



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

contact@igesol-bet.fr



Etude géotechnique de conception G2PRO

Projet de construction d'un lotissement

Maître d'ouvrage

BATI-AMENAGEMENT

Numéro de dossier : 8800

Rue de l'Épinette - 85 150 SAINTE-FOY

Rédacteur : Pierre-Franc DUNIS

Relecteur : Audrey NICOLAS

Indice 0 14/10/2022

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---|----|
| ETUDE DU PROJET _____ | 3 |
| Présentation de l'étude _____ | 3 |
| Description du projet _____ | 4 |
| Contexte Général _____ | 5 |
| Risques Naturels _____ | 7 |
| Synthèse des résultats _____ | 8 |
| Terrassements _____ | 10 |
| Conditions de réutilisation des matériaux du site en remblai et en couche de forme ____ | 11 |
| Voiries _____ | 11 |
| 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 |
| Plan d'implantation des sondages (Annexe 1) | |
| Pelles mécaniques avec tests de perméabilité (Annexe 2) | |
| Identification GTR des matériaux (Annexe 3) | |
| Conditions de ré-utilisation des matériaux en remblais (Annexe 4) | |
| Les différents cas possibles de PST (Annexe 5) | |
| Conditions de ré-utilisation des matériaux du site en couche de forme (Annexe 6) | |
| Conditions de ré-utilisation des matériaux d'apport en couche de forme (Annexe 7) | |

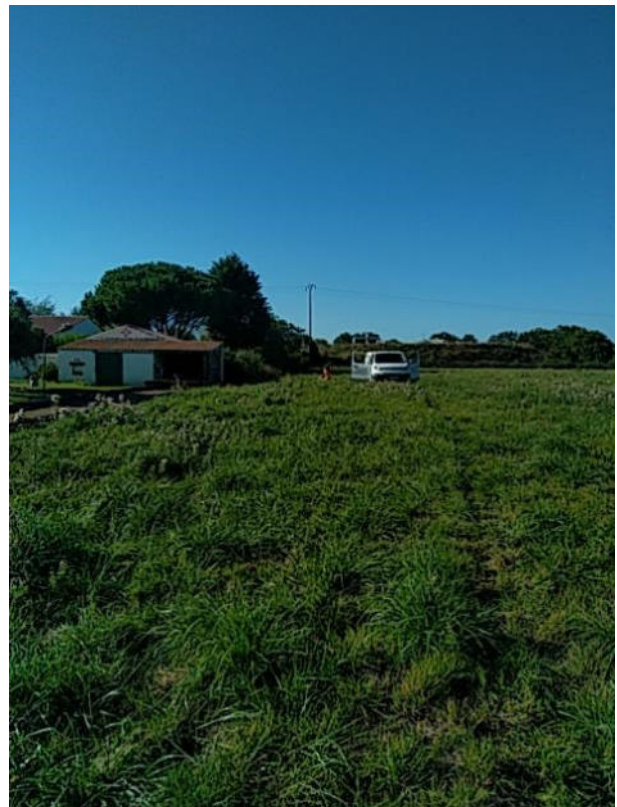
ETUDE DU PROJET

Présentation de l'étude

Vous nous avez sollicité dans le cadre d'une étude de sol pour une mission de type G2PRO pour votre projet de voiries dans le cadre de la création d'un lotissement sur la commune de SAINTE-FOY (85).

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 et l'étude d'infiltration des eaux pluviales.



Photos du site

Description du projet

| | |
|-----------------------------------|--|
| Maître d'ouvrage | BÂTI-AMENAGEMENT |
| Type de projet | <ul style="list-style-type: none"> - Voiries d'accès au lotissement (80 ml environ) - 1 bassin d'infiltration et des ouvrages de rétention |
| Nombre de lots à desservir | 15 lots |

| CAMPAGNE D'INVESTIGATIONS | |
|---|--|
| Mission Géotechnique | G2PRO |
| Investigations in situ réalisées le 21/09/2022 | <ul style="list-style-type: none"> - 7 sondages à la pelle mécanique (P1 à P3, PM1 à PM4) dont 3 avec essais de perméabilité |
| Essais en laboratoire | <ul style="list-style-type: none"> - 2 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 (y compris perméabilités) 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.

| | | |
|--------------------------------|--|--|
| Adresse du projet | Rue de l'Épinette - 85 150 SAINTE-FOY | |
| Nature de la surface du sol | Ancienne parcelles agricoles enherbées | |
| Présence et type de végétation | Présence d'une haie dessouchée en limite sud-est sud-ouest et nord-ouest de propriété (source : remonterletemps.ign.fr - image 2000-2005) | |
| Altitude | Environ 59,10 à 58,37 m NGF | |
| Pente | Intensité | Orientation |
| | Environ 1 % | Sud-ouest (1/3 sud-ouest de la parcelle) et nord-est (2/3 nord-est de la parcelle) |
| Contexte géologique | Formation quaternaire composée de limons éoliens (Würm) (terrain de couverture dans nos sondages) surmontant la formation de roches éruptives composée des Granites des Taffeneaux (source : carte géologique au 1/25 000 - infoterre.brgm.fr) | |

