

Projet de Vallée Numérique du Végétal

Etude géotechnique G1-PGC – Orléans-La-Source (45)

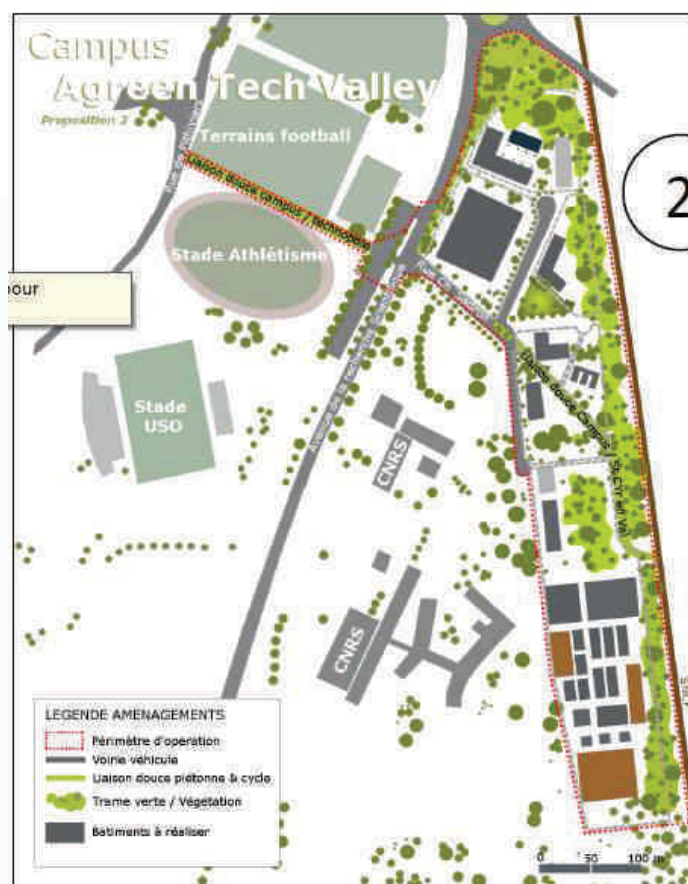
Novembre 2015

A 81922/A



Orléans Agglo & Mairie

Direction de la Compétitivité, de l'Emploi
et de l'Enseignement Supérieur



Présenté par



Direction Régionale

Paris Centre Normandie

Equipe Infrastructures

ZAC du Moulin

803, boulevard Duhamel du

Monceau

CS 30602 - 45166 OLIVET Cedex

Tél. : 02 38 23 23 00

Notations

γ_h : poids volumique humide en kN/m^3

W_{nat} : teneur en eau naturel en %

W_L : limite de liquidité au cône en %

W_p : limite de plasticité au rouleau en %

IP : Indice de plasticité

Ic : Indice de consistance

IPI : Indice de Portance de Immédiat

< 50 mm : éléments inférieurs à 50 millimètres, en %

< 2 mm : éléments inférieurs à 2 millimètres, en %

< 80 μm : éléments inférieurs à 80 micromètres, en %

< 2 μm : éléments inférieurs à 2 micromètres, en %

PI^* : pression limite nette, en MPa

E_m : module pressiométrique, en MPa

α : coefficient rhéologique de Ménard

Sommaire

	Pages
NOTATIONS	2
1. INTRODUCTION	5
1.1. CONTEXTE DU PROJET	5
1.2. OBJECTIFS.....	6
2. CONTEXTE GENERAL DE L'ETUDE.....	8
2.1. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE	8
2.2. CONTEXTE GEOLOGIQUE	8
2.3. CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE.....	10
2.4. RISQUES ET ALEAS	11
2.4.1. Aléa sismique.....	11
2.4.2. Risque de cavités	12
2.4.3. Aléa retrait gonflement des argiles	13
3. RECONNAISSANCES GEOTECHNIQUES	14
3.1. PROGRAMME DE RECONNAISSANCES	14
3.2. LOCALISATION DES SONDAGES.....	15
3.3. LIMITES DE LA METHODE	16
4. RESULTATS DES RECONNAISSANCES	17
4.1. LITHOLOGIE.....	17
4.2. PARAMETRES DE FORATION ET SONDAGES PENETROMETRIQUES.....	17
4.3. ALLUVIONS ANCIENNES.....	18
4.3.1. Description.....	18
4.3.2. Caractéristiques pressiométriques.....	19
4.3.3. Essais en laboratoire.....	20
4.4. FORMATION DE BEAUCE	21
4.4.1. Description.....	21
4.4.2. Caractéristiques pressiométriques.....	22
4.5. ESSAIS D'INFILTRATION	23
4.6. AGRESSIVITE VIS-A-VIS DES BETONS.....	24
4.7. NIVEAUX D'EAU	25
5. SYNTHESE ET MODELE GEOTECHNIQUE.....	26
5.1. MODELE GEOTECHNIQUE	26
5.2. PROFIL	26
5.3. NIVEAU D'EAU ET PERMEABILITE.....	28
5.1. RISQUES GEOTECHNIQUES	28
6. RECOMMANDATIONS CONSTRUCTIVES GENERALES	29
6.1. MODE DE FONDATION	29
6.2. FONDS DE FOUILLE.....	29
6.3. TERRASSEMENTS	30
6.4. REUTILISATION DES MATERIAUX	30
6.5. NIVEAUX D'EAU	30
6.6. RISQUE DE FONTIS	30
6.7. BASSINS D'INFILTRATION.....	31
6.8. VOIRIES	31
6.9. DALLAGES.....	32
6.10. ENCHAINEMENT DES MISSIONS GEOTECHNIQUES	32

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Plan de localisation du site	5
Figure 2 : Projet d'aménagement du site	6
Figure 3 : Localisation et plan du site (source : Google Maps)	8
Figure 4 : Extrait carte géologique de la Ferté Saint-Aubin (source : Infoterre)	9
Figure 5 : Coupe du sondage 03982X0496/SC1	9
Figure 6 : Position des sondages répertoriés dans la BSS (source : Infoterre)	10
Figure 7 : Extrait de la carte des inondations par remontée de nappes (source : www.inondationsnappes.fr)	11
Figure 8 : Extrait carte du zonage sismique en France	11
Figure 9 : Extrait de la carte des cavités souterraines (source : www.bdcavites.net)	12
Figure 10 : Fontis sur le site du CNRS	12
Figure 11 : Extrait de la carte aléa retrait gonflement des argiles (source : www.argiles.fr)	13
Figure 12 : Plan d'implantation des sondages	15
Figure 13 : Matériaux extraits de la fouille PM4	18
Figure 14 : Argile grise – PMM1	18
Figure 15 : Distribution des paramètres pressiométriques – Alluvions anciennes	20
Figure 16 : Distribution des paramètres pressiométriques – Formation de Beauce	23
Figure 17 : Dimensions de la fouille	24
Figure 18 : Schéma du piézomètre mis en place	25
Figure 19 : Coupe géologique interprétée N-S du secteur d'étude	27
Figure 20 : Exemple de carte d'anomalie de Bouguer (μ Gals)	31

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Coordonnées des sondages réalisés	16
Tableau 2 : Epaisseurs des horizons rencontrés – Alluvions anciennes	19
Tableau 3 : Synthèse des résultats des essais pressiométriques – Alluvions anciennes	19
Tableau 4 : Résultats des essais en laboratoire	21
Tableau 5 : Résultats essais mécaniques en laboratoire	21
Tableau 6 : Profondeur du toit – Formation de Beauce	22
Tableau 7 : Vides repérés en sondages – Formation de Beauce	22
Tableau 8 : Synthèse des résultats des essais pressiométriques – Formation de Beauce	22
Tableau 9 : Synthèse résultats des essais d'infiltration	24
Tableau 10 : Résultats de la mesure d'agressivité	24
Tableau 11 : Niveau d'eau dans chaque forage	25
Tableau 12 : Modèle géotechnique préliminaire	26
Tableau 13 : Coefficient rhéologique du sol	26

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 :** Coupes sondages destructifs
- Annexe 2 :** Coupes de sondages pressiométriques
- Annexe 3 :** Procès verbal d'essai au pénétromètre dynamique lourd
- Annexe 4 :** Fiches descriptives des fouilles géologiques
- Annexe 5 :** Rapport d'essai en laboratoire
- Annexe 6 :** Rapport d'analyses chimiques

1. Introduction

1.1. Contexte du projet

Le projet de Vallée Numérique du Végétal consiste en la création d'un campus dédié aux acteurs souhaitant développer le numérique végétal.

Le site retenu pour le projet de Vallée Numérique du Végétal se trouve sur le territoire communal d'Orléans (45), en périphérie de Saint-Cyr-en-Val. La zone d'étude correspond à une surface de l'ordre de 8 hectares.



