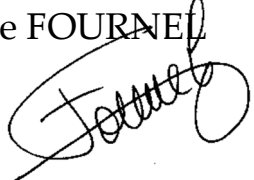




2025-42-FB-7951

Rapport N° 2025-42-FB-7951
Réhabilitation du site Waldeck Rousseau

| | |
|--|--|
| ROANNE | |
| Rue Waldeck Rousseau | |
| DEPARTEMENT DE LA LOIRE | |
| Hôtel du Département 2 rue Charles de Gaulle 42 022 SAINT-ETIENNE | |
| Rédigé par | Florent BELIN |
| Vérifié par | Céline FOURNEL  |
| Le 04/12/2025 | |
| <i>Mission géotechnique de type G2-PRO (Norme NFP 94/500 de Novembre 2013)</i> | |



CELIGEO – Impasse de L'Industrie – 42420 LORETTE- contact@celigeo.fr
SIRET 82267678900032 APE 7112B TVA FR15822676789
SAS au capital de 5000 €



Table des matières

| | |
|--|----|
| 1. Présentation du projet | 3 |
| 2. Documents de référence | 4 |
| 3. La mission de CELIGEO | 4 |
| 4. Limites de la mission de CELIGEO | 5 |
| 5. Contexte géologique et hydrogéologique | 6 |
| 6. Résultats des investigations | 9 |
| 7. Caractéristiques de laboratoire | 10 |
| 8. Reconnaissances de fondation | 11 |
| 9. Caractéristiques géotechniques | 13 |
| 10. Fondations | 15 |
| 11. Dallage | 17 |
| 12. Terrassements | 19 |
| 13. Drainage | 20 |
| 14. Recommandations et utilisation du document | 21 |
| Annexes | 24 |

1. Présentation du projet

Le projet se situe sur la commune de Roanne



Le projet prévoit la réhabilitation du site Waldeck Rousseau qui comprendra :

- La fermeture du passage couvert et création d'un dallage
- La construction d'un bâtiment de type R+0 à usage de chaufferie

Lors de notre intervention, le site était occupé par un bâtiment de type R+1 sur vide sanitaire.

Caractéristiques du projet :

- TN : #283.50 – 283.80 NGF
- Niveau fini : #283.78 NGF
- Emprise au sol :
 - Passage couvert : #40 m²
 - Bâtiment chaufferie : 11.26 m²
- Descentes de charges sur fondations :
 - Passage couvert : 2.45 T/ml
 - Bâtiment chaufferie : 2.4 T/ml
- Descentes de charges sur dallages :
 - Passage couvert : 450 kg/m²
 - Bâtiment chaufferie : 500 kg/m²

2. Documents de référence

- Cahier des charges étude géotechnique « CAHIER DES CHARGES ETUDE GEOTECHNIQUE 2025 09 29 »
- Dossier de plans APD « 02 APD »
- Plans de coupe passage couvert « PC40-5c Plans de coupe »
- Plan de coupe chaufferie « PC40-5c Plans de coupe »
- Plan de repérage des réseaux enterrés « 18725196 »
- Rapport d'inspection des réseaux d'assainissement « 18725196_Rapport_ITV »

3. La mission de CELIGEO

Mission de type G2-PRO – Etude géotechnique de conception Projet de la norme NFP 94/500 relative à :

- Fondations :
 - Identification et description des terrains constitutifs du sous-sol jusqu'à la profondeur des investigations
 - Caractérisation des contraintes géotechniques
 - Type et profondeur des fondations
 - Prescriptions vis-à-vis des ouvrages existants
 - Estimations des tassements
- Niveaux bas :
 - Identification des terrains constitutifs de l'assise support
 - Nécessité de renforcement de l'assise
 - Caractéristique et dimensionnement du renforcement
 - Estimations des tassements
- Drainage :
 - Modalités de drainage
- Terrassement :
 - Prescriptions concernant les terrassements

Investigations réalisées :

Les investigations prévues pour répondre aux attentes de la demande sont les suivantes :

- Réalisation de **1** sondage pressiométrique mené à la tarière mécanique jusqu'à 8.00 m avec **4** essais pressiométriques
- Réalisation de **2** sondages réalisés au pénétromètre dynamique lourd conduits au refus
- Réalisation de **1** sondage destructif mené à la tarière mécanique jusqu'à 6.00 m
- Réalisation de **1** reconnaissance de fondation à la pelle mécanique
- Réalisation de **2** essais laboratoire - VBS
- Relevé des niveaux d'eau en fin de forage / essai



4. Limites de la mission de CELIGEO

- Les missions de type G2-DCE / G2-ACT relatives au projet
- Les missions de type G3/G4 en supervision et suivi de chantier
- L'étude en gestion des eaux pluviales
- L'étude et le dimensionnement des ouvrages de soutènement
- L'étude et le dimensionnement des voiries

Ces missions pourront s'avérer nécessaires dans la progression du projet et pourront être chiffrées par la suite.

- Le suivi et relevé des niveaux d'eau en variations saisonnières
- Toute étude environnementale s'il en avait lieu

5. Contexte géologique et hydrogéologique

Extrait du contexte géologique (Cartographie BRGM Infoterre)



Les terrains sont composés de sables marron-beige à graviers et galets surmontés par des sables légèrement argileux marron-gris beige à cailloux puis des remblais.

