



**Maître d'Ouvrage**

BATI AMENAGEMENT  
24 rue Vincent Gâche  
44200 NANTES

**ETUDE GEOTECHNIQUE DE  
CONCEPTION G2 AVP**

*Projet de création d'un lotissement*

*" Le Clos des Vignes "*  
*Rue Boutellier de l'Isle*  
*LE LANDREAU (44)*

*Rédaction : Mathieu JEAN FRANCOIS*  
*Relecture : Samy BOUSSEFFA*

*Réf. dossier : 4846*  
*Mai 2020*

**Siège social**

12, Boulevard de la Vie - Belleville-sur-Vie  
85170 Bellevigny  
Tél. 02 51 24 40 28 - Fax 02 51 24 40 29  
E-mail : contact@igesol-bet.fr

S.A.R.L au capital de 10 000 €  
Siret 490 004 900 00026

R.C.S. La Roche sur Yon 490 004 900  
D.B. : CRCAM 14706 00131 - 902 643 77 000 - 70  
APE 7112B  
N° TVA Intracommunautaire : FR 82 490 004 900

**Agence de Bretagne**

1, place de la Voile  
4, Le Belem  
56390 LOCMARIA - GRANDCHAMP  
Tél. 02 97 44 23 35 - Fax 02 97 44 25 30  
E-mail : contact@igesol-bet.fr

# Table des matières

<b>1 - INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>2 - CONTEXTE GENERAL .....</b>	<b>3</b>
2.1 - CONTEXTE GEOGRAPHIQUE .....	3
2.2 - CONTEXTE GEOLOGIQUE .....	3
2.3 - CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE .....	3
<b>3 - LES INVESTIGATIONS .....</b>	<b>6</b>
3.1 - SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE (ANNEXE 1).....	6
3.2 - ESSAIS DE LABORATOIRE (ANNEXE 2).....	7
3.2.1 - Classifications GTR de matériaux (normes NF P 94-050, NF P 94-512 – 4 et NF P 94-068 – Annexe 2).....	7
3.2.2 - Mesures de teneur en eau naturelle (norme NF P 94-050) .....	8
3.3 - TESTS DE PERMEABILITE – METHODE PORCHET .....	8
<b>4 - SYNTHESE DES RESULTATS.....</b>	<b>9</b>
<b>5 - TERRASSEMENTS .....</b>	<b>10</b>
<b>6 - LES CONDITIONS DE RE-EMPLOI DES MATERIAUX DE DEBLAIS EN REMBLAIS ET EN COUCHE DE FORME (d'après le fascicule « Réalisation des Remblais et Couche de Forme » du SETRA – LCPC).....</b>	<b>11</b>
6.1 - LE RE-EMPLOI DES MATERIAUX DU SITE EN REMBLAIS (ANNEXE 3) .....	11
6.2 - LE REEMPLOI DES MATERIAUX EN COUCHE DE FORME (ANNEXES 4 ET 5).....	12
<b>7 - LES VOIRIES (d'après le fascicule “catalogue des structures de chaussée”).....</b>	<b>12</b>
7.1 - PRECONISATIONS GENERALES .....	12
7.2 - STRUCTURE DES VOIRIES .....	13

## **Table des annexes**

- Sondages à la pelle mécanique
- Identifications GTR des matériaux
- Conditions d'utilisation des matériaux du site en remblais
- Les différents cas possibles de PST
- Conditions d'utilisation des matériaux du site en couche de forme
- Conditions générales des prestations géotechniques d'Igesol
- Enchaînement et classification des missions types d'ingénierie géotechnique

## 1 - INTRODUCTION

### → Type de l'étude

À la demande et pour le compte de BATI AMENAGEMENT, Maître d'Ouvrage, nous avons réalisé une étude géotechnique sur le site du projet de création d'un lotissement sur la commune du LANDREAU (44).

### → Description du projet (cf. planche 2)

Sur le site étudié, le Maître d'Ouvrage souhaite créer un lotissement comprenant 7 lots de 415 à 725 m<sup>2</sup> qui abriteront de futures habitations individuelles (projets actuellement non définis). Ces lots seront desservis par des voiries légères. Dans cette étude, nous avons considéré comme hypothèse une classe de trafic t5.

### → Objectifs de l'étude

Les principaux objectifs sont de :

- déterminer la nature et la structure géologique du sol et du sous-sol et ses conditions hydrogéologiques au droit du futur lotissement ;
- déterminer la faisabilité technique du projet de lotissement ;
- définir les propriétés physiques des différents faciès mis en évidence (classification GTR) ;
- aborder les modalités de terrassement et les possibilités et les conditions de ré-emploi des matériaux du site en remblais ou en couche de forme (voiries et bassin de rétention) ;
- proposer les structures de voiries adaptées aux contraintes imposées par le sous-sol et au type et de l'intensité du trafic.

Dans ce cadre, notre étude se limite à une mission de type **G<sub>2</sub>AVP** (norme AFNOR – NF P-94 500).

### → Investigations

Afin de répondre aux objectifs fixés par notre mission, nous avons procédé à la réalisation d'une campagne de :

- 4 sondages à la pelle mécanique mécanique dont 1 avec test de perméabilité méthode Porchet à niveau variable ;
- 2 identifications GTR par détermination de la VBS, la teneur en eau naturelle et de la granulométrie par tamisage.

### → Documents en notre possession :

Les documents qui nous ont été fournis par BATI AMENAGEMENT, pour la réalisation de notre étude sont :

- une vue aérienne ;
- un plan de composition au 1/200 ;
- un plan topographique de l'état actuel au 1/200 ;
- les récépissés de DT.

### → Remarques complémentaires



Si les prescriptions du présent rapport ne sont pas respectées dans leur totalité, la responsabilité de notre bureau d'études ne pourra être engagée.

Notre bureau d'étude devra être tenu informé de toutes les modifications pouvant être apportées au projet.

## **2 - CONTEXTE GENERAL**

### **2.1 - CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE**

Le site d'étude se localise sur la commune de LE LANDREAU (44), rue Bouteiller de l'Isle, au lieu-dit « Le Clos des Vignes » (cf. planche 1).

La zone d'étude, d'une superficie totale d'environ 5 600 m<sup>2</sup>, correspond aux parcelles cadastrales n°161p, 162, 163, 164 et 165 – Section BI. Au moment de notre intervention, le terrain étudié était occupé par des vignes. Il est limité :

- au sud-est et sud-ouest, par des voiries ;
- au nord-est et nord-ouest, par des parcelles bâties.

D'après la carte IGN et le plan topographique en notre possession, l'altitude de la zone d'étude, est comprise entre 65,43 et 67,74 m NGF. La pente générale du terrain orientée vers le sud-ouest possède une intensité d'environ 4 %.

La topographie du site n'est pas de nature à augmenter les sollicitations sismiques ( $\tau=1$ ).

### **2.2 - CONTEXTE GÉOLOGIQUE**

D'après la carte géologique au 1/50 000 – feuille 482 « VALLET », le sous-sol de la zone étudiée est caractérisé par un micaschiste et gneiss à deux micas (gneiss du Landreau) (cf. planche 1).

### **2.3 - CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE**

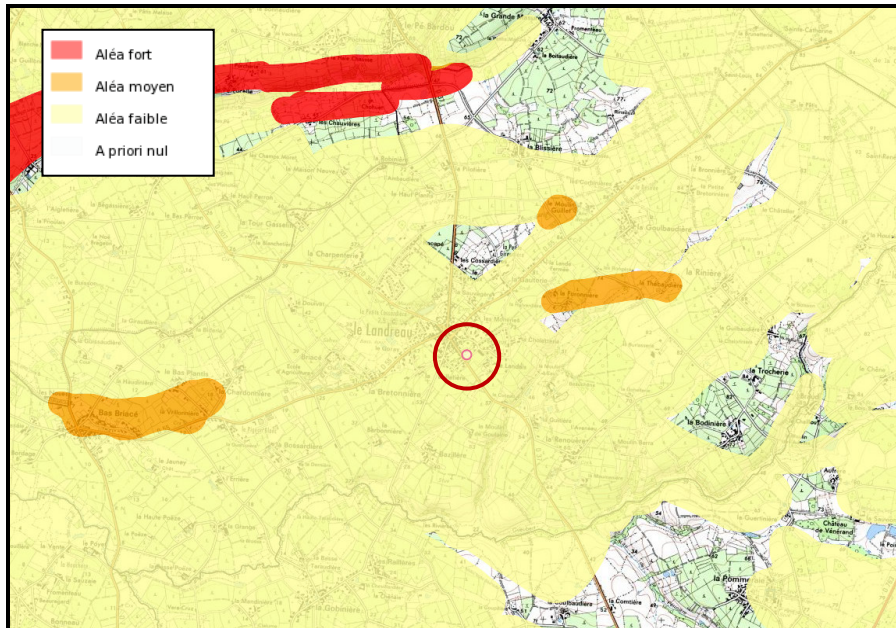
Un cours d'eau épisodique s'écoule à 500 m au nord-ouest de la zone d'étude (cote fil d'eau : 54 m NGF).

Du point de vue hydrogéologique, le substratum gneissique constitue un niveau aquifère dont la productivité est liée à son altération et sa fracturation. De l'eau peut se retrouver piéger en période humide dans la terre végétale sableuse de surface au toit du socle altéré peu perméable.

