

# GEODECRION

Depuis 1972

## LES EXPERTS DU SOL<sup>®</sup>

Ingénieur conseil - Ingénierie – Expertises  
Géotechnique - Géophysique  
Micropieux – Injection, consolidation et stabilisation de sol  
Loi sur l'Eau - Environnement – Etude préliminaire pollution  
Assainissement individuel et collectif  
Sondage et essais de sol - Instrumentation  
Laboratoire de mécanique des sols - Assistance Technique  
Gemmologie – Paléontologie – Géologie pédagogique

Diffusion par mail ([jlebrete@ville-orleans.fr](mailto:jlebrete@ville-orleans.fr)) et courrier simple



**ORLEANS**

**(Loiret)**

**ZAC du Clos de la Pointe**

**Sondages et essais de sol**

## **RAPPORT D'ETUDE GEOTECHNIQUE**

N° Affaire:		<b>T16-001-GEO</b>	<b>03/03/2016</b>
<b>ETABLI PAR</b>		Annexes : 19	Première Diffusion
<b>Arnaud BAYERE</b>		Texte : 20	
		Nb de feuilles : 41	

© 2016 - GEODECRION -

**SIEGE SOCIAL + AGENCE CENTRE + PAYS DE LA LOIRE + BRETAGNE + ILE DE FRANCE**

Atelier relais – Rue Alexandre Darracq – 37320 – **ESVRES-SUR-INDRE**

Tel : 02 47 05 88 42 – Mobile : 06 10 87 54 44 – [geodecrion@orange.fr](mailto:geodecrion@orange.fr)

Secrétariat central : 02 47 05 88 42 – [geodecrion@orange.fr](mailto:geodecrion@orange.fr)

[www.geodecrion-etude-geotechnique.fr](http://www.geodecrion-etude-geotechnique.fr)

## **I - MISSION**

A la demande de la Ville d'Orléans, notre société a réalisé 15 sondages de reconnaissance avec essais de sol du 8 au 16 Février 2016, à l'emplacement envisagé pour l'aménagement de la ZAC du Clos de la Pointe, à ORLEANS (45040).

Notre mission consistait en une étude géotechnique pour :

- Reconnaître les sols,
- Faire une approche sur les types et caractéristiques des fondations à envisager, ainsi que les dallages,
- Identifier les contraintes géotechniques susceptibles d'avoir une incidence sur les constructions et les aménagements d'espaces publics,
- Définir l'état préliminaire de pollution des sites.

Il s'agit d'une étude géotechnique préliminaire de site G1 PGC, de la norme NF P 94-500 du 30 Novembre 2013, jointe.

Le diagnostic pollution constitue un document séparé immatriculé T16-001-POL.

Le dimensionnement des chaussées ne fait pas partie de notre mission.

Les documents fournis pour remplir notre mission ont été les suivants :

- Plan de localisation du site,
- Plan parcellaire,
- Plan de limite de la ZAC,
- Plan d'implantation des sondages.

## **II - PROJET**

Le projet n'est à ce jour pas encore défini et l'implantation exacte des ouvrages n'est actuellement pas connue, ainsi que le nombre d'étages et de sous-sol.

Les charges maximales reçues par les sols ne nous ont pas été communiquées.

Il s'agira d'une ZAC avec voiries, espaces publics et constructions diverses.

### **III - ETUDE GEOTECHNIQUE**

#### **3.1 METHODE DE TRAVAIL**

La Ville d'Orléans nous a demandé de réaliser 15 sondages de reconnaissance aux emplacements qui nous ont été désignés sur plan et lors de la visite du site le 14 Janvier 2016.

Ils ont été réalisés aux profondeurs suivantes par rapport à la surface topographique du terrain au moment du chantier :

<b>DEC N°</b>	<b>Profondeur (m)</b>
<b>1</b>	6
<b>2</b>	6
<b>3</b>	6
<b>4</b>	6
<b>5</b>	5
<b>6</b>	5
<b>7</b>	5
<b>8</b>	5
<b>9</b>	5
<b>10</b>	15
<b>11</b>	6
<b>12</b>	6
<b>13</b>	5
<b>14</b>	15
<b>15</b>	15

Leur implantation est reportée sur le plan annexé.

Les sondages ont été forés en Ø 63 mm à la tarière mécanique hélicoïdale continue.

Des échantillons remaniés représentatifs des différentes couches traversées ont été prélevés au fur et à mesure de l'avancement pour leur identification géologique; leur résistance a été mesurée au moyen d'essais au **pressiomètre** (Norme NF P 94-110), et au **pénétromètre** dynamique (Norme NF P 94-115).

La coupe géologique de chacun des sondages, et les résultats des essais, sont joints sur les feuilles placées en annexe.

## **3.2 RESULTATS ET INTERPRETATION**

### **3.2.1 LE SITE**

Le site, traversé par l'avenue des Droits de l'Homme, est entouré d'un ensemble de maisons individuelles et est occupé pour l'essentiel par d'anciens terrains agricoles en partie boisés (vergers et maraichage). Le site occupe une superficie de 27,6 ha.