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 | Limon sableux, à graviers | / | / | 0,20 à 0,25 |
| Terrain de couverture | Tous | Limon sableux à +/- de graviers | 0,20 à 0,25 | 58,96 à 58,38 | 0,20 à 0,40 |
| Arène granitique | Tous | Argile sablo-limoneuse à limon argilo-sableux à cailloutis | 0,40 à 0,65 | 58,71 à 57,77 | / |



Laboratoire

| Echantillon | Faciès testé | Classification GTR | Teneur en eau naturelle (%) | VBS |
|-------------|-----------------------|--------------------|-----------------------------|------|
| P2-1 | Arène granitique | A ₁ | 14,6 | 2,18 |
| P3-1 | Terrain de couverture | A ₁ | 9,3 | 1,29 |

Hydrogéologie

| | |
|---------------------|--------------|
| Niveaux d'eau | Aucun |
| Parois des sondages | Stables |
| Circulations d'eau | Non observée |

Perméabilité

| Localisation | Sondage | Faciès testé | Perméabilité mesurée | |
|---------------------------------------|---------|------------------|----------------------|----------------------|
| | | | En mm/h | En m/s |
| Bassin de rétention ou d'infiltration | PM1 | Arène granitique | 4,65 | $1,29 \cdot 10^{-6}$ |
| Voirie en structure alvéolaire | PM2 | Arène granitique | 2,41 | $6,70 \cdot 10^{-7}$ |
| | PM3 | Arène granitique | 1,26 | $3,49 \cdot 10^{-7}$ |
| | PM4 | Arène granitique | 0,74 | $2,05 \cdot 10^{-7}$ |

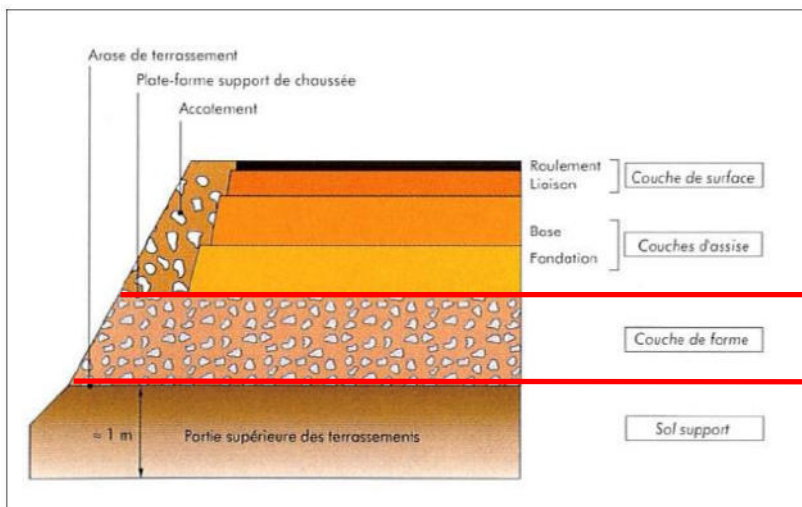
Terrassements

| | |
|---------------------------------|---|
| Faciès | Terre végétale, terrain de couverture, arène granitique |
| Moyens de terrassement | Engins classiques de terrassement |
| Pente des talus | 1/2 |
| Période de terrassements | De préférence 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 4 et 6.

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 | |
|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|
| 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 (terrain de couverture et arène granitique). 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 7.

| Hypothèse | Classe de trafic cumulé |
|---|-------------------------|
| Zone desservie de moins de 50 logements | TC ₀ |

| 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 |

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.

Terrassements :

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 (PF2) : $\rho_d \geq 95\% \rho_{OPN}$ 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

Plan d'implantation des sondages (Annexe 1)

Pelles mécaniques avec tests de perméabilité (Annexe 2)

Identification GTR des matériaux (Annexe 3)

Conditions de ré-utilisation des matériaux en remblais (Annexe 4)

Les différents cas possibles de PST (Annexe 5)

Conditions de ré-utilisation des matériaux du site en couche de forme (Annexe 6)

*Conditions de ré-utilisation des matériaux d'apport en couche de forme
(Annexe 7)*



