



Protection des Petites Dalles et Grandes Dalles – Ouvrage PD-B6

Étude géotechnique préalable (G1) et de conception phase Avant-Projet (G2 AVP)

Référence dossier : DRN2.H.2046-8

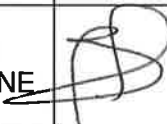

Juillet 2019



Agence Rouen • Rue du Pré de la Roquette, ZAC de la Vente Olivier
76800 Saint-Etienne du Rouvray

Tél. 33 (0) 2 32 19 63 00 • Fax 33 (0) 2 32 19 63 01 • cebtprouen@groupeginger.com



FECAMP CAUX LITTORAL AGGLO PROTECTION DES PETITES DALLES ET GRANDES DALLES – OUVRAGE PD-B6 SAINT-MARTIN-AUX-BUNEAUX (76) RAPPORT – ETUDE GEOTECHNIQUE PREALABLE (G1) ETUDE GEOTECHNIQUE DE CONCEPTION (G2) – phase AVP							
Dossier : DRN2.H.2046-8				Contrat géotechnique : DRN2.G.0518			
Indice	Date	Chargé d'affaires	Visa	Vérifié par	Visa	Contenu	Observations
1	18/07/2019	Hemza BOUGARNE		Virginie LEMARIEY		36 pages 4 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. Intervenants	6
2.1.3. Documents communiqués	6
2.2. Description du site	7
2.2.1. Topographie, occupation du site et avoisinants	7
2.2.2. Contextes géologique, hydrogéologique et sismique	8
2.3. Caractéristiques de l'avant-projet	9
2.3.1. Description de l'ouvrage	9
2.3.2. Terrassements prévus	10
2.4. Mission Ginger CEBTP	11
2.4.1. Etude géotechnique préalable (G1)	11
2.4.2. Etude géotechnique de conception – phase Avant-Projet (G2 AVP)	11
3. Investigations géotechniques	13
3.1. Implantation et nivellement	13
3.2. Sondages, essais et mesures in situ	14
3.3. Essais en laboratoire	15
4. Synthèse des investigations	16
4.1. Modèle géologique général	16
4.1.1. Lithologie	16
4.1.2. Caractéristiques géo-mécaniques à retenir	17
4.1.3. Caractéristiques physiques des sols	18
4.2. Contexte hydrogéologique général	21
4.2.1. Niveau d'eau	21
4.2.2. Inondabilité	21
4.3. Risques naturels	22
4.3.1. Présence de cavités	22
4.3.2. Aléa retrait-gonflement	22
4.3.3. Risque sismique – données parasismiques réglementaires	23
4.3.4. Mouvement de terrain	23

4.3.5.	Catastrophes naturelles sur la commune.....	24
5.	Principes généraux de construction en phase avant-projet.....	25
5.1.	Analyse du contexte et principes d'adaptation	25
5.2.	Adaptations générales de l'avant-projet	26
5.2.1.	Réalisation des terrassements.....	26
5.2.2.	Traficabilité en phase chantier	26
5.2.3.	Terrassabilité des matériaux	27
5.2.4.	Drainage en phase chantier	27
5.2.5.	Matériaux réutilisables pour le corps de la digue.....	27
5.3.	Stabilité au poinçonnement de la digue.....	29
5.4.	Calculs des tassements par la méthode pressiométrique	29
5.5.	Stabilité au glissement de l'ouvrage	30
5.5.1.	Hypothèses de calcul	31
5.5.2.	Résultats.....	31
5.6.	Circulation d'eau sous la digue.....	34
5.7.	Dispositions constructives liées aux travaux de terrassement	34
6.	Observations majeures.....	35

