



Etude Géotechnique Mission G2AVP

Projet de création d'un lotissement

Maître d'Ouvrage :
SNC CHANTECLAIR

Numéro de dossier : 7863
5 Rue Chanteclair, 44450 DIVATTE SUR LOIRE

Rédacteur : Cédric BARBOTIN
Relecteur : Samy BOUSSEFFA

Indice 1 22/04/2022

TABLE DES MATIÈRES

ETUDE DU PROJET _____	3
Présentation de l'étude _____	3
Description du projet _____	4
Contexte Général _____	6
Risques Naturels _____	7
Synthèse des résultats _____	8
Terrassement _____	11
Conditions de réutilisation des matériaux du site en remblai et en couche de forme ____	11
Voiries _____	12
Informations complémentaires _____	14
Normes et Principes techniques _____	17
Conditions Générales des prestations géotechniques d'IGESOL _____	18
Enchaînement et Classification des missions types d'ingénierie géotechnique (Normes NF-P 94500 Novembre 2013) _____	19
ANNEXES DU PROJET _____	23
Localisation géographique et contexte géologique	
Plan d'implantation des sondages	
Coupe des sondages à la pelle mécanique	
Identification GTR des matériaux	
Conditions de ré-utilisation des matériaux en remblais	
Les différents cas possibles de PST	
Conditions de ré-utilisation des matériaux du site en couche de forme	
Conditions de ré-utilisation des matériaux d'apport en couche de forme	

ETUDE DU PROJET

Présentation de l'étude

Vous nous avez sollicité dans le cadre d'une étude géotechnique de type G₂AVP pour un projet de création d'un lotissement, sur la commune de Divatte sur Loire (44).

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

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



Photographie du site

Description du projet

Maître d'Ouvrage	SNC CHANTECLAIR
Projet	Création d'un lotissement de 6 lots avec voirie centrale
Type et intensité du trafic	Voirie principale de desserte des lots du lotissement (<50 logements) destinée à la circulation de véhicules légers (classe de trafic TC ₀)
Implantation du projet	Au droit d'un jardin majoritairement enherbé et ponctuellement arboré, avec une allée centrale en béton. L'accès au terrain se fait entre 2 parcelles bâties par l'intermédiaire d'une voirie en enrobé que le Maître d'Ouvrage souhaite conserver. Un bâtiment à démolir se trouve également au droit du lot n°1, dans l'angle nord-est du terrain.

Les plans mis à notre disposition pour la réalisation de notre mission sont les suivants :

Références / phase	Nom	Echelle	Auteur	Date
PC	Plan de localisation	1/1000	/	15/12/2020
	Plan de masse	1/200		
	Plan de rez-de-chaussée	1/100		
	Façades et coupes	1/100		

CAMPAGNE D'INVESTIGATIONS	
Mission Géotechnique	G2AVP
Investigations in situ réalisées le 21/03/2022	2 sondages à la pelle mécanique (P1 et P2)
	2 sondages au pénétromètre dynamique léger à énergie variable (PD1 et PD2) Le positionnement de ces sondages n'a pas permis de se positionner sur la structure de chaussée existante et la qualité du compactage des matériaux d'apport. Ils devront être positionnés au niveau de la voirie existante.
Essais en laboratoire	<ul style="list-style-type: none"> - 2 identifications GTR des matériaux comprenant : <ul style="list-style-type: none"> ➤ 2 mesures de la teneur en eau naturelle ➤ 2 déterminations de la Valeur au Bleu du Sol ➤ 2 analyses granulométriques 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 au droit de la surface projetée pour l'implantation du projet.
- Déterminer la faisabilité géotechnique du projet.
- Spécifier les caractéristiques intrinsèques des différents faciès caractérisés sur le site (classification GTR).
- Aborder les modalités de terrassements.
- Déterminer la possibilité de réemploi de la voirie existante (impossible en l'état actuel des investigations).
- Donner les possibilités de réemploi des matériaux extraits des déblais en remblai et en coucher de forme.
- Préciser les caractéristiques de la couche de forme ainsi que les structures de chaussée envisageables pour les voiries et les parkings.

Contexte Général

Adresse du projet	5 Rue Chanteclair, 44450 DIVATTE SUR LOIRE
Aménagement du terrain / Mitoyens	Au droit d'un jardin présentant une allée piétonne centrale en béton. Une voirie existante et un abri se situent au droit du lot n°1. La voirie existante se prolonge au niveau de l'accès entre les 2 terrains bâtis.
Présence et type de végétation	Présence de haies arbustives en limites est, nord et nord-ouest de propriété. Quelques arbres ponctuent la parcelle.
Particularité	Altitude : 50 à 54 m NGF environ Pente : Env. 4,5 % vers le nord
Contexte géologique	D'après la carte géologique au 1/50000 du BRGM : <i>VALETTE</i> - Micaschistes albitiques à chlorite, muscovite, biotite résiduelle



Photographie du site

Risques Naturels

Exposition au retrait/gonflement des argiles	Faible absence d'un PPRN Retrait gonflement des sols argileux)
Mouvement de terrain	Non (absence d'un PPRN mouvement de terrain)
Cavité souterraines	Non (absence d'un PPRN cavités souterraines)
Potentiel radon	Fort (catégorie 3)
Existence d'arrêté catastrophe naturelle	Oui (6 dont aucun lié au retrait gonflement des sols argileux)

Risque inondation	
Au sein d'un territoire à risque important d'inondation	Non
Zone sujette aux débordements de nappe	Non (fiabilité moyenne)
Zone sujette aux inondations de cave	Non (fiabilité moyenne)
Existence d'un PPRN inondations / PAPI	Oui / 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 remaniée et remblai	P1 et P2	Limon argilo-graveleux brun à gros blocs de béton (P1), débris de brique et racines (P2)	/		0,40 à 0,50
Altérite de schiste		Limon argileux ocre à gris à ocre-rouille, très micacé et soyeux, à quelques graviers de quartz	0,40 à 0,50	49,98 à 51,43	0,50 >0,80
Schiste très altéré	P1	Blocs de schiste gris légèrement pulvérulents	0,90	50,93	/



