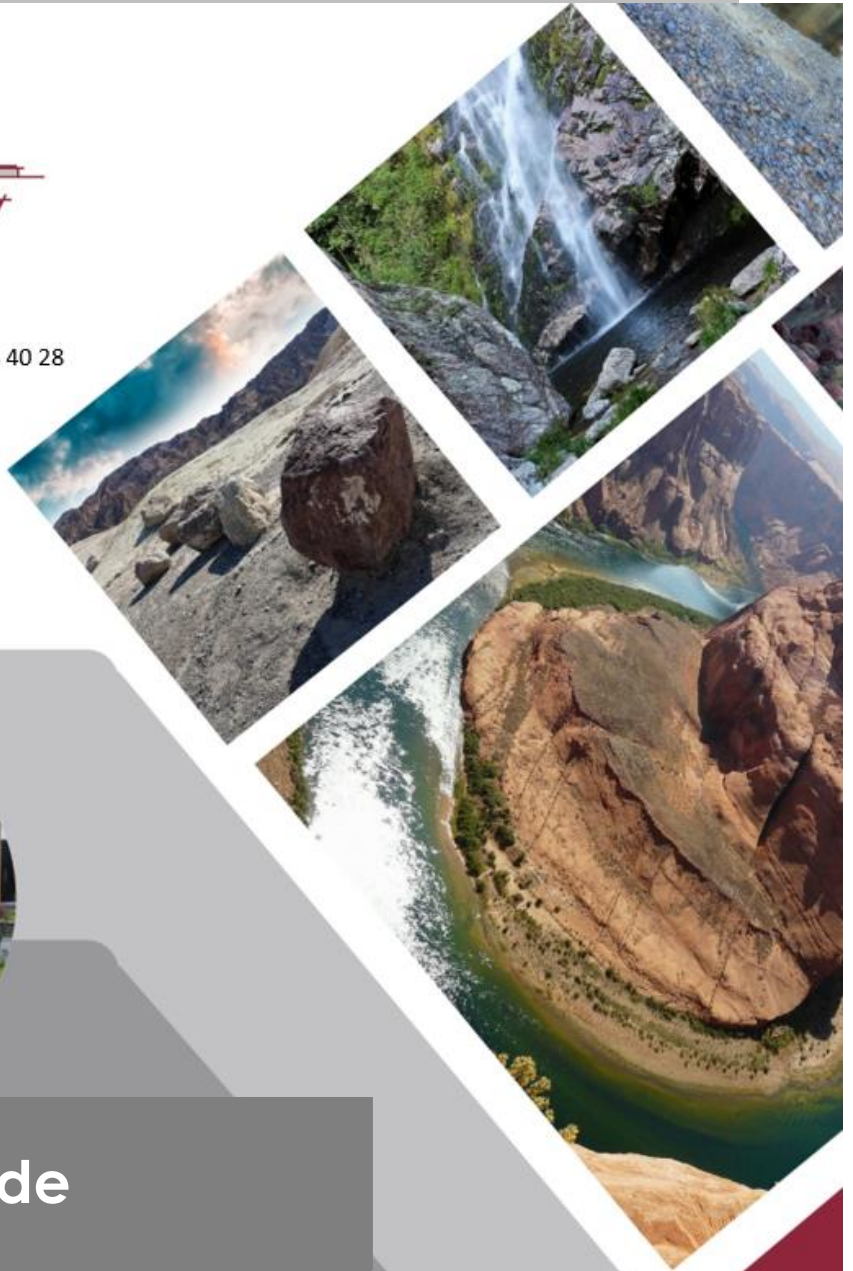




12 Bd de la Vie - Bellevigny 02 51 24 40 28

contact@igesol-bet.fr



Etude géotechnique de conception G2AVP

Projet de création d'un lotissement (Le fief de la corde nord)

Demandeur :

SNC BAM FIEF

Numéro de dossier :7940

Rue de la Croix Pénard, 85470 BREM SUR MER

Rédacteur : Daouda SERME

Relecteur : Audrey NICOLAS

Indice 0 06/10/2022

TABLE DES MATIÈRES

ETUDE DU PROJET _____	3
Présentation de l'étude _____	3
Description du projet _____	4
Contexte Général _____	6
Risques Naturels _____	8
Synthèse des résultats _____	9
Terrassements _____	11
Conditions de réutilisation des matériaux du site en remblai et en couche de forme ____	11
Voiries _____	12
Normes et Principes techniques _____	16
Conditions Générales des prestations géotechniques d'IGESOL _____	17
Enchaînement et Classification des missions types d'ingénierie géotechnique (Normes NF-P 94500 Novembre 2013) _____	18
ANNEXES DU PROJET _____	22
Plan d'implantation des sondages (Annexe 1)	
Sondages à la pelle mécanique	
Identification GTR des matériaux	
Conditions de ré-utilisation des matériaux en remblais	
Les différents cas possibles de PST	