Figure 1 : Plan de localisation du site

La figure suivante présente le projet d'aménagement envisagé en l'état actuel d'avancement du projet, notamment l'implantation des bâtiments. La construction de plusieurs bâtiments dont des serres est prévue. Le projet intègre également des infrastructures routières, de voies vertes (piétons, vélos, ...), l'aménagement d'espaces paysagers.

Pour l'élaboration de la présente, nous ne disposons pas d'autres informations sur le projet (dimensions, géométrie, usage, nombre d'étage,...).



Figure 2 : Projet d'aménagement du site

Actuellement, plusieurs bâtiments sont présents au nord de la rue Charles Sadron. Ils ne sont plus utilisés (réseaux coupés) et leur démolition est prévue préalablement aux travaux. Le reste de la partie Nord du site comprend des arbres, arbustes et une végétation dense.

La zone sud est située dans l'enceinte du CNRS. La topographie est relativement plane. Il s'agit d'espaces enherbés et de quelques zones boisées.

1.2. Objectifs

Dans le cadre de ce projet, Orléans AggLO & Mairie a sollicité Antea Group pour la réalisation d'une mission géotechnique préalable – phase Principes Généraux de Construction (G1-PGC) pour évaluer les conditions d'adaptation du projet au site et les principales contraintes liées au contexte géotechnique.

L'objectif de la mission est de :

- identifier les risques géotechniques majeurs présents au droit du site,
- appréhender les caractéristiques géologiques, géotechniques et hydrogéologiques des terrains au droit du projet,

- appréhender la capacité d’infiltration des sols,
- évaluer la profondeur de la nappe,
- organiser, suivre et exploiter le programme d’investigations proposé,
- proposer les principes généraux de construction des ouvrages : mode de fondation, terrassement, gestion des avoisinants, voiries, zone d’infiltration,...

2. Contexte général de l'étude

2.1. Localisation géographique

La zone d'étude se situe sur le site du CNRS, de part et d'autre de la rue Charles Sadron, en bordure de voie ferrée.

Le terrain présente une pente régulière sud nord. La cote varie entre 103 NGF à l'extrémité nord et 108 NGF à l'extrémité sud.



Figure 3 : Localisation et plan du site (source : Google Maps)

2.2. Contexte géologique

D'après la carte géologique au 1/50 000^e établie par le BRGM, feuille de La Ferté Saint-Aubin, le contexte géologique prévisionnel au droit du site est le suivant, les terrains étant décrits du haut vers le bas :

- **Alluvions anciennes - Fw** : la formation est hétérogène, elle comprend des matériaux de toute granulométrie, de l'argile aux galets et même aux blocs. Elle présente une stratification lenticulaire, on reconnaît la masse de sables caillouteux peu argileux (« sables rouges ») et des lentilles d'argile ou de galets. Son épaisseur est de l'ordre d'une dizaine de mètres.
- **Aquitainen, Calcaires de Beauce - g3** : superposition de marnes et calcaires tendres, constituant le substratum régional, la formation est présente sur une épaisseur de plusieurs dizaines de mètres.



Figure 4 : Extrait carte géologique de La Ferté Saint-Aubin (source : Infoterre)

Un sondage géologique issu de la BSS (Base de données du Sous-Sol du BRGM) a été répertorié à environ 400 m au sud de la zone d'étude (sur le site du CNRS) : sondage n° 03982X0496 descendu à 47 m.

Le log validé du sondage est le suivant :

Profondeur	Formation	Lithologie	Lithologie	Stratigraphie	Altitude
0.40	Fw		Terre végétale	Mindel	107.60
2.50			Sable rouge, gravier sableux, siliceux, un peu argileux		105.50
3.25			Grave sableuse siliceuse beige		104.75
3.50			Lit. argileux		104.50
7.80			Grave sableuse siliceuse beige		100.20
11.80	Marnes de l'Orléanais		Marne blanche et verte, compacte, à graviers calcaires	Burdigalien	96.20
13.60			Marne vert à rognons		94.20
16.50	Calcaire de Pithiviers		Marne blanche à graviers et blocs de calcaire	Aquitainien	91.50
20.40			Alternance de marne blanche et de bancs calcaires durs		87.60
20.90			Marne blanche compacte		87.10
23.90			Alternance de marne blanche et de bancs de calcaire durs		84.10
25.70			Sable moyen calcaire		82.30
27.50	Molasse du Gâtinais		Marne blanche à calcaire pulvérulent	Rupélien	80.50
28.00			Marne blanche compacte		80.00
28.50	Calcaire d'Etampes (Calcaire du Gâtinais)		Marne blanche à nombreux passages de calcaire siliceux très dur		79.50
32.50			Banc massif de meulière		75.50
33.10			Alternance de marne blanche, de calcaire tendre et de meulière		74.90
37.10			Alternance de marne argileuse beige, de calcaire tendre et de meulière		70.90
39.00			Sable moyen, calcaire		69.00
40.00			Marne beige - clair à passées centimétriques de meulière		68.00
42.50			Calcaire tendre, vacuolaire, fossilifère, avec marne et quelques passages de meulière		65.50
44.50					63.50
47.20			Calcaire		60.00

Figure 5 : Coupe du sondage 03982X0496/SC1

D'autres sondages sont présents à proximité de la zone d'étude. Les coupes détaillées ne sont pas disponibles pour les sondages représentés en jaune et blanc.

Les informations disponibles sur ces sondages sont cohérentes avec la coupe du sondage précédent, avec parfois un passage argileux plus important dans les alluvions anciennes.

La Figure 6 présente la localisation de ces sondages.

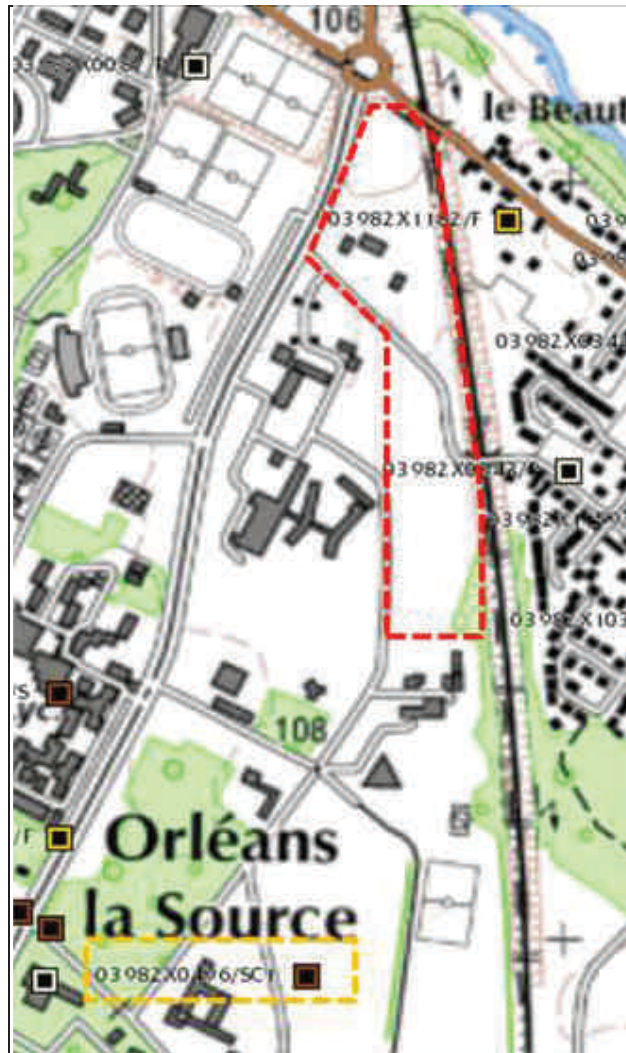


Figure 6 : Position des sondages répertoriés dans la BSS (source : Infoterre)

2.3. Contexte hydrogéologique

La nappe du Calcaire de Beauce est une nappe assez profonde au droit du site, entre 15 et 20 m de profondeur. La nappe peut être captive sous le recouvrement alluvial. Des circulations d'eau sont susceptibles d'être rencontrées dans les Alluvions anciennes sus-jacentes.

Le site est classé en zone de sensibilité très faible vis-à-vis du risque de remontées de nappe.

