



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

contact@igesol-bet.fr



Etude géotechnique de conception G2AVP

Projet de création d'un lotissement

Maître d'ouvrage
BÂTI-AMENAGEMENT

Numéro de dossier 7077
Lotissement « LA GAGNERIE DES BOIS » - Impasse des oliviers 44160 PONTCHÂTEAU

Rédacteur : Ibrahima TRAORE
Relecteur : Benjamin MAUREL

Indice 0 26/10/2021

TABLE DES MATIÈRES

ETUDE DU PROJET _____	3
Présentation de l'étude _____	3
Description du projet _____	4
Contexte Général _____	5
Risques Naturels _____	6
Synthèse des résultats _____	7
Terrassements _____	9
Conditions de réutilisation des matériaux du site en remblai et en couche de forme ____	10
Normes et Principes techniques _____	14
Conditions Générales des prestations géotechniques d'IGESOL _____	15
Enchaînement et Classification des missions types d'ingénierie géotechnique (Normes NF-P 94500 Novembre 2013) _____	16
ANNEXES DU PROJET _____	20
Localisation géographique et contexte géologique (Annexe 1)	
Plan d'implantation des sondages (Annexe 2)	
Pelles mécaniques avec tests de perméabilité (Annexe 3)	
Identification GTR des matériaux (Annexe 4)	
Conditions de ré-utilisation des matériaux en remblais (Annexe 5)	
Les différents cas possibles de PST (Annexe 6)	
Conditions de ré-utilisation des matériaux du site en couche de forme (Annexe 7)	
Conditions de ré-utilisation des matériaux d'apport en couche de forme (Annexe 8)	

ETUDE DU PROJET

Présentation de l'étude

Vous nous avez sollicité dans le cadre d'une étude de sol pour une mission de type G2AVP pour votre projet de voiries dans le cadre de la création d'un lotissement : Lotissement sur la commune de PONTCHÂTEAU (44).

Dans le cadre de cette étude, une campagne d'investigations sur site et en laboratoire a été réalisée afin de déterminer le modèle géotechnique du terrain concerné par le projet.

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

Nous précisons que ce dernier concerne uniquement la création des voiries.



Photos du site

Description du projet

Maître d'ouvrage	BÂTI-AMENAGEMENT
Projet	Voiries d'accès au lotissement

A ce jour, les caractéristiques de la construction ne sont pas connues (niveaux, matériaux, cote de sol fini, emprise au sol ...).

CAMPAGNE D'INVESTIGATIONS	
Mission Géotechnique	G2AVP
Investigations in situ réalisées le 05/10/2021	-8 sondages à la pelle mécanique (PM1 à PM8)
Essais en laboratoire	<ul style="list-style-type: none"> - 3 identifications GTR des matériaux comprenant chacune : <ul style="list-style-type: none"> - 1 mesure de la teneur en eau naturelle ; - 1 détermination de la Valeur au Bleu du Sol ; - 1 analyse granulométrique par tamisage.

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 au droit de la surface concernée ;
- Préciser les caractéristiques physiques des différents faciès au droit de la surface d'implantation du projet (notamment identification GTR) ;
- Déterminer la faisabilité géotechnique du projet ;
- Aborder les modalités de terrassement ainsi que les possibilités et les conditions de réemploi des matériaux du site en remblai ou en couche de forme ;
- Préciser les structures de voiries adaptées aux contraintes imposées par le sous-sol ainsi qu'à l'intensité du trafic.

Contexte Général

Adresse du projet	Lotissement « LA GAGNERIE DES BOIS » - Impasse des oliviers 44160 PONTCHÂTEAU	
Nature de la surface du sol	Parcelles agricoles	
Présence et type de végétation	La surface enherbée et localement arborée en limites de propriété et au centre de la parcelle. Présence d'une zone humide en partie centrale (non impactée par le projet)	
Altitude	Environ 30 à 34 m NGF	
Pente	Intensité	Orientation
	Environ 6 à 7 %	Sud-sud-ouest
Contexte géologique	Le site sondé se trouve à l'intersection de deux formations géologiques : -Leucogranite orienté du Sillon de Bretagne -Formations quaternaires récentes : Colmatage colluvial de fond de vallons et/ou matériaux soliflués en bas de versants (source : carte géologique au 1/50 000 - Feuille N°:450 SAVENAY)	



Photos du site

Risques Naturels

Exposition au retrait/gonflement des argiles	Le terrain sondé n'est pas concerné par cet aléa (la commune n'est pas soumise au PPRN Retrait gonflement des sols argileux)
Mouvement de terrain	À ce jour aucun mouvement de terrain n'a été répertorié ni à proximité, ni sur le terrain sondé (la commune n'est pas soumise au PPRN mouvement de terrain)
Cavité souterraines	À ce jour aucune cavité souterraine n'a été répertoriée ni à proximité, ni sur le terrain sondé. Par contre le terrain se situe dans la zone « cavité non localisée » (la commune n'est pas soumise au PPRN cavités souterraines)
Potentiel radon	Fort (catégorie 3)

Risque inondation

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



Synthèse des résultats

Géologie

Faciès	Sondage concernés	Lithologie	Profondeur au toit (m)	Cote NGF au toit (m)	Epaisseur (m)
Terre végétale	Tous sauf PM1	Limon sableux à quelques radicelles	/	/	0,15 à 0,70
Remblai	PM1 et PM4	Sable graveleux brun-beige à blocs et parfois à cailloutis	0,00 / 0,15	32,71 / 32,38	0,35 à 0,50
Arène granitique	Tous sauf PM2, PM4 et PM5	Argile limono-sableuse brune-ocre à limoneuse ocre-grise	0,20 / 0,50	32,26 / 30,60	0,15 à 0,40
Arène granitique peu évoluée	PM4	Cailloutis très pulvérulents à matrice limono-argilo-sableuse brune	0,50	32,03	0,65
Granite très altéré	Tous	Cailloutis granitiques pulvérulents à matrice limono-sableuse brune et parfois limono-sablo-argileuse beige-jaune puis ocre-rouge	0,25 / 1,15	32,01 / 30,30	/
Granite altéré	PM2 et PM8	Cailloutis et blocs généralement sains	0,70 / 0,80	31,66 / 30,88	/