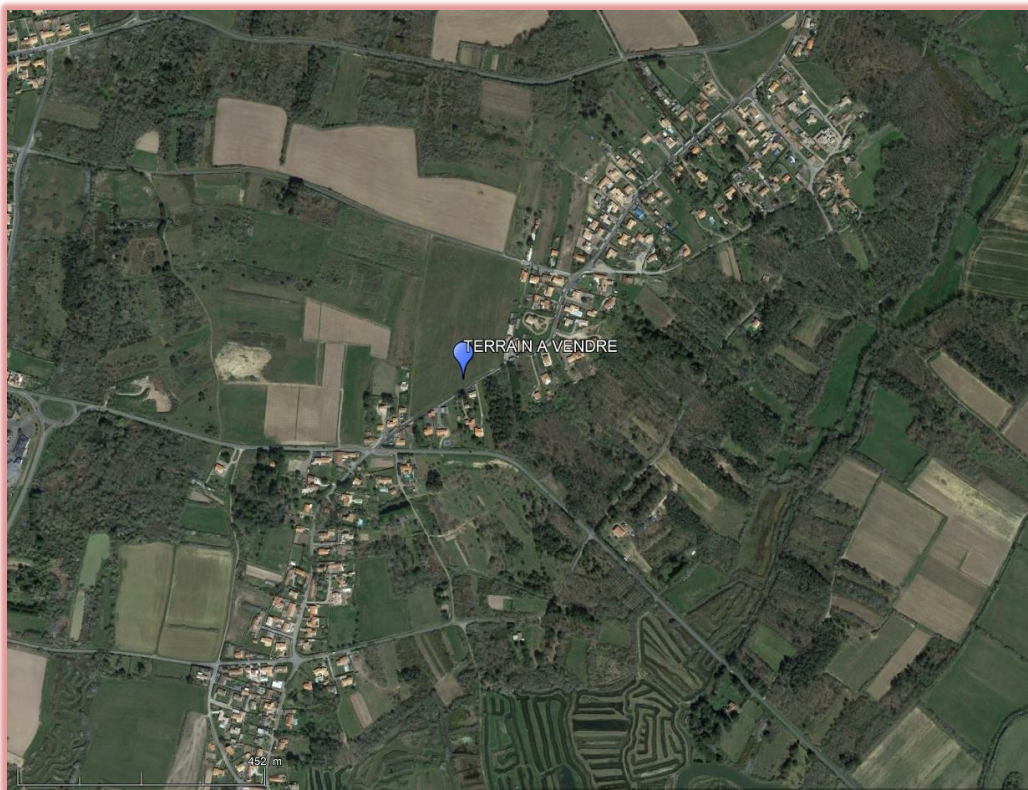
ETUDE DU PROJET

Présentation de l'étude

Vous nous avez sollicité dans le cadre d'une étude de sol pour une mission de type G2AVP pour votre projet de voiries dans le cadre de la création d'un lotissement sur la commune BREM SUR MER (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 et en laboratoire, une étude d'ingénierie mettant en corrélation les données récoltées et les contraintes spécifiques de votre projet d'aménagement a permis d'élaborer le présent rapport.



Photographie aérienne du site

Description du projet

Maître d'ouvrage	BÂTI-AMENAGEMENT
Type de projet	Création d'un lotissement
Nombre de lots à desservir	21 lots
Linéaire de voirie à aménager	~ 173 m

Références / phase	Nom	Echelle	Auteur	Date
/	Plan d'assainissement	1/500	C. TRELOHAN - GEOUEST	20//07/2021

