

## ORLEANS (45)

Parc des Expositions

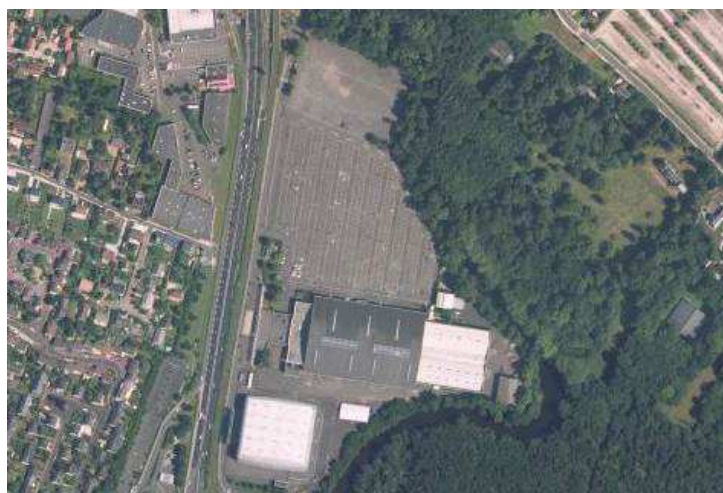
Restructuration

**Client : mairie d'Orléans**

## RAPPORT

**Etude géotechnique préalable G1 - Phase étude de site (ES) et Phase Principes Généraux de Construction (PGC)**

**Diagnostic préliminaire pollution et Etude d'infiltration**



Dossier N° 1614-05-16					
Indice	Date	Établi par	Vérfié par	Diffusion/modification	Nb de pages
1	16/09/2016	P. IMBAULT	P. FAYOLLE	Document initial	66

## SOMMAIRE

◆ PRÉSENTATION DU SITE ET DU CONTEXTE	4
1. Désignation de l'opération – Intervenants .....	4
2. Données générales sur le site .....	4
◆ PRÉSENTATION DE LA MISSION ET DES OBJECTIFS	9
3. Ingénierie .....	9
4. Investigations réalisées dans le cadre de la reconnaissance .....	10
5. Calage altimétrique des points de sondages .....	11
◆ ANALYSES DES RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE	12
6. Enquête géologique et aléas référencés .....	12
7. Résultats des sondages .....	13
8. Hydrogéologie - Inondabilité - Perméabilité .....	19
◆ ADAPTATION DU PROJET AU CONTEXTE GEOTECHNIQUE DU SITE	22
9. Présentation du projet.....	22
10. Cadre de la mission – prestation complémentaire .....	22
11. Sujétions géotechniques du site.....	23
12. Considérations générales.....	24
13. Exigence para-sismique (Eurocode 8) .....	25
14. Classe de conséquence et catégorie géotechnique du projet (Eurocodes 0 et 7).....	25
15. Disposition constructives particulières en zone à risque fontis .....	25
16. Terrassements généraux.....	26
17. Création de sous-sol ou niveaux décaissés .....	28
18. Conception du niveau bas .....	28
19. Principes de fondations .....	28
20. Ouvrages d'infiltration .....	30
21. Principe de conception des voiries et parkings .....	30
22. Avertissement .....	31

### ANNEXE 1

Extrait de la norme NF P 94-500

Conditions Générales d'Intervention des prestations d'Ingénierie Géotechniques

### ANNEXE 2

Plans d'implantation des sondages (2)

Graphiques synoptiques (2)

Résultats des sondages et essais (24)

## AVERTISSEMENT

La présente prestation a été conduite dans le cadre d'une des missions normalisées rattachées à la norme NF P 94-500 (cf. extraits en annexe1) et pour l'ouvrage spécifique décrit.

Toute modification du projet (masse, structure, altimétrie, etc.) ou toute modification du contexte du site (remblaiement, remaniement, etc.) ou de l'environnement (constructions, talus, etc.) peut remettre en cause les présentes conclusions.

Ce document représente un tout indissociable. Aucun élément ou aucune partie ne peut être extrait.

La prise en compte des éléments de ce rapport implique l'acceptation des **Conditions Générales d'Intervention des prestations d'Ingénierie Géotechniques** présentées en annexe 1 du présent rapport.

Ce présent document reste la propriété exclusive du client dès le paiement de la mission. La diffusion de ce document relève alors de son libre choix sous réserve du respect des conditions générales et des limites de l'étude.

## PRÉSENTATION DU SITE ET DU CONTEXTE

### 1. Désignation de l'opération – Intervenants

Dans le cadre du projet de restructuration du parc des expositions à ORLEANS (45), la mairie d'Orléans - Maître d'ouvrage – a missionné APPUISOL, par l'intermédiaire de la mission Grands Equipements, pour réaliser une mission d'étude géotechnique préalable (G1), selon la norme NF P 94-500.

Le présent rapport fait suite au devis 1614-05-16 du 25 Mai 2016, et à la commande du 7 juillet 2016 – n° AA/16DGA00042.

Cette prestation comporte également un volet diagnostic pollution qui a été traité directement par la société ICF Environnement à GENEVILLIERS (92). Le rapport de synthèse a été établi le 16 septembre 2016. Il est référencé CENP160601-V2. Il constitue un document séparé de cette étude. La partie prélèvement de sols a été effectuée par ICF lors de la réalisation des sondages géotechniques.

### 2. Données générales sur le site

#### 2.1. Contexte environnemental et situation

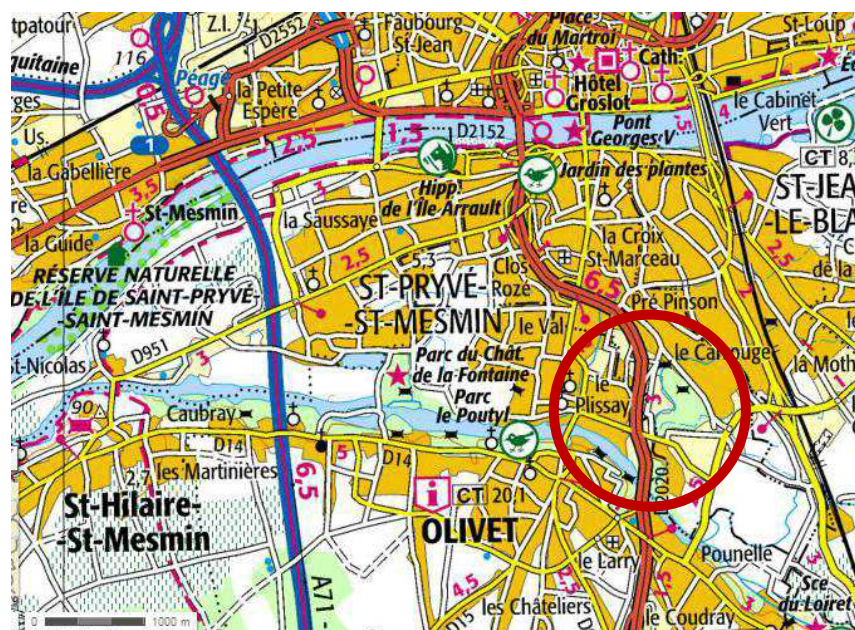
Le terrain étudié se situe le long de la RD 2020, au Sud de la Loire à Orléans (45), entre Loire et Loiret.

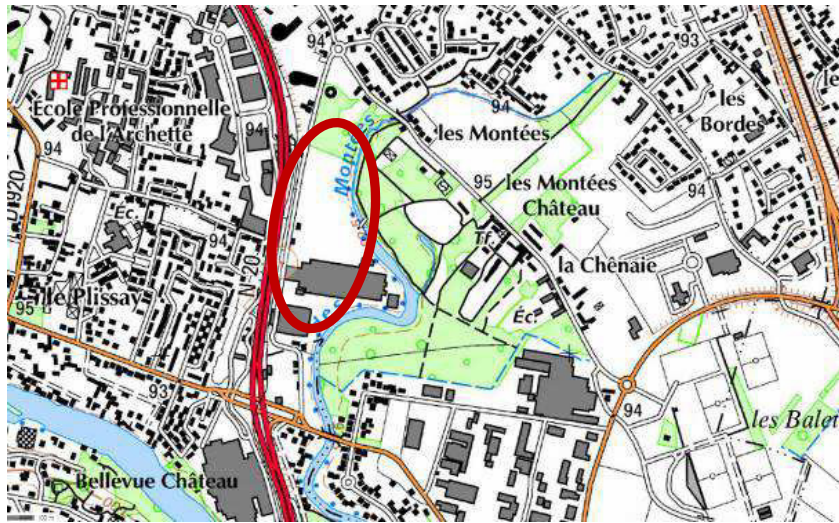
Il s'agit du vaste site du parc des expositions comportant entre autre un très grand parking accueillant la fête foraine, et le parc des expositions actuel de 17000 m<sup>2</sup> (grand hall allongé).

Des réseaux sont présents. Un levé géomètre avec géoréférencement des réseaux a été effectué par le maître d'ouvrage préalablement à la réalisation des sondages.

Le périmètre d'étude recoupe l'actuel bâtiment. L'emprise aménageable est supérieure à 40 000 m<sup>2</sup>. La morphologie s'inscrit en configuration de vallée alluviale. Le ruisseau des Montées tangente le projet à l'Est.

Le site est inondable. L'altitude normalisée du site s'établit proche de la cote +93.5/+94.0 NGF.





Dans le détail, on peut distinguer :

- Vers le Nord, une plate-forme en tout-venant ou en émulsion, de 10 000 m<sup>2</sup> environ, avec un important ouvrage hydraulique de restitution des EP :



- Au centre, le parking du PEX en enrobé avec de nombreux réseaux enterrés, dont un important réseau électrique, avec une importante chambre de tirage au Sud. La superficie de cet ensemble est de 25 000 m<sup>2</sup> environ, mais avec seulement 18 000 m<sup>2</sup> environ réservé au projet.



- Vers le Sud, le bâtiment d'accueil du PEX, l'avent et une partie de l'actuel Parc des Expositions, soit 10 000 m<sup>2</sup> environ. Ce bâtiment comportant une grande halle avec voutes béton aurait été construit sur semelles filantes, dans les années 1965.

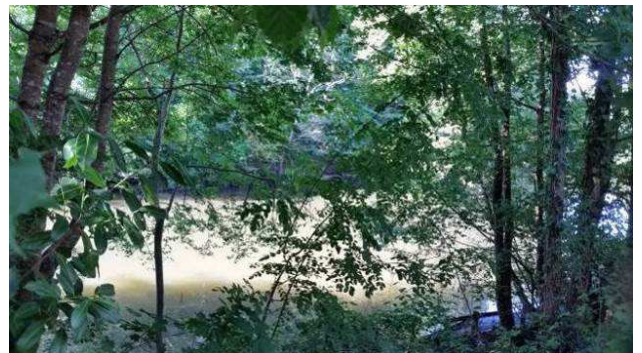
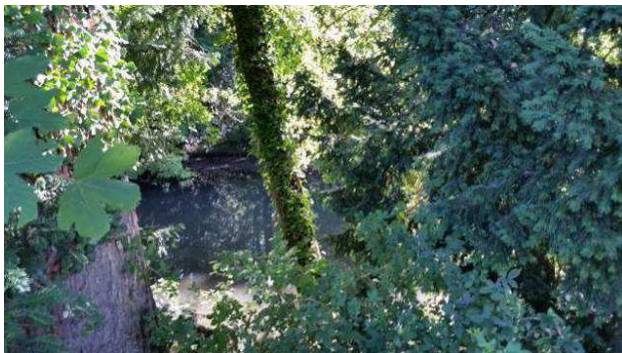


La partie Est de l'actuel PEX n'entre pas directement dans le projet, mais elle a fait l'objet d'un essai d'infiltration, et de commentaires spécifiques dans le cadre du volet Pollution (présence d'anciennes cuves). Cette zone comporte (en dehors de la halle) quelques bâtiments légers, pour certains fissurés. Un petit affaissement serait apparu dans ce secteur.



Le site est bordé à l'Ouest par des voiries et le Tramway, et à l'Est par le ruisseau du Bras des Montées.

Ce ruisseau prend sa source quelques centaines de mètres plus au Nord-Est, et communique directement vers le Sud avec le Loiret. Ce ruisseau (résurgence, fossé, etc.) présentait un débit très faible en aout 2016.



L'extrémité Sud du projet vient s'appuyer sur la parcelle du Zénith, ouvrage des années 1990, très certainement fondé sur semelles superficielles, mais avec probablement un renforcement de sols par injection.



## 2.2. Contexte morphologique et topographique

La morphologie s'inscrit donc en configuration de la vallée alluviale de la Loire, entre Loire et Loiret, en zone plane et inondable. L'altitude normalisée du site s'établit proche +93/94 NGF.

La dénivelée du site n'excède guère 1 m, entre les cotes +92.7 NGF au Nord et +94.0 NGF ponctuellement au droit de la maison du gardien située à l'Ouest, avec :

- Un parking principal à +93.0/+93.8 NGF,
- Le bâtiment principal à +93.5 NGF,
- Le Zénith à +93.4 NGF.

### 2.3. Contexte géologique prévisionnel et principaux aléas

D'après notre bonne connaissance de ce secteur, et après enquête, la coupe géologique prévisionnelle comportait les termes suivants :

- Terre végétale et terrains de couverture remaniés,
- Alluvions limono-sableuses en tête et sablo-graveleuses à la base hétérogènes, à passées argileuses plastiques,
- Marnes et calcaires de Beauce plus ou moins altérés.
- Nappe peu profonde (2 à 4 m),

De plus, les principaux aléas suivants sont à prendre en compte :

- Fort risque de **décompression et de fontis**,
- Aléa retrait gonflement réputé faible à moyen, mais avec lentilles argileuses plastiques,
- Aléa sismique très faible (zone 1),
- Aléa effondrements et cavités : très élevé, avec de nombreux affaissements signalés dans ce secteur,
- Aléa remontée de nappe : sensibilité très faible, mais risque de rétention d'eau, et site inondable (PHEC proche de +96.5/+97.0 NGF).



## PRÉSENTATION DE LA MISSION ET DES OBJECTIFS

### 3. Ingénierie

---

#### 3.1. Cadre de la mission

##### ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

Il s'agit d'une **mission d'étude géotechnique préalable (G1)** selon la norme NF P 94-500, de novembre 2013.

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire.

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

Elle consiste selon les termes de la norme :

- *Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.*
- *Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels), ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).*

#### 3.2. Détail de la prestation d'ingénierie

Dans le cadre spécifique de cette mission, la prestation d'ingénierie a donc comporté :

- Une enquête géologique, et une visite du site,
- Une enquête sur les aléas référencés sur le secteur (sismicité, retrait gonflement, cavités, inondations, instabilité de terrains...),
- La synthèse des données géotechniques proches, sur la base notamment de nos études antérieures,
- Le suivi des prestations de sondages,
- Le dépouillement et l'interprétation des mesures géotechniques réalisées in-situ et en laboratoire,
- L'établissement d'un premier modèle géomécanique et l'approche du contexte hydrogéologique du site,
- Les principes généraux de construction envisageables (notamment terrassements, fondations, couches de forme, ouvrages enterrés, améliorations de sols), en prenant en compte d'une part les résultats des sondages de cette intervention, mais également les retours d'expérience de ce secteur,
- L'établissement d'un éventuel zoning géotechnique, donnant par zones les principes généraux de construction.

## 4. Investigations réalisées dans le cadre de la reconnaissance

---

### 4.1. Sondages in-situ

Le programme de la consultation comportait :

- 4 sondages tarière ou carotté à 6/8 m,
- 4 sondages pressiométriques à 12/15 m,
- 4 analyses en laboratoire.

A ce stade des investigations, mission G1, et sans esquisse de projet, l'étude géotechnique de type G1 devaient avant tout :

- Mettre en évidence les aléas géotechniques,
- Donner des orientations pour les futures fondations,
- Avertir les concepteurs sur les contraintes géotechniques spécifiques du site, pour qu'ils essaient d'ajuster les structures,
- Orienter les études géotechniques complémentaires, dans le cadre des missions G2 AVP et G2 PRO, notamment.

Compte tenu des variations géomécaniques pressenties, et de la présence fréquentes anomalies, APPUISOL a proposé une adaptation du programme de base pour réduire la maille entre sondages et tenter d'établir un zonage un plus représentatif.

Il a ainsi été adapté le programme de base en retenant un mixage de sondage pressiométrique, de sondages destructifs enregistrés, de pénétromètres dynamiques lourds, et de sondages à la tarière (avec piézomètre et essais d'eau), avec des fiches plus conséquentes, répartis en 10 points d'investigation géomécanique au lieu de 4).

Le programme mis en œuvre a ainsi comporté :

- L'établissement de DICT,
- 1 visite du site pour enquête et l'implantation des sondages,
- 1 sondage pressiométrique (SP6/SD6) d'une profondeur de 18.3 m (exécuté à la tarière en tête, puis en rotopercussion), avec 10 essais pressiométriques (NF P 94-110-1) réalisés avec un intervalle de l'ordre de 1 m à 2 m en fonction de la coupe locale,
- 4 sondages destructifs (SD2, SD3, SD7 et SD10) en rotopercussion avec enregistrement numérique des paramètres de forages, d'une profondeur moyenne de l'ordre de 18 m,
- 5 sondages au pénétromètre de type B - NFP 94-115 (PDB1, PDB4, PDB5, PDB8 et PDB9) de 5.7m à 10.9 m, arrêtés ou poussés au refus,
- 4 sondages à la tarière à 6 m avec échantillonnage en Ø64 mm (T2, T3, T7 et T10),
- 4 essais de perméabilité dans les 4 sondages à la tarière en Ø110 mm (EE3, EE7, EE6 et EE11),
- 1 piézomètre à 6 m en T6 (PZ6).

Les sondages ont été répartis en 10 points d'investigations, selon 2 axes Nord/Sud, à l'Ouest et à l'Est de la zone aménageable.

La maille entre sondages de 80 m constitue la limite de résolution de l'étude.

Les sondages ont été implantés au mieux de la présence des constructions au Sud, mais surtout de la présence des réseaux.

Les sondages ont été réalisés avec une foreuse ABYSS50 de TEC SYSTEM de 50 cv et de 2.8 t, et avec un pénétromètre dynamique lourd de type B.

Les forages destructifs ont été effectués en rotopercussion hydraulique avec injection de boue polymère, et avec un taillant à boutons balistiques de 64 mm de diamètre. Les paramètres de forage suivants ont été enregistrés sous LUBAP de LUTZ :

- Vitesse instantanée d'avancement : vitesse d'avancement de l'outil de forage dans le sol, en mètre par heure. La vitesse est très faible dans les niveaux durs rocheux à semi-rocheux (2 à 50 m/h). En configuration de vide, elle plafonne à 1200 ou 1400 m/h avec la foreuse ABYSS50.
- Pression d'injection : pression du circuit hydraulique d'entraînement de la pompe à boue de forage en bar. Cette pression est faible à nulle dans les niveaux rocheux ou sablo-graveleux perméables. Elle augmente à 20 ou 30 bars dans les faciès les plus argileux ou marneux qui colmatent les événements du taillant de forage ou perturbent la remontée des cuttings.
- Pression de poussée : pression du circuit hydraulique d'entraînement de la tête de forage en bar, proportionnelle à l'appui appliquée sur l'outil de forage, volontairement maintenue constante à 60 ou 80 bars par l'opérateur pendant la réalisation du forage. Dans ces conditions les variations des autres paramètres sont corrélables avec la compacité du sol foré. Les zones de vides ou de niveaux très lâches provoquent une chute de la pression de poussée.
- Couple de rotation : pression du circuit hydraulique d'entraînement de la rotation de l'outil de forage, en bar. Cette pression augmente dans les faciès rocheux ou très raides qui opposent une résistance à la rotation. Elle diminue dans les faciès mous ou tendres et dans les vides.
- Pression de frappe : pression du circuit hydraulique du moteur de frappe hydraulique, en bar. volontairement maintenue constante à 100 ou 140 bars par l'opérateur pendant la réalisation du forage. Dans ces conditions les variations des autres paramètres sont corrélables avec la compacité du sol foré. Dans les passées décomprimées ou dans les vides, l'opérateur coupe la frappe.

#### 4.2. Analyses en laboratoire

Les analyses géotechniques en laboratoire ont comporté : 24 teneurs en eau et 5 identifications GTR (teneur en fines, granulométrie simplifiée et VBS).

### 5. Calage altimétrique des points de sondages

---

L'altimétrie des points de sondage a été déduite du plan topographique joint à la consultation.

L'altitude des sondages varie ainsi entre +92.7 NGF, et +94.0 NGF.

## ANALYSES DES RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE

### 6. Enquête géologique et aléas référencés

Une enquête sur plusieurs sites « internet » spécialisés a été menée :

<http://infoterre.brgm.fr> – Géologie :

- Alluvions de Loire (Fy), Alluvions holocènes. Sables et cailloutis siliceux des "montilles". Limons des ruisseaux,
- Formation de Beauce. Calcaires, marnes, meulières (g3 Aquitanien).

<http://www.argiles.fr> – Aléa retrait gonflement *faible à moyen*, mais avec lentilles argileuses plastiques,

<http://www.macommune.prim.net> – Zone 1 de sismicité très faible.

Arrêtés de catastrophes naturelles :

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Inondations et coulées de boue	28/05/1985	29/05/1985	02/10/1985	18/10/1985
Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse	01/05/1989	31/12/1990	04/12/1991	27/12/1991
Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse	01/01/1991	31/12/1991	16/10/1992	17/10/1992
Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse	01/01/1992	31/12/1992	06/09/1993	19/09/1993
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/1993	30/06/1998	19/11/1998	11/12/1998
Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
Inondations et coulées de boue	07/12/2003	09/12/2003	19/12/2003	20/12/2003
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/2006	31/03/2006	31/03/2008	04/04/2008
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/04/2011	30/06/2011	11/07/2012	17/07/2012
Mouvements de terrain	14/07/2011	19/08/2011	28/11/2011	01/12/2011
Inondations et coulées de boue	28/05/2016	05/06/2016	08/06/2016	09/06/2016

ise à jour : 16/08/2016

<http://cartorisque.prim.net> – Zone inondable – aléa fort à très fort (vitesse et hauteur) – PHEC proche de +96.7/+96.8 NGF :

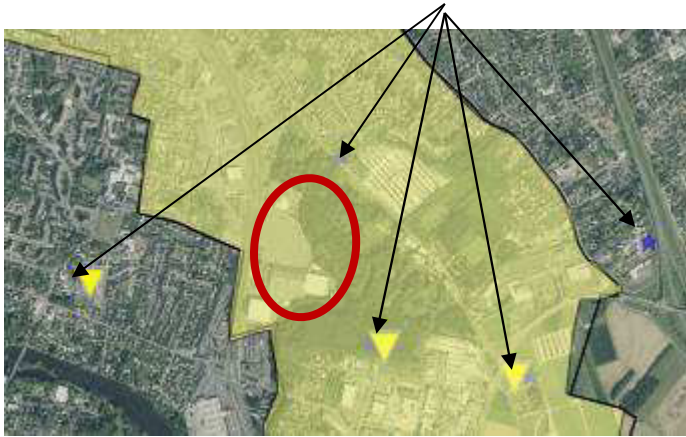


<http://www.inondationsnappes.fr> – Sensibilité faible de remontée de nappe.

<http://www.bdcavite.fr> – Sensibilité forte de présence de cavité.

Le risque d'affaissement ou de décompression des sols, liés à des processus de dissolution et de fontis, représente toujours la principale sujétion d'aménagement de ce secteur.

Des affaissements, dont le diamètre varie de quelques décimètres à plusieurs mètres, ou bien de forte décompression, ont été observés. Quelques affaissements sont signalés dans ce secteur (repérage non exhaustif) :



## 7. Résultats des sondages

---

L'interprétation du schéma géologique est simplifiée par le report sur les plans d'implantation des sondages :

- de la cote du terrain à la date des sondages, en système NGF,
- de la profondeur et de la cote du toit des sables argilo-graveleux moyennement denses avec  $R_d > 6/8$  MPa et  $VIA < 150/300$  m/h.

De plus 2 graphiques synoptiques développés des sondages ont été établis.

La synthèse des résultats des sondages, avec une large maille entre sondages de 80 m, met en évidence la coupe suivante, hors anomalie :

### 7.1. Les terrains de couverture

Sous ce terme ont été regroupés les remblais, les éventuels sols remaniés et vestiges, et la terre végétale très résiduelle.

Compte tenu de l'occupation passée du site et du fort remaniement du site par les travaux de reprofilage des aires de stationnement et par les travaux de construction du bâtiment et des parkings, la terre végétale a été décapée, et demeure très résiduelle.

Il s'agissait originellement de terre de culture, et de maraichage.

Actuellement, il est principalement mis en évidence :

- Vers le Nord et l'extrémité Sud (sondages 1 -2 et 9, 10 et 11) : des émulsions multicouches, voire ponctuellement des enrobés, reposant sur des remblais graveleux (concassé) puis sur des remblais sablo-argileux (sables rouges). L'épaisseur totale varie de 0.4 m à 0.6 m. Cette structure est compacte,
- Au centre (parkings : sondages 3 à 8) : des enrobés assez récents de 4 à 7 cm, avec une structure comportant des concassés calcaires sur 0.2 m, puis des sables argileux ou limoneux sur 0.2 m environ, avec une possibilité de traitement au liant. L'épaisseur totale approche alors 0.4 m à 0.5 m. Cet ensemble est généralement compact (Rd de 6 à 10 MPa).

Compte tenu de la superficie du site des variations de nature de ces structures sont pressenties, notamment vers le Nord (zone camping-car), et vers le Sud (proximité Zénith et ruisseau).

La partie occupée par les actuels bâtiments n'a pas été testée, mais des remblais et sols remaniés pluridécimétriques sont attendus.

Les actuels bâtiments sont très certainement fondés sur semelles filantes, probablement rigidifiées, et fondées au toit des sables vers 1.6 m à 2.2 m de profondeur. Des cicatrices de déconstruction sont à attendre.

L'ancienne terre végétale n'a pas été reconnue sous les structures de parkings de voiries, mais après décomposition elle peut se confondre avec le toit des argiles molles.

De plus, compte tenu de l'occupation passée du site (anciennes terres de culture), il ne peut être exclu la présence de poches de remblais et sols remaniés, anciens fossés de drainage, fosse agricole, souches et cicatrices de haies, emprunt ponctuel de sables, fosse de pompage, puits, etc.).

## 7.2. Les argiles molles à fermes

Sous les remblais et sols remaniés, apparaissent des argiles molles à fermes, éventuellement remaniés en tête.

Ces faciès provoquent à partir de 0.4 m à 0.6 m de profondeur une chute des caractéristiques mécaniques.

L'épaisseur totale de ces argiles molles à fermes, peu perméables, est maximum vers le Nord : 1.5 m à 2.2 m.

Elle se réduit sensiblement au centre (cf. graphiques synoptiques) : 1.2 m à 1.5 m.

Les sondages ont permis en première approche de distinguer :

- Généralement en partie supérieure, des argiles gris bleu à orangé, molles à fermes, sur des épaisseurs métriques,
- Parfois à la base, des argiles parfois légèrement sableuses, marron orangé à gris, plus fermes sur quelques décimètres comme en T6 et T7.

En E11, extrémité Sud-Est du site et proximité du ruisseau, des inclusions organiques noirâtres ont été observées.

Les analyses en laboratoire conduisent aux résultats suivants :

- Teneurs en eau – W : 16 à 26 %
- Teneurs en fines : 57 à 94 %
- VBS : 3.5 à 6.0 g/100 g,

⇒ **classe GTR A2** (limite A3) – sols sensibles à l'eau et à la trituration, moyennement plastique (à plastique), à susceptibilité moyenne (à élevée) au retrait-gonflement.

Les caractéristiques mécaniques sont toujours globalement faibles, définissant des faciès assez compressibles, avec :

Pour les valeurs pénétrométriques et pressiométriques :

$$2 \leq R_d \leq 5/6 \text{ MPa, localement } < 1 \text{ MPa}$$

$$P_i^* \# 0.5 \text{ MPa}$$

$$E_m \# 6 \text{ MPa}$$

Pour les paramètres de forage :

$$700 \text{ m/h} < \text{vitesse} < 1300 \text{ m/h}$$

pression d'injection modérée à élevée

### 7.3. Les sables argilo-graveleux moyennement denses à denses

Ces sables sont à rattacher aux formations alluviales sableuses de Loire. Il s'agit généralement de sables moyens à grossiers brun orangé, parfois très graveleux, voire de graves sableuses.

La granulométrie n'excède guère 40 à 60 mm, mais des galets ou dalles de silices de 200 à 300 mm sont parfois ponctuellement observées.

Le toit des sables graveleux provoquent généralement une hausse des caractéristiques mécaniques et une baisse de la vitesse de forage.

Le toit de ces sables est ainsi noté à partir (cf. report sur plan de sondages et graphiques synoptiques) :

- **Vers le Nord** (sondages 1 à 4), de 1.8/2.0 m sous TA en zone courante, soit à partir de +91.6 à +91.1 NGF, avec des approfondissements vers l'Est à 2.8/3.0 m, soit à partir de +90.3 à +89.9 NGF, compte tenu de la dénivelée. Les sables sont ainsi quasi-immergés, et souvent amincis, ou entrecoupés de passées plus lâches (cf. SD2 ou PDB4). L'épaisseur totale approche 1.3 m à 2.1 m,
- **Au centre et vers le Sud** (sondages 5 à 10), de 1.5 m à 2.1/2.2 m sous TA soit à partir de +91.3 à +92.3 NGF, avec de probables approfondissements. Le toit des sables est souvent émergé. Ils sont alors plus épais et plus denses, avec une épaisseur totale de 2.0 m à 2.7 m.

Des variations d'épaisseurs sont bien sûr à attendre. La base des sables argilo-graveleux denses s'établit à des profondeurs variables : 3.7 m à 4.7 m environ (cf. graphiques synoptiques), soit vers +89/+90.0 NGF.

Au-delà des sables plus lâches, plus hétérogènes, sont reconnus sur des épaisseurs plurimétriques (1 m à 3 m), avec des intercalations ou épandages plus denses (cf. graphiques synoptiques).

Quelques instabilités des parois de fouille sont souvent notées dans ces faciès par absence de cohésion.

Les conditions d'alluvionnement confèrent donc à ces sables graveleux une certaine hétérogénéité mécanique, avec de fréquents affaiblissements mécaniques à la base.

Les analyses en laboratoire conduisent aux résultats suivants :

- Teneurs en eau – W : 9 à 14 %
  - Teneurs en fines : 17 %
  - Passant à 2 mm : 71 %
  - VBS : 0.4 g/100 g,
- ⇒ **classe GTR B5** – sols sableux et graveleux avec fines très sensibles à l'eau et à la trituration.

Les caractéristiques mécaniques sont généralement modérées à élevées :

Pour les valeurs pénétrométriques et pressiométriques :

$6 \text{ à } 8 \leq R_d \leq 25 \text{ ou } 30 \text{ MPa}$ , à localement refus

$2 \leq R_d \leq 6 \text{ MPa}$ , dans les passées lâches

$1.8 \leq P_i^* \leq 3.3 \text{ MPa}$

$20 \leq E_m \leq 25 \text{ MPa}$

Pour les paramètres de forage :

$100 \text{ m/h} < \text{vitesse} < 300 \text{ m/h}$

$500 \text{ m/h} < \text{vitesse} < 1100 \text{ m/h}$  dans les passées lâches

pression d'injection faible

#### 7.4. Les sables, argiles et marnes très altérés

Il s'agit de faciès de transition hétérogènes entre les alluvions et le substratum marno-calcaire, correspondant à une ancienne surface d'érosion, remaniée par les conditions d'alluvionnement.

De plus, ces faciès ont été lessivés par les circulations d'eau souterraines Loire/Loiret (récentes et actuelles).

Le toit du marno-calcaire a ainsi été érodé et surcreusé de ravines, ce qui conduit notamment à de fréquentes variations d'épaisseur des sables.

Le toit de ces faciès très altérés s'établit vers 6 à 7 m de profondeur, soit entre +87.0 et +87.5 NGF. L'épaisseur de ces faciès est de l'ordre de 2 à 3 m, 3.5 m vers l'Ouest maximum (cf. graphiques synoptiques).

Ils sont parfois difficiles à différencier des faciès sableux, voire des marnes sous-jacentes.

Une forte accélération de la vitesse de forage est souvent observée (400 m/h à 1000 m/h), avec une pression d'injection irrégulière mais faible

Les pénétrogrammes marquent généralement une chute de compacité  $R_d = 2 / 3 \text{ à } 6 / 8 \text{ MPa}$ , avec des passées inconsistantes comme en PDB1 et PDB5.

La réalisation d'essais pressiométriques représentatifs dans ce type de faciès est toujours délicate compte du caractère souvent lâche des faciès et de leur immersion.

Les caractéristiques mécaniques sont donc généralement faibles :



Pour les valeurs pénétrométriques et pressiométriques :

$$2/3 \leq Rd \leq 6/8 \text{ MPa}$$

$$1 \leq Rd \leq 2 \text{ MPa, dans les passées inconsistantes}$$

$$PI^* \# 0.4 \text{ MPa}$$

$$Em \# 0.5 \text{ MPa}$$

Pour les paramètres de forage :

$$400 \text{ m/h} < \text{vitesse} < 1000 \text{ m/h}$$

$$\text{Vitesse} \# 1400 \text{ passées inconsistante (type SD7)}$$

pression d'injection faible

### 7.5. Les marnes et calcaires de Beauce +/- altérés

En profondeur, le substratum est composé de marnes, plus ou moins calcaireuses et crayeuses, avec quelques bancs calcaires ou passées à cailloux et blocs. Le toit de ces marnes et calcaires est noté vers 9 m à 10 m de profondeur, soit vers +84/+85 NGF. L'épaisseur de ce premier faciès est de l'ordre de 6 m.

Les diagraphies de forages soulignent la forte hétérogénéité de cette unité profonde avec des niveaux compacts ou avec des bancs raides (parfois silicifiés ou à blocs de meulière), et avec des passées peu consistantes (pluridécimétriques à métriques), souvent marneuses ou lessivées comme en SD7 vers 15 m, ou SD10 vers 12.5 m.

Les diagraphies de forages soulignent la forte hétérogénéité lithologique et mécanique de cet ensemble, souvent abondamment circulé par la nappe.

Des chenaux ou des fissures apparaissent comblés de matériaux lâches ou inconsistants, avec parfois de petites vides, dans lesquels les circulations d'eau sont abondantes.

La vitesse de forage est alors très inégale de 50 à 100 m/h, dans les niveaux ou bancs indurés calcaires, à plus de 1000 m/h dans les passées très altérées.

La dispersion des résultats des essais pressiométriques illustre bien ce schéma avec des modules de 10 à 300 MPa, et des pressions limites de 1.2 MPa à >5.0 MPa, mais des pressions quasi nulles sont parfois relevées.

### 7.6. Les marnes et calcaires raides à passées tendres

Toutes les diagraphies de forages signalent à partir de 15/16 m de profondeur, soit à partir de +78.0/+78.5 NGF, un ensemble calcaireux plus raide mieux structuré, mais toujours avec des passées beaucoup tendres.

Les sondages poussés à 18 m, ne reconnaissent cet ensemble que sur 2 à 3 m d'épaisseur.

### 7.7. Remarque sur les conditions de forage

Les forages ont été forés sous injection de fluide (eau + additif tensio-actif GSP).

Les remontées de boues ont généralement été discontinues avec des pertes partielles ou totales des boues de forages à partir de 2.5 m à 4 m de profondeur, et jusqu'à la base du forage.

Ces pertes sont en accord avec les données de ce secteur.

## 7.8. Anomalies

Dans ce secteur d'Orléans (45), le schéma géomécanique peut être ponctué de **discontinuités ou anomalies lithologiques et mécaniques**, en relation avec des processus de dissolutions profondes, affectant les formations de Beauce, et pouvant évoluer vers la surface par décompression et/ou soutirage des sables.

Les secteurs à risque d'effondrement, d'affaissement ou de décompression sont associés :

- Systématiquement, à une assez forte dégradation des sables, argiles et marnes très altérés,
- Souvent, à un très fort affaiblissement mécanique des sables.