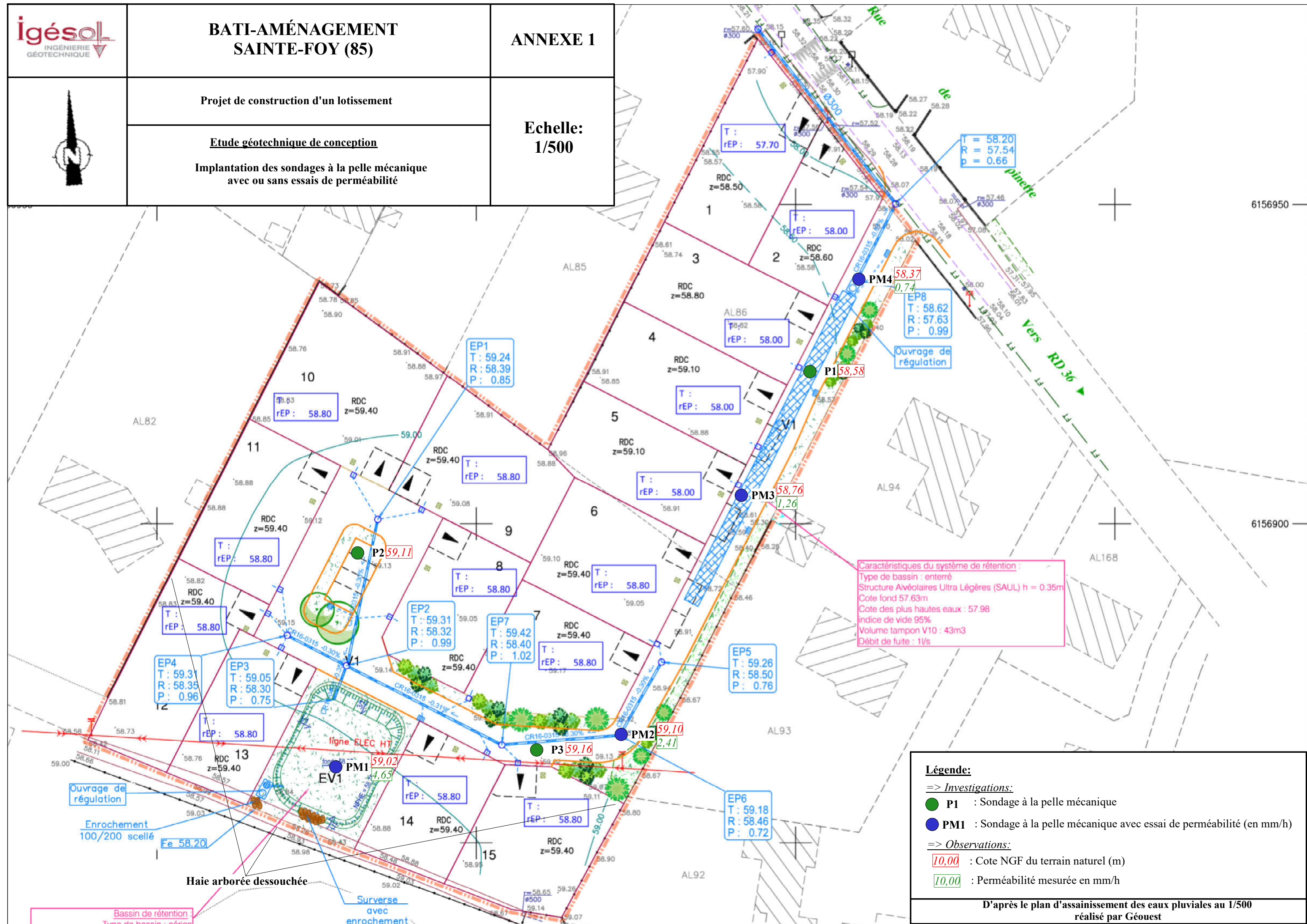


Projet de construction d'un lotissement

Etude géotechnique de conception

Implantation des sondages à la pelle mécanique
avec ou sans essais de perméabilité

**Echelle:
1/500**

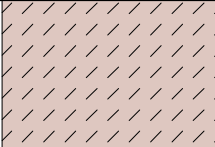
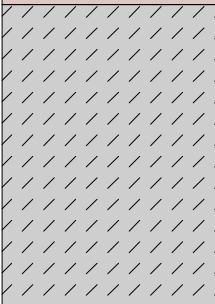
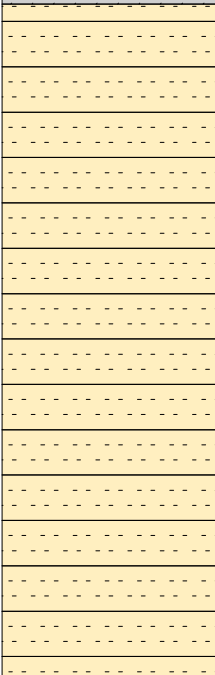


Caractéristiques du système de rétention :
 Type de bassin : enterré
 Structure Alvéolaires Ultra Légères (SAUL) h = 0.35m
 Cote fond 57.63m
 Cote des plus hautes eaux : 57.98
 indice de vide 95%
 Volume tampon V10 : 43m3
 Débit de fuite : 1/s

