

Création d'une voirie et réalisation d'essais de perméabilité Ménestreau-en-Villette (45)

étude géotechnique de conception (G2) – phase PRO

09/07/2021



Agence d'Orléans • P.A. de la Saussaye - Allée des Joncs - 45590 Saint Cyr en Val
Tél. 33 (0) 2 38 56 55 52 • cebtp.orleans@groupeginger.com

CLARES IMMOBILIER CREATION D'UNE VOIRIE ET REALISATION D'ESSAIS DE PERMEABILITE Menestreau-en-Vilette (45) RAPPORT Etude géotechnique de conception (G2) – phase PRO									
Dossier : OOR2.L.0598					Contrat : OOR2.L.0238				
Indice	Date	Chargée d'affaire	Visa	Vérfié par	Visa	Approbation par	Visa	Contenu	Observations
1	09/07/21	Lucia Carvalho		Jérôme CHAPELLE				26 pages 5 annexes	-

A compter du paiement intégral de la mission, le client devient libre d'utiliser le rapport et de le diffuser à condition de respecter et de faire respecter les limites d'utilisation des résultats qui y figurent et notamment les conditions de validité et d'application du rapport.

Sommaire

1. Plans de situation	5
1.1. Extrait de carte IGN	5
1.2. Image aérienne	5
2. Contexte de l'étude.....	6
2.1. Données générales	6
2.1.1. Généralités	6
2.1.2. Document communiqué.....	6
2.2. Description du site.....	6
2.2.1. Topographie, occupation du site et avoisinants.....	6
2.2.2. Contexte géotechnique, hydrogéologique et sismique	7
2.3. Caractéristiques du projet	10
2.4. Mission Ginger CEBTP	11
3. Investigations géotechniques.....	12
3.1. Préambule	12
3.2. Implantation et nivellement.....	12
3.3. Sondages, essais et mesures in situ	12
3.3.1. Investigations in situ	12
3.3.2. Essais de perméabilité in situ.....	13
3.4. Essais en laboratoire	13
4. Synthèse des investigations	14
4.1. Modèle géologique général.....	14
4.1.1. Lithologie	14
4.1.2. Caractéristiques physiques des sols	15
4.2. Contexte hydrogéologique général	15
4.2.1. Piézométrie	15
4.2.2. Perméabilité	15
4.2.3. Inondabilité	16
5. Principes généraux de construction en phase avant-projet	17
5.1. Analyse du contexte et principes d'adaptation.....	17

5.2. Adaptations générales de l'avant-projet.....	18
5.2.1. Réalisation des terrassements	18
5.2.2. Traficabilité en phase chantier.....	18
5.2.3. Terrassabilité des matériaux	18
5.2.4. Drainage en phase chantier.....	18
5.2.5. Condition de réutilisation des matériaux en couche de forme	19
6. Structure de chaussées neuves.....	19
6.1. Document de référence.....	19
6.2. Méthode de vérification – dimensionnement mécanique.....	19
6.3. Méthode de vérification – dimensionnement au gel	19
6.4. Prédimensionnement des voiries.....	20
6.4.1. Hypothèses retenues	20
6.4.2. Plate-forme support de chaussée.....	20
6.4.3. Couche de forme	22
6.4.4. Type de structure dimensionnée	22
6.4.5. Proposition de structure de chaussées	23
6.4.6. Vérification au gel	24
6.5. Synthèses et préconisations.....	25
6.5.1. Structure de chaussées	25
6.5.2. Préconisations particulières de travaux.....	26
7. Observations majeures	26

ANNEXES

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

ANNEXE 3 – SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE

ANNEXE 4 – PROCES VERBAUX DES ESSAIS EN LABORATOIRE

ANNEXE 5 - CALCULS ALIZE

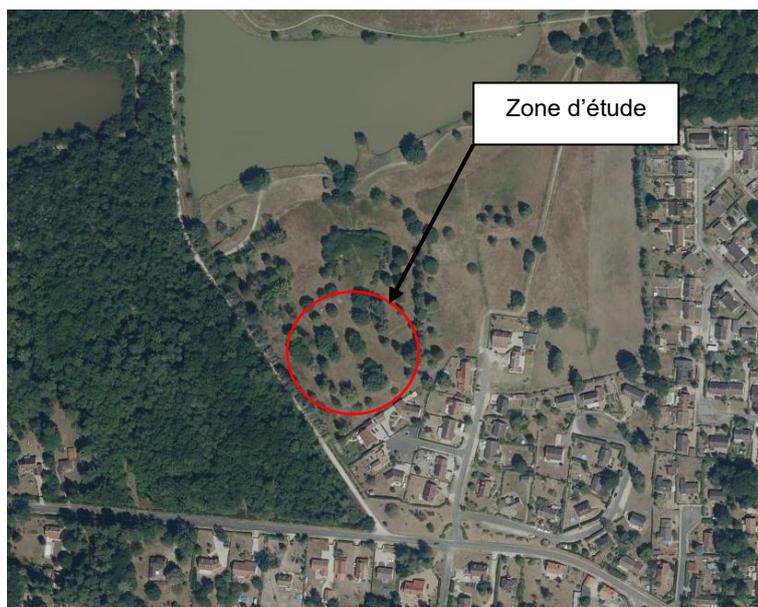
1. Plans de situation

1.1. Extrait de carte IGN



Source : geoportail.gouv.fr

1.2. Image aérienne



Source : geoportail.gouv.fr

2. Contexte de l'étude

2.1. Données générales

2.1.1. Généralités

Nom de l'opération :	Création d'une voirie et réalisation d'essais de perméabilité
Localisation / adresse :	Le Cougnou – 45240 Ménestreau-en-Villette
Demandeur de la mission :	CLARES IMMOBILIER
Client :	CLARES IMMOBILIER

2.1.2. Document communiqué

Document	Echelle	Origine / référence	Date
Esquisse projet	-	CLARES IMMOBILIER	Avril 2021

2.2. Description du site

2.2.1. Topographie, occupation du site et avoisinants

La zone d'étude se situe sur la commune de Ménestreau-en-Villette dans le département du Loiret (45), au niveau du lieu-dit « le Cougnou ». Elle est principalement encadrée par des terrains vierges, des zones boisées et des étendues d'eau. Quelques habitations individuelles sont également présentes, rue du Cougnou, au Sud du site d'étude.

Le site concerné par les investigations présente une pente descendante dans la direction Nord, avec des côtes altimétriques variant entre 116.5 m NGF et 119.0 m NGF, d'après les informations recueillies sur le site geoportail.gouv.fr.

Lors de notre intervention, le terrain était à l'état de friche enherbée et arborée.

L'emprise de l'ouvrage est libre de toute mitoyenneté.



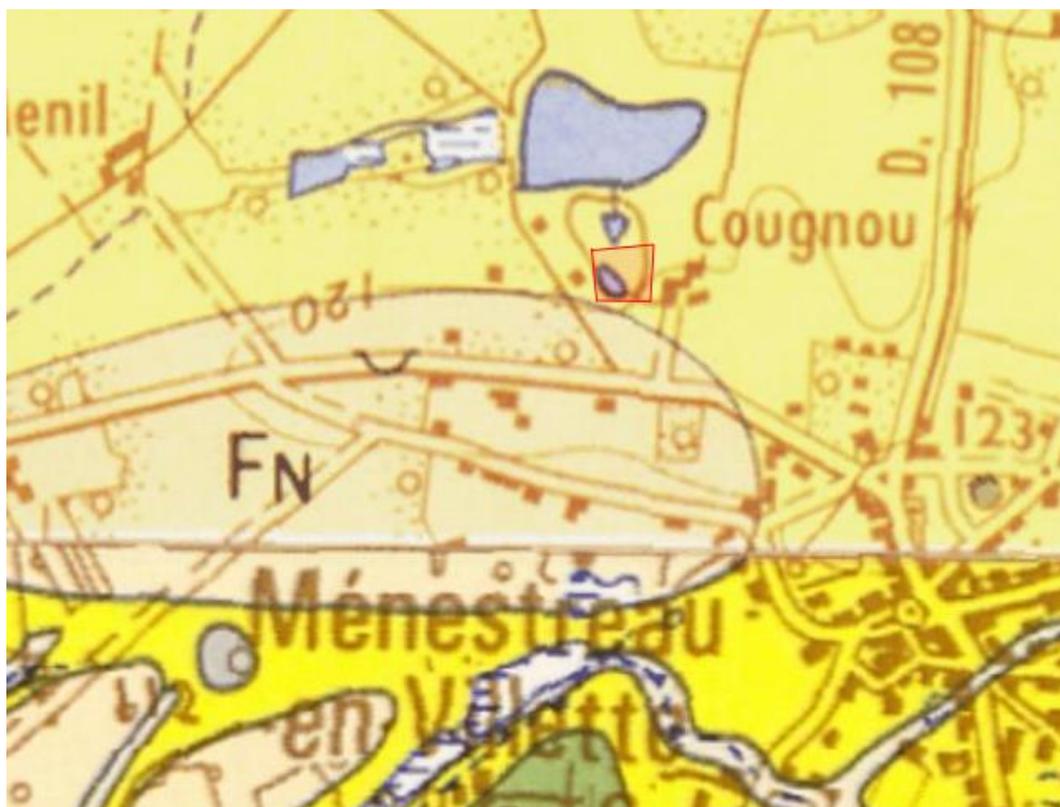
Photographie du site le 02/06/2021 – source : Ginger CEBTP

2.2.2. Contexte géotechnique, hydrogéologique et sismique

D'après notre expérience locale et la carte géologique de La Ferté Saint Aubin à l'échelle 1/50000^{ème}, le site serait constitué des formations suivantes de haut en bas, sous d'éventuels remblais d'aménagement et une faible épaisseur de terre végétale :

- **Les Sables superficiels (faciès F_N).** Sables pauvres en argile.
- **Formation de Sologne (faciès m1).** Mélange en toute proportion de sables et d'argiles.

D'un point de vue hydrogéologique, il est possible de rencontrer des circulations d'eaux dans les formations superficielles appartenant à la nappe semi-captive de la formation en question. De plus, la formation de Sologne renferme des nappes superposées et séparées par les différentes couches plus ou moins perméables en son sein.



Extrait de la carte géologique de la Ferté-Saint-Aubin – source : infoterre.brgm.fr

Concernant les risques naturels, les informations recueillies sur les sites internet du BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières) et du Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire (Infoterre.brgm.fr, Georisques.gouv.fr et Loiret.gouv.fr) sont consignées dans le tableau suivant :

Risques naturels	Sensibilité / aléa
Inondations / débordement de cours d'eau	Zone non concernée
Remontées d'eaux sédimentaires	En limite de zone soumise à l'aléa
Argiles (retrait/gonflement)	Site exposé au phénomène de retrait-gonflement des sols argileux / Aléa moyen
Cavités naturelles ou anthropiques et Mouvements de terrains	Zone non concernée

Risque de retrait-gonflement des sols argileux



Source : infoterre.brgm.fr

Risque d'inondation

La commune d'étude n'est pas soumise à un Territoire à Risque important d'Inondation (TRI) ni à un Plan de Prévention des Risques d'Inondation (PPRI). Toutefois, plusieurs faits d'inondations ont été recensés sur la commune, ceux-ci sont détaillés dans le tableau ci-dessous.

Date de l'évènement (Date début / Date Fin)	Type d'inondation	Approximation du nombre de victimes	Approximation dommages matériels(€)	Pour plus de détail
24/05/2016 - 05/06/2016	Crue pluviale (temps montée indéterminé)	inconnu	inconnu	Voir BDHI
30/09/2000 - 05/04/2001	Crue pluviale lente (temps montée tm > 6 heures),Ruissellement rural,Nappe affleurante,Mer/Marée	de 1 à 9 morts ou disparus	300M-3G	Voir BDHI
07/04/1983 - 12/04/1983	Crue nivale,Crue pluviale (temps montée indéterminé),rupture d'ouvrage de défense,Ruissellement rural,Nappe affleurante,Barrage	de 1 à 9 morts ou disparus	inconnu	Voir BDHI
31/12/1981 - 27/01/1982	Crue nivale,Crue pluviale (temps montée indéterminé),Ecoulement sur route,non précisé	aucun_blesses	inconnu	Voir BDHI
09/01/1955 - 30/01/1955	Crue pluviale lente (temps montée tm > 6 heures),Nappe affleurante	de 1 à 9 morts ou disparus	30M-300M	Voir BDHI
10/11/1790 - 15/11/1790	Crue nivale,Crue pluviale (temps montée indéterminé),rupture d'ouvrage de défense	inconnu	inconnu	Voir BDHI
18/01/1789 - 18/01/1789	Crue nivale,Crue pluviale (temps montée indéterminé),rupture d'ouvrage de défense	inconnu	inconnu	Voir BDHI
31/01/1784 - 27/03/1784	Crue nivale,Crue pluviale (temps montée indéterminé)	inconnu	inconnu	Voir BDHI

Tableau des inondations de la commune de Ménestreau-en-Villette – source : georisques.gouv.fr

Risque sismique

D'un point de vue sismique, le site étudié est classé en zone de sismicité « très faible » (niveau 1). L'analyse du risque sismique de liquéfaction des sols et l'application des règles parasismiques n'est donc pas obligatoire et restent à l'appréciation du Maître d'Ouvrage.