ANNEXES

ANNEXE 1 – NOTES GÉNÉRALES SUR LES MISSIONS GÉOTECHNIQUES

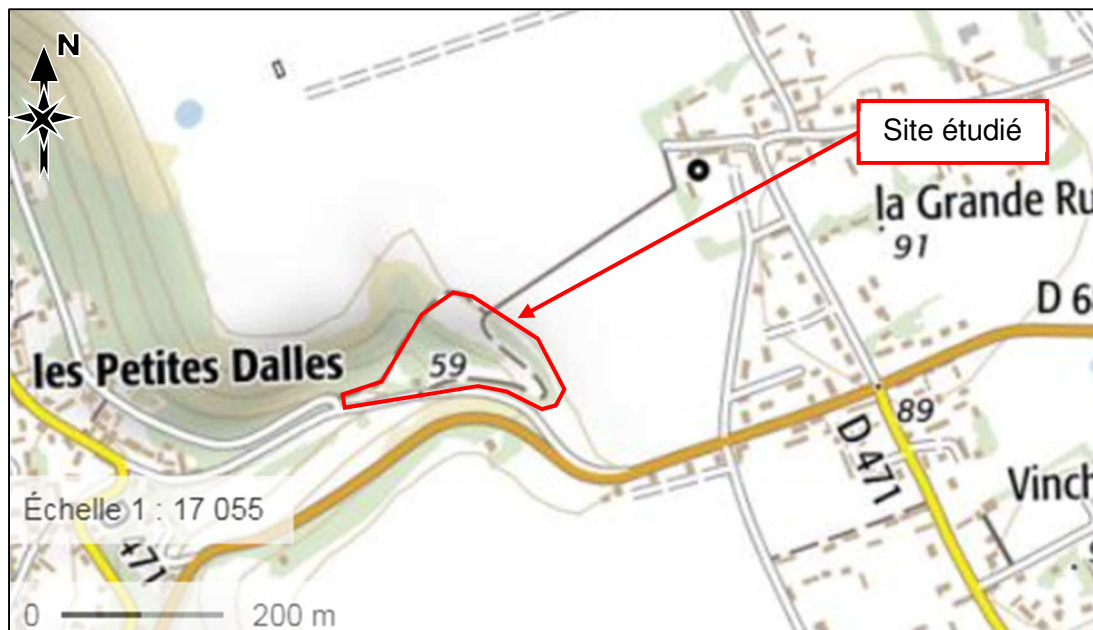
ANNEXE 2 – PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES

ANNEXE 3 – SONDAGES ET ESSAIS IN SITU

ANNEXE 4 – PROCÈS VERBAUX DES ESSAIS EN LABORATOIRE

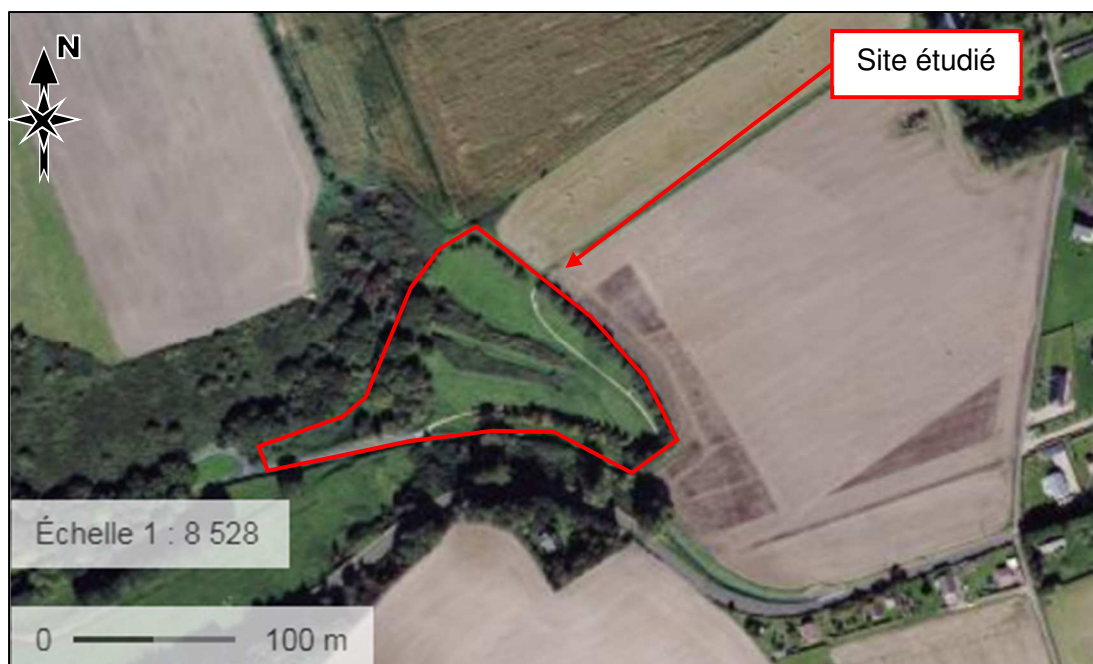
1. Plans de situation

1.1. Extrait de carte IGN



Source : www.geoportail.fr

1.2. Image aérienne



Source : www.geoportail.fr

2. Contexte de l'étude

2.1. Données générales

2.1.1. Généralités

Nom de l'opération : Protection des Petites Dalles et Grandes Dalles
Ouvrage PD-B6

Localisation : Rue des Prés

Références cadastrales : parcelles n°ZA063, n°ZA064, n°ZA065 et n°ZA066.

Commune : SAINT-MARTIN-AUX-BUNEAUX

Code postal : 76 450

2.1.2. Intervenants

Maître d'ouvrage : FECAMP CAUX LITTORAL AGGLO

Maître d'ouvrage délégué : CAD'EN

Maître d'œuvre : INGETEC

2.1.3. Documents communiqués

Les documents communiqués et utilisés dans le présent rapport sont les suivants :

N°	Document	Echelle	Origine / référence	Date
1	Notice AVP (réf. 10373/1)	-	INGETEC	19/12/2017
2	Vue en Plan ouvrage PD-B6 Stockage 3000 m ³ phase AVP	1/500		02/06/2017
3	Coupes transversales ouvrage PD-B6 Phase AVP	1/100		02/06/2017

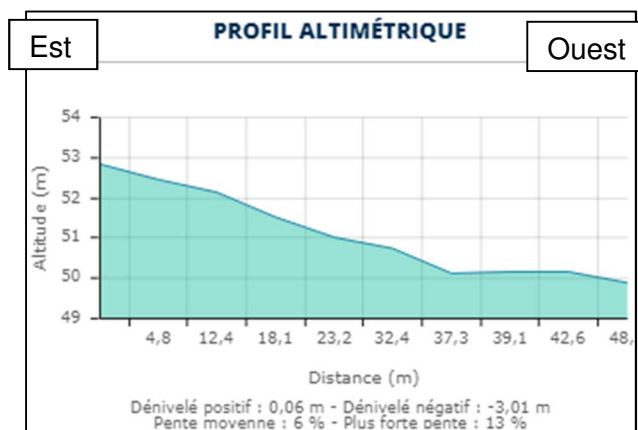
2.2. Description du site

2.2.1. Topographie, occupation du site et avoisinants

Le site concerné par le projet se trouve en amont de la rue des Prés, sur la commune de SAINT-MARTIN-AUX-BUNEAUX (76).

Il correspond aux parcelles cadastrales référencées n°ZA063, n°ZA064, n°ZA065 et n°ZA066. L'emprise totale du site est, d'environ, 18 520 m².

La surface topographique du site au droit du projet de protection présente une pente de l'ordre de 6 % orientée vers l'Ouest (Cf. profil altimétrique ci-dessous).



Source : www.geoportail.fr

D'après les plans, l'altitude du site au droit du projet de protection varie de +54.8 et +50.9 NGF environ.

Lors de notre intervention, le site correspondait à un terrain enherbé comportant des arbustes. La zone étudiée « projet de digue » se situe au Sud-Ouest de la zone de rétention.



Photographies du site le 15/04/2019

L'emprise du projet sera mitoyenne avec la rue des Prés.

2.2.2. Contextes géologique, hydrogéologique et sismique

Contexte géologique :

D'après notre expérience locale et la carte géologique de « FECAMP » à l'échelle 1/50 000^{ème}, le site serait constitué des formations suivantes de haut en bas, sous une faible épaisseur de terre végétale :

- Formation à silex et ses résidus sur les pentes (notés C) ;
- Craie à silex, Echinides, Inocérames, Bryozoaires d'âge Sénonien inférieur (notée C5-4).