La conjonction de ces 2 aléas peut alors conduire au stade ultime du fontis qui est alors l'apparition d'une cloche de décompression dans les sables, puis l'affaissement en surface, notamment en période de fortes pluviométries ou de crues.

Sans atteindre ce stade avancé, des affaiblissements mécaniques majeurs sont également notés.

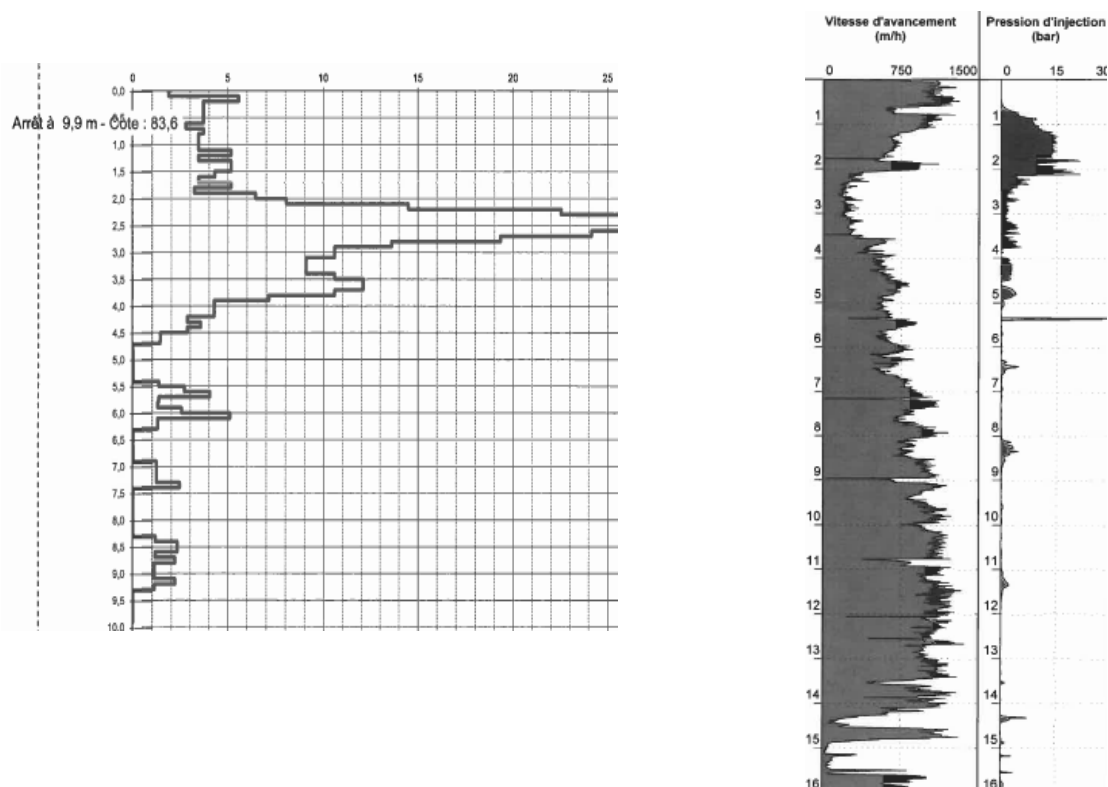
La présente reconnaissance géotechnique conduite avec une large maille de 80 m entre points n'a pas permis de reconnaître de configuration ultime, ni de configuration anormale significative, mais leur présence dans l'emprise projet est certaine.

Il a toutefois été reconnu :

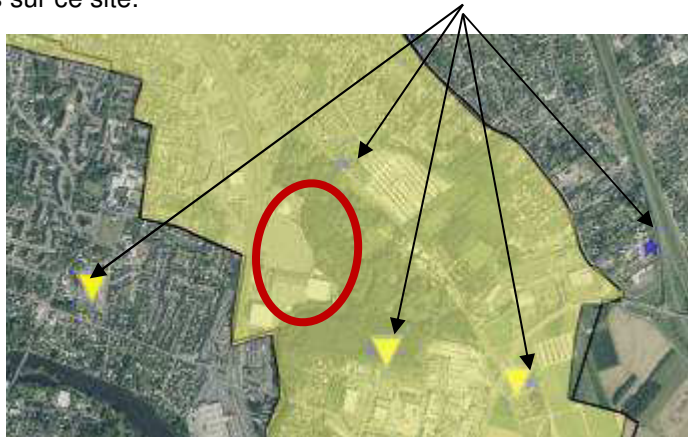
- Des points avec affaiblissements mécaniques ou amincissement des sables, comme en SD2,
- Des points avec intercalations de sables lâches comme en SD2, SD6 ou PDB8,
- Des points avec fort affaiblissements des sables, argiles et marnes très altérés, comme en PDB5 ou SD7,
- Des niveaux très lessivés dans les marnes et calcaires +/- altérés, comme en SD7 ou SD10.

La maille de cette reconnaissance G1, malgré la réalisation de sondages complémentaire, apparaît ainsi insuffisante pour effectuer une approche statistique réaliste des configurations anormales.

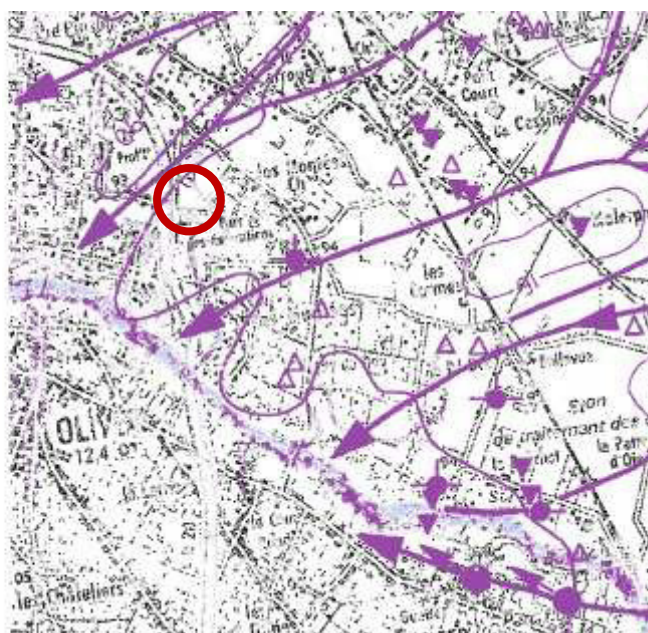
Il est joint ci-après quelques sondages proches, avec des configurations anormales plus tranchées.






Il convient de rappeler que de nombreux affaissements sont référencés dans ce secteur, mais aucun toutefois sur ce site.



Les zones à potentiels d'affaissements ou d'anomalies se distribuent donc souvent de façon aléatoire. Elles sont généralement plus abondantes dans les axes de circulations d'eau souterraine. L'extrait de carte, issu d'une étude ancienne du BRGM, signale un axe privilégié vers le Nord du site.



-  Forage communal, syndical ou industriel
-  Sources du Loiret
-  Circulations souterraines

## 8. Hydrogéologie - Inondabilité - Perméabilité

### 8.1. Hydrogéologie

Des niveaux d'eau ont été relevés sur quasiment tous les trains de tiges des pénétromètres à des profondeurs variables. Tous les sondages à la tarière profonds ont permis de relever des niveaux d'eau quasi stabilisés, soit du Nord vers le Sud :

Sondages	T2	T3	PZ6	T7	T10
Cote TA	92.7	93.4	93.5	94.0	93.4
Profondeur (m)	2.9	3.2	3.0	3.0	2.5
Cote (NGF)	89.8	90.2	90.5	91.0	90.9

S'agissant de mesures ponctuelles sur une courte durée, il convient de prendre en compte de possibles arrivées d'eau complémentaires ou de possibles remontées, étalées sur plusieurs heures à plusieurs jours, notamment en cas de conditions pluvieuses ou de remontées des cours d'eau.

Les forages destructifs, forés avec injection de fluide de forage, ne permettent pas de repérer les arrivées d'eau naturelles dans le sol.

Les niveaux d'eau relevés correspondent donc au niveau de la nappe alluviale.

La nappe s'établissait début août 2016, en période d'étiage, entre +89.8 NGF au Nord et +90.9/+91.9 NGF au Sud environ, soit un gradient vers le Nord-Ouest.

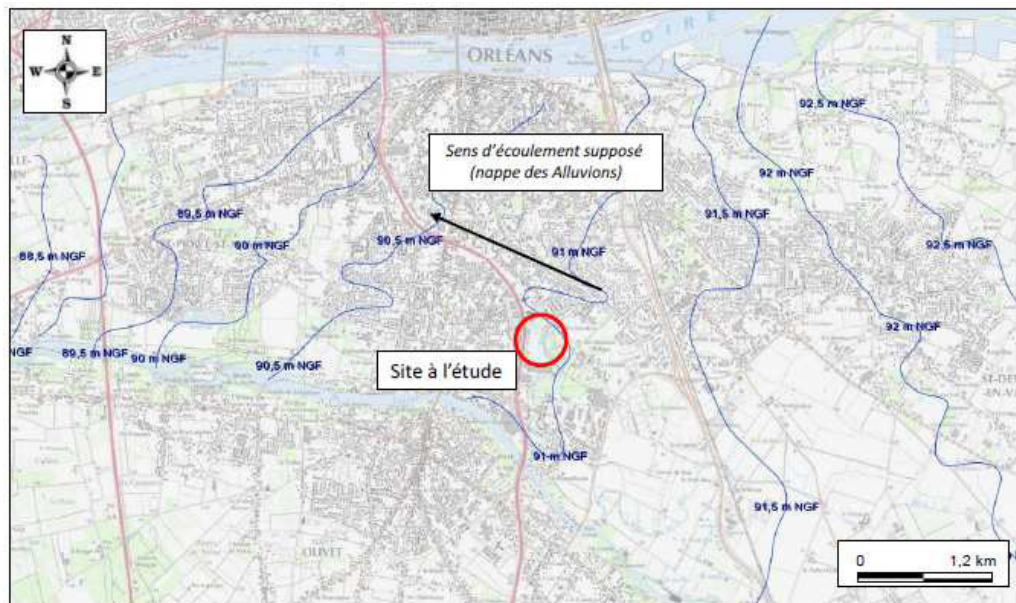


Figure 5 : Carte piézométrique du secteur à l'étude (source : SIGES Centre-Val de Loire)

En régime normal, proche de l'étiage, le niveau de la nappe est ainsi proche de 91 NGF.

En période de forte pluviométrie ou de crues, une remontée de la nappe est à attendre, en fonction notamment des niveaux du fleuve, et du Loiret.

De plus, en période de fortes pluviométries, des rétentions d'eau sont possibles au toit des argiles, avec éventuellement une mise en charge par remontée de la nappe dans les sables.

Enfin, les éventuels réseaux d'eau fuyards peuvent générer des rétentions d'eau temporaires.

Seules des études hydrauliques spécifiques et complexes permettraient de préciser les cotes de nappes et de fluctuations à hauteur du site.

## 8.2. Inondabilité

En ce qui concerne l'inondabilité, la parcelle s'inscrit donc en **zone inondable** en aléa fort à très fort avec des **PHEC proches de +96.7/+96.8 NGF**, soit avec un niveau d'eau à +3 m/TA, avec des vitesses d'écoulements rapides.

D'après les informations recueillies, le site n'a pas été inondé depuis sa construction (bâtiments ou parkings).

## 8.3. Perméabilité

Les sondages EE3, EE6, EE7 et EE11 ont été réalisés à la tarière de 110 mm.

Ils ont fait l'objet d'essais d'infiltration en mode PORCHET, dont les résultats sont consignés ci-après :

Sondages	EE3	EE6	EE7	EE11
Profondeur de l'essai	2.0/3.2 m	1.5/2.5 m	1.5/2.5 m	1.5/2.5 m
Faciès principal	Sables argilo-graveleux			
Coefficient PORCHET en m/s	4.10-6	2.10-6	2.10-5	2.10-6
Coefficient PORCHET en mm/h	14	7	72	7

Les perméabilités sont donc modérées à faibles dans ces terrains assez denses, avec une matrice argileuse.

Des variations de perméabilité sont toutefois à attendre.

Dans certaines configurations des perméabilités supérieures ont été notées, en semi-profondeur, dans les sables immergés, plus en accord avec les mesures effectuées en EE7.

Dans les argiles de subsurface, il n'a pas été effectué de tests, mais des perméabilités de l'ordre de  $10^{-7}$  à  $10^{-8}$  m/s ont été notées sur de proches opérations (faciès très peu perméables).

## ADAPTATION DU PROJET AU CONTEXTE GEOTECHNIQUE DU SITE

### 9. Présentation du projet

---

Les documents transmis comportent : cahier des charges de consultation.

Le projet n'est pas encore arrêté. L'étude géotechnique s'inscrit dans le cadre des études préliminaires.

Le projet de restructuration devrait comporter :

- Une nouvelle salle sportive d'une jauge de 8.000 places, développant une surface dans œuvre de l'ordre de **11.000 m<sup>2</sup>**. Cette salle deviendra la résidence principale du club professionnel d'Orléans Loiret Basket (ProA), mais pourra également être susceptible d'accueillir des évènements économiques.
- Un nouveau parc des expositions, comprenant un grand hall (cloisonnable en plusieurs espaces) de **16.500 m<sup>2</sup>**, et développant au total une surface dans œuvre de l'ordre de 21.000 m<sup>2</sup>.
- Un pôle de services commun aux deux équipements précités. Cet ensemble regroupera les fonctions administratives du parc des expositions, les annexes du club professionnel, les espaces médias et les espaces de réception pour une surface totale dans œuvre de l'ordre de **4.200 m<sup>2</sup>**.

Le projet ne comportera pas de sous-sol compte tenu du caractère inondable du site et de la faible profondeur de la nappe.

Les structures ne sont pas définies mais pour des ouvrages de ce type il est fréquent d'associer béton et métal, avec des descentes de charges parfois conséquentes.

### 10. Cadre de la mission – prestation complémentaire

---

La présente prestation s'inscrit dans le cadre d'une mission normalisée de type G1. Elle permet une toute première approche du contexte géotechnique et des principes généraux de construction envisageables.

Elle s'est appuyée sur une reconnaissance géotechnique à large maille (80 m environ) à partir de la zone potentiellement aménageable, sans aucune esquisse de plan masse.

Elle a permis un premier dégrossi du contexte géomécanique, en précisant à large maille les fluctuations géologiques majeures.

Elle a notamment mis en évidence quelques discontinuités, mais sans reconnaître d'anomalie comme souvent dans ce secteur, en raison notamment d'une maille entre sondages encore trop importante pour effectuer une approche statistique réaliste des configurations anomaliques.

En référence à de proches opérations, cette approche statistiques des configurations anomaliques semble indispensable pour pouvoir établir des scénarios de fondations réalistes, en provisionnant les dispositions constructives spécifiques tant au niveau des structures (linéarisation, rigidification, etc.) qu'au niveau des sols (injections, inclusions, système mixte, etc.), dans l'attente des études géotechniques de détail (G2PRO à G3).

Il semble opportun de prévoir une étude géotechnique complémentaire dans le cadre des études préliminaires de type G1 à G2AVP, pour préciser à maille plus réduite (25 m entre points) les variations géomécaniques, préciser le zonage, et surtout approcher statistiquement le risque anomalique et les dispositions techniques associées. Cette prestation devrait permettre aux groupements une approche plus réaliste des fondations.

## 11. Sujétions géotechniques du site

---

La présente prestation s'inscrit donc dans le cadre d'une mission normalisée de type G1. Elle permet une première approche du contexte géotechnique et des principes généraux de construction envisageables.

Les principales sujétions géotechniques à prendre en compte, à ce premier stade des études géotechniques, au niveau du projet sont :

- La présence éventuelle de vestiges d'aménagement, dans les zones en parkings, et la présence certaine de futures cicatrices de fondations, au droit des ouvrages qui seront déconstruits. Ces ouvrages sont probablement fondés par semelles filantes rigidifiées ancrées au toit des sables argilo-graveleux vers 1.6 m à 2.2 m de profondeur,
- La présence de nombreuses tranchées de réseaux,
- La présence de terrains de couverture : terre végétale résiduelle, remblais et sols remaniés, en relation avec le reprofilage du site et la construction des aires de stationnement, sur des épaisseurs de 0.4 m à 0.6 m, généralement compacts,
- La présence très probable de sols remaniés plus anciens, en relation avec l'occupation du site en terre de culture, et en relation avec le proche ruisseau, probablement reprofilé,
- La présence d'argiles molles à fermes, à partir de 0.4 m à 0.6 m de profondeur, sur des épaisseurs de 1.2 m à 2.2 m, avec des caractéristiques mécaniques assez faibles,
- La plasticité modérée (limite forte) des argiles de classe GTR A2 (limite A3),
- La présence des sables argilo-graveleux moyennement denses à denses, semi-profonds, parfois amincis, et sensibles à l'eau et à la trituration, à partir de 1.5 m à 2.2 m de profondeur, avec des approfondissements à 2.8 m, voire 3.0 m, notamment vers le Nord,
- La présence au-delà sur quelques mètres d'un ensemble lithologiquement comparable, mais beaucoup plus hétérogènes mécaniquement, avec des sables plus lâches et des intercalations ou épandages plus denses,
- La présence de sables, argiles marnes très altérés entre 6/7 et 9/10 m de profondeur en moyenne, parfois très affaiblis mécaniquement,
- L'hétérogénéité lithologique et mécanique des marnes et calcaires +/- altérés de Beauce, avec des niveaux indurés et des passées peu consistantes, ou lessivées, à partir de 9/10 m de profondeur et sur une épaisseur de 6 m en moyenne,
- La présence de marnes et calcaires raides à passées tendres à partir de 15/16 m de profondeur, soit à partir de +78.0/+78.5 NGF,
- L'existence de discontinuités ou affaiblissements mécaniques au droit de certains points de sondages,
- La présence certaine d'anomalie, voire de zone anomalique, non repérable à la maille des sondages retenue à ce stade des études,

- La présence d'une nappe vers +90/+91 NGF, en période d'été,
- Le risque de remontée de cette nappe en période de fortes pluviométrie ou de crues,
- Le risque de rétentions d'eau en période de pluies à la base des remblais au toit des argiles molles à fermes peu perméables,
- Le caractère inondable du site, avec des PHEC proche de +96.7/+96.8 NGF (valeur à préciser), soit 3 m au-dessus du terrain actuel.

## 12. Considérations générales

---

Le schéma géomécanique de ce secteur se caractérise par la présence d'argiles, molles à fermes, sur des épaisseurs plurimétrique, souvent plastique et sensible au retrait-gonflement, reposant sur des sables argilo-graveleux, moyennement denses à denses, mais en épaisseur parfois limitée, et localement affaiblis.

Les marnes et calcaires de Beauce qui apparaissent à partir de 9/10 m sont généralement très altérés en tête, car immergés. Ils deviennent mieux structurés au-delà de 15/16 m.

Dans ce secteur, plusieurs sujétions conduisent à des difficultés d'aménagement ou bien doivent être considérés dans les projets de construction. Il s'agit :

- Des épaisissements des argiles, parfois très molles et très plastiques,
- Des amincissements ou affaiblissements mécaniques des sables qui peuvent être en relation avec des processus anormaux (fontis),
- Des anomalies mécaniques majeures sables, argiles et marnes très altérés, et dans les marnes et calcaires (dissolutions) qui peuvent signaler soit d'anciens fontis, soit des fontis actifs,
- Des risques d'effondrements, d'affaissement ou d'affaiblissements mécaniques majeurs.

L'adaptation au sol impose généralement d'examiner plusieurs principes de fondations :

- Des principes de fondations superficielles, souvent filantes et profondes, avec linéarisation des charges,
- Des rigidifications des fondations avec conditions de franchissement, localisés ou généralisés selon l'importance et le nombre des anomalies,
- D'éventuels travaux d'amélioration de sols par incorporation de colonnes ou d'inclusions rigides à maille régulière, par injection ou injection solide, ou par pieux (cas extrême).

Pour le Zénith, un principe de fondations superficielles sur sols injectés aurait été retenu.

Pour le hall du PEX, des principes de fondations par semelles filantes sont signalés dans les documents d'archives. La conception des niveaux bas n'est pas connue, mais il se pourrait que le dallage du PEX soit de type dallage sur terre-plein.

L'actuel PEX ne présente pas désordres significatifs.

Les conceptions précédentes restent également tributaires de **l'aléa anomalie**.



### 13. Exigence para-sismique (Eurocode 8)

Selon les nouvelles réglementations parasismiques applicables aux bâtiments et en référence à l'**Eurocode 8**, aucune disposition parasismique n'est à retenir pour le projet car le site est classé en zone 1 de sismicité très faible.

### 14. Classe de conséquence et catégorie géotechnique du projet (Eurocodes 0 et 7)

La définition de la classe de conséquence, au sens de l'**Eurocode 0** (3 classes : CC1, CC2 et CC3), relève généralement de la compétence du Maître d'ouvrage ou du Maître d'œuvre. *Elle exprime l'impact de la défaillance ou du mauvais fonctionnement de la structure sur les vies humaines, et les conséquences économiques, sociales ou environnementales.*

La catégorie géotechnique du projet, au sens de l'**Eurocode 7** (3 catégories : 1, 2 et 3), dépend d'une part de la précédente classe de conséquence, et d'autre part de la complexité géotechnique du projet. *Elle définit les ouvrages simples en contexte géotechnique simple (catégorie 1) et les autres ouvrages géotechniques « habituels » (catégorie 2) pour lesquels les études géotechniques peuvent rester conventionnelles. Elle distingue enfin, les ouvrages « grands » ou « inhabituels » ou bien les conditions de terrains très complexes ou très sismiques (catégorie 3).*

Compte tenu des éléments disponibles, on retiendra :

Classe de conséquence :	Hypothèse – <b>CC2 ou CC3</b>
Catégorie géotechnique du projet :	⇒ <b>2 ou 3</b>

### 15. Disposition constructives particulières en zone à risque fontis

Dans ces cas particuliers entre Loire et Loiret, le risque d'effondrement ou d'affaissement localisé ne peut être écarté. Les mécanismes à l'origine de ce phénomène sont liés à des dissolutions karstiques des marnes et calcaires par les circulations d'eau au sein de la nappe. Ces dissolutions peuvent être anciennes ou encore actives. Le processus conduit à des décompressions des marnes et calcaires, à l'apparition de vides puis au soutirage des alluvions sus-jacentes. L'évolution ultime peut provoquer des affaissements ou effondrements brutaux en surface. Les vibrations (notamment en cas de terrassement) et les infiltrations d'eau (fuites de réseaux, fortes pluies) constituent en général des paramètres de stimulation ou de déclenchement des fontis.

Les zones à risque sont donc annoncées par une désorganisation de la structure habituelle des sols. Les reconnaissances géotechniques doivent donc comportées des sondages profonds et doivent être menée à maille serrée, calée sur la trame des appuis de structure de manière à évaluer correctement le risque fontis.

La présente campagne a été menée à maille très large et ne permet pas de préciser ce risque.

Ainsi, dans ce contexte à potentiel d'affaissement ou d'effondrement, il est souvent nécessaire d'adopter des dispositions constructives spécifiques pour maîtriser le risque et assurer la pérennité et l'intégrité des ouvrages afin que d'éventuels affaissements ou effondrement au droit des anomalies de forages, mais aussi en inter-maille ou en rive du projet, ne remettent directement en cause la stabilité des ouvrages.

Les principales orientations à retenir sont généralement :

- Conception des fondations selon un principe *hyperstatique*, visant à répartir au mieux les charges et permettant d'intégrer l'apparition d'une discontinuité ou d'un affaissement,
- Linéarisation des appuis ponctuels. Les fondations doivent être de type semelles filantes uniquement, dimensionnées comme des longrines,
- Rigidification des fondations et liaisonnement des fondations les unes aux autres,
- Renforcement des fondations dans les zones à fort risque d'effondrement ou d'affaissement avec adaptation d'une **condition de franchissement** dans les semelles filantes, ou dans les voiles béton armé de soubassement. Cette condition conduit à intégrer l'apparition d'une discontinuité ou d'un affaissement de « x » m de diamètre sous les semelles filantes, dans le ou les zones concernées. La valeur de franchissement généralement comprise entre 3 et 5 m est définie par l'étude géotechnique en fonction de l'importance des anomalies rencontrées ainsi que de la maille entre sondages,
- Travaux spécifiques de renforcement de sols,
- Maitrise des écoulements et infiltrations d'eau au niveau et à proximité des fondations : contrôle de l'étanchéité des réseaux enterrés, bonne récupérations des eaux de ruissellement atmosphériques et de ruissellement, et interdiction de puisard ou infiltration d'eau dans un rayon de 10 à 12 m des ouvrages.

En phase exploitation des installations, ces dispositions si elles sont adaptés correctement, permettent d'assurer la pérennité des ouvrages.

En phase chantier, les entreprises doivent être informées du risque d'affaissement et d'effondrement, afin qu'elles prennent leur disposition et qu'elles adaptent les phasages vis-à-vis de ce risque particulier.

En cas d'apparition de fontis pendant le chantier, un diagnostic complémentaire est souvent effectué pour adapter les travaux de comblement ou d'injection de manière à sécuriser la zone et les avoisinants.

Des fontis peuvent aussi apparaître en phase d'exploitation des locaux. Leur traitement nécessite également un diagnostic géotechnique de manière à adapter les travaux de comblement ou d'injection de manière à sécuriser la zone et les avoisinants.

Sous les espaces verts et les voiries, les conséquences des effondrements peuvent être atténuées par la mise en place de géogrilles de renforcement intercalées dans les sols. Cette disposition n'exclue pas les affaissements mais réduit leur conséquence et doit aussi s'accompagner de diagnostics et de travaux post affaissements. Ces dispositions restent rarement adoptées par les maitres d'ouvrage compte tenu de leur coût.

---

## 16. Terrassements généraux

### 16.1. Généralités

Les travaux de terrassement devraient comporter :

- La déconstruction des structures existantes,
- La mise en œuvre des couches de forme, ou des plates-formes chantier,
- Les travaux de fondations,
- Le reprofilage final du site.

Avant de commencer le chantier, les réseaux enterrés qui existent dans l'emprise projet devront être déviés et neutralisés.

## 16.2. Assainissement - Drainage

Il n'existe pas de nappe au sens strict dans les terrains de sub-surface, mais la présence d'eau est possible à faible profondeur selon les périodes climatiques (rétentions ponctuelles piégées au toit des argiles). Ces rétentions d'eau seront liées aux conditions climatiques, à la pluviométrie et à la saison. Le chantier devra donc être engagé en conditions hydrogéologiques favorables en évitant les périodes de pluies soutenues, mais également les périodes de remontée de nappe alluviale.

En fonction des conditions de chantier, et en cas de rétentions d'eau à faibles profondeurs, un assainissement sera réalisé en phase travaux, par la mise en œuvre de fossés et ou drains visant à évacuer les eaux résiduelles de façon gravitaire ou par pompage.

## 16.3. Terrassabilité – Travaux en déblais et en remblais

Les terrassements pourront être réalisés avec des engins conventionnels de puissance courante.

L'extraction des éventuels vestiges pourra imposer l'emploi de matériel de forte puissance et de BRH. Des fondations descendues vers 2 m de profondeur, probablement linéaires, et éventuellement fortement armées sont pressenties pour les existants.

Les actuelles structures de chaussées, assez compactes, seront judicieusement conservées :

- Soit en PF chantier,
- Soit en couches de forme sous futurs voiries, ou sous d'éventuels dallages,
- Soit en matelas de répartition ou matelas intercalaire dans le cas de technique de renforcement de sols.

Dans l'hypothèse, où ces structures devraient être déposées pour des considérations altimétriques ou autres, les fonds de formes s'établiraient ainsi dans les argiles molles, ponctuellement remaniés en tête.

Dans ces configurations des couches de formes ou des PF chantier épaisses seraient nécessaires (0.5 m à 0.7 m, avec géotextile).

A saturation ces sols sont inconsistants.

Compte tenu de la forte sensibilité à la trituration de ces faciès, les travaux devront être conduits en bonnes conditions climatiques sans pluie.

La sensibilité à l'eau des faciès conduira à des risques de changements de consistance en fonction des modifications de teneur en eau même sur de quelques points. Des précautions spécifiques sont à prendre :

- Limiter la circulation des engins de chantier sur les fonds de forme décapés,
- Réaliser des plates-formes chantier (ou couche de forme de voiries) à l'avancement sans découvrir de grandes surfaces,
- Interrompre le chantier en cas d'intempéries et prévoir des dispositions conservatrices pour protéger les fonds de forme des arrivées d'eau (protection et fermeture des fonds de fouilles, pompages...).

---

## 17. Création de sous-sol ou niveaux décaissés

---

La création de sous-sol est donc largement déconseillée dans ce contexte inondable, avec une nappe vers 2.5 m.

Des terrassements à -2 m ou - 3 m s'effectueraient en partie basse sous la nappe, dans des sables sensibles à l'eau et à la trituration.

A terme, les ouvrages seraient cuvelés.

En revanche, un décaissé de 1.5 m pourrait purger pour partie les argiles molles, tout en restant au-dessus de la nappe, et en se rapprochant des sables. Une couche de forme très épaisse serait toutefois nécessaire. Les parties d'ouvrage enterré seraient cuvelées.

---

## 18. Conception du niveau bas

---

La faisabilité d'une solution de dallage sur terre-plein impose que deux conditions soient vérifiées :

- La couche de forme doit présenter une portance et une homogénéité suffisantes,
- Les tassements des sols supports de dallage doivent être compatibles avec les tolérances de déformations de l'ouvrage.

Dans le cas présent, on retiendra de préférence :

- des dalles portées par la structure, sur vide sanitaire ou vide technique,
- ou bien, des dalles portées directement coulées sous un simple remblai de réglage, dans l'hypothèse de projet calé en profil rasant ou en léger remblai, visant à s'éloigner des argiles molles.

La faisabilité d'un dallage sur terre-plein apparait donc délicate, mais ne peut toutefois être exclue de façon systématique.

Elle mériterait que soit précisé :

- La compressibilité et la plasticité des argiles,
- Les calages projets,
- L'impact des crues sur la stabilité globale.

En revanche des conceptions de dallages sur terre-plein sur sols renforcés par inclusions ou colonnes ne peuvent être exclues.

---

## 19. Principes de fondations

---

### 19.1. Principe de fondation

L'adaptation aux sols des fondations de structures représente donc la principale sujétion du projet, notamment lorsque les charges sont importantes et concentrées.

A ce stade des investigations les aléas liés aux anomalies (affaissements, décompression, affaiblissement) restent encore imprécis, et doivent être affinés dans le cadre d'une mission de type G1 à G2AVP.

**Des conceptions par semelles filantes** (linéarisation des appuis isolés – conceptions hyperstatiques) ancrés dans les sables argilo-graveleux qui apparaissent vers 1.5 m à 2.2 m de profondeur ne peuvent s'envisager que pour des descentes de charges modérées (maxi 150 à 200/250 kN/ml) en regard des risques de tassements absolus et différentiels. Des contraintes de 0.2 à 0.4 MPa sont assez fréquentes.

Dans l'hypothèse, de présence d'anomalies ou d'affaiblissements localisés, une rigidification des fondations de structures avec conditions de franchissement de 2 à 4 m, peut être suffisante. Elle peut être complétée par des semelles croisées.

Pour des charges linaires plus importantes, un renforcement de sols par inclusions ou colonnes, voire par injection solide, peut s'avérer nécessaire pour limiter les tassements. Ces renforcements de sols sont très performants jusqu'à la base des sables, vers 6 à 7 m. Ils sont plus délicats de fonctionnement dans les sables, argiles et marnes très altérés. Ils doivent être *a priori* descendus jusqu'au toit des marnes et calcaires (sauf anomalie).

**Les conceptions en appuis isolés** (conceptions isostatiques) sont toujours très délicates à adapter en raison :

- Des risques de tassements absolus et différentiels,
- Des risques en regard de l'aléa anomalie ou discontinuité.

Les principes de fondations par simple semelles isolées ou puits ancrées dans les sables argilo-graveleux sont peu réalistes, même pour de faibles charges.

Les **conceptions de fondations sur pieux** sont également délicates à mettre en œuvre compte tenu :

- De la profondeur des marnes et calcaires,
- De la présence de sables, argiles et marnes très altérés favorisant localement les pertes de béton par lessivage ou par fluage des parois,
- De la présence de niveaux intercalés très raides dans les marnes et calcaires (meulrières, niveaux silicifiés), conduisant à des difficultés de forage,
- De la présence de passées très altérées, voire de vides résiduels, favorisant les pertes de béton,
- Du risque d'anomalie pouvant remettre en cause l'intégrité des pieux.

Dans ce secteur les pieux ont été très rares et presque toujours assorties de nombreux aléas.

Ils imposent quasiment un forage de reconnaissance par pieux, pour des contraintes de 4 à 5 MPa maximum.

Les **conceptions en appuis isolés**, si elles ne peuvent être contournées, sont souvent associées à des charges conséquentes et à des structures sensibles aux tassements différentiels. Les points suivants doivent être intégrés :

- Reconnaissance quasi systématique par forage de chaque appui,
- Provision de renforcement par inclusions, colonnes ou injections, pour maîtriser les tassements et ou la contrainte,
- Provisions de traitement des éventuelles anomalies.

Remarque : un encastrement d'au moins 1.3 m sous le sol extérieur fini vis-à-vis des aléas retrait-gonflement et des risques d'érosion superficielle (cf. annexes O.6 et O.9 de la NF P94-261 - fondations superficielles selon l'Eurocode 7) sera retenu.

## 19.2. Avis sur le traitement des anomalies

A ce stade des études, les configurations anomaux en termes de statistiques et de nature restent encore imprécises.

- Les anomalies ou discontinuité affectant les sables argilo-graveleux sont améliorables, si nécessaire, par inclusions ou colonnes, ou injections de préférence solides pour limiter les volumes,
- Les anomalies plus profondes affectant les sables, argiles et marnes peuvent être améliorées par inclusions rigides ou injection solides.
- Le traitement des anomalies plus profondes dépend du type d'anomalie. Des techniques d'injections solides sont souvent adaptées.

La répartition des anomalies et leur importance conditionneront les techniques.

Il est usuel dans de tel contexte d'associer renforcement de structure et renforcement de sols.

## 20. Ouvrages d'infiltration

---

Les 4 essais d'infiltration dans les sables conduisent à des perméabilités de  $2 \cdot 10^{-5}$  m/s et  $2 \cdot 10^{-6}$  m/s.

Dans un tel contexte, et sous réserve des autorisations réglementaires, les infiltrations des eaux ne sont réalistes que dans les sables argilo-graveleux qui apparaissent à partir de 2 m de profondeur en moyenne, soit +92 NGF, et en intégrant une nappe en période d'étiage proche de +90/+91 NGF, avec des remontées en périodes hivernales.

Dans le contexte spécifique, géologique et hydrogéologique, il convient de rappeler que les zones d'infiltrations :

- Sont propices aux affaissements de sols,
- **Doivent ainsi être éloignées d'au moins 10 à 12 m de toute construction,**
- Doivent prendre en compte une nappe proche de +90.5/+91.0 NGF à l'étiage,
- Doivent intégrer de possibles remontées de nappe en période de crue.

## 21. Principe de conception des voiries et parkings

---

Le calage des voiries n'est pas figé à ce jour. Il devrait s'établir proche du terrain actuel.

Il devrait également s'agir de voiries légères, voire d'accès PL journalier.

Les actuelles structure de chaussée de 0.3/0.4 m à 0.5 m d'épaisseur devrait *a priori* pouvoir supporter un très faible trafic PL et le passage de véhicules légers.

Pour les futures voiries implantées dans des zones actuellement bâties ou en espaces verts, il conviendra de provisionner des couches de forme, plus épaisses (0.4 m à 0.6 m), après terrassement en déblai.

La couche de forme sera réalisée en matériaux de carrière, concassés et calibrés. Il sera recherché une portance au minimum de type PF2-, soit 50 MPa.

Pour la structure des chaussées, il sera privilégié des conceptions souples associant graves non traitées (GNT sur 10 à 15 cm) et enrobé (BBSG sur 4 à 7 cm).

La conception des chaussées et l'examen des possibilités de conservation des actuelles chaussées seront précisés dans le cadre des études G2, sur plan de projet définitif.

