

# 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 15 Juin 2016

Notre Référence : RB/2016/15942-B

**HOPITAL**

**Résidence  
Domaine du Chenois**

**90-BAVILLIERS**

**ETUDE GEOTECHNIQUE  
COMPLEMENTAIRE**

**Version 2**

Cette étude géotechnique complémentaire de type G2 AVP-PRO (selon la norme NF P 94-500), a été réalisée à la demande et pour le compte d'EIFFAGE Constructions.

Elle a pour but de statuer sur la nature et les caractéristiques du terrain au droit du projet de d'un nouvel hôpital (*centre hospitalier de soins de longue durée*), en vue de déterminer ses conditions d'adaptation au sol.

Cette étude fait suite à notre G2 PRO référencée RB/2015/15942 du 04 Février 2016. Les conclusions restent inchangées. Il conviendra de s'y référer.

La présente étude a permis de reconnaître les terrains plus en profondeur et notamment les caractéristiques mécaniques des marnes au-delà de 7-8 m de profondeur afin de dimensionner au mieux les fondations profondes.

De plus des échantillons ont été prélevés en surface (*sur les 3-4 premiers mètres*) afin de réaliser des analyses de laboratoire pour déterminer la classe des sols selon le GTR 92.

Le présent rapport s'attachera donc :

- à confirmer les paramètres géotechniques à prendre en compte pour le dimensionnement des pieux ;
- à évoquer les possibilités et conditions de réemploi des déblais en remblais.

Pour l'ensemble des conclusions et des descriptions géologiques, on se référera à notre étude G2PRO du 04/02/2016.

*Les caractéristiques du projet sont inchangées depuis notre étude initiale et la variation des profondeurs des différentes couches est sensiblement similaire à notre reconnaissance initiale.*

Le jour de notre intervention les bâtiments à démolir étaient encore existants.

.../...

## LABORATOIRE

Nous avons réalisé 15 essais de laboratoire (*teneur en eau W, classification GTR...*) sur des échantillons prélevés à des profondeurs différentes dans nos 6 sondages géologiques profonds (SPA à SPE) et dans 3 sondages géologiques courts au niveau des parkings (*même coupe que lors de notre étude initiale*).

| Sondage | Profondeur    | Nature des matériaux        | Poids Humide (g) | Poids Sec (g) | Teneur en eau W (%) | Classe GTR92 |
|---------|---------------|-----------------------------|------------------|---------------|---------------------|--------------|
| SPA     | 3,00 à 4,00 m | Argile limoneuse            | 120              | 98            | 22 %                | A2           |
| SPB     | 0,50 à 1,50 m | Argile limoneuse            | 116              | 96            | 21 %                | A3           |
| SPB     | 1,50 à 3,00 m | Argile marneuse             | 204              | 169           | 21 %                | A4           |
| SPB     | 3,00 à 4,50 m | Argile marneuse             | 208              | 167           | 25 %                | A4           |
| SPC     | 1,00 à 2,00 m | Argile                      | 192              | 160           | 20 %                | A3           |
| SPC     | 2,00 à 3,00 m | Argile                      | 175              | 141           | 24%                 | A3           |
| SPD     | 1,50 à 2,00 m | Argile limoneuse            | 102              | 84            | 21 %                | A3           |
| SPD     | 2,50 à 3,00 m | Argile                      | 203              | 166           | 22 %                | A3           |
| SPE     | 0,40 à 1,20 m | Argile limoneuse            | 219              | 181           | 21 %                | A2           |
| SPE     | 1,50 à 2,50 m | Argile                      | 212              | 181           | 17 %                | A3           |
| SPE     | 2,50 à 4,00 m | Argile                      | 186              | 154           | 21 %                | A3           |
| SP10    | 1,50 à 2,00 m | Argile marneuse             | 195              | 162           | 20 %                | A4           |
| V1      | 0,50 à 1,00 m | Argile limono-marneuse      | 103              | 85            | 21%                 | A3           |
| V2      | 0,50 à 1,00 m | Argile légèrement limoneuse | 151              | 124           | 22 %                | A3           |
| V3      | 1,50 à 2,00 m | Argile                      | 169              | 143           | 18 %                | A3           |

Ces matériaux sont classés parfois en A<sub>2</sub> et souvent A<sub>3</sub> et A<sub>4</sub> selon le GTR 92.

Ils sont souvent **très plastiques** et sensibles aux **phénomènes de retrait-gonflement**.

Outre ce caractère plastique et gonflant, **ces matériaux sont sujets à un risque de matelassage, voire de glissement** (*selon le degré de la pente lors de leur réutilisation*).

.../...

### Réemploi des déblais en remblais :

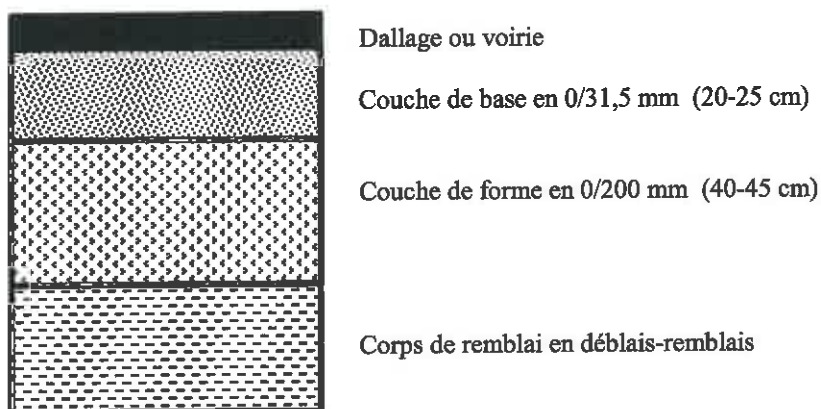
On pourra réutiliser les déblais argileux du site en remblais pour limiter l'apport de matériaux.

Notons tout de même que la couche de forme et de base se feront en matériaux d'apport selon les préconisations fournies dans notre étude initiale.

Lors du réemploi des matériaux argileux du site, il faudra impérativement réaliser le remblaiement par beau temps secs, en couches minces et en laissant sécher au maximum les matériaux.

On privilégiera le réemploi des matériaux argileux les plus secs ( $w\% \leq 20-21 \%$ ).

Des matelassages seront quand même à prévoir. L'épaisseur de blocage (*couche de forme*) mise en place sur cette couche de déblais-remblais sera peut-être à ajuster en fonction de ces éventuels matelassages.



### Schéma de principe du remblaiement

.../...

## CONCLUSIONS

L'ensemble de nos sondages et essais a permis de mettre en évidence **des argiles plus ou moins limoneuses ou marneuses de qualité faible à moyennes**, jusqu'à -4,20 et -6,20 m, voire localement jusqu'à -7,00 à -8,20 m.

Au-delà on rencontre le **substratum marneux d'abord altéré en tête (marne argileuse) puis compact à raide**, de qualité assez bonne à bonne.

Ces sondages complémentaires ont permis de constater que les caractéristiques mécaniques des marnes gris bleu s'améliorent en profondeur ( $Pl \approx 25-30$  bars et  $E \approx 300-500$  bars). De manière générale elles deviennent raide à très raide à partir de 7-9 m de profondeur.

Nos sondages complémentaires ont rencontré des niveaux d'eau entre -4,80 et -7,20 m.

### Fondation des structures :

Il est prévu un mode de fondations profondes sur **pieux**, forés et ancrés d'au moins 3 diamètres dans le **substratum marneux**.

Nous donnerons ci-après les paramètres géotechniques à prendre en compte pour le dimensionnement de pieux.

Pour le bâtiment, le calcul des pieux fait référence au D.T.U. 13. 2. – Fondations profondes pour le bâtiment - de septembre 1992 (Réf AFNOR DTU P11 212). Cette justification des fondations soumises à des charges verticales utilise la méthode pressiométrique.

Nous rappelons que les résultats fournis ci-après ne sont donnés qu'à titre indicatif et qu'une note de calcul détaillée devra être établie par l'entreprise de pieux en prenant en compte les dernières modifications du projet et les caractéristiques réelles de son matériel. En tout état de cause, cette note de calcul justificative devra recevoir l'agrément du bureau de contrôle et/ou du bureau d'étude structure.

.../...

Paramètres pour les pieux :

Pour le dimensionnement de pieux forés simples, on pourra prendre en compte :

- **Terme de pointe (marne) :**

$$Q_p = k \cdot P \cdot l^* / 3$$

$$Q_p \approx 1,6.25 / 3$$

$$Q_p \approx 13 \text{ bars (130 t/m}^2\text{)}$$

*\* on prendra en compte une pression limite moyenne de l'ordre de 25 bars dans le substratum marneux.*

- **Terme de frottement latéral  $Q_s = (P \cdot \sum H_{si} Q_{si}) / 2$**

avec

- **P** : périmètre de la section droite du pieu ;
- **$q_{si}$**  : le frottement latéral limite dans la couche  $i$  d'épaisseur  $h_i$  ;

| horizon                       | Courbe (DTU) | Valeur de $Q_s$ (bars) |
|-------------------------------|--------------|------------------------|
| TV et Remblais                | -            | 0                      |
| Argile                        | Abis         | 0,2                    |
| Marne altérée et/ou argileuse | A            | 0,8                    |
| Marne                         | C            | 1,5                    |

Le frottement devra être négligé en tête sur au moins 0,50 m.