Laboratoire

Echantillon	Faciès testé	VBS	Classification GTR	Teneur en eau naturelle (%)
P1-1	Altérite de schiste	1,42	A ₁	22,1
P2-1		1,46		22,2



Hydrogéologie

	Profondeur (m/TN)	Cote NGF (m)
Niveau d'eau	Eau en fond de sondage	
Parois des sondages	Instabilités au sein de la terre végétale remaniée et des remblais	
Circulations d'eau	Humidité au sein de l'altérite de schiste et du schiste très altéré Venue d'eau vers -1,20 m/TN (cote NGF : 49,28 m) en P2	

Conclusions :

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

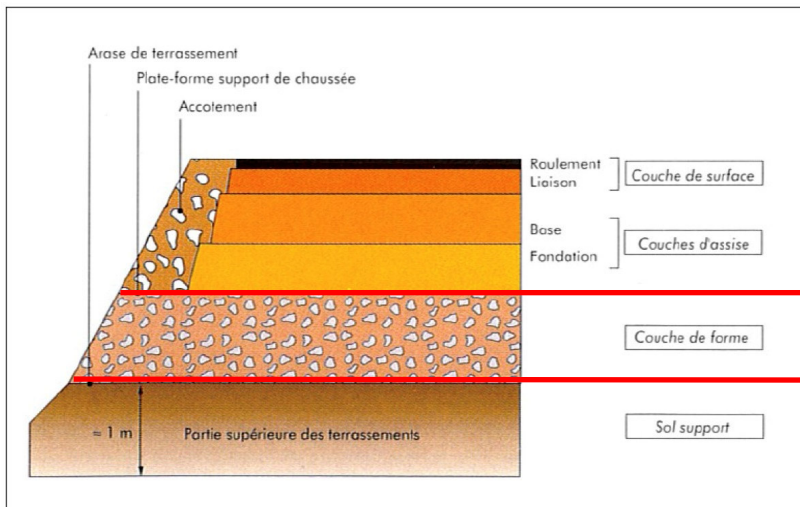
Terrassement

Faciès	Terre végétale remaniée, remblais et altérite de schiste	Schiste très altéré
Moyens de terrassement	Engins classiques de terrassement	Pelle mécanique puissante munie d'un godet rocher ou d'une dent de ripper puis BRH rapidement nécessaire pour des terrassements importants dans ce faciès
Pente des talus	1/2	1/1
Période de terrassements	De préférence en période sèche	
Particularités	<p>En fonction des profondeurs des tranchées de pose des réseaux existants, des blindages provisoires de tranchée seront nécessaires.</p> <p>Les conditions de remblaiement de la tranchée devront permettre d'atteindre les objectifs de compactage souhaités pour l'enrobage du réseau et le remblaiement de la tranchée avant mise en œuvre de la couche de forme et de la structure de la chaussée.</p>	

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.

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	Altérite de schiste voire schiste très altéré	
PST / AR	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 (altérite de schiste et/ou schiste très altéré). 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.

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

Structure de chaussée proposée, au choix :	
GNT B2	<p>5 cm de couche de roulement (BB)</p> <p>27 cm de GNT B2 en couche de base</p> <p>30 cm de GNT B2 en couche de fondation</p>

Nos équipes à vos côtés dans vos projets ...



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. Il en sera de même pour les arrêtés de catastrophe naturelle.

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.

Mode de fondations :

Les profondeurs d'encastrement des fondations sont données par rapport au terrain naturel au moment de notre intervention et ne tiennent pas compte d'éventuels décaissements. Ces profondeurs et ces cotes pourront varier en fonction des anomalies non décelées lors de la réalisation des investigations. Par exemple, l'existence de surépaisseurs de remblais ou de niveaux remaniés par les travaux de préparation du terrain pourra conduire à des sur-approfondissements.

En cas de réalisation d'un radier, celui-ci sera mis en place sur une couche de forme d'épaisseur minimale de 0,20 m, constituée d'un tout venant de granulométrie 0/31,5 (Classe B₃₁) ou 0/60 mm (Classe D₂₁) continue et étalée à moins de 5 % de fines (à affiner par la réalisation d'une planche afin de s'adapter à l'état hydrique du fond de forme). Le matériau doit être insensible à l'eau et non gélif. Sa mise en place se fera selon les prescriptions du guide SETRA-LCPC « Réalisation des Remblais et des Couches de Forme » et sera contrôlé à différents niveaux lors de son édification. Sur la couche de forme, il sera mis en œuvre une couche de fin réglage de 0,05 m en sable ou grave concassée de D_{max} < 20 mm. En cas de fond de forme sub-rocheux, cette couche de réglage pourra éventuellement suffire (à vérifier lors du suivi géotechnique d'exécution).

Si le projet est mitoyen avec un ouvrage existant, la conception et le plan de fondations du projet devront tenir compte du mode et du type de fondation des ouvrages existants.

Selon la classification des missions type d'ingénierie géotechnique (NF-P 94 500), dans le cadre de la mission G4 (hors mission G₂AVP), un géotechnicien devra effectuer le contrôle de la nature et de la tenue du sol d'assise des fondations, avant que le béton soit coulé.

Concernant les tassements estimés, les concepteurs s'assureront que les tassements différentiels sont acceptables par les différentes structures et prévoient le cas échéant une rigidification. Dans tous les cas, les descentes de charge du bâtiment devront être homogènes pour ne pas créer de tassements différentiels supplémentaires.