## 22. Avertissement

La présente prestation s'inscrit donc dans le cadre d'une mission normalisée de type G1. Elle s'est appuyée sur une reconnaissance géotechnique à large maille (80 m environ).

Elle a permis d'établir un premier modèle géologique.

Elle a notamment mis en évidence quelques discontinuités, mais sans reconnaître d'anomalie comme souvent dans ce secteur, en raison notamment d'une maille entre sondages encore trop importante pour effectuer une approche statistique réaliste des configurations anomaliques.

Cette approche statistiques des configurations anomaliques semble donc indispensable pour pouvoir établir des scénarios de fondations réalistes, en provisionnant les dispositions constructives spécifiques tant au niveau des structures (linéarisation, rigidification, etc.) qu'au niveau des sols (injections, inclusions, système mixte, etc.), dans l'attente des études géotechniques de détail (G2PRO à G3).

Il semble nécessaire de prévoir une étude géotechnique complémentaire dans le cadre des études préliminaires de type G1 à G2AVP, pour préciser à maille plus réduite (25 m entre points) les variations géomécaniques, préciser le zonage, et surtout approcher statistiquement le risque anomalique et les dispositions techniques associées.

Dans ce sens, APPUISOL peut assister les différents intervenants pour toutes prestations géotechniques complémentaires.

Le chargé d'affaire : Patrice IMBAULT	Le contrôle externe : Patrick FAYOLLE
--	--

## **ORLEANS (45)**

Parc des Expositions

Restructuration

**Client : mairie d'Orléans**

### **Annexe 1 :**

Extrait de la norme NF P 94-500

Conditions Générales d'Intervention des prestations d'Ingénierie Géotechniques



**Extrait de la norme NF P 94-500 – novembre 2013 – tableau 2 : classification des missions types d'ingénierie géotechnique**

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

**ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)**

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire.

Elle comprend deux phases :

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

**ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)**

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

**ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

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

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

**DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)**

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

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

**Extrait de la norme NF P 94-500 – novembre 2013 – tableau 1 : classification des missions types d'ingénierie géotechnique**

L'enchaînement des missions contribue à la maîtrise des risques géotechniques en vue de fiabiliser la qualité, le délai d'exécution et le coût réel des ouvrages géotechniques.

Tout ouvrage est en interaction avec son environnement géotechnique. Le maître d'ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la maîtrise d'œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception puis de réalisation de l'ouvrage.

Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives de la maîtrise d'œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du maître de l'ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3 ; la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Toute mission d'ingénierie géotechnique doit s'appuyer sur des données géotechniques pertinentes issues de la réalisation de prestations d'investigations géotechniques spécifiées à l'Article 6.

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

## **Conditions Générales d'Intervention des prestations d'Ingénierie Géotechniques SYNTEC-INGENIERIE (avril 2013)**

### **1. Avertissement, préambule**

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du co-contractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales. Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.

### **2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)**

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du

Client.

Conformément à l'article L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

### **3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission**

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que le Prestataire s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Le Prestataire réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client. La mission et les investigations éventuelles sont strictement géotechniques et n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines. Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission. Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés. Si le Prestataire déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte que le Prestataire puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

### **4. Plans et documents contractuels**

Le Prestataire réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité.

### **5. Limites d'engagement sur les délais**

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager le Prestataire. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité du Prestataire est dérogée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles. Le Prestataire n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou le Prestataire avec un autre Prestataire.

### **6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures**

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés et à la pollution des sols et des nappes. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions. Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client. Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnités correspondantes sont à la charge du Client.

## 7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

## 8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

## 9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, le Prestataire a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions. L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inéluctables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante. L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

## 10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

## 11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins du Prestataire dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par le Prestataire qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire du Prestataire, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit du Prestataire. Si dans le cadre de sa mission, le Prestataire mettrait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. Le Prestataire serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

## 12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent le Prestataire à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission. Le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où le Prestataire est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

## 13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission. Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

## 14. conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice « Sondages et Forages TP 04 » pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'Indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis. Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, le Prestataire peut exiger un acompte dont le montant est

défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture. En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €. Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

#### **15. Résiliation anticipée**

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes du Prestataire, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par le Prestataire au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

#### **16. Répartition des risques, responsabilités et assurances**

Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par le Prestataire ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

##### Assurance décennale obligatoire

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. Conformément aux usages et aux capacités du marché de l'assurance et de la réassurance, le contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires.

Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voir inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. Le prix fixé dans l'offre ayant été déterminé en fonction de conditions normales d'assurabilité de la mission, il sera réajusté, et le client s'engage à l'accepter, en cas d'éventuelle surcotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières (notamment en cas de défaut de garantie du Prestataire, qui n'aurait pu s'assurer dans de bonnes conditions, faute d'informations suffisantes). Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

##### Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels le Prestataire participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

Le Prestataire assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défektivité lui est imputable. Le Prestataire sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant le Prestataire qu'au delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée du Prestataire au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages matériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.

#### **17. Cessibilité de contrat**

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

#### **18. Litiges**

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du siège social du Prestataire sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.

## **ORLEANS (45)**

Parc des Expositions

Restructuration

**Client : mairie d'Orléans**

### **Annexe 2 :**

Plans d'implantation des sondages (2)

Graphiques synoptiques (2)







Résultats des sondages et essais (24)

**ORLEANS (45)**  
**Parc des Expositions**

client : mairie d'Orléans  
 Restructuration du Parc des Expositions

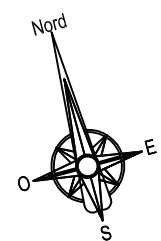
dossier : 1614-05-16

**Plan d'implantation des sondages**

-  Sondage pressiométrique (SP)
-  Sondage destructif (SD)
-  Essai au pénétromètre dynamique de type B (PDB)
-  Sondage géologique à la tarière (T)
-  Essai d'infiltration en mode Porchet (EE)
-  Piézomètre (PZ)

**Commentaires**

- SD6** Référence du sondage
- 93.5** Cote du TA à la date des sondages (en NGF)  
 1.8/+91.7 prof. et cote du toit des sables argilo-graveleux moyennement denses à denses



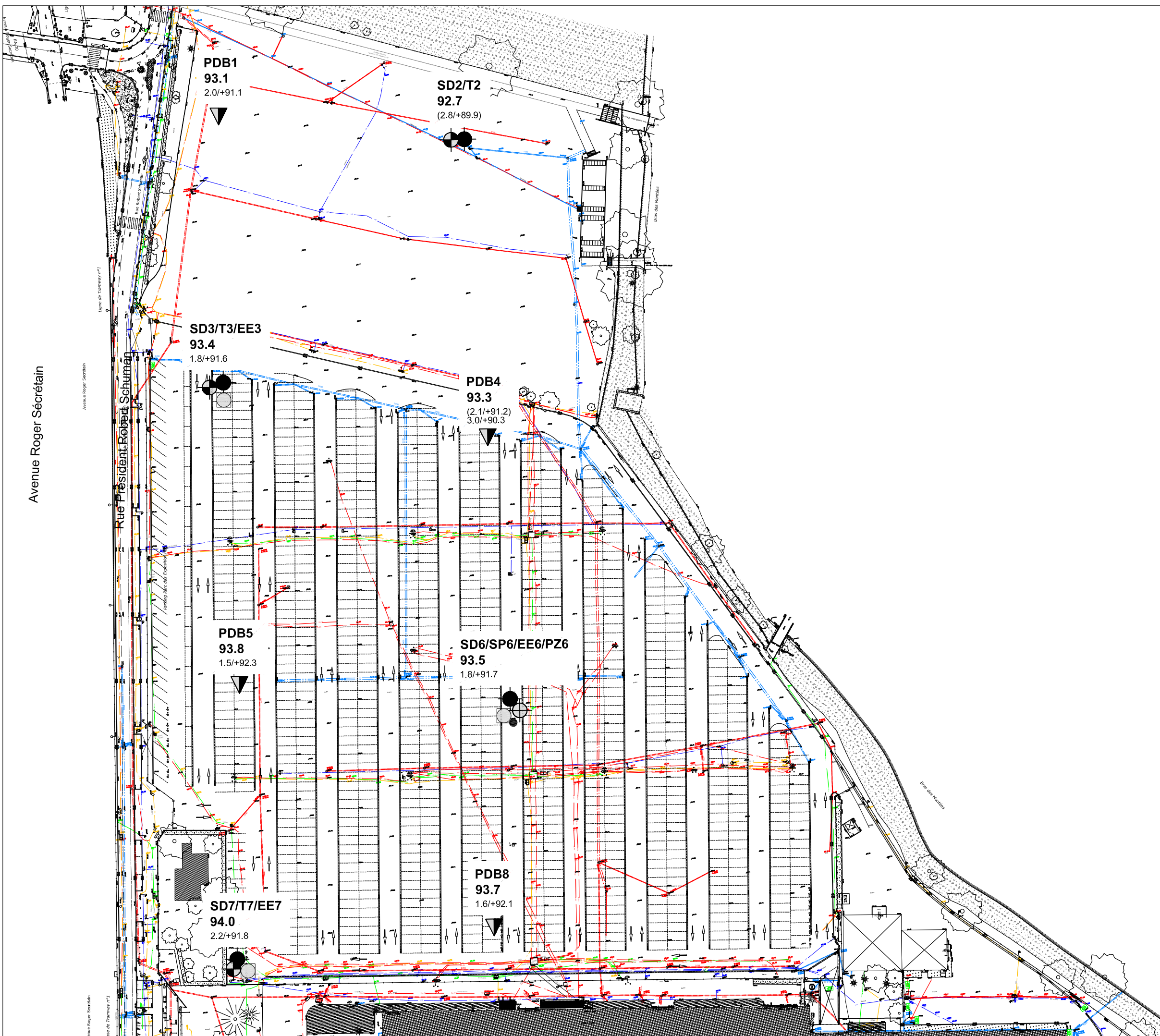
Échelle de base : 1/1000 (A3)

AOUT 2016



**APPUISOL**  
 Ingénierie Géotechnique

Siège social : 6, rue Jean Macé - 03190 VALLON EN SULLY  
 04 70 06 21 32 - [contact.03@appuisol.fr](mailto:contact.03@appuisol.fr)  
 Bureaux de Nevers 47bis, rue Henri Bouquillard - BP49 58022 NEVERS cedex 09 66 98 21 32 - [contact.45@appuisol.fr](mailto:contact.45@appuisol.fr)  
 Bureaux d'Orléans 264, rue des Sables de Sary 45770 SARAN 09 66 98 21 32 - [contact.45@appuisol.fr](mailto:contact.45@appuisol.fr)



**ORLEANS (45)**  
**Parc des Expositions**

client : mairie d'Orléans  
 Restructuration du Parc des Expositions

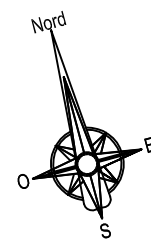
dossier : 1614-05-16

**Plan d'implantation des sondages**

- Sondage pressiométrique (SP)
- Sondage destructif (SD)
- Essai au pénétromètre dynamique de type B (PDB)
- Sondage géologique à la tarière (T)
- Essai d'infiltration en mode Porchet (EE)
- Piézomètre (PZ)

**Commentaires**

- SD6** Référence du sondage
- 93.5** Cote du TA à la date des sondages (en NGF)
- 1.8/+91.7** prof. et cote du toit des sables argilo-graveleux moyennement denses à denses



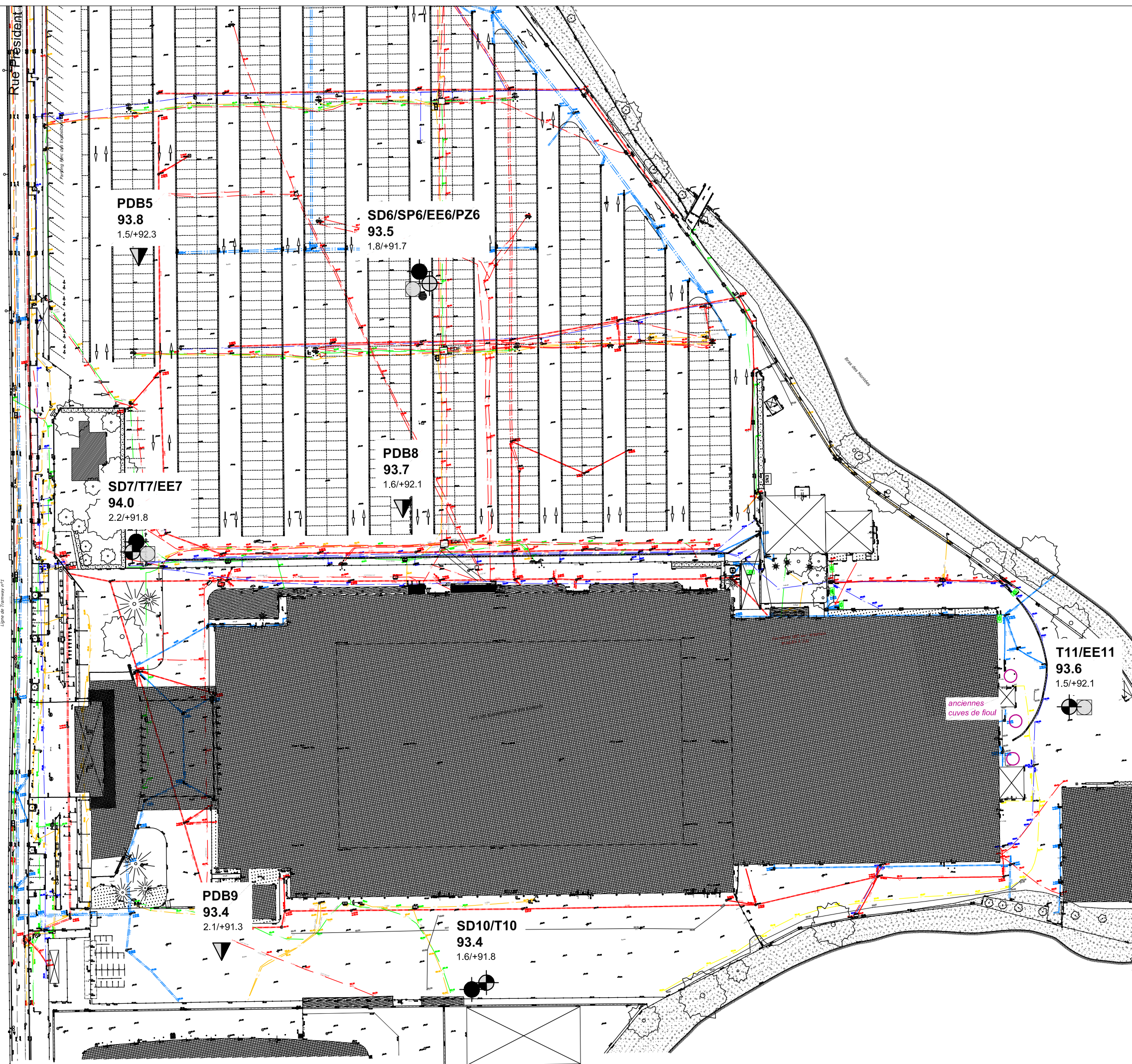
Échelle de base : 1/1000 (A3)

AOUT 2016



**APPUISOL**  
 Ingénierie Géotechnique

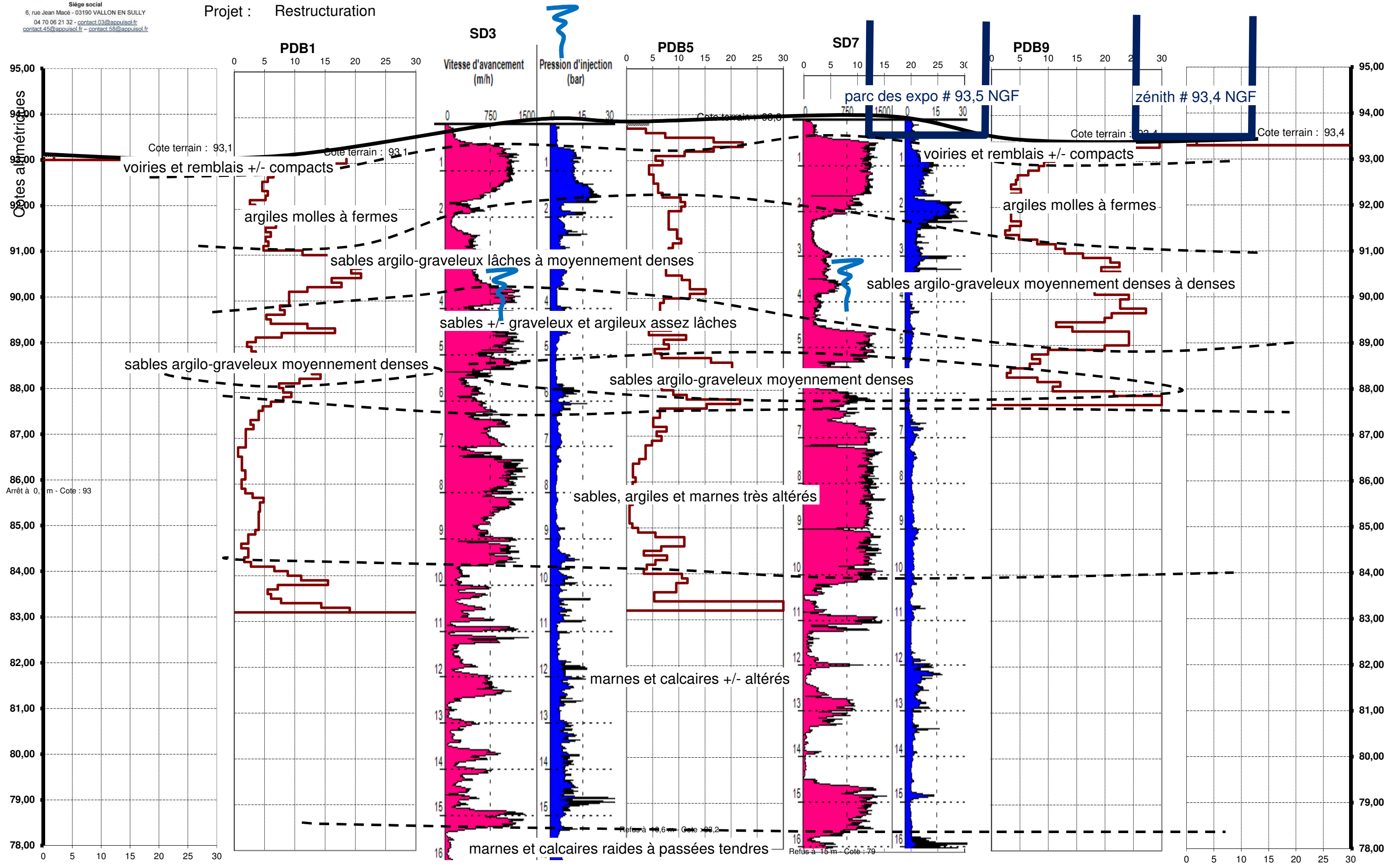
Siège social : 6, rue Jean Macé - 03190 VALLON EN SULLY  
 04 70 06 21 32 - [contact\\_03@appuisol.fr](mailto:contact_03@appuisol.fr)  
 Bureaux de Nevers : 47bis, rue Henri Bouquillard - BP49  
 58022 NEVERS cedex  
 09 66 98 21 32 - [contact\\_45@appuisol.fr](mailto:contact_45@appuisol.fr)  
 Bureaux d'Orléans : 264, rue des Sables de Sary  
 45770 SARAN  
 09 66 98 21 32 - [contact\\_45@appuisol.fr](mailto:contact_45@appuisol.fr)

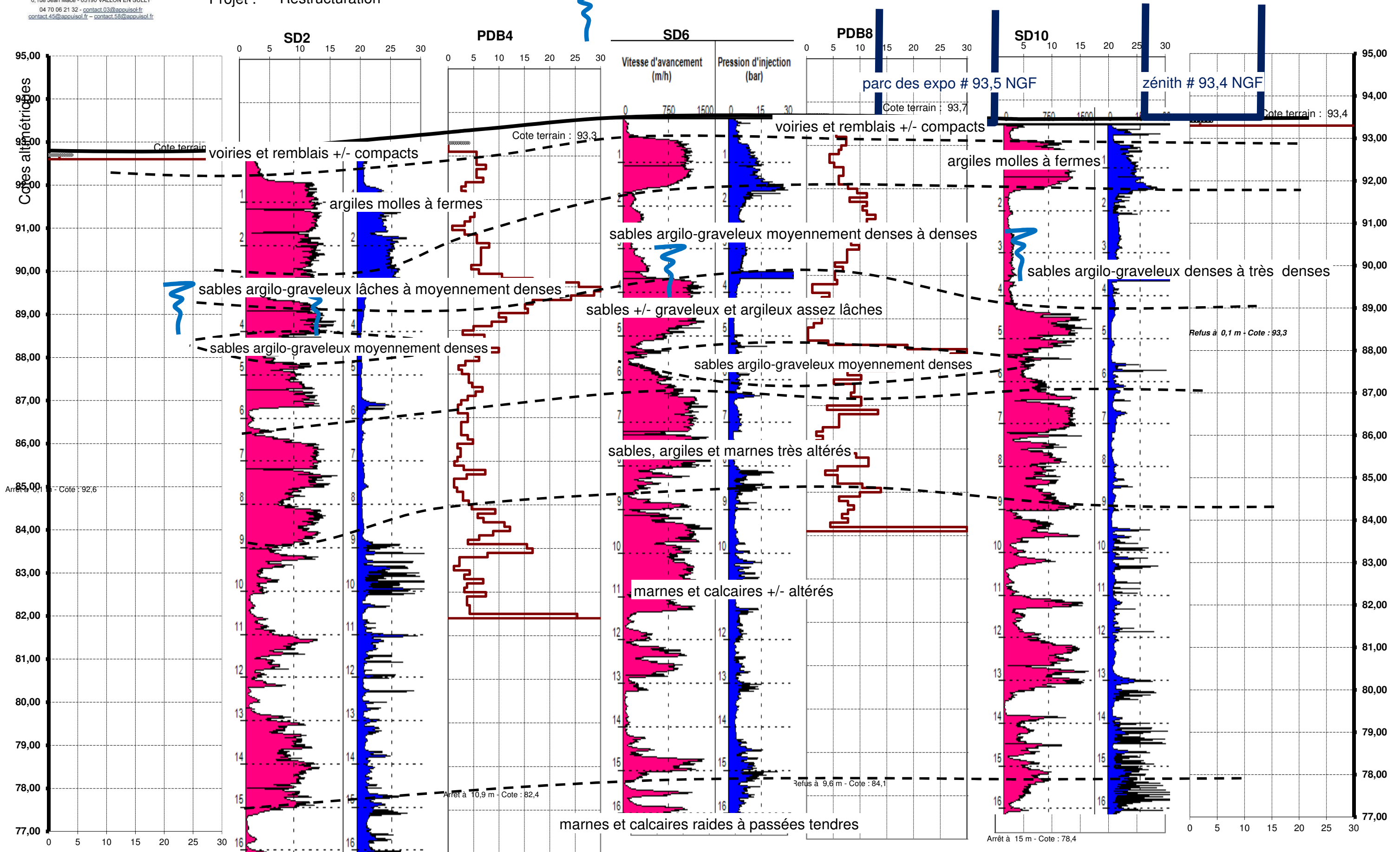


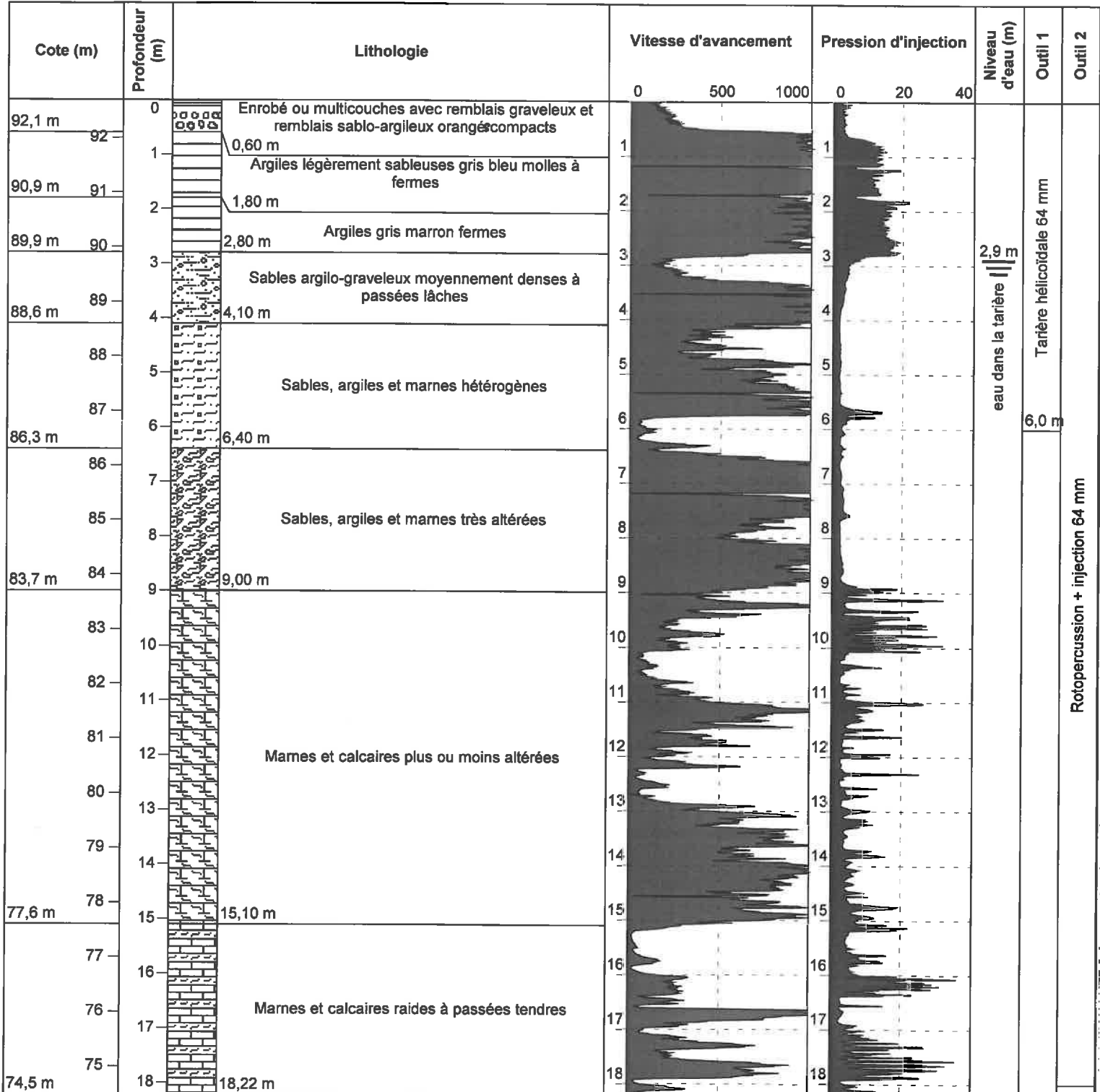
Avenue Roger Secrétain  
 Tramway - ligne 1



PHEC # 96,7 NGF







PP : pertes partielles de fluide de forage  
PT : pertes totales de fluide de forage

PP de 1.8 à 3.5 m  
PT de 3.5 à 18.2 m



**APPUISOL**  
Ingénierie géotechnique  
Siège social  
8 rue Jean Macé  
03190 VALLON EN SULLY  
Tél : 04 70 06 21 32  
contact.03@appuisol.fr  
contact.45@appuisol.fr  
contact.58@appuisol.fr

**ORLEANS -45-  
Parc des expositions**

Date : 01/08/2016

Cote NGF : 92.7

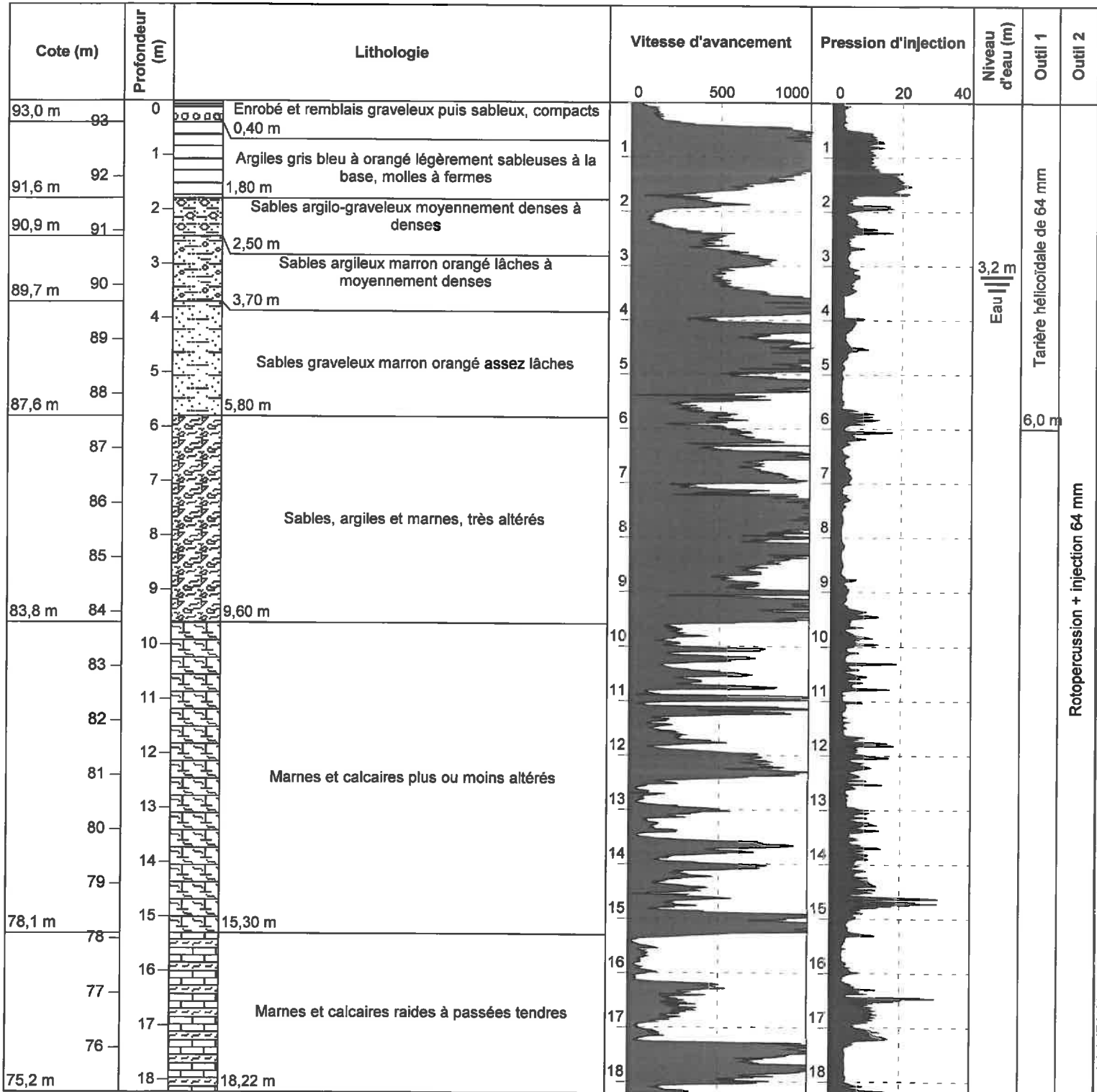
Profondeur : 0,00 - 6,00 m

Machine ABYSS 50 : tarière

**Forage tarière 63 mm : T2**

EXGTE 3.15/LB2EPF576FR

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Teneurs en eau	VBS g/100g	Passant 0.08 mm	Classe GTR	Niveau d'eau (m)
92,1 m	0	Enrobé ou multicouches avec remblais graveleux et remblais sablo-argileux orangés compacts					2,9 m eau dans la tarière
92	0,60 m						
90,9 m	1	Argiles légèrement sableuses gris bleu molles à fermes	21.8	4.4	58	A2	
91	1,80 m						
89,9 m	2	Argiles gris marron fermes	23.3	6.0	94	A2/A3	
89	2,80 m						
88,6 m	3	Sables argilo-graveleux moyennement denses à passées lâches	32.0				
89	4						
88	4,10 m						
88	5	Sables, argiles et marnes hétérogènes	36.2				
87	6						
	6,00 m						



PP de 2 à 3.5 m  
PT de 3.5 à 18.2 m



**APPUISOL**  
Ingénierie Géotechnique

**APPUISOL**  
Ingénierie géotechnique  
Siège social  
6 rue Jean Macé  
03190 VALLON EN SULLY  
Tél : 04 70 06 21 32  
[contact.03@appuisol.fr](mailto:contact.03@appuisol.fr)  
[contact.45@appuisol.fr](mailto:contact.45@appuisol.fr)  
[contact.58@appuisol.fr](mailto:contact.58@appuisol.fr)

**ORLEANS -45-**  
**Parc des expositions**

Contrat 16140516

Date : 01/08/2016

Cote NGF : 93.4

Profondeur : 0,00 - 6,00 m

Machine ABYSS 50 : tarière

1/50

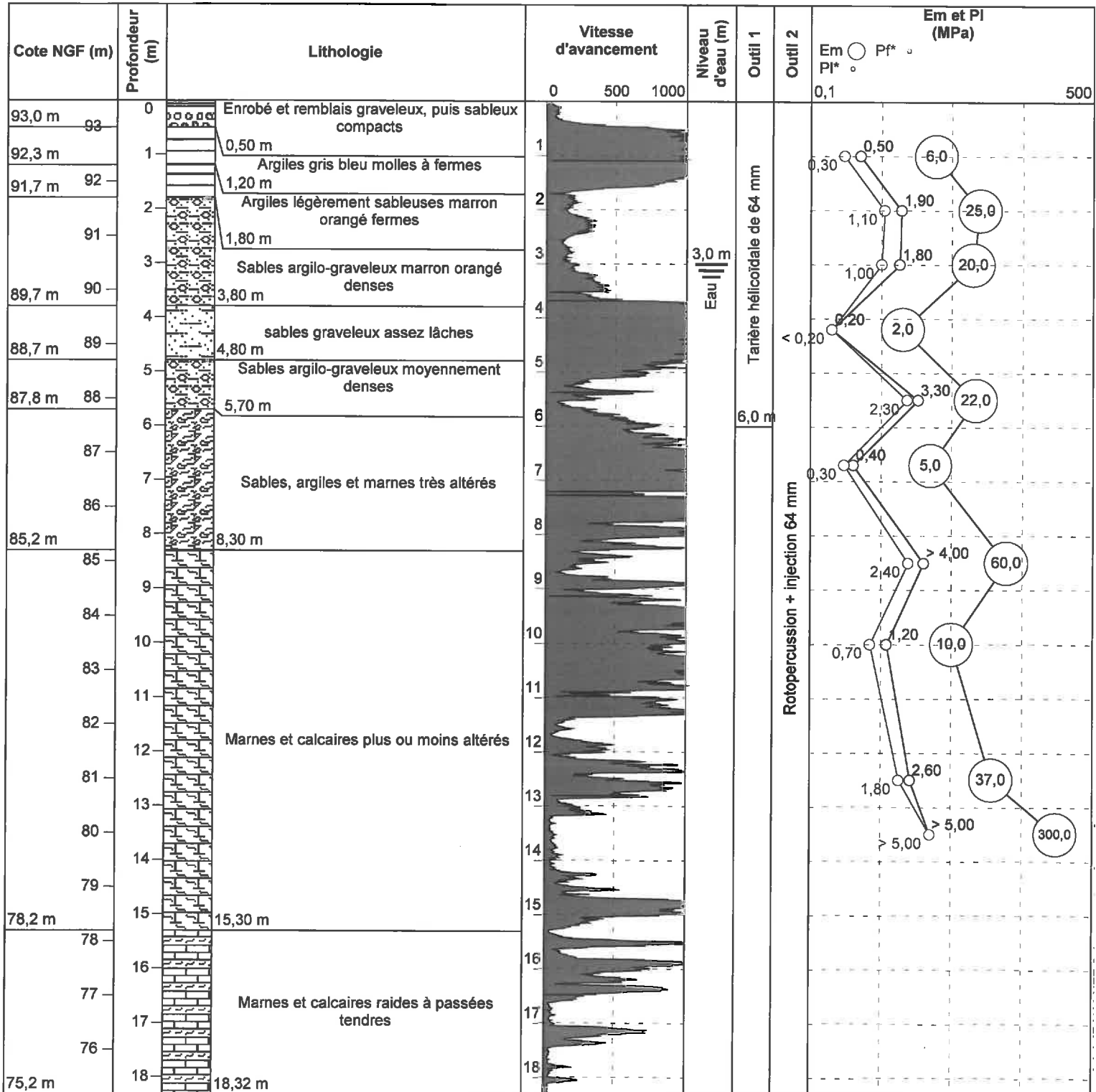
**Forage tarière 63 mm : T3**

EXGTE 3.15/LB2EPF576FR

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Teneurs en eau	VBS g/100g	Passant 0.08 mm	Classe GTR	Niveau d'eau (m)
93,0 m	0	Enrobé et remblais graveleux puis sableux, compacts 0,40 m					3,2 m Eau
	1	Argiles gris bleu à orangé légèrement sableuses à la base, molles à fermes 1,80 m	24.8				
91,6 m	2	Sables argilo-graveleux moyennement denses à denses 2,50 m	14.0				
90,9 m	3	Sables argileux marron orangé lâches à moyennement denses 3,70 m	10.4				
89,7 m	4	Sables graveleux marron orangé assez lâches 5,80 m	17.6				
	5						
87,6 m	6	Sables, argiles et marnes, très altérés 6,00 m					