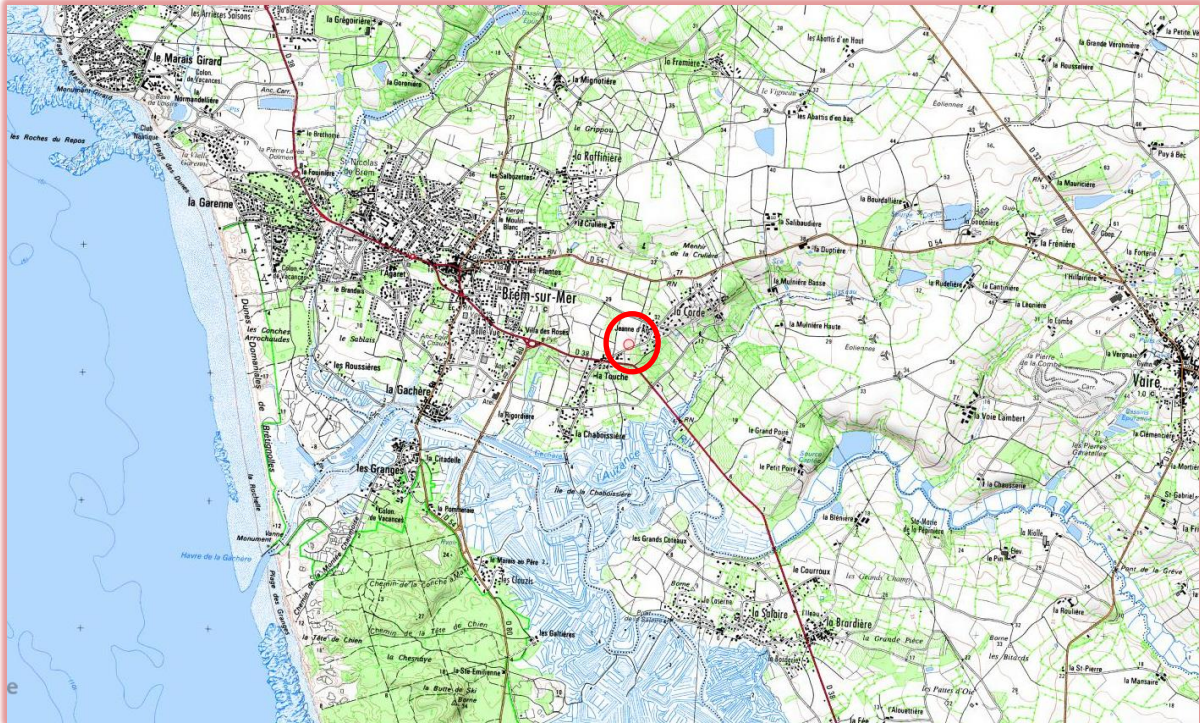
CAMPAGNE D'INVESTIGATIONS

Mission Géotechnique	G2AVP
Investigations in situ réalisées le 15/09/2022	- 3 sondages à la pelle mécanique (P1 à P3)
Essais en laboratoire	- 3 identifications GTR des matériaux comprenant chacune : <ul style="list-style-type: none"> ➤ 1 mesure de la teneur en eau naturelle ; ➤ 1 détermination de la Valeur au Bleu du Sol ; ➤ 1 analyse granulométrique par tamisage.

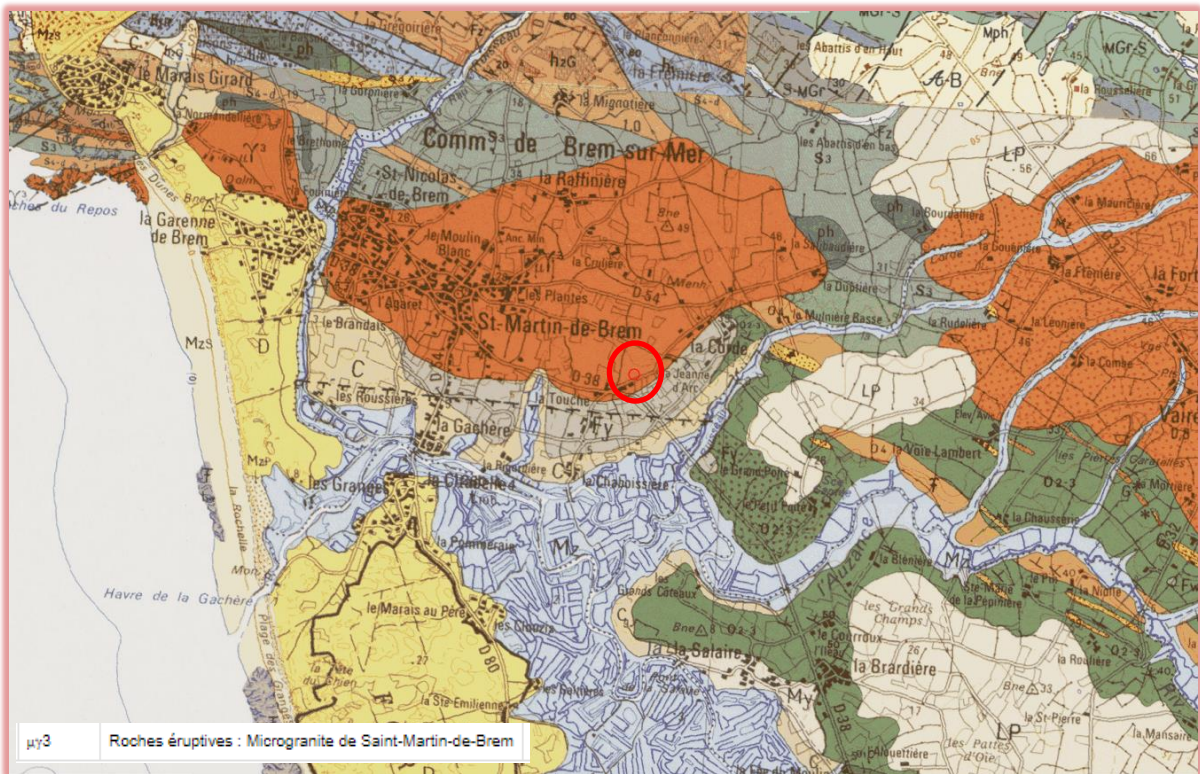
Les objectifs de la mission que vous nous avez confiée sont les suivants :

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

Contexte Général



Extrait de la carte IGN au 1/25000 (source : infoterre.brgm.fr)



Extrait de la carte géologique au 1/25000 (source : infoterre.brgm.fr)

