



Maître d'Ouvrage :
BATI-AMENAGEMENT
24, boulevard Vincent Gâche
44 3200 NANTES

**ETUDE GEOTECHNIQUE
DE CONCEPTION G2AVP**

Projet de création d'un lotissement

*"Le Hameau de la Volière"
Rue Claude Gaulué
REZE (44)*

*Rédaction : Pierre-Franc DUNIS
Relecture : Samy BOUSSEFFA*

*Réf. dossier : 3484
Avril 2019*

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

1 - INTRODUCTION	1
2 - CONTEXTE GENERAL	2
2.1 - CONTEXTE GEOGRAPHIQUE	2
2.2 - CONTEXTE GEOLOGIQUE	2
2.3 - CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE.....	2
2.4 - EXPOSITION AUX RISQUES NATURELS.....	3
3 - LES INVESTIGATIONS.....	5
3.1 - SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE ET A LA TARIERE A MAINS (ANNEXE 1)	5
3.2 - ANALYSES DE LABORATOIRE (ANNEXES 2)	7
3.4.1 - Identification GTR de matériaux (normes NF P 94-050, NF P 94-512 – 4 et NF P 94-068)	7
3.4.2 - Mesures de teneur en eau naturelle (norme NF P 94-050)	8
4 - CONCLUSION / SYNTHESE DES RESULTATS.....	9
5 - TERRASSEMENTS	10
6 - LES CONDITIONS DE RE-EMPLOI DES MATÉRIAUX DE DEBLAIS EN REMBLAIS.....	11
6.1 - LE RE-EMPLOI DES MATERIAUX DU SITE EN REMBLAIS	11
6.2 - LE REEMPLOI DES MATERIAUX EN COUCHE DE FORME	12
7 - LES VOIRIES (<i>d'après le fascicule « catalogue des structures de chaussée »</i>).....	13

ANNEXES

- Sondages à la pelle mécanique
- Sondages à la tarière à main
- Analyses de laboratoire
- Conditions d'utilisation des matériaux du site en remblai
- Les différents cas possible de PST
- Condition 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, aménageur de lotissement, nous avons réalisé une étude géotechnique de conception sur le site du projet de création du lotissement « Le Hameau de la Volière » à REZE (44).

→ Description du projet (cf. planche 2)

Ce lotissement est constitué de 13 lots dont la superficie ne nous a pas été communiquée et d'une voirie de desserte.

Les cotes NGF du sol fini des voiries ne nous ont pas été communiquées comme pour la classe de trafic. Nous considérerons une classe t5 (route d'accès ou desserte - TC0 : <250 véhicules/jour/sens).

Remarque : la présente étude n'abordera pas le traitement des eaux pluviales et le mode de fondations des futures constructions.

→ Objectifs de l'étude

Les principaux objectifs sont de :

- définir la nature et la structure du sous-sol et ses contraintes hydrogéologiques, au droit de la future voirie ;
- déterminer la faisabilité géotechnique du projet ;
- préciser les caractéristiques physiques des différents faciès caractérisés (classification GTR) ;
- aborder les modalités de terrassement et donner les possibilités de réemploi des matériaux extraits des déblais, en remblai et en couche de forme, préciser les caractéristiques de couche de forme ainsi que les structures de chaussée envisageables (voirie et bassin de rétention) ;
- proposer des structures de chaussées en fonction du type et de l'intensité du trafic

Dans ce cadre, notre étude se limite à une mission de type **G₂AVP** (norme AFNOR – NF P-94 500).

→ Investigations

Afin de répondre aux objectifs fixés par notre mission, nous avons mené les campagnes d'investigations suivantes :

- ✓ 3 sondages à la pelle mécanique ;
- ✓ 4 sondages à la tarière à main ;
- ✓ 2 identifications GTR par analyse granulométrique par tamisage, détermination de la valeur au bleu du sol et de la teneur en eau naturelle.

→ Documents en notre possession :

Seul un plan de masse projeté du lotissement au 1/500 nous a été transmis pour la réalisation de cette étude.

→ Remarques complémentaires

Cette étude ne peut en aucun cas être utilisée comme étude géotechnique à la parcelle.

2 - CONTEXTE GENERAL

2.1 - CONTEXTE GÉOGRAPHIQUE

Le site étudié se localise sur la commune de REZE, rue Claude Gaullué, à environ 2,6 km à l'est-sud-est du centre bourg (église prise comme repère – cf. planche 1).

La zone d'étude, d'une superficie totale d'environ 7285 m², correspond aux parcelles cadastrales n°182, 184 à 186, 194 à 197, 200, 275 à 277, 320, 329, 382 à 383 – Section AX. Le terrain correspondant à d'anciens potagers au sein d'un talweg traversé par un fossé en partie basse était limité :

- à l'ouest, à l'est et au sud par des parcelles bâties;
- au nord, par la rue Claude Gaullué.

D'après le relevé topographique en notre possession, l'altitude de la zone d'étude est comprise entre environ 14,95 m et 21,33 m NGF. Le terrain se décompose en deux versants, l'un au nord du projet avec une pente orientée au sud selon une intensité de l'ordre de 5 à 6% ; l'autre au sud du projet, avec une pente orientée au nord selon une intensité de l'ordre de 1 à 4 %. Ces deux versants se rejoignent suivant un axe de drainage orienté est-ouest, localisée au nord des lots n°1 et 13.

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 « NANTES », le sous-sol du site étudié est caractérisé par une formation de micaschiste et gneiss à deux micas et oligoclase (gneiss de Rezé) (cf. planche 1).

2.3 - CONTEXTE HYDROLOGIQUE ET HYDROGÉOLOGIQUE

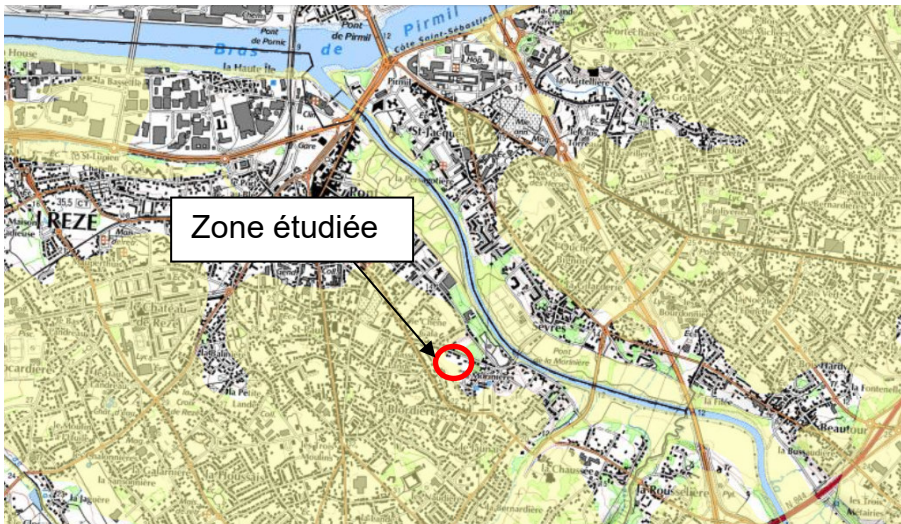
Du point de vue hydrologique, la zone d'étude se situe à environ 300 m au sud-ouest de la Sèvre Nantaise (cote fil d'eau : 1 m NGF).

