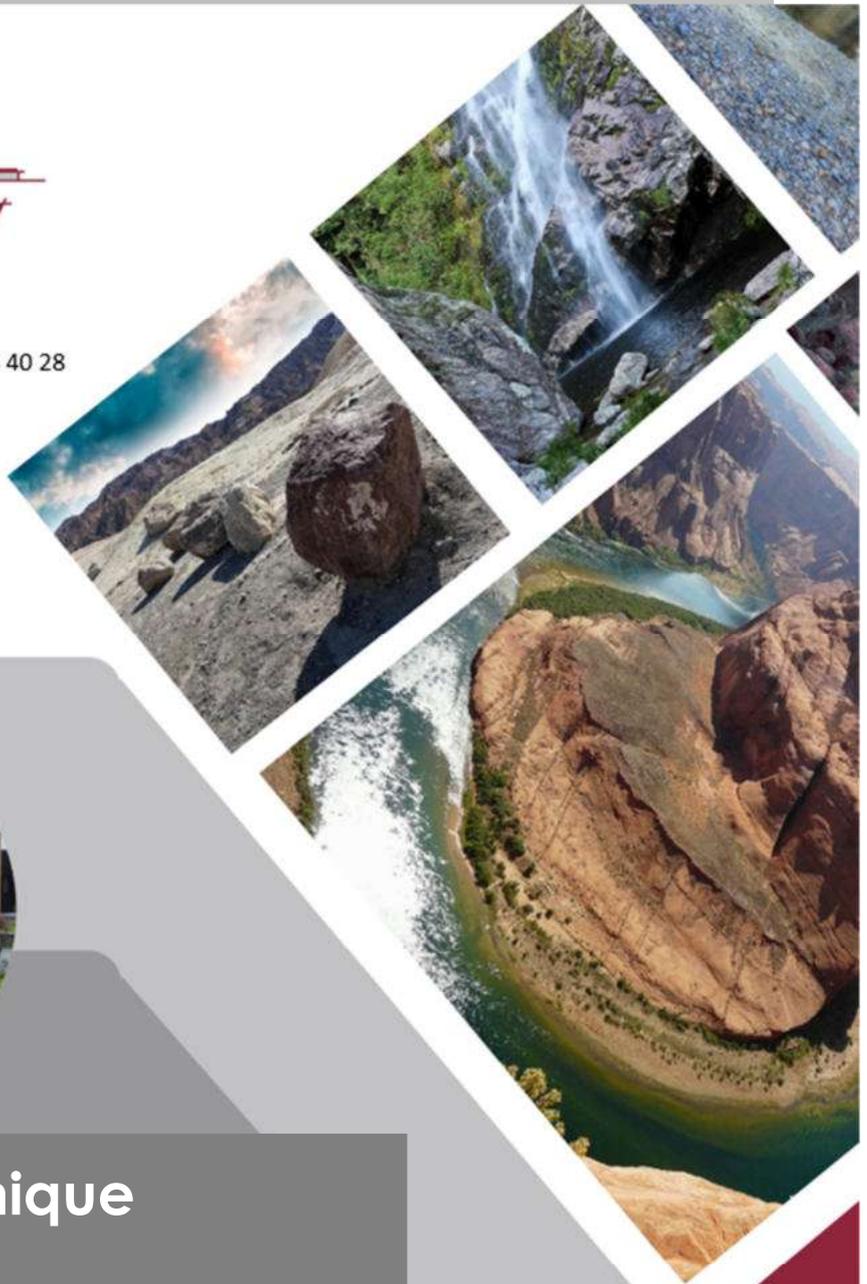




12 Bd de la Vie - Bellevigny 02 51 24 40 28

contact@igesol-bet.fr



## Etude Géotechnique Mission G2AVP

### Projet de création d'un lotissement

Maître d'Ouvrage :

BATI AMENAGEMENT

Numéro de dossier : 7899

Impasse du Moulin de la Nicolière , 44320 SAINT PERE EN RETZ

Rédacteur : Daouda SERME

Relecteur : Audrey NICOLAS

Indice 0 12/04/2022

# TABLE DES MATIÈRES

ETUDE DU PROJET _____	3
Présentation de l'étude _____	3
Description du projet _____	4
Contexte Général _____	6
Risques Naturels _____	8
Synthèse des résultats _____	9
Terrassements _____	12
Conditions de réutilisation des matériaux du site en remblai et en couche de forme ____	12
Voiries _____	12
Normes et Principes techniques _____	15
Conditions Générales des prestations géotechniques d'IGESOL _____	16
Enchaînement et Classification des missions types d'ingénierie géotechnique (Normes NF-P 94500 Novembre 2013) _____	17
ANNEXES DU PROJET _____	21
Localisation géographique et contexte géologique	
Plan d'implantation des sondages	
Coupe des sondages à la pelle mécanique	
Identification GTR des matériaux	
Conditions de ré-utilisation des matériaux en remblais	
Les différents cas possibles de PST	
Conditions de ré-utilisation des matériaux du site en couche de forme	
Conditions de ré-utilisation des matériaux d'apport en couche de forme	

