00	5.00	33.00	22.00	0.00
4	21.50	15.00	38.00	25.30	0.00
5	23.00	50.00	45.00	0.00	0.00
6	20.00	5.00	33.00	22.00	0.00

MUR	γ	BASE	C	ϕ	q0	qu	Type sol	De
	25.00		0.00	30.00	0.00	1500.00	frottant	0.00

SURCHARGES	Xg	Xd	Qg	Qd	α
1	0.50	4.00	15.00	15.00	0.00
2	13.00	16.50	15.00	15.00	0.00

Fichier : Plot7-8_1.gmr
 Unités : kN, m
 Méthode de CULMANN
 Surfaces brisées précalculées
 Xi incliné à delta

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

23-CE-0348_YP	22/11/2024 - 14:44	P7 - Stabilité actuelle	FIGURE P7-1 - 1/4
		RN88 - Mur Terrenoire Ouest Plot n°7 Calage des paramètres	

Facteurs de sécurité partiels	Critère	Statique	Sismique	
			Pesant	Allégeant
Actions - ELU permanentes défavorables $\gamma_g = 1.35$ variables défavorables $\gamma_q = 1.5$ permanentes favorables $\gamma_g = 1$ variables favorables $\gamma_q = 0$ Eau favorable $\gamma_w;inf = 1$ Eau défavorable $\gamma_w;sup = 1.35$ Résistances portance (ELU) $\gamma_R;v = 1.4$ portance (ELS) $\gamma_R;v = 2.3$ glissement $\gamma_R;h = 1.1$ butée $\gamma_R;e = 1.4$ Methode glissement $\gamma_R;d;h = 0.9$ portance $\gamma_R;d;v = 1$	Eurocodes 7 : NF P 94-281			
	Approche 2 - ELU			
	Glissement (ELU Article 9.3.1) Poussée défavorable-Poids favorable Renversement (ELU Article 9.2.2) Poussée favorable -Poids défavorable Poinçonnement (ELU Article 9.2.1) Poussée défavorable-Poids favorable	Rh;d = 162.83 kN Rp;d = 0 kN Hd = 139.4 kN Hd <= Rh;d + Rp;d e = -0.319 m e < 7/15 * B = 1.4 m R0=0 kN; iδβ=0.168 Rv;d = 463.3 kN Vd = 279.21 kN Vd <= Rv;d + R0		
	Approche 2 - ELS			
	Renversement (ELS Article 12.3) Poinçonnement (ELS Article 12.2)	e = -0.274 m e < 1/4 * B = 0.75 m R0=0 kN; iδβ=0.286 Rv;d = 456.59 kN Vd = 267.12 kN Vd <= Rv;d + R0		

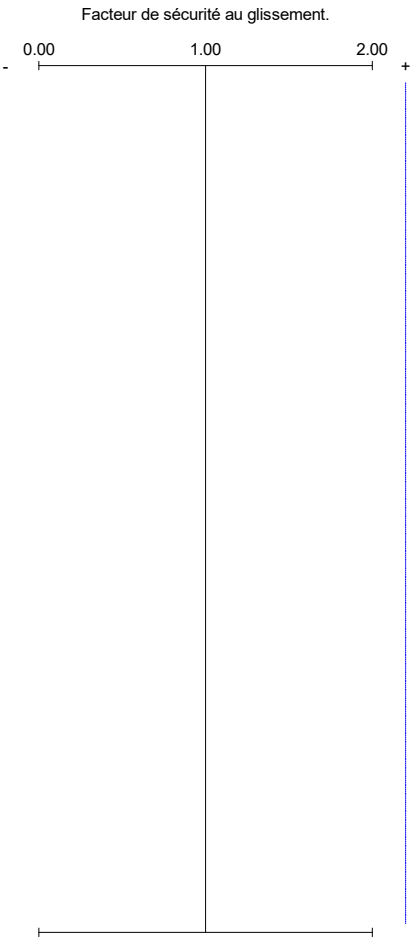
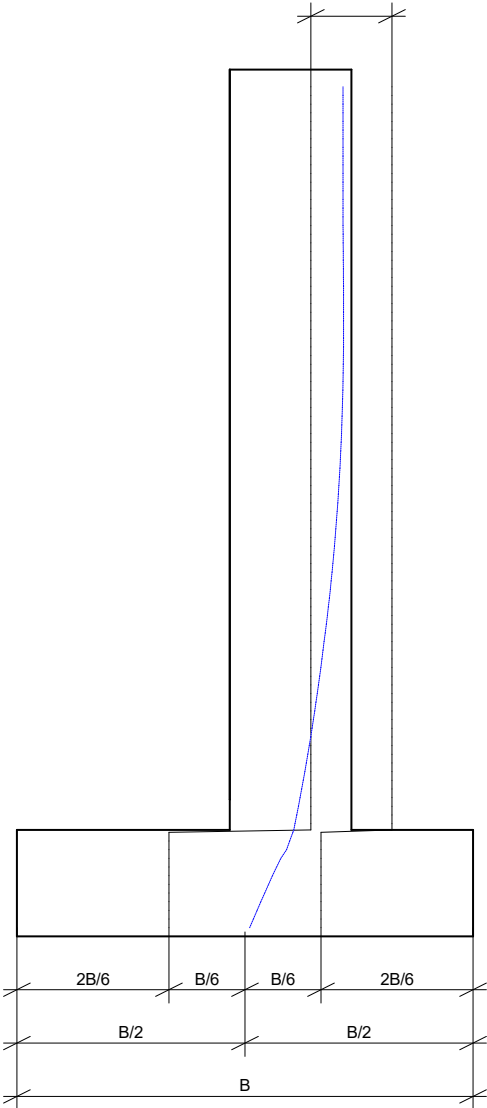
RESULTATS DE CALCULS INTERMEDIAIRES (METHODE CLASSIQUE)		
Statique		
β=0.00 °,d=0.00 m Vol. mur = 6.100 m²		

 GEOMUR© v2.10 du 01/08/2016 développé par GEOS site web : http://www.geos.fr e-mail : logiciels@geos.fr	GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2 Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS	Tél : 04 50 95 38 14 Fax :04 50 95 99 36
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------

23-CE-0348_YP	22/11/2024 - 14:44	P7 - Stabilité actuelle	FIGURE P7-1 - 2/4
		RN88 - Mur Terrenoire Ouest Plot n°7 Calage des paramètres	

STABILITE INTERNE

mur en maçonnerie : La résultante doit passer dans le tiers central.

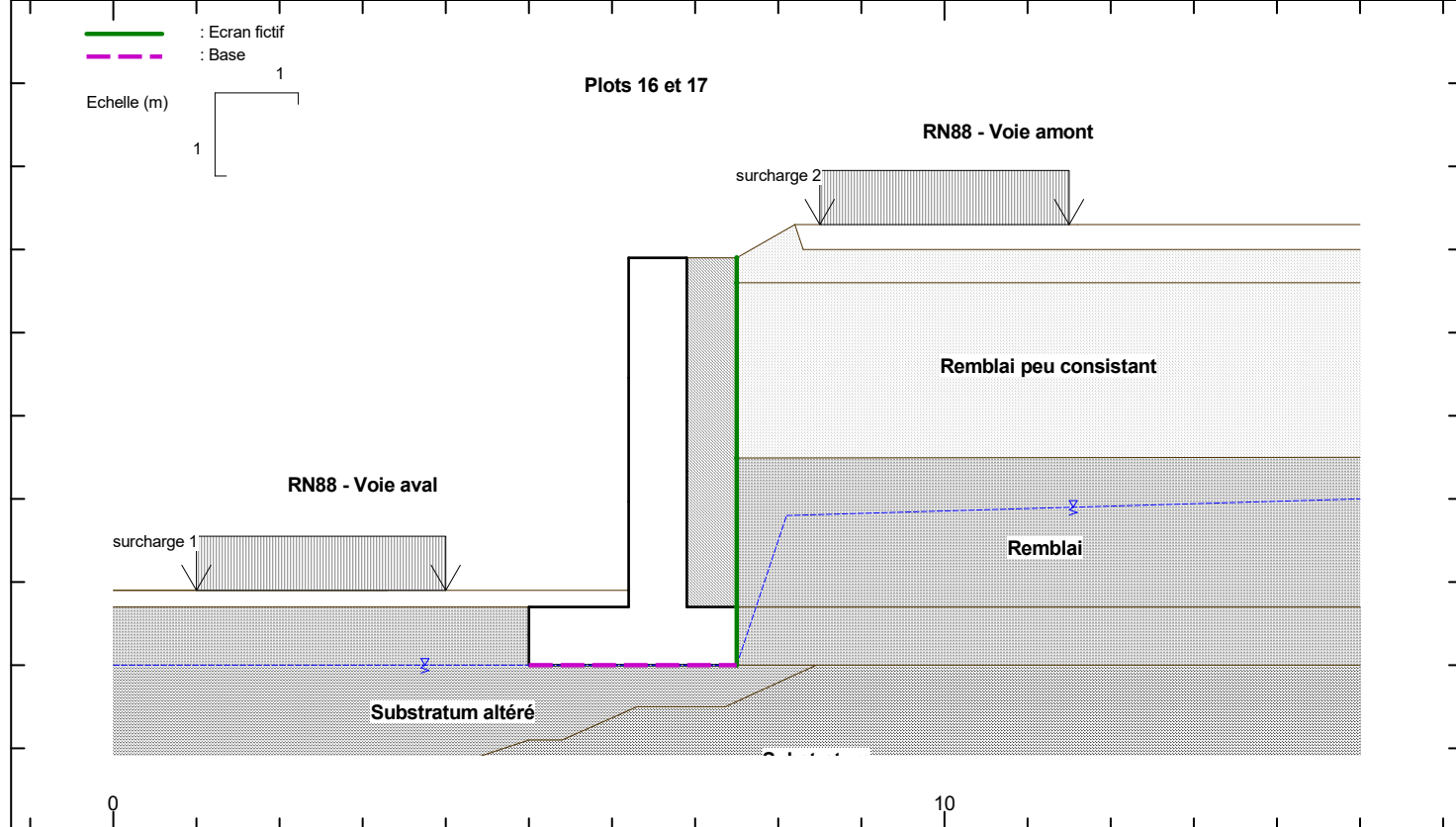


Caractéristiques internes du mur (Methode classique):
C 50.00
 ϕ 50.00

Conditions vérifiées :
Résultante : Glissement :
en statique -> NON ; OUI

Légende :
— : statique

23-CE-0348_YP 22/11/2024 - 14:44	P7 - Stabilité actuelle	FIGURE P7-1 - 3/4
	RN88 - Mur Terrenoire Ouest Plot n°7 Calage des paramètres	



GEOMUR® v2.10 du 01/08/2016 développé par GEOS
 site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr

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

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

SOLS	γ	c	φ	δ	Ca
1	20.00	15.00	35.00	0.00	0.00
2	19.00	0.00	30.00	23.00	0.00
3	18.00	3.00	25.00	16.70	0.00
4	19.00	5.00	27.00	18.00	0.00
5	21.50	0.00	38.00	23.30	0.00
6	23.00	50.00	45.00	0.00	0.00

MUR	γ	BASE	C	ϕ	q0	qu	Type sol	De
	25.00		5.00	27.00	0.00	2000.00	frottant	0.00

SURCHARGES	Xg	Xd	Qg	Qd	α	
1	1.00	4.00	13.00	13.00	0.00	variable
2	8.50	11.50	13.00	13.00	0.00	variable

Fichier : Plot16-17_1.gmr

Unités : kN, m

Méthode de CULMANN

Surfaces brisées précalculées

ξ incliné à delta

Prise en compte de la cohésion pour le calcul des poussées :

Intégration de la partie positive du diagramme des contraintes, calculé avec la cohésion.