Niveaux d'eau mesurés en instantané :

| Sondage | | SP1 | |
|--------------|--------------------|--------|--------|
| | | m/sol | NGF |
| Niveau d'eau | En cours de forage | 6.50 | 277.25 |
| | En fin de forage | Eboulé | |

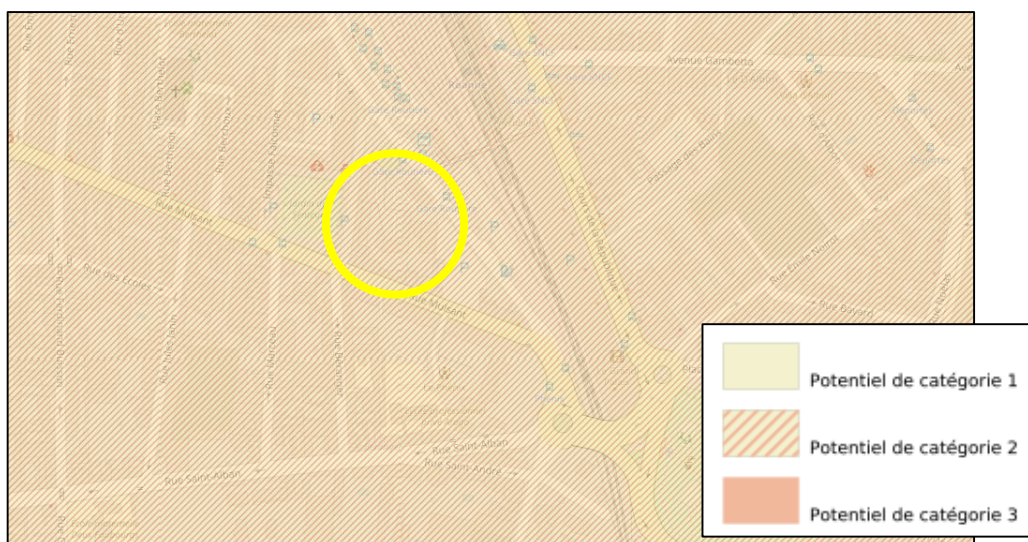
Ces niveaux indiquent la présence de la nappe d'accompagnement du Renaison et de la Loire. Sur le secteur, cette dernière se place à une cote altimétrique proche de 275/278 NGF.

De plus il n'est pas à exclure la présence d'écoulements d'eau diffus au sein des différentes formations.

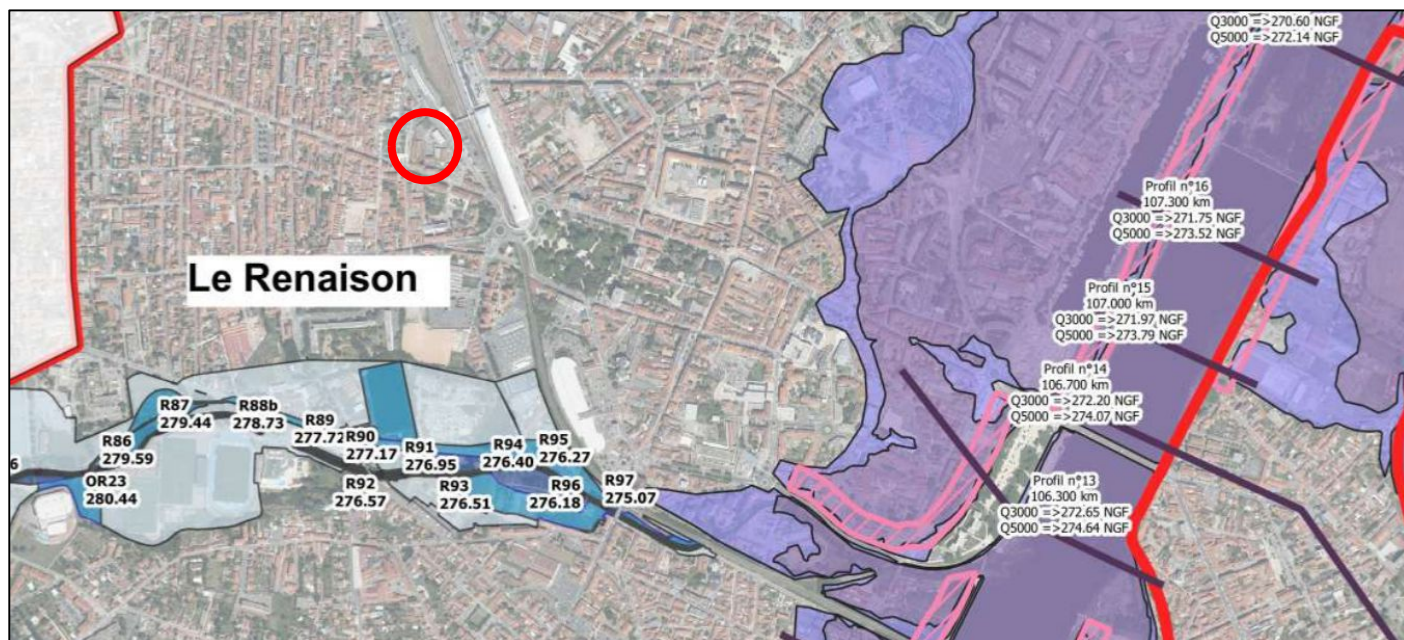
Le site se situe en zone d'aléa **moyen** vis-à-vis de l'aléa de retrait gonflement des argiles.
D'après le site <http://www.infoterre.brgm.fr>



Le site se situe en **catégorie 2** vis-à-vis du potentiel radon.
D'après le site <http://www.georisques.gouv.fr>



Le site se place en dehors d'une zone inondable par submersion de la Loire ou de Renaison
D'après le site <http://www.loire.gouv.fr>



| Légende | |
|---|---|
| Zones inondables du fleuve Loire à l'aval du barrage de Villersrest | P 15 Numéros de profil |
| Crue Q3000 m ³ /s | 270.13 cote de crue de référence (en m NGF) |
| Crue Q5000 m ³ /s | |
| Zones d'aléas rivière Renaison | |
| Aléa fort | |
| Aléa moyen | |
| Aléa faible | |
| Zones d'aléas rivière Oudan | |
| Aléa fort | |
| Aléa moyen | |
| Aléa faible | |
| Zone de débordement et par ruissellement de l'Oudan | |
| Bande de précaution de 50 m par rapport aux systèmes d'endiguement | |