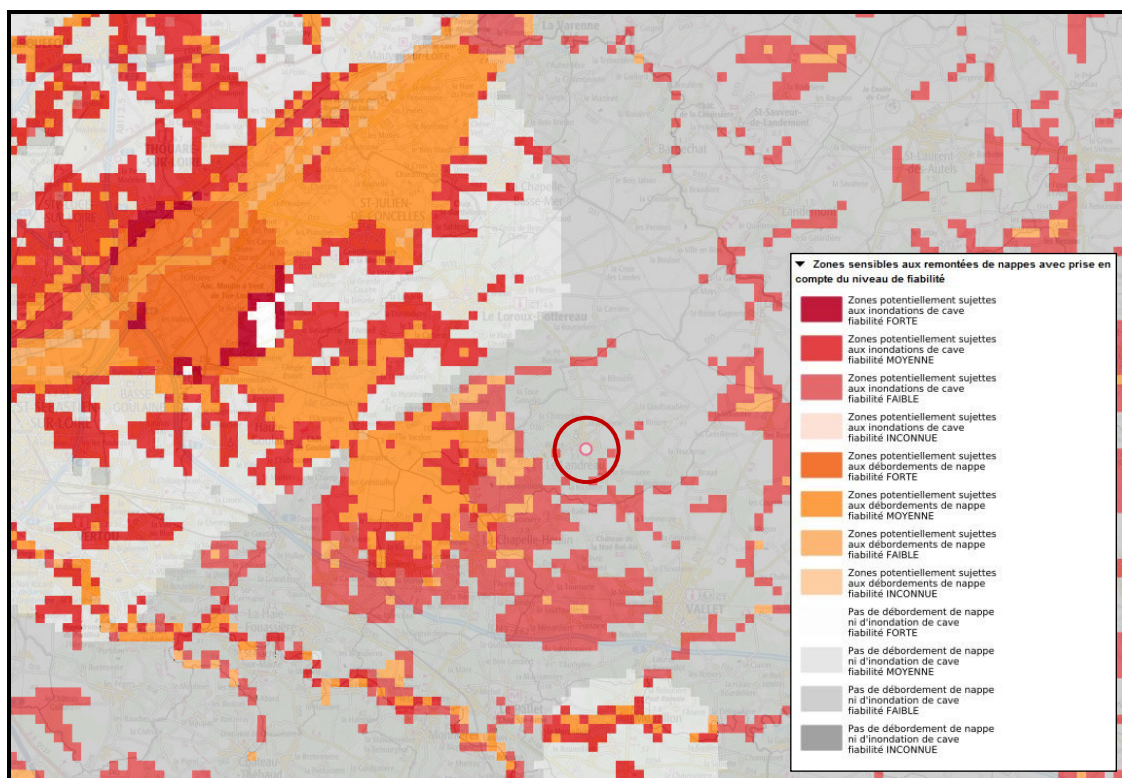
## 2.4 - EXPOSITION AUX RISQUES NATURELS

D'après la Banque de Données du Sous-Sol (brgm.fr), 4 risques naturels sont référencés au niveau de la zone d'étude :

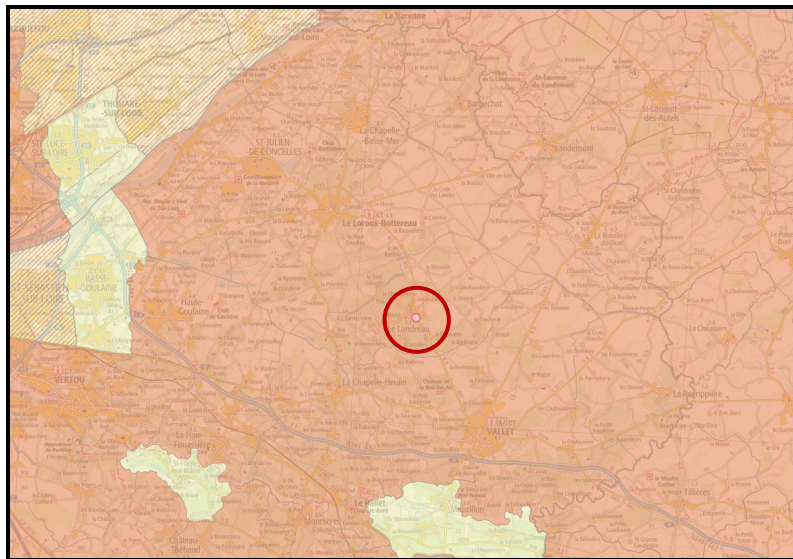
- **l'exposition au « retrait-gonflement » des argiles** : celui-ci est **faible** sur une échelle à 3 unités (faible, moyen et fort) ;



- **le risque de « remontée de nappe »** sur une échelle à 12 unités (dont 3 paliers avec 4 degrés de fiabilité chacun) : celui-ci représente **un zone non sujette aux inondations de cave et aux débordement de nappe (fiabilité faible)**.



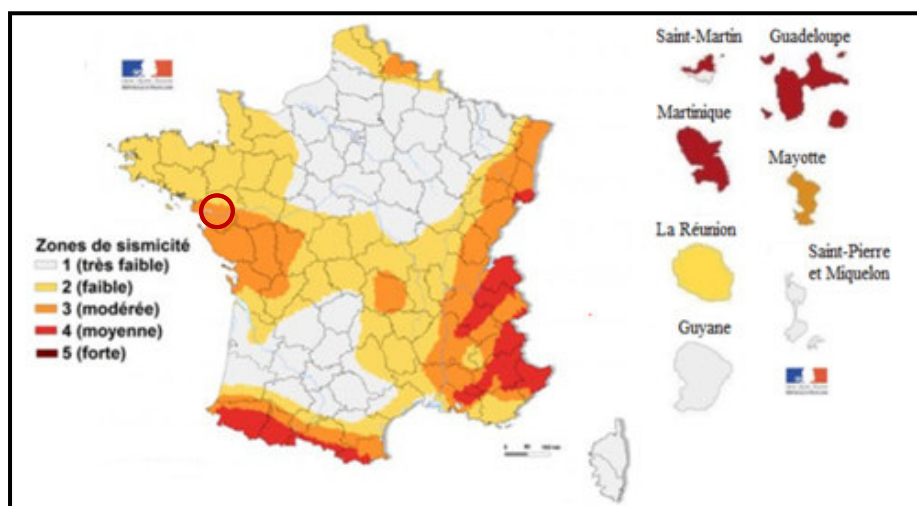
- **le « potentiel radon » :** celui-ci est de **catégorie 3**.



- **le risque « sismique » :**

Selon le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010, les futures constructions devront être réalisées selon les règles de construction parasismique (Eurocode 8) applicables en zone 3 (modérée) du découpage administratif de la France métropolitaine. A cette zone de sismicité est rattachée une magnitude conventionnelle de 5,5.

Cependant les ouvrages (voiries et bassin de rétention) abordés dans la présente étude sont de catégorie d'importance I et ne seront pas soumis à la réglementation parasismique.





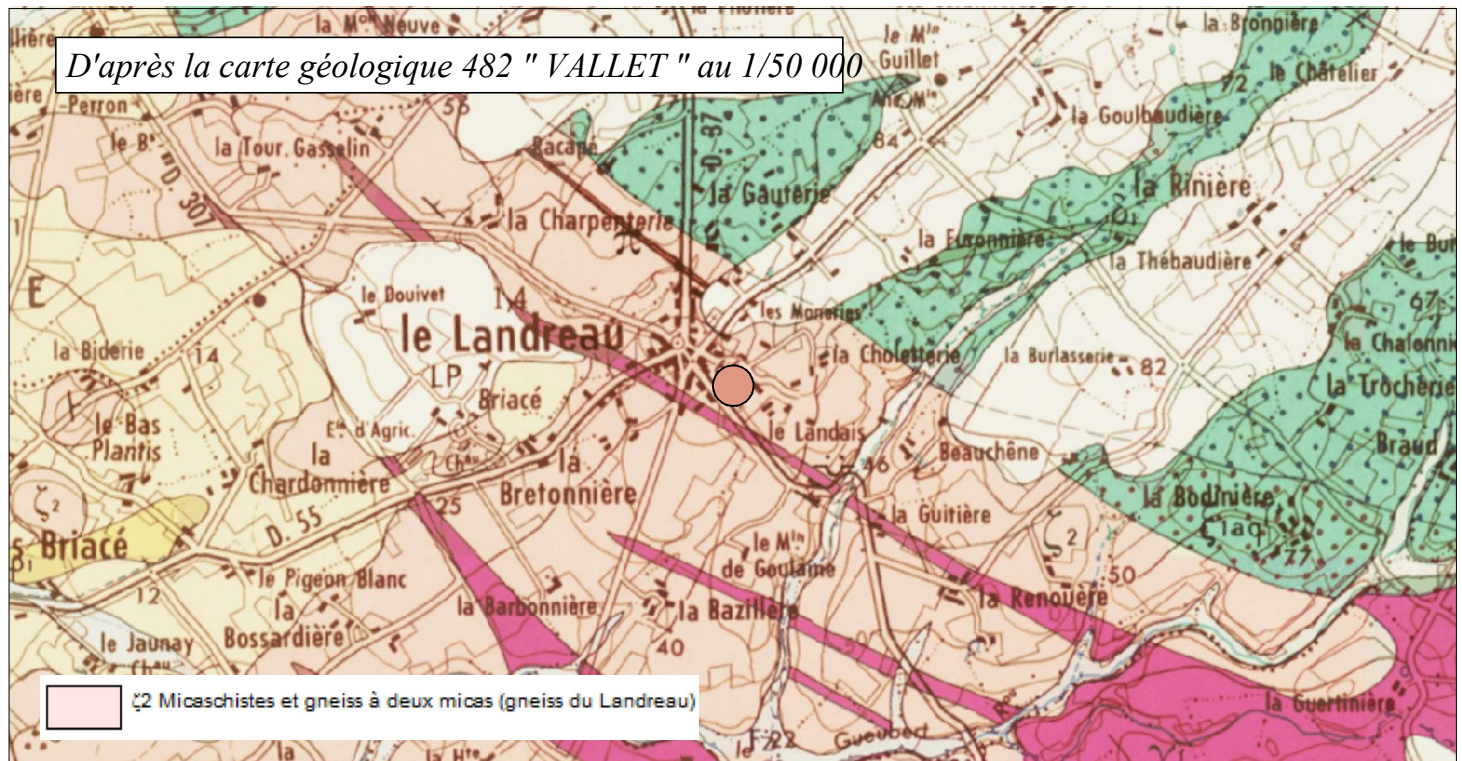
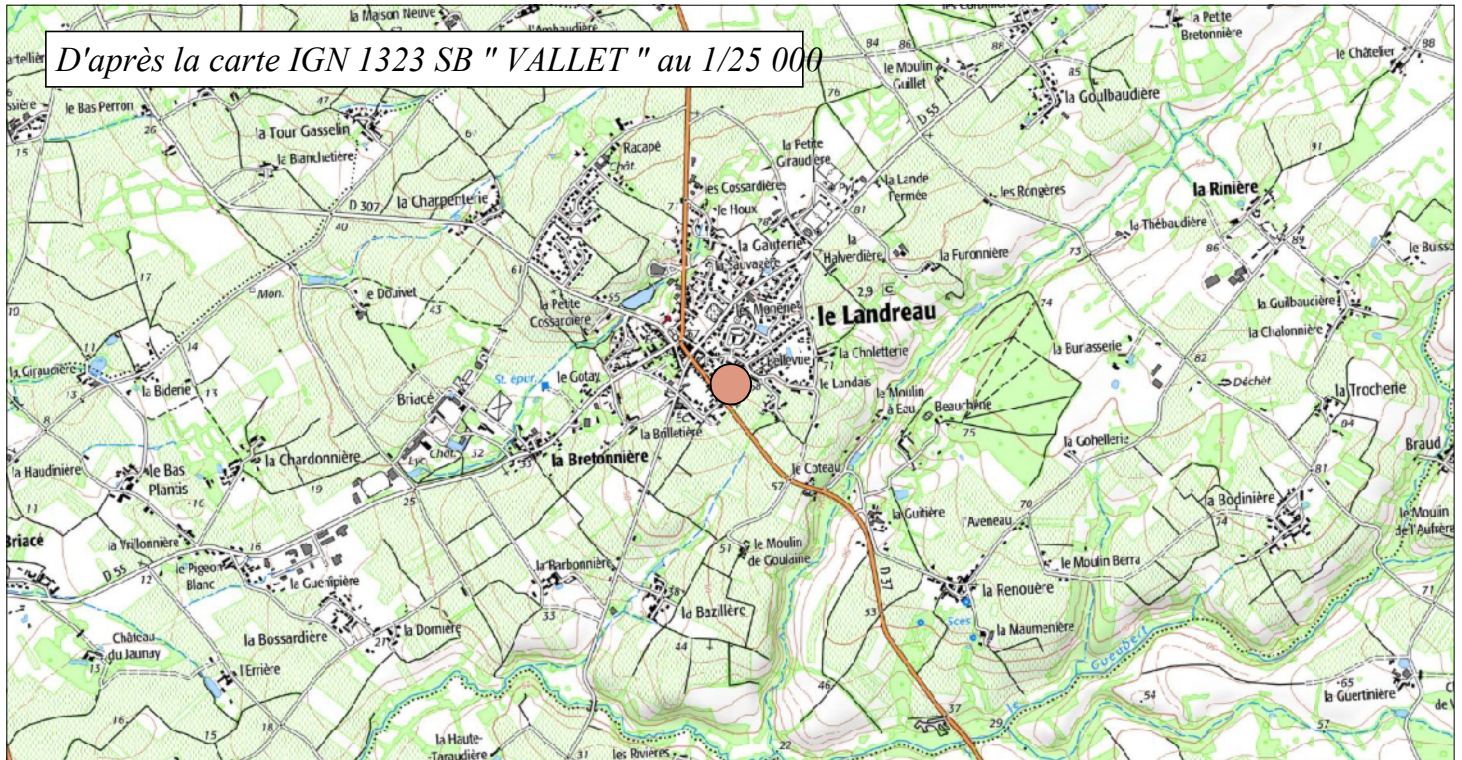