Aucune pente forte ou d'imposant talus n'ont été rencontrés.

L'intervention d'une équipe d'Archéologue sur site a révélé l'existence d'un ancien site construit sur une partie de la future ZAC (remblais anciens).

Un puits, à priori comblé, a été reconnu à proximité du sondage DEC2. Il est fort probable que d'autres maçonneries de ce type existent sur le site.

### **3.2.2 NATURE DU SOL**

Les 15 sondages de reconnaissance ont permis de distinguer les formations ci-après, de haut en bas :

#### **■ Couche 1 :**

- des **REMBLAIS hétérogènes récents et anciens**, composés par des **SABLES** limoneux et argileux et des **LIMONS** argileux et sableux, de couleurs dominantes brune, noire et beige, sur une épaisseur de :

<b>DEC N°</b>	<b>Epaisseur (m)</b>
<b>1</b>	1,0
<b>2</b>	0,5
<b>3</b>	0,5
<b>4</b>	0,8
<b>5</b>	0,8
<b>6</b>	1,3
<b>7</b>	1,0
<b>8</b>	1,2
<b>9</b>	0,9
<b>10</b>	1,1
<b>11</b>	0,9

<b>12</b>	1,3
<b>13</b>	1,2
<b>14</b>	0,9
<b>15</b>	1,2

Ces remblais sont localement caractérisés par des caillasses diverses, des fragments de briques et des plastiques en surface. Ils sont aussi mal caractérisés (absence de débris d’activité humaine) en d’autres points, et contiennent d’anciennes maçonneries enterrées ; leur épaisseur va varier.

■ **Couche 2 :**

- des **SABLES et ARGILES**, à graviers et à passées argileuses et marneuses, de couleurs dominantes kaki, beige, jaune, grise, noire, brune et verte, jusqu’aux profondeurs suivantes :

<b>DEC N°</b>	<b>Profondeur (m)</b>
<b>1</b>	5,0
<b>2</b>	4,9
<b>3</b>	5,6
<b>4</b>	> 6,0
<b>5</b>	> 5,0
<b>6</b>	> 5,0
<b>7</b>	> 5,0
<b>8</b>	> 5,0
<b>9</b>	> 5,0
<b>10</b>	5,0
<b>11</b>	4,9
<b>12</b>	4,8
<b>13</b>	> 5,0
<b>14</b>	7,0
<b>15</b>	7,2

■ **Couche 3 :**

- des **MARNES altérées**, composées par des argiles marneuses, sableuses et parfois feuilletées, de couleurs dominantes kaki, beige et grise, jusqu'aux profondeurs suivantes :

DEC N°	Profondeur (m)
<b>1</b>	> 6,0
<b>2</b>	> 6,0
<b>3</b>	> 6,0
<b>10</b>	10,1
<b>11</b>	> 6,0
<b>12</b>	> 6,0
<b>14</b>	10
<b>15</b>	11,5

■ **Couche 4 :**

- des **MARNES saines** à cailloutis, de couleur dominante verte, jusqu'aux profondeurs suivantes :

DEC N°	Profondeur (m)
<b>10</b>	> 15
<b>14</b>	11,5
<b>15</b>	> 15

■ **Couche 5 :**

- le **SUBSTRATUM** de calcaire crayeux et marneux, altéré, et à passées marneuses vertes à cailloutis, de couleurs dominantes beige et blanche, au-delà (à partir de 11,5 m en DEC14).

### 3.2.3 **L'EAU DANS LE SOL**

Des arrivées d'eau ont été reconnues en cours de perforation aux profondeurs suivantes :

DEC N°	Profondeur (m)
<b>1</b>	3,9
<b>2</b>	3,7
<b>3</b>	4,0
<b>4</b>	3,7

<b>5</b>	SANS EAU
<b>6</b>	SANS EAU
<b>7</b>	SANS EAU
<b>8</b>	SANS EAU
<b>9</b>	SANS EAU
<b>10</b>	6,5
<b>11</b>	4,7
<b>12</b>	5,0
<b>13</b>	3,2
<b>14</b>	SANS EAU
<b>15</b>	SANS EAU

Les niveaux d'eau ont été relevés en fin de sondage aux profondeurs suivantes :

<b>DEC N°</b>	<b>Profondeur (m)</b>
<b>1</b>	4,1
<b>2</b>	3,8
<b>3</b>	4,1
<b>4</b>	3,6
<b>5</b>	SANS EAU
<b>6</b>	SANS EAU
<b>7</b>	SANS EAU
<b>8</b>	SANS EAU
<b>9</b>	SANS EAU
<b>10</b>	6,0
<b>11</b>	4,9
<b>12</b>	5,0
<b>13</b>	2,9
<b>14</b>	SANS EAU
<b>15</b>	SANS EAU

Il n'a pas été observé d'arrivée d'eau dans certain sondages au moment du chantier du 8 au 16 Février 2016. Signalons cependant que les sols superficiels sont souvent le siège de circulations anarchiques d'eaux d'infiltration qui ont tendance à gagner les points bas naturels ou artificiels, notamment dans les remblais (couche 1).