6. Résultats des investigations

| Sondage | | SP1 | PD1 | PD2 | SD1 | RF1 |
|---|-------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| Horizon | Cote | #283.75 | #283.65 | #283.70 | #283.70 | #283.70 |
| | Profondeur (Epaisseur) (m) | | | | | |
| ① Terre végétale | P | - | - | 0.00 | - | - |
| | (E) | - | - | (0.20) | - | - |
| ② Enrobé | P | 0.00 | 0.00 | - | 0.00 | 0.00 |
| | (E) | (0.07) | (0.07) | - | (0.07) | (0.08) |
| ③ Couche de forme | P | 0.07 | 0.07 | - | 0.07 | 0.08 |
| | (E) | (0.23) | (0.23) | - | (0.23) | (0.17) |
| ④ Remblais sableux ± argileux à cailloux, blocs et débris anthropiques | P | 0.30 | 0.30 | 0.20 | 0.30 | 0.25 |
| | (E) | (0.60) | (0.40) | (0.80) | (0.50) | (>1.20) |
| ⑤ Sable ± argileux marron-gris- beige à cailloux | P | 0.90 | 0.70 | 1.00 | 0.80 | - |
| | (E) | (5.10) | (4.50) | (>2.59) | (4.20) | - |
| ⑥ Sable graveleux beige à galets | P | 6.00 | 5.20 | - | 5.00 | - |
| | (E) | (>2.00) | (>0.54) | - | (>1.00) | - |
| Fin de sondage | | Arrêt à 8.00 m | Refus à 5.74 m | Refus à 3.59 m | Arrêt à 6.00 m | Arrêt à 1.45 m |
| Arrivée d'eau | En cours de forage | 6.50 m | - | - | - | - |
| | En fin de forage | Eboulé | | | | |

Seuls les points de sondages sont représentatifs des profondeurs des formations. Des variations latérales de profondeur de faciès et de topographie sont possibles entre points de sondages avec des disparités pluridécimétriques.



7. Caractéristiques de laboratoire

| Norme | Echantillon | | SP1 1.00 m | SD1 2.00 m |
|--------------|------------------------------|-----------------------|---------------|---------------|
| | Horizon | | ⑤ | ⑤ |
| NFP 94068 | VBS | Valeur de bleu (g) | 0.49 | 0.32 |
| | Equivalence classe de sol | | B5 | B5 |
| | Nouvelle classification | | I1 | I1 |

La formation ⑤ n'est pas sensible au retrait-gonflement des argiles.

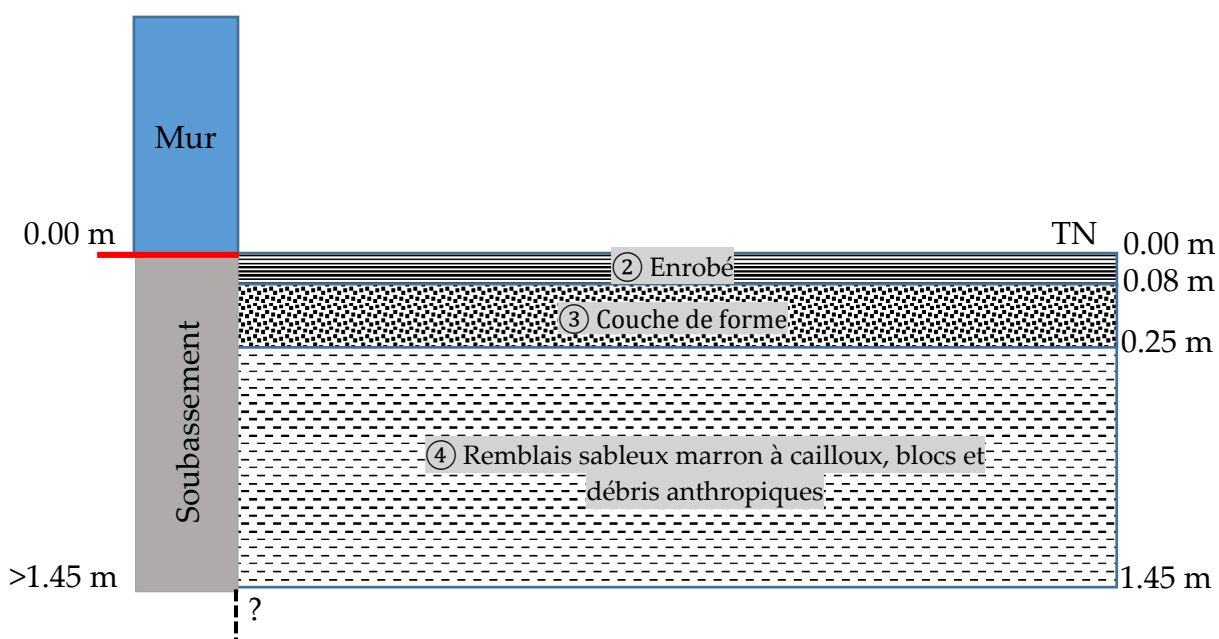
8. Reconnaissances de fondation

RF1

Le mur d'épaisseur de 0.20 m repose depuis la surface sur un soubassement sans débord rencontré jusqu'à une profondeur supérieure à 1.45 m.

En raison d'une profondeur trop importante, l'arase inférieure de cet élément n'a pas pu être déterminée (>1.45 m).