**Charge totale ( $Q_t$ ) : charge de pointe ( $Q_p$ ) + charge de frottement ( $Q_s$ )**

A titre indicatif, au droit de SPB, un pieu Ø 80 cm, ancré à 10,00 m de profondeur dans les marnes gris bleu peut reprendre :

$$Q_t = 65 \text{ t} + 88 = 153 \text{ t}$$

*On notera qu'en augmentant le diamètre et/ou l'ancrage des pieux, la charge admissible pourra être augmentée.*

.../...

Classification sismique du sol :

PS 92 :

- Zone sismique **1B** : « sismicité faible » ;
- Sol du **Groupe B** : Sol argileux moyennement compact (*voir localement mou*), sur Sol du **Groupe A** : Marnes dures.
- Site de **Classe S1**.

Eurocode 8 (Mai 2011) :

- Zone de **sismicité 3 modéré**, d'après le Nouveau Zonage Sismique ;
- Sol de **Classe D** : argiles de qualité médiocre à moyenne, sur plus de 4-8 ml, sur marnes altérées à très raides, d'après l'Eurocode 8.

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

**B.NICEY / R.BIANCHI**

## **DOCUMENTS ANNEXES**

# B 3 G 2

## Sondage pressiométrique

(Tarière hélicoïdale Ø 64 mm)

Sonde lanternée

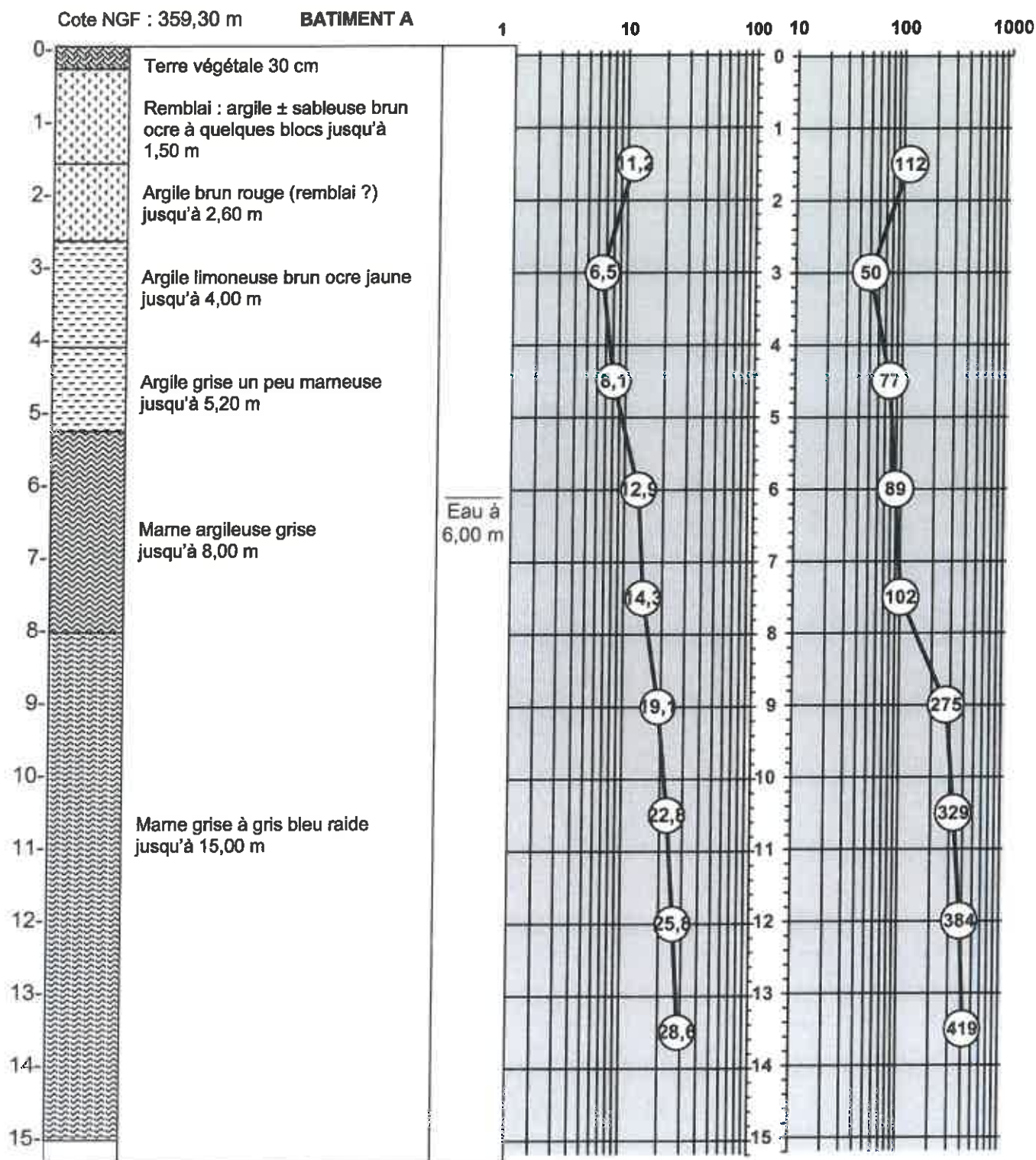
Dossier N° : 15942-B

Affaire : HOPITAL 90-BAVILLIERS

Date : 14/06/2016

SP A

| Prof. | Nature du terrain | Eau | Pression limite<br>PI (bars) | Module pressiométrique<br>E (bars) |
|-------|-------------------|-----|------------------------------|------------------------------------|
|-------|-------------------|-----|------------------------------|------------------------------------|



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@wanadoo.fr](mailto:B3G2@wanadoo.fr)

# Sondage pressiométrique

(Tarière hélicoïdale Ø 64 mm)

Sonde lanterne

## B 3 G 2

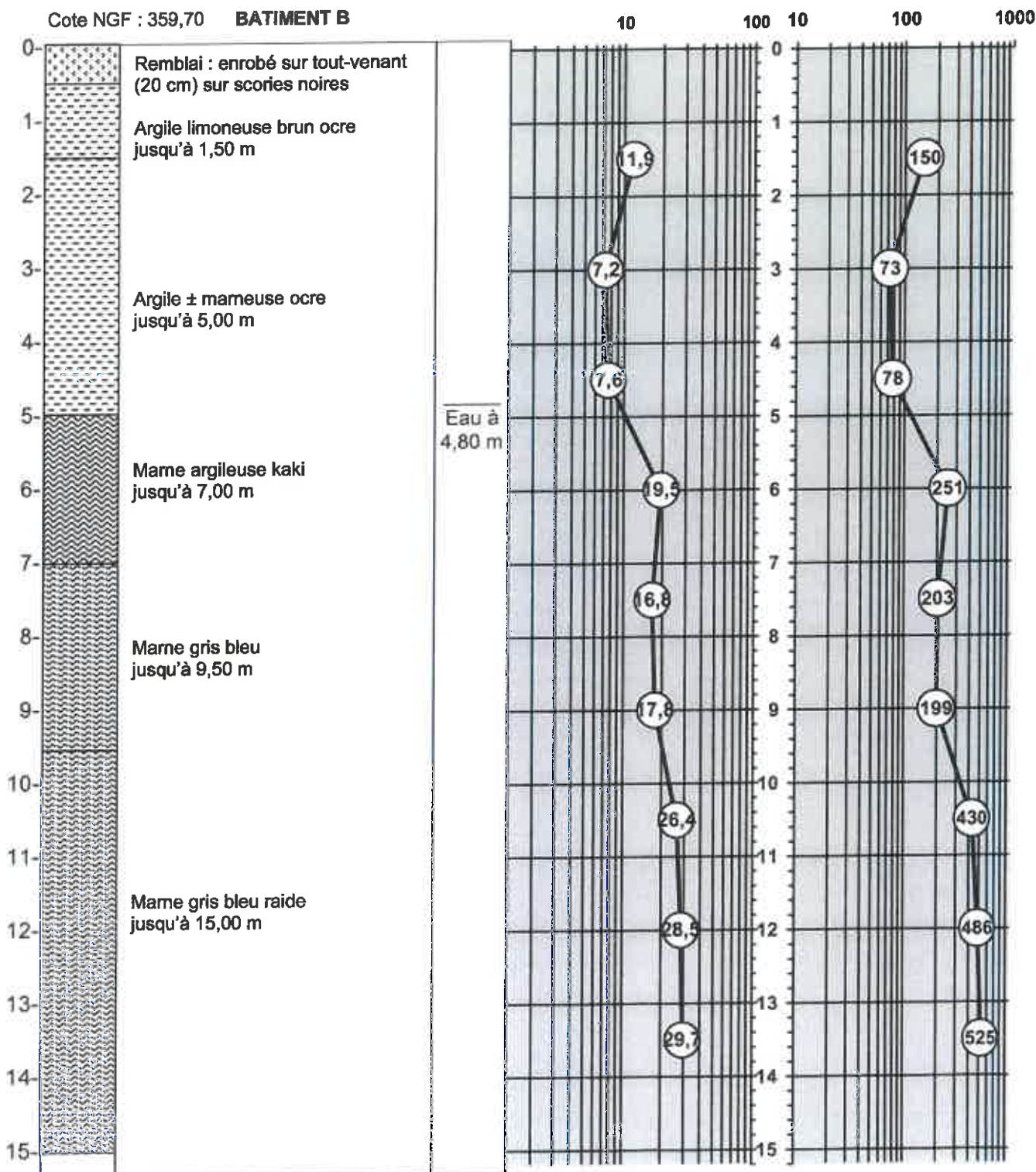
Dossier N° : 15942-B

Affaire : HOPITAL 90-BAVILLIERS

Date : 13/06/2016

**SP B**

| Prof. | Nature du terrain | Eau | Pression limite<br>Pl (bars) | Module pressiométrique<br>E (bars) |
|-------|-------------------|-----|------------------------------|------------------------------------|
|-------|-------------------|-----|------------------------------|------------------------------------|