Les autres sondages présentent de l'eau dans le sol. Il s'agit de nappe phréatique en relation avec des cours d'eau présentes dans des sols très perméables localement (couche 2). Le niveau de ces nappes sont donc sujet à d'importantes fluctuations en fonction du débit des cours d'eau tous proches et en fonction des apports météorologiques.

Le niveau du toit des nappes peut fluctuer au cours du temps en fonction de l'ampleur de l'inondation dans les sédiments.

### **3.2.4 CARACTERISTIQUES MECANIQUES**

Les caractéristiques mécaniques mesurées au pénétromètre PD (Norme NF P 94-115 – 32 kg), battus à côté de 10 sondage de reconnaissance, et au moyen d'essais au pressiomètre (Norme NF P 94-110) dans les 5 autres sondages de reconnaissance, s'avèrent, avec :

Em = module Ménard  
Pl\* = pression limite nette  
qd = résistance en pointe effective

#### **■ Couche 1 :**

- **Hétérogènes** dans les **remblais**, avec :

$$\begin{aligned}1,1 &\leq E_m \leq 1,4 \text{ MPa,} \\0,1 &\leq P_l^* \leq 0,13 \text{ MPa,} \\0,8 &\leq q_d \leq 4,6 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

#### **■ Couche 2 :**

- **Faibles à moyennes** dans les **sables et argiles**, avec :

$$\begin{aligned}5,1 &\leq E_m \leq 11 \text{ MPa,} \\0,45 &\leq P_l^* \leq 1,03 \text{ MPa,} \\1,5 &\leq q_d \leq 10 \text{ MPa.}\end{aligned}$$

**Les histogrammes correspondants figurent en annexe.**

#### **■ Couche 3 :**

- **Moyennes** dans les **marnes altérées**, avec :

$$\begin{aligned}14 &\leq E_m \leq 16 \text{ MPa,} \\1,0 &\leq P_l^* \leq 1,3 \text{ MPa,} \\2,0 &\leq q_d \leq 10 \text{ MPa.}\end{aligned}$$



■ **Couche 4 :**

- **Bonnes** dans les **marnes saines**, avec :

$$E_m = 30 \text{ MPa},$$

$$P_l^* = 2,0 \text{ MPa},$$

$$q_d > 10 \text{ MPa}.$$

■ **Couche 5 :**

- **Bonnes** dans le **substratum**, avec :

$$45 \leq E_m \leq 62 \text{ MPa},$$

$$2,1 \leq P_l^* \leq 2,8 \text{ MPa},$$

$$q_d > 10 \text{ MPa}.$$

Les valeurs à retenir dans chacune des couches pour les calculs sont données ci-après :

Couche (n°)	Nature	Prof. base (m)	Epaisseur (m)	$\alpha$	$E_m$ (MPa)	$E_s$ (MPa)	$P_l^*$ (MPa)	$q_d$ (MPa)
1	REMBLAIS	Variable	Variable	1	1,1	1,1	0,1	-
2	SABLES et ARGILES	7,0	6,1	0,67	6,3	9,4	0,55	1,5
3	MARNE altérée	11,5	5,1	0,67	14	21	1,0	2,0
4	MARNE saine	> 15	> 4,9	0,5	30	60	2,0	> 10
5	SUBSTRATUM	> 15	> 3,5	0,5	45	90	2,1	> 10

Avec  $E_s = E_m / \alpha$ .