- Légende:**
- => Investigations:
 - P1 : Sondage à la pelle mécanique
 - PM1 : Sondage à la pelle mécanique avec essai de perméabilité (en mm/h)
 - => Observations:
 - 10.00 : Cote NGF du terrain naturel (m)
 - 10.00 : Perméabilité mesurée en mm/h

D'après le plan d'assainissement des eaux pluviales au 1/500
réalisé par Géouest

Sondage à la pelle mécanique P1 Cote NGF : 58,58 m

| Prof. (en m) | Nappe | Log | Prof. (en m) | Cote NGF (en m) | Lithologie | Echantillon |
|--------------|-------|--|--------------|-----------------|--|-------------|
| 0,25 | |  | 0,20 | 58,38 | Terre végétale : Limon sableux, marron, à graviers et à racines | |
| 0,50 | |  | 0,60 | 57,98 | Terrain de couverture : Limon sableux, sec, à quelques graviers et à racines | |
| 0,75 | |  | 1,50 | 57,08 | Arène granitique : Argile sablo-limoneuse, ocre | |
| 1,50 | | | 1,50 | 57,08 | Arrêt volontaire | |
| 1,75 | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | |

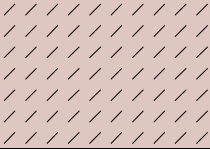
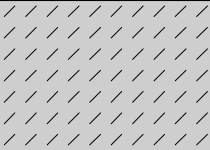
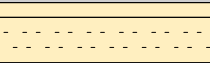
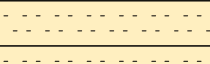
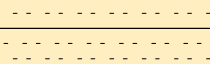
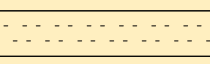
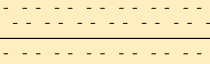
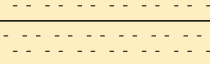
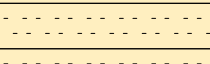
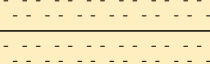
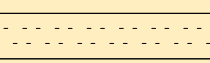
Parois du sondage : Stables

Circulation d'eau : Non observée

Niveau d'eau en fin d'investigations : Aucun

Profondeur du refus : Non atteint

Sondage à la pelle mécanique P2 Cote NGF : 59,11 m

| Prof. (en m) | Nappe | Log | Prof. (en m) | Cote NGF (en m) | Lithologie | Echantillon |
|--------------|-------|---|--------------|-----------------|--|-------------|
| 0,25 | |  | 0,20 | 58,91 | Terre végétale : Limon sableux, marron, à graviers | |
| | |  | 0,40 | 58,71 | Terrain de couverture : Limon sableux, sec, à graviers, marron clair | |
| 0,50 | |  | | | | |
| | |  | | | | |
| 0,75 | |  | | | | |
| | |  | | | | |
| 1,00 | |  | | | Arène granitique : Argile sablo-limoneuse, orangé | P2-1 |
| | |  | | | | |
| 1,25 | |  | | | | |
| | |  | | | | |
| 1,50 | |  | 1,50 | 57,61 | Arrêt volontaire | |
| 1,75 | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | |

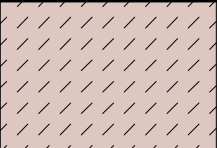
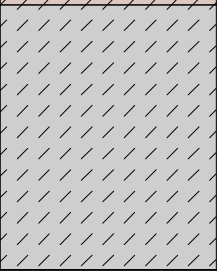
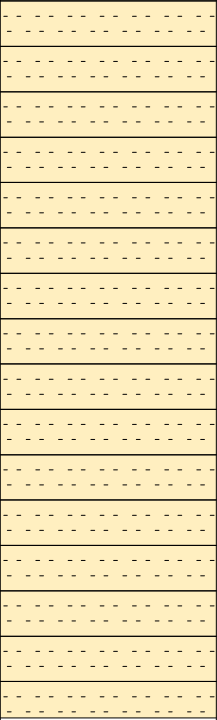
Parois du sondage : Stables

Circulation d'eau : Non observée

Niveau d'eau en fin d'investigations : Aucun

Profondeur du refus : Non atteint

Sondage à la pelle mécanique P3 Cote NGF : 59,16 m

| Prof. (en m) | Nappe | Log | Prof. (en m) | Cote NGF (en m) | Lithologie | Echantillon |
|--------------|-------|--|--------------|-----------------|--|-------------|
| | |  | | | Terre végétale : Limon sableux, marron, à graviers | |
| 0,25 | |  | 0,20 | 58,96 | | |
| | | | | | Terrain de couverture : Limon sableux, sec, à graviers, marron clair | P3-1 |
| 0,50 | |  | 0,55 | 58,61 | | |
| | | | | | Arène granitique : Argile sablo-limoneuse, orangé | |
| 0,75 | | | | | | |
| 1,00 | | | | | | |
| 1,25 | | | | | | |
| 1,50 | | | 1,50 | 57,66 | Arrêt volontaire | |
| 1,75 | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | |


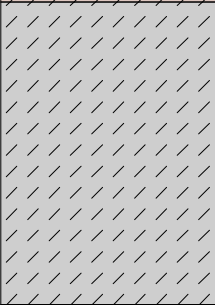
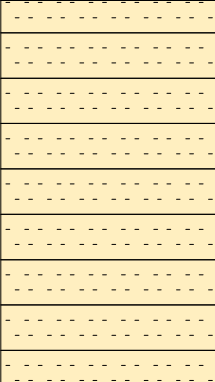
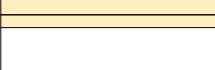
Parois du sondage : Stables

Circulation d'eau : Non observée

Niveau d'eau en fin d'investigations : Aucun

Profondeur du refus : Non atteint

Sondage à la pelle mécanique PM1 Cote NGF : 59,02 m

| Prof. (en m) | Nappe | Log | Prof. (en m) | Cote NGF (en m) | Lithologie | Perméabilité |
|--------------|-------|---|--------------|-----------------|---|------------------------------|
| 0,25 | |  | 0,25 | 58,77 | Terre végétale : Limon sableux, marron, à graviers | |
| 0,50 | |  | 0,65 | 58,37 | Terrain de couverture : Limon sableux, sec, à gravillons, marron clair | |
| 0,75 | |  | 1,19 | 57,83 | Arène granitique : Argile limono-sableuse, ocre, à limon argilo-sableux, à cailloutis | K=1,29*10-6 m/s ou 4,65 mm/h |
| 1,00 | |  | | | Arrêt volontaire - Test de perméabilité | |
| 1,25 | | | | | | |
| 1,50 | | | | | | |
| 1,75 | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | |

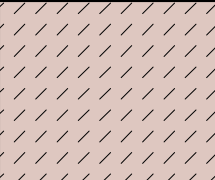
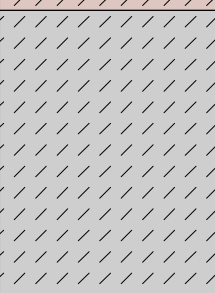
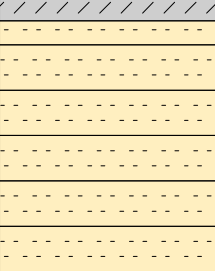
Parois du sondage : Stables

Circulation d'eau : Non observée

Niveau d'eau en fin d'investigations : Aucun

Profondeur du refus : Non atteint

Sondage à la pelle mécanique PM2 Cote NGF : 59,10 m

| Prof. (en m) | Nappe | Log | Prof. (en m) | Cote NGF (en m) | Lithologie | Perméabilité |
|--------------|-------|--|--------------|-----------------|---|---|
| 0,25 | |  | 0,25 | 58,85 | Terre végétale : Limon sableux, marron, à graviers | |
| 0,50 | |  | 0,65 | 58,45 | Terrain de couverture : Limon sableux, sec, à gravillons, marron clair | |
| 0,75 | |  | 1,00 | 58,10 | Arène granitique : Argile limono-sableuse, ocre, à limon argilo-sableux, à cailloutis | K=6,70*10 ⁻⁷ m/s ou 2,41 mm/h |
| 1,00 | | | 1,00 | 58,10 | Arrêt volontaire - Test de perméabilité | |
| 1,25 | | | | | | |
| 1,50 | | | | | | |
| 1,75 | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | |

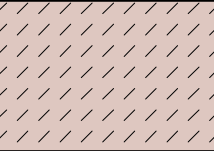
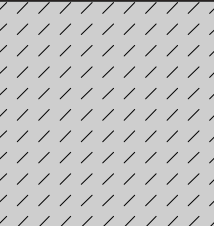
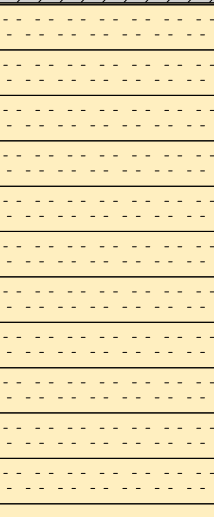
Parois du sondage : Stables

Circulation d'eau : Non observée

Niveau d'eau en fin d'investigations : Aucun


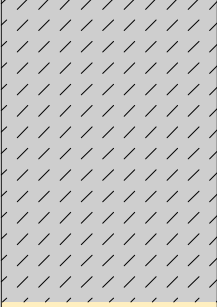
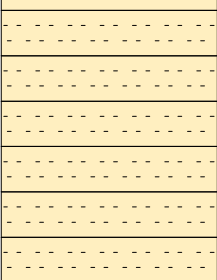
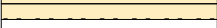
Profondeur du refus : Non atteint