Coupe



Photos :





9. Caractéristiques géotechniques

Caractéristiques pressiométriques des formations :

Sable ± argileux marron-gris-beige à cailloux (formation ⑤) :

$$3.6 < E_m < 6.8 \text{ MPa}$$

$$0.42 < P_{I^*} < 0.76 \text{ MPa}$$

Sable graveleux beige à galets (formation ⑥) :

$$E_m \# 28.2 \text{ MPa}$$

$$P_{I^*} \# 2.49 \text{ MPa}$$

Caractéristiques pénétrométriques des formations :

Remblais sableux ± argileux à cailloux, blocs et débris anthropiques (formation ④) :

$$3.0 < Q_d < 6.0 \text{ MPa}$$

Sable ± argileux marron-gris-beige à cailloux (formation ⑤) :

$$2.0 < Q_d < 10 \text{ MPa}$$

Sable graveleux beige à galets (formation ⑥) :

$$10 < Q_d < 30 \text{ MPa puis refus}$$

Caractéristiques mécaniques des formations :

Remblais sableux ± argileux à cailloux, blocs et débris anthropiques (formation ④) :

→ Matrice fine et éléments grossiers

→ Présence de blocs

→ Matériaux pouvant être impropres

→ Instabilité possible des parois au creusement

→ Pouvant être sensible à l'eau et au remaniement, lorsque mis à nu

→ Caractéristiques mécaniques faibles



Sable \pm argileux marron-gris-beige à cailloux (formation ⑤) :

- Matrice fine et éléments grossiers
- Présence possible de blocs
- Instabilité possible des parois au creusement
- Pouvant être sensible à l'eau et au remaniement, lorsque mis à nu
- Caractéristiques mécaniques faibles à moyennes

Sable graveleux beige à galets (formation ⑥) :

- Matrice fine et éléments grossiers
- Présence possible de blocs
- Instabilité possible des parois au creusement
- Caractéristiques mécaniques correctes

Sismicité :

Zone de sismicité : 2 (aléa faible)

Classe de sol : C

Coefficient de sol S : 1.50

Accélération a_{gr} (m/s²) : 0.7



10. Fondations

Nous retiendrons que :

- Présence de Remblais sableux \pm argileux à cailloux, blocs et débris anthropiques (formation ④) peu compacts rencontrés jusqu'à des profondeurs comprises entre 0.70 et plus de 1.45 m. On notera que la base de cette formation n'a pas été reconnue au droit de la reconnaissance RF1 (>1.45 m).
- Présence de sables \pm argileux marron-gris-beige à cailloux (formation ⑤) qui présentent des caractéristiques mécaniques faibles à moyennes traversés jusqu'à des profondeurs comprises entre 3.59 et 6.00 m.
- Au-delà, présence de sables graveleux beige à galets (formation ⑥) qui présentent des compétences mécaniques correctes

Dans ce contexte, les fondations seront de type superficiel

Type : Semelles filantes sur blocage gros béton suivant nécessité.

Profondeur minimale : 0.80 m minimum sous niveau extérieur fini pour respecter la garde au gel

Largeur minimale semelle : 0.50 m en filant

Niveau d'assise : A partir des Sables \pm argileux marron-gris-beige à cailloux (formation ⑤)

Encastrement : 0.20 m dans le niveau d'assise

Contrainte à l'ELS : **1.0 bar**

Tassements :

Passage couvert :

Pour une descente de 2.45 T/ml, les tassements seront d'environ 0.14 cm

Chaufferie :

Pour une descente de 2.40 T/ml, les tassements seront d'environ 0.14 cm

Dispositions particulières vis-à-vis des murs existants :

La présence d'un vide sanitaire n'a pas permis de reconnaître l'arase des fondations lors de notre intervention (>1.45 m).

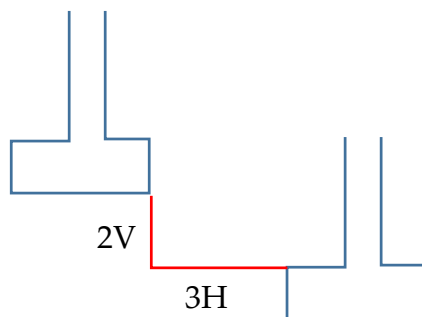
On tiendra compte de la présence possible de débords pour la réalisation du plan de fondations projet.

Les fondations devront être reconnues en démarrage de travaux.

Les fondations neuves seront à minima fondées à la même profondeur que les fondations existantes.

Dans le cas où les fondations neuves seraient plus profondes que les fondations existantes, il conviendra de respecter :

- Soit de respecter la règle d'un décalage de 3 (H) pour 2 (V).

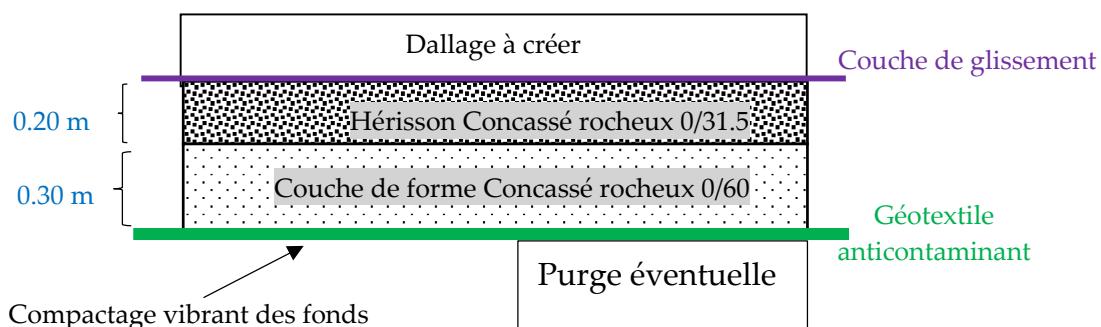


- Soit de réaliser une reprise en sous-œuvre des fondations mitoyennes avec complément gros béton.
- Soit de réaliser une ouverture des fouilles par passes limitées à 2.50 m avec coulage dès ouverture, sans reprise en sous-œuvre. Dans ce cas, une surcharge due aux fondations mitoyennes devra être appliquée sur les fondations neuves.

11. Dallage

Les dallages pourront être traités en plancher porté sur vide sanitaire éventuel ou en dallage sur terre-plein.

Pour un terre-plein et une descente de charge de 450 et 500 kg/m², nous retiendrons les dispositions suivantes :



Passage couvert :

Pour une descente de charge de 450 kg/m², les tassements sont d'environ 0.14 cm.

Chaufferie

Pour une descente de charge de 500 kg/m², les tassements sont d'environ 0.13 cm.