**Projet de création d'un lotissement**

**Etude géotechnique de conception G2 AVP**

**Localisation de la zone d'étude**

**Echelle :  
1 / 25 000**



**LEGENDE :**

Localisation de la zone étudiée



### 3 - LES INVESTIGATIONS

#### 3.1 - SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE (ANNEXE 1)

Afin de déterminer la nature et la structure du sous-sol et d'aborder le contexte hydrogéologique, le 05/05/2020, nous avons réalisé 4 sondages à la pelle mécanique. Ces sondages ont été réalisés jusqu'aux profondeurs suivantes :

Sondages	Profondeur d'arrêt	Cote NGF d'arrêt	Type d'arrêt
P1	0,85 m	66,89 m	Arrêt volontaire très résistant
P2+k1	0,40 m	65,03 m	Arrêt volontaire
P3	0,85 m	65,71 m	Arrêt volontaire très résistant
P4	1,15 m	66,36 m	Arrêt volontaire très résistant

Ces sondages sont localisés sur la planche 2 ci-après. Les coupes de ces sondages figurent en annexe 1. Nous y avons reporté les profondeurs et les cotes NGF de chaque niveau pédologique et géologique.

Les résultats des sondages sont résumés dans les tableaux ci-dessous.

#### → Contexte géologique :

Faciès	Sondage	Lithologie	Profondeur au toit (m)	Cote NGF au toit (m)	Epaisseur (m)
Terre végétale	Tous	Sable argilo-limoneux			0,50 / 0,55
Altérite de gneiss (P4 uniquement)	P4	Argile sableuse	0,50	66,11	0,55
Gneiss très altéré	P1 et P3	Cuttings argilo-sableux à blocs de gneiss	0,55	67,19 / 66,01	
Gneiss rocheux	P4		1,05	66,46	

#### → Contexte hydrogéologique :

	Profondeur (m)	Cote NGF (m)
Niveau d'eau	/	/
Circulation d'eau	/	
Parois des sondages	Stables	

### 3.2 - ESSAIS DE LABORATOIRE (ANNEXE 2)

Considérant les caractéristiques du projet, nous avons effectué une série d'analyses de laboratoire sur des échantillons de la terre végétale et de l'altérite de gneiss, pouvant être réutilisés en remblai ou en couche de forme, afin d'établir la classification GTR de ces matériaux, sur le site du projet. Ces échantillons possèdent les caractéristiques suivantes :

Sondage / Echantillon	Profondeur du prélèvement (m/TN)	Caractérisation terrain
P2+k1 / P2-1	0,00 / 0,40	<u>Terre végétale :</u> Sable argilo-limoneux
P4 / P4-1	0,50 / 1,05	<u>Altérite de gneiss :</u> Argile sableuse

Ces analyses sont des mesures de la teneur en eau naturelle (norme NF P 94-050), des analyses granulométriques par tamisage (norme NF P 94-056) et des déterminations de la valeur au bleu (norme NF P 94-068).

#### 3.2.1 - Classifications GTR de matériaux (normes NF P 94-050, NF P 94-512 – 4 et NF P 94-068 – Annexe 2)

Les fiches détaillées des analyses sont reportées en annexe 2. Les résultats sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Echantillon	Passant à 80 µm (%)	Passant à 2 mm (%)	Dmax (mm)	Valeur au bleu (VBS)	Classification GTR
P2-1	44,6	85,1	24	0,94	A <sub>1</sub>
P4-1	75,0	94,6	9	5,36	A <sub>2</sub>

La terre végétale (P2-1) correspond à des **sols fins** et plus précisément à des **limons peu plastiques, lœss, silts alluvionnaires, sables fins peu pollués, arènes peu plastiques, de classe A<sub>1</sub>**. Le Dmax est inférieur à 50 mm, le tamisat à 80 µm est supérieur à 35 % et la VBS est inférieure à 2,5.

Ces sols changent brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau. Le temps de réaction aux variations de l'environnement hydrique et climatique est relativement court, 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.

L'altérite de gneiss (P8) correspond à des **sols fins** et plus précisément à des **sables fins argileux, limons, argiles et marnes peu plastiques, arènes, de classe A<sub>2</sub>**. Le Dmax est inférieur à 50 mm, le tamisat à 80 µm est supérieur à 35 % et la VBS est comprise entre 2,5 et 6.

Le caractère moyen des sols de cette sous-classe fait qu'ils se prêtent à l'emploi de la plus large gamme d'outils de terrassement.

### 3.2.2 - Mesures de teneur en eau naturelle (norme NF P 94-050)

Les teneurs en eau naturelle des échantillons, prélevés lors de notre campagne de sondages, ont été mesurées. Les valeurs obtenues sont reportées dans le tableau ci-dessous :

Échantillon	P2+PK	P4
Teneur en eau Wn (%)	14,3	32,4

Lors de notre intervention (début mai 2020), la teneur en eau naturelle de la terre végétale était d'environ 14,3 % et de 32,4 % pour l'altérite de gneiss, soit une tendance à augmenter avec la profondeur.

### 3.3 - TESTS DE PERMÉABILITÉ – MÉTHODE PORCHET

Le 05/05/2020, nous avons réalisé 1 test de perméabilité au sein des faciès susceptibles de constituer le fond d'ouvrage d'infiltration, soit la terre végétale remaniée. La localisation de ce test figure sur la planche 2. La coupe du sondage réalisé préalablement à la réalisation de ce test figure en annexe 1.

La méthode utilisée est la méthode PORCHET à niveau variable. Elle nécessite un appareillage très sommaire et est de mise en œuvre aisée. Un trou cylindrique de rayon r, est rempli d'eau afin de saturer le sol.

