

B 3 G 2

Bureau d'études de Géologie,
Géophysique et Géotechnique

AVANT-PROJETS-FONDATIONS-HYDROLOGIE-GEOPHYSIQUE-EXPERTISES

S.A.S. D'INGENIEURS CONSEILS
AU CAPITAL DE 10 000,00 EUROS

Saint Vit, le 17 Octobre 2023

Notre Référence : BN/2023/19345-B

BÂTIMENT INDUSTRIEL
FMI SYCRILOR

Rue Pierre Fresard

25-CHARQUEMONT

ETUDE GEOTECHNIQUE

Cette étude géotechnique de type G2 AVP+PRO (selon la norme NF P 94-500) a été réalisée à la demande et pour le compte de la SAS LAQUOR.

Elle a pour but de reconnaître la nature et les caractéristiques du terrain au droit du projet de construction d'un bâtiment industriel, en vue de déterminer :

- ses principes généraux d'adaptation au sol;
- un avis sur l'infiltration des EP,
- les structures sous voiries.

Cette mission G2 AVP+PRO fait suite à une précédente étude G1 réalisée par nos soins référencée BN/2023/19345 et datée du 31/08/2023.

GENERALITES

Le terrain est situé le long de la rue Pierre Fresard sur la commune de CHARQUEMONT (25).

La parcelle est actuellement enherbée et inoccupée. On observe aux abords de la zone d'étude des bâtiments industriels au Nord, des champs enherbés à l'Est et à l'Ouest et une zone densément boisée au Sud.

Le terrain est globalement penté vers le Nord d'environ 2-3 % et présente également de légères dépressions topographiques correspondant probablement à de petites dolines.

L'implantation et le nivellement des appuis a été réalisé par BEJ. Nos sondages et essais ont été nivelés à partir des données transmises par BEJ (*hormis les sondages de la mission G1*). Le dénivelé total au droit de nos sondages et essais est d'environ 3,10 m.



Vue aérienne du site

.../...

Géologiquement le proche sous-sol est constitué par des argiles d'altération qui recouvrent 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*).

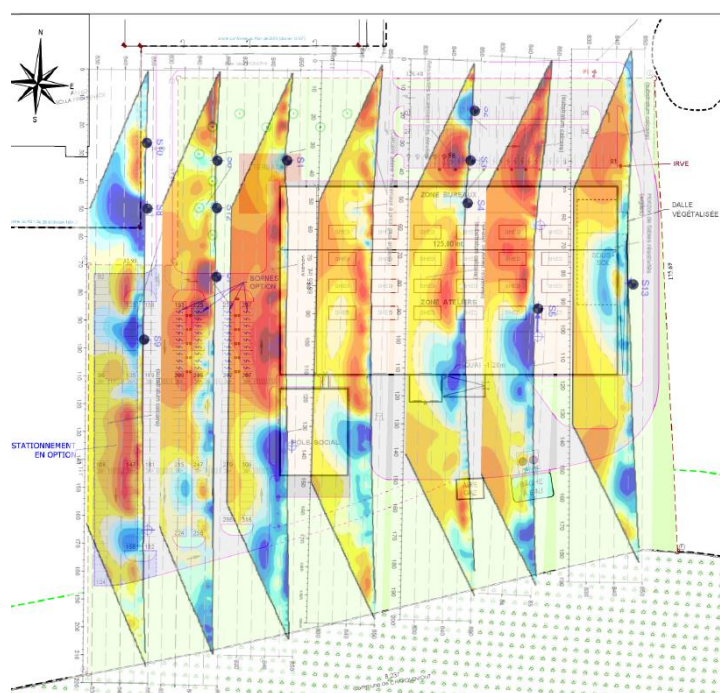
Anciennes études :

La société HYDROGEOTECHNIQUE a réalisé dans un premier temps une étude géophysique avec la réalisation de 8 profils par panneaux électriques. Ces investigations ont révélé la présence du toit du substratum à des profondeurs variables en lien avec un phénomène karstique.

Dans un second temps, la société HYDROGEOTECHNIQUE a réalisé, dans le cadre d'une mission G5, 12 sondages au droit de certaines zones d'anomalies rencontrées lors de l'étude géophysique afin de confirmer ou pas la présence d'anomalies argileuses.

Ces sondages ont bien révélé une variation du toit du substratum calcaire avec la présence de surprofondeurs argileuses au droit de certains sondages (substratum calcaire rencontré à plus de 3,0 m de profondeur en S1, S2, S5, S8) confirmant bien la karstification du substratum calcaire au droit de la zone d'étude.

Vous trouverez ci-après, l'implantation des profils géophysiques et des sondages réalisés par HYDROGEOTECHNIQUE par rapport au projet :

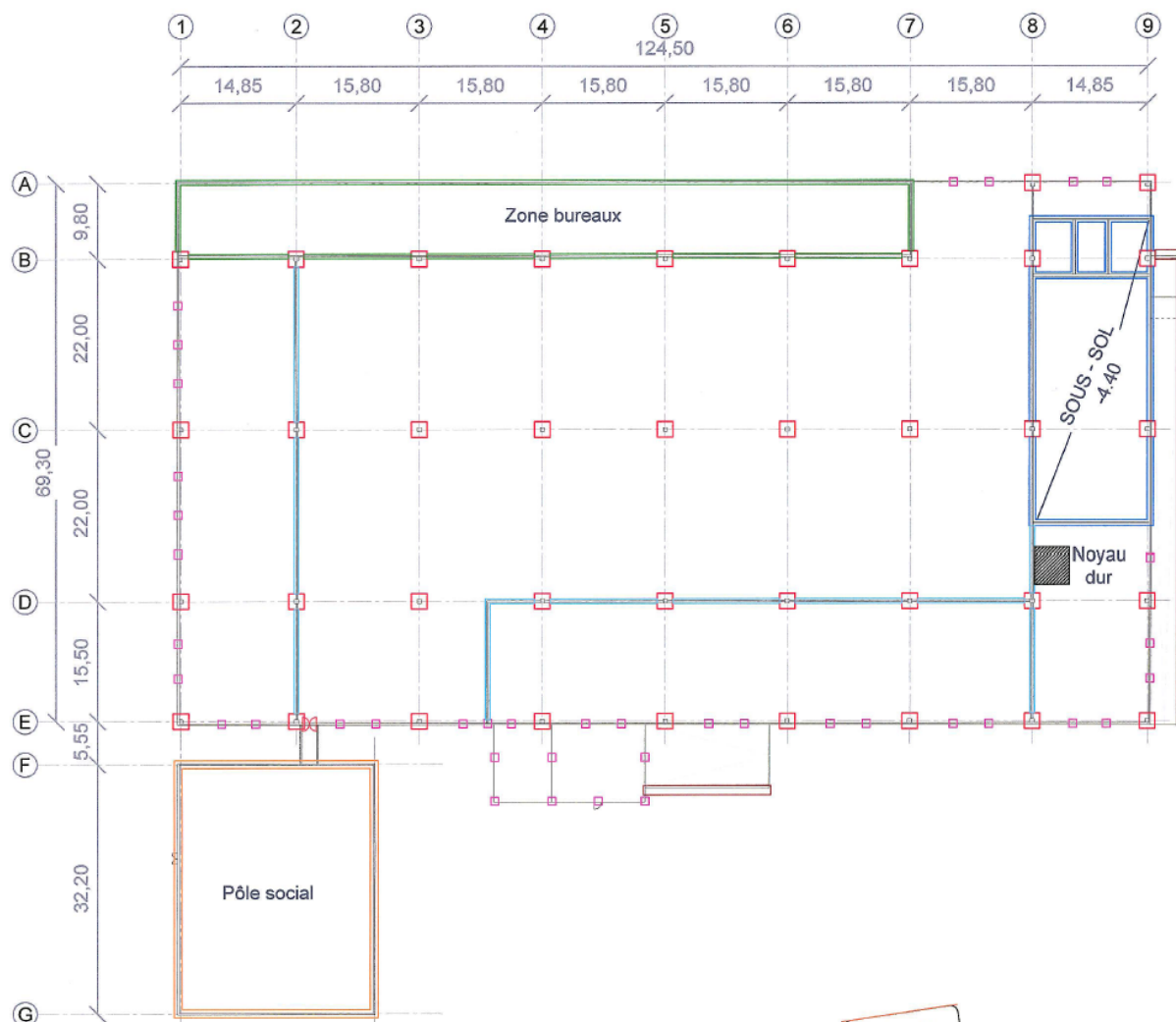


.../...

Le projet comporte la réalisation d'un bâtiment industriel conçu en RdC simple sur un niveau de sous-sol partiel.

D'après les documents transmis, le futur niveau bas finis RdC est projeté à la cote +845,50 NGF, le niveau bas finis R-1 est quant à lui projeté à la cote +841,10 NGF soit à -4,40 m/RdC.

D'après le BET CETEC, les descentes de charge à l'ELS devraient être de l'ordre de 7,0 à 57,0 Tonnes isolées et de l'ordre de 5,0 à 15,0 T/ml linéaires.



Extrait du plan de fondation de CETEC.

Les surcharges sur dallages ne nous ont pas été communiquées, et nous partirons sur une hypothèse de surcharges modérées (1 à 2 t/m²).

.../...

Il est également prévu la création de voiries PL & VL, et de parkings.

Si cela est possible, il est prévu l'infiltration des eaux in-situ.

Notre ancienne mission G1 avait comporté la réalisation de :

- 14 sondages géotechnique au pénétromètre,
- 2 sondages géologiques,
- 1 analyse en laboratoire pour déterminer la classification GTR.

Notre mission actuelle G2 AVP+ PRO a comporté la réalisation de :

- 26 sondages géotechniques au pénétromètre,
- 3 sondages géologiques avec essais pressiométriques,
- 9 sondages géotechniques courts au pénétromètre au droit des futures voiries,
- 6 sondages géologiques courts au droit des futures voiries avec essais d'infiltration des eaux,
- 110 sondages géologiques de contrôle au droit des futurs appuis.

L'implantation de ces investigations est donnée sur le plan joint en annexe.

.../...

P É N É T R O M È 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 joint en annexe, qui exprime les variations de la résistance dynamique en fonction de la profondeur.

Son analyse permet de reconnaître :

- En surface, sur environ 0,20 à 0,40 m, une **couche superficielle de terre végétale**.
- Ensuite, jusqu'à environ 0,40 à 6,60m de profondeur voire jusqu'à environ 9,00 m en P21 ou au-delà de 8,00 à 9,00 m en P32, P42 et P43, un **horizon argileux meuble**, dont les valeurs de la résistance dynamique Rd **faibles** sont de l'ordre de 20-30 à 50-60 bars. Cet horizon présente également des passées plus meubles (Rd= 2-3 à 10-20 bars) notamment repérées sur une profondeur très importante en P21 (jusqu'à environ 7,80 m) ou à contrario des passées plus indurées (Rd= 70-80 à 100-200 bars).

Il s'agit probablement d'un horizon de recouvrement argileux provenant de l'altération du substratum calcaire sous-jacent. Les caractéristiques mécaniques hétérogènes peuvent s'expliquer par une variation des teneurs en blocs et/ou cailloutis au sein de cet horizon.

*Les anomalies argileuses repérées au droit de certains de nos essais sont vraisemblablement en lien avec des **anomalies karstiques**.*

- Au-delà, voire directement sous la terre végétale, un **horizon compact** dont les valeurs de la résistance dynamique Rd **bonnes à très bonnes** sont supérieures à 100-200 bars et croissent rapidement avec la profondeur, provoquant le refus net à la pénétration.

Cet horizon correspond vraisemblablement aux premiers termes du substratum calcaire fracturé à compact.

Il n'est pas exclu que certains refus aient pu être obtenus sur des blocs au sein des argiles sus-jacentes.

Ces essais sont restés sec (sondages à l'aveugle).

.../...

SONDAGES GEOLOGIQUES PRESSIOMETRE

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 l'un de ces trous de forage nous avons procédé à des essais pressiométriques.

Les résultats sont présentés sur la fiche jointe en annexe.

On notera principalement :

- En surface et sur environ 0,15 à 0,20 m, une couche superficielle de **terre végétale**.
- Ensuite, jusqu'à environ 1,00 à 3,00 m de profondeur où jusqu'à 4,30 à 6,50 m en S2, SP10 et SP11 voire au-delà de 3,00 m en V4, V5 et V6, **des argiles brunes à brun ocre à ± de blocs** présentant des caractéristiques mécaniques **faibles à moyennes** :
 - Pression limite Pl = 4,4 à 9,4 bars ;
 - Module pressiométrique E = 50 à 155 bars.

Les anomalies argileuses repérées au droit de certains de nos sondages sont vraisemblablement en lien avec des anomalies karstiques.

- Au-delà, **le substratum marno-calcaire à calcaire parfois fracturé ou compact à passées fracturées ou marneuses beiges voire marno-calcaire**. Cet horizon présente de **très bonnes** caractéristiques mécaniques :
 - Pression limite Pl = 36,2 à 40,2 bars ;
 - Module pressiométrique E = 1632 à 2145 bars.

Il est également à noter que notre sondage S2 a rencontré une petite passée argileuse (entre 8,20 et 8,70 m/TN) au sein du substratum calcaire à marno-calcaire.

Les sondages sont restés secs.

.../...

SONDAGES DE CONTROLE

SONDAGES GEOLOGIQUES

Les sondages de reconnaissance géologique dans le cadre des sondages de contrôle 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 matériaux meubles constitués par **des argiles à ± de blocs** ou des **blocs à matrice argileuse voire du calcaire très fracturé**.

Il s'agit d'argile d'altération. Les surépaisseurs ou poches argileuses sont vraisemblablement en lien avec des anomalies de type karstique.

- Au-delà, un **substratum calcaire** dans lequel nous avons distingué les **franges ± fracturées et compactes**.

*Ce substratum calcaire a été reconnu sur au moins **3 ml** sous dès lors qu'il a été retrouvé à faible profondeur ou des profondeurs raisonnables.*

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 argiles, du calcaire fracturé/altéré et du calcaire compact.

.../...

N° sondage	Cote NGF	TV	Argile à ± de blocs	Calcaire ± fracturé	Calcaire compact
1	843,38	0,00 à 0,30 m - -	- 1,80 à 3,00 m -	0,30 à 1,80 m 3,00 à 3,70 m 5,00 à 6,20 m	- 3,70 à 5,00 m 6,20 à 6,60 m
2	844,28	0,00 à 0,20 m	-	0,20 à 0,70 m	0,70 à 4,10 m
3	844,55	0,00 à 0,30 m - - -	- - 3,00 à 3,50 m -	0,30 à 0,60 m 1,50 à 1,90 m 3,50 à 3,70 m 5,70 à 6,00 m	0,60 à 1,50 m 1,90 à 3,00 m 3,70 à 5,70 m 6,00 à 6,60 m
3bis	844,51	0,00 à 0,20 m - -	0,20 à 0,70 m - -	- 2,90 à 3,40 m 9,20 à 13,90 m	0,70 à 2,90 m 3,40 à 9,20 m -
4	844,38	0,00 à 0,30 m	-	0,30 à 2,40 m	2,40 à 4,10 m
5	844,45	0,00 à 0,20 m -	0,20 à 2,30 m -	- 3,50 à 5,00 m	2,30 à 3,50 m 5,00 à 6,60 m
6	844,29	0,00 à 0,30 m - - -	0,30 à 1,30 m - 4,00 à 5,90 m 6,90 à 7,30 m	- 2,00 à 3,00 m - -	1,30 à 2,00 m 3,00 à 4,00 m 5,90 à 6,90 m -
7	844,18	0,00 à 0,30 m	0,30 à 1,50 m	1,50 à 2,60 m	2,60 à 6,40 m
8	843,87	0,00 à 0,30 m -	- 8,00 à 10,20 m	0,30 à 8,00 m -	- -
9	844,15	0,00 à 0,30 m -	- 5,80 à 6,50 m	0,30 à 5,80 m 6,50 à 9,30 m	- 9,30 à 10,60 m
10	844,80	0,00 à 0,50 m - -	0,50 à 1,20 m 2,50 à 3,50 m -	- 3,50 à 4,30 m 4,90 à 6,50 m	1,20 à 2,50 m 4,30 à 4,90 m 6,50 à 8,00 m
11	844,66	0,00 à 0,30 m -	- -	0,30 à 1,00 m 1,60 à 2,70 m	1,00 à 1,60 m 2,70 à 4,10 m
12	844,26	0,00 à 0,30 m	-	0,30 à 1,60 m	1,60 à 4,30 m
13	844,12	0,00 à 0,30 m - -	0,30 à 1,20 m 1,90 à 2,20 m -	1,20 à 1,90 m - 5,00 à 5,50 m	- 2,20 à 5,00 m 5,50 à 6,50 m
14	844,10	0,00 à 0,30 m	0,30 à 7,50 m	-	-
15	843,71	0,00 à 0,20 m	0,20 à 1,30 m	-	1,30 à 4,50 m
16	843,54	0,00 à 0,30 m	0,30 à 2,10 m	2,10 à 5,50 m	-
17	843,31	0,00 à 0,30 m -	0,30 à 3,30 m -	- 6,00 à 8,50 m	3,30 à 6,00 m -
18	843,03	0,00 à 0,30 m -	0,30 à 2,20 m -	2,20 à 3,80 m 4,50 à 8,50 m	3,80 à 4,50 m -

.../...

N° sondage	Cote NGF	TV	Argile à ± de blocs	Calcaire ± fracturé	Calcaire compact
19	843,35	0,00 à 0,20 m	0,20 à 9,50 m	-	9,50 à 10,25 m
20	843,85	0,00 à 0,20 m -	0,20 à 4,00 m -	- 5,00 à 6,00 m	4,00 à 5,00 m 6,00 à 8,00 m
21	843,99	0,00 à 0,30 m	0,30 à 0,50 m	0,50 à 1,20 m	1,20 à 4,50 m
22	843,89	0,00 à 0,40 m -	- -	0,40 à 0,90 m 2,80 à 4,50 m	0,90 à 2,80 m 4,50 à 5,50 m
23	843,91	0,00 à 0,20 m -	0,20 à 1,20 m -	1,20 à 2,70 m 3,50 à 3,70 m	2,70 à 3,50 m 3,70 à 4,50 m
24	844,12	0,00 à 0,20 m	0,20 à 6,60 m	-	6,60 à 8,00 m
25	844,26	0,00 à 0,30 m -	- -	- 2,00 à 5,00 m	0,30 à 2,00 m -
26	844,64	0,00 à 0,30 m	0,30 à 0,90 m	0,90 à 2,40 m	2,40 à 4,20 m
27	845,06	0,00 à 0,30 m -	- 1,20 à 1,50 m	0,30 à 1,20 m 1,50 à 5,00 m	- 5,00 à 6,60 m
28	844,93	0,00 à 0,30 m	0,30 à 0,80 m	0,80 à 2,90 m	2,90 à 4,50 m
29	844,76	0,00 à 0,30 m	0,30 à 0,90 m	0,90 à 1,40 m	1,40 à 4,50 m
30	844,65	0,00 à 0,30 m	0,30 à 0,70 m	0,70 à 1,60 m	1,60 à 4,30 m
31	844,65	0,00 à 0,30 m	0,30 à 1,50 m	1,50 à 2,00 m	2,00 à 5,00 m
32	844,92	0,00 à 0,20 m	0,20 à 2,60 m	2,60 à 3,90 m	3,90 à 6,00 m
33	844,48	0,00 à 0,20 m -	0,20 à 3,20 m 4,10 à 7,50 m	3,20 à 3,40 m -	3,40 à 4,10 m 7,50 à 7,90 m
34	843,10	0,00 à 0,20 m -	0,20 à 2,50 m -	2,50 à 3,20 m 5,00 à 7,70 m	3,20 à 5,00 m 7,70 à 8,00 m
35	842,90	0,00 à 0,30 m - - -	0,30 à 2,30 m 3,40 à 3,90 m - 5,00 à 6,00 m	2,30 à 3,40 m - 4,20 à 5,00 m 6,00 à 10,00 m	- 3,90 à 4,20 m - -
36	843,21	0,00 à 0,20 m -	0,20 à 1,00 m -	1,00 à 3,30 m 6,20 à 8,40 m	3,30 à 6,20 m 8,40 à 9,00 m
37	843,80	0,00 à 0,20 m - -	- - -	0,20 à 0,90 m 4,70 à 8,40 m 9,50 à 10,00 m	0,90 à 4,70 m 8,40 à 9,50 m -
38	843,58	0,00 à 0,30 m	0,30 à 9,00 m	-	-
39	844,65	0,00 à 0,20 m	-	0,20 à 2,00 m	2,00 à 4,50 m
40	844,70	0,00 à 0,40 m	0,40 à 1,20 m	1,20 à 2,00 m	2,00 à 4,50 m
41	844,88	0,00 à 0,50 m	-	0,50 à 1,20 m	1,20 à 4,50 m

.../...

N° sondage	Cote NGF	TV	Argile à ± de blocs	Calcaire ± fracturé	Calcaire compact
42	844,65	0,00 à 0,20 m -	0,20 à 2,20 m -	2,20 à 2,30 m 2,80 à 6,10 m	2,30 à 2,80 m 6,10 à 6,50 m
43	845,05	0,00 à 0,30 m	0,30 à 4,00 m	4,00 à 7,60 m	-
44	845,10	0,00 à 0,30 m -	0,30 à 5,00 m 6,00 à 6,50 m	- -	5,00 à 6,00 m -
45	845,11	0,00 à 0,30 m	0,30 à 3,40 m	3,40 à 7,00 m	7,00 à 10,00 m
46	844,53	0,00 à 0,30 m	0,30 à 1,70 m	1,70 à 6,50 m	-
47	843,94	0,00 à 0,30 m	0,30 à 3,00 m	3,00 à 8,00 m	-
48	844,73	0,00 à 0,30 m	0,30 à 3,40 m	3,40 à 3,80 m	3,80 à 6,50 m
49	844,94	0,00 à 0,30 m	0,30 à 0,60 m	0,60 à 6,50 m	-
50	845,60	0,00 à 0,30 m	0,30 à 6,50 m	-	-
51	845,68	0,00 à 0,30 m	0,30 à 5,40 m	-	-
52	845,53	0,00 à 0,30 m	0,30 à 2,40 m	2,40 à 3,30 m	3,30 à 6,50 m
53	845,35	0,00 à 0,30 m	0,30 à 4,25 m	-	-
54	845,18	0,00 à 0,30 m	0,30 à 2,00m	2,00 à 2,40 m	2,40 à 5,60 m
55	845,12	0,00 à 0,30 m -	0,30 à 2,00 m -	2,00 à 2,20 m 5,00 à 5,50 m	2,20 à 5,00 m -
56	845,05	0,00 à 0,30 m - -	0,30 à 1,30 m 2,00 à 2,50 m -	1,30 à 2,00 m - 4,00 à 4,80 m	- 2,50 à 4,00 m 4,80 à 6,50 m
57	845,00	0,00 à 0,30 m -	0,30 à 1,10 m -	1,10 à 2,00 m 5,50 à 6,50 m	2,00 à 5,50 m -
58	845,16	0,00 à 0,30 m -	0,30 à 1,00 m 1,50 à 3,20 m	- 3,20 à 6,80 m	1,00 à 1,50 m 6,80 à 8,20 m
59	845,38	0,00 à 0,30 m -	0,30 à 1,70 m 2,70 à 3,60 m	1,70 à 2,70 m 3,60 à 4,30 m	- 4,30 à 7,50 m
60	845,18	0,00 à 0,30 m -	0,30 à 1,50 m -	- 3,40 à 5,10 m	1,50 à 3,40 m 5,10 à 6,00 m
61	845,55	0,00 à 0,30 m -	0,30 à 2,00 m -	2,00 à 2,60 m 3,40 à 7,50 m	2,60 à 3,40 m -
62	845,63	0,00 à 0,30 m -	0,30 à 2,70 m 4,20 à 4,90 m	2,70 à 4,20 m 4,90 à 6,50 m	- -
63	845,71	0,00 à 0,30 m	0,30 à 4,50 m	-	-
64	845,67	0,00 à 0,30 m -	0,30 à 2,80 m 3,50 à 5,50 m	2,80 à 3,00 m 5,50 à 8,50 m	3,00 à 3,50 m -
65	845,60	0,00 à 0,30 m	0,30 à 2,20 m	2,20 à 5,40 m	5,40 à 6,50 m

.../...

N° sondage	Cote NGF	TV	Argile à ± de blocs	Calcaire ± fracturé	Calcaire compact
66	845,42	0,00 à 0,30 m -	0,30 à 2,90 m 4,00 à 6,80 m	2,90 à 4,00 m 6,80 à 8,10 m	- -
67	845,30	0,00 à 0,30 m -	0,30 à 2,80 m -	2,80 à 4,00 m 5,30 à 6,50 m	4,00 à 5,30 m -
68	845,62	0,00 à 0,30 m	0,30 à 3,20 m	-	-
69	845,57	0,00 à 0,30 m	0,30 à 2,40 m	-	-
70	845,08	0,00 à 0,30 m - -	0,30 à 3,20 m - -	3,20 à 3,70 m 4,50 à 4,90 m 5,50 à 6,50 m	3,70 à 4,50 m 4,90 à 5,50 m 6,50 à 7,00 m
71	845,31	0,00 à 0,30 m	0,30 à 3,80 m	-	-
72	845,23	0,00 à 0,30 m	0,30 à 2,40 m	2,40 à 2,60 m	2,60 à 6,00 m
73	844,45	0,00 à 0,30 m	0,30 à 4,00 m	-	-
74	845,11	0,00 à 0,30 m -	0,30 à 2,60 m 3,40 à 4,50 m	2,60 à 3,40 m -	- -
75	845,36	0,00 à 0,30 m -	0,30 à 4,60 m 5,50 à 6,50 m	4,60 à 5,50 m 6,00 à 6,50 m	- -
76	845,27	0,00 à 0,30 m	0,30 à 5,40 m	-	-
77	844,51	0,00 à 0,30 m -	0,30 à 1,40 m 7,00 à 10,00 m	1,40 à 4,00 m -	4,00 à 7,00 m -
78	845,02	0,00 à 0,30 m -	0,30 à 2,20 m 3,30 à 6,00 m	- 6,00 à 6,60 m	2,20 à 3,30 m -
79	844,96	0,00 à 0,30 m	0,30 à 1,70 m	1,70 à 2,50 m	2,50 à 5,50 m
80	844,02	0,00 à 0,20 m	0,20 à 2,20 m	2,20 à 3,70 m	3,70 à 6,50 m
81	844,07	0,00 à 0,20 m	0,20 à 5,60 m	-	-
82	844,23	0,00 à 0,20 m -	0,20 à 1,40 m -	1,40 à 3,40 m 4,00 à 6,50 m	3,40 à 4,00 m -
83	844,11	0,00 à 0,30 m -	0,30 à 3,50 m -	3,50 à 4,20 m 6,20 à 6,40 m	4,20 à 6,20 m -
84	843,91	0,00 à 0,20 m	0,20 à 6,20 m	-	-
85	843,81	0,00 à 0,20 m -	0,20 à 2,00 m -	- 4,50 à 5,30 m	2,00 à 4,50 m 5,30 à 6,50 m
86	843,45	0,00 à 0,20 m -	0,20 à 0,50 m -	0,50 à 4,30 m 5,00 à 8,00 m	4,30 à 5,00 m -
87	843,66	0,00 à 0,20 m - - -	0,20 à 1,90 m - - 5,00 à 6,00 m	- 2,50 à 3,00 m 3,70 à 4,00 m 6,00 à 10,00 m	1,90 à 2,50 m 3,00 à 3,70 m 4,00 à 5,00 m -

.../...

N° sondage	Cote NGF	TV	Argile à ± de blocs	Calcaire ± fracturé	Calcaire compact
88	844,17	0,00 à 0,20 m	0,20 à 4,00 m	4,00 à 4,20 m	4,20 à 9,50 m
89	843,25	0,00 à 0,20 m -	0,20 à 2,30 m 2,80 à 3,00 m	2,30 à 2,80 m 3,00 à 5,50 m	- 5,50 à 9,00 m
90	843,23	0,00 à 0,20 m	0,20 à 6,50 m	6,50 à 9,20 m	9,20 à 10,20 m
91	843,02	0,00 à 0,20 m	0,20 à 5,00 m	5,00 à 9,50 m	-
92	845,44	0,00 à 0,30 m	0,30 à 3,65 m	-	-
93	845,31	0,00 à 0,30 m -	0,30 à 3,30 m -	- 4,50 à 7,00 m	3,30 à 4,50 m -
94	845,41	0,00 à 0,30 m	0,30 à 4,00 m	-	-
95	845,51	0,00 à 0,30 m	0,30 à 2,75 m	-	-
96	845,48	0,00 à 0,30 m	0,30 à 1,90 m	1,90 à 2,60 m	2,60 à 5,00 m
97	845,53	0,00 à 0,30 m -	0,30 à 3,50 m -	3,50 à 3,70 m 5,50 à 6,00 m	3,70 à 5,50 m 6,00 à 6,50 m
98	845,00	0,00 à 0,30 m	0,30 à 3,10 m	-	-
99	845,56	0,00 à 0,30 m	0,30 à 4,00 m	-	-
100	844,36	0,00 à 0,30 m	0,30 à 2,50 m	2,50 à 5,70 m	-
101	844,12	0,00 à 0,30 m	0,30 à 1,80 m	1,80 à 5,10 m	-
102	845,04	0,00 à 0,30 m	0,30 à 0,50 m	0,50 à 4,60 m	-
103	845,00	0,00 à 0,30 m	0,30 à 1,50 m	1,50 à 2,00 m	2,00 à 4,70 m
104	844,93	0,00 à 0,30 m	0,30 à 0,80 m	0,80 à 3,00 m	3,00 à 4,10 m
105	844,01	0,00 à 0,30 m	0,30 à 0,50 m	0,50 à 4,50 m	-
106	844,10	0,00 à 0,30 m	0,30 à 5,70 m	5,70 à 6,50 m	-
107	844,44	0,00 à 0,30 m -	0,30 à 2,50 m 4,50 à 6,20 m	2,50 à 4,50 m 6,20 à 6,40 m	- 6,40 à 7,50 m
108	844,42	0,00 à 0,30 m	0,30 à 1,20 m	1,20 à 2,80 m	2,80 à 4,60 m
109	844,40	0,00 à 0,30 m	-	0,30 à 0,40 m	0,40 à 4,00 m

.../...

ESSAIS D'INFILTRATION

À l'intérieur de nos sondages géologiques courts et 2 de nos sondages géologiques, nous avons procédé à des tests d'infiltration des eaux. Les résultats de ces essais sont synthétisés dans le tableau suivant qui donne pour chaque sondage la valeur du coefficient de perméabilité k , en m/s.

N°	Valeur du coefficient de perméabilité k (m/s)	Nature
V1	8.10^{-6} m/s	Calcaire fracturé
V2	9.10^{-6} m/s	Calcaire fracturé
V3	7.10^{-6} m/s	Calcaire fracturé
V4	9.10^{-7} m/s	Argile
V5	8.10^{-7} m/s	Argile
V6	6.10^{-7} m/s	Argile

D'après la classification suivante, dans les sondages géologiques, les valeurs de perméabilité sont :

- **faibles** de l'ordre de 10^{-6} m/s dans le substratum calcaire fracturé présentant des passées marneuses à argileuses ;
- **Très faibles** de l'ordre de 10^{-7} m/s dans les argiles.

La présence de passées argileuses à marneuses peut expliquer les faibles valeurs mesurées.

Au contraire, dès lors que le calcaire est fracturé et sans passées argileuses à marneuses les valeurs de perméabilités auront tendance à s'améliorer.

- $k < 10^{-7}$ m / s imperméabilité,
- 10^{-7} m / s $< k < 10^{-6}$ m / s perméabilité très faible,
- 10^{-6} m / s $< k < 10^{-5}$ m / s perméabilité faible,
- 10^{-5} m / s $< k < 10^{-4}$ m / s perméabilité moyenne,
- 10^{-4} m / s $< k < 10^{-3}$ m / s perméabilité élevée,
- $k > 10^{-3}$ m / s perméabilité forte.