23-CE-0348_YP	7/11/2024 - 9:24	Stabilité Plot 16	FIGURE P16-1 - 1/4
		RN88 - Terrenoire Ouest Vérification de la stabilité - Plot 16 NE derrière le mur = -3.5 m / Chaussée (relevé sondage - 27-05-24)	

Facteurs de sécurité partiels	Critère	Statique	Sismique	
			Pesant	Allégeant
Actions - ELU permanentes défavorables $\gamma_g = 1.35$ variables défavorables $\gamma_q = 1.5$ permanentes favorables $\gamma_g = 1$ variables favorables $\gamma_q = 0$ Eau favorable $\gamma_w; \inf = 1$ Eau défavorable $\gamma_w; \sup = 1.35$ Résistances portance (ELU) $\gamma_R; v = 1.4$ portance (ELS) $\gamma_R; v = 2.3$ glissement $\gamma_R; h = 1.1$ butée $\gamma_R; e = 1.4$ Methode glissement $\gamma_R; d; h = 0.9$ portance $\gamma_R; d; v = 1$	Eurocodes 7 : NF P 94-281			
	Approche 2 - ELU			
	Glissement (ELU Article 9.3.1) Poussée défavorable-Poids favorable Renversement (ELU Article 9.2.2) Poussée défavorable-Poids favorable Poinçonnement (ELU Article 9.2.1) Poussée défavorable-Poids favorable	Rh;d = 103.76 kN Rp;d = 0 kN Hd = 113.82 kN Hd > Rh;d + Rp;d e = 0.34 m e < 7/15 * B = 1.17 m R0=0 kN; iδβ=0.158 Rv;d = 411.69 kN Vd = 201.6 kN Vd <= Rv;d + R0		
	Approche 2 - ELS Renversement (ELS Article 12.3) Poinçonnement (ELS Article 12.2)	e = 0.16 m e < 1/4 * B = 0.625 m R0=0 kN; iδβ=0.273 Rv;d = 517.3 kN Vd = 192.78 kN Vd <= Rv;d + R0		

RESULTATS DE CALCULS INTERMEDIAIRES (METHODE CLASSIQUE)		
Statique		
β=0.00 °,d=0.00 m Vol. mur = 4.690 m²		

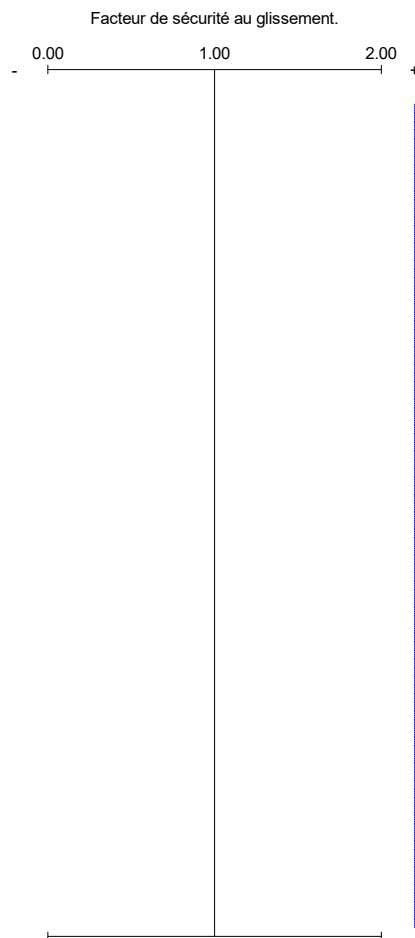
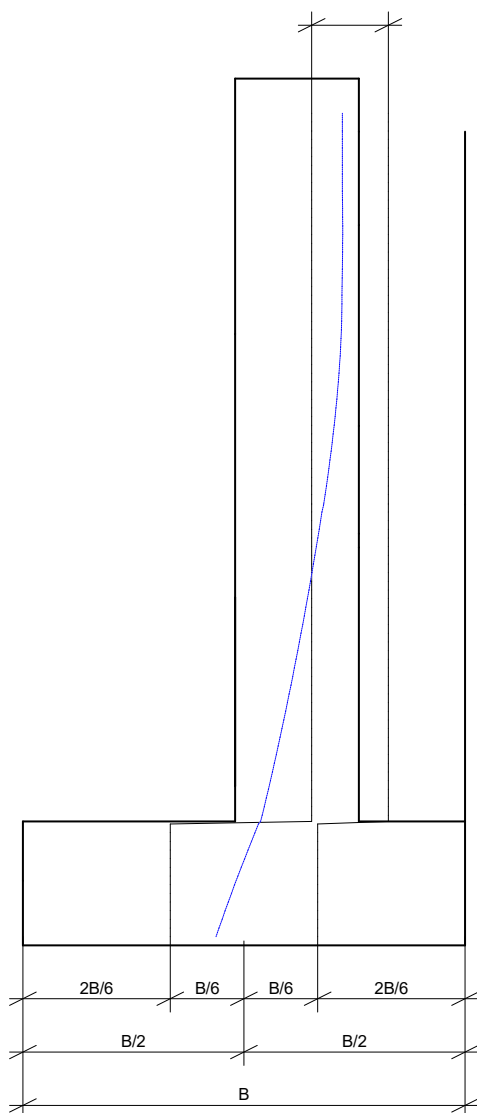
 GEOMUR© v2.10 du 01/08/2016 développé par GEOS site web : http://www.geos.fr e-mail : logiciels@geos.fr	GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2 Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS	Tél : 04 50 95 38 14 Fax :04 50 95 99 36
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------

23-CE-0348_YP	7/11/2024 - 9:24	Stabilité Plot 16	FIGURE P16-1 - 2/4
		RN88 - Terrenoire Ouest Vérification de la stabilité - Plot 16 NE derrière le mur = -3.5 m / Chaussée (relevé sondage - 27-05-24)	

STABILITE INTERNE

mur en maçonnerie :

La résultante doit passer dans le tiers central.



Caractéristiques internes du mur (Methode classique):

C ϕ
45.00 50.00

Conditions vérifiées :

Résultante :

en statique -> NON

Glissement :

; OUI

Légende :

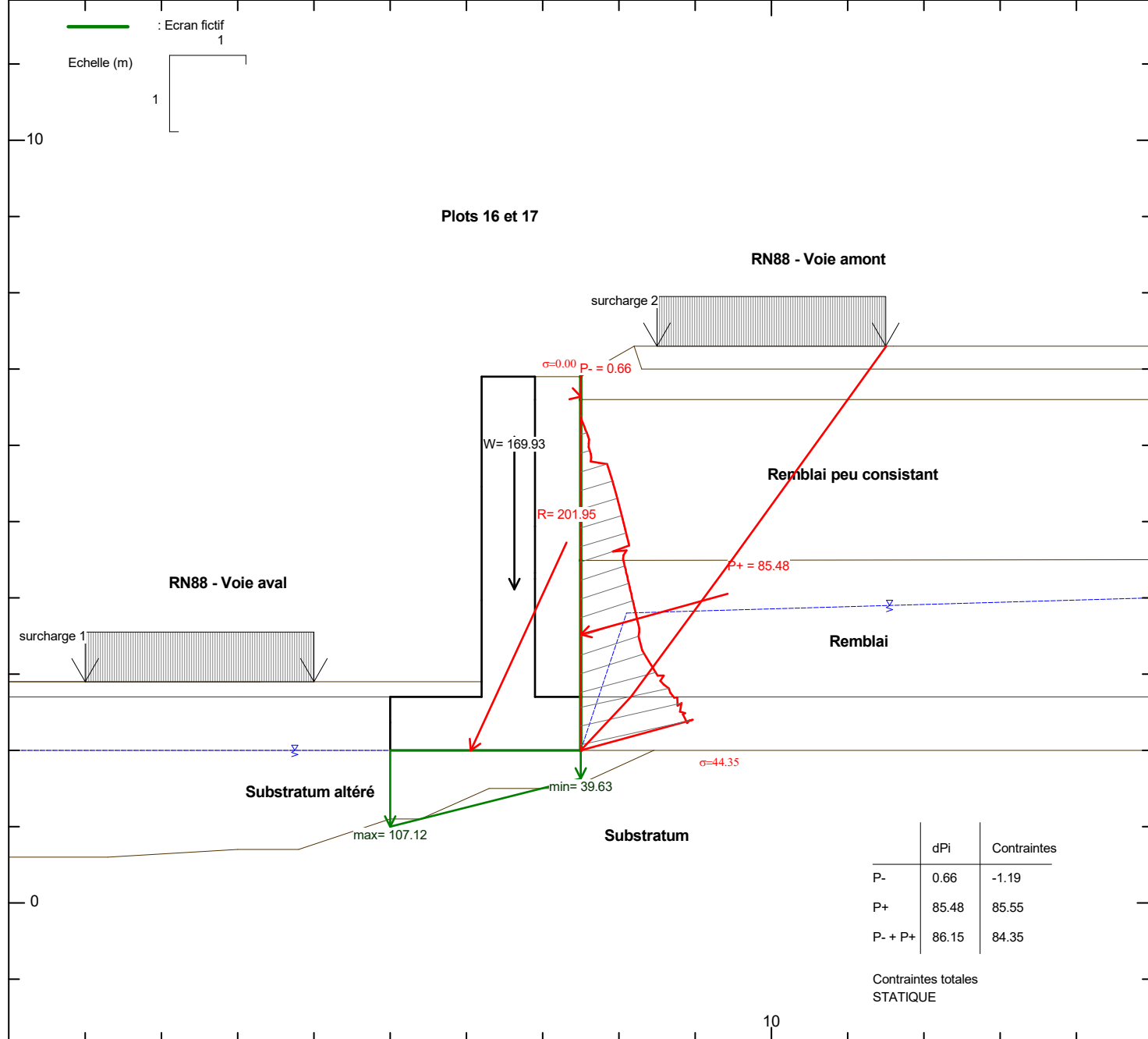
— : statique

GEOMUR© v2.10 du 01/08/2016 développé par GEOS
site web : <http://www.geos.fr> e-mail : logiciels@geos.fr

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

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

23-CE-0348_YP	7/11/2024 - 9:24	Stabilité Plot 16	FIGURE P16-1 - 3/4
		RN88 - Terrenoire Ouest Vérification de la stabilité - Plot 16 NE derrière le mur = -3.5 m / Chaussée (relevé sondage - 27-05-24)	