Au sein d'un trou parallélépipédique de longueur L et de largeur l, un rayon théorique Rt, est calculé en appliquant la formule :

$$R_t = (L \times l) / (L + l)$$

Au cours de l'infiltration, les variations du niveau d'eau (h1 et h2) dans le trou sont notées, en fonction du temps (t1 et t2), et l'on écrit :

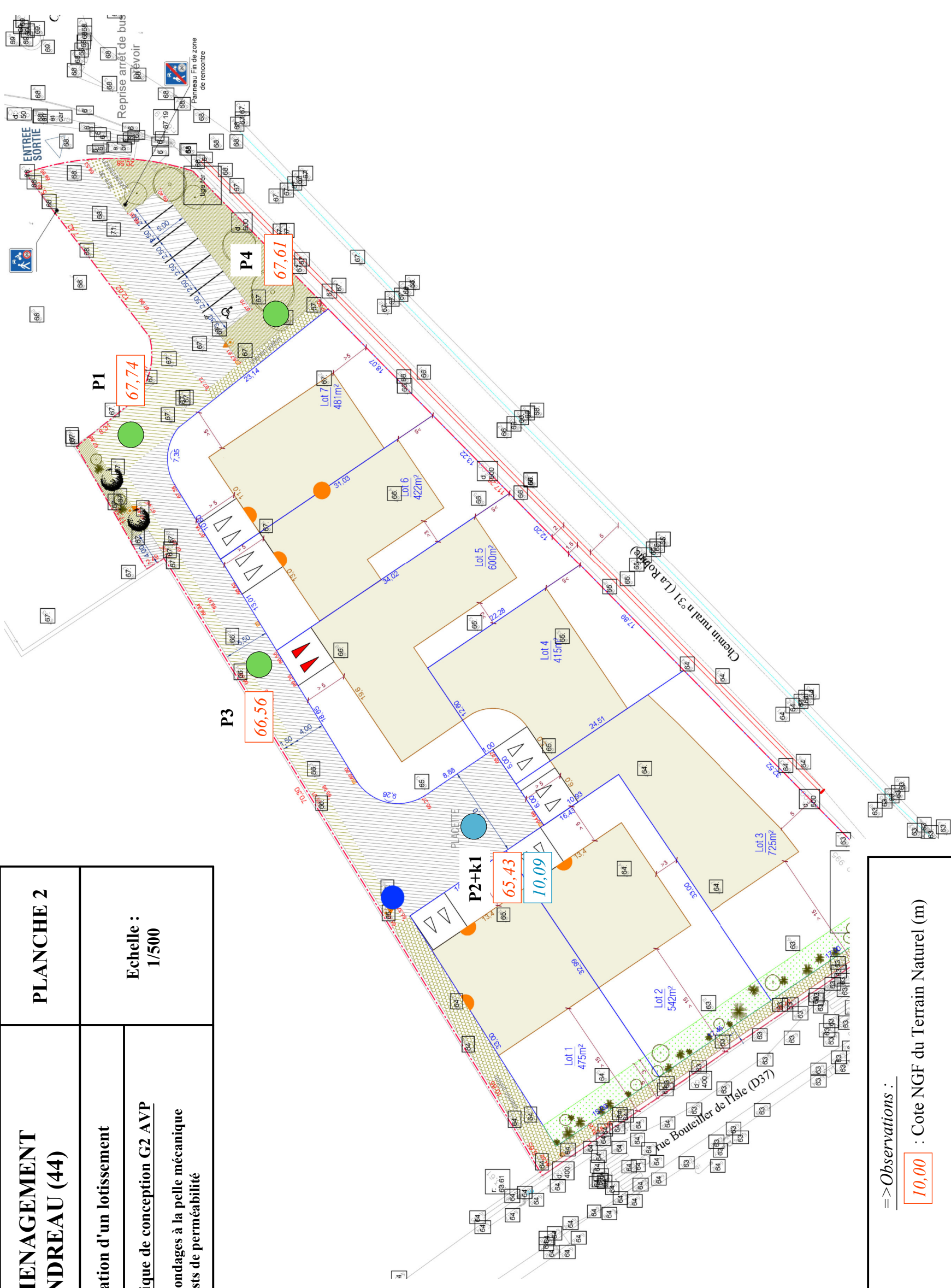
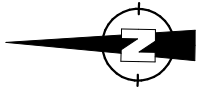
$$K \text{ (m/s)} = R_t / 2 (t_2 - t_1) \ln ((h_1 + (R_t / 2)) / (h_2 + (R_t / 2)))$$

La valeur obtenue sur le site étudié sont reportées dans le tableau ci-dessous.

Sondage-Test	Lithologie	Profondeur (m)	K <sub>moy.</sub> (mm/h)	K <sub>moy.</sub> (m/s)
P2+k1	Terre végétale	0,40	10,09	2,80.10 <sup>-6</sup>

La valeur de perméabilité au sein de la terre végétale remaniée est faible, d'environ 2,80.10<sup>-6</sup> m/s soit 10,09 mm/h.





**Légende :**

=> *Investigations :*

● P1 : Sondage à la pelle mécanique

● P1+k1 : Sondage à la pelle mécanique avec essai de perméabilité

=> *Observations :*

10,00 : Cote NGF du Terrain Naturel (m)

10,00 : Perméabilité en mm/h

*Référence topographique :  
Plan topographique fourni*

## 4 - SYNTHÈSE DES RESULTATS

### → Géologie :

Faciès	Sondage	Lithologie	Profondeur au toit (m)	Cote NGF au toit (m)	Epaisseur (m)
Terre végétale	Tous	Sable argilo-limoneux			0,50 / 0,55
Altérite de gneiss (P4 uniquement)	P4	Argile sableuse	0,50	66,11	0,55
Gneiss très altéré	P1 et P3	Cuttings argilo-sableux à blocs de gneiss	0,55	67,19 / 66,01	
Gneiss rocheux	P4		1,05	66,46	

### → Laboratoire :

Echantillon	Faciès testé	Classification GTR
P2-1	Terre végétale	A1
P4-1	Altérite de gneiss	A2

### → Hydrogéologie :

	Profondeur (m/TN)	Cote relative (m)
Niveau d'eau	/	/
Circulations d'eau	/	
Parois des sondages	Stables	
Perméabilité (terre végétale)	2,80.10 <sup>-6</sup> m/s soit 10,09 mm/h	

Au vu des résultats de nos investigations, nous donnons un avis géotechnique favorable à la réalisation de du projet tel qu'il nous a été défini. Du point de vue hydrogéologique, la perméabilité est trop faible pour que l'infiltration puisse être le seul mode de gestion des eaux pluviales ruisselant sur les surfaces imperméabilisées par le projet. Les points développés ci-dessous permettront d'adapter le projet aux contraintes géologique, hydrogéologique et géotechnique mise en évidence par nos investigations.

## **5 - TERRASSEMENTS**

Les éléments ci-dessous sont donnés à titre indicatif et présentent un caractère général.

- Il est conseillé de réaliser les terrassements de masse en période sèche (de nappe basse).
- La terre végétale et l'altérite de gneiss pourront se terrasser avec des engins classiques de terrassement. Une fois le gneiss très altéré atteint, des pelles mécaniques puissantes équipées de godets rocher et d'une dent de ripper seront nécessaires. L'utilisation du Brise Roche Hydraulique sera utile pour s'affranchir de points durs. Elle deviendra systématique dès le gneiss rocheux atteint.
- Concernant les pentes des talus, en l'absence d'eau, il sera possible d'adopter une pente de 1/2 (2 à l'horizontale) dans la terre végétale remaniée et l'altérite de gneiss. Une fois le gneiss très altéré atteint, cette pente pourra passer à 1/1. Si cela n'est pas possible des soutènements provisoires seront à envisager.
- Les différentes natures de déblai devront être individualisées. Ainsi, en cas de ré-utilisation, leur mise en œuvre sera fonction de leur nature.
- Lors de la rencontre de circulation d'eau ou de zones humides pendant les terrassements, il conviendra d'aménager des ouvrages de captages et d'évacuation vers l'aval. Il conviendra également de rétablir le ruissellement superficiel initial (captage amont et mise en place de canalisations d'évacuation).

## 6 - LES CONDITIONS DE RE-EMPLOI DES MATERIAUX DE DEBLAIS EN REMBLAIS ET EN COUCHE DE FORME

(d'après le fascicule « Réalisation des Remblais et Couche de Forme » du SETRA – LCPC)

Les matériaux déblayés seront principalement issus de la terre végétale de classe A<sub>1</sub> et de l'altérite de gneiss de classe A<sub>2</sub>.

Les conditions de mise en œuvre évoquées concernent uniquement les matériaux analysés dans le cadre de cette étude géotechnique. Pour d'éventuels faciès non rencontrés et non analysés (gneiss très altéré) au cours de la présente étude, il conviendra d'effectuer des analyses et essais complémentaires pour permettre leur classification GTR qui définira leurs conditions précises de mise en remblai.

Les teneurs en eau des matériaux devront être vérifiées au moment du démarrage du chantier et régulièrement pendant les travaux, afin de vérifier leur validité avec des compactages optimaux. Des dispositions pourront être nécessaires pour ramener les matériaux à une teneur en eau compatible avec un compactage optimal (aération ou arrosage).

### 6.1 - LE RÉ-EMPLOI DES MATÉRIAUX DU SITE EN REMBLAIS (ANNEXE 3)

Les modes de mise en remblais de la terre végétale de classe A<sub>1</sub> et de l'altérite de gneiss de classe A<sub>2</sub> en fonction de leur état hydrique, sont présentés en annexe 3. A noter que les matériaux possédant un état hydrique ts ou th sont incompatibles avec une utilisation en l'état.

#### Remarques :

- ✓ *Lorsqu'aucune modalité de régilage n'est préconisée, l'épaisseur maximale des couches élémentaires est définie par l'épaisseur de compactage possible sur le matériau avec le compacteur utilisé. Cela suppose la réalisation de planches d'essai.*
- ✓ *Avant la mise en place de remblai, l'épaisseur de terre végétale sera décapée sur une épaisseur de l'ordre de 0,30 m, ainsi que les matériaux éventuellement trop humides. Cette épaisseur de matériaux trop humides sera logiquement plus importante si les travaux ont lieu en période pluvieuse prolongée. Nous conseillons donc d'effectuer les travaux en période réputée sèche (été et début d'automne).*
- ✓ *Le choix du compacteur devra tenir compte des matériaux mis en évidence. Ainsi le compacteur type vibrant « pieds de mouton » est le plus adéquate pour le compactage des matériaux de classe A<sub>1</sub> et A<sub>2</sub>. Cependant, une vérification par la réalisation de planches d'essai est impérative.*
- ✓ *Le compactage des matériaux devra au moins respecter 95 % de l'OPN. La qualité du compactage sera validée par un géotechnicien soit à l'aide d'un gamma-densimètre soit par la réalisation d'essais à la plaque. On retiendra comme valeur de référence :*  
$$EV2 \geq 30\text{MPa} \text{ et } EV2/EV1 < 2.$$
- ✓ *Les matériaux grossiers pouvant empêcher un compactage optimal des couches seront purgés ou concassés.*

## **6.2 - LE RÉEMPLOI DES MATÉRIAUX EN COUCHE DE FORME (ANNEXES 4 ET 5)**

Après décapage des remblais, la Partie Supérieure des Terrassements (PST) de masse correspondra à des matériaux issus de la terre végétale de classe A<sub>1</sub> et de l'altérite de gneiss de classe A<sub>2</sub>. L'état hydrique de la PST ne peut être défini à ce jour (il devra l'être avant le commencement du chantier). Ainsi, la PST selon son état hydrique pourra varier du cas n°0 au cas n°4. Ces différents cas sont présentés en annexe 4.