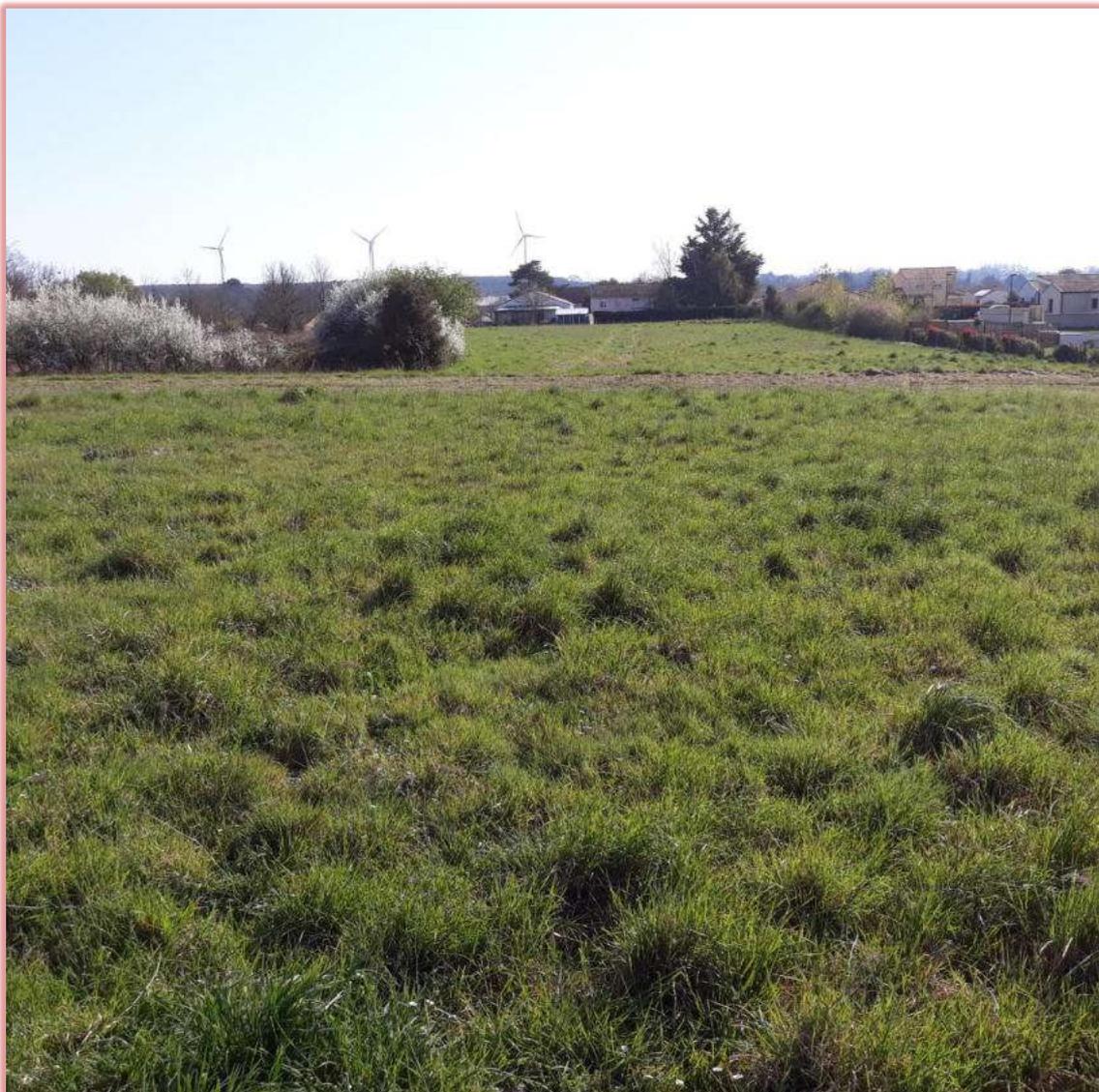
## ETUDE DU PROJET

### Présentation de l'étude

Vous nous avez sollicité dans le cadre d'une étude géotechnique pour une mission de type G<sub>2</sub>AVP pour votre projet de création d'un lotissement sur la commune de SAINT PERE EN RETZ (44).

Dans le cadre de cette étude, une campagne d'investigations a été réalisée afin de déterminer les caractéristiques mécaniques du sous-sol et de réaliser des prélèvements d'échantillons pour nous permettre de préciser le modèle géotechnique de votre terrain.

En complément des essais in situ et en laboratoire, une étude d'ingénierie mettant en corrélation les données récoltées et les contraintes spécifiques de votre projet d'aménagement a permis d'élaborer le présent rapport.



Photographie du site

## Description du projet

Maitre d'Ouvrage	BATI-AMENAGEMENT
Type de projet	Création d'un lotissement (Voirie et 3 bassins d'infiltration)
Linéaire de voirie à aménager	Un axe principal qui débouche sur deux axes secondaire (environ 340 m)
Nombre de lots à desservir	44 et un ilot social

Références / phase	Nom	Echelle	Auteur	Date
PA	Plan de principes - Réseaux	1/750	BATI-AMENEGAMENT	12//2021

### CAMPAGNE D'INVESTIGATIONS

Mission Géotechnique	G2AVP
Investigations in situ réalisées le 24/03/2022	9 sondages à la pelle mécanique (P1 à P6) dont 3 avec essais de perméabilité (PK1, PK2 et PK3)
Essais en laboratoire	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3 identifications GTR des matériaux comprenant chacune : <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ 1 mesure de la teneur en eau naturelle</li> <li>➤ 1 détermination de la Valeur au Bleu du Sol</li> <li>➤ 1 analyse granulométrique par tamisage</li> </ul> </li> </ul>

## Mission Géotechnique

Les objectifs de la mission que vous nous avez confiée sont les suivants :

- Définir la nature et la structure du sol et du sous-sol ainsi que ses contraintes hydrogéologiques (y compris la perméabilité ) au droit de la surface projetée pour l'implantation du projet.
- Déterminer la faisabilité géotechnique du projet.
- Spécifier les caractéristiques intrinsèques des différents faciès caractérisés sur le site (module de déformation et la classification GTR).
- Aborder les modalités de terrassements et si nécessaire notifier les modes de soutènement à envisager.
- Donner les possibilités de réemploi des matériaux extraits des déblais en remblai et en coucher de forme.
- Préciser les caractéristiques de la couche de forme ainsi que les structures de chaussée envisageables pour la voirie.

## Contexte Général

Adresse du projet	Impasse du Moulin de la Nicolière, 44320 SAINT PERE EN RETZ
Aménagement du terrain	Surface enherbée
Présence et type de végétation	Présence d'une haie de ronce en partie Nord, d'une haie arborée au centre et de buissons en partie Sud.
Particularité	Pente de 1 % vers Sud-Ouest Présence de réseaux enterrés en limite Sud-Est du terrain
Contexte géologique	Le terrain est localisé à la jonction de deux formations géologiques, Au Nord par Granite d'anatexie de Saint-Père-en-Retz et au Sud Micaschistes et gneiss à sillimanite du Rocher Flamant et de Saint-Père-en-Retz. Source : Carte géologique du BRGM de PAIMBOEUF au 1/50 000

Remarque : Afin de faciliter la lecture de rapport, nous n'avons pas différencié ces deux formations géologiques.



Photographie partielle du site



Photographie de la référence topographique

## Risques Naturels

Exposition au retrait/gonflement des argiles	Nulle (absence d'un PPRN Retrait gonflement des sols argileux)
Mouvement de terrain	Absence de mouvement de terrain à proximité du terrain sondé (absence d'un PPRN mouvement de terrain)
Cavité souterraines	Absence de cavités souterraines à proximité du terrain sondé (absence d'un PPRN cavités souterraines)
Potentiel radon	Fort (catégorie 3)
Existence d'arrêté catastrophe naturelle	Oui

Risque inondation	
Au sein d'un territoire à risque important d'inondation	Non
Zone sujette aux débordements de nappe	Non (fiabilité moyenne)
Zone sujette aux inondations de cave	Non (fiabilité moyenne)
Existence d'un PPRN inondations / PAPI	Non
Au sein d'une enveloppe approchée des inondations potentielles cours d'eau et submersion marine de plus d'un hectare	Oui



## Synthèse des résultats

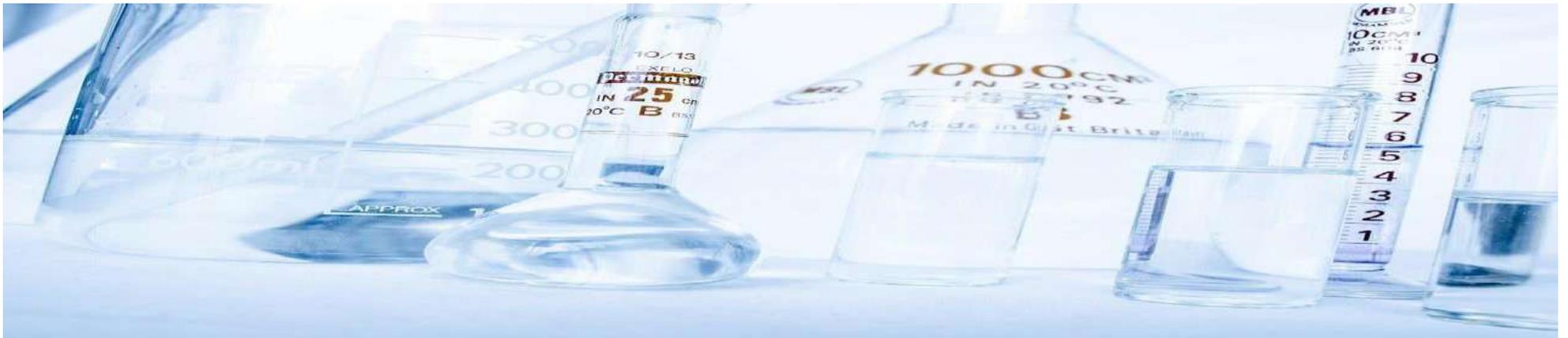
### Géologie

Faciès	Sondage concernés	Lithologie	Profondeur au toit (m)	Cote relative au toit (m)	Epaisseur (m)
Terre végétale/ Terre remaniée	Tous	/	/	/	0,25 à 0,65
Colluvions	Tous, sauf P3 et P6	Limon sablo-argileux à quelques cailloutis et blocs incluant des cailloutis et blocs	0,25 à 0,65	10,74 à 8,10	0,20 à 0,55
Arène granitique	Tous, sauf P5 et P6	Argile sablo-limoneuse, limon sableux micacée, gris-marron-orangé et marron-clair à orangé incluant des cailloutis et blocs pulvérulents dans une matrice gravelo-sablo-limoneuse, avec des passées gneissiques localement	0,40 à 0,90	10,54 à 7,85	0,20 à 0,45
Granite très altéré	Tous, sauf P2	Se débitant en blocs de granite et cailloutis dans une matrice limono sableuse, sablo-limoneuse et gravelo-sableuse.	0,25 à 1,35	11,89 à 7,55	/



