

# **B 3 G 2** Bureau d'études de Géologie, Géophysique et Géotechnique

ETUDES DE SOL – AVANT-PROJETS -FONDATIONS – TERRASSEMENTS – HYDROLOGIE – GEOPHYSIQUE –  
EXPERTISES – SUIVI DE CHANTIER

SAINT VIT, le 30 Juillet 2025

Référence : QG/2025/19526-B

## **EXTENSION BÂTIMENT DIALYSE** *CH Louis Pasteur*

**Avenue Léon Jouhaux**

**39 - DOLE**

### **ETUDE GEOTECHNIQUE** Mission G2 PRO avec sondages de contrôle

## DESCRIPTION DE LA MISSION

Cette étude géotechnique de type **G2 PRO** (selon la norme NF P 94-500) a été réalisée à la demande et pour le compte du **CENTRE HOSPITALIER LOUIS PASTEUR de DOLE**.

Elle a pour but de reconnaître la nature et les caractéristiques mécaniques des terrains au droit du projet d'extension du bâtiment dialyse en vue de déterminer ses conditions d'adaptation au sol.

*Cette mission G2 PRO fait suite à notre précédente mission G2 AVP (référence TM/2024/19526 datée du 14/03/2024). Les sondages réalisés précédemment seront réutilisés pour les présentes conclusions en complément de nos nouvelles investigations.*

Rappel des étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet (norme NF P 94-500) :

- ETAPE 1 : Etude Géotechnique Préalable (G1) :
  - Phase Etude de Site (ES) ;
  - Phase Principes Généraux de Construction (PGC)
- ETAPE 2 : Etude Géotechnique de Conception (G2) :
  - Phase Avant-projet (AVP) ;
  - Phase Projet (PRO) ;
  - Phase DCE / ACT.
- ETAPE 3 : Etude Géotechnique de Réalisation (G3 et G4) :
  - Etude et Suivi Géotechnique d'Exécution (G3)
    - Phase Etude ;
    - Phase Suivi ;
  - Supervision Géotechnique d'Exécution (G4)
    - Phase Supervision de l'Etude d'Exécution ;
    - Phase Supervision du Suivi d'Exécution ;
- Etude d'Eléments Géotechniques Spécifiques :
  - Diagnostic Géotechnique (G5)

*Vous trouverez en annexe :*

- *Le tableau 1 – Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (NF P 94-500) ;*
- *Le tableau 2 – Classification des missions d'ingénierie géotechnique (NF P 94-500).*

.../...

## DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE

### - Localisation et description du site :

Le terrain est situé avenue Léon Jouhaux à DOLE (39) dans l'enceinte du Centre Hospitalier Général Louis Pasteur.

Le projet d'extension concerne les façades Nord et Est du bâtiment dialyse.

L'emprise de l'extension principale (Nord) coïncide avec un patio enherbé à la topographie irrégulière. La seconde extension (Est) voit son emprise également coïncider avec un espace enherbé, cette fois en dehors du patio.



*Vue aérienne.*



*Vues du site (extension Nord)*

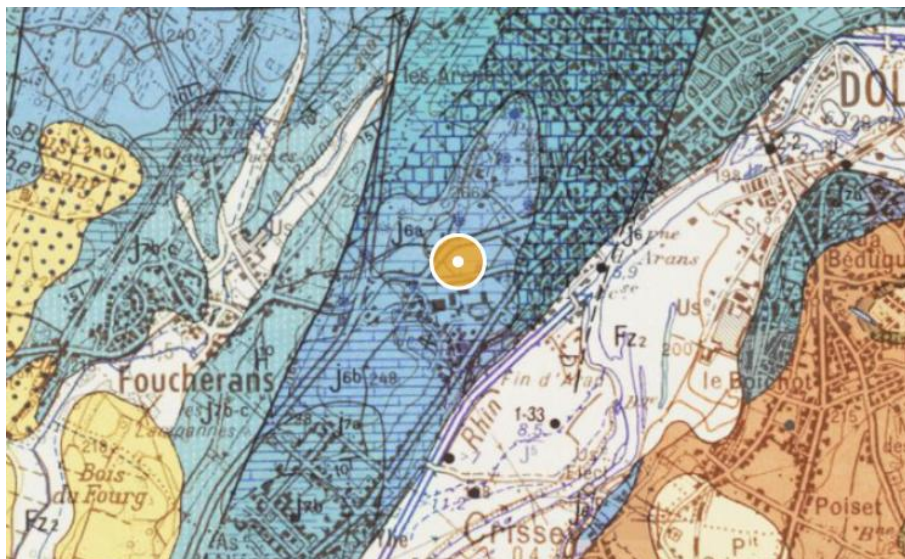
.../...

### - Contexte géologique :

Géologiquement, d'après la carte géologique de DOLE au 1/50 000<sup>e</sup>, le proche sous-sol est constitué par des argiles d'altération recouvrant un substratum calcaire du Jurassique.

Ce substratum peut être affecté localement par des anomalies de type karstique (*poches ou fissures, remplies d'argiles ou non*).

La présence de remblais et/ou terrains remaniés est attendue en tête consécutivement à l'aménagement du site (bâtiments existants, voiries, réseaux...).



Extrait de la carte géologique de DOLE au 1/50 000<sup>e</sup>

### - Contexte hydrogéologique :

La zone d'étude n'est pas sujette à la présence d'une nappe souterraine (nappe alluviale). Des circulations erratiques sont toutefois possibles.

### - Risques naturels :

D'après le site [georisques.gouv.fr](http://georisques.gouv.fr), les risques majeurs recensés sur la commune de DOLE sont les suivants :

Nombre d'arrêtés de catastrophes naturelles (CAT-NAT) : 24  
Sécheresse : 8

Source : CCR

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE0500891A	01/07/2003	30/09/2003	09/01/2006	22/01/2006
INTE1914147A	01/07/2018	31/12/2018	21/05/2019	22/06/2019
INTE2014522A	01/01/2019	31/03/2019	17/06/2020	10/07/2020
INTE2118485A	01/07/2020	30/09/2020	22/06/2021	09/07/2021
IOME2313528A	01/07/2022	30/09/2022	21/07/2023	08/09/2023
IOME2313528A	01/07/2022	30/09/2022	21/07/2023	08/09/2023
IOME2313528A	01/01/2022	31/03/2022	21/07/2023	08/09/2023
IOME2313528A	01/01/2022	31/03/2022	21/07/2023	08/09/2023

.../...



Inondations et/ou Coulées de Boue : 14

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
INTE1824833A	09/05/2018	09/05/2018	17/09/2018	20/10/2018
INTE1824833A	09/05/2018	09/05/2018	17/09/2018	20/10/2018
INTE1824833A	15/05/2018	15/05/2018	17/09/2018	20/10/2018
INTE1824833A	15/05/2018	15/05/2018	17/09/2018	20/10/2018
INTE2124447A	13/07/2021	17/07/2021	09/08/2021	25/08/2021
INTE2424582A	31/07/2024	31/07/2024	22/09/2024	27/09/2024
INTE2424582A	31/07/2024	31/07/2024	22/09/2024	27/09/2024
INTE2424582A	13/08/2024	13/08/2024	22/09/2024	27/09/2024
INTE2424582A	13/08/2024	13/08/2024	22/09/2024	27/09/2024
INTE8800010A	23/09/1987	23/09/1987	02/12/1987	16/01/1988
INTE9000113A	13/02/1990	19/02/1990	16/03/1990	23/03/1990
INTE9900627A	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
NOR19830204	08/12/1982	31/12/1982	04/02/1983	06/02/1983
NOR19830621	01/04/1983	31/05/1983	21/06/1983	24/06/1983

- **Zonage Sismique** (*d'après l'Eurocode 8 – Mai 2011*) : ALEA FAIBLE (zone 2/5)
- **Aléa Retrait-Gonflement** : Exposition Moyenne (2/3)
- **Risques Remontées de nappes** : non concerné ;
- **Risques Inondations** : non concerné ;
- **Aléa Mouvement de terrain** : Non recensé dans un rayon de 500 m.
- **Risques Cavités Souterraines** : Non recensé dans un rayon de 500 m. Notons toutefois que dans un tel substratum des anomalies de type karstique (*poches ou fissures, remplies d'argiles ou non*) pourraient localement être rencontrées.
- **Risques radon** : non recensé ;
- **Risque de liquéfaction des sols** : non concerné

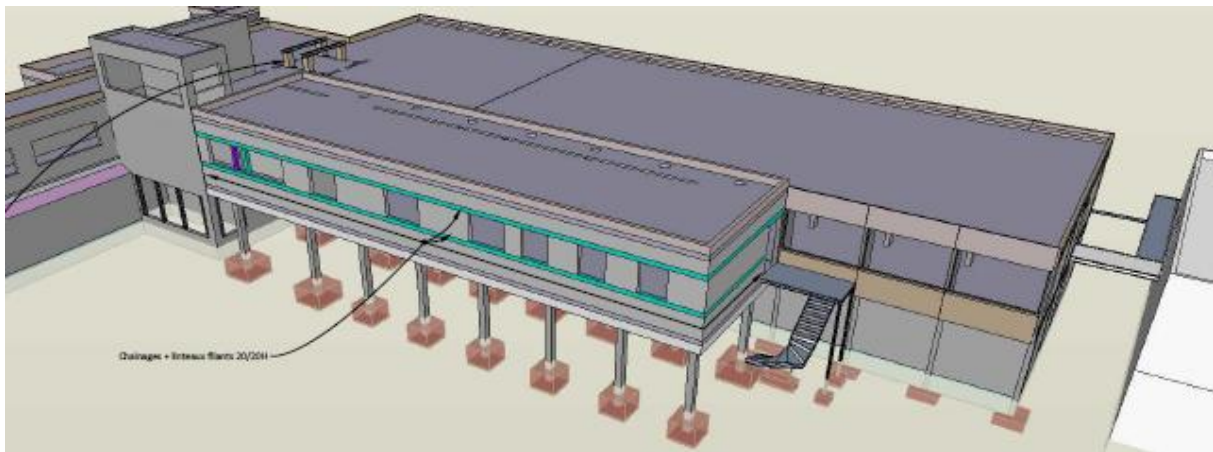
.../...

## DESCRIPTION DU PROJET

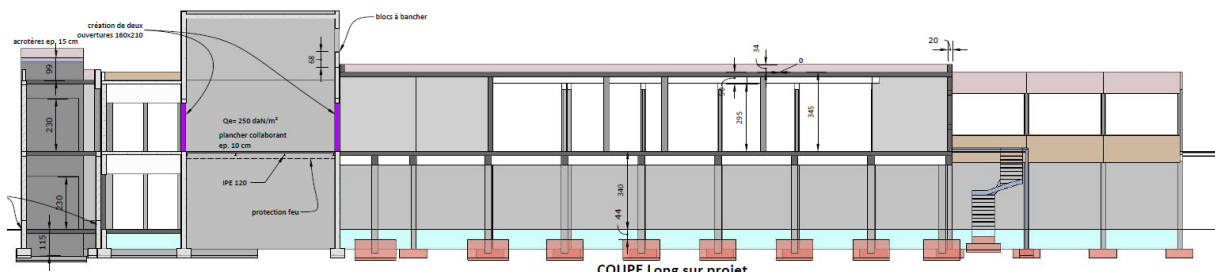
Le projet consiste en la double extension du bâtiment dialyse.

L'extension principale « Dialyse » concerne la façade Nord du bâtiment existant à l'intérieur du patio. Cette extension concerne uniquement le niveau R+1 et sera établie sur pilotis.

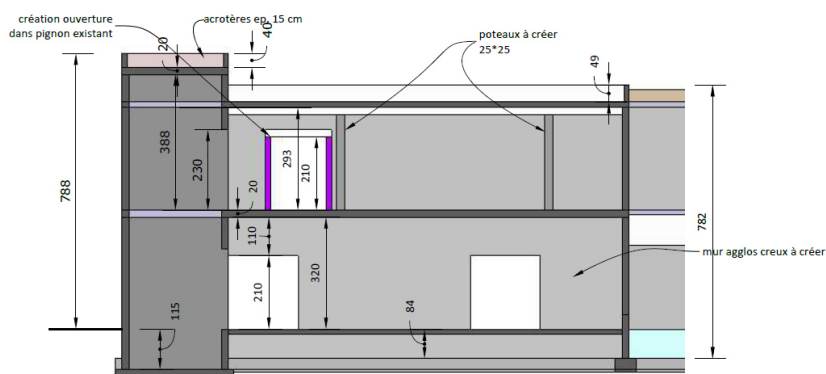
La seconde extension « stockage » concerne la façade Est du bâtiment existant. Cette extension sera de type R+1 sans sous-sol et comportera un monte-charge dans son angle Sud.



*Vue en 3D de l'extension « dialyse »*



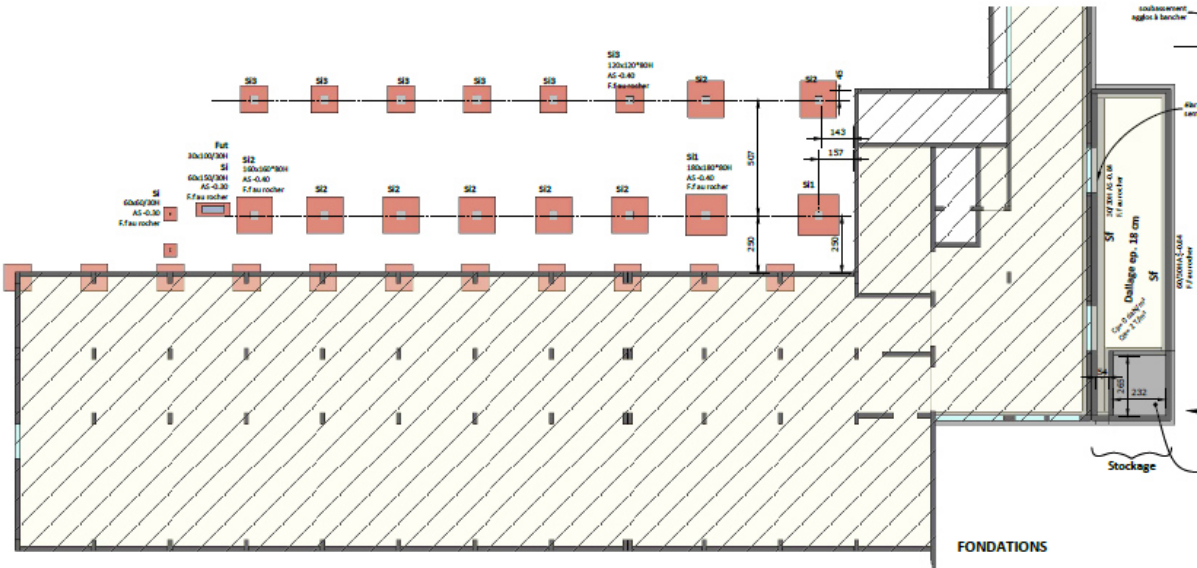
*Vue en coupe des deux extensions*



*Vue en coupe et 3D de l'extension « stockage ».*

...

Il est prévu la réalisation de fondations superficielles. Ces fondations seront ponctuelles pour l’extension « dialyse » et filantes pour l’extension « stockage » avec une portion en radier pour le monte-charge.