Les valeurs prises pour les coefficients de forme λ_c et λ_d seront à revoir par le BE Structures. Les tassements estimés pourront alors être précisés en mission G₂PRO en fonction des dimensions des fondations à réaliser.

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).

Niveau bas (cas d'un dallage sur terre-plein) :

Les tassements sous dallage peuvent être évalués par la relation pressiométrique suivante : $S = \alpha \cdot p \cdot h / EM$.

La hauteur de couche de forme minimale à respecter ne tient pas compte de l'épaisseur éventuelle de remblai de rattrapage altimétrique

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 régalinge 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 $EV2 \geq 50MPa$ 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.

Prescriptions complémentaires :

Nous prescrivons la mise en place de chenaux de récupération des eaux de toiture. En phase « chantier », il conviendra d'éloigner les eaux récupérées du pied des murs (coude ou descente plus longue posée loin du pied de mur) dès la fin de la couverture du bâtiment. En phase définitive, la collecte des eaux de toiture se fera par le biais de regards étanches et de canalisations en PVC collées. Il est conseillé que le réseau soit le plus visitable et curable possible, avec des regards aux principaux changements de direction.

Les eaux ainsi récupérées devront être évacuées par le réseau pluvial public après vérification des conditions de rejet ou par un système privé de traitement (après étude spécifique).

Pour le passage de canalisations à travers le bâti, l'utilisation de manchons de scellement en fonte ductile avec des joints souples est une solution appropriée. Les entrées et sorties des canalisations du bâtiment s'effectueront autant que possible perpendiculairement par rapport aux murs. On évitera autant que possible de placer les canalisations le long du bâtiment.

Une étude sera réalisée par un BET « Structures en Bâtiment » pour le dimensionnement des fondations du bâtiment.

Normes et Principes techniques

- **NF-P 94 110-1** de janvier 2000 - sols : Reconnaissance et essais : Essai pressiométrique Ménard
- **NF EN 1990/NA** « Bases de calcul des structures » + Annexe Nationale (Mars 2003+Juin 2004)
- **NF EN 1992-I-1/NA** « Calcul des structures en béton - Règles générales et règles pour les bâtiments » + Annexe Nationales (Octobre 2005 + Mars 2007)
- **NF EN 1993-I-1/NA** « Calcul des structures en acier - Règles générales et règles pour les bâtiments » + Annexe Nationale (Octobre 2005+ Mai 2007)
- **NF EN 1997-1** « Calcul géotechnique - Règles générales » Juin 2005
- **NF EN 1998-1/NA** « Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Règles générales, actions sismiques et règles pour les bâtiments » + Annexe Nationale (Septembre 2005 2eme tirage 2010).
- **NF EN 1998-5** « Calcul des structures pour leur résistance aux séismes - Fondations, ouvrages de soutènements et aspects géotechniques » + Annexe Nationale (Septembre 2005 (3eme tirage Octobre 2013).
- **NF P 11-213-I/AI -DTU 13.3** « Dallage : Conception, calcul et exécution - Partie I : Cahier des clauses techniques des dallages à usage industriel ou assimilés » + Amendement AI (Mars 2005 + Mai 2007).
- **NF P 11-221-1 DTU 14.1** - « Travaux de cuvelage - Partie 1 : Cahier des clauses techniques ». (Mai 2000).
- **NF P 94-117-1** « Portance des plates-formes - Partie 1 : Module sous chargement statique à la plaque (EV2) -(Avril 2000).
- **NF P 94 261 COMPILI** « Norme d'application nationale de l'Eurocode 7 - Fondations superficielles » Septembre 2018).
- **NF P 94-500** « Missions d'ingénierie géotechnique - Classification et spécifications. » (Novembre 2013).
- **NF EN 196-1** « Méthodes d'essais des ciments - Partie 1- Détermination des résistances mécaniques » (Avril 2006)
- **NF EN 206/CN** « Béton - Spécification, performance, production et conformité - Complément national à la norme NF EN 206 (Décembre 2014).
- **FD P 18-011** « Béton-Définition et classifications des environnements chimiquement agressifs - recommandations pour la formulation des bétons. » (Mars 2016).
- **NF EN ISO 18674-1** « Reconnaissance et essais géotechniques - Surveillance géotechnique par instrumentation in situ - Parti I : Règles générales ». (Décembre 2015).
- **NF P 94-115** (décembre 1990) - sols : Reconnaissance et essais : Sondage au pénétromètre dynamique type B
- **NF P 94-105** (avril 2012) - Contrôle de la qualité du compactage - Méthode au pénétromètre dynamique à énergie variable
- **NF P 94-116** (octobre 1991) - Essai de pénétration au carottier
- **NF EN ISO 22282-2** (janvier 2014) - Reconnaissance et essais géotechniques - Essais géohydrauliques - Partie 2 : essai de perméabilité à l'eau dans un forage ouvert
- **NF P 94-262** - Justification des ouvrages géotechniques - Normes d'application nationale de l'Eurocode 7 - Fondations profondes
- **Décret N°2010-1254**, Relatif à la prévention du risque sismique (22 Octobre 2010)
- **Décret N°2010-1255**, Relatif à la délimitation des zones de sismicités du territoire français (22 Octobre 2020)
- **Arrêté modifiant l'Arrêté du 22 Octobre 2010** relatif à la classification et aux règles de construction parasismique applicables aux bâtiments de la classe dite « à risque normal ». (19 Juillet 2011)
- « **Guide technique pour la réalisation des remblais et des couchers de forme (GTR)** », fascicules I et II, édité par le LCPC-SETRA. (Juillet 2000 - 2^{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 dommages causés à la végétation, à des cultures ou à des ouvrages (réseaux enterrés, ...) dont la présence et l'emplacement précis ne nous aurait pas été communiqué préalablement au commencement des investigations.