Laboratoire

Echantillon	Faciès testé	Classification GTR	Teneur en eau naturelle (%)	VBS
PM1-1	Granite très altéré	B ₅	9,20	0,69
PM4-1	Arène granitique peu évoluée	A ₁ limiteB ₅	16,6	1,06
PM8-1	Arène granitique	A ₁	26,30	2,29

Hydrogéologie

	Profondeur (m/TN)	Cote relative (m)
Niveaux d'eau (PM4 uniquement)	-1,35	31,18
Instabilités des parois des sondages	Stables	
Circulations d'eau	Arène granitique généralement humide	



Terrassements

Faciès	Terre végétale, remblai et arène granitique	Granite très altéré et granite 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 au sein du granite altéré
Pente des talus	1/2	1/1
Période de terrassements	De préférence en période sèche	

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

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

Fond de forme	Arène granitique ± évoluée voire granite ± altéré
PST / AR (annexe 6)	Cas n° 0 à 4
Couche de forme	La réalisation d'une couche de forme est ici impérative (en particulier au droit des zones caractérisées par un fond de forme d'arène granitique ± évoluée). Elle pourra être constituée avec les matériaux extraits sur le site (altérite de schiste et/ou altération de calcaire). 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 8.
Type de plateforme	PF2 (au minimum)

Hypothèses	Classe de trafic cumulé
Zone desservie de moins de 50 logements	TC ₀

Structure de chaussée proposée	
GNT B2	Enduit de surface 11 cm de GNT B2 en reprofilage 25 cm de GNT B2 en couche de base
GB3 / GB3	6 cm de couche de roulement (BB) 8 cm de GB3 en couche de base

Informations complémentaires

- Référencés par sous parties du rapport

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

Descriptif du projet :

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

Contexte général :

Les données de ce paragraphe proviennent de nos observations sur site, des plans en notre possession et d'une recherche sur l'historique du site (source : *remonterletemps.ign.fr*).

Risques naturels :

Cette partie aborde uniquement les risques naturels. Elle ne traite pas des risques naturels et technologiques. Les données de ce paragraphe sont mises à jour à partir de la base de données disponible sur www.georisques.gouv.fr, au moment de notre recherche bibliographique

En cas de présence d'un risque de cavité souterraine, seule la réalisation d'une prospection géophysique permettrait de s'affranchir du risque de cavité au droit de la zone d'étude.

En cas d'existence d'un Plan de Prévention des Risques Naturels sur la commune concernée par le projet, ce dernier devra tenir compte des préconisations de ce PPRN. Nous vous invitons à le consulter sur le site de la préfecture.

Normes de construction - sismique et mise hors gel :

Dans le cas d'un projet d'extension, selon le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010, le projet d'extension devra être réalisé selon les règles de construction parasismique (Eurocode 8) seulement si celle-ci dépasse une superficie supérieure à 30% de la surface de plancher de l'existant ou si celle-ci est totalement indépendante de l'existant par l'intermédiaire de joints de dilatation.

Les ouvrages de catégorie d'importance I, dans lesquels est exclue toute activité humaine nécessitant un séjour de longue durée et non visés par les autres catégories de l'article R. 563-5 du code de l'environnement, ne sont pas soumis à la réglementation parasismique.

La profondeur de mise hors-gel des fondations est donnée par l'Eurocode 7. Cette profondeur devra impérativement être respectée et la périphérie du bâtiment sera remblayée si nécessaire.

Terrassement et Mise en œuvre des fondations :

Les terrassements prévoient une plateforme suffisamment large afin de pouvoir réaliser une noue autour de la construction, ayant pour but d'éloigner les eaux de cette dernière.

La base des fondations sera horizontale. En zone sismique, la pente générale entre les différents plans de pose ne dépassera pas 3H/1V. Si le projet n'est pas soumis à la réglementation sismique, cette pente pourra rester de 3H/2V

Afin d'assurer un bon contact sol/béton, les fondations seront coulées pleine fouille, dès l'ouverture des fouilles. Le remblaiement des fouilles le long des murs de soubassement sera effectué dès la réalisation du niveau bas.

En cas d'intempéries et/ou d'éboulement des parois des fouilles, les fonds de ces dernières seront impérativement curés et purgés des matériaux remaniés ou saturés en eau.

Si les pentes mentionnées ne peuvent pas être respectées, des soutènements provisoires seront à envisager. Les différentes natures de déblai devront être individualisées. Ainsi, en cas de réutilisation, 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).

Voiries :

La classification GTR des faciès analysés est précisée dans le paragraphe « Synthèse des résultats ». En cas de réutilisation, la classification GTR des matériaux non analysés dans la présente étude devra être vérifiée afin de connaître ses conditions de ré-emploi. 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).

Lorsqu'aucune modalité de régalaage 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. Une vérification par la réalisation de planches d'essai est impérative.

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 $EV2 \geq 50\text{MPa}$ et $EV2/EV1 < 2$.

L'état hydrique de la PST ne peut être défini à ce jour (il devra l'être avant le commencement du chantier).

La terre végétale voire les remblais seront décapés sur l'emprise des voiries.

Pour la réalisation de la couche de forme, elle pourra être constituée avec les matériaux extraits sur le site si ceux-ci le permettent. Les modalités de mise en œuvre sont précisées en annexe « conditions d'utilisation des matériaux en couche de forme ». On pourra aussi utiliser des matériaux granulaires, insensibles à l'eau (sols de la classe B31 ou D21 par exemple - cf. annexe).