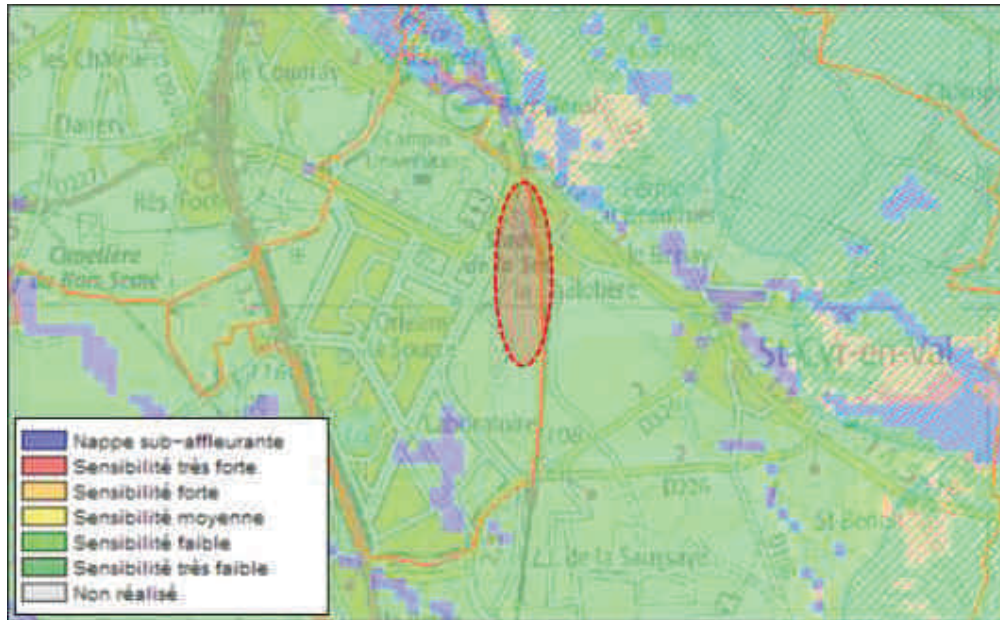


Figure 7 : Extrait de la carte des inondations par remontée de nappes (source : www.inondationsnappes.fr)

L'aquifère des Calcaires de Beauce est caractérisé par des réseaux karstiques pouvant atteindre 35 m de profondeur. L'un des principaux axes karstiques connus, Sandillon – Saint-Denis-de-l'Hôtel, se situe à proximité du projet.

2.4. Risques et aléas

2.4.1. Aléa sismique

D'après la carte en vigueur depuis le 1^{er} mai 2011, réalisée par le BRGM après le décret du 22 octobre 2010, le projet se trouve en zone de sismicité 1, très faible.

Il n'y a pas de prescriptions particulières vis-à-vis de ce risque en zone de sismicité 1.

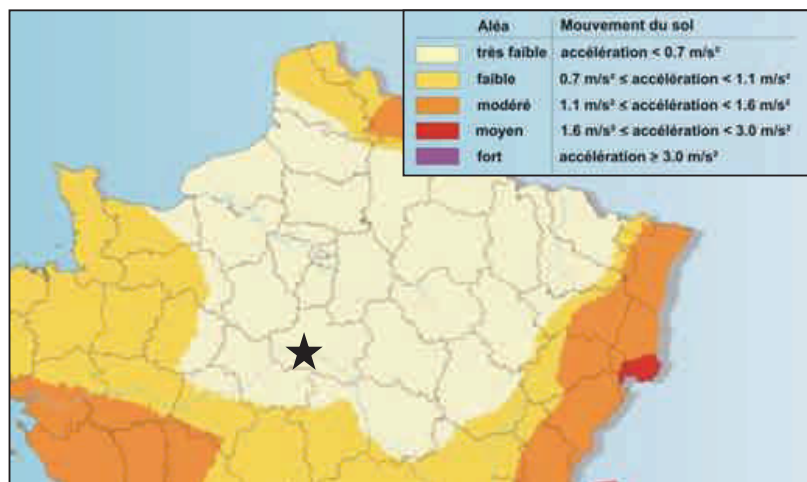


Figure 8 : Extrait carte du zonage sismique en France

2.4.2. Risque de cavités

Le site Internet www.bdcavite.net recense des cavités naturelles dans le secteur du projet (cf. Figure 9). La carte a été complétée par la localisation du fontis présent sur le site du CNRS, encore ouvert à ce jour.

La présence de vides ou de zones décomprimées est un phénomène connu dans la région Orléanaise qui pourra conditionner la réalisation des fondations. Des préconisations spécifiques pourront être recommandées pour prendre en compte ce phénomène et adapter au plus juste le projet.

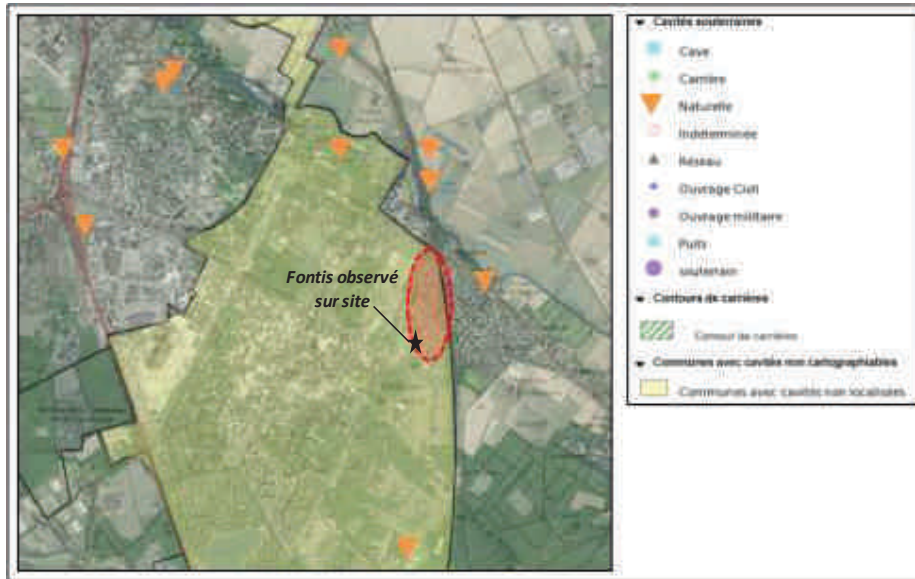


Figure 9 : Extrait de la carte des cavités souterraines (source : www.bdcavites.net)

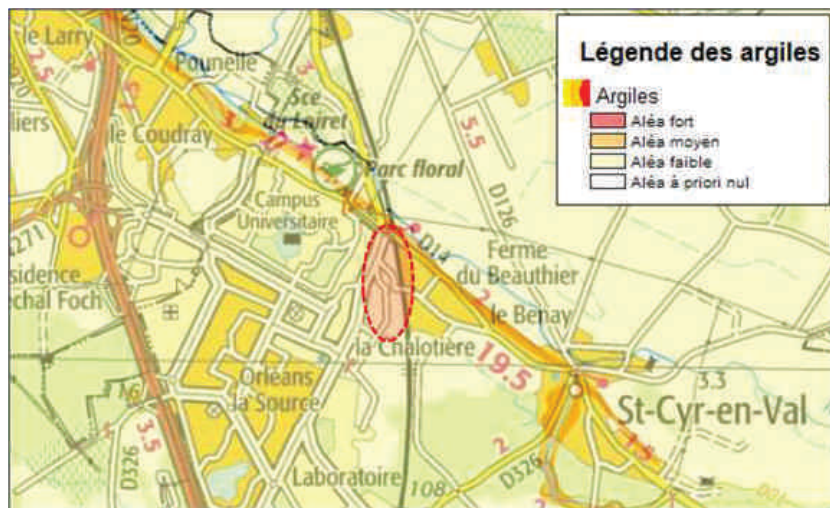


Figure 10 : Fontis sur le site du CNRS

2.4.3. Aléa retrait gonflement des argiles

Cet aléa correspond au comportement gonflant et rétractant des sols argileux. En cas de variation des conditions hydriques, un sol sensible aura tendance à gonfler (augmentation de la teneur en eau) ou à se rétracter (diminution de la teneur en eau) et ainsi provoquer des mouvements de sols différentiels pouvant provoquer de graves dommages sur les structures.

Selon la carte du BRGM, l'aléa est qualifié de faible vis-à-vis du phénomène de retrait gonflement des argiles.



3. Reconnaissances géotechniques

3.1. Programme de reconnaissances

Le programme des investigations géotechniques a été le suivant :

Essais in situ :

- **4 sondages destructifs**, descendus à 12 m, avec enregistrement des paramètres de forage (SD 1 à 4),
- **1 sondage pressiométrique** descendu à 15 m avec essai pressiométrique tous les 1,5 m jusqu'à 6 m puis tous les 2 m soit 8 essais (SP1),
- **1 sondage pressiométrique** descendu à 12 m avec essai pressiométrique tous les 2 m à partir de 1,5 m, soit 6 essais (SP2),
- **7 fouilles à la pelle mécanique (1 journée)**, descendues à 3 m de profondeur ou au refus. Observation des terrains en place (levé de la coupe lithologique, degré d'altération, homogénéité, circulations et arrivées d'eau, tenue des parois, ...), et prélèvement des échantillons pour les analyses en laboratoire,
- **10 sondages au pénétromètre dynamique (1 journée)**, descendus à 10 m ou au refus,
- **3 essais d'infiltration Matsuo**, réalisés dans des fouilles à la pelle mécanique, pour évaluer les possibilités d'infiltration des eaux pluviales,
- **1 piézomètre** géotechnique permettant d'identifier le niveau de la nappe, mis en place au sein du sondage destructif SD1 prolongé de 6 m soit jusqu'à 18 m de profondeur.