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@wanadoo.fr](mailto:B3G2@wanadoo.fr)

# Sondage pressiométrique

(Tarière hélicoïdale Ø 64 mm)

Sonde lanterne

# B 3 G 2

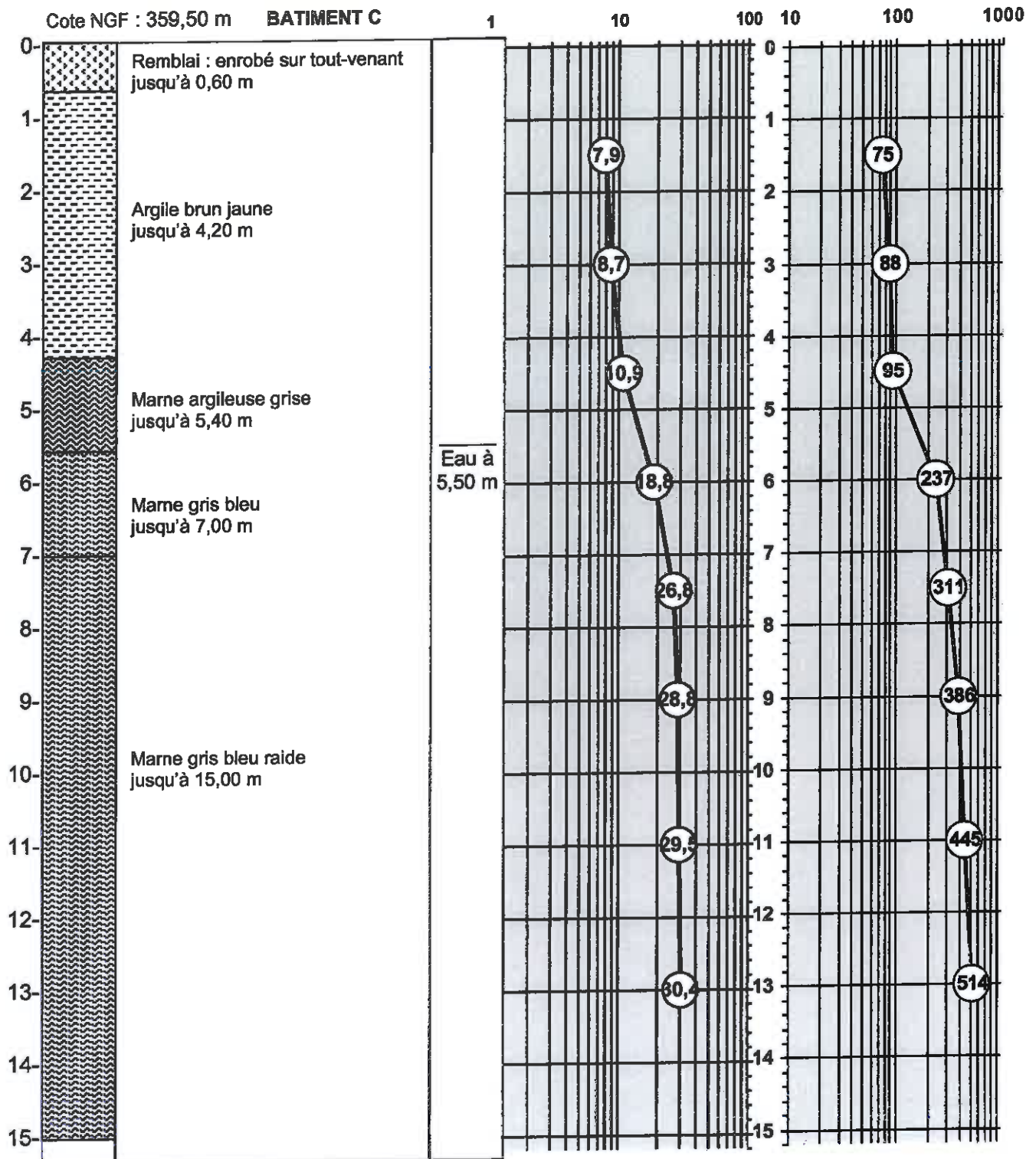
Dossier N° : 15942-B

Affaire : HOPITAL 90-BAVILLIERS

Date : 14/06/2016

**SP C**

| Prof. | Nature du terrain | Eau | Pression limite<br>Pl (bars) | Module pressiométrique<br>E (bars) |
|-------|-------------------|-----|------------------------------|------------------------------------|
|-------|-------------------|-----|------------------------------|------------------------------------|



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@wanadoo.fr](mailto:B3G2@wanadoo.fr)

# Sondage pressiométrique

(Tarière hélicoïdale Ø 64 mm)

Sonde lanternée

# B 3 G 2

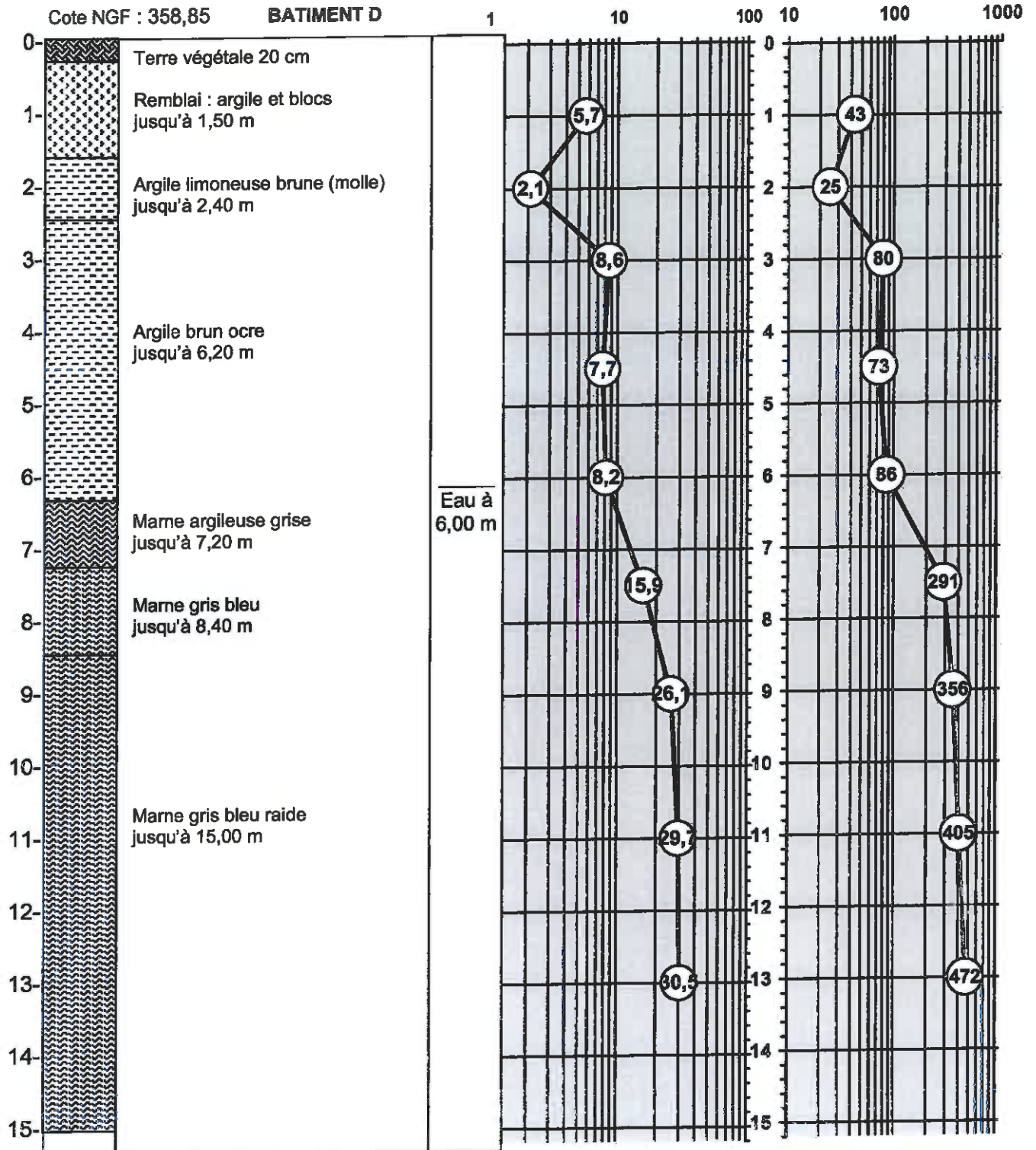
Dossier N° : 15942-B

Affaire : HOPITAL 90-BAVILLIERS

Date : 14/06/2016

**SP D**

| Prof. | Nature du terrain | Eau | Pression limite<br>PI (bars) | Module pressiométrique<br>E (bars) |
|-------|-------------------|-----|------------------------------|------------------------------------|
|-------|-------------------|-----|------------------------------|------------------------------------|