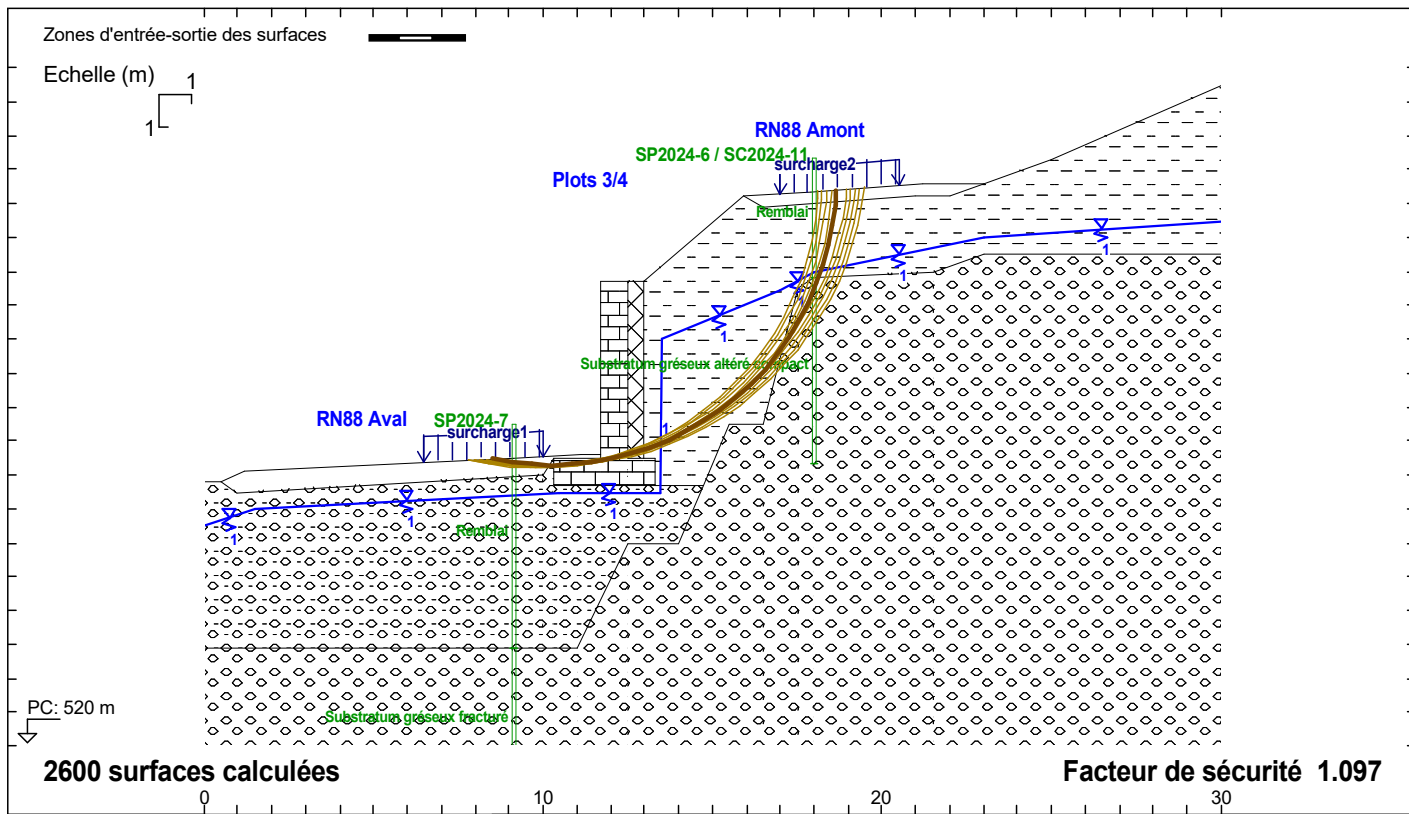
POIDS DU MUR	W= 169.93 kN	Xg= 6.63 m	Yg= 4.11 m
dont : W mur= 117.25 kN	W charges= 0.00 kN	W sol/semelle= 47.88 kN	W sol/patin = 4.80 kN
		W sol sous semelle= 0.00 kN	W eau= 0.00 kN

POUSSEE TOTALE	P= 85.48 kN	$\tau= 15.50^\circ$	Pv = 22.85 kN	Ph = 82.37 kN	X = 7.50 m	Y = 3.52 m
Poussée due au sol	P= 57.03 kN	$\tau= 17.71^\circ$	Pv = 17.35 kN	Ph = 54.33 kN	X = 7.50 m	Y = 3.55 m
Poussée due à l'eau	P= 10.60 kN	$\tau= 0.00^\circ$	Pv = 0.00 kN	Ph = 10.60 kN	X = 7.50 m	Y = 2.37 m
Poussée due aux charges	P= 18.29 kN	$\tau= 17.50^\circ$	Pv = 5.50 kN	Ph = 17.44 kN	X = 7.50 m	Y = 4.04 m

RESULTANTE	R= 201.95 kN	$\tau= 65.27^\circ$	Rv= 183.43 kN	Rh= 84.49 kN	X = 6.06 m	Y = 2.00 m
------------	--------------	---------------------	---------------	--------------	------------	------------

GEOMUR® v2.10 du 01/08/2016 développé par GEOS	GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât, Europa 2	Tél : 04 50 95 38 14
site web : http://www.geos.fr e-mail : logiciels@geos.fr	Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS	Fax : 04 50 95 99 36

23-CE-0348_YP	7/11/2024 - 9:24	Stabilité Plot 16	FIGURE P16-1 - 4/4
		RN88 - Terrenoire Ouest Vérification de la stabilité - Plot 16 NE derrière le mur = -3.5 m / Chaussée (relevé sondage - 27-05-24)	



GEOSTAB© v4.07 du 22/08/2016 développé par GEOS
http://www.geos.fr E-mail: logiciels@geos.fr

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

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

SOLS	(γ ; γ_{sat})	C	ϕ	qs
1	(20.00; 20.00) * 1.00	15.00 / 1.00	35.00 / 1.00	0.000 / 1.00
2	(25.00; 25.00) * 1.00	10.00 / 1.00	30.00 / 1.00	0.000 / 1.00
3	(19.00; 19.00) * 1.00	3.000 / 1.00	31.00 / 1.00	0.000 / 1.00
4	(19.00; 19.00) * 1.00	2.000 / 1.00	29.00 / 1.00	0.000 / 1.00
5	(21.50; 21.50) * 1.00	0.000 / 1.00	38.00 / 1.00	0.000 / 1.00
6	(18.00; 18.00) * 1.00	0.000 / 1.00	35.00 / 1.00	0.000 / 1.00

Fichier "P3-P4_Stabilite.Actuelle"
Méthode de BISHOP modifiée
Classique
Action des terres γ_e : 1
Résistance des terres $\gamma_{r,e}$: 1
Coefficient de Méthode 1
Unités : kN, m

Charges surfaciques et Forces linéaires				
	qg	qd	F	Gamm
1	15.0	15.0	*1.00	0.00
2	15.0	15.0	*1.00	0.00

N°	Xc	Yc	R	Fs
1	10.240	536.70	8.4100	1.097
2	10.100	536.69	8.4200	1.102
3	9.9500	536.68	8.4200	1.107
4	9.8100	536.67	8.4300	1.119
5	10.370	537.44	9.1600	1.123
6	10.230	537.43	9.1700	1.124
7	10.090	537.42	9.1800	1.124
8	9.9500	537.42	9.1900	1.130
9	9.6700	536.66	8.4400	1.133
10	9.8100	537.41	9.2000	1.137

23-CE-0348_YP 06/11/24 15:01

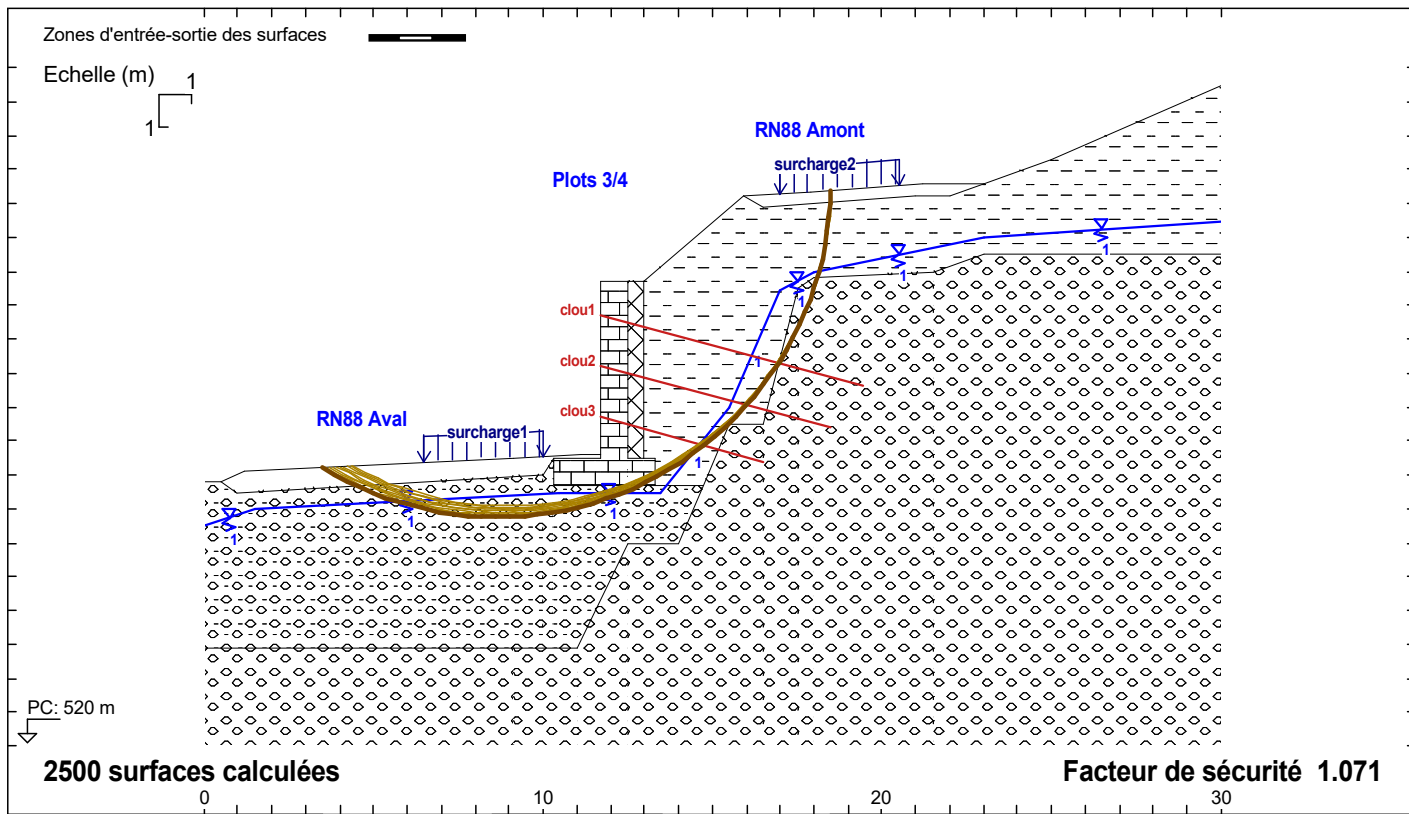
Plots 3 et 4 - Modèle de terrain

Phase Initiale - Cas Initial

FIGURE

RN88 - Mur Terrenoire Ouest (N°13622)
Plots 3 et 4
Stabilité actuelle - Calage des paramètres

P3_1



GEOSTAB© v4.07 du 22/08/2016 développé par GEOS
http://www.geos.fr E-mail: logiciels@geos.fr