.../...

Avis sur l'infiltration des EP :

Les valeurs du coefficient de perméabilité k qui ont été mesurées dans le substratum calcaire fracturé sont **très faibles**, de l'ordre de 10^{-6} m/s et témoignent d'un sol très peu perméable.

Par conséquent, au vu de ces premières analyses, l'infiltration des eaux de pluies dans le sous-sol **sera envisageable mais néanmoins très délicate** (*contexte karstique, faibles perméabilités, terrain en pente, zone argileuse...*).

On pourrait par exemple envisager la création de **tranchées d'infiltration** qui devront être descendues d'au moins 1,00 m dans les **calcaires en recoupant un maximum de fissures ne présentant pas de matrices argileuses ou marneuses.**

On proscrira toute infiltration dans les **argiles**.

A titre indicatif ces tranchées pourront remplies sur 1 m par des matériaux drainant propres de type 40-80 mm, enrobés dans un géotextile anticontaminant, ce qui leur permettra de jouer le rôle de bassin tampon avec un taux d'emmagasinement de 40 %.

A titre indicatif, une tranchée de 1,50 m de profondeur, de 1 m de large par 5 m de long, remplie sur au moins 1 m par des matériaux drainant propres de type 40-80 mm pourra emmagasiner 2 m³.

Toutefois, **les capacités d'infiltration d'un tel système seront réduites**, et ces 2 m³ ne pourront le plus souvent être infiltrés qu'en quelques heures à 1-2 jours **dans les zones rocheuses fracturées**.

Les capacités d'infiltration seront **faibles voire négligeables** dans les **zones rocheuses compactes**.

Par conséquent, **on devra impérativement prévoir un trop plein relié à un exutoire**, afin d'éviter les débordements, en particulier en cas d'orage, ou bien les tranchées devront être dimensionnées pour pouvoir infiltrer et tamponner le volume d'EP déterminé.

.../...

On pourrait également envisager de réaliser des **sondages géologiques plus profonds** au sein du **substratum calcaire**, de manière à recouper plus de fissures en profondeur et envisager peut-être l'infiltration par l'intermédiaire de **puits busés**. On pourrait également associer des puits en fond de tranchées superficielles afin d'améliorer la capacité d'absorption.

On notera qu'il est nécessaire que tout dispositif soit situé à une distance minimale de **8-10 m de tout bâtiment voire 12-15 m de tout bâtiment sur substitution**, et à **3-5 m minimum de toute limite de propriété**.

En effet **toute infiltration dans le substratum calcaire pourrait réactiver** des anomalies karstiques profondes (entraînement des fines en profondeur provoquant affaissement en surface même pour des zones non chargées telles que espaces verts, parkings...).

Les eaux injectées en partie haute du site sont susceptibles de ressortir en contrebas, possiblement au droit de futurs aménagements.

On proscrira donc toute infiltration en amont de bâtiment.

Une fois l'emplacement retenu, au tout début des travaux de terrassement, il pourrait être judicieux de réaliser des essais d'infiltration en vraie grandeur type Matsuo (avec excavation à la pelle mécanique), afin d'affiner les valeurs de perméabilité au droit des dispositifs et vérifier la faisabilité d'infiltration des eaux.

Il s'agit de principes généraux. Si l'infiltration est envisagée une étude spécifique plus approfondie (notamment de dimensionnement des dispositifs) devra être réalisée **par un BE spécialisé ou un hydrogéologue agréé**, avec prise en compte du **risque karstique**, et des bâtiments avoisinants projetés, et de la pente.

.../...

LABORATOIRE

Nous avons réalisé des analyses de laboratoire (*classification GTR, teneur en eau W, ...*) sur des échantillons prélevés au sein des sondages S1 et SP10.

Teneur en eau :

Sondage	Profondeur	Nature des matériaux	Teneur en eu W (%)
S1	0,20 à 3,00 m	Argile brune	17,1 %
SP10	0,15 à 3,50 m	Argile	19,1 %

- Classification GTR :

Selon le GTR92C, ces matériaux sont classés :

Sondage	Profondeur	Nature des matériaux	Classe GTR	Observations
S1	0,20 à 3,00 m	Argile brune	A3 _s	Ces matériaux sont ± plastiques et sont sujets aux phénomènes de retrait-gonflement .
SP10	0,15 à 3,50 m	Argile	A3 _m	

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

- Phénomène :

Les sols argileux possèdent la propriété de voir leur consistance se modifier en fonction de leur teneur en eau. Ainsi, en contexte humide, un sol argileux se présente comme souple et malléable, tandis que ce même sol desséché sera dur et cassant. Des variations de volumes plus ou moins conséquentes accompagnent ces modifications de consistance. Ainsi, lorsque la teneur en eau augmente dans un sol argileux, on assiste à une augmentation du volume de ce sol, on parle alors de « gonflement des argiles ». Au contraire, une baisse de la teneur en eau provoquera un phénomène inverse de rétractation ou « retrait des argiles ». La succession de ces variations peut engendrer des déplacements préjudiciables au bâti.

.../...

En France, le climat tempéré induit que les sols sont généralement proches de la saturation, hydratés par des précipitations régulières. Les épisodes de sécheresse, caractérisés par des températures élevées, un déficit pluviométrique et une très forte évapotranspiration, ont pour répercussion immédiate d'assécher les sols. L'alternance sécheresse-réhydratation des sols entraîne localement des mouvements de terrain, non uniformes, provoquant des dégâts plus ou moins sérieux sur les bâtiments.

Les mouvements de terrain induits par le retrait et le gonflement des argiles se traduisent principalement par des fissurations en façade des habitations, souvent obliques, et passant par les points de faiblesse du bâti que constituent les ouvertures. Les désordres se manifestent aussi par des décollements entre éléments jointifs (garages, perrons, terrasses), ainsi que par une distorsion des portes et fenêtres, une dislocation des dallages et des cloisons et, parfois, la rupture de canalisations enterrées (ce qui vient aggraver les désordres car les fuites d'eau qui en résultent provoquent des gonflements localisés).

Par conséquent, ce phénomène se doit d'être anticipé et maîtrisé.

.../...

C O N C L U S I O N S

Les résultats des sondages et essais précédents ont mis en évidence sous une couche superficielle de **terre végétale, un horizon argileux à $\pm$ de blocs ou des blocs à matrice argileuses** présentant des caractéristiques mécaniques **globalement faibles à moyennes voire très localement quelques passées médiocres** (comme en P21) sur environ 0,40 à 9,00 m de profondeur.

Les anomalies argileuses repérées au droit de certain de nos sondages et essais sont vraisemblablement en lien avec des anomalies karstiques.

Au-delà, nos sondages et essais ont rencontré **le substratum marno-calcaire à calcaire compact à fracturé à quelques passées argileuses à marneuses** aux **très bonnes** caractéristiques mécaniques.

Il est à noter que nos sondages ont parfois rencontré des passées argileuses au sein de ce substratum marno-calcaire à calcaire.

Dans un tel substratum, d'autres **anomalies de type karstique** (poches ou fissures, remplies d'argile ou non) sont susceptibles d'être mises à jour.

Pour rappel, aucun niveau d'eau n'a été rencontré au droit de nos sondages et essais. Il ne sera cependant pas à exclure de rencontrer des arrivées d'eau en phase chantier dues à des circulations anarchiques en contexte de coteau.

Remarques préliminaires :

L'analyse de nos sondages a permis de mettre en évidence la présence d'un horizon argileux à $\pm$ de bocs aux caractéristiques mécaniques faibles à moyennes reposant sur le substratum calcaire.

Nos sondages et essais ont rencontré le toit du substratum calcaire à des profondeurs variables environ 0,40 à 9,00 m de profondeur.

Les surprofondeurs argileuses sont en lien avec des anomalies de type karstique.

Notre campagne de sondages dans le cadre de cette mission G2 AVP+PRO a permis d'étudier ces secteurs d'anomalies / de profondes poches argileuses et de tenter de délimiter au mieux l'étendue de ces profondes argileuses repérées lors des précédentes investigations.

.../...

Pour rappel, le futur bâtiment est conçu en RdC sur un niveau de sous-sol partiel. D'après les plans en notre possession le niveau bas fini RdC est projeté à la cote +845,50 NGF ce qui induira des remblaiements jusqu'à 2,10 m et des terrassements jusqu'à environ 1,10 m de hauteur.

Pour la partie prévue en R-1, le niveau bas fini est projeté à la cote + 841,10 NGF ce qui induira des terrassements jusqu'à environ 3,40 m.

On pourrait **étudier** dans un premier temps la réalisation de **fondations superficielles à semi-profondes par des semelles et/ou des massifs sur gros béton voire des puits blindés ancrés dans le substratum calcaire à marno-calcaire**. Cependant, étant donné le contexte karstique les profondeurs d'ancrage seront parfois trop importantes ce qui rendrait ce mode de fondation soit impossible soit pas intéressant techniquement et économiquement.

Nous détaillons dans le tableau ci-après les profondeurs d'ancrage si on envisagerait des fondations au calcaire en fonction du TN actuel et du futur NF pour chaque sondages et essais :

N°	Profondeur d'assise /TN	Profondeur d'assise /NF	N°	Profondeur d'assise /TN	Profondeur d'assise /NF
P1	-4,90 m	-4,40 m	P2	-4,90 m	-4,75 m
P3	-1,90 m	- 2,30 m	P4	-4,70 m	-4,75 m
P5	-3,30 m	-3,15 m	P6	-1,70 m	-2,60 m
P7	-1,50 m	-2,00 m	P8	-0,90 m*	-3,00 m
P9	-2,50 m	-4,50 m	P10	-1,70 m	-2,90 m
P11	-0,90 m*	-1,10 m	P12	-0,90 m*	-1,85 m
P13	-1,70 m	-3,20 m	P14	-3,30 m	-0,90 m*
P20	-2,50 m	-2,30 m	P21	-9,30 m	-8,70 m
P22	-2,30 m	-1,70 m	P23	-6,90 m	-7,05 m
P24	-1,30 m	-1,10 m	P25	-4,30 m	-4,20 m
P26	-2,70 m	-0,90 m*	P27	-3,30 m	-2,70 m
P28	-4,70 m	-4,10 m	P29	-2,10 m	-1,50 m
P30	-2,90 m	-3,20 m	P31	-3,30 m	-3,35 m
P32	Anomalie argileuse**	Anomalie argileuse**	P33	-1,70 m	-1,50 m
P34	-3,50 m	-3,90 m	P35	-5,50	-5,90 m
P36	-1,20 m	-1,80 m	P37	-3,90 m	-0,90 m*

*Ancrage minimal à la cote hors-gel (-0,90 m/NF)

**Substratum calcaire non rencontré au droit cet essai ou sondage

.../...

N°	Profondeur d'assise /TN	Profondeur d'assise /NF	N°	Profondeur d'assise /TN	Profondeur d'assise /NF
P38	-3,20	-0,90 m*	P39	-3,30 m	-1,30 m
P39 BIS	-5,50 m	-3,40 m	P39 TER	-3,10 m	-2,00 m
P40	-5,70 m	-3,60 m	P41	-3,40 m	-0,90 m*
P42	Anomalie argileuse**	Anomalie argileuse**	P43	Anomalie argileuse**	Anomalie argileuse**
S1	-3,30 m	-2,70 m	S2	-6,60 m	-4,40 m
SP10	-4,60 m	-4,00 m	SP11	-2,70 m	-2,70 m
SP12	-6,80 m	-4,45 m	1	-3,30 m	-4,40 m
2	-0,90m*	-1,70 m	3	-0,90 m*	-1,45 m
3 BIS	-1,30 m	-2,00 m	4	-0,90 m*	-1,70 m
5	-2,60 m	-3,65 m	6	-1,60 m	-2,80 m
7	-1,80 m	-3,10 m	8	-0,90 m*	-2,50 m
9	-0,90 m*	-1,95 m	10	-3,80 m	-4,50 m
11	-0,90 m*	-1,40 m	12	-0,90 m*	-1,80 m
13	-2,50 m	-3,90 m	14	Anomalie argileuse**	Anomalie argileuse**
15	-1,60 m	-3,40 m	16	-2,40 m	-4,30 m
17	-3,60 m	-1,40 m	18	-2,50 m	-0,90 m*
19	-9,80 m	-7,50 m	20	-4,30 m	-1,55 m
21	-0,90 m**	-2,30 m	22	-0,90 m**	-2,30 m
23	-1,50 m	-3,10 m	24	-6,90 m	-8,30 m
25	-0,90 m*	-1,85 m	26	-1,20 m	-2,10 m
27	-1,50 m	-2,25 m	28	-1,10 m	-1,70 m
29	-1,20 m	-1,95 m	30	-1,00 m	-1,90 m
31	-1,80 m	-2,65 m	32	-2,90 m	-3,50 m
33	-7,80 m	-4,40 m	34	-2,80 m	-0,90 m*
35	-6,30 m	-4,50 m	36	-3,00 m	-0,90 m*
37	-3,60 m	-0,90 m*	38	Anomalie argileuse**	Anomalie argileuse**
39	-0,90 m*	-1,35 m	40	-1,50 m	-2,30 m

*Ancrage minimal à la cote hors-gel (-0,90 m/NF)

**Substratum calcaire non rencontré au droit cet essai ou sondage

.../...

N°	Profondeur d'assise /TN	Profondeur d'assise /NF	N°	Profondeur d'assise /TN	Profondeur d'assise /NF
41	-0,90 m*	-1,40 m	42	-2,50 m	-3,35 m
43	-4,30 m	-4,75 m	44	Anomalie argileuse**	Anomalie argileuse**
45	-3,70 m	-4,10 m	46	-2,00 m	-3,00 m
47	-3,30 m	-0,90 m*	48	-3,70 m	-4,50 m
49	-0,90 m*	-1,45 m	50	Anomalie argileuse**	Anomalie argileuse**
51	Anomalie argileuse**	Anomalie argileuse**	52	-3,60 m	-2,70 m
53	Anomalie argileuse**	Anomalie argileuse**	54	-2,30 m	-2,60 m
55	-2,30 m	-2,70 m	56	-2,80 m	-3,85 m
57	-1,40 m	-1,90 m	58	-0,90 m*	-1,70 m
59	-3,90 m	-4,00 m	60	-1,80 m	-2,10 m
61	-2,30 m	-3,25 m	62	-5,20 m	-5,10 m
63	Anomalie argileuse**	Anomalie argileuse**	64	Anomalie argileuse**	Anomalie argileuse**
65	-2,50 m	-2,40 m	66	-7,10 m	-7,20 m
67	-3,10 m	-3,30 m	68	Anomalie argileuse**	Anomalie argileuse**
69	Anomalie argileuse**	Anomalie argileuse**	70	-3,50 m	-3,90 m
71	Anomalie argileuse**	Anomalie argileuse**	72	-2,70 m	-3,00 m
73	Anomalie argileuse**	Anomalie argileuse**	74	Anomalie argileuse**	Anomalie argileuse**
75	-6,30 m	-6,45 m	76	Anomalie argileuse**	Anomalie argileuse**
77	-4,30 m	-0,90 m*	78	-6,30 m	-6,80 m
79	-2,00 m	-2,55 m	80	-2,50 m	-4,00 m
81	Anomalie argileuse**	Anomalie argileuse**	82	-1,70 m	-3,00 m
83	-3,80 m	-5,20 m	84	Anomalie argileuse**	Anomalie argileuse**
85	-2,30 m	-4,30 m	86	-3,45	-0,90 m*
87	-2,20 m	-4,05 m	88	-4,00 m	-0,90 m*

*Ancrage minimal à la cote hors-gel (-0,90 m/NF)

**Substratum calcaire non rencontré au droit cet essai ou sondage

.../...

N°	Profondeur d'assise /TN	Profondeur d'assise /NF	N°	Profondeur d'assise /TN	Profondeur d'assise /NF
89	-3,30 m	-1,95 m	90	-6,80 m	-4,70 m
91	-5,30 m	-4,20 m	92	Anomalie argileuse**	Anomalie argileuse**
93	-3,60 m	-3,80 m	94	Anomalie argileuse**	Anomalie argileuse**
95	Anomalie argileuse**	Anomalie argileuse**	96	-2,20 m	-2,20 m
97	-3,80 m	-3,80 m	98	Anomalie argileuse**	Anomalie argileuse**
99	Anomalie argileuse**	Anomalie argileuse**	100	-2,80 m	-3,95 m
101	-2,10 m	-3,50 m	102	-0,90 m*	-1,25 m
103	-1,80 m	-2,30 m	104	-1,10 m	-1,70 m
105	-0,90 m*	-2,30 m	106	-6,00 m	-7,70 m
107	-6,50 m	-7,90 m	108	-1,50 m	-2,90 m
109	-0,90 m*	-1,70 m			

*Ancrage minimal à la cote hors-gel (-0,90 m/NF)

**Substratum calcaire non rencontré au droit cet essai ou sondage

On distinguera dans ces tableaux les sondages et essais où le substratum calcaire à marno-calcaire est rencontré :

- Entre 0,00 et -2,50 m/NF et qui sont surlignés en vert,
- Entre -2,50 et -3,00 m/NF et qui sont surlignés en orange,
- Au-delà de -3,00 m/NF et qui sont surlignés en rouge.

Pour rappel, il est possible que le refus à la pénétration au droit de nos essais pénétrométriques aient été rencontrés sur un ou des blocs dans les argiles d'altération et non au substratum calcaire.

Compte tenu de cette analyse et des tableaux précédents, on ne pourra pas envisager un mode de fondation superficiel à semi-profond uniquement ancré au sein du substratum calcaire à marno-calcaire car une bonne partie des sondages a rencontré le substratum calcaire au-delà de -2,50 m/NF à -3,00 m/NF voire plus profond.

.../...

On pourrait par contre envisager **un mode de fondation mixte** avec d'une part **des fondations superficielles à semi-profondes ancrées dans le substratum calcaire à marno-calcaire (ancrage jusqu'à -2,50 voire -3,00 m/NF)** et d'une autre part des **fondations superficielles de type semelles et/ou massifs ancrées au sein d'une plateforme de substitution partielle (bandes de substitution)** dans les zones où le substratum calcaire a été rencontré trop profondément par rapport au niveau fini NF voire pas du tout. *A noter que le calcaire a parfois été rencontré peu profondément mais du fait des remblais de mise à niveau celui-ci se retrouve parfois plus profondément par rapport au NF.*

Il appartiendra aux responsables du projet de déterminer si les zones avec un ancrage au substratum calcaire entre -2,50 et -3,00 seront économiquement plus intéressantes ancrées au substratum calcaire ou bien dans les bandes de substitution (*ratio économique entrant les volumes de gros béton et cout des terrassements /plateformes à mettre en œuvre*).

Dans le même principe on pourrait également opter pour généraliser la solution de fondations **ancrées au sein d'une plateforme de substitution partielle (bandes de substitution)**.

Remarque : on pourrait également prévoir d'abaisser le niveau bas fini pour que davantage de zones puissent être ancrées au substratum et non dans les bandes de substitution. Il appartiendra aux responsables du projet d'étudier si cette solution est viable. Dans ce cas une mission G2PRO complémentaire ou G3 est nécessaire pour valider l'évolution technique du projet.

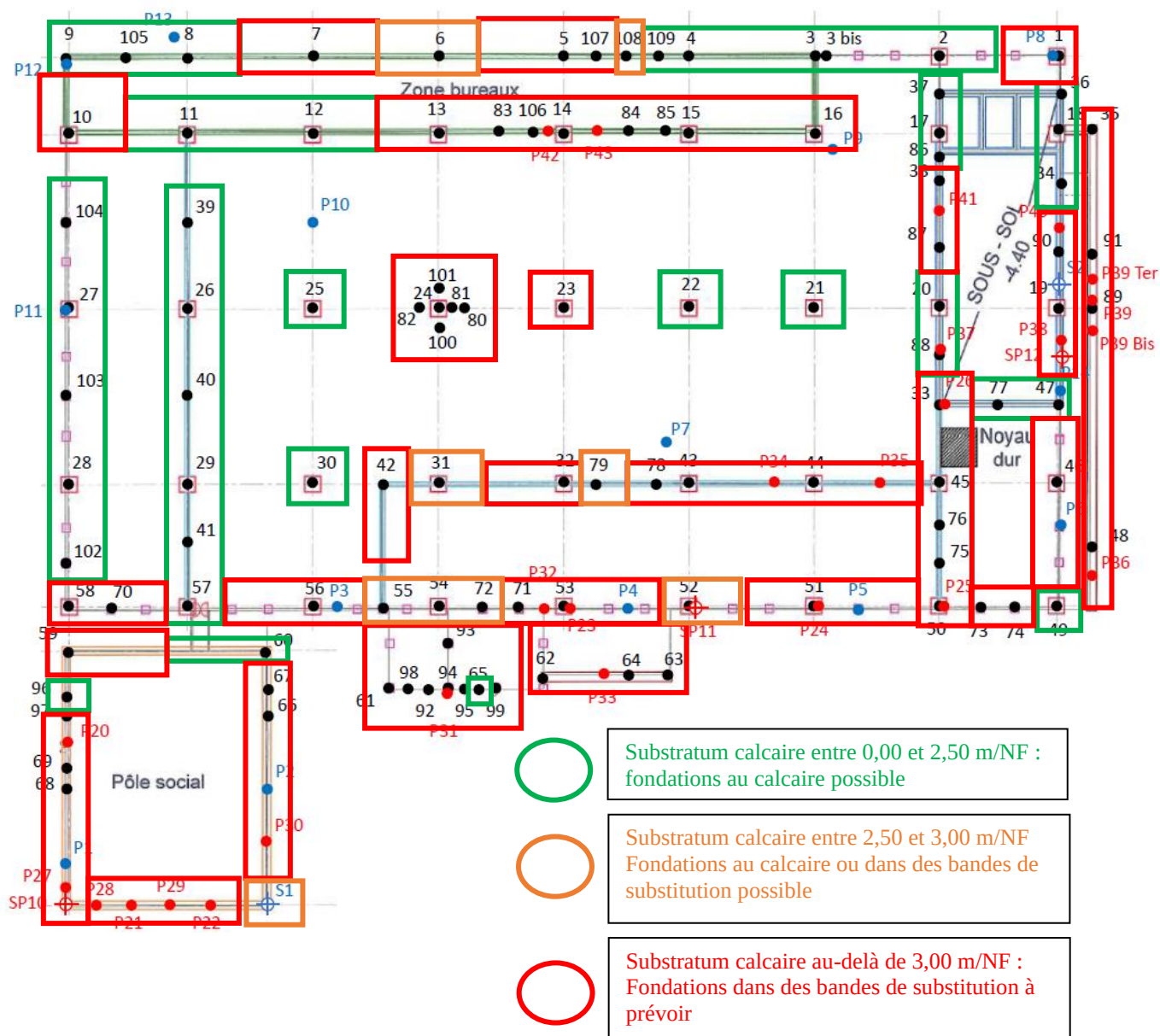
On pourra réaliser ce mode de fondation mixte sous réserve de **limiter la contrainte admissible sous fondation à 2,0 bars aux ELS** même au sein du substratum calcaire pour éviter tout tassement différentiel qui pourrait être important et non acceptable par la structure. *Rappelons également que pour un même bâtiment il convient de retenir une seule et même contrainte admissible.*

Précisons également qu'au droit d'une même semelle filante, on ne pourra pas envisager un ancrage mixte dans le substratum calcaire et dans les plateformes de substitution. Dans ce cas, il sera nécessaire de **prévoir un matelas sous fondation 0,30 m sous les parties fondées au calcaire** pour éviter un phénomène de point dur. La solution mixte n'est valable que pour des appuis ponctuels uniquement au calcaire, et pour des bandes de substitution dans les zones argileuses et/ou au droit des semelles filantes avec hétérogénéité de sol (argile et calcaire)

En cas de zone localisée où les argiles sont complètement décomprimées et présentent des caractéristiques mécaniques très médiocres, comme en P21, **il sera nécessaire d'envisager des adaptations structurelles (ferraillage de la semelle en conséquence).** Dans ces conditions, **on devra dimensionner les semelles filantes en condition de fontis sur la portion concernée par l'anomalie localisée.** Un pontage ne semble pas judicieux puisque de part et d'autre de l'anomalie rencontrée en P21 nous avons constatée des argiles sans retrouver de calcaire peu profond.

.../...

A titre indicatif nous donnons sur le plan ci-après, la localisation des différents modes de fondation prévus :



Dans tous les cas, on devra prévoir une mission G4 pour analyse de la consistance des fonds de forme sous plateforme de substitution.

Enfin comme évoqué ci-avant on pourrait également prévoir une plateforme de substitution généralisée sur l'ensemble du projet, voire même substitution générale dans les zones de remblais de mise à niveau importante et substitution partielle (bandes) dans les autres zones. On se basera sur les préconisations et schéma de la solution de substitution partielle d'une semelle filante avec fond de forme calcaire et fond de forme argileux (cf. paragraphe correspondant avec schéma page 33 notamment). Cette solution pourra être confirmée dans une mission G2 PRO complémentaire ou en phase EXE dans le cadre d'une mission G3 et/ ou G4 selon le choix retenu des responsables du projet.

.../...

Fondation de la structure :

<u>SOLUTION 1 :</u> Fondations superficielles ancrées au sein du substratum calcaire

Au vu de l'analyse des sondages, on peut retenir au droit de certains de nos sondages et essais un mode de fondations superficielles par des **semelles filantes ou isolées, et/ou des massifs**, ancrés **de 30 cm dans le calcaire fracturé ou dans le marno-calcaire et/ou de 20 cm dans le substratum calcaire compact**.

On s'ancrera **dans tous les cas au-delà** des argiles et des terrains remaniés.

On respectera au minimum la cote hors gel soit environ 0,90 m/TN.

On limitera la contrainte admissible à **2 bars** à l'ELS.

La largeur des fondations devra être au minimum de 40-50 cm pour les semelles filantes et de 60-80 cm pour les appuis ponctuels pour s'assurer d'un bon contact sous fondations.

A titre indicatif, pour chaque sondage, par rapport au **TN actuel et par rapport aux NF**, cela conduirait aux profondeurs suivantes, ancrage de 20-30 cm compris :

N°	Profondeur d'assise /TN	Profondeur d'assise /NF	N°	Profondeur d'assise /TN	Profondeur d'assise /NF
P3	-1,90 m	- 2,30 m	P6	-1,70 m	-2,60 m
P7	-1,50 m	-2,00 m	P8	-0,90 m*	-3,00 m
P10	-1,70 m	-2,90 m	P10	-1,70 m	-2,90 m
P11	-0,90 m*	-1,10 m	P12	-0,90 m*	-1,85 m
P14	-3,30 m	-0,90 m*	P20	-2,50 m	-2,30 m
P22	-2,30 m	-1,70 m	P24	-1,30 m	-1,10 m
P26	-2,70 m	-0,90 m*	P27	-3,30 m	-2,70 m
P29	-2,10 m	-1,50 m	P33	-1,70 m	-1,50 m
P36	-1,20 m	-1,80 m	P37	-3,90 m	-0,90 m*
P38	-3,20	-0,90 m*	P39	-3,30 m	-1,30 m
P39 TER	-3,10 m	-2,00 m	P41	-3,40 m	-0,90 m*

.../...

N°	Profondeur d'assise /TN	Profondeur d'assise /NF	N°	Profondeur d'assise /TN	Profondeur d'assise /NF
S1	-3,30 m	-2,70 m	SP11	-2,70 m	-2,70 m
2	-0,90m*	-1,70 m	3	-0,90 m*	-1,45 m
3 BIS	-1,30 m	-2,00 m	4	-0,90 m*	-1,70 m
6	-1,60 m	-2,80 m	8	-0,90 m*	-2,50 m
9	-0,90 m*	-1,95 m	11	-0,90 m*	-1,40 m
12	-0,90 m*	-1,80 m	17	-3,60 m	-1,40 m
18	-2,50 m	-0,90 m*	20	-4,30 m	-1,55 m
21	-0,90 m**	-2,30 m	22	-0,90 m**	-2,30 m
25	-0,90 m*	-1,85 m	26	-1,20 m	-2,10 m
27	-1,50 m	-2,25 m	28	-1,10 m	-1,70 m
29	-1,20 m	-1,95 m	30	-1,00 m	-1,90 m
31	-1,80 m	-2,65 m	34	-2,80 m	-0,90 m*
36	-3,00 m	-0,90 m*	37	-3,60 m	-0,90 m*
39	-0,90 m*	-1,35 m	40	-1,50 m	-2,30 m
41	-0,90 m*	-1,40 m	46	-2,00 m	-3,00 m
47	-3,30 m	-0,90 m*	49	-0,90 m*	-1,45 m
52	-3,60 m	-2,70 m	54	-2,30 m	-2,60 m
55	-2,30 m	-2,70 m	57	-1,40 m	-1,90 m
58	-0,90 m*	-1,70 m	60	-1,80 m	-2,10 m
65	-2,50 m	-2,40 m	72	-2,70 m	-3,00 m
77	-4,30 m	-0,90 m*	79	-2,00 m	-2,55 m
82	-1,70 m	-3,00 m	86	-3,45	-0,90 m*
88	-4,00 m	-0,90 m*	89	-3,30 m	-1,95 m
96	-2,20 m	-2,20 m	102	-0,90 m*	-1,25 m
103	-1,80 m	-2,30 m	104	-1,10 m	-1,70 m
105	-0,90 m*	-2,30 m	108	-1,50 m	-2,90 m
109	-0,90 m*	-1,70 m			

* Cote minimale d'ancrage à -0,90 m (cote hors gel du secteur),

Nous n'avons indiqué ici que les sondages et essais avec un potentiel ancrage au calcaire.

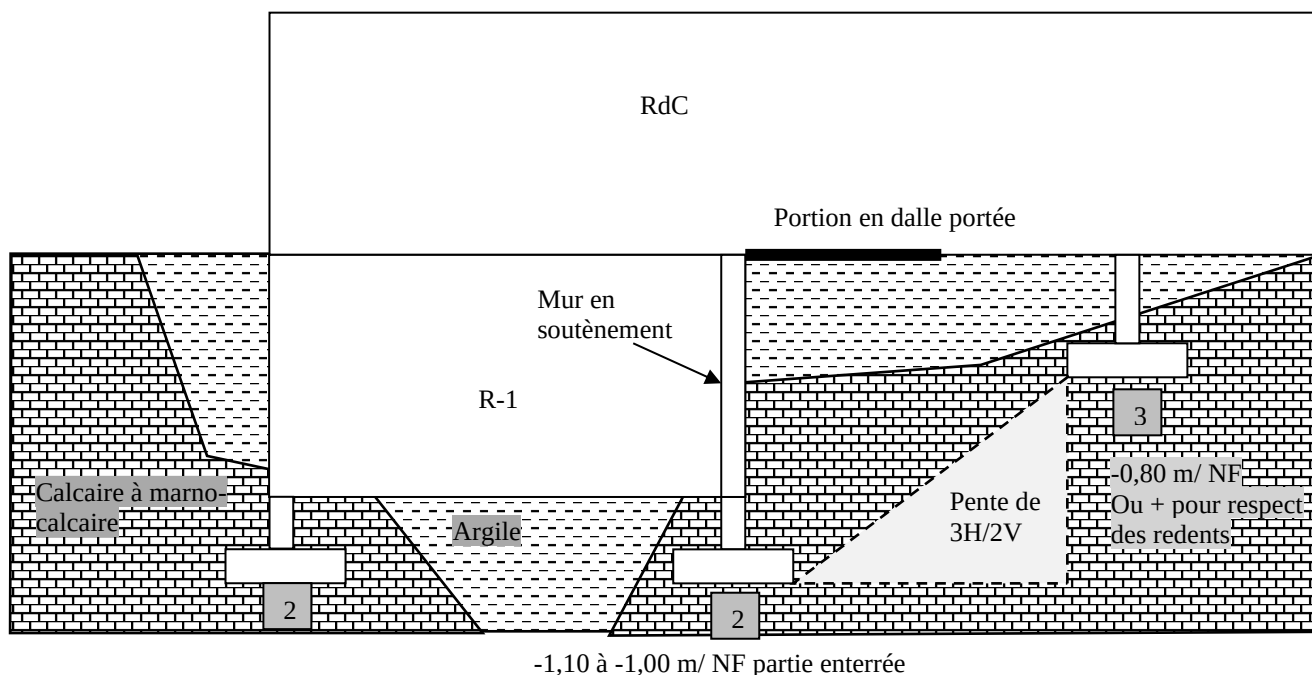
.../...