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@wanadoo.fr](mailto:B3G2@wanadoo.fr)

# B 3 G 2

## Sondage pressiométrique

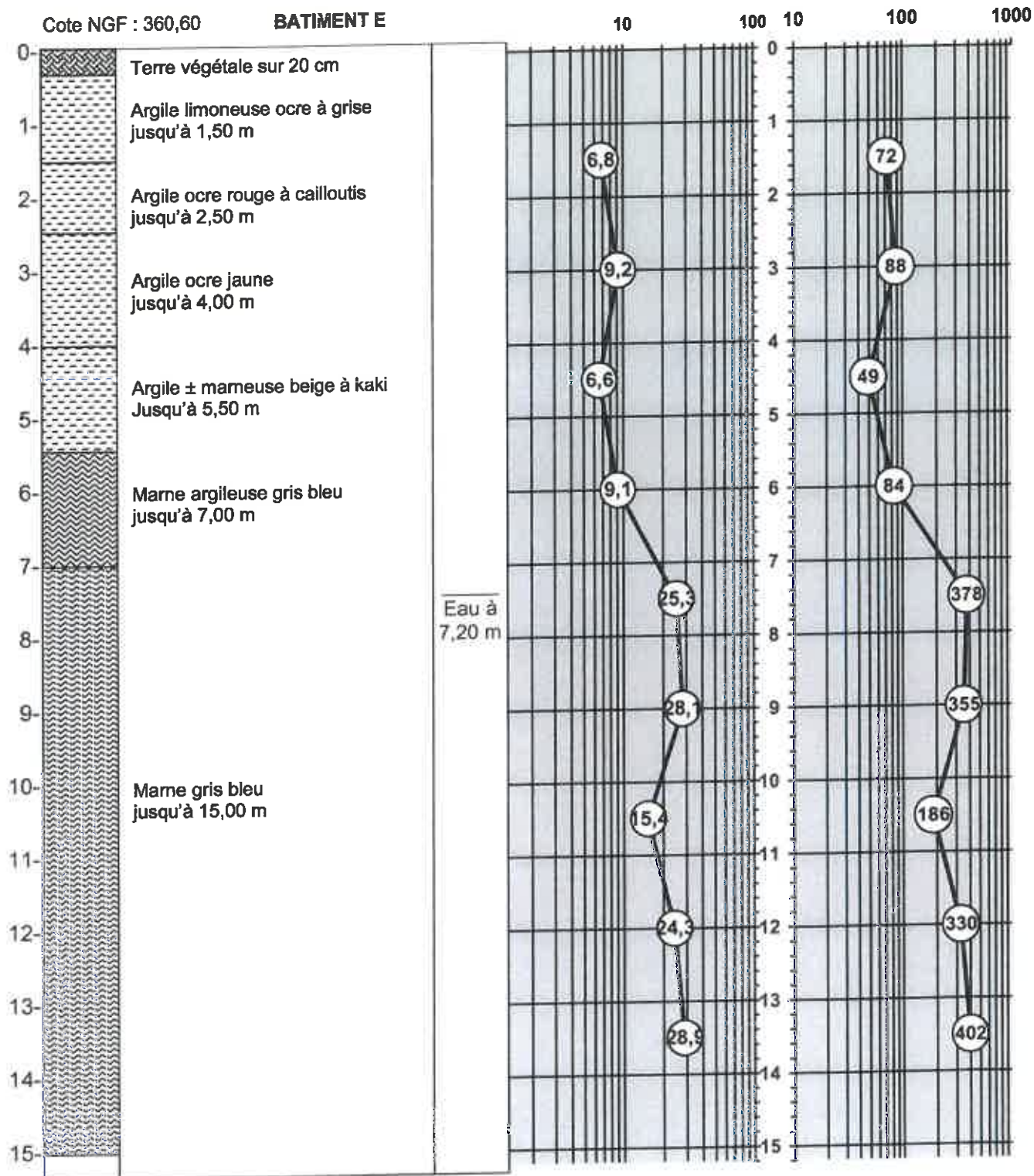
(Tarière hélicoïdale Ø 64 mm)

Sonde lanternée

Dossier N° : 15942-B  
Affaire : HOPITAL 90-BAVILLIERS  
Date : 13/06/2016

SP E

| Prof. | Nature du terrain | Eau | Pression limite<br>PI (bars) | Module pressiométrique<br>E (bars) |
|-------|-------------------|-----|------------------------------|------------------------------------|
|-------|-------------------|-----|------------------------------|------------------------------------|



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@wanadoo.fr](mailto:B3G2@wanadoo.fr)

# Sondage pressiométrique

(Tarière hélicoïdale Ø 64 mm)

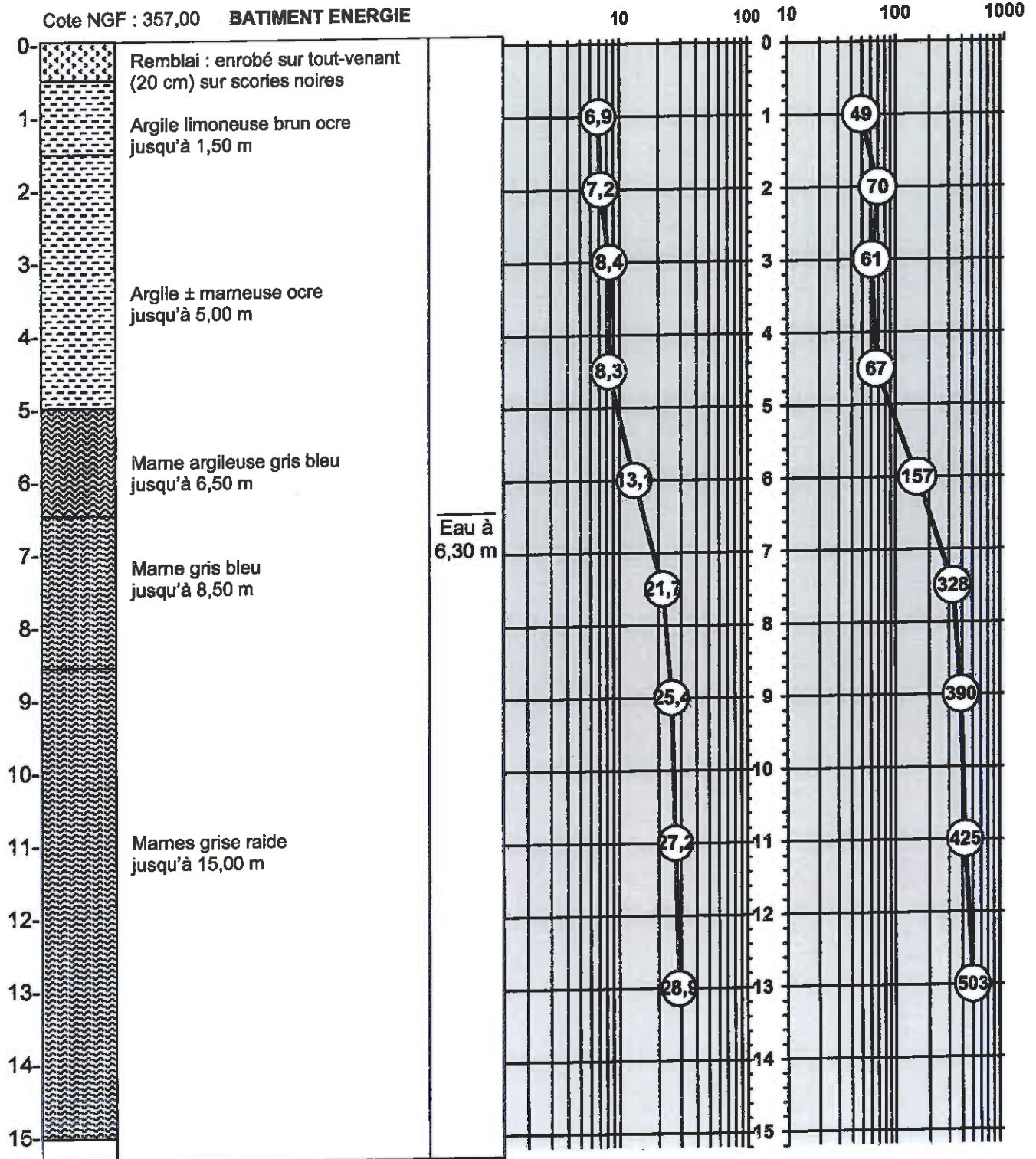
Sonde lanterne

# B 3 G 2

Dossier N° : 15942-B  
Affaire : HOPITAL 90-BAVILLIERS  
Date : 13/06/2016

**SP 10**

| Prof. | Nature du terrain | Eau | Pression limite<br>PI (bars) | Module pressiométrique<br>E (bars) |
|-------|-------------------|-----|------------------------------|------------------------------------|
|-------|-------------------|-----|------------------------------|------------------------------------|



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@wanadoo.fr](mailto:B3G2@wanadoo.fr)