Sondage à la pelle mécanique PM3 Cote NGF : 58,76 m

| Prof. (en m) | Nappe | Log | Prof. (en m) | Cote NGF (en m) | Lithologie | Perméabilité |
|--------------|-------|--|--------------|-----------------|---|--|
| 0,25 | |  | 0,20 | 58,56 | Terre végétale : Limon sableux, marron, à graviers | K=3,49*10⁻⁷ m/s ou 1,26 mm/h |
| | |  | 0,50 | 58,26 | Terrain de couverture : Limon sableux, sec, à gravillons, marron clair | |
| 0,75 | |  | | | Arène granitique : Argile limono-sableuse, ocre, à limon argilo-sableux, à cailloutis | |
| 1,25 | | | 1,20 | 57,56 | <i>Arrêt volontaire - Test de perméabilité</i> | |
| 1,50 | | | | | | |
| 1,75 | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | |

Parois du sondage : Stables
Circulation d'eau : Non observée
Niveau d'eau en fin d'investigations : Aucun
Profondeur du refus : Non atteint

Sondage à la pelle mécanique PM4 Cote NGF : 58,37 m

| Prof. (en m) | Nappe | Log | Prof. (en m) | Cote NGF (en m) | Lithologie | Perméabilité |
|--------------|-------|---|--------------|-----------------|---|--|
| 0,25 | |  | 0,20 | 58,17 | Terre végétale : Limon sableux, marron, à graviers | |
| 0,50 | |  | 0,60 | 57,77 | Terrain de couverture : Limon sableux, sec, à gravillons, marron clair | |
| 0,75 | |  | | | Arène granitique : Argile limono-sableuse, ocre, à limon argilo-sableux, à cailloutis | |
| 1,00 | |  | 1,00 | 57,37 | Arrêt volontaire - Test de perméabilité | $K=2,05 \cdot 10^{-7}$ m/s ou 0,74 mm/h |
| 1,25 | | | | | | |
| 1,50 | | | | | | |
| 1,75 | | | | | | |
| 2,00 | | | | | | |

Parois du sondage : Stables

Circulation d'eau : Non observée

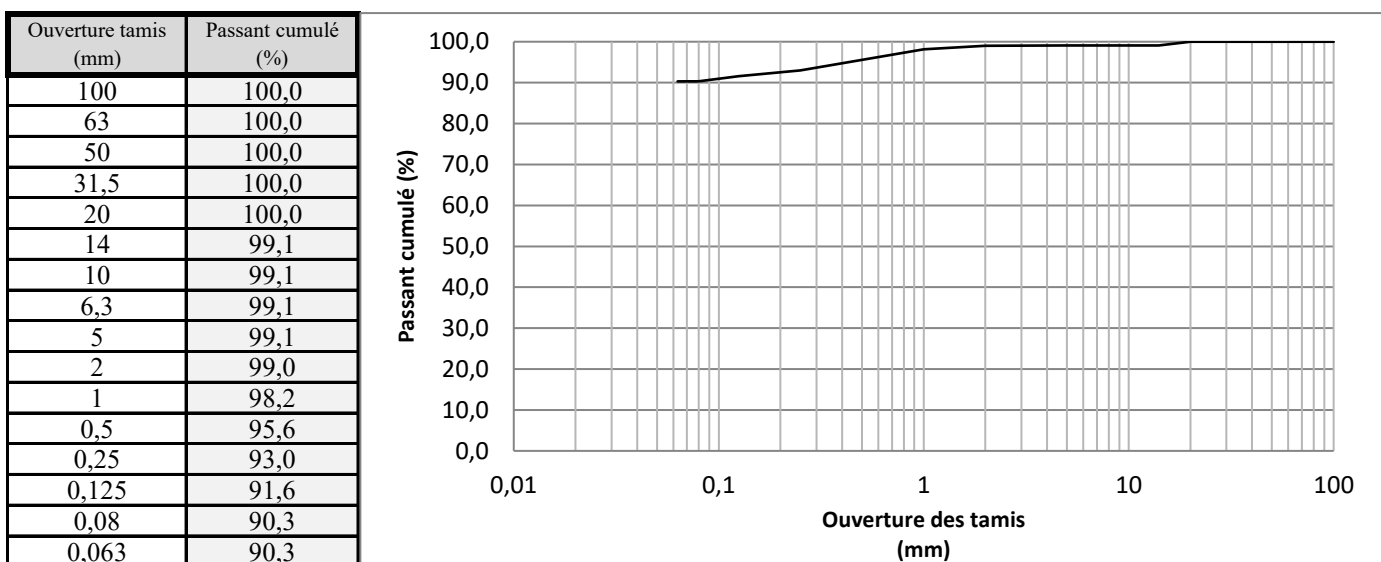
Niveau d'eau en fin d'investigations : Aucun