Plan de fondations

D’après le BE Structure BPS, les descentes de charges sont les suivantes :

fondation	largeur (cm)	longueur (cm)	surface (m²)	poids propre (kN)	charges permanentes (kN)	charge exploitation (kN)	TOTAL (kN)	TOTAL (t)	contrainte (t/m²)
Si3	120	120	1,44	94,76	21,47	19,21	135,44	13,81	9,59
Si3	120	120	1,44	129,46	52,75	57,54	239,75	24,45	16,98
Si3	120	120	1,44	123,02	51,28	54,19	228,49	23,31	16,18
Si3	120	120	1,44	117,78	47,85	52,29	217,92	22,23	15,44
Si3	120	120	1,44	125,15	51,11	53,86	230,12	23,47	16,30
Si3	120	120	1,44	121,58	49,2	53,62	224,4	22,89	15,90
Si2	160	160	2,56	181,31	61,34	65,06	307,71	31,39	12,26
Si2	160	160	2,56	196,46	62,21	72,6	331,27	33,79	13,20
Si2	160	160	2,56	206,8	70,65	65,52	342,97	34,98	13,67
Si2	160	160	2,56	145,42	79	90,69	315,11	32,14	12,56
Si2	160	160	2,56	164,96	98,06	106,29	369,31	37,67	14,71
Si2	160	160	2,56	158,23	94,82	100,03	353,08	36,01	14,07
Si2	160	160	2,56	209,57	124,18	124,41	458,16	46,73	18,25
Si2	160	160	2,56	114,73	70,77	80,85	266,35	27,17	10,61
Si1	180	180	3,24	270,27	130,69	140,18	541,14	55,20	17,04
Si1	180	180	3,24	265,75	112,74	193,48	571,97	58,34	18,01
SF	60	-	0,6	-	-	-	71	7,24	12,07
radier	258	258	6,66	-	-	-	198	20,196	3,03

.../...

## INVESTIGATIONS

### MISSION G2 AVP

Notre **précédente mission G2 AVP** a comporté la réalisation de :

- 8 sondages géotechniques au pénétromètre ;
- 4 sondages géologiques dont 2 avec essais pressiométriques ;
- 3 reconnaissances de fondations à la pelle mécanique ;
- 1 analyse de laboratoire pour déterminer la classe GTR.

L'implantation de ces investigations est donnée sur le plan joint en annexe, elle a été réalisée en fonction de l'accessibilité sur site (réseaux, talus...).

Pour le nivellement de nos sondages, le seuil du bâtiment existant nous avait servi de niveau de référence à la côte +251,64 REF. Le terrain est relativement plat, hormis au niveau de la butte dans le patio, induisant un dénivelé au droit de nos sondages de l'ordre de 2 m. *À noter que seul le relevé d'un géomètre peut faire foi.*

### P E N E T R O M E T R E

Les essais de pénétration ont été réalisés en mode dynamique avec un appareil spécialisé Géotool R790. Les résultats sont présentés sous forme de diagrammes joints en annexe, qui expriment les variations de la résistance dynamique en fonction de la profondeur.

### S O N D A G E S   G E O L O G I Q U E S P R E S S I O M E T R E

Les sondages de reconnaissance géologique ont été réalisés en roto percussion Ø 64 mm à l'aide d'un atelier spécialisé GEO 205. Les coupes sont établies à partir de la vitesse d'avancement de l'outil et de l'analyse des cuttings qui sont véhiculés par la circulation d'air. A l'intérieur de 2 de ces trous de forage nous avons procédé à des essais pressiométriques. Les résultats sont présentés sur les fiches jointes en annexe.

Leur analyse permet de reconnaître :

.../...



**Extension dialyse :**

- En surface, de 0,20 à 0,40 m, une couche superficielle de **terre végétale** ;
- Puis, jusqu'à 0,80 à 2,80 m, voire 6,30 m au droit des sondages P7 et S2, des **argiles brunes à ± de blocs**, parfois sous-jacente à un premier banc calcaire fracturé au droit de S2 ;
  - Résistance dynamique  $R_d = 30-40$  à  $60-70$  bars, voire plus de 100 bars dans les blocs ;

*Les valeurs les plus importantes de  $R_d$  sont en lien avec une proportion plus grande en blocs.*

*La surépaisseur argileuse ainsi que les horizons argileux repérés sous-jacents à un premier banc calcaire sont probablement en lien avec des anomalies karstiques.*

- Au-delà, le **substratum calcaire ± fracturé puis compact**, qui présente des caractéristiques mécaniques **bonnes à très bonnes** :
  - Pression limite  $P_l = 28,7$  à  $40,2$  bars ;
  - Module pressiométrique  $E = 1489$  à  $2276$  bars.
  - Résistance dynamique  $R_d =$  supérieur à  $100-200$  bars, et provoquant le refus net à la pénétration.

*Cet horizon correspond aux premiers termes du substratum calcaire.*

*Il n'est pas exclu que les refus observés au droit de nos sondages géotechniques au pénétromètre soient dus à la présence de blocs au sein des remblais et/ou argiles d'altération.*

Ces sondages sont restés secs.

.../...

**Ascenseur (monte-charge) :**

- En surface, 0,20 m de **terre végétale** ;
- Puis, jusqu'à 0,40 à 0,60 m, des **argiles**, *localement sous-jacente à un premier banc calcaire au droit de SP1, entre 3,40 et 5,00 m de profondeur* ;

*L'horizon argileux sous-jacent à un premier banc calcaire repéré au droit du sondage SP1 est probablement en lien avec une anomalie karstique.*

- Au-delà, le **substratum calcaire ± fracturé puis compact**, qui présente des caractéristiques mécaniques **bonnes à très bonnes** :
  - Pression limite  $P_l = 30,5$  à  $37,9$  bars ;
  - Module pressiométrique  $E = 1542$  à  $2099$  bars.
  - Résistance dynamique  $R_d =$  supérieur à  $100-200$  bars, provoquant le refus net à la pénétration.

*Cet horizon correspond aux premiers termes du substratum calcaire.*

*Il n'est pas exclu que le refus observé au droit de notre sondage géotechnique au pénétromètre soit dû à la présence de blocs au sein des argiles d'altération.*

Ces sondages sont restés secs.

.../...

## RECONNAISSANCES DE FONDATIONS

Trois excavations à la pelle mécanique ont été réalisées le long du bâtiment afin de nous permettre la réalisation de reconnaissances de fondations (*géométrie et assise*).

Nos observations sont présentées sur les fiches jointes en annexe.

L'examen des parois des fouilles nous a permis d'identifier :

- Des **remblais ou des argiles brunes à ± de blocs en place**, jusqu'à environ 0,80 à 1,05 m de profondeur ;
- Au-delà, on observe le **substratum calcaire fracturé à compact**.

Ces fouilles nous permettent d'observer la base du mur au niveau du TN. Puis, on note la présence du début de la fondation en béton coffré (entre environ -0,75 et -0,90 m/TN). Enfin, on note un approfondissement en gros béton jusqu'à -0,95 à -1,05 m/TN, pour localement rattraper le substratum calcaire et respecter la cote hors gel.

**Les fondations existantes reposent donc au sein du substratum calcaire à ± 0,80 à 0,90 m de profondeur et présentent un débord de 0,20 à 0,35 m.**

## LABORATOIRE

Nous avons réalisé des analyses de laboratoire (*classification GTR, teneur en eau W...*) sur un échantillon prélevé au sein de la fouille RF2.

Sondage	Profondeur	Nature des matériaux	Classe GTR	Teneur en eau W (%)
RF2	0,15 à 1,05 m	Argile brune à blocs	<b>A3th</b>	28,3

Ces matériaux sont **plastiques** et sont sujets aux phénomènes de **retrait-gonflement**.

Le retrait-gonflement des argiles est un risque géologique potentiellement dommageable pour le bâti.

.../...

## MISSION G2 PRO – Sondages de contrôle

Notre présente mission G2 PRO a comporté en complément la réalisation de :

- 21 sondages destructifs de contrôle ;
- 4 sondages géotechniques au pénétromètre ;

L'implantation des points de sondages (au droit des appuis) a été réalisée par le cabinet de géomètre expert ABCD EXPERTS.

L'implantation et la numérotation des investigations sont données sur le plan joint en annexe.

### SONDAGES GEOLOGIQUES DE CONTRÔLE

Les sondages de reconnaissance géologique ont été réalisés en roto percussion Ø 89 mm à l'aide d'un Wagon drill. Les coupes sont établies à partir de la vitesse d'avancement de l'outil et de l'analyse des cuttings qui sont véhiculés par la circulation d'air.

Nous avons reconnu 3 types de terrain :

- En surface, une couche superficielle de **terre végétale** ;
- Ensuite, des **argiles d'altération à ± de blocs** (possible remblai en tête) ;
- Puis, le **substratum calcaire ± fracturé** (*apte à recevoir les fondations du projet*).

*L'objectif a été de reconnaître ce substratum calcaire sur au moins 3-4 ml d'épaisseur sous fondations.*

Nous n'avons pas dressé les coupes de chacun de ces sondages, mais les résultats ont été synthétisés dans les tableaux de la page suivante, qui donnent pour chaque point l'épaisseur des horizons décrits ci-avant.

Des sondages pénétrométriques ont été réalisés en complément aux abords des zones d'anomalies (*noté Px*).

.../...



N° Sondage	Terre végétale	Argiles à ± de blocs	Calcaire ± fracturé
<b>Extension « dialyse »</b>			
<b>S1</b>	0,00 à 0,15 m -	0,15 à 3,70 m <i>4,15 à 4,50 m</i>	<b>3,70 à 4,15 m</b> <b>4,50 à 8,00 m</b>
<b>S1B</b>	0,00 à 0,20 m -	0,20 à 3,40 m 4,80 à 6,30 m	3,40 à 4,80 m <b>6,30 à 7,00 m</b>
<b>S1C</b>	0,00 à 0,20 m	0,20 à >6,00 m	-
<b>P1</b>	0,00 à 0,20 m	0,20 à 2,40 m	<b>&gt; 2,40 m</b>
<b>S2</b>	0,00 à 0,15 m	0,15 à 0,90 m	<b>0,90 à 4,30 m</b>
<b>S3</b>	0,00 à 0,20 m	0,20 à 0,95 m	<b>0,95 à 5,15 m</b>
<b>S4</b>	0,00 à 0,15 m	0,15 à 0,40 m	<b>0,40 à 5,00 m</b>
<b>S5</b>	0,00 à 0,20 m	0,20 à 1,95 m	<b>1,95 à 5,50 m</b>
<b>S6</b>	0,00 à 0,20 m	0,20 à 0,80 m	<b>0,80 à 5,15 m</b>
<b>S7</b>	0,00 à 0,15 m	0,15 à 1,80 m	<b>1,80 à 5,60 m</b>
<b>S8</b>	0,00 à 0,15 m	0,15 à 1,15 m	<b>1,15 à 4,80 m</b>
<b>S9</b>	0,00 à 0,25 m	0,25 à 1,35 m	<b>1,35 à 5,00 m</b>
<b>S10</b>	0,00 à 0,15 m	0,15 à 0,65 m	<b>0,65 à 5,30 m</b>
<b>S11</b>	0,00 à 0,10 m	0,10 à 0,80 m	<b>0,80 à 4,00 m</b>
<b>S12</b>	0,00 à 0,20 m	0,20 à 1,00 m	<b>1,00 à 4,50 m</b>
<b>S13</b>	0,00 à 0,15 m	0,15 à 0,90 m	<b>0,90 à 5,00 m</b>
<b>S14</b>	0,00 à 0,15 m	0,15 à 0,70 m	<b>0,70 à 5,00 m</b>
<b>S15</b>	0,00 à 0,15 m	0,15 à 1,90 m	<b>1,90 à 5,50 m</b>
<b>S16</b>	0,00 à 0,15 m - -	0,15 à 2,90 m <i>3,50 à 3,90 m</i> 6,50 à 8,15 m	<b>2,90 à 3,50 m</b> <b>3,90 à 6,50 m</b> 8,15 à 8,50 m
<b>S16B</b>	0,00 à 0,20 m	0,20 à 1,30 m	<b>1,30 à 4,50 m</b>
<b>P16</b>	0,00 à 0,20 m	0,20 à 1,60 m	<b>&gt; 1,60 m</b>
<b>S17</b>	0,00 à 0,20 m	0,20 à 2,20 m	<b>2,20 à 5,50 m</b>
<b>S18</b>	0,00 à 0,15 m -	0,15 à 1,70 m 2,30 à 3,40 m	1,70 à 2,30 m <b>3,40 à 7,00 m</b>
<b>P19</b>	0,00 à 0,20 m	0,20 à 1,00 m	<b>&gt; 1,00 m</b>
<b>Extension « stockage »</b>			
<b>P101</b>	0,00 à 0,20 m	0,00 à 1,00 m	<b>&gt; 1,00 m</b>
<b>P102</b>	0,00 à 0,20 m	0,00 à 0,80 m	<b>&gt; 0,80 m</b>

.../...

CONCLUSIONS

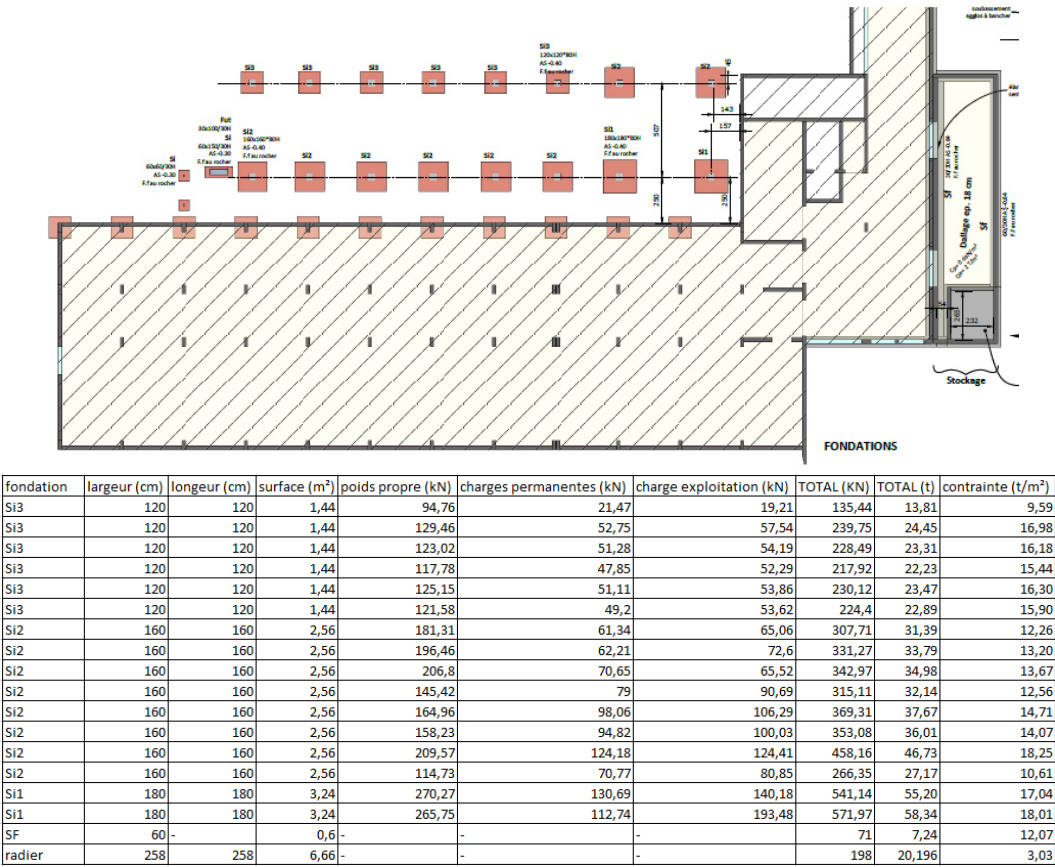
Les sondages de contrôle réalisés au droit de chaque appui confirment la tendance observée en phase AVP.

En effet, nous observons la présence d’un substratum calcaire ± fracturé de bonne qualité dont la profondeur du toit varie sensiblement (probablement en lien avec le phénomène karstique).

Ce substratum est recouvert de matériaux argileux meubles correspondant à des argiles d’altération ainsi que probablement à des remblais en tête, le tout recouvert d’une couche superficielle de terre végétale.