## Laboratoire

Echantillon	Faciès testé	Classification GTR	Teneur en eau naturelle (%)	VBS
P2-2	Arène granitique	A <sub>1</sub>	20,00	1,96
P3-1	Granite très altéré	B <sub>5</sub>	4,30	0,70
P5-1	Colluvions	B <sub>5</sub>	10,00	0,34



## Hydrogéologie

Niveau d'eau	Aucun
Parois des sondages	Stables
Circulations d'eau	Terre végétale fraîche voire humide et humide à très humide localement au sein de l'arène granitique et des colluvions

## Perméabilité

Faciès		Profondeur du test (m/TN)	Kmoy (mm/h)	Kmoy(m/s)
Granite très altéré	BR1-1	1,05	1,30	3,70E-07
	BR2	1,55	0	0
	BR1-2	1,00	16,5	4,50E-06

### Conclusions :

Au vu de des résultats de nos investigations, nous donnons un avis géotechnique favorable à la réalisation du projet tel qu'il nous a été présenté. Les points développés ci-dessous permettront d'adapter le projet aux contraintes géologique, hydrogéologiques et géotechniques mis en évidence par nos investigations.

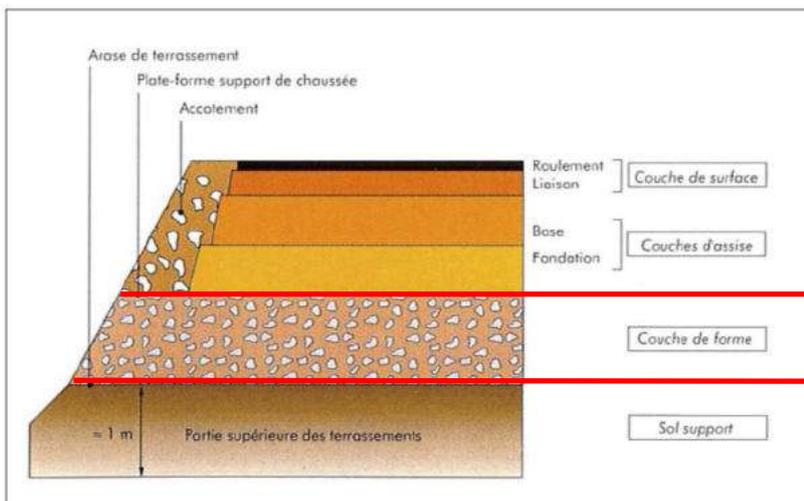
## Terrassements

Faciès	Terre végétale/ terre remaniée, colluvions et arène granitique	Granite très altéré
Moyens de terrassement	Engins classiques de terrassement	Pelle mécanique puissante munie d'un godet rocher ou d'une dent de ripper puis BRH rapidement nécessaire pour des terrassements importants dans ce faciès
Pente des talus	1/2	1/1
Période de terrassements	Impérativement en période sèche	

## Conditions de réutilisation des matériaux du site en remblai et en couche de forme

Les conditions d'utilisation des matériaux du site en remblai et en couche de forme sont présentées en annexes 5 et 7.

## Voiries



Type de plate-forme retenue : PF1

Arase : AR0 à AR2

PST : 0 à 4

Coupe de principe au droit des chaussées

Fond de forme	Arène granitique et granite très altéré (au Nord), voire colluvions	
PST / AR (annexe 6)	PST n° 0 à 2 / AR0 à AR1	PST n° 3 à 4 / AR 2
Réalisation d'une couche de forme*	Nécessaire	Envisagée seulement si EV2 < 30 MPa
Type de plateforme	PF1 (au minimum) - EV2 > 30 MPa	

\* En conditions météorologiques défavorable ou en période défavorable de réalisation du chantier, l'état hydrique de l'arase pourra nécessiter la mise en œuvre préalablement à la structure de chaussée d'une couche de forme d'épaisseur pouvant atteindre 30 cm (20 cm si intercalation d'un géotextile) d'épaisseur, en GNT 0/100. Une alternative pourra être le traitement de l'arase avec un liant hydraulique éventuellement associé à de la chaux. La couche de forme pourra être constituée avec les matériaux extraits sur le site (arène granitique et/ou granite très altéré voire colluvions). 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). Les conditions d'utilisation de ces matériaux en couche de forme sont présentées en annexe 8.

Hypothèse	Classe de trafic cumulé
Zone desservie de moins de 50 logements	TC <sub>0</sub>

Structure de chaussée proposée	
GNT B2	5 cm de couche de roulement (BB) 27 cm de GNT B2 en couche de base 30 cm de GNT B2 en couche de fondation

Nos équipes à vos côtés dans vos projets ....