### **3.2.5 CARACTERISTIQUES GEOTECHNIQUES DES MATERIAUX**

#### **a) Essais de laboratoire**

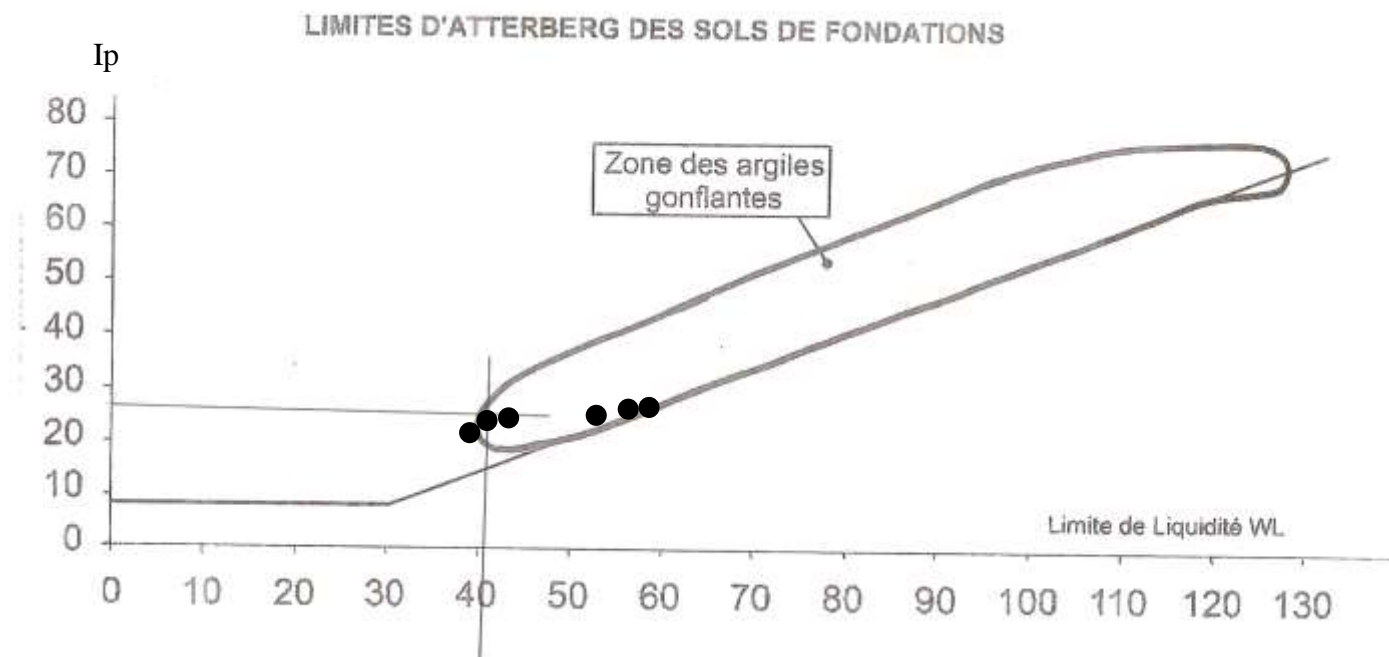
Il a été réalisé 13 essais de laboratoire sur les échantillons remaniés prélevés au cours des reconnaissances.

#### **b) Essais géotechniques**

- teneur en eau naturelle,
- analyses granulométriques,
- limites d'Atterberg,
- essai Proctor Normal, avec IPI
- VBS.

Les résultats détaillés sont présentés dans le tableau annexé.

Ces essais d'identification classent les sables et argiles (couche 2) en sols sensibles au phénomène de retrait-gonflement, GTR 92 A<sub>2h</sub>, A<sub>3h</sub> et A<sub>3th</sub>.



### 3.2.6 CLASSIFICATION SELON LES RISQUES

#### a) Risque sismique et classification :

##### • Le projet :

Les constructions sont classées en quatre catégories d'importance définie suivant le Code de l'Environnement (article R 563-3). Ces catégories sont référencées dans le tableau suivant :

Catégorie d'importance	Description
I	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bâtiment dans lequel il n'y a pas d'activité humaine nécessitant un séjour de longue durée</li> </ul>
II	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bâtiment d'habitation individuelle,</li> <li>Etablissement recevant du public (ERP) de 4<sup>ième</sup> et 5<sup>ième</sup> catégorie à l'exception des écoles selon R123-2 et R123-19,</li> <li>Bâtiment dont <u>la hauteur est inférieure ou égale à 28 mètres</u> dont : <ul style="list-style-type: none"> <li>Les bâtiments d'habitation collective,</li> <li>Les bâtiments à usage commercial ou de bureau pouvant accueillir simultanément <u>au plus</u> 300 personnes,</li> <li>Les bâtiments industriels pouvant accueillir <u>au plus</u> 300 personnes,</li> <li>Les parcs de stationnement ouverts au public.</li> </ul> </li> </ul>
III	<ul style="list-style-type: none"> <li>Etablissements scolaires,</li> <li>Etablissement recevant du public de 1<sup>ère</sup>, 2<sup>ième</sup> et 3<sup>ième</sup> catégorie selon R123-2 et R123-19,</li> <li>Bâtiment dont <u>la hauteur est supérieur à 28 mètre</u> dont : <ul style="list-style-type: none"> <li>Les bâtiments d'habitation collective,</li> <li>Les bâtiments à usage de bureau,</li> <li>Les bâtiments pouvant accueillir simultanément <u>plus de</u> 300 personnes dont les bâtiments à usage commerciale ou de bureau non classé ERP,</li> <li>Les bâtiments industriels pouvant accueillir <u>plus de</u> 300 personnes,</li> <li>Bâtiments des établissements sanitaires et sociaux à l'exception des bâtiments de santé,</li> <li>Bâtiments des centres de production <u>collective</u> d'énergie.</li> </ul> </li> </ul>
IV	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bâtiments indispensables à la sécurité civile, la défense nationale et le maintien de l'ordre public (moyens de secours, personnel et matériel de la défense, moyens de communication, sécurité aérienne),</li> <li>Bâtiments assurant la production et le stockage d'eau potable et la distribution <u>publique</u> d'énergie,</li> <li>Etablissements de santé,</li> <li>Centres météorologiques.</li> </ul>

La ZAC sera à priori de catégorie d'importance II.

##### • Classification des sols :

La classe du sol a été définie en considérant les profils lithologique des sondages de reconnaissance et les essais géotechniques réalisés in situ et en laboratoire sur les échantillons remaniés ou intacts prélevés dans ces sondages.