FONDATEIONS DES STRUCTURES

D’après le plan de fondations du bureau structure BPS, il est prévu la réalisation de fondations superficielles. Ces fondations seront ponctuelles pour l’extension « dialyse » et filantes pour l’extension « stockage » avec une portion en radier pour le monte-charge.



Plan de fondations et caractéristiques des fondations projetées

.../...

Les fondations de type massifs et/ou semelles devront être **ancrées de 30 cm dans le calcaire fracturé et/ou de 20 cm dans le calcaire compact.**

On respectera au minimum la **cote hors gel.**

On s'ancrera quoi qu'il arrive **au-delà des remblais et argiles.** Les éventuelles poches ou surépaisseurs de remblais ou d'argiles molles, notamment les anomalies argileuses ponctuelles et étroites, devront impérativement être purgées et substituées par un gros béton.

Ponctuellement, le **recours à des adaptations structurelles** de type poutre ou porte à faux, pourra être nécessaire, afin de franchir certaines anomalies. **L'ancrage de ces adaptations devra être au substratum calcaire, de part et d'autre des anomalies.**

A titre indicatif, les horizons pouvant servir d'ancrage ont été distingués en gras dans le tableau précédent.

**Remarque :** Nous observons une surépaisseur argileuse sur une portion d'un massif (sondages n° 1, 1B, 1C et P1). Il apparaît judicieux de revoir la morphologie de cette fondation afin d'éviter la zone de surépaisseur argileuse et d'avoir une assise du massif uniquement dans le substratum calcaire. Un constat du fond de fouille sera nécessaire dans le cadre d'une mission G4.

#### - Limitation de la charge transmise à la fondation :

Les fondations devront être dimensionnées dans le respect de la norme NF P 94-261.

Le critère de limitation de la charge transmise au terrain est à vérifier à l'ELS quasi-permanent et caractéristique et nécessite de satisfaire les relations suivantes :

$$V_d - R_0 \leq R_{v,d} \qquad R_{v,d} = \frac{R_{v,k}}{\gamma_{R,v}} \qquad R_{v,k} = \frac{A' q_{net}}{\gamma_{R,d,v}}$$

- $V_d$  est la valeur de calcul de la charge verticale transmise par la fondation superficielle au terrain ;
- $R_0$  est la valeur du poids de volume de sol constitué du volume de la fondation sous le terrain après travaux et des sols compris entre la fondation et le terrain après travaux ;
- $R_{v,d}$  est la valeur de calcul de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle ;
- $R_{v,k}$  est la valeur caractéristique de la résistance nette du terrain sous la fondation superficielle ;
- $\gamma_{R,v}$  est le facteur partiel à considérer, il est égal à :
  - o 2,3 à l'ELS quasi-permanent et à l'ELS caractéristique ;
  - o 1,4 à l'ELU durable et transitoire ;
  - o 1,2 à l'ELU accidentelle.
- $\gamma_{R,d,v}$  est le coefficient de modèle lié à la méthode de calcul utilisée pour le calcul de la contrainte  $q_{net}$ . Il est égal à 1,2 pour la méthode pressiométrique ;
- $A'$  est la surface effective de la semelles (si charge verticale et centrée).
- $q_{net}$  est la valeur de la contrainte associée à la résistance nette sous la fondation superficielle calculée selon une méthode de calcul appropriée (=  $k_p \cdot P_{le} \cdot i_\beta \cdot i_\delta$ ) :
  - o  $P_{le}$  est la pression limite nette équivalente ;
  - o  $k_p$  est le facteur de portance pressiométrique ;
  - o  $i_\beta$  est le coefficient de réduction de portance lié à l'inclinaison du chargement, il vaut 1,0 si la charge est verticale ;
  - o  $i_\delta$  est le coefficient de réduction de portance lié à la proximité d'un talus de pente  $\beta$ , il vaut 1,0 si la fondation est suffisamment éloignée d'un talus ( $d > 8B$ ) ;

#### Résistance admissible des sols sous fondations :

Par application des formules détaillées ci-avant, pour une fondation centrée et éloignée de tous talus, nous avons déterminé les résistances de sols sous fondations suivantes :

.../...

Horizon d'ancrage	$R_{v;d/A'}$ ELS <i>Quasi-permanent et caractéristique</i>	$R_{v;d/A'}$ ELU <i>Durable et transitoire</i>	$R_{v;d/A'}$ ELU <i>Accidentelle</i>
Calcaire	3,0 bars	4,9 bars	5,7 bars

### - Calculs des tassements :

La détermination des calculs de tassements a été réalisée conformément à l'annexe H de la norme NF P94-261.

Dans le cas d'un sol homogène, le tassement final doit être calculé à partir de la formule suivante :

$$S_f = S_c + S_d$$

- $S_f$  est le tassement final (estimé pour une échéance de 10 ans) ;
- $S_c$  est le tassement sphérique (dû aux déformations volumétriques) ;
- $S_d$  est le tassement déviatorique (dû aux déformations de cisaillement) ;

$$s_c = \frac{\alpha}{9E_M} (q' - \sigma'_{v0}) \lambda_c B$$

$$s_d = \frac{2}{9E_M} (q' - \sigma'_{v0}) B_0 \left( \lambda_d \frac{B}{B_0} \right)^\alpha$$

- $E_m$  est le module pressiométrique Ménard ;
- $q'$  est la contrainte moyennes effective appliquée au sol par la fondation ;
- $\sigma'_{v0}$  est la contrainte verticale effective au niveau de fondation, dans la configuration du terrain avant travaux ;
- $B_0$  est une largeur de référence égale à 0,60 m ;
- $B$  est la largeur de la fondation ;
- $\alpha$  est un coefficient rhéologique dépendant de la nature du terrain (Tableaux H.2.1.1.1. et H.2.1.1.2) ;
- $\lambda_c, \lambda_d$  sont des coefficients de forme, fonction du rapport  $L/B$  (Tableau H.2.1.1.3).

**Par application, (à partir des sondages pressiométriques et selon les dimensions des fondations et les descentes de charges correspondent à celles transmises par le BE structure BPS), les fondations ancrées dans le substratum calcaire devraient générer des tassements absolus acceptables par la structure de l'ordre de  $\pm 0,10$  cm et par conséquent des tassements différentiels inférieurs au centimètre.**

### - Sujétions d'exécution :

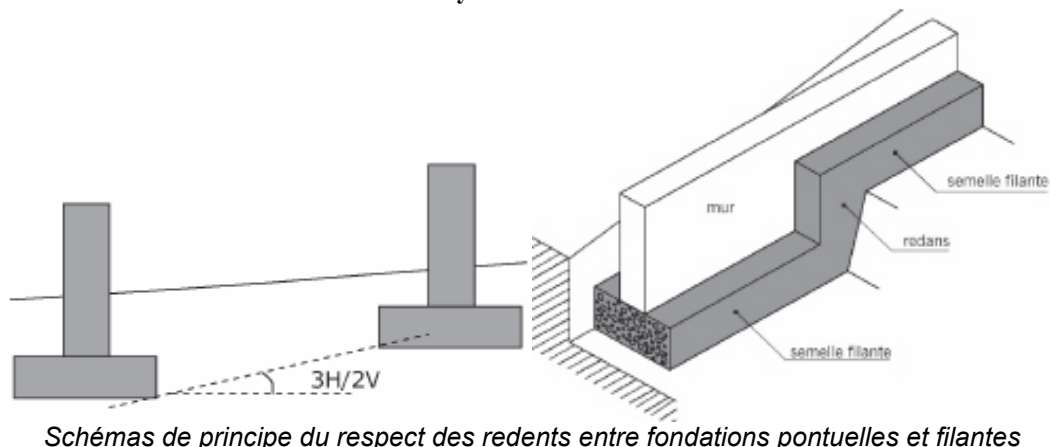
Les fondations devront être coulées à l'ouverture des fouilles pour éviter leur altération ou un béton de propreté devra être mis en œuvre.

Pour les fouilles les plus profondes, la réalisation d'un blindage pourrait être nécessaire selon la cohésion des remblais et/ou argiles, notamment en présence d'eau.

Il conviendra de respecter une pente maximale de 3H / 2V entre les fondations projetées à des niveaux différents ainsi qu'avec les fondations existantes.

.../...





**Rappelons qu'il conviendra de prendre toutes les mesures nécessaires lors des travaux de terrassements et de compactage pour ne pas déstabiliser les fondations existantes.**

**On veillera à ce que les fondations projetées n'interfèrent pas avec celles existantes, et réciproquement.**

#### **- Radier du monte-charge :**

Compte tenu de notre reconnaissance et des caractéristiques du monte-charge, on pourra envisager une solution de **radier général armé**.

*La réalisation de bêches périphériques descendues à la cote hors-gel sera nécessaire en fonction de l'encastrement du projet.*

Le fond de forme devrait être rocheux. Dans ces conditions, on pourra réaliser une **couche de forme sous radier épaisse de 30 cm et constituée de graves calibrées de type 0-31,5 mm** et présentant un **débord de 1,00 m par rapport aux bords extérieurs du radier**.

Cette dernière devra être mise en œuvre sur un **fond de forme préalablement déstructuré sur 10-15 cm**.

En cas de fond de forme rocheux calcaire la mise en place d'un géotextile anticontaminant ne sera pas nécessaire. La couche de 0/31,5 mm devra être mise en 2 passes (d'environ 15 cm), une passe permettant l'accroche au substratum calcaire déstructuré et une passe pour refermer la plateforme et atteindre les objectifs de compactage notamment.

A noter qu'en cas de surépaisseur de remblais ou d'argile meuble, le radier devra être établi sur une plateforme épaisse d'au minimum 0,70 m, constituée d'au minimum 40 cm de matériaux de blocage de type 0-150 à 0-200 mm surmonté de 30 cm de graves calibrées de type 0-31,5 mm et reposant sur un géotextile anticontaminant.

**Un examen du fond de forme devra être réalisé dans le cadre d'une mission G3 et/ou G4 afin de cibler les éventuelles zones de purges et/ou de cloutage.**

**On veillera de prendre toutes les mesures nécessaires pour ne pas déstabiliser les existants mitoyens et avoisinants lors des travaux, notamment de terrassements et compactage.**

.../...

**Le radier ne devra pas interférer avec le mur de soutènement existant. Il pourrait alors être nécessaire de neutraliser une partie du radier (porte-à-faux...).**

**De plus, il faudra conviendra également de bien maîtriser toutes les venues d'eau en cours de chantier, afin de ne pas détériorer le fond de forme.** Pour rappel, une bonne gestion des circulations d'eau est primordiale notamment pour éviter toute stagnation, altération et dégradation des sols d'assise en phase chantier. Une mauvaise gestion des eaux pourrait remettre en cause la solution de radier.

Des essais à la plaque réalisés au niveau de l'assise du radier (3,0 t/m<sup>2</sup>) devront vérifier que :

$$k > 7 \text{ bars / cm, EV2} > 700 \text{ bars avec EV2 / EV1} < 2.$$

*La réalisation de ces essais au niveau d'assise des fondations est impérative et doit constituer un point d'arrêt pour le chantier. Ils devront être réalisés en nombre suffisant.*

#### - Calcul de tassements sous radiers :

A titre indicatif nous avons estimé les tassements à attendre à partir du sondage pressiométrique et par corrélation des sondages pénétrométriques en fonction de la **surcharge de 3,0 t/m<sup>2</sup>** (poids du radier compris) communiquées par le bureau structure BPS.

Calcul réalisé à partir de la formule suivante :

$$s = \sum_0^z \left( \frac{\alpha \cdot \sigma(z) \cdot H(z)}{E(z)} \right) \text{ avec } \sigma(z) = \sigma_0 \cdot i(z)$$

#### Avec :

$\alpha$  : coefficient rhéologique de la couche considérée (m) ;

$\sigma(z)$  : contrainte appliquée à la profondeur donnée z (MPa) ;

$E(z)$  : module pressiométrique à la profondeur donnée z (MPa) ;

$H(z)$  : épaisseur de la couche de sol prise en compte à la profondeur donnée z (m) ;

$i(z)$  : facteur d'influence dépendant de la profondeur et des dimensions du radier.

**En conclusion le radier devrait générer des tassements absolus de l'ordre de 0,10 à 0,40 centimètre.**

#### - Coefficients pour le dimensionnement des radiers :

##### Module Es

Dans le cas de fondations par radiers généraux armés, les **radiers tiennent lieu de dallage**.

Pour le dimensionnement des dallages, on prendra en compte un module  $E_s = E_m / \alpha$  de :

- 630 bars dans la plateforme sous radier (à créer) ;
- 75 bars dans les argiles ;
- 1500 bars dans le substratum calcaire.

$E_m$  : Module pressiométrique du sol

$\alpha$  : Coefficient rhéologique du sol

$E_s$  : Module de déformation du sol ( $E_s = E_m / \alpha$ )

.../...

Coefficient de réaction verticale du sol Kv

Le coefficient de raideur (coefficient de réaction verticale) dépend de la charge développée sur le radier.

Le coefficient de réaction verticale du sol Kv s'exprime par la formule :  $K_v = \sigma_{sol} / W$

$\sigma_{sol}$  : contrainte effective moyenne appliquée (en MPa) ;  
W : tassement en m

Pour le coefficient de réaction verticale, on pourra donc prendre à titre indicatif :

$\sigma_{sol}$ MPa	Tassements m	Coefficient de raideur Mpa/m
0,03	$0,1 \cdot 10^{-2}$	30
0,03	$0,4 \cdot 10^{-2}$	7,5





- Dallages :

L'extension « dialyse » concerne uniquement le niveau R+1, par conséquent, il n'est pas prévu la réalisation de dallage au niveau du sol. La dalle du niveau R+1 sera par conception une dalle portée par les poteaux fondés depuis le niveau bas de la cour.





Concernant l'extension « stockage », compte tenu du risque de retrait gonflement, du contexte de mitoyenneté et de la faible largeur du projet, il convient de privilégier la réalisation d'une dalle portée fondée comme le reste de la structure.

- Classification sismique du sol :

- Zone de **sismicité 2 faible**, d'après le Zonage Sismique (Eurocode 8, *Mai 2011*) ;
- Sol de **Classe A** : substratum calcaire recouvert par moins de 5 ml d'argile (en dehors des zones d'anomalies argileuses) ;
- Catégorie d'importance IV (*à confirmer par le Maître d'Ouvrage*) ;
- Valeur de l'accélération horizontale **ag = 0,7 m/s²** ;
- Paramètre de sol (NF EN 1998-1) : S = 1,00 pour une classe de sol A.

Catégorie d'importance	Description				
I	 <ul style="list-style-type: none"><li>■ Bâtiments dans lesquels il n'y a aucune activité humaine nécessitant un séjour de longue durée.</li></ul>				
II	 <ul style="list-style-type: none"><li>■ Habitations individuelles.</li><li>■ Etablissements recevant du public (ERP) de catégories 4 et 5.</li><li>■ Habitations collectives de hauteur inférieure à 28 m.</li><li>■ Bureaux ou établissements commerciaux non ERP, h ≤ 28 m, max. 300 pers.</li><li>■ Bâtiments industriels pouvant accueillir au plus 300 personnes.</li><li>■ Parcs de stationnement ouverts au public.</li></ul>				
III	 <ul style="list-style-type: none"><li>■ ERP de catégories 1, 2 et 3.</li><li>■ Habitations collectives et bureaux, h &gt; 28 m.</li><li>■ Bâtiments pouvant accueillir plus de 300 personnes.</li><li>■ Etablissements sanitaires et sociaux.</li><li>■ Centres de production collective d'énergie.</li><li>■ Etablissements scolaires.</li></ul>				
IV	 <ul style="list-style-type: none"><li>■ Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public.</li><li>■ Bâtiments assurant le maintien des communications, la production et le stockage d'eau potable, la distribution publique de l'énergie.</li><li>■ Bâtiments assurant le contrôle de la sécurité aérienne.</li><li>■ Etablissements de santé nécessaires à la gestion de crise.</li><li>■ Centres météorologiques.</li></ul>				

	I	II	III	IV
Zone 1				
Zone 2	aucune exigence			
Zone 3				Eurocode 8 <sup>3</sup> ag=0,7 m/s²
Zone 4	PS-MI <sup>1</sup>	Eurocode 8 <sup>3</sup> ag=1,1 m/s²	Eurocode 8 <sup>3</sup> ag=1,1 m/s²	Eurocode 8 <sup>3</sup> ag=1,1 m/s²
Zone 5	PS-MI <sup>1</sup>	Eurocode 8 <sup>3</sup> ag=1,6 m/s²	Eurocode 8 <sup>3</sup> ag=1,6 m/s²	Eurocode 8 <sup>3</sup> ag=1,6 m/s²
	CP-MI <sup>2</sup>	Eurocode 8 <sup>3</sup> ag=3 m/s²	Eurocode 8 <sup>3</sup> ag=3 m/s²	Eurocode 8 <sup>3</sup> ag=3 m/s²

.../...