Du point de vue hydrogéologique, le substratum constitue un niveau aquifère dont la productivité est fonction de son degré de fracturation. De plus, les colluvions peuvent se retrouver saturées en eau, en période humide, au toit du substratum pouvant être imperméable. D'après le témoignage d'un riverain, des résurgences d'eau au niveau du terrain naturel sont observées en période pluvieuse prolongée dans la zone concerné par les lots 1 à 3.

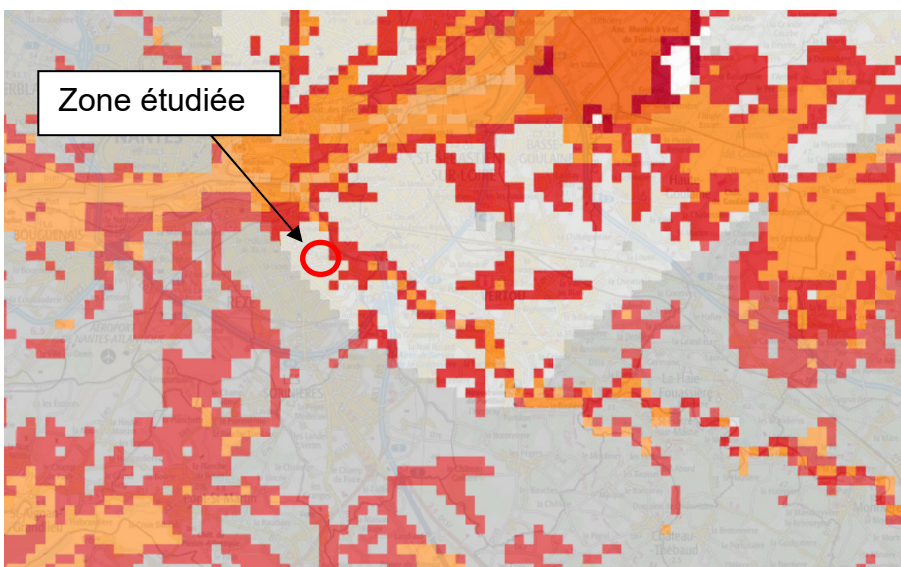
2.4 - EXPOSITION AUX RISQUES NATURELS

D'après la Banque de Données du Sous-Sol (brgm.fr), 3 risques naturels sont référencés au niveau de la zone d'étude :

- **l'aléa « retrait-gonflement » des argiles** : celui-ci est **à priori nul à faible** sur une échelle à 4 unités (à priori nul, faible, moyen et fort) ;



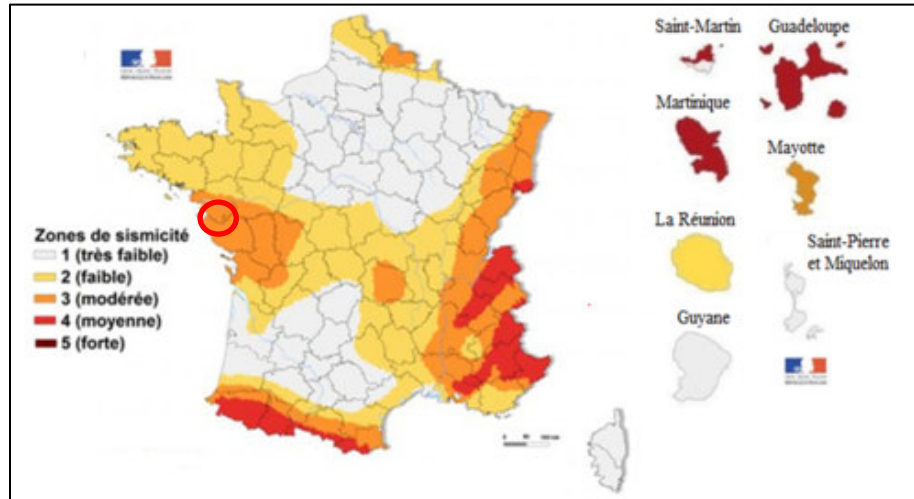
- **le risque de « remontée de nappe »** : celui-ci est de **fiabilité moyenne** pour le risque **pas de débordements de nappes ni d'inondation de cave** sur une échelle à 4 niveaux de fiabilité (inconnue, faible, moyenne, forte)



- **le risque « sismique »** :

Selon le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010, la zone d'étude est classée **modérée (zone 3)** dans le découpage administratif de la France métropolitaine. A cette zone de sismicité est rattachée une magnitude conventionnelle de 5,5.

Cependant, les ouvrages étudiés dans la présente étude ne sont pas soumis à la réglementation parasismique.