Essais en laboratoire

Sur les échantillons prélevés dans les fouilles à la pelle, le programme d'essais en laboratoire comportera :

- **3 séries d'essais d'identification** (teneur en eau, granulométrie, valeur de bleu VBS) en vue de la classification GTR,
- **1 essai Proctor normal, avec mesure de l'indice de portance immédiat (IPI, 5 points de mesures)** pour évaluer les conditions de compactage des terrains en place,
- **1 essai de caractérisation de l'agressivité des sols vis-à-vis des bétons.**

Initialement, il était prévu de mettre en place le piézomètre dans le sondage pressiométrique SP1 et de le prolonger de 3 m (18 m plutôt que 15 m) pour s'assurer d'intercepter la nappe. Une chute d'outil a été constatée dans ce forage vers 17 m de profondeur et jusqu'à la fin du sondage. Il a été décidé de déplacer le piézomètre dans le sondage SD1 qui a donc été prolongé jusqu'à 18 m de profondeur.

Les résultats de sondages sont fournis en annexe.

3.2. Localisation des sondages

La Figure 12 présente l'implantation des sondages réalisés et le Tableau 1, leurs coordonnées.



Figure 12 : Plan d'implantation des sondages

Lambert 93				Lambert 93			
Sondage	X	Y	Z	Sondage	X	Y	Z
PD1	621141.785	6749671.022	104.503	PM1	621188.981	6749604.110	105.981
PD2	621103.967	6749588.450	105.850	PM2	621195.006	6749511.601	106.006
PD3	621186.400	6749611.037	105.896	PM3	621125.990	6749536.134	106.322
PD4	621194.000	6749517.268	106.589	PM4	621172.974	6749438.550	107.478
PD5	621181.301	6749388.493	107.587	PM5	621183.545	6749278.139	106.867
PD6	621183.950	6749327.016	106.941	PM6	621244.603	6749183.581	107.750
PD7	621252.651	6749177.640	108.112	PM7	621188.762	6749122.015	107.744
PD8	621191.676	6749180.559	107.680	SD1	621185.896	6749676.275	104.338
PD9	621223.728	6749141.873	107.904	SD2	621187.652	6749516.857	106.246
PD10	621207.667	6749089.344	107.805	SD3	621187.010	6749182.067	107.737
PMM1	621158.718	6749696.370	103.671	SD4	621242.200	6749103.459	107.919
PMM2	621183.781	6749357.700	107.387	SP1	621146.700	6749631.601	105.613
PMM3	621222.749	6749089.310	107.948	SP2	621249.854	6749175.693	108.117

Tableau 1 : Coordonnées des sondages réalisés

3.3. Limites de la méthode

Les sondages sont des reconnaissances ponctuelles qui ne peuvent offrir une vision continue de l'état des terrains. Leur implantation et leur densité sont guidées par la connaissance du site et par les données disponibles du projet afin d'avoir une vision représentative de l'état du sous-sol, sans que l'on puisse exclure l'existence d'une anomalie d'extension limitée entre deux points de sondage.

Des investigations complémentaires pourront s'avérer nécessaires pour les études ultérieures (G2-AVP et G2-PRO). Les données obtenues en phase G1-PCG et les précisions apportées de projet (implantation, géométrie, descentes de charges,...) permettront de définir ce programme avec pertinence.

4. Résultats des reconnaissances

Les résultats d'investigations (coupes de sondages, fiches descriptives, rapport d'essai en laboratoire) sont joints en annexe. Toutes les profondeurs indiquées sont en mètres et décomptées à partir du terrain naturel existant au moment des essais.

4.1. Lithologie

Les investigations ont mis en évidence la lithologie suivante :

- **Terre végétale** : présente sur une épaisseur de l'ordre de 0,40 m, elle comprend des matériaux limoneux bruns comprenant des racines et des cailloux pluri centimétriques.
- **Alluvions anciennes** : sable grossier à fin, brun ocre à rouge sec. Il comporte des passages argileux et des passages avec plus de graviers et blocs centimétriques à décimétriques. L'horizon a été reconnu sur une épaisseur variant de 4,0 à 8,0 m environ. La base de la formation se situe approximativement vers 100,5 NGF et semble plonger vers le nord où la base a été identifiée dans les sondages SP1 et SD1 respectivement à 96,4 et 94,8 NGF.
- **Formation de Beauce** : marne beige, reconnue jusqu'en fin de sondage. La base de la formation n'a pas été reconnue.

4.2. Paramètres de foration et sondages pénétrométriques

L'enregistrement des paramètres de forage, pression sur l'outil (PO), pression d'injection (PI), couple de rotation (CR) et vitesse d'avancement (VIA), a été effectué lors de la réalisation des sondages en complément des mesures pressiométriques.

- Le niveau de terre végétale rencontré en surface est généralement décapé lors des travaux de terrassement afin de s'affranchir de ses caractéristiques mécaniques médiocres.
- Nous notons ensuite des vitesses d'avancement élevées en tête des sondages traversant les sables rouges. Ceci caractérise un sol faiblement compact.
- Au sein des Alluvions Anciennes, on observe localement une augmentation de la vitesse d'avancement témoignant de la présence de passes plus argileuses.
- Dans les marnes, les valeurs de pression d'injection sont légèrement plus élevées que sur la partie haute du sondage. Les pics successifs de pression d'injection peuvent indiquer l'intercalation de niveaux durs entre des niveaux marneux.
- Les sondages poursuivis au-delà de 12 m de profondeur indiquent des caractéristiques plus faibles sur les derniers mètres investigués : vitesses d'avancement plus élevées et pressions d'injection faibles.
- Dans le sondage SP1, des pics de la vitesse d'avancement ont été constatés à partir de 15 m de profondeur, puis la vitesse reste élevée de 16,5 m de profondeur jusqu'à la fin du sondage ce qui correspond à la chute de l'outil. Ceci pourrait correspondre à une zone décomprimée dont l'étendue n'a pu être reconnue.

- De même, dans le sondage SD1, des pics de la vitesse d'avancement ont été constatés vers 12 et 15 m de profondeur sur des épaisseurs de l'ordre de quelques dizaines de centimètres.

Les sondages au pénétromètre dynamique ont tous été arrêtés au refus soit entre 1 et 3,5 m de profondeur probablement dû à la présence de galets ou cailloux empêchant la progression de l'essai. D'après la lithologie au droit du site, le refus n'est pas lié à la présence d'une couche de matériaux durs.

La résistance dynamique, qd, augmente significativement à partir de 0,7 à 1,5 m de profondeur en fonction des sondages. Après avoir traversé ces terrains superficiels, la résistance dynamique est de l'ordre de 20 à 30 MPa.

La faible profondeur des sondages et les résultats obtenus n'ont pas permis d'identifier d'hétérogénéité significative, verticale ou d'un sondage à l'autre.

Les résultats des sondages au pénétromètre dynamique sont joints en annexe.

4.3. Alluvions anciennes

4.3.1. Description

Les Alluvions anciennes sont composées de sable grossier à fin, brun ocre et rouge sec. Il comporte des passages argileux et des passages avec plus de graviers et blocs centimétriques à décimétriques. La présence d'argile se traduit également par des blocs argileux de taille décimétrique.

La différenciation entre les sables et les couches argileuses n'est pas franche. La formation paraît tout de même être plus argileuse vers la base.

Les fiches descriptives des fouilles à la pelle (annexe) présentent des photographies de ces matériaux.

Au droit du sondage PMM1, il a été reconnu une argile sableuse raide de couleur grise avec des veines ocre dès 0,9 m de profondeur jusqu'à la fin de la fouille.

Une chute d'outil a été constatée au droit du sondage SD3 entre 6,8 et 7,2 m de profondeur, pouvant correspondre à une zone décomprimée des terrains.



Figure 13 : Matériaux extraits de la fouille PM4



Figure 14 : Argile grise – PMM1

La formation a été reconnue sur une épaisseur variant entre 4,0 à 8,0 m (Tableau 2). La base se situe approximativement vers 100,5 NGF mais semble plonger vers le nord et se situe vers 95 NGF à cette extrémité.

Tableau 2 : Epaisseurs des horizons rencontrés – Alluvions anciennes

Stratigraphie	SD1 (18 m de profondeur)		SD2 (12 m de profondeur)		SD3 (12 m de profondeur)	
	Prof. du toit	Epaisseur	Prof. du toit	Epaisseur	Prof. du toit	Epaisseur
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
Sable marron	0,3	0,2	0,4	0,4	0,4	0,6
Sable argileux ocre	0,5	3,9	0,8	4,7	1,0	5,3
Argile sableuse ocre	4,4	5,1	-		6,3	0,9

Stratigraphie	SD4 (12 m de profondeur)		SP1 (10 m de profondeur)		SP2 (12 m de profondeur)	
	Prof. du toit	Epaisseur	Prof. du toit	Epaisseur	Prof. du toit	Epaisseur
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
Sable marron	0,4	2,0	0,2	0,6	0,3	0,8
Sable argileux ocre	2,4	5,1	0,8	8,4	1,1	6,2

4.3.2. Caractéristiques pressiométriques

Les essais pressiométriques réalisés au sein de la formation sont au nombre de 8.