# B 3 G 2

## DIAGRAMME DE PENETRATION

PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

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

10, Rue de la Coupotte - 25410 Saint-Vit

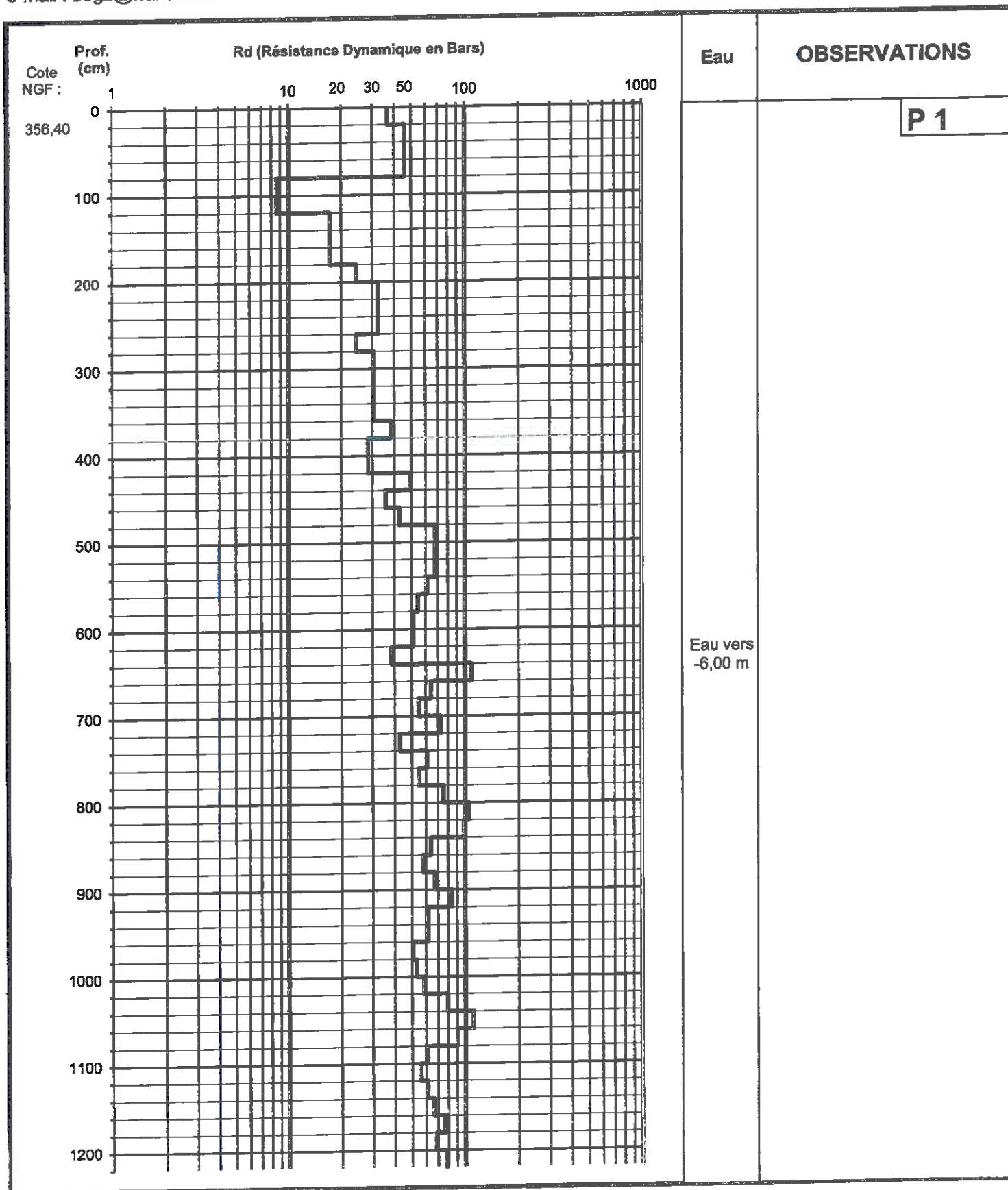
Tel : 03-81-87-60-41 / Fax : 03-81-87-59-95

e-mail : b3g2@wanadoo.fr

Dossier N° : 15942-B

Affaire : HOPITAL 90-BAVILLIERS

Date : 13/06/2016



# 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@wanadoo.fr

## DIAGRAMME DE PENETRATION

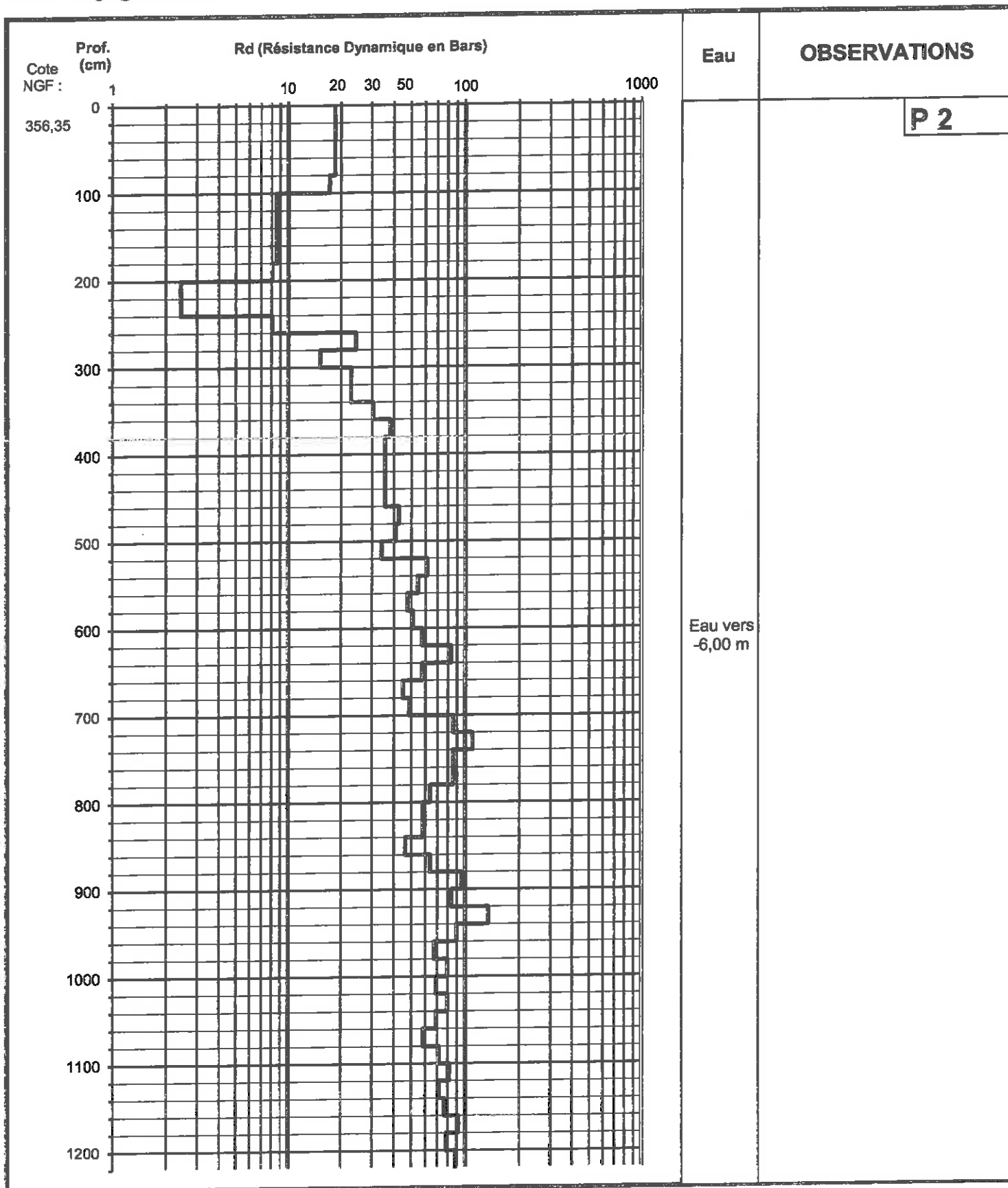
PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