Profondeur du refus : Non atteint

| | | | |
|---------------------|--|---------------------|------------|
| Projet | BATI AMENAGEMENT - L'EPINETTE _ SAINT FOY (85) | Référence | 8800 |
| N° d'échantillon | P2-1 | Profondeur (m) | 0,40-1,50 |
| Mode de prélèvement | Pelle mécanique | Date de prélèvement | 21/09/2022 |

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

| | | | |
|-----------|----|---------------------|--------|
| Dmax (mm) | 18 | Température étuvage | 105 °C |
|-----------|----|---------------------|--------|



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

| | | | | | |
|--------------------|--------|--------------------|--------|--------|------|
| m _h (g) | 1972,5 | m _s (g) | 1828,8 | Wn (%) | 14,6 |
|--------------------|--------|--------------------|--------|--------|------|

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

| | |
|-----|------|
| VBS | 2,18 |
|-----|------|

Classification GTR (NF P 11-300)

| |
|----------------|
| A ₁ |
|----------------|

Date de réalisation : 03/10/2022

Essais réalisés par : SB

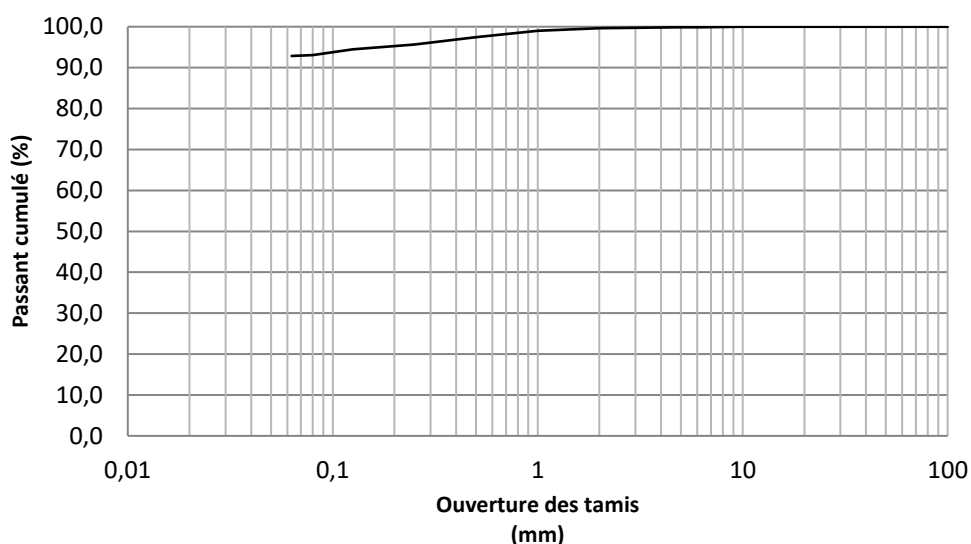
| | |
|----------------|---|
| Observations : | Résultats vérifiés par le directeur Samy BOUSSEFFA  |
|----------------|---|

| | | | |
|---------------------|--|---------------------|------------|
| Projet | BATI AMENAGEMENT - L'EPINETTE _ SAINT FOY (85) | Référence | 8800 |
| N° d'échantillon | P3-1 | Profondeur (m) | 0,25-0,55 |
| Mode de prélèvement | Pelle mécanique | Date de prélèvement | 21/09/2022 |

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

| | | | |
|-----------|---|---------------------|--------|
| Dmax (mm) | 8 | Température étuvage | 105 °C |
|-----------|---|---------------------|--------|

| Ouverture tamis (mm) | Passant cumulé (%) |
|----------------------|--------------------|
| 100 | 100,0 |
| 63 | 100,0 |
| 50 | 100,0 |
| 31,5 | 100,0 |
| 20 | 100,0 |
| 14 | 100,0 |
| 10 | 100,0 |
| 6,3 | 99,9 |
| 5 | 99,9 |
| 2 | 99,6 |
| 1 | 99,0 |
| 0,5 | 97,5 |
| 0,25 | 95,6 |
| 0,125 | 94,5 |
| 0,08 | 93,1 |
| 0,063 | 92,9 |



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

| | | | | | |
|-----------|--------|-----------|--------|--------|-----|
| m_h (g) | 1955,8 | m_s (g) | 1862,5 | Wn (%) | 9,3 |
|-----------|--------|-----------|--------|--------|-----|

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

| | |
|-----|------|
| VBS | 1,29 |
|-----|------|

Classification GTR (NF P 11-300)

| |
|----------------|
| A ₁ |
|----------------|

Date de réalisation : 03/10/2022

Essais réalisés par : SB

Observations :