Recommandations

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

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

Il est reconnu que l'étude géotechnique repose sur une reconnaissance du sol dont la maille ne permet pas de lever la totalité des aléas toujours possibles en milieu naturel. Ainsi, des éléments nouveaux (glissement, érosion, remblais, ...) mis en évidence lors de reconnaissances complémentaires ou lors de l'exécution des fouilles ou des fondations et n'ayant pu être détectés au cours des opérations de reconnaissance peuvent rendre caduques les conclusions du présent rapport en tout ou en partie. Ces éléments nouveaux ainsi que

tout incident important survenant au cours des travaux doivent être immédiatement signalés à notre société pour lui permettre de reconsidérer et d'adapter éventuellement les prescriptions initialement préconisées et ceci dans le cadre de missions complémentaires.

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

Enchaînement et Classification des missions types d'ingénierie géotechnique (Normes NF-P 94500 Novembre 2013)

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

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

ETAPE 1 : ETUDES GEOTECHNIQUES PREALABLES (G1)

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

Etude de site (G1 ES)

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

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

Principes Généraux de Construction (G1 PGC)

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

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

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

ETAPE 2 : ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)

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

Phase Avant-projet (G2 AVP)

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

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

Phase Projet (G2 PRO)

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

Phase DCE / ACT (G2 DCE / ACT)

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

ETAPE 3 : ETUDES GEOTECHNIQUES DE REALISATION

(G3 et G4, distinctes et simultanées)

ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXÉCUTION (G3)

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

Phase Etude

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

Phase Suivi

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

SUPERVISION GEOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)

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

Phase Supervision de l'étude d'exécution

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

Phase Supervision du suivi d'exécution

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

DIAGNOSTIC GEOTECHNIQUE (G5)

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

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

Nos équipes à vos côtés dans vos projets ...



ANNEXES DU PROJET

Localisation géographique et contexte géologique

Plan d'implantation des sondages

Coupe des sondages à la pelle mécanique

Identification GTR des matériaux

Conditions de ré-utilisation des matériaux en remblais

Les différents cas possibles de PST

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

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



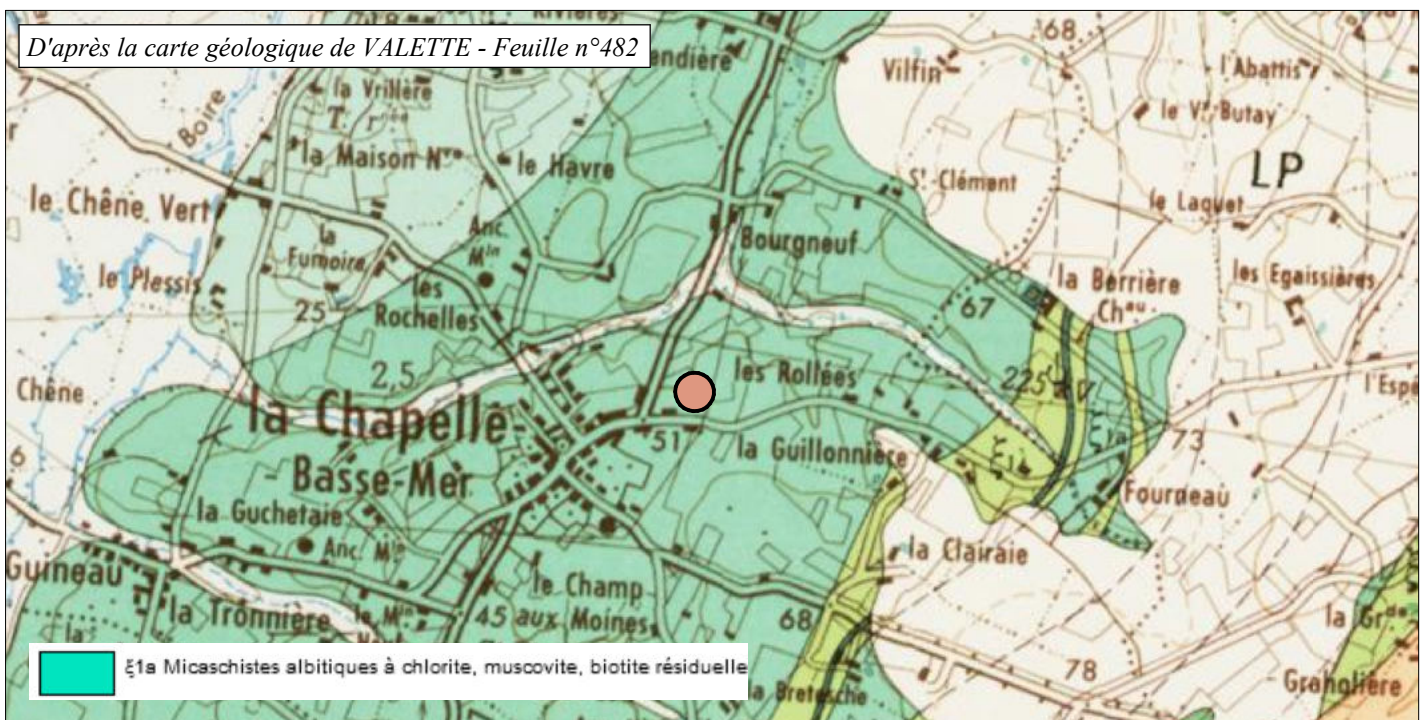


Projet de création d'un lotissement

Etude géotechnique de conception

Localisation de la zone d'étude

**Echelle :
1 / 25 000**



LEGENDE :