2.3. Caractéristiques du projet

Le projet la création d'une voirie afin de desservir un futur lotissement constitué de 25 lots, au lieu-dit « Le Cougnou » à Ménestreau-en-Villette (45).



Esquisse du projet – source : CLARES IMMOBILIER

Aucune information ne nous a été transmise quant à la classe de trafic du futur lotissement. En l'absence d'éléments, une classe de trafic TC0 (< 250 véhicule/jour dont 1 % de PL) a été retenue.

2.4. Mission Ginger CEBTP

La mission de GINGER CEBTP est conforme au contrat n° OOR2.L.0238 et à la norme NF P94-500 de Novembre 2013 (cf. Annexe 1). Elle correspond à une étude géotechnique de conception phase projet (mission G2 phase PRO).

La mission de conception G2 PRO consiste à :

- Définir si besoin un programme d'investigations spécifique et le réaliser,
- Faire un dossier de synthèse qui comprend l'analyse de l'ensemble des investigations réalisées sur le site,
- Définir les hypothèses et les valeurs caractéristiques à prendre en compte pour le projet, en établissant des modèles géotechniques, hydrogéologiques et sismiques,
- Établir les notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques,
- Proposer un phasage de construction, en définissant les caractéristiques des ouvrages géotechniques,
- Définir les valeurs seuils des dimensionnements,
- Justifier les caractéristiques des ouvrages géotechniques par l'établissement de notes de calcul.

3. Investigations géotechniques

3.1. Préambule

Les moyens de reconnaissance et d'essais ont été définis par Ginger CEBTP en accord avec le client.

Ces investigations ont toutes été réalisées le 2 juin.

3.2. Implantation et nivellement

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan joint en annexe 2. Elle a été définie et réalisée par Ginger CEBTP en fonction des accès et de la présence de réseaux.

Les profondeurs sont données par rapport au terrain tel qu'il était au moment des investigations (terrain actuel TA).

3.3. Sondages, essais et mesures in situ

3.3.1. Investigations in situ

Les investigations suivantes ont été réalisées :

Type de sondage	Quantité	Noms	Prof. / TN
Puits à la pelle hydraulique	4	PM1	2.0
		PM2	2.0
		PM3	2.0
		PM4	2.0

Les coupes des sondages sont présentées en annexes 3, où l'on trouvera en particulier les renseignements décrits ci-après :

- **Puits de reconnaissance à la pelle :**
 - coupe détaillée des sols,
 - tenue des fouilles,
 - prélèvements d'échantillons remaniés,
 - photographies de la fouille et des sols extraits.

Ces paramètres sont portés directement sur les coupes de forage.

Nota 1: les feuilles de sondages peuvent également contenir des informations complémentaires dont les niveaux d'eau éventuels, les incidents de forage, etc...

3.3.2. Essais de perméabilité in situ

Les essais suivants ont été réalisés :

Type d'essai de perméabilité in situ	Dénomination	Sondage de référence	Prof. / TN
Essais Matsuo	M1 M2	PM3 PM4	1.5 – 2.0

3.4. Essais en laboratoire

Les essais suivants ont été réalisés :

Identification des sols	Nombre	Norme
Teneur en eau pondérale W	2	NF P94-050
Analyse granulométrique par tamisage	2	NF P94-056
Valeur au bleu du sol (VBS)	2	NF P94-068
Classification des sols (GTR)	2	NF P11-300
Indice Portant Immédiat (IPI)	2	NF P94-078

Les procès-verbaux des essais en laboratoire figure en annexe 4.

4. Synthèse des investigations

4.1. Modèle géologique général

4.1.1. Lithologie

A noter que la profondeur des formations est donnée par rapport au terrain naturel tel qu'il était au moment de la reconnaissance.

L'analyse et la synthèse des résultats des investigations réalisées ont permis de dresser la coupe géotechnique schématique suivante, sous une couverture végétale brune sableuse de 0.4 à 0.5 m d'épaisseur :

- Formation n°1 : **Complexe argileux et sableux**

✓ *Caractéristiques descriptives :*

A partir de : 0.4 à 0.5 m de profondeur environ.

Jusqu'à : la profondeur d'arrêt des sondages à la pelle mécanique, soit 2.0 m de profondeur environ.

Nature : argile grise/orangée sableuse collante à sable gris/orangé argileux.

✓ *Observations :*

Les parois des fouilles se tiennent difficilement, notamment dans les sables argileux, et d'autant plus avec l'ajout d'eau pour les essais de perméabilité.

Remarques :

- nous rappelons qu'il n'est pas toujours évident de distinguer les variations horizontales et/ou verticales éventuelles, inhérentes aux changements de faciès, compte tenu de la surface investiguée par rapport à celle concernée par le projet. De ce fait, les caractéristiques indiquées précédemment ont un caractère représentatif mais non absolu ;
- la limite entre les faciès est parfois délicate à identifier autrement qu'à l'appui des caractéristiques mécaniques mesurées, en raison des analogies lithologiques entre ces formations (marne et argile marneuse par exemple).

4.1.2. Caractéristiques physiques des sols

Les procès-verbaux des essais en laboratoire sont insérés en annexe 4. Les résultats de ces essais sont synthétisés dans le tableau ci-après :

Référence échantillon	Formation / type de sol	Prof. (m) échantillon / TA	W (%)	VBS g/100g	Tamisat < 80 µm	IPI	Classe G.T.R.
PM3	Argile sableuse marron	1.9 – 2.0	10.2	3.22	38.6	12	A2 m
PM4	Argile sableuse verte/grise	1.4 – 1.5	13.0	4.78	33.9	2	B6 th

W : Teneur en eau pondérale (%),
 VBS : Valeur de l'essai au bleu de méthylène (g / 100 g),
 < 80 µm : Tamisat inférieur à 80 µm (%)
 IPI : Indice de portance immédiat

4.2. Contexte hydrogéologique général

4.2.1. Piézométrie

Des venues d'eau sont apparues en fond de fouille au droit des sondages PM2 et PM3.

Nous rappelons que le contexte hydrogéologique est susceptible d'évoluer selon la saison et la pluviométrie. Il peut aussi exister des niveaux d'eau ponctuels/anarchiques non identifiés au droit de nos sondages.

4.2.2. Perméabilité

Afin d'estimer l'ordre de grandeur de la perméabilité des terrains en place, des essais de perméabilité de type MATSUO ont été réalisés.

La tenue des fouilles, notamment dans les horions sablo-argileux étant mauvaise (M2) et des venues d'eau étant apparues en fond de fouille (M1), les résultats obtenus ne permettent pas de donner une estimation correcte de la perméabilité des sols rencontrés au moment de notre intervention. Les résultats de ces essais de perméabilité sont non interprétables compte-tenu de l'instabilité des fouilles.

4.2.3. Inondabilité

Des informations précises sur le risque réel d'inondation peuvent être fournies dans les documents d'urbanisme (P.L.U.) et dépendent des travaux de protection réalisés, donc susceptibles de varier dans le temps. S'agissant de données d'aménagement hydraulique et non de données hydrogéologiques, elles ne font pas partie de notre mission d'étude géotechnique.

5. Principes généraux de construction en phase avant-projet

5.1. Analyse du contexte et principes d'adaptation

Compte-tenu de ce qui a été indiqué dans les paragraphes précédents, les points essentiels ci-dessous sont à prendre en compte et conduiront les choix d'adaptation du projet :

Contexte géologique et géotechnique :

Contexte géotechnique : Sous une couverture végétalisée sableuse brune de 0.4 à 0.5 m d'épaisseur, on distingue un complexe argileux et sableux constitué de couches d'argiles sableuses grises/orangées, et de sables argileux gris/orangés. Les essais réalisés sur les échantillons prélevés entre 1.4 et 2.0 m de profondeur témoignent de la présence de sols de type B6 et A2 selon le GTR.

Contexte hydrologique : Des venues d'eau ont été repéré en fond de fouille aux alentours de 1.8 à 2.0 m de profondeur au droit des sondages PM2 et PM3. Nous rappelons que le contexte hydrogéologique est susceptible d'évoluer selon la saison et la pluviométrie.

Aléas : La zone d'étude se situe en zone d'aléa moyen vis-à-vis du phénomène de retrait-gonflement. Au vu du résultat des essais en laboratoire, nous maintenons cet aléa moyen. Enfin, des inondations ont été recensées sur la commune, dont la dernière en 2016.

Projet et environnement :

Le projet prévoit la création d'une voirie neuve afin de desservir un futur lotissement comptabilisant 25 lots d'après les informations communiquées. Dans la suite de cette étude et en l'absence d'information, il sera retenu une classe de trafic TC0 hors phase chantier (moins de 250 véhicules / jour dont 1 % de PL).

Au moment de notre intervention le 02/06/21, le site était à l'état de friche enherbée et arborée. On notait la présence de quelques étendues d'eau à proximité de la zone.

Les principes de construction sont détaillés dans les paragraphes suivants.

Nous rappelons que toute modification du projet ou des sols peut entraîner une modification partielle ou complète des adaptations préconisées.

5.2. Adaptations générales de l'avant-projet

Nota : les indications données dans les chapitres suivants, qui sont fournies en estimant des conditions normales d'exécution pendant les travaux, seront forcément adaptées aux conditions réelles rencontrées (intempéries, niveau de nappe, matériels utilisés, provenance et qualité des matériaux, phasages, plannings et précautions particulières).

Nous rappelons que les conditions d'exécution sont absolument prépondérantes pour obtenir le résultat attendu et qu'elles ne peuvent être définies précisément à l'heure actuelle. A défaut, seules des orientations seront retenues.

5.2.1. Réalisation des terrassements

Les terrassements seront limités à ceux nécessaires à la mise en place de la structure de voirie (couche de forme, couche d'assise, couche de roulement) tout en conservant le niveau fini du projet.

5.2.2. Traficabilité en phase chantier

Les travaux devront être réalisés dans des conditions météorologiques favorables sinon le chantier pourrait rapidement devenir impraticable et nécessiterait la mise en place de surépaisseurs en matériaux insensibles à l'eau.

5.2.3. Terrassabilité des matériaux

La réalisation des déblais concernant la formation n°1 (complexe argileux et sableux) ne devrait pas poser de problème particulier à l'extraction. Toutefois, bien que nous n'en ayons pas trouvé au droit des sondages, il n'est pas exclu de rencontrer des blocs ou des affleurements rocheux en phase travaux. Cela nécessitera alors l'emploi d'engins adaptés ou d'outils adaptés tels qu'éclateur, BRH, dérocteur, etc...

5.2.4. Drainage en phase chantier

Des venues d'eau peuvent apparaître en cours de terrassement. Elles seront alors collectées en périphérie et évacuées en dehors de la fouille (captage).

Les dispositions spécifiques prévisibles seront adaptées au cas par cas pour assurer la mise au sec de la plateforme de travail à tout moment.

Toute zone décomprimée fera l'objet d'un traitement spécifique si elle doit recevoir un élément de l'ouvrage à porter (purge, compactage).

5.2.5. Condition de réutilisation des matériaux en couche de forme

Aucune analyse d'aptitude des sols au traitement n'a été réalisée à ce stade du projet.

6. Structure de chaussées neuves

6.1. Document de référence

La vérification des structures de chaussée a été établie sur la base des documents suivants :

- le « Guide technique de conception et de dimensionnement des structures de chaussée » du SETRA (décembre 1994) ;
- le « Catalogue des structures type de chaussées neuves » en vigueur (version 1998) ;
- la norme « Dimensionnement des structures neuves » NF P98-086 (mai 2019).