Etant donné que le projet est conçu avec un sous-sol partiel, on devra respecter le schéma ci-après :

Cote minimal d'ancrage par rapport au niveau extérieur fini

(**) Cote minimale partie enterrée (ancrage + structure sous dallage + dallage) 1

(***) Cote susceptible d'être approfondie pour respecter les redents (voir ci-après) 2
notamment selon le mode de fondations (calcaire ou substitution de sol)



-1,10 à -1,00 m/ NF partie enterrée

Schéma de principe

Les poches ou surépaisseurs **d'argiles molles ou autres terrains meubles** devront impérativement être **purgées et substituées par un gros béton**.

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

Un blindage des fouilles pourrait être nécessaire selon la profondeur de celles-ci, en cas de faible cohésion des argiles et/ou en présence d'eau.

Ponctuellement, le **recours à des adaptations de structures** de type poutre ou porte à faux, pourra être nécessaire, **afin de franchir certaines anomalies argileuses**.

L'ancrage de ces adaptations devra être au substratum calcaire, de part et d'autre des anomalies.

.../...

Malgré le nombre de sondages réalisés, rappelons que compte tenu du contexte karstique prononcée d'autres anomalies pourraient être rencontrées (fissures, veines argileuses, autre anomalie localisée). Les anomalies localisées peuvent être très profondes et peu étendue alors une solution de fondations profondes ne résoudrait peut-être pas le problème.

Si des anomalies argileuses sont étendues, et que des adaptations structurelles ne sont pas envisageables, le mode de fondation pourrait être à revoir (par exemple généralisation de la plateforme substitution de sol).

Si à l'ouverture des fondations et/ou lors des terrassements des pleines masses, des anomalies sont mises en évidence il conviendra dès lors de mener une étude spécifique de type G3 voire G5, avec sondages destructifs de contrôle au droit des appuis concernés afin de vérifier la profondeur et la qualité dudit substratum calcaire. Ces investigations complémentaires permettraient de vérifier l'absence d'anomalies importantes, ou bien, dans les secteurs concernés de cerner leur géométrie, pour étudier des adaptations structurelles ou se réorienter sur le mode de fondation.

Calcul de tassements des fondations :

La détermination des calculs de tassements a été réalisée conformément à l'annexe H de la norme NFP94-261.

A titre indicatif nous donnons dans le tableau ci-dessous, les tassements à attendre (*calculés à partir des sondages pressiométriques*) en fonction des dimensions des fondations (*massifs ou semelles*) et leurs descentes de charges qui nous ont été transmises et pour **une contrainte admissible des sols à 2 bars aux l'ELS** (caractéristiques et quasi-permanent).

Dimensions (m)	Descentes de charges totales ELS	Tassements (cm)
Semelles isolées		
0,60 x 0,60 x 0,30h	7 t	0,05 à 0,10
1,70 x 1,70 x 0,30h	58 t	0,10 à 0,20
Semelles filantes		
0,50x 0,30h	5 t/ml	0,05 à 0,10
0,50x 0,30h	8 t/ml	0,05 à 0,10
0,80x 0,30h	15 t/ml	0,10 à 0,15
0,80x 0,30h	15,5 t/ml	0,10 à 0,15

En conclusion, les massifs et semelles filantes ancrés dans le **substratum calcaire fracturé à compact voire marno-calcaire** devraient générer des tassements acceptables par la structure de l'ordre de **0,05 à 0,20 cm** et des tassements différentiels de l'ordre de **0,15 cm**.

.../...

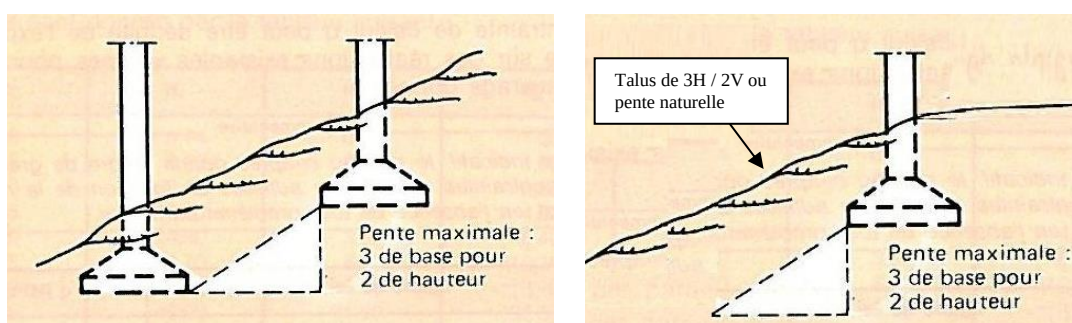
Redent :

Il conviendra de respecter une **pente maximale Horizontale / Verticale de 3H / 2V entre les fondations projetées descendues à des niveaux différents.**

Pour la partie en RDC, il conviendra d'éloigner suffisamment les appuis pour éviter qu'ils interfèrent avec le mur enterré du R-1 (ou le dimensionner pour reprendre les charges générées), ou bien il faudra descendre les fondations projetées au moins au niveau du bas du R-1.

Compte tenu du contexte en pente de la zone d'étude **on veillera à respecter une pente maximale Horizontale / Verticale de 3H / 2V à partir de l'arrête d'assise de fondation, en veillant à ce que cette pente ne ressorte pas dans la pente naturelle. Il en est de même avec les plateformes.**

Pour rappel, coté aval les talus devront être couchés à partir d'un débord minimal de 1,5 m pris par rapport aux bords extérieurs du dallage.



Schémas de principe

.../...

SOLUTION 2 :
Substitution partielle

En cas d'anomalies argileuses profondes et/ou étendues du substratum calcaire, nous développerons ci-après une solution de **fondations superficielles de types semelles et/ou massifs établies au sein de bandes de substitution (substitution partielle)**.

Raepplons qu'on pourrait opter également pour une substitution générale. Les épaisseurs de structure présentées ci-après resteront inchangées

Ces bandes de substitution reposeront soit sur des argiles d'altération, soit localement sur le substratum calcaire fracturé ou compact voire marno-calcaire.

Cette technique implique de purger le terrain naturel jusque vers -1,90 m (*1,00 m de structure + hors gel*) par rapport au niveau ± 0.00 du projet afin d'interposer entre le terrain naturel et l'assise des fondations **une plateforme de substitution épaisse de 1,00 m minimum**, constituées de 70 cm de blocage 0-150 à 0-200 mm puis de 30 cm de tout venant type 0-31,5 mm.

Etant donné que le niveau fini du futur bâtiment est parfois prévu au-dessus du terrain naturel actuel, on devra s'assurer que la terre végétale et les terrains argileux lâches seront purgés avant le montage des remblais de mise à niveau et/ou de la plateforme de substitution.

Lors de la réalisation des pleines masses des bandes de substitution, 3 types de fonds de forme seront rencontrés.

- Des fonds de forme meuble mais assez consistant (ou argiles en place consistantes) :

Pour ces fonds de forme consistants, avant le montage de la structure on le **compactera** et on mettra en œuvre un **géotextile**. *En cas de fond de forme constitué de remblais de blocs, le géotextile ne sera pas nécessaire.*

- Des fonds de forme très meubles (argiles en place molles) :

Pour ces fonds de forme lâches, la réalisation d'un **cloutage*** avec du brut de minage de type 0-300 à 100-500 mm sera nécessaire, notamment par temps humides. **Une fois les fonds de forme renforcés** on pourra mettre en œuvre le blocage.

**La réalisation du cloutage peut entraîner un terrassement supplémentaire de l'ordre de 20 cm minimum selon l'incorporation des blocs grossiers dans les fonds de forme. En cas de cloutage le géotextile n'est plus nécessaire.*

.../...

- Des fonds de forme rocheux :

En cas de fond de forme rocheux étendu (et pas simplement en cas de simple pointement rocheux), on pourra purger le substratum calcaire uniquement jusqu'à -0,30 m sous fondations, de manière à disposer un matelas de 30 cm de graves calibrées type 0-31,5 mm directement sur le substratum calcaire fracturé ou calcaire compact préalablement déstructuré sur 10-15 cm. *Le géotextile ne sera pas nécessaire.* Ce matelas de 0/31,5 mm devra être mis en place en deux passes de 15 cm et dûment compactés. La 1^{ère} passe de 15 cm permettra l'accroche au substratum déstructuré laissé en place et l'autre passe permettra de refermer la plateforme sous fondations.

En cas de simple pointement rocheux, il conviendra de le purger jusqu'à -0,80 m sous fondations ceci afin d'éviter tout point dur et tassements différentiels. On montera directement ces 80 cm de structure (30 cm de graves calibrées type 0-31,5 ou 0-80 mm recouvrant 50 cm de blocage de type 0-150 à 0-200 mm) sur les calcaires fracturés ou calcaire compacts préalablement déstructurés sur 10-15 cm.

Remarque :

Comme expliqué en remarque préliminaire, étant donné le contexte karstique on s'attendra à rencontrer **sous une même semelle filante** des zones avec le substratum calcaire à faible profondeur et des surprofondeurs argileuses (où seront réalisés les plateformes de substitution partielles). Dans ce cas, on devra réaliser la plateforme de substitution également sous le linéaire des zones rocheuses, en veillant à réaliser un matelas sous les fondations superficielles d'une épaisseur de 30 cm en 0/31,5 mm (voir schéma ci-après) selon les préconisations énoncées ci-avant.

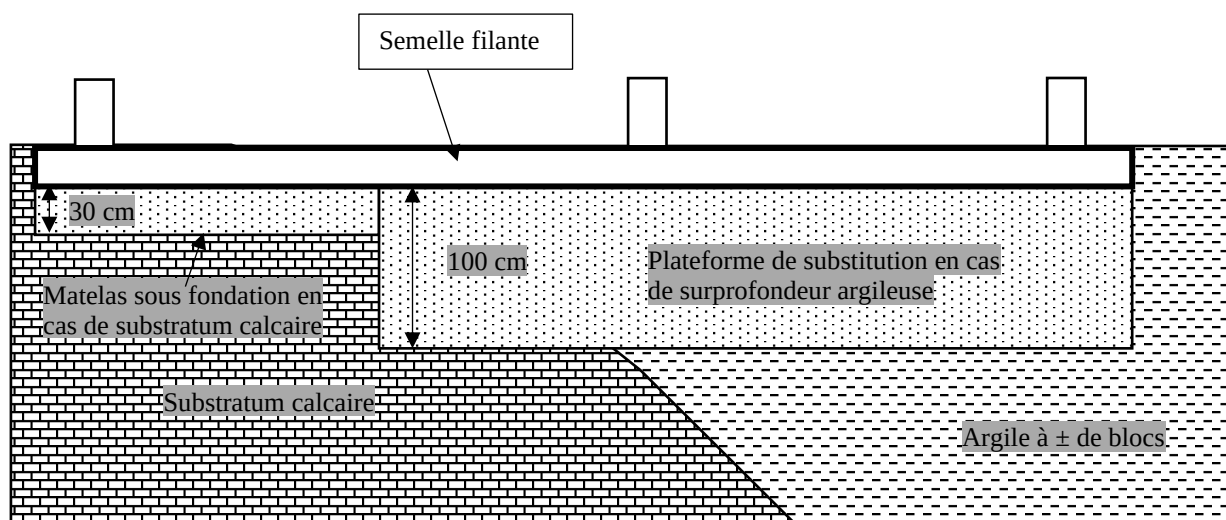


schéma de principe (sans échelle)

Cette plateforme devra présenter un débord de 1,00 m par rapport au bord extérieur des fondations.

En cas de bandes, celles-ci devront présenter un débord de 1,00 m par rapport au bord extérieur des semelles, et une largeur minimale de 3,00 m.

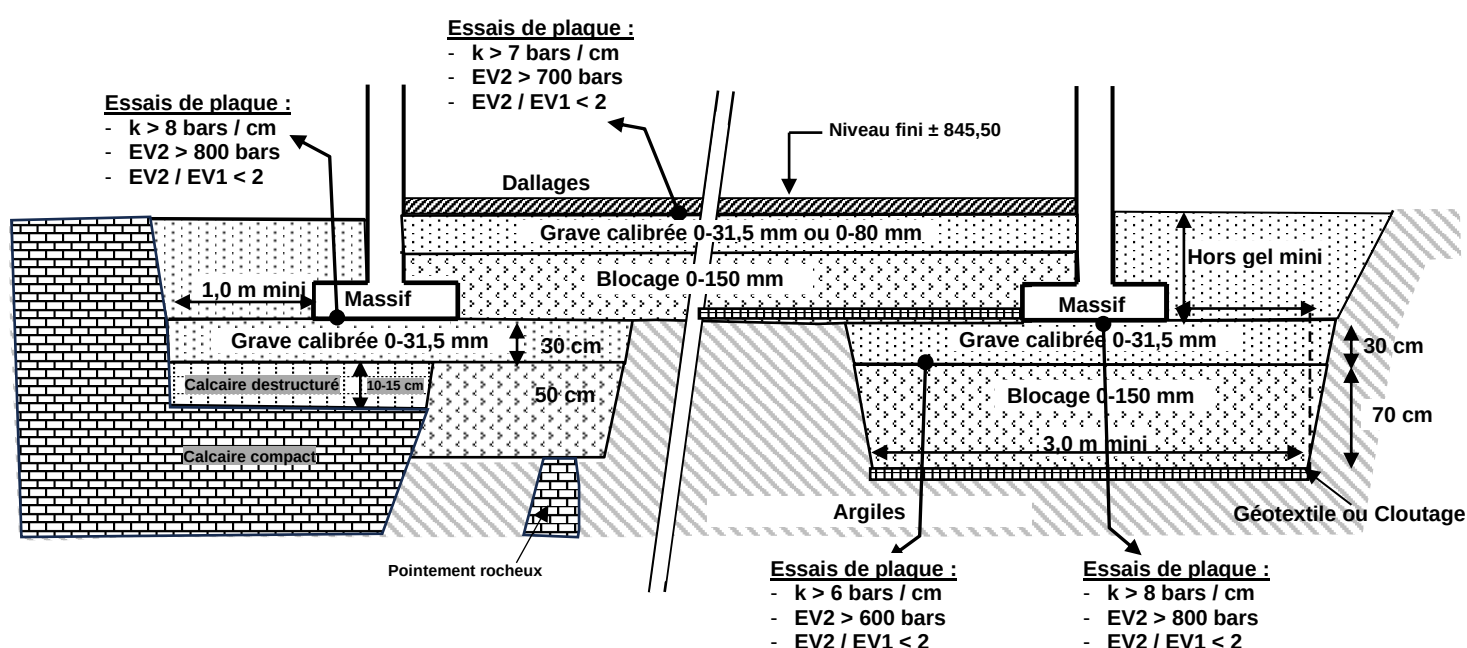
.../...

Des essais à la plaque réalisés au niveau de l'assise des fondations devront vérifier que :

$$k > 8 \text{ bars / cm, EV2} > 800 \text{ bars avec EV2 / EV1} < 2.$$

La réalisation de ces essais au niveau d'assise des fondations est impérative et doit constituer un point d'arrêt pour le chantier. Les essais devront être **répartis** sur les bandes de substitution sous fondations et réalisés en **nombre suffisant** (nombre et emplacement à définir au préalable entre le terrassier et le BE missionné en G4).

Si ces objectifs sont atteints, on pourra retenir pour des **semelles filantes ou isolées**, ainsi que pour des **massifs**, ancrés au hors gel dans la plateforme de substitution une contrainte admissible de **2 bars à l'ELS**.



Fondations sur substitution partielle (schéma de principe, sans échelle).

Une fois la plateforme réalisée et validée (par essais de plaques dans le cadre d'une mission G4), on devra s'assurer de ne pas amoindrir le matelas de graves calibrées 0/31,5 mm à l'ouverture des fouilles et on devra s'assurer d'avoir la bonne épaisseur de structure sous fondation.

Avant mise en œuvre des bandes de substitution, au vu du contexte, il est nécessaire de réaliser dans le cadre d'une mission G4 une vérification des fonds de forme afin de cibler au mieux les poches molles à purger ou à renforcer par cloutage ainsi que les zones rocheuses dans lesquelles les terrassements pourront être optimisés.

Il sera également nécessaire au préalable de vérifier l'ensemble des documents EXE pour s'assurer de la conformité des travaux de terrassements, talutages provisoires, et plans de fondations.

.../...

Détermination des tassements sous fondations :

A titre indicatif nous donnons dans le tableau ci-dessous, les tassements à attendre (*calculés à partir des sondages pressiométriques*) en fonction des descentes de charges et dimensions de fondations communiquées et selon la qualité du sol support (fond de forme).

N°	Dimensions (cm)	Charges	Tassements (cm)
Massifs isolées			
M1	1,70 x 1,70 x 0,30h	57,0 t	0,85 à 0,95
M2	0,60 x 0,60 x 0,30h	7,0 t	0,30 à 0,40
Semelles filantes			
SF1	0,80 x 0,30h	15,5 t/ml	0,60 à 0,70
SF2	0,80 x 0,30h	15,0 t/ml	0,55 à 0,65
SF3	0,50 x 0,30h	5,0 t/ml	0,30 à 0,40
SF4	0,50 x 0,30h	8,0 t/ml	0,35 à 0,45

En conclusion, ces fondations établies sur dans une plateforme de substitution correctement exécutée, devraient générer des **tassements absolus acceptables par la structure de l'ordre de 0,30 à 0,95 cm. Les tassements différentiels seront donc inférieurs au centimètre de l'ordre de 0,65 cm.**

- Vérification de la stabilité au poinçonnement des remblais :

Il est nécessaire de vérifier que les surcharges apportées par les remblais et le projet ne dépasseront pas la résistance admissible des terrains en place.

La résistance nette des sols est déterminée conformément la norme NFP 94-261 (Eurocode 7).

$$R_{v;d} = \frac{R_{v;k}}{\gamma_{R;d}} \quad \text{avec :} \quad R_{v;k} = \frac{A' q_{net}}{\gamma_{R;d;v}} \quad q_{net} = k_p p_{le}^* i_\delta i_\beta$$

Le calcul a été réalisé aux ELS (caractéristique et quasi-permanent) avec :

$$\gamma_{R;d;v} = 1,2 \text{ (méthode pressiométrique)} \quad \text{et} \quad \gamma_{R;d;v} = 2,3.$$

Nous allons donc vérifier la stabilité au poinçonnement des remblais dans les divers cas de figure possible (*fond de forme argileux consistants et fond de forme argileux lâche*).

.../...

- fond de forme consistant (argiles) :

Pour les calculs, nous avons pris en compte la valeur de pression limite effective **ple* de 8,0 bars** soit environ 800 KPa.

Nous avons également considéré un coefficient de portance faible de 0,8.

Par application,

$$\frac{Rv;d}{A'} = \frac{Kp \cdot ple^*}{\gamma R;d;v \cdot \gamma R;v} \quad \frac{Rv;d}{A'} = \frac{0,8 \cdot 800}{2,3 \cdot 1,2} \quad \frac{Rv;d}{A'} = 232 \text{ Kpa}$$

La résistance nette des sols argileux serait donc de 232 KPa (soit environ 23,2 t/m²).

Pour vérifier la stabilité au poinçonnement, la contrainte appliquée à ces terrains devrait être 1,5 fois inférieure à cette résistance admissible de 23,2 t/m², soit approximativement **15, 5/m²**.

Au niveau des bandes de substitution :

En considérant une substitution de l'ordre de 1,90 m dans des terrains argileux, les remblais mis en place devraient entraîner une surcharge supplémentaire de l'ordre de :

$$q_{\text{remblai}} = (\gamma_{\text{Remblais}} \times H_{\text{remblais}}) - (\gamma_{\text{argile}} \times H_{\text{argile}}) = (21 \times 1,90) - (17 \times 2,8) = \text{environ } 0,8 \text{ t/m}^2$$

avec :

H_{remblais} = hauteur de remblais totale de 1,90 m ;

H_{argile} = hauteur totale des matériaux argileux purgées (1,90 m) ;

γ_{Remblai} = masse volumique hypothétique des remblais 21 KN/m³ ;

γ_{argile} = masse volumique hypothétique des argiles 17 KN/m³.

Dans la zone la plus chargée du bâtiment nous avons sur une bande longue de 77,25 m, avec 7 appuis ponctuels chargés à 57 tonnes et une semelle filante chargée à 15,0 t/ml, soit une charge totale de 1529 tonnes.

Si l'on prend en compte des appuis carrés dimensionnés pour respecter une contrainte de 2 bars à l'ELS, ces derniers seront larges de 1,70 m (*voir p34*) et en considérant les débords de 1,0 m, la bande serait alors à minima large de 3,70 m. Si on prend en compte la semelle filante, pour une contrainte de 2,0 bars, elle serait large de 0,80 m (*voir p34*) et en considérant les débords de 1,0 m, la bande serait alors à minima large de 2,80 m soit 3,00 m comme expliqué ci-avant (*voir page 32*).

.../...

Pour une bande de 77,25 m de long et large de 3,70 m localement au droit de 7 massifs et large de 3,00 m le long de la semelle filante, on obtient une superficie de 240,1 m².

Si l'on applique ces 1529 tonnes sur ces 240,1 m² cela représente alors une surcharge de l'ordre de 6,4 t/m².

Soit :

$$Q_{\text{totale max}} = \text{environ } 0,8 + 6,4 \text{ t} = \text{environ } 7,2 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Soit : } Q_{\text{totale max}} \text{ inférieur à } \left(\frac{Rv ; d}{A'} \right) / 1,5 = 15,5 \text{ t/m}^2$$

Dans ce cas de figure avec un fond de forme argileux consistant, **la stabilité au poinçonnement est assurée sous plateforme de substitution.**

Sous dallages :

Les surcharges ne nous ont pas été communiquées mais elles devraient par hypothèse être de l'ordre de 1 t/m².

Soit :

$$Q_{\text{totale max}} = \text{environ } 0,8 + 1,00 \text{ t} = \text{environ } 1,8 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Soit : } Q_{\text{totale max}} \text{ inférieur à } \left(\frac{Rv ; d}{A'} \right) / 1,5 = 15,5 \text{ t/m}^2$$

Dans ce cas de figure avec un fond de forme argileux consistant, **la stabilité au poinçonnement est assurée sous dallages.**

.../...

- fond de forme lâches (argiles et/ou remblais) :

Pour les calculs, nous avons pris en compte la valeur de pression limite effective **ple* de 4,4 bars** soit environ 440 KPa (valeurs la plus défavorable mesurée en SP12).

Nous avons également considéré un coefficient de portance faible de 0,8.

Par application,

$$\frac{Rv;d}{A'} = \frac{Kp \cdot ple^*}{\gamma R;d;v \cdot \gamma R;v} \quad \frac{Rv;d}{A'} = \frac{0,8 \cdot 440}{2,3 \cdot 1,2} \quad \frac{Rv;d}{A'} = 127 \text{ Kpa}$$

La résistance nette des sols argileux serait donc de 127 KPa (soit environ 12,7 t/m²).

Pour vérifier la stabilité au poinçonnement, la contrainte appliquée à ces terrains devrait être 1,5 fois inférieur à cette résistance admissible de 12,7 t/m², soit approximativement **8,5 t/m²**.

Au niveau des bandes de substitution :

En considérant une substitution de l'ordre de 1,90 m dans des terrains argileux, les remblais mis en place devraient entraîner une surcharge supplémentaire de l'ordre de :

$$q_{\text{remblai}} = (\gamma_{\text{Remblais}} \times H_{\text{remblais}}) - (\gamma_{\text{argile}} \times H_{\text{argile}}) = (21 \times 1,9) - (17 \times 1,9) = \text{environ } 0,8 \text{ t/m}^2$$

avec :

H_{remblais} = hauteur de remblais totale de 1,90 m (substitution 1,90 m cas défavorable) ;

H_{argile} = hauteur totale des matériaux argileux purgées (1,90 m) ;

γ_{Remblai} = masse volumique hypothétique des remblais 21 KN/m³ ;

γ_{argile} = masse volumique hypothétique des argiles 17 KN/m³.

Dans la zone la plus chargée du bâtiment nous avons sur une bande longue de 77,25 m, avec 7 appuis ponctuels chargés à 57 tonnes et une semelle filante chargée à 15,0 t/ml, soit une charge totale de 1529 tonnes.

Si l'on prend en compte des appuis carrés dimensionnés pour respecter une contrainte de 2 bars à l'ELS, ces derniers seront larges de 1,70 m (voir p34) et en considérant les débords de 1,0 m, la bande serait alors à minima large de 3,70 m. Si on prend en compte la semelle filante, pour une contrainte de 2,0 bars, elle serait large de 0,80 m (voir p34) et en considérant les débords de 1,0 m, la bande serait alors à minima large de 2,80 m soit 3,00 m comme expliqué ci-avant (voir page 32).

Pour une bande de 77,25 m de long et large de 3,70 m localement au droit de 7 massifs et large de 3,00 m le long de la semelle filante, on obtient une superficie de 240,1 m².

.../...

Si l'on applique ces 1529 tonnes sur ces 240,1 m² cela représente alors une surcharge de l'ordre de 6,4 t/m².

Soit :

$$Q_{\text{totale max}} = \text{environ } 0,8 + 6,4 \text{ t} = \text{environ } 7,2 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Soit : } Q_{\text{totale max}} \text{ inférieur à } \left(\frac{Rv ; d}{A'} \right) / 1,5 = 8,5 \text{ t/m}^2$$

Dans ce cas de figure avec un fond de forme argileux lâche, **la stabilité au poinçonnement est assurée sous substitution.**

Rappelons la nécessité de prévoir une adaptation structurelle de la semelle filante dans les secteurs d'anomalie localisée, comme en P21 avec probable dimensionnement en condition de fontis et ferrailage des semelles en conséquence. Lors du constat des fond de forme en mission G4, le repérage de ces zones pourra être réalisée afin de cibler au mieux les portions/ linéaires concernées par ce renforcement structurel.

Sous dallages :

Les surcharges ne nous ont pas été communiquées mais elles devraient par hypothèse être de l'ordre de 1,0 t/m².

Soit :

$$Q_{\text{totale max}} = \text{environ } 0,8 + 1,00 \text{ t} = \text{environ } 1,8 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Soit : } Q_{\text{totale max}} \text{ inférieur à } \left(\frac{Rv ; d}{A'} \right) / 1,5 = 8,5 \text{ t/m}^2$$

Dans ce cas de figure avec un fond de forme argileux lâche, **la stabilité au poinçonnement est assurée sous dallages.**

.../...

Terrassements des pleines masses :

Pour rappel, le futur bâtiment est conçu en RdC sur un niveau de sous-sol partiel. D'après les plans en notre possession le niveau bas fini RdC est projeté à la cote +845,50 NGF ce qui induira des remblaiements jusqu'à 2,10 m et des terrassements jusqu'à environ 1,10 m de hauteur.

Pour la partie prévue en R-1, le niveau bas fini est projeté à la cote + 841,10 NGF ce qui induira des terrassements jusqu'à environ 3,40 m.

Les terrassements dans les 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, fraisage par exemple...) pourra être nécessaire en cas de blocs indurés et pour l'extraction des terrains calcaires.

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).

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

Il conviendra de prendre toutes les mesures nécessaires lors des travaux de terrassements et de compactage pour ne pas déstabiliser les existants avoisinants (bâtiments, voiries, réseaux ...).

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 sont en effet sensibles à l'eau, et leurs caractéristiques mécaniques tendent à chuter lorsqu'ils sont détrempés.

Il sera nécessaire de bien maîtriser toutes les venues d'eau en cours de chantier, notamment pour ne pas détériorer les fonds de forme, et de réaliser un **drainage périphérique en phase définitive**.

.../...

Les fonds de forme devront présenter une légère pente à chaque fin de journée. Un système de drainage en pied de talus est également nécessaire. 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 le chantier deviendra rapidement boueux et difficilement praticable par temps de pluie. Il faudra prévoir des problèmes de portance. **Il est vivement donc conseillé de travailler en période de beau temps sec.**

Talutages :

- Dans les **remblais et argiles d'altération**, les **talus provisoires** devront être couchés avec une pente Horizontale / Verticale de **3H / 2V** voire de 3H / 1V en cas de matériaux lâches ou bien à contrario 1H/1V en cas d'argiles consistantes.
- Dans le **rocher compact ou fracturé voire dans le marno-calcaire**, les talus pourront être sub-verticaux, avec un **léger fruit de type 1H / 5V** selon leur hauteur, et à condition de purger les blocs instables.

On limitera les talus à 3 m de hauteur dans les matériaux argileux meubles.

De manière générale, pour **les talus supérieurs à 3 m dans les matériaux meubles**, il conviendra de **réaliser une ou plusieurs risbermes pour assurer la stabilité des talus**. Cette banquette sera d'au moins 2,00 m de large. *Dans le cas contraire il faudra de réaliser un confortement sub-vertical en pied de talus de type gabions ou enrochements, voire parois spéciales selon la configuration définitive du projet.*

On limitera leur hauteur des talus dans les matériaux meubles à 3 m en phase provisoire.

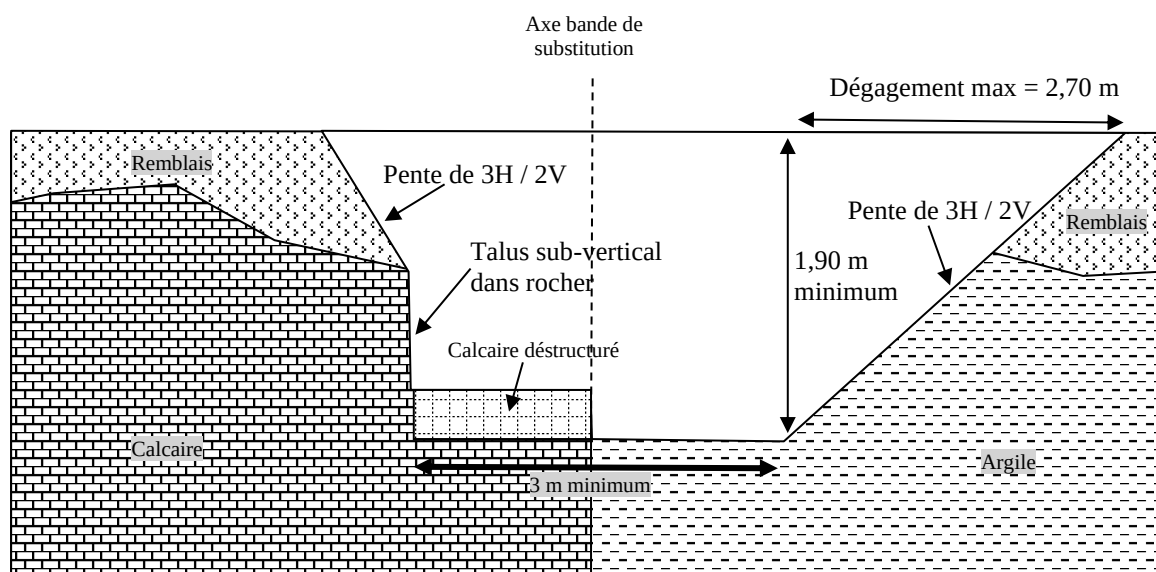
Pour les talus les plus hauts dans les matériaux meubles (> 3 m), il conviendra de **réaliser une ou plusieurs risbermes pour assurer la stabilité des talus haut de 3 m maximum**. Cette banquette sera d'au moins 2,00 m de large.

On évitera toute surcharge en amont de talus, même temporairement.