Pour la plate-forme support de chaussée, nous recommandons un profil non-encaissé. Les pentes transversales minimales du support de chaussée doivent être en phase transitoire de 4 à 5 % sauf dans le cas de graves propres ou de sols traités à la chaux ou au ciment où l'on peut retenir une pente minimale de 2,5 %. Afin de lutter au maximum contre l'infiltration, qui est la principale cause de présence d'eau dans et sous les chaussées, il est essentiel d'assurer l'évacuation rapide des eaux superficielles.

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-I/NA** « Calcul des structures en béton - Règles générales et règles pour les bâtiments » + Annexe Nationales (Octobre 2005 + Mars 2007)
- **NF EN 1993-I-I/NA** « Calcul des structures en acier - Règles générales et règles pour les bâtiments » + Annexe Nationale (Octobre 2005+ Mai 2007)
- **NF EN 1997-I** « Calcul géotechnique - Règles générales » Juin 2005
- **NF EN 1998-I/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-I** « 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^{ème} 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 (Annexe 1)

Plan d'implantation des sondages (Annexe 2)

Pelles mécaniques avec tests de perméabilité (Annexe 3)

Identification GTR des matériaux (Annexe 4)

Conditions de ré-utilisation des matériaux en remblais (Annexe 5)

Les différents cas possibles de PST (Annexe 6)

Conditions de ré-utilisation des matériaux du site en couche de forme (Annexe 7)

*Conditions de ré-utilisation des matériaux d'apport en couche de forme
(Annexe 8)*



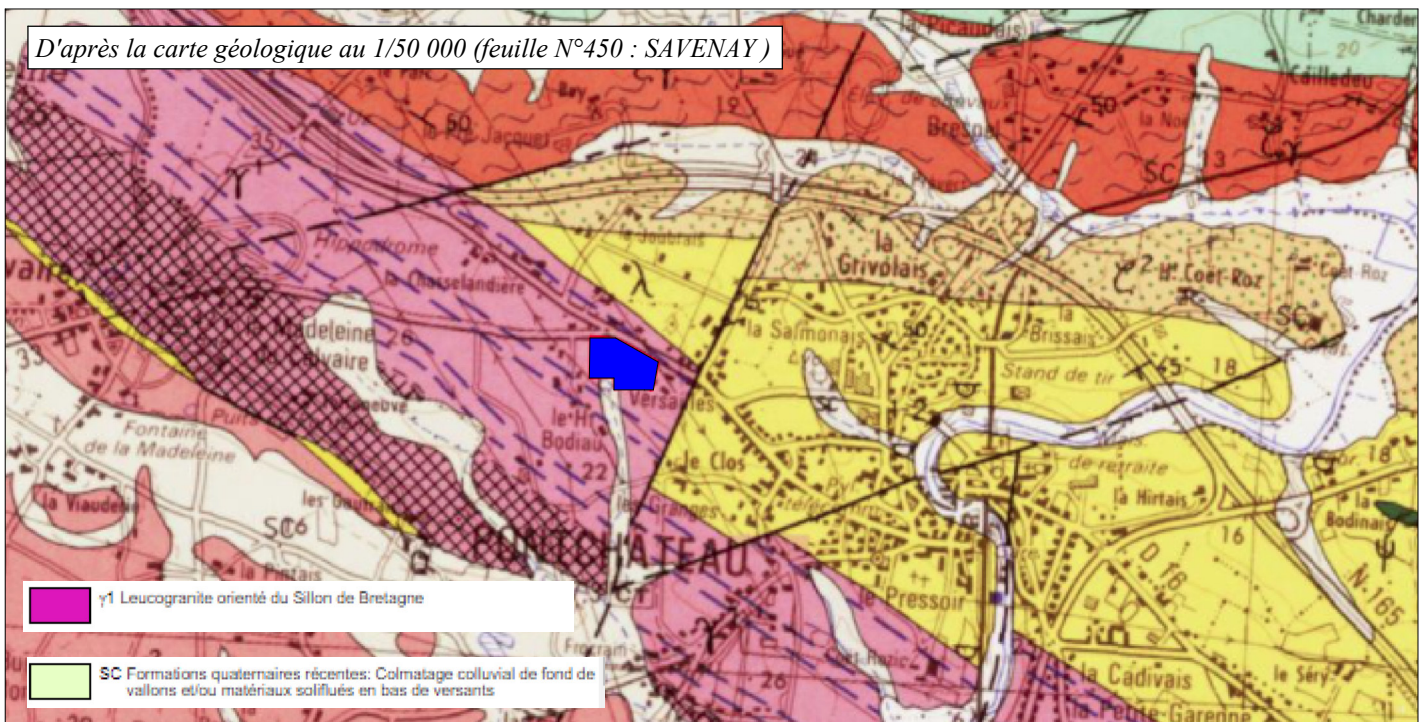
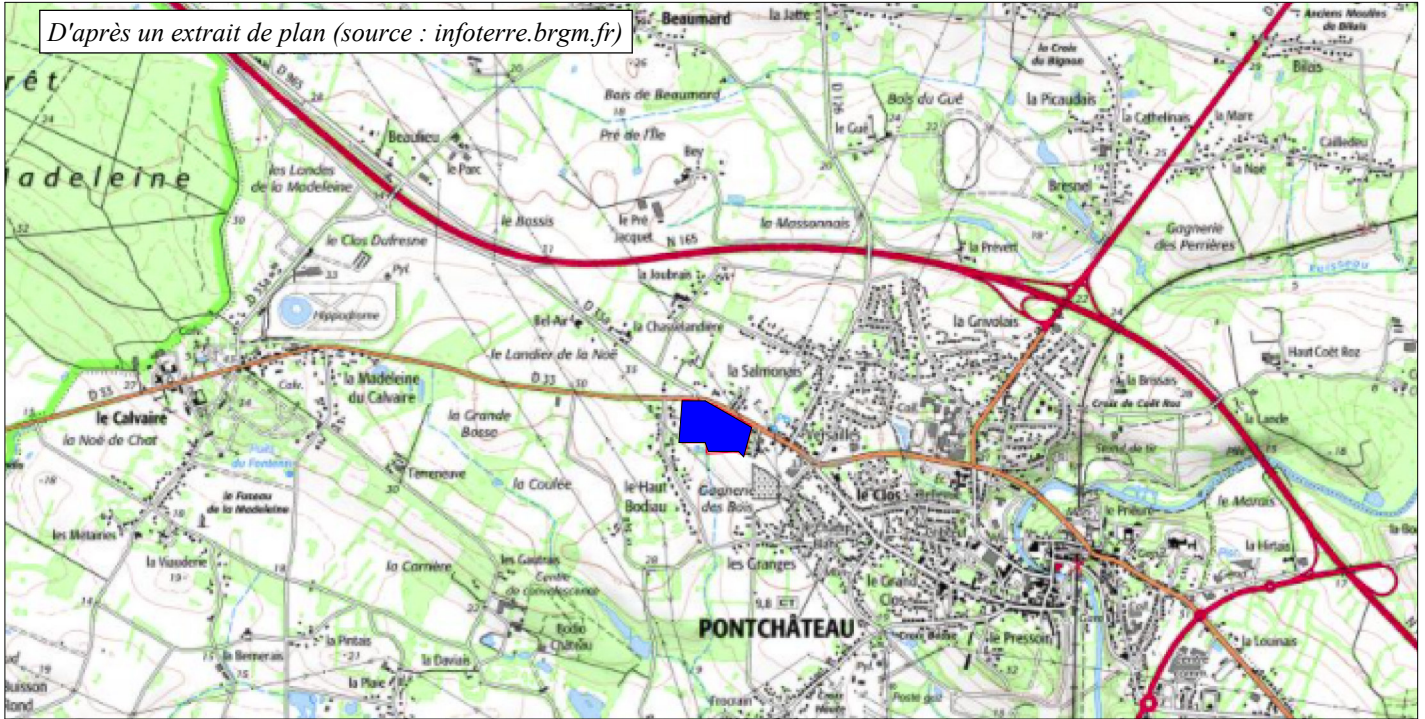