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

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

SOLS	(γ ; γ_{sat})	C	ϕ	qs
1	(20.00; 20.00) * 1.00	15.00 / 1.25	35.00 / 1.25	0.000 / 1.84
2	(25.00; 25.00) * 1.00	10.00 / 1.25	30.00 / 1.25	0.000 / 1.84
3	(19.00; 19.00) * 1.00	3.000 / 1.25	31.00 / 1.25	100.0 / 1.84
4	(19.00; 19.00) * 1.00	2.000 / 1.25	29.00 / 1.25	0.000 / 1.84
5	(21.50; 21.50) * 1.00	0.000 / 1.25	38.00 / 1.25	200.0 / 1.84
6	(18.00; 18.00) * 1.00	0.000 / 1.25	35.00 / 1.25	0.000 / 1.84

Fichier "P3-P4_Clouage_Mixte"
Méthode de BISHOP modifiée
EC7 Approche 3
Action des terres γ_e : 1
Résistance des terres $\gamma_{r,e}$: 1
Coefficient de Méthode 1.2
Unités : kN, m

	Ytête	L	α	Esp	\emptyset	F arma
CLOU 1	532.700	8.000	15.0	2.50	0.115	220.3 / 1.250
CLOU 2	531.200	7.000	15.0	2.50	0.115	220.3 / 1.250
CLOU 3	529.700	5.000	15.0	2.50	0.115	220.3 / 1.250

Charges surfaciques et Forces linéaires				
qg	qd	F	Gamm	θ
1 15.0	15.0		*1.00	0.00
2 15.0	15.0		*1.00	0.00

N°	Xc	Yc	R	Fs	Fso	CL1 trac.	CL2 trac.	CL3 trac.
1	8.6600	536.60	9.8400	1.071	0.891	101.09	88.080	63.300
2	8.8100	536.60	9.6900	1.074	0.887	101.57	88.900	64.710
3	8.7700	536.60	9.7300	1.074	0.888	101.45	88.690	64.370
4	8.7300	536.60	9.7700	1.074	0.889	101.33	88.480	64.020
5	8.7000	536.60	9.8100	1.074	0.890	101.21	88.260	63.660
6	8.8500	536.59	9.6500	1.075	0.886	101.68	89.100	65.040
7	8.8900	536.59	9.6200	1.075	0.886	101.79	89.300	65.360
8	8.9200	536.59	9.5800	1.078	0.885	101.90	89.500	65.710
9	8.9600	536.59	9.5400	1.078	0.885	102.00	89.690	66.090
10	9.0000	536.59	9.5000	1.082	0.884	102.11	89.860	66.450

23-CE-0348_YP 06/11/24 15:02

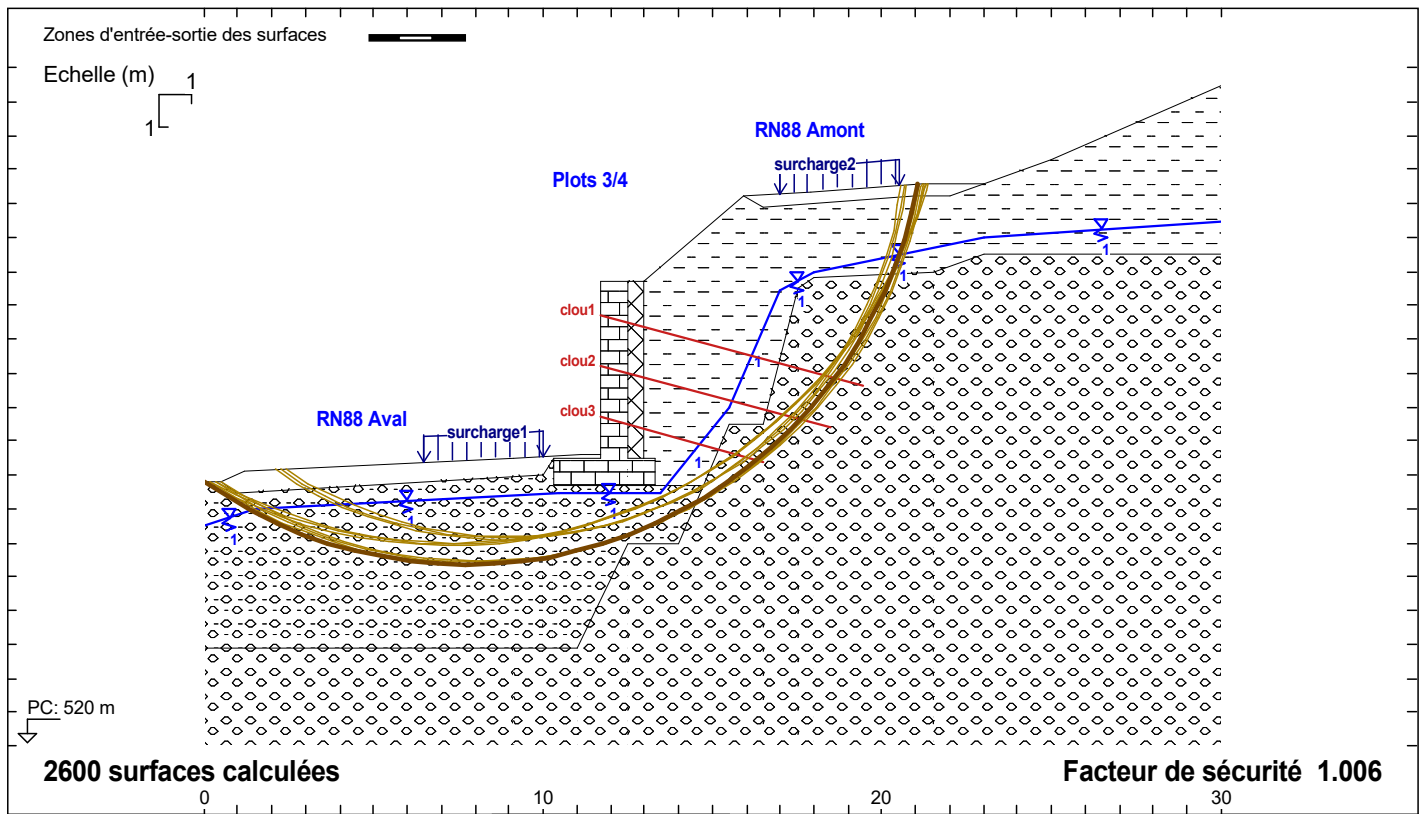
Plots 3 et 4 - Stabilité Mixte

Phase Initiale - Cas Initial

FIGURE

RN88 - Mur Terrenoire Ouest (N°13622)
Plots 3 et 4 - Renforcement par clouage
NF P 94-270 - Approche 3

P3_2



GEOSTAB® v4.07 du 22/08/2016 développé par GEOS
<http://www.geos.fr> E-mail: logiciels@geos.fr GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât. Europa 2
 Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS Tél : 04 50 95 38 14
 Fax : 04 50 95 99 36

SOLS	(γ ; γ_{sat})	C	ϕ	qs
1	(20.00; 20.00) * 1.00	15.00 / 1.25	35.00 / 1.25	0.000 / 1.84
2	(25.00; 25.00) * 1.00	10.00 / 1.25	30.00 / 1.25	0.000 / 1.84
3	(19.00; 19.00) * 1.00	3.000 / 1.25	31.00 / 1.25	100.0 / 1.84
4	(19.00; 19.00) * 1.00	2.000 / 1.25	29.00 / 1.25	0.000 / 1.84
5	(21.50; 21.50) * 1.00	0.000 / 1.25	38.00 / 1.25	200.0 / 1.84
6	(18.00; 18.00) * 1.00	0.000 / 1.25	35.00 / 1.25	0.000 / 1.84

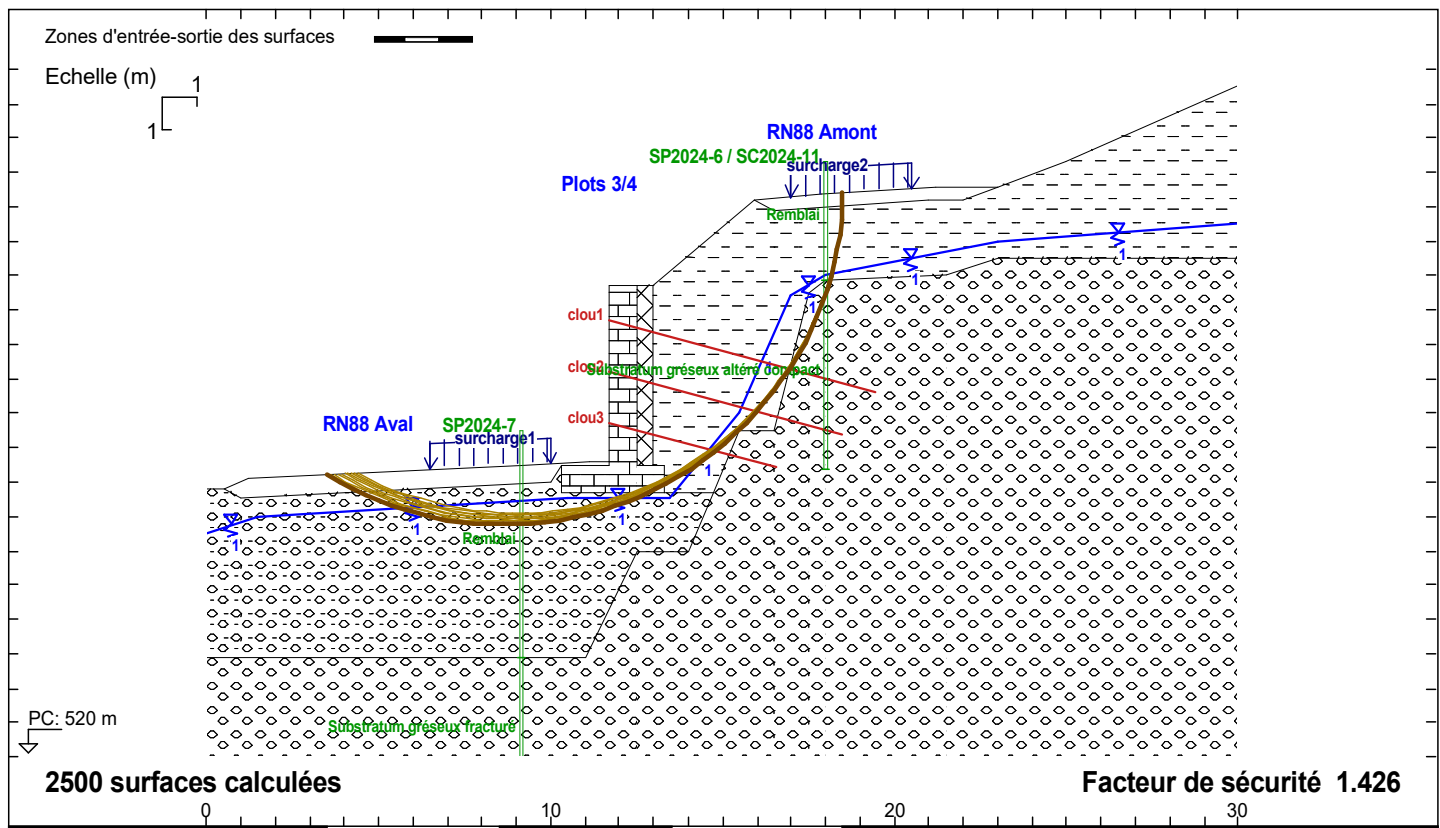
Fichier "P3-P4_Clouage_Generale"
 Méthode de BISHOP modifiée
 EC7 Approche 3
 Action des terres γ_e : 1
 Résistance des terres $\gamma_{r,e}$: 1
 Coefficient de Méthode 1.2
 Unités : kN, m