Il conviendra de bien maîtriser toutes les venues d'eau en cours de chantier. *Toutes les eaux devront être soigneusement drainées et évacuées hors de l'emprise du chantier.*

.../...

Ci-dessous, nous avons schématisé le profil des talutages provisoires des bandes de substitution en fonction de la nature des terrains à purger (calcaire ou bien remblai/argile).



Profils des talutages provisoires pour les bandes de substitution (schéma de principe)

En suivant ce principe, dans le cas le plus défavorable, pour une bande large de 3,70 m, profonde de 1,90 m et entièrement réalisée dans des matériaux argileux, l'emprise des terrassements en surface sera de l'ordre de 9,5 m de large ($3,7 + 2,9 + 2,9$ m).

Dès lors où le substratum calcaire sera rencontré l'emprise des terrassements diminuera. *En présence du rocher directement en surface l'emprise des terrassements ne sera que légèrement supérieure à 3 m (largeur minimale d'une bande).*

Par conséquent il apparaît plus judicieux de procéder à la réalisation d'une substitution partielle (bandes) qu'à une substitution générale, d'autant plus compte tenu de l'étendue du projet.

Talutages définitifs et remblaiements :

Les **talus définitifs** devront être couchés avec une **pente Horizontale / Verticale H / V de 3 / 2**, d'une hauteur maximale de 3 m, **végétalisés et drainés de manière correcte**, voire confortés par un enrochement ou gabions en pied. *A ce stade de l'étude nous ne pouvons définir les débits d'exhaure, et toutes les venues d'eau susceptibles d'être rencontrées.*

Dans le rocher compact ou fracturé les talus définitifs pourront être sub-verticaux, avec un **léger fruit de type 1H / 5V** selon leur hauteur, et à condition de purger les blocs instables.

.../...

Avant talutage, en cas de remblaiement au-dessus du TN, **le débord** de la plateforme devra être de 2,00 m minimum par rapport au bord extérieur des semelles, et par rapport au bord extérieur des dallages.

On évitera tout remblaiement directement dans les pentes (sujet au glissement). Les plateformes devront être encastrées totalement, et il conviendra de respecter une pente de 3H/2V entre le bord de la plateforme de substitution et les talus.

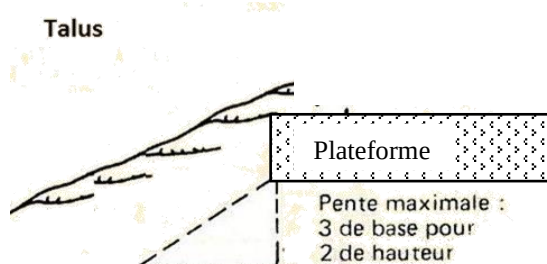


Schéma de principe

On réalisera les plateformes de remblais en 0-200 mm avec redent, selon le principe de remblaiement illustré ci-dessous (de 1 à 4) :

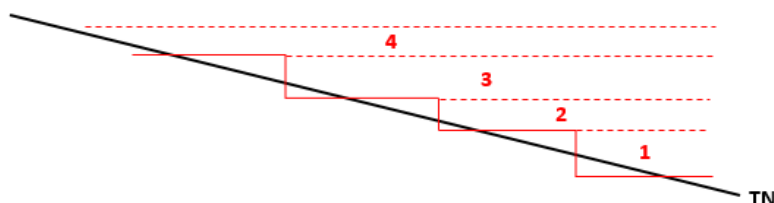


Schéma de principe du remblaiement

Il conviendra de réaménager le site en respectant au maximum la pente actuelle.

.../...

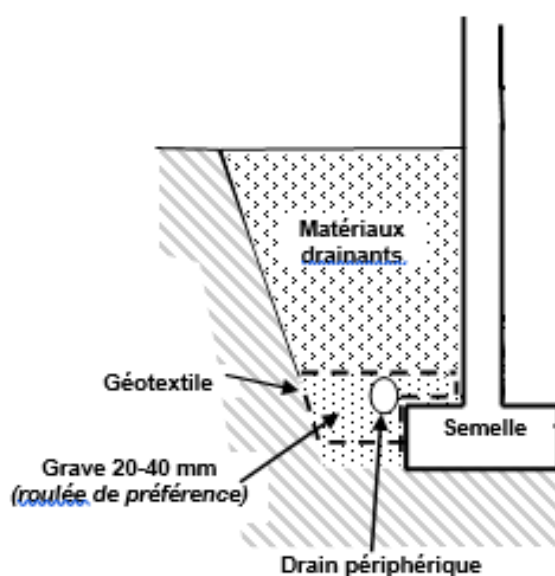
Parties enterrées :

Les éventuels murs enterrés devront être réalisés comme des murs de soutènement.

Les éventuelles parties enterrées devront être ceinturées par un dispositif drainant.

Il conviendra de prévoir un système de drains, avec collecte et évacuation des eaux vers un exutoire (avec probables drains plats, revêtement bitumineux, Delta MS et étanchéification le long des murs amont...).

A ce stade de l'étude nous ne pouvons définir les débits d'exhaure, et toutes les venues d'eau susceptibles d'être captées par ce dispositif drainant.



Drainage périphérique des parties enterrées (schéma de principe).

On pourra mettre en place des regards de visite de manière à s'assurer que les drains ne se colmatent pas dans le temps, et **éviter toute accumulation** le long des murs, sous dallages et dans le TN.

.../...

Préconisation vis-à-vis du retrait gonflement

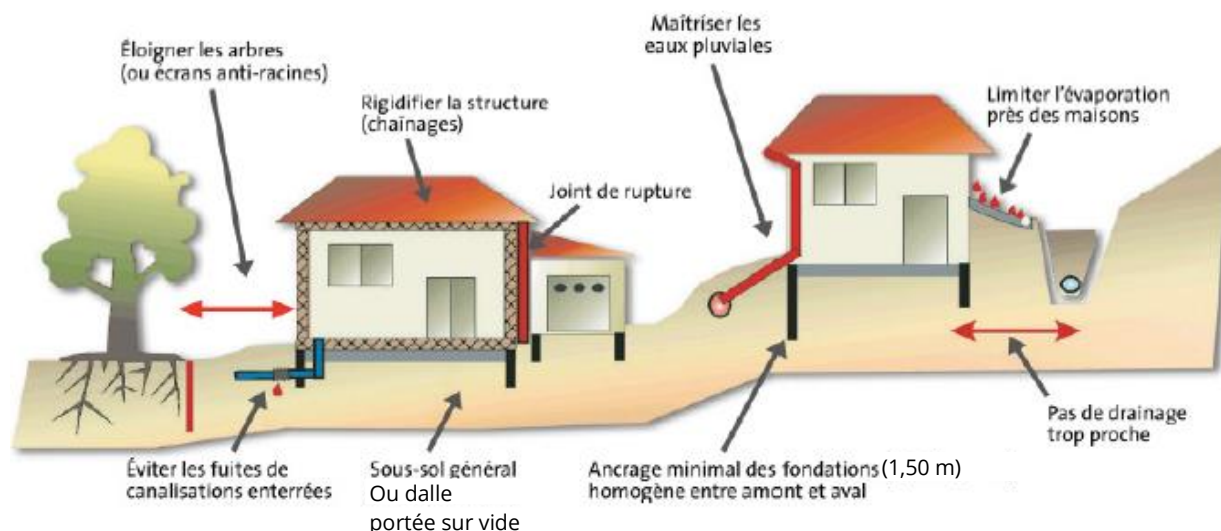
Par mesure préventive, il convient d'**éloigner les sources d'humidité**. Il convient en effet d'éloigner suffisamment de la construction toute zone humide ainsi que des éléments tels que les arbres, des drains et autres matériels de pompage. Il est également judicieux de prévoir la pose d'une géomembrane isolant le bâtiment du sol de manière à s'affranchir du phénomène saisonnier d'évapotranspiration. Il convient également de recourir à l'emploi de système non rigides, capable de subir des mouvements différentiels sans risque de rompre, pour les canalisations d'eau enterrées.

On devra prévoir d'imperméabiliser les abords de la construction avec formes de pentes à l'opposé de la construction pour éviter toute circulation en direction de la construction.

Il faudra éloigner la végétation de toute construction d'au moins 1,5 fois la hauteur des arbres ou haies. Dans le cas contraire un écran anti-racines devra être prévue proche de la végétation (arbres...).

Enfin pour les réseaux humides enterrés il faudra prévoir (AEP, EU, EP...) des réseaux souples ou suffisamment enterrés pour palier à toute cassure vers la construction.

Schéma bilan des dispositions constructives préventive en cas de risque de retrait-gonflement (source www.BRGM.fr) :



.../...

Dallages :

Compte tenu du risque de retrait-gonflement, **une solution de dalle portée, fondée comme le reste de la structure, serait à privilégier.**

Toutefois cette solution de dalle portée ne sera pas forcément la plus intéressante technico-économiquement.

Des dispositions devront être prises par les concepteurs du projet pour protéger les abords du bâtiment et prévoir une bonne gestion des eaux :

- Suffisamment épaissir les structures pour palier au maximum au phénomène de retrait-gonflement sous dallage ; dans les secteurs de bandes de substitution périphériques cette condition est par exemple remplie.
- Réaliser un débord de plateforme d'au moins 1,50 m par rapport au nu extérieur du bâtiment,
Réaliser une légère contre pente du fond de forme argileux à partir du bord du bâtiment en direction de l'opposé du bâtiment,
- En surface, réaliser une légère contre pente à l'opposé du bâtiment pour éviter toute circulation/ruissellement en direction du bâtiment,
- En surface, procéder à une imperméabilisation type béton désactivé sur une partie du pourtour du bâtiment ce qui évitera toute infiltration des eaux,
- Réaliser un drainage périphérique efficace couplé à des tranchées spécifiques éloignées du bâtiment (cf. DTU).

A titre indicatif, après purge des argiles lâches et terrains mous, et après compactage du fond de forme, les dallages pourront être mis en place sur une plateforme constituée de :

- géotextile anticontaminant (*voire cloutage des fonds de forme argileux lâches avec du brut de minage 0-300 à 0-500 mm, notamment par temps pluvieux*) ;
- matériaux de blocage type 0-150 à 0-200 mm, épaisseur : 50 cm minimum (*si fond de forme argileux ou de remblais et/ou pour rattraper les niveaux escomptés*)
ou calcaire compact en place **déstructuré au brise roche**, épaisseur : ≈ 10-15 cm
- grave calibrée type 0-31,5 mm, épaisseur : 25 à 30 cm minimum
(*25 cm si blocage sur fond de forme argileux ou de remblais, 30 cm si fond de forme rocheux déstructuré*)

**En cas de fond de forme rocheux le géotextile n'est plus nécessaire, par contre on veillera à bien déstructurer le rocher pour permettre l'accroche de la couche de 0/31,5 mm sous dallage.*

.../...

Des essais à la plaque vérifieront sous dallage (par hypothèse chargé à $<2,0 \text{ t/m}^2$) que :

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

Objectifs à ajuster en fonction des surcharges réellement développées.

*La réalisation de ces essais au niveau d'assise du dallage est impérative et doit constituer un point d'arrêt pour le chantier. Les essais devront être **répartis** sous dallages et réalisés en **nombre suffisant** du fait de la grande emprise (nombre et emplacement à définir au préalable entre le terrassier et le BE missionné en G4).*

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

- 60 à 150 bars dans les argiles ;
voire 40 à 60 bars dans les zones d'argile molles
- 700 à 1000 dans le substratum marno-calcaire ;
- 1000 à 1500 bars dans le substratum calcaires.

E_m : Module pressiométrique du sol

α : Coefficient rhéologique du sol

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

Remarque :

Il faudra prévoir des problèmes de portance et de traficabilité notamment en période pluvieuse. Il conviendra alors de recourir à la mise en œuvre d'un **blocage plus épais** et/ou d'un **cloutage** systématique des argiles molles avec du brut de minage type 0/300 à 100/500 mm voire plus grossiers (incorporé directement dans le fond de forme mou).

.../...

Voiries et parkings :

Après purge de la terre végétale, des argiles lâches et compactage du fond de forme, les voiries légères et parkings pourront être mis en place sur une plateforme constituée de :

- géotextile anticontaminant* (*voire cloutage des fonds de forme argileux lâche avec du brut de minage 0-300 à 0-500 mm, notamment en période pluvieuse*) ;
- matériaux de blocage type 0-200 mm, épaisseur : 35 cm **minimum** (*en cas de fond forme argileux*)
ou calcaire compact laissé en place déstructuré au brise roche sur 15-20 cm
- grave calibrée type 0-31,5 mm, épaisseur : 25 cm

**En cas de fond de forme rocheux le géotextile n'est pas nécessaire, par contre on veillera à bien déstructurer le rocher pour permettre l'accroche de la couche de 0/31,5 mm.*

Des essais à la plaque vérifieront sous voiries VL que :

$$k > 5 \text{ bars / cm, EV2} > 500 \text{ bars avec EV2 / EV1} < 2.$$

Pour les voiries lourdes et parking poids-lourds, on portera le blocage à 50 cm minimum (fond de forme argileux) et on pourra éventuellement rajouter une couche de 10 cm de grave traitée, et des essais à la plaque vérifieront que :

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

**Objectifs à ajuster en fonction du trafic, de la fréquence et des surcharges réellement développées par le projet.*

Remarque :

Que ce soit pour les dallages et les voiries, en cas de fond de forme argileux mou étendu, il faudra prévoir des problèmes de portance et de traficabilité notamment en période pluvieuse. Il conviendra alors de recourir à la mise en œuvre **d'un blocage plus épais** ou **d'un cloutage** des fonds de forme médiocres avec du brut de minage type 0/300 à 100/500 mm ou plus grossiers (incorporé directement dans le sol support mou).

Notons que la réalisation d'un cloutage peut impliquer un terrassement supplémentaire d'environ 20-30 cm selon l'incorporation des éléments grossiers dans les fonds de formes. Une fois ces fonds de forme renforcés on pourra monter la structure en blocage puis en tout-venant (graves calibrées type 0-31,5 mm).

.../...

Classification sismique du sol :

Eurocode 8 (Mai 2011) :

- Zone de **sismicité 3 modérée**, d'après le Nouveau Zonage Sismique ;
- **Sol de Classe E** : Substratum calcaire reposant sur plus de 5 m d'argiles de moins bonne qualité,
- Catégorie d'importance II (*à confirmer par le maitre d'ouvrage*) ;
- Valeur de l'accélération horizontale **ag= 1,1 m/s²** ;
- Paramètre de sol S = 1,8 (NF EN 1998-1) pour une classe de sol E.

Lors de la réalisation des travaux (fouilles, terrassements, compactage...), on prendra toutes les précautions qui s'imposent afin d'assurer la stabilité des existants avoisinants (bâtiments, voiries ...) et assurer la stabilité des plateformes et talus provisoires et définitifs.

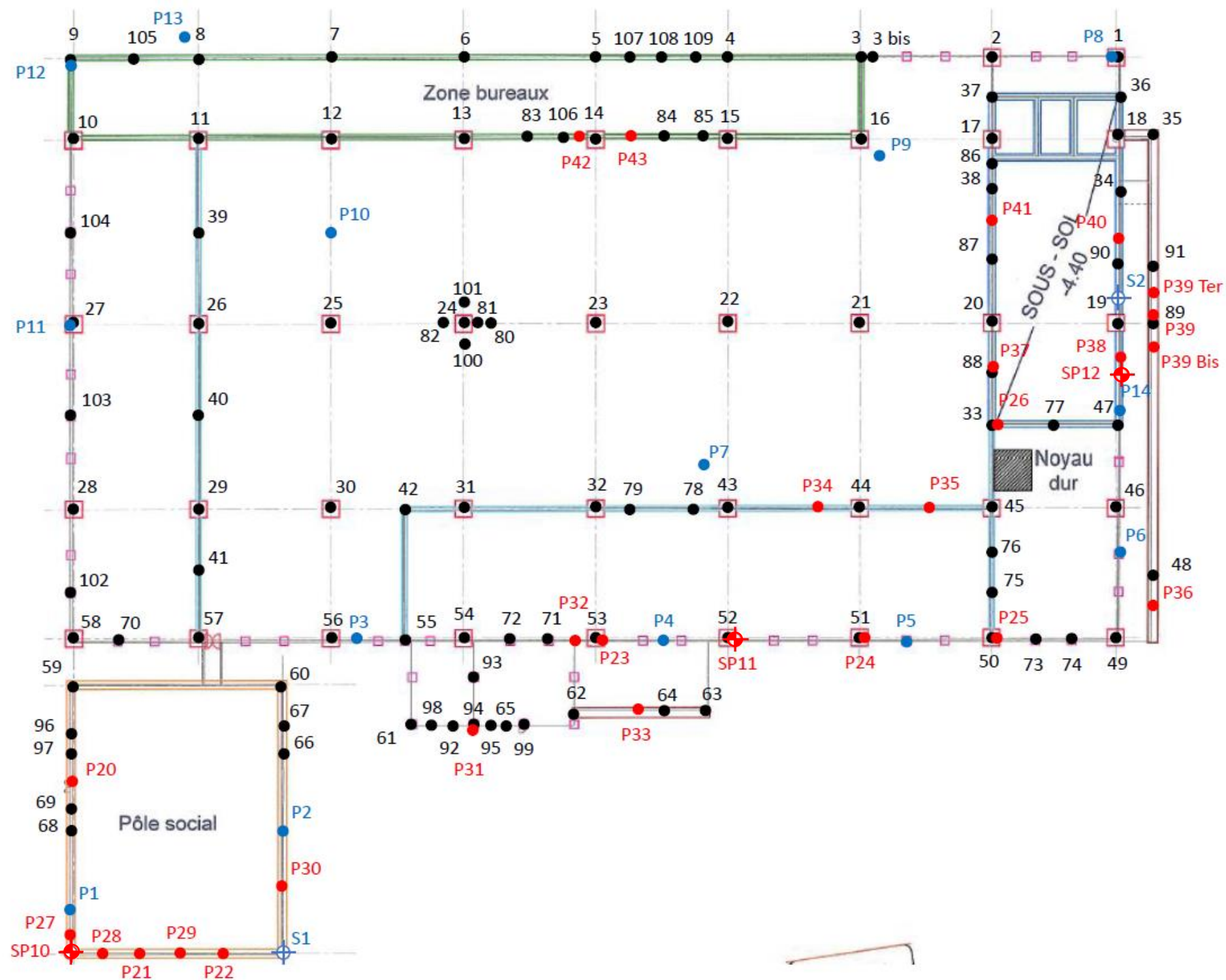
*Selon la configuration définitive du projet, le présent rapport devra être suivi d'une mission **G3 et G4** (selon l'enchaînement des missions géotechniques de la norme NF P 94-500)..*

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

B. NICEY

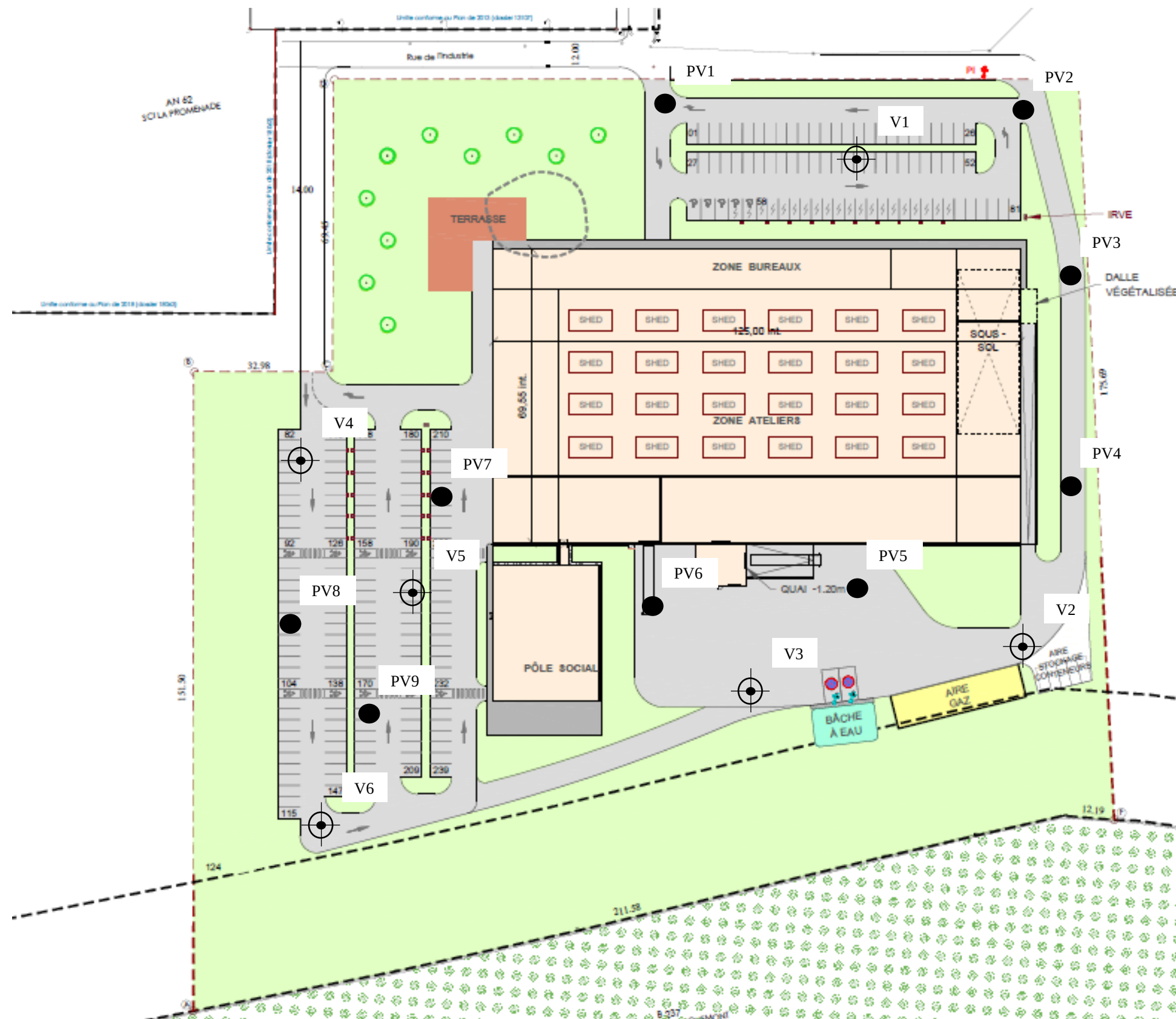
DOCUMENTS ANNEXES

Bâtiment Industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT



- Sans Echelle
- Mission G1 / Mission G2 AVP + PRO / Sondages de contrôle
- Sondage pénétrométrique (P)
 - Sondage géologique de contrôle
 - ⊕ Sondage géologique (S)
 - ⊕ Sondage pressiométrique (SP)

Bâtiment industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT



Sans Echelle

- Sondage pénétrométrique (PV)
 ⊕ Sondage avec essai d'infiltration (V+A)

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

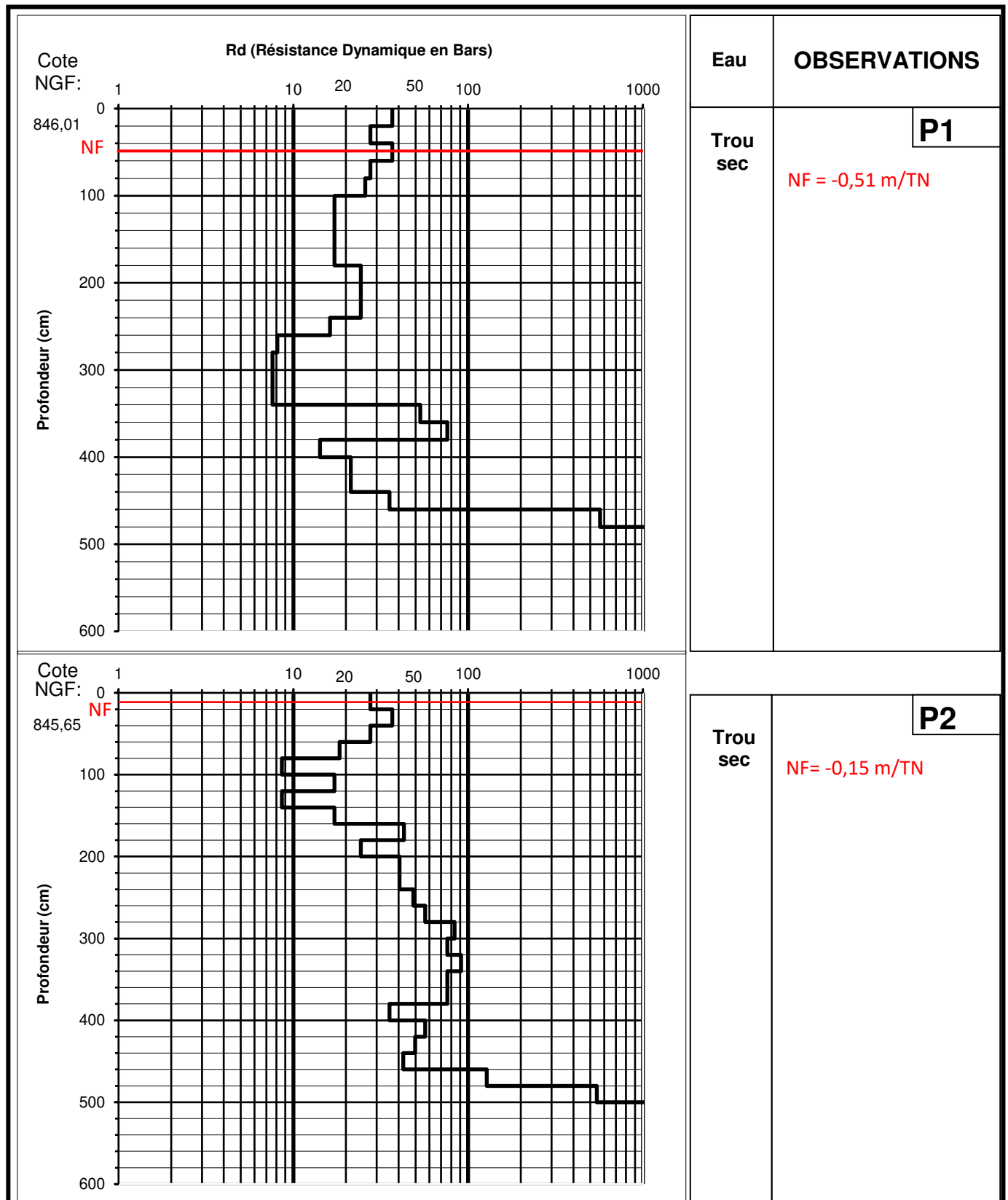
PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm, Φ cône : 50 mm

Dossier N° : 19 345

Affaire : Bâtiment industriel FMI Sycrilor 25-CHARQUEMONT

Date : 21/08/2023



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

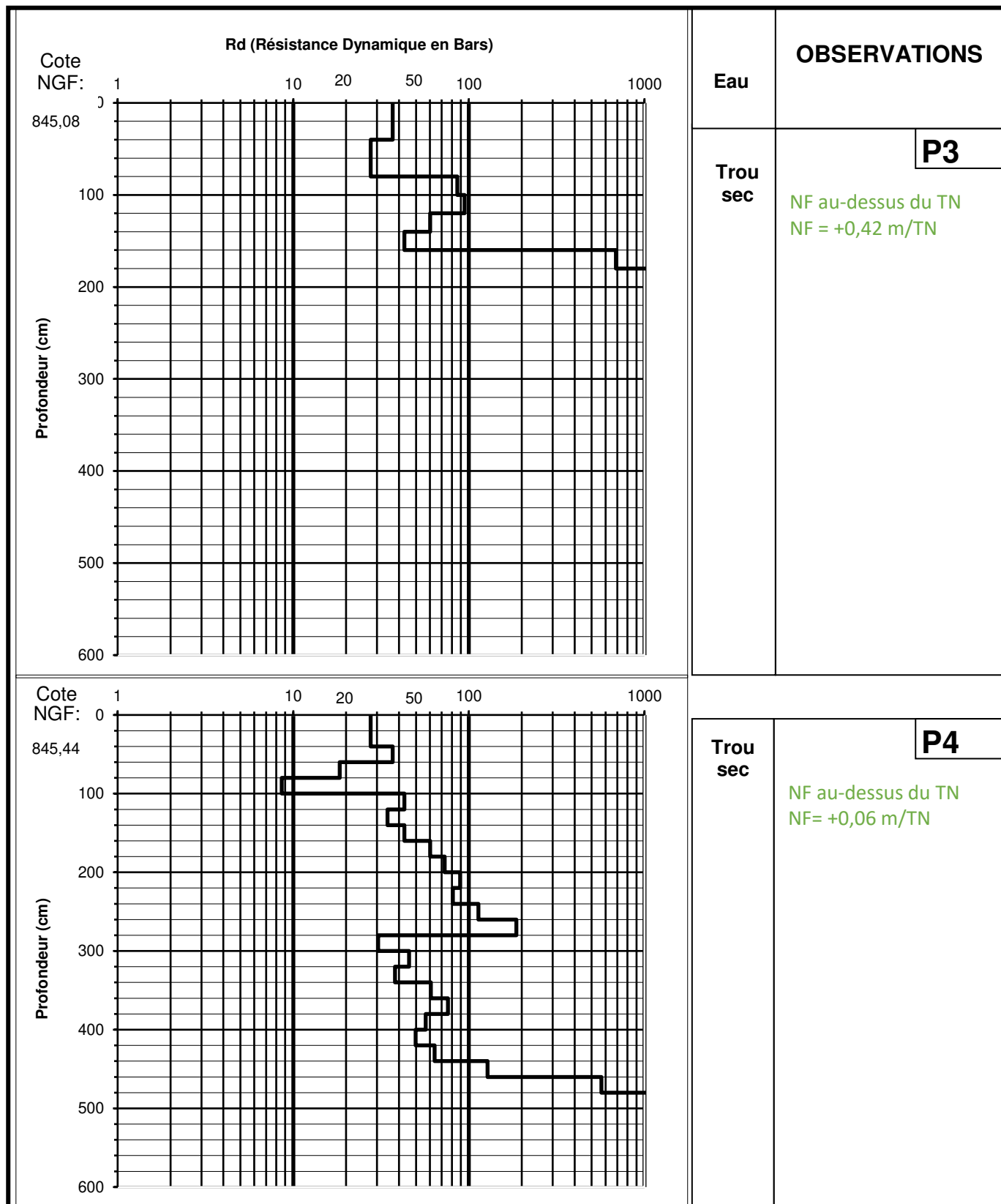
PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm, Φ cône : 50 mm