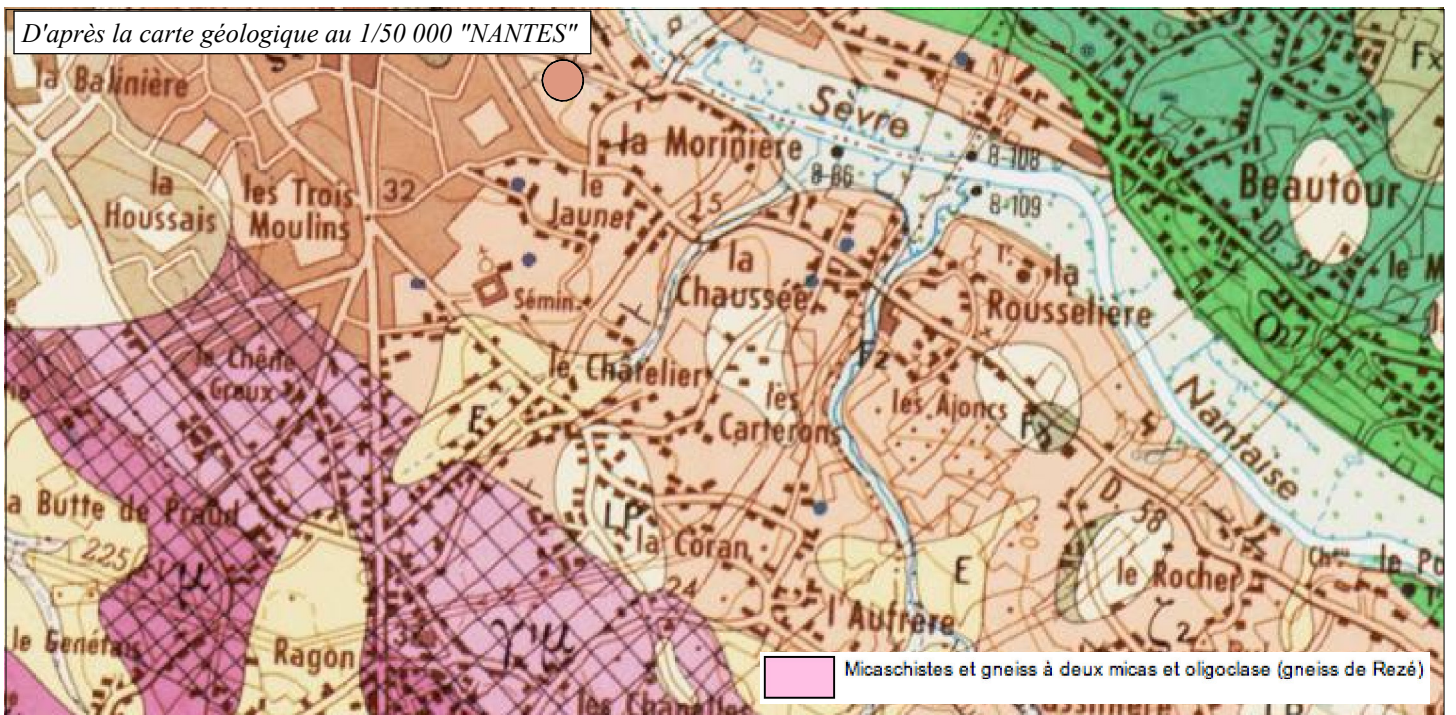
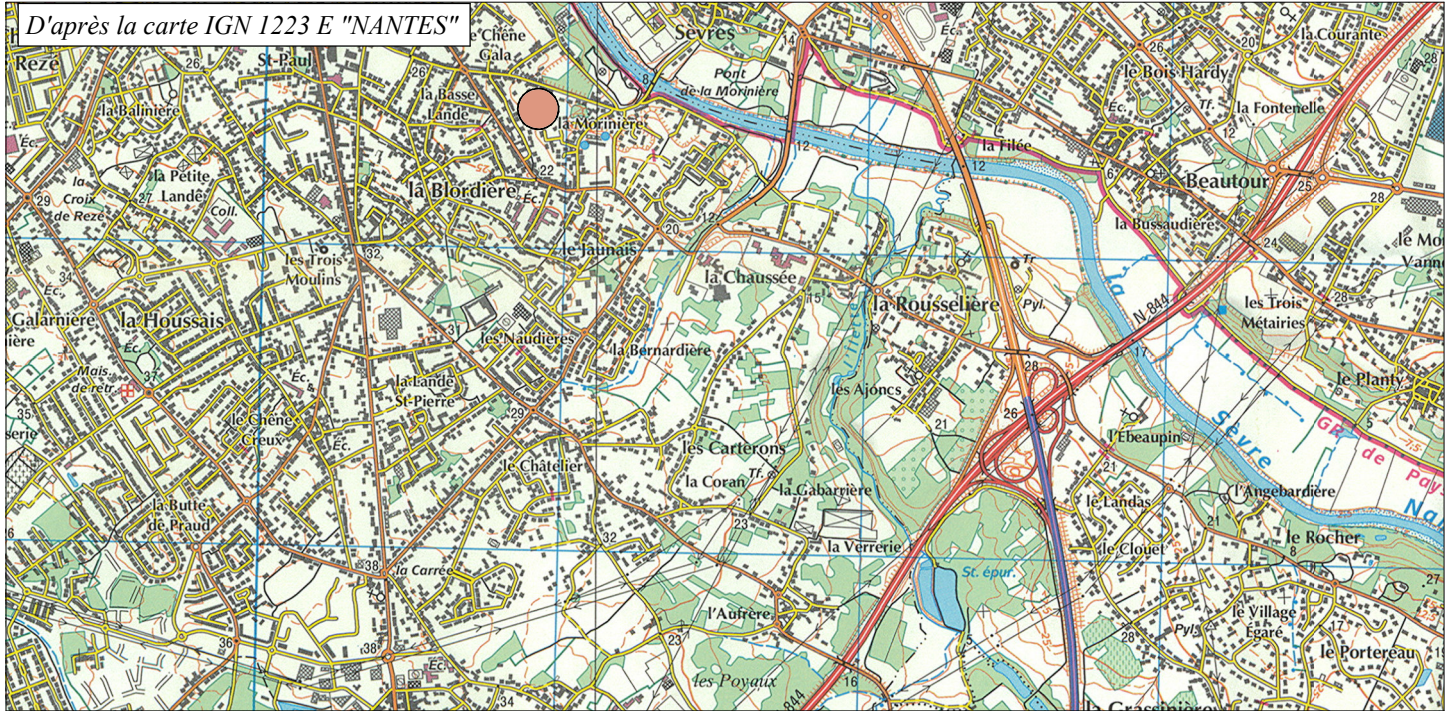


Projet de création d'un lotissement

Etude géotechnique de conception

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 ET A LA TARIERE A MAINS (ANNEXE 1)

Afin de déterminer la nature et la structure du sous-sol et d'aborder le contexte hydrogéologique, nous avons réalisé, le 14/03/2019 et le 28/03/2019, 3 sondages à la pelle mécanique (P1 à P3) et 4 sondages à la tarière à mains (T1 à T4), jusqu'à une profondeur comprise 0,40 (P2, T1) et 2,10 m (P3), soit entre les cotes NGF 19,46 (T4) et 15,04 (P1).

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	Présent en	Lithologie	Profondeur au toit (m)	Cote NGF au toit (m)	Epaisseur (m)
Terre végétale	Tous	Limon sableux, ou argile limono sableuse, ou argile limoneuse, à quelques cailloutis localement			0,20 à 0,65
Colluvions	T4	Argile limoneuse, à possible cailloutis	0,55	19,76	0,25
Altérite de schiste	P3	Limon sablo-argileux à argile limono-sableuse	0,20	16,94	
Altérite de schiste peu évoluée	T2, T4	Argile sablonneuse ou argile limoneuse	0,40 à 0,80	19,51 à 18,87	
Schiste très altéré	P1	Cailloutis pulvérulents à matrice sablo-limoneuse	0,50	19,81	0,80
Schiste altéré	P1, P2, T1	Cailloutis sains à légère matrice sablo-limoneuse, ou se débitant en argile sableuse	0,30 à 1,30	19,01 à 17,73	

→ Contexte hydrogéologique :

	Profondeur (m/TN)	Cote NGF (m)
Niveau d'eau		/
Instabilités des parois des sondages		/
Circulation d'eau	Frais à humide localement dans la terre végétale, humide dans les colluvions, très frais localement dans l'altérite de schiste peu évoluée et venue d'eau localement à -1,50 m/TN (cote NGF : 18,64 m)	

3.2 - ANALYSES DE LABORATOIRE (ANNEXES 2)

Considérant la nature et la structure du sous-sol et la configuration du projet, nous avons effectué 1 série d'analyses de laboratoire à partir d'échantillons prélevés au sein des sondages P1 et P3 dans le schiste très altéré (P1) et dans l'altérite de schiste (P3). L'objectif de ces analyses est d'aborder les possibilités de réutilisation des matériaux du site en remblais et/ou en couches de forme.