● Localisation de la zone étudiée

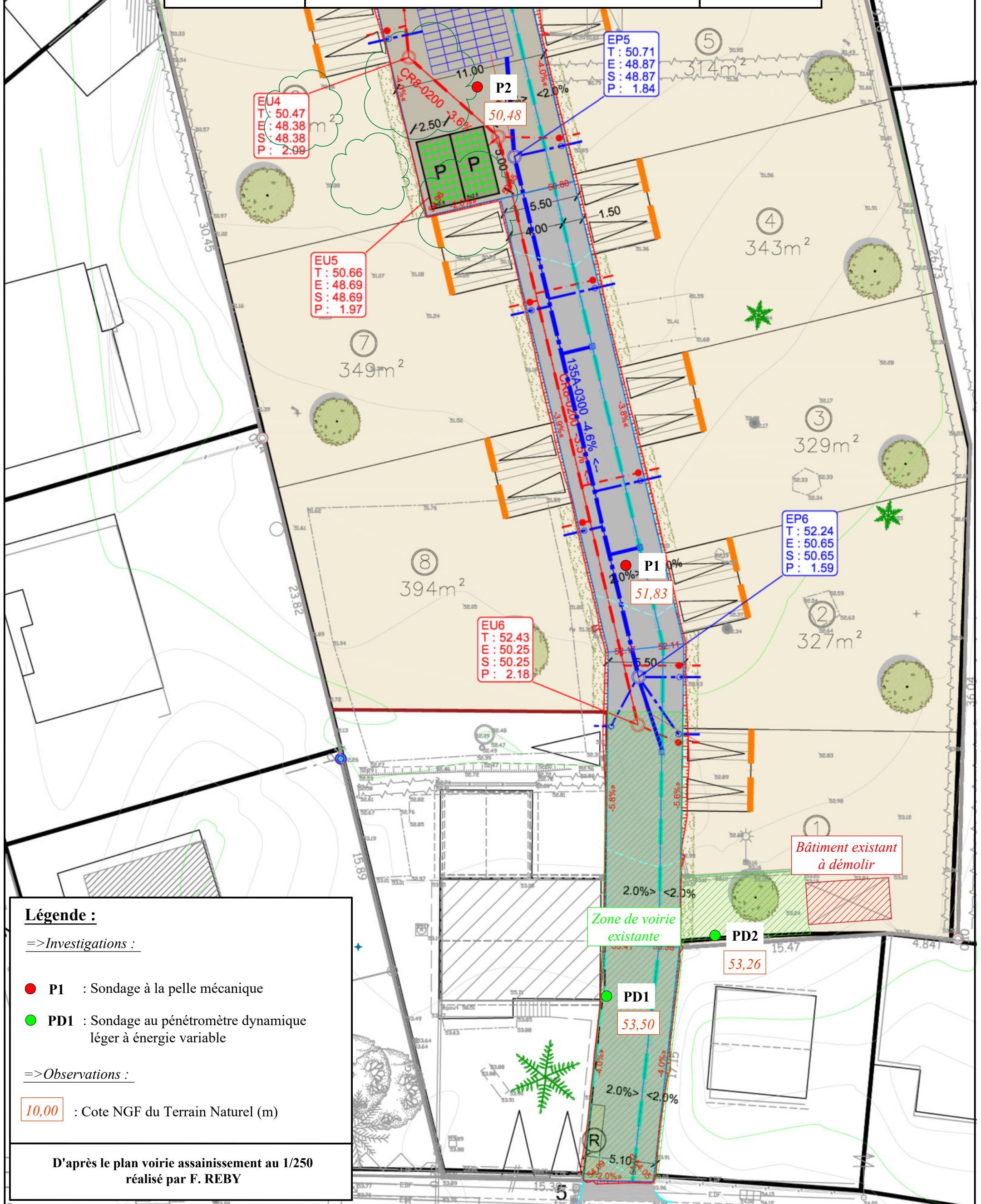


Projet de création d'un lotissement

Etude géotechnique de conception

Implantation des sondages à la pelle mécanique et des sondages au pénétromètre dynamique léger à énergie variable

Echelle :
1/250



EU4
T : 50.47
E : 48.38
S : 48.38
P : 2.09

EU5
T : 50.66
E : 48.69
S : 48.69
P : 1.97

EU6
T : 52.43
E : 50.25
S : 50.25
P : 2.18

EP5
T : 50.71
E : 48.87
S : 48.87
P : 1.84

EP6
T : 52.24
E : 50.65
S : 50.65
P : 1.59

P2
50,48

P1
51,83

PD2
53,26

PD1
53,50

Légende :

=> Investigations :

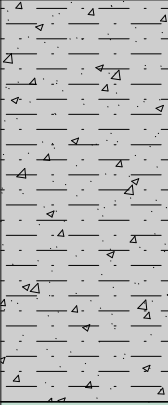
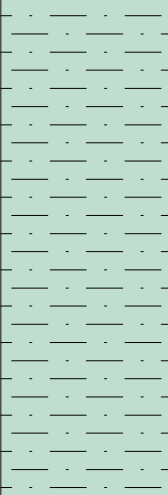
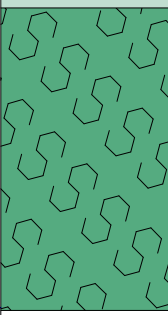

- **P1** : Sondage à la pelle mécanique
- **PD1** : Sondage au pénétromètre dynamique léger à énergie variable

=> Observations :

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

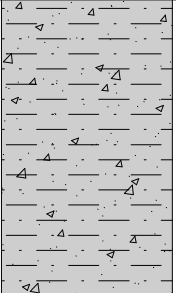
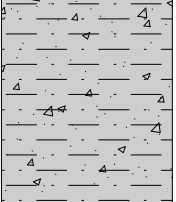
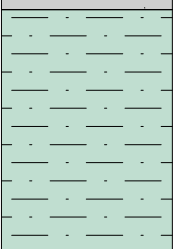
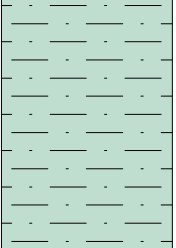