6.2. Méthode de vérification – dimensionnement mécanique

Le dimensionnement d'une chaussée consiste à comparer les contraintes et déformations à la base de chaque couche de chaussée à des contraintes et déformations admissibles. Ces dernières sont évaluées à partir des éléments suivants :

- les caractéristiques mécaniques de chaque couche (résistance à la fatigue, module élastique, ...) ;
- le trafic poids lourds (PTAC supérieur à 3.5 T) pondéré (agressivité) et cumulé pendant toute la durée de service ;
- le risque de calcul pris.

Les contraintes et déformations à la base de chaque couche sont calculées à l'aide du modèle de Burmister (modèle élastique multicouches semi-fini) par le logiciel ALIZE LCPC, sous l'effet de la charge du jumelage standard français (demi-essieu à roues jumelées chargé à 6,5 T).

6.3. Méthode de vérification – dimensionnement au gel

La vérification au gel consiste à comparer :

- l'indice de gel atmosphérique choisi comme référence IR, qui caractérise la rigueur de l'hiver dont on souhaite protéger la chaussée,
- et l'indice de gel atmosphérique que peut supporter la chaussée, appelé indice de gel admissible IA. Cet indice s'évalue en fonction de la sensibilité au gel du sol support et du rôle mécanique du corps de la chaussée.

Les calculs de pénétration de gel dans la chaussée sont réalisés à l'aide du module Gel-Dégel du logiciel ALIZE selon la méthode LCPC-SETRA.

6.4. Prédimensionnement des voiries

6.4.1. Hypothèses retenues

Les hypothèses suivantes ont été retenues (sur la base de la norme NF P 98-086). Il appartiendra au maître d'ouvrage de vérifier leur compatibilité avec son projet.

Paramètre	Explication	Valeur
Classe de trafic cumulé	Hypothèses Ginger CEBTP	TC0
Nombre de poids-lourds/jour		250 véh/j dont 1% de PL soit 3 PL/j dans les deux sens (trafic T5)
Taux de croissance arithmétique du trafic par an		0 %
Durée de service		20 ans
Coefficient d'agressivité moyen du trafic CAM	Coefficient permettant de convertir le trafic en nombre d'essieu simple de 13 tonnes.	0.3 (matériau bitumineux – trafic T5)
		0.4 (sol – trafic T5)
Taux de risque	Taux de dégradation d'origine structurelle accepté au terme de la durée de service.	25 %

6.4.2. Plate-forme support de chaussée

Les terrains existants présentent, pour une profondeur comprise entre 0.3 m et 2.0 m environ, les natures de matériaux suivantes :

- Argile sableuse A2 en état hydrique m (moyennement humide),
- Argile sableuse B6 en état hydrique th (très humide).

Au moment des travaux, et de la découverte de la PST, dans le cas où celle-ci apparaîtrait en remblai, il conviendra de la réceptionner au cas par cas en fonction de sa portance et de son état visuel.

Compte tenu des sols en présence et selon le Guide Technique Routier (G.T.R), la Partie Supérieure des Terrassements (P.S.T.) actuelle peut varier entre une **PST n°0/AR0 et une PST n°2/AR1**.

Cette classe peut évoluer en fonction des conditions météorologiques.

Compte tenu des hypothèses de trafics, la Partie Supérieure des Terrassements (P.S.T.) devra correspondre en tout point à une **PST n° 2/AR1 minimum**.

Les travaux préparatoires consisteront à obtenir des matériaux dans un état hydrique moyennement humide (m) au minimum s'ils ne le sont pas déjà.

Il est nécessaire de purger les éventuelles poches médiocres et les sols détériorés par les engins de terrassement ou par les eaux de pluie.

Dans le cas contraire (à la suite d'intempéries par exemple), et s'il est impossible d'attendre que le terrain s'assainisse, on devra envisager l'une des solutions ci-dessous :

- Cloutage (incorporation par compactage et jusqu'à refus d'éléments 80/150 mm ou équivalents).
- Mise en place d'un géosynthétique non-tissé et d'une sous-couche de 15 cm minimum en matériaux d'apports granulaires compactés et insensibles à l'eau (déchets de carrières, grave calcaire criblée, etc.).
- Traitement du sol en place :
 - Soit traitement à la chaux pour abaisser la teneur en eau et permettre le compactage.
 - Soit traitement à la chaux sur au moins 30 cm d'épaisseur et au ciment sur les 10 cm supérieurs.

Ce procédé nécessite une étude spécifique de laboratoire. Il convient notamment de vérifier que le sol ne contient pas de sulfates pouvant entraîner la formation de sels expansifs (ettringite ou thaumasite).

Il conviendra également de s'assurer de la bonne collecte des eaux de ruissellement.

6.4.3. Couche de forme

Les caractéristiques de la couche de forme (matériaux utilisés et épaisseurs) sont fournies dans le fascicule II du GTR 92, en fonction des classes de PST et AR.

Afin d'obtenir une **plate-forme de classe PF2** correspondant à un module EV2 compris entre 50 et 120 MPa à partir d'une PST2/AR1, il est possible d'envisager la structure de couche de forme suivante :

Etat hydrique de la PST	Classe PST / AR	Amélioration de la PST	Couche de forme
th	PST 0 / AR 0	Drainage latéral + traitement à la chaux sur 50 cm d'épaisseur	✓ 0.40 m de matériaux de type R21 (0/60 ou 0/100) au-dessus d'un géotextile
h	PST 1 / AR 1	Traitement à la chaux sur 50 cm d'épaisseur	
m	PST 2 / AR 1	Pas nécessaire	
s	PST 3 / AR 1		
ts			

Le tableau suivant présente les principales caractéristiques associées à une classe de plateforme PF2.

Caractéristiques	Nature de la couche de forme	Classe de plateforme PF2
Compacité (si D ≤ 20 mm)		≥ 98,5% de l'Optimum Proctor Normal
Valeur maximale de déflexion «d» (en mm)	couche de forme granulaire	< 200 / 100
	couche de forme traitée à la chaux et/ou au liant hydraulique	< 80 / 100
Valeur maximale module EV2 (MPa)	couche de forme granulaire	≥ 50
	couche de forme traitée à la chaux et/ou au liant hydraulique	Essai non adapté

6.4.4. Type de structure dimensionnée

Le dimensionnement porte sur la réalisation d'une structure type bitumineuse épaisse (GB3) et d'une structure souple (GNT B2).

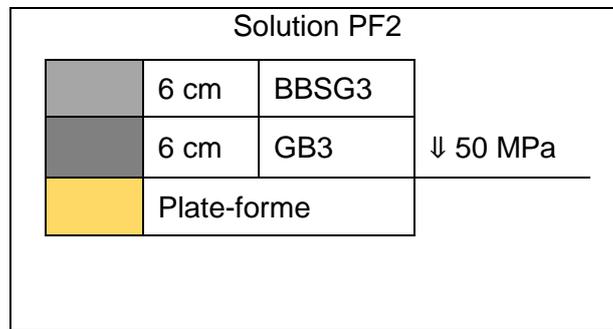
6.4.5. Proposition de structure de chaussées

Les matériaux proposés dans le dimensionnement sont :

PROPOSITION 1

- du BBSG de classe 3 en couche de roulement
- de la GB classe 3 en couche d'assise

Le dimensionnement proposé est le suivant :



Les calculs fournissent les résultats suivants (à 15°C) :

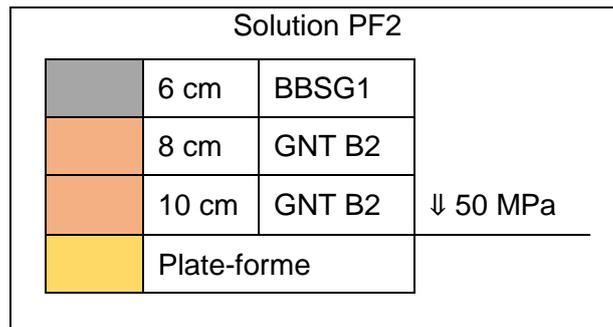
Plate-forme PF2 (granulaire)

Epaisseur	Matériau	Module	Valeur admissible	Valeur calculée	Conforme
6.0 cm	BBSG3	7 000 MPa			
6.0 cm	GB3	9 000 MPa	$\epsilon_{T \text{ ADM}} = 302.6 \mu\text{def}$	$\epsilon_T = 257.2 \mu\text{def}$	OUI
	Support PF2	50 MPa	$\epsilon_Z \text{ ADM} = 2132.5 \mu\text{def}$	$\epsilon_Z = 1041.7 \mu\text{def}$	OUI

PROPOSITION 2

- du BBSG de classe 1 en couche de roulement
- de la GNT B2 en couche d'assise

Le dimensionnement proposé est le suivant :



Les calculs fournissent les résultats suivants (à 15°C) :

Plate-forme PF2 (granulaire)

Epaisseur	Matériau	Module	Valeur admissible	Valeur calculée	Conforme
6.0 cm	BBSG1	5 500 MPa			
8.0 cm	GNT B2	400 MPa	$\epsilon_{Z ADM} = 2171.5 \mu def$	$\epsilon_Z = 617.4 \mu def$	OUI
10.0 cm	GNT B2	400 MPa	$\epsilon_{Z ADM} = 2171.5 \mu def$	$\epsilon_Z = 670.3 \mu def$	OUI
	Support PF2	50 MPa	$\epsilon_{Z ADM} = 2132.5 \mu def$	$\epsilon_Z = 1474.1 \mu def$	OUI

6.4.6. Vérification au gel

La vérification au gel a été conduite suivant le logiciel GEL-1D. Compte tenu de l'hétérogénéité des classes d'arase du projet, un support très gélif a été retenu de manière pénalisante pour le calcul.

La solution ainsi proposée a fait l'objet d'une vérification au gel. Les épaisseurs de couche de forme retenues pour le projet sont les suivantes : 40 cm pour un matériau D31+ géotextile ou 50 cm de matériau D31.

Les résultats sont synthétisés dans le tableau ci-après :

PROPOSITION 1	PROPOSITION 2
IA = 107	IA = 215

La solution proposée permet de répondre aux sollicitations d'un Hiver Rigoureux Non Exceptionnel (pour Orléans, I_{HRNE} = 85°C.jour).

6.5. Synthèses et préconisations

6.5.1. Structure de chaussées

Sur la base des calculs effectués, les tableaux ci-après proposent des structures répondant aux exigences précisées dans ce rapport (à confirmer par le Maître d'Ouvrage / le Maître d'œuvre).

Solution 1

6 cm	BBSG 0/10 classe 3	↓ 50 MPa
6 cm	GB3	
50 cm de matériau D31 ou 40 cm + géotextile **		
Arase terrassement PST2/AR1		

Solution 2

6 cm	BBSG 0/10 classe 1	↓ 50 MPa
8 cm	GNT B2	
10 cm	GNT B2	
50 cm de matériau D31 ou 40 cm + géotextile **		
Arase terrassement PST2/AR1		

Note 1 - ** La couche de forme granulaire a été dimensionnée pour une classe d'arase PST2 AR1. L'absence de drainage des eaux du corps de chaussée et le terrassement par météo défavorable pourraient conduire à l'obtention d'une classe d'arase moins favorable et donc à l'épaississement de la couche de forme.

Note 2 – Les couches de roulement bitumineuses sont susceptibles de fluer sous l'effet de charges lourdes, lentes et répétées. De manière à limiter ces déformations, tout en restant en solution BBSG, il conviendra de spécifier des exigences particulières en termes de résistance à l'orniérage, de classe de bitume et / ou de granulats. La mise en œuvre d'un BBME, plus résistant mais plus sensible à la fissuration thermique, pourra également limiter ce phénomène.

Note 3 – En fonction de la granulométrie de la couche de forme retenue, il pourra être nécessaire de mettre en œuvre une couche de réglage en matériau insensible à l'eau avant la mise en œuvre des enrobés.

6.5.2. Préconisations particulières de travaux

De manière générale, les matériaux respecteront et seront mis en œuvre suivant les normes en vigueur. GINGER CEBTP se tient à la disposition du maître d'ouvrage pour réaliser l'ensemble des contrôles de réception, dans le cadre de sa mission de contrôle extérieur des travaux.

7. Observations majeures

Les conclusions du présent rapport ne sont valables que sous réserve des conditions générales des missions géotechniques de l'Union Syndicale Géotechnique fournies en annexe 1 (norme NF P94-500 de novembre 2013).

Le dimensionnement des ouvrages sera réalisé par l'entreprise dans le cadre de l'étude géotechnique d'exécution (mission G3) une fois les hypothèses relatives aux voiries aient été confirmées par le Maître d'Ouvrage/Maître d'œuvre. Nous rappelons que cette mission est à la charge de l'entreprise.