Mise en œuvre de la substitution granulaire :

- Décapage de la terre végétale si présente
- Terrassements généraux en atteinte de la formation ③
- Purges de tous les matériaux impropres pouvant être présents au sein des niveaux remblayé
- Compactage des fonds
- Vérification par essais de plaque EV2 > 20 MPa ou EVd > 15 MPa
- Purges de tous niveaux dégradés et/ou humides non conformes. Les hauteurs de purges éventuelles seront définies par planches d'essai en début de chantier avec un minimum de 0.20 m
- Mise en place du géotextile anticontaminant
- Mise en place de la couche de forme en matériaux granulaires 0/60 type D3 par couches unitaires soigneusement compactées et d'épaisseur adaptée à l'engin de compactage
- Mise en place du herisson en matériaux granulaires 0/31.5 type D2 par couches unitaires soigneusement compactées et d'épaisseur adaptée à l'engin de compactage
- Mise en place d'une couche de glissement composée d'un sablage de surface associé éventuellement à un polyane macroporeux

Nota : À proximité des ouvrages existants, on tiendra compte de la présence de voile enterré, les engins de compactage devront être adaptés pour ne pas les endommager.



Contrôles : des essais de réception seront réalisés soit à la plaque statique soit à la plaque légère et Panda si les accès n'étaient pas possible pour un camion

| Niveau à contrôler | Nombre d'essai | Critères de réception | |
|----------------------------------|---------------------|---|---------------------------------------|
| | | Essai de plaque | Plaque légère + Panda |
| Hérisson Concassé 0/31.5 | Passage couvert : 2 | Kw \geq 50 MPa/m EV2 \geq 50 MPa EV2/EV1 \leq 2.0 | EVd \geq 30 MPa Qd \geq 10 MPa |
| | Chaufferie : 2 | | |
| Couche de forme Concassé 0/60 | Passage couvert : 2 | Kw \geq 35 MPa/m EV2 \geq 35 MPa EV2/EV1 \leq 2.2 | EVd \geq 20 MPa Qd \geq 8 MPa |
| | Chaufferie : 2 | | |
| Fond de forme | Passage couvert : 2 | EV2 $>$ 20 MPa | EVd \geq 15 MPa |
| | Chaufferie : 2 | | |

Modules de déformations ES

Hérisson : ES = 50.0 MPa

Couche de forme : ES = 31.5 MPa

Remblais sableux \pm argileux (formation ④) : ES = 5.0 MPa

Sable \pm argileux marron-gris-beige à cailloux (formation ⑤) : ES = 10 MPa

Sable graveleux beige à galets (formation ⑥) : ES = 85 MPa



12. Terrassements

Les terrassements s'effectueront à l'aide d'engins classiques. L'utilisation d'outils adaptés type BRH s'avèrera nécessaire pour assurer la purge des blocs et des éléments anthropiques enterrés (réseaux béton...). On resta toutefois prudent à l'approche des ouvrages existants.

On tiendra également compte de :

- La sensibilité à l'eau et au remaniement des formations avec formation de boue et orniérage possible
- Un coffrage sera mis en œuvre dans les fouilles de fondations dont les parois ne sont pas stables afin d'éviter les surdimensionnements et la surconsommation de béton. **Étant-donnée la présence de remblais, si un coffrage n'est pas mis en œuvre, on tiendra compte d'une surconsommation de gros béton.**

Des purges complémentaires pourront être réalisées dans le cas de découverte de niveaux dégradés et/ou humides dans les fonds de terrassement.

Les terrassements en déblais respecteront une pente de 3 horizontal pour 2 vertical.



13. Drainage

Phase provisoire :

Les plateformes seront légèrement pentées ($>1.5\%$) pour permettre l'évacuation des eaux de ruissellement.

On procédera à un écrémage des plateformes en cas d'épisode météorologique défavorable avec un minimum de 0.10 m.

Dans le cas de travaux réalisés en période humide, on pourra réaliser 1 ou 2 drains en fonds de forme, sous l'emprise des bâtis, reliés à un exutoire gravitaire.

Le dispositif de drainage sera implanté hors emprise des fondations.

En cas d'arrivées d'eau significatives en phase chantier CELIGEO devra en être tenue informé.

Phase définitive :

Toutes les eaux de toiture et de surfaces imperméabilisées seront récupérées et traitées dans le cadre de la gestion des eaux pluviales. La gestion de ces eaux devra faire l'objet d'un dimensionnement spécifique (Hors mission).

Le dispositif de drainage réalisé en phase provisoire pourra être conservé en phase en définitive.



14. Recommandations et utilisation du document

La mission de suivi des terrassements et validation du fond de terrassement pourra être confiée à CELIGEO dans le cadre d'une mission de type G4 en suivi et supervision de chantier.

Ce rapport ainsi que toutes ses annexes forment une entité relative au projet énoncé.

Toute extraction sortie de l'intégralité du rapport ne pourra être utilisée hors de son contexte.

Les conclusions de cette étude ne pourront être appliquées à un autre projet que celui énoncé en début de rapport.

CELIGEO ne pourra être tenu responsable d'une utilisation erronée de son rapport.

CELIGEO reste à disposition du Maître d'Ouvrage et de ses conseils pour toutes précisions sur son rapport d'étude.