Dossier N° : 19 345

Affaire : Bâtiment industriel FMI Syrcilor 25-CHARQUEMONT

Date : 21/08/2023



B 3 G 2

DIAGRAMME DE PENETRATION

PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm, Φ cône : 50 mm

10, Rue de la Coupotte - 25410 Saint-Vit

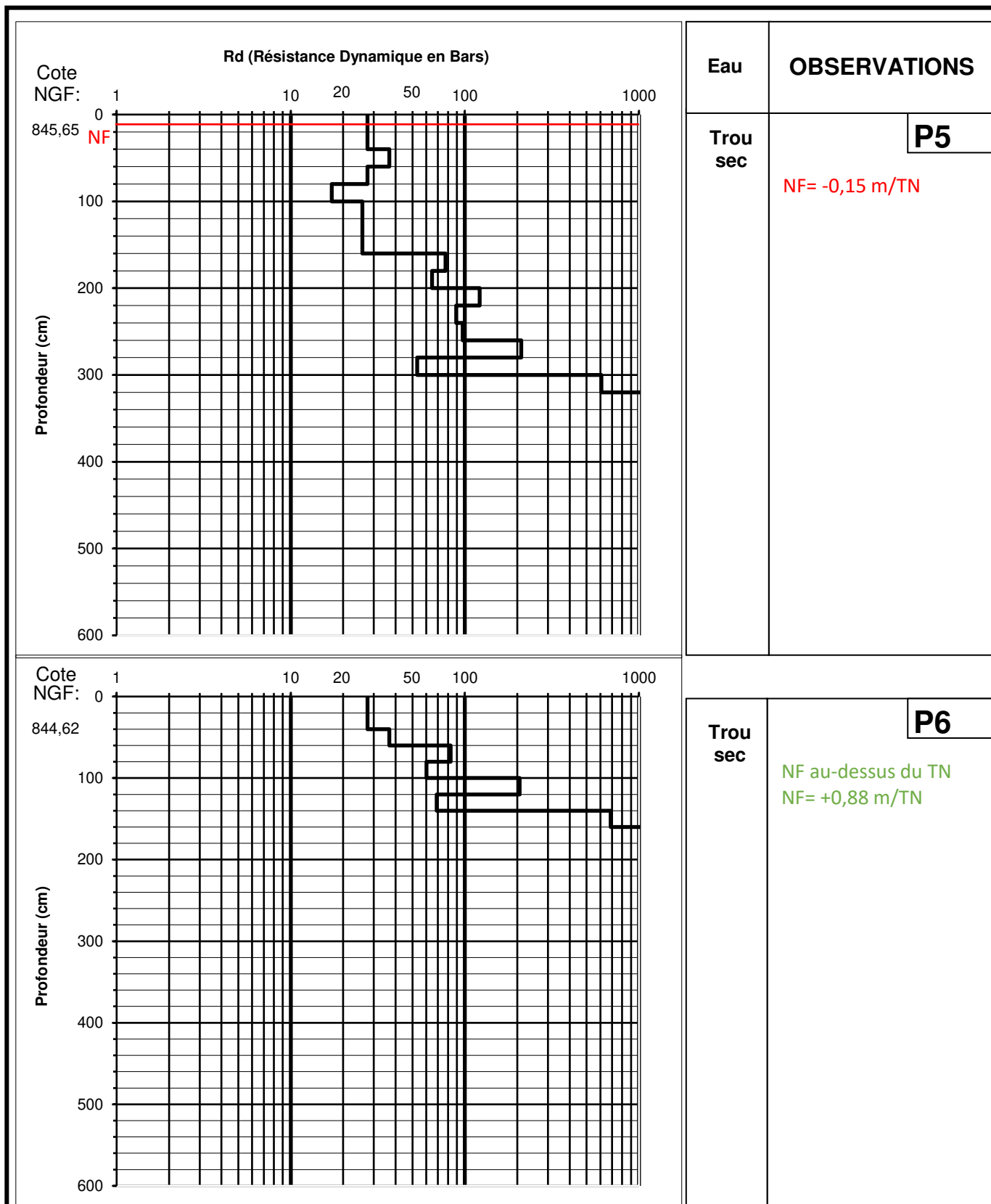
Tel : 03-81-87-60-41 / Fax : 03-81-87-59-95

e-mail : b3g2@b3g2.fr

Dossier N° : 19 345

Affaire : Bâtiment industriel FMI Sycrilor 25-CHARQUEMONT

Date : 21/08/2023



B 3 G 2

DIAGRAMME DE PENETRATION

PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm, Φ cône : 50 mm

10, Rue de la Coupotte - 25410 Saint-Vit

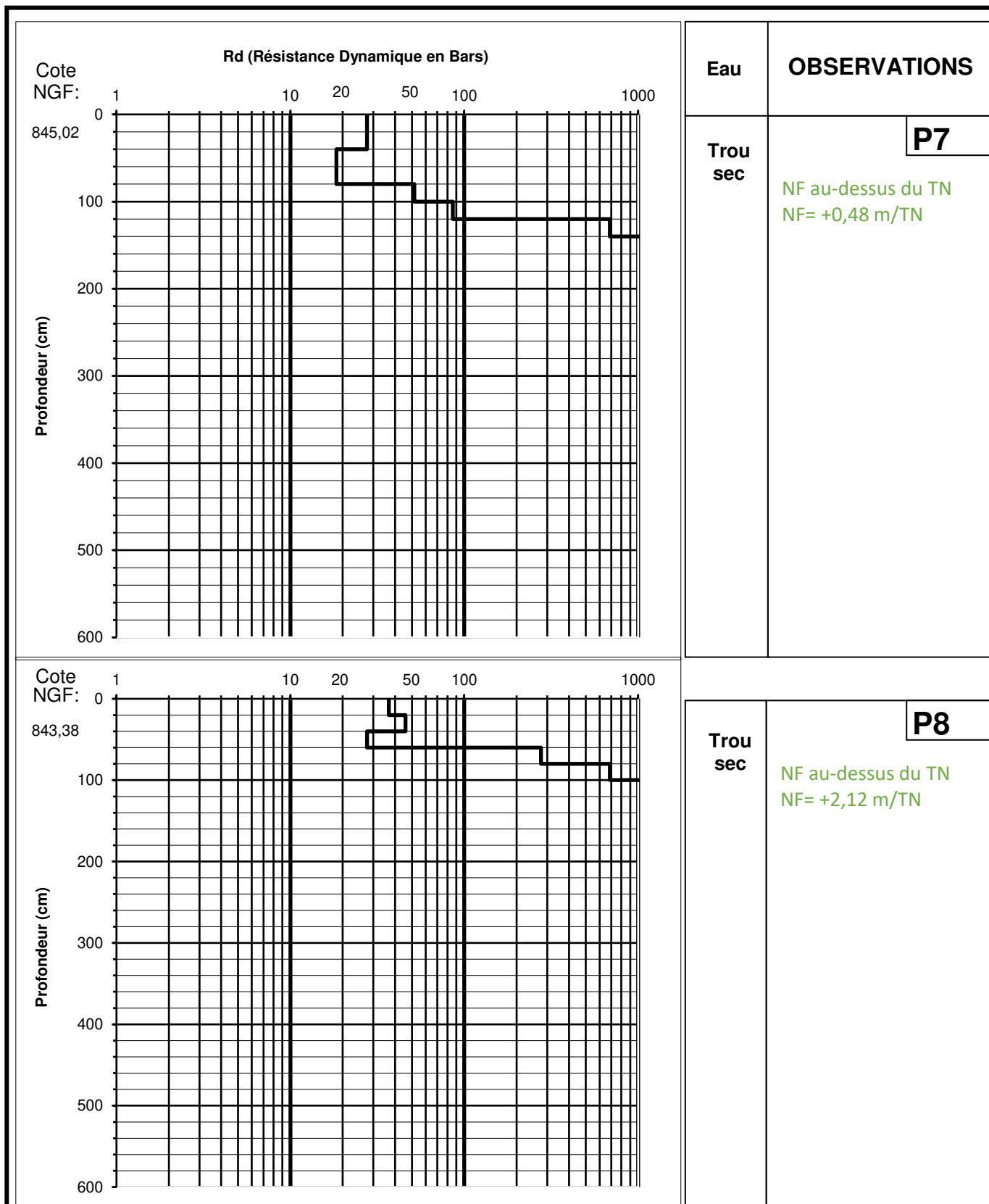
Tel : 03-81-87-60-41 / Fax : 03-81-87-59-95

e-mail : b3g2@b3g2.fr

Dossier N° : 19 345

Affaire : Bâtiment industriel FMI Sycrilor 25-CHARQUEMONT

Date : 21/08/2023



B 3 G 2

DIAGRAMME DE PENETRATION

PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm, Φ cône : 50 mm

10, Rue de la Coupotte - 25410 Saint-Vit

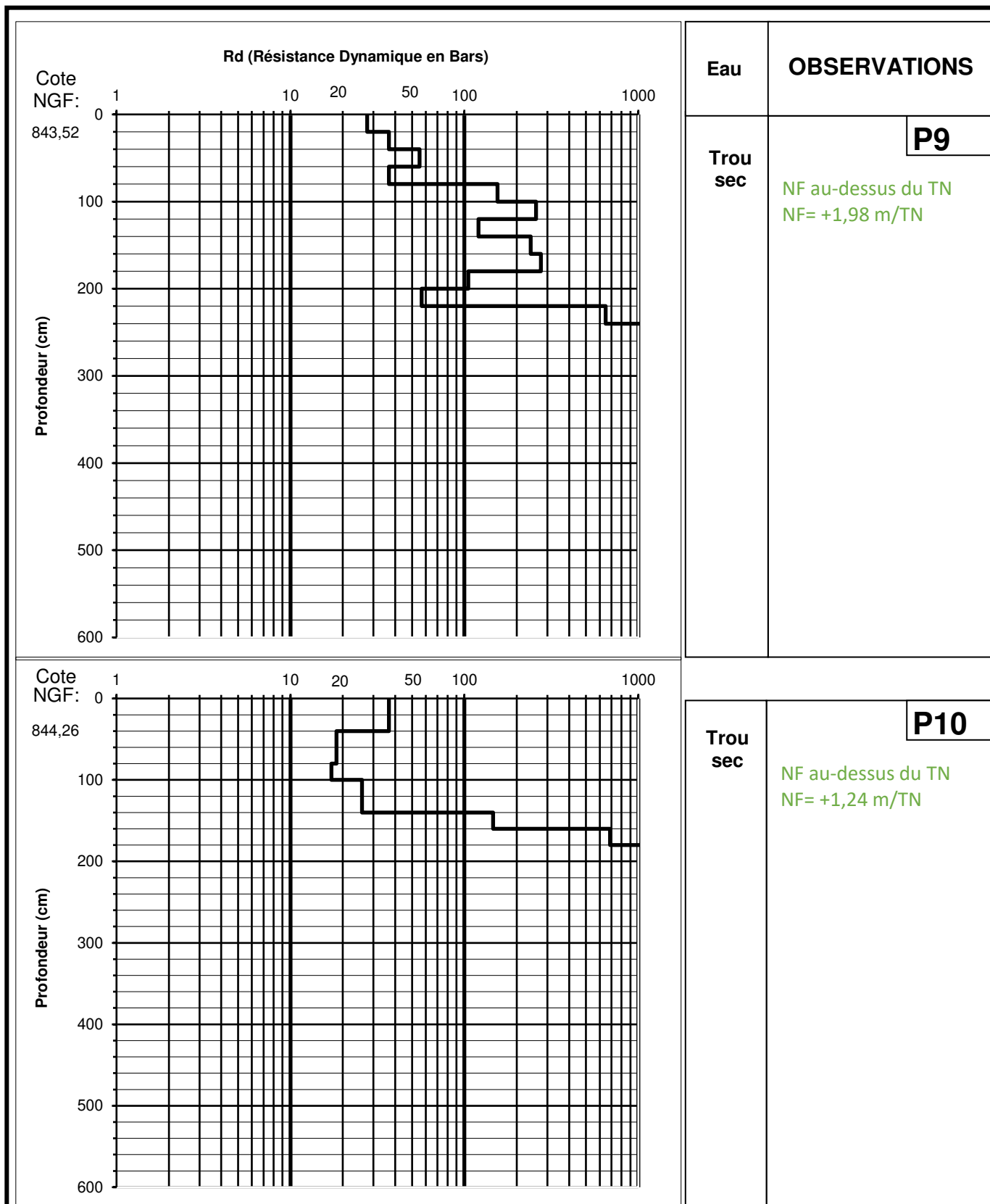
Tel : 03-81-87-60-41 / Fax : 03-81-87-59-95

e-mail : b3g2@b3g2.fr

Dossier N° : 19 345

Affaire : Bâtiment industriel FMI Sycrilor 25-CHARQUEMONT

Date : 21/08/2023



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

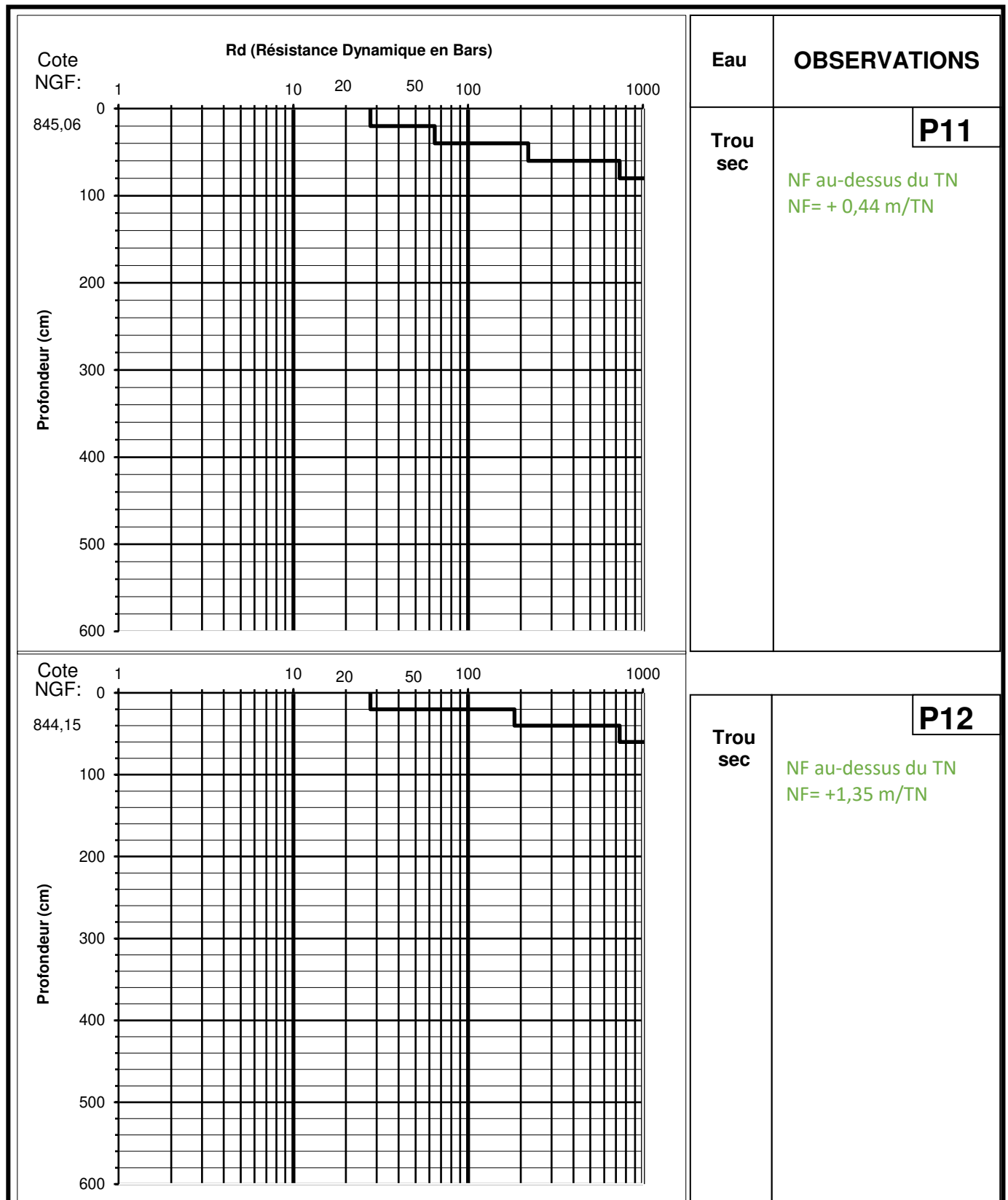
PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm, Φ cône : 50 mm

Dossier N° : 19 345

Affaire : Bâtiment industriel FMI Syrcilor 25-CHARQUEMONT

Date : 21/08/2023



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

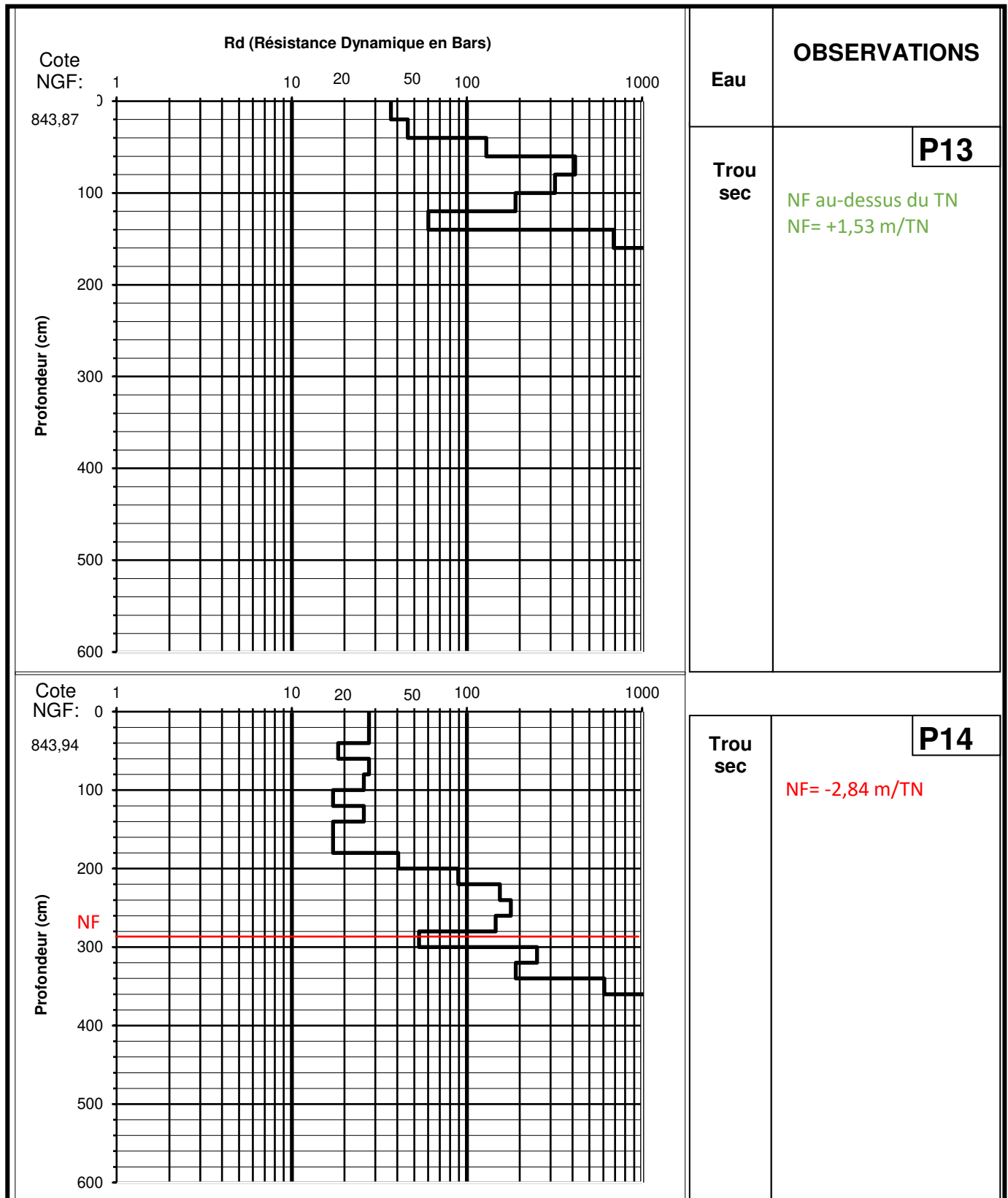
PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm, Φ cône : 50 mm

Dossier N° : 19 345

Affaire : Bâtiment industriel FMI Syrcilor 25-CHARQUEMONT

Date : 21/08/2023



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

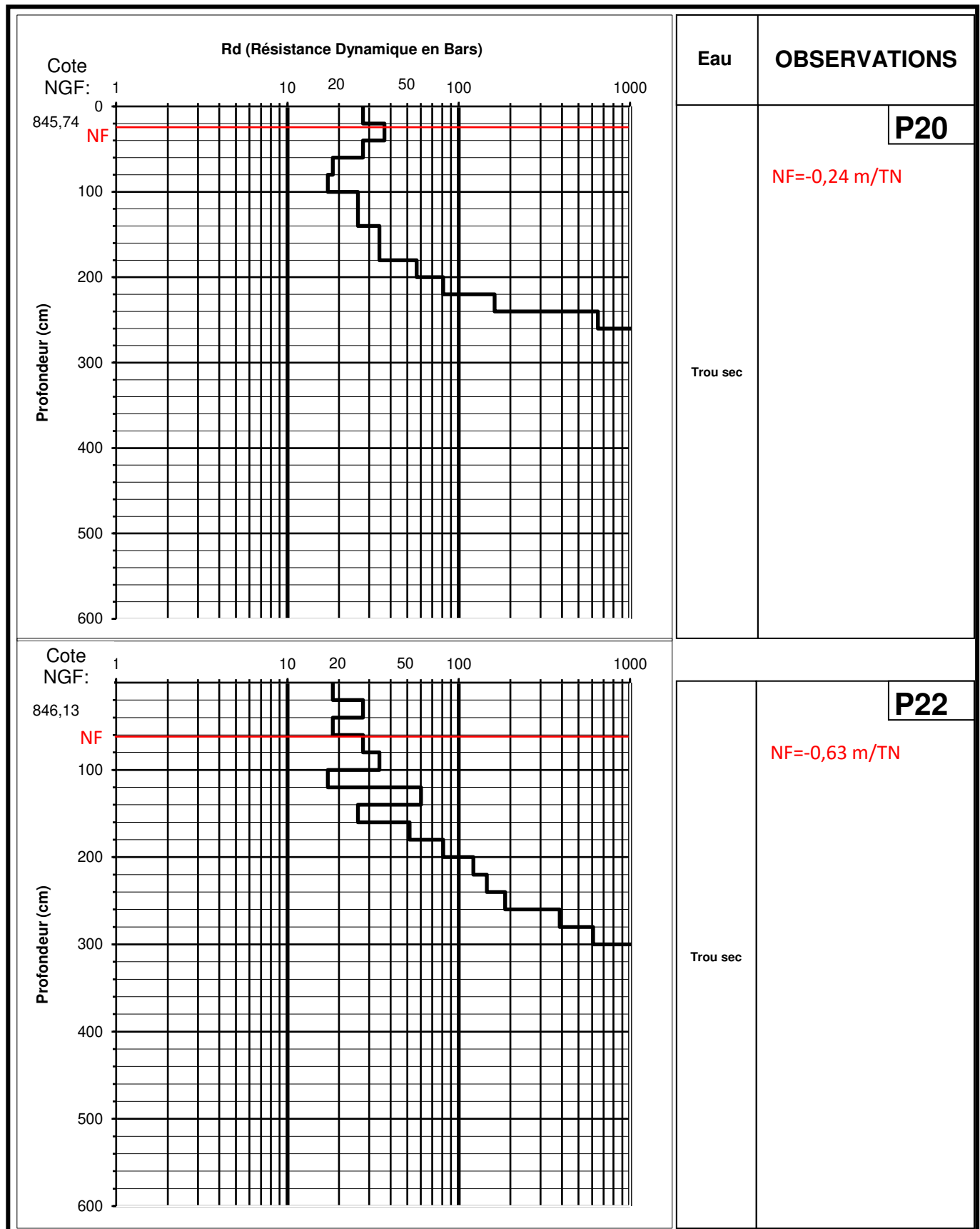
PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm, Φ cône : 50 mm

Dossier N° : 19345-B

Affaire : Bâtiment Industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT

Date : 20/09/2023



B 3 G 2

DIAGRAMME DE PENETRATION

PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm, Φ cône : 50 mm

10, Rue de la Coupotte - 25410 Saint-Vit

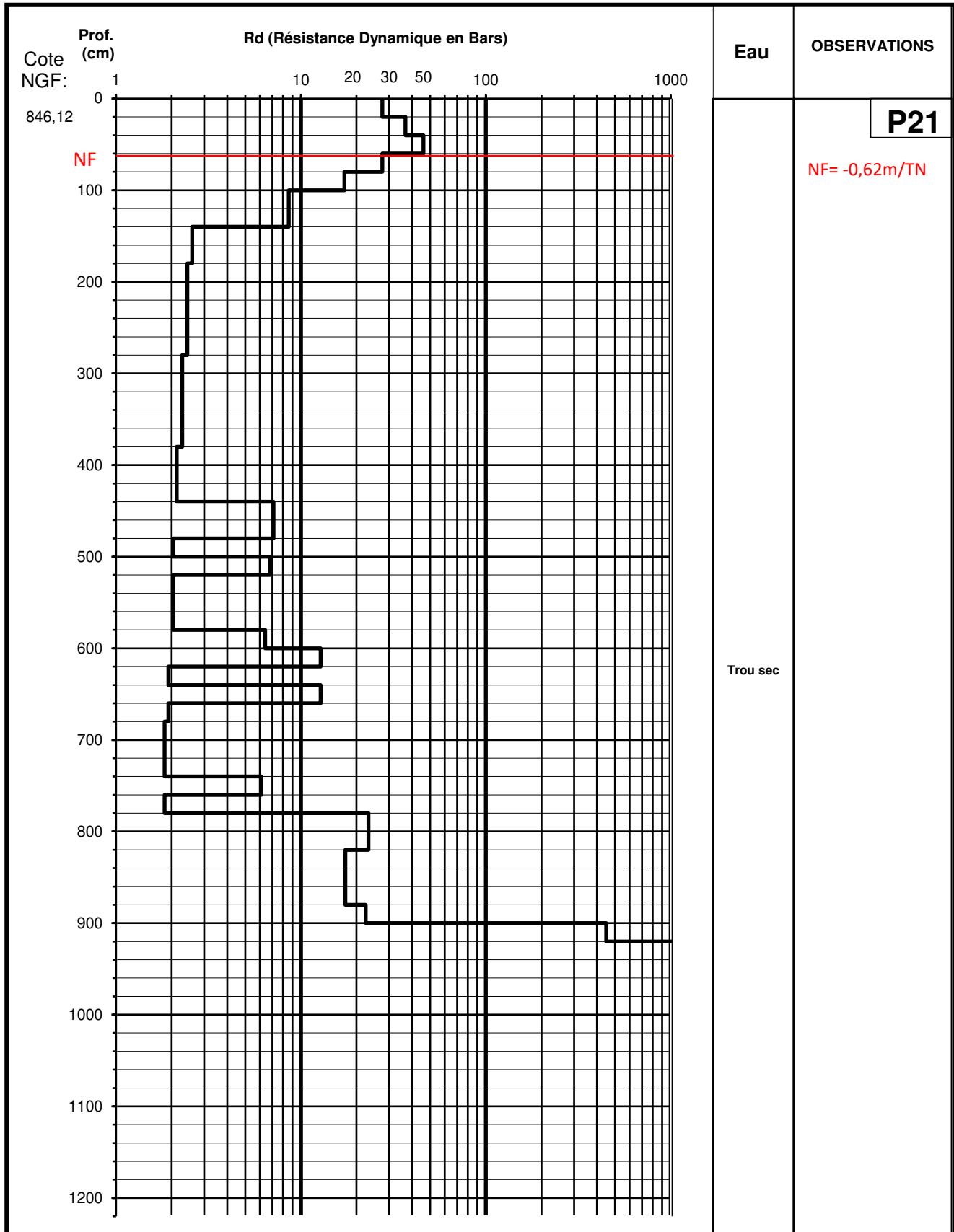
Tel : 03-81-87-60-41 / Fax : 03-81-87-59-95

e-mail : b3g2@b3g2.fr

Dossier N° : 19345-B

Affaire : Bâtiment Industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT

Date : 20/09/2023



B 3 G 2

DIAGRAMME DE PENETRATION

PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm, Φ cône : 50 mm

10, Rue de la Coupotte - 25410 Saint-Vit

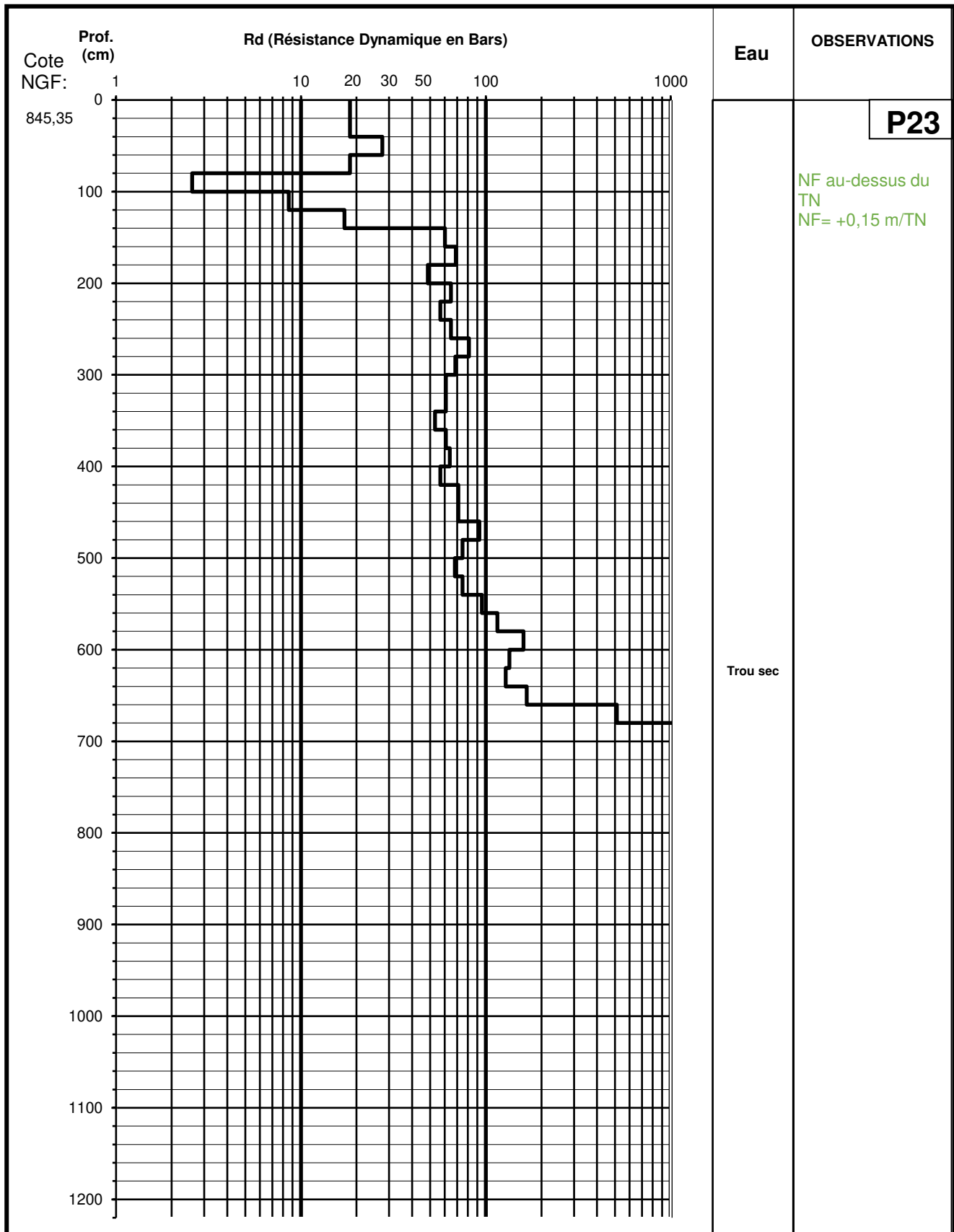
Tel : 03-81-87-60-41 / Fax : 03-81-87-59-95

e-mail : b3g2@b3g2.fr

Dossier N° : 19345-B

Affaire : Bâtiment Industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT

Date : 20/09/2023



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

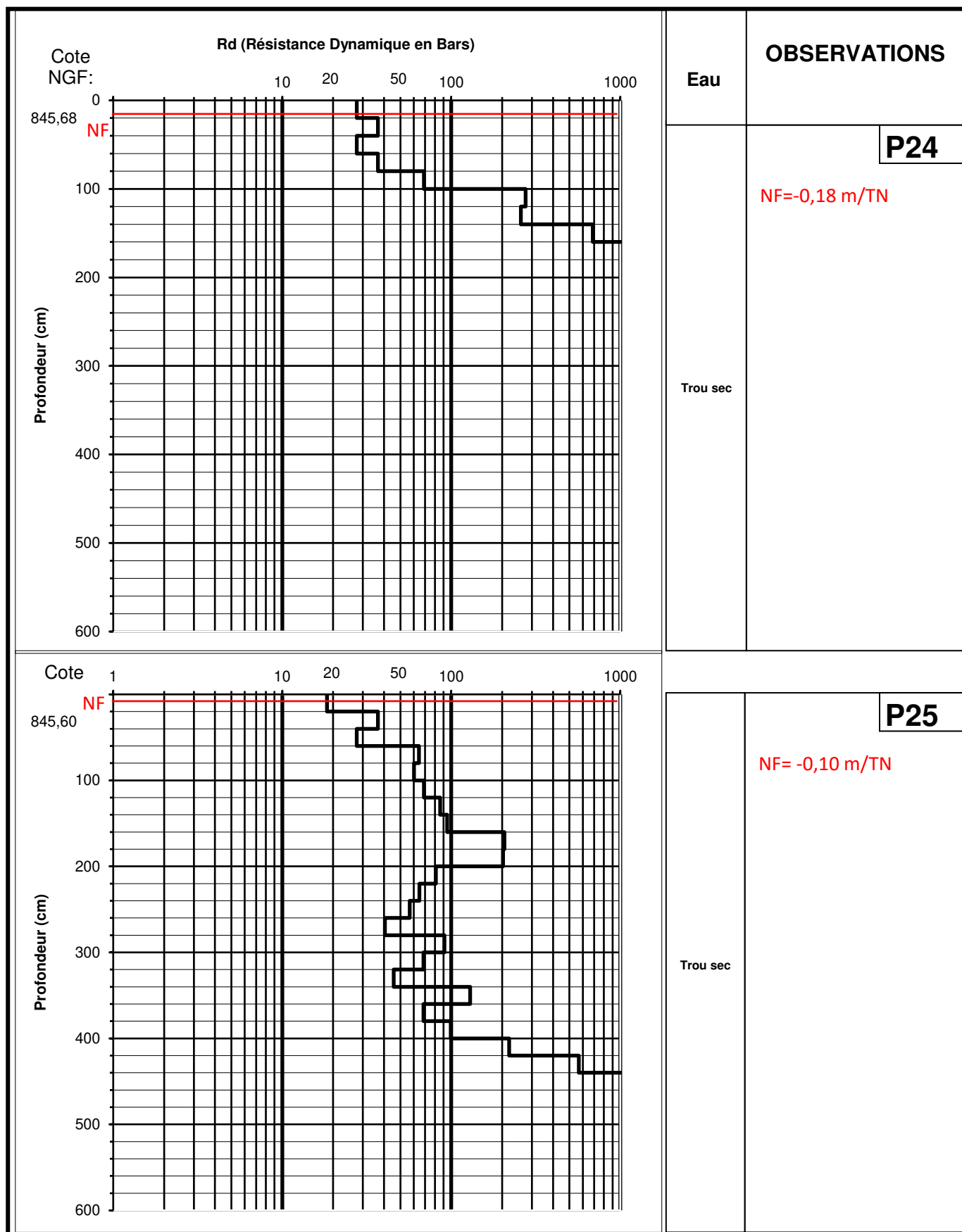
PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm, Φ cône : 50 mm

