

**LE PLESSIS GRAMMOIRE - 49**  
**Ecoquartier de la Pelleterie**

Étude géotechnique préalable  
*Phase principe généraux de construction (Bâtiments)*

et

Étude géotechnique de conception  
*Phase avant-projet (Voirie)*

Mission G1 PGC et G2 AVP

Étude n°S001261-A



**Fondouest**

PAYS DE LA LOIRE

BP 67301 - 21, rue de l'Argelette  
49072 BEAUCOUZÉ CEDEX

TEL : 02 41 21 03 80 - FAX : 02 41 21 03 81

RCS ANGERS - Siret 339 429 060 000 41



**LE PLESSIS GRAMMOIRE - 49**  
**Ecoquartier de la Pelleterie**

Étude géotechnique préalable phase principe généraux de construction - **G1** PGC (Bâtiments)  
Étude géotechnique de conception phase avant-projet - **G2** AVP (Voirie)

**Étude n°S001261-A**

Nous rendons compte ci-après d'une étude géotechnique réalisée par **FONDOUEST Pays de la Loire**, basé 21 rue de l'Argelette 49070 BEAUCOUZE Cedex, dans le courant des mois de janvier et février 2014, pour le compte de **la COMMUNE DU PLESSIS GRAMMOIRE**.

**SOMMAIRE**

<b>1 - GÉNÉRALITÉS - CIRCONSTANCES .....</b>	<b>3</b>
1-1 DOCUMENTS REMIS A FONDOUEST .....	3
1-2 CARACTERISTIQUES DU PROJET.....	3
1-3 MISSION DE FONDOUEST .....	3
<b>2 - ANALYSE .....</b>	<b>4</b>
2-1 TOPOGRAPHIE - ETAT DES LIEUX.....	4
2-2 COUPES DE SOL.....	4
2-3 GEOTECHNIQUE .....	4
2-4 ESSAIS EN LABORATOIRE.....	5
2-5 HYDROGEOLOGIE.....	6
2-6 ALEAS.....	6
<b>3 - COMMENTAIRES - CONCLUSIONS .....</b>	<b>7</b>
3-1 TERRASSEMENTS GENERAUX.....	7
3-2 PRINCIPES GENERAUX D'ADAPTATION .....	7
3-3 RECOMMANDATIONS IMPORTANTES.....	8

**DOCUMENTS ANNEXES**

- ⇒ Coupes des sondages pressiométriques, 3 pages
- ⇒ Coupes des sondages de reconnaissance, 7 pages
- ⇒ Fiches des résultats des essais de laboratoire, 3 pages
- ⇒ Plan d'implantation des sondages, 1 page
- ⇒ Conditions générales des missions géotechniques, 2 pages
- ⇒ Missions géotechniques types (extrait de la norme NF P 94-500), 2 pages



---

## 1 - GÉNÉRALITÉS - CIRCONSTANCES

---

### 1-1 DOCUMENTS REMIS A FONDOUEST

⇒ Un plan avec une répartition des parcelles et des voiries, sans échelle, sans référence.

Ce document nous a été envoyé par la Mairie du Plessis Grammoire le 1<sup>er</sup> octobre 2013.

### 1-2 CARACTERISTIQUES DU PROJET

Le projet concerne l'aménagement d'un écoquartier, pour lequel les implantations et les caractéristiques exactes des bâtiments ne sont pas définies à ce jour.

### 1-3 MISSION DE FONDOUEST

#### 1-3-1 MISSION D'ETUDE

La mission qui nous est confiée est une mission d'**étude géotechnique préalable phase principes généraux de construction** de type  $G1_{PGC}$  pour les bâtiments et d'**étude géotechnique de conception phase avant-projet** de type  $G2_{AVP}$  pour la voirie, suivant la norme NF P 94-500 de Novembre 2013.

**Nota** : il était initialement prévu une étude géotechnique préliminaire de site de type  $G11$  pour les bâtiments et d'avant-projet de type  $G12$  pour la voirie selon la norme NF P 94-500 de décembre 2006. Cependant, la norme a été modifiée en novembre 2013. Par conséquent, nous avons basculé l'étude en mission  $G1$  phase PGC pour les bâtiments et  $G2$  phase AVP pour la voirie conforme à la nouvelle norme.