	Ytête	L	α	Esp	\emptyset	F arma
CLOU 1	532.700	8.000	15.0	2.50	0.115	220.3 / 1.250
CLOU 2	531.200	7.000	15.0	2.50	0.115	220.3 / 1.250
CLOU 3	529.700	5.000	15.0	2.50	0.115	220.3 / 1.250

Charges surfaciques et Forces linéaires				
qg	qd	F	Gamm	θ
1 15.0	15.0		*1.00	0.00
2 15.0	15.0		*1.00	0.00

N°	Xc	Yc	R	Fs	Fso	CL1 trac.	CL2 trac.	CL3 trac.
1	7.7400	538.83	13.470	1.006	0.966	34.230	36.280	8.0400
2	7.8500	538.82	13.430	1.006	0.969	31.860	34.160	6.2300
3	7.9600	538.82	13.400	1.007	0.973	29.520	32.060	4.4500
4	8.0600	538.82	13.370	1.007	0.976	27.460	30.230	2.8800
5	7.3400	540.49	14.490	1.007	0.923	48.740	56.760	35.230
6	7.2700	540.57	14.610	1.007	0.925	48.080	56.140	34.390
7	7.2000	540.65	14.730	1.008	0.927	47.420	55.510	33.750
8	8.8800	538.00	11.870	1.014	0.949	42.570	45.760	20.320
9	8.7600	538.00	11.900	1.015	0.946	45.100	47.990	22.160
10	9.0000	538.00	11.830	1.015	0.954	40.050	43.550	18.500

23-CE-0348_YP 06/11/24 15:01	Plots 3 et 4 - Stabilité Generale	Phase Initiale - Cas Initial	FIGURE
	RN88 - Mur Terrenoire Ouest (N°13622) Plots 3 et 4 - Renforcement par clouage NF P 94-270 - Approche 3		P3_3



GEOSTAB® v4.07 du 22/08/2016 développé par GEOS
http://www.geos.fr E-mail: logiciels@geos.fr

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

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

SOLS	(γ ; γ_{sat})	C	ϕ	qs
1	(20.00; 20.00) * 1.00	15.00 / 1.00	35.00 / 1.00	0.000 / 1.84
2	(25.00; 25.00) * 1.00	10.00 / 1.00	30.00 / 1.00	0.000 / 1.84
3	(19.00; 19.00) * 1.00	3.000 / 1.00	31.00 / 1.00	100.0 / 1.84
4	(19.00; 19.00) * 1.00	2.000 / 1.00	29.00 / 1.00	0.000 / 1.84
5	(21.50; 21.50) * 1.00	0.000 / 1.00	38.00 / 1.00	200.0 / 1.84
6	(18.00; 18.00) * 1.00	0.000 / 1.00	35.00 / 1.00	0.000 / 1.84

Fichier "P3-P4_Clouage_Seisme.Pesant"
Méthode de BISHOP modifiée
EC7 Approche 3
Action des terres γ_e : 1
Résistance des terres γ_r , e : 1
Coefficient de Méthode 1
Unités : kN, m

	Ytête	L	α	Esp	\emptyset	F arma
CLOU 1	532.700	8.000	15.0	2.50	0.115	197.0 / 1.250
CLOU 2	531.200	7.000	15.0	2.50	0.115	197.0 / 1.250
CLOU 3	529.700	5.000	15.0	2.50	0.115	197.0 / 1.250

SISMIQUE

σ_h σ_v P_{cav}
0.086 -0.043 0.0000



Charges surfaciques et Forces linéaires

	qg	qd	F	Gamm	θ
1	15.0	15.0		*1.00	0.00
2	15.0	15.0		*1.00	0.00

N°	Xc	Yc	R	Fs	Fso	CL1 trac.	CL2 trac.	CL3 trac.
1	8.6600	536.60	9.8400	1.426	1.206	101.09	88.080	63.300
2	8.7000	536.60	9.8100	1.430	1.206	101.21	88.260	63.660
3	8.7300	536.60	9.7700	1.431	1.205	101.33	88.480	64.020
4	8.7700	536.60	9.7300	1.432	1.204	101.45	88.690	64.370
5	8.8100	536.60	9.6900	1.433	1.203	101.57	88.900	64.710
6	8.8500	536.59	9.6500	1.435	1.204	101.68	89.100	65.040
7	8.8900	536.59	9.6200	1.437	1.204	101.79	89.300	65.360
8	8.9200	536.59	9.5800	1.440	1.204	101.90	89.500	65.710
9	8.9600	536.59	9.5400	1.442	1.204	102.00	89.690	66.090
10	9.0000	536.59	9.5000	1.447	1.204	102.11	89.860	66.450

23-CE-0348_YP 07/11/24 11:23

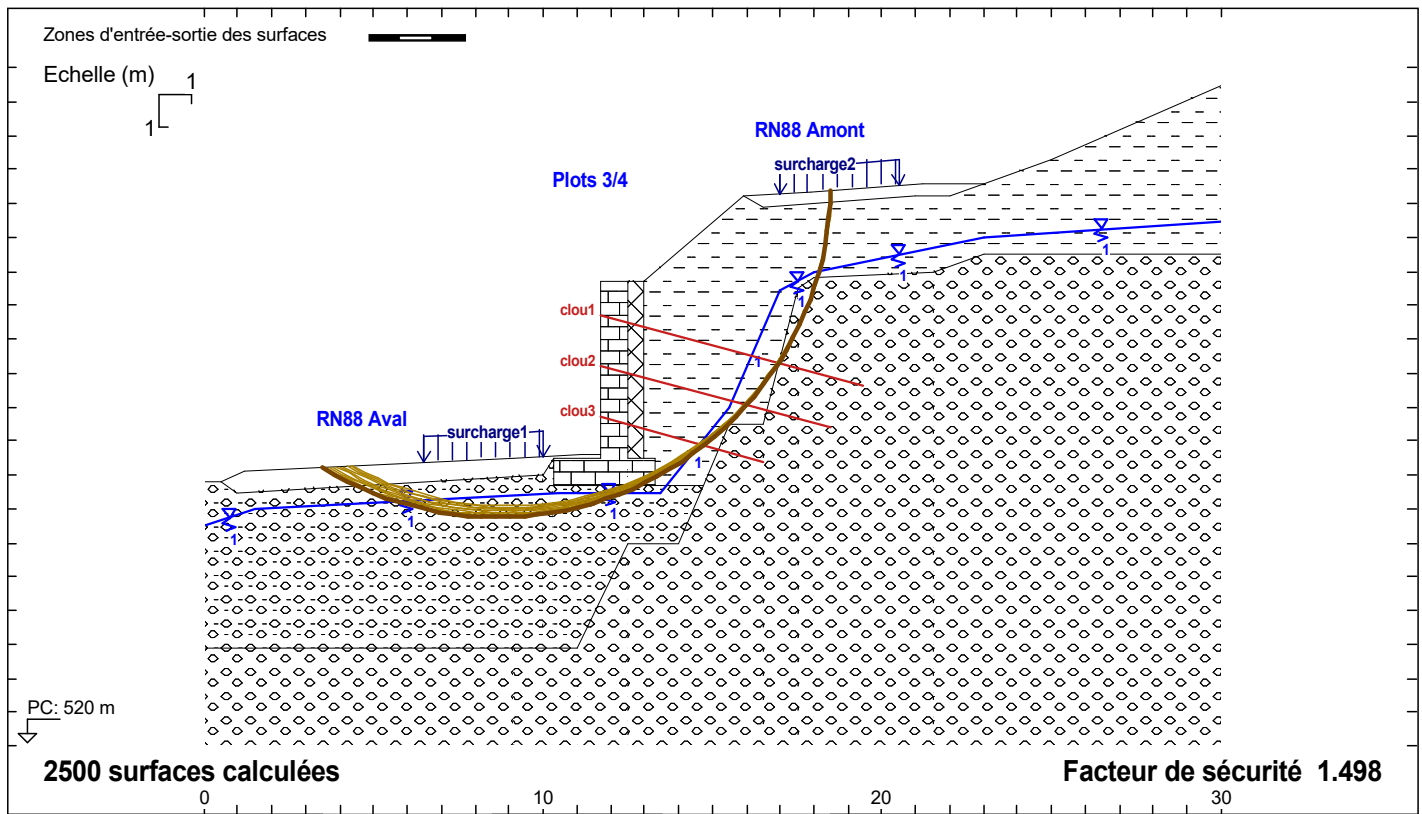
Plots 3 et 4 - Séisme Pesant

Phase Initiale - Cas Initial

FIGURE

RN88 - Mur Terrenoire Ouest (N°13622)
Plots 3 et 4 - Renforcement par clouage
NF P 94-270 - Approche 3

P3_4



GEOSTAB® v4.07 du 22/08/2016 développé par GEOS GEOS Ingénieurs Conseils, 310 av. Marie Curie, Bât. Europa 2 Tél : 04 50 95 38 14
http://www.geos.fr E-mail: logiciels@geos.fr Archamps Technopole, F-74160 ARCHAMPS Fax : 04 50 95 99 36

SOLS	(γ ; γ_{sat})	C	ϕ	qs
1	(20.00; 20.00) * 1.00	15.00 / 1.00	35.00 / 1.00	0.000 / 1.84
2	(25.00; 25.00) * 1.00	10.00 / 1.00	30.00 / 1.00	0.000 / 1.84
3	(19.00; 19.00) * 1.00	3.000 / 1.00	31.00 / 1.00	100.0 / 1.84
4	(19.00; 19.00) * 1.00	2.000 / 1.00	29.00 / 1.00	0.000 / 1.84
5	(21.50; 21.50) * 1.00	0.000 / 1.00	38.00 / 1.00	200.0 / 1.84
6	(18.00; 18.00) * 1.00	0.000 / 1.00	35.00 / 1.00	0.000 / 1.84

Fichier "P3-P4_Clouage_Seisme.Allegeant"