Projet de création d'un lotissement

Etude géotechnique de conception G2AVP

Localisation de la zone d'étude

**Echelle :
1 / 25 000**



LEGENDE :

Localisation de la zone étudiée

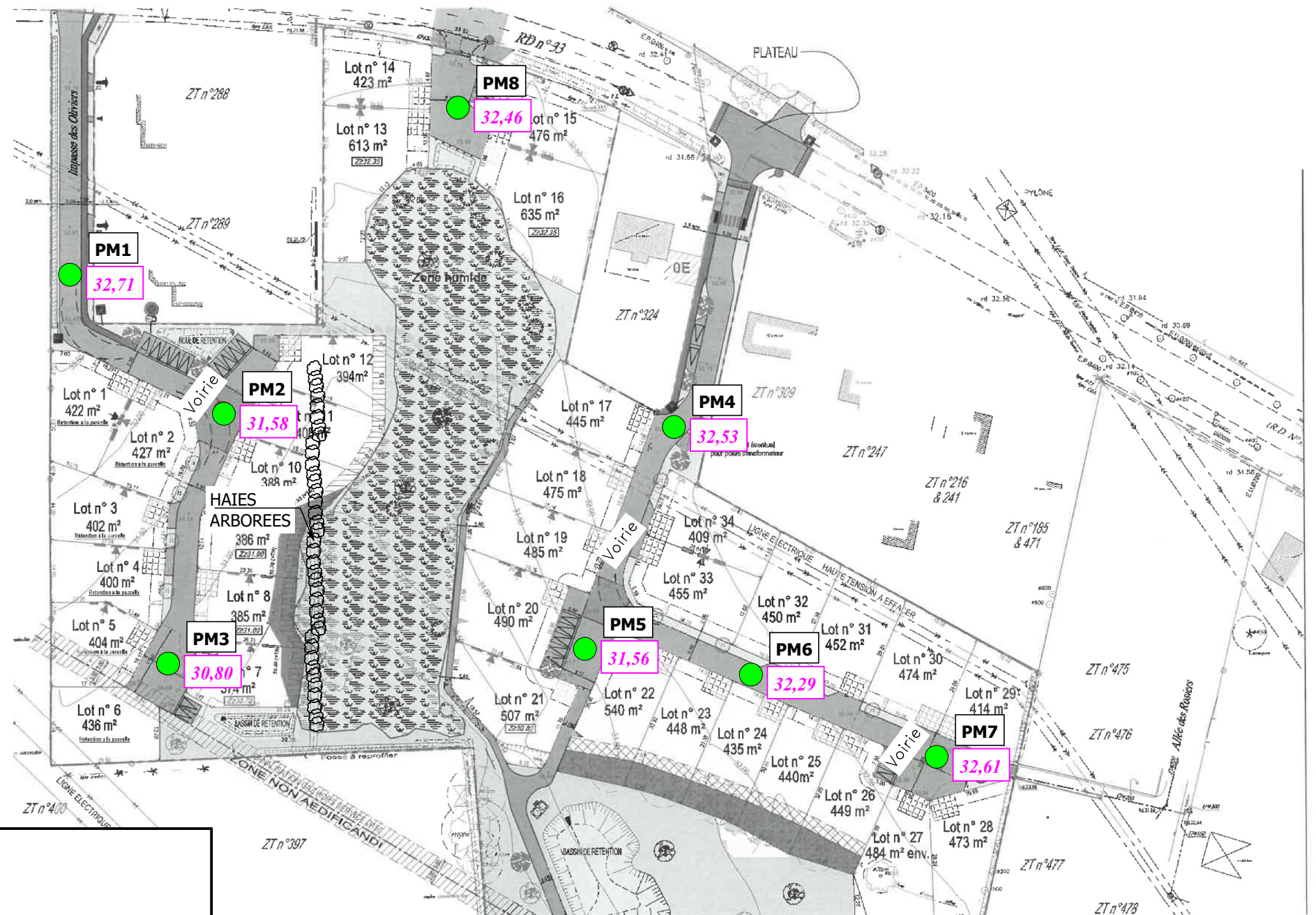


Projet de création d'un lotissement

ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION G2AVP

**Echelle :
1/600**

Implantation des sondages à la pelle mécanique



Légende :