**Exclusion** : l'estimation approchée des quantités sera exclue de la présente mission.

#### 1-3-2 MISSION DE RECONNAISSANCE

Dans le cadre de notre étude, nous avons réalisé le programme suivant :

- ⇒ **10 sondages de reconnaissance** à la tarière mécanique de  $\varnothing$  63 mm de 2,0 et 6,0 m de profondeur,
- ⇒ **10 essais «in situ» au pressiomètre** répartis dans 3 de ces sondages,
- ⇒ en laboratoire, **2 identifications GTR** (comprenant teneur en eau naturelle, granulométrie et VBS) et **2 mesures des limites d'Atterberg**,
- ⇒ le nivellement relatif des points de sondage par rapport à un repère pris sur le site.



---

## 2 - ANALYSE

---

### 2-1 TOPOGRAPHIE - ETAT DES LIEUX

L'emplacement du projet se situe à l'Est du centre bourg du Plessis Grammoire. Le site est actuellement un terrain nu, en herbe.

Les points de sondage ont été nivelés par rapport à une borne présente sur la parcelle à laquelle nous avons attribué la valeur 100,0 m (cote arbitraire). Son emplacement est précisé sur le plan d'implantation. Les altitudes relatives ainsi obtenues sont reportées sur les coupes de sondages. Elles sont données à titre indicatif. Elles devront être vérifiées et rattachées au NGF par un géomètre pour plus de précision.

Au droit du projet la surface du sol est relativement plane. La dénivelée maximale relevée entre sondages est de 0,7 m environ.

### 2-2 COUPES DE SOL

La disposition géométrique des différents faciès géologiques est illustrée par les coupes des sondages présentées en annexe.

Au droit de nos sondages, la géologie du site est caractérisée par :

- ⇒ en tête, sous la couche de terre végétale **Tv**, des limons sableux **Ls1** parfois argileux, marron, observés jusqu'à 0,5 à 0,7 m de profondeur,
- ⇒ puis, des marnes **Ma2** limono-sableuses beiges avec des débris coquillers, dans lesquelles nos sondages ont été arrêtés à 2,0 et 6,0 m de profondeur.

### 2-3 GEOTECHNIQUE

Les caractéristiques géotechniques des marnes ont été mesurées «in situ» au pressiomètre. Les valeurs obtenues (résistance à la rupture **Pl\*** et module pressiométrique **Em**) sont présentées en annexe, en regard des coupes de sondages pressiométriques.

Nous retiendrons principalement les éléments suivants :

Faciès	Pl* (MPa)	Em (MPa)
<b>Ma2</b>	0,43 à 1,62	6,2 à 15

On remarque que les caractéristiques mécaniques sont irrégulières :

- ⇒ faibles à bonnes dans le faciès marneux *Ma2*.

**Nota** : aucun essai n'a été réalisé dans les limons sableux *Ls1* du fait de leur faible épaisseur au droit de nos sondages pressiométriques.



## 2-4 ESSAIS EN LABORATOIRE

La synthèse de résultats des essais en laboratoire sont présentés dans le tableau ci-dessous. Les fiches détaillées sont jointes en annexe du rapport.

Sondage	SP1	SP3	RT6	RT8
Profondeur (en m)	0,7 à 2,5	0,2 à 0,7	0,7 à 1,5	1,2 à 2,0
Faciès	Ma2	Ls1	Ma2	Ma2
W <sub>n</sub>	26	25	43	30
VBS	-	5,1	2,4	-
Passant à 80 µm (%)	-	44	43	-
W <sub>l</sub>	34	-	-	38
W <sub>p</sub>	23	-	-	24
I <sub>p</sub>	11	-	-	14
<b>Classification GTR</b>	<b>A<sub>1</sub></b>	<b>A<sub>2</sub></b>	<b>A<sub>1</sub></b>	<b>A<sub>2</sub></b>

Où :

- ⇒ VBS = valeur de bleu de méthylène (g/100 g)
- ⇒ W<sub>n</sub> = teneur en eau naturelle (%)
- ⇒ W<sub>l</sub> = limite de liquidité (%)
- ⇒ W<sub>p</sub> = limite de plasticité (%)
- ⇒ I<sub>p</sub> = indice de plasticité (%)

Les sols en place (faciès *Ls1* et *Ma2*) peuvent être classés A<sub>1</sub>/A<sub>2</sub> selon le guide GTR. Il s'agit de sols fins «sensibles à l'eau» qui changent brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau.