Tableau 3 : Synthèse des résultats des essais pressiométriques – Alluvions anciennes

	Em (MPa)	PI* (MPa)	Em/PI
Nombre	8	8	8
min	7	0,8	5
max	42	4,1	13
écart-type	13	1,1	2
Moyenne	24	2,7	9

Avec :

Em : module pressiométrique,

PI* : pression limite nette.

Les distributions des valeurs de Em et PI* sont présentées dans les histogrammes suivants.

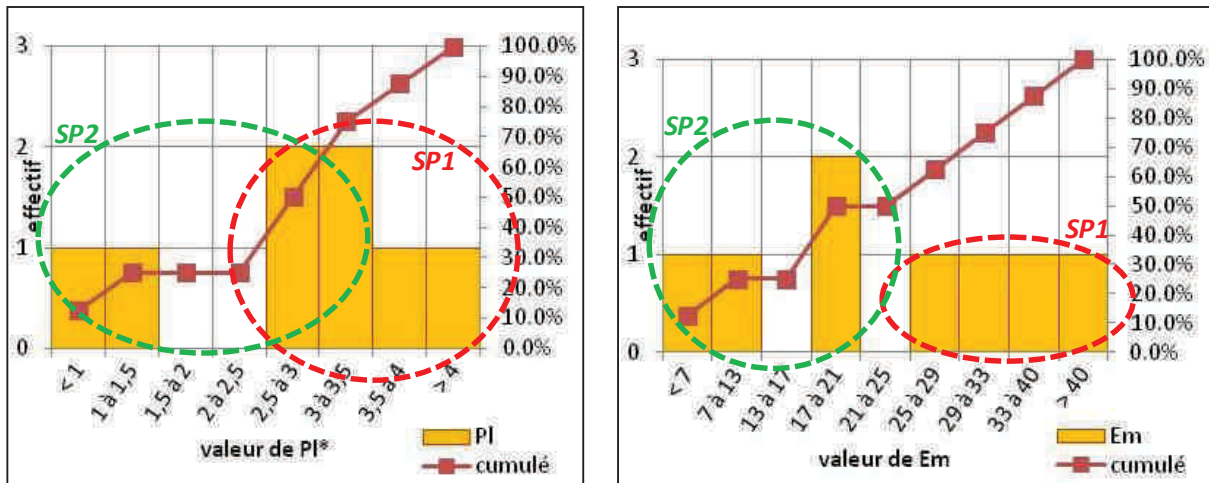


Figure 15 : Distribution des paramètres pressiométriques – Alluvions anciennes

Les caractéristiques mesurées augmentent avec la profondeur et sont hétérogènes d'un sondage à l'autre. Elles sont médiocres au droit du sondage SP2 et bonnes au droit du sondage SP1.

Les valeurs des caractéristiques pressiométriques retenues sont les suivantes :

- Module pressiométrique **Em = 15 MPa** ;
- Pression limite **PI* = 1,5 MPa**.

Le rapport Em/PI* varie de 5 à 12, relevant l'hétérogénéité de l'état de consolidation des terrains.

L'hétérogénéité de cette formation nécessitera des investigations complémentaires afin de vérifier ses caractéristiques au droit des appuis du futur ouvrage et anticiper les éventuelles adaptations au niveau des fondations.

4.3.3. Essais en laboratoire

Identification

Les matériaux prélevés lors des fouilles géologiques ont été transmis au laboratoire d'essais géomécaniques pour des séries d'essais d'identification permettant de déterminer la classification des matériaux au sens du GTR (Guide des Terrassements Routiers) :

- Teneur en eau,
- Granulométrie,
- Qualification de l'argilosité des matériaux par essai au bleu de méthylène (VBS) ou détermination des limites d'Atterberg pour les matériaux très argileux.

Trois (3) échantillons ont été testés.

Tableau 4 : Résultats des essais en laboratoire

Référence & description visuelle	W %	D _{max} mm	<50mm %	<2mm %	<80µm %	VBS g/100g	W _L /W _P IP	GTR
PM1 à 1.10 m Sable brun jaunâtre à éléments siliceux millimétriques à centimétriques. Présence de quelques nodules millimétriques d'argile brune.	3.9	30	100.0	66.8	8.4	0.4		B ₄
PM5 à 1.50 m Limon ferme légèrement carbonaté marron.	9.6	14	100.0	96.0	47.9	2.1		A ₁
PM11 à 1.80 m Argile ferme marron grisâtre.	22.3	/	100.0	99.6	88.5		71/30/41	A ₄

Les principales caractéristiques des classes de sol identifiées sont les suivantes :

Classe B₄ : sols sableux et graveleux avec fines (éléments < 80 µm), sensibles à l'eau en raison de la plasticité de leurs fines. Ils sont généralement perméables et réagissent assez rapidement aux variations de l'environnement hydrique et climatique. Leur emploi en couche de forme sans traitement nécessite la mesure de leur résistance mécanique (essai Los Angeles).

Classe A₁ : sols fins susceptibles de changer brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau. Le temps de réaction est relativement faible mais la perméabilité pouvant varier dans de larges limites selon la granulométrie, la plasticité, et la compacité, le temps de réaction peut tout de même varier assez largement.

Classe A₄ : sols fins, très cohérents et presque imperméables. Leur emploi en couche de forme n'est normalement pas envisagé.

Essai mécanique

Un essai Proctor a été réalisé sur l'échantillon prélevé au droit de la fouille PM1, au droit des futures voiries.

Tableau 5 : Résultats essais mécaniques en laboratoire

Référence & description visuelle	W %	W _{opt} %	pd _{opt} g/cm ³	W %	pd g/cm ³	IP
PM1 à 1.10 m Sable brun jaunâtre à éléments siliceux millimétriques à centimétriques. Présence de quelques nodules millimétriques d'argile brune.	3.9	7.7	1.91	2.4	1.78	23.3
				4.1	1.87	42.1
				6.2	1.90	27.1
				7.6	1.90	26.3
				9.2	1.91	18.7
				10.8	1.90	12.3
				12.1	1.86	7.7

D'après l'indice de portance immédiat, l'état hydrique des matériaux B₄ prélevés est très sec (ts).

4.4. Formation de Beauce

4.4.1. Description

En tête de la formation, les matériaux correspondent à des marnes de couleur beige. La profondeur du toit lors des sondages est présentée dans le tableau ci-après.

Tableau 6 : Profondeur du toit – Formation de Beauce

Sondage	Prof. du toit
	(m)
SD1 (prof. 18m)	9,5
SD2 (prof. 12m)	5,5
SD3 (prof. 12m)	7,2
SD4 (prof. 12m)	7,5
SP1 (prof. 10m)	9,2
SP2 (prof. 12m)	7,3

Lors de la réalisation des sondages destructifs et pressiométriques, des pertes totales d'injection et des chutes d'outils ont été constatées aux profondeurs indiquées dans le tableau ci-après. Ces zones peuvent correspondre à des passages très décomprimés ou des vides.

Tableau 7 : Vides repérés en sondages – Formation de Beauce

	Profondeur (m)	Epaisseur (m)	Niveau stratigraphique	Type d'anomalie
SD1	14,0 à 18,0	4,0	Marne beige	Perte totale d'injection
SD1	15,2 à 15,4	0,2	Marne beige	Chute d'outils
SD3	6,8 à 7,2*	0,4	Argile sableuse ocre	Chute d'outils
SP1	17,0 à 18,0	1,0	Marne beige	Perte totale d'injection Chute d'outils

* limite Alluvions Anciennes / formation de Beauce

4.4.2. Caractéristiques pressiométriques

Les essais pressiométriques réalisés au sein de la formation sont au nombre de 6.

Tableau 8 : Synthèse des résultats des essais pressiométriques – Formation de Beauce

	Em (MPa)	PI (MPa)	Em/PI
Nombre	6	6	6
min	19	1,5	12
max	47	3,3	19
écart-type	12	0,7	3
Moyenne	35	2,3	14,9

On remarque que les caractéristiques de cet horizon sont hétérogènes et moyennes. On observe une légère amélioration avec la profondeur. Les distributions des valeurs de Em et PI* sont présentées dans les histogrammes suivants.