Investigations :

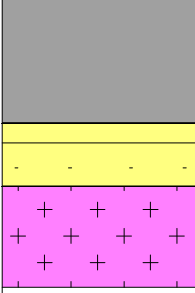
● : Sondage à la pelle mécanique

Observations :

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

D'après le plan fourni par le maître d'ouvrage au 1/500

Sondage à la pelle mécanique: PM1 - cote NGF: 32,71 m

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (m)	Lithologie	Echantillon GTR
0,50			0,50	32,21	Remblai : Sable graveleux beige à blocs (taille pluridécimétrique) puis géotextile à la base	
			0,75	31,96	Arène granitique : Argile limoneuse ocre-grise, peu compacte et humide	
1,00			1,15	31,56	<i>Refus</i>	PM1-1
1,50					Granite très altéré : Cailloutis et blocs granitiques pulvérulents puis à quelques cailloutis de quartz dans une matrice sablo-limoneuse	
2,00						

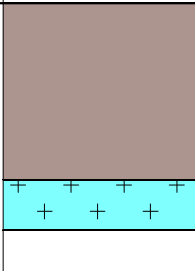
Parois du sondage : Stables

Circulation d'eau : Arène granitique humide

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

Profondeur du refus : -1,15 m / TN (cote NGF : 31,56 m)

Sondage à la pelle mécanique: PM2 - cote NGF: 31,58 m

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (m)	Lithologie	Echantillon
0,50			0,70	30,88	Terre végétale et colluvions indifférenciées : Limon peu sableux brun à quelques radicelles	
1,00			0,90	30,68	Granite altéré : Se débitant en cailloutis sains	
					<i>Refus</i>	
1,50						
2,00						


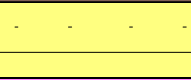
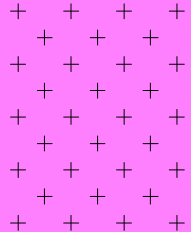
Parois du sondage : Stables

Circulation d'eau : non observée

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

Profondeur du refus : -0,90 m / TN (cote NGF : 30,68 m)

Sondage à la pelle mécanique: PM3 - cote NGF: 30,80 m

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (m)	Lithologie
0,50			0,20	30,60	Terre végétale : Limon sableux brun à quelques radicelles
			0,50	30,30	Arène granitique : Argile limono-sableuse brune-ocre, compacte
1,00			1,50	29,30	Granite très altéré : Cailloutis granitiques pulvérulents à matrice limono-sablo-argileuse beige-jaune puis ocre-rouge
1,50					Quasi-refus
2,00					




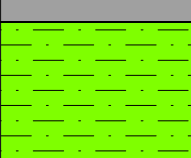
Parois du sondage : Stables

Circulation d'eau : non observée

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

Profondeur du refus : -1,50 m / TN (cote NGF : 29,30 m)

Sondage à la pelle mécanique: PM4 - cote NGF: 32,53 m

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (m)	Lithologie	Echantillon GTR
0,50			0,15	32,38	Terre végétale	
			0,50	32,03	Remblai : Limon sableux brun-beige à cailloutis, sec	
1,00	NE 		1,15	31,38	Arène granitique peu évoluée : Cailloutis très pulvérulents à matrice limono-argilo-sableuse brune	PM4-1
1,50					Quasi-refus	
2,00					Granite très altéré : Cailloutis et blocs ± pulvérulents à légère matrice limono-sableuse brune	

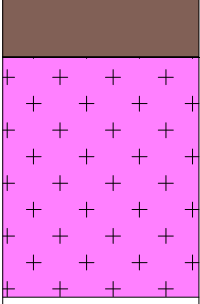
Parois du sondage : Stables

Circulation d'eau : non observée

Niveau d'eau en fin d'investigations : -1,35 m / TN (cote NGF : 31,18 m)

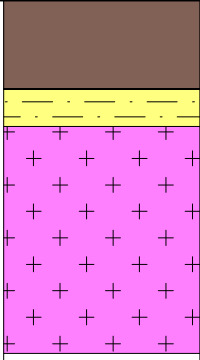
Profondeur du refus : -1,40 m / TN (cote NGF : 31,13 m)

Sondage à la pelle mécanique: PM5 - cote NGF: 31,56 m

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (m)	Lithologie
0,50			0,25	31,31	Terre végétale : Limon sableux brun à quelques radicelles
1,00			1,20	30,36	Granite très altéré : Cailloutis et blocs ± pulvérulents à légère matrice limono-sableuse brune <i>Quasi-refus</i>
1,50					
2,00					

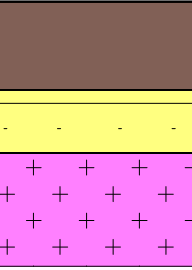
Parois du sondage : Stables
Circulation d'eau : non observée
Niveau d'eau en fin d'investigations : non observé
Profondeur du refus : -1,20 m / TN (cote NGF : 30,36 m)

Sondage à la pelle mécanique: PM6 - cote NGF: 32,29 m

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (m)	Lithologie
0,50			0,35	31,94	Terre végétale
1,00			0,50	31,79	Arène granitique : Argile limoneuse brune-ocre, humide
1,50			1,40	30,89	Granite très altéré : Cailloutis et blocs ± pulvérulents à légère matrice limono-sableuse brune <i>Refus</i>
2,00					