Fait le 04/12/2025

Florent BELIN

Ingénieur géotechnicien

ENCHAINEMENT DES MISSIONS GEOTECHNIQUES

| Enchaînement des missions G1 à G4 | Phases de la maîtrise d'œuvre | Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission | Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques | Niveau de management des risques géotechniques attendu | Prestations d'investigations géotechniques à réaliser |
|--|-----------------------------------|---|---|--|---|
| étape 1 : Etude géotechnique préalable (G1) | | Etude géotechnique préalable (G1) Phase Etude de Site (ES) | Spécificités géotechniques du site | Première identification des risques présentés par le site | Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique |
| étape 1 : Etude géotechnique préalable (G1) | Etude préliminaire, Esquisse, APS | Etudes géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC) | Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site | Première identification des risques pour les futurs ouvrages | Fonctions des données existantes et de la complexité géotechnique |
| étape 2 : Etude géotechnique de conception (G2) | APD/AVP | Etude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP) | Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet | Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance | Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs) |
| étape 2 : Etude géotechnique de conception (G2) | PRO | Etudes géotechniques de conception (G2) Phase Projet (PRO) | Conception et justifications du projet | Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance | Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs) |
| étape 2 : Etude géotechnique de conception (G2) | DCE/ACT | Etude géotechnique de conception (G2) Phase DCE/ACT | Consultation sur le projet de base/choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux | Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance | |



| | | A la charge de l'entreprise | A la charge du maître d'ouvrage | | |
|---|------------|---|---|--|---|
| étape 3 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4) | EXE/VISA | Etude de suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Etude (en interaction avec la phase suivi) | Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase supervision du suivi) | Etude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût | Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience) |
| étape 3 : Etudes géotechniques de réalisation (G3/G4) | DET/AOR | Etude et suivi géotechniques d'exécutions (G3) Phase Suivi (en interaction avec la Phase Etude) | Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude) | Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage | |
| A toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant | Diagnostic | Diagnostic géotechnique (G5) | Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant | Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés | Fonction de l'élément géotechnique étudié |