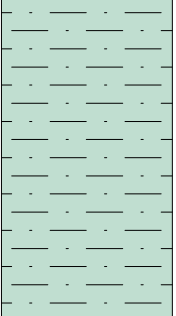
D'après le plan voirie assainissement au 1/250
réalisé par F. REBY

Sondage à la pelle mécanique : P1 - Cote NGF : 51,83 m

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (en m)	Lithologie	Ech.
0,25					Terre végétale remaniée et remblai : limon argilo-graveleux brun à gros blocs de béton	
0,40			0,40	51,43		
0,50					Présence d'un drain à -0,50 m/TN (cote NGF : 51,33 m)	
0,75					Altérite de schiste : limon argileux ocre à gris, très micacé et soyeux, à quelques graviers de quartz et humide	P1-1
0,90			0,90	50,93		
1,00					Schiste très altéré : blocs de schiste gris légèrement pulvérulents, humides	
1,20			1,20	50,63	Refus	
1,50						

Parois du sondage : instables au sein de la terre végétale remaniée et des remblais
Circulation d'eau : humidité au sein de l'altérite de schiste et du schiste très altéré
Niveau d'eau en fin d'investigations : eau en fond de sondage
Profondeur du refus : -1,20 m/TN (cote NGF : 50,63 m)

Sondage à la pelle mécanique : P2 - Cote NGF : 50,48 m

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (en m)	Lithologie	Ech.
0,25					Terre végétale remaniée et remblai : limon argilo-graveleux brun à débris de brique et à nombreuses racines	
0,50			0,50	49,98	Présence d'un drain à -0,40 m/TN (cote NGF : 50,08 m)	
0,75						
1,00					Altérite de schiste : limon argileux ocre-rouille, très micacé et soyeux, à quelques graviers de quartz et humide	P2-1
1,25			1,30	49,18	Arrêt volontaire	
1,50						

Parois du sondage : instables au sein de la terre végétale remaniée et des remblais

Circulation d'eau : humidité au sein de l'altérite de schiste, venue d'eau vers -1,20 m/TN (cote NGF : 49,28 m)

Niveau d'eau en fin d'investigations : eau en fond de sondage

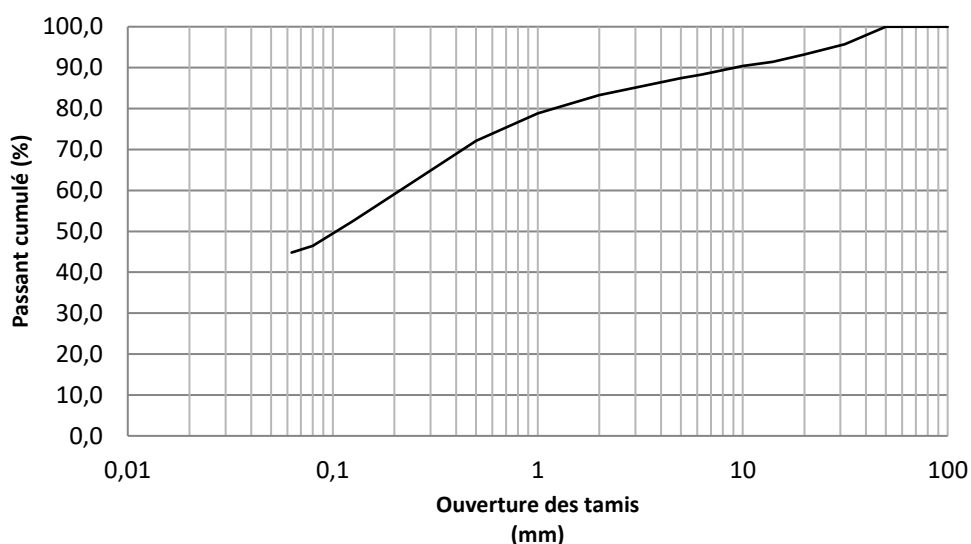
Profondeur du refus : non obtenue

Projet	Lotissement CHANTECLAIR_DIVATTE/LOIRE (44)	Référence	7863
N° d'échantillon	P1-1	Profondeur (m)	0,40-0,90
Mode de prélèvement	Pelle mécanique	Date de prélèvement	21/03/2022

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

Dmax (mm)	41	Température étuvage	105 °C
-----------	----	---------------------	--------

Ouverture tamis (mm)	Passant cumulé (%)
100	100,0
63	100,0
50	100,0
31,5	95,7
20	93,2
14	91,4
10	90,4
6,3	88,3
5	87,4
2	83,3
1	78,8
0,5	72,1
0,25	62,2
0,125	52,5
0,08	46,5
0,063	44,8



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

m _h (g)	2656,4	m _s (g)	2328,9	Wn (%)	22,1
--------------------	--------	--------------------	--------	--------	------

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

VBS	1,42
-----	------

Classification GTR (NF P 11-300)

A ₁

Date de réalisation : 30/03/2022

Essais réalisés par : CP

Observations :