Parois du sondage : Stables
Circulation d'eau : non observée
Niveau d'eau en fin d'investigations : non observé
Profondeur du refus : -1,40 m / TN (cote NGF : 30,89 m)

Sondage à la pelle mécanique: PM7 - cote NGF: 32,61 m

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (m)	Lithologie
0,50			0,35	32,26	Terre végétale : Limon sableux brun à quelques radicelles
			0,60	32,01	Arène granitique : Argile limoneuse brune-ocre, humide
1,00			1,05	31,56	Granite très altéré : Cailloutis et blocs ± pulvérulents à légère matrice limono-sableuse brune <i>Refus</i>
1,50					
2,00					

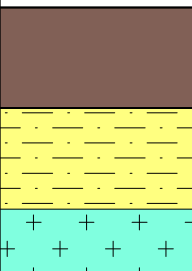
Parois du sondage : Stables

Circulation d'eau : Arène granitique humide

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

Profondeur du refus : -1,05 m / TN (cote NGF : 31,56 m)

Sondage à la pelle mécanique: PM8 - cote NGF: 32,46 m

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (m)	Lithologie	Echantillon GTR
0,50			0,40	32,06	Terre végétale : Limon argilo-sableuse brun, humide	
			0,80	31,66	Arène granitique : Argile limono-sableuse brune-ocre, humide	PM8-1
1,00			1,15	31,31	<i>Refus</i>	
1,50					Granite altéré : Cailloutis et blocs (pluridécimétrique et généralement sains) à légère matrice limono-sableuse brune	
2,00						

Parois du sondage : Stables

Circulation d'eau : non observée

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

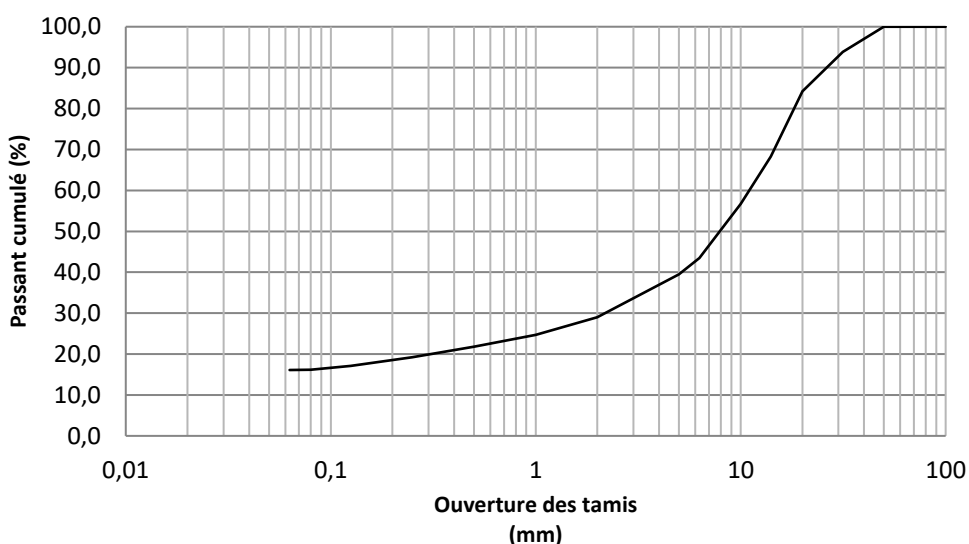
Profondeur du refus : -1,40 m / TN (cote NGF : 31,31 m)

Projet	BATI-AMENAGEMENT _ PONTCHATEAU (44)	Référence	7077
N° d'échantillon	PM1-1	Profondeur (m)	0,75-1,15
Mode de prélèvement	Pelle mécanique	Date de prélèvement	05/10/2021

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

Dmax (mm)	36	Température étuvage	105 °C
-----------	----	---------------------	--------

Ouverture tamis (mm)	Passant cumulé (%)
100	100,0
63	100,0
50	100,0
31,5	93,9
20	84,3
14	68,3
10	56,7
6,3	43,5
5	39,5
2	29,0
1	24,7
0,5	21,8
0,25	19,3
0,125	17,1
0,08	16,2
0,063	16,1



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

m _h (g)	2747,2	m _s (g)	2587,3	Wn (%)	9,2
--------------------	--------	--------------------	--------	--------	-----

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

VBS	0,69
-----	------

Classification GTR (NF P 11-300)

B ₅

Date de réalisation : 14/10/2021

Essais réalisés par : SB

Observations :