Les conditions d'utilisation de la terre végétale remaniée de classe A<sub>1</sub> et de l'altérite de gneiss de classe A<sub>2</sub> en couche de forme sont présentées en annexe 5.

La détermination des adjuvants de traitement et leur dosage nécessitera la réalisation d'essais spécifiques en laboratoire à la charge de l'entreprise réalisant le chantier.

## **7 - LES VOIRIES** (*d'après le fascicule "catalogue des structures de chaussée"*)

### **7.1 - PRECONISATIONS GENERALES**

Les matériaux impropres (terre végétale jusqu'à au moins 0,30 m d'épaisseur, matériaux trop humides et matériaux trop riches en matières organique) seront décapés sur l'emprise des voiries.

La construction des chaussées se fera sur une plate-forme minimale de classe **PF2**.

La réalisation d'une couche de forme est ici impérative. Elle pourra être constituée avec les matériaux extraits sur le site (terre végétale, altérite de gneiss voire gneiss très altéré après identification GTR) comme développé au paragraphe précédent.

On pourra aussi utiliser des matériaux granulaires, insensibles à l'eau (sols de la classe B<sub>31</sub> ou D<sub>21</sub> par exemple) sur une épaisseur à adapter en fonction de la classe précise de la PST. Les conditions d'utilisation de ces matériaux en couche de forme sont présentées en annexe 5. On retiendra pour une PST avec un état hydrique moyen, une épaisseur de couche de forme de 0,35 m avec intercalation d'un géotextile entre la PST et la couche de forme. Si le gneiss très altéré ou rocheux est atteint en fond de forme, en fonction de sa compacité, on pourra s'affranchir du géotextile et limiter l'épaisseur de la couche de forme à 0,20 m.

## **7.2 - STRUCTURE DES VOIRIES**

Compte tenu de la nature du projet (Classe de trafic T5), et en prenant les hypothèses d'un taux de croissance nul, d'une route bidirectionnelle de largeur  $\geq 6$  m et d'une durée de vie de 20 ans, nous considérerons une classe de trafic cumulé **TC<sub>0</sub>**.

Ainsi, nous proposons la structure de chaussée suivante (sur une plate-forme de type PF2) :

- ✓ pour une structure GNT B2 :
  - Enduit de surface ;
  - 11 cm de GNT B2 en reprofilage ;
  - 25 cm de 0/31,5 en couche de base ;
- ✓ pour une structure GB3 :
  - 6 cm de couche de roulement (BB) ;
  - 8 cm de GB3 en couche de base ;

Pour la plate-forme support de chaussée, nous recommandons un profil non-encaissé. Les pentes transversales minimales du support de chaussée doivent être en phase transitoire de 4 à 5 % sauf dans le cas de graves propres ou de sols traités à la chaux ou au ciment où l'on peut retenir une pente minimale de 2,5 %.

Afin de lutter au maximum contre l'infiltration, qui est la principale cause de présence d'eau dans et sous les chaussées, il est essentiel d'assurer l'évacuation rapide des eaux superficielles.

Rédigé par :  
*Mathieu JEAN FRANCOIS*

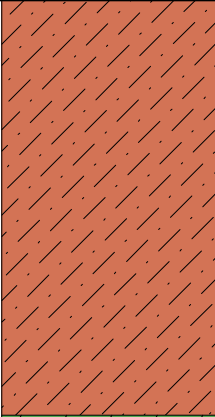


Vérifié par :  
*Samy BOUSSEFFA*



**ANNEXE 1**

**Coupes des sondages à la pelle mécanique  
et résultats des tests de perméabilité**

**Sondage à la pelle mécanique P1 - Cote NGF : 67,74 m**

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote rel. (en m)	Lithologie	GTR
0,25					Terre végétale : Sable argilo-limoneux	
0,50			0,55	67,19	Gneiss très altéré : Blocs de gneiss à matrice argilo-sableuse	
0,75			0,85	66,89	<i>Arrêt volontaire très résistant</i>	
1,00						
1,25						
1,50						
1,75						
2,00						

*Parois du sondage : Stables*

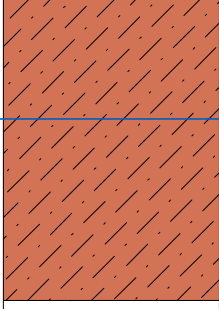
*Circulation d'eau : /*

*Niveau d'eau en fin d'investigations : /*

*Profondeur du refus : Non atteinte*



**Sondage à la pelle mécanique P2+k1 - Cote NGF : 65,43 m**

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote rel. (en m)	Lithologie	GTR
0,25					10,09 mm/h (2,80.10-6 m/s)	A1
					Terre végétale : Sable argilo-limoneux à cailloutis	
0,50			0,40	65,03	Arrêt volontaire	
0,75						
1,00						
1,25						
1,50						
1,75						
2,00						

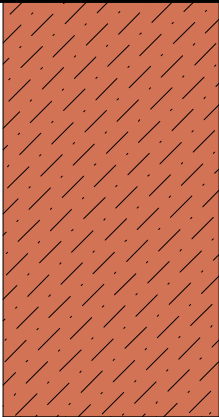
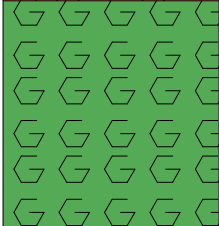
Parois du sondage : Stables

Circulation d'eau : /

Niveau d'eau en fin d'investigations : /

Profondeur du refus : Non atteinte

**Sondage à la pelle mécanique P3 - Cote NGF : 66,56 m**

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote rel. (en m)	Lithologie	GTR
0,25					Terre végétale : Sable argilo-limoneux	
0,50						
			0,55	66,01	Gneiss très altéré : Blocs de gneiss à matrice argilo-sableuse	
0,75						
			0,85	65,71	<i>Arrêt volontaire très résistant</i>	
1,00						
1,25						
1,50						
1,75						
2,00						

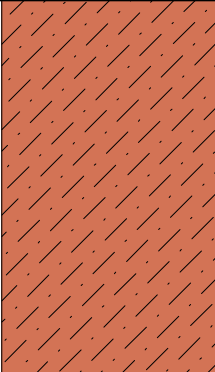
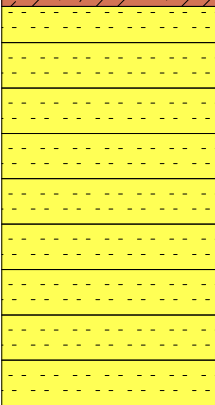

*Parois du sondage : Stables*

*Circulation d'eau : /*

*Niveau d'eau en fin d'investigations : /*

*Profondeur du refus : Non atteinte*

**Sondage à la pelle mécanique P4 - Cote NGF : 67,61 m**

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote rel. (en m)	Lithologie	GTR
0,25					Terre végétale : Sable argilo-limoneux	
0,50			0,50	66,11	Altérite de gneiss : Argile sableuse ocre	A2
1,00			1,05	66,46	Gneiss rocheux	
1,25			1,15	66,36	<i>Arrêt volontaire très résistant</i>	
1,50						
1,75						
2,00						

*Parois du sondage : Stables*

*Circulation d'eau : /*

*Niveau d'eau en fin d'investigations : /*

*Profondeur du refus : Non atteinte*

**ANNEXE 2**

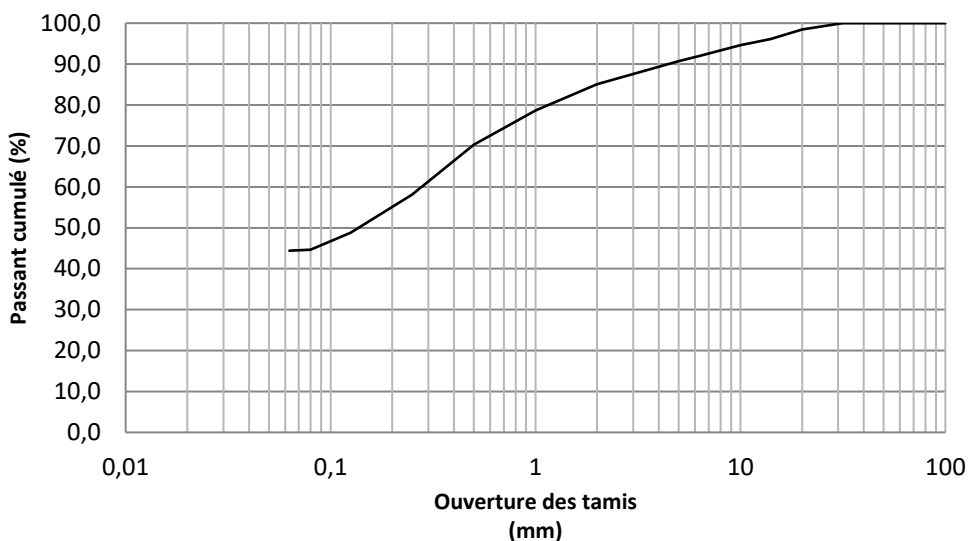
**Identifications GTR**

Projet	Bât. Aménagement _ "Le clos des vignes" _ LE LANDREAU	Référence	4846
N° d'échantillon	P2 + PK	Profondeur (m)	0,00-0,40
Mode de prélèvement	Pelle mécanique	Date de prélèvement	05/05/2020