## TERRASSEMENTS

### Généralités sur les terrassements :

Le projet n'induit pas de terrassements notables.

Les terrassements dans les remblais et matériaux argileux pourront être réalisés par des moyens traditionnels suffisamment puissants, voire adaptés au caractère collant des terrains.

En revanche, l'utilisation de matériels d'extraction de forte puissance et de moyens spécifiques (brise roche par exemple...) sera nécessaire pour l'extraction des terrains calcaires et en cas de blocs indurés.

Il faudra tenir compte des **vibrations émises par les travaux de terrassement sur les existants avoisinants**. Une technique de terrassement avec une fraise, à moins de 12-15 m des existants avoisinants pourra s'avérer nécessaire et plus judicieuse que le brise roche classique (mais plus couteuse).

**Il conviendra donc de prendre toutes les mesures nécessaires lors des travaux de terrassements et de compactages pour ne pas déstabiliser les bâtiments existants avoisinants** (*vibration dans les calcaires lors du terrassement*).

Les matériaux calcaires extraits pourront être réutilisés en blocage, à condition d'être propres (*sans argiles*) et suffisamment bien triés ( $\phi < 300 \text{ mm}$ ).

### - Gestion des eaux :

Les eaux de pluies et de ruissellement tendront à s'accumuler dans les différentes dépressions ou fouilles (*effet cuvette*), et devront être soigneusement drainées et évacuées hors de l'emprise du chantier.

Les matériaux argileux présents dans la frange superficielle du sol sont en effet sensibles à l'eau, et leurs caractéristiques mécaniques tendent à chuter lorsqu'ils sont détrempés.

**Les fonds de forme doivent présenter une légère pente à chaque fin de journée.** Il faut impérativement éviter toute accumulation d'eau sur les fonds de forme.

**Il sera nécessaire de bien maîtriser toutes les venues d'eau en cours de chantier et en phase définitive (drainage périphérique).**

De plus dans les zones argileuses, le chantier deviendra rapidement boueux et difficilement praticable par temps de pluie.

.../...



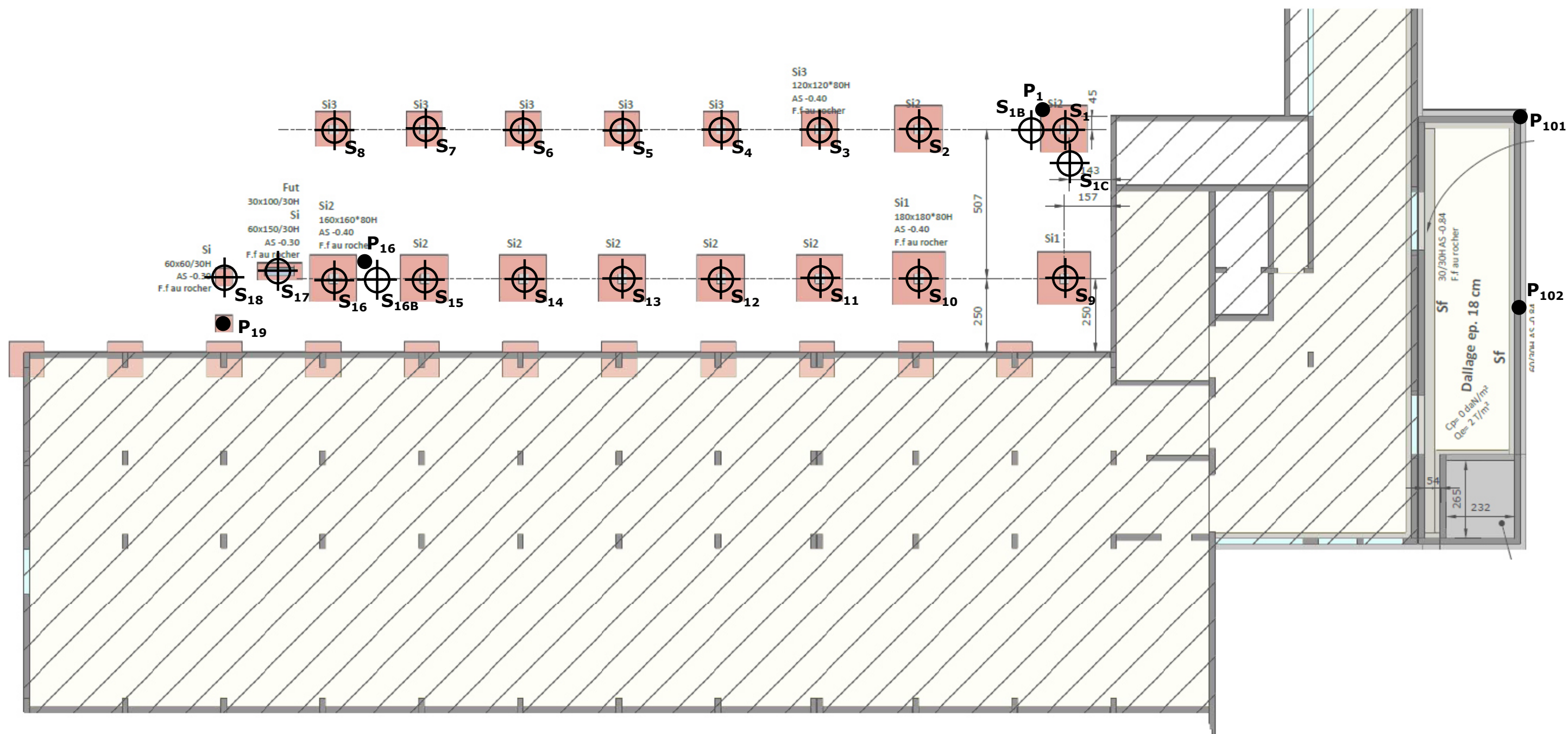
**Lors de la réalisation des travaux (fouilles, terrassements, compactage...), on prendra toutes les précautions qui s'imposent afin de garantir la stabilité des ouvrages mitoyens et avoisinants (bâtiments, voiries, réseaux, ...).**

Selon la configuration définitive du projet, le présent rapport devra être suivi des études **G3** et **G4** (selon l'enchaînement des missions géotechniques de la norme NF P 94-500).

Nous restons à la disposition des concepteurs pour préciser et adapter nos conclusions.

SAINT VIT, le 30 Juillet 2025		Référence : <b>QG/2025/19526-B</b>	
<b>Rédacteur</b>		<b>Superviseur</b>	
Q. GALLICE		B. NICEY	

# **INVESTIGATIONS**



# B 3 G 2

Bureau d'étude de Géologie,  
Géophysique et Géotechnique

## DIAGRAMME DE PENETRATION

PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

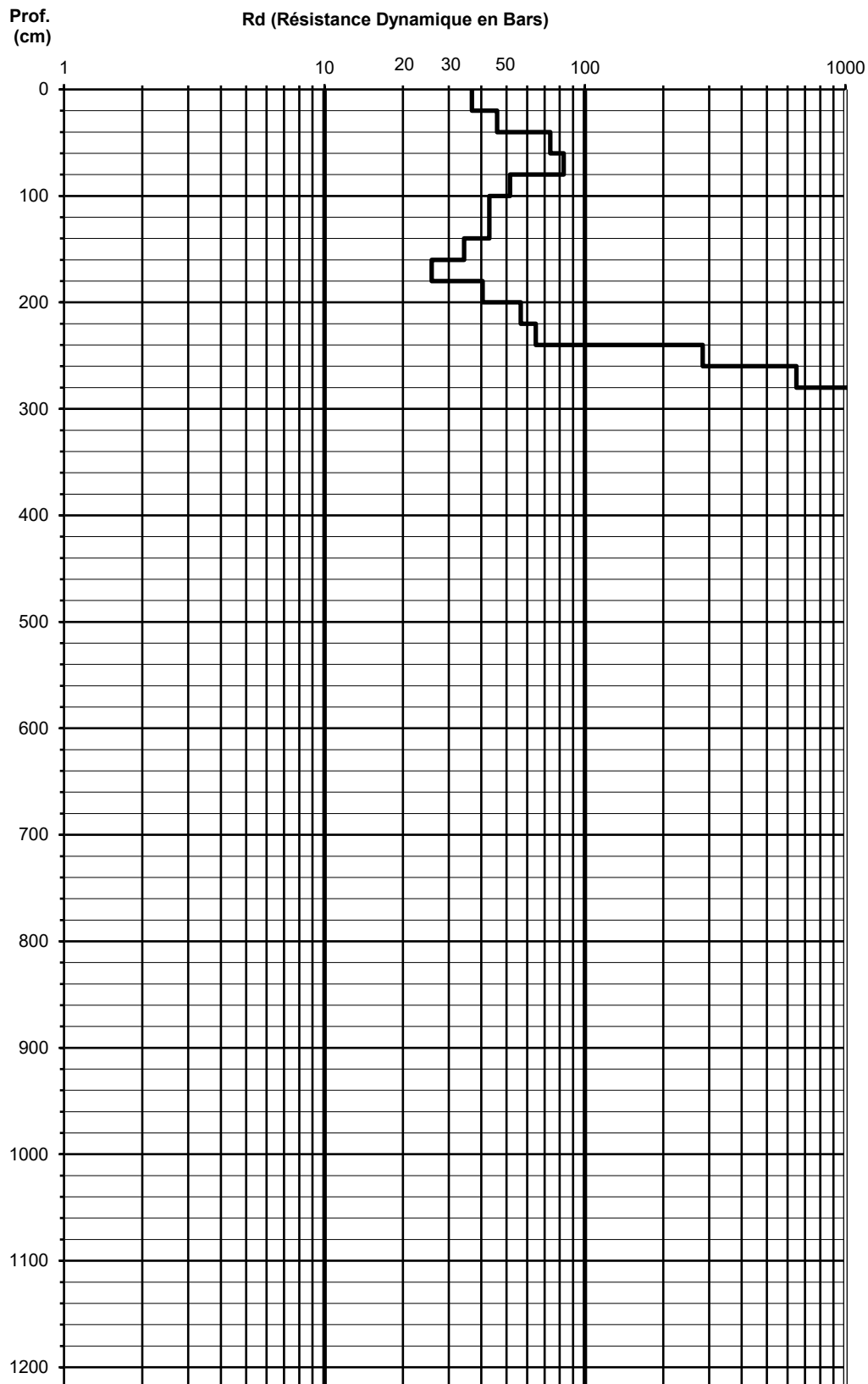
M : 64 Kg, H : 75 cm,  $\Phi$  cône : 50 mm

# P1

Dossier N° : 19526-B

Affaire : Extension Bâtiment Dialyse 39-DOLE

Date : 17/07/2025



OBSERVATIONS

Trou sec



# B 3 G 2

Bureau d'étude de Géologie,  
Géophysique et Géotechnique

## DIAGRAMME DE PENETRATION

PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

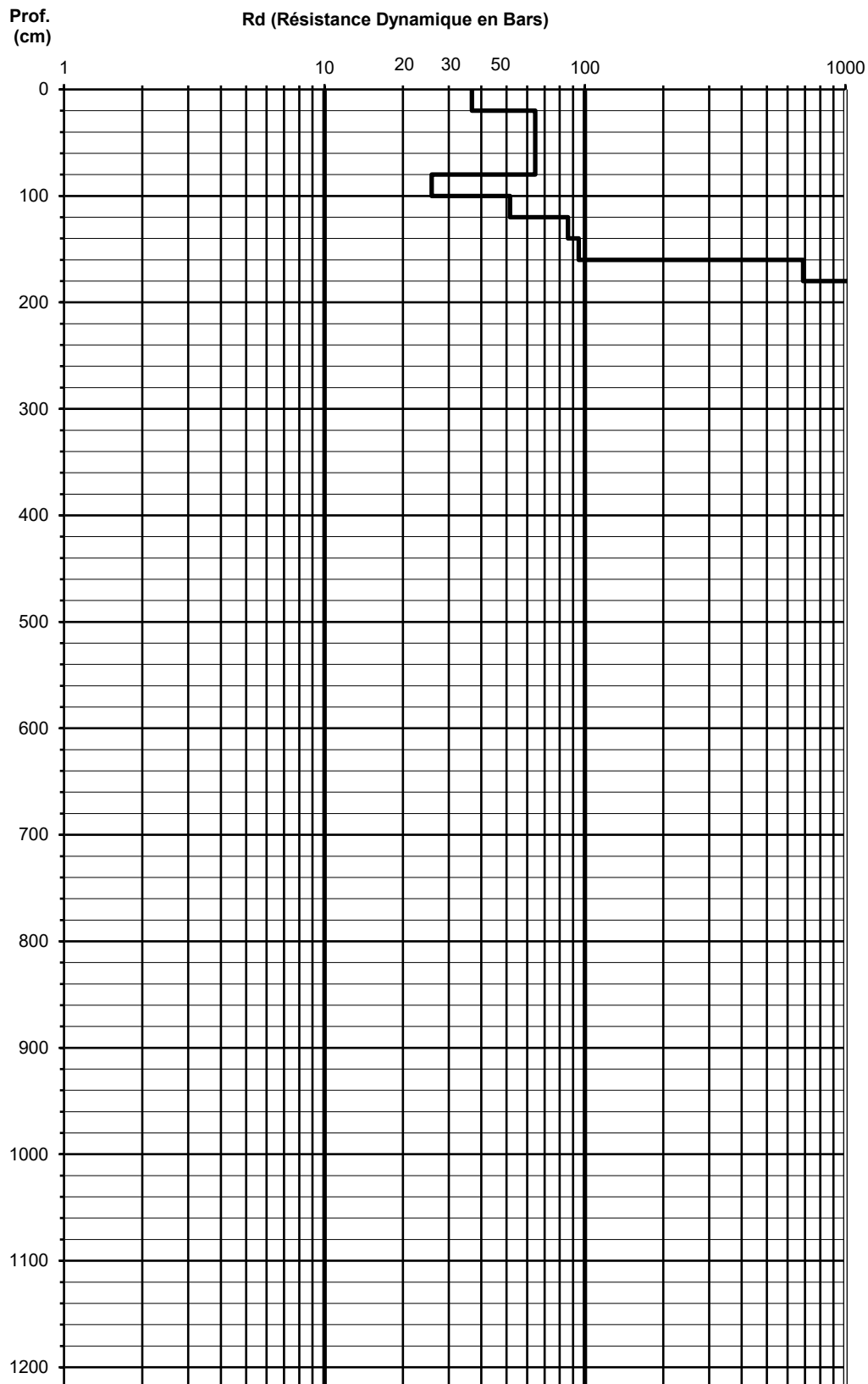
M : 64 Kg, H : 75 cm,  $\Phi$  cône : 50 mm