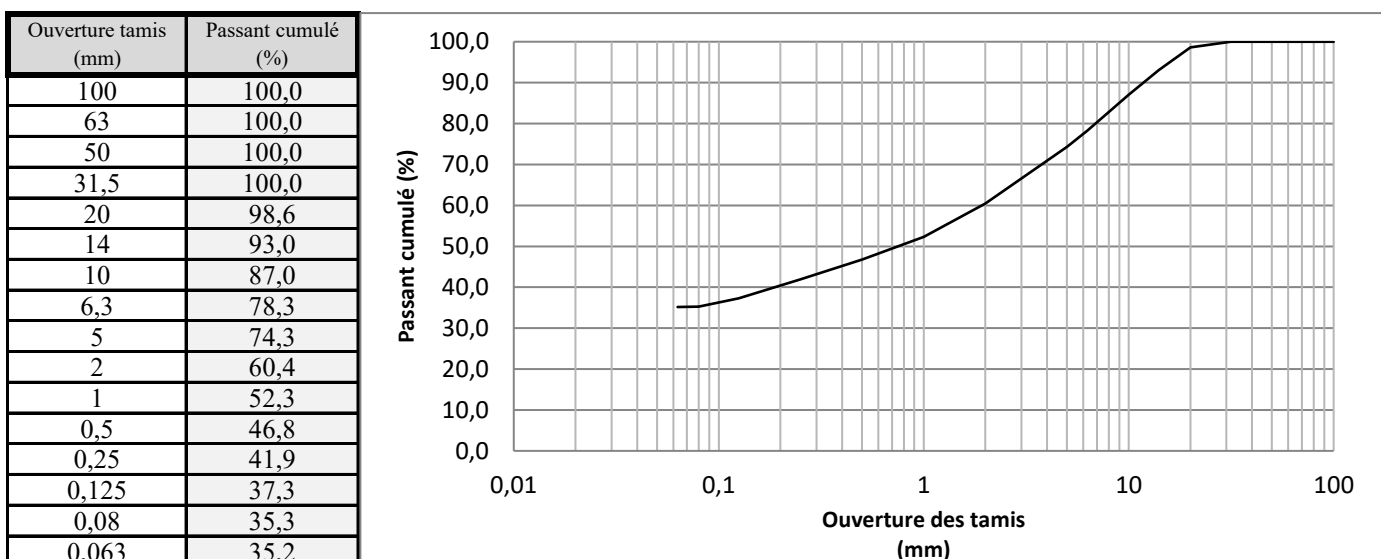
Résultats vérifiés par le directeur
Samy BOUSSEFFA



Projet	BATI-AMENAGEMENT _ PONTCHATEAU (44)	Référence	7077
N° d'échantillon	PM4-1	Profondeur (m)	0,50-1,15
Mode de prélèvement	Pelle mécanique	Date de prélèvement	05/10/2021

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

Dmax (mm)	22	Température étuvage	105 °C
-----------	----	---------------------	--------



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

m_h (g)	2134,8	m_s (g)	1952,4	Wn (%)	16,6
-----------	--------	-----------	--------	--------	------

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

VBS	1,06
-----	------

Classification GTR (NF P 11-300)

A ₁ limite B ₅

Date de réalisation : 14/10/2021

Essais réalisés par : SB

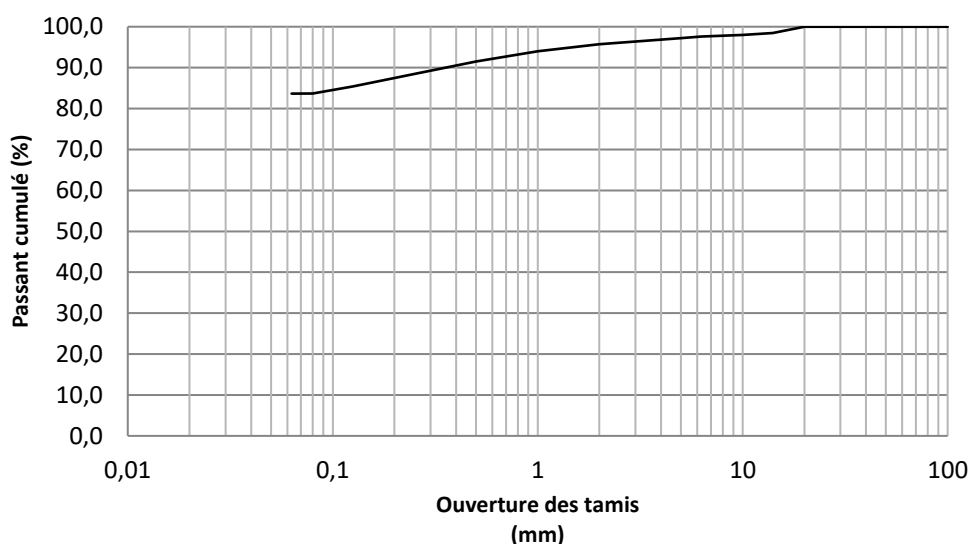
Observations :	<p>Résultats vérifiés par le directeur Samy BOUSSEFFA</p> 
----------------	--

Projet	BATI-AMENAGEMENT _ PONTCHATEAU (44)	Référence	7077
N° d'échantillon	PM8-1	Profondeur (m)	0,40-0,80
Mode de prélèvement	Pelle mécanique	Date de prélèvement	05/10/2021

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	98,5
10	98,0
6,3	97,6
5	97,2
2	95,7
1	94,0
0,5	91,5
0,25	88,5
0,125	85,4
0,08	83,7
0,063	83,7



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

m _h (g)	1872,2	m _s (g)	1660,4	Wn (%)	26,3
--------------------	--------	--------------------	--------	--------	------

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

VBS	2,29
-----	------

Classification GTR (NF P 11-300)

A ₁

Date de réalisation : 14/10/2021

Essais réalisés par : SB

Observations :

Résultats vérifiés par le directeur
Samy BOUSSEFFA



ANNEXE 5

Conditions d'utilisation des matériaux en remblai

LEGENDES

Rubrique	Code	Conditions d'utilisation
E Extraction	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Extraction en couches (0,1 à 0,3m)
	2	Extraction frontale (pour un front de taille > 1 à 2m)
G Action sur la granularité	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Elimination des éléments > 800mm
	2	Elimination des éléments > 250 mm pour traitement
	3	Fragmentation complémentaire après extraction
W Action sur la teneur en eau	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Réduction de la teneur en eau par aération
	2	Essorage par mise en dépôt provisoire
	3	Arrosage pour maintien de l'état
	4	Humidification pour changer d'état
T Traitement	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Traitement avec un réactif ou un additif adaptés
	2	Traitement à la chaux seule
R Régilage	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Couches minces (20 à 30 cm)
	2	Couches moyennes (30 à 50 cm)
C Compactage	1	Compactage intense
	2	Compactage moyen
	3	Compactage faible
H Hauteur des remblais	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Remblai de hauteur faible (\leq 5m)
	2	Remblai de hauteur moyenne (\leq 10m)

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				
	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			NON	
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