**Analyse granulométrique par tamisage à sec après lavage (NF P 94-056)**

Dmax (mm)	<b>24</b>	Température étuvage	<b>105 °C</b>
-----------	-----------	---------------------	---------------

Ouverture tamis (mm)	Passant cumulé (%)
100	100,0
63	100,0
50	100,0
31,5	100,0
20	98,4
14	96,1
10	94,6
6,3	92,0
5	90,7
2	85,1
1	78,7
0,5	70,3
0,25	58,1
0,125	48,8
0,08	44,6
0,063	44,4



**Détermination de la teneur en eau naturelle Wn (NF P 94-050)**

m <sub>h</sub> (g)	2628,7	m <sub>s</sub> (g)	2405,70	Wn (%)	<b>14,3</b>
--------------------	--------	--------------------	---------	--------	-------------

**Détermination de la Valeur au Bleu du Sol (NF P 94-068)**

VBS	<b>0,94</b>
-----	-------------

**Classification GTR (NF P 11-300)**

<b>A<sub>1</sub></b>
----------------------

Date de réalisation : 13/05/2020

Essais réalisés par : SB

Observations :

Résultats vérifiés par le directeur  
Samy BOUSSEFFA

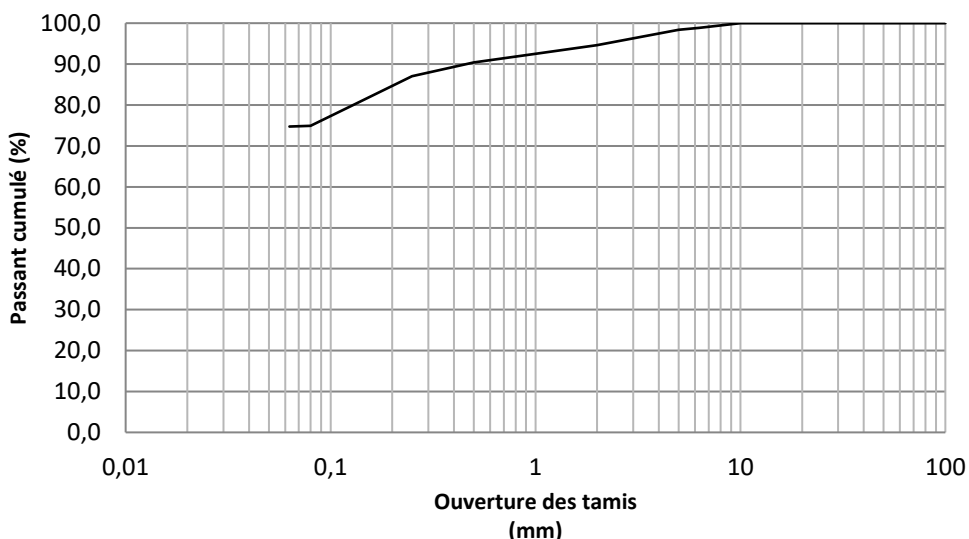


Projet	Bât. Aménagement _ "Le clos des vignes" _ LE LANDREAU	Référence	4846
N° d'échantillon	P4	Profondeur (m)	0,50-1,05
Mode de prélèvement	Pelle mécanique	Date de prélèvement	05/05/2020

**Analyse granulométrique par tamisage à sec après lavage (NF P 94-056)**

Dmax (mm)	9	Température étuvage	105 °C
-----------	---	---------------------	--------

Ouverture tamis (mm)	Passant cumulé (%)
100	100,0
63	100,0
50	100,0
31,5	100,0
20	100,0
14	100,0
10	100,0
6,3	98,9
5	98,4
2	94,6
1	92,5
0,5	90,4
0,25	87,1
0,125	79,7
0,08	75,0
0,063	74,7



**Détermination de la teneur en eau naturelle Wn (NF P 94-050)**

m <sub>h</sub> (g)	2066,48	m <sub>s</sub> (g)	1770,42	Wn (%)	32,4
--------------------	---------	--------------------	---------	--------	------

**Détermination de la Valeur au Bleu du Sol (NF P 94-068)**

VBS	5,36
-----	------

**Classification GTR (NF P 11-300)**

A <sub>2</sub>
----------------

Date de réalisation : 13/05/2020

Essais réalisés par : SB

Observations :	Résultats vérifiés par le directeur Samy BOUSSEFFA 
----------------	---

**ANNEXE 3**

**Conditions d'utilisation des matériaux en remblais**

## CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN REMBLAI

**A<sub>1</sub> (états s et ts)**

Sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code							
					E	G	W	T	R	C	H	
<b>A<sub>1s</sub></b>	Ces sols sont difficiles à compacter. Il faut au moins éviter de réduire encore leur teneur en eau et pour des remblais de grande hauteur un changement de leur état hydrique est nécessaire.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes				NON				
				+	pluie faible	E : extraction en couches R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)				1 0 0 0 1 2 2		
		=	ni pluie ni évaporation importante			<b>Solution 1 : humidification dans la masse</b> W : humidification pour changement d'état R : régalinge en couches minces C : compactage moyen				0 0 4 0 1 2 0		
				<b>Solution 2 : emploi en l'état</b> C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)				0 0 0 0 0 1 2				
				-	évaporation importante	<b>Solution 1 : arrosage superficiel</b> W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de faible hauteur (≤ 5 m)				0 0 3 0 0 1 1		
		<b>Solution 2 : extraction avec arrosage superficiel</b> E : extraction frontale W : arrosage superficiel C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)				2 0 3 0 0 1 2						
		<b>Solution 3 : humidification dans la masse</b> W : humidification pour changement d'état R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)				0 0 4 0 1 1 2						
<b>A<sub>1ts</sub></b>	<b>Sols normalement inutilisables en l'état</b>				Leur humidification pour les ramener dans l'état s voire m peut être envisagée sous réserve d'une étude spécifique							
					NON							



## CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN REMBLAI

**A<sub>1</sub> (états th, h, m)**

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en remblai	Code							
				E	G	W	T	R	C	H	
<b>A<sub>1</sub>th</b>	<b>Sols normalement inutilisables en l'état</b>			NON							
	La réduction de teneur en eau par une mise en dépôt provisoire ou drainage préalable (plusieurs mois) peut être envisageable après étude spécifique et permettrait de les ramener en A <sub>1</sub> h										
<b>A<sub>1</sub>h</b>	Ces sols sont difficiles à mettre en oeuvre en raison de leur portance faible  Ils sont sujets au matelassage  Le matelassage est à éviter au niveau de l'arase-terrassement	+	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes			NON				
		=	ni pluie, ni évaporation importante	<b>Solution 1 : traitement</b> T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen			0 0 0 1 0 2 0				
		-	évaporation importante	<b>Solution 1 : utilisation en l'état</b> C : compactage faible H : remblai de faible hauteur (≤ 5m)			0 0 0 0 0 3 1				
				<b>Solution 2 : aération</b> E : extraction en couches minces W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10m)			1 0 1 0 1 2 2				
				<b>Solution 3 : traitement</b> T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen			0 0 0 1 0 2 0				
<b>A<sub>1</sub>m</b>	Ces sols s'emploient facilement mais sont très sensibles aux conditions météorologiques qui peuvent très rapidement interrompre le chantier à cause d'un excès de teneur en eau ou au contraire conduire à un matériau sec difficile à compacter	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes			NON				
		+	pluie faible	E : extraction frontale C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10m)			2 0 0 0 0 2 2				
		=	ni pluie, ni évaporation importante	C : compactage moyen			0 0 0 0 0 2 0				
		-	évaporation importante	<b>Solution 1 : arrosage superficiel</b> W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage moyen			0 0 3 0 0 2 0				
				<b>Solution 2 : utilisation en l'état</b> C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10m)			0 0 0 0 0 1 2				
				<b>Solution 3 : extraction frontale</b> E : extraction frontale C : compactage intense			2 0 0 0 0 1 0				

## CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN REMBLAI

**A<sub>2</sub> (états m, s et ts)**

Sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code									
					E	G	W	T	R	C	H			
<b>A<sub>2m</sub></b>	Ces sols ne posent pas de problème de réutilisation en remblai sauf par pluie forte ou moyenne	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes	NON									
		+	pluie faible	E : extraction frontale C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	2	0	0	0	0	0	2	2		
		=	ni pluie, ni évaporation importante	C : compactage moyen	0	0	0	0	0	0	2	0		
		-	évaporation importante	<b>Solution 1 : arrosage superficiel</b> W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage moyen		0	0	3	0	0	0	2	0	
				<b>Solution 2 : emploi en l'état</b> C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)		0	0	0	0	0	0	1	2	
				<b>Solution 3 : extraction frontale</b> E : extraction frontale C : compactage intense		2	0	0	0	0	0	1	0	
<b>A<sub>2s</sub></b>	La teneur en eau faible de ces sols oblige à un compactage intense. Il faut au moins éviter de réduire encore leur teneur en eau et pour des remblais de grande hauteur un changement de leur état hydrique est nécessaire  L'humidification dans la masse exige un malaxage soigné avec apport d'importantes quantités d'eau	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes	NON									
		+	pluie faible	E : extraction en couches R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1	0	0	0	1	1	2			
		=	ni pluie, ni évaporation importante	<b>Solution 1 : humidification dans la masse</b> W : humidification pour changer l'état R : couches minces C : compactage moyen		0	0	4	0	1	2	0		
				<b>Solution 2 : utilisation en l'état</b> C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)		0	0	0	0	0	1	2		
		-	évaporation importante	<b>Solution 1 : humidification</b> W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage intense		0	0	4	0	1	1	0		
				<b>Solution 2 : arrosage</b> W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur faible (≤ 5 m)		0	0	3	0	0	1	1		
				<b>Solution 3 : extraction frontale avec arrosage</b> E : extraction frontale W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)		2	0	3	0	0	1	2		
		<b>A<sub>2ts</sub></b>	<b>Sols normalement inutilisables en l'état</b>				NON							

## CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN REMBLAI

### A<sub>2</sub> (états th et h)

A <sub>2</sub> th	Sols normalement inutilisables en l'état			NON
<b>A<sub>2</sub>h</b> Ces sols sont difficiles à mettre en œuvre en raison de leur portance faible. La mise en dépôt provisoire et le drainage préalable ne sont habituellement pas des solutions envisageables dans le climat français moyen. Le matelassage est à éviter au niveau de l'arase-terrassement.	+	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes	NON
	=	ni pluie, ni évaporation importante	<b>Solution 1 : traitement</b> T : traitement à la chaux C : compactage faible	0 0 0 2 0 2 0
			<b>Solution 2 : utilisation en l'état</b> C : compactage faible H : remblai de faible hauteur (≤ 5 m)	0 0 0 0 0 3 1
	-	évaporation importante	<b>Solution 1 : aération</b> E : extraction en couches W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1 0 1 0 1 2 2
		<b>Solution 2 : traitement</b> T : traitement à la chaux C : compactage moyen	0 0 0 2 0 2 0	

**ANNEXE 5**

**Différents cas possibles de PST**

**RAPPEL DES  
DIFFERENTS CAS POSSIBLES DE P.S.T. (cf. fascicule I § 3.3.2)**

Cas de P.S.T.	Schéma	Description	Classe de l'arase	Commentaires
P.S.T. n°0		<b>Sols</b> A, B <sub>2</sub> , B <sub>4</sub> , B <sub>6</sub> , B <sub>8</sub> , C <sub>1</sub> se trouvant dans un état hydrique (th).  <b>Contexte</b> Zones tourbeuses, marécageuses ou inondables. PST dont la portance risque d'être quasi nulle au moment de la réalisation de la chaussée ou au cours de la vie de l'ouvrage.	AR0	La solution de franchissement de ces zones doit être recherchée par une opération de terrassement (purgé, substitution) et/ou de drainage (fossés profonds, rabattement de la nappe...) de manière à pouvoir reclasser le nouveau support obtenu au moins en classe AR1.
P.S.T. n°1		<b>Sols</b> Matériaux des classes A, B <sub>2</sub> , B <sub>4</sub> , B <sub>6</sub> , B <sub>8</sub> , C <sub>1</sub> , R <sub>10</sub> , R <sub>15</sub> et certains matériaux C <sub>2</sub> , R <sub>10</sub> et R <sub>15</sub> dans un état hydrique (h).  <b>Contexte</b> PST en matériaux sensibles de mauvaise portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A) et sans possibilité d'amélioration à long terme (B).	AR1	Dans ce cas de PST, il convient : - soit de procéder à une amélioration du matériau jusqu'à 0,5 m d'épaisseur par un traitement principalement à la chaux vive et selon une technique remblai. On est ramené au cas de PST 2, 3 ou 4 selon le contexte - soit d'exécuter une couche de forme en matériau granulaire insensible à l'eau de forte épaisseur (en admettant une légère réduction si l'on intercale un géotextile anticontaminant à l'interface PST - couche de forme).
P.S.T. n°2		<b>Sols</b> Matériaux des classes A, B <sub>2</sub> , B <sub>4</sub> , B <sub>6</sub> , B <sub>8</sub> , C <sub>1</sub> , R <sub>10</sub> , R <sub>15</sub> et certains matériaux C <sub>2</sub> , R <sub>10</sub> et R <sub>15</sub> dans un état hydrique (m).  <b>Contexte</b> PST en matériaux sensibles à l'eau de bonne portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A). Cette portance peut cependant chuter à long terme sous l'action des infiltrations des eaux pluviales et d'une remontée de la nappe (B).	AR1	Bien que les exigences requises à court terme pour la plate-forme support puissent être éventuellement obtenues au niveau de l'arase, il est cependant quasiment toujours nécessaire de prévoir la réalisation d'une couche de forme.  Si l'on peut réaliser un rabattement de la nappe à une profondeur suffisante, on est ramené au cas de PST 3.
P.S.T. n°3		<b>Sols</b> Mêmes matériaux que dans le cas de PST 2.  <b>Contexte</b> PST en matériaux sensibles à l'eau, de bonne portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A) mais pouvant chuter à long terme sous l'action de l'infiltration des eaux pluviales (B).	AR1 AR2	En l'absence de mesures de drainage à la base de la chaussée et d'imperméabilisation de l'arase, même situation que celle décrite dans le cas PST 2.  Classement en AR2 si des dispositions constructives de drainage à la base de la chaussée et d'imperméabilisation de l'arase permettent d'évacuer les eaux et d'éviter leur infiltration dans la PST.
P.S.T. n°4		<b>Sols</b> Mêmes matériaux qu'en PST 1 sous réserve que la granularité permette leur traitement.  <b>Contexte</b> PST en matériaux sensibles à l'eau (en remblai ou rapportés en fond de déblai hors nappe) améliorés à la chaux ou aux liants hydrauliques selon une technique "remblai" et sur une épaisseur de 0,30 à 0,50 m. L'action du traitement est cependant durable.	AR2	La portance de l'arase peut être localement élevée mais la dispersion n'autorise pas un classement supérieur. La décision de réalisation d'une couche de forme sur cette PST dépend du projet et des valeurs de portance de l'arase mesurées à court terme (après prise du liant).
P.S.T. n°5		<b>Sols</b> B <sub>1</sub> et D <sub>1</sub> et certains matériaux rocheux de la classe R <sub>10</sub> .  <b>Contexte</b> PST en matériaux sableux fins insensibles à l'eau, hors nappe, posant des problèmes de traficabilité.	AR2 AR3	La portance de l'arase de cette PST dépend beaucoup de la nature des matériaux. Classement en AR3 si le module EV2 de l'arase est supérieur à 120 MPa. Les valeurs de portance à long terme peuvent être assimilées aux valeurs mesurées à court terme. La nécessité d'une couche de forme sur cette PST ne s'impose que pour satisfaire les exigences de traficabilité.
P.S.T. n°6		<b>Sols</b> Matériaux des classes D <sub>2</sub> , R <sub>11</sub> , R <sub>11</sub> , R <sub>22</sub> , R <sub>22</sub> , R <sub>30</sub> , R <sub>41</sub> , R <sub>41</sub> , R <sub>41</sub> , ainsi que certains matériaux C <sub>2</sub> , R <sub>22</sub> , R <sub>30</sub> et R <sub>41</sub> .  <b>Contexte</b> PST en matériaux graveleux ou rocheux insensibles à l'eau mais posant des problèmes de réglage et/ou de traficabilité.	AR3 AR4	Classement en AR3 si EV2 ≥ 120 MPa et en AR4 si EV2 ≥ 200 MPa. Les valeurs de portance à long terme peuvent être assimilées aux valeurs mesurées à court terme. La nécessité d'une couche de forme ne s'impose que pour les exigences à court terme (nivellement et traficabilité) et peut donc se réduire à une couche de fin réglage.

- (A) Comportement de la PST à la mise en œuvre de la couche de forme  
(B) Situation pendant la "phase de construction" de la chaussée.

**ANNEXE 6**

**Conditions d'utilisation des matériaux en couche de forme**



## CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN COUCHE DE FORME

**A<sub>1</sub>**

Classe de sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en couche de forme	Code GWTS	Epaisseur préconisée de la couche de forme e (en m.) et classe PF de la plateforme support de chaussée									
						PST n° 1	PST n° 2	PST n° 3		PST n° 4					
						AR 1	AR 1	AR 1	AR 2	AR 2					
<b>A<sub>1h</sub></b>	La grande sensibilité à l'eau des sols de cette classe implique de les traiter avec des liants hydrauliques associés éventuellement à de la chaux. La maîtrise de l'état hydrique de ces sols traités est souvent délicate en raison de la variation brutale de leur comportement (portance) pour de faibles écarts de teneur en eau. Ces sols se traitent généralement en place.	+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s).	NON	(1)	e=0,35	e=0,35	e=0,35	e=0,35					
		= OU -	pas de pluie	T : Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux S : Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté	0 0 2 2										
<b>A<sub>1m</sub></b>		+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s).	NON						PF2	PF2	PF3	PF3	
		= OU -	pas de pluie	W : Arrosage pour maintien de l'état hydrique T : Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux S : Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté	0 1 2 2										
<b>A<sub>1s</sub></b>		+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s).	NON										0 2 1 2
		= OU -	pas de pluie	W : Humidification pour changer l'état hydrique T : Traitement avec un liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté											

(1) Sur cette PST, la mise en oeuvre d'un matériau traité répondant à une qualité "couche de forme" n'est pas réalisable. Procéder d'abord à un traitement selon une technique "remblai" et se rapporter alors au cas de PST n°4 si l'effet du traitement est durable et aux cas PST n°2 ou 3 s'il ne l'est pas.

# CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN COUCHE DE FORME

**A<sub>2</sub>**

Classe de sol	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en couche de forme	Code GWTS	Epaisseur préconisée de la couche de forme e (en m.) et classe PF de la plateforme support de chaussée				
					PST n° 1	PST n° 2	PST n° 3		PST n° 4
					AR 1	AR 1	AR 1	AR 2	AR 2
<b>A<sub>2h</sub></b>	La sensibilité à l'eau des sols de cette classe implique de les traiter le plus souvent en associant chaux + liant hydraulique étant donné l'importance de la fraction argileuse qu'ils peuvent contenir. L'association avec de la chaux peut par ailleurs s'imposer pour ajuster leur état hydrique lorsqu'ils sont trop humides.	+ pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s)	NON	(1)	e=0,35	e=0,35	e=0,35	e=0,35
		= ni pluie ni évaporation	T : Traitement mixte : chaux + liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté	0 0 3 2					
		- évaporation importante	T : Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux S : Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté	0 0 2 2					
<b>A<sub>2m</sub></b>	Lorsqu'ils sont dans un état sec, il est nécessaire de les humidifier pour les ramener à l'état moyen et dans ce cas la chaux peut avantageusement être introduite sous forme de lait de chaux dont la concentration doit être adaptée au cas de chantier considéré.	+ pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s)	NON	PF2	PF2	PF3	PF3	
		= ou - pas de pluie	W : Arrosage pour maintien de l'état hydrique T : Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux S : Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté	0 1 2 2					
		+ pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant(s)	NON					
<b>A<sub>2s</sub></b>	Ces sols se traitent presque toujours en place pour la phase de prétraitement à la chaux et éventuellement en centrale pour la phase traitement au ciment.	= ou - pas de pluie	W : Humidification pour changer l'état hydrique T : Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux S : Application d'un enduit de cure gravillonné éventuellement clouté	0 2 2 2					

(1) Sur cette PST, la mise en oeuvre d'un matériau traité répondant à une qualité "couche de forme" n'est pas réalisable. Procéder d'abord à un traitement selon une technique "remblai" et se rapporter alors au cas de PST n°4 si l'effet du traitement est durable et aux cas PST n°2 ou 3 s'il ne l'est pas.