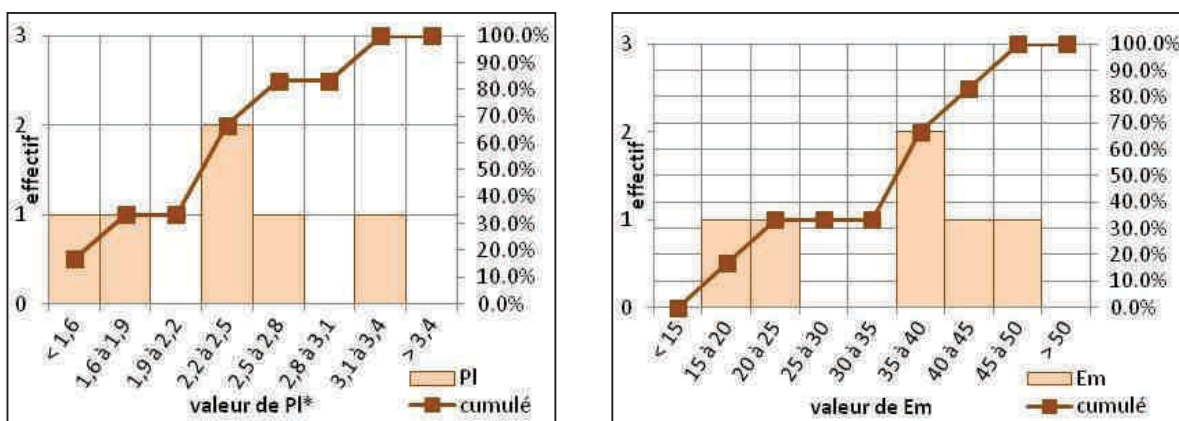


Figure 16 : Distribution des paramètres pressiométriques – Formation de Beauce

Les caractéristiques des essais réalisés en tête de la formation sont médiocres pour chacun des sondages puis sont bonnes à élevées.

Les valeurs des caractéristiques pressiométriques retenues sont les suivantes :

Formation de Beauce - Partie altérée :

- Module pressiométrique $Em = 20$ MPa ;
- Pression limite $PI^* = 2$ MPa.

Formation de Beauce :

- Module pressiométrique $Em = 35$ MPa ;
- Pression limite $PI^* = 2,5$ MPa.

4.5. Essais d'infiltration

L'essai d'infiltration Matsuo ou l'essai à la fosse consiste à mesurer la perméabilité d'un sol par l'étude du débit absorbé par une fouille rectangulaire. Le déroulement de l'essai est le suivant :

- Création de la fouille et relevé des dimensions ;
- Mise en eau de la fouille pour effectuer une saturation des sols ;
- Une fois l'eau infiltrée, seconde mise en eau et relevé du niveau d'eau selon un intervalle de temps défini. Le relevé du niveau d'eau permet de déterminer une hauteur Δh correspondant à l'eau infiltrée pendant une certaine durée. La fréquence des relevés a été effectuée toutes les 15 s pendant les deux premières minutes, puis toutes les 30 secondes jusqu'à 5 minutes et enfin toutes les minutes jusqu'à 10 minutes. L'essai se poursuit ensuite jusqu'à infiltration complète de l'eau. Après 10 minutes, la fréquence du relevé est effectuée en fonction de la vitesse d'infiltration de l'eau et est laissée à l'initiative de l'opérateur.

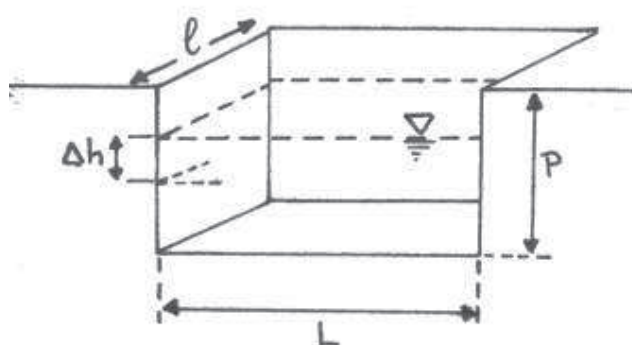


Figure 17 : Dimensions de la fouille

Les résultats des essais sont joints en annexe. Les fiches de fouilles géologiques correspondant aux essais sont également incluses dans les annexes.

Les résultats sont synthétisés dans le tableau ci-après.

Tableau 9 : Synthèse résultats des essais d'infiltration

Sondage	Profondeur testée	Nature des matériaux	Perméabilité estimée
PMM1	1,3 à 1,8 m	Argile sableuse grise	1.10^{-5} m/s*
PMM2	1,6 à 2,1 m	Sable graveleux avec blocs argileux	5.10^{-5} m/s
PMM3	1,6 à 2,1 m	Sable grossier avec quelques blocs argileux	8.10^{-5} m/s

*Durant l'essai PMM1, les circulations d'eau ont raviné les parois de la fouille, les dimensions de la fouille ont été modifiées et les résultats se trouvent altérés. La perméabilité estimée semble élevée par rapport aux matériaux identifiés lors des essais en laboratoire (argile plastique) : ce résultat ne sera pas retenu dans la suite des études.

Les résultats des essais d'infiltration PMM2 et PMM3 indiquent une perméabilité correspondant aux perméabilités habituelles des sables ($10^{-3} < K < 10^{-6}$).

4.6. Agressivité vis-à-vis des bétons

La norme NF EN206-1, base normative pour tous les bétons de structure, définit entre autres le niveau d'agressivité d'un sol ou d'une eau sur les bétons et oriente vers un choix de béton adapté pour les fondations.

Un test d'agressivité des sols vis-à-vis des bétons a été effectué sur un échantillon prélevé à 1,4 m de profondeur au sein de la fouille PM5. Les résultats d'essai sont les suivants :

Tableau 10 : Résultats de la mesure d'agressivité

Paramètre globaux/Indices	Unité	Résultats PM5	Seuil XA1
Degré d'acidité – Baumann Gully	ml/kg MS-A	< 2	>200
Sulfates (SO4)	mg/kg MS-A	120	$\geq 2\ 000$ et $\leq 3\ 000$

Les quantités mesurées sont inférieures aux valeurs seuil indiquées dans la norme NF EN 206-1 pour la détermination de la classe d'exposition correspondant aux attaques chimiques des sols naturels. Ce critère ne sera pas déterminant pour la classe de béton.

Le procès-verbal des analyses chimiques est présenté en annexe.

4.7. Niveaux d'eau

Un relevé a été fait dans le piézomètre mis en place (SD1). Le 03/11/2015, le niveau d'eau se situait à 12,8 m/TN soit 91,5 NGF.

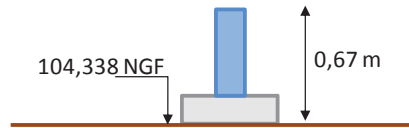


Figure 18 : Schéma du piézomètre mis en place

Les niveaux d'eau repérés dans les sondages sont les suivants :

Tableau 11 : Niveau d'eau dans chaque forage

	Profondeur		Niveau stratigraphique
	m	NGF	
SD1	12,8	91,5	Marne beige
SD2	2,2	104,0	Sable argileux ocre
SD3	2,8	104,9	Sable argileux ocre
SP1	13,8	91,8	Marne beige
SP2	4,1	104,0	Sable argileux ocre

A noter que les niveaux d'eau dans les sondages ont été relevés suite au forage réalisé avec injection d'eau, il ne s'agit *a priori* pas de niveaux stabilisés.

5. Synthèse et modèle géotechnique

5.1. Modèle géotechnique

Le terrain naturel se situe entre la cote 103 et 108 NGF, avec une pente sud-nord. Le modèle géotechnique proposé est fondé sur les résultats des investigations et notre connaissance de la géologie orléanaise.

A l'extrémité nord de la zone d'étude, la base des Alluvions anciennes plonge et se situe vers 95 NGF. Cette information n'est pas reprise dans le modèle géotechnique suivant.

Tableau 12 : Modèle géotechnique préliminaire

Formation géologique	Nature des matériaux	Cote base (NGF)	Epaisseur (m)	γ_h (kN/m ³)	PI* (MPa)	Em (MPa)	α
Quaternaire	Terre végétale, remblais	102,6 – 107,6	0,4	17	-	-	-
Alluvions anciennes	Sable rouge plus ou moins argileux	100	5 à 8,5	18	1,5	15	1/2
Formation de Beauce	Marne altérée	98,5	1,5	19	2,0	20	2/3
	Marne beige	< 86	-	19	2,5	35	1/3

Avec :

γ_h : poids volumique humide,

PI* : pression limite nette,

Em : module pressiométrique,

α : coefficient rhéologique de Ménard.

Le coefficient rhéologique α est déterminé à l'aide du tableau suivant :

Tableau 13 : Coefficient rhéologique du sol

Type	Tourbe	Argile		Limon		Sable		Sable et gravier		Roche	
	α	E/pl	α	E/pl	α	E/pl	α	E/pl	α	Type	α
Surconsolidé très serré	—	> 16	1	> 14	2/3	> 12	1/2	> 10	1/3	Très peu fracturé	2/3
										Normal	1/2
Normalement consolidé normalement serré	1	9-16	2/3	8-14	1/2	7-12	1/3	6-10	1/4	Très fracturé	1/3
Sous-consolidé, altéré	—	7-9	1/2	5-8	1/2	5-7	1/3	—	—	Très altéré	2/3

5.2. Profil

Une coupe géologique nord-sud passant par les points de sondage SD1, SD2 et SD3 a été réalisée. L'ensemble des résultats des investigations ont été pris en compte pour l'élaboration de cette coupe.