## Normes et Principes techniques

- **NF-P 94 110-1** de janvier 2000 - sols : Reconnaissance et essais : Essai pressiométrique Ménard
- **NF EN 1990/NA** « Bases de calcul des structures » + Annexe Nationale (Mars 2003+Juin 2004)
- **NF EN 1992-I-1/NA** « Calcul des structures en béton - Règles générales et règles pour les bâtiments » + Annexe Nationales (Octobre 2005 + Mars 2007)
- **NF EN 1993-I-1/NA** « Calcul des structures en acier - Règles générales et règles pour les bâtiments » + Annexe Nationale (Octobre 2005+ Mai 2007)
- **NF EN 1997-1** « Calcul géotechnique - Règles générales » Juin 2005
- **NF EN 1998-1/NA** « Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments » + Annexe Nationale (Septembre 2005 2eme tirage 2010).
- **NF EN 1998-5** « Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Fondations, ouvrages de soutènements et aspects géotechniques » + Annexe Nationale (Septembre 2005 (3eme tirage Octobre 2013).
- **NF P 11-213-I/AI -DTU 13.3** « Dallage : Conception, calcul et exécution - Partie I : Cahier des clauses techniques des dallages à usage industriel ou assimilés » + Amendement AI (Mars 2005 + Mai 2007).
- **NF P 11-221-1 DTU 14.1** - « Travaux de cuvelage - Partie 1 : Cahier des clauses techniques ». (Mai 2000).
- **NF P 94-117-1** « Portance des plates-formes - Partie 1 : Module sous chargement statique à la plaque (EV2) -(Avril 2000).
- **NF P 94 261 COMPILI** « Norme d'application nationale de l'Eurocode 7 - Fondations superficielles » Septembre 2018).
- **NF P 94-500** « Missions d'ingénierie géotechnique - Classification et spécifications. » (Novembre 2013).
- **NF EN 196-1** « Méthodes d'essais des ciments - Partie 1- Détermination des résistances mécaniques » (Avril 2006)
- **NF EN 206/CN** « Béton - Spécification, performance, production et conformité - Complément national à la norme NF EN 206 (Décembre 2014).
- **FD P 18-011** « Béton-Définition et classifications des environnements chimiquement agressifs - recommandations pour la formulation des bétons. » (Mars 2016).
- **NF EN ISO 18674-1** « Reconnaissance et essais géotechniques - Surveillance géotechnique par instrumentation in situ - Parti I : Règles générales ». (Décembre 2015).
- **NF P 94-115** (décembre 1990) - sols : Reconnaissance et essais : Sondage au pénétromètre dynamique type B
- **NF P 94-105** (avril 2012) - Contrôle de la qualité du compactage - Méthode au pénétromètre dynamique à énergie variable
- **NF P 94-116** (octobre 1991) - Essai de pénétration au carottier
- **NF EN ISO 22282-2** (janvier 2014) - Reconnaissance et essais géotechniques - Essais géohydrauliques - Partie 2 : essai de perméabilité à l'eau dans un forage ouvert
- **NF P 94-262** - Justification des ouvrages géotechniques - Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 - Fondations profondes
- **Décret N°2010-1254**, Relatif à la prévention du risque sismique (22 Octobre 2010)
- **Décret N°2010-1255**, Relatif à la délimitation des zones de sismicités du territoire français (22 Octobre 2020)
- **Arrêté modifiant l'Arrêté du 22 Octobre 2010** relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal ». (19 Juillet 2011)
- « **Guide technique pour la réalisation des remblais et des couchers de forme (GTR)** », fascicules I et II, édité par le LCPC-SETRA. (Juillet 2000 - 2<sup>ème</sup> édition).
- **Recommandations du LCPC** « Caractéristiques des matériaux de remblai supports de fondations ». (1980)
- **Guide technique AFPS/CFMS** « procédés d'amélioration et de renforcement de sols sous actions sismiques », édité par la Presse des ponts. (2011).
- **Guide d'application de l'Eurocode 8** « Fondations et procédés d'amélioration du sol » établi par V.DAVIDOVICI & S.LAMBERT, édité par l'AFNOR Editions/Eyrolles (2013).
- « Dispositions constructives parasismiques des ouvrages en acier, béton bois et maçonnerie, nouvelle édition conforme aux Eurocodes » Ouvrage établi par l'AFPS - Presse des ponts (2011).
- **Fondations et ouvrages en terre** » établi par B.HBERT, B.PHILIPPONNAT,O.PAYANT & M.ZERNOUNI, Editions Eyrolles (2019).

## 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.

## **Enchaînement et Classification des missions types d'ingénierie géotechnique (Normes NF-P 94500 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 spécifiques, 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

Nos équipes à vos côtés dans vos projets ...