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Teneurs en eau	VBS g/100g	Passant 0.08 mm	Classe GTR	Niveau d'eau (m)
93,0 m	0	Enrobé et remblais graveleux puis sableux, compacts 0,40 m					
92	1	Argiles gris bleu à orangé légèrement sableuses à la base, molles à fermes 1,80 m					
91,6 m	2	Sables argilo-graveleux moyennement denses à denses 2,50 m					
90,9 m	3	Sables argileux marron orangé lâches à moyennement denses 3,20 m					

Essais de perméabilité de 2.0 m à 3.2 m  
kap # 4.10-6 m/s ou 14 mm/h



PP de 2.5 à 4 m  
PT de 4 à 18.3 m  
Pose d'un piézomètre diam 40 mm à 6.0 m dans la tarière



Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Teneurs en eau	VBS g/100g	Passant 0.08 mm	Classe GTR	Niveau d'eau (m)
93,0 m	0	Enrobé et remblais graveleux, puis sableux compacts 0,50 m					3,0 m Eau
92,3 m	1	Argiles gris bleu molles à fermes 1,20 m	18.6				
91,7 m	2	Argiles légèrement sableuses marron orangé fermes 1,80 m	23.9				
91	3	Sables argilo-graveleux marron orangé denses 3,80 m	11.8 13.9	0.4	17 < 0.08 74 < 2 mm	B5	
89,7 m	4	sables graveleux assez lâches 4,80 m	12.8				
88,7 m	5	Sables argilo-graveleux moyennement denses 5,70 m					
87,8 m	6	Sables, argiles et marnes très altérés 6,00 m					

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Teneurs en eau	VBS g/100g	Passant 0.08 mm	Classe GTR	Niveau d'eau (m)
93,0 m	0	Enrobé et remblais graveleux, puis sableux compacts 0,50 m					
92,3 m	1	Argiles gris bleu molles à fermes 1,20 m					
91,7 m	2	Argiles légèrement sableuses marron orangé fermes 1,80 m					
		Sables argilo-graveleux marron orangé denses 2,50 m					

Essais de perméabilité de 1.5 m à 2.5 m  
kap # 2.10-6 m/s ou 7 mm/h

Cote (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Vitesse d'avancement			Pression d'injection			Niveau d'eau (m)	Outil 1	Outil 2
			0	500	1000	0	20	40			
93,5 m	94	0	[Graphique]			[Graphique]			3,0 m	Tarière hélicoïdale de 64 mm	Rotopercussion + injection 64 mm
93,3 m		0,50 m									
	93	1									
		0,70 m									
92,2 m		Argiles gris bleu à roux, molles à fermes									
91,8 m	92	2									
		1,80 m									
		Argiles légèrement sableuses gris orangé fermes									
	91	3									
		2,20 m									
	90	4									
		Sables argilo-graveleux marron orangé, de plus en plus grossiers, denses à moyennement denses									
89,3 m		4,70 m									
	89	5									
		Sables plus ou moins graveleux et argileux assez lâches									
	88	6									
87,5 m		6,50 m									
	87	7									
		Sables, argiles et marnes très altérés									
	86	8									
	85	9									
83,8 m	84	10									
		10,20 m									
	83	11									
	82	12									
	81	13									
		Marnes et calcaires plus ou moins altérés									
	80	14									
	79	15									
78,2 m		15,80 m									
	78	16									
	77	17									
		Marnes et calcaires raides à passées tendres									
75,9 m	76	18									
		18,15 m									

PT de 3.5 à 18.2 m



**APPUISOL**  
Ingénierie géotechnique  
Siège social  
6 rue Jean Macé  
03190 VALLON EN SULLY  
Tél : 04 70 06 21 32  
[contact.03@appuisol.fr](mailto:contact.03@appuisol.fr)  
[contact.45@appuisol.fr](mailto:contact.45@appuisol.fr)  
[contact.58@appuisol.fr](mailto:contact.58@appuisol.fr)

**ORLEANS -45-**  
**Parc des expositions**

Date : 01/08/2016

Cote NGF : 94.0



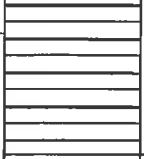


Profondeur : 0,00 - 6,00 m

Machine ABYSS 50 : tarière

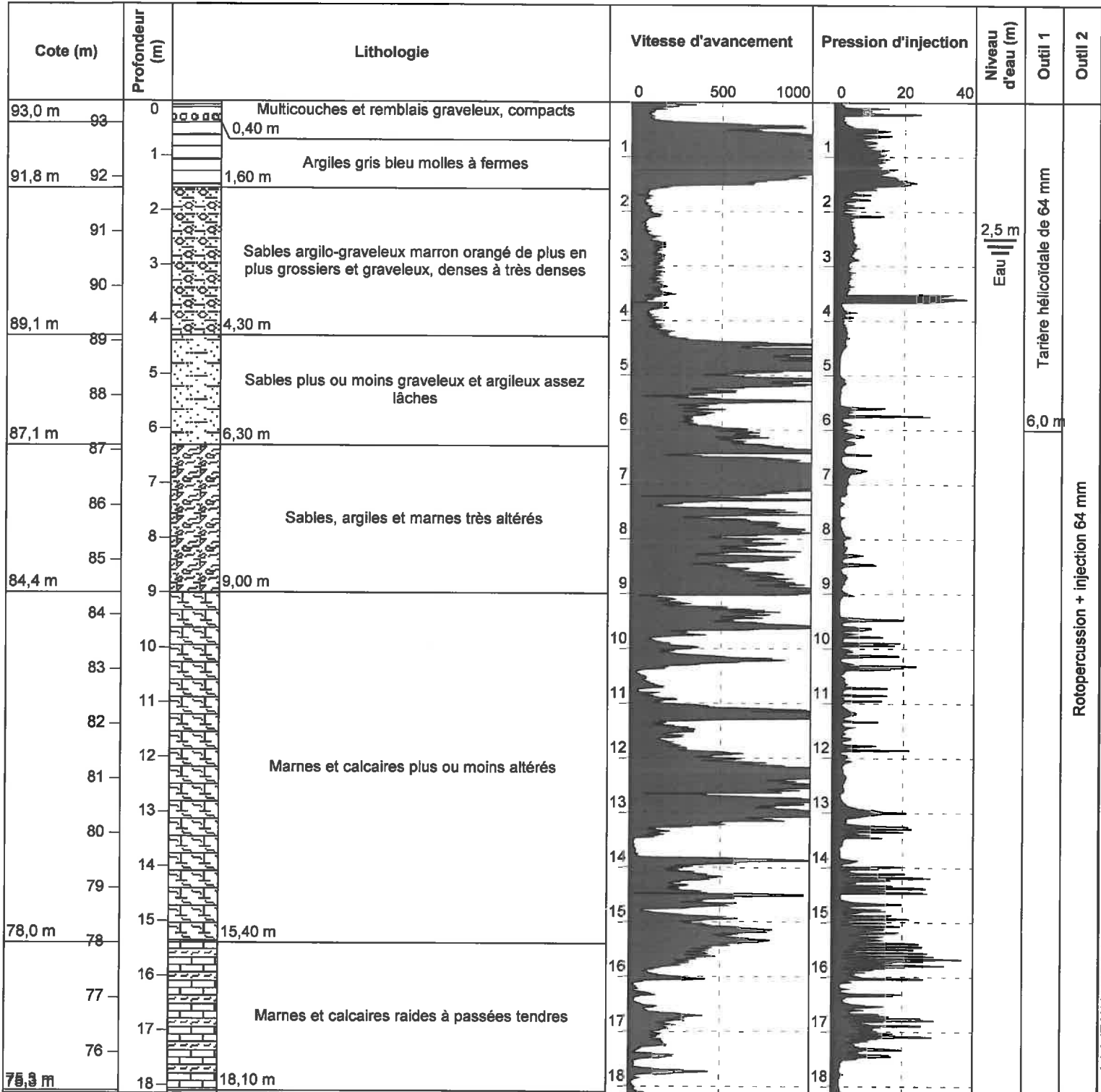
**Forage tarière 63 mm : T7**



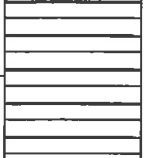
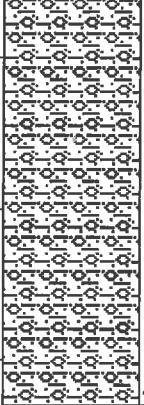
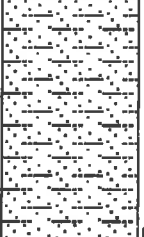
EXGTE 3.15/LB2EPF576FR

Cote (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Teneurs en eau	VBS g/100g	Passant 0.08 mm	Classe GTR	Niveau d'eau (m)
94	0	Enrobé et remblais graveleux puis sableux compacts					3,0 m Eau
93,5 m		0,50 m					
93,3 m		Remblais sableux lâches					
		0,70 m					
93	1	Argiles gris bleu à roux, molles à fermes	17.4				
92,2 m		1,80 m					
92	2	Argiles légèrement sableuses gris orangé fermes					
91,8 m		2,20 m					
			20.0				
91	3	Sables argilo-graveleux marron orangé, de plus en plus grossiers, denses à moyennement denses					
90	4						
89,3 m		4,70 m					
			19.0	1.2	73	A1	
89	5	Sables plus ou moins graveleux et argileux assez lâches					
	6	6,00 m					

Cote (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Teneurs en eau	VBS g/100g	Passant 0.08 mm	Classe GTR	Niveau d'eau (m)
94	0	 Enrobé et remblais graveleux puis sableux compacts 0,50 m					
93,5 m							
93,3 m		 Remblais sableux lâches 0,70 m					
93	1	 Argiles gris bleu à roux, molles à fermes 1,80 m					
92,2 m							
91,8 m	2	 Argiles légèrement sableuses gris orangé fermes 2,20 m					
		 Sables argilo-graveleux marron orangé, de plus en plus grossiers, denses à moyennement denses 2,50 m					

Essais de perméabilité de 1.5 m à 2.5 m  
kap # 2.10-5 m/s ou 72 mm/h



Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie sur sabo	Teneurs en eau	VBS g/100g	Passant 0.08 mm	Classe GTR	Niveau d'eau (m)
93,0 m	0	 Multicouches et remblais graveleux, compacts 0,40 m					2,5 m  Eau
91,8 m	1	 Argiles gris bleu molles à fermes 1,60 m	26.5	3.5	57	A2	
89,1 m	2	 Sables argilo-graveleux marron orangé de plus en plus grossiers et graveleux, denses à très denses 4,30 m	13.6				
	3		9.2				
	4		11.8				
88	5	 Sables plus ou moins graveleux et argileux assez lâches 6,00 m	13.2				
	6						



**APPUISOL**  
Ingénierie géotechnique  
Siège social  
6 rue Jean Macé  
03190 VALLON EN SULLY  
Tél : 04 70 06 21 32  
[contact.03@appuisol.fr](mailto:contact.03@appuisol.fr)  
[contact.45@appuisol.fr](mailto:contact.45@appuisol.fr)  
[contact.58@appuisol.fr](mailto:contact.58@appuisol.fr)

**ORLEANS -45-  
Parc des expositions**

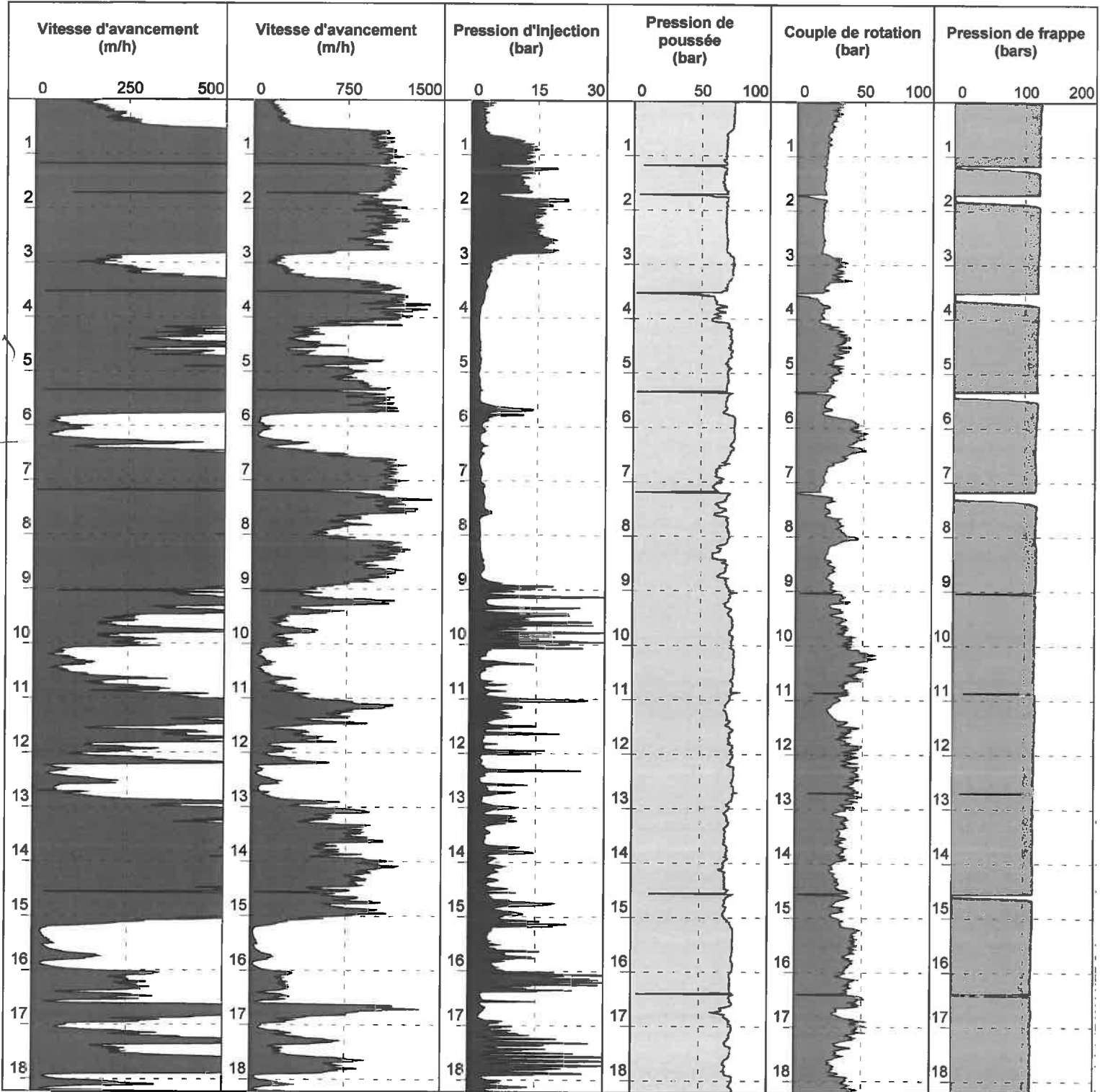
Date : 01/08/2016 Cote locale : 93.6 Profondeur : 0,00 - 2,50 m  
Machine ABYSS 50 : ABYSS50

**Forage tarière hélicoïdale 110 : EE11**

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Teneurs en eau %	VBS g/100g	Passant 0.08 mm %	Classe GTR	Niveau d'eau (m)
93,0 m	0	Enrobé et remblais graveleux et sableux assez hétérogènes	17.6				
92,1 m	1	Argiles gris bleu à gris noir, avec traces de matières organiques, molles à fermes	16.2				
91,1 m	2	Sables argilo-graveleux assez denses	12.8				

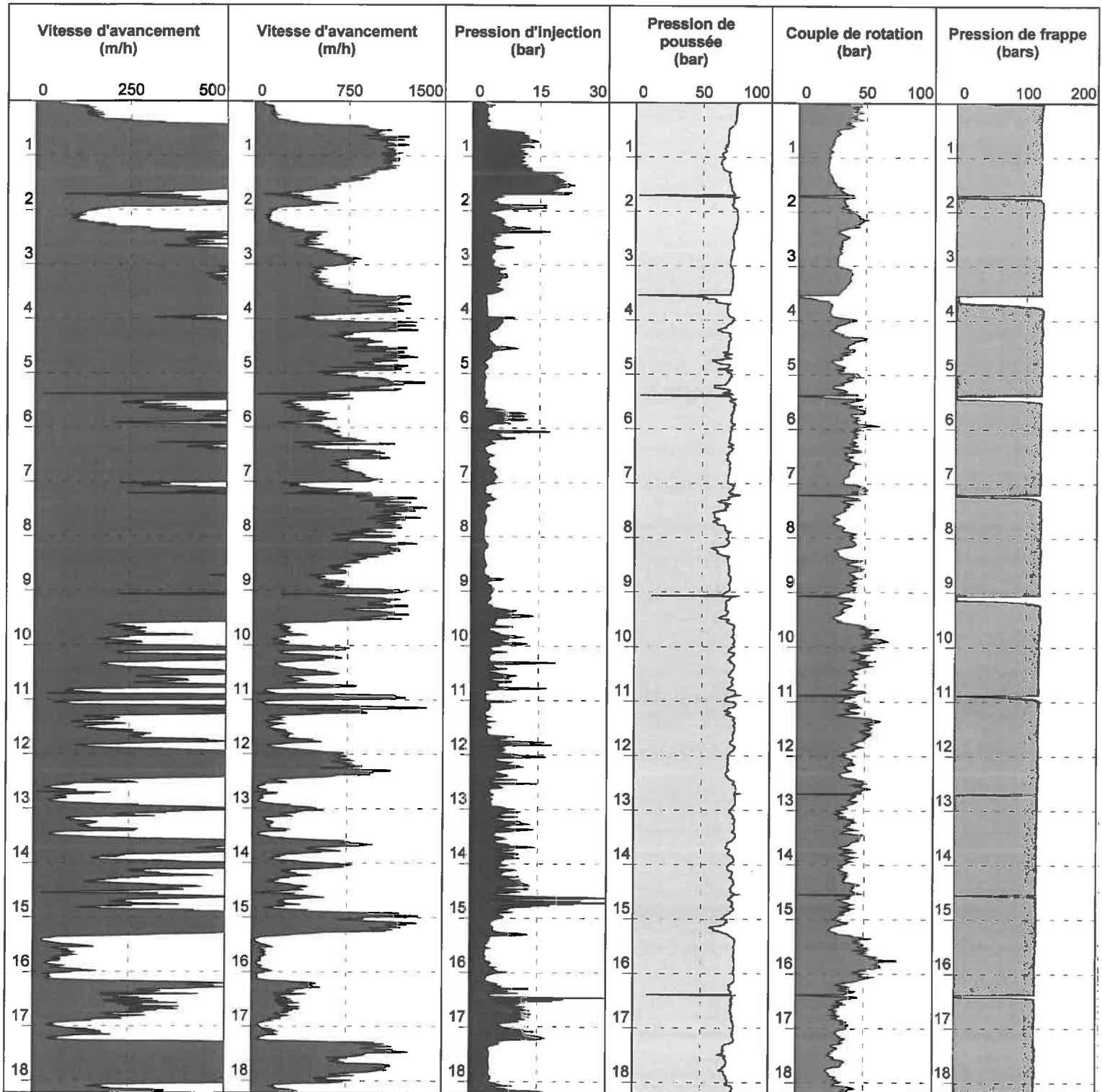
Essais de perméabilité de 1.5 m à 2.5 m  
kap # 2.10 -6 m/s ou 7 mm/h



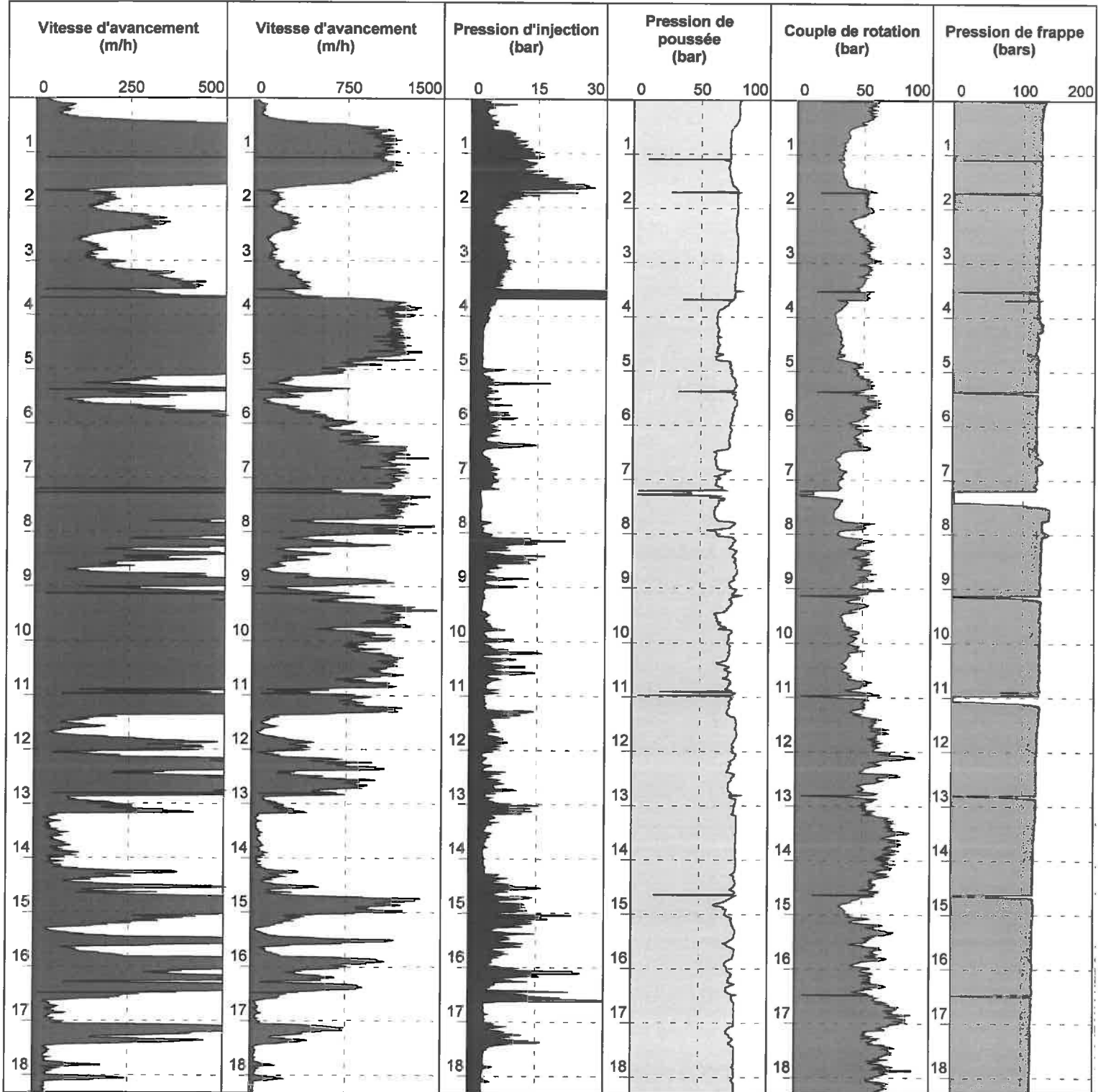


PP : pertes partielles de fluide de forage  
PT : pertes totales de fluide de forage

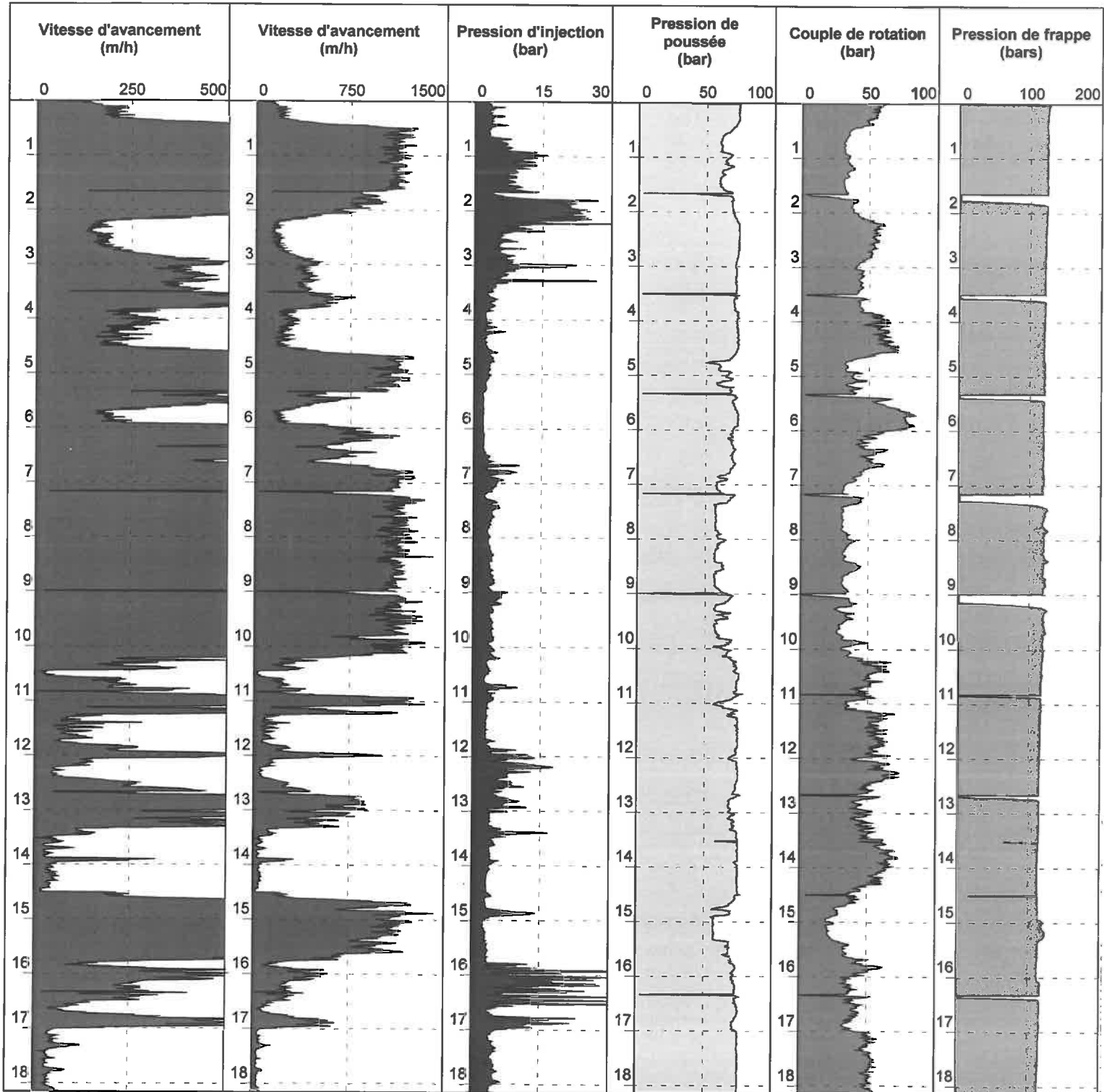
PP de 1.8 à 3.5 m  
PT de 3.5 à 18.2 m



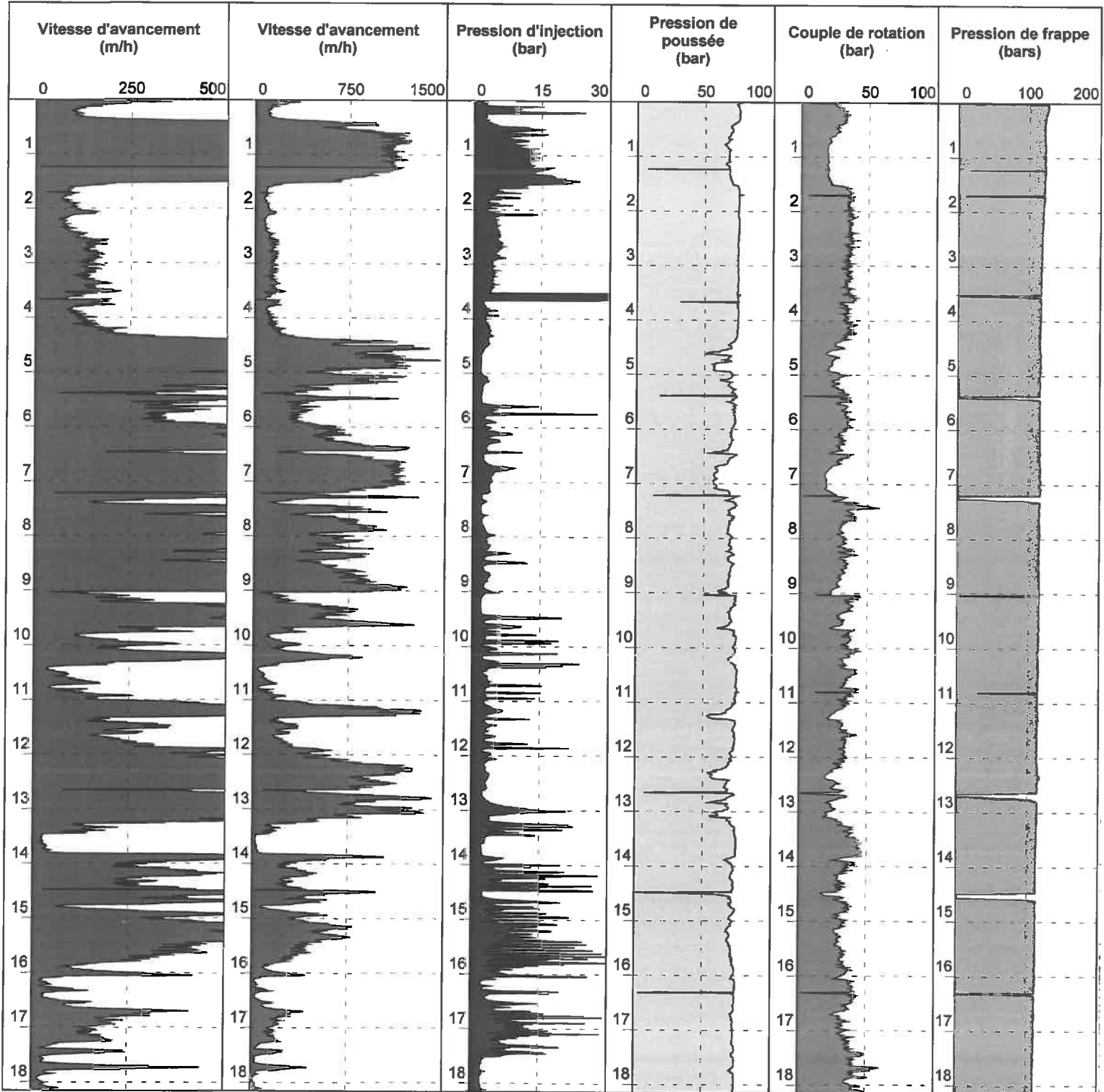
PP de 2 à 3.5 m  
PT de 3.5 à 18.2 m



PP de 2.5 à 4 m  
PT de 4 à 18.3 m



PT de 3.5 à 18.2 m



PP à PT de 2.5 à 18.2 m



**APPUISOL**

Ingénierie Géotechnique

Siège social

6, rue Jean Macé - 03190 VALLON EN BULLY

04 70 08 21 32 - [contact.03@appuiisol.fr](mailto:contact.03@appuiisol.fr)

[contact.45@appuiisol.fr](mailto:contact.45@appuiisol.fr) - [contact.58@appuiisol.fr](mailto:contact.58@appuiisol.fr)

Dossier n° : 1614-06-16

Commune : ORLEANS -45

Adresse : Parc des expositions

Opération : Restructuration

sondage au pénétromètre dynamique type B  
norme NF P 94-115

Pénétromètre type B : **PDB1**

Cote : 93,10 NGF

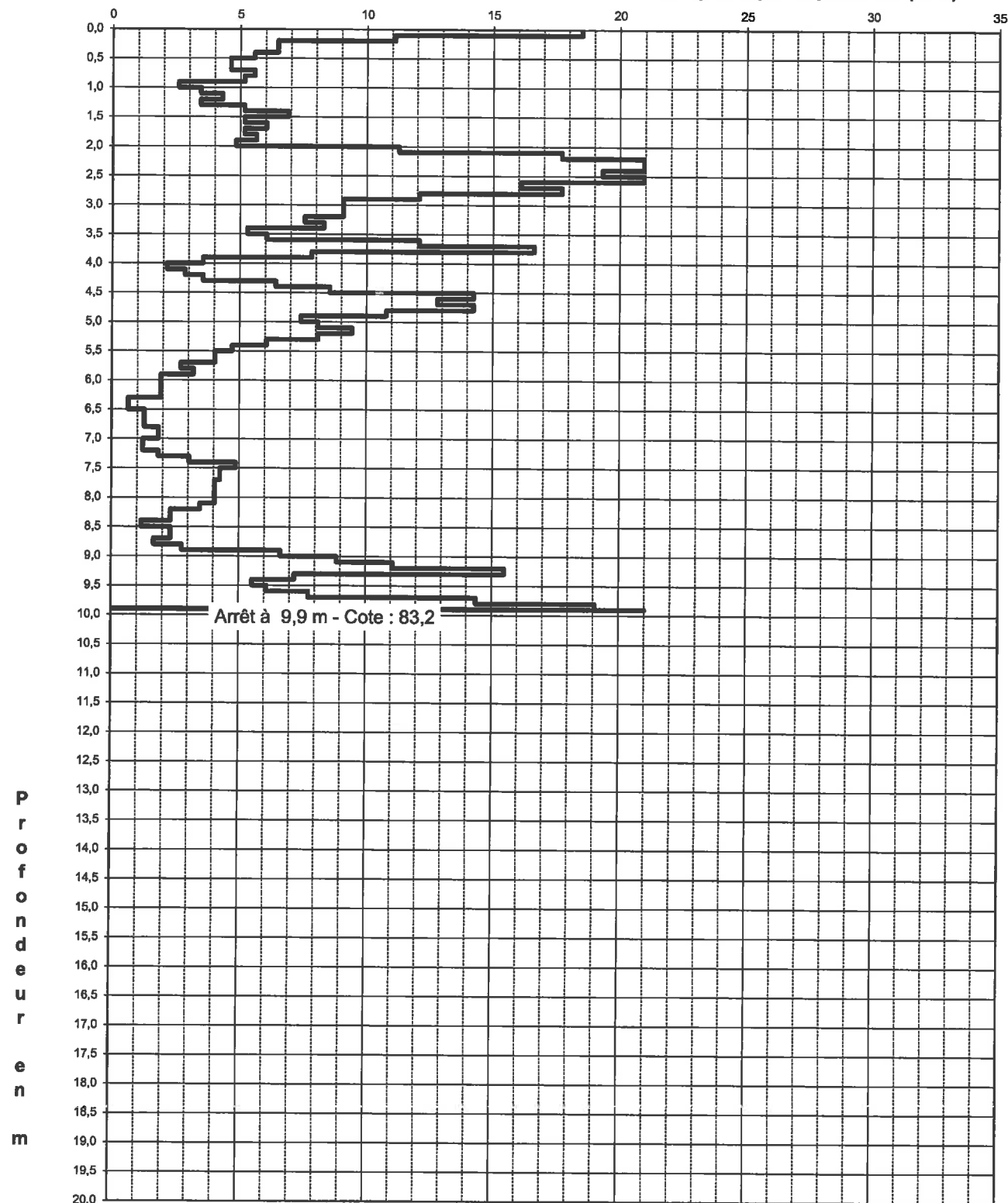
Date : 02/08/16

niveau d'eau supposé : 3,20

Caractéristiques du pénétromètre : Mmouton=63,5kg / H=0,75m / Menclume=10 kg / Mtige=6kg / Mpointe=0,6kg / section=20cm<sup>2</sup>