Dossier N° : 19345-B

Affaire : Bâtiment Industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT

Date : 20/09/2023



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

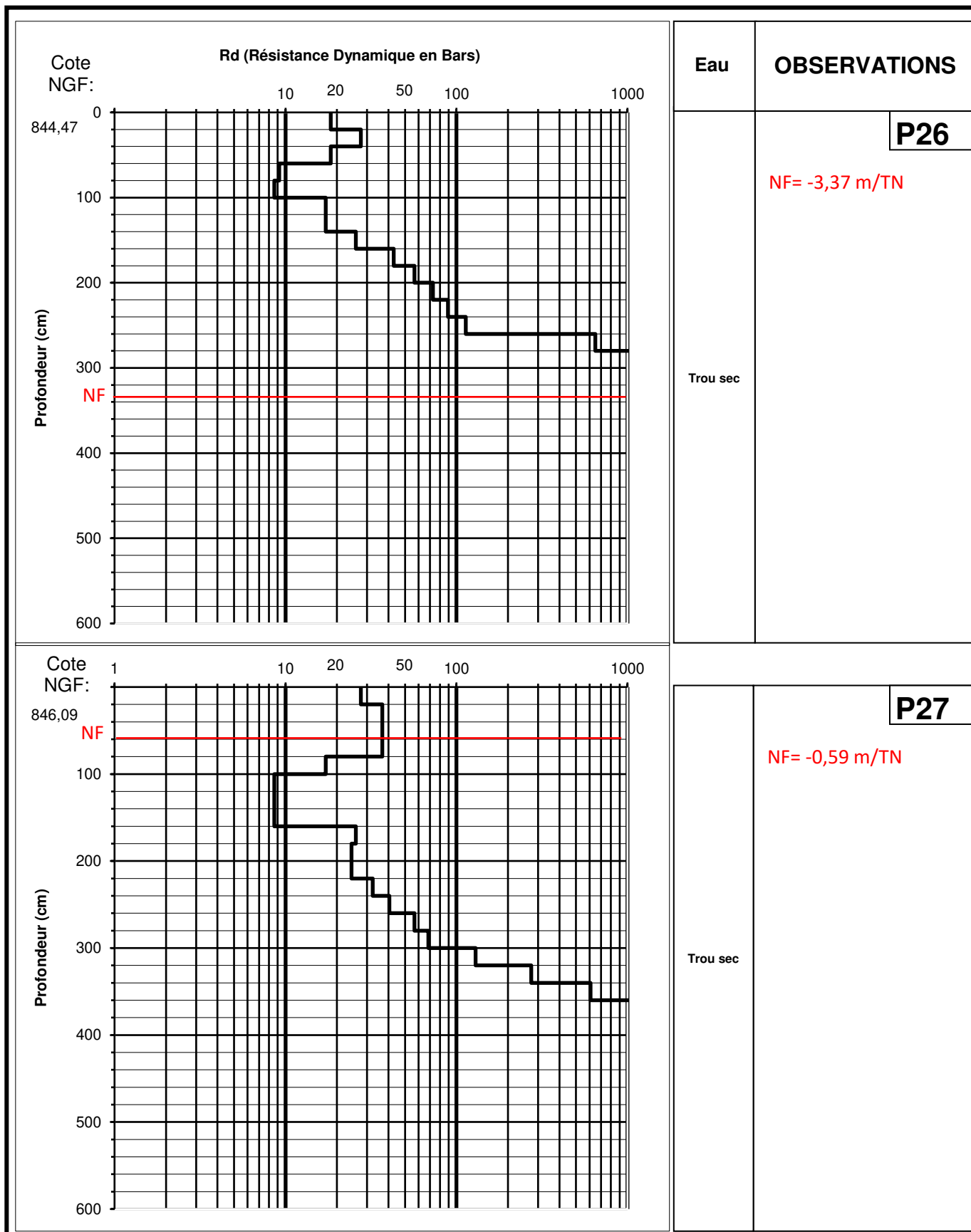
PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm, Φ cône : 50 mm

Dossier N° : 19345-B

Affaire : Bâtiment Industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT

Date : 20/09/2023



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

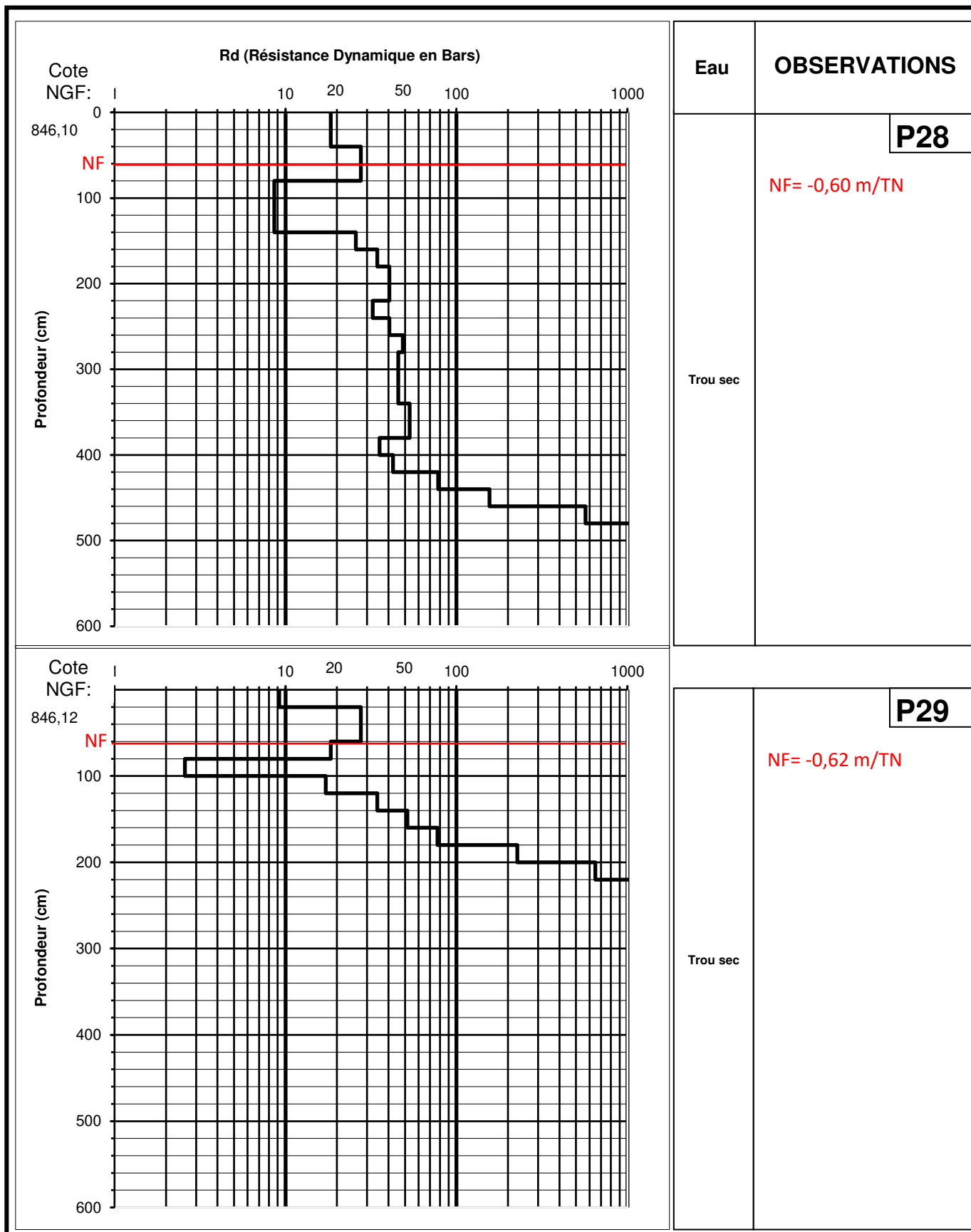
PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm, Φ cône : 50 mm

Dossier N° : 19345-B

Affaire : Bâtiment Industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT

Date : 20/09/2023



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

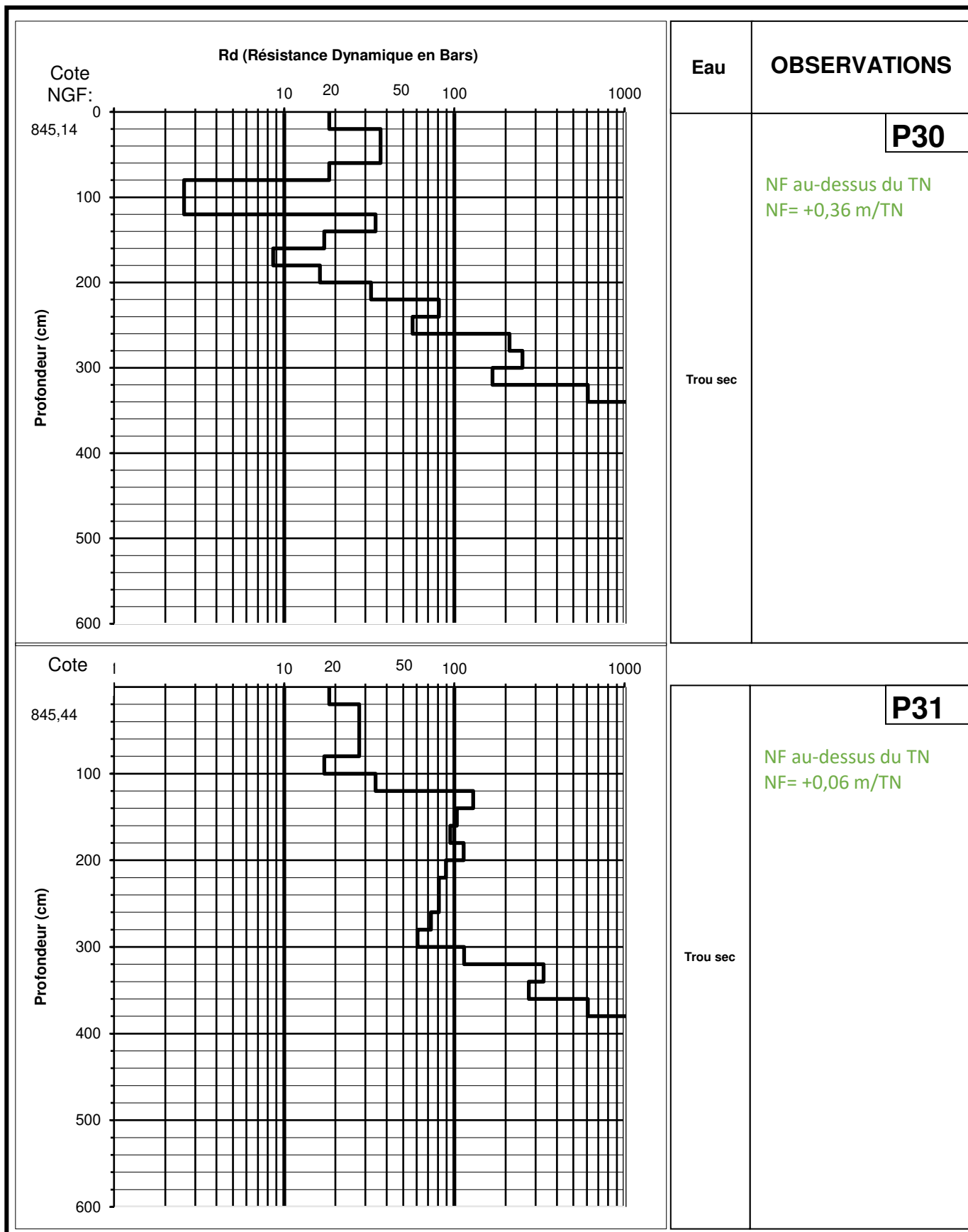
PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm, Φ cône : 50 mm

Dossier N° : 19345-B

Affaire : Bâtiment Industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT

Date : 20/09/2023



B 3 G 2

DIAGRAMME DE PENETRATION

PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm, Φ cône : 50 mm

10, Rue de la Coupotte - 25410 Saint-Vit

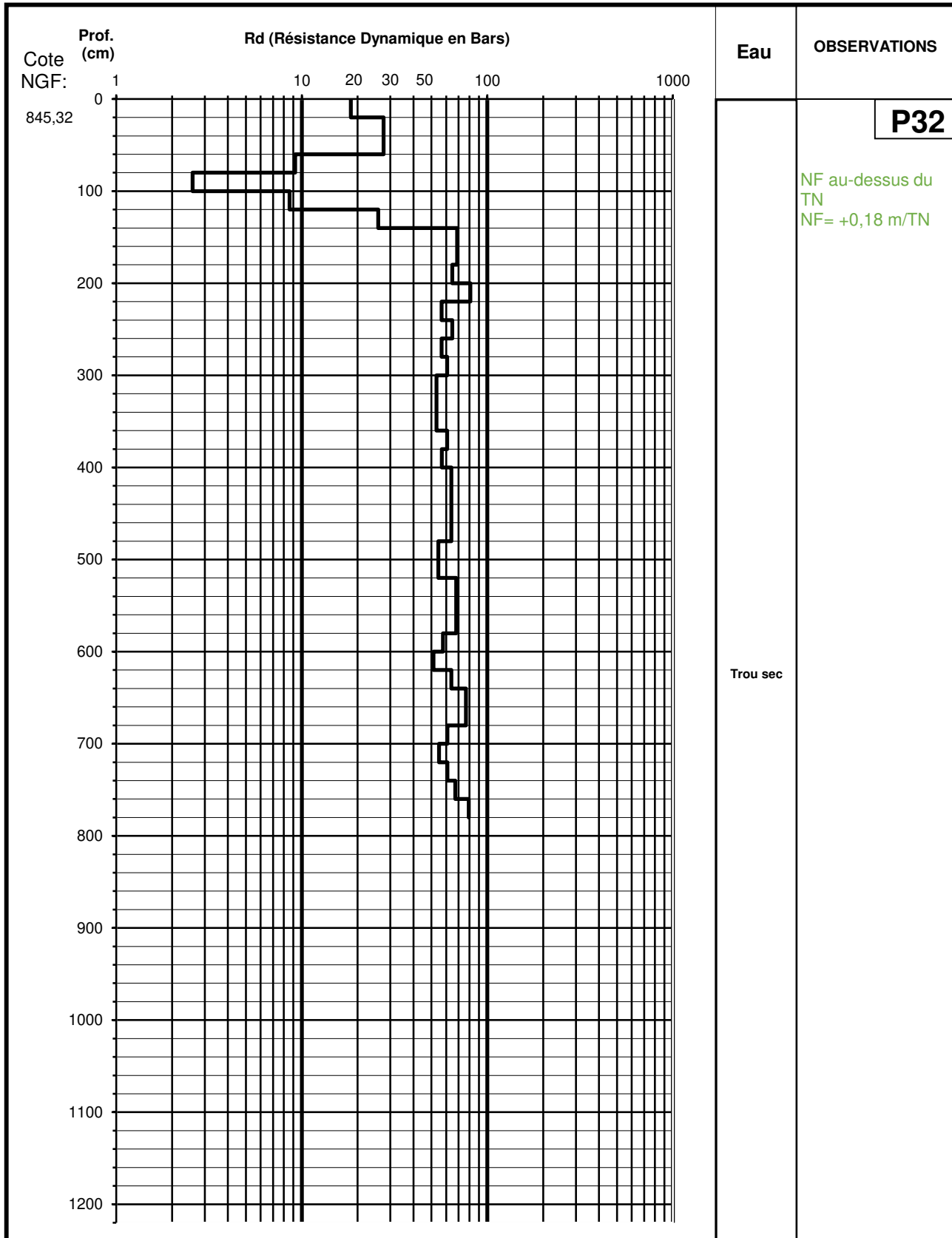
Tel : 03-81-87-60-41 / Fax : 03-81-87-59-95

e-mail : b3g2@b3g2.fr

Dossier N° : 19345-B

Affaire : Bâtiment Industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT

Date : 25/09/2023



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

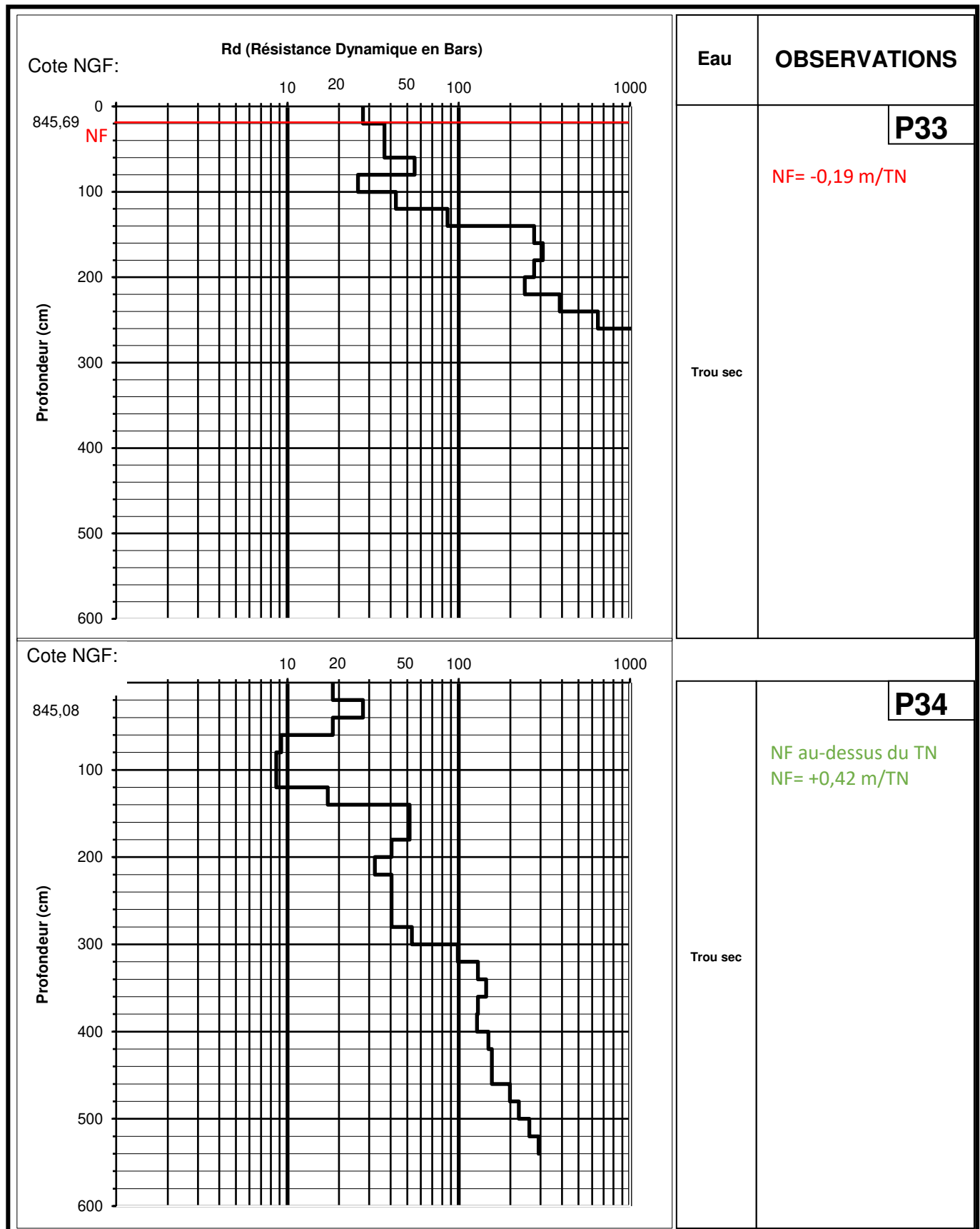
PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm, Φ cône : 50 mm

Dossier N° : 19345-B

Affaire : Bâtiment Industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT

Date : 25/09/2023



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

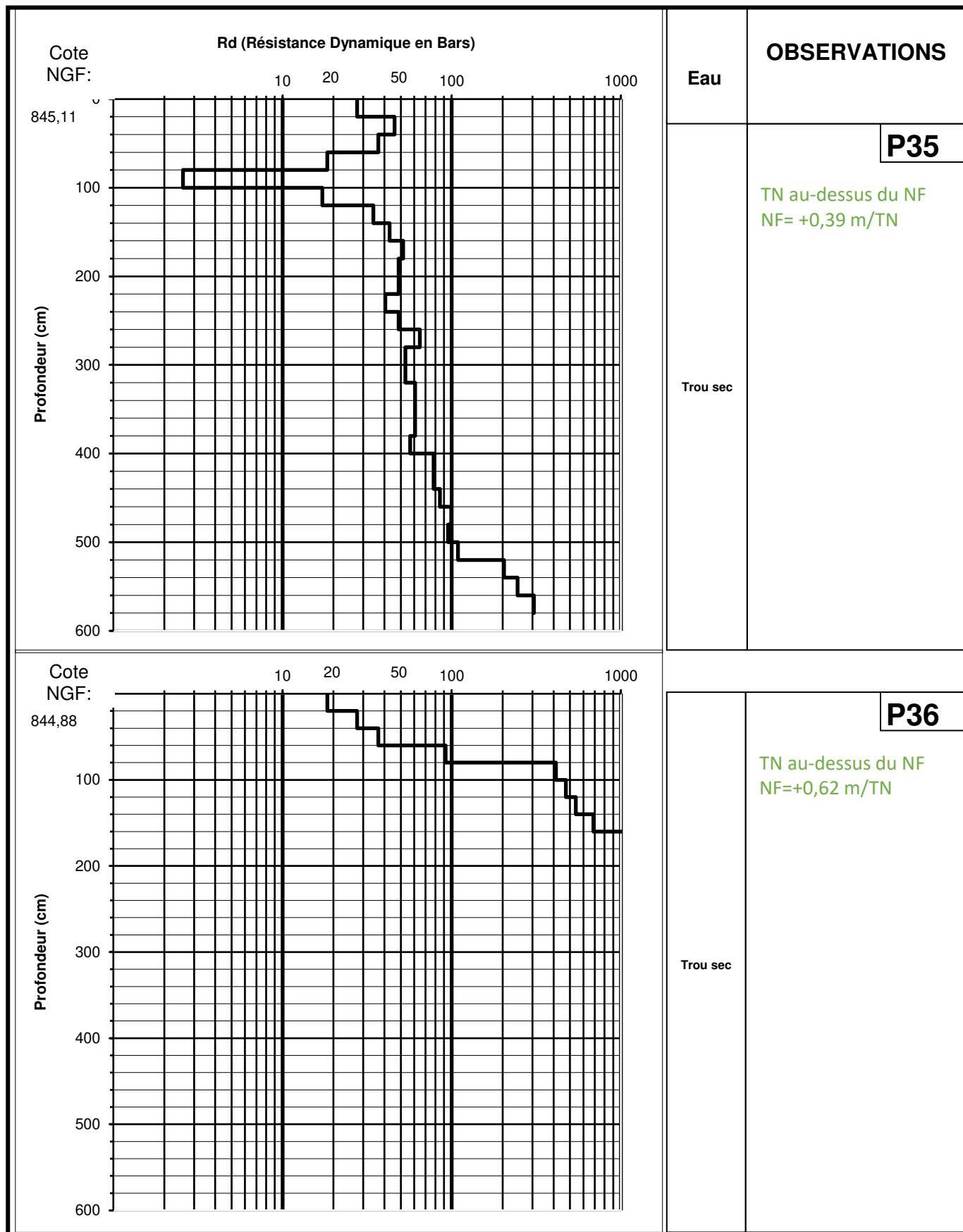
PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm, Φ cône : 50 mm

Dossier N° : 19345-B

Affaire : Bâtiment Industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT

Date : 25/09/2023



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

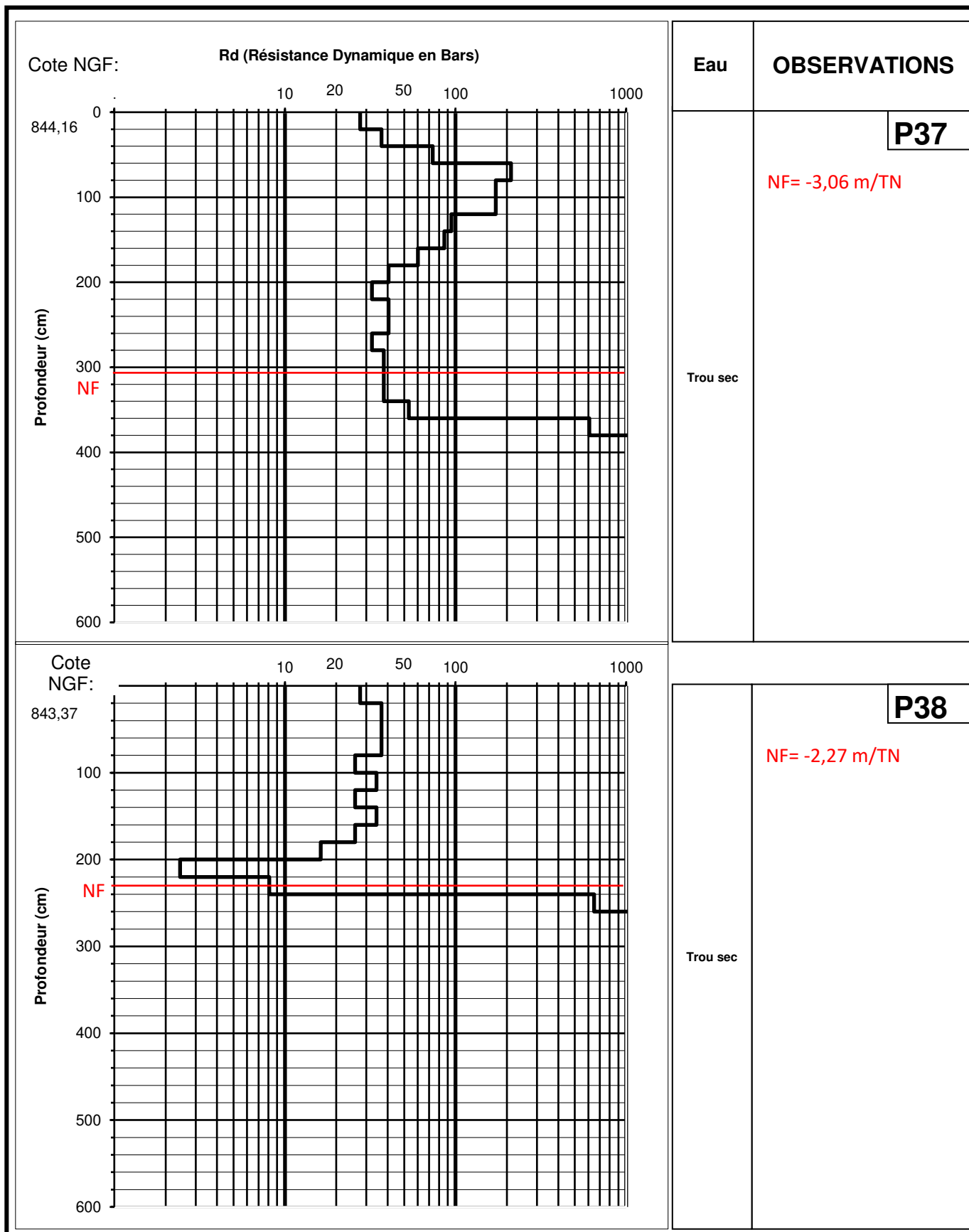
PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm, Φ cône : 50 mm