Les échantillons analysés sont les suivant :

N° échantillon	Sondage	Profondeur (m)	Caractérisation visuelle
P1-1	P1	0,50 – 1,30	<u>Schiste très altéré</u> : Cailloutis pulvérulents à matrice sablo-limoneuse
P3-1	P3	0,20 – 1,20	<u>Altérite de schiste</u> : Limon sablo-argileux à argile limono-sableuse

3.4.1 - Identification GTR de matériaux (normes NF P 94-050, NF P 94-512 – 4 et NF P 94-068)

Les résultats de ces classifications, reportés en annexe 2, peuvent être résumés dans le tableau ci-dessous :

N° échantillon	Passant cumulé à 80 µm (%)	Passant cumulé à 2 mm (%)	Diamètre maximal (mm)	VBS	Classification GTR
P1-1	18,8	55,1	40	0,49	B₅
P3-1	36,0	87,3	16	0,73	A₁ limite B₅

Les matériaux issus du schiste très altéré correspondent à des sols sableux et graveleux avec fines de classe B₅. Leur D_{max} est inférieur à 50 mm, le passant à 80 µm compris entre 12 et 35 % avec une VBS inférieure à 1,5. La proportion de fines et la faible plasticité de ces dernières rapprochent beaucoup le comportement de ces sols de celui des sols A₁. Leur emploi en couche de forme sans traitement avec des LH nécessite de connaître leur résistance mécanique (Los Angeles, LA, et/ou Micro Deval en présence d'eau, MDE).

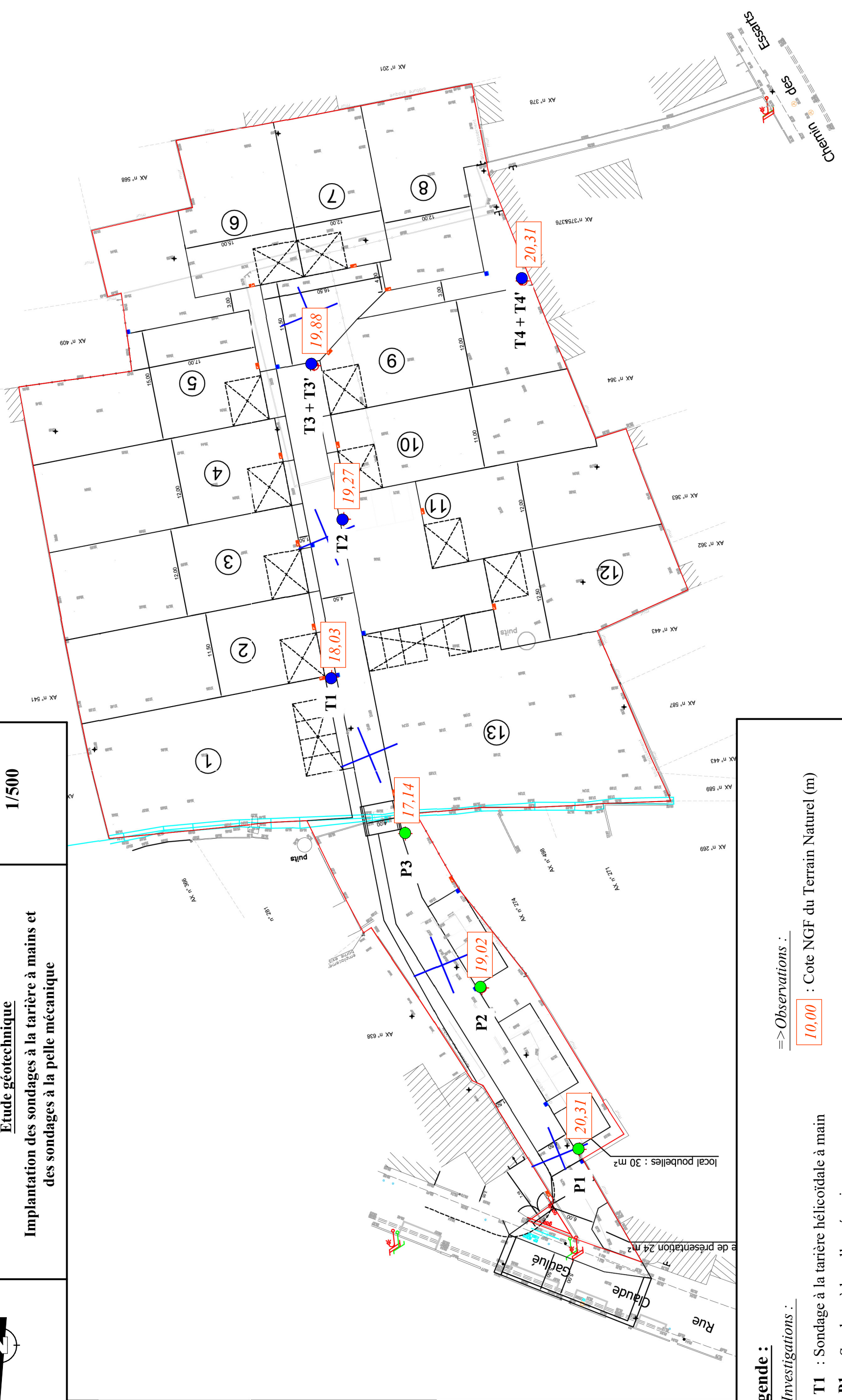
Les matériaux issus de l'altérite de schiste correspondent à des sols fins limite sableux et graveleux avec fines de classe A₁ limite B₅. Leur D_{max} est inférieur à 50 mm, le passant à 80 µm supérieur à 35 % avec une VBS inférieure à 2,5. Ces sols changent brutalement de consistance pour de faibles variations de teneur en eau, en particulier lorsque leur w_n est proche de w_{opn}. 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. Dans le cas de ces sols fins peu plastiques, il est souvent préférable de les identifier par la valeur de bleu de méthylène VBS, compte tenu de l'imprécision attachée à la mesure de l'Ip.