La conformité de cette étude et du suivi géotechnique d'exécution fera l'objet d'une supervision géotechnique d'exécution (mission G4) à la charge du maître d'ouvrage. Cette mission s'attardera, entre autres, à vérifier les notes de calculs de l'entreprise, à valider la procédure d'exécution des ouvrages géotechniques, et à suivre leur réalisation.

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

- Classification des missions types d'ingénierie géotechnique.

4.2.4 Tableaux synthétiques

Tableau 1 — Enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique

Enchaînement des missions G1 à G4	Phases de la maîtrise d'œuvre	Mission d'ingénierie géotechnique (GN) et Phase de la mission		Objectifs à atteindre pour les ouvrages géotechniques	Niveau de management des risques géotechniques attendu	Prestations d'investigations géotechniques à réaliser
Étape 1 : Étude géotechnique préalable (G1)		Étude géotechnique préalable (G1) Phase Étude de Site (ES)		Spécificités géotechniques du site	Première identification des risques présentés par le site	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
	Étude préliminaire, esquisse, APS	Étude géotechnique préalable (G1) Phase Principes Généraux de Construction (PGC)		Première adaptation des futurs ouvrages aux spécificités du site	Première identification des risques pour les futurs ouvrages	Fonction des données existantes et de la complexité géotechnique
Étape 2 : Étude géotechnique de conception (G2)	APD/AVP	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Avant-projet (AVP)		Définition et comparaison des solutions envisageables pour le projet	Mesures préventives pour la réduction des risques identifiés, mesures correctives pour les risques résiduels avec détection au plus tôt de leur survenance	Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	PRO	Étude géotechnique de conception (G2) Phase Projet (PRO)		Conception et justifications du projet		Fonction du site et de la complexité du projet (choix constructifs)
	DCE/ACT	Étude géotechnique de conception (G2) Phase DCE / ACT		Consultation sur le projet de base / Choix de l'entreprise et mise au point du contrat de travaux		
Étape 3 : Études géotechniques de réalisation (G3/G4)		À la charge de l'entreprise	À la charge du maître d'ouvrage			
	EXE/VISA	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Étude (en interaction avec la phase Suivi)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision de l'étude géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision du suivi)	Étude d'exécution conforme aux exigences du projet, avec maîtrise de la qualité, du délai et du coût	Identification des risques résiduels, mesures correctives, contrôle du management des risques résiduels (réalité des actions, vigilance, mémorisation, capitalisation des retours d'expérience)	Fonction des méthodes de construction et des adaptations proposées si des risques identifiés surviennent
	DET/AOR	Étude et suivi géotechniques d'exécution (G3) Phase Suivi (en interaction avec la phase Étude)	Supervision géotechnique d'exécution (G4) Phase Supervision du suivi géotechnique d'exécution (en interaction avec la phase Supervision de l'étude)	Exécution des travaux en toute sécurité et en conformité avec les attentes du maître d'ouvrage		Fonction du contexte géotechnique observé et du comportement de l'ouvrage et des avoisinants en cours de travaux
À toute étape d'un projet ou sur un ouvrage existant	Diagnostic	Diagnostic géotechnique (G5)		Influence d'un élément géotechnique spécifique sur le projet ou sur l'ouvrage existant	Influence de cet élément géotechnique sur les risques géotechniques identifiés	Fonction de l'élément géotechnique étudié

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique

<p>L'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étapes 1 à 3) doit suivre les étapes de conception et de réalisation de tout projet pour contribuer à la maîtrise des risques géotechniques. Le maître d'ouvrage ou son mandataire doit faire réaliser successivement chacune de ces missions par une ingénierie géotechnique. Chaque mission s'appuie sur des données géotechniques adaptées issues d'investigations géotechniques appropriées.</p>
<p>ÉTAPE 1 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE PRÉALABLE (G1)</p> <p>Cette mission exclut toute approche des quantités, délais et coûts d'exécution des ouvrages géotechniques qui entre dans le cadre de la mission d'étude géotechnique de conception (étape 2). Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire. Elle comprend deux phases :</p> <p><u>Phase Étude de Site (ES)</u></p> <p>Elle est réalisée en amont d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour une première identification des risques géotechniques d'un site.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Faire une enquête documentaire sur le cadre géotechnique du site et l'existence d'avoisnants avec visite du site et des alentours. — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport donnant pour le site étudié un modèle géologique préliminaire, les principales caractéristiques géotechniques et une première identification des risques géotechniques majeurs. <p><u>Phase Principes Généraux de Construction (PGC)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade d'une étude préliminaire, d'esquisse ou d'APS pour réduire les conséquences des risques géotechniques majeurs identifiés. Elle s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un rapport de synthèse des données géotechniques à ce stade d'étude (première approche de la ZIG, horizons porteurs potentiels, ainsi que certains principes généraux de construction envisageables (notamment fondations, terrassements, ouvrages enterrés, améliorations de sols).
<p>ÉTAPE 2 : ÉTUDE GÉOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2)</p> <p>Cette mission permet l'élaboration du projet des ouvrages géotechniques et réduit les conséquences des risques géotechniques importants identifiés. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend trois phases :</p> <p><u>Phase Avant-projet (AVP)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir si besoin 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, les principes de construction envisageables (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions générales vis-à-vis des nappes et des avoisnants), une ébauche dimensionnelle par type d'ouvrage géotechnique et la pertinence d'application de la méthode observationnelle pour une meilleure maîtrise des risques géotechniques. <p><u>Phase Projet (PRO)</u></p> <p>Elle est réalisée au stade du projet de la maîtrise d'œuvre et s'appuie obligatoirement sur des données géotechniques adaptées suffisamment représentatives pour le site.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Fournir un dossier de synthèse des hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade du projet (valeurs caractéristiques des paramètres géotechniques en particulier), des notes techniques donnant les choix constructifs des ouvrages géotechniques (terrassements, soutènements, pentes et talus, fondations, assises des dallages et voiries, améliorations de sols, dispositions vis-à-vis des nappes et des avoisnants), des notes de calcul de dimensionnement, un avis sur les valeurs seuils et une approche des quantités. <p><u>Phase DCE / ACT</u></p> <p>Elle est réalisée pour finaliser le Dossier de Consultation des Entreprises et assister le maître d'ouvrage pour l'établissement des Contrats de Travaux avec le ou les entrepreneurs retenus pour les ouvrages géotechniques.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Établir ou participer à la rédaction des documents techniques nécessaires et suffisants à la consultation des entreprises pour leurs études de réalisation des ouvrages géotechniques (dossier de la phase Projet avec plans, notices techniques, cahier des charges particulières, cadre de bordereau des prix et d'estimatif, planning prévisionnel). — Assister éventuellement le maître d'ouvrage pour la sélection des entreprises, analyser les offres techniques, participer à la finalisation des pièces techniques des contrats de travaux.

Tableau 2 — Classification des missions d'ingénierie géotechnique (suite)

<p>ÉTAPE 3 : ÉTUDES GÉOTECHNIQUES DE RÉALISATION (G3 et G 4, distinctes et simultanées)</p> <p>ÉTUDE ET SUIVI GÉOTECHNIQUES D'EXECUTION (G3)</p> <p>Cette mission permet de réduire les risques géotechniques résiduels par la mise en œuvre à temps de mesures correctives d'adaptation ou d'optimisation. Elle est confiée à l'entrepreneur sauf disposition contractuelle contraire, sur la base de la phase G2 DCE/ACT. Elle comprend deux phases interactives :</p> <p><u>Phase Étude</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir si besoin un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Étudier dans le détail les ouvrages géotechniques : notamment établissement d'une note d'hypothèses géotechniques sur la base des données fournies par le contrat de travaux ainsi que des résultats des éventuelles investigations complémentaires, définition et dimensionnement (calculs justificatifs) des ouvrages géotechniques, méthodes et conditions d'exécution (phasages généraux, suivis, auscultations et contrôles à prévoir, valeurs seuils, dispositions constructives complémentaires éventuelles). — Élaborer le dossier géotechnique d'exécution des ouvrages géotechniques provisoires et définitifs : plans d'exécution, de phasage et de suivi. <p><u>Phase Suivi</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — Suivre en continu les auscultations et l'exécution des ouvrages géotechniques, appliquer si nécessaire des dispositions constructives prédéfinies en phase Étude. — Vérifier les données géotechniques par relevés lors des travaux et par un programme d'investigations géotechniques complémentaire si nécessaire (le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats). — Établir la prestation géotechnique du dossier des ouvrages exécutés (DOE) et fournir les documents nécessaires à l'établissement du dossier d'interventions ultérieures sur l'ouvrage (DIUO) <p>SUPERVISION GÉOTECHNIQUE D'EXECUTION (G4)</p> <p>Cette mission permet de vérifier la conformité des hypothèses géotechniques prises en compte dans la mission d'étude et suivi géotechniques d'exécution. Elle est à la charge du maître d'ouvrage ou son mandataire et est réalisée en collaboration avec la maîtrise d'œuvre ou intégrée à cette dernière. Elle comprend deux phases interactives :</p> <p><u>Phase Supervision de l'étude d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — Donner un avis sur la pertinence des hypothèses géotechniques de l'étude géotechnique d'exécution, des dimensionnements et méthodes d'exécution, des adaptations ou optimisations des ouvrages géotechniques proposées par l'entrepreneur, du plan de contrôle, du programme d'auscultation et des valeurs seuils. <p><u>Phase Supervision du suivi d'exécution</u></p> <ul style="list-style-type: none"> — Par interventions ponctuelles sur le chantier, donner un avis sur la pertinence du contexte géotechnique tel qu'observé par l'entrepreneur (G3), du comportement tel qu'observé par l'entrepreneur de l'ouvrage et des avoisinants concernés (G3), de l'adaptation ou de l'optimisation de l'ouvrage géotechnique proposée par l'entrepreneur (G3). — donner un avis sur la prestation géotechnique du DOE et sur les documents fournis pour le DIUO.
<p>DIAGNOSTIC GÉOTECHNIQUE (G5)</p> <p>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. Ce diagnostic géotechnique précise l'influence de cet ou ces éléments géotechniques sur les risques géotechniques identifiés ainsi que leurs conséquences possibles pour le projet ou l'ouvrage existant.</p> <ul style="list-style-type: none"> — Définir, après enquête documentaire, un programme d'investigations géotechniques spécifique, le réaliser ou en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats. — Étudier un ou plusieurs éléments géotechniques spécifiques (par exemple soulèvement, causes géotechniques d'un désordre) dans le cadre de ce diagnostic, mais sans aucune implication dans la globalité du projet ou dans l'étude de l'état général de l'ouvrage existant. — Si ce diagnostic conduit à modifier une partie du projet ou à réaliser des travaux sur l'ouvrage existant, des études géotechniques de conception et/ou d'exécution ainsi qu'un suivi et une supervision géotechniques seront réalisés ultérieurement, conformément à l'enchaînement des missions d'ingénierie géotechnique (étape 2 et/ou 3).

ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

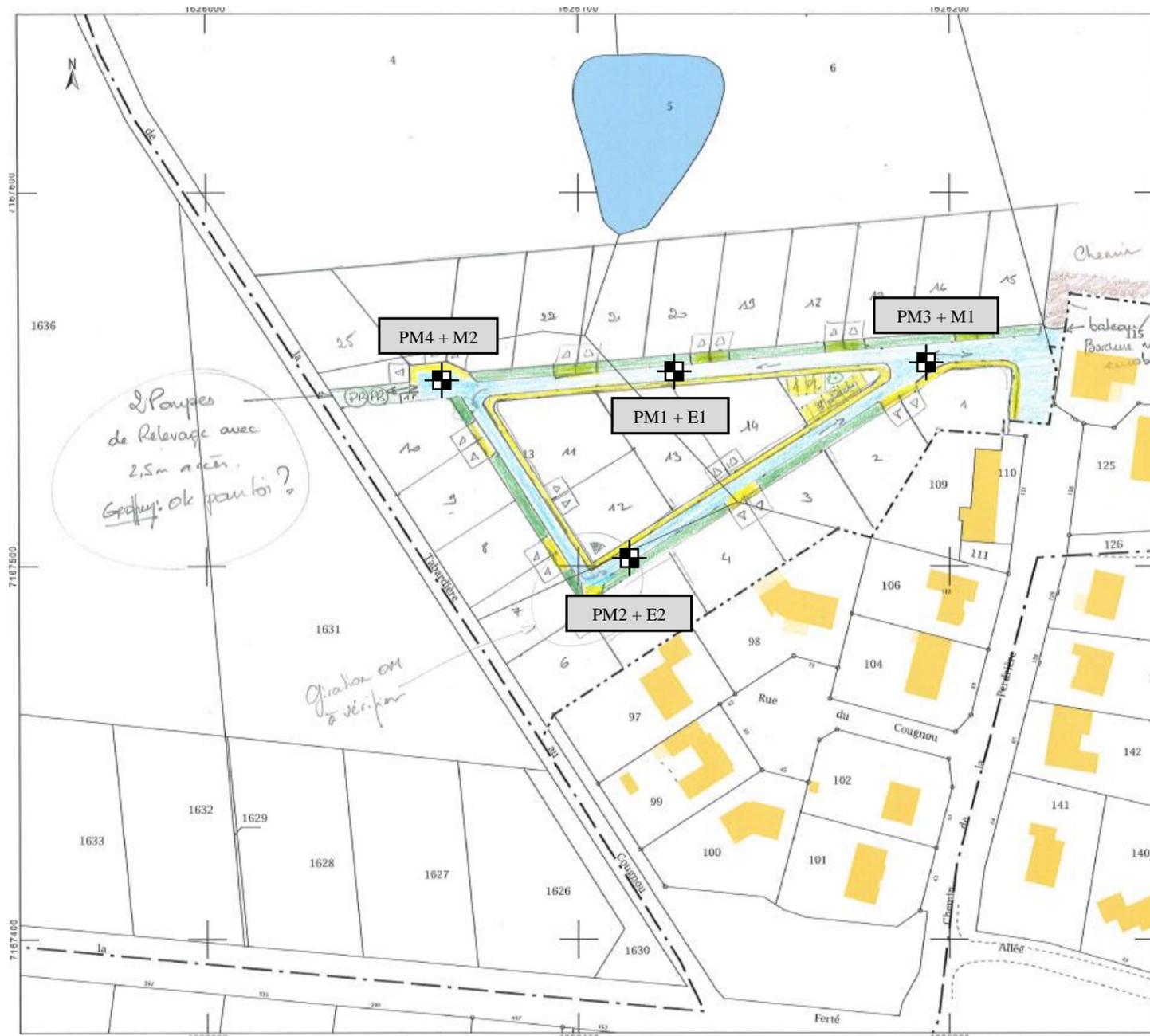
Chantier : Création d'une voirie et réalisation d'essais de perméabilité

Ménestreau-en-Villette (45)

Client : CLARES Immobilier

N° dossier : OOR2.L.0598

Date : 05/07/2021



LEGENDE



PM : Sondage à la pelle mécanique pour relevé de la coupe de sol, prélèvements d'échantillons (E) et réalisation d'essais MATSUO (M)

Echelle : /

GINGER
CEBTP

GINGER - CEBTP
P.A. de la Saussaye
Allée des Joncs
45590 Saint Cyr en Val
Tél. : 02.38.56.55.52 - Fax : 02.38.51.19.44

ANNEXE 3 – SONDAGES A LA PELLE MECANIQUE

- Coupes détaillée des sols.



FOUILLE A LA PELLE MECANIQUE

PM1

Dossier : **OOR2.L.0598**

Localité : **Chemin de la Perrière - 45240 MENESTREAU EN VILLETTE**

Chantier : **Création d'une voirie avec essais de perméabilité**

Client : **CLARES Immobilier**

X :

Date début de forage : **02/06/2021**

Echelle : **1/25**

Y :

Date fin de forage : **02/06/2021**

Machine : **Pelle mécanique 1.5t**

Z :

Profondeur de fin : **2.00m**

Outil	Niveau d'eau	Profondeur (m / TA)	Lithologies	Echantillons
Godet Largeur 0.3m		0	Terre Végétale brune sableuse	
		0.50 m		
		1	Argile grise-orangée sableuse collante	1.90 m
		2		2.00 m Prélèvement - GTR IPI
		3		
		4		

Observation :

EXGTE 3.23.1

Dossier : **OOR2.L.0598**

 Localité : **Chemin de la Perrière - 45240 MENESTREAU EN VILLETTE**

 Chantier : **Création d'une voirie avec essais de perméabilité**

 Client : **CLARES Immobilier**

X :

 Date début de forage : **02/06/2021**

 Echelle : **1/25**

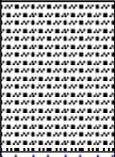
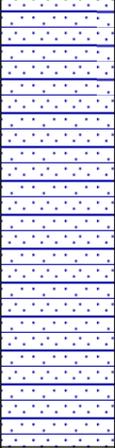
Y :

 Date fin de forage : **02/06/2021**

 Machine : **Pelle mécanique 1.5t**

Z :

 Profondeur de fin : **2.00m**

Outil	Niveau d'eau	Profondeur (m / TA)	Lithologies	Echantillons
Godet Largeur 0.3m		0	 Terre Végétale brune sableuse	
		0.50 m	 Argile grise-orangée sableuse collante	1.40 m 1.50 m Prélèvement - GTR IPI
	2.0 m  02/06/2021 Fin de forage	2.00 m	2 3 4	

Observation :

EXGTE 3.23.1

Dossier : **OOR2.L.0598**

 Localité : **Chemin de la Perrière - 45240 MENESTREAU EN VILLETTE**

 Chantier : **Création d'une voirie avec essais de perméabilité**

 Client : **CLARES Immobilier**

X :

 Date début de forage : **02/06/2021**

 Echelle : **1/25**

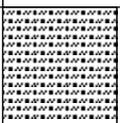
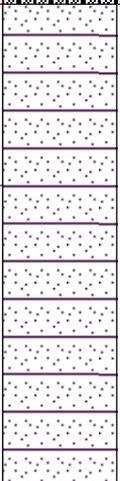
Y :

 Date fin de forage : **02/06/2021**

 Machine : **Pelle mécanique 1.5t**

Z :

 Profondeur de fin : **2.00m**

Outil	Niveau d'eau	Profondeur (m / TA)	Lithologies	Echantillons	Essais d'eau	Observation
Godet Largeur 0.3m	 02/06/2021 Venues d'eau	0	 Terre Végétale brune sableuse			
		0.40 m	 Sable gris-orangé argileux		MATSUO M2	
		2				
		3				
		4				

Observation :

EXGTE 3.23.1



FOUILLE A LA PELLE MECANIQUE

PM4

Dossier : **OOR2.L.0598**

Localité : **Chemin de la Perrière - 45240 MENESTREAU EN VILLETTE**

Chantier : **Création d'une voirie avec essais de perméabilité**

Client : **CLARES Immobilier**

X :

Date début de forage : **02/06/2021**

Echelle : **1/25**

Y :

Date fin de forage : **02/06/2021**

Machine : **Pelle mécanique 1.5t**

Z :

Profondeur de fin : **2.00m**

Outil	Niveau d'eau	Profondeur (m / TA)	Lithologies	Echantillons	Essais d'eau	Observations
Godet Largeur 0.3m		0	Terre Végétale brune sableuse			
		0.40 m	Sable gris-orangé argileux			Très mauvaise tenue des parois de la fouille - éboulements continus
		2.00 m			MATSUO M2	
		2				
		3				
		4				

Observation :

EXGTE 3.23.1

ANNEXE 4 – PROCES VERBAUX DES ESSAIS EN LABORATOIRE

CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

GINGER CEBTP ORLEANS
PA DE LA SAUSSAYE
ALLEE DES JONCS
45590 SAINT CYR EN VAL

Informations générales

N° dossier : 00R2.L0598.0001	Client / MO : CLARES CREDIT AGRICOLE CENTRE LOIRE
Désignation : G2 PRO VOIRIE+ INFILTRO + MENESTREAU EN V45240	
Localité : MENESTREAU EN VILLETTE	Demandeur / MOE : CLARES CREDIT AGRICOLE CENTRE LOIRE
Chargé d'affaire : CARVALHO LUCIA	

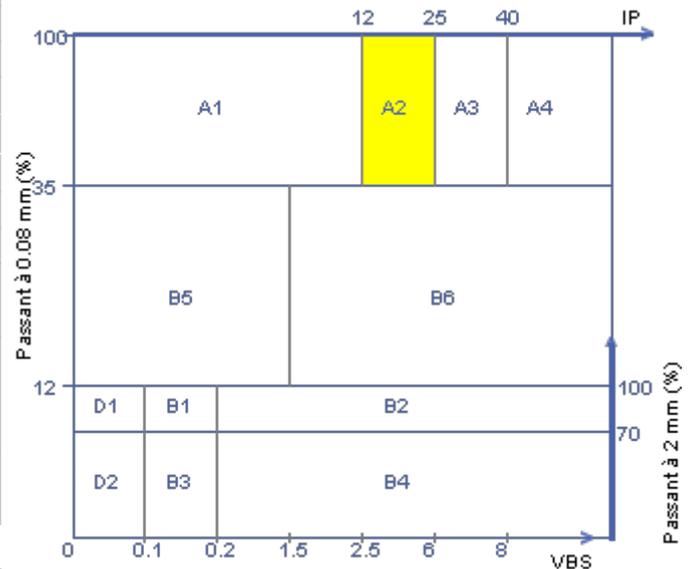
Informations sur l'échantillon N° 21ORL-0383

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique	Sondage : PM1
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 1.90/2.00 m
Date prélèvement : 02/06/21	
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac	
Date de livraison : 02/06/21	
Description : Argile sableuse	

Paramètres de nature

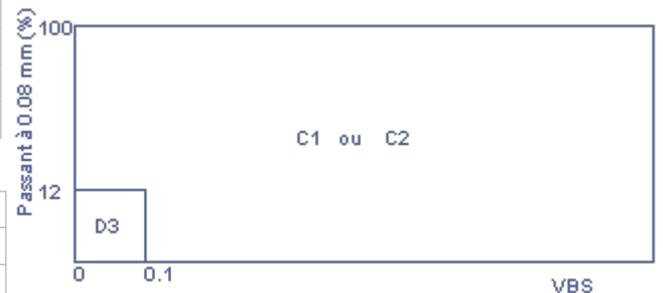
Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	20	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	99.0	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	38.6	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - WL	NF P94-051		%
Limite de plasticité - WP	NF P94-051		%
Indice de plasticité - IP	WL - WP		
VBS	NF P94-068	3.22	g /100 g
MV des particules solides ρ _S	NF P94-054		kg/m ³
Propreté des sables - SE	NF EN 933-8		%
Masse volumique humide ρ	NF P94-053		kg/m ³
Masse volumique sèche ρ _d	NF P94-064		t/m ³
Teneur en carbonate	NF P94-048		%
Teneur en MO - C _{MOC}	XP P 94-047		%

CLASSIFICATION NF P 11-300: A2 m



Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - W _n	(NF P 94-050)	10.2	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078	12	
Indice de Consistance - I _c	(WL - W _n) / IP		
W _n / W _{OPN}	NF P94-093		



Paramètres de comportement mécanique - Matériaux rocheux

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Fragmentabilité - FR	NF P94-066		
Dégradabilité - DG	NF P94-067		
micro-Deval - MDE (10/14 mm)	NF EN 1097-1		
Los Angeles - LA (10/14 mm)	NF EN 1097-2		%
Friabilité des sables - F _s	NF P18-576		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W _{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ _{OPN} (Mg/m ³) :	

Observations :

Technicien
Frédéric GIBIER

GINGER CEBTP ORLEANS
PA DE LA SAUSSAYE
ALLEE DES JONCS
45590 SAINT CYR EN VAL

Informations générales

N° dossier : 00R2.L0598.0001	Client / MO : CLARES CREDIT AGRICOLE CENTRE LOIRE
Désignation : G2 PRO VOIRIE+ INFILTRO + MENESTREAU EN V45240	
Localité : MENESTREAU EN VILLETTE	Demandeur / MOE : CLARES CREDIT AGRICOLE CENTRE LOIRE
Chargé d'affaire : CARVALHO LUCIA	

Informations sur l'échantillon N° 21ORL-0383

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique	Sondage : PM1
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 1.90/2.00 m
Date prélèvement : 02/06/21	
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac	
Date de livraison : 02/06/21	dm (mm) : 20
Description : Sable argileux marron	

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage	Technicien : Frédéric GIBIER
Température : 105°C	Date essai : 17/06/21