Dossier N° : 19345-B

Affaire : Bâtiment Industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT

Date : 25/09/2023



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

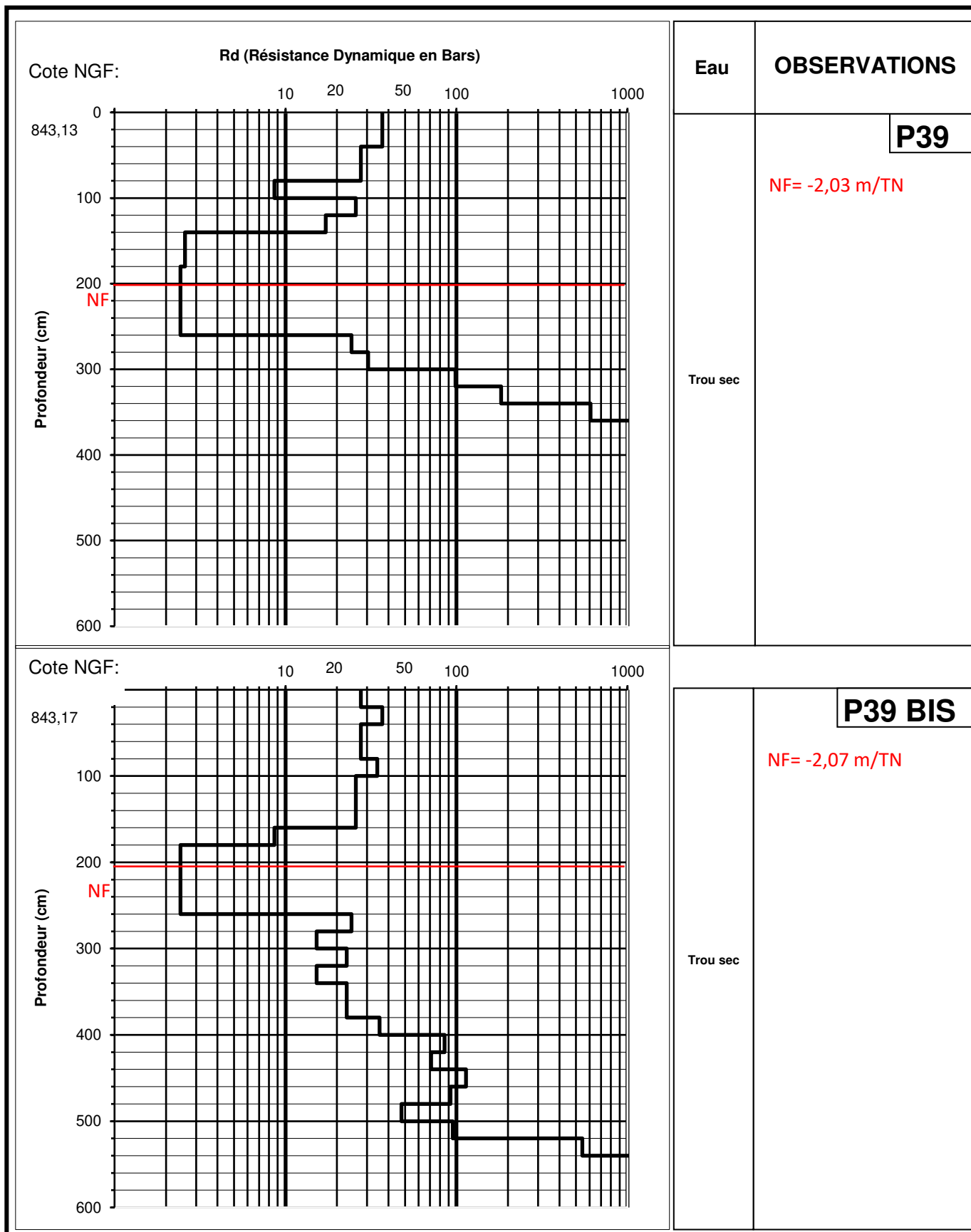
PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm, Φ cône : 50 mm

Dossier N° : 19345-B

Affaire : Bâtiment Industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT

Date : 25/09/2023



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

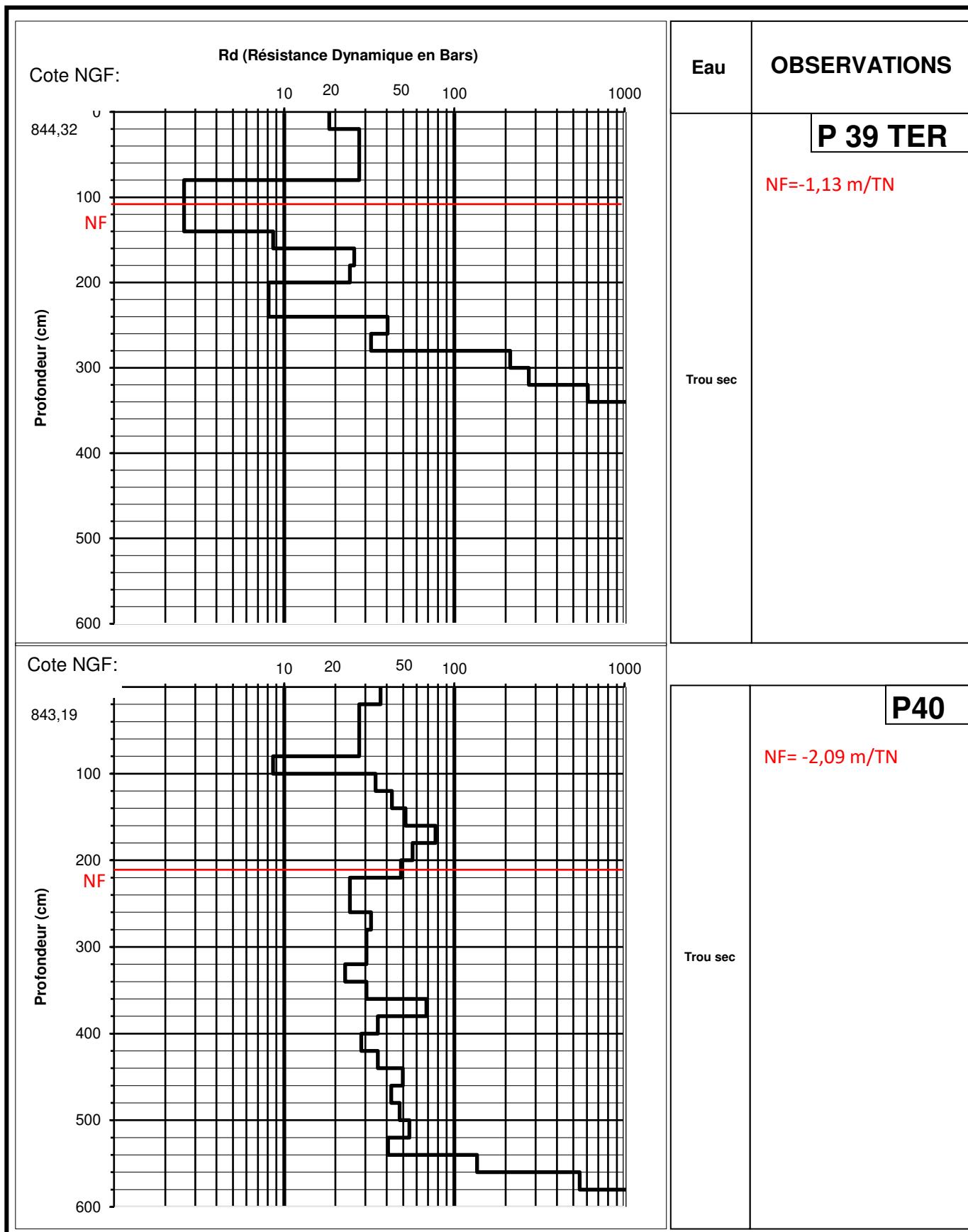
PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm, Φ cône : 50 mm

Dossier N° : 19345-B

Affaire : Bâtiment Industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT

Date : 25/09/2023



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

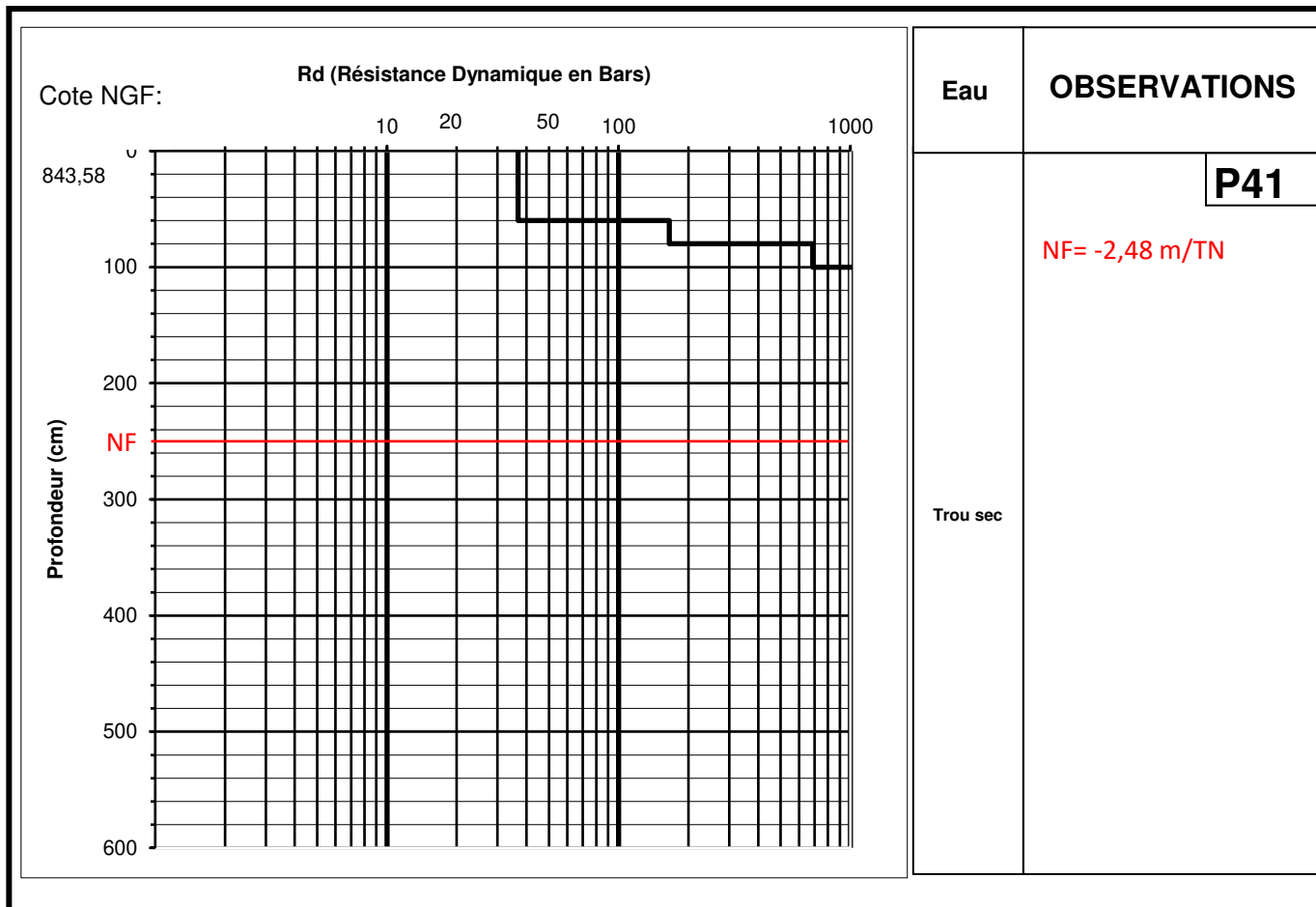
PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm, Φ cône : 50 mm

Dossier N° : 19345-B

Affaire : Bâtiment Industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT

Date : 25/09/2023



B 3 G 2

DIAGRAMME DE PENETRATION

PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm, Φ cône : 50 mm

10, Rue de la Coupotte - 25410 Saint-Vit

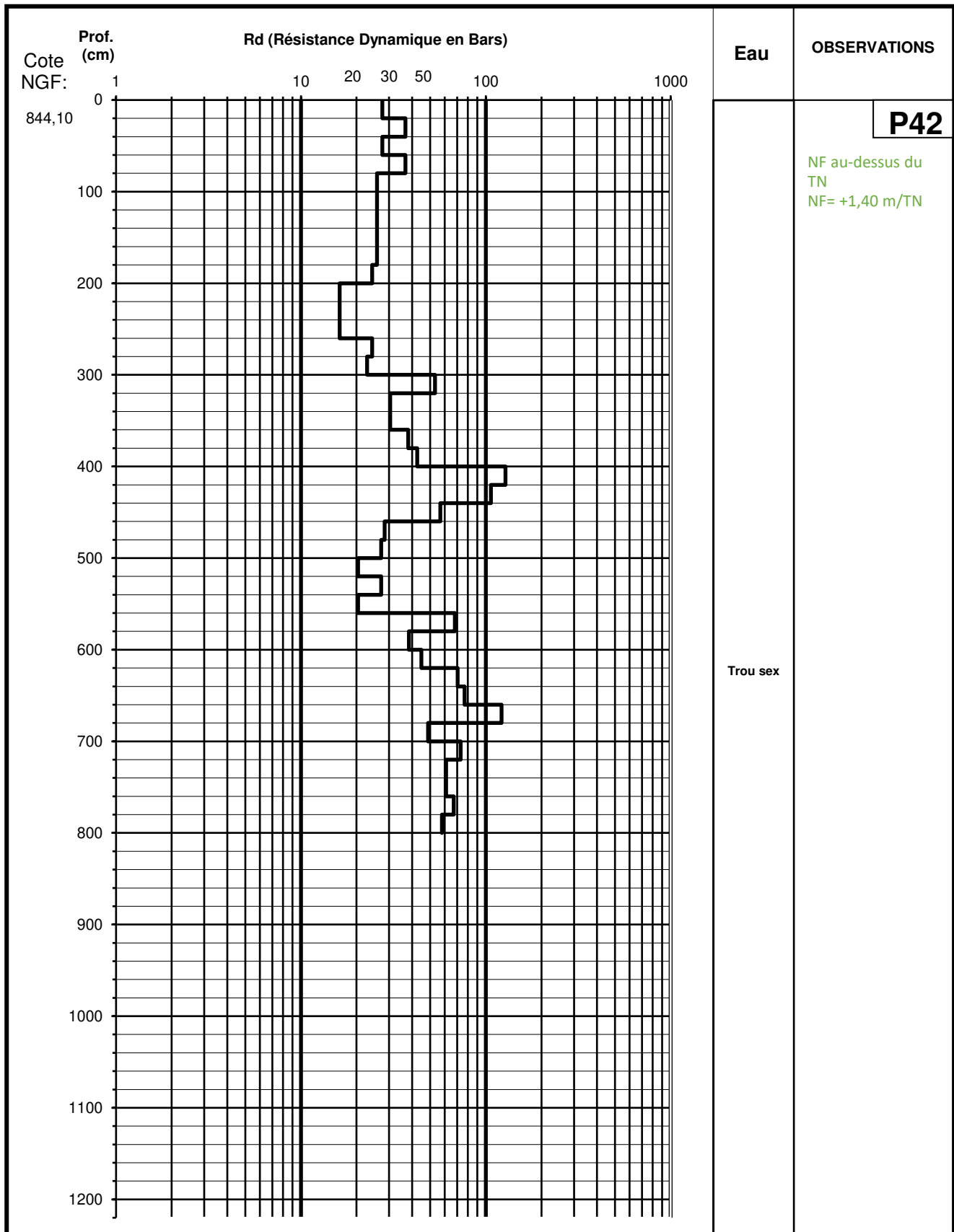
Tel : 03-81-87-60-41 / Fax : 03-81-87-59-95

e-mail : b3g2@b3g2.fr

Dossier N° : 19345-B

Affaire : Bâtiment Industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT

Date : 25/09/2023



B 3 G 2

DIAGRAMME DE PENETRATION

PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm, Φ cône : 50 mm

10, Rue de la Coupotte - 25410 Saint-Vit

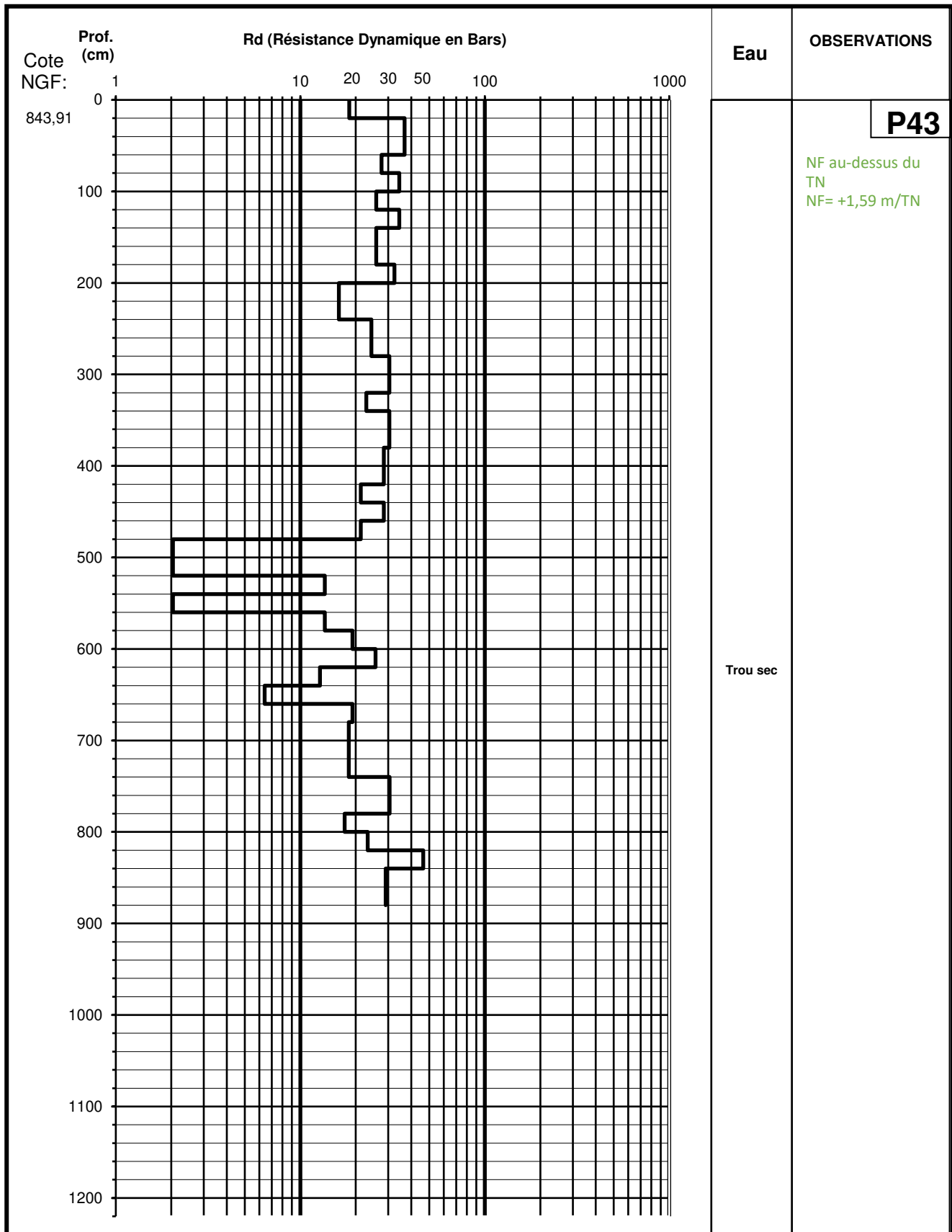
Tel : 03-81-87-60-41 / Fax : 03-81-87-59-95

e-mail : b3g2@b3g2.fr

Dossier N° : 19345-B

Affaire : Bâtiment Industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT

Date : 25/09/2023



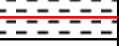
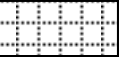
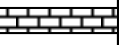
B 3 G 2

Sondage mécanique de reconnaissance S1

Dossier N° : 19345

Affaire : Bâtiment industriel FMI Syrcilor 25-CHARQUEMONT

Date : 21/08/2023

Cote NGF : 846,13	Prof	Nature du terrain	Eau	Outil	Observations
NF = -0,63 m/TN	0-	 Terre végétale jusqu'à 0,20 m	Trou sec.	R O T O - P E R C U S S I O N Ø 64 mm	
		 Argile brune jusqu'à 0,90 m			
	1-				
	2-	Blocs à matrice argileuse jusqu'à 3,00 m			
	3-				
	4-	Marno-calcaire à bancs ou blocs calcaires jusqu'à 4,50 m			
	5-	 Calcaire fracturé à passées marno-calcaire jusqu'à 5,00 m			
	6-				
	7-	Calcaire fracturé jusqu'à 8,50 m			
	8-				
	9-				
	10-	Calcaire fracturé à passées marno-calcaire jusqu'à 11,80 m			
	11-				
	12-	 Calcaire compact jusqu'à 12,00 m			
	13-	Calcaire fracturé à passées marno-calcaire jusqu'à 13,50 m			
	14-				
	15-				

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

B 3 G 2

Sondage mécanique de reconnaissance S2

Dossier N° : 19345

Affaire : Bâtiment industriel FMI Syrcilor 25-CHARQUEMONT

Date : 21/08/2023

Cote NGF : +843,31	Prof	Nature du terrain	Eau	Outil	Observations			
NF= -2,21 m/NF	0-	 Terre végétale jusqu'à 0,20 m	Trou sec.	R O T O P E R C U S S I O N Ø 64 mm				
	1-	Argile brune jusqu'à 3,00 m						
	2-							
	3-	Blocs à matrice argileuse jusqu'à 5,00 m						
	4-							
	5-							
	6-	 Argile brune à cailloutis jusqu'à 5,40 m						
	7-	 Blocs à matrice argileuse jusqu'à 6,30 m						
	8-	Calcaire compact à petites passées fracturées jusqu'à 8,20 m						
	9-							
	10-	Argile brune jusqu'à 8,70 m						
	11-							
	12-							
	13-							
	14-							
	15-	Marno-calcaire à bancs ou blocs calcaires jusqu'à 12,00 m						

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

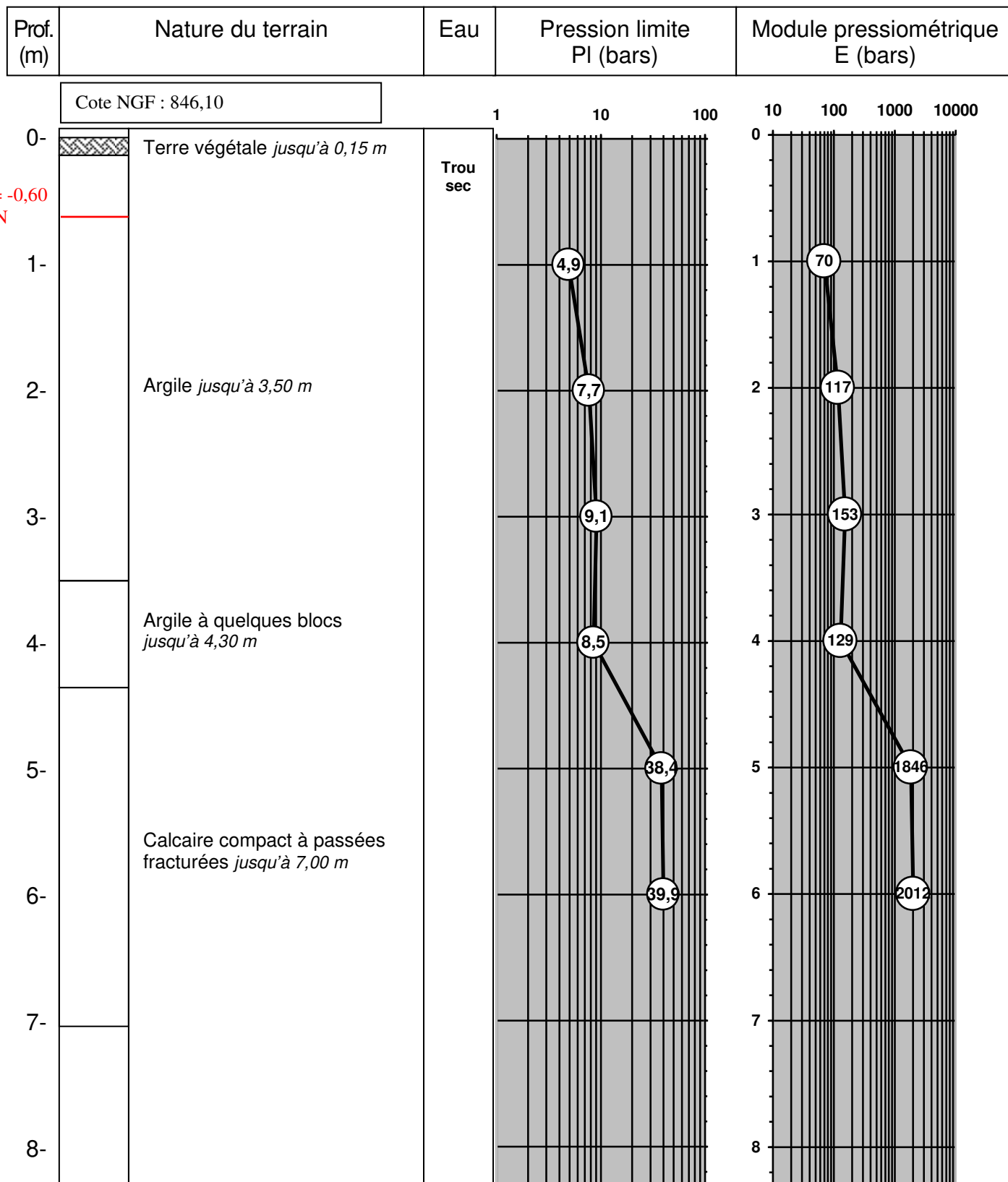
Téléphone : 03.81.87.60.41 - Télécopie : 03.81.87.59.95 - Email : b3g2@b3g2.fr

Dossier N° : 19345

Affaire : Bâtiment industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT

Date : 19/09/2023

SP 10

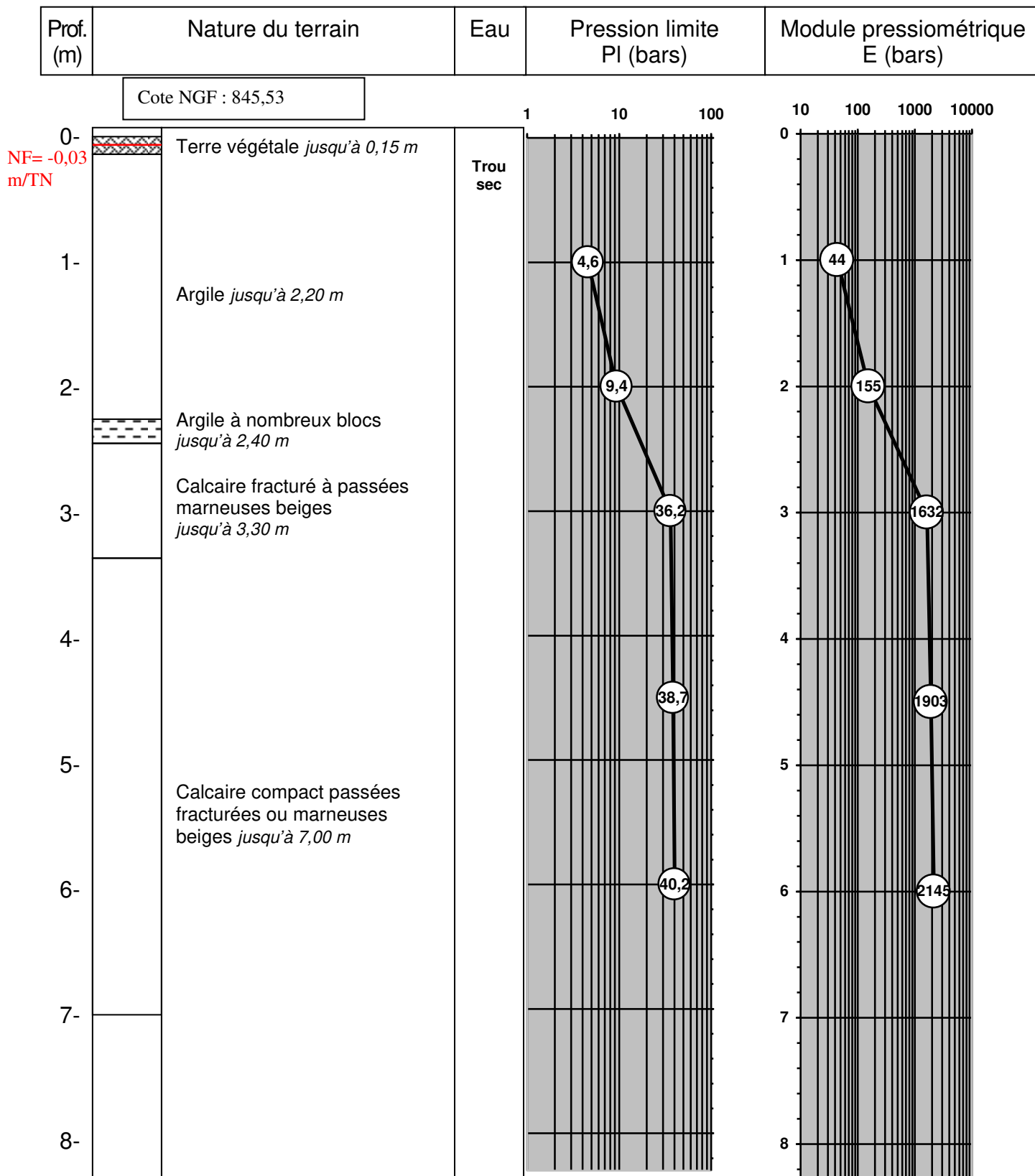


Dossier N° : 19345-B

Affaire : Bâtiment industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT

Date : 19/09/2023

SP 11

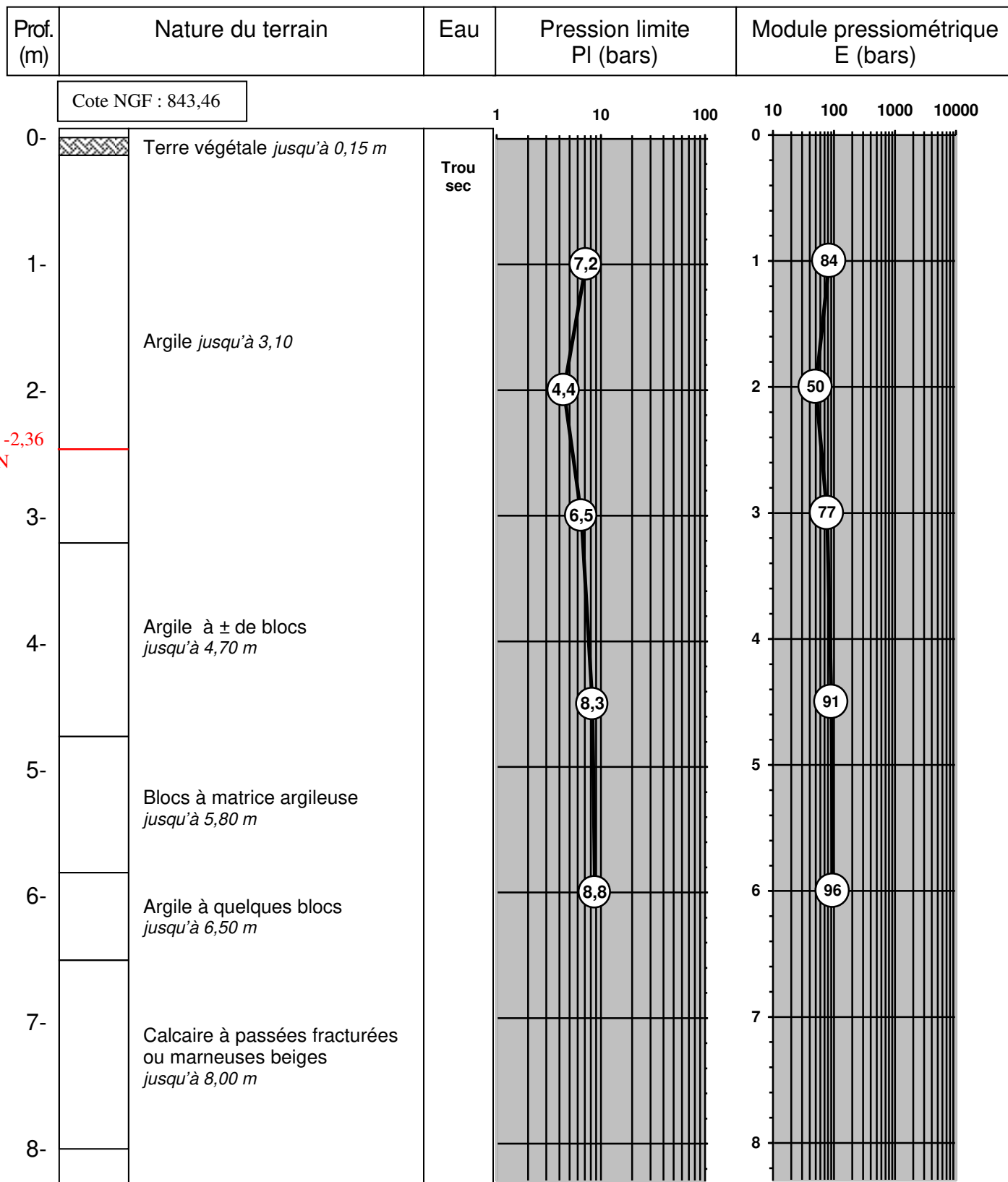


Dossier N° : 19345-B

Affaire : Bâtiment industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT

Date : 19/09/2023

SP 12



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

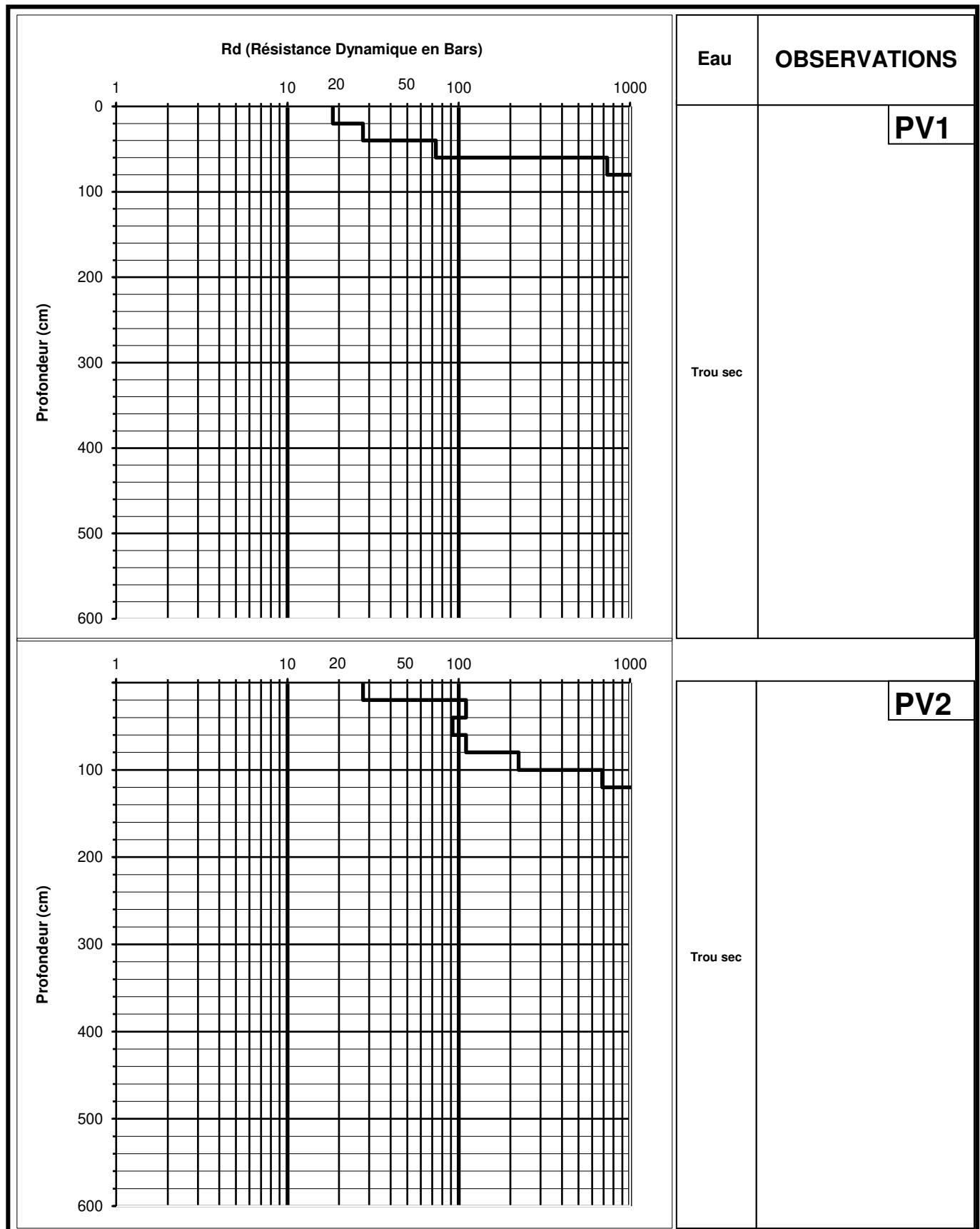
PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm, Φ cône : 50 mm