Adresse du projet	Rue de la Croix Pénard, 85470 BREM SUR MER	
Nature de la surface du sol	Enherbée	
Altitude	Entre 26,91 et 29,65 m NGF	
Pente	Intensité	Orientation
	Environ 2 %	Vers le sud-ouest
Contexte géologique	<p>Roches éruptives : Microgranite de Saint-Martin-de-Brem</p> <p>Source : Carte géologique du BRGM des SABLES D'OLONNE au 1/50 000</p>	

Risques Naturels

Exposition au retrait/gonflement des argiles	Nulle (absence d'un PPRN Retrait gonflement des sols argileux)
Mouvement de terrain	Absence de mouvement de terrain à proximité du terrain sondé (Présence d'un PPRN mouvement de terrain)
Cavité souterraines	Absence de cavités souterraines à proximité du terrain sondé (absence d'un PPRN cavités souterraines)
Potentiel radon	Fort (catégorie 3)
Existence d'arrêté catastrophe naturelle	Oui (7) (détails sur cf. www.georisques.gouv.fr)

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
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	Sable limoneux marron sec riche en gravillons et cailloutis	-	-	0,10 à 0,20
Granite très altéré	Tous	Sable limoneux beige riche en gravillons et cailloutis	0,10 à 0,20	29,45 à 26,81	-



Laboratoire

Echantillon	Faciès testé	Classification GTR	Teneur en eau naturelle (%)	VBS
P1-1	Granite très altéré	A ₁	5,1	0,73
P2-1	Granite très altéré	B ₅	3,3	0,30
P3-1	Granite très altéré	B ₅	3,7	0,38

Hydrogéologie

Niveaux d'eau	Aucun
Instabilités des parois des sondages	Stables
Circulations d'eau	Aucune circulation d'eau n'a été observée lors de notre intervention

Terrassements

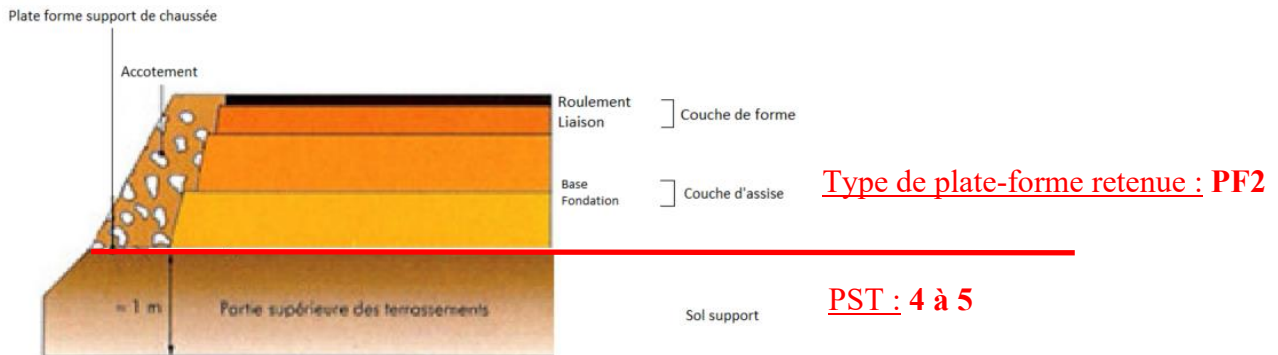
Faciès	Terre végétale	Granite très altéré
Moyens de terrassement	Engins classiques de terrassement	Pelle mécanique puissante munie d'un godet rocher ou d'une dent de ripper puis BRH rapidement nécessaire au sein de ce faciès
Pente des talus	1/2	1/1
Période de terrassements	De préférence en période sèche	

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

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

Remarques : compte tenu des refus obtenus parfois dès 0,20 à 0,50 m de profondeur, il est certain que les déblais issus du granite très altéré seront davantage rocheux en profondeur (classe GTR C_iA_i, C_iB₅ à R₆ probable).

Voiries



Coupe de principe au droit des chaussées

Fond de forme	Granite très altéré
PST / AR (annexe 6)	PST n° 4 à 5 / AR 2
Réalisation d'une couche de forme	Pas nécessaire
Type de plateforme	PF2 (au minimum) - EV2 > 50 MPa

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) 11 cm de GNT B2 en couche de base 25 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 régilage 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)