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
		=	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
				Solution 2 : emploi en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)				0	0	0	0	0	1	2
				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
		-	évaporation importante	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			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

A₂ (états th et h)

A ₂ th	Sols normalement inutilisables en l'état			NON
A₂h Ces sols sont difficiles à mettre en œuvre en raison de leur portance faible. La mise en dépôt provisoire et le drainage préalable ne sont habituellement pas des solutions envisageables dans le climat français moyen. Le matelassage est à éviter au niveau de l'arase-terrassement.	+	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes	NON
	=	ni pluie, ni évaporation importante	Solution 1 : traitement T : traitement à la chaux C : compactage faible	0 0 0 2 0 2 0
			Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage faible H : remblai de faible hauteur (≤ 5 m)	0 0 0 0 0 3 1
	-	évaporation importante	Solution 1 : aération E : extraction en couches W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1 0 1 0 1 2 2
		Solution 2 : traitement T : traitement à la chaux C : compactage moyen	0 0 0 2 0 2 0	

CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN REMBLAI

A₂ (états m, s et ts)

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

ANNEXE 6

Les différents types de PST

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

Cas de P.S.T.	Schéma	Description	Classe de l'arase	Commentaires
P.S.T. n°0		<p>Sols A, B₁, B₂, B₃, B₄, B₅, C₁ se trouvant dans un état hydrique (th).</p> <p>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.</p>	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		<p>Sols Matériaux des classes A, B₁, B₂, B₃, B₄, B₅, C₁, R₁₀, R₁₅ et certains matériaux C₂, R₁₀ et R₁₅ dans un état hydrique (h).</p> <p>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).</p>	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		<p>Sols Matériaux des classes A, B₁, B₂, B₃, B₄, B₅, C₁, R₁₀, R₁₅ et certains matériaux C₂, R₁₀ et R₁₅ dans un état hydrique (m).</p> <p>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).</p>	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		<p>Sols Mêmes matériaux que dans le cas de PST 2.</p> <p>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).</p>	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		<p>Sols Mêmes matériaux qu'en PST 1 sous réserve que la granularité permette leur traitement.</p> <p>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.</p>	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		<p>Sols B₁ et D₁ et certains matériaux rocheux de la classe R₁₀.</p> <p>Contexte PST en matériaux sableux fins insensibles à l'eau, hors nappe, posant des problèmes de traficabilité.</p>	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		<p>Sols Matériaux des classes D₂, R₁₁, R_{11'}, R_{11''}, R₁₂, R_{12'}, R_{12''}, R₁₃, R_{13'}, R_{13''} ainsi que certains matériaux C₂, R₂₀, R₂₅ et R₃₀.</p> <p>Contexte PST en matériaux graveleux ou rocheux insensibles à l'eau mais posant des problèmes de réglage et/ou de traficabilité.</p>	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 7

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

LEGENDES

Rubrique	Code	Technique de préparation des matériaux
G Action sur la granularité	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Elimination de la fraction 0/d sensible à l'eau
	2	Elimination de la fraction grossière empêchant un malaxage correct du sol
	3	Elimination de la fraction grossière empêchant un réglage correct de la plate-forme
	4	Elimination de la fraction 0/d sensible à l'eau et de la fraction grossière empêchant un réglage correct de la plate-forme
	5	Fragmentation de la fraction grossière pour l'obtention d'éléments fins
W Action sur la teneur en eau	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Arrosage pour maintien de l'état hydrique
	2	Humidification pour changer d'état hydrique
T Traitement	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Traitement avec un liant hydraulique
	2	Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux
	3	Traitement mixte : chaux + liant hydraulique
	4	Traitement à la chaux seule
	5	Traitement avec un liant hydraulique et éventuellement un correcteur granulométrique
	6	Traitement avec un correcteur granulométrique
S Protection superficielle	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Enduit de cure éventuellement gravillonné
	2	Enduit de cure gravillonné éventuellement clouté
	3	Couche de fin réglage

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	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	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

A₂

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

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

ANNEXE 8

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

LEGENDES

Rubrique	Code	Technique de préparation des matériaux
G Action sur la granularité	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Elimination de la fraction 0/d sensible à l'eau
	2	Elimination de la fraction grossière empêchant un malaxage correct du sol
	3	Elimination de la fraction grossière empêchant un réglage correct de la plate-forme
	4	Elimination de la fraction 0/d sensible à l'eau et de la fraction grossière empêchant un réglage correct de la plate-forme
	5	Fragmentation de la fraction grossière pour l'obtention d'éléments fins
W Action sur la teneur en eau	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Arrosage pour maintien de l'état hydrique
	2	Humidification pour changer d'état hydrique
T Traitement	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Traitement avec un liant hydraulique
	2	Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux
	3	Traitement mixte : chaux + liant hydraulique
	4	Traitement à la chaux seule
	5	Traitement avec un liant hydraulique et éventuellement un correcteur granulométrique
	6	Traitement avec un correcteur granulométrique
S Protection superficielle	0	Pas de condition particulière à recommander
	1	Enduit de cure éventuellement gravillonné
	2	Enduit de cure gravillonné éventuellement clouté
	3	Couche de fin réglage

CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN COUCHE DE FORME

B₃₁, B₃₂

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	
B₃₁	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 ₃ dont l'insensibilité à l'eau est confirmée.	++ OU +	pluie même forte	Utilisation en l'état	0 0 0 0	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 Solution 2 W : Arrosage pour maintien de l'état hydrique T : Traitement avec un liant hydraulique S : Application d'un enduit de cure éventuellement gravillonné	0 0 0 0 0 1 1 1							
B₃₂	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 ₃ 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)						
		= OU -	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

D₂₁, D₂₂

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	
D₂₁	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.	++ OU +	pluie même forte	Utilisation en l'état	0 0 0 0	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 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							
D₂₂	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)						
		= 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		PF2	PF2	PF3	PF3		

(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.