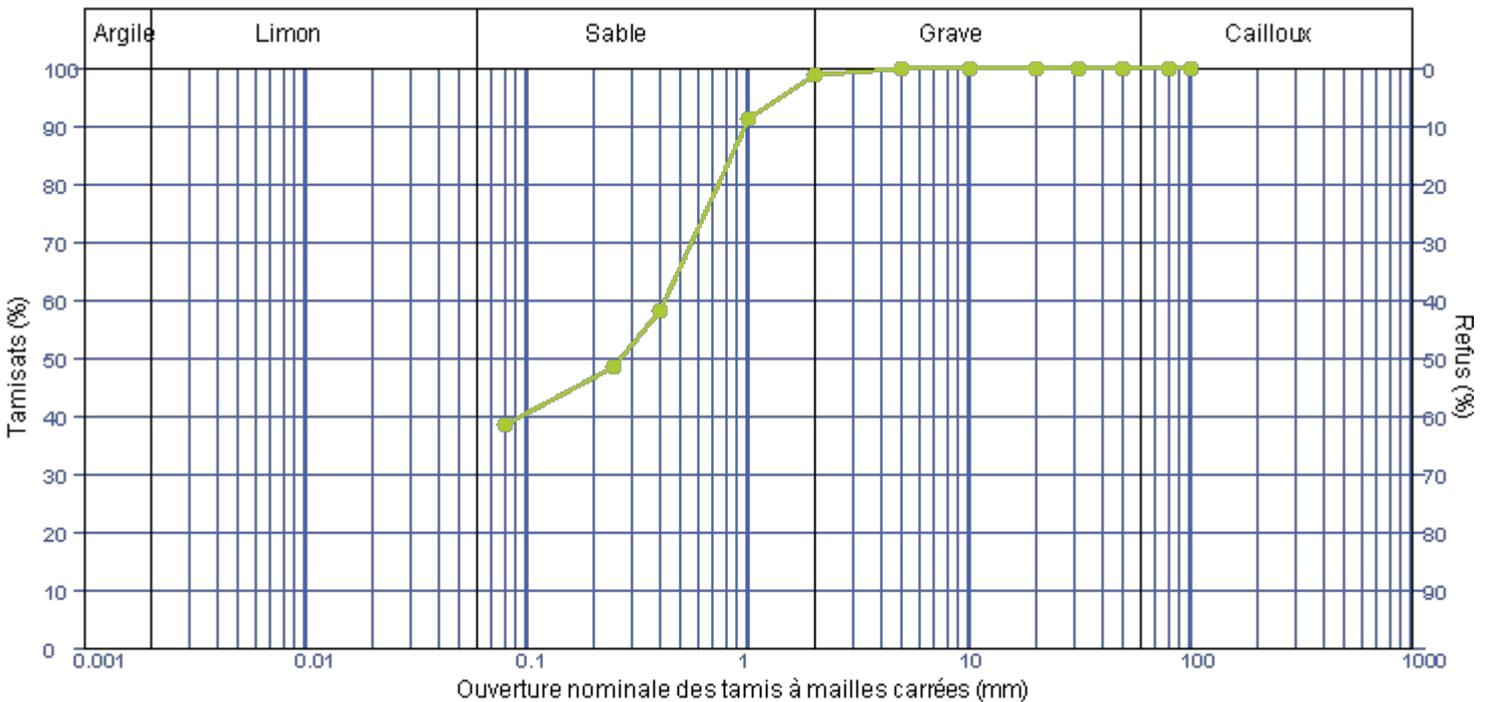
Analyse granulométrique sur 0/D mm

Tamis à mailles carrées (mm)	100 mm	80 mm	50 mm	31.5 mm	20 mm	10 mm	5 mm	2 mm	1 mm	400 µm	250 µm	80 µm
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.8	99.0	91.1	58.2	48.3	38.6

Facteur d'uniformité $C_u = (N.D.)$

Facteur de courbure $C_c = (N.D.)$

Facteur de symétrie $C_s = (N.D.)$



Observations :

Technicien
Frédéric GIBIER

**Mesure de la capacité d'adsorption de bleu de méthylène d'un sol ou d'un matériaux rocheux par l'essai à la tâche
NF P 94-068**GINGER CEBTP ORLEANS
PA DE LA SAUSSAYE
ALLEE DES JONCS
45590 SAINT CYR EN VAL

Informations générales

N° dossier :	OOR2.L0598.0001	Client / MO :	CLARES CREDIT AGRICOLE CENTRE LOIRE
Désignation :	G2 PRO VOIRIE+ INFILTRO + MENESTREAU EN V45240	Demandeur / MOE :	CLARES CREDIT AGRICOLE CENTRE LOIRE
Localité :	MENESTREAU EN VILLETTE		
Chargé d'affaire :	CARVALHO LUCIA		

Informations sur l'échantillon N° 21ORL-0383

Mode de prélèvement :	Sondage à la Pelle Mécanique	Sondage :	PM1
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	1.90/2.00 m
Date prélèvement :	02/06/21		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en sac		
Date de livraison :	02/06/21		
		dm (mm) :	20
Description :	Sable argileux marron		

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	Frédéric GIBIER
Température :	105°C	Date essai :	17/06/21

Résultats

VB =	3.23	g de bleu pour 100 g de matériaux sec	(Sans correction)		
VBs =	3.22	g de bleu pour 100 g de matériaux sec	C =	99.8	W (%) : 9.2

C= proportion de la fraction 0/5 mm dans la fraction 0/50 mm (%) - Si dm = 5 mm, alors C=100 %

Observations :

Technicien
Frédéric GIBIER

MESURE DES INDICES PORTANT IMMEDIATS (IPI - I.CBRimmédiat) Mesure sur échantillon compacté au moule CBR NF P 94-078

GINGER CEBTP ORLEANS
PADE LA SAUSSAYE
ALLEE DES JONCS
45590 SAINT CYR EN VAL

Informations générales

N° dossier : OOR2.L0598.0001	Client /MO : CLARES CREDIT AGRICOLE CENTRE LOIRE
Désignation : G2 PRO VOIRIE+ INFILTRO + MENESTREAU EN V45240	
Localité : MENESTREAU EN VILLETTE	Demandeur / MOE : CLARES CREDIT AGRICOLE CENTRE LOIRE
Chargé d'affaire : CARVALHO LUCIA	

Informations sur l'échantillon N° 21ORL-0383

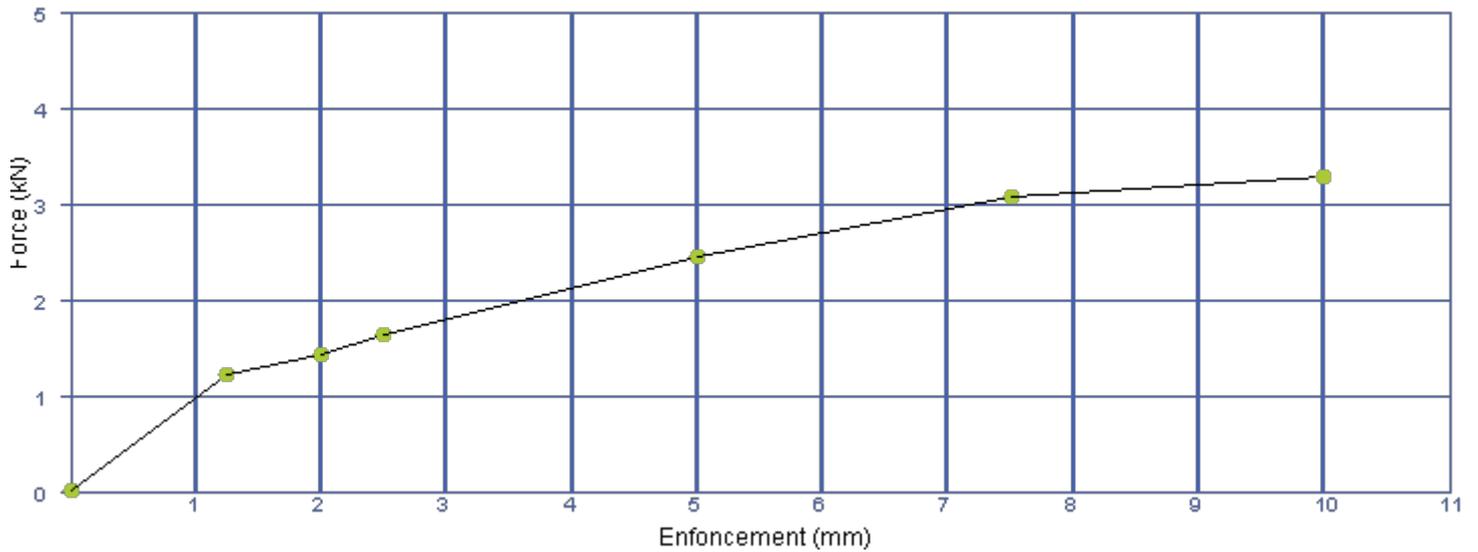
Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique	Sondage : PM1
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 1.90/2.00 m
Date prélèvement : 02/06/21	
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac	
Date de livraison : 02/06/21	
Description : Sable argileux marron	

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage	Température : 105°C	Technicien : Frédéric GIBIER
Type de moule : Moule CBR	Date essai : 15/06/2021	
Dame - Energie de compactage : A - Normale	Essai sur matériau : Non traité	
Fraction testée : 0/20 mm	Liant(s) et dosage(s) :	
Refus (%) sur 0/20 mm: 0.0	Préparation du matériau : Manuelle	

Essai IPI

Force anneau: 30 KN



Résultats sur la fraction 0/20 mm

Teneur en eau initiale	W (%)	=	10.9
Masse volumique sèche	ρd (Mg/m3)	=	1.22
	IPI	=	12

Pourcentage par rapport à la référence optimale

W moulage CBR / W OPT (%) =
ρd moulage CBR / ρd OPT (%) =

Remarque:

Observations :

Technicien
Frédéric GIBIER



CLASSIFICATION DES MATERIAUX UTILISABLES DANS LA CONSTRUCTION DES REMBLAIS ET DES COUCHES DE FORME D'INFRASTRUCTURES ROUTIERES NF P 11-300

GINGER CEBTP ORLEANS
PA DE LA SAUSSAYE
ALLEE DES JONCS
45590 SAINT CYR EN VAL

Informations générales

N° dossier : 00R2.L0598.0001	Client / MO : CLARES CREDIT AGRICOLE CENTRE LOIRE
Désignation : G2 PRO VOIRIE+ INFILTRO + MENESTREAU EN V45240	
Localité : MENESTREAU EN VILLETTE	Demandeur / MOE : CLARES CREDIT AGRICOLE CENTRE LOIRE
Chargé d'affaire : CARVALHO LUCIA	

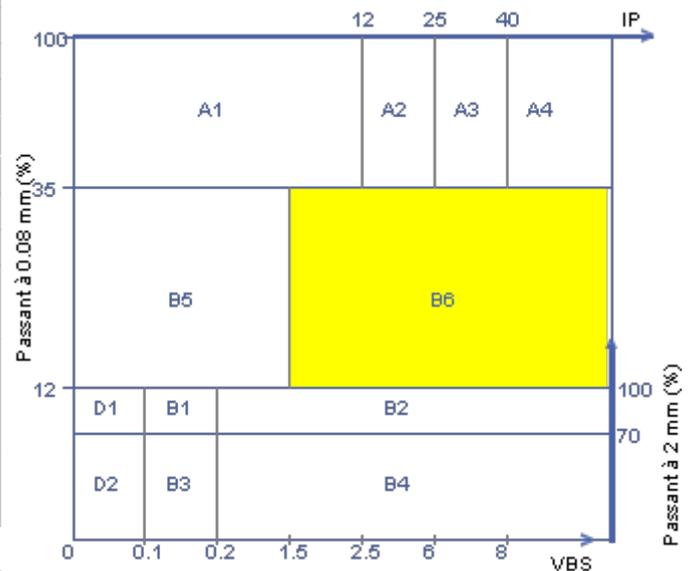
Informations sur l'échantillon N° 21ORL-0384

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique	Sondage : PM2
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 1.40/1.50 m
Date prélèvement : 02/06/21	
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac	
Date de livraison : 02/06/21	
Description : Argile verte/grise (très légère fraction de sable)	

Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	50	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	87.9	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	33.9	%
Passant à 2 µm	ME selon NFP94-057		%
Limite de liquidité - WL	NF P94-051		%
Limite de plasticité - WP	NF P94-051		%
Indice de plasticité - IP	WL - WP		
VBS	NF P94-068	4.78	g /100 g
MV des particules solides ρ _S	NF P94-054		kg/m ³
Propreté des sables - SE	NF EN 933-8		%
Masse volumique humide ρ	NF P94-053		kg/m ³
Masse volumique sèche ρ _d	NF P94-064		t/m ³
Teneur en carbonate	NF P94-048		%
Teneur en MO - C _{MOC}	XP P 94-047		%