Sondages à la pelle mécanique

Identification GTR des matériaux

Conditions de ré-utilisation des matériaux en remblais

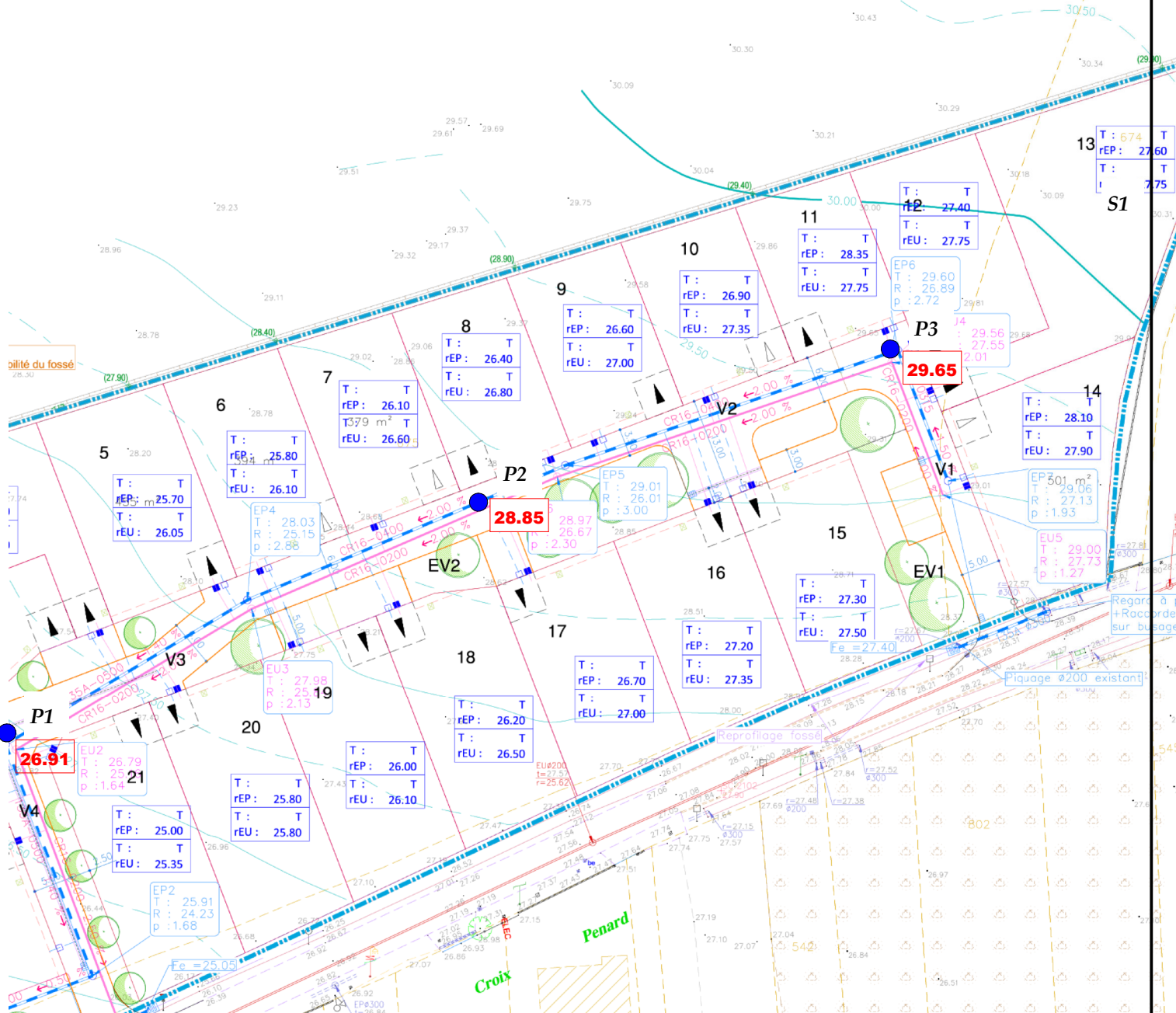
Les différents cas possibles de PST





Projet de création d'un lotissement
Etude géotechnique de conception
Implantation des sondages à la pelle mécanique

**Echelle :
1/750**



Légende :

=> Investigations :

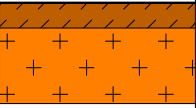
=> Observations :

● P1 : Sondage à la pelle mécanique

50,00 : Cote NGF du Terrain Naturel (m)

D'après le plan de l'état initial au 1/500, réalisé par GEOUEST

Sondage à la pelle mécanique : P1 - cote NGF : 26,91 m

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (m)	Lithologie	Ech
0,50			0,10	26,81	Terre végétale : Sable limoneux marron sec riche en gravillons et cailloutis Granite très altéré : Sable limoneux riche en gravillons et cailloutis très sec Refus à la pelle mécanique 2,5 t	P1-1
			0,40	26,51		
1,00						
1,50						
2,00						

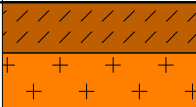
Parois du sondage : Stables

Circulation d'eau : /

Niveau d'eau en fin d'investigations : /

Profondeur du refus : -0,40 m/TN (cote NGF : 26,51 m)

Sondage à la pelle mécanique : P2 - cote NGF : 28,85 m

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (m)	Lithologie	Ech
0,50			0,20	28,65	Terre végétale : Sable limoneux beige riche en gravillons et cailloutis Granite très altéré : Sable limoneux beige riche en gravillons et cailloutis devenant plus riche en cailloutis avec la prondeur Refus à la pelle mécanique 2,5 t	P2-1
			0,55	28,30		
1,00						
1,50						
2,00						