## ANNEXES DU PROJET

*Localisation géographique et contexte géologique*

*Plan d'implantation des sondages*

*Coupe des sondages à la pelle mécanique*

*Identification GTR des matériaux*

*Conditions de ré-utilisation des matériaux en remblais*

*Les différents cas possibles de PST*

*Conditions de ré-utilisation des matériaux du site en couche de forme*

*Conditions de ré-utilisation des matériaux d'apport en couche de forme*



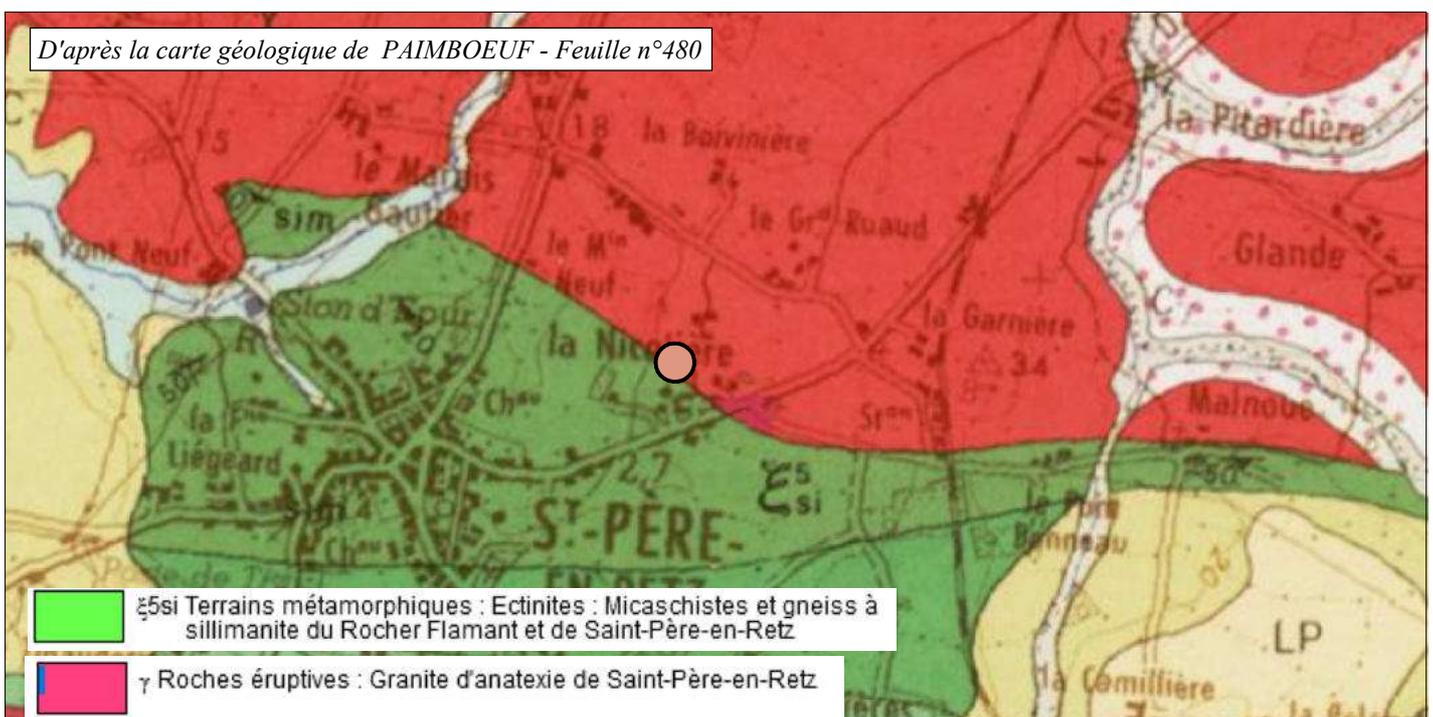


Projet de création d'un lotissement

**Etude géotechnique de conception**

**Localisation de la zone d'étude**

**Echelle :  
1 / 25 000**



**LEGENDE :**

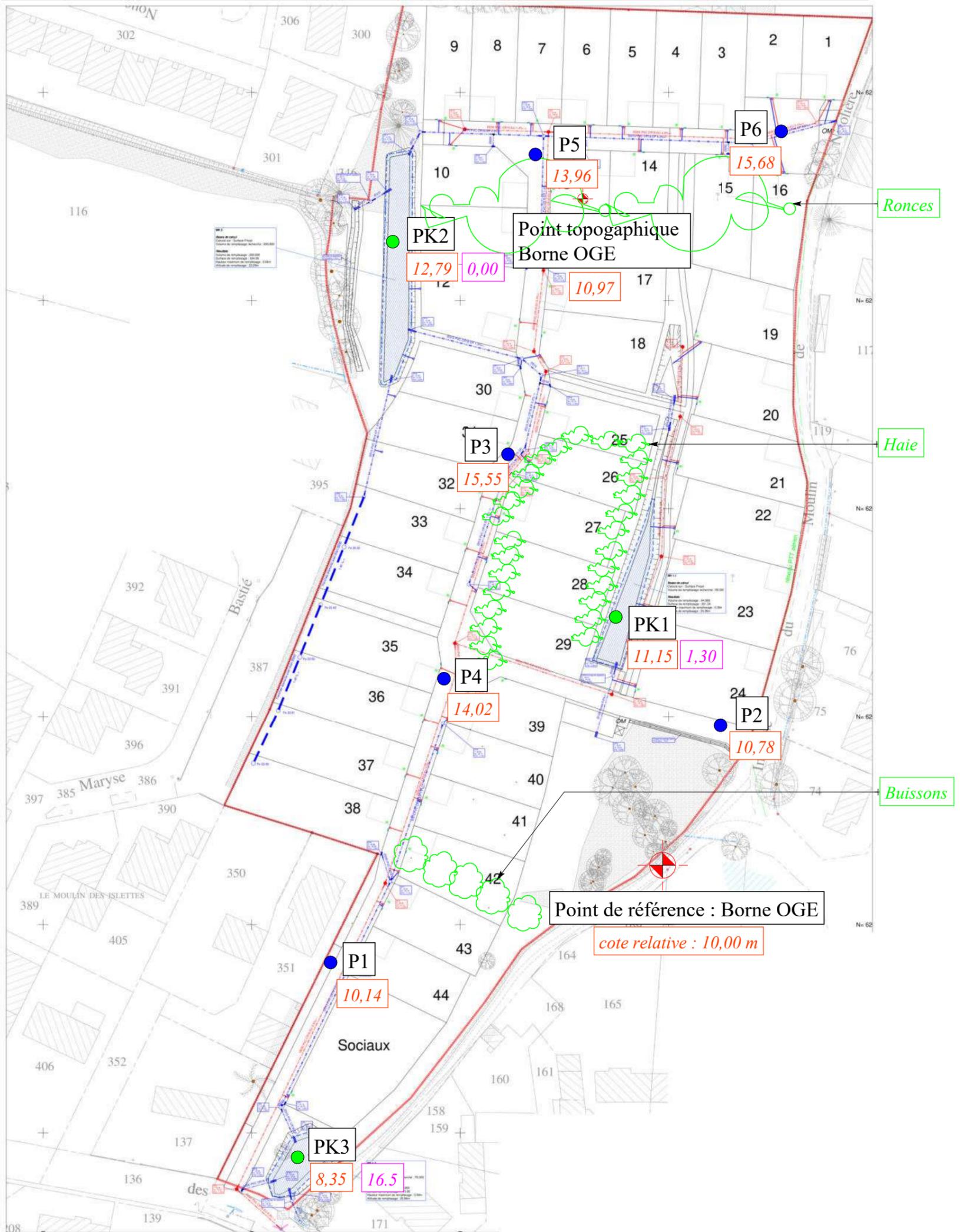
Localisation de la zone étudiée



**Projet d'aménagement d'un lotissement**

**Etude géotechnique de conception**  
**Implantation des sondages à la pelle mécanique**  
**et essais de test de perméabilité**

**Echelle :  
1/1000**



**Légende :**

=> Investigations :

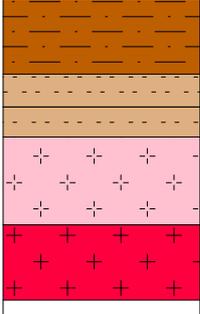
● **P1** : Sondage à la pelle mécanique      ● **PK1** : Sondage à la pelle mécanique + test de perméabilité

=> Observations :

10,00 : Cote relative du Terrain Naturel (m)      0,00 : Valeur de perméabilité (mm/h)

**D'après le plan de principes au 1/750 réalisé par AGE Géomètres Experts**

**Sondage à la pelle mécanique : P1 - cote relative : 10,14 m**

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote relative (m)	Lithologie
0,50			0,30	9,84	Terre végétale: Limon sableux peu argileux à gravillons marron frais
			0,55	9,59	Colluvions : Limon sableux peu argileux à gravillons et quelques blocs
			0,75	9,39	Arène granitique : Gravillons sablo-limoneux à quelques blocs pulvérulents marron-clair à orangées, à passages légèrement argileux
			1,20	8,94	Granite très altéré: Gravillons sablo-limoneux riches en blocs <i>Arrêt volontaire (forte résistance lors du terrassement à pelle mécanique 2,5 t)</i>
1,50					
2,00					

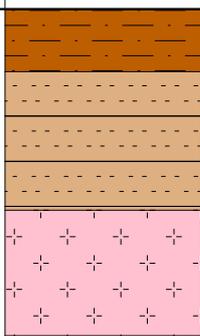
*Parois du sondage : Stables*

*Circulation d'eau : Terre végétale fraîche*

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

*Profondeur du refus : Non obtenue*

**Sondage à la pelle mécanique : P2 - cote relative : 10,78 m**

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote relative (m)	Lithologie	Ech
0,50			0,25	10,53	Terre végétale: Limon sableux peu argileux à gravillons marron frais	
			0,80	9,98	Colluvions : Limon argilo-sableux à sablo-argileux marron frais à gravillons et rares, tâches rouilles devenant humide à très humide à la base	
			1,30	9,48	Arène granitique : Argile sablo-limoneuse micacée, gris-marron-orangé, peu humide à quelques cailloutis et graves, devenant humide et moins argileux et à quelques graviers dès -1,00 m/TN (cote relative : 9,78 m) <i>Arrêt volontaire</i>	P2-2
1,50						
2,00						

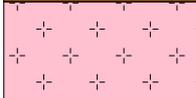
*Parois du sondage : Stables*

*Circulation d'eau : Humide à très humide au sein des colluvions et peu humide à humide au sein de l'arène granitique*

*Niveau d'eau en fin d'investigations : non observé*

*Profondeur du refus : Non obtenue*

**Sondage à la pelle mécanique : P3 - cote relative : 10,01 m**

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote relative (m)	Lithologie	Ech
0,50			0,40	9,61	Terre végétale remaniée : Limon sableux peu argileux à gravillons et à rares blocs et débris de briques	
			0,80	9,21	Arène granitique : Gravillons sableux à quelques blocs de granite, marron à passages très humides , grisâtres et à matrice limono-sableuse micacée	
1,00			1,20	8,81	Granite très altéré se débitant en blocs et cailloutis de granite, peu limoneux, gris-marron peu orangé <i>Arrêt volontaire</i>	P3-1
1,50						
2,00						

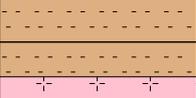
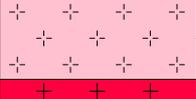
*Parois du sondage : Stables*

*Circulation d'eau : Très humide au sein de l'arène granitique*

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

*Profondeur du refus : Non obtenue*

**Sondage à la pelle mécanique : P4 - cote relative : 10,48 m**

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote relative (m)	Lithologie
0,50			0,30	10,18	Terre végétale: Limon argilo-sableux à gravillons marron frais à humide à quelques graviers
			0,70	9,78	Colluvions : Limon sableux argileux à gravillons à tâches rouilles puis limon argileux à blocs de granite ( pluri-décimétriques ) à racines.
1,00			1,10	9,38	Arène granitique : Limon sableux peu argileux micacé, marron-gris à quelques graviers et cailloutis de granite, humide
			1,30	9,18	Granite très altéré se débitant en cailloutis et quelques blocs pulvérulents dans une matrice limono-sableuse marron-gris-orangé <i>Arrêt volontaire</i>
1,50					
2,00					