Elle est définie selon le tableau ci-dessous :

Classe de sol	Description du profil stratigraphique	Paramètres		
		V <sub>s</sub> (m/s)	N <sub>SPT</sub> (coups/30cm)	C <sub>u</sub> (kPa)
<b>A</b>	Rocher ou autre formation géologique de ce type comportant une couche superficielle d'au plus 5 m de matériau moins résistant	> 800	-	-
<b>B</b>	Dépôts raides de sable, de graviers ou d'argile surconsolidée, d'au moins plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, caractérisés par une augmentation progressive des propriétés mécaniques avec la profondeur	630 - 800	> 50	> 250
<b>C</b>	Dépôts profonds de sable de densité moyenne, de graviers ou d'argiles moyennement raide, ayant des épaisseurs de quelques dizaines à plusieurs centaines de mètres	180 - 360	15 - 50	70 - 250
<b>D</b>	Dépôts de sol sans cohésion de densité faible à moyenne (avec ou sans couches cohérentes molles) ou comprenant une majorité de sols cohérents mous à fermes	< 180	< 15	< 70
<b>E</b>	Profil de sol comprenant une couche superficielle d'alluvions avec des valeurs de v <sub>s</sub> de classe C ou D et une épaisseur comprise entre 5 m environ et 20 m, reposant sur un matériau plus raide avec v <sub>s</sub> > 800 m/s			
<b>S<sub>1</sub></b>	Dépôts composés, ou contenant, une couche d'au moins 10 m d'épaisseur d'argiles molles/vases avec un indice de plasticité élevé (IP > 40) et une teneur en eau importante	< 100 valeur indicative	-	10 - 20
<b>S<sub>2</sub></b>	Dépôts de sols liquéfiables d'argiles sensibles ou tout autre profil de sol non compris dans les classes A à E ou S <sub>1</sub>			

Le profil de sol considéré dans le présent rapport est de **classe C**.

- **Classification du site :**

Le site géographique est à classer en **zone sismique 1 (aléa très faible)** d'après la carte de sismicité de la France (Décret n° 2010-1255 du 22 Octobre 2010).

- **Définition du coefficient d'amplification topographique :**

Il est tenu compte d'un coefficient d'amplification, dans le cas de terrains présentant des inclinaisons moyennes supérieures à 15 degrés.

- **Application des normes parasismiques :**

Jusqu'au 31 Octobre 2012, les dispositions de la norme NF P 06-013 de Décembre 1995 amendée A1 en Février 2001 et ne vérifiant pas les conditions des PS-MI 89 rev 92 et aux bâtiments de catégories III et IV, situés en zones 2, 3, 4 et 5 et faisant l'objet d'une demande de permis de construire, d'une déclaration préalable ou d'une autorisation de commencement de travaux avec les valeurs d'accélération suivantes exprimées en m/s<sup>2</sup> :

Zone de sismicité	Cat d'imp. II	Cat d'imp. III	Cat d'imp. IV
2 (faible)	1,1	1,6	2,1
3 (modérée)	1,6	2,1	2,6
4 (moyenne)	2,4	2,9	3,4
5 (forte)	4	4,5	5

Pour l'application des normes NF P 06-013 PS92 et NF P 06-014 PS-MI 89 rev 92, l'ancienne terminologie est remplacée par :

Terminologie ancienne		Terminologie substituée	
Zone de sismicité	0	Zone de sismicité	1
	Ia		2
	Ib		3
	II		4
	III		5
Classe de bâtiment	A	Catégorie D'importance	I
	B		II
	C		III
	D		IV

**b) Risque au retrait des sols de fondation :**

Le site est classé en aléa **fort** dû aux mouvements de terrain différentiels consécutifs aux sécheresses et à la réhydratation des sols (phénomène de retrait-gonflement des argiles).

**c) Risque minier et cavités souterraines :**

Aucune cavité n'est recensée au droit de la futur ZAC et des points de sondage (source Infoterre). Cependant, des cavités non minières et indéterminées sont présentes au Nord-Est du site, hors emprise du projet.

**d) Risque de liquéfaction :**

Les sols sont composés par des sables (couche 2) présentant à certains endroits une nappe d'eau. Ces sables sont donc liquéfiables sous séismes. Cependant, aucun événement récent de ce type n'est arrivé de mémoire d'homme.

**e) Risque aux remontées de nappes phréatiques :**

Le site est classé en aléa **faible à très faible** sur le risque de remontée de nappe phréatique par inondation d'eau dans les sédiments (source BRGM et PRIM.NET). De plus, le site est éloigné des zones importantes à nappes affleurantes.

## **IV - ETUDE PRELIMINAIRE DES FONDATIONS ET DES DALLAGES**

De l'analyse des résultats des sondages et des essais présentés plus haut, il ressort principalement que le site est remblayé en surface (couche 1) dont l'épaisseur varie.

Ces remblais recouvrent des sables et argiles (couche 2) suffisamment compactes et denses pour y fonder des bâtiments et/ou maisons.