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

Nous avons mesuré la teneur en eau naturelle de l'échantillon prélevé lors de notre campagne de sondages. Les valeurs obtenues sont reportées dans le tableau ci-dessous :

Échantillon	P1-1	P3-1
Teneur en eau (W_n , %)	11,3	16,9

Les échantillons ont été prélevés le 14/03/19. Leur teneur en eau naturelle est de l'ordre de 11,3 dans le schiste très altéré et de l'ordre de 16,9 % dans l'altérite de schiste.



Légende :

≡ < Investigations :

- T1 : Sondage à la tarière hélicoïdale à main
- P1 : Sondage à la pelle mécanique

≡ > Observations :

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

4 - CONCLUSION / SYNTHÈSE DES RESULTATS

Nos investigations et nos observations sur le site et ses alentours ont permis de relever les points développés ci-dessous.

- L'épaisseur de terre végétale voire de colluvions est comprise entre 0,20 et 0,80 m.
- Du point de vue géologique, le sous-sol se caractérise par un schiste altéré (P1, P2, T1), à cailloutis sains à légère matrice sablo-limoneuse ou se débitant en argile sableuse, apparaissant entre 0,30 à 1,30 m de profondeur, soit entre les cotes NGF 19,01 à 17,73 m. Il oppose rapidement refus aux engins de sondages et est surmonté localement par un schiste très altéré (P1), à cailloutis pulvérulents à matrice sablo-limoneuse, apparaissant à 0,50 m de profondeur, soit à la cote NGF 19,81 m. Ce schiste plus ou moins altéré est recouvert localement par une altérite de schiste peu évoluée (T2, T4), montrant une argile sablonneuse ou une argile limoneuse, apparaissant entre 0,40 et 0,80 m de profondeur, soit entre les cotes NGF 19,51 à 18,87 m. Cet ensemble est parfois scellé par une altérite de schiste, à limon sablo-argileux à argile limono-sableuse, apparaissant à 0,20 m de profondeur, soit à la cote NGF 16,94 m.
- Du point de vue hydrogéologique, aucun niveau d'eau n'a été enregistré au moment de notre visite. Cependant, les faciès superficiels sont souvent humides et une venue d'eau a été relevée en partie basse du site à proximité du fossé dès 1,50 m de profondeur (18,64 m NGF)
- Les parois des sondages sont restées stables au cours de nos sondages. Cependant, des instabilités sont envisageables, notamment sous l'effet de pressions hydrostatiques.

5 - TERRASSEMENTS

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

- Compte tenu du contexte hydrogéologique, il est conseillé de réaliser les terrassements de masse en période sèche.
- La terre végétale, les colluvions et les faciès d'altérite de schiste se terrasseront avec des engins classiques de terrassement. Dès le schiste altéré atteint, l'utilisation d'une pelle mécanique puissante munie d'un godet rocher et d'une dent de ripper sera nécessaire pour des terrassements superficiels. Pour des terrassements importants dans ce faciès, l'utilisation du Brise Roche Hydraulique deviendra impérative.
- 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, les colluvions et les faciès d'altérite de schiste. Cette pente pourra être abaissée à 1/1 dès le toit du schiste altéré atteint.
- 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 MATÉRIAUX DE DEBLAIS EN REMBLAIS

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

Les conditions de mise en œuvre évoquées concernent uniquement les matériaux analysés dans le cadre de cette étude géotechnique. Pour les faciès non analysés 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

Au-delà de la terre végétale, les matériaux déblayés seront principalement issus des colluvions, de l'altérite de schiste plus ou moins évoluée ou du schiste plus ou moins altéré. Après décapage, le schiste altéré correspond à un sol composé de cailloutis sains à légère matrice sablo-limoneuse. Le schiste plus ou moins altéré correspond à un sol composé de cailloutis sains et pulvérulents à matrice sablo-limoneuse, de classe C₁₂B₅ (en présence d'une fraction grossière). De même, l'altérite de schiste correspond à un sol limon-sablo-argileux à argile limono-sableuse, à un sol fin limite sableux et graveleux avec fines de classe A₁ limite B₅. Des essais Proctor seront à effectuer par l'entreprise de terrassement afin de déterminer l'état hydrique de ces matériaux. La teneur en eau des matériaux sera également vérifiée avant le démarrage du chantier et régulièrement pendant les travaux, afin de vérifier leur validité avec des compactages optimaux et d'adapter si nécessaire leur mode de mise en œuvre.

Des dispositions pourront être nécessaires pour ramener les matériaux à une teneur en eau compatible avec un compactage optimal (aération ou arrosage).

Le mode de mise en œuvre de l'altérite de schiste (sol fin de classe A₁) du schiste très altéré (sol sableux et graveleux et avec fines de classe B₅), est présenté 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 régalaie 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, les matériaux éventuellement trop humides seront décapés. 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 et fera l'objet de planches d'essai.*
- ✓ *La qualité du compactage sera validée par un géotechnicien par la réalisation d'essais au gamma-densitomètre ou d'essais à la plaque. On retiendra comme valeur de référence : $\rho_d \geq 95\% \rho_{OPN}$ ou $EV2 \geq 50MPa$ et $EV2/EV1 < 2$.*
- ✓ *L'utilisation en remblai de matériaux non analysés au cours de la présente étude, nécessitera la réalisation au préalable, d'analyses et d'essais de laboratoire complémentaires pour leur identification GTR.*
- ✓ *Les matériaux grossiers pouvant empêcher un compactage optimal des couches (matériaux issus du schiste altéré) seront purgés ou concassés.*

6.2 - LE RÉEMPLOI DES MATÉRIAUX EN COUCHE DE FORME

La Partie Supérieure des Terrassements (PST) de masse correspondra à des matériaux de classe A₁ voire B₅ et pour le schiste altéré à un sol rocheux de classe R₆. 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 à 4 pour les fonds de forme hors schiste altéré. Pour les fonds de forme issus du schiste altéré, la PST variera du cas PST n°6. Ces différents cas sont présentés en annexe 4.

Les conditions d'utilisation des matériaux de classe A₁ et B₅ est présentée en couche de forme sont présentées en annexe 5.

La détermination des adjuvants de traitement et leur dosage nécessiteront 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 »)

La terre végétale sera décapée sur l'emprise des voiries. L

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

Nécessité d'une couche de forme uniquement nécessaire si l'arase ne correspond pas à un sol rocheux. En cas de nécessité, et considérant une plate-forme de niveau PF2, la couche de forme pourra être constituée avec les matériaux extraits sur le site (altérite de schiste plus ou moins évoluée, schiste très altéré) comme développé au paragraphe précédent. On pourra aussi utiliser des matériaux granulaires, insensibles à l'eau (sols de la classe B₃₁ ou D₂₁ par exemple). Les conditions d'utilisation de ces matériaux en couche de forme sont présentées en annexe 5.

Compte tenu du projet les voiries devront supporter le passage de 250 véhicules/jour/sens. Nous considérerons donc une classe de trafic TC₀. Considérant la nature du projet, le taux de croissance annuel sera considéré comme nul.