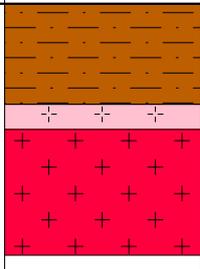
*Parois du sondage : Stables*

*Circulation d'eau : Terre végétale fraîche à humide*

*Niveau d'eau en fin d'investigations : non observé*

*Profondeur du refus : Non obtenue*

**Sondage à la pelle mécanique : P5 - cote relative : 10,42 m**

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote relative (m)	Lithologie	Ech
0,50			0,40	10,12	Terre végétale remaniée : Limon sableux peu argileux marron frais à racines et à gravillons	P5-1
			0,50	9,92	Colluvions : Limon sablo-gravillonneux de granite et cailloutis frais et nombreux blocs à la base	
1,00			1,00	9,42	Granite très altéré se débitant en cailloutis et blocs de granite dans une matrice sablo-limoneuse marron-beige <i>Quasi-refus</i>	
1,50						
2,00						

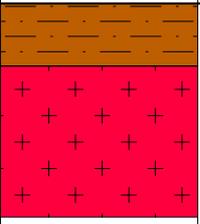
*Parois du sondage : Stables*

*Circulation d'eau : Terre végétale et colluvions fraîches*

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

*Profondeur du refus : -1,00 m/TN ( cote relative : 9,42 m)*

**Sondage à la pelle mécanique : P6 - cote relative : 12,14 m**

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote relative (m)	Lithologie
0,50			0,25	11,89	Terre végétale: Limon argilo-sableux à gravillons marron frais à humide à quelques graviers
			0,85	11,29	Granite très altéré se débitant en cailloutis et blocs dans une matrice gravelo-sablo-limoneuse marron puis devenant compact avec dès -0,80 m/TN ( cote rlative : 14,88 m ) <i>Quasi-refus</i>
1,00					
1,50					
2,00					

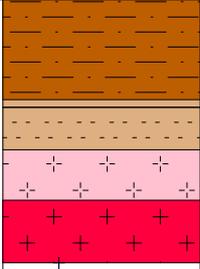
*Parois du sondage : Stables*

*Circulation d'eau : Terre végétale fraîche à humide*

*Niveau d'eau en fin d'investigations : non observé*

*Profondeur du refus : -0,85 m/TN ( cote relative : 11,29 m)*

**Sondage à la pelle mécanique avec essais de perméabilité : PK1 - cote relative : 11,15 m**

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote relative (m)	Lithologie
					
0,50			0,40	10,75	Terre végétale: Sable limoneux à nombreux gravillons micacé
			0,60	10,55	Colluvions : Sable à cailloutis dans une matrice sablo-argileuse marron à blocs de granite humide
			0,80	10,35	Arène granitique : Cailloutis et blocs dans une matrice sablo-limoneuse humide, marron-gris
1,00			1,05	10,10	Granite très altéré: Blocs et cailloutis dans une matrice sablo-limoneuse grise
					<i>Refus à la pelle mécanique 2,5 t</i>
					$K=3,70 \cdot 10^{-7} \text{ m/s}$
1,50					
2,00					

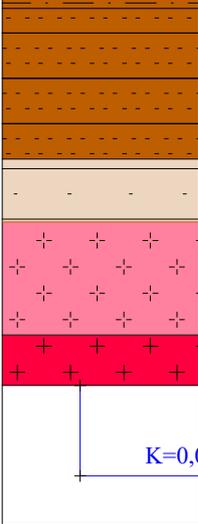
*Parois du sondage : Stables*

*Circulation d'eau : Humide au sein des colluvions et de l'arène granitique*

*Niveau d'eau en fin d'investigations : non observé*

*Profondeur du refus : -1,05 m / TN (cote relative : 10,10 m)*

**Sondage à la pelle mécanique avec essais de perméabilité : PK2 - cote relative : 12,79 m**

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote relative (m)	Lithologie
0,50			0,65	8,60	Terre végétale remaniée : Limon sabo-argileux à quelques cailloutis de quartz, marron, humide à rares blocs.
			0,90	8,35	Puis limon argilo-sableux à gravillons, très humide à rares débris de briques et quelques blocs à concretion ferro-manganique.
1,00			1,35	7,90	Colluvions : sablo-limoneux très humide à quelques gravillons, gris-clair
1,50			1,55	7,70	Arène granitique : Limon sableux, marron-clair et gris, compact et frais devenant progressivement compact et argileux avec la profondeur
2,00					Granite très altéré: Gravillons sableux orangé-gris et humide <i>Arrêt volontaire</i>
					$K=0,00 \text{ m/s}$

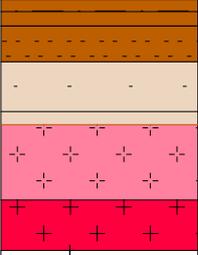
*Parois du sondage : Stables*

*Circulation d'eau : Humide au sein de la terre végétale, terre remaniée et au sein des colluvions, puis frais dans l'arène granitique*

*Niveau d'eau en fin d'investigations : non observé*

*Profondeur du refus : /*

**Sondage à la pelle mécanique avec essais de perméabilité : PK3 - cote relative : 8,35 m**

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote relative (m)	Lithologie
			0,25	8,10	Terre végétale : Sable peu argileux et peu humide à graviers et quelques gravillons et racines
0,50			0,50	7,85	Colluvions : Limon sableux peu argileux, marron, frais à gravillons, graviers et racines
			0,80	7,55	Arène granitique : Cailloutis et blocs à passées gneissiques dans une matrice sablo-limoneuse marron
1,00			1,00	7,35	Granite très altéré: Sable graveleux peu limoneux à blocs marron et à passées gneissiques
					<i>Arrêt volontaire</i>
1,50					
2,00					

$K=4,50 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$

*Parois du sondage : Stables*

*Circulation d'eau : Terre végétale peu humide et colluvions fraîches*

*Niveau d'eau en fin d'investigations : non observé*

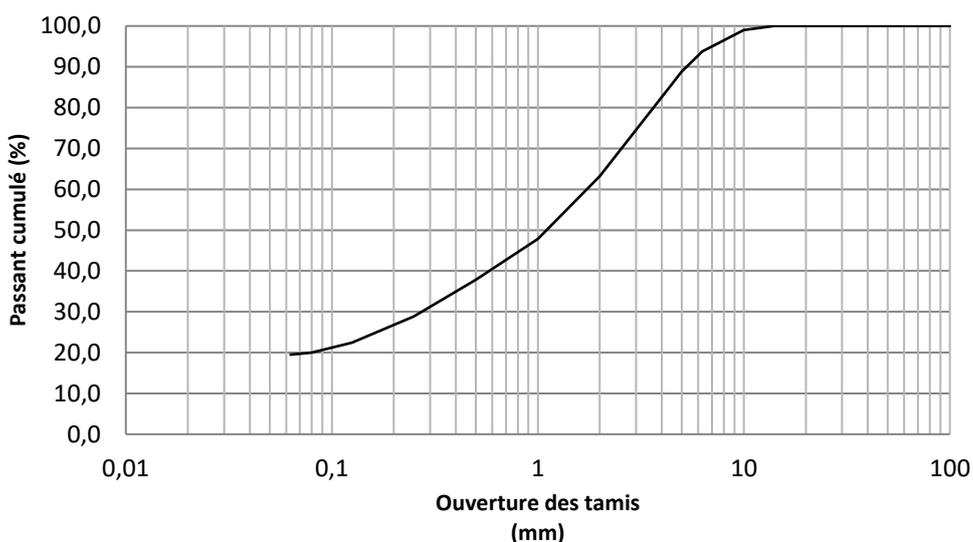
*Profondeur du refus : Non obtenue*

Projet	LES JARDINS DU MOULIN _ ST PÈRE EN RETZ (44)	Référence	7899
N° d'échantillon	P3-1	Profondeur (m)	0,80-1,20
Mode de prélèvement	Pelle mécanique	Date de prélèvement	24/03/2022