Annexes



Roanne

Contrat 7951

Date début : 24/11/2025

Cote NGF : #283.75

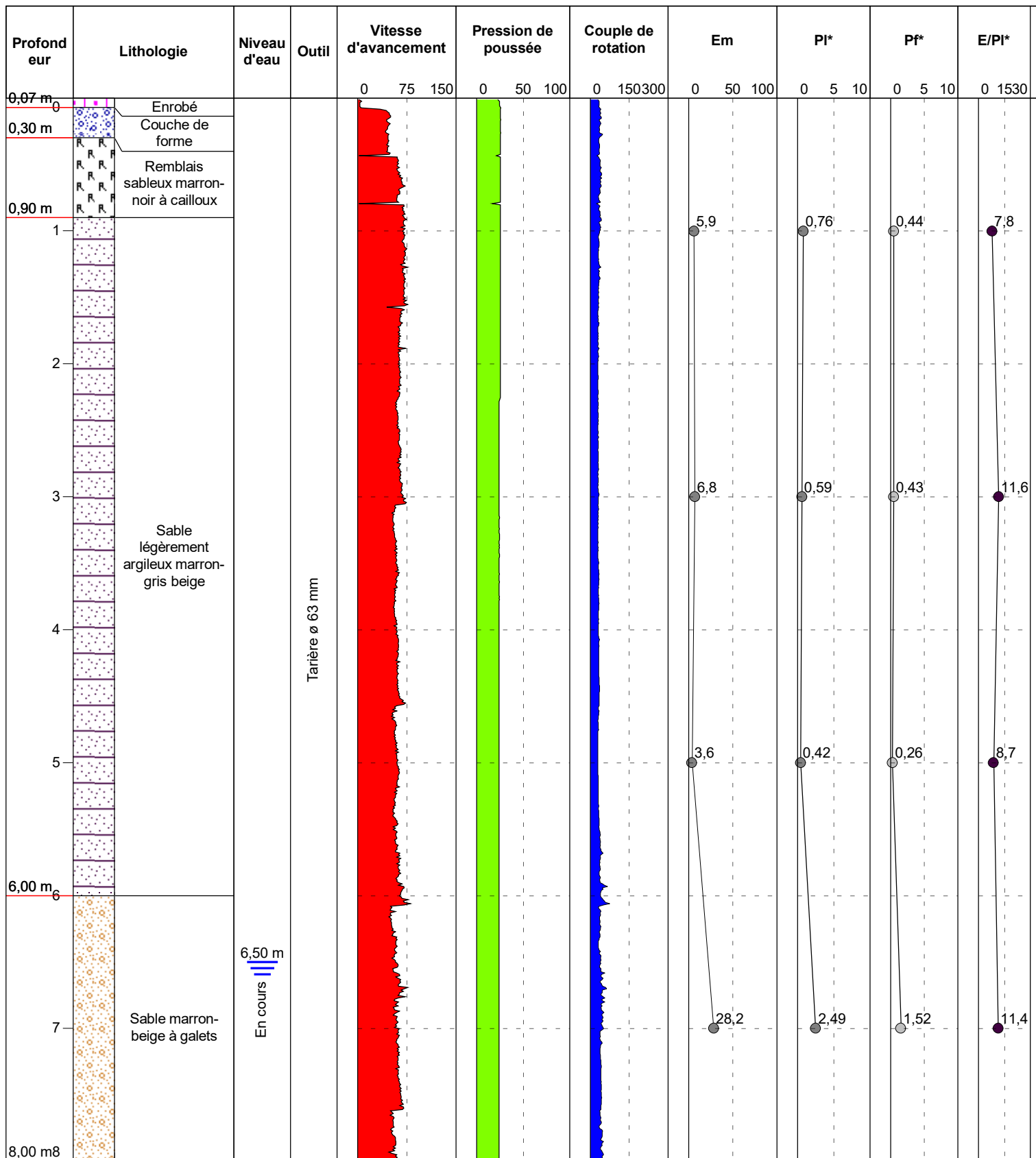
Machine : BAP892

Arrêt : Arrêt à 8.00 m

1/39

Forage : SP1

EXGTE B3.27.2/LB2EPF587FR





Roanne

Contrat 7951

Date début : 24/11/2025

Cote NGF : #283.70

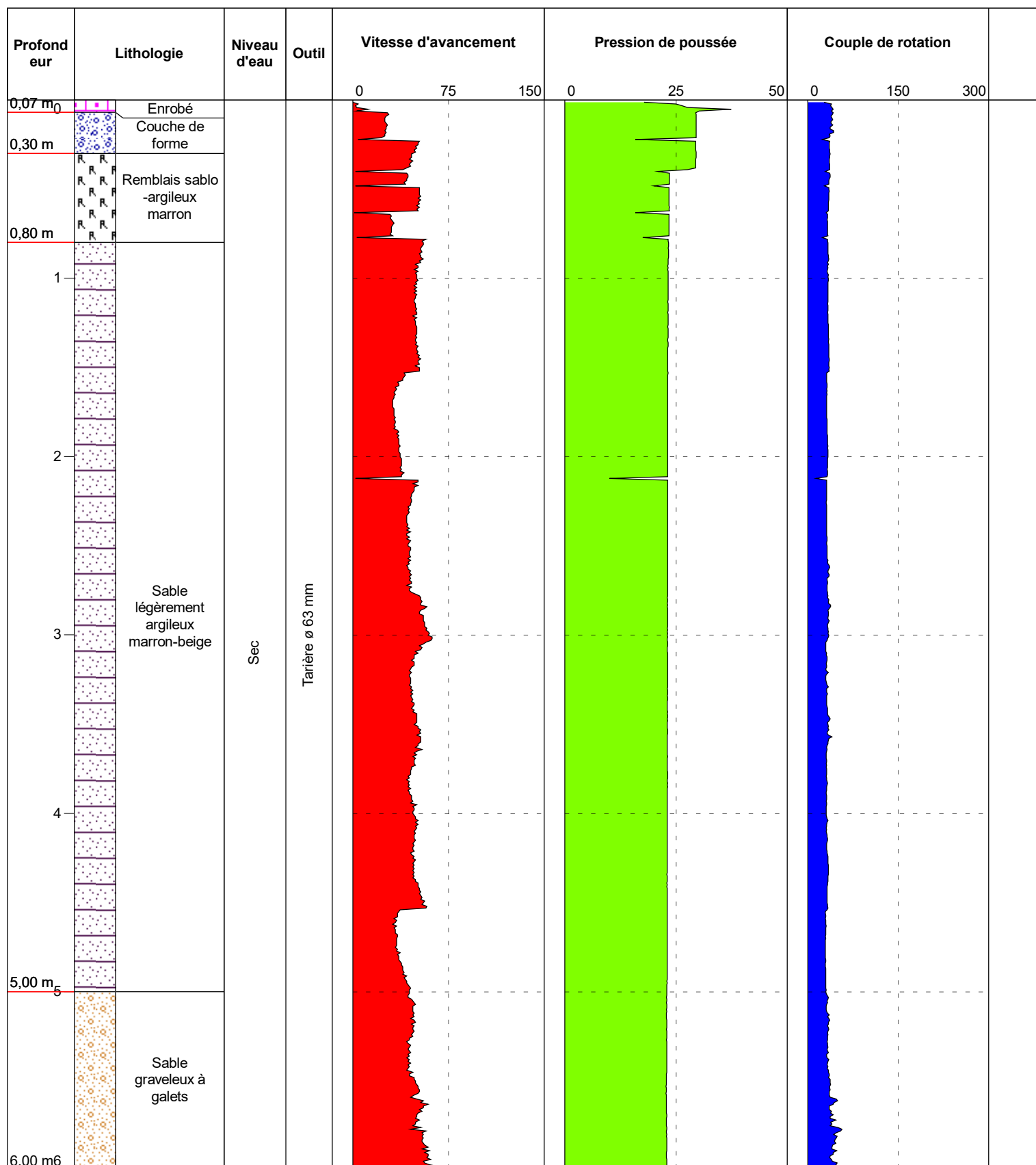
Machine : BAP892

Arrêt : Arrêt à 6.00 m

1/29

Forage : SD1

EXGTE B3.27.2/LB2EPF587FR





Roanne

Contrat 7951

Date : 24/11/2025

Cote NGF : #283.65