D'après le diagramme de Casagrande, les échantillons prélevés dans SP1 et RT8 sont des limons peu plastiques présentant une sensibilité modérée mais non négligeable au phénomène de retrait.

Cependant, selon la carte géologique de ANGERS au 1/50 000, le faciès *Ma2* appartient à la formation dite des «Marnes à Ostracées» pouvant inclure des passages riches en minéraux gonflants, donc une variation latérale importante dans son comportement. De même, d'après les cartes émises par le BRGM sur l'aléa retrait-gonflement des argiles, le site est classé en **aléa FORT**.

Par conséquent, nous conseillons, en mission géotechnique de conception phase avant-projet G2<sub>AVP</sub> et pour chacun des bâtiments, d'effectuer des analyses complémentaires en laboratoire afin de vérifier avec exactitude la sensibilité de ces marnes au droit des projets.



## 2-5 HYDROGEOLOGIE

Lors de notre intervention (en janvier 2014), le niveau d'eau a été relevé en fin de chantier entre 1,0 et 1,7 m de profondeur.

Il s'agit d'une nappe en relation avec le réseau hydrographique du secteur, circulant dans les faciès perméables (*Ls1* et *Ma2*) et dont le niveau est fonction de la période de l'année et des apports météoriques.

En période de pluie, des circulations d'eau ou des suintements au sein des terrains superficiels (couche végétale, limons sableux) sont susceptibles de se manifester lors des terrassements et en fond de fouille.

Nota : nous rappelons qu'il est du ressort du Maître d'Ouvrage de s'assurer du caractère non inondable du site auprès des administrations compétentes et, en zone inondable, de prendre toutes dispositions vis-à-vis des risques majeurs de montée des eaux, en fonction du niveau de protection choisi.

## 2-6 ALEAS

### 2-6-1 SISMICITE

Le territoire de la commune du Plessis Grammoire est classé en zone de **sismicité faible (zone 2)**, depuis le 1<sup>er</sup> mai 2011, d'après le Décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010.

### 2-6-2 RETRAIT-GONFLEMENT

Le site est classé en **aléa fort** vis-à-vis du risque de retrait-gonflement des argiles sur les cartes d'aléas émises par le BRGM à ce jour.



---

## 3 - CONCLUSIONS

---

### 3-1 TERRASSEMENTS GENERAUX

Les terrassements se dérouleront en milieu meuble (limons sableux à argiles sableuses), et pourront être réalisés à l'aide de moyens classiques.

Les matériaux fins (limono-sableux ou argileux) sont des matériaux sensibles à l'eau, qui changent brutalement de consistance pour de faibles variations de leur teneur en eau (difficulté de traficabilité, purge supplémentaire, pompage, etc.). Dans ces conditions, les travaux de terrassement seront réalisés de préférence en période de faible pluviosité, et hors période de gel, ni au moment du dégel.

### 3-2 PRINCIPES GENERAUX D'ADAPTATION

#### 3-2-1 CHOIX DES FONDATIONS

Le projet prévoit la construction d'un quartier d'habitations dont le type de logements n'est pas défini à ce jour.

La sensibilité des argiles au phénomène de retrait-gonflement nécessitera de prévoir des aménagements annexes, tels que l'interdiction de planter des arbres à proximité des maisons, ne pas disposer de terrasses partielles, etc. Ce point demandera donc une attention particulière lors de l'étude géotechnique de conception phase avant-projet (G2<sub>AVP</sub>), afin d'adapter ces dispositions à chaque projet (alléger ces préconisations, définir le type de fondations possible en cas d'absence d'argiles sensibles).