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

Dossier N° : 15942-B

Affaire : HOPITAL 90-BAVILLIERS

Date : 13/06/2016



# 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@wanadoo.fr

## DIAGRAMME DE PENETRATION

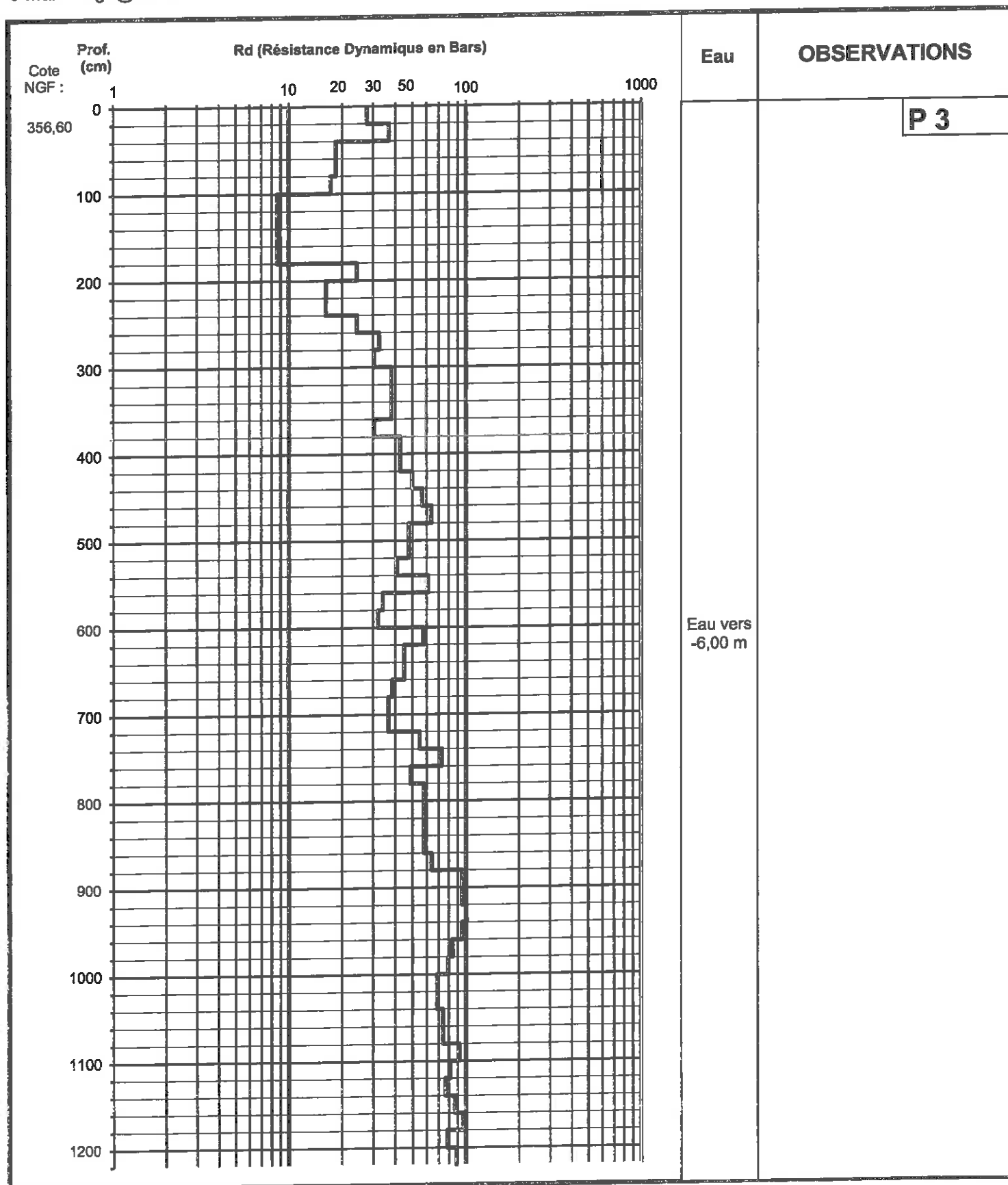
PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

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

Dossier N° : 15942-B

Affaire : HOPITAL 90-BAVILLIERS

Date : 13/06/2016



# B 3 G 2

10, Rue de la Coupotte - 25410 Saint-Vit

Tel : 03-81-87-80-41 / Fax : 03-81-87-59-95

e-mail : b3g2@wanadoo.fr

## DIAGRAMME DE PENETRATION

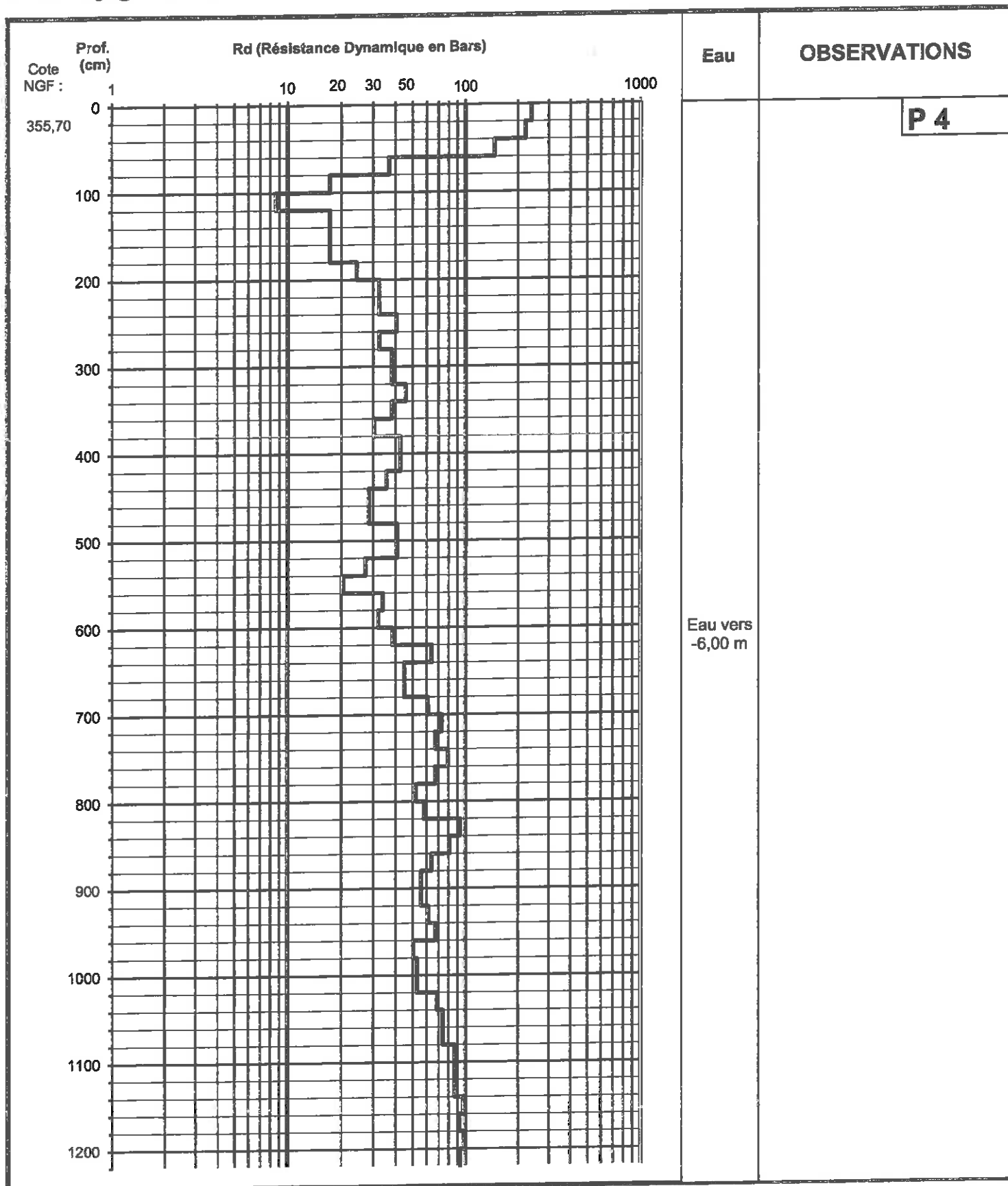
PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

M : 84 Kg, H : 75 cm,  $\Phi$  cône : 50 mm

Dossier N° : 15942-B

Affaire : HOPITAL 90-BAVILLIERS

Date : 13/06/2016



# 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@wanadoo.fr

## DIAGRAMME DE PENETRATION

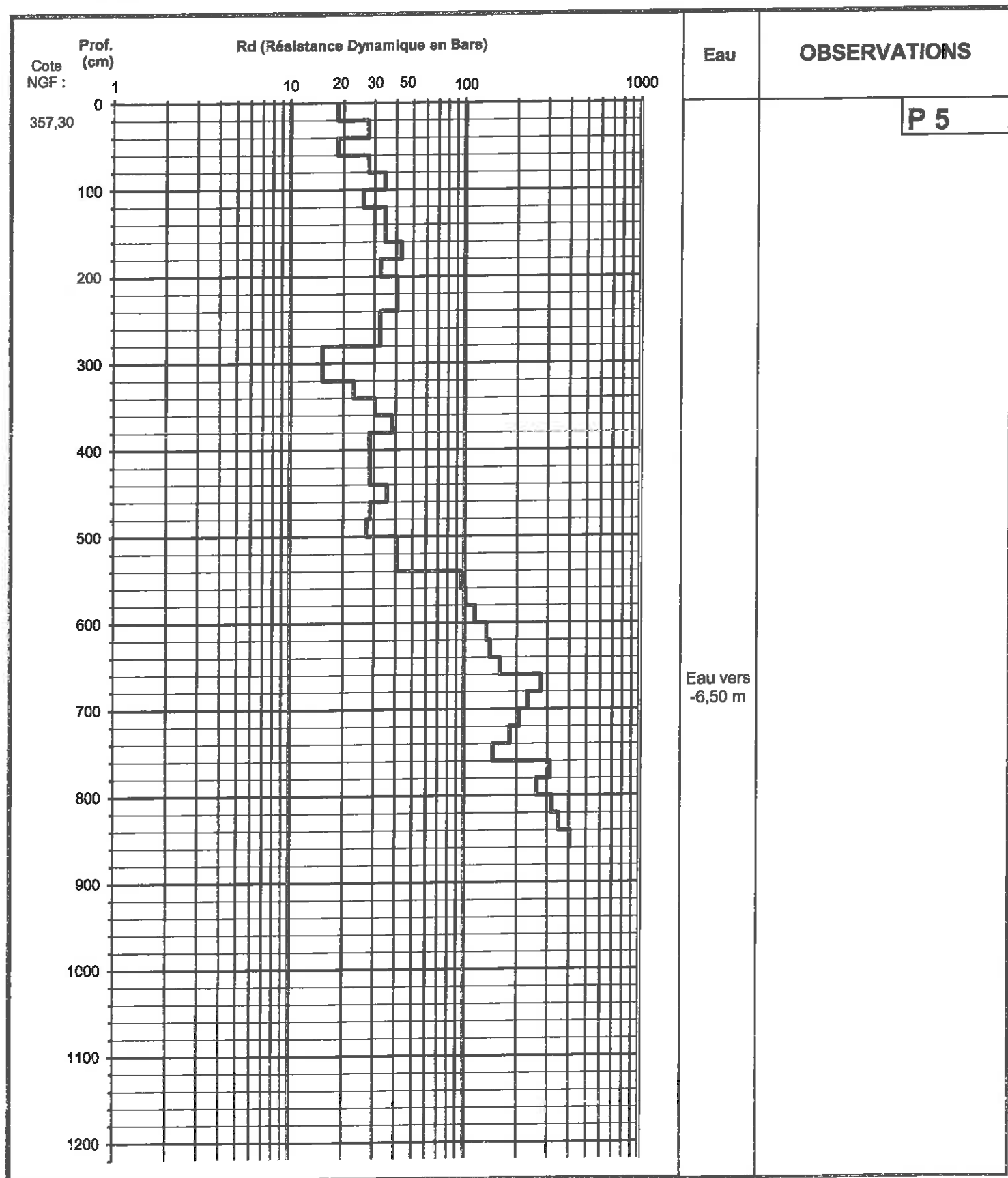
PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