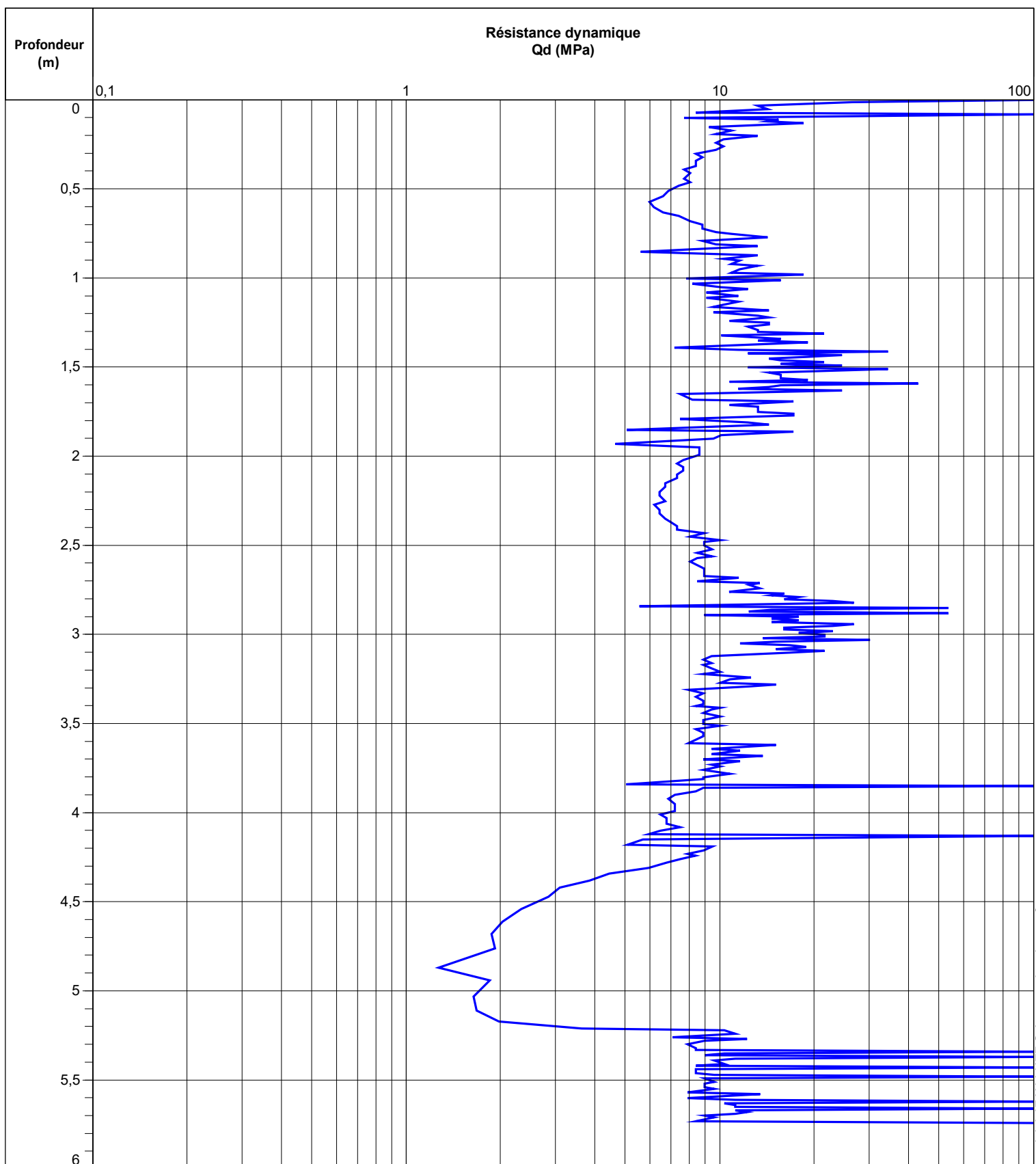
Machine : Apafor 100

Condition d'arrêt : Refus à 5.74 m

1/29

Forage : PD1

EXGTE B3.27.2/LB2SPT115FR





Contrat 7951

Roanne

Date : 24/11/2025

Cote NGF : #283.70

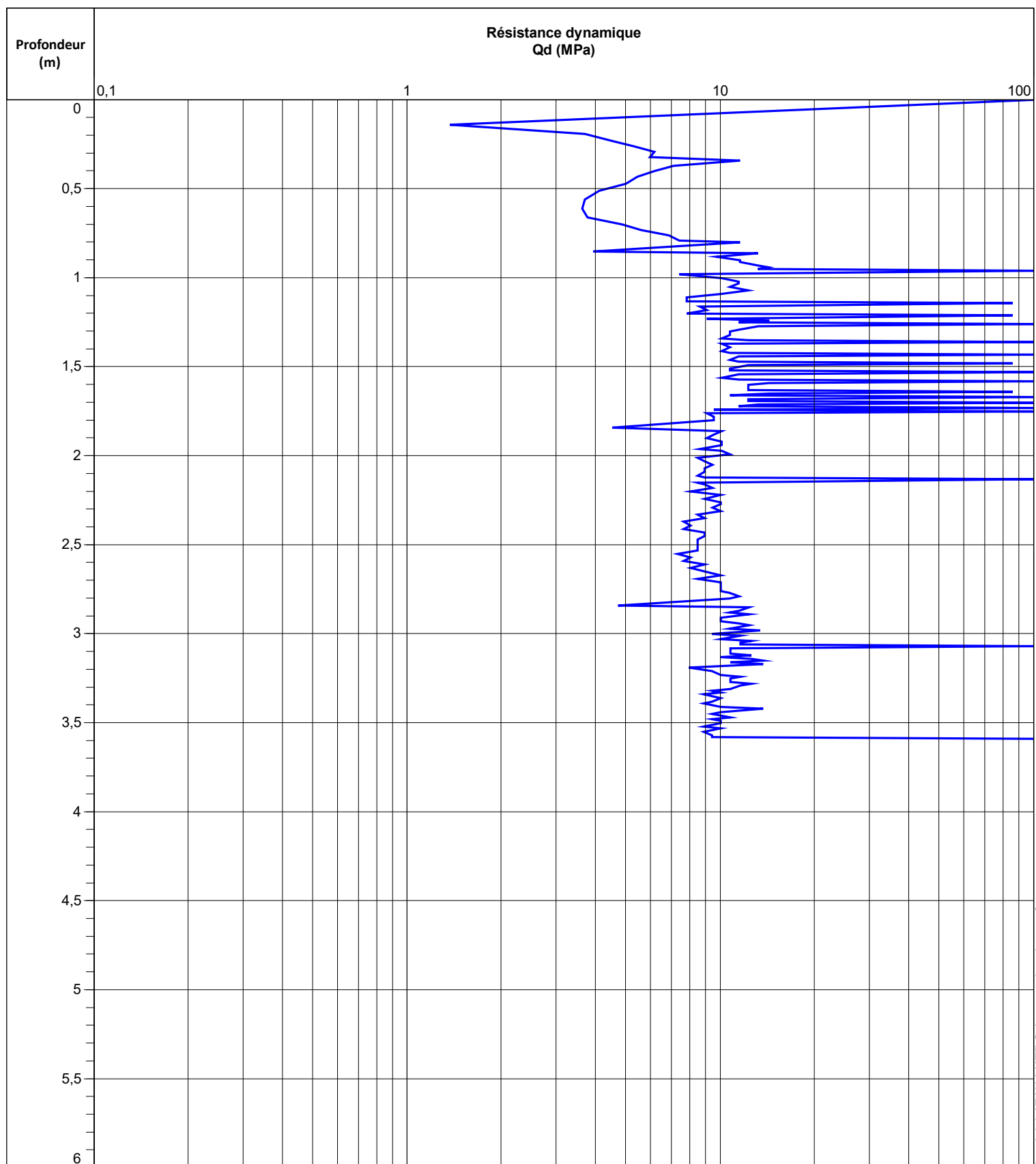
Machine : Apafor 100

Condition d'arrêt : Refus à 3.59 m

1/29

Forage : PD2

EXGTE B3.27.2/LB2SPT115FR



ROANNE
Réhabilitation du site
Waldeck Rousseau
Plan d'implantation
des investigations
7951-2025-42
CELIGEO

Légende