Echelle : 1/100 ème

Résistance dynamique de pointe Rd (MPa)





**APPUISOL**  
Ingénierie Géotechnique

Siège social  
6, rue Jean Macé - 03190 VALLON EN SULLY  
04 70 06 21 32 - contact.03@appuiisol.fr  
contact.46@appuiisol.fr - contact.68@appuiisol.fr

Dossier n° : 1614-06-16

Commune : ORLEANS -45

Adresse : Parc des expositions

Opération : Restructuration

sondage au pénétromètre dynamique type B  
norme NF P 94-115

Pénétromètre type B : **PDB4**

Cote : 93,30 NGF

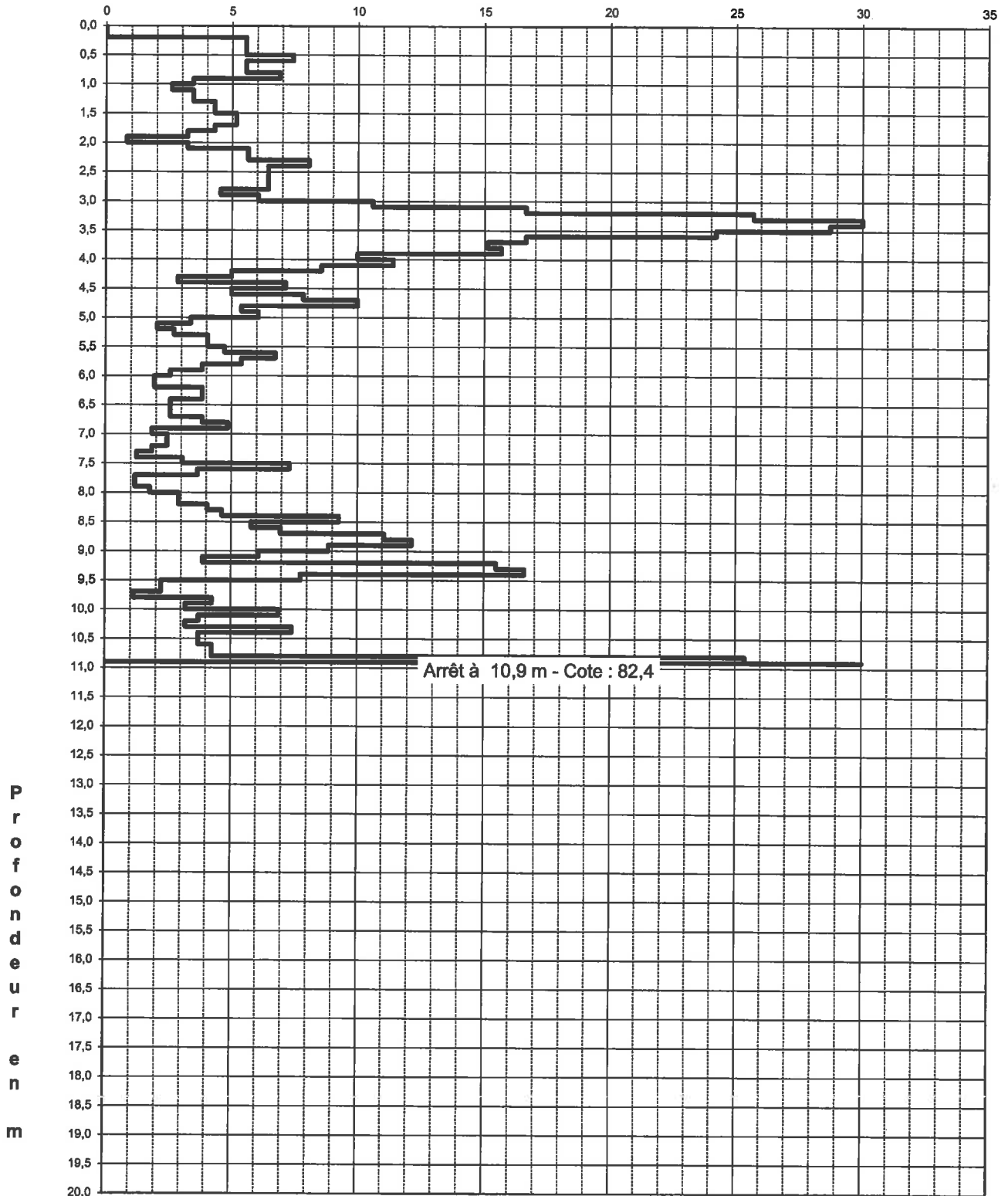
Date : 02/08/16

niveau d'eau supposé : 3,50

Caractéristiques du pénétromètre : Mmouton=63,5kg / H=0,75m / Menclume=10 kg / Mtige=6kg / Mpointe=0,6kg / section=20cm<sup>2</sup>

Echelle : 1/100 ème

Résistance dynamique de pointe Rd (MPa)



P  
r  
o  
f  
o  
n  
d  
e  
u  
r  
  
m



**APPUISOL**  
Ingénierie Géotechnique

846e social  
6, rue Jean Macé - 03190 VALLON EN SULLY  
04 70 08 21 32 - [contact.03@appuiisol.fr](mailto:contact.03@appuiisol.fr)  
[contact.45@appuiisol.fr](mailto:contact.45@appuiisol.fr) - [ppr.tec@appuiisol.fr](mailto:ppr.tec@appuiisol.fr)

Dossier n° : 1614-06-16

Commune : ORLEANS -45

Adresse : Parc des expositions

Opération : Restructuration

sondage au pénétromètre dynamique type B  
norme NF P 94-115

Pénétromètre type B : **PDB5**

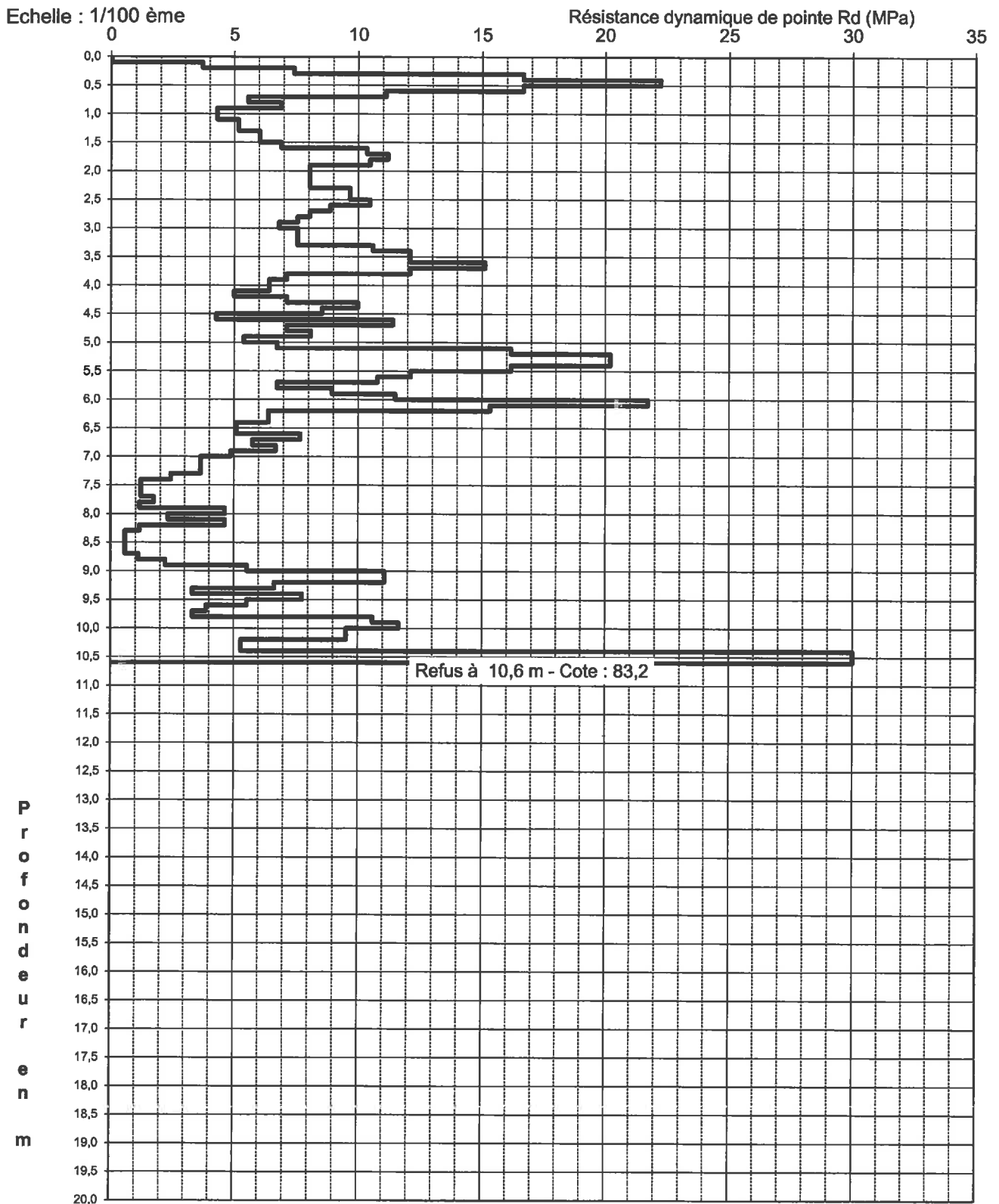
Cote : 93,80 NGF

Date : 02/08/16

niveau d'eau supposé : 4,80

Caractéristiques du pénétromètre : Mmouton=63,5kg / H=0,75m / Menclume=10 kg / Mtige=6kg / Mpointe=0,6kg / section=20cm<sup>2</sup>

Echelle : 1/100 ème







**APPUISOL**  
Ingénierie Géotechnique

Siège social  
6, rue Jean Macé - 03190 VALLON EN SULLY  
04 70 06 21 32 - [contact.03@appuiisol.fr](mailto:contact.03@appuiisol.fr)  
[contact.45@appuiisol.fr](mailto:contact.45@appuiisol.fr) - [contact.68@appuiisol.fr](mailto:contact.68@appuiisol.fr)

Dossier n° : 1614-06-16

Commune : ORLEANS -45

Adresse : Parc des expositions

Opération : Restructuration

sondage au pénétromètre dynamique type B  
norme NF P 94-115

Pénétromètre type B : **PDB8**

Cote : 93,70 NGF

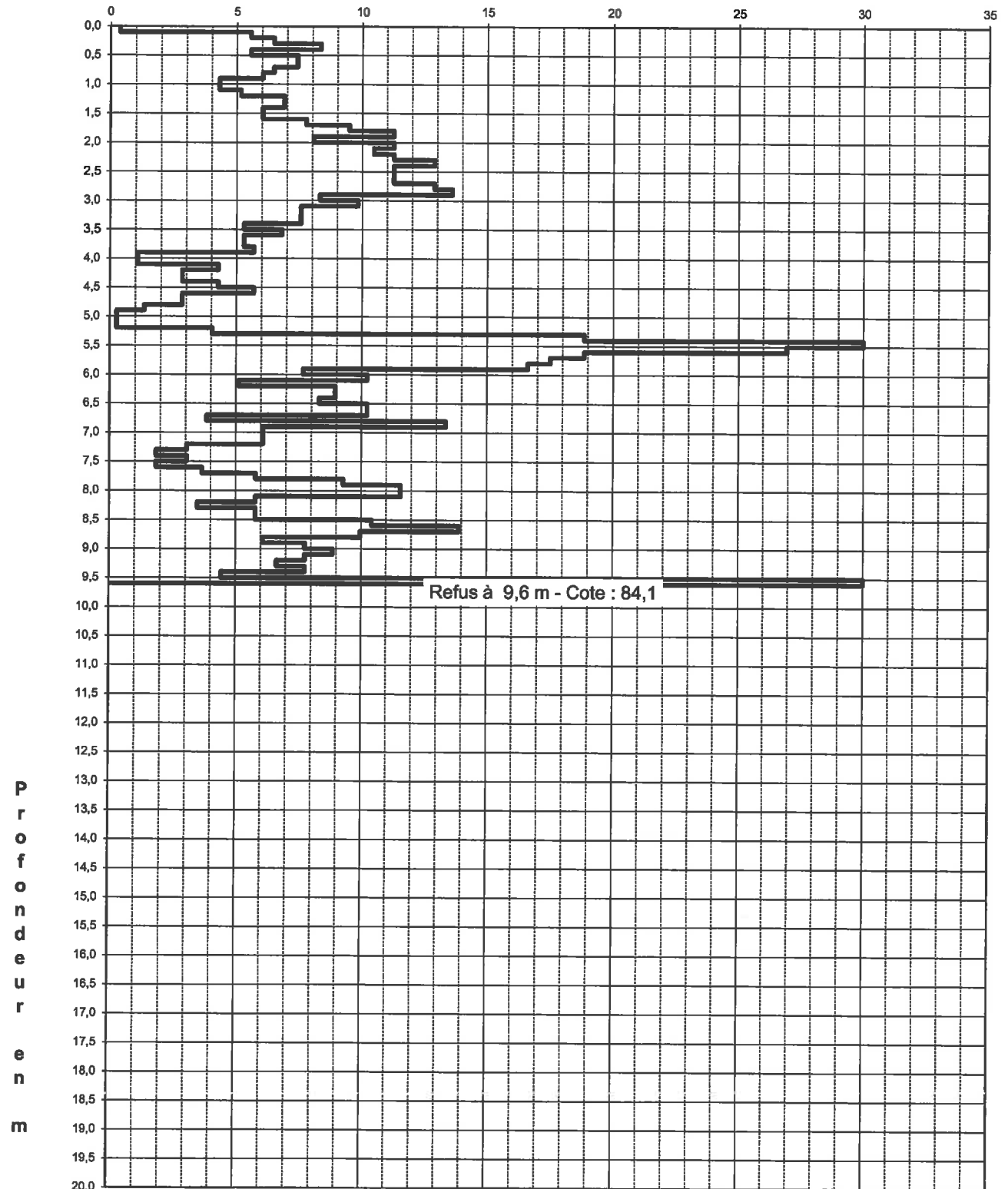
Date : 02/08/16

niveau d'eau supposé : 3,80

Caractéristiques du pénétromètre : Mmouton=63,5kg / H=0,75m / Menclume=10 kg / Mtige=6kg / Mpointe=0,6kg / section=20cm<sup>2</sup>

Echelle : 1/100 ème

Résistance dynamique de pointe Rd (MPa)





**APPUISOL**  
Ingénierie Géotechnique

Siège social  
6, rue Jean Macé - 03190 VALLON EN BULLY  
04 70 08 21 32 - contact.03@appuiisol.fr  
contact.45@appuiisol.fr - contact.55@appuiisol.fr

Dossier n° : 1614-06-16

Commune : ORLEANS -45

Adresse : Parc des expositions

Opération : Restructuration

sondage au pénétromètre dynamique type B  
norme NF P 94-115

Pénétromètre type B : **PDB9**

Cote : 93,40 NGF

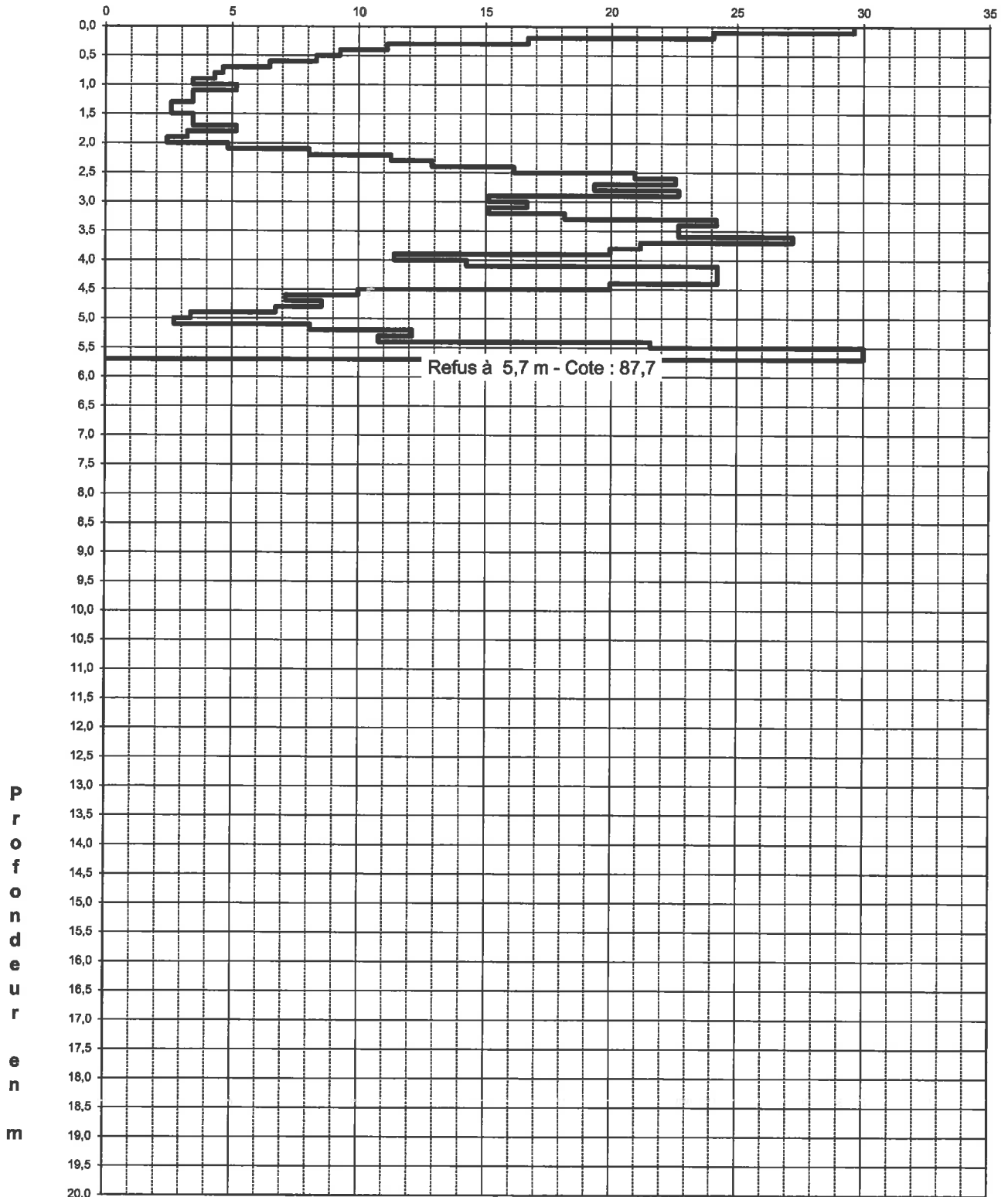
Date : 02/08/16

niveau d'eau supposé : humide 5,0

Caractéristiques du pénétromètre : Mmouton=63,5kg / H=0,75m / Menclume=10 kg / Mtige=6kg / Mpointe=0,6kg / section=20cm<sup>2</sup>

Echelle : 1/100 ème

Résistance dynamique de pointe Rd (MPa)



P  
r  
o  
f  
o  
n  
d  
e  
u  
r  
  
e  
n  
  
m

## ORLEANS (45)

Parking des Montées

Restructuration

**Client : mairie d'Orléans**

## RAPPORT

**Etude géotechnique préalable G1 - étude de site (ES) et Phase Principes Généraux de Construction (PGC)**

**Prédimensionnement des couches de formes - Etude d'infiltration**



Dossier N° 1676-07-16					
Indice	Date	Établi par	Vérifié par	Diffusion/modification	Nb de pages
1	3/10/2016	P. IMBAULT	P. FAYOLLE	Document initial	50

## SOMMAIRE

◆ PRÉSENTATION DU SITE ET DU CONTEXTE	4
1. Désignation de l'opération – Intervenants .....	4
2. Données générales sur le site .....	4
◆ PRÉSENTATION DE LA MISSION ET DES OBJECTIFS	7
3. Ingénierie .....	7
4. Investigations réalisées dans le cadre de la reconnaissance .....	8
5. Calage altimétrique des points de sondages .....	9
◆ ANALYSES DES RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE	10
6. Enquête géologique et aléas référencés .....	10
7. Résultats des sondages .....	11
8. Hydrogéologie - Inondabilité - Perméabilité .....	15
◆ ADAPTATION DU PROJET AU CONTEXTE GEOTECHNIQUE DU SITE	17
9. Présentation du projet.....	17
10. Cadre de la mission – prestation complémentaire .....	17
11. Sujétions géotechniques du site.....	17
12. Terrassements généraux.....	18
13. Aménagement des parkings.....	19
14. Disposition constructives particulières en zone à risque fontis .....	22
15. Ouvrages d'infiltration .....	23
16. Avertissement .....	24

## ANNEXE 1

Extrait de la norme NF P 94-500

Conditions Générales d'Intervention des prestations d'Ingénierie Géotechniques

## ANNEXE 2

Plan d'implantation des sondages (1)

Résultats des sondages et essais (18)

## AVERTISSEMENT

La présente prestation a été conduite dans le cadre d'une des missions normalisées rattachées à la norme NF P 94-500 (cf. extraits en annexe1) et pour l'ouvrage spécifique décrit.

Toute modification du projet (masse, structure, altimétrie, etc.) ou toute modification du contexte du site (remblaiement, remaniement, etc.) ou de l'environnement (constructions, talus, etc.) peut remettre en cause les présentes conclusions.

Ce document représente un tout indissociable. Aucun élément ou aucune partie ne peut être extrait.

La prise en compte des éléments de ce rapport implique l'acceptation des **Conditions Générales d'Intervention des prestations d'Ingénierie Géotechniques** présentées en annexe 1 du présent rapport.

Ce présent document reste la propriété exclusive du client dès le paiement de la mission. La diffusion de ce document relève alors de son libre choix sous réserve du respect des conditions générales et des limites de l'étude.

## PRÉSENTATION DU SITE ET DU CONTEXTE

### 1. Désignation de l'opération – Intervenants

Dans le cadre du projet de restructuration du parking des Montées du parc des expositions à ORLEANS (45) - Maître d'ouvrage – a missionné APPUISOL, par l'intermédiaire de la mission Grands Equipements, pour réaliser une mission d'étude géotechnique préalable (G1), selon la norme NF P 94-500.

Le présent rapport fait suite au devis 1676-07-16 du 25 Mai 2016, et à la commande du 8 juillet 2016 – n° AA/16DGA00048.

### 2. Données générales sur le site

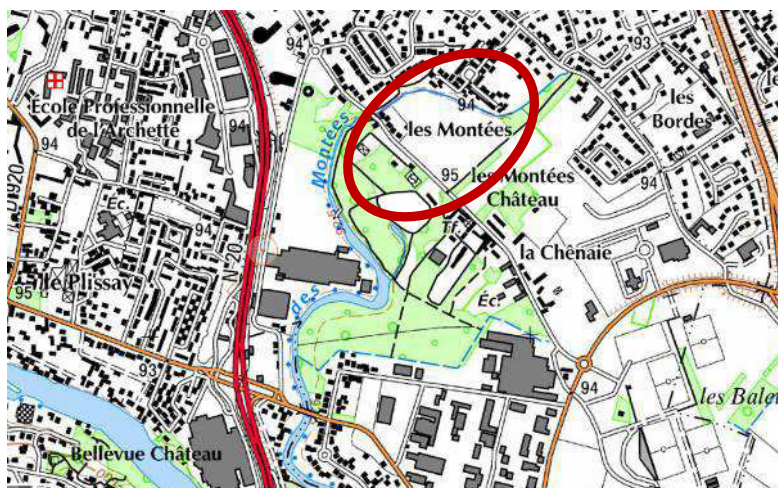
#### 2.1. Contexte environnemental et situation

Le terrain étudié se situe le long de la rue des Montées, à l'Est du parc des expositions, au Sud de la Loire à Orléans (45), entre Loire et Loiret.

Il s'agit du vaste site de l'actuel parking des Montées, d'une superficie proche de 4.5 ha. Il est actuellement en tout venant, avec noues.

Quelques réseaux sont présents (éclairage).

Le site est inondable. L'altitude normalisée du site s'établit proche de la cote +92.5/+93.5 NGF.





Vue générale vers le Sud-Ouest



Vues générales vers le Sud et vers le Nord

## 2.2. Contexte morphologique et topographique

La morphologie s'inscrit donc en configuration de la vallée alluviale de la Loire, entre Loire et Loiret, en zone plane et inondable. L'altitude normalisée du site s'établit proche +93 NGF. Il est contourné par le ruisseau des Montées au Nord-Ouest.

La dénivelée du site n'excède pas 1 m, entre les cotes +93 NGF au Nord et +94 NGF.

L'actuel parking comporte donc des voies de circulations et des aires de stationnement en concassé calcaire, séparés par des noues ou fossés (dénivelée de 0.5). Ces noues, au nombre de 5, sont souvent pour partie végétalisées (arbustes).

## 2.3. Contexte géologique prévisionnel et principaux aléas

D'après notre bonne connaissance de ce secteur, et après enquête et visite, la coupe géologique prévisionnelle comportait les termes suivants :

- Terre végétale et terrains de couverture remaniés,
- Alluvions limono-sableuses en tête et sablo-graveleuses à la base hétérogènes, à passées argileuses plastiques,
- Marnes et calcaires de Beauce plus ou moins altérés.
- Nappe peu profonde (2 à 4 m),

De plus, les principaux aléas suivants sont à prendre en compte :

- Fort risque de **décompression et de fontis**,
- Aléa retrait gonflement réputé faible à moyen, mais avec lentilles argileuses plastiques,
- Aléa sismique très faible (zone 1),

- Aléa effondrements et cavités : très élevé, avec de nombreux affaissements signalés dans ce secteur,
- Aléa remontée de nappe : sensibilité très faible, mais risque de rétention d'eau, et site inondable (PHEC proche de +96.5/+97.0 NGF).



## PRÉSENTATION DE LA MISSION ET DES OBJECTIFS

### 3. Ingénierie

---

#### 3.1. Cadre de la mission

##### ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)

Il s'agit d'une **mission d'étude géotechnique préalable (G1)** selon la norme NF P 94-500, de novembre 2013.

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire.

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

Elle consiste selon les termes de la norme :

- *Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.*
- *Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels), ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).*

#### 3.2. Détail de la prestation d'ingénierie

Dans le cadre spécifique de cette mission, la prestation d'ingénierie a donc comporté :

Dans le cadre de cette mission, la prestation d'ingénierie comportera :

- Une enquête géologique, et une visite du site,
- Une enquête sur les aléas référencés sur le secteur (sismicité, retrait gonflement, cavités, inondations, instabilité de terrains...),
- La synthèse des données géotechniques proches, sur la base notamment de nos études antérieures,
- Le suivi des prestations de sondages,
- Le dépouillement et l'interprétation des mesures géotechniques réalisées in-situ et en laboratoire,
- L'établissement d'un premier modèle géologique et l'approche du contexte hydrogéologique du site,
- Les principes généraux de construction envisageables (notamment terrassements, couches de forme, aptitude à l'infiltration des EP),
- L'établissement d'un éventuel zoning géotechnique, donnant par zones les principes généraux d'aménagement.

## 4. Investigations réalisées dans le cadre de la reconnaissance

### 4.1. Sondages in-situ

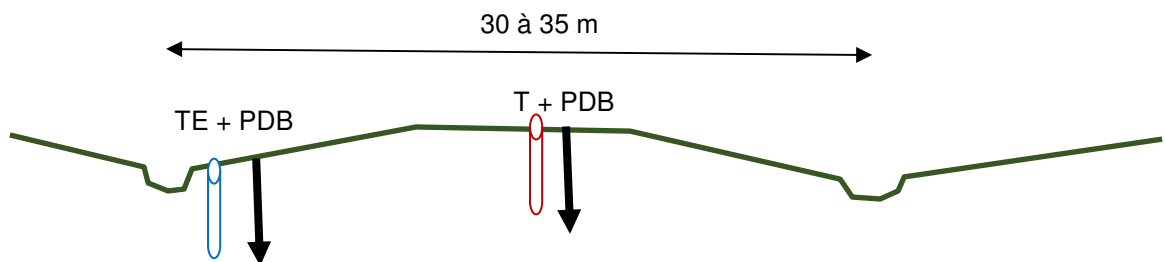
A ce stade des investigations, mission G1, et sans esquisse de projet, les études géotechniques de type G1 doivent avant tout :

- Mettre en évidence les actuelles structures,
- Donner des orientations pour les futures couches de formes,
- Avertir les concepteurs sur les contraintes géotechniques spécifiques du site,
- Donner un avis sur l'infiltration des EP,
- Orienter les études géotechniques complémentaires éventuelles, dans le cadre des missions G2 AVP et G2 PRO, notamment.

Compte tenu de l'emprise actuelle (>4 ha) et de l'accès Nord-Est, il a été effectué 4 doublets de points, afin d'appréhender les actuelles structures au centre des allées et en rive.

Les essais d'infiltration ont été réalisés à proximité des actuelles noues.

Doublets de sondages jumelés (tarière + pénétromètre ou tarière avec essais d'eau + pénétromètre) en zone courante - soit 4 doublets avec au total : 8 PDB (pénétromètre) + 4 T (tarière simple) + 4 TE (tarière avec essais d'eau) :



Pour le chemin Nord-Est, il a été prévu 1 PDB + 1 T.

Ainsi, il a été effectué :

- L'établissement de DICT,
- 1 visite du site pour enquête et implantation des sondages,
- 9 sondages au pénétromètre de type B (NFP 94-115) de 2/3 m (PDB51 à PDB59),
- 5 sondages à la tarière à 3 m avec échantillonnage (T51, T53, T55, T57 et T59),
- 4 sondages à la tarière avec 8 essais de perméabilité entre 0.5 m et 1.0 m et entre 1.5 m et 2.5 m en moyenne (T52, T54, T56 et T58). .

Les sondages à la tarière ont été effectués en Ø110 mm.

La maille entre sondages de 100 m constitue la limite de résolution de l'étude de la mission G1.

Les sondages ont été réalisés avec une foreuse ABYSS50 de TEC SYSTEM de 50 cv et de 2.8 t, et avec un pénétromètre dynamique lourd de type B.

### 4.2. Analyses en laboratoire

Les analyses géotechniques en laboratoire ont comporté : 16 teneurs en eau et 4 identifications GTR (teneur en fines, granulométrie simplifiée et VBS).

## 5. Calage altimétrique des points de sondages

---

L'altimétrie des points de sondage a été déduite du plan topographique joint à la consultation.

L'altitude des sondages varie ainsi entre +92.6 NGF, et +93.8 NGF.

## ANALYSES DES RESULTATS DE LA RECONNAISSANCE

### 6. Enquête géologique et aléas référencés

Une enquête sur plusieurs sites « internet » spécialisés a été menée :

<http://infoterre.brgm.fr> – Géologie :

- Alluvions de Loire (Fy), Alluvions holocènes. Sables et cailloutis siliceux des "montilles". Limons des ruisseaux,
- Formation de Beauce. Calcaires, marnes, meulière (g3 Aquitanien).

<http://www.argiles.fr> – Aléa retrait gonflement *faible à moyen*, mais avec lentilles argileuses plastiques,

<http://www.macommune.prim.net> – Zone 1 de sismicité très faible.

Arrêtés de catastrophes naturelles :

Type de catastrophe	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
Inondations et coulées de boue	28/05/1985	29/05/1985	02/10/1985	18/10/1985
Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse	01/05/1989	31/12/1990	04/12/1991	27/12/1991
Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse	01/01/1991	31/12/1991	16/10/1992	17/10/1992
Mouvements de terrain consécutifs à la sécheresse	01/01/1992	31/12/1992	06/09/1993	19/09/1993
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/1993	30/06/1998	19/11/1998	11/12/1998
Inondations, coulées de boue et mouvements de terrain	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999
Inondations et coulées de boue	07/12/2003	09/12/2003	19/12/2003	20/12/2003
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/01/2006	31/03/2006	31/03/2008	04/04/2008
Mouvements de terrain différentiels consécutifs à la sécheresse et à la réhydratation des sols	01/04/2011	30/06/2011	11/07/2012	17/07/2012
Mouvements de terrain	14/07/2011	19/08/2011	28/11/2011	01/12/2011
Inondations et coulées de boue	28/05/2016	05/06/2016	08/06/2016	09/06/2016

mise à jour : 16/08/2016

<http://cartorisque.prim.net> – Zone inondable – aléa très fort (vitesse et hauteur) – PHEC proche de +96.8 NGF :



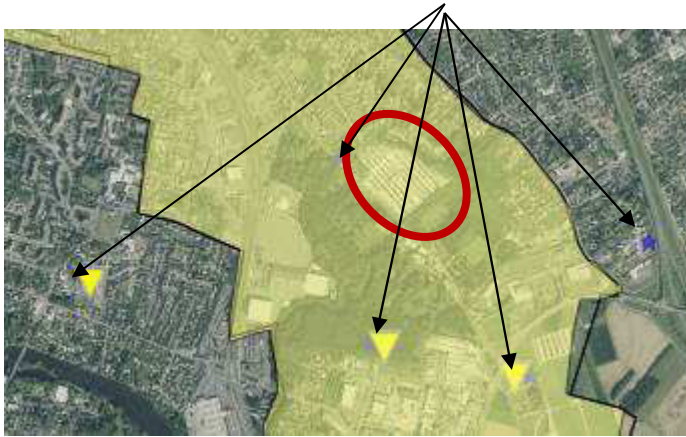
	Aléa faible à moyen
	Aléa fort hauteur
	Aléa fort vitesse
	Aléa très fort hauteur
	Aléa très fort vitesse

<http://www.inondationsnappes.fr> – Sensibilité faible de remontée de nappe.

<http://www.bdcavite.fr> – Sensibilité forte de présence de cavité.

Le risque d'affaissement ou de décompression des sols, liés à des processus de dissolution et de fontis, représente toujours la principale sujétion d'aménagement de ce secteur.

Des affaissements, dont le diamètre varie de quelques décimètres à plusieurs mètres, ou bien de fortes décompressions, ont été observés. Quelques affaissements sont signalés dans ce secteur (repérage non exhaustif) :



## 7. Résultats des sondages

---

L'interprétation du schéma géologique est simplifiée par le report sur les plans d'implantation des sondages :

- de la cote du terrain à la date des sondages, en système NGF,
- de l'épaisseur des remblais +/- compacts,
- de la profondeur et de la cote du toit des sables argilo-graveleux moyennement denses avec  $R_d > 6/8$  MPa.

La synthèse des résultats des sondages, avec une large maille entre sondages de 100 m, met en évidence la coupe suivante, hors anomalie :

### 7.1. Les terrains de couverture

Sous ce terme ont été regroupés les remblais, les éventuels sols remaniés, et la terre végétale très résiduelle.

Compte tenu de l'occupation passée du site et du remaniement du site par les travaux de reprofilage des aires de stationnement et des voies de circulation, la terre végétale a été décapée, et demeure très résiduelle.

Il s'agissait originellement de terre de culture, et de maraichage, voire de zones boisées.