Dans ce contexte, pour la construction de maisons individuelles ou d'immeubles collectifs en R+1, un système de *fondations superficielles* établies au sein des marnes *Ma2* est envisageable. L'encastrement des fondations devra cependant être important dans ce faciès, vis-à-vis du risque de retrait des argiles en cas de sécheresse, et mobilisant une contrainte faible mais suffisante au regard des charges des projets.

Dans le cas d'éventuels sous-sols, les murs enterrés des bâtiments devront être dimensionnés en soutènement et seront drainés ou cuvelés, en fonction des niveaux d'eau et du degré de protection choisi, à définir dans le cadre d'une mission G2 phase AVP.



### 3-2-2 CHOIX DES NIVEAUX BAS

La définition des niveaux bas ne peut être menée à bien qu'au regard de l'implantation exacte des ouvrages, de la cote des niveaux bas et en connaissance des surcharges d'exploitation.

En attendant les précisions pour chaque projet, les options suivantes sont envisageables :

- ⇒ soit, la réalisation de dallages sur terre-plein. Les modalités de mise en place seront alors étudiées en fonction des projets retenus et de la sensibilité des marnes,
- ⇒ soit, celle de planchers portés par les fondations avec vide résiduel.

### 3-2-3 SUPPORT DES VOIRIES

Il s'agit de créer une voirie pour la viabilisation d'un lotissement.

Dans la suite, nous nous référerons au **Guide pour la construction des chaussées à faible trafic, Bretagne – Pays de la Loire** de 2002.

La terre végétale  $T_v$  sera systématiquement décapée, ainsi que de la frange supérieure des limons sableux  $Ls1$  sur 0,2 m d'épaisseur minimum (comptée en plus de la terre végétale, à adapter en fonction de l'état hydrique des matériaux au moment des travaux), la plate-forme support des terrassements (PST) sera constituée par le faciès  $Ls1$ . Ces dispositions pourront être complétées ou améliorées d'un dispositif efficace de drainage ou de purges en période humide.

Dans ces conditions la PST sera classée en *sols peu déformables portants mais sensibles à l'eau*. Pour obtenir une plate-forme classée PF2- ( $EV2 \geq 50$  MPa), l'épaisseur de la couche de forme sera de 0,45 m, en matériaux granulaires insensibles à l'eau. Cette épaisseur est un minimum, destinée à recevoir une portance donnée et devra éventuellement être augmentée en fonction de la structure de chaussée retenue pour garantir la garde au gel exigée.

### 3-3 RECOMMANDATIONS IMPORTANTES

L'enchaînement des missions géotechniques, tel que défini par la norme NF P 94-500, relative à la classification de nos missions suit l'élaboration des différentes phases du projet.

La présente étude (de type  $G1_{PGC}$  pour les bâtiments et  $G2_{AVP}$  pour la voirie) a été réalisée en fonction des seules informations citées au paragraphe 1.

De ce fait, les principes généraux de construction des ouvrages géotechniques énoncés dans ce rapport ne sont fournis qu'à titre d'exemples. Ils devront être précisés et validés dans le cadre de l'ensemble des missions géotechniques prévues par la norme.



Celles-ci permettront notamment de fournir ou préciser les éléments suivants :

- ⇒ vérification de la sensibilité des argiles au droit des projets, avec définition des mesures supplémentaires pour protéger les ouvrages du risque de retrait-gonflement,
- ⇒ description de la position du niveau d'assise au droit des ouvrages au moyen de reconnaissances adaptées à maille plus resserrée,
- ⇒ prédimensionnement et dimensionnement des fondations des ouvrages et des dallages, en fonction des charges et des surcharges réelles,
- ⇒ estimation des tassements absolus et différentiels prévisibles,
- ⇒ dimensionnement de la voirie,
- ⇒ etc.

Nous pouvons également assurer le suivi géotechnique d'exécution des ouvrages concernés. Nous restons à cet effet à disposition de l'ensemble des intervenants.

**FONDOUEST Pays de la Loire**  
**Rapport rédigé par :**  
**Goulven JEGOUX**

**BEAUCOUZE, le 11/02/2014**  
**Vérifié par :**  
**Christelle GAILLARD**

Les pièces annexes sont consultables en mairie