Résultats vérifiés par le directeur
Samy BOUSSEFFA

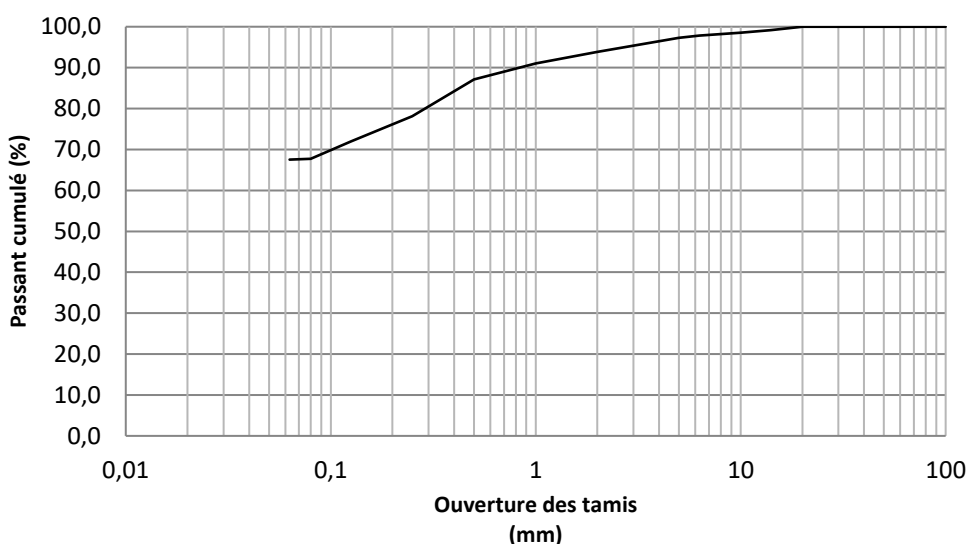


Projet	Lotissement CHANTECLAIR_DIVATTE/LOIRE (44)	Référence	7863
N° d'échantillon	P2-1	Profondeur (m)	0,50-1,30
Mode de prélèvement	Pelle mécanique	Date de prélèvement	21/03/2022

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

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

Ouverture tamis (mm)	Passant cumulé (%)
100	100,0
63	100,0
50	100,0
31,5	100,0
20	100,0
14	99,2
10	98,5
6,3	97,9
5	97,3
2	93,9
1	91,1
0,5	87,1
0,25	78,1
0,125	71,9
0,08	67,7
0,063	67,5



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

m _h (g)	2226,4	m _s (g)	1975,5	Wn (%)	22,2
--------------------	--------	--------------------	--------	--------	------

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

VBS	1,46
-----	------

Classification GTR (NF P 11-300)

A ₁

Date de réalisation : 30/03/2022

Essais réalisés par : CP

Observations :

Résultats vérifiés par le directeur
Samy BOUSSEFFA



CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN REMBLAI

A₁ (états s et ts)

Sol	Observations générales	Situation météorologique		Conditions d'utilisation en remblai	Code								
					E	G	W	T	R	C	H		
A₁s	Ces sols sont difficiles à compacter. Il faut au moins éviter de réduire encore leur teneur en eau et pour des remblais de grande hauteur un changement de leur état hydrique est nécessaire.	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes	NON								
				+	pluie faible	E : extraction en couches R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	1	0	0	0	1	2	2
		=	ni pluie ni évaporation importante			Solution 1 : humidification dans la masse W : humidification pour changement d'état R : régalinge en couches minces C : compactage moyen	0	0	4	0	1	2	0
						Solution 2 : emploi en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0	0	0	0	0	1	2
		-	évaporation importante	Solution 1 : arrosage superficiel W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage intense H : remblai de faible hauteur (≤ 5 m)	0	0	3	0	0	1	1		
				Solution 2 : extraction avec arrosage superficiel E : extraction frontale W : arrosage superficiel C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	2	0	3	0	0	1	2		
				Solution 3 : humidification dans la masse W : humidification pour changement d'état R : couches minces C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10 m)	0	0	4	0	1	1	2		
A₁ts		Sols normalement inutilisables en l'état											
	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

A₁ (états th, h, m)

Sol	Observations générales	Situation météorologique	Conditions d'utilisation en remblai	Code											
				E	G	W	T	R	C	H					
A₁th	Sols normalement inutilisables en l'état			NON											
	La réduction de teneur en eau par une mise en dépôt provisoire ou drainage préalable (plusieurs mois) peut être envisageable après étude spécifique et permettrait de les ramener en A ₁ h														
A₁h	Ces sols sont difficiles à mettre en oeuvre en raison de leur portance faible Ils sont sujets au matelassage Le matelassage est à éviter au niveau de l'arase-terrassement	+	pluie faible	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes											
		=	ni pluie, ni évaporation importante	Solution 1 : traitement T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen											
		-	évaporation importante	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage faible H : remblai de faible hauteur (≤ 5m)											
				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)											
								Solution 3 : traitement T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen							
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											
		+	pluie faible	E : extraction frontale C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10m)											
		=	ni pluie, ni évaporation importante	C : compactage moyen											
		-	évaporation importante	Solution 1 : arrosage superficiel W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage moyen											
				Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10m)											
								Solution 3 : extraction frontale E : extraction frontale C : compactage intense							