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

Dossier N° : 15942-B

Affaire : HOPITAL 90-BAVILLIERS

Date : 13/06/2016



# 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@wanadoo.fr

## DIAGRAMME DE PENETRATION

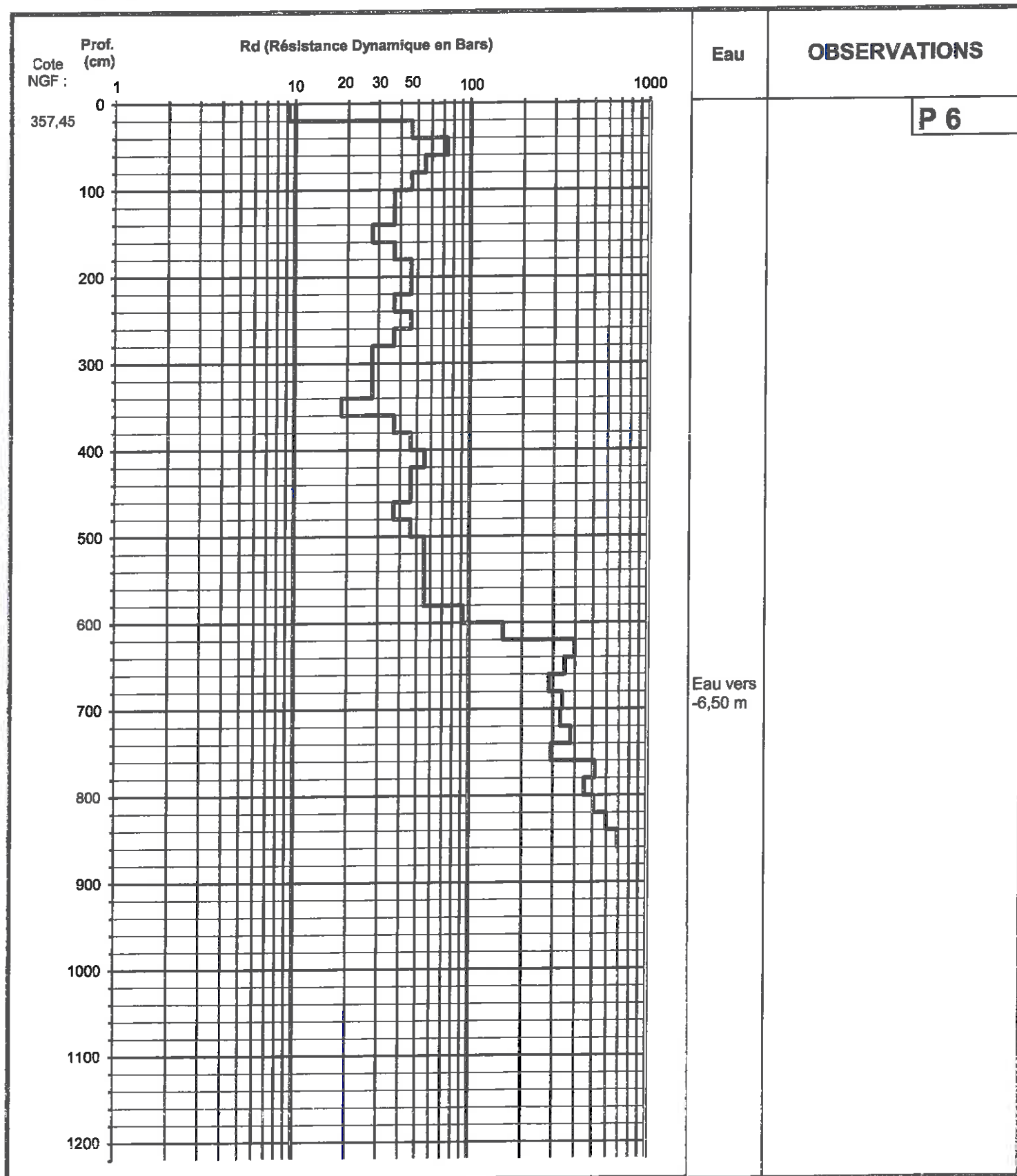
PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

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

Dossier N° : 15942-B

Affaire : HOPITAL 90-BAVILLIERS

Date : 13/06/2016



# 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@wanadoo.fr

## DIAGRAMME DE PENETRATION

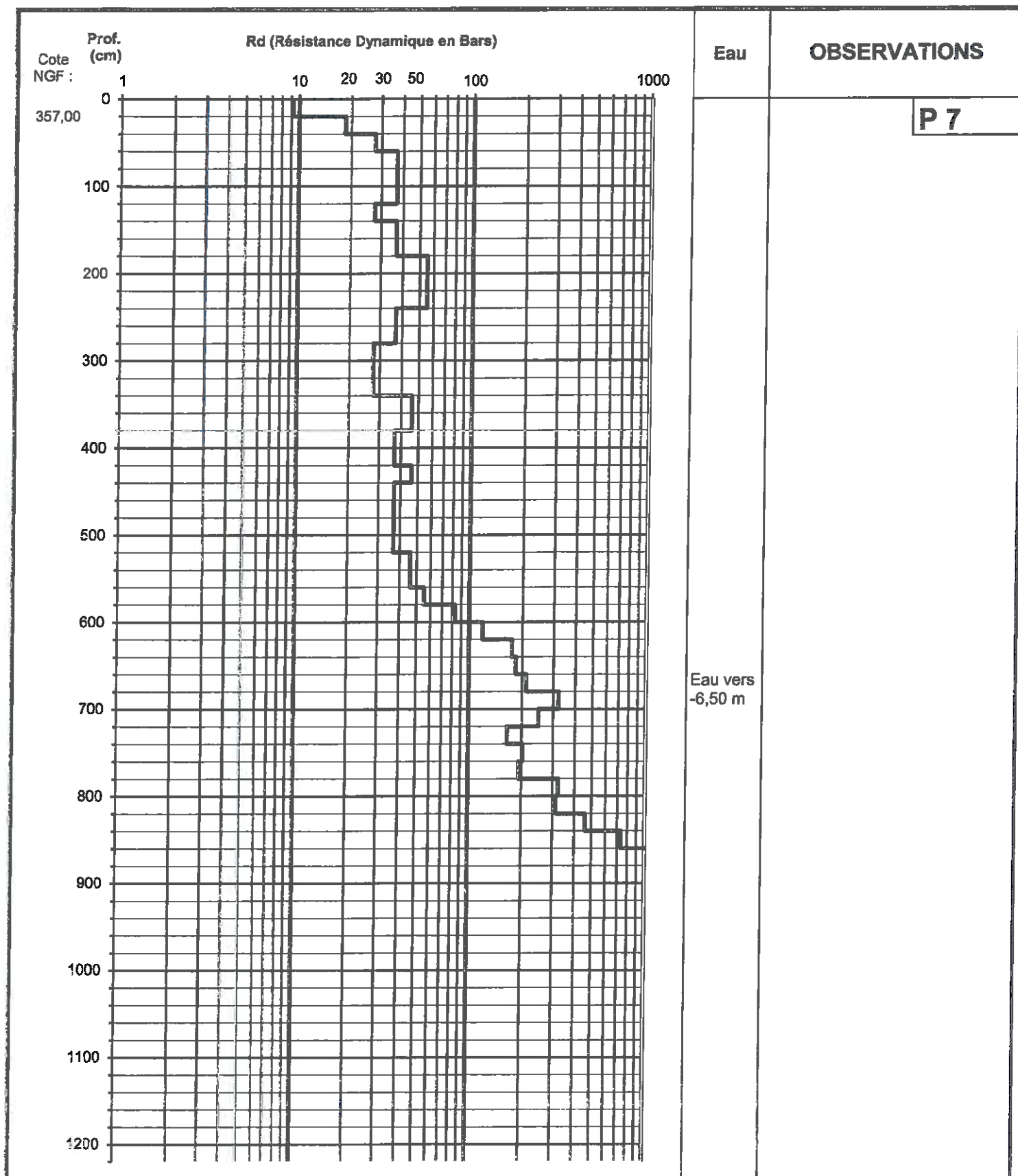
PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