Au choix, nous proposons les structures de chaussées suivantes (sur une plate-forme de type PF2) :

- structure n°1 (GB3/GB3) :
 - ✓ 6 cm de BB en couche de roulement ;
 - ✓ 8 cm de GB classe 3 ;
- structure n°2 (GNT B2) :
 - ✓ 4 cm de BB en couche de roulement ;
 - ✓ 11 cm de GNT type B₂ ;
 - ✓ 25 cm de GNT type B₂.

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 superficielle


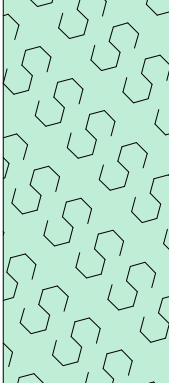

Rédigé par :
Pierre-Franc DUNIS

Vérifié par :
Samy BOUSSEFFA

ANNEXE 1

**Coupes des sondages à la pelle mécanique et à la tarière à
main**

Sondage à la pelle mécanique : P1 - Cote NGF : 20,31 m

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (en m)	Lithologie	Ech
0,50			0,50	19,81	Terre végétale : Limon sableux, brun, à limon-sablo-argileux, brun, à racines	
1,00			1,30	19,01	Schiste très altéré : Cailloutis pulvérulents à matrice sablo-limoneuse, brun, ocre	P1-1
1,50			1,35	18,96	Schiste altéré : Cailloutis sains à légère matrice sablo-limoneuse, beige <i>Refus</i>	
2,00						
2,50						


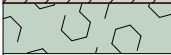
Parois des sondages : Stables

Circulation d'eau : /

Niveau d'eau en fin d'investigations : /

Profondeur du refus : -1,35 m/TN (cote NGF : 18,96 m)

Sondage à la pelle mécanique : P2 - Cote NGF : 19,02 m

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (en m)	Lithologie	Ech
0,50					Terre végétale : Limon sableux, brun, à racines	
			0,30	18,72	Schiste altéré : Cailloutis sains à légère matrice sablo-limoneuse, beige <i>Refus</i>	
		0,40	18,62			
1,00						
1,50						
2,00						
2,50						


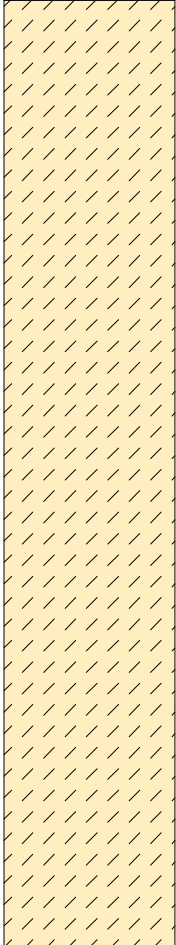
Parois des sondages : Stables

Circulation d'eau : /

Niveau d'eau en fin d'investigations : /

Profondeur du refus : -0,40 m/TN (cote NGF : 18,62 m)

Sondage à la pelle mécanique : P3 - Cote NGF : 17,14 m

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (en m)	Lithologie	Ech
					Terre végétale : Limon sableux, brun, humifère	
			0,20	16,94		
0,50						
1,00					Altérite de schiste : Limon sablo-argileux à argile limono-sableuse, brun clair	P3-1
1,50					dès -1,50 m/TN (cote NGF : 15,64 m) : venue d'eau	
2,00			2,10	15,04	Arrêt volontaire : bout de flèche	
2,50						

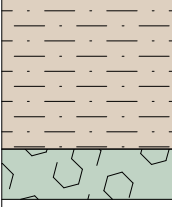
Parois des sondages : Stables

Circulation d'eau : Venue d'eau à -1,50 m/TN (cote NGF : 18,64 m)

Niveau d'eau en fin d'investigations : /

Profondeur du refus : Non atteint

Sondage à la tarière hélicoïdale à main : T1 - Cote NGF : 18,03 m

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (en m)	Lithologie
					Terre végétale : Argile limono-sableuse, marron/brune, micacée, très fraîche, à quelques cailloutis
			0,30	17,73	Schiste altéré se débitant en argile sableuse, brune, micacée
0,50			0,40	17,63	<i>Refus</i>
1,00					
1,50					
2,00					
2,50					

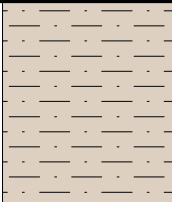

Parois des sondages : Stables

Circulation d'eau : Frais dans la terre végétale

Niveau d'eau en fin d'investigations : /

Profondeur du refus : -0,40 m/TN (cote NGF : 17,63 m)

Sondage à la tarière hélicoïdale à main : T2 - Cote NGF : 19,27 m

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (en m)	Lithologie
					Terre végétale : Argile limono-sableuse, marron, légèrement micacée, fraîche
0,50			0,40	18,87	Altérite de schiste peu évoluée : Argile sablonneuse, micacée, ocre brune, très fraîche
			0,60	18,67	Refus sur schiste altéré
1,00					
1,50					
2,00					
2,50					

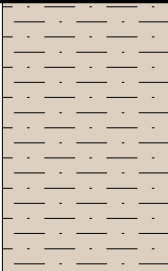
Parois des sondages : Stables

Circulation d'eau : Frais dans la terre végétale, très frais dans l'altérite de schiste peu évoluée

Niveau d'eau en fin d'investigations : /

Profondeur du refus : -0,60 m/TN (cote NGF : 18,67 m)

Sondage à la tarière hélicoïdale à main : T3 - Cote NGF : 19,88 m

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (en m)	Lithologie
0,50			0,55	19,33	Terre végétale : Argile limoneuse, marron, micacée
1,00					Refus sur schiste altéré
1,50					
2,00					
2,50					

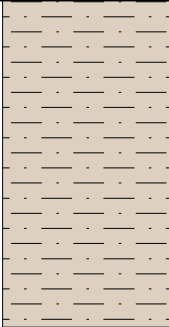
Parois des sondages : Stables

Circulation d'eau : /

Niveau d'eau en fin d'investigations : /

Profondeur du refus : -0,55 m/TN (cote NGF : 19,33 m)

Sondage à la tarière hélicoïdale à main : T3' - Cote NGF : 19,88 m

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (en m)	Lithologie
0,50			0,65	19,23	Terre végétale : Argile limoneuse, marron, micacée
1,00					Refus sur schiste altéré
1,50					
2,00					
2,50					

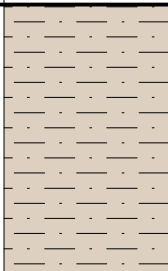


Parois des sondages : Stables

Circulation d'eau : /

Niveau d'eau en fin d'investigations : /

Profondeur du refus : -0,65 m/TN (cote NGF : 19,23 m)