Résultats vérifiés par le directeur
Samy BOUSSEFFA



LEGENDES

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

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

| Cas de P.S.T. | Schéma | Description | Classe de l'arase | Commentaires |
|---------------|--------|---|-------------------|--|
| P.S.T. n°0 | | Sols A, B ₁ , B ₂ , B ₃ , B ₄ , B ₅ , C ₁ se trouvant dans un état hydrique (th). Contexte Zones tourbeuses, marécageuses ou inondables. PST dont la portance risque d'être quasi nulle au moment de la réalisation de la chaussée ou au cours de la vie de l'ouvrage. | AR0 | La solution de franchissement de ces zones doit être recherchée par une opération de terrassement (purge, substitution) et/ou de drainage (fossés profonds, rabattement de la nappe...) de manière à pouvoir reclasser le nouveau support obtenu au moins en classe AR1. |
| P.S.T. n°1 | | Sols Matériaux des classes A, B ₁ , B ₂ , B ₃ , B ₄ , B ₅ , C ₁ , R ₁₀ , R ₁₅ et certains matériaux C ₂ , R ₈ et R ₁₂ dans un état hydrique (h). Contexte PST en matériaux sensibles de mauvaise portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A) et sans possibilité d'amélioration à long terme (B). | AR1 | Dans ce cas de PST, il convient : - soit de procéder à une amélioration du matériau jusqu'à 0,5 m d'épaisseur par un traitement principalement à la chaux vive et selon une technique remblai. On est ramené au cas de PST 2, 3 ou 4 selon le contexte - soit d'exécuter une couche de forme en matériau 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 | | Sols Matériaux des classes A, B ₁ , B ₂ , B ₃ , B ₄ , B ₅ , C ₁ , R ₁₀ , R ₁₅ et certains matériaux C ₂ , R ₈ et R ₁₂ dans un état hydrique (m). Contexte PST en matériaux sensibles à l'eau de bonne portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A). Cette portance peut cependant chuter à long terme sous l'action des infiltrations des eaux pluviales et d'une remontée de la nappe (B). | AR1 | Bien que les exigences requises à court terme pour la plate-forme support puissent être éventuellement obtenues au niveau de l'arase, il est cependant quasiment toujours nécessaire de prévoir la réalisation d'une couche de forme. Si l'on peut réaliser un rabattement de la nappe à une profondeur suffisante, on est ramené au cas de PST 3. |
| P.S.T. n°3 | | Sols Mêmes matériaux que dans le cas de PST 2. Contexte PST en matériaux sensibles à l'eau, de bonne portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A) mais pouvant chuter à long terme sous l'action de l'infiltration des eaux pluviales (B). | AR1 | 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 | | Sols Mêmes matériaux qu'en PST 1 sous réserve que la granularité permette leur traitement. Contexte PST en matériaux sensibles à l'eau (en remblai ou rapportés en fond de déblai hors nappe) améliorés à la chaux ou aux liants hydrauliques selon une technique "remblai" et sur une épaisseur de 0,30 à 0,50 m. L'action du traitement est cependant durable. | AR2 | La portance de l'arase peut être localement élevée mais la dispersion n'autorise pas un classement supérieur. La décision de réalisation d'une couche de forme sur cette PST dépend du projet et des valeurs de portance de l'arase mesurées à court terme (après prise du liant). |
| P.S.T. n°5 | | Sols B ₁ et D ₁ et certains matériaux rocheux de la classe R ₁₀ . Contexte PST en matériaux sableux fins insensibles à l'eau, hors nappe, posant des problèmes de traficabilité. | AR2 | 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 | | Sols Matériaux des classes D ₂ , R ₁₁ , R ₁₁ , R ₁₁ , R ₁₂ , R ₁₂ , R ₁₂ , R ₁₂ , R ₁₂ , ainsi que certains matériaux C ₂ , R ₂₂ , R ₂₂ et R ₂₂ . Contexte PST en matériaux graveleux ou rocheux insensibles à l'eau mais posant des problèmes de réglage et/ou de traficabilité. | AR3 AR4 | Classement en AR3 si EV2 ≥ 120 MPa et en AR4 si EV2 ≥ 200 MPa. Les valeurs de portance à long terme peuvent être assimilées aux valeurs mesurées à court terme. La nécessité d'une couche de forme ne s'impose que pour les exigences à court terme (nivellement et traficabilité) et peut donc se réduire à une couche de fin réglage. |

(A) Comportement de la PST à la mise en œuvre de la couche de forme

(B) Situation pendant la "phase de construction" de la chaussée.

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

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 | |
| D ₂₁ | 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 | | | | | | | |
| D ₂₂ | 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 | | e = 0,35 PF2 | e = 0,35 PF2 | e = 0,35 PF3 | e = 0,35 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.