# P16

Dossier N° : 19526-B

Affaire : Extension Bâtiment Dialyse 39-DOLE

Date : 17/07/2025



### OBSERVATIONS

Trou sec

# B 3 G 2

Bureau d'étude de Géologie,  
Géophysique et Géotechnique

## DIAGRAMME DE PENETRATION

PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

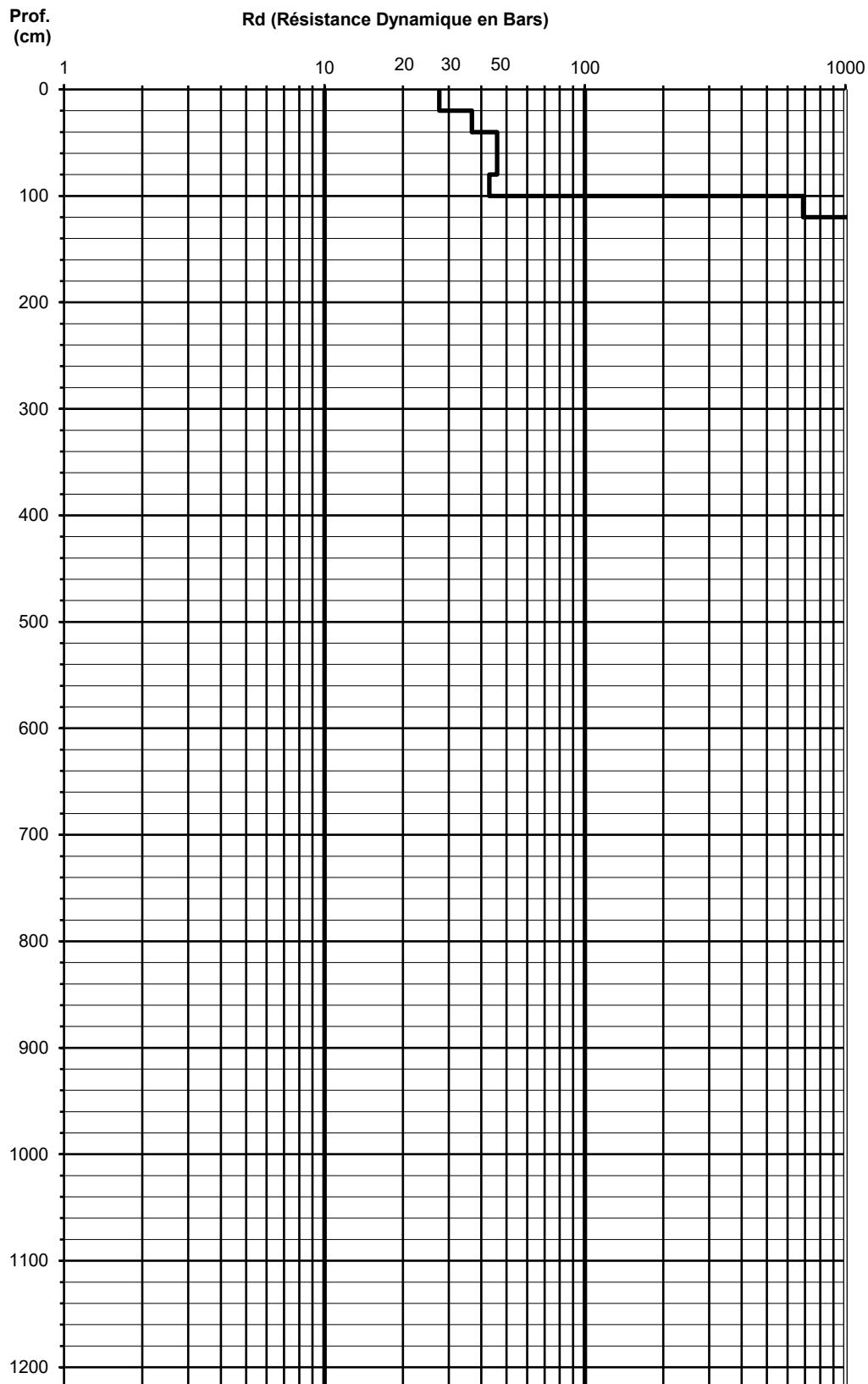
M : 64 Kg, H : 75 cm,  $\Phi$  cône : 50 mm

# P19

Dossier N° : 19526-B

Affaire : Extension Bâtiment Dialyse 39-DOLE

Date : 17/07/2025



OBSERVATIONS

Trou sec

# B 3 G 2

Bureau d'étude de Géologie,  
Géophysique et Géotechnique

## DIAGRAMME DE PENETRATION

PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

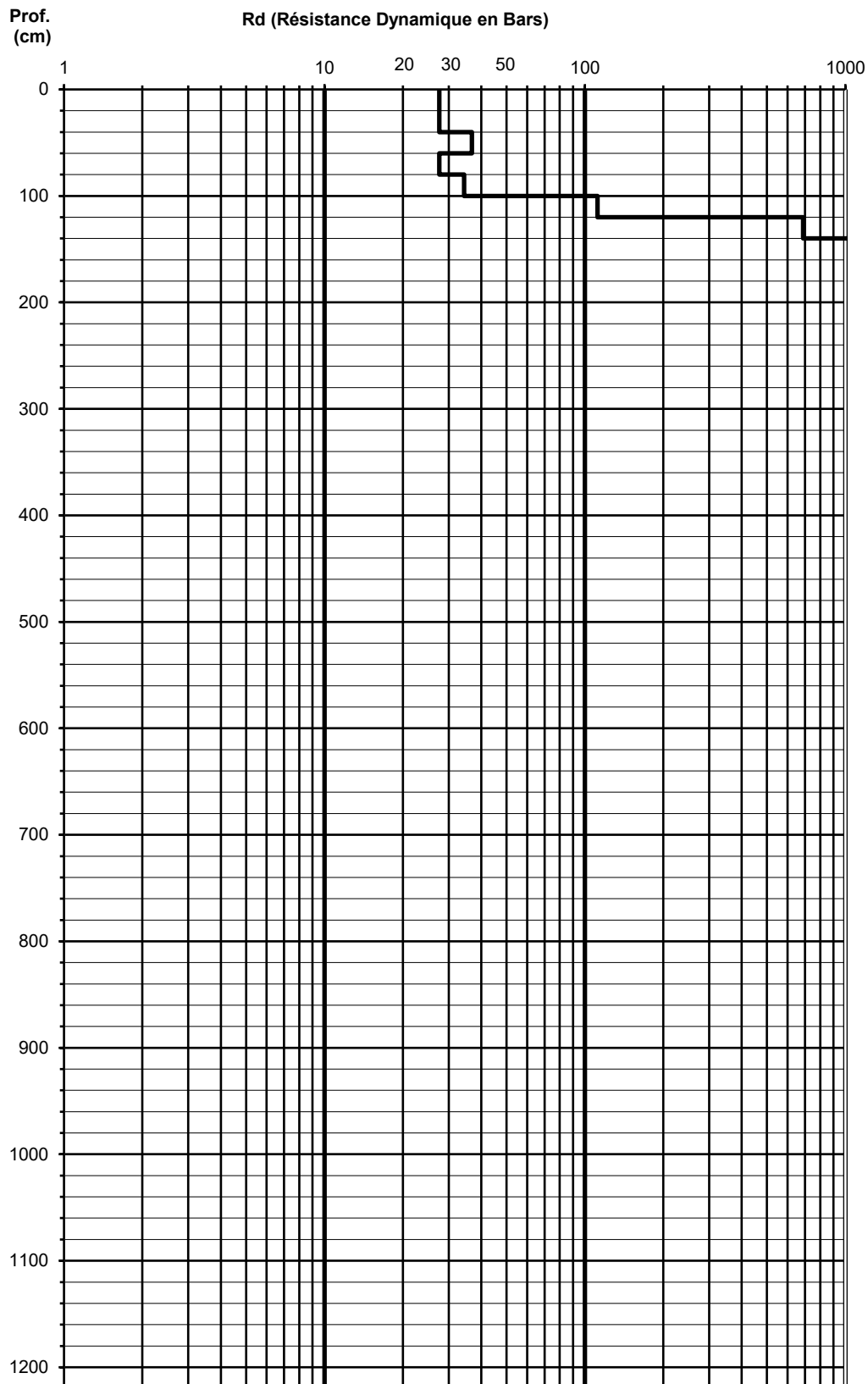
M : 64 Kg, H : 75 cm,  $\Phi$  cône : 50 mm

# P101

Dossier N° : 19526-B

Affaire : Extension Bâtiment Dialyse 39-DOLE

Date : 17/07/2025



OBSERVATIONS

Trou sec

# B 3 G 2

Bureau d'étude de Géologie,  
Géophysique et Géotechnique

## DIAGRAMME DE PENETRATION

PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

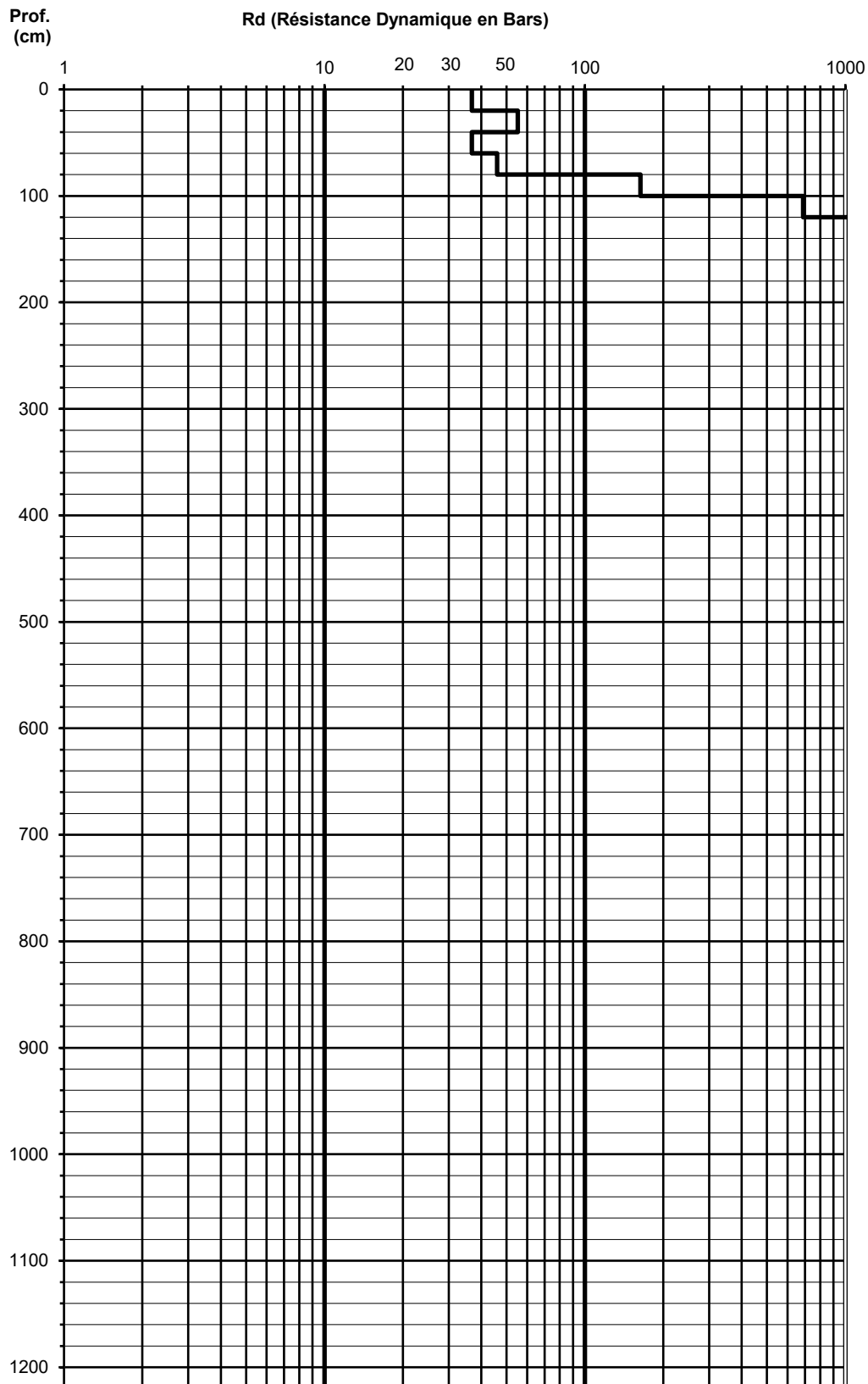
M : 64 Kg, H : 75 cm,  $\Phi$  cône : 50 mm