**ANNEXE**

**Conditions générales des prestations géotechniques  
d'Igesol**

### ***Objet et nature des prestations***

Ce rapport fixe le terme de la mission. Le présent document et ses annexes constituent un tout indissociable. Les interprétations qui pourraient être faites à partir d'une communication ou reproduction partielle ne saurait engager notre bureau d'étude. En particulier, l'utilisation même partielle de ce rapport par un autre Maître d'Ouvrage, un autre constructeur ou pour un autre ouvrage que celui objet de la mission confiée ne pourra en aucun cas engager la responsabilité de notre société. Enfin, notre société ne pourrait être rendue responsable des modifications apportées à la présente étude sans son consentement écrit.

Considérant l'enchaînement des missions géotechniques, il est vivement conseillé au Maître d'Ouvrage, au Maître d'Œuvre ou au constructeur de faire procéder à une visite de chantier par un géotechnicien à la fin de l'ouverture des fouilles ou de la réalisation des puits ou des pieux. Ce contrôle a pour objet de vérifier que la nature et la profondeur du sol d'assise des fondations sont conformes aux données de l'étude. Elle donne lieu à l'établissement d'un procès verbal.

Le Maître d'Ouvrage devra nous informer de la Date Réelle d'Ouverture du Chantier (DROC) et faire réactualiser le présent document en cas d'ouverture de chantier plus de 2 ans après la date d'établissement du présent document. De même, il est tenu de nous informer du montant global de l'opération et de la date prévisible de réception de l'ouvrage

### ***Responsabilité et assurances***

#### ***→ Assurance décennale***

Pour ces prestations, Igesol bénéficie d'un contrat d'assurance au titre de la responsabilité décennale afférente aux ouvrages soumis à obligation d'assurance.

#### ***→ Responsabilités autres que la responsabilité décennale***

La responsabilité de notre société ne peut être retenue que dans les limites de la mission qui lui a été confiée (nommée en introduction du présent rapport). Le contenu de chaque mission est développé en annexe 2. Les Prescriptions découlant de notre mission devront être respectées dans leur totalité. Dans le cas contraire, la responsabilité de notre société ne pourra être engagée.

La responsabilité de notre société ne saurait être engagée en cas de dommage causés à la végétation, à des cultures ou à des ouvrages (réseaux enterrés, ...) dont la présence et l'emplacement précis ne nous aurait pas été communiqué préalablement au commencement des investigations.

## ***Recommandations***

Notre société devra être informée de toutes modifications qui pourraient être apportées au projet (conception, implantation, niveau, taille) ou à son site d'implantation. En effet, ces modifications pourraient être de nature à rendre caducs certains éléments ou la totalité des conclusions de la présente étude.

Les éventuelles altitudes indiquées pour chaque sondage ne sont données qu'à titre indicatif. Seules font foi les profondeurs mesurées depuis le sommet des sondages et comptées à partir du niveau du sol au moment de la réalisation des investigations. Pour que ces altitudes soient garanties, il convient qu'elles soient relevées par un géomètre expert. Il en va de même pour l'implantation des sondages sur le terrain.

Il est reconnu que l'étude géotechnique repose sur une reconnaissance du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. Ainsi, des éléments nouveaux (glissement, érosion, remblais, ...) mis en évidence lors de reconnaissances complémentaires ou lors de l'exécution des fouilles ou des fondations et n'ayant pu être détectés au cours des opérations de reconnaissance peuvent rendre caduques les conclusions du présent rapport en tout ou en partie. Ces éléments nouveaux ainsi que tout incident important survenant au cours des travaux doivent être immédiatement signalés à notre société pour lui permettre de reconsidérer et d'adapter éventuellement les prescriptions initialement préconisées et ceci dans le cadre de missions complémentaires.

Si, en l'absence de plans précis des ouvrages projetés, notre société est amenée à faire une ou plusieurs hypothèses sur le projet, il appartient au Maître d'Ouvrage, au Maître d'Œuvre ou toute autre entreprise intervenant en aval de notre étude de nous indiquer le projet définitif afin de valider ou d'affiner les résultats obtenus à partir d'hypothèses.

**ANNEXE**

**Enchaînement et Classification  
des missions types d'ingénierie géotechnique  
(Norme NF-P 94 500 – novembre 2013)**

L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique doit suivre les étapes d'élaboration et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géologiques.

Chaque mission s'appuie sur des investigations géotechniques spécifiques. Il appartient au maître d'ouvrage ou à son mandataire de veiller à la réalisation successive de toutes ces missions par une ingénierie géotechnique.

## **ETAPE 1 : ETUDES GEOTECHNIQUES PREALABLES (G1)**

Ces missions excluent toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre d'une mission d'étude géotechnique de projet (étape 2). Elles sont normalement à la charge du maître d'ouvrage.

### ***Etude de site (G1 ES)***

Elle est réalisée avant l'étude préliminaire ou l'esquisse ou l'APS, et permet une première identification des risques géologiques d'un site :

- faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique spécifique du site et l'existence d'avoisinants,
- fournir un rapport avec un modèle géologique préliminaire, avec ses principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs pour un futur ouvrage non encore étudié.

### ***Principes Généraux de Construction (G1 PGC)***

Elle est réalisée au stade de l'étude préliminaire ou de l'esquisse ou de l'APS, et permet de réduire les conséquences des risques géologiques majeurs identifiés :

- définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats,
- fournir un rapport donnant les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, certains principes généraux de construction (notamment terrassements, soutènements, fondations, risques de déformation des terrains, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants). Elle permet de compléter le modèle géologique et de définir le contexte géotechnique, et de réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs en cas de survenance.

Cette étude ne comprend pas d'ébauche dimensionnelle et sera obligatoirement complétée lors de l'étude géotechnique de projet (étape 2).

## **ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)**

Elle est réalisée pour définir le projet des ouvrages géotechniques et permet de réduire les conséquences des risques géologiques importants identifiés. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage et peut être intégrée à la mission de maîtrise d'œuvre générale.

### ***Phase Avant-projet (G2 AVP)***

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Fournir une synthèse actualisée du site et les notes techniques donnant les méthodes d'exécution proposées pour les ouvrages géotechniques (notamment terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, dispositions générales vis-à-vis des nappes et avoisinants). Elle fournit une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique.
- Fournir une première approche des quantités et conclure sur la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure gestion des risques géotechniques.

Ce rapport sert de donnée d'entrée pour la phase suivante.

### ***Phase Projet (G2 PRO)***

- Définir les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de projet, notamment méthodes d'exécution et notes techniques pour les ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et des voiries, améliorations des sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisinants).
- Fournir les notes de calcul de dimensionnement niveau projet pour tous les ouvrages géotechniques et pour toutes les phases de construction, et les valeurs seuil associées. Elle permet une approche des quantités/délais/coûts d'exécution de ces ouvrages.
- Si nécessaire, fournir les principes de maintenance des ouvrages géotechniques.

Ce rapport sert de base à l'élaboration du DCE.

### ***Phase DCE / ACT (G2 DCE / ACT)***

- Etablir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires à la consultation des entreprises et à leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (plans, notices techniques, cahier des charges techniques particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel).
- Assister le Maître d'Ouvrage ou la maîtrise d'œuvre pour la sélection des entreprises et l'analyse technique des offres concernant les ouvrages géotechniques.



### **ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION (G3 et G4, distinctes et simultanées)**

#### ***ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (G3)***

Se déroulant en 2 phases interactives et indissociables, elle permet de réduire les risques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures d'adaptation ou d'optimisation. Elle est normalement confiée à l'entrepreneur.

##### ***Phase Etude***

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Etudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment validation des hypothèses géotechniques, définition et dimensionnement (calculs justificatifs), méthodes et conditions d'exécution (phasages, suivis, contrôles, auscultations en fonction des valeurs seuils associées, dispositions constructives complémentaires éventuelles), élaborer le dossier géotechnique d'exécution.

##### ***Phase Suivi***

- Suivre le programme d'auscultation et l'exécution des ouvrages géotechniques, déclencher si nécessaire les dispositions constructives prédéfinies en phase Etude.
- Vérifier les données géotechniques par relevés lors des excavations et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats).
- Participer à l'établissement du dossier de fin de travaux et des recommandations de maintenance des ouvrages géotechniques.

#### ***SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)***

Elle permet de vérifier la conformité aux objectifs du projet, de l'étude et du suivi géotechnique d'exécution. Elle est normalement à la charge du maître d'ouvrage.

##### ***Phase Supervision de l'étude d'exécution***

Avis sur l'étude géotechnique d'exécution, sur les adaptations ou optimisations potentielles des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, sur le programme d'auscultation et les valeurs seuils associées.

##### ***Phase Supervision du suivi d'exécution***

Avis, par interventions ponctuelles sur le chantier, sur le contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur, sur le comportement observé de l'ouvrage et des avoisinants concernés et sur l'adaptation ou l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur.

## DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

Pendant le déroulement d'un projet ou au cours de la vie d'un ouvrage, il peut être nécessaire de procéder, de façon strictement limitative, à l'étude d'un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques, dans le cadre d'une mission ponctuelle.

- Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats.
- Etudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soutènement, rabattement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans d'autres éléments géotechniques. Des études géotechniques de projet et/ou d'exécution, de suivi et supervision, doivent être réalisées ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique, si ce diagnostic conduit à modifier ou réaliser des travaux.