Dossier N° : 19345-B

Affaire : Bâtiment industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT

Date : 19/09/2023



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

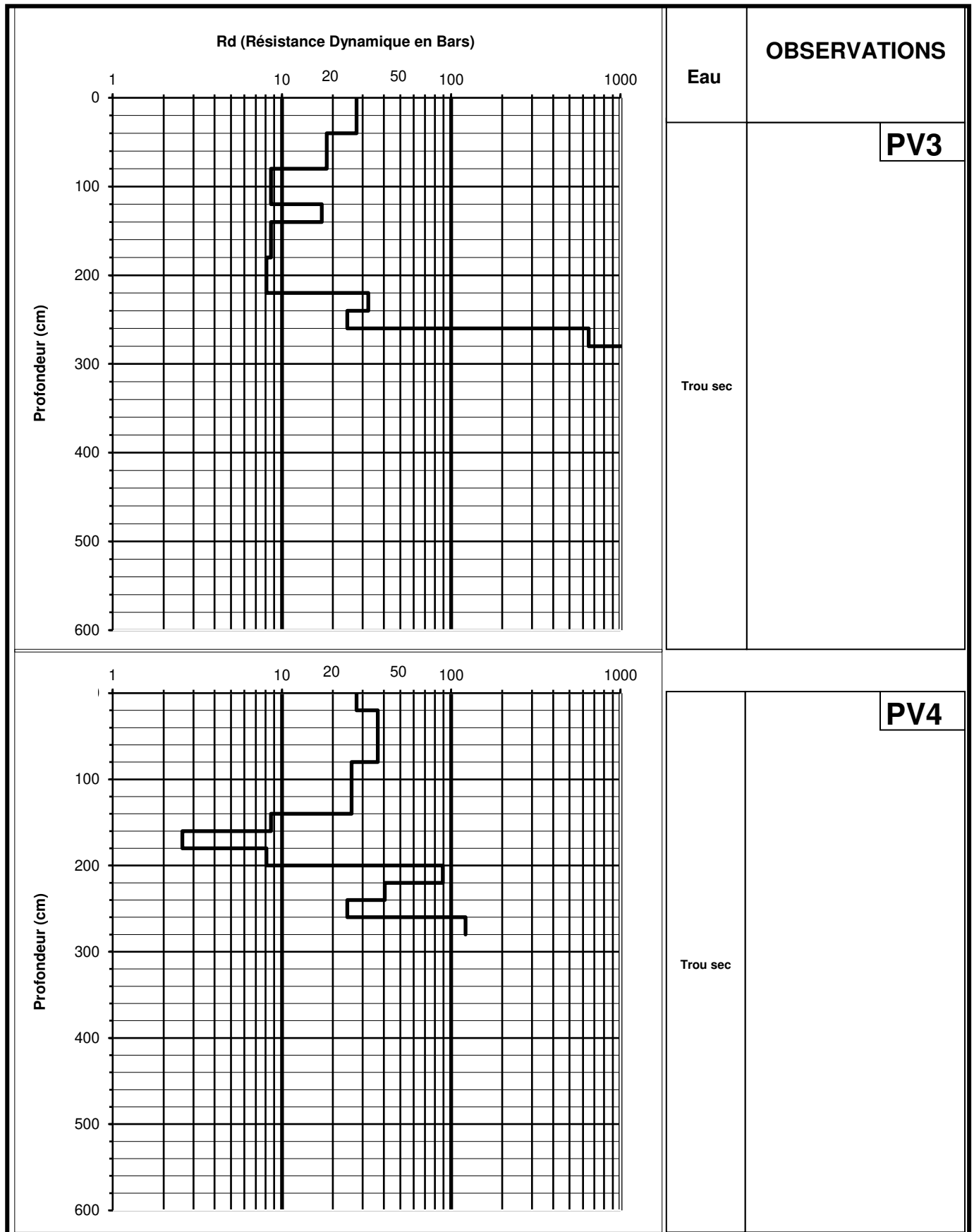
PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm, Φ cône : 50 mm

Dossier N° : 19345-B

Affaire : Bâtiment industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT

Date : 19/09/2023



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

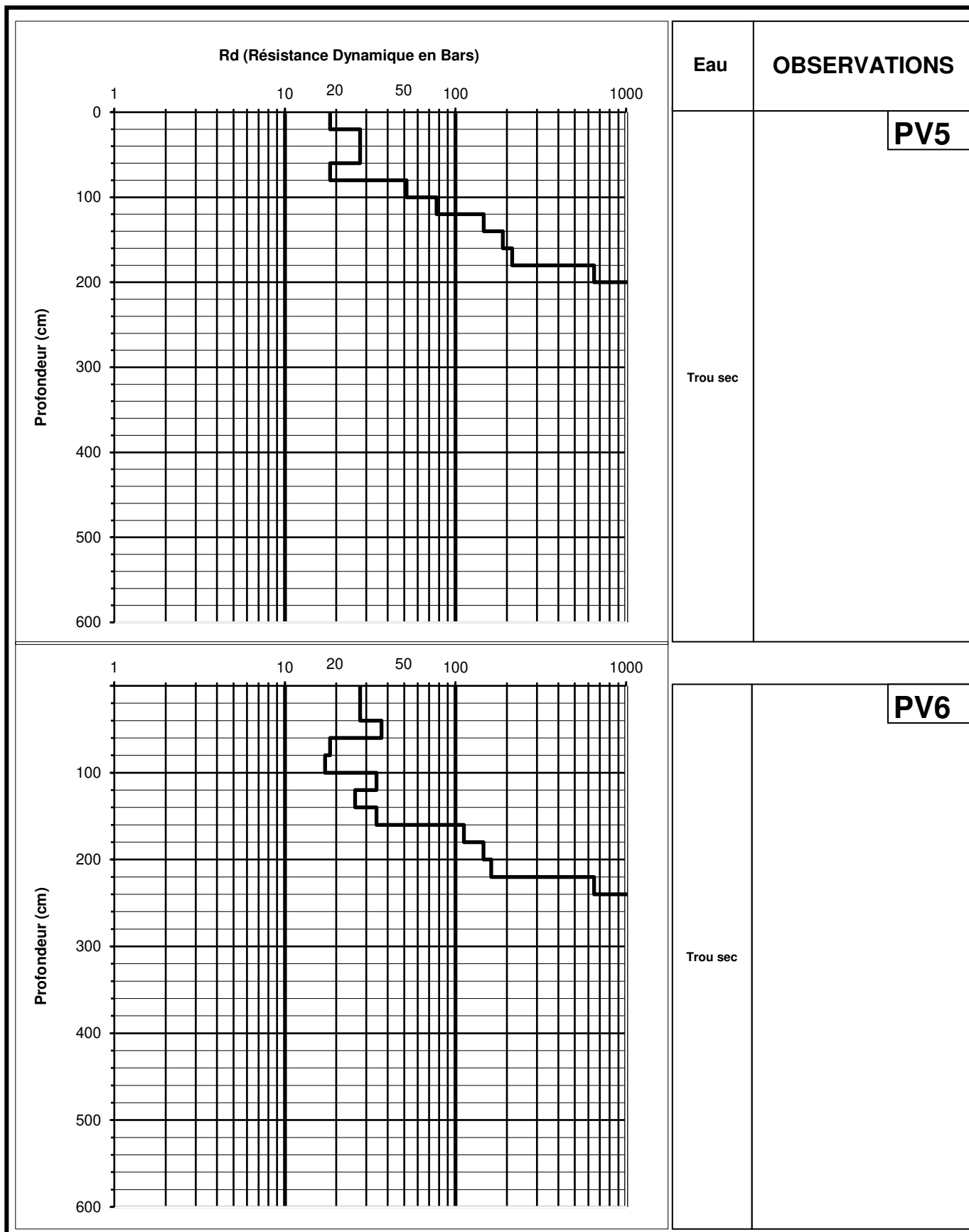
PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm, Φ cône : 50 mm

Dossier N° : 19345-B

Affaire : Bâtiment industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT

Date : 19/09/2023



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

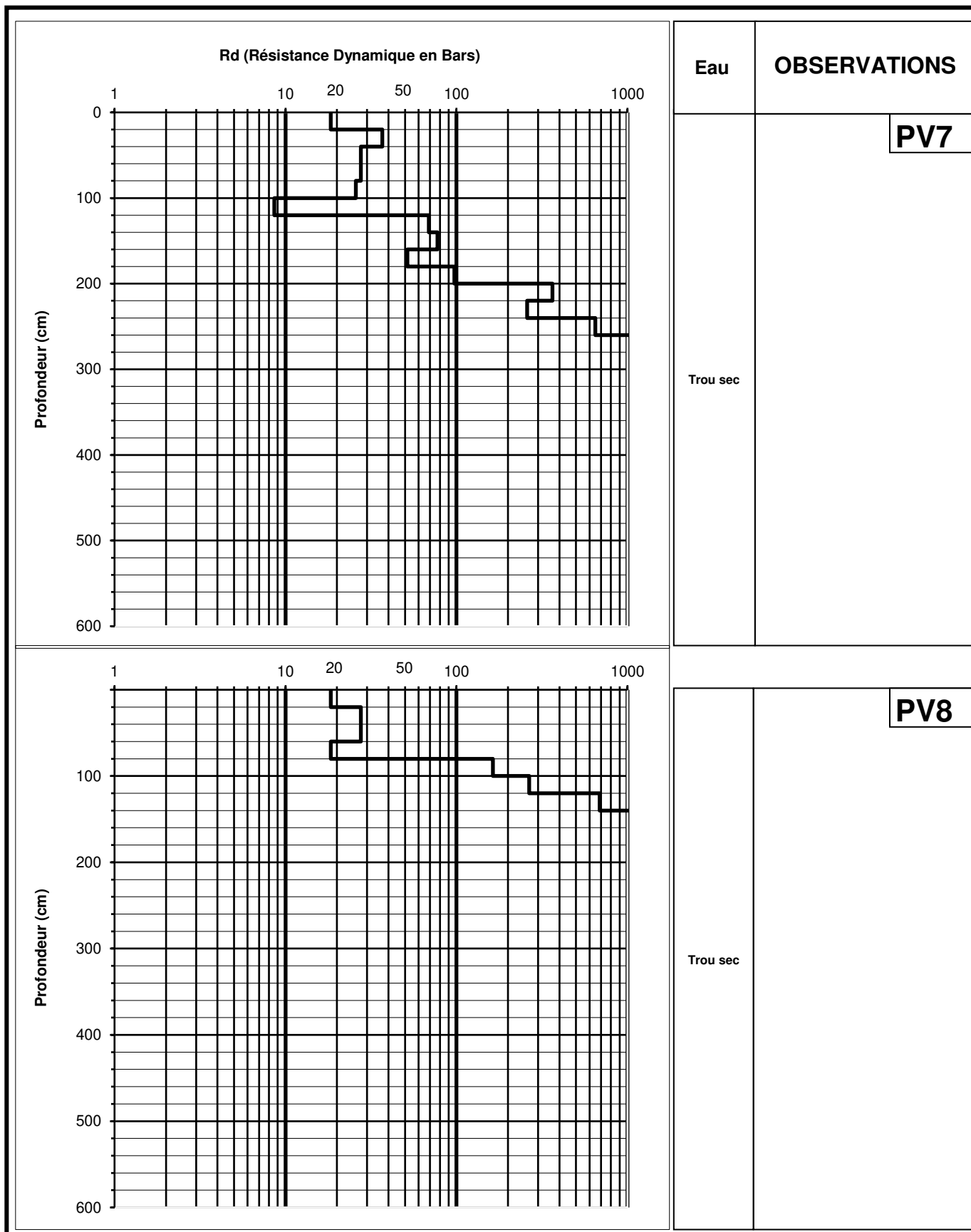
PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm, Φ cône : 50 mm

Dossier N° : 19345-B

Affaire : Bâtiment industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT

Date : 19/09/2023



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

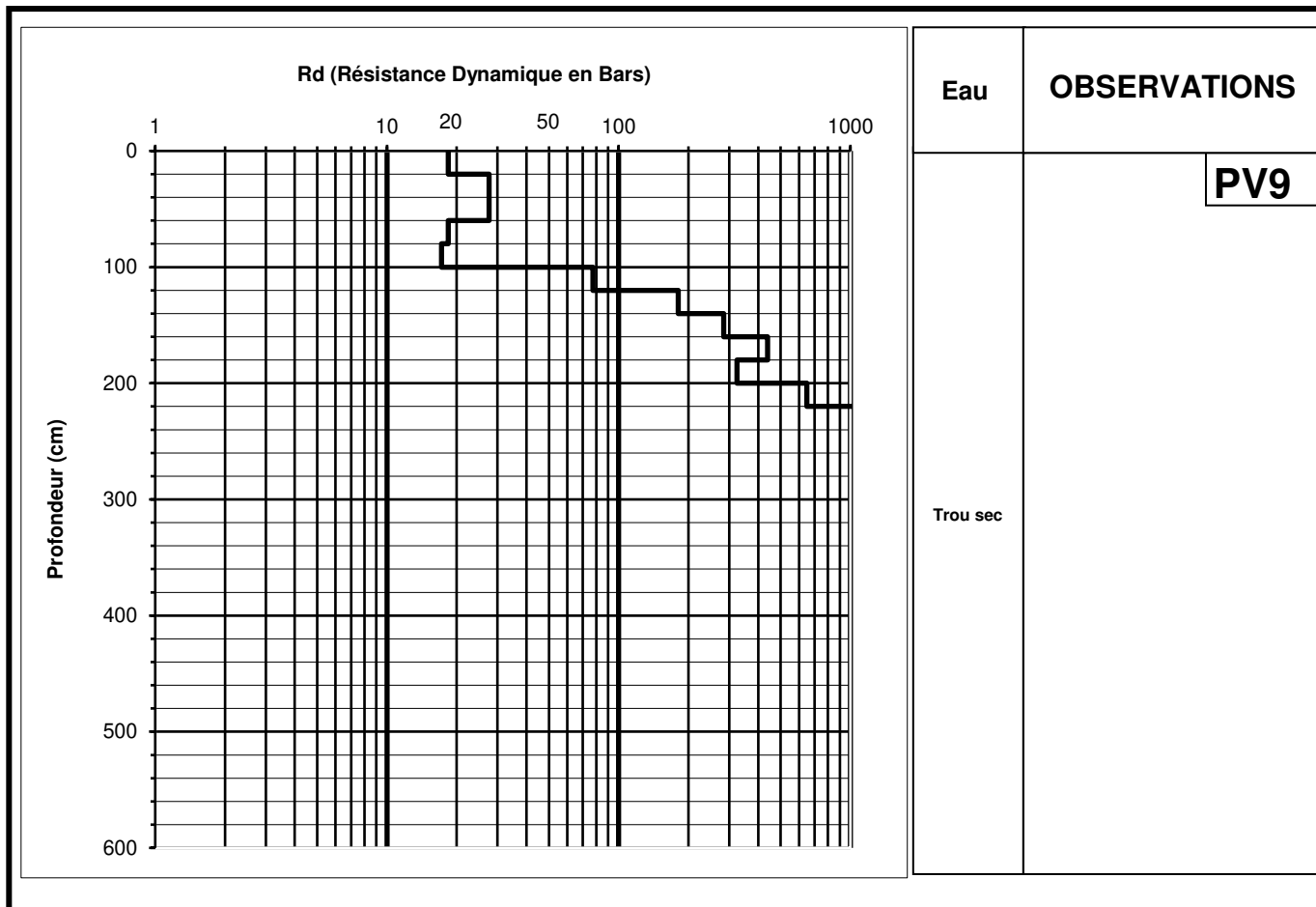
PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 64 Kg, H : 75 cm, Φ cône : 50 mm

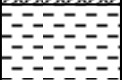
Dossier N° : 19345-B

Affaire : Bâtiment industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT

Date : 19/09/2023



Dossier N° : 19345-B
Affaire : Bâtiment industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT
Date : 20/09/2023

	Prof	Nature du terrain	Eau	Outil	Observations
	0-	 Terre végétale <i>jusqu'à 0,20 m</i>	Trou sec.	R O T O P E R C U S S I O N Ø 64 mm	Test d'infiltration des eaux : Perméabilité : $k = 8. 10^{-6} \text{ m/s}$
	0.5-	 Argile <i>jusqu'à 0,50 m</i>			
	1-	Argile à blocs <i>jusqu'à 1,20 m</i>			
	1.5-	Blocs à matrice argileuse <i>jusqu'à 1,90 m</i>			
	2-				
	2.5-	Calcaire fracturé à passées marneuses beiges <i>jusqu'à 3,00 m</i>			
	3-				

Dossier N° : 19345-B

Affaire : Bâtiment industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT

Date : 20/09/2023

	Prof	Nature du terrain	Eau	Outil	Observations
	0-	 Terre végétale <i>jusqu'à 0,20 m</i>	Trou sec.	R O T O P E R C U S S I O N Ø 64 mm	Test d'infiltration des eaux : Perméabilité : $k = 9.10^{-6}$ m/s
	0.5-	Argile à nombreux blocs <i>jusqu'à 1,00 m</i>			
	1-				
	1.5-				
	2-	Calcaire fracturé à passées argileuses <i>jusqu'à 3,00</i>			
	2.5-				
	3-				

Dossier N° : 19345-B
Affaire : Bâtiment industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT
Date : 20/09/2023

	Prof	Nature du terrain	Eau	Outil	Observations
	0-	 Terre végétale <i>jusqu'à 0,20 m</i>	Trou sec.	R O T O P E R C U S S I O N Ø 64 mm	Test d'infiltration des eaux : Perméabilité : k = 7.10 ⁻⁶ m/s
	0.5-	Argile <i>jusqu'à 0,60 m</i>			
	1-	Argile à nombreux blocs <i>jusqu'à 2,00 m</i>			
	1.5-				
	2-				
	2.5-	Calcaire fracturé à passées marneuses beiges <i>jusqu'à 3,00 m</i>			
	3-				

Dossier N° : 19345-B

Affaire : Bâtiment industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT

Date : 20/09/2023

	Prof	Nature du terrain	Eau	Outil	Observations
	0-	 Terre végétale <i>jusqu'à 0,20 m</i>	Trou sec.	R O T O P E R C U S S I O N Ø 64 mm	Test d'infiltration des eaux : Perméabilité : $k = 9.10^{-7} \text{ m/s}$
	0.5-				
	1-				
	1.5-	Argile <i>jusqu'à 3,00 m</i>			
	2-				
	2.5-				
	3-				

Dossier N° : 19345-B

Affaire : Bâtiment industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT

Date : 20/09/2023

	Prof	Nature du terrain	Eau	Outil	Observations
	0-	 Terre végétale <i>jusqu'à 0,20 m</i>	Trou sec.	R O T O P E R C U S S I O N Ø 64 mm	Test d'infiltration des eaux : Perméabilité : k = 8.10 ⁻⁷ m/s
	0.5-	Argile <i>jusqu'à 0,60 m</i>			
	1-	Argile à blocs <i>jusqu'à 1,20 m</i>			
	1.5-	Blocs à matrice argileuse <i>jusqu'à 2,40 m</i>			
	2-				
	2.5-	Argile à quelques blocs et cailloutis <i>jusqu'à 3,00 m</i>			
	3-				

Dossier N° : 19345-B

Affaire : Bâtiment industriel FMI SYCRILOR 25-CHARQUEMONT

Date : 20/09/2023

	Prof	Nature du terrain	Eau	Outil	Observations			
	0-	 Terre végétale jusqu'à 0,20 m	Trou sec.	R O T O P E R C U S S I O N Ø 64 mm	Test d'infiltration des eaux : Perméabilité : k = 6.10 ⁻⁷ m/s			
	0.5-	Argile jusqu'à 1,00 m						
	1-							
	1.5-	Argile à quelques blocs jusqu'à 2,30 m						
	2-							
	2.5-	Blocs à matrice argileuse jusqu'à 3,00 m						
	3-							

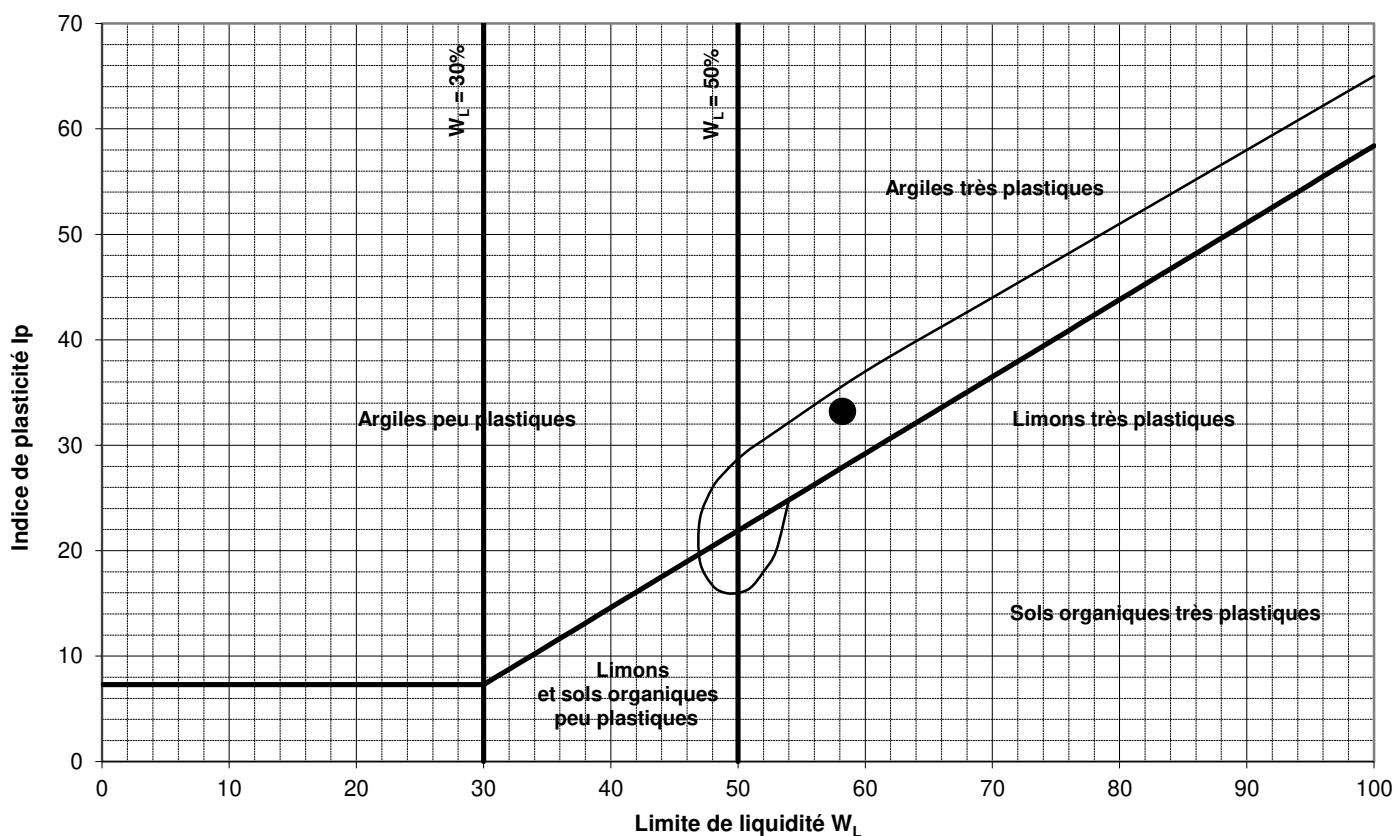
B 3 G 2

Diagramme de Casagrande

Dossier : 19345

Affaire : 25-CHARQUEMONT

Objet : Bâtiment Industriel FMI Syrcilor



Sondage	Profondeur (m)	Nature du terrain	Classe GTR	W (%)	W _L (%)	W _P (%)	Ip	Ic
S2	0,20 à 3,00 m	Argile brune	A3s	17,1	58,2	25,0	33,2	1,24

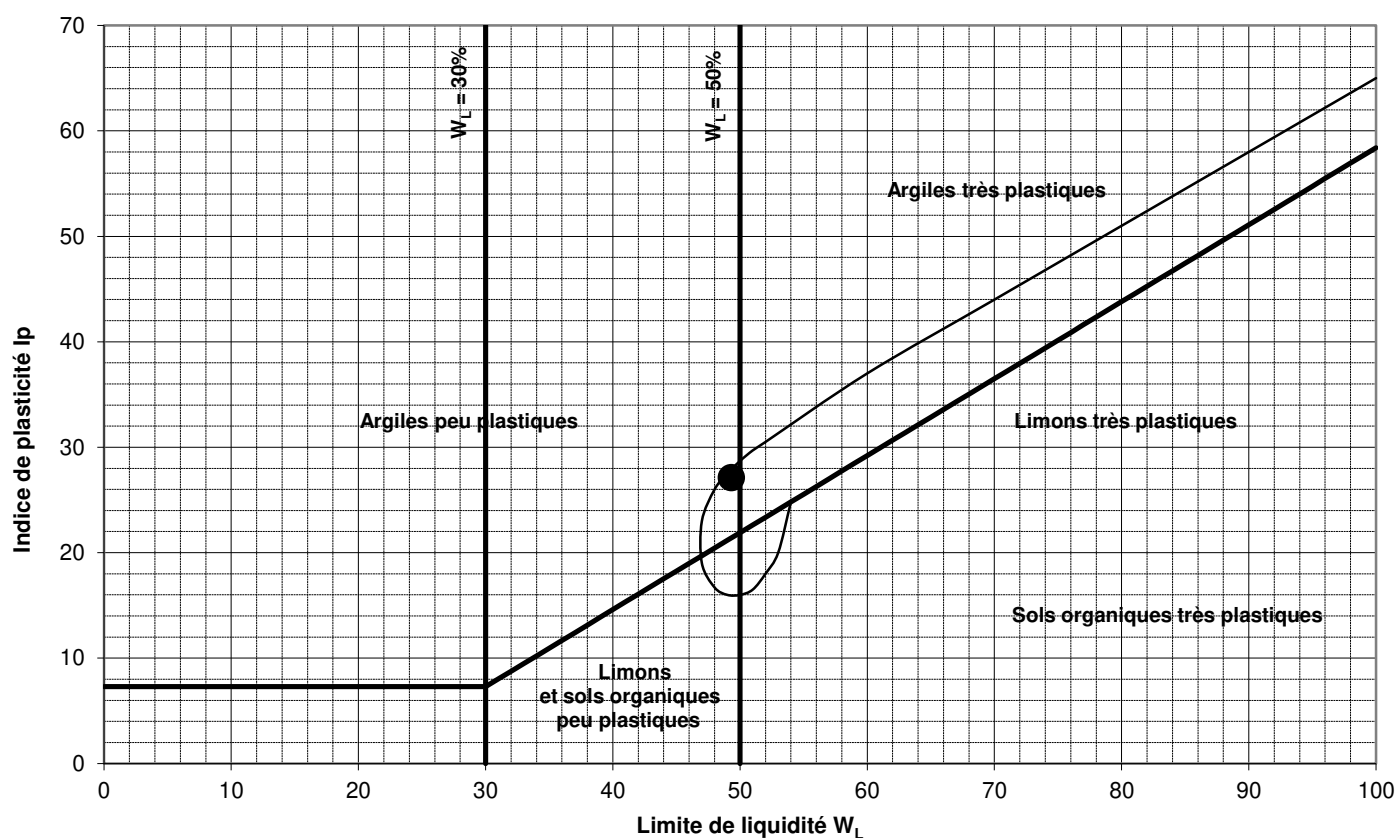
B 3 G 2

Diagramme de Casagrande

Dossier : 19345-B

Affaire : 25-CHARQUEMONT

Objet : Bâtiment Industriel FMI Syrcilor



Sondage	Profondeur (m)	Nature du terrain	Classe GTR	W (%)	W _L (%)	W _P (%)	I _p	I _c
SP10	0,15 à 3,50 m	Argile	A3m	19,1	49,3	22,2	27,1	1,12