# P102

Dossier N° : 19526-B

Affaire : Extension Bâtiment Dialyse 39-DOLE

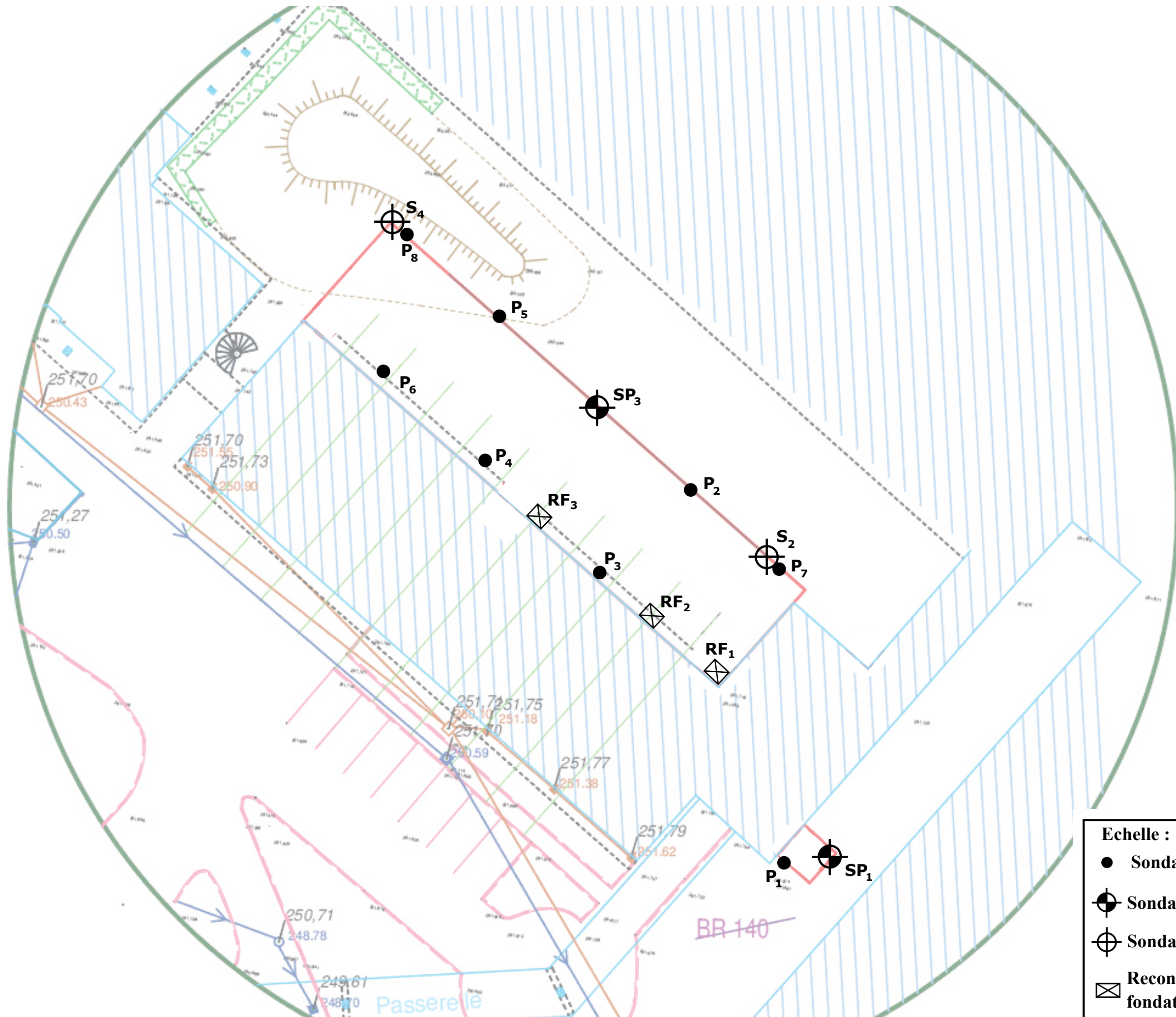
Date : 17/07/2025



OBSERVATIONS

Trou sec

# Extension Bâtiment DIALYSE CH 39 - DOLE



**B 3 G 2**  
**N°19526**

# B 3 G 2

10, Rue de la Coupotte - 25410 Saint-Vit

Tel : 03-81-87-60-41 / Fax : 03-81-87-59-95

e-mail : b3g2@b3g2.fr

## DIAGRAMME DE PENETRATION

PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm,  $\Phi$  cône : 50 mm

Dossier N° : 19 526

Affaire : Ext° Bâtiment DIALYSE CH 39-DOLE

Date : 21/02/2024

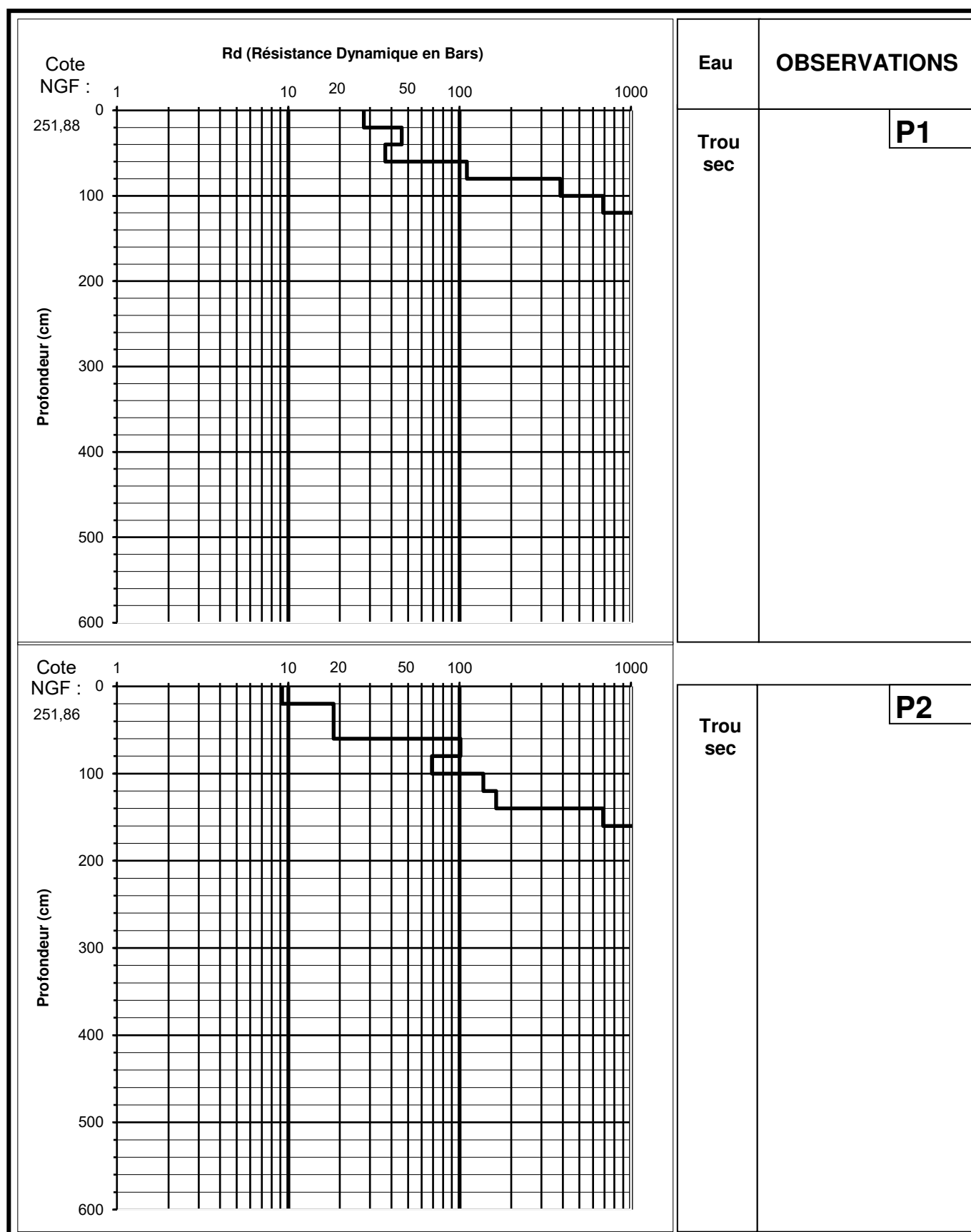
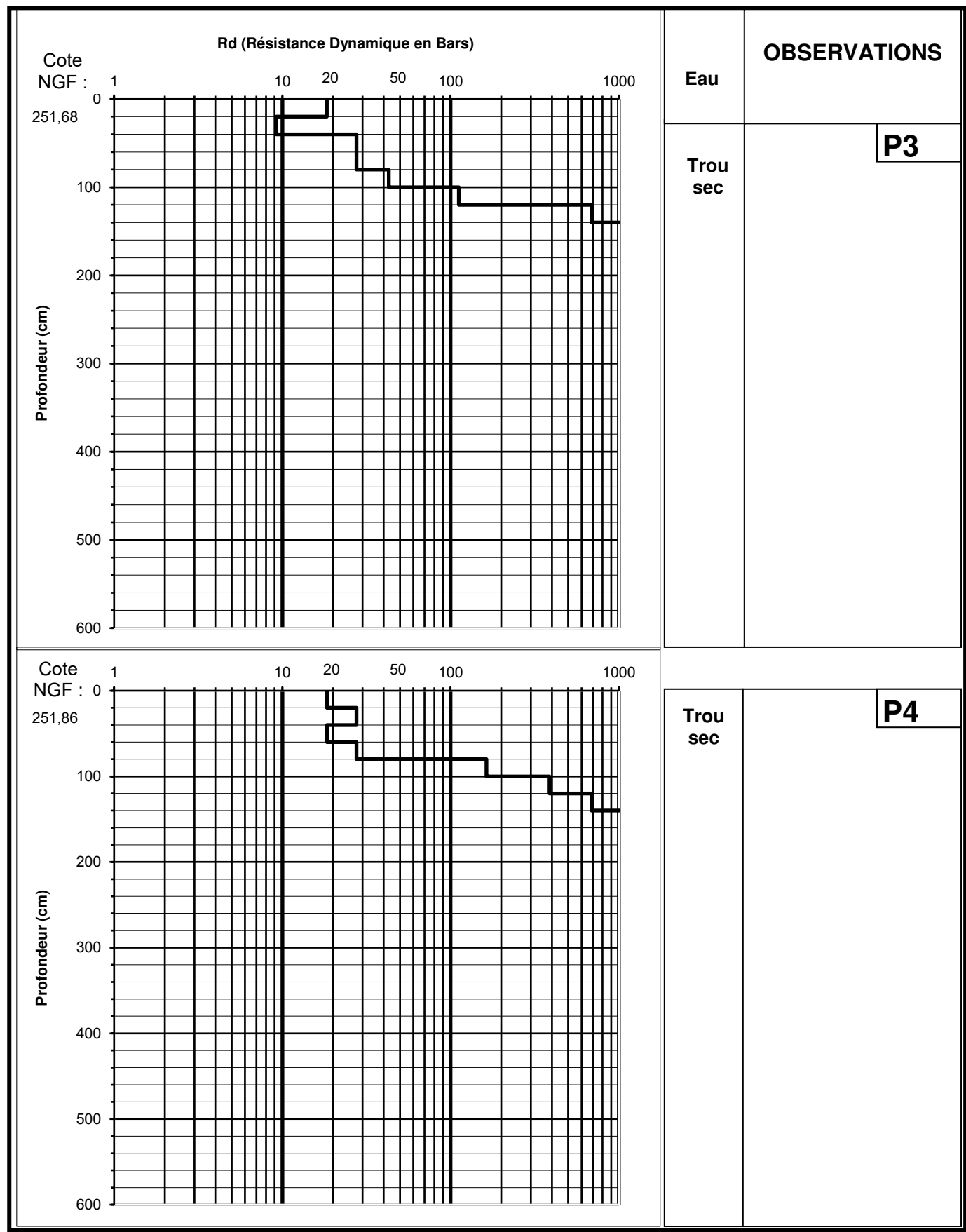




DIAGRAMME DE PENETRATION

PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790  
M : 64 Kg, H : 75 cm, Φ cône : 50 mm

Dossier N° : 19 526  
Affaire : Ext° Bâtiment DIALYSE CH 39-DOLE  
Date : 21/02/2024



10, Rue de la Coupotte - 25410 Saint-Vit

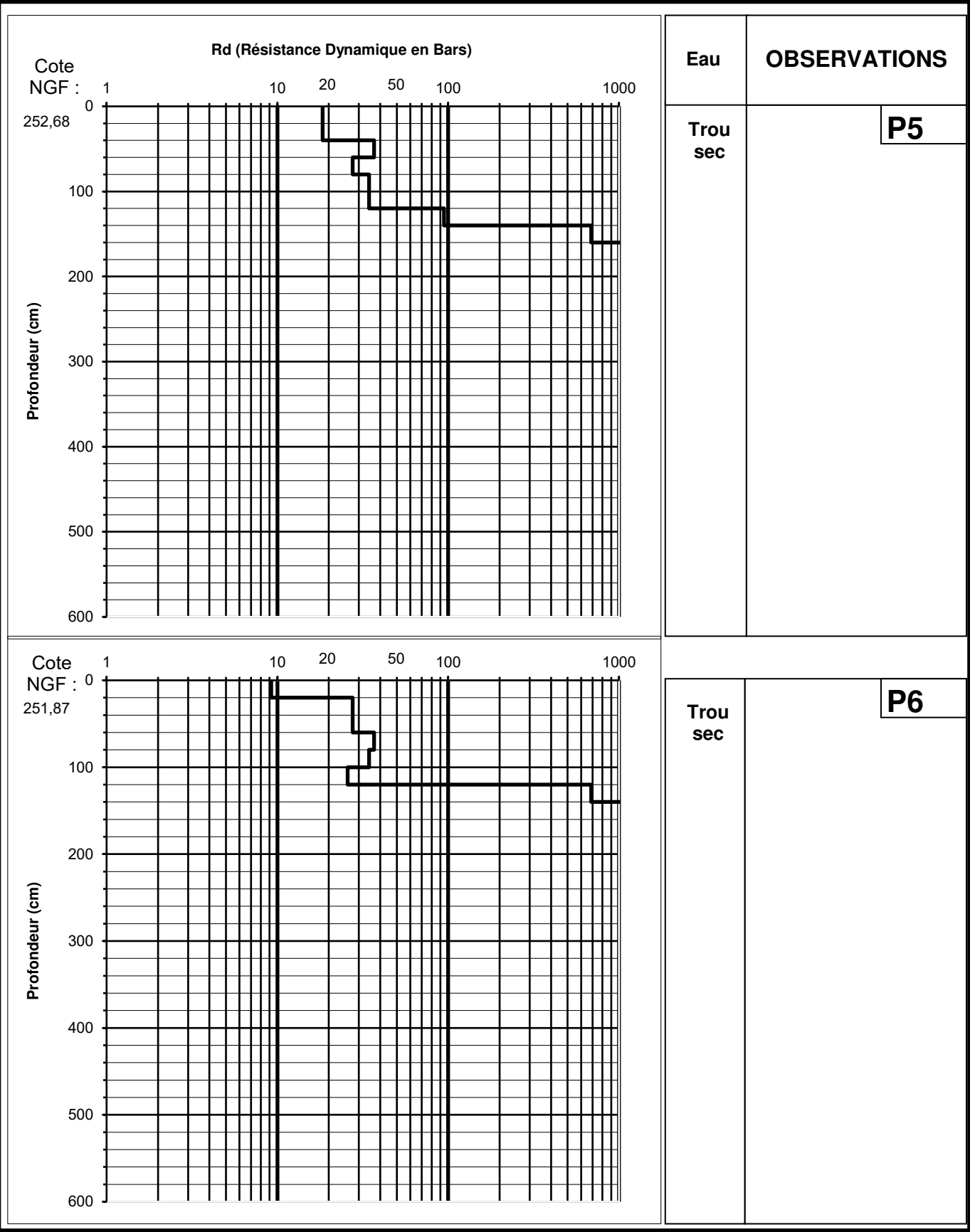
Dossier N° : 19 526

Tel : 03-81-87-60-41 / Fax : 03-81-87-59-95

Affaire : Ext° Bâtiment DIALYSE CH 39-DOLE

e-mail : b3g2@b3g2.fr

Date : 21/02/2024



# B 3 G 2

10, Rue de la Coupotte - 25410 Saint-Vit

Tel : 03-81-87-60-41 / Fax : 03-81-87-59-95

e-mail : b3g2@b3g2.fr

## DIAGRAMME DE PENETRATION

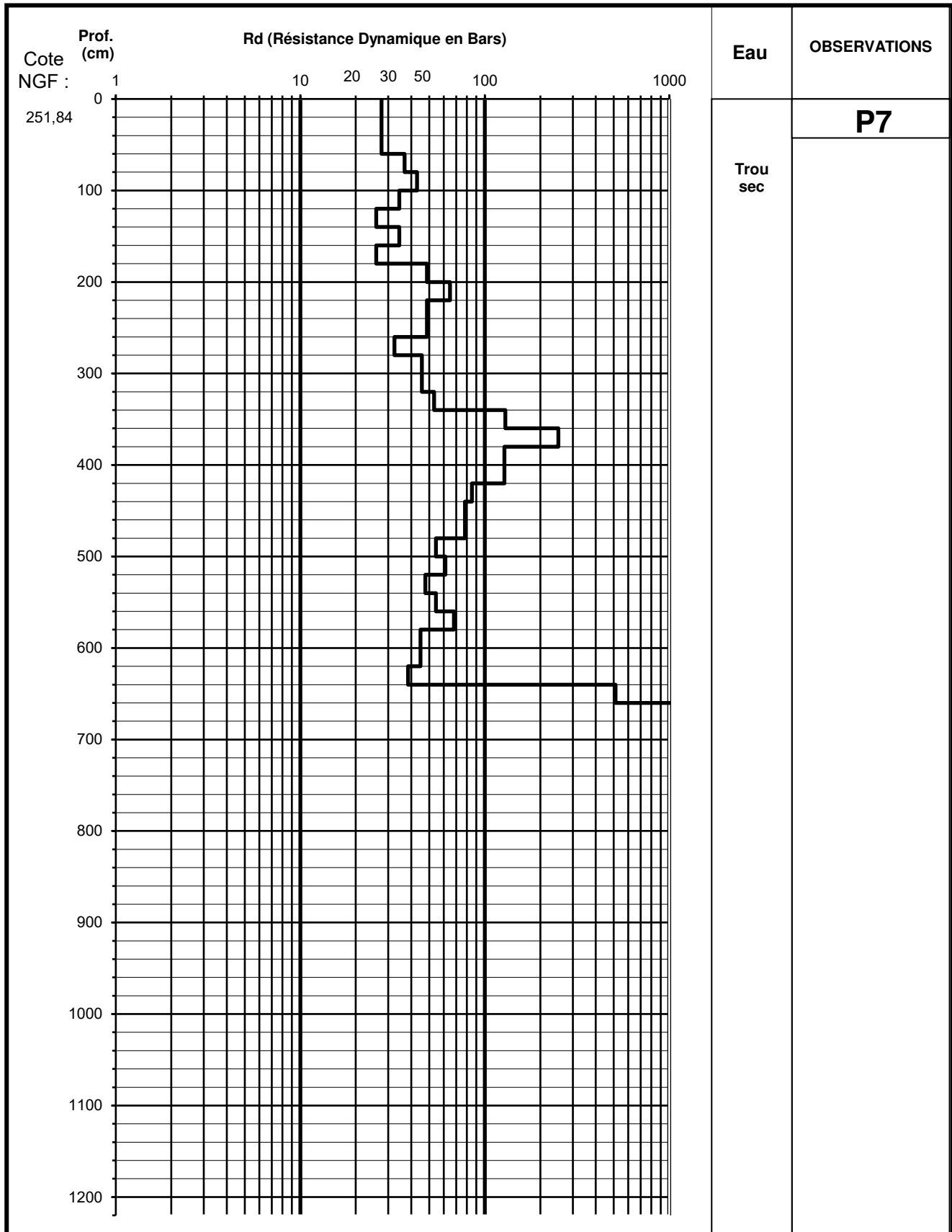
PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm,  $\Phi$  cône : 50 mm