Méthode de BISHOP modifiée

EC7 Approche 3

Action des terres γ_e : 1

Resistance des terres $\gamma_{r,e}$: 1

Coefficient de Méthode 1

Unités : kN, m

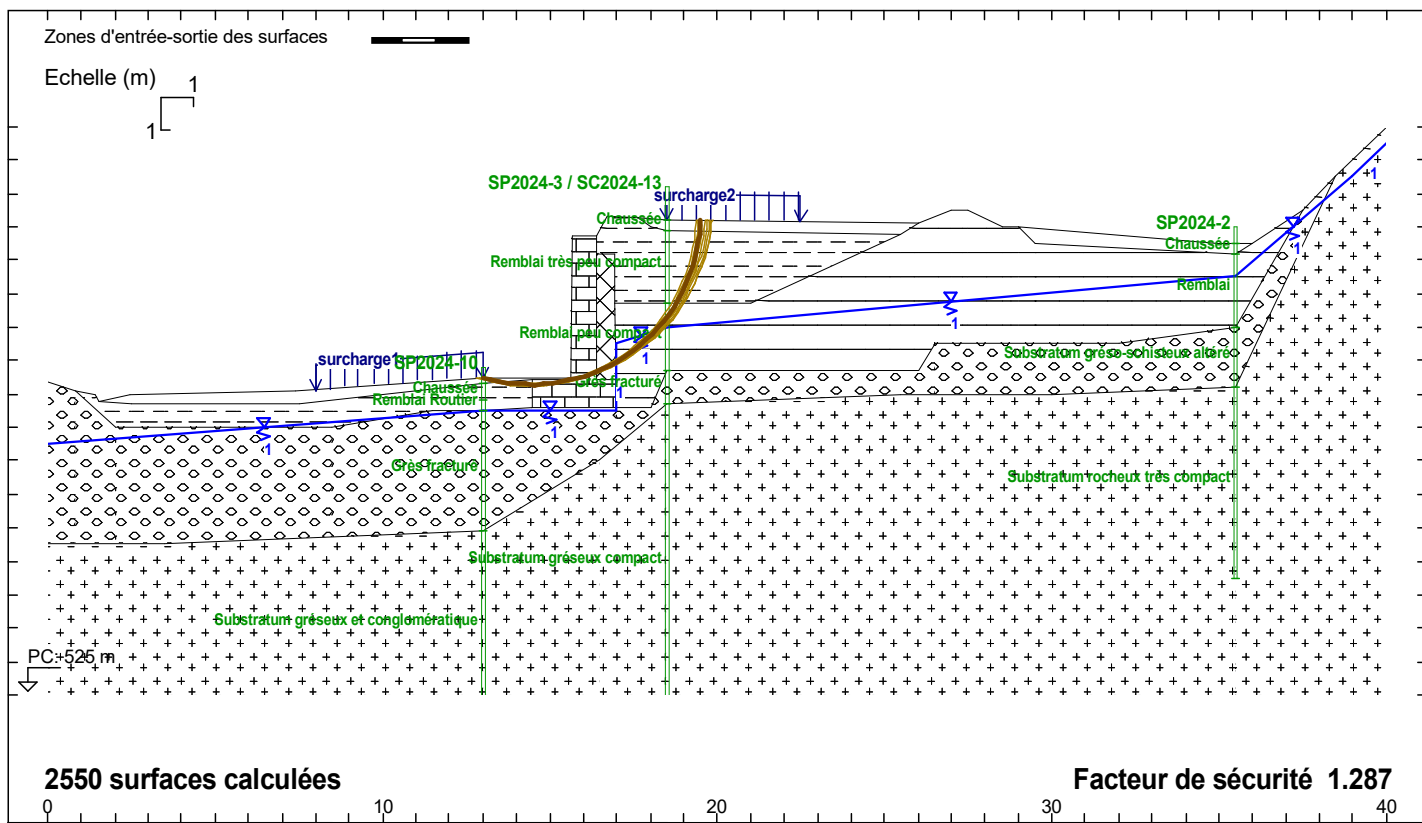
	Ytête	L	α	Esp	\emptyset	F arma
CLOU 1	532.700	8.000	15.0	2.50	0.115	220.3 / 1.250
CLOU 2	531.200	7.000	15.0	2.50	0.115	220.3 / 1.250
CLOU 3	529.700	5.000	15.0	2.50	0.115	220.3 / 1.250

SISMIQUE			σ_v
σ_h	σ_v	Pcav	σ_h
0.086	0.043	0.0000	

Charges surfaciques et Forces linéaires				
qg	qd	F	Gamm	θ
1	15.0	15.0	*1.00	0.00
2	15.0	15.0	*1.00	0.00

N°	Xc	Yc	R	Fs	Fso	CL1 trac.	CL2 trac.	CL3 trac.
1	8.6600	536.60	9.8400	1.498	1.254	101.09	88.080	63.300
2	8.8100	536.60	9.6900	1.500	1.246	101.57	88.900	64.710
3	8.7700	536.60	9.7300	1.500	1.248	101.45	88.690	64.370
4	8.8500	536.59	9.6500	1.501	1.245	101.68	89.100	65.040
5	8.8900	536.59	9.6200	1.501	1.243	101.79	89.300	65.360
6	8.7300	536.60	9.7700	1.501	1.250	101.33	88.480	64.020
7	8.7000	536.60	9.8100	1.501	1.252	101.21	88.260	63.660
8	8.9200	536.59	9.5800	1.503	1.242	101.90	89.500	65.710
9	8.9600	536.59	9.5400	1.504	1.241	102.00	89.690	66.090
10	9.0000	536.59	9.5000	1.507	1.239	102.11	89.860	66.450

23-CE-0348_YP 06/11/24 15:04	Plots 3 et 4 - Séisme Allégeant	Phase Initiale - Cas Initial	FIGURE
	RN88 - Mur Terrenoire Ouest (N°13622) Plots 3 et 4 - Renforcement par clouage NF P 94-270 - Approche 3		P3_5



GEOSTAB© v4.07 du 22/08/2016 développé par GEOS
http://www.geos.fr E-mail: logiciels@geos.fr

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

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

	SOLS	(γ ; γ_{sat})	C	ϕ	qs
	1	(20.00; 20.00) * 1.00	15.00 / 1.00	35.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	2	(25.00; 25.00) * 1.00	10.00 / 1.00	30.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	3	(18.00; 18.00) * 1.00	0.000 / 1.00	35.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	4	(18.00; 18.00) * 1.00	3.000 / 1.00	25.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	5	(19.00; 19.00) * 1.00	5.000 / 1.00	27.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	6	(21.50; 21.50) * 1.00	0.000 / 1.00	38.00 / 1.00	0.000 / 1.00
	7	(23.00; 23.00) * 1.00	100.0 / 1.00	40.00 / 1.00	0.000 / 1.00

Fichier "P16-P17_Stabilite.actuelle"
Méthode de BISHOP modifiée
Classique
Action des terres γ_e : 1
Résistance des terres $\gamma_{r,e}$: 1
Coefficient de Méthode 1
Unités : kN, m

	qg	qd	F	Gamm	θ
1	15.0	15.0		*1.00	0.00
2	15.0	15.0		*1.00	0.00

N°	Xc	Yc	R	Fs
1	14.460	539.34	5.0600	1.287
2	14.450	539.34	5.0600	1.287
3	14.520	539.34	5.0500	1.289
4	14.370	539.34	5.0700	1.289
5	14.280	539.35	5.0900	1.293
6	14.590	539.34	5.0400	1.295
7	14.530	539.60	5.3300	1.295
8	14.520	539.60	5.3300	1.295
9	14.440	539.61	5.3500	1.295
10	14.360	539.62	5.3700	1.296

23-CE-0348_YP 06/11/24 14:57

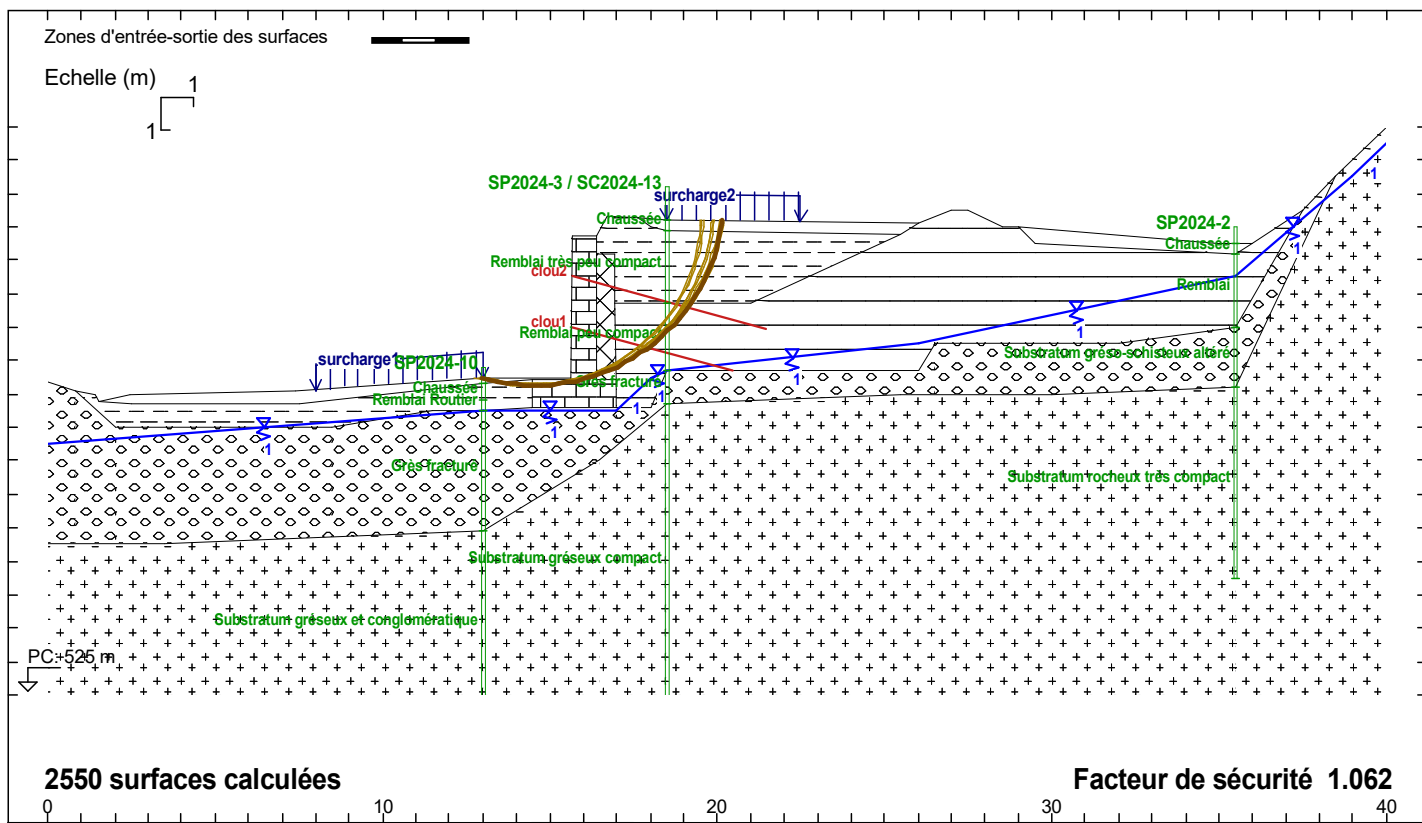
Plots 16 et 17 - Situation actuelle

Phase Initiale - Cas Initial

FIGURE

RN88 - Mur Terrenoire Ouest (N°13622)
Plots 16 et 17
Stabilité actuelle - Calage des paramètres

P16_1



GEOSTAB® v4.07 du 22/08/2016 développé par GEOS
http://www.geos.fr E-mail: logiciels@geos.fr