Il est principalement mis en évidence :

- En couche de surface : des remblais graveleux de type concassés calcaires (0/20 et/ou 0/31.5 mm, voire 0/40 mm), sur des épaisseurs de 0.1 m à 0.2 m. Ces remblais sont généralement compacts (Rd de 10 à 30 MPa),
- En dessous : généralement des remblais sablo-argileux ou sablo-graveleux (de type « sables rouges ») ou bien des remblais sablo-limoneux (en 57 et 58 vers le Sud-Est). Localement des remblais hétérogènes avec traces de démolition sont notés en T57 sur 0.1 m. L'épaisseur de cette couche varie de 0.1 m à 0.3 m. Ces remblais sont également compacts (Rd de 6 à 20 MPa). Une possibilité localement de traitement au liant ne peut être exclue.

L'épaisseur totale de ces remblais compacts reste faible, comprise entre 0.3 m et 0.4 m.

Des épaisissements et des amincissements sont certains.

L'ancienne terre végétale n'a pas été reconnue sous les structures de parkings de voiries, mais après décomposition elle peut se confondre avec le toit des faciès sous-jacents.

De plus, compte tenu de l'occupation passée du site (anciennes terres de culture), il ne peut être exclu la présence de poches de remblais et sols remaniés, anciens fossés de drainage, fosse agricole, souches et cicatrices de haies, emprunt ponctuel de sables, fosse de pompage, puits, etc.).

## 7.2. Les sables argileux et les argiles sableuses molles à fermes

Sous les remblais et sols remaniés, apparaissent des faciès +/- sableux et +/- argileux, souvent assez lâches, parfois fermes, éventuellement remaniés en tête.

Ces faciès provoquent à partir de 0.3 m à 0.4 m de profondeur une baisse des caractéristiques mécaniques.

L'épaisseur totale de ces faciès sableux et argileux varie de 0.6 m à 1.1 m.

Les sondages ont permis en première approche de distinguer :

- Des sables limono-argileux marron gris,
- Des sables argileux marron gris à orangé,
- Des argiles sableuses marron orangé.

Les analyses en laboratoire conduisent aux résultats suivants :

- Teneurs en eau – W : 10 à 14 %
- Teneurs en fines : 31 à 44 %
- VBS : 1.3 à 1.8 g/100 g

⇒ **classe GTR A1 ou B5** – sols très sensibles à l'eau et à la trituration, avec une portance qui peut chuter pour de faibles variations de teneurs en eau.

Les caractéristiques mécaniques sont globalement assez faibles, définissant des faciès déformables, avec :

$$2 \leq Rd \leq 5/6 \text{ MPa}$$

Vers l'Est, en T59, des inclusions organiques sont notés dans les passées d'argiles sableuses vers 1.6 m de profondeur.

### 7.3. Les sables argilo-graveleux moyennement denses à denses

Ces sables sont à rattacher aux formations alluviales sableuses de Loire. Il s'agit généralement de sables moyens à grossiers brun orangé, parfois très graveleux, voire de graves sableuses.

La granulométrie n'excède guère 40 à 60 mm, mais des galets ou dalles de silices de 200 à 300 mm sont parfois ponctuellement observées.

Le toit des sables graveleux provoquent généralement une hausse des caractéristiques mécaniques et une baisse de la vitesse de forage.

Le toit de ces sables est ici noté à assez faible profondeur : 1.0 m à 1.5 m (cf. report sur plan de sondages), localement au Nord-Est vers 0.9 m en PDB59.

L'épaisseur de ces sables moyennement denses à denses, voire très denses, semble d'ordre métrique à bimétrique.

A partir de 2 m à 2.5 m de profondeur, de fréquentes chutes de compacité sont observées dans des faciès souvent plus argileux.

Des variations de profondeur et d'épaisseurs des sables argilo-graveleux denses sont bien sûr à attendre.

Quelques instabilités des parois de fouille sont souvent notées dans ces faciès par absence de cohésion.

Les analyses en laboratoire conduisent aux résultats suivants :

- Teneurs en eau – W : 8 à 14 %, localement 12 à 37 % en T59.
  - ⇒ **classe GTR B5** – sols sableux et graveleux avec fines très sensibles à l'eau et à la trituration, sur la base de proches données.

Les caractéristiques mécaniques sont donc généralement modérées à élevées :

$$6 \text{ à } 8 \leq R_d \leq 25 \text{ ou } 30 \text{ MPa}$$

Remarque 1 : le sondage au pénétromètre PDB54 et le sondage à la tarière TE54 ne retrouvent pas ces sables denses, mais traversent des faciès plus argileux, assez lâches ( $R_d$  de 2 à 5 MPa). Ces sondages illustrent des configurations de sols remaniés par les conditions d'alluvionnement, voire des configurations de type affaiblissements mécaniques ou fontis comblés.

Remarque 2 : les sondages ont été arrêtés vers 3 m compte tenu qu'il s'agit d'un projet de parking VL. Toutefois, dans ce secteur, il est fréquemment noté au-delà :

- Des sables jusqu'à 5 à 7 m de profondeur,
- Des sables, argiles et marnes très altérées sur 2 à 4 m,
- Des marnes et calcaires +/- altérés à partir de 8 à 10 m,
- Des marnes et calcaires raides à passées tendres au-delà de 14 à 16 m.

### 7.4. Anomalies

Dans ce secteur d'Orléans (45), le schéma géomécanique peut être ponctué de **discontinuités ou anomalies lithologiques et mécaniques**, en relation avec des processus de dissolutions profondes, affectant les formations de Beauce, et pouvant évoluer vers la surface par décompression et/ou soutirage des sables.

Les secteurs à risque d'effondrement, d'affaissement ou de décompression sont associés :

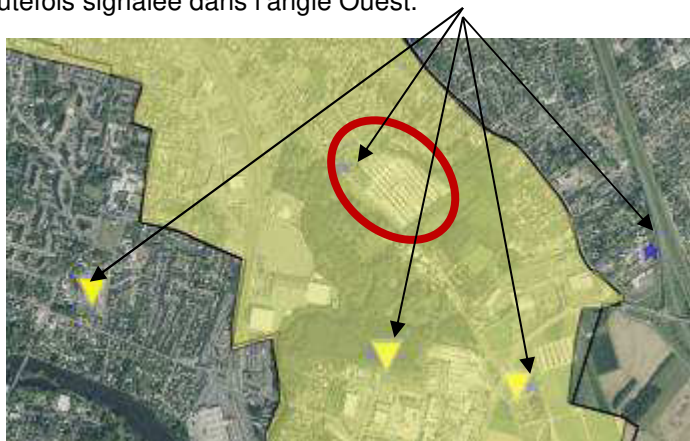
- Systématiquement, à une assez forte dégradation des sables, argiles et marnes très altérés,
- Souvent, à un très fort affaiblissement mécanique des sables.

La conjonction de ces 2 aléas peut alors conduire au stade ultime du fontis qui est alors l'apparition d'une cloche de décompression dans les sables, puis l'affaissement en surface, notamment en période de fortes pluviométries ou de crues.

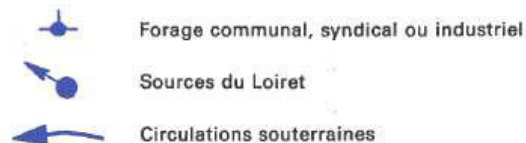
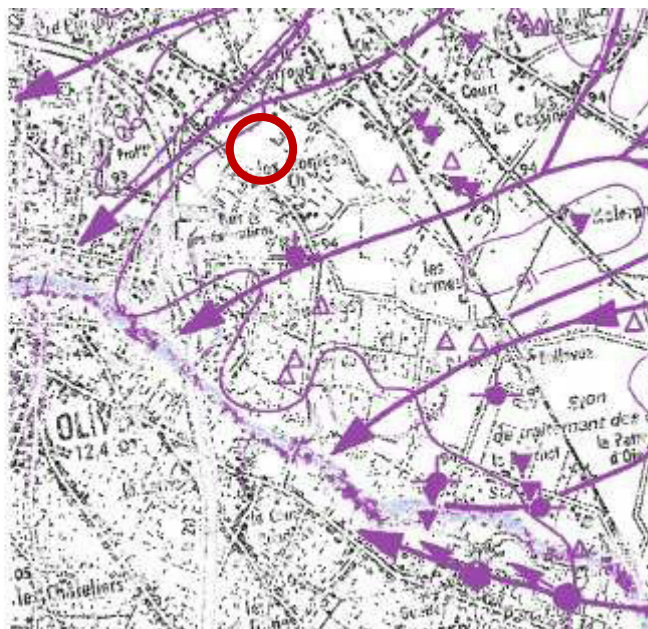
Sans atteindre ce stade avancé, des affaiblissements mécaniques majeurs sont également notés.

La présente intervention orientée sur les terrains de surface et de subsurface n'a pas permis d'apprécier ce type d'anomalie.

Il convient de rappeler que de nombreux affaissements sont référencés dans ce secteur. Une anomalie serait toutefois signalée dans l'angle Ouest.



Les zones à potentiels d'affaissements ou d'anomalies se distribuent donc souvent de façon aléatoire. Elles sont généralement plus abondantes dans les axes de circulations d'eau souterraine. L'extrait de carte, issu d'une étude ancienne du BRGM, signale un axe privilégié vers le Nord du site.





## 8. Hydrogéologie - Inondabilité - Perméabilité

### 8.1. Hydrogéologie

Tous les sondages effectués ont été courts (2.5 m à 3.0 m).

Seule la tarière T51 met en évidence une arrivée d'eau vers 2.8 m de profondeur, soit vers +90.3 NGF.

S'agissant de mesures ponctuelles sur une courte durée, il convient de prendre en compte de possibles arrivées d'eau complémentaires ou de possibles remontées, étalées sur plusieurs heures à plusieurs jours, notamment en cas de conditions pluvieuses ou de remontées des cours d'eau.

Ce niveau d'eau est en accord avec les proches niveaux d'eau observés qui situent la nappe alluviale vers +90/+91 NGF, début août 2016, en période d'étiage, avec un gradient vers le Nord-Ouest.

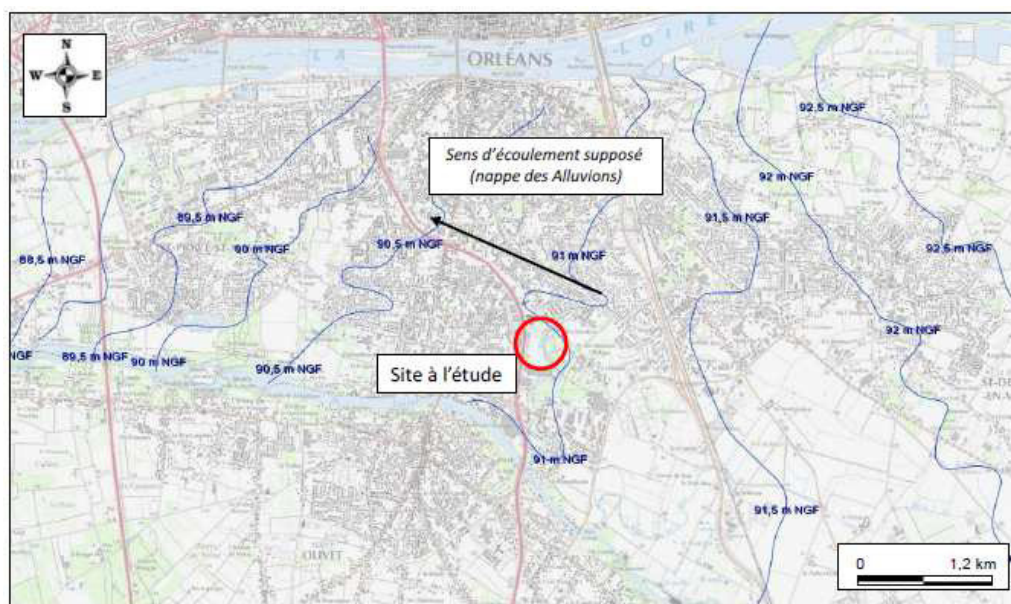


Figure 5 : Carte piézométrique du secteur à l'étude (source : SIGES Centre-Val de Loire)

En régime normal, proche de l'étiage, le niveau de la nappe est ainsi proche de +90/+91 NGF.

En période de forte pluviométrie ou de crues, une remontée de la nappe est à attendre, en fonction notamment des niveaux du fleuve, et du Loiret.

De plus, en période de fortes pluviométries, des rétentions d'eau sont possibles au toit des argiles, avec éventuellement une mise en charge par remontée de la nappe dans les sables.

Enfin, les éventuels réseaux d'eau fuyards peuvent générer des rétentions d'eau temporaires.

Seules des études hydrauliques spécifiques et complexes permettraient de préciser les cotes de nappes et de fluctuations à hauteur du site.

### 8.2. Inondabilité

En ce qui concerne l'inondabilité, la parcelle s'inscrit donc en **zone inondable** en aléa très fort avec des **PHEC proches de +96.8 NGF**, soit avec un niveau d'eau à +3 m/TA, avec des vitesses d'écoulements rapides.

D'après les informations recueillies, le site n'a pas été inondé depuis son aménagement.

### 8.3. Perméabilité

Les sondages TE52, TE54, TE56 et TE58 ont été réalisés à la tarière de 110 mm, jusqu'à 2.5 m à 3.0 m de profondeur, pour la réalisation des essais d'infiltration à partir de 1.5 m.

Les sondages indicés en **bis**, sont des sondages plus courts (1 m environ) ayant permis des essais entre 0.5 m et 1.0 m, dans les terrains de subsurface.

Les résultats des essais d'infiltration en mode PORCHET sont consignés ci-après :

Sondages	TE52	TE54	TE56	TE58
Profondeur de l'essai	0.5/1.0			
Faciès principal	Sables argileux ou argiles sableuses molles à fermes			
Coefficient PORCHET en m/s	4.10 <sup>-7</sup>	<1.10 <sup>-7</sup>	<1.10 <sup>-7</sup>	<1.10 <sup>-7</sup>
Coefficient PORCHET en mm/h	1	<1	<1	<1
Profondeur de l'essai	1.5/2.5 m	1.5/2.5 m	1.5/2.5 m	1.5/2.5 m
Faciès principal	Sables argilo-graveleux			
Coefficient PORCHET en m/s	8.10 <sup>-7</sup>	2.10 <sup>-6</sup>	3.10 <sup>-6</sup>	3.10 <sup>-6</sup>
Coefficient PORCHET en mm/h	3	7	11	11

Les perméabilités sont donc modérées à faibles.

Des variations de perméabilité sont toutefois à attendre.

Pour les sables argilo-graveleux, denses, les perméabilités restent assez faibles. Dans certaines configurations des perméabilités supérieures ont été notées, en semi-profondeur, dans les sables immergés (20 à 70 mm/h, voire plus).

Pour les argiles sableuses de subsurface, les perméabilités sont très faibles de l'ordre de 10<sup>-7</sup> à 10<sup>-8</sup> m/s, en parfaite accord avec les données de proches opérations (faciès très peu perméables).

## ADAPTATION DU PROJET AU CONTEXTE GEOTECHNIQUE DU SITE

### 9. Présentation du projet

---

Les documents transmis comportent : plan topographique.

Le projet n'est pas encore arrêté. L'étude géotechnique s'inscrit dans le cadre des études préliminaires.

Le projet de restructuration devrait comporter la rénovation totale des aires de stationnement avec la gestion des EP sur site.

Actuellement le profil type des allées de circulation comporte une voie centrale, des stationnements latéraux, et une noue latérale à -0.5 m/axe de la voie.

### 10. Cadre de la mission – prestation complémentaire

---

La présente prestation s'inscrit dans le cadre d'une mission normalisée de type G1. Elle permet une toute première approche du contexte géotechnique et des principes généraux de construction envisageables.

Elle s'est appuyée sur une reconnaissance géotechnique à large maille (100 m environ), sans aucune esquisse de plan masse.

Elle a permis un premier dégrossi du contexte, en précisant à large maille les actuelles structures, et appréciant les perméabilités.

Selon les évolutions du projet (calage altimétrique, orientation des principes de gestions des eaux, etc.) des sondages complémentaires seront à effectuer.

### 11. Sujétions géotechniques du site

---

Les principales sujétions géotechniques à prendre en compte, à ce premier stade des études géotechniques, au niveau du projet sont :

- La présence de terrains de couverture : remblais de concassé calcaire et remblais sableux, en relation avec le reprofilage du site et la construction des parkings sur des épaisseurs de 0.3 m à 0.4 m, généralement très compacts à compacts,
- La présence très probable de sols remaniés plus anciens, en relation avec l'occupation du site en terre de culture,
- La présence de sables argileux parfois lâches et d'argiles sableuses molles à fermes, sur des épaisseurs de 0.6 m à 1.1 m, peu plastiques (classes GTR A1 à B5),
- La présence des sables argilo-graveleux moyennement denses à denses, amincis, et sensibles à l'eau et à la trituration, à partir de 1.0 m à 1.5 m de profondeur, avec quelques discontinuités ou anomalies comme en PDB54,
- La présence probable au-delà de sables, argiles et marnes très altérés à partir de 5/7 m, puis de marnes et calcaires +/- altérés de Beauce à partir de 8/10 m, et enfin de marnes et calcaires raides à passées tendres à partir de 14/16 m de profondeur,

- La présence certaine d'anomalies, voire de zone anomalique, non repérables à la maille des sondages retenue à ce stade des études, avec probablement une faible incidence sur des projets de voiries,
- La perméabilité assez faible des sols en places,
- La présence d'une nappe vers +90/+91 NGF, en période d'étiage, vers 2.5/3.0 m de profondeur,
- Le risque de remontée de cette nappe en période de fortes pluviométrie ou de crues,
- Le risque de rétentions d'eau en période de pluies à la base des remblais au toit des argiles sableuses molles à fermes peu perméables,
- Le caractère inondable du site, avec des PHEC proche de +96.8 NGF (valeur à préciser), soit 3 m au-dessus du terrain actuel.

## 12. Terrassements généraux

---

### 12.1. Généralités

Les travaux de terrassement devraient comporter :

- Le reprofilage du site,
- La mise en œuvre ou l'adaptation des couches de forme,
- Les travaux de gestion des EP,
- Le reprofilage final du site.

Avant de commencer le chantier, les réseaux enterrés qui existent dans l'emprise projet devront être dévoyés et neutralisés ou repérés et contrôlés.

### 12.2. Assainissement - Drainage

Il n'existe pas de nappe au sens strict dans les terrains de sub-surface, mais la présence d'eau est possible à faible profondeur selon les périodes climatiques (rétentions ponctuelles piégées au toit des argiles sableuses). Ces rétentions d'eau seront liées aux conditions climatiques, à la pluviométrie et à la saison. Le chantier devra donc être engagé en conditions hydrogéologiques favorables en évitant les périodes de pluies soutenues, mais également les périodes de remontée de nappe alluviale.

En fonction des conditions de chantier, et en cas de rétentions d'eau à faibles profondeurs, un assainissement sera réalisé en phase travaux, par la mise en œuvre de fossés et ou drains visant à évacuer les eaux résiduelles de façon gravitaire ou par pompage.

### 12.3. Terrassabilité – Travaux en déblais et en remblais

Les terrassements pourront être réalisés avec des engins conventionnels de puissance courante.

L'extraction des éventuels vestiges pourra imposer l'emploi de matériel de forte puissance et de BRH. Des massifs de fondations sont très ponctuellement reconnus vers l'Est.

Les actuelles structures de chaussées, assez compactes, seront judicieusement conservées :

- Soit en PF chantier,
- Soit en couches de forme sous les futures voiries,
- Soit éventuellement réemployées.

Dans l'hypothèse, où ces structures devraient être déposées pour des considérations altimétriques ou autres, les fonds de formes s'établiraient ainsi dans les argiles sableuses molles, ponctuellement remaniées en tête. A saturation, ces sols sont inconsistants.

Compte tenu de la forte sensibilité à la trituration de ces faciès, les travaux devront être conduits en bonnes conditions climatiques sans pluie.

La sensibilité à l'eau des faciès conduira à des risques de changements de consistance en fonction des modifications de teneur en eau même sur de quelques points. Des précautions spécifiques sont à prendre :

- Limiter la circulation des engins de chantier sur les fonds de forme décapés,
- Réaliser des plates-formes chantier (ou couche de forme de voiries) à l'avancement sans découvrir de grandes surfaces,
- Interrompre le chantier en cas d'intempéries et prévoir des dispositions conservatrices pour protéger les fonds de forme des arrivées d'eau (protection et fermeture des fonds de fouilles, pompages...).

## 13. Aménagement des parkings

---

### 13.1. Considérations préalables

La structure des parkings actuels est relativement simple et comporte une première couche de concassé calcaire (généralement très compacte) reposant sur des sables argileux (compacts).

L'épaisseur de cet ensemble reste faible (0.3 m à 0.4 m), avec une arase de terrassement composée de sables argileux et d'argiles sableuses molles à fermes très sensibles à l'eau et à la trituration, et susceptible de changer de portance pour de faible variation de teneur en eau.

Cette structure même assez faible n'est que très peu sollicitée, 1 à 2 fois par an, et uniquement par des véhicules légers.

En période sèche, les structures actuelles sont très largement suffisantes.

En période humide, ou hivernale, à saturation des arases, la portance doit chuter et de légers orniérages ou de légères déformations ont pu apparaître.

Dans un tel contexte, les futurs aménagements devront tenter de mobiliser au mieux les structures existantes qui pourraient être assimilées à des couches de formes, en conservant le profil actuel, avec un léger rechargement.

Le projet prévoit essentiellement des parkings VL, mais quelques voiries lourdes ne sont pas à exclure (autocar), et la fréquentation devrait être plus importante, après disparition de la quasi-totalité des parkings du PEX. Le trafic reste à préciser, mais il sera *a priori* faible.

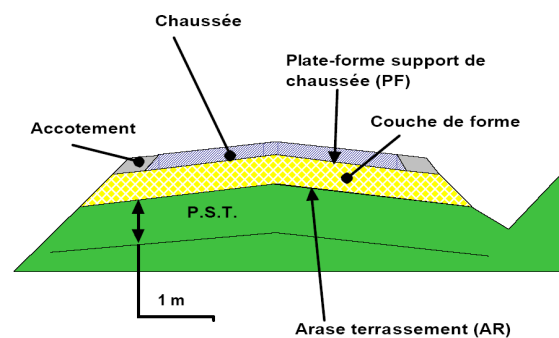
### 13.2. Principe d'aménagement des couches de forme

Même s'il n'est pas défini, le trafic PL sera limité, et à ce stade des investigations, il est proposé de procéder au dimensionnement des couches de forme sous voirie à partir de la démarche simplifiée proposée dans le *Guide pour la construction des chaussées à faible trafic – Bretagne – Pays de Loire de 2002*.

L'approche suivante prend en compte l'utilisation de matériaux naturels non traités.

Deux étapes sont nécessaires :

- appréciation de la portance de la P.S.T (Partie Supérieure des Terrassements) prévisible au moment des travaux – fonction de la nature des terrains,
- dimensionnement de la couche de forme en fonction de la classe de plate-forme à atteindre.



La Partie Supérieure des Terrassements (P.S.T) est représentée par les sols en place (déblais) ou les matériaux rapportés (remblai) sur une épaisseur d'environ 1,0 m. La surface de la P.S.T est l'Arase de terrassement (AR).

Le rôle de la couche de forme est d'atteindre les exigences de qualité à prendre en compte :

- à court terme pour la réalisation des couches de chaussée (traficabilité, portance, nivellement),
- à long terme pour le dimensionnement de la chaussée (homogénéisation de la portance et pérennité, non gélivité).

La classe de la plate-forme (PF<sub>i</sub>) se détermine à partir de l'appréciation du comportement à long terme de la PST, de la nature et de l'épaisseur de la couche de forme retenue

Dans la mesure où le trafic restera faible, il est proposé de retenir un objectif de classe PF2 avec  $EV2 > 50$  MPa. En théorie des valeurs de  $EV2 > 35$  MPa sont possibles pour les aires de stationnement de véhicules légers.

Dans le cas présent, on retiendra donc 2 configurations :

- **Configurations 1** : les actuelles structures sont conservées et deviennent des couches de formes. Des essais à la plaque sont effectués systématiquement pour vérifier si une PF2 est obtenue :
  - Cas 1 : si  $EV2 > 50$  MPa, les structures sont réceptionnées en couche de forme de type PF2,
  - Cas 2 : si  $40 \text{ MPa} < EV2 < 50 \text{ MPa}$ , il convient d'examiner les possibilités de recompactage, voire de rechargement pour obtenir une PF2,
  - Cas 3 : si  $EV2 < 30$  à  $40$  MPa, et en l'absence de possibilité de rechargement ou d'amélioration il conviendra de se rapprocher de la configuration 2 (suivante) sans conservation des couches de forme et avec reconstitution d'une couche de forme épaisse.
- **Configuration 2** : les actuelles structures ne peuvent être conservées (pas de possibilité de rechargement, décaissement, etc.), le fond de forme sera alors constitué par des remblais résiduels, ou des sols en place déformables à très déformables, imposant alors l'apport d'une couche de forme.

La couche de forme devra être réalisée en matériau d'apport extérieur (carrière), propre (exempt d'argile,  $VBS \leq 0,1$ ), dur (LA ou MDE < 45), bien gradué et non gélif. On retiendra en première approche une grave concassée calibrée (0/60 ou 0/80 mm).

Les épaisseurs minimum des couches de forme (hors mise à niveau) seront de 0.4/0.5 m. Cette structure devra être adaptée à la qualité de la grave employée, et à la portance du fond de forme décapé, au moment des travaux. Des purges supplémentaires des éventuelles couches très déformables seront provisionnées. **L'objectif restera l'obtention d'une PF2-, soit 50 MPa.**

En cas de saturation, les fonds de formes deviendront déformables. Un cloutage devra alors être prévu (en 0/150 mm par exemple). Ce cloutage pourra être remplacé par un épaissement de la couche de forme de 10 à 15 cm avec géotextile anticontaminant épais sur le fond de forme.

Le réemploi des déblais des actuelles structures ne peut être exclu dans les futures couches de formes, ou dans les remblais de mise à niveau.

### 13.3. Avis sur le traitement des sols

Compte tenu de la nature des sols d'assise, le traitement des sols en place (de classe GTR A1 voire B5) est envisageable, avec traitement au liant hydraulique (selon les conditions de teneur en eau), voire le traitement des actuelles structures (concassés et sables argileux compacts).

Le traitement aux liants hydrauliques (chaux et/ou ciment, voire liant routier) des sols d'assise (de classe GTR A1, et B5) impose le décapage de la terre végétale résiduelle la purge des zones racinaires.

Ce type de travaux est à confier à des entreprises spécialisées qui devront optimiser les dosages en fonction des liants utilisés, les épaisseurs à traiter, les conditions de malaxage, les conditions de compactage et le contrôle des teneurs en eau (séchage ou arrosage selon les teneurs en eau naturelles) de manière à compacter les matériaux à des teneurs en eau proche de l'optimum Proctor normal.

Ces travaux devront être conformes aux recommandations du Guide technique (GTR) de réalisation des remblais et couche de forme de 1992 (LCPC / SETRA). Les entreprises devront prévoir des planches d'essais pour vérifier les portances obtenues après traitement et le cas échéant adapter les techniques de travaux (choix du liant, dosage, malaxage, compactage, tenue dans le temps du traitement...). Elles devront également prévoir des analyses en laboratoire complémentaires pour vérifier la compatibilité de des liants qu'elles souhaitent mettre en œuvre, avec la composition chimique des sols en place.

Remarque 1 : selon les choix de gestion des EP, il convient de rappeler que les options avec sols traités contribuent à l'étanchéification des sols.

Remarque 2 : la solution traitement des sols aux liants pourrait également être envisagée pour une stabilisation et une homogénéisation des actuelles structures de parkings (concassés et sables argileux compacts) en couches de formes performantes, dans les configurations 1, avec projet en léger remblai.

### 13.4. Principe d'aménagement des chaussées et aires de manœuvre

Le *Guide pour la construction des chaussées à faible trafic – Bretagne – Pays de Loire de 2002*. prévoit :

- pour un trafic de moins de 25 passages en moyenne journalière annuelle de PL de poids total autorisé en charge (PTAC) supérieur ou égal à 35 kN (3,5 tonnes),
- pour une couche de forme de portance PF2-,

plusieurs structures de chaussées lourdes types en GNT ou GB avec :

	<b>PF2-</b>
GNT	6 BBS 16 GNT
GB2	4 BBM 12 GB2 *
GB3	4 BBM 11 GB3 *

## Abréviations et légende

BBS : béton bitumineux souple  
 BBSG : béton bitumineux semi-grenu  
 BBM : béton bitumineux mince  
 GNT : grave non traitée de type B2  
 GB2 : grave bitume de classe 2  
 GB3 : grave bitume de classe 3

Ces structures types devront être adaptées au projet par les entreprises routières spécialisées en fonction de leur technicité, des produits employés et des sollicitations prévues, et de la nature des couches de surface choisies par le Maître d'Ouvrage, pour assurer un fonctionnement optimum des équipements.

Il sera privilégié les structures en grave bitume.

Pour les parkings VL, et selon les choix retenus, les structures de chaussées devraient pouvoir être réduites.

## 14. Disposition constructives particulières en zone à risque fontis

Dans ces cas particuliers entre Loire et Loiret, le risque d'effondrement ou d'affaissement localisé ne peut être écarté. Les mécanismes à l'origine de ce phénomène sont liés à des dissolutions karstiques des marnes et calcaires par les circulations d'eau au sein de la nappe. Ces dissolutions peuvent être anciennes ou encore actives. Le processus conduit à des décompressions des marnes et calcaires, à l'apparition de vides puis au soutirage des alluvions sus-jacentes. L'évolution ultime peut provoquer des affaissements ou effondrements brutaux en surface. Les vibrations (notamment en cas de terrassement) et les infiltrations d'eau (fuites de réseaux, fortes pluies) constituent en général des paramètres de stimulation ou de déclenchement des fontis.

Les zones à risque sont donc annoncées par une désorganisation de la structure habituelle des sols.

La présente campagne a été menée à maille très large et ne permet pas de préciser ce risque. De plus, en règle générale, et pour des voiries et parkings, il n'est quasiment jamais réalisé de recherche de ces anomalies, en l'absence d'ouvrages ou de bâtiments spécifiques.

En phase chantier, les entreprises doivent être informées du risque possible d'affaissement ou de décompression.

En cas d'apparition de fontis pendant le chantier, un diagnostic complémentaire est souvent effectué pour adapter les travaux de comblement ou d'injection de manière à sécuriser la zone et les avoisinants.

Des fontis peuvent aussi apparaître en phase d'exploitation comme parfois dans ce secteur dans les voiries ou espaces libres. Leur traitement nécessite également un diagnostic géotechnique de manière à adapter les travaux de comblement ou d'injection de manière à sécuriser la zone et les avoisinants.

Sous les espaces verts et les voiries, les conséquences des effondrements pourraient être atténuées par la mise en place de géogrilles de renforcement intercalées dans les sols. Cette disposition n'exclue pas les affaissements mais réduit leur conséquence et doit aussi s'accompagner de diagnostics et de travaux post affaissements. Ces dispositions restent rarement adoptées par les maîtres d'ouvrage compte tenu de leur coût. Elles sont mises en œuvre dans des configurations de voiries sensibles, avec risque déjà connu et confirmé par les observations passées.



Il convient toutefois de rappeler que les concentrations d'eau ou infiltration d'eau représentent toujours des configurations propices aux décompressions et affaissements de sols, dans ces contextes géotechniques sensibles. Ainsi les puisards, noues, tout comme les fuites de réseaux peuvent favoriser ces phénomènes ou stimuler des anomalies déjà présentes.

En règle générale, il est souvent recommandé de maîtriser des écoulements et infiltrations d'eau au niveau et à proximité des fondations des ouvrages : contrôle de l'étanchéité des réseaux enterrés, bonne récupérations des eaux de ruissellement atmosphériques et de ruissellement, et interdiction de puisard ou infiltration d'eau dans un rayon de 10 à 12 m de ces ouvrages.

## 15. Ouvrages d'infiltration

---

Les 4 essais d'infiltration dans les terrains de couverture (argiles sableuses et sables argileux) confirment une très faible perméabilité ( $<1$  à  $4.10^{-7}$  soit  $< 1$  mm/h).

Les 4 essais plus profonds dans les sables argilo-graveleux denses conduisent à des perméabilités sensiblement plus élevées ( $8.10^{-7}$  à  $3.10^{-6}$  m/s) mais qui restent plus faibles que les perméabilités parfois observées dans ce secteur.

Dans un tel contexte, et sous réserve des autorisations réglementaires, les infiltrations des eaux ne sont réalistes que dans les sables argilo-graveleux qui apparaissent à partir de 1 m à 1.5 m de profondeur en moyenne, soit +92.0/+92.5 NGF, et en intégrant une nappe en période d'étiage proche de +90/+91 NGF, avec des remontées en périodes hivernales.

Dans le contexte spécifique, géologique et hydrogéologique, il convient de rappeler que les zones d'infiltrations :

- Sont propices aux affaissements de sols,
- **Doivent ainsi être éloignées d'au moins 10 à 12 m de toute construction,**
- Doivent prendre en compte une nappe proche de +90/+91 NGF à l'étiage,
- Doivent intégrer de possibles remontées de nappe en période de crue.

Remarque : les contextes hydrogéologiques et hydrologiques dans le Val de Loire sont toujours très sensibles. Les ouvrages d'infiltrations des EP mobilisant les sables argilo-graveleux siège de la nappe, sont toujours délicats à concevoir car ils s'avèrent peu performants en cas de nappe haute.

De plus en période de très forte crue et de pluviométrie, une remontée de la nappe est certaine. Indépendamment des risques de débordement du proche ruisseau, les ouvrages d'infiltration en période de crue ou de nappe haute peuvent constituer des exutoires favorisant les remontées de nappe et les débordements.

L'approche des fréquences et des conséquences de ces événements relèvent d'études spécifiques hydrogéologiques et hydrologiques.

## 16. Avertissement

---

La présente prestation s'inscrit donc dans le cadre d'une mission normalisée de type G1. Elle s'est appuyée sur une reconnaissance géotechnique à large maille (100 m environ) pour la création de parkings et pour une approche des sujétions de gestion des EP.

Elle a permis d'établir un premier modèle géologique.

Des sondages complémentaires spécifiques seront nécessaires dans le cadre de missions normalisées G2, en fonction des évolutions du projet et des choix des concepteurs sur la gestion des Ep.

Dans ce sens, APPUISOL peut assister les différents intervenants pour toutes prestations géotechniques complémentaires.

Le chargé d'affaire : Patrice IMBAULT	Le contrôle externe : Patrick FAYOLLE
--	--

## **ORLEANS (45)**

Parc des Expositions

Restructuration

**Client : mairie d'Orléans**

### **Annexe 1 :**

Extrait de la norme NF P 94-500

Conditions Générales d'Intervention des prestations d'Ingénierie Géotechniques

**Extrait de la norme NF P 94-500 – novembre 2013 – tableau 2 : classification des missions types d'ingénierie géotechnique**

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.

**ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)**

Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire.

Elle comprend deux phases :

Phase Étude de Site (ES)

Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.

- Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisinants avec visite du site et des alentours.
- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs.

Phase Principes Généraux de Construction (PGC)

Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).

**ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)**

Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :

Phase Avant-projet (AVP)

Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisinants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques.

Phase Projet (PRO)

Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.

- Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités.

Phase DCE / ACT

Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.

- Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

**ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées) ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)**

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

Phase Étude

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

Phase Suivi

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

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

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

**DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)**

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

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

**Extrait de la norme NF P 94-500 – novembre 2013 – tableau 1 : classification des missions types d'ingénierie géotechnique**

L'enchaînement des missions contribue à la maîtrise des risques géotechniques en vue de fiabiliser la qualité, le délai d'exécution et le coût réel des ouvrages géotechniques.

Tout ouvrage est en interaction avec son environnement géotechnique. Le maître d'ouvrage doit associer l'ingénierie géotechnique au même titre que les autres ingénieries à la maîtrise d'œuvre et ce, à toutes les étapes successives de conception puis de réalisation de l'ouvrage.

Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit veiller à la synchronisation des missions d'ingénierie géotechnique avec les phases effectives de la maîtrise d'œuvre du projet.