Dossier N° : 19 526

Affaire : Ext° Bâtiment DIALYSE CH 39-DOLE

Date : 21/02/2024



# B 3 G 2

10, Rue de la Coupotte - 25410 Saint-Vit

Tel : 03-81-87-60-41 / Fax : 03-81-87-59-95  
e-mail : b3g2@b3g2.fr

## DIAGRAMME DE PENETRATION

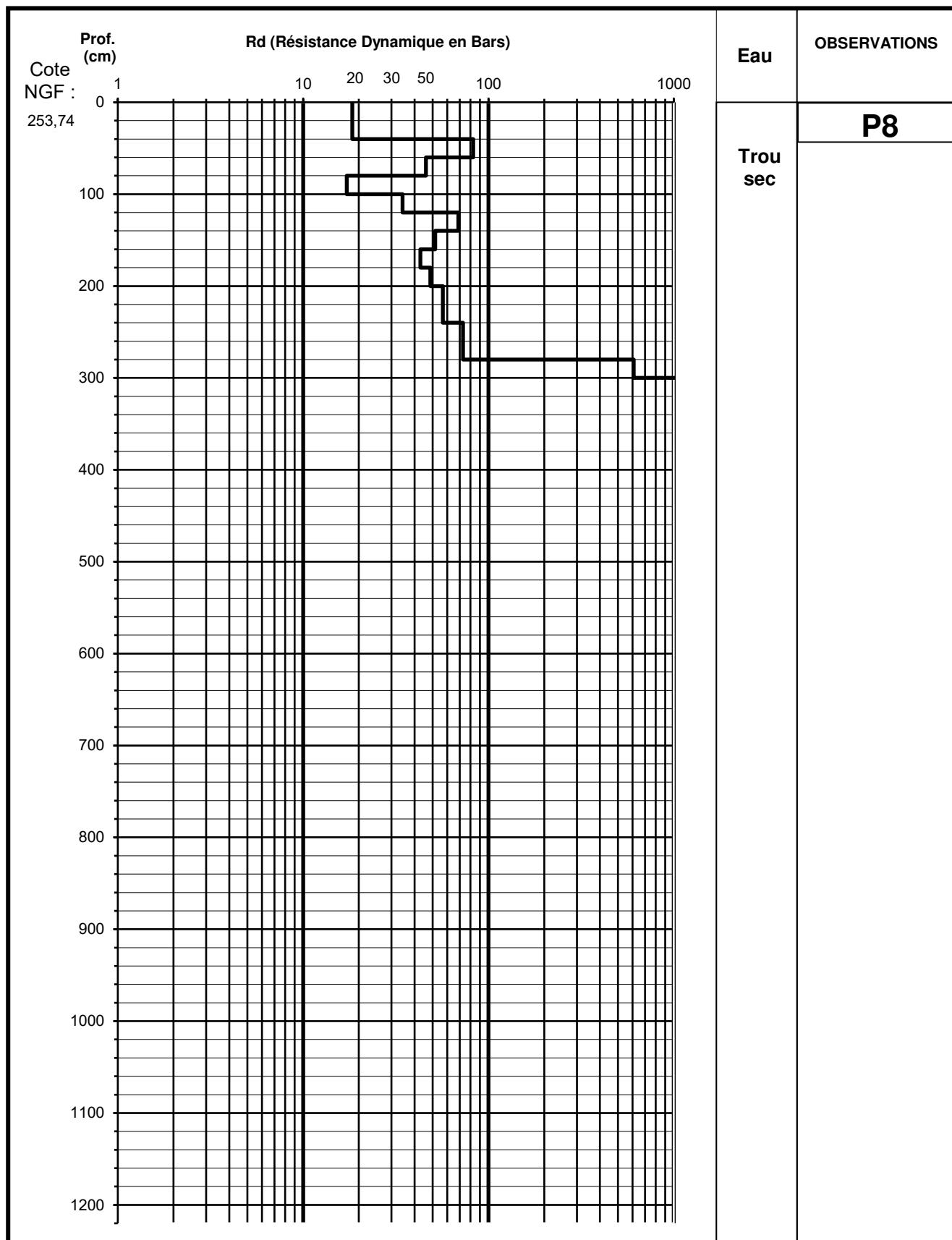
PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm,  $\Phi$  cône : 50 mm

Dossier N° : 19 526

Affaire : Ext° Bâtiment DIALYSE CH 39-DOLE

Date : 21/02/2024

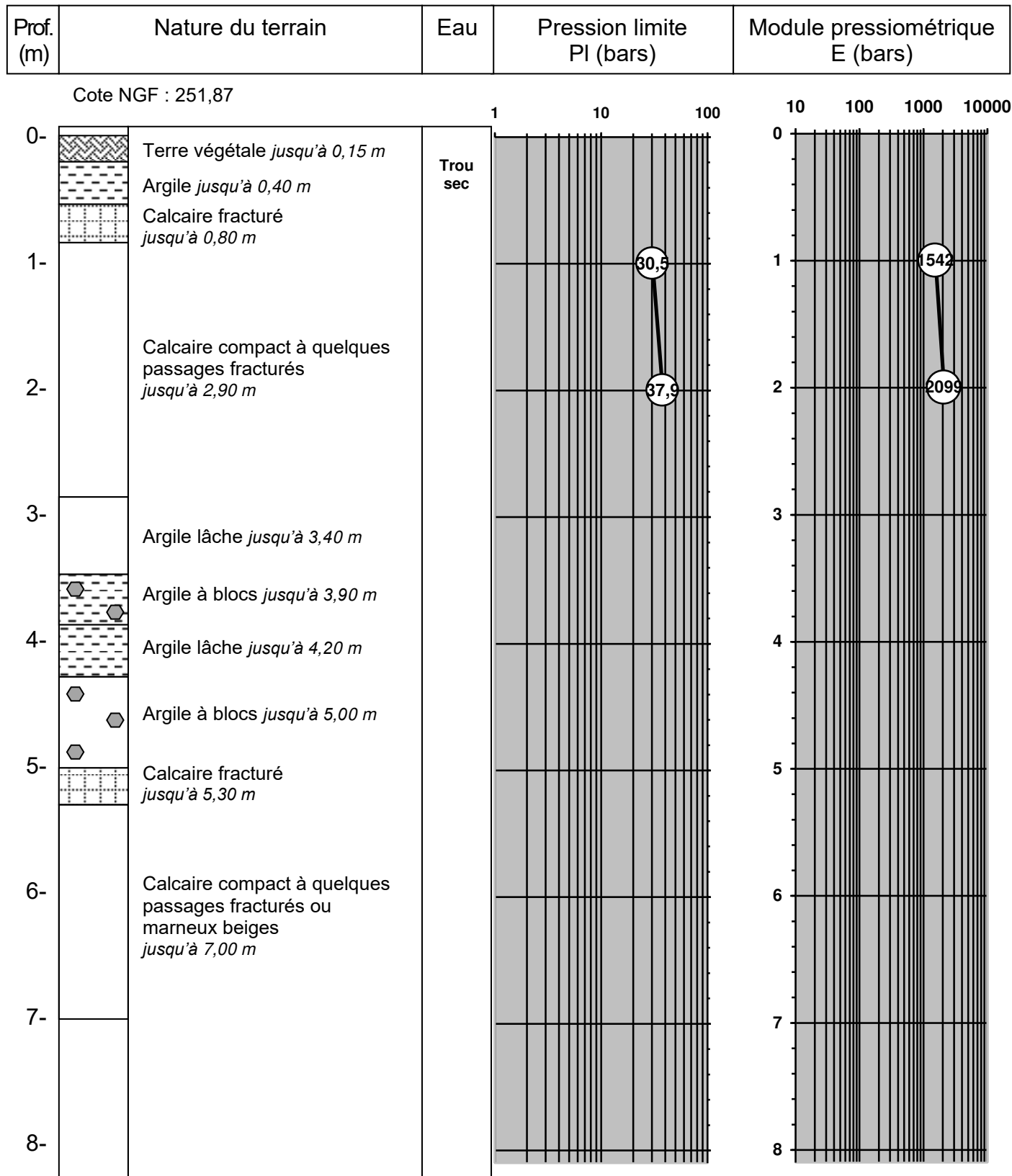


Dossier N° : 19526

Affaire : Ext° Bâtiment DIALYSE CH 39-DOLE

Date : 21/02/2024

SP1





# B 3 G 2

## Sondage mécanique de reconnaissance S2

Dossier N° : 19526

Affaire : Ext° Bâtiment DIALYSE CH 39-DOLE

Date : 21/02/2024

Cote N.G.F. 251,84	Prof.	Nature du terrain	Eau	Outil	Observations
	0-	 Terre végétale <i>jusqu'à 0,20 m</i>	Trou sec.	<b>R O T O  P E R C U S S I O N</b>	
	0.5-	 Remblai : argile à blocs <i>jusqu'à 0,60 m</i>			
	1-	Argile <i>jusqu'à 1,60 m</i>			
	1.5-				
	2-				
	2.5-	Calcaire fracturé à petits passages argileux ou marneux beiges <i>jusqu'à 3,00 m</i>			
	3-				
	3.5-				
	4-	Argile à quelques blocs <i>jusqu'à 6,30 m</i>			
	4.5-				
	5-				
	5.5-				
	6-	Calcaire compact à quelques passages fracturés <i>jusqu'à 8,00 m</i>			
	6.5-				
	7-				
	7.5-				
	8-				