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

Dossier N° : 15942-B

Affaire : HOPITAL 90-BAVILLIERS

Date : 13/06/2016



# B 3 G 2

## DIAGRAMME DE PENETRATION

PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

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

10, Rue de la Coupotte - 25410 Saint-Vit

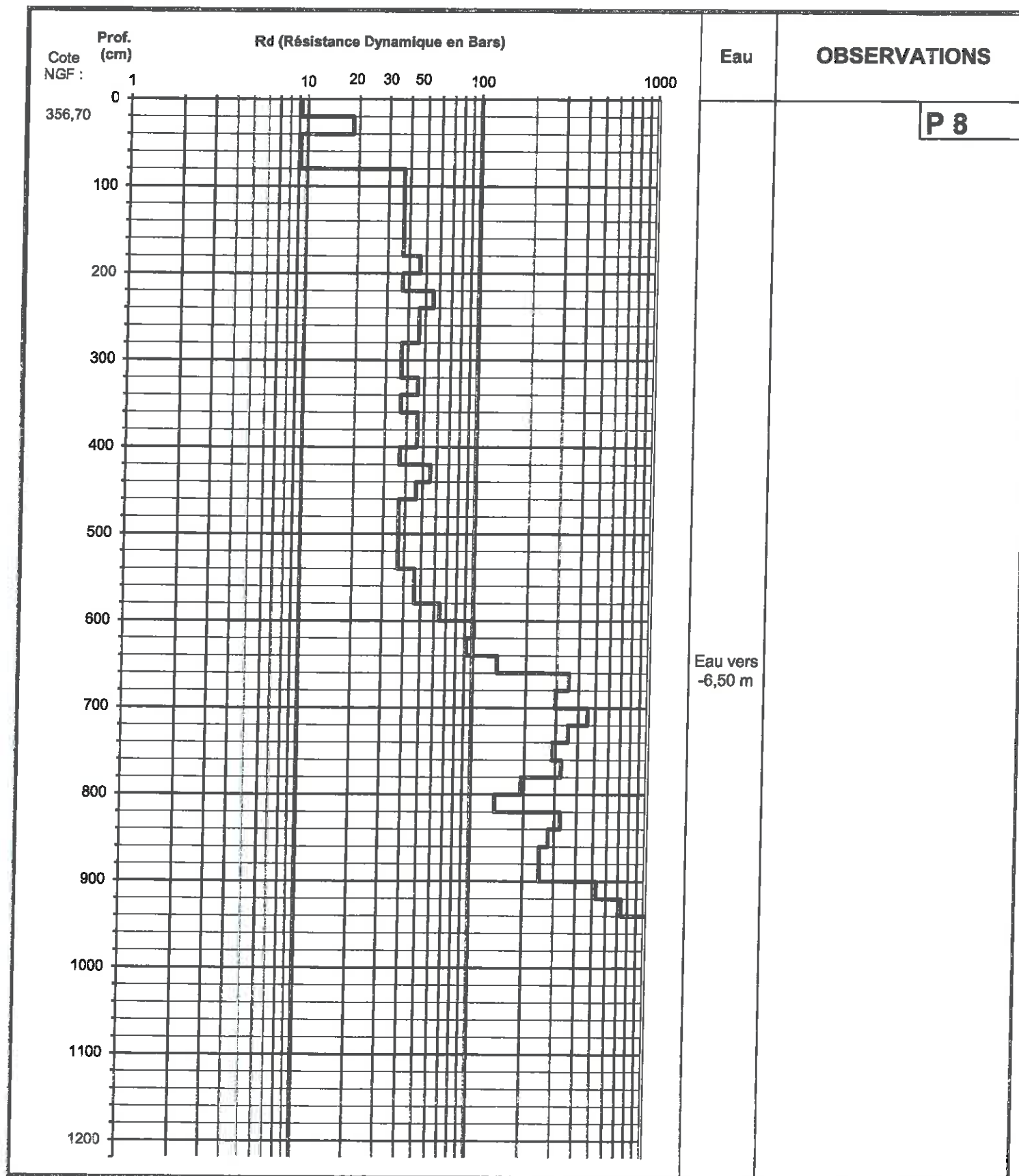
Tel : 03-81-87-60-41 / Fax : 03-81-87-59-95

e-mail : b3g2@wanadoo.fr

Dossier N° : 15942-B

Affaire : HOPITAL 90-BAVILLIERS

Date : 13/06/2016



# 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@wanadoo.fr

## DIAGRAMME DE PENETRATION

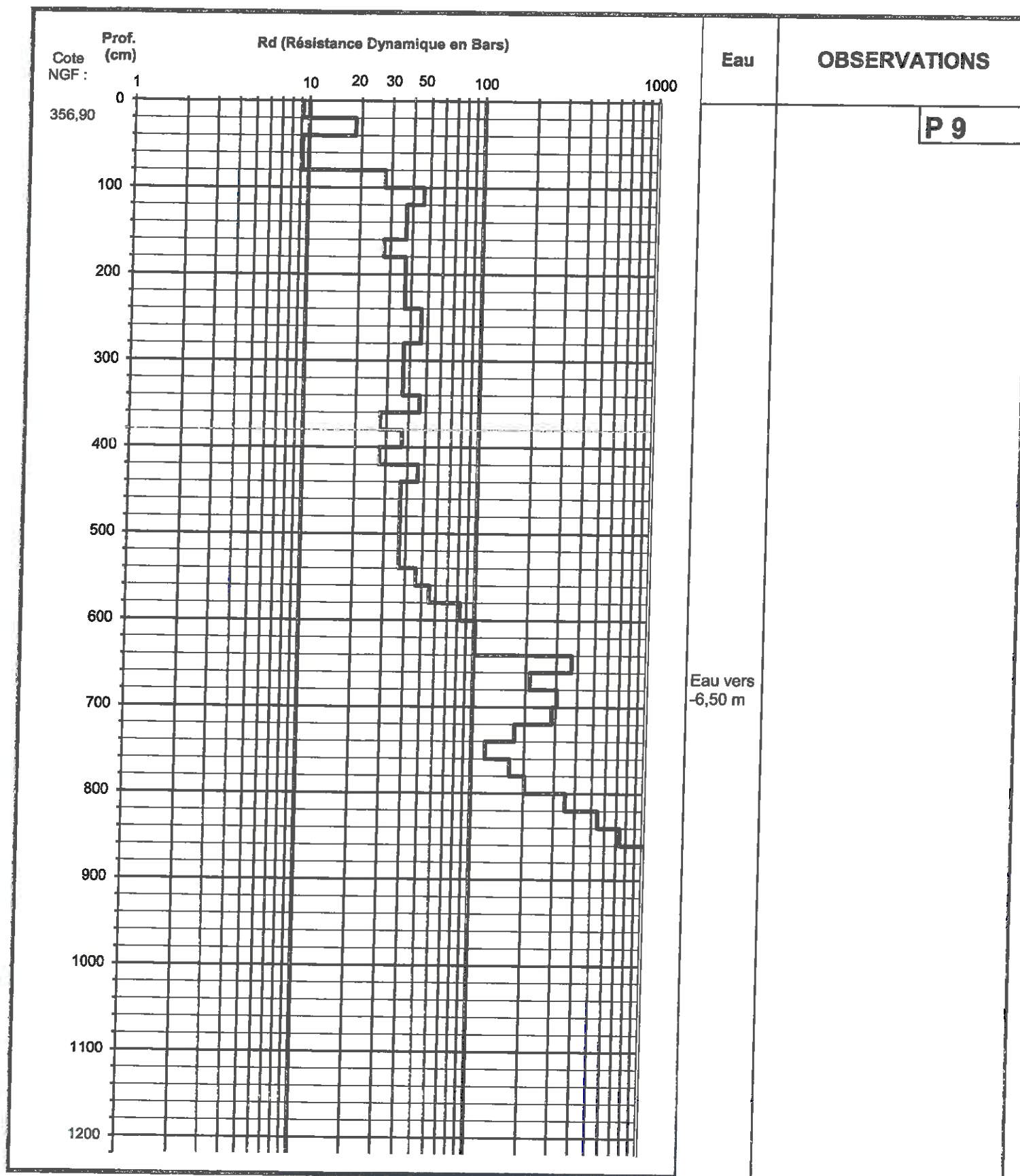
PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

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

Dossier N° : 15942-B

Affaire : HOPITAL 90-BAVILLIERS

Date : 13/06/2016



# 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@wanadoo.fr

## DIAGRAMME DE PENETRATION

PENETROMETRE DYNAMIQUE GEOTOOL R790

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

Dossier N° : 15942-B

Affaire : HOPITAL 90-BAVILLIERS

Date : 13/06/2016