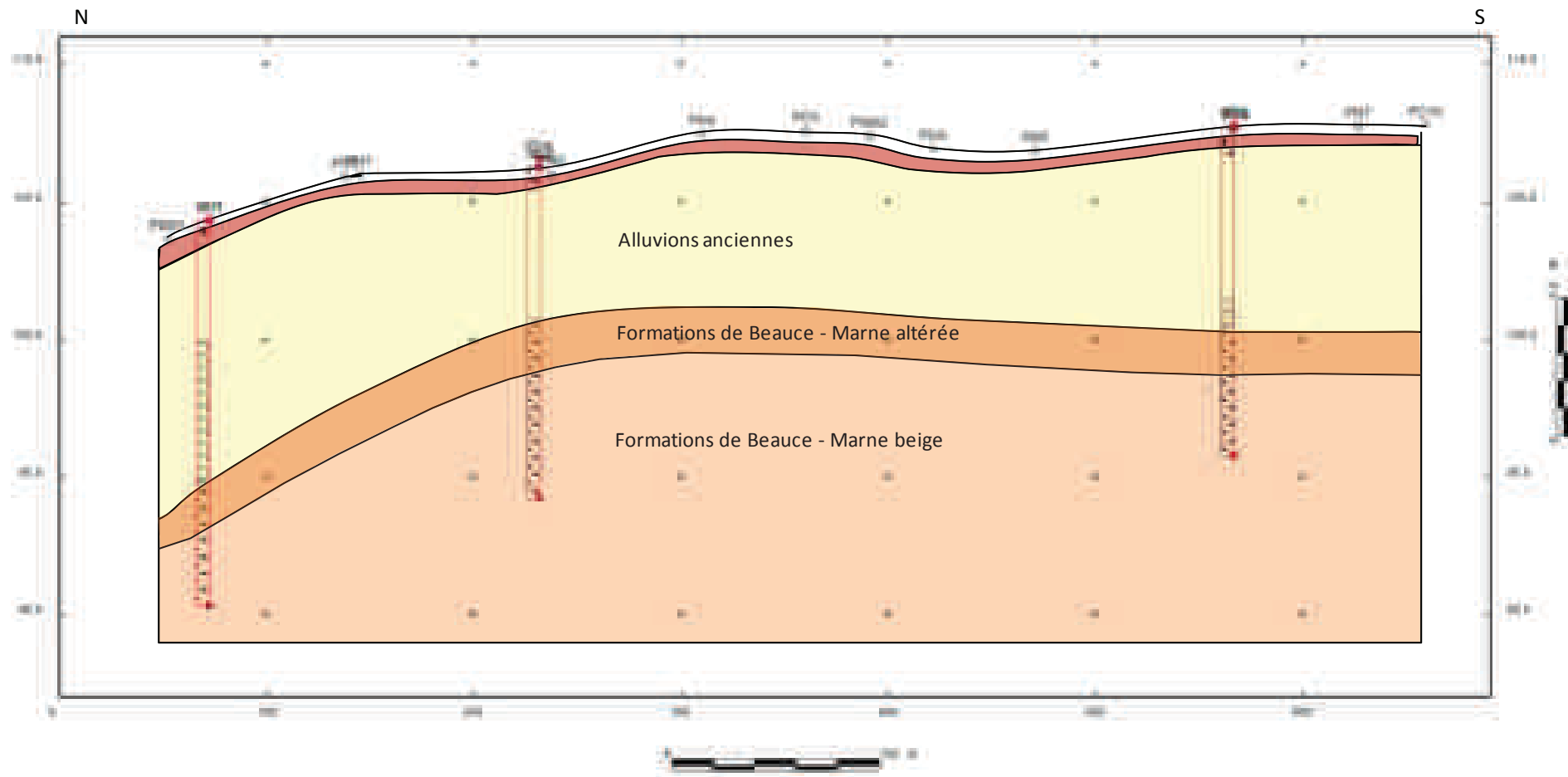


Figure 19 : Coupe géologique interprétée N-S du secteur d'étude

5.3. Niveau d'eau et perméabilité

Le niveau d'eau relevé au sein du piézomètre se situe à 91,5 NGF. Des venues d'eau sont susceptibles d'être rencontrées au-dessus de ce niveau, dans les Alluvions anciennes. Les niveaux argileux, imperméables, s'opposent à l'infiltration des eaux météoriques et des circulations d'eau sont à anticiper lors des travaux.

Les essais d'infiltration ont mis en évidence une perméabilité des terrains de l'ordre de 1.10^{-5} m/s. Au nord du site, des matériaux plus argileux (argile grise) ont été rencontrés et présentent une perméabilité plus faible.

La mise en place des Alluvions anciennes correspond au dépôt de matériaux au gré des fluctuations du fleuve. De part son mode de formation, des variations de nature des terrains sont rencontrés : des passages plus argileux ou plus sableux peuvent être rencontrés, impliquant des variations de la perméabilité en grand des terrains.

5.1. Risques géotechniques

Nous rappelons que les caractéristiques des matériaux alluvionnaires sont susceptibles de montrer des variations latérales importantes. Des investigations complémentaires devront être réalisées dans les études ultérieures en vue d'affiner au mieux la connaissance de cette formation notamment au droit des ouvrages envisagés.

Les sondages ont mis en évidence des zones décomprimées de quelques dizaines de centimètre de hauteur et un fontis est visible sur le site du CNRS à quelques mètres de la zone d'étude. Bien qu'aucun vide franc n'ait été reconnu lors de la campagne d'investigations, le risque de présence de vide au droit du projet ne peut être exclu. Les sondages géotechniques sont des reconnaissances ponctuelles qui ne peuvent offrir une vision continue de l'état du sous-sol. On ne peut exclure l'existence d'une anomalie d'extension limitée qui aurait échappé aux mailles des investigations.

6. Recommandations constructives générales

6.1. Mode de fondation

Les dimensions des ouvrages envisagés ne sont pas identifiées au stade actuel des études. Le projet comprend la construction de bâtiments permettant d'accueillir les entreprises, les pôles de compétitivité, d'instituts de recherche ou de formation adhérant à l'AgreenTech Valley.

Il est probable que les types de bâtiments soient variés : surface, nombre d'étages, des niveaux enterrés, usages...

D'après les caractéristiques des Alluvions anciennes observées, la portance dans cette formation est de l'ordre de 0,4 à 0,5 MPa (portance aux Etat Limites de Service). La formation pouvant présenter des variations latérales, il conviendra de s'assurer des caractéristiques des matériaux au droit des futurs ouvrages.

Le mode de fondation sera adapté à chaque bâtiment, selon les descentes de charges prévues. Nous préconisons les modes de fondations suivants :

- **Fondations superficielles ancrées dans les Alluvions anciennes, semelles filantes**

Des dispositions particulières devront être prises lors des études de conception pour prendre en compte le **risque de fontis** au droit des appuis des bâtiments. Le dimensionnement des fondations tiendra compte d'une condition de fontis et/ou la réalisation de sondage destructif au droit des futurs appuis. Si les sondages mettent en évidence une anomalie, une **amélioration de sol** devra être mise en œuvre : inclusions rigides ou inclusions solides. La mise en œuvre de semelle isolée est à proscrire.

Les semelles filantes seront ancrées au minimum de 0,6 m de profondeur, limite hors gel.

- Les bâtiments présentant des descentes de charges importantes (bureaux dont le nombre d'étage supérieur à 4, charge d'exploitation particulière comme des engins, des presses...) devront faire l'objet d'une étude particulière. Des **fondations profondes** de type pieux pourront s'avérer nécessaires.

Les pieux pourront intégrer des systèmes d'échanges thermiques : pieux géothermiques.

Les études ultérieures devront comprendre une estimation des tassements différentiels pour les ouvrages sur fondations superficielles.

6.2. Fonds de fouille

Les formations géologiques au droit du site sont susceptibles de présenter des hétérogénéités. Toute poche de matériaux altérés ou de faibles caractéristiques présente en fond de fouille sera purgée, il sera ensuite procédé au comblement par gros béton.

Un béton de propreté sera coulé le plus rapidement possible après ouverture des terrains.

Il est impératif que les fonds de fouille soient validés par un géotechnicien de manière à vérifier la conformité des sols qui apparaîtront en assise avec les hypothèses prises en compte pour le dimensionnement des fondations. Il pourra, le cas échéant, préconiser un approfondissement des terrassements pour purger les zones ne présentant pas une assise conforme.

6.3. Terrassements

Les études ultérieures devront préciser les pentes maximales à respecter lors des phases de terrassements. D'après les observations faites sur site, elles seront de l'ordre de 3H/2V voire 1H/1V dans les sables rouges.

6.4. Réutilisation des matériaux

Les essais en laboratoire ont identifiés des matériaux de classe B₄, A₁ et A₄.