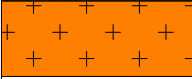
Parois du sondage : Stables

Circulation d'eau : /

Niveau d'eau en fin d'investigations : /

Profondeur du refus : -0,55 m/TN (cote NGF : 28,30 m)

Sondage à la pelle mécanique : P3 - cote NGF : 29,65 m

Prof. (en m)	Nappe	Log	Prof. (en m)	Cote NGF (m)	Lithologie	Ech
0,50			0,20	29,45	Terre végétale : Limon sableux beige riche en gravillons et cailloutis	P3-1
			0,50	29,15	Granite très altéré : Sable limoneux beige riche en gravillons et cailloutis devenant plus riche en cailloutis avec la profondeur <i>Refus à la pelle mécanique 2,5 t</i>	
1,00						
1,50						
2,00						

Parois du sondage : Stables

Circulation d'eau : /

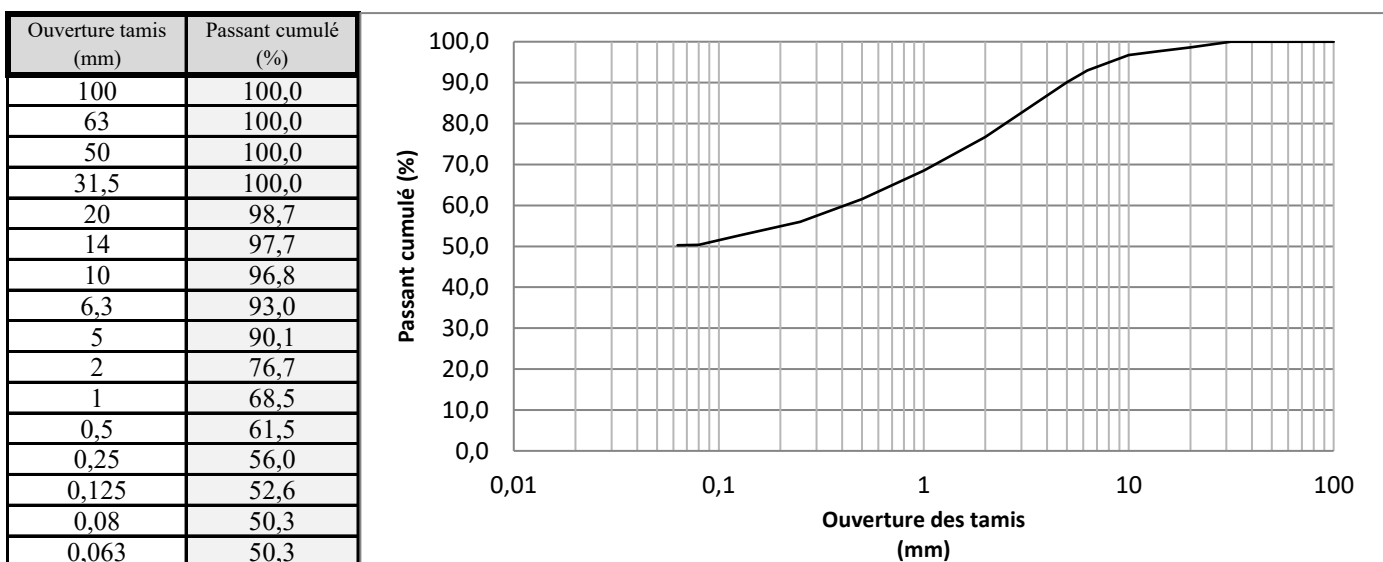
Niveau d'eau en fin d'investigations : /

Profondeur du refus : -0,50 m/TN (cote NGF : 29,15 m)

Projet	SCN BAM _ LE FIEF DE LA CORDE NORD _ BREM SUR MER (85)	Référence	7940
N° d'échantillon	P1-1	Profondeur (m)	0,30-0,40
Mode de prélèvement	Pelle mécanique	Date de prélèvement	15/09/2022

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

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



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

m _h (g)	2589,4	m _s (g)	2504,5	Wn (%)	5,1
--------------------	--------	--------------------	--------	--------	-----

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

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

Classification GTR (NF P 11-300)