CLASSIFICATION NF P 11-300: B6 th



Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - W _n	(NF P 94-050)	13.0	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078	2	
Indice de Consistance - I _c	(WL - W _n) / IP		
W _n / W _{OPN}	NF P94-093		



Paramètres de comportement mécanique - Matériaux rocheux

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Fragmentabilité - FR	NF P94-066		
Dégradabilité - DG	NF P94-067		
micro-Deval - MDE (10/14 mm)	NF EN 1097-1		
Los Angeles - LA (10/14 mm)	NF EN 1097-2		%
Friabilité des sables - F _s	NF P18-576		

Pour information:

Teneur en eau Optimale W _{OPN} (%) :	
Masse volumique sèche Optimale ρ _{OPN} (Mg/m ³) :	

Observations :

Technicien
Frédéric GIBIER

GINGER CEBTP ORLEANS
PA DE LA SAUSSAYE
ALLEE DES JONCS
45590 SAINT CYR EN VAL

Informations générales

N° dossier : 00R2.L0598.0001	Client / MO : CLARES CREDIT AGRICOLE CENTRE LOIRE
Désignation : G2 PRO VOIRIE+ INFILTRO + MENESTREAU EN V45240	
Localité : MENESTREAU EN VILLETTE	Demandeur / MOE : CLARES CREDIT AGRICOLE CENTRE LOIRE
Chargé d'affaire : CARVALHO LUCIA	

Informations sur l'échantillon N° 21ORL-0384

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique	Sondage : PM2
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 1.40/1.50 m
Date prélèvement : 02/06/21	
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac	
Date de livraison : 02/06/21	dm (mm) : 50
Description : Argile verte/grise (très légère fraction de sable)	

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage	Technicien : Frédéric GIBIER
Température : 105°C	Date essai : 17/06/21

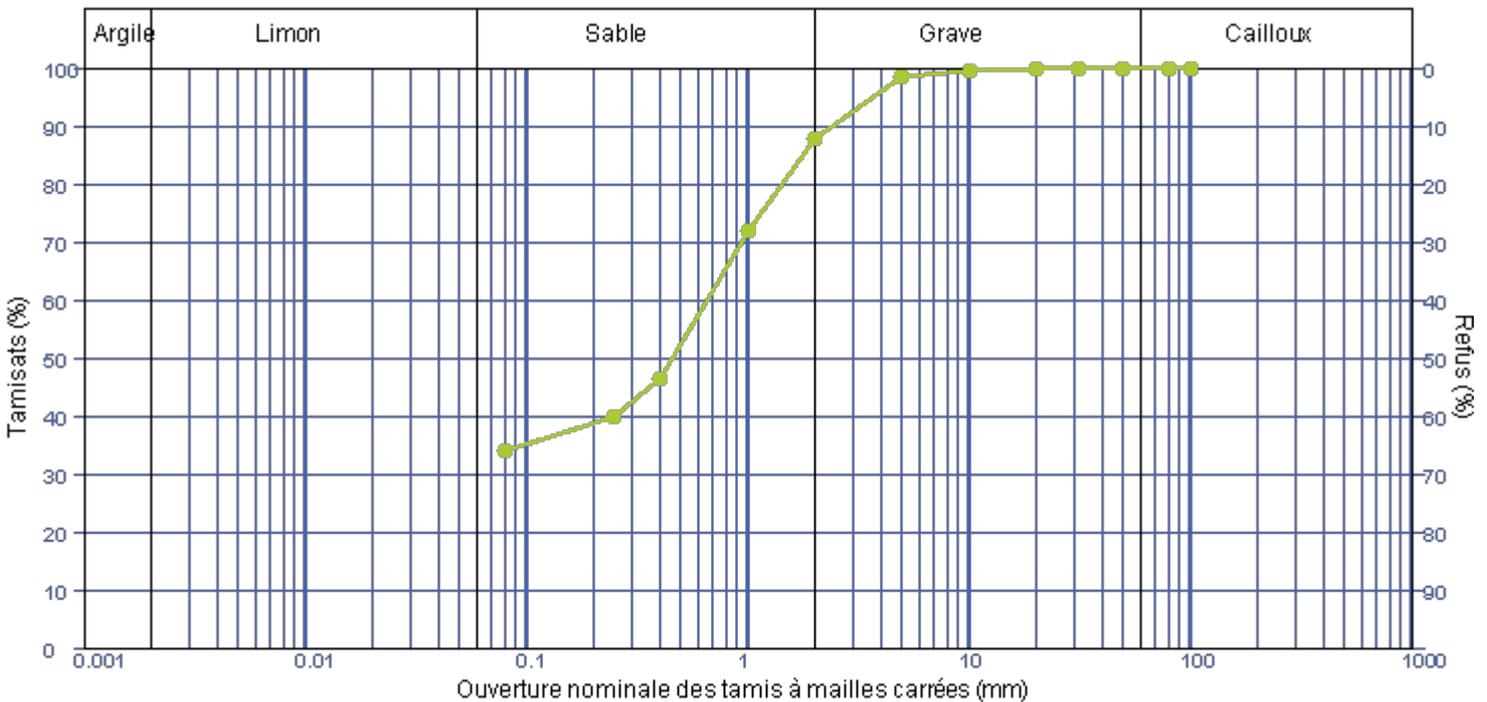
Analyse granulométrique sur 0/D mm

Tamis à mailles carrées (mm)	100 mm	80 mm	50 mm	31.5 mm	20 mm	10 mm	5 mm	2 mm	1 mm	400 µm	250 µm	80 µm
Passant cumulé (%)	100.0	100.0	100.0	100.0	99.7	99.6	98.4	87.9	72.0	46.4	39.7	33.9

Facteur d'uniformité Cu = (N.D.)

Facteur de courbure Cc = (N.D.)

Facteur de symétrie Cs = (N.D.)



Observations :

Technicien
Frédéric GIBIER



**Mesure de la capacité d'adsorption de bleu de méthylène d'un sol ou d'un matériaux rocheux par l'essai à la tâche
NF P 94-068**

GINGER CEBTP ORLEANS
PA DE LA SAUSSAYE
ALLEE DES JONCS
45590 SAINT CYR EN VAL

Informations générales

N° dossier :	00R2.L0598.0001	Client / MO :	CLARES CREDIT AGRICOLE CENTRE LOIRE
Désignation :	G2 PRO VOIRIE+ INFILTRO + MENESTREAU EN V45240	Demandeur / MOE :	CLARES CREDIT AGRICOLE CENTRE LOIRE
Localité :	MENESTREAU EN VILLETTE		
Chargé d'affaire :	CARVALHO LUCIA		

Informations sur l'échantillon N° 21ORL-0384

Mode de prélèvement :	Sondage à la Pelle Mécanique	Sondage :	PM2
Prélevé par :	GINGER CEBTP	Profondeur :	1.40/1.50 m
Date prélèvement :	02/06/21		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en sac		
Date de livraison :	02/06/21	dm (mm) :	50
Description :	Argile verte/grise (très légère fraction de sable)		

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Technicien :	Frédéric GIBIER
Température :	105°C	Date essai :	17/06/21

Résultats

VB =	4.86	g de bleu pour 100 g de matériaux sec	(Sans correction)		
VBs =	4.78	g de bleu pour 100 g de matériaux sec	C = 98.4	W (%) :	12.0

C= proportion de la fraction 0/5 mm dans la fraction 0/50 mm (%) - Si dm = 5 mm, alors C=100 %

Observations :

Technicien
Frédéric GIBIER



MESURE DES INDICES PORTANT IMMEDIATS (IPI - I.CBRimmédiat) Mesure sur échantillon compacté au moule CBR NF P 94-078

GINGER CEBTP ORLEANS
PA DE LA SAUSSAYE
ALLEE DES JONCS
45590 SAINT CYR EN VAL

Informations générales

N° dossier : 00R2.L0598.0001	Client /MO : CLARES CREDIT AGRICOLE CENTRE LOIRE
Désignation : G2 PRO VOIRIE+ INFILTRO + MENESTREAU EN V45240	
Localité : MENESTREAU EN VILLETTE	Demandeur / MOE : CLARES CREDIT AGRICOLE CENTRE LOIRE
Chargé d'affaire : CARVALHO LUCIA	

Informations sur l'échantillon N° 21ORL-0384

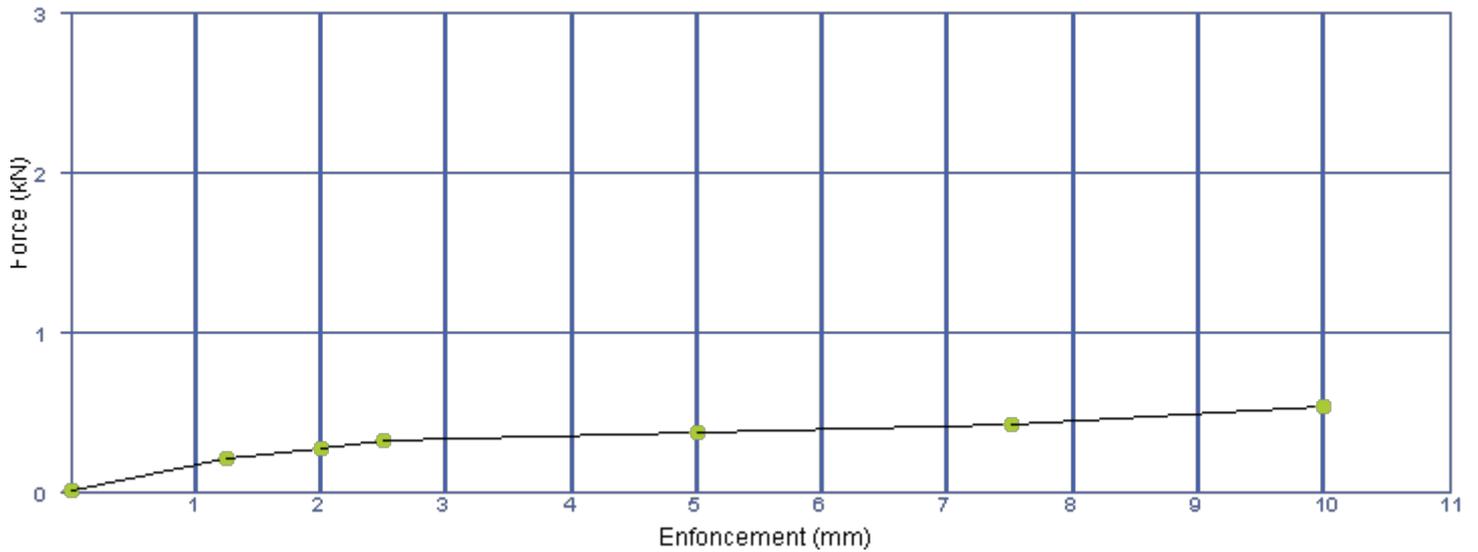
Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique	Sondage : PM2
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 1.40/1.50 m
Date prélèvement : 02/06/21	
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac	
Date de livraison : 02/06/21	
Description : Argile verte/grise (très légère fraction de sable)	

Informations sur l'essai

Mode de séchage : Etuvage	Température : 105°C	Technicien : Frédéric GIBIER
Type de moule : Moule CBR	Date essai : 15/06/2021	
Dame - Energie de compactage : A - Normale	Essai sur matériau : Non traité	
Fraction testée : 0/20 mm	Liant(s) et dosage(s) :	
Refus (%) sur 0/20 mm: 0.3	Préparation du matériau : Manuelle	

Essai IPI

Force anneau: 10 KN



Résultats sur la fraction 0/20 mm

Teneur en eau initiale	W (%)	=	13.8
Masse volumique sèche	ρd (Mg/m3)	=	1.18
	IPI	=	2

Pourcentage par rapport à la référence optimale

W moulage CBR / W OPT (%)	=
ρd moulage CBR / ρd OPT (%)	=

Remarque:

Observations :

Technicien
Frédéric GIBIER



ANNEXE 5 – CALCULS ALIZE

Rapport de calcul

calculationNote_09-07-2021_09-09-26

Auteur: Lucia

Date: 09/07/2021

Heure: 09:13:55

1 Structure

Epaisseur (m)	Module (MPa)	Nu (-)	Bibliothèque	Matériau	Temp. (°C)	Fréq. (Hz)
0.06	7000	0.35	NFP98-086 2019	eb-bbsg3	15	10
Collé						
0.06	9000	0.35	NFP98-086 2019	eb-gb3	15	10
Collé						
Inf.	50	0.35	NFP98-086 2019	pf2	15	10