Les matériaux de classe B₄ et A₁ correspondent à la majorité des terrains rencontrés lors des investigations. Ils pourront être réutilisés en remblais ou couche de forme. Leur état hydrique devra être identifié : très humide (th), humide (h), moyen (m), sec (s) ou très sec (s).

Le réemploi des matériaux de classe A1 en couche de forme nécessitera un traitement (liant hydraulique et/ou chaux) pour inhiber leur sensibilité à l'eau.

Des essais Los Angeles sur les matériaux de classe B4 permettront de déterminer les conditions d'utilisation en couche de forme : élimination de la fraction fine, mise en œuvre d'une couche de fin réglage, humidification, traitement au liant hydraulique,...

Les matériaux de classe A₄ n'ont été rencontrés qu'à l'extrémité nord du site (PMM1 uniquement). Ils ne pourront être réemployés en remblai ou couche de forme et devront être stockés. Il n'est pas envisageable de traiter ces matériaux.

6.5. Niveaux d'eau

Au droit du site, le piézomètre a permis d'identifier un niveau de nappe à 91,5 NGF soit vers 13 m de profondeur.

Il est conseillé de poursuivre un suivi régulier du piézomètre qui a été mis en place du piézomètre, SD1, pour identifier les niveaux d'eau à prendre en considération dans les études.

Des circulations d'eau sont possibles dans la Alluvions anciennes. Lors de la réalisation des fouilles géologiques, aucune venue d'eau n'a été observée jusqu'à 3 m de profondeur. Si des venues d'eau étaient constatées lors des phases d'excavation dans cette formation, les débits seront limités. Le choix de la période d'intervention permettra de s'affranchir de ce risque.

6.6. Risque de fontis

Comme indiqué au § 6.1, le risque de fontis devra être pris en considération lors des études ultérieures.

Nous conseillons la réalisation d'une campagne de **microgravimétrie** préalablement au démarrage des études de conception. Cette méthode géophysique consiste à mesurer la composante verticale de l'attraction de la pesanteur pour en déduire les variations de densité du sol à faibles profondeurs. Une cavité ou une zone décomprimée se caractérise par une zone de pesanteur anormalement réduite.

Sur la base des cartographies obtenues, des **sondages destructifs** placés au niveau des anomalies identifiées permettront de valider l'information : présence de vides ou de zones décomprimées.

Les résultats obtenus permettront d'implanter les bâtiments et ouvrages avec une connaissance affinée sur ce risque majeur.

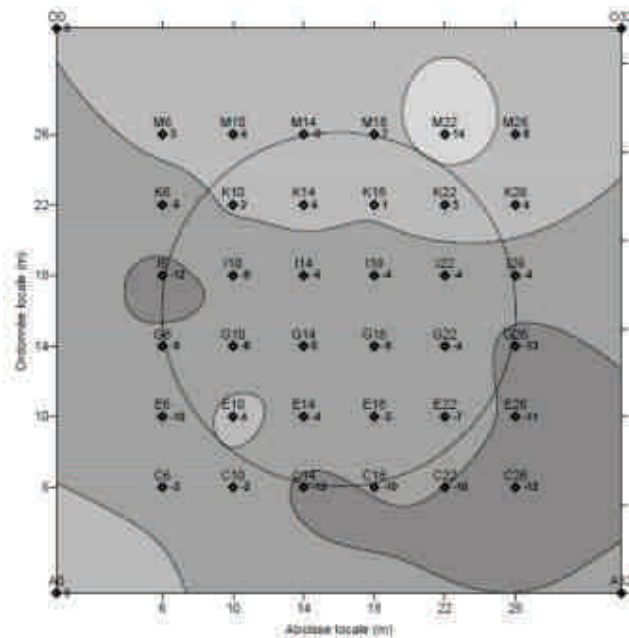


Figure 20 : Exemple de carte d'anomalie de Bouguer (μGals)

Lors des études de conception, il pourra être envisagé :

- de prendre des hypothèses particulières lors du dimensionnement en acceptant une « condition de fontis ».
- de réaliser des investigations complémentaires (sondages destructifs) au droit des futurs appuis. Des solutions d'amélioration de sol devront être proposées au stade des études dans l'éventualité où des anomalies seraient rencontrées lors de ces sondages.

Les campagnes d'investigations ultérieures devront comprendre *a minima* des sondages destructifs au droit des futurs bâtiments.

6.7. Bassins d'infiltration

Les essais ont mis en évidence des terrains perméables, 1.10^{-5} m/s, dans lesquels il sera envisageable de créer des bassins d'infiltration.

Lors des fouilles géologiques, des matériaux très argileux ont été reconnus sur la partie Nord du site. Il sera préférable d'éviter d'implanter un bassin dans ces terrains.

L'implantation du/des bassins d'infiltration devra être validée par la réalisation d'essais d'infiltration au droit de ces zones.

6.8. Voiries

Les matériaux sollicités pour la réalisation des voiries sont les sables rouges des Alluvions anciennes, classés B₄ au droit de l'implantation prévisionnelle de la voirie.

Les valeurs de modules pressiométriques des premiers mètres laissent présager une classe de plateforme PF2 voire PF3 (à déterminer par essai à la plaque).

La classe de l'arase est AR1 voire AR2 si des dispositions de drainage sont envisagées à la base de couche de forme.

La structure de voirie sera fonction des terrains en place et des hypothèses de trafic considérées :

- Classe de plateforme à identifier par essai à la plaque,
- Moyenne journalière de véhicules (Poids Lourds uniquement),
- Durée de vie de la structure,
- Accroissement du trafic (%).

6.9. Dallages

Une couche de fondation du dallage constituée de matériau sablo-graveleux propre, bien gradué et compacté suivant les règles de l'Art devra être mise en place.

Dans une situation rendant possible les dallages, ceux-ci devront être entièrement dissociés de la superstructure. Le dallage devra être dimensionné conformément aux prescriptions de la norme NF P11-213 sur la base des modules de déformation des sols qui seront déduits des missions d'avant-projet et de projet géotechnique.

On purgera systématiquement les matériaux compressibles et/ou évolutifs éventuellement rencontrés en fond de fouille.

Il est recommandé de faire examiner l'arase du terrassement et les fonds de fouille des fondations par un géotechnicien, de manière à vérifier la conformité des sols qui apparaîtront en assise avec les hypothèses prises en compte pour le dimensionnement des fondations. Il pourra, le cas échéant, préconiser un approfondissement des terrassements pour purger les zones ne présentant pas une assise conforme. Les observations devront être complétées par les essais à la plaque préconisés afin d'assurer une portance du sol suffisante.

Classiquement, on prendra soin de ne laisser les fouilles ouvertes que le minimum de temps, avant mise en œuvre du béton de propreté. Le fond des fouilles sera fini manuellement ou au godet lisse pour limiter, au possible, les tassements parasites dus au remaniement du fond de fouille des fondations.

Un géotextile anticontaminant entre la couche de fondation et le fond de fouille devra également être mis en place.

6.10. Enchaînement des missions géotechniques

La présente mission géotechnique, dont ce rapport constitue sa conclusion, correspond à une étude géotechnique préliminaire de type G1 - PGC selon la norme NF P 94-500 de novembre 2013. Elle a permis de donner les principes généraux d'adaptation du projet de construction de bâtiments pour la vallée numérique du végétal. Elle ne comprend aucun élément de prédimensionnement.

Conformément à l'esprit de cette norme, qui est de réduire étape par étape les risques liés au sol, elle doit être suivie par une étude de projet géotechnique (mission G2) : une fois le plan masse défini et les premières descentes de charges connues, il sera nécessaire de réaliser une mission de type G2-AVP (avant-projet) afin de réduire les incertitudes sur les données géotechniques et d'établir les prédimensionnements des ouvrages géotechniques.

Pour la réalisation de cette mission, des investigations complémentaires pourront s'avérer nécessaire et devra être définie par le géotechnicien.

Pour la phase de réalisation des travaux, une mission de supervision géotechnique (mission G4) devra être réalisée. Elle comportera, d'une part, la validation des documents géotechniques produits par l'entreprise, et d'autre part le suivi géotechnique du chantier, permettant de s'assurer que les terrains rencontrés présentent des caractéristiques géotechniques cohérentes avec les hypothèses faites dans le cadre des études, et le cas échéant définir en concertation avec l'entreprise les adaptations nécessaires.

Observations sur l'utilisation du rapport

Observation 1

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable ; en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des énonciations d'Antea Group ne sauraient engager la responsabilité de celle-ci. Il en est de même pour une éventuelle utilisation à d'autres fins que celles définies pour la présente prestation.

Observation 2

Il est rappelé que les résultats de la reconnaissance s'appuient sur un échantillonnage et que ce dispositif ne permet pas de lever la totalité des aléas liés à l'hétérogénéité du milieu naturel ou artificiel étudié.

Observation 3

La prestation a été réalisée à partir d'informations extérieures non garanties par Antea Group ; sa responsabilité ne saurait être engagée en la matière.