**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	100,0
10	99,0
6,3	93,7
5	88,8
2	63,2
1	47,9
0,5	37,8
0,25	28,8
0,125	22,4
0,08	20,0
0,063	19,5



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

m <sub>h</sub> (g)	2186,5	m <sub>s</sub> (g)	2131,5	Wn (%)	4,3
--------------------	--------	--------------------	--------	--------	-----

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

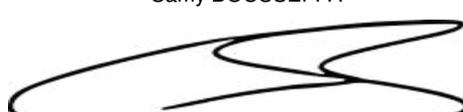
VBS	0,70
-----	------

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

B <sub>5</sub>
----------------

Date de réalisation : 31/03/2022

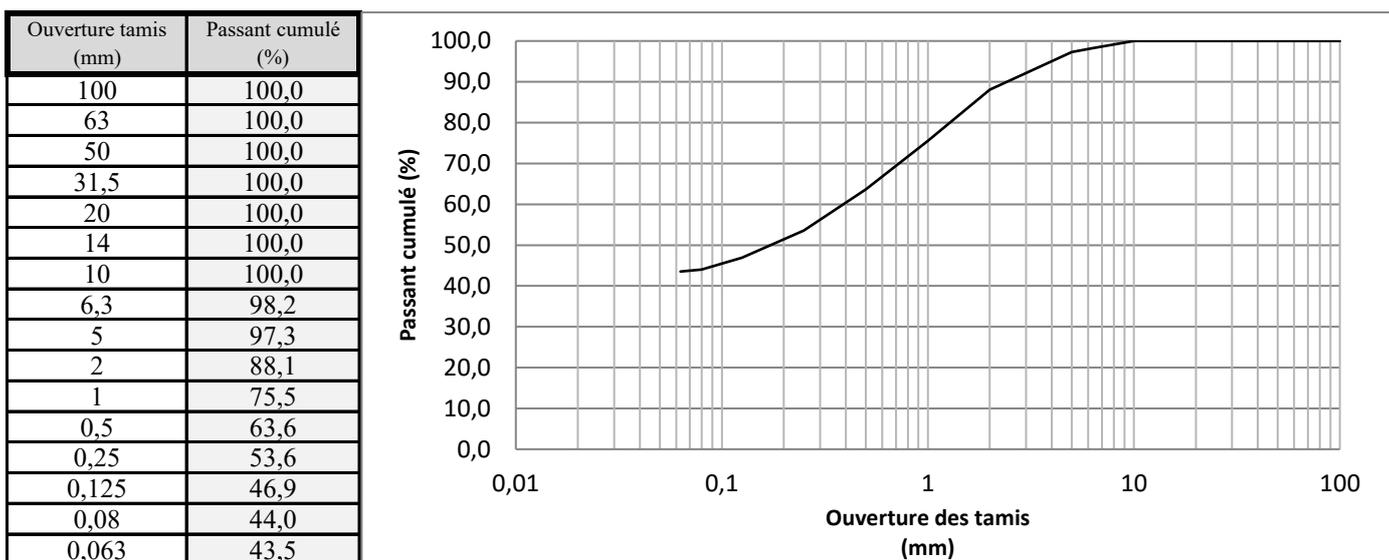
Essais réalisés par : CP

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

Projet	LES JARDINS DU MOULIN _ ST PÈRE EN RETZ (44)	Référence	7899
N° d'échantillon	P2-2	Profondeur (m)	0,80-1,30
Mode de prélèvement	Pelle mécanique	Date de prélèvement	24/03/2022

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

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



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

m <sub>h</sub> (g)	2198,4	m <sub>s</sub> (g)	1975,2	Wn (%)	20,0
--------------------	--------	--------------------	--------	--------	------

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

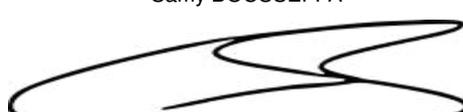
VBS	1,96
-----	------

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

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

Date de réalisation : 31/03/2022

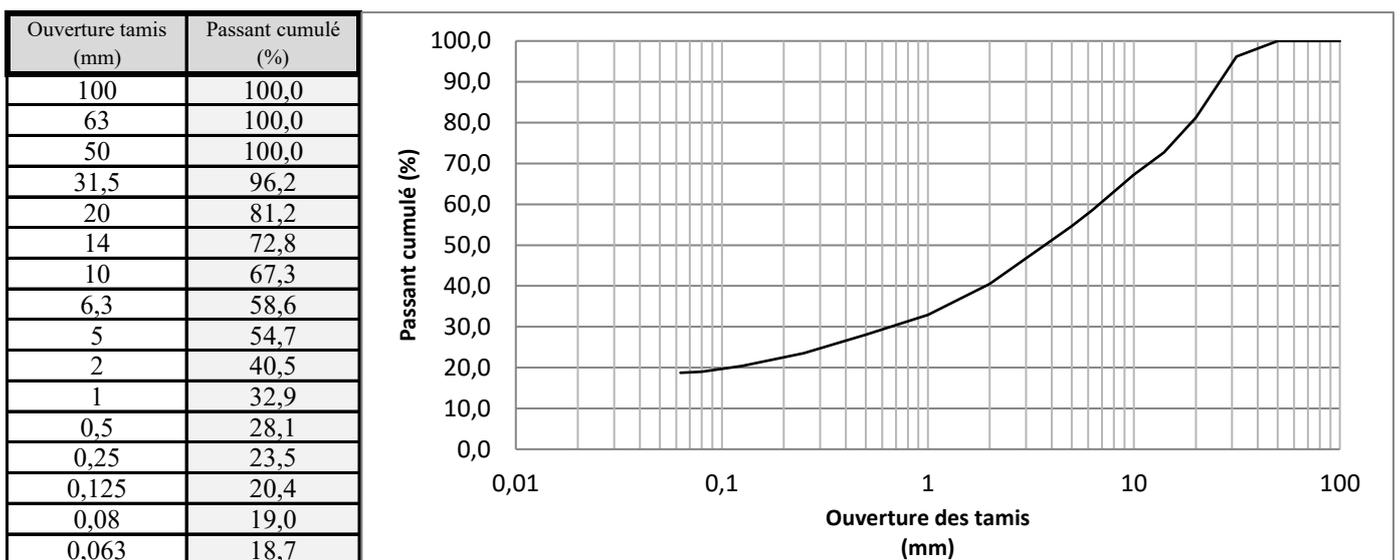
Essais réalisés par : CP

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

Projet	LES JARDINS DU MOULIN _ ST PÈRE EN RETZ (44)	Référence	7899
N° d'échantillon	P5-1	Profondeur (m)	0,30-0,50
Mode de prélèvement	Pelle mécanique	Date de prélèvement	24/03/2022

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

Dmax (mm)	<b>38</b>	Température étuvage	<b>105 °C</b>
-----------	-----------	---------------------	---------------



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

m <sub>h</sub> (g)	2340,8	m <sub>s</sub> (g)	2205,1	Wn (%)	<b>10,0</b>
--------------------	--------	--------------------	--------	--------	-------------

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

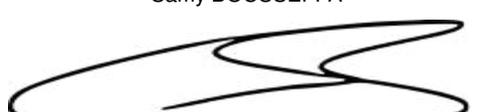
VBS	<b>0,34</b>
-----	-------------

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

<b>B<sub>5</sub></b>
----------------------

Date de réalisation : 31/03/2022

Essais réalisés par : CP

Observations :	<p>Résultats vérifiés par le directeur Samy BOUSSEFFA</p> 
----------------	--

## 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 : régalaage 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															
				<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															
		-	évaporation importante	<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>				
	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			NON	
<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