L'enchaînement et la définition synthétique des missions d'ingénierie géotechnique sont donnés dans les tableaux 1 et 2. Deux ingénieries géotechniques différentes doivent intervenir : la première pour le compte du maître de l'ouvrage ou de son mandataire lors des étapes 1 à 3 ; la seconde pour le compte de l'entreprise lors de l'étape 3.

Toute mission d'ingénierie géotechnique doit s'appuyer sur des données géotechniques pertinentes issues de la réalisation de prestations d'investigations géotechniques spécifiées à l'Article 6.

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

## **Conditions Générales d'Intervention des prestations d'Ingénierie Géotechniques SYNTEC-INGENIERIE (avril 2013)**

### **1. Avertissement, préambule**

Toute commande et ses avenants éventuels impliquent de la part du co-contractant, ci-après dénommé « le Client », signataire du contrat et des avenants, acceptation sans réserve des présentes conditions générales. Les présentes conditions générales prévalent sur toutes autres, sauf conditions particulières contenues dans le devis ou dérogation formelle et explicite. Toute modification de la commande ne peut être considérée comme acceptée qu'après accord écrit du Prestataire.

### **2. Déclarations obligatoires à la charge du Client, (DT, DICT, ouvrages exécutés)**

Dans tous les cas, la responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en cas de dommages à des ouvrages publics ou privés (en particulier, ouvrages enterrés et canalisations) dont la présence et l'emplacement précis ne lui auraient pas été signalés par écrit préalablement à sa mission.

Conformément au décret n° 2011-1241 du 5 octobre 2011 relatif à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains, aériens ou subaquatiques de transport ou de distribution, le Client doit fournir, à sa charge et sous sa responsabilité, l'implantation des réseaux privés, la liste et l'adresse des exploitants des réseaux publics à proximité des travaux, les plans, informations et résultats des investigations complémentaires consécutifs à sa Déclaration de projet de Travaux (DT). Ces informations sont indispensables pour permettre les éventuelles DICT (le délai de réponse est de 15 jours) et pour connaître l'environnement du projet. En cas d'incertitude ou de complexité pour la localisation des réseaux sur domaine public, il pourra être nécessaire de faire réaliser, à la charge du Client, des fouilles manuelles pour les repérer. Les conséquences et la responsabilité de toute détérioration de ces réseaux par suite d'une mauvaise communication sont à la charge exclusive du

Client.

Conformément à l'article L 411-1 du code minier, le Client s'engage à déclarer à la DREAL tout forage réalisé de plus de 10 m de profondeur. De même, conformément à l'article R 214-1 du code de l'environnement, le Client s'engage à déclarer auprès de la DDT du lieu des travaux les sondages et forages destinés à la recherche, à la surveillance ou au prélèvement d'eaux souterraines (piézomètres notamment).

### **3. Cadre de la mission, objet et nature des prestations, prestations exclues, limites de la mission**

Le terme « prestation » désigne exclusivement les prestations énumérées dans le devis du Prestataire. Toute prestation différente de celles prévues fera l'objet d'un prix nouveau à négocier. Il est entendu que le Prestataire s'engage à procéder selon les moyens actuels de son art, à des recherches consciencieuses et à fournir les indications qu'on peut en attendre. Son obligation est une obligation de moyen et non de résultat au sens de la jurisprudence actuelle des tribunaux. Le Prestataire réalise la mission dans les strictes limites de sa définition donnée dans son offre (validité limitée à trois mois à compter de la date de son établissement), confirmée par le bon de commande ou un contrat signé du Client. La mission et les investigations éventuelles sont strictement géotechniques et n'abordent pas le contexte environnemental. Seule une étude environnementale spécifique comprenant des investigations adaptées permettra de détecter une éventuelle contamination des sols et/ou des eaux souterraines. Le Prestataire n'est solidaire d'aucun autre intervenant sauf si la solidarité est explicitement convenue dans le devis ; dans ce cas, la solidarité ne s'exerce que sur la durée de la mission. Par référence à la norme NF P 94-500, il appartient au maître d'ouvrage, au maître d'œuvre ou à toute entreprise de faire réaliser impérativement par des ingénieries compétentes chacune des missions géotechniques (successivement G1, G2, G3 et G4 et les investigations associées) pour suivre toutes les étapes d'élaboration et d'exécution du projet. Si la mission d'investigations est commandée seule, elle est limitée à l'exécution matérielle de sondages et à l'établissement d'un compte rendu factuel sans interprétation et elle exclut toute activité d'étude ou de conseil. La mission de diagnostic géotechnique G5 engage le géotechnicien uniquement dans le cadre strict des objectifs ponctuels fixés et acceptés. Si le Prestataire déclare être titulaire de la certification ISO 9001, le Client agit de telle sorte que le Prestataire puisse respecter les dispositions de son système qualité dans la réalisation de sa mission.

### **4. Plans et documents contractuels**

Le Prestataire réalise la mission conformément à la réglementation en vigueur lors de son offre, sur la base des données communiquées par le Client. Le Client est seul responsable de l'exactitude de ces données. En cas d'absence de transmission ou d'erreur sur ces données, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité.

### **5. Limites d'engagement sur les délais**

Sauf indication contraire précise, les estimations de délais d'intervention et d'exécution données aux termes du devis ne sauraient engager le Prestataire. Sauf stipulation contraire, il ne sera pas appliqué de pénalités de retard et si tel devait être le cas elles seraient plafonnées à 5% de la commande. En toute hypothèse, la responsabilité du Prestataire est dérogée de plein droit en cas d'insuffisance des informations fournies par le Client ou si le Client n'a pas respecté ses obligations, en cas de force majeure ou d'événements imprévisibles (notamment la rencontre de sols inattendus, la survenance de circonstances naturelles exceptionnelles) et de manière générale en cas d'événement extérieur au Prestataire modifiant les conditions d'exécution des prestations objet de la commande ou les rendant impossibles. Le Prestataire n'est pas responsable des délais de fabrication ou d'approvisionnement de fournitures lorsqu'elles font l'objet d'un contrat de négoce passé par le Client ou le Prestataire avec un autre Prestataire.

### **6. Formalités, autorisations et obligations d'information, accès, dégâts aux ouvrages et cultures**

Toutes les démarches et formalités administratives ou autres, en particulier l'obtention de l'autorisation de pénétrer sur les lieux pour effectuer des prestations de la mission sont à la charge du Client. Le Client se charge d'une part d'obtenir et communiquer les autorisations requises pour l'accès du personnel et des matériels nécessaires au Prestataire en toute sécurité dans l'enceinte des propriétés privées ou sur le domaine public, d'autre part de fournir tous les documents relatifs aux dangers et aux risques cachés, notamment ceux liés aux réseaux, aux obstacles enterrés et à la pollution des sols et des nappes. Le Client s'engage à communiquer les règles pratiques que les intervenants doivent respecter en matière de santé, sécurité et respect de l'environnement : il assure en tant que de besoin la formation du personnel, notamment celui du Prestataire, entrant dans ces domaines, préalablement à l'exécution de la mission. Le Client sera tenu responsable de tout dommage corporel, matériel ou immatériel dû à une spécificité du site connue de lui et non clairement indiquée au Prestataire avant toutes interventions. Sauf spécifications particulières, les travaux permettant l'accessibilité aux points de sondages ou d'essais et l'aménagement des plates-formes ou grutage nécessaires aux matériels utilisés sont à la charge du Client. Les investigations peuvent entraîner d'inévitables dommages sur le site, en particulier sur la végétation, les cultures et les ouvrages existants, sans qu'il y ait négligence ou faute de la part de son exécutant. Les remises en état, réparations ou indemnités correspondantes sont à la charge du Client.

## 7. Implantation, nivellement des sondages

Au cas où l'implantation des sondages est imposée par le Client ou son conseil, le Prestataire est exonéré de toute responsabilité dans les événements consécutifs à ladite implantation. La mission ne comprend pas les implantations topographiques permettant de définir l'emprise des ouvrages et zones à étudier ni la mesure des coordonnées précises des points de sondages ou d'essais. Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage (qu'il s'agisse de cotes de références rattachées à un repère arbitraire ou de cotes NGF) ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des essais. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un Géomètre Expert avant remodelage du terrain. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

## 8. Hydrogéologie

Les niveaux d'eau indiqués dans le rapport correspondent uniquement aux niveaux relevés au droit des sondages exécutés et à un moment précis. En dépit de la qualité de l'étude les aléas suivants subsistent, notamment la variation des niveaux d'eau en relation avec la météo ou une modification de l'environnement des études. Seule une étude hydrogéologique spécifique permet de déterminer les amplitudes de variation de ces niveaux, les cotes de crue et les PHEC (Plus Hautes Eaux Connues).

## 9. Recommandations, aléas, écart entre prévision de l'étude et réalité en cours de travaux

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, le Prestataire a été amené à faire une ou des hypothèses sur le projet, il appartient au Client de lui communiquer par écrit ses observations éventuelles sans quoi, il ne pourrait en aucun cas et pour quelque raison que ce soit lui être reproché d'avoir établi son étude dans ces conditions. L'étude géotechnique s'appuie sur les renseignements reçus concernant le projet, sur un nombre limité de sondages et d'essais, et sur des profondeurs d'investigations limitées qui ne permettent pas de lever toutes les incertitudes inéluctables à cette science naturelle. En dépit de la qualité de l'étude, des incertitudes subsistent du fait notamment du caractère ponctuel des investigations, de la variation d'épaisseur des remblais et/ou des différentes couches, de la présence de vestiges enterrés. Les conclusions géotechniques ne peuvent donc conduire à traiter à forfait le prix des fondations compte tenu d'une hétérogénéité, naturelle ou du fait de l'homme, toujours possible et des aléas d'exécution pouvant survenir lors de la découverte des terrains. Si un caractère évolutif particulier a été mis en lumière (notamment glissement, érosion, dissolution, remblais évolutifs, tourbe), l'application des recommandations du rapport nécessite une actualisation à chaque étape du projet notamment s'il s'écoule un laps de temps important avant l'étape suivante. L'estimation des quantités des ouvrages géotechniques nécessite, une mission d'étude géotechnique de conception G2 (phase projet). Les éléments géotechniques non décelés par l'étude et mis en évidence lors de l'exécution (pouvant avoir une incidence sur les conclusions du rapport) et les incidents importants survenus au cours des travaux (notamment glissement, dommages aux avoisinants ou aux existants) doivent obligatoirement être portés à la connaissance du Prestataire ou signalés aux géotechniciens chargés des missions de suivi géotechnique d'exécution G3 et de supervision géotechnique d'exécution G4, afin que les conséquences sur la conception géotechnique et les conditions d'exécution soient analysées par un homme de l'art.

## 10. Rapport de mission, réception des travaux, fin de mission, délais de validation des documents par le client

A défaut de clauses spécifiques contractuelles, la remise du dernier document à fournir dans le cadre de la mission fixe le terme de la mission. La date de la fin de mission est celle de l'approbation par le Client du dernier document à fournir dans le cadre de la mission. L'approbation doit intervenir au plus tard deux semaines après sa remise au Client, et est considérée implicite en cas de silence. La fin de la mission donne lieu au paiement du solde de la mission.

## 11. Réserve de propriété, confidentialité, propriété des études, diagrammes

Les coupes de sondages, plans et documents établis par les soins du Prestataire dans le cadre de sa mission ne peuvent être utilisés, publiés ou reproduits par des tiers sans son autorisation. Le Client ne devient propriétaire des prestations réalisées par le Prestataire qu'après règlement intégral des sommes dues. Le Client ne peut pas les utiliser pour d'autres ouvrages sans accord écrit préalable du Prestataire. Le Client s'engage à maintenir confidentielle et à ne pas utiliser pour son propre compte ou celui de tiers toute information se rapportant au savoir-faire du Prestataire, qu'il soit breveté ou non, portée à sa connaissance au cours de la mission et qui n'est pas dans le domaine public, sauf accord préalable écrit du Prestataire. Si dans le cadre de sa mission, le Prestataire mettait au point une nouvelle technique, celle-ci serait sa propriété. Le Prestataire serait libre de déposer tout brevet s'y rapportant, le Client bénéficiant, dans ce cas, d'une licence non exclusive et non cessible, à titre gratuit et pour le seul ouvrage étudié.

## 12. Modifications du contenu de la mission en cours de réalisation

La nature des prestations et des moyens à mettre en œuvre, les prévisions des avancements et délais, ainsi que les prix sont déterminés en fonction des éléments communiqués par le client et ceux recueillis lors de l'établissement de l'offre. Des conditions imprévisibles par le Prestataire au moment de l'établissement de son offre touchant à la géologie, aux hypothèses de travail, au projet et à son environnement, à la législation et aux règlements, à des événements imprévus, survenant en cours de mission autorisent le Prestataire à proposer au Client un avenant avec notamment modification des prix et des délais. A défaut d'un accord écrit du Client dans un délai de deux semaines à compter de la réception de la lettre d'adaptation de la mission. Le Prestataire est en droit de suspendre immédiatement l'exécution de sa mission, les prestations réalisées à cette date étant rémunérées intégralement, et sans que le Client ne puisse faire état d'un préjudice. Dans l'hypothèse où le Prestataire est dans l'impossibilité de réaliser les prestations prévues pour une cause qui ne lui est pas imputable, le temps d'immobilisation de ses équipes est rémunéré par le client.

## 13. Modifications du projet après fin de mission, délai de validité du rapport

Le rapport constitue une synthèse de la mission définie par la commande. Le rapport et ses annexes forment un ensemble indissociable. Toute interprétation, reproduction partielle ou utilisation par un autre maître de l'ouvrage, un autre constructeur ou maître d'œuvre, ou pour un projet différent de celui objet de la mission, ne saurait engager la responsabilité du Prestataire et pourra entraîner des poursuites judiciaires. La responsabilité du Prestataire ne saurait être engagée en dehors du cadre de la mission objet du rapport. Toute modification apportée au projet et à son environnement ou tout élément nouveau mis à jour au cours des travaux et non détecté lors de la mission d'origine, nécessite une adaptation du rapport initial dans le cadre d'une nouvelle mission. Le client doit faire actualiser le dernier rapport de mission en cas d'ouverture du chantier plus de 1 an après sa livraison. Il en est de même notamment en cas de travaux de terrassements, de démolition ou de réhabilitation du site (à la suite d'une contamination des terrains et/ou de la nappe) modifiant entre autres les qualités mécaniques, les dispositions constructives et/ou la répartition de tout ou partie des sols sur les emprises concernées par l'étude géotechnique.

## 14. conditions d'établissement des prix, variation dans les prix, conditions de paiement, acompte et provision, retenue de garantie

Les prix unitaires s'entendent hors taxes. Ils sont majorés de la T.V.A. au taux en vigueur le jour de la facturation. Ils sont établis aux conditions économiques en vigueur à la date d'établissement de l'offre. Ils sont fermes et définitifs pour une durée de trois mois. Au-delà, ils sont actualisés par application de l'indice « Sondages et Forages TP 04 » pour les investigations in situ et en laboratoire, et par application de l'indice « SYNTEC » pour les prestations d'études, l'Indice de base étant celui du mois de l'établissement du devis. Aucune retenue de garantie n'est appliquée sur le coût de la mission.

Dans le cas où le marché nécessite une intervention d'une durée supérieure à un mois, des factures mensuelles intermédiaires sont établies. Lors de la passation de la commande ou de la signature du contrat, le Prestataire peut exiger un acompte dont le montant est

défini dans les conditions particulières et correspond à un pourcentage du total estimé des honoraires et frais correspondants à l'exécution du contrat. Le montant de cet acompte est déduit de la facture ou du décompte final. En cas de sous-traitance dans le cadre d'un ouvrage public, les factures du Prestataire sont réglées directement et intégralement par le maître d'ouvrage, conformément à la loi n°75-1334 du 31/12/1975.

Les paiements interviennent à réception de la facture et sans escompte. En l'absence de paiement au plus tard le jour suivant la date de règlement figurant sur la facture, il sera appliqué à compter dudit jour et de plein droit, un intérêt de retard égal au taux d'intérêt appliqué par la Banque Centrale Européenne à son opération de refinancement la plus récente majorée de 10 points de pourcentage. Cette pénalité de retard sera exigible sans qu'un rappel soit nécessaire à compter du jour suivant la date de règlement figurant sur la facture. En sus de ces pénalités de retard, le Client sera redevable de plein droit des frais de recouvrement exposés ou d'une indemnité forfaitaire de 40 €. Un désaccord quelconque ne saurait constituer un motif de non paiement des prestations de la mission réalisées antérieurement. La compensation est formellement exclue : le Client s'interdit de déduire le montant des préjudices qu'il allègue des honoraires dus.

#### **15. Résiliation anticipée**

Toute procédure de résiliation est obligatoirement précédée d'une tentative de conciliation. En cas de force majeure, cas fortuit ou de circonstances indépendantes du Prestataire, celui-ci a la faculté de résilier son contrat sous réserve d'en informer son Client par lettre recommandée avec accusé de réception. En toute hypothèse, en cas d'inexécution par l'une ou l'autre des parties de ses obligations, et 8 jours après la mise en demeure visant la présente clause résolutoire demeurée sans effet, le contrat peut être résilié de plein droit. La résiliation du contrat implique le paiement de l'ensemble des prestations régulièrement exécutées par le Prestataire au jour de la résiliation et en sus, d'une indemnité égale à 20 % des honoraires qui resteraient à percevoir si la mission avait été menée jusqu'à son terme.

#### **16. Répartition des risques, responsabilités et assurances**

Le Prestataire n'est pas tenu d'avertir son Client sur les risques encourus déjà connus ou ne pouvant être ignorés du Client compte tenu de sa compétence. Ainsi par exemple, l'attention du Client est attirée sur le fait que le béton armé est inévitablement fissuré, les revêtements appliqués sur ce matériau devant avoir une souplesse suffisante pour s'adapter sans dommage aux variations d'ouverture des fissures. Le devoir de conseil du Prestataire vis-à-vis du Client ne s'exerce que dans les domaines de compétence requis pour l'exécution de la mission spécifiquement confiée. Tout élément nouveau connu du Client après la fin de la mission doit être communiqué au Prestataire qui pourra, le cas échéant, proposer la réalisation d'une mission complémentaire. A défaut de communication des éléments nouveaux ou d'acceptation de la mission complémentaire, le Client en assumera toutes les conséquences. En aucun cas, le Prestataire ne sera tenu pour responsable des conséquences d'un non-respect de ses préconisations ou d'une modification de celles-ci par le Client pour quelque raison que ce soit. L'attention du Client est attirée sur le fait que toute estimation de quantités faite à partir de données obtenues par prélèvements ou essais ponctuels sur le site objet des prestations est entachée d'une incertitude fonction de la représentativité de ces données ponctuelles extrapolées à l'ensemble du site. Toutes les pénalités et indemnités qui sont prévues au contrat ou dans l'offre remise par le Prestataire ont la nature de dommages et intérêts forfaitaires, libératoires et exclusifs de toute autre sanction ou indemnisation.

##### Assurance décennale obligatoire

Le Prestataire bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance, conformément à l'article L.241-1 du Code des assurances. Conformément aux usages et aux capacités du marché de l'assurance et de la réassurance, le contrat impose une obligation de déclaration préalable et d'adaptation de la garantie pour les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède au jour de la déclaration d'ouverture de chantier un montant de 15 M€. Il est expressément convenu que le client a l'obligation d'informer le Prestataire d'un éventuel dépassement de ce seuil, et accepte, de fournir tous éléments d'information nécessaires à l'adaptation de la garantie. Le client prend également l'engagement, de souscrire à ses frais un Contrat Collectif de Responsabilité Décennale (CCRD), contrat dans lequel le Prestataire sera expressément mentionné parmi les bénéficiaires.

Par ailleurs, les ouvrages de caractère exceptionnel, voir inusuels sont exclus du présent contrat et doivent faire l'objet d'une cotation particulière. Le prix fixé dans l'offre ayant été déterminé en fonction de conditions normales d'assurabilité de la mission, il sera réajusté, et le client s'engage à l'accepter, en cas d'éventuelle surcotisation qui serait demandée au Prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. A défaut de respecter ces engagements, le client en supportera les conséquences financières (notamment en cas de défaut de garantie du Prestataire, qui n'aurait pu s'assurer dans de bonnes conditions, faute d'informations suffisantes). Le maître d'ouvrage est tenu d'informer le Prestataire de la DOC (déclaration d'ouverture de chantier).

##### Ouvrages non soumis à l'obligation d'assurance

Les ouvrages dont la valeur HT (travaux et honoraires compris) excède un montant de 15 M€ HT doivent faire l'objet d'une déclaration auprès du Prestataire qui en référera à son assureur pour détermination des conditions d'assurance. Les limitations relatives au montant des chantiers auxquels le Prestataire participe ne sont pas applicables aux missions portant sur des ouvrages d'infrastructure linéaire, c'est-à-dire routes, voies ferrées, tramway, etc. En revanche, elles demeurent applicables lorsque sur le tracé linéaire, la/les mission(s) de l'assuré porte(nt) sur des ouvrages précis tels que ponts, viaducs, échangeurs, tunnels, tranchées couvertes... En tout état de cause, il appartiendra au client de prendre en charge toute éventuelle surcotisation qui serait demandée au prestataire par rapport aux conditions de base de son contrat d'assurance. Toutes les conséquences financières d'une déclaration insuffisante quant au coût de l'ouvrage seront supportées par le client et le maître d'ouvrage.

Le Prestataire assume les responsabilités qu'il engage par l'exécution de sa mission telle que décrite au présent contrat. A ce titre, il est responsable de ses prestations dont la défectuosité lui est imputable. Le Prestataire sera garanti en totalité par le Client contre les conséquences de toute recherche en responsabilité dont il serait l'objet du fait de ses prestations, de la part de tiers au présent contrat, le client ne garantissant cependant le Prestataire qu'au delà du montant de responsabilité visé ci-dessous pour le cas des prestations défectueuses. La responsabilité globale et cumulée du Prestataire au titre ou à l'occasion de l'exécution du contrat sera limitée à trois fois le montant de ses honoraires sans pour autant excéder les garanties délivrées par son assureur, et ce pour les dommages de quelque nature que ce soit et quel qu'en soit le fondement juridique. Il est expressément convenu que le Prestataire ne sera pas responsable des dommages immatériels consécutifs ou non à un dommage matériel tels que, notamment, la perte d'exploitation, la perte de production, le manque à gagner, la perte de profit, la perte de contrat, la perte d'image, l'immobilisation de personnel ou d'équipements.

#### **17. Cessibilité de contrat**

Le Client reste redevable du paiement de la facture sans pouvoir opposer à quelque titre que ce soit la cession du contrat, la réalisation pour le compte d'autrui, l'existence d'une promesse de porte-fort ou encore l'existence d'une stipulation pour autrui.

#### **18. Litiges**

En cas de litige pouvant survenir dans l'application du contrat, seul le droit français est applicable. Seules les juridictions du ressort du siège social du Prestataire sont compétentes, même en cas de demande incidente ou d'appel en garantie ou de pluralité de défendeurs.



## **ORLEANS (45)**

Parc des Expositions

Restructuration

**Client : mairie d'Orléans**

### **Annexe 2 :**

Plan d'implantation des sondages (1)

Résultats des sondages et essais (18)



**ORLEANS (45)**  
**Parking des Montées**

client : mairie d'Orléans  
Restructuration du parking des  
Montées

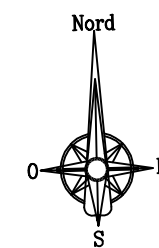
dossier : 1676-07-16

**Plan d'implantation des sondages**

- Essai au pénétromètre dynamique de type B (PDB)
- Sondage à la tarière (T)
- Sondage à la tarière, avec essai d'infiltration (TE)

**Commentaires**

**PDB51/T51** Référence du sondage  
**93.1** Cote du TA à la date des sondages (en NGF)  
**R 0.4** épaisseur des remblais +/- compacts  
**1.2/+91.9** prof. et cote du toit des sables argilo-graveleux moyennement denses à denses



**Échelle de base : 1/1000 (A3)**  
**Aout 2016**



**APPUISOL**  
Ingénierie Géotechnique

Siège social : 6, rue Jean Macé - 03190 VALLON EN SULLY  
04 70 06 21 32 - [contact.03@appuisol.fr](mailto:contact.03@appuisol.fr)  
Bureaux de Nevers : 47bis, rue Henri Bouquillard - BP49  
58022 NEVERS cedex  
09 66 98 21 32 - [contact.45@appuisol.fr](mailto:contact.45@appuisol.fr)  
Bureaux d'Orléans : 264, rue des Sables de Sary  
45770 SARAN  
09 66 98 21 32 - [contact.45@appuisol.fr](mailto:contact.45@appuisol.fr)

Dossier n° : 1676-07-16

Commune : ORLEANS -45

Adresse : Parking des Montées

Opération : Restructuration

sondage au pénétromètre dynamique type B  
norme NF P 94-115

Pénétromètre type B : **PDB51**

Cote : 93,10 NGF

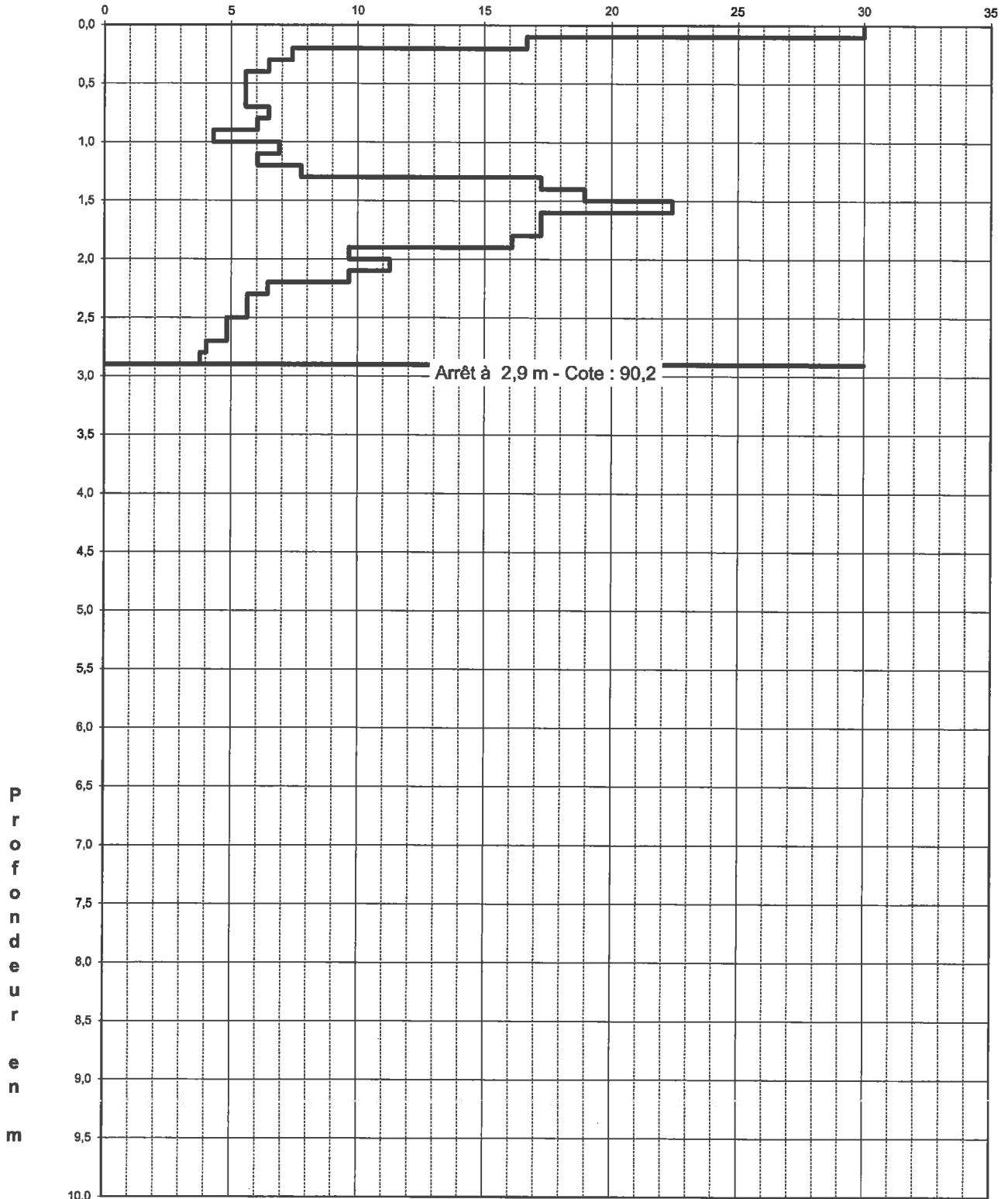
Date : 02/08/16

niveau d'eau supposé :

Caractéristiques du pénétromètre : Mmouton=63,5kg / H=0,75m / Menclume=10 kg / Mtige=6kg / Mpointe=0,6kg / section=20cm<sup>2</sup>

Echelle : 1/50 ème

Résistance dynamique de pointe Rd (MPa)



Dossier n° : 1676-07-16

Commune : ORLEANS -45

Adresse : Parking des Montées

Opération : Restructuration

sondage au pénétromètre dynamique type B  
norme NF P 94-115

Pénétromètre type B : **PDB52**

Cote : 92,80 NGF

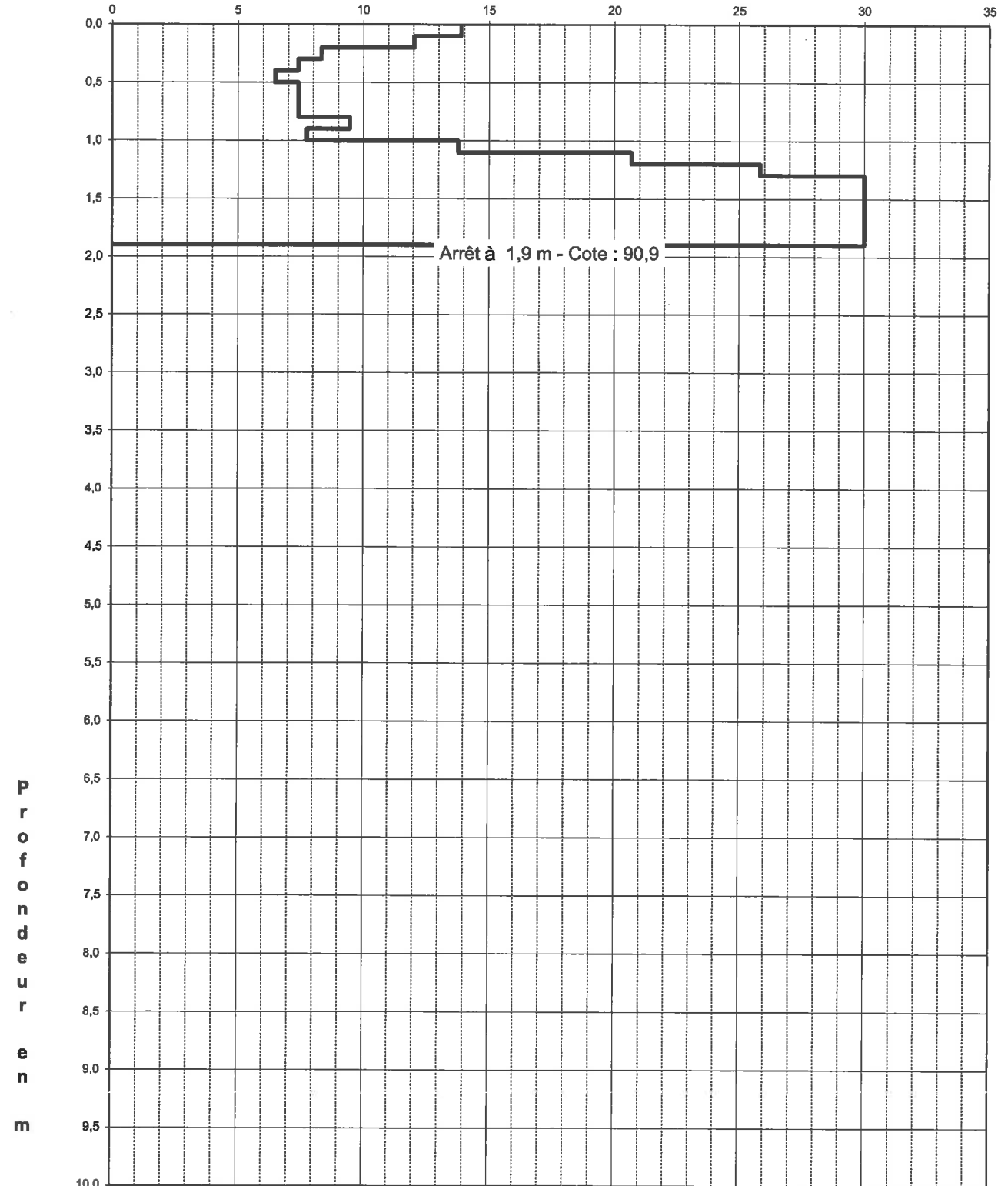
Date : 02/08/16

niveau d'eau supposé :

Caractéristiques du pénétromètre : Mmouton=63,5kg / H=0,75m / Menclume=10 kg / Mtige=6kg / Mpointe=0,6kg / section=20cm<sup>2</sup>

Echelle : 1/50 ème

Résistance dynamique de pointe Rd (MPa)





**APPUISOL**  
Ingénierie Géotechnique

Siège social  
6, rue Jean Macé - 03180 VALLON EN SULLY  
04 70 06 21 32 - [contact.03@appuiisol.fr](mailto:contact.03@appuiisol.fr)  
[contact.45@appuiisol.fr](mailto:contact.45@appuiisol.fr) - [contact.58@appuiisol.fr](mailto:contact.58@appuiisol.fr)

Dossier n° : 1676-07-16

Commune : ORLEANS -45

Adresse : Parking des Montées

Opération : Restructuration

sondage au pénétromètre dynamique type B  
norme NF P 94-115

Pénétromètre type B : **PDB53**

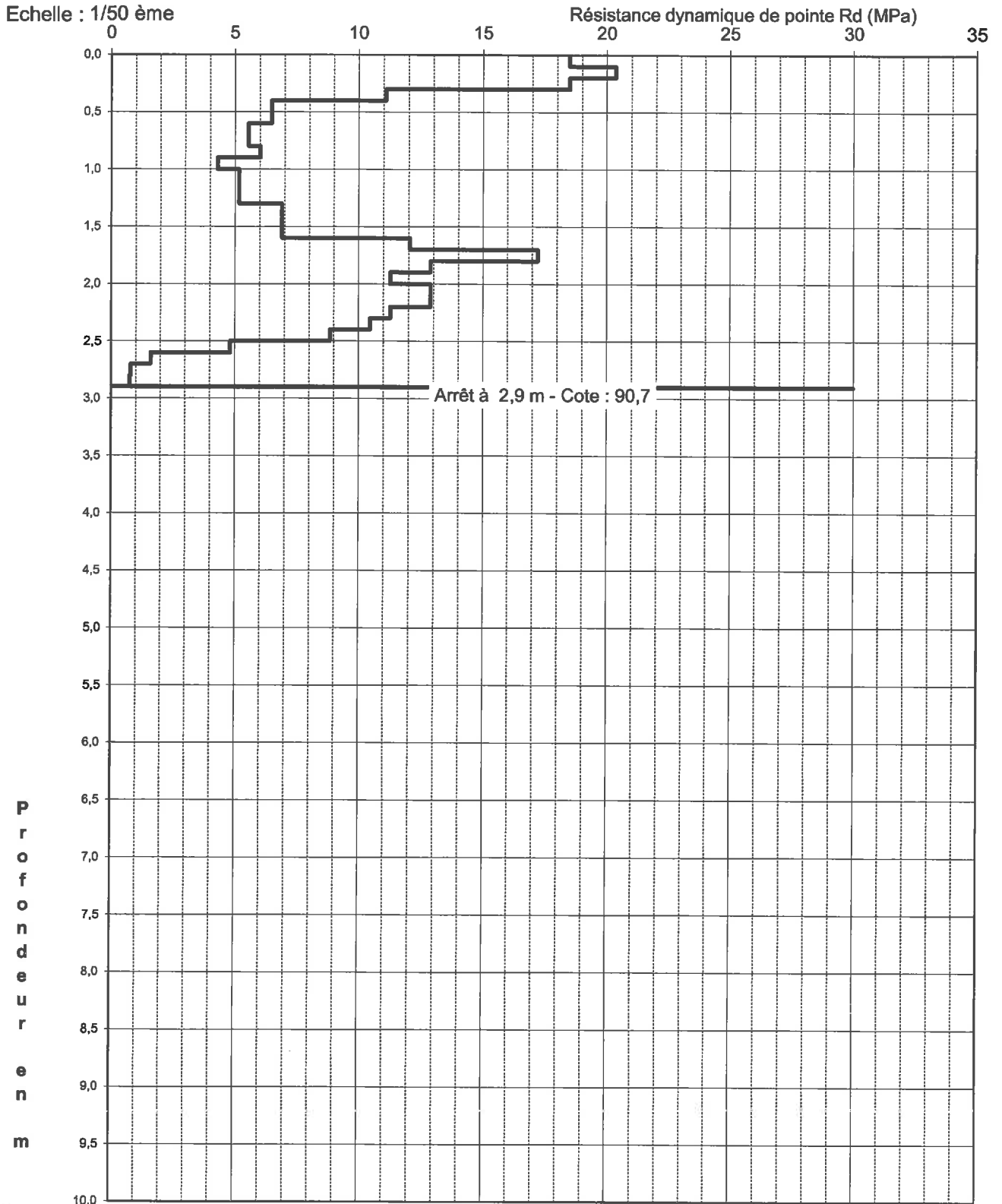
Cote : 93,60 NGF

Date : 02/08/16

niveau d'eau supposé :