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

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

SOLS	(γ ; γ_{sat})	C	ϕ	qs
1	(20.00; 20.00) * 1.00	15.00 / 1.25	35.00 / 1.25	0.000 / 1.84
2	(25.00; 25.00) * 1.00	10.00 / 1.25	30.00 / 1.25	0.000 / 1.84
3	(18.00; 18.00) * 1.00	0.000 / 1.25	35.00 / 1.25	0.000 / 1.84
4	(18.00; 18.00) * 1.00	3.000 / 1.25	25.00 / 1.25	60.00 / 1.84
5	(19.00; 19.00) * 1.00	5.000 / 1.25	27.00 / 1.25	90.00 / 1.84
6	(21.50; 21.50) * 1.00	0.000 / 1.25	38.00 / 1.25	200.0 / 1.84
7	(23.00; 23.00) * 1.00	100.0 / 1.25	40.00 / 1.25	0.000 / 1.84

Fichier "P16-P17_Clouage_Mixte"
Méthode de BISHOP modifiée
EC7 Approche 3
Action des terres γ_e : 1
Résistance des terres $\gamma_{r,e}$: 1
Coefficient de Méthode 1.2
Unités : kN, m

	Ytête	L	α	Esp	\emptyset	F arma
CLOU 1	536.000	5.000	15.0	2.50	0.115	220.3 / 1.250
CLOU 2	537.500	6.000	15.0	2.50	0.115	220.3 / 1.250

Charges surfaciques et Forces linéaires

	qg	qd	F	Gamm	θ
1	15.0	15.0		*1.00	0.00
2	15.0	15.0		*1.00	0.00

N°	Xc	Yc	R	Fs	Fso	CL1 trac.	CL2 trac.
1	14.560	539.90	5.6400	1.062	0.892	46.410	42.720
2	14.490	539.91	5.6700	1.063	0.890	47.080	43.520
3	14.530	539.60	5.3300	1.063	0.876	48.640	45.910
4	14.550	539.60	5.3200	1.064	0.878	48.420	45.650
5	14.540	539.34	5.0400	1.064	0.871	50.120	48.300
6	14.610	539.89	5.6300	1.064	0.894	45.950	42.180
7	14.480	539.34	5.0500	1.064	0.868	50.840	49.140
8	14.460	539.34	5.0600	1.065	0.867	51.080	49.430
9	14.420	539.92	5.6900	1.065	0.889	47.740	44.310
10	14.610	539.60	5.3100	1.065	0.882	47.780	44.880

23-CE-0348_YP 06/11/24 14:54

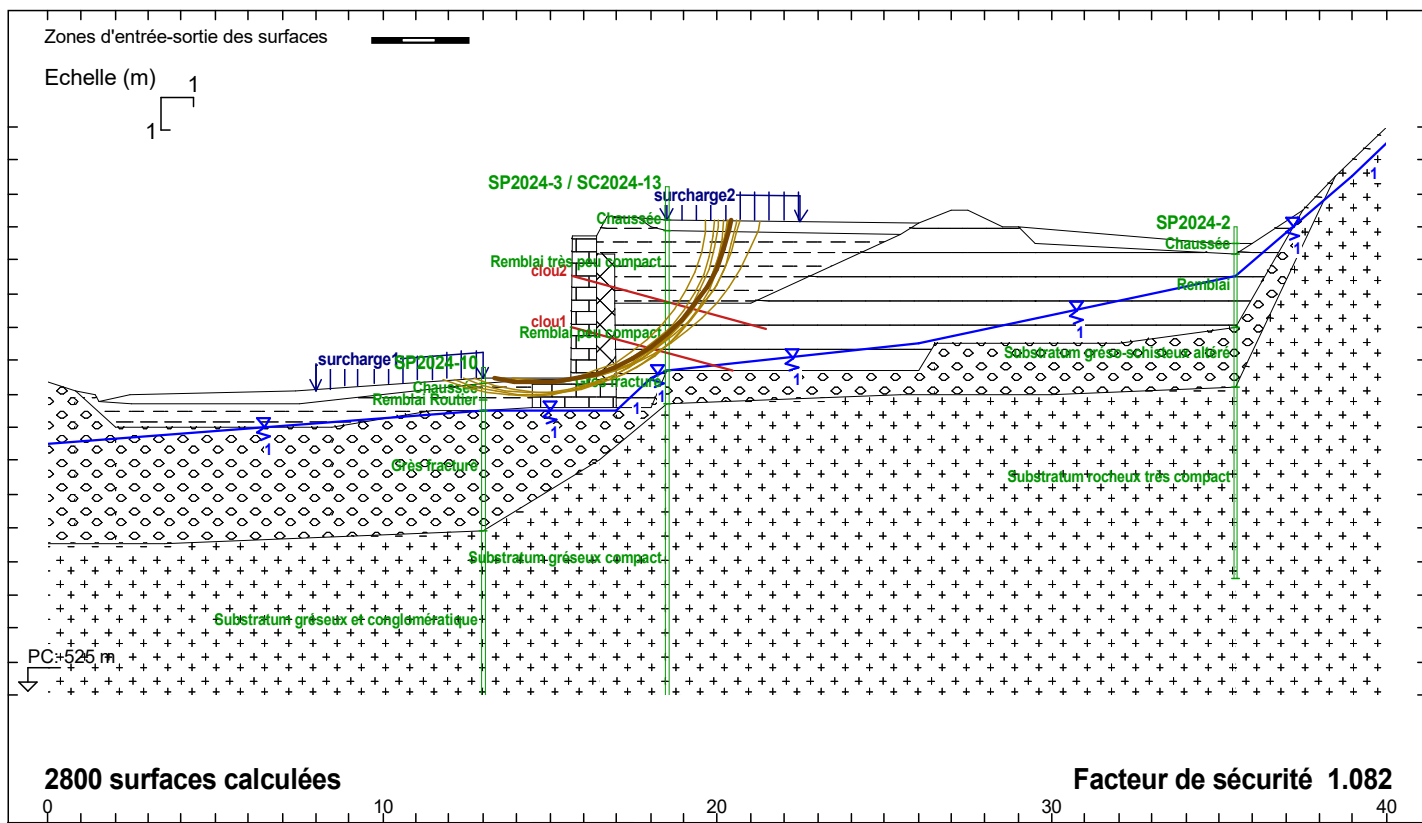
Plots 16-17 - Stabilité Mixte

Phase Initiale - Cas Initial

FIGURE

RN88 - Mur Terrenoire Ouest (N°13622)
Plots 16 et 17 - Renforcement par clouage
NF P 94-270 - Approche 3

P16_2



GEOSTAB© v4.07 du 22/08/2016 développé par GEOS
http://www.geos.fr E-mail: logiciels@geos.fr

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

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

SOLS	(γ ; γ_{sat})	C	ϕ	qs
1	(20.00; 20.00) * 1.00	15.00 / 1.25	35.00 / 1.25	0.000 / 1.84
2	(25.00; 25.00) * 1.00	10.00 / 1.25	30.00 / 1.25	0.000 / 1.84
3	(18.00; 18.00) * 1.00	0.000 / 1.25	35.00 / 1.25	0.000 / 1.84
4	(18.00; 18.00) * 1.00	3.000 / 1.25	25.00 / 1.25	60.00 / 1.84
5	(19.00; 19.00) * 1.00	5.000 / 1.25	27.00 / 1.25	90.00 / 1.84
6	(21.50; 21.50) * 1.00	0.000 / 1.25	38.00 / 1.25	200.0 / 1.84
7	(23.00; 23.00) * 1.00	100.0 / 1.25	40.00 / 1.25	0.000 / 1.84

Fichier "P16-P17_Clouage_Generale"
Méthode de BISHOP modifiée
EC7 Approche 3
Action des terres γ_e : 1
Résistance des terres $\gamma_{r,e}$: 1
Coefficient de Méthode 1.2
Unités : kN, m

	Ytête	L	α	Esp	\emptyset	F arma
CLOU 1	536.000	5.000	15.0	2.50	0.115	220.3 / 1.250
CLOU 2	537.500	6.000	15.0	2.50	0.115	220.3 / 1.250

Charges surfaciques et Forces linéaires

	qg	qd	F	Gamm	θ
1	15.0	15.0		*1.00	0.00
2	15.0	15.0		*1.00	0.00

N°	Xc	Yc	R	Fs	Fso	CL1 trac.	CL2 trac.
1	14.660	540.19	5.8400	1.082	0.904	45.920	40.820
2	14.810	539.50	5.1400	1.082	0.901	47.350	44.060
3	14.530	539.51	5.1500	1.083	0.881	50.940	48.180
4	14.820	541.09	6.7500	1.091	0.952	40.230	32.150
5	15.080	539.50	5.1300	1.092	0.927	43.780	39.970
6	14.930	540.18	5.8300	1.093	0.931	42.560	36.910
7	14.550	539.51	5.4800	1.095	0.939	43.650	41.800
8	14.840	539.50	5.4500	1.100	0.959	40.010	37.650
9	14.190	540.19	6.2400	1.101	0.954	43.410	40.540
10	14.480	540.17	6.1900	1.107	0.969	39.980	36.680

23-CE-0348_YP 06/11/24 14:51

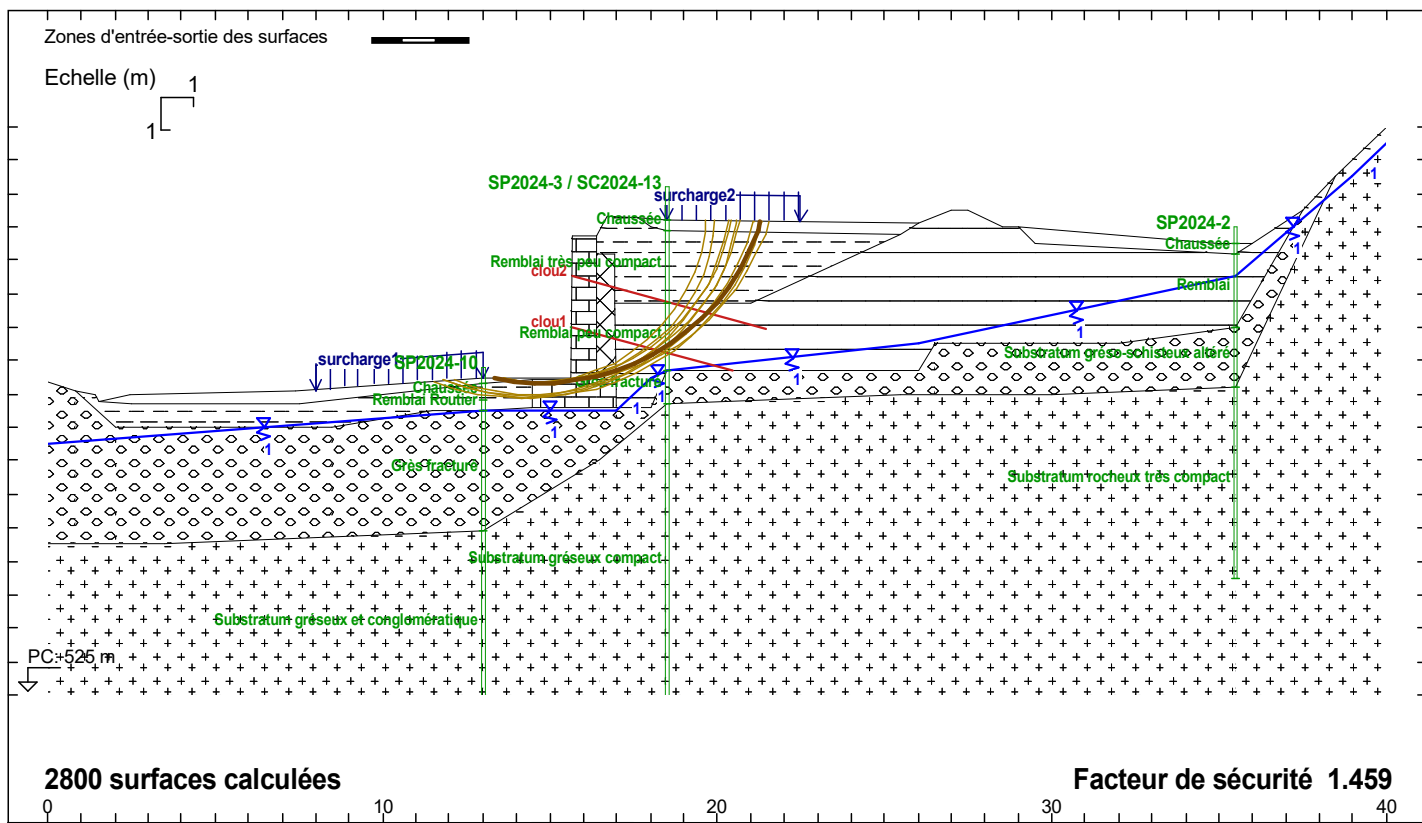
Plots 16-17 - Stabilité Générale

Phase Initiale - Cas Initial

FIGURE

RN88 - Mur Terrenoire Ouest (N°13622)
Plots 16 et 17 - Renforcement par clouage
NF P 94-270 - Approche 3