### B<sub>5</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>B<sub>5m</sub></b>	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	<b>Solution 1 : arrosage</b> W : arrosage 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	0	0	0	0	0	1	0	
<b>B<sub>5s</sub></b>	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 <sub>5m</sub>  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	<b>Solution 1 : humidification</b> W : humidification pour changer d'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 : extraction frontale et arrosage</b> 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	
				<b>Solution 2 : humidification</b> W : humidification pour changer d'état R : couches minces C : compactage moyen	0	0	4	0	1	2	0	
<b>B<sub>5ts</sub></b>	<b>Sols normalement inutilisables en l'état</b> Mais leur humidification dans la masse peut être envisagée pour les ramener à l'état B <sub>5s</sub> , voire B <sub>5m</sub>				NON							

## CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN REMBLAI

### B<sub>5</sub> (états th et h)

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en remblai	Code E G W T R C H	
<b>B<sub>5</sub>th</b>	<b>Sols normalement inutilisables en l'état</b>			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				
<b>B<sub>5</sub>h</b>	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	<b>Solution 1 : traitement</b> T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen	0 0 0 1 0 2 0
				<b>Solution 2 : utilisation en l'état</b> C : compactage faible H : remblai de hauteur faible	0 0 0 0 0 3 1
		-	évaporation importante	<b>Solution 1 : extraction en couche - aération</b> 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
				<b>Solution 2 : aération et traitement</b> 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

## 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>1</sub> , B <sub>2</sub> , B <sub>3</sub> , B <sub>4</sub> , C <sub>1</sub> se trouvant dans un état hydrique (h).  <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>1</sub> , B <sub>2</sub> , B <sub>3</sub> , B <sub>4</sub> , C <sub>1</sub> , R <sub>10</sub> , R <sub>20</sub> , R <sub>30</sub> et certains matériaux C <sub>2</sub> , R <sub>40</sub> et R <sub>50</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>1</sub> , B <sub>2</sub> , B <sub>3</sub> , B <sub>4</sub> , C <sub>1</sub> , R <sub>10</sub> , R <sub>20</sub> , R <sub>30</sub> et certains matériaux C <sub>2</sub> , R <sub>40</sub> et R <sub>50</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	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.
			AR2	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 reportés 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 de 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	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.
			AR3	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>10</sub> , R <sub>20</sub> , R <sub>30</sub> , R <sub>40</sub> , R <sub>50</sub> , R <sub>60</sub> , R <sub>70</sub> , R <sub>80</sub> , R <sub>90</sub> , R <sub>100</sub> , ainsi que certains matériaux C <sub>2</sub> , R <sub>20</sub> , R <sub>30</sub> et R <sub>40</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	Classement en AR3 si EV2 ≥ 120 MPa et en AR4 si EV2 ≥ 200 MPa.
			AR4	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.

## 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	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	PF2	PF2	PF3	PF3						
	= 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	0 2 1 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.

# CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN COUCHE DE FORME

**B<sub>31</sub>, B<sub>32</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	AR 2	
<b>B<sub>31</sub></b>	Ces sols insensibles à l'eau (*) et constitués par des granulats résistants peuvent être utilisés en couche de forme : - soit dans leur état naturel, - soit traités avec un liant hydraulique. Ils se traitent en place et en centrale (*) On considère ici les sols de la classe B <sub>3</sub> dont l'insensibilité à l'eau est confirmée.	++	pluie même forte	Utilisation en l'état	0 0 0 0	e = 0,75 ou (2)	e = 0,5 ou (2)	e = 0,4 ou (2)	e = 0,3 ou (2)	(3)		
		OU		<b>Solution 1</b> Utilisation en l'état	0 0 0 0	e = 0,6 PF2	e = 0,4 PF2	e = 0,3 PF2	e = 0,2 PF2			
		=	pas de pluie	<b>Solution 2</b> W : Arrosage pour maintien de l'état hydrique T : Traitement avec un liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	0 1 1 1							
<b>B<sub>32</sub></b>	Ces sols insensibles à l'eau (*) sont constitués par des granulats friables qui sous l'action du trafic pourraient se transformer en éléments fins (fillers) sensibles à l'eau. Pour cette raison leur emploi en couche de forme impose de les traiter avec un liant hydraulique. Ces sols se traitent en place ou en centrale. (*) On considère ici les sols de la classe B <sub>3</sub> dont l'insensibilité à l'eau est confirmée.	+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant	NON	(1)						
		=	pas de pluie	W : Arrosage pour maintien de l'état hydrique T : Traitement avec un liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	0 1 1 1		PF2	PF2	PF3	PF3		

- (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 de PST n°2 ou 3 s'il ne l'est pas.
- (2) Si intercalation d'un géotextile à l'interface PST-couche de forme.
- (3) Dans le cas de la PST n°4, une couche de forme conduisant à une PF2 peut se limiter à une couche de protection superficielle de quelques centimètres d'épaisseur de ce matériau. Celle-ci peut même être inutile si l'on a prévu la possibilité d'éliminer par rabotage les 5 à 10 cm supérieurs de la PST. Elle peut également être remplacée par un enduit de cure gravillonné ou éventuellement clouté, appliqué directement sur l'arase terrassement.

# CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN COUCHE DE FORME

**B<sub>51</sub>, B<sub>52</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>B<sub>51</sub>h et B<sub>52</sub>h</b>	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					
<b>B<sub>51</sub>m et B<sub>52</sub>m</b>	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	(1)	e = 0,35	e = 0,35	e = 0,35	e = 0,35
				= OU -	pas de pluie					
<b>B<sub>51</sub>s et B<sub>52</sub>s</b>		+	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					

(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.

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

**D<sub>21</sub>, D<sub>22</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 1	AR 2	AR 2
D <sub>21</sub>	Ces sols sont utilisables en couche de forme soit dans leur état naturel car la résistance des granulats est suffisamment élevée soit traités avec un liant hydraulique en place ou en centrale.	++	pluie même forte	Utilisation en l'état	0 0 0 0	(1)	e = 0,75 ou (2) e = 0,6 PF2	e = 0,5 ou (2) e = 0,4 PF2	e = 0,4 ou (2) e = 0,3 PF2	e = 0,3 ou (2) e = 0,2 PF2	(3)	
		+										
		= OU -	pas de pluie	Solution 1 : Utilisation en l'état	0 0 0 0							
Solution 2 : W : Arrosage pour maintien de l'état hydrique du mélange sol + liant T : Traitement avec un liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	0 1 1 1											
D <sub>22</sub>	Ces sols bien qu'insensibles à l'eau ne peuvent en général être utilisés en couche de forme dans leur état naturel en raison de la friabilité des granulats (risques de formation d'éléments fins sensibles à l'eau sous l'action du trafic). Il convient donc de les traiter en place ou en centrale avec un liant hydraulique.	+	pluie faible	Situation météorologique ne garantissant pas une maîtrise suffisante de l'état hydrique du mélange sol + liant	NON	(1)	PF2	PF2	PF3	PF3		
		= OU -	pas de pluie	W : Arrosage pour maintien de l'état hydrique du mélange sol + liant T : Traitement avec un liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	0 1 1 1							

(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.

(2) Si intercalation d'un géotextile à l'interface PST-couche de forme.

(3) Dans le cas de la PST n°4, une couche de forme conduisant à une PF2 peut se limiter à une couche de protection superficielle de quelques centimètres d'épaisseur de ce matériau. Celle-ci peut même être inutile si l'on a prévu la possibilité d'éliminer par rabotage les 5 à 10 cm supérieurs de la PST. Elle peut également être remplacée par un enduit de cure gravillonné ou éventuellement clouté, appliqué directement sur l'arase terrassement.