Il sera à priori envisageable de fonder ces constructions par fondations superficielles de type **SEMELLES et/ou MASSIFS**, ancrés dans le toit des sables et argiles (couche 2), ou par **RADIER**, en prenant des dispositions constructives sévères vis-à-vis du risque de phénomène de retrait des sols de fondation (couche 2) qui sont détaillées chapitre IX.

La largeur minimale des semelles sera de 0,5 m pour les semelles continues, et de 0,7 m pour des semelles isolées et des massifs.

On peut tabler sur un taux de travail admissible des sables et argiles (couche 2) de 0,15 MPa (15 T/m<sup>2</sup>).

Nous portons l'attention sur le fait que ce taux de travail va varier localement étant donné la superficie du site. Les tassements devront donc être vérifiés en fonction des surcharges pour chaque structure.

Les dallages sur vide-sanitaire (plancher porteur) sont toujours préférables à ceux mis sur terre-plein, d'autant plus qu'il faut purger et substituer la totalité des remblais (couche 1). Les dallages de fond sur terre-plein sont envisageables, en respectant des précautions qui devront être définies en mission G2, en fonction du projet (exemple : épaisseur de la couche de forme) et si les zones thermiques et hydriques (comme les chaufferies et les sanitaires) sont soigneusement isolées.

Il sera nécessaire, pour confirmer les hypothèses de ces fondations, des dallages et de la portance des sols, de réaliser une étude géotechnique G2 avec essais de sol selon la Norme NF P94-110 et/ou NF P94-115 au droit des futures constructions.

### **☞ Notes :**

- **La recherche archéologique induit des excavations et la production de remblais, qui peuvent modifier localement les niveaux d'assise, avec notamment des volumes de béton supplémentaires.**
- Le dessouchage entraîne des volumes de béton supplémentaire.
- La solution radier règle le problème des dallages.

## **V - TERRASSEMENTS**

Le projet nécessite la réalisation de déblais et probablement de remblais.

### **5.1 DECAPAGE**

Le terrain étant boisé, cette végétation contribue à l'assainissement des limons supérieurs, qui sont peu à moyennement humides. Quand les arbres auront disparu, la teneur en eau augmentera et la consistance diminuera.

Les conditions de travail en période hivernale ou humide deviendront alors délicates.

Chacun des arbres qui seront arraché laissera sur le site une excavation qu'il faudra impérativement purger et recombler avec un matériau de reconstruction.

### **5.2 DEBLAIS**

Compte tenu de la nature du sol, la réalisation des déblais ne présentera pas de difficultés particulières.

En absence de soutènements adaptés, les talus provisoires de la fouille seront dressés avec une pente maximale de 1/3 (3 de base pour 1 de hauteur). Ils seront protégés par des feuilles de polyane soigneusement fixées le temps du chantier, purgés au préalable des blocs instables, pour assurer la sécurité des personnes et des biens.

Le dimensionnement de soutènements adaptés demande une étude spécifique, et des sondages et essais de sol complémentaires.

Les talus et parois des fouilles créés par les travaux en milieu limoneux seront instables.

Aucune surcharge ne sera tolérée en tête de talus.

Aussi, il est recommandé aux projeteurs de prévoir les protections et ouvrages nécessaires et suffisants au maintien de la stabilité des talus pendant et après la phase d'exécution des travaux. Leur dimensionnement nécessite une étude spécifique, et des sondages et essais de sol spécifiques complémentaires si nécessaire.

### **5.3 REMBLAIS**

Les remblais (couche 1) reconnus en catégorie C<sub>1</sub>B<sub>2</sub>th ne seront pas réutilisés en nouveau remblais.

Les terres de déblais rentrant dans les classes GTR 92 A<sub>2</sub>h, A<sub>3</sub>h et A<sub>3</sub>th. Elles pourront être réutilisées en remblais, moyennant les précautions suivantes :

- Travail uniquement dans de bonnes conditions météorologiques avec aération des sols,
- Protection du chantier contre les arrivées d'eau (fossés, fermeture des aires de travail en cas de pluie par cylindrage etc...).

L'attention est attirée sur l'extrême sensibilité des remblais limoneux aux conditions météorologiques (couche 1).

Dans le cas où ces conditions ne pourraient être réunies, il faudra envisager un traitement spécifique (chaux, etc..) dont le type et le dosage seront à définir par une étude spécifique.

L'épaisseur de chacune des couches mises en œuvre ne dépassera pas les valeurs limites indiquées dans les recommandations GTR 92 ; compte tenu de la classe de sol et du type d'engin, le compactage devra être supérieur ou égal à 95 % de l'O.P.N..

En cas de besoin d'apport extérieur de remblais, les matériaux seront choisis, sauf justifications spéciales, parmi les classes GTR 92 suivantes :

**D1 à D4** (sables et graves sans fines)  
**R2, R4, R6** (concassé de roches)

On s'assurera également que les matériaux de remblais soient peu gélifs.

La mise en œuvre et le taux de compactage seront définis par les missions G2 selon les constructions envisagées.