P16_3



GEOSTAB® v4.07 du 22/08/2016 développé par GEOS
http://www.geos.fr E-mail: logiciels@geos.fr

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

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

SOLS	(γ ; γ_{sat})	C	ϕ	qs
1	(20.00; 20.00) * 1.00	15.00 / 1.00	35.00 / 1.00	0.000 / 1.84
2	(25.00; 25.00) * 1.00	10.00 / 1.00	30.00 / 1.00	0.000 / 1.84
3	(18.00; 18.00) * 1.00	0.000 / 1.00	35.00 / 1.00	0.000 / 1.84
4	(18.00; 18.00) * 1.00	3.000 / 1.00	25.00 / 1.00	60.00 / 1.84
5	(19.00; 19.00) * 1.00	5.000 / 1.00	27.00 / 1.00	90.00 / 1.84
6	(21.50; 21.50) * 1.00	0.000 / 1.00	38.00 / 1.00	200.0 / 1.84
7	(23.00; 23.00) * 1.00	100.0 / 1.00	40.00 / 1.00	0.000 / 1.84

	Ytête	L	α	Esp	\emptyset	F arma
CLOU 1	536.000	5.000	15.0	2.50	0.115	220.3 / 1.250
CLOU 2	537.500	6.000	15.0	2.50	0.115	220.3 / 1.250

Fichier "P16-P17_Clouage_Seisme.Pesant"
Méthode de BISHOP modifiée
EC7 Approche 3
Action des terres γ_e : 1
Résistance des terres $\gamma_{r,e}$: 1
Coefficient de Méthode 1
Unités : kN, m

SISMIQUE	σ_h	σ_v	Pcav
	0.086	-0.043	0.0000

Charges surfaciques et Forces linéaires	qg	qd	F	Gamm	θ
1	15.0	15.0	*1.00	0.00	
2	15.0	15.0	*1.00	0.00	

N°	Xc	Yc	R	Fs	Fso	CL1 trac.	CL2 trac.
1	14.820	541.09	6.7500	1.459	1.289	40.230	32.150
2	14.660	540.19	5.8400	1.467	1.245	45.920	40.820
3	14.190	540.19	6.2400	1.476	1.295	43.410	40.540
4	14.930	540.18	5.8300	1.478	1.277	42.560	36.910
5	14.190	541.03	7.1500	1.481	1.334	37.950	32.870
6	14.810	539.50	5.1400	1.483	1.252	47.350	44.060
7	14.470	541.00	7.1000	1.484	1.352	34.850	29.280
8	15.090	541.07	6.7400	1.484	1.331	37.010	28.440
9	14.480	540.17	6.1900	1.485	1.316	39.980	36.680
10	14.530	539.51	5.1500	1.486	1.227	50.940	48.180

23-CE-0348_YP 06/11/24 14:55

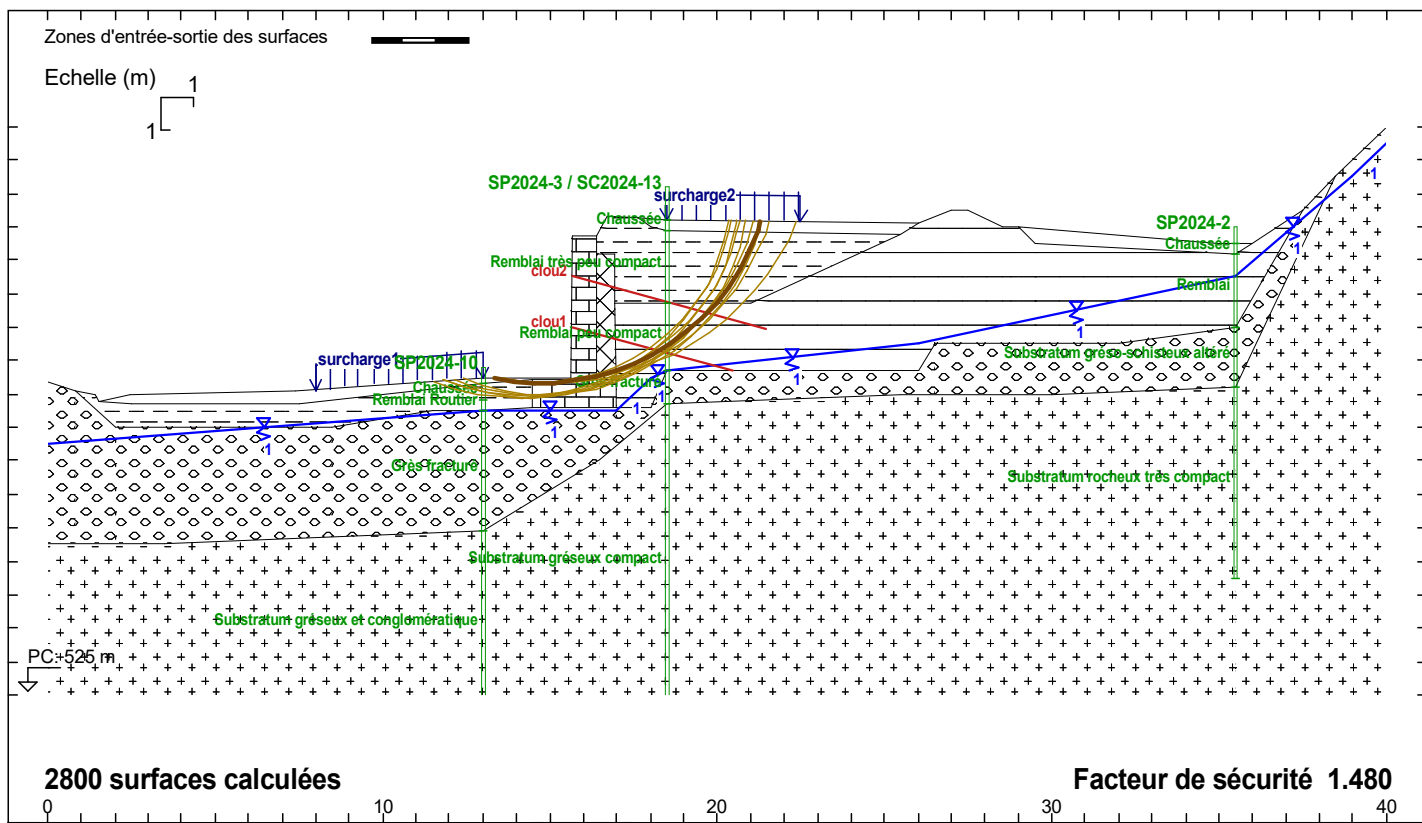
Plots 16-17 - Stabilité Mixte + Séisme Pesant

Phase Initiale - Cas Initial

FIGURE

RN88 - Mur Terrenoire Ouest (N°13622)
Plots 16 et 17 - Renforcement par clouage
NF P 94-270 - Approche 3

P16_4



GEOSTAB® v4.07 du 22/08/2016 développé par GEOS
http://www.geos.fr E-mail: logiciels@geos.fr

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

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

SOLS	(γ ; γ_{sat})	C	ϕ	qs
1	(20.00; 20.00) * 1.00	15.00 / 1.00	35.00 / 1.00	0.000 / 1.84
2	(25.00; 25.00) * 1.00	10.00 / 1.00	30.00 / 1.00	0.000 / 1.84
3	(18.00; 18.00) * 1.00	0.000 / 1.00	35.00 / 1.00	0.000 / 1.84
4	(18.00; 18.00) * 1.00	3.000 / 1.00	25.00 / 1.00	60.00 / 1.84
5	(19.00; 19.00) * 1.00	5.000 / 1.00	27.00 / 1.00	90.00 / 1.84
6	(21.50; 21.50) * 1.00	0.000 / 1.00	38.00 / 1.00	200.0 / 1.84
7	(23.00; 23.00) * 1.00	100.0 / 1.00	40.00 / 1.00	0.000 / 1.84

	Ytête	L	α	Esp	\emptyset	F arma
CLOU 1	536.000	5.000	15.0	2.50	0.115	220.3 / 1.250
CLOU 2	537.500	6.000	15.0	2.50	0.115	220.3 / 1.250

Fichier "P16-P17_Clouage_Seisme.Allégeant"
Méthode de BISHOP modifiée
EC7 Approche 3
Action des terres γ_e : 1
Résistance des terres $\gamma_{r,e}$: 1
Coefficient de Méthode 1
Unités : kN, m

SISMIQUE			σ_v
σ_h	σ_v	Pcav	
0.086	0.043	0.0000	

Charges surfaciques et Forces linéaires				
qg	qd	F	Gamm	θ
1 15.0	15.0		*1.00	0.00
2 15.0	15.0		*1.00	0.00

N°	Xc	Yc	R	Fs	Fso	CL1 trac.	CL2 trac.
1	14.820	541.09	6.7500	1.480	1.297	40.230	32.150
2	14.660	540.19	5.8400	1.498	1.257	45.920	40.820
3	15.090	541.07	6.7400	1.501	1.336	37.010	28.440
4	14.930	540.18	5.8300	1.504	1.286	42.560	36.910
5	14.470	541.00	7.1000	1.507	1.364	34.850	29.280
6	14.190	541.03	7.1500	1.507	1.348	37.950	32.870
7	14.190	540.19	6.2400	1.508	1.311	43.410	40.540
8	15.040	542.32	8.0100	1.510	1.373	33.020	21.490
9	14.770	540.14	6.1500	1.513	1.349	36.630	32.780
10	14.480	540.17	6.1900	1.514	1.330	39.980	36.680

23-CE-0348_YP 06/11/24 14:56

Plots 16-17 - Stabilité Mixte + Séisme Allégeant

Phase Initiale - Cas Initial

FIGURE

RN88 - Mur Terrenoire Ouest (N°13622)
Plots 16 et 17 - Renforcement par clouage
NF P 94-270 - Approche 3

P16_5