B3G2 - 10 Rue de la Coupotte - BP 73 - 25 410 SAINT VIT

Téléphone : 03.81.87.60.41 - Télécopie : 03.81.87.59.95 - Email : b3g2@b3g2.fr

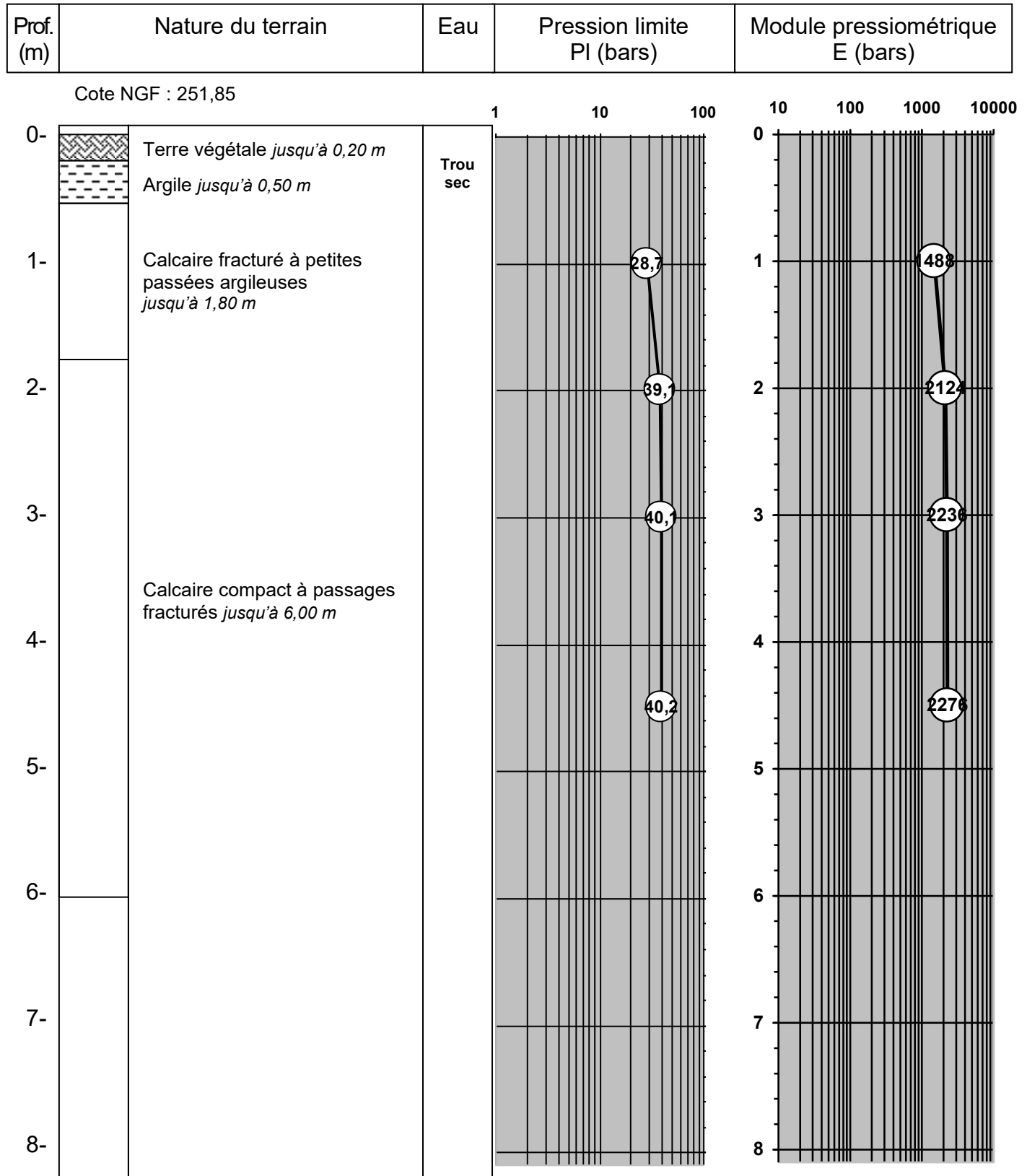


Dossier N° : 19526

Affaire : Ext° Bâtiment DIALYSE CH 39-DOLE

Date : 21/02/2024

**SP3**




# B 3 G 2

## Sondage mécanique de reconnaissance S4

Dossier N° : 19526

Affaire : Ext° Bâtiment DIALYSE CH 39-DOLE

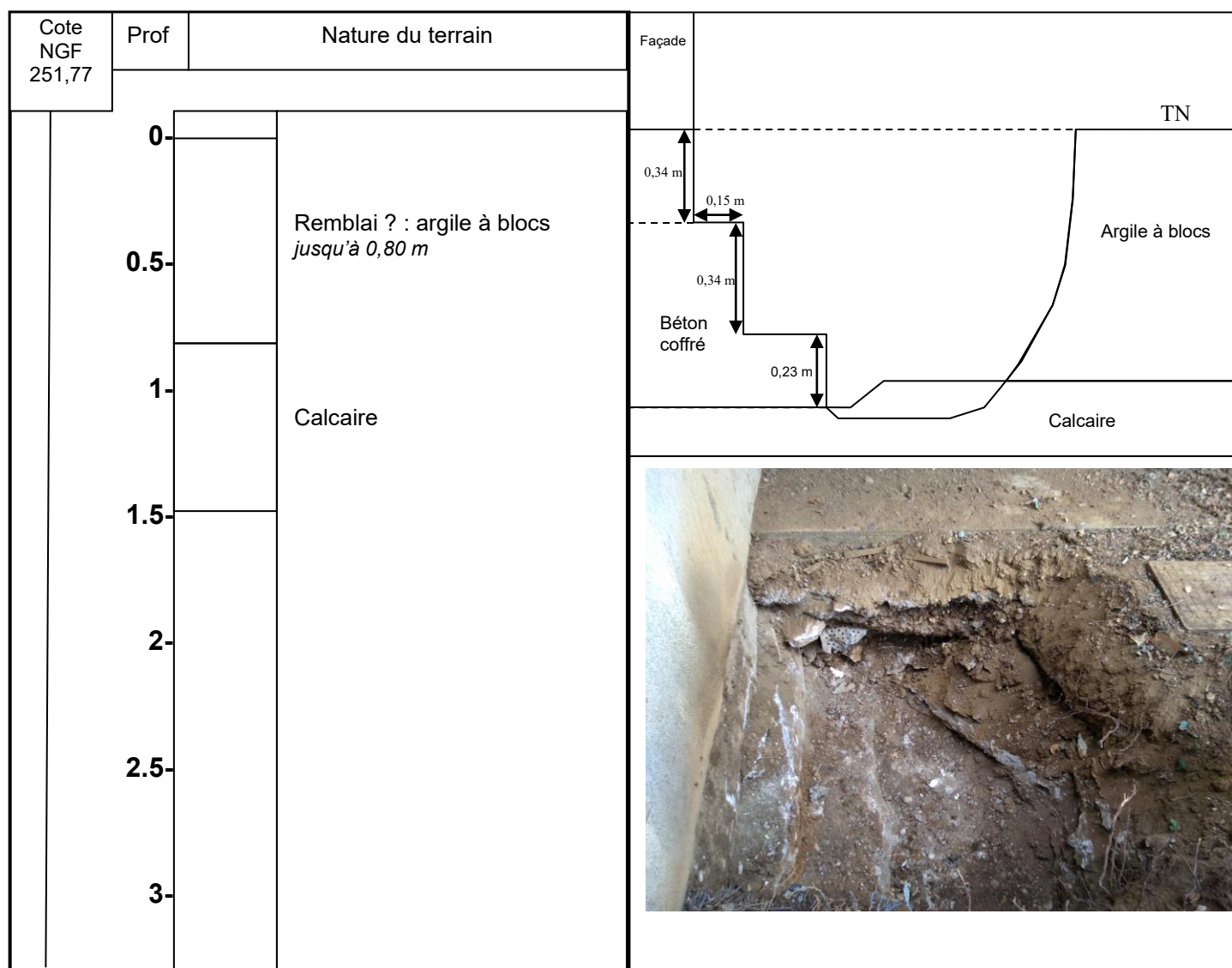
Date : 21/02/2024

Cote N.G.F. 253,74	Prof.	Nature du terrain	Eau	Outil	Observations
	0-	 Terre végétale à petits blocs <i>jusqu'à 0,15 m</i>	Trou sec.	R O T O  P E R C U S S I O N  Ø 64 mm	
	0.5-	Remblai : argile à ± de blocs <i>jusqu'à 1,40 m</i>			
	1-				
	1.5-				
	2-				
	2.5-	Argile <i>jusqu'à 2,80 m</i>			
	3-				
	3.5-				
	4-	Calcaire fracturé à petites passées argileuses ou marneuses beiges <i>jusqu'à 4,20 m</i>			
	4.5-				
	5-				
	5.5-	Calcaire compact à quelques passages fracturés ou marneux beiges <i>jusqu'à 7,00 m</i>			
	6-				
	6.5-				
	7-				
7.5-					
8-					

Dossier N° : 19526

Affaire : Ext° Bâtiment DIALYSE CH 39-DOLE

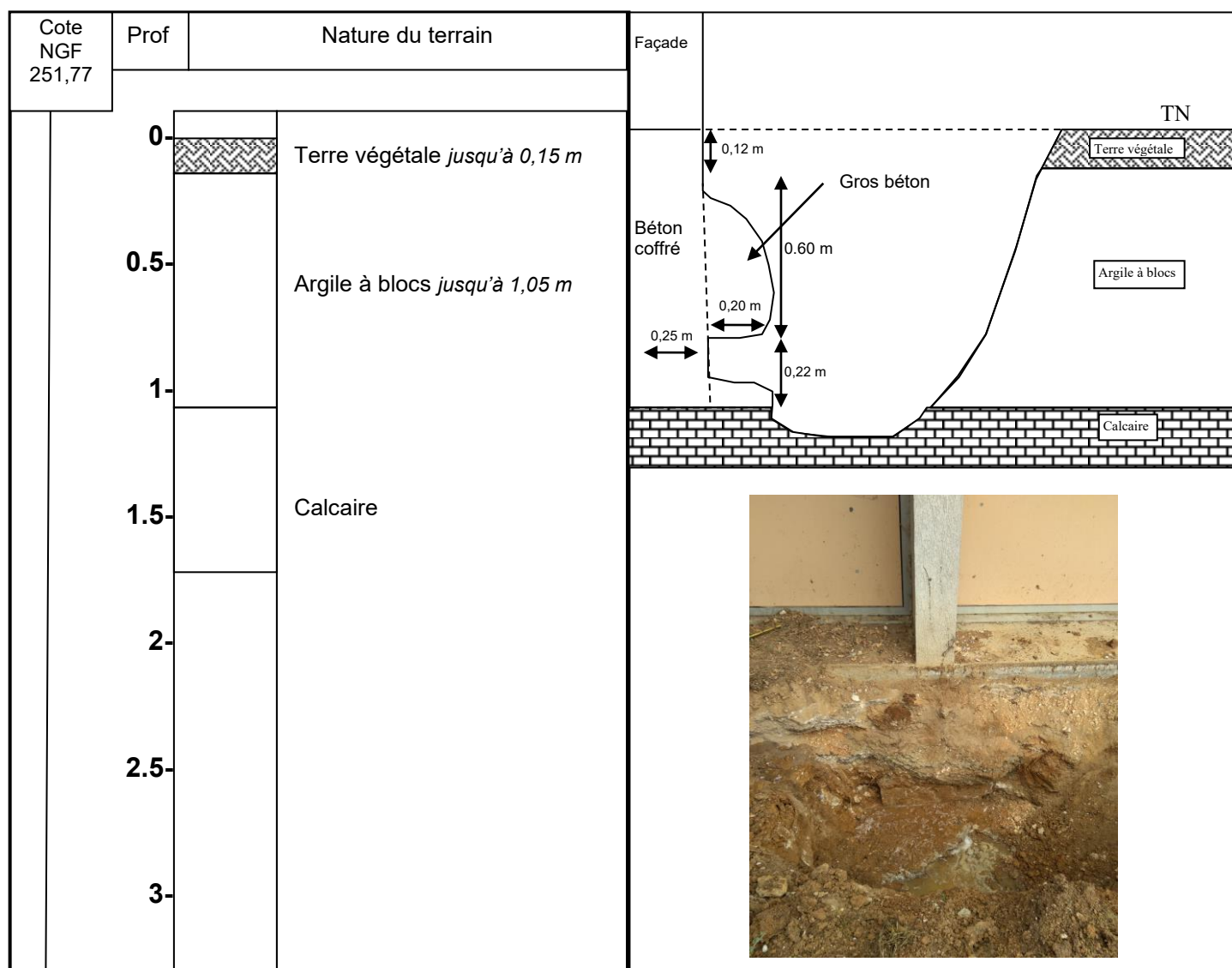
Date : 21/02/2024



Dossier N° : 19526

Affaire : Ext° Bâtiment DIALYSE CH 39-DOLE

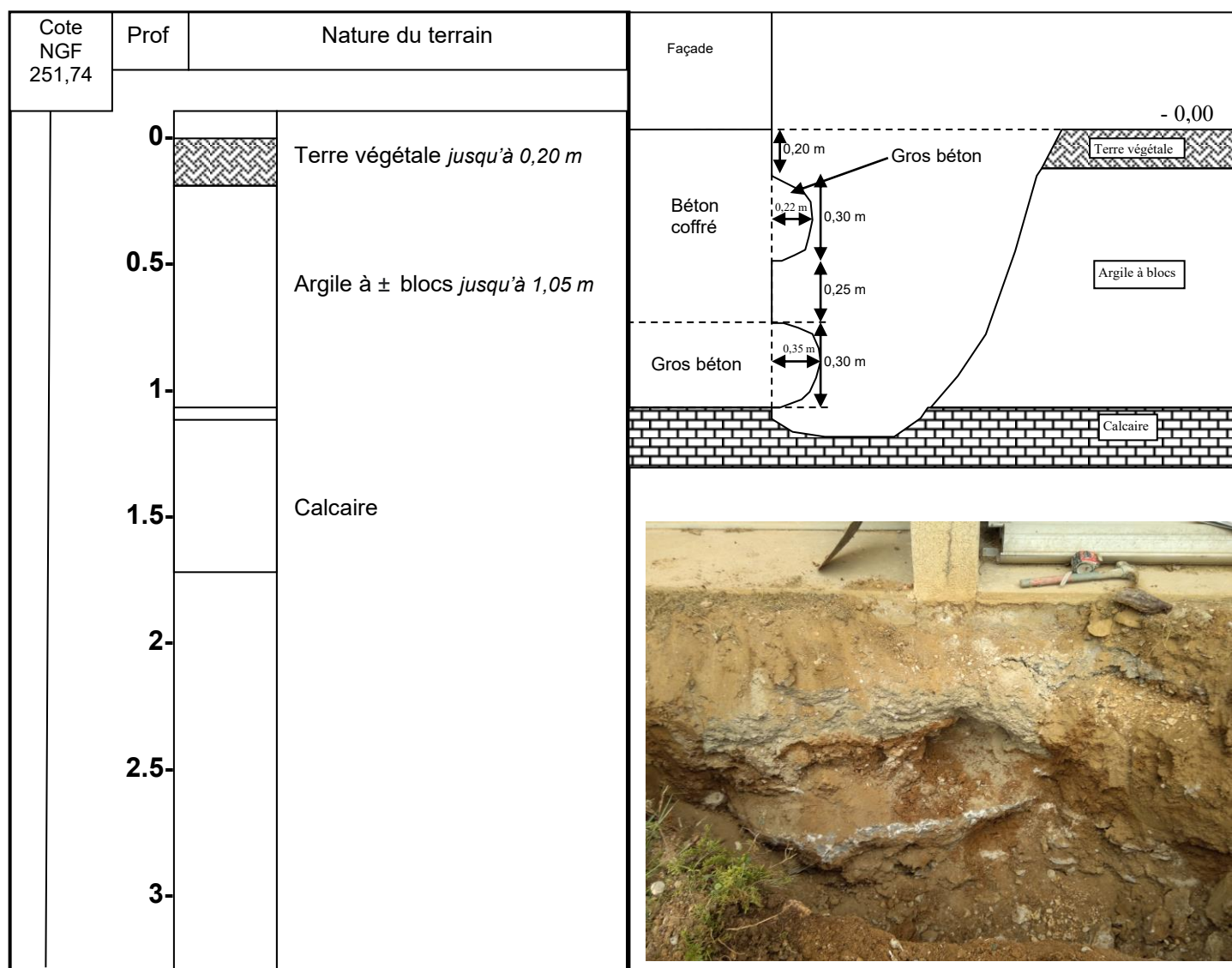
Date : 21/02/2024



Dossier N° : 19526

Affaire : Ext° Bâtiment DIALYSE CH 39-DOLE

Date : 21/02/2024

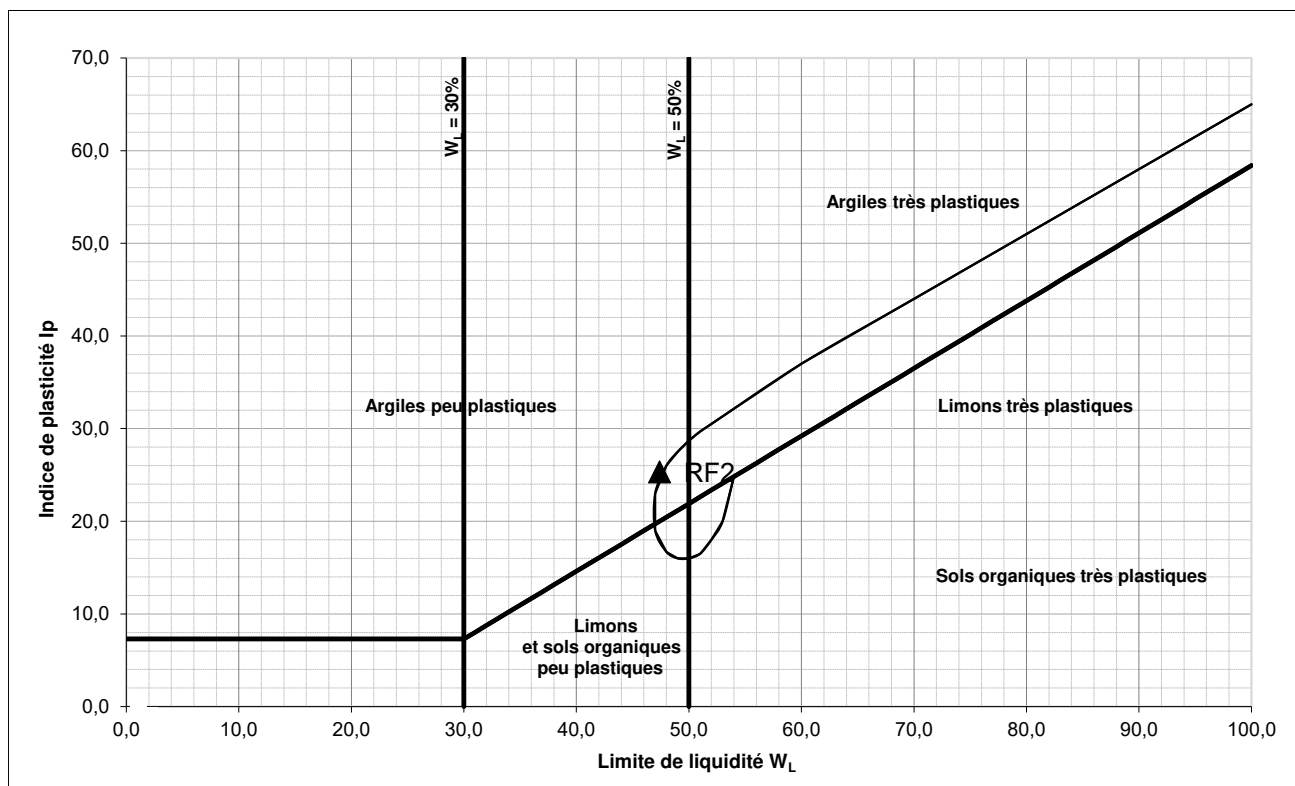


# B 3 G 2

## Diagramme de Casagrande

Numéro de dossier : 19526

Affaire : Ext° Bâtiment DIALYSE CH 39-DOLE



Sondage	Profondeur (m)	Nature du terrain	Classe GTR	W (%)	$W_L$ (%)	$W_P$ (%)	$I_p$	$I_c$
RF2	0,15 à 1,05 m	Argile brune à blocs	<b>A3th</b>	28,3	47,4	22,0	25,3	0,8



# **CLASSIFICATION DES MISSIONS TYPE** **D'INGENIERIE GEOTECHNIQUE**

**Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique**

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

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

<p>L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.</p>
<p><b>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</b></p> <p>Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.</li> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.</li> </ul> <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).</li> </ul>
<p><b>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</b></p> <p>Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.</li> </ul> <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.</li> <li>— Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.</li> </ul> <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).</li> <li>— Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.</li> </ul>



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

**ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)**

**ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

**SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)**

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

**DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)**

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

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant.
- Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).