## **VI - LE PROBLEME DE L'EAU DANS LE SOL**

L'eau a été rencontrée à la profondeur de 2,9 m, le 11 Février 2016, par rapport à la surface topographique au moment du chantier.

Il sera nécessaire de protéger les parties enterrées des projets (quais de déchargement, fosse d'ascenseur, sous-sol, galeries techniques, cours anglaises, chemins de câble, etc.) contre les eaux infiltrées qui circulent de façon anarchique dans les terrains superficiels, par un système de drainage périphérique collectant ces eaux et les évacuant vers un exutoire existant ou à construire, fiable et pérenne.

Si les niveaux des NPHE de la nappe phréatique ne sont pas connus, les sous-sols seront traités en cuvelage jusqu'au niveau des voiries.

Si le niveau des NPHE est connu, soit il atteint :

- La profondeur de 0,5 mètre sous le niveau du sous-sol, et un drainage relié à un tapis drainant sera suffisant, à condition de bien le dimensionner et de prévoir un exutoire fiable et pérenne,
- Le niveau de fond du sous-sol, et celui-ci sera traité en cuvelage sur la hauteur de NPHE + 0,5 mètre, le reste étant soigneusement drainé. Dans ce cas, le tapis drainant sera bien sur supprimé.

## **VII - JOINTS DE CONSTRUCTION**

Dans tous les cas où deux bâtiments, ou deux parties du même bâtiment, seraient fondées de façon différente ou dans des couches différentes, ou encore présenteraient un nombre de niveaux sensiblement différent, les projeteurs devront prévoir la réalisation d'un joint de construction intéressant toute la hauteur de l'ouvrage, y compris les fondations elles-mêmes.

Si ce joint n'est pas réalisable, il conviendra de s'assurer que la structure peut s'adapter sans danger aux tassements différentiels qui ne manqueront pas de se produire, en rigidifiant sérieusement les soubassements et les fondations.

Cette remarque est également valable entre un corps d'habitation en R+1 avec ou sans sous-sol, un garage de plain-pied, ou entre une maison existante et son extension

## **VIII - PRECAUTION CONSTRUCTIVES DUES A LA POSSIBILITE DE PENTE**

### **Stabilité en phase travaux**

- Les talus seront dressés avec des pentes de 1 vertical pour 3 horizontal ; dans l'impossibilité : blindage des talus.
- Drainage de la fouille et maîtrise des eaux de ruissellement.
- Protection du talus contre les intempéries par un polyane ou un géotextile, de manière à préserver sa stabilité.
- Aucun talus sans blindage provisoire. Aucune surcharge ne sera admise en tête de talus.

### **Stabilité en phase définitive**

Si des constructions sont encastrées en partie dans une pente, la rigidification de la structure est recommandée pour bien l'accrocher à cette pente.

Il faut au minimum :

- Un béton banché et armé, ou en bloc coffrant ferrailé, au moins sur la hauteur des sous-sols et sous les soubassements compris entre la semelle ou massifs et le premier plancher.
- Augmenter la densité des armatures des chaînages et des semelles ou massifs.
- Armer les fondations.
- Porter les dallages par les fondations ( à confirmer en mission G2).
- Les déblais ne seront pas stockés sur le terrain, pour éviter tout risque de glissement, ils seront évacués de la pente en totalité.
- Dans ce cas, la maison n'aura aucune incidence sur la stabilité de la parcelle, et et des parcelles voisines, qui ne présenteront aucun risque de glissement à court et long terme.
- Aucun talus sans blindage définitif.

## **IX - PRECAUTIONS DUES AU RETRAIT DES SOLS DE FONDATION**

*Les précautions suivantes pourront être revues en fonction des sols rencontrés au droit de chaque construction lors des missions G2.*

Le sol de fondation composé par des argiles (couche 2) et sensible au phénomène de retrait-gonflement.

Les variations de teneur en eau au niveau de ces sols provoquent des phénomènes de gonflement et de retrait, qui sont préjudiciables aux bâtiments et maisons qui y sont fondés superficiellement, avec un encastrement insuffisant, notamment lorsqu'ils sont légers.

Les bâtiments et maisons qui sont implantés dans une pente avec des sous-sols enterrés en partie arrière, et à niveau en façade, sont particulièrement exposés.

Les causes des variations de teneur en eau peuvent être diverses :

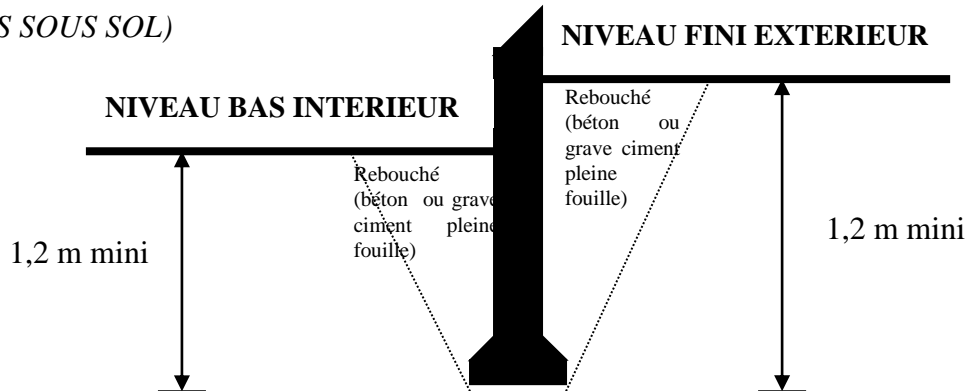
- naturelles lorsque l'on en trouve dans la zone de variation du profil hydrique, ou en cas de sécheresse prolongée,
- artificielles : fuites de canalisation, modification du régime de circulation des eaux superficielles, plantation d'arbres, etc.