2 Chargement

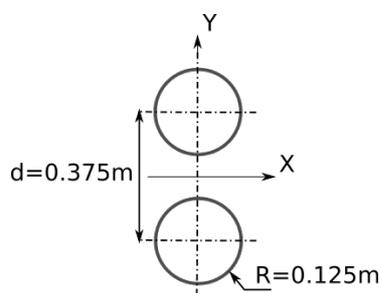
Jumelage français standard

Rayon (m) = 0.125

Pression (MPa) = 0.662

Poids/roue (kN) = 32.5

Entraxe (m) = 0.375



3 Trafic

Trafic cumulé Pl: 21900

Moyenne journalière annuelle: 3

Taux d'accroissement Géométrique: 0

Durée de service: 20

4 Valeurs admissibles

N° Couche	Matériau	Critère	Valeur calculée
2	eb-gb3	ϵ_T	302.628
3	pf2	ϵ_Z	2132.476

Couche 2

CAM: 0.30

NE: 6570

Risque: 0.25

ϵ_6 : 90.000

-1/b: 5.000

E(T,f)(MPa): 11880

E(Eq,f)(MPa): 9000

S_h: 0.010

S_n: 0.300

Kr: 0.906

Kc: 1.300

Ks: 0.909

Couche 3

CAM: 0.40

NE: 8760

Coeff A: 16000.000

Pente b: -0.222

5 RÉSULTATS

5-1 Valeurs de dimensionnement

Mat.	Ép. (m)	Mod. (MPa)	Nu (-)	Zcalc (m)	εT		σT		εZ		σZ	
					val (μ)	dir-loc	val (MPa)	dir-loc	val (μ)	dir-loc	val (MPa)	dir-loc
eb-bbsg3	0.06	7000	0.35	0	122.5	Y-J	1.757	Y-J	-184.9	Z-R	0.657	Z-R
				0.06	6.5	Y-R	0.178	X-J	26.1	Z-R	0.396	Z-R
eb-gb3	0.06	9000	0.35	0.06	6.5	Y-R	0.225	X-J	18.3	Z-R	0.396	Z-R
				0.12	-257.2	X-J	-3.207	X-R	235.7	Z-R	0.065	Z-R
pf2	infini	50	0.35	0.12	-257.2	X-J	0.017	X-R	1041.7	Z-R	0.065	Z-R

5-2 Contraintes

5-2-1 centre de la roue

Matériau	Ép. (m)	Mod. (MPa)	Nu (-)	Zcalc (m)	σ_X (MPa)	σ_Y (MPa)	σ_Z (MPa)	σ_{XY} (MPa)	σ_{YZ} (MPa)	σ_{ZX} (MPa)
eb-bbsg3	0.06	7000	0.35	0	3.013	2.56	0.657	0	0	0
				0.06	0.316	0.295	0.396	0	0.106	0
eb-gb3	0.06	9000	0.35	0.06	0.345	0.318	0.396	0	0.106	0
				0.12	-3.207	-2.668	0.065	0	0.006	0
pf2	infini	50	0.35	0.12	0.017	0.02	0.065	0	0.006	0

5-2-2 milieu de jumelage

Matériau	Ép. (m)	Mod. (MPa)	Nu (-)	Zcalc (m)	σ_X (MPa)	σ_Y (MPa)	σ_Z (MPa)	σ_{XY} (MPa)	σ_{YZ} (MPa)	σ_{ZX} (MPa)
eb-bbsg3	0.06	7000	0.35	0	2.565	1.757	0.006	0	0	0
				0.06	0.178	0.221	0.023	0	0	0
eb-gb3	0.06	9000	0.35	0.06	0.225	0.28	0.023	0	0	0
				0.12	-2.937	-1.841	0.064	0	0	0
pf2	infini	50	0.35	0.12	0.018	0.024	0.064	0	0	0

5-3 Déformations

5-3-1 centre de la roue

Matériau	Ép. (m)	Mod. (MPa)	Nu (-)	Zcalc (m)	ϵ_X (μ)	ϵ_Y (μ)	ϵ_Z (μ)	ϵ_{XY} (μ)	ϵ_{YZ} (μ)	ϵ_{ZX} (μ)
eb-bbsg3	0.06	7000	0.35	0	269.6	182.3	-184.9	0	0	0
				0.06	10.6	6.5	26.1	0	20.4	0
eb-gb3	0.06	9000	0.35	0.06	10.6	6.5	18.3	0	15.9	0
				0.12	-255.2	-174.2	235.7	0	0.9	0
pf2	infini	50	0.35	0.12	-255.2	-174.2	1041.7	0	168.6	0

5-3-2 milieu de jumelage

Matériau	Ép. (m)	Mod. (MPa)	Nu (-)	Zcalc (m)	ϵ_X (μ)	ϵ_Y (μ)	ϵ_Z (μ)	ϵ_{XY} (μ)	ϵ_{YZ} (μ)	ϵ_{ZX} (μ)
eb-bbsg3	0.06	7000	0.35	0	278.3	122.5	-215.3	0	0	0
				0.06	13.2	21.5	-16.7	0	0	0
eb-gb3	0.06	9000	0.35	0.06	13.2	21.5	-17.1	0	0	0
				0.12	-257.2	-92.8	193	0	0	0
pf2	infini	50	0.35	0.12	-257.2	-92.8	989.1	0	0	0

6 Conclusions

Rapport de calcul

calculationNote_09-07-2021_09-17-09

Auteur: Lucia

Date: 09/07/2021

Heure: 09:22:31

1 Structure

Epaisseur (m)	Module (MPa)	Nu (-)	Bibliothèque	Matériau	Temp. (°C)	Fréq. (Hz)
0.06	5500	0.35	NFP98-086 2019	eb-bbsg1	15	10
Collé						
0.08	400	0.35	NFP98-086 2019	gnt cg2	15	10
Collé						
0.1	400	0.35	NFP98-086 2019	gnt cg2	15	10
Collé						
Inf.	50	0.35	NFP98-086 2019	pf2	15	10

2 Chargement

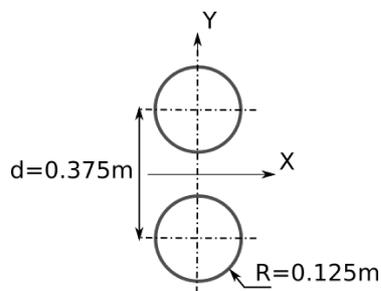
Jumelage français standard

Rayon (m) = 0.125

Pression (MPa) = 0.662

Poids/roue (kN) = 32.5

Entraxe (m) = 0.375



3 Trafic

Trafic cumulé Pl: 21900

Moyenne journalière annuelle: 3

Taux d'accroissement Géométrique: 0

Durée de service: 20

4 Valeurs admissibles

N° Couche	Matériau	Critère	Valeur calculée
2	gnt cg2	ϵZ	2171.546
3	gnt cg2	ϵZ	2171.546
4	pf2	ϵZ	2132.476

Couche 2

CAM: 0.40

NE: 8760

Coeff A: 16000.000

Pente b: -0.220

Couche 3

CAM: 0.40

NE: 8760

Coeff A: 16000.000

Pente b: -0.220

Couche 4

CAM: 0.40

NE: 8760

Coeff A: 16000.000

Pente b: -0.222

5 RÉSULTATS

5-1 Valeurs de dimensionnement

Mat.	Ép. (m)	Mod. (MPa)	Nu (-)	Zcalc (m)	εT		σT		εZ		σZ	
					val (μ)	dir-loc	val (MPa)	dir-loc	val (μ)	dir-loc	val (MPa)	dir-loc
eb-bbsg1	0.06	5500	0.35	0	-30	Y-J	0.576	Y-J	-169.9	Z-J	0.658	Z-R
				0.06	-265.2	X-R	-1.9	X-R	293.1	Z-R	0.374	Z-R
gnt cg2	0.08	400	0.35	0.06	-265.2	X-R	0.004	X-J	833.5	Z-R	0.374	Z-R
				0.14	-357	X-R	-0.114	X-J	617.4	Z-R	0.189	Z-R
gnt cg2	0.1	400	0.35	0.14	-357	X-R	-0.114	X-J	617.4	Z-R	0.189	Z-R
				0.24	-667.8	X-J	-0.318	X-J	670.3	Z-R	0.074	Z-J
pf2	infini	50	0.35	0.24	-667.8	X-J	-0.005	X-J	1474.1	Z-R	0.074	Z-J

5-2 Contraintes

5-2-1 centre de la roue

Matériau	Ép. (m)	Mod. (MPa)	Nu (-)	Zcalc (m)	σ_X (MPa)	σ_Y (MPa)	σ_Z (MPa)	σ_{XY} (MPa)	σ_{YZ} (MPa)	σ_{ZX} (MPa)
eb-bbsg1	0.06	5500	0.35	0	3.349	2.93	0.658	0	0	0
				0.06	-1.9	-1.637	0.374	0	0.045	0
gnt cg2	0.08	400	0.35	0.06	0.049	0.068	0.374	0	0.045	0
				0.14	-0.1	-0.066	0.189	0	0.041	0
gnt cg2	0.1	400	0.35	0.14	-0.1	-0.066	0.189	0	0.041	0
				0.24	-0.311	-0.244	0.074	0	0.012	0
pf2	infini	50	0.35	0.24	-0.004	0.004	0.074	0	0.012	0

5-2-2 milieu de jumelage

Matériau	Ép. (m)	Mod. (MPa)	Nu (-)	Zcalc (m)	σ_X (MPa)	σ_Y (MPa)	σ_Z (MPa)	σ_{XY} (MPa)	σ_{YZ} (MPa)	σ_{ZX} (MPa)
eb-bbsg1	0.06	5500	0.35	0	2.112	0.576	0.007	0	0	0
				0.06	-0.99	0.466	0.152	0	0	0
gnt cg2	0.08	400	0.35	0.06	0.004	0.11	0.152	0	0	0
				0.14	-0.114	-0.039	0.12	0	0	0
gnt cg2	0.1	400	0.35	0.14	-0.114	-0.039	0.12	0	0	0
				0.24	-0.318	-0.219	0.074	0	0	0
pf2	infini	50	0.35	0.24	-0.005	0.008	0.074	0	0	0

5-3 Déformations

5-3-1 centre de la roue

Matériau	Ép. (m)	Mod. (MPa)	Nu (-)	Zcalc (m)	ϵ_X (μ)	ϵ_Y (μ)	ϵ_Z (μ)	ϵ_{XY} (μ)	ϵ_{YZ} (μ)	ϵ_{ZX} (μ)
eb-bbsg1	0.06	5500	0.35	0	380.5	277.7	-279.8	0	0	0
				0.06	-265.2	-200.5	293.1	0	11.1	0
gnt cg2	0.08	400	0.35	0.06	-265.2	-200.5	833.5	0	152.2	0
				0.14	-357	-243.4	617.4	0	138.7	0
gnt cg2	0.1	400	0.35	0.14	-357	-243.4	617.4	0	138.7	0
				0.24	-628.4	-403.2	670.3	0	39.5	0
pf2	infini	50	0.35	0.24	-628.4	-403.2	1474.1	0	315.7	0

5-3-2 milieu de jumelage

Matériau	Ép. (m)	Mod. (MPa)	Nu (-)	Zcalc (m)	ϵ_X (μ)	ϵ_Y (μ)	ϵ_Z (μ)	ϵ_{XY} (μ)	ϵ_{YZ} (μ)	ϵ_{ZX} (μ)
eb-bbsg1	0.06	5500	0.35	0	347	-30	-169.9	0	0	0
				0.06	-219.4	138	61.1	0	0	0
gnt cg2	0.08	400	0.35	0.06	-219.4	138	281.2	0	0	0
				0.14	-356	-101.8	433.3	0	0	0
gnt cg2	0.1	400	0.35	0.14	-356	-101.8	433.3	0	0	0
				0.24	-667.8	-333.9	655.4	0	0	0
pf2	infini	50	0.35	0.24	-667.8	-333.9	1467.7	0	0	0

6 Conclusions



www.groupe-cebtp.com

CONTACT

Agence d'Orléans

P.A. de la Saussaye – Allée des Joncs
45590 Saint Cyr en Val

Tél. : +33 (0) 2 38 56 55 52

Fax. : +33 (0) 0 38 51 19 44

www.groupe-cebtp.com