Caractéristiques du pénétromètre : Mmouton=63,5kg / H=0,75m / Menclume=10 kg / Mtige=6kg / Mpointe=0,6kg / section=20cm<sup>2</sup>

Echelle : 1/50 ème





**APPUISOL**  
Ingénierie Géotechnique

Siège social  
6, rue Jean Macé - 03180 VALLON EN SULLY  
04 70 06 21 32 - [contact.03@appuiisol.fr](mailto:contact.03@appuiisol.fr)  
[contact.45@appuiisol.fr](mailto:contact.45@appuiisol.fr) - [contact.58@appuiisol.fr](mailto:contact.58@appuiisol.fr)

Dossier n° : 1676-07-16

Commune : ORLEANS -45

Adresse : Parking des Montées

Opération : Restructuration

sondage au pénétromètre dynamique type B  
norme NF P 94-115

Pénétromètre type B : **PDB54**

Cote : 93,20 NGF

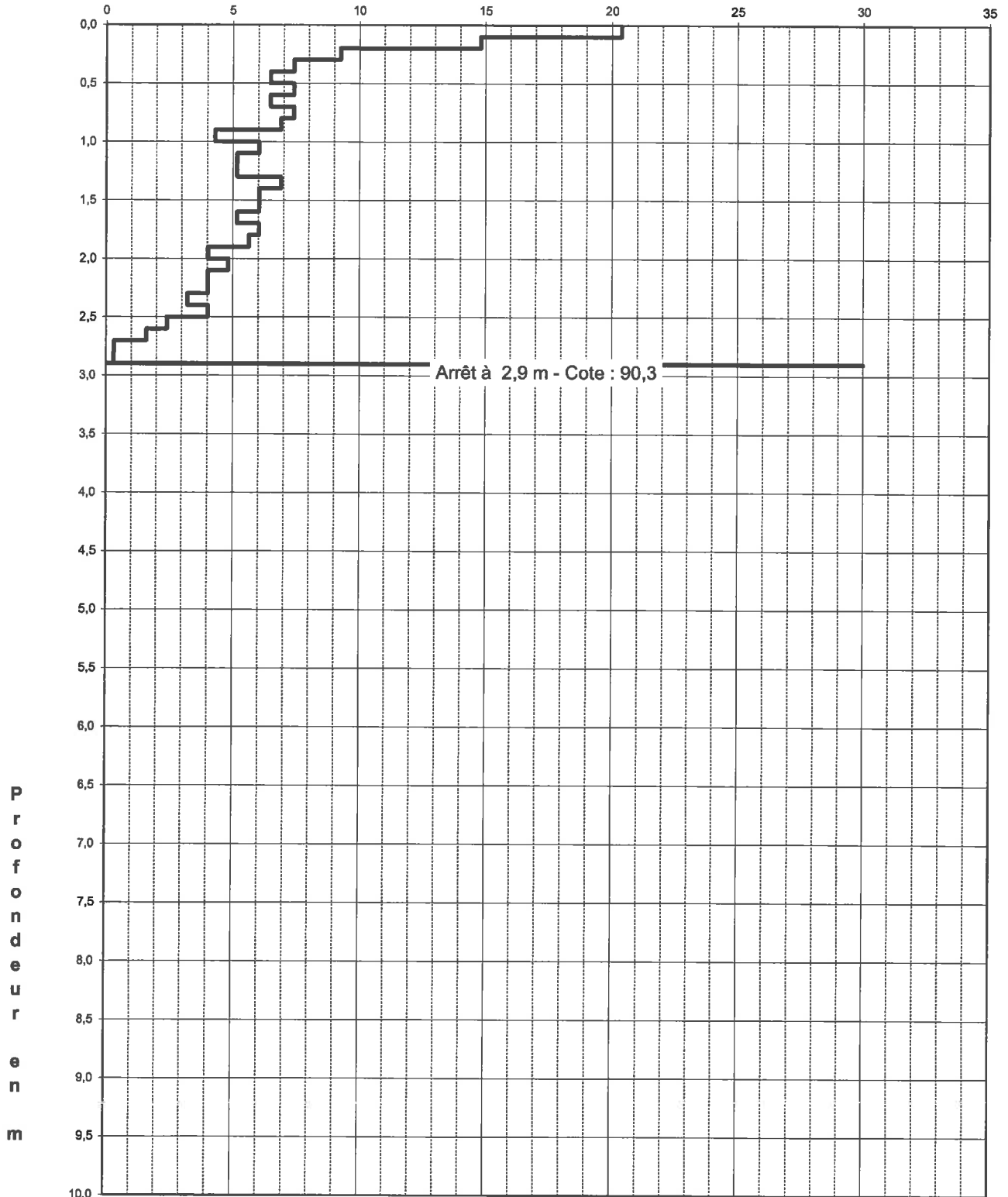
Date : 02/08/16

niveau d'eau supposé :

Caractéristiques du pénétromètre : Mmouton=63,5kg / H=0,75m / Menclume=10 kg / Mtige=6kg / Mpointe=0,6kg / section=20cm<sup>2</sup>

Echelle : 1/50 ème

Résistance dynamique de pointe Rd (MPa)





**APPUISOL**  
Ingénierie Géotechnique

Siège social  
6, rue Jean Macé - 03190 VALLON EN SULLY  
04 70 06 21 92 - [contact.03@appuiisol.fr](mailto:contact.03@appuiisol.fr)  
[contact.45@appuiisol.fr](mailto:contact.45@appuiisol.fr) - [contact.59@appuiisol.fr](mailto:contact.59@appuiisol.fr)

Dossier n° : 1676-07-16

Commune : ORLEANS -45

Adresse : Parking des Montées

Opération : Restructuration

sondage au pénétromètre dynamique type B  
norme NF P 94-115

Pénétromètre type B : **PDB55**

Cote : 93,80 NGF

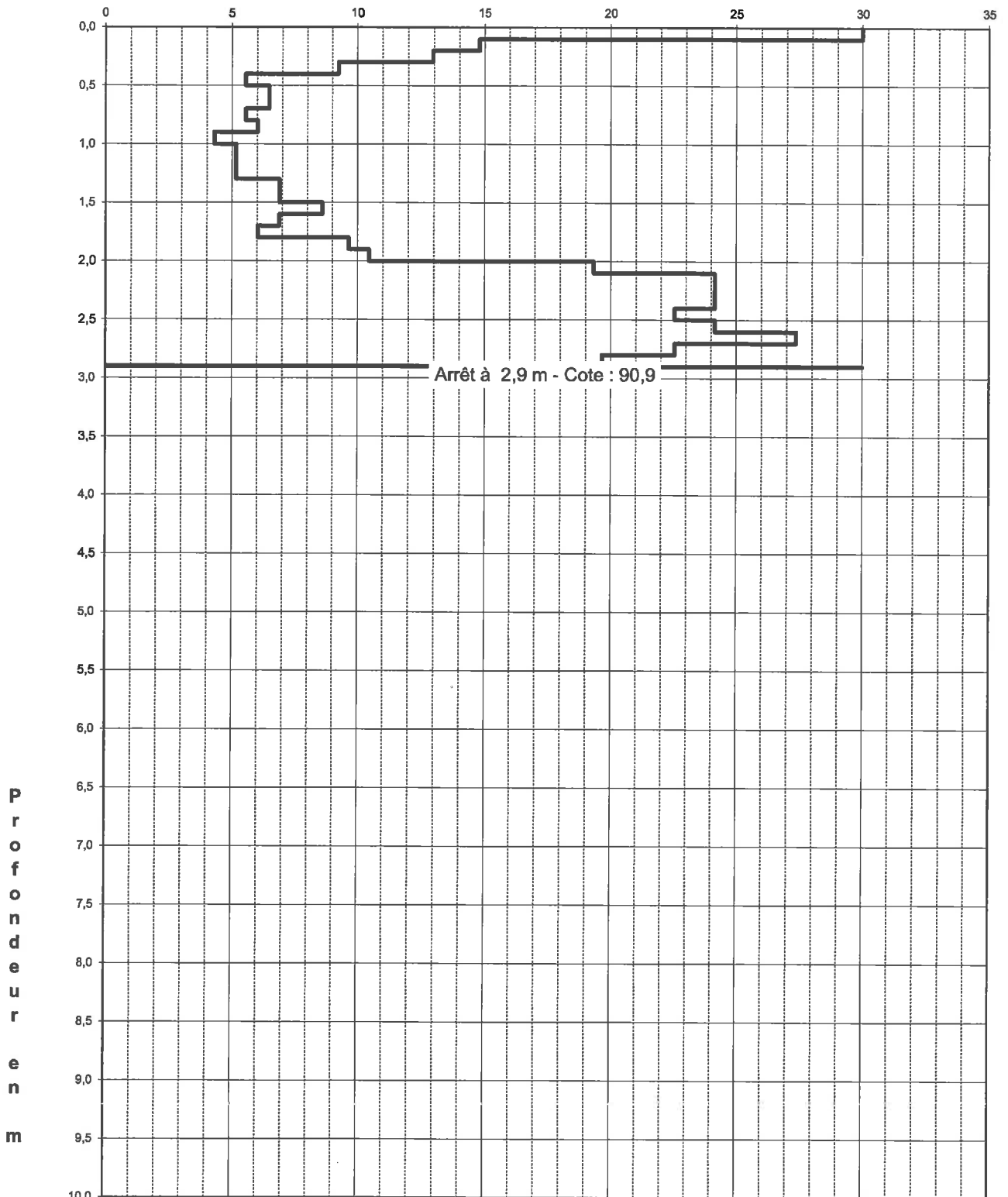
Date : 02/08/16

niveau d'eau supposé :

Caractéristiques du pénétromètre : Mmouton=63,5kg / H=0,75m / Menclume=10 kg / Mtige=6kg / Mpointe=0,6kg / section=20cm<sup>2</sup>

Echelle : 1/50 ème

Résistance dynamique de pointe Rd (MPa)



Dossier n° : 1676-07-16

Commune : ORLEANS -45

Adresse : Parking des Montées

Opération : Restructuration

sondage au pénétromètre dynamique type B  
norme NF P 94-115

Pénétromètre type B : **PDB56**

Cote : 93,60 NGF

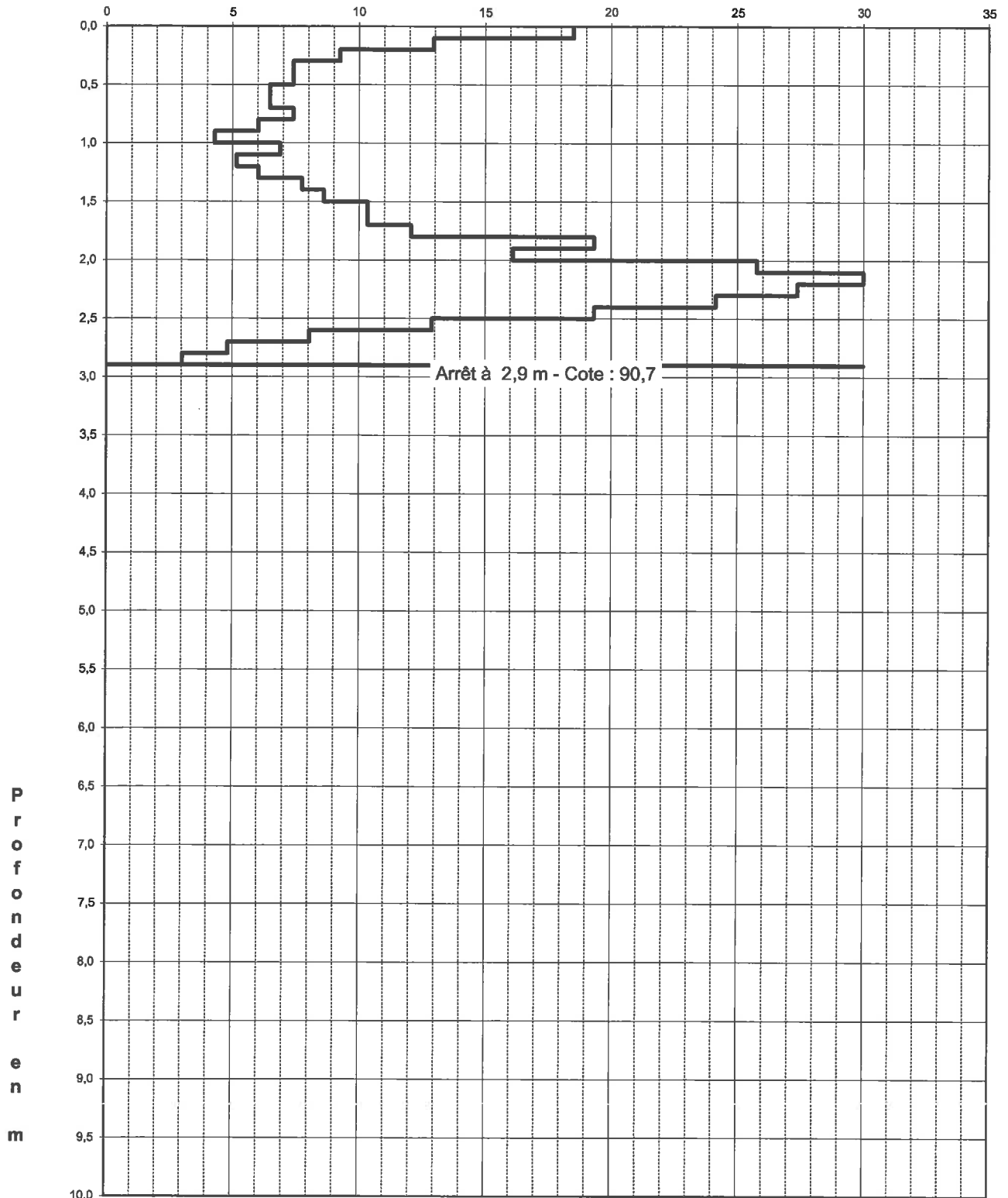
Date : 02/08/16

niveau d'eau supposé :

Caractéristiques du pénétromètre : Mmouton=63,5kg / H=0,75m / Menclume=10 kg / Mtige=6kg / Mpointe=0,6kg / section=20cm<sup>2</sup>

Echelle : 1/50 ème

Résistance dynamique de pointe Rd (MPa)







**APPUISOL**  
Ingénierie Géotechnique

Siège social  
6, rue Jean Macé - 03190 VALLON EN SULLY  
04 70 08 21 32 - [contact.03@appuiisol.fr](mailto:contact.03@appuiisol.fr)  
[contact.45@appuiisol.fr](mailto:contact.45@appuiisol.fr) - [contact.82@appuiisol.fr](mailto:contact.82@appuiisol.fr)

Dossier n° : 1676-07-16

Commune : ORLEANS -45

Adresse : Parking des Montées

Opération : Restructuration

sondage au pénétromètre dynamique type B  
norme NF P 94-115

Pénétromètre type B : **PDB57**

Cote : 93,70 NGF

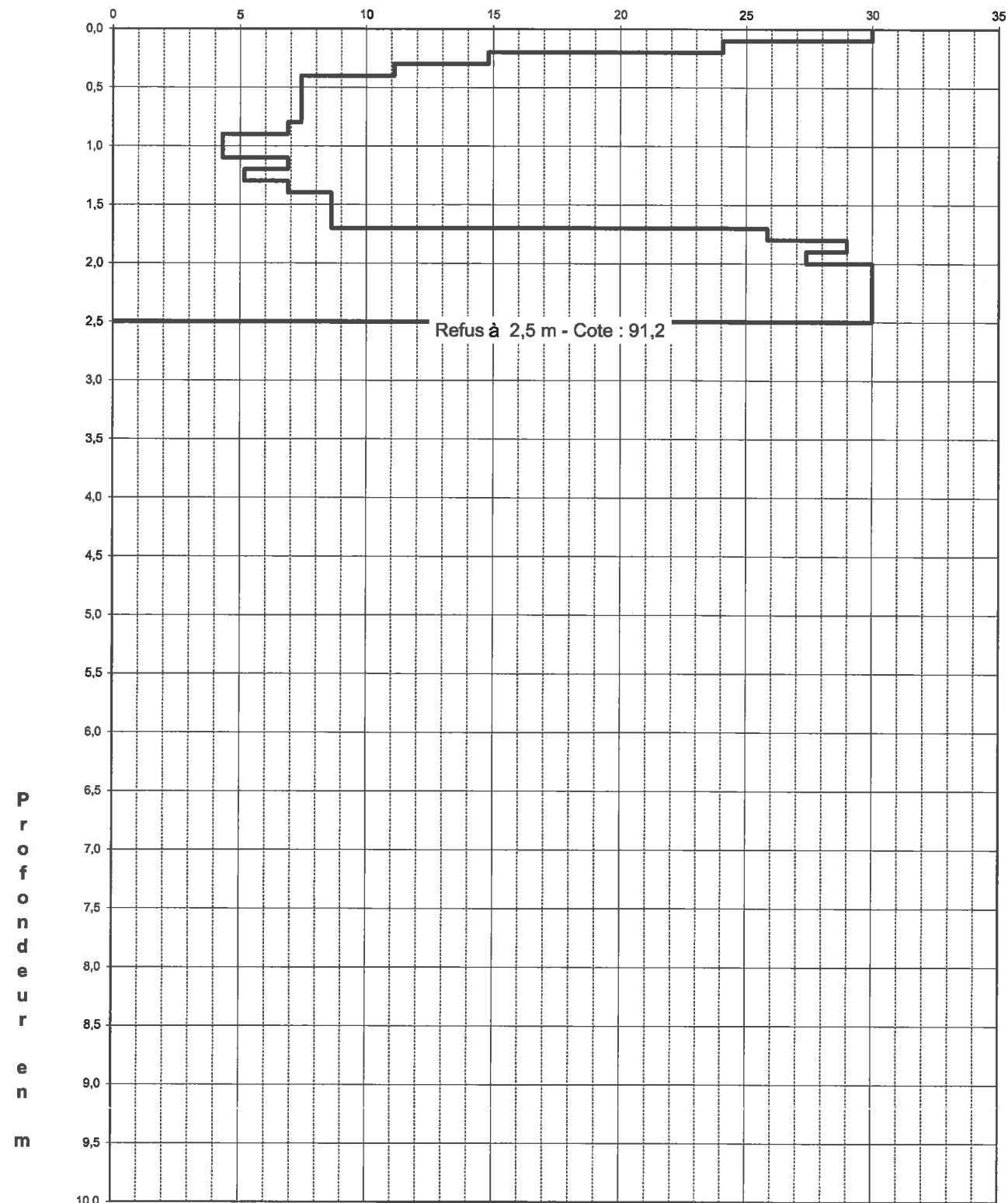
Date : 02/08/16

niveau d'eau supposé :

Caractéristiques du pénétromètre : Mmouton=63,5kg / H=0,75m / Menclume=10 kg / Mtige=6kg / Mpointe=0,6kg / section=20cm<sup>2</sup>

Echelle : 1/50 ème

Résistance dynamique de pointe Rd (MPa)





**APPUISOL**  
Ingénierie Géotechnique

Siège social  
6, rue Jean Macé - 03190 VALLON EN SULLY  
04 70 06 21 32 - [contact.03@appuiisol.fr](mailto:contact.03@appuiisol.fr)  
[contact.45@appuiisol.fr](mailto:contact.45@appuiisol.fr) - [contact.55@appuiisol.fr](mailto:contact.55@appuiisol.fr)

Dossier n° : 1676-07-16

Commune : ORLEANS -45

Adresse : Parking des Montées

Opération : Restructuration

sondage au pénétromètre dynamique type B  
norme NF P 94-115

Pénétromètre type B : **PDB58**

Cote : 93,30 NGF

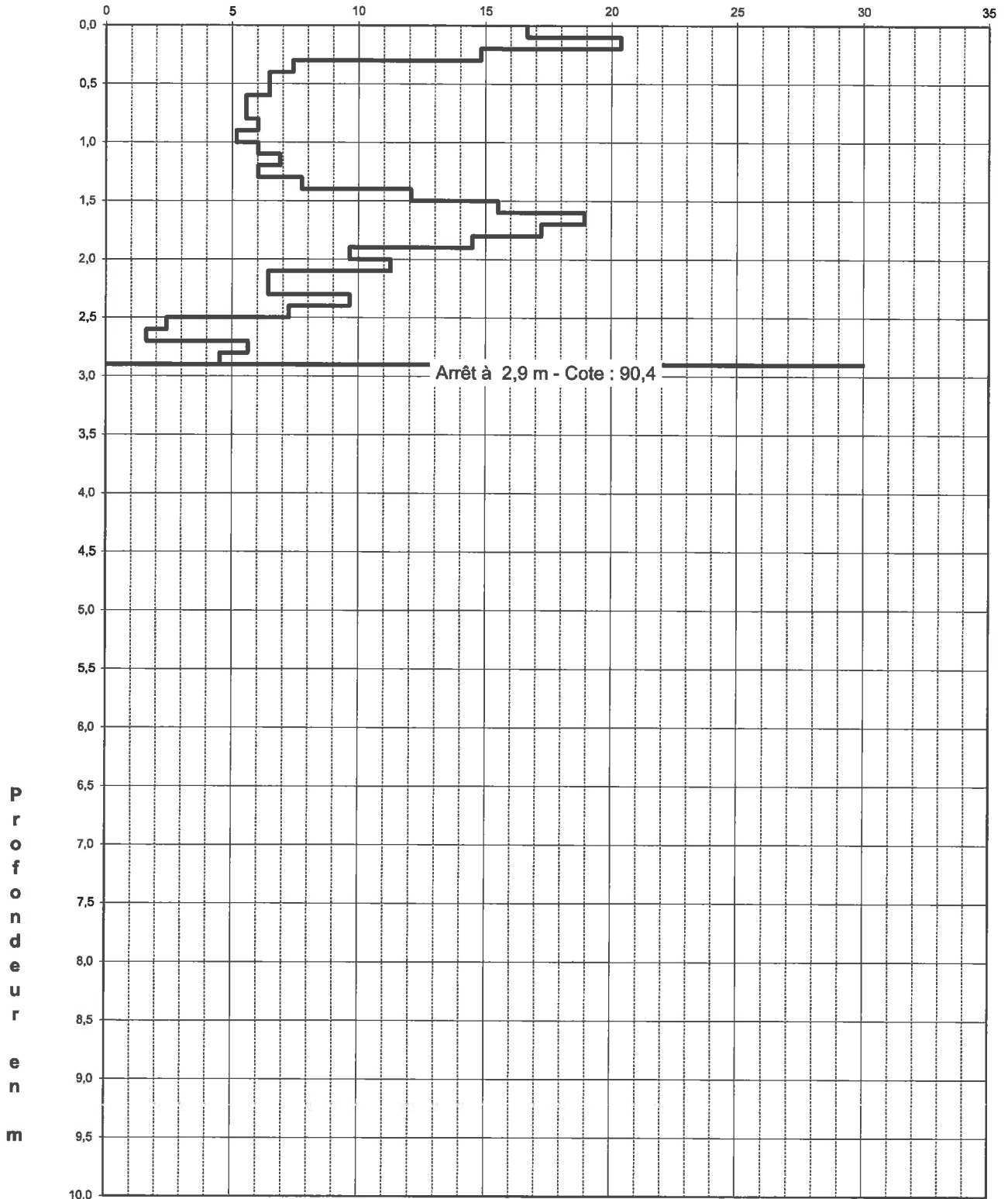
Date : 02/08/16

niveau d'eau supposé :

Caractéristiques du pénétromètre : Mmouton=63,5kg / H=0,75m / Menclume=10 kg / Mtige=6kg / Mpointe=0,6kg / section=20cm<sup>2</sup>

Echelle : 1/50 ème

Résistance dynamique de pointe Rd (MPa)



Dossier n° : 1676-07-16

Commune : ORLEANS -45

Adresse : Parking des Montées

Opération : Restructuration

sondage au pénétromètre dynamique type B  
norme NF P 94-115

Pénétromètre type B : **PDB59**

Cote : 93,00 NGF

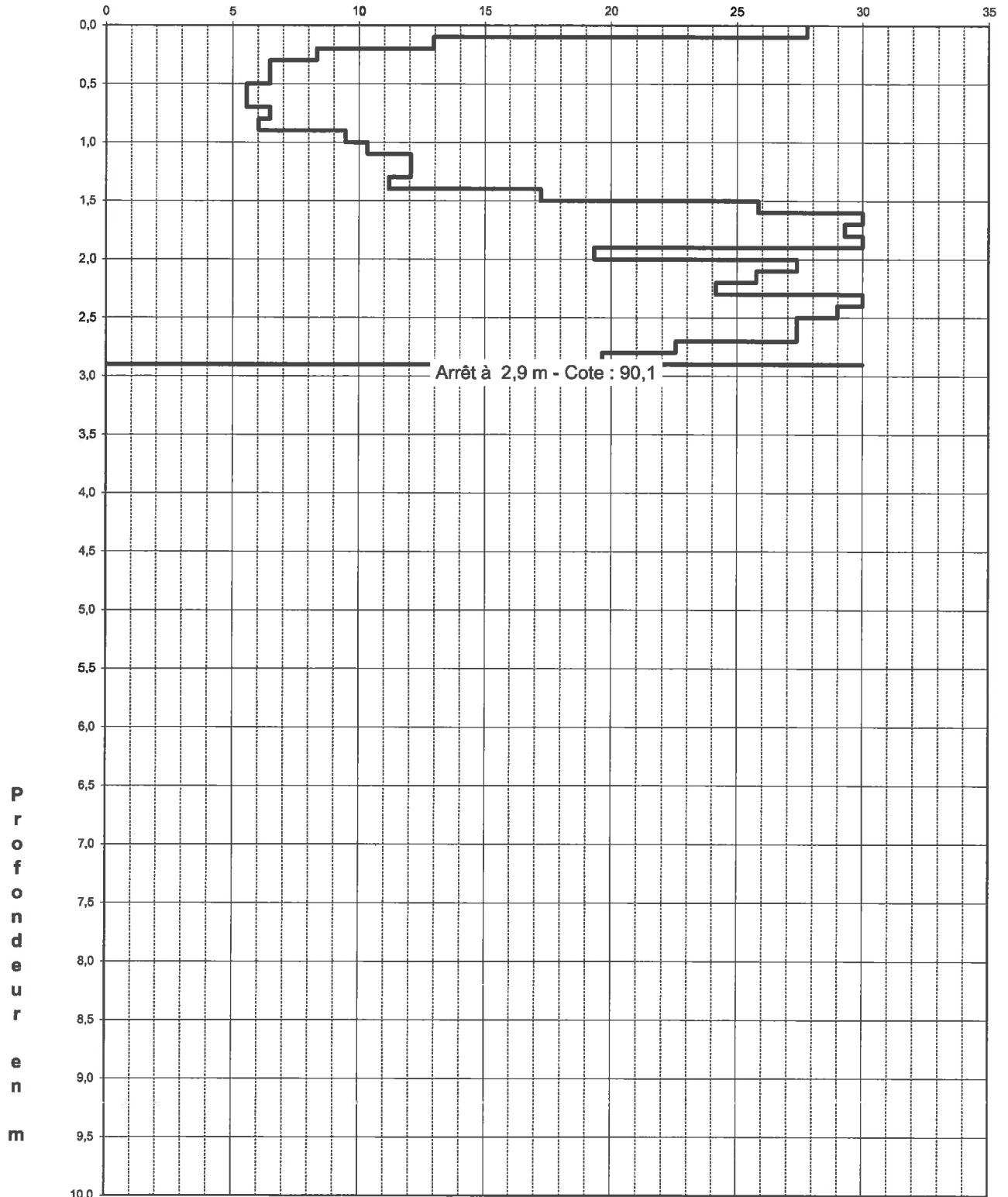
Date : 02/08/16

niveau d'eau supposé :

Caractéristiques du pénétromètre : Mmouton=63,5kg / H=0,75m / Menclume=10 kg / Mtige=6kg / Mpointe=0,6kg / section=20cm2

Echelle : 1/50 ème

Résistance dynamique de pointe Rd (MPa)



P  
r  
o  
f  
o  
n  
d  
e  
u  
r  
  
e  
n  
  
m

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Teneurs en eau %	VBS g/100g	Passant 0.08 mm %	Classe GTR	Niveau d'eau (m)
92,9 m 93	0	Remblais de concassés calcaires compacts 0,20 m					
92,7 m		Remblais sablo-argileux et graveleux (sols traités ?) assez compacts 0,40 m	13.9	1.3	31	B5/A1	
91,9 m 92	Sables limono-argileux marron gris assez lâches 1,20 m						
90,9 m 91	2	Sables argilo-graveleux marron orangé, denses à très denses 2,20 m	12.9				
			9.9				
90,1 m	3	Sables moyens argileux moyennement denses 3,00 m					

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Teneurs en eau %	VBS g/100g	Passant 0.08 mm %	Classe GTR	Niveau d'eau (m)
92,4 m	0	Remblais de concassés calcaires compacts					Pas d'eau
92,2 m	0,20 m	Remblais sablo-argileux assez compacts					
92	0,40 m	Sables argileux marron gris moyennement denses					
91,6 m	1,00 m	Sables argilo-graveleux marron orangés denses à très denses					
91	2						
90,1 m	2,50 m						

**Essais de perméabilité**

de 0.5 à 1.0 m : kap # 4.10 -7 m/s ou 1 mm/h  
de 1.5 à 2.5 m : kap # 8.10 -7 m/s ou 3 mm/h

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Teneurs en eau %	VBS g/100g	Passant 0.08 mm %	Classe GTR	Niveau d'eau (m)
93,5 m	0	Remblais de concassés calcaires compacts					Pas d'eau
93,2 m	0,10 m	Remblais sablo-argileux et graveleux assez compacts	11.1				
	0,40 m		13.1				
	1	Argiles sableuses marron orangé	14.4				
92,1 m	1,50 m						
	2	Sables argilo-graveleux marron orangé, denses à très denses	8.6				
91,1 m	2,50 m						
90,6 m	3	Sables argileux lâches					

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Teneurs en eau %	VBS g/100g	Passant 0.08 mm %	Classe GTR	Niveau d'eau (m)
93,1 m	0	Remblais de concassés calcaires compacts					Pas d'eau
92,8 m		0,10 m					
	0,40 m						
91,8 m	1	Argiles sableuses marron orangé fermes					
	2	1,40 m					
90,7 m		2,50 m	Sables grossiers argileux fermes à lâches				

Essais de perméabilité  
de 0.5 à 1.0 m : kap < 1.10-7 m/s  
de 1.5 m à 2.5 m : kap # 2.10-6 m/s ou 7 mm/h

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Teneurs en eau %	VBS g/100g	Passant 0.08 mm %	Classe GTR	Niveau d'eau (m)
93,6 m	0	Remblais de concassés calcaires compacts	8.6				Pas d'eau
93,4 m	0,20 m	Remblais sablo-limoneux assez compacts					
93	1	0,40 m	10.5	1.4	38	A1	
		Sables argileux marron gris lâches à moyennement denses					
92,3 m	1,50 m		14.1				
92	2	Sables argilo-graveleux moyennement denses					
91,6 m		2,20 m					
91	3	Sables argilo-graveleux denses à très denses					
90,8 m	3,00 m						



Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Teneurs en eau %	VBS g/100g	Passant 0.08 mm %	Classe GTR	Niveau d'eau (m)
93,5 m	0	Remblais de concassés calcaires compacts					Pas d'eau
93,2 m	0,10 m	Remblais sablo-argileux assez compacts					
93	0,40 m	Argiles sableuses marron fermes					
92,3 m	1	1,30 m					
91,8 m	2	Sables argilo-graveleux moyennement denses					
		1,80 m					
90,9 m	3	Sables argilo-graveleux denses à très denses					
90,6 m		2,70 m					
		Sables argileux lâches					
		3,00 m					

Essais de perméabilité  
de 0.5 à 1.0 m :  $k_{ap} < 1.10^{-7}$  m/s  
de 1.5 à 2.5 m :  $k_{ap} \# 3.10^{-6}$  m/s ou 11 mm/h



**APPUISOL**  
Ingénierie géotechnique

Siège social  
6 rue Jean Macé  
03190 VALLON EN SULLY  
Tél : 04 70 06 21 32  
[contact.03@appuisol.fr](mailto:contact.03@appuisol.fr)  
[contact.45@appuisol.fr](mailto:contact.45@appuisol.fr)  
[contact.58@appuisol.fr](mailto:contact.58@appuisol.fr)

**ORLEANS-45**  
**Parking des Montées**

Date : 15/09/2016

Cote NGF : 93.7

Profondeur : 0,00 - 3,00 m

Machine : ABYSS50

**Forage tarière 110 mm : T57**

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Teneurs en eau %	VBS g/100g	Passant 0.08 mm %	Classe GTR	Niveau d'eau (m)
93,6 m	0	Remblais de concassés calcaires compacts					Pas d'eau
93,5 m		0,10 m					
93,3 m	1	Remblais hétérogènes avec traces de démolitions					
		0,20 m					
	1	Remblais sablo-limoneux assez compacts	11.2	1.8	42	A1	
		0,40 m					
92,4 m	2	Sables argileux et argiles sableuses marron fermes	12.9	1.5	44	A1	
		1,30 m					
92,0 m	2	Sables argilo-graveleux marron orangé moyennement denses	8.1				
		1,70 m					
	3	Sables argilo-graveleux marron orangé denses à très denses					
90,7 m		3,00 m					

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Teneurs en eau %	VBS g/100g	Passant 0.08 mm %	Classe GTR	Niveau d'eau (m)
93,2 m	0	Remblais de concassés calcaires compacts					Pas d'eau
93,0 m		0,10 m					
	1	Remblais sablo-limoneux assez compacts					
		0,30 m					
92,0 m	1	Argiles sableuses marron orangé fermes					
	2	1,30 m					
		Sables argilo-graveleux marron orangé moyennement denses					
90,8 m	2	2,50 m					
90,3 m	3	Sables argileux lâches					

Essais de perméabilité  
de 0.5 m à 1.0 m :  $k_{ap} < 1.10^{-7}$  m/s  
de 1.5 m à 2.5 m :  $k_{ap} \# 3.10^{-6}$  m/s ou 11 mm/h

Cote NGF (m)	Profondeur (m)	Lithologie	Teneurs en eau %	VBS g/100g	Passant 0.08 mm %	Classe GTR	Niveau d'eau (m)
92,8 m	93	0					Pas d'eau
92,7 m		0,20 m Remblais de concassés calcaires					
		0,30 m Remblais sablo-argileux assez compacts					
92,1 m		Sables argileux assez lâches					
	92	1	0,90 m				
91,6 m		Sables grossiers argileux gris marron moyennement denses	9.0				
			1,40 m				
	91	2					
		Sables argilo-graveleux marron, à petites passées argileuses plus ou moins organiques	12.2				
			37.0				
			18.5				
90,0 m	3	3,00 m					