Il conviendra d'adopter certaines dispositions constructives pour s'affranchir de ces problèmes :

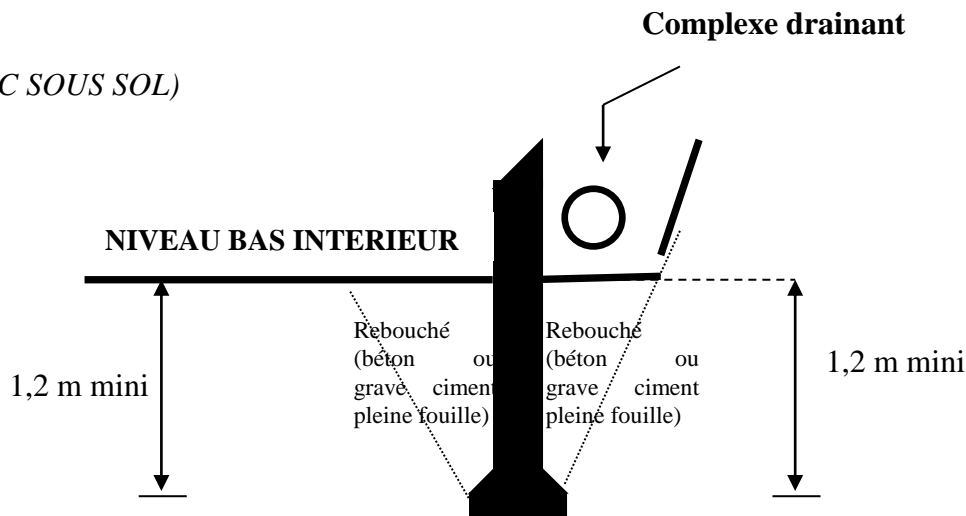
1. Fondations par semelles continues armées et rigidifiées ; les semelles isolées et les massifs seront liaisonnés par des longrines.
2. Coulage des fondations à pleines fouilles.
3. La profondeur minimale des fondations au-dessous du terrain fini extérieur, ou intérieur en cas de sous-sol et/ou de vide sanitaire (= encastrement), sera partout au moins égale à 1,2 m.

4. Les fouilles de fondations extérieures et intérieures seront complètement remplies de béton coulé en pleine fouille, ou de grave-ciment, jusqu'au niveau du terrain fini intérieur et extérieur, pour assurer une bonne étanchéité des fondations aux eaux de surface.

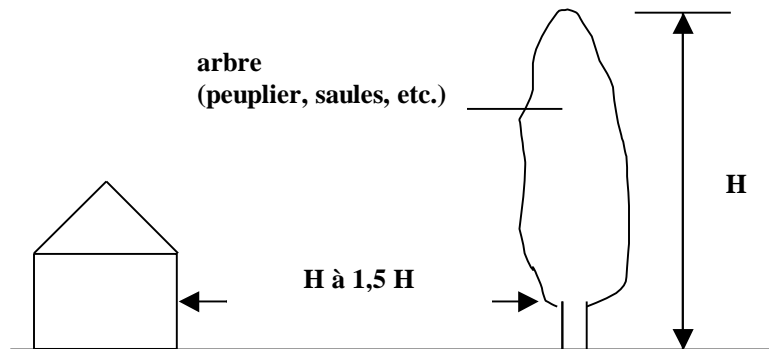
(SANS SOUS SOL)



(AVEC SOUS SOL)



5. Dallages sur terre-plein à éviter, et cloisons sur dallages à proscrire, sauf désolidarisation avec la structure.
6. **IMPERATIF** : La distance minimale entre la construction et les arbres et arbustes sera de  $H$  pour un arbre isolé et/ou de  $1,5 H$  pour un rideau d'arbres et haies,  $H$  étant la hauteur prévisible de l'arbre adulte.



*Distance minimale entre les bâtiments et les arbres*

7. Maitrise soigné des eaux de circulations superficielles.
8. Etanchéité soignée et pérenne des réseaux humides, notamment ceux enterrés.
9. Terrassements rapides et continus; ensuite, coulage des fondations et des dallages s'ils sont sur terre-plein, dans les plus brefs délais.



Nous restons à la disposition des différents intervenants pour tous renseignements complémentaires.

Arnaud BAYERE  
Géo-Ingénieur  
Chef d'agence