A ₁

Date de réalisation : 29/09/2022

Essais réalisés par : SB

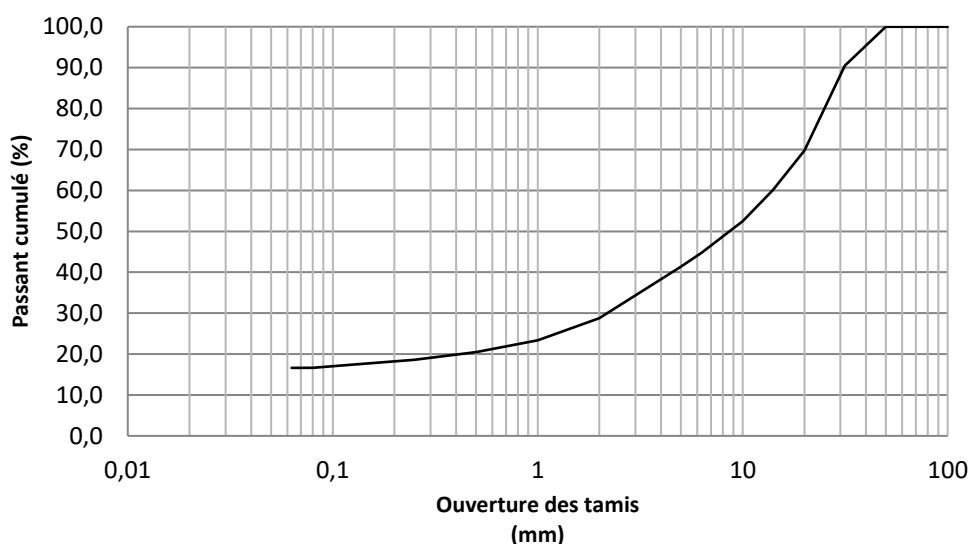
Observations :	<p>Résultats vérifiés par le directeur Samy BOUSSEFFA</p> 
----------------	--

Projet	SCN BAM _ LE FIEF DE LA CORDE NORD _ BREM SUR MER (85)	Référence	7940
N° d'échantillon	P2-1	Profondeur (m)	0,40-0,55
Mode de prélèvement	Pelle mécanique	Date de prélèvement	15/09/2022

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

Dmax (mm)	45	Température étuvage	105 °C
-----------	----	---------------------	--------

Ouverture tamis (mm)	Passant cumulé (%)
100	100,0
63	100,0
50	100,0
31,5	90,5
20	69,8
14	60,1
10	52,5
6,3	44,8
5	41,4
2	28,8
1	23,4
0,5	20,5
0,25	18,6
0,125	17,4
0,08	16,6
0,063	16,6



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

m _h (g)	2966,5	m _s (g)	2899,5	Wn (%)	3,3
--------------------	--------	--------------------	--------	--------	-----

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

VBS	0,30
-----	------

Classification GTR (NF P 11-300)

B ₅

Date de réalisation : 29/09/2022

Essais réalisés par : SB

Observations :

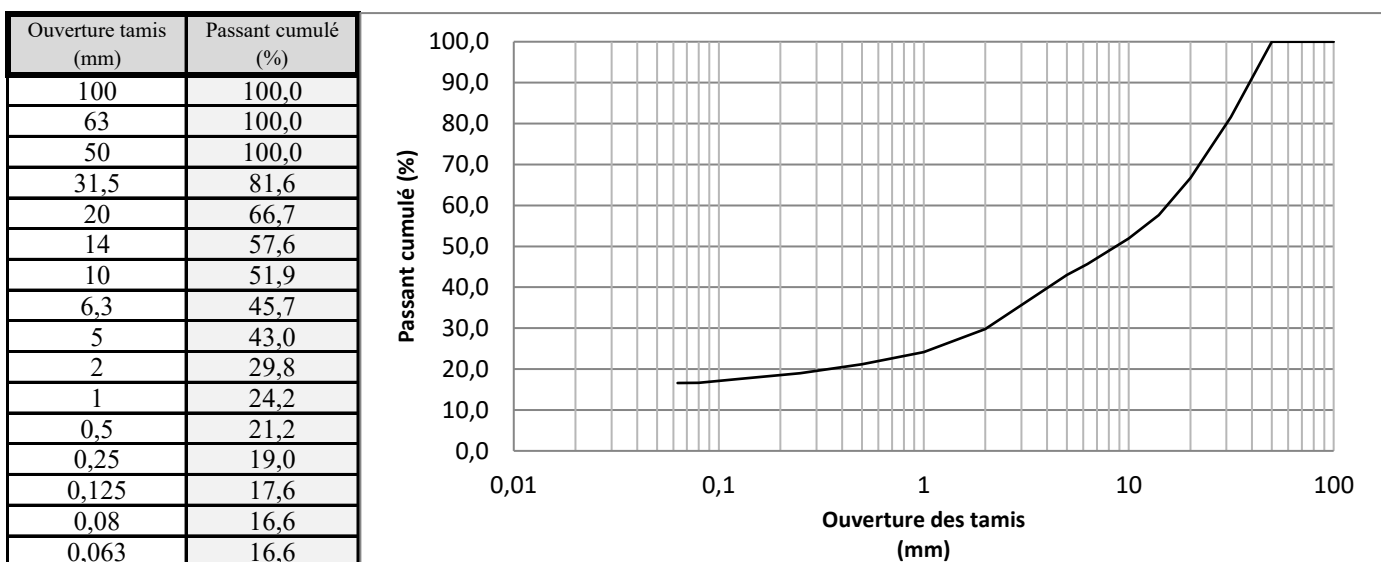
Résultats vérifiés par le directeur
Samy BOUSSEFFA



Projet	SCN BAM _ LE FIEF DE LA CORDE NORD _ BREM SUR MER (85)	Référence	7940
N° d'échantillon	P3-1	Profondeur (m)	0,40-0,50
Mode de prélèvement	Pelle mécanique	Date de prélèvement	15/09/2022