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 ₂ , B ₄ , B ₅ , B ₆ , 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 (lossés 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 ₂ , B ₄ , B ₅ , B ₆ , C ₁ , R ₁₀ , R ₁₅ et certains matériaux C ₂ , R ₁₀ et R ₁₅ dans un état hydrique (h). Contexte PST en matériaux sensibles de mauvaise portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A) et sans possibilité d'amélioration à long terme (B).	AR1	Dans ce cas de PST, il convient : - soit de procéder à une amélioration du matériau jusqu'à 0,5 m d'épaisseur par un traitement principalement à la chaux vive et selon une technique remblai. On est ramené au cas de PST 2, 3 ou 4 selon le contexte - soit d'exécuter une couche de forme en matériau 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 ₂ , B ₄ , B ₅ , B ₆ , C ₁ , R ₁₀ , R ₁₅ et certains matériaux C ₂ , R ₁₀ et R ₁₅ dans un état hydrique (m). Contexte PST en matériaux sensibles à l'eau de bonne portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A). Cette portance peut cependant chuter à long terme sous l'action des infiltrations des eaux pluviales et d'une remontée de la nappe (B).	AR1	Bien que les exigences requises à court terme pour la plate-forme support puissent être éventuellement obtenues au niveau de l'arase, il est cependant quasiment toujours nécessaire de prévoir la réalisation d'une couche de forme. Si l'on peut réaliser un rabattement de la nappe à une profondeur suffisante, on est ramené au cas de PST 3.
P.S.T. n°3		Sols Mêmes matériaux que dans le cas de PST 2. Contexte PST en matériaux sensibles à l'eau, de bonne portance au moment de la mise en œuvre de la couche de forme (A) mais pouvant chuter à long terme sous l'action de l'infiltration des eaux pluviales (B).	AR1 AR2	En l'absence de mesures de drainage à la base de la chaussée et d'imperméabilisation de l'arase, même situation que celle décrite dans le cas PST 2. Classement en AR2 si des dispositions constructives de drainage à la base de la chaussée et d'imperméabilisation de l'arase permettent d'évacuer les eaux et d'éviter leur infiltration dans la PST.
P.S.T. n°4		Sols Mêmes matériaux qu'en PST 1 sous réserve que la granularité permette leur traitement. Contexte PST en matériaux sensibles à l'eau (en remblai ou rapportés en fond de déblai hors nappe) améliorés à la chaux ou aux liants hydrauliques selon une technique "remblai" et sur une épaisseur de 0,30 à 0,50 m. L'action du traitement est cependant durable.	AR2	La portance de l'arase peut être localement élevée mais la dispersion n'autorise pas un classement supérieur. La décision de réalisation d'une couche de forme sur cette PST dépend du projet et des valeurs de portance de l'arase mesurées à court terme (après prise du liant).
P.S.T. n°5		Sols B ₇ et D ₁ et certains matériaux rocheux de la classe R ₁₀ . Contexte PST en matériaux sableux fins insensibles à l'eau, hors nappe, posant des problèmes de traficabilité.	AR2 AR3	La portance de l'arase de cette PST dépend beaucoup de la nature des matériaux. Classement en AR3 si le module EV2 de l'arase est supérieur à 120 MPa. Les valeurs de portance à long terme peuvent être assimilées aux valeurs mesurées à court terme. La nécessité d'une couche de forme sur cette PST ne s'impose que pour satisfaire les exigences de traficabilité.
P.S.T. n°6		Sols Matériaux des classes D ₂ , R ₁₁ , R _{11'} , R ₁₂ , R _{12'} , R ₁₃ , R _{13'} , R ₁₄ , R _{14'} , R ₁₅ , R _{15'} , R ₁₆ , R _{16'} , R ₁₇ , R _{17'} , R ₁₈ , R _{18'} , R ₁₉ , R _{19'} , R ₂₀ , R _{20'} , R ₂₁ , R _{21'} , R ₂₂ , R _{22'} , R ₂₃ , R _{23'} , R ₂₄ , R _{24'} , R ₂₅ , R _{25'} , R ₂₆ , R _{26'} , R ₂₇ , R _{27'} , R ₂₈ , R _{28'} , R ₂₉ , R _{29'} , R ₃₀ , R _{30'} , R ₃₁ , R _{31'} , R ₃₂ , R _{32'} , R ₃₃ , R _{33'} , R ₃₄ , R _{34'} , R ₃₅ , R _{35'} , R ₃₆ , R _{36'} , R ₃₇ , R _{37'} , R ₃₈ , R _{38'} , R ₃₉ , R _{39'} , R ₄₀ , R _{40'} , R ₄₁ , R _{41'} , R ₄₂ , R _{42'} , R ₄₃ , R _{43'} , R ₄₄ , R _{44'} , R ₄₅ , R _{45'} , R ₄₆ , R _{46'} , R ₄₇ , R _{47'} , R ₄₈ , R _{48'} , R ₄₉ , R _{49'} , R ₅₀ , R _{50'} , R ₅₁ , R _{51'} , R ₅₂ , R _{52'} , R ₅₃ , R _{53'} , R ₅₄ , R _{54'} , R ₅₅ , R _{55'} , R ₅₆ , R _{56'} , R ₅₇ , R _{57'} , R ₅₈ , R _{58'} , R ₅₉ , R _{59'} , R ₆₀ , R _{60'} , R ₆₁ , R _{61'} , R ₆₂ , R _{62'} , R ₆₃ , R _{63'} , R ₆₄ , R _{64'} , R ₆₅ , R _{65'} , R ₆₆ , R _{66'} , R ₆₇ , R _{67'} , R ₆₈ , R _{68'} , R ₆₉ , R _{69'} , R ₇₀ , R _{70'} , R ₇₁ , R _{71'} , R ₇₂ , R _{72'} , R ₇₃ , R _{73'} , R ₇₄ , R _{74'} , R ₇₅ , R _{75'} , R ₇₆ , R _{76'} , R ₇₇ , R _{77'} , R ₇₈ , R _{78'} , R ₇₉ , R _{79'} , R ₈₀ , R _{80'} , R ₈₁ , R _{81'} , R ₈₂ , R _{82'} , R ₈₃ , R _{83'} , R ₈₄ , R _{84'} , R ₈₅ , R _{85'} , R ₈₆ , R _{86'} , R ₈₇ , R _{87'} , R ₈₈ , R _{88'} , R ₈₉ , R _{89'} , R ₉₀ , R _{90'} , R ₉₁ , R _{91'} , R ₉₂ , R _{92'} , R ₉₃ , R _{93'} , R ₉₄ , R _{94'} , R ₉₅ , R _{95'} , R ₉₆ , R _{96'} , R ₉₇ , R _{97'} , R ₉₈ , R _{98'} , R ₉₉ , R _{99'} , R ₁₀₀ , R _{100'} . 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.

CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN COUCHE DE FORME

A₁

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

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

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

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