Sondage à la tarière hélicoïdale à main : T4 - Cote NGF : 20,31 m

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (en m)	Lithologie
0,50			0,55	19,76	Terre végétale : Argile limoneuse, marron, micacée, de plus en plus argileuse et humide à la base
			0,80	19,51	Colluvions : Argile limoneuse, marron, à possible cailloutis , humide
1,00			0,85	19,46	Altérite de schiste peu évoluée : Argile limoneuse, ocre, micacée, compacte
1,50					<i>Refus</i>
2,00					
2,50					

Parois des sondages : Stables

Circulation d'eau : Humide à la base de la terre végétale et dans les colluvions

Niveau d'eau en fin d'investigations : /

Profondeur du refus : -0,85 m/TN (cote NGF : 19,46 m)

ANNEXE 2

Identifications GTR des matériaux

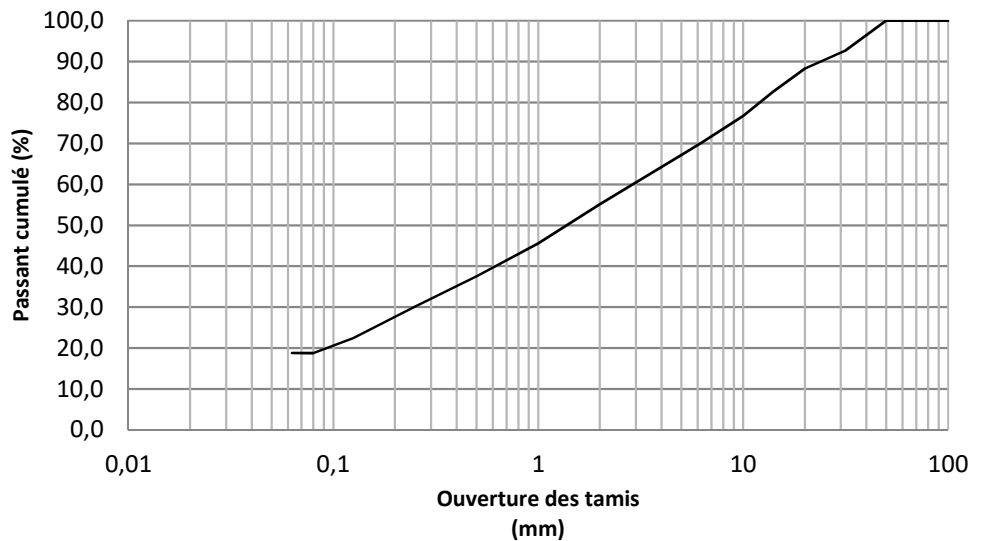
Classification GTR de matériaux

Projet	BATI AMENAGEMENT	Référence	3484
N° d'échantillon	P1-1	Profondeur (m)	0,50 - 1,30
Mode de prélèvement	Pelle mécanique	Date de prélèvement	14/03/2019

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

Dmax (mm)	40	Température étuvage	105 °C
-----------	----	---------------------	--------

Ouverture tamis (mm)	Passant cumulé (%)
100	100,0
63	100,0
50	100,0
31,5	92,7
20	88,3
14	82,6
10	76,7
6,3	70,2
5	67,2
2	55,1
1	45,6
0,5	37,5
0,25	30,1
0,125	22,4
0,08	18,8
0,063	18,8



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

m _h (g)	3070	m _s (g)	2845,10	Wn (%)	11,3
--------------------	------	--------------------	---------	--------	------

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

VBS	0,49
-----	------

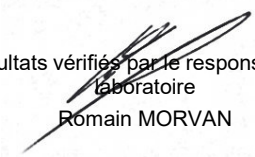
Classification GTR (NF P 11-300)

B ₅

Date de réalisation : 04/04/2019

Essais réalisés par : AR

Observations :

Résultats vérifiés par le responsable du laboratoire

 Romain MORVAN

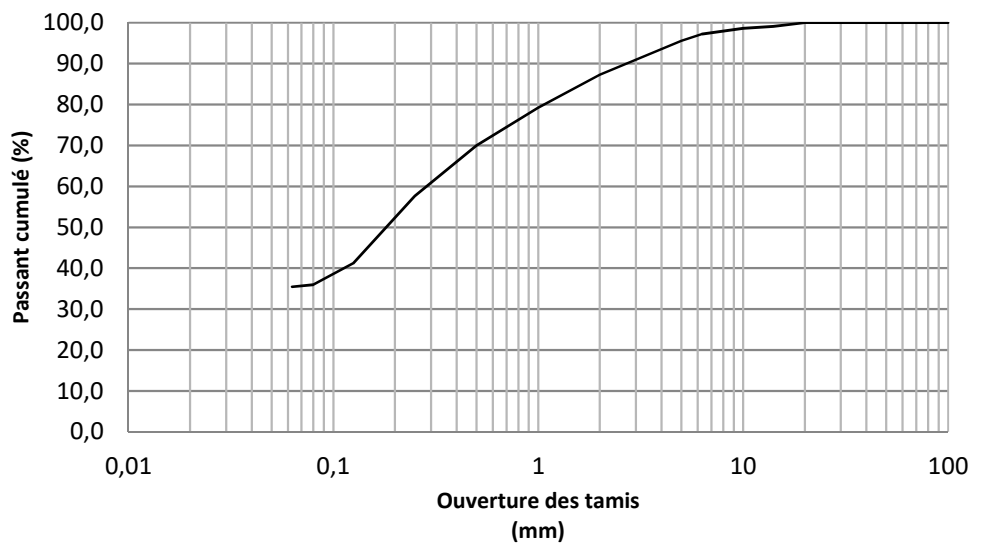
Classification GTR de matériaux

Projet	BATI AMENAGEMENT	Référence	3484
N° d'échantillon	P3-1	Profondeur (m)	0,20 - 1,20
Mode de prélèvement	Pelle mécanique	Date de prélèvement	14/03/2019

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

Dmax (mm)	16	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	99,1
10	98,7
6,3	97,2
5	95,5
2	87,3
1	79,2
0,5	70,0
0,25	57,6
0,125	41,2
0,08	36,0
0,063	35,5



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

m _h (g)	1502,4	m _s (g)	1357,61	Wn (%)	16,9
--------------------	--------	--------------------	---------	--------	------

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

VBS	0,73
-----	------

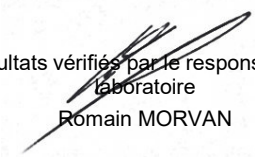
Classification GTR (NF P 11-300)

A ₁ limite B ₅

Date de réalisation : 04/04/2019

Essais réalisés par : AR

Observations :

Résultats vérifiés par le responsable du laboratoire

 Romain MORVAN

ANNEXE 3

**Conditions de réemploi des matériaux de déblais en
remblai**

CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN REMBLAI

A₁ (états s et ts)

Sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code								
					E	G	W	T	R	C	H		
A₁s	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			Solution 1 : humidification dans la masse W : humidification pour changement d'état R : régalaage en couches minces C : compactage moyen	0	0	4	0	1	2	0
						Solution 2 : emploi en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0	0	0	0	0	1	2
		-	évaporation importante	Solution 1 : arrosage superficiel 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		
				Solution 2 : extraction avec arrosage superficiel E : extraction frontale W : arrosage superficiel C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	2	0	3	0	0	1	2		
				Solution 3 : humidification dans la masse 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		
A₁ts	Sols normalement inutilisables en l'état				NON								
	Leur humidification pour les ramener dans l'état s voire m peut être envisagée sous réserve d'une étude spécifique												

CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN REMBLAI

A₁ (états th, h, m)

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en remblai	Code									
				E	G	W	T	R	C	H			
A₁th	Sols normalement inutilisables en l'état			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 ₁ h												
A₁h	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	Solution 1 : traitement T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen			0	0	0	1	0	2	0
		-	évaporation importante	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage faible H : remblai de faible hauteur (≤ 5m)			0	0	0	0	0	3	1
				Solution 2 : aération 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
Solution 3 : traitement T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen			0	0	0	1	0	2	0				
A₁m	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	Solution 1 : arrosage superficiel W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage moyen			0	0	3	0	0	2	0
				Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10m)			0	0	0	0	0	1	2
Solution 3 : extraction frontale E : extraction frontale C : compactage intense			2	0	0	0	0	1	0				

CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN REMBLAI

B₅ (états m, s et ts)

Sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code							
					E	G	W	T	R	C	H	
B₅m	Ces sols sont très sensibles à la situation météorologique, qui peut très rapidement interrompre le chantier à cause de l'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 (≤ 10 m)	2	0	0	0	0	2	2	
		=	ni pluie, ni évaporation importante	C : compactage moyen	0	0	0	0	0	2	0	
		-	évaporation importante	Solution 1 : arrosage W : arrosage pour maintien de l'état C : compactage moyen	0	0	3	0	0	2	0	
				Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage intense	0	0	0	0	0	1	0	
B₅s	Ces sols sont très difficiles à compacter, du fait de leur faible teneur en eau. En conséquence il convient : - soit de compacter intensément avec un arrosage superficiel - soit d'humidifier le matériau dans sa masse pour le ramener en B ₅ m Cette humidification est encore relativement facile à réaliser	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai, avec des garanties de qualité suffisantes	NON							
		+	pluie faible	E : extraction en couche 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	Solution 1 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage moyen	0	0	4	0	1	2	0	
				Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0	0	0	0	0	1	2	
		-	évaporation importante	Solution 1 : extraction frontale et arrosage E : extraction frontale W : arrosage pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	2	0	3	0	0	1	2	
				Solution 2 : humidification W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage moyen	0	0	4	0	1	2	0	
B₅ts	Sols normalement inutilisables en l'état Mais leur humidification dans la masse peut être envisagée pour les ramener à l'état B ₅ s, voire B ₅ m				NON							

CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN REMBLAI

B₅ (états th et h)

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H	
B₅th	Sols normalement inutilisables en l'état			NON	
	Ces sols sont très difficiles à mettre en œuvre, en raison de leur portance quasi-nulle. La réduction de teneur en eau par mise en dépôt provisoire, ou drainage préalable (plusieurs mois) peut être envisageable				
B₅h	Ces sols sont difficiles à mettre en œuvre en raison de leur portance faible. Ils sont sujets au matelassage ce qui est à éviter au niveau de l'arase de terrassement	+	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai, avec des garanties de qualité suffisantes	NON
		=	ni pluie, ni évaporation importante	Solution 1 : traitement T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen	0 0 0 1 0 2 0
				Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage faible H : remblai de hauteur faible	0 0 0 0 0 3 1
		-	évaporation importante	Solution 1 : extraction en couche - aération E : extraction en couche W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen	1 0 1 0 1 2 2
				Solution 2 : aération et traitement W : réduction de la teneur en eau par aération T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen	0 0 1 1 0 2 0

ANNEXE 4

Type 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		Sols A, B ₁ , B ₂ , B ₃ , B ₄ , C ₁ se trouvant dans un état hydrique (h). Contexte 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 (purge, 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		Sols Matériaux des classes A, B ₁ , B ₂ , B ₃ , B ₄ , C ₁ , R ₁₀ , R ₁₅ et certains matériaux C ₂ , R ₁₀ et R ₁₅ dans un état hydrique (h). Contexte 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 granuleux 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		Sols Matériaux des classes A, B ₁ , B ₂ , B ₃ , B ₄ , C ₁ , R ₁₀ , R ₁₅ et certains matériaux C ₂ , R ₁₀ et R ₁₅ dans un état hydrique (m). Contexte 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		Sols Mêmes matériaux que dans le cas de PST 2. Contexte 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		Sols Mêmes matériaux qu'en PST 1 sous réserve que la granularité permette leur traitement. Contexte 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		Sols B ₁ et D ₁ et certains matériaux rocheux de la classe R ₁₀ . Contexte 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		Sols Matériaux des classes D ₁ , R ₁₀ , R ₁₅ , R ₂₀ , R ₂₅ , R ₃₀ , R ₃₅ , R ₄₀ , R ₄₅ , R ₅₀ , R ₅₅ , R ₆₀ , R ₆₅ , R ₇₀ , R ₇₅ , R ₈₀ , R ₈₅ , R ₉₀ , R ₉₅ , R ₁₀₀ , ainsi que certains matériaux C ₂ , R ₁₀ , R ₁₅ et R ₂₀ . Contexte 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 5

**Conditions de réemploi des matériaux de déblais
en couche de forme**

CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN COUCHE DE FORME

A₁

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					
A_{1h}	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										
A_{1m}		+	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										
A_{1s}		+	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

B₅₁, B₅₂

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	AR 2	
B₅₁h et B₅₂h	La grande sensibilité à l'eau des sols de cette classe implique nécessairement de les traiter pour les utiliser en couche de forme.	+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant	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 éventuellement gravillonné	0 0 2 1							
B₅₁m et B₅₂m	Ce traitement peut être un traitement aux liants hydrauliques pour les moins argileux de la classe ou un traitement associant chaux + liant hydraulique pour les plus argileux et les plus humides. Ces sols se traitent le plus souvent en place et éventuellement en centrale après les avoir traités en place à la chaux.	+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant	NON							
		= 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 éventuellement gravillonné	0 1 2 1							
B₅₁s et B₅₂s		+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant	NON							
		= OU -	pas de pluie	W : Humidification pour changer l'état hydrique T : Traitement avec un liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	0 2 1 1							

(1) Sur cette PST, la mise en œuvre 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 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.