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

Dmax (mm)	48	Température étuvage	105 °C
-----------	----	---------------------	--------



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

m_h (g)	3262,0	m_s (g)	3176,6	Wn (%)	3,7
-----------	--------	-----------	--------	--------	-----

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

VBS	0,38
-----	------

Classification GTR (NF P 11-300)

B ₅

Date de réalisation : 29/09/2022

Essais réalisés par : SB

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 : régilage 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			NON						
		=	ni pluie, ni évaporation importante	Solution 1 : traitement T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen			0	0	0	1	0	2	0
		-	évaporation importante	Solution 1 : utilisation en l'état C : compactage faible H : remblai de faible hauteur (≤ 5m)			0	0	0	0	0	3	1
				Solution 2 : aération E : extraction en couches minces W : réduction de la teneur en eau par aération R : couches minces C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10m)			1	0	1	0	1	2	2
				Solution 3 : traitement T : traitement avec un réactif adapté C : compactage moyen			0	0	0	1	0	2	0
A₁m	Ces sols s'emploient facilement mais sont très sensibles aux conditions météorologiques qui peuvent très rapidement interrompre le chantier à cause d'un excès de teneur en eau ou au contraire conduire à un matériau sec difficile à compacter	++	pluie forte	Situation ne permettant pas la mise en remblai avec des garanties de qualité suffisantes			NON						
		+	pluie faible	E : extraction frontale C : compactage moyen H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10m)			2	0	0	0	0	2	2
		=	ni pluie, ni évaporation importante	C : compactage moyen			0	0	0	0	0	2	0
		-	évaporation importante	Solution 1 : arrosage superficiel W : arrosage superficiel pour maintien de l'état C : compactage moyen			0	0	3	0	0	2	0
				Solution 2 : utilisation en l'état C : compactage intense H : remblai de hauteur moyenne (≤ 10m)			0	0	0	0	0	1	2
				Solution 3 : extraction frontale E : extraction frontale C : compactage intense			2	0	0	0	0	1	0

CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN REMBLAI

B₅ (états m, s et ts)

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

CONDITIONS D'UTILISATION DES MATERIAUX EN REMBLAI

B₅ (états th et h)

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

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 ₀ , B ₁ , B ₂ , B ₃ , B ₄ , C ₁ se trouvant dans un état hydrique (h). Contexte Zones tourbeuses, marécageuses ou inondables. PST dont la portance risque d'être quasi nulle au moment de la réalisation de la chaussée ou au cours de la vie de l'ouvrage.	AR0	La solution de franchissement de ces zones doit être recherchée par une opération de terrassement (purge, substitution) et/ou de drainage (fossés profonds, rabattement de la nappe...) de manière à pouvoir reclasser le nouveau support obtenu au moins en classe AR1.
P.S.T. n°1		Sols Matériaux des classes A, B ₀ , B ₁ , B ₂ , B ₃ , B ₄ , C ₁ , R ₀ , R ₁ , R ₂ et certains matériaux C ₂ , R ₃ et R ₄ 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 ₀ , B ₁ , B ₂ , B ₃ , B ₄ , C ₁ , R ₀ , R ₁ , R ₂ et certains matériaux C ₂ , R ₃ et R ₄ 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 de liant).
P.S.T. n°5		Sols B ₅ 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 ₁₂ , R ₁₃ , R ₁₄ , R ₁₅ , R ₁₆ , R ₁₇ , R ₁₈ , R ₁₉ , R ₂₀ , R ₂₁ , R ₂₂ , R ₂₃ , R ₂₄ , R ₂₅ , R ₂₆ , R ₂₇ , R ₂₈ , R ₂₉ , R ₃₀ , R ₃₁ , R ₃₂ , R ₃₃ , R ₃₄ , R ₃₅ , R ₃₆ , R ₃₇ , R ₃₈ , R ₃₉ , R ₄₀ , R ₄₁ , R ₄₂ , R ₄₃ , R ₄₄ , R ₄₅ , R ₄₆ , R ₄₇ , R ₄₈ , R ₄₉ , R ₅₀ , R ₅₁ , R ₅₂ , R ₅₃ , R ₅₄ , R ₅₅ , R ₅₆ , R ₅₇ , R ₅₈ , R ₅₉ , R ₆₀ , R ₆₁ , R ₆₂ , R ₆₃ , R ₆₄ , R ₆₅ , R ₆₆ , R ₆₇ , R ₆₈ , R ₆₉ , R ₇₀ , R ₇₁ , R ₇₂ , R ₇₃ , R ₇₄ , R ₇₅ , R ₇₆ , R ₇₇ , R ₇₈ , R ₇₉ , R ₈₀ , R ₈₁ , R ₈₂ , R ₈₃ , R ₈₄ , R ₈₅ , R ₈₆ , R ₈₇ , R ₈₈ , R ₈₉ , R ₉₀ , R ₉₁ , R ₉₂ , R ₉₃ , R ₉₄ , R ₉₅ , R ₉₆ , R ₉₇ , R ₉₈ , R ₉₉ , 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.