Extrait de la carte géologique de « FECAMP » au 1/50 000^{ème}

Contexte hydrologique et hydrogéologique :

D'après la carte hydrogéologique de la Seine Maritime datée de 1990, la craie est réputée être le siège d'un aquifère dont le toit se situerait à la cote +10 NGF environ, soit à plus de 40 m de profondeur sous le niveau du terrain naturel dans ce secteur.

De plus, des circulations anarchiques et ponctuelles ne sont donc pas exclues au sein des formations superficielles.

Contexte sismique :

En fonction de la catégorie d'importance de l'ouvrage à créer, les règles de construction vis-à-vis du risque sismique sont celles de l'Eurocode 8 depuis le 1^{er} Janvier 2014 (Calcul des structures pour leur résistance aux séismes NF EN1998-1, NF-EN1998-2, NF EN1998-3, NF EN1998-5 et annexes nationales associées de septembre 2005). La délimitation des zones de sismicité du territoire français est régie par le décret n°2010-1255 du 22 octobre 2010. Selon celui-ci, le site étudié est classé en **zone de sismicité 1 (aléa très faible)**.

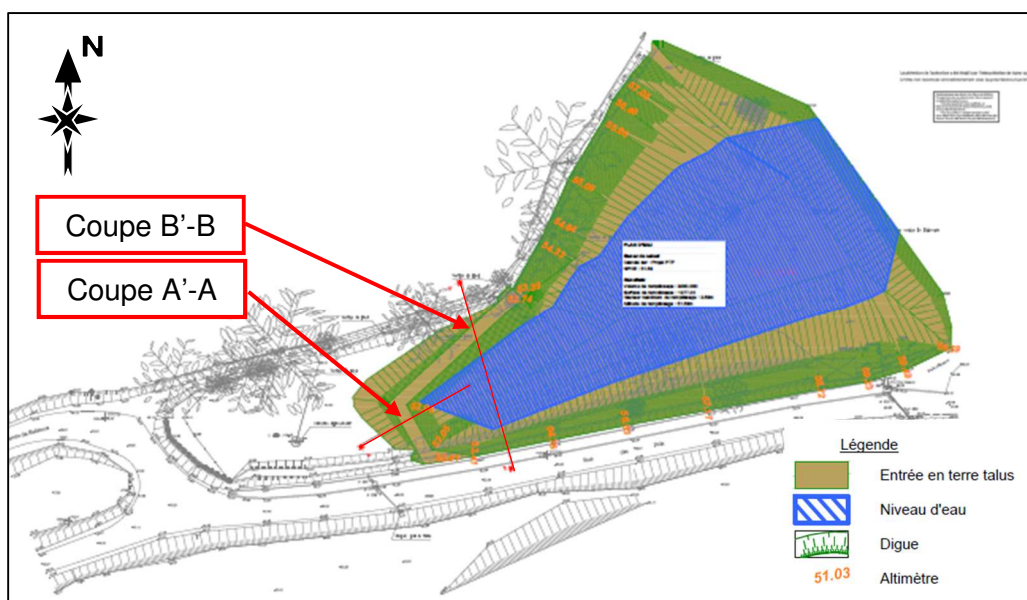
2.3. Caractéristiques de l'avant-projet

2.3.1. Description de l'ouvrage

D'après le document Notice d'Avant-Projet (réf. n° 10373/1), le projet se présente comme suit :

Type d'ouvrage	Digue	Zone de rétention	Ouvrage de fuite	Surverse :
<u>Caractéristiques :</u>	<u>Hauteur maximale :</u> 1.3 m	<u>Volume de stockage:</u> 3 000 m ³	<u>Structure :</u> chambre munie d'orifices étagés et d'une surverse interne	<u>Matériau de parement:</u> Matelas Réno
	<u>Point bas :</u> +51.04 NGF			
<u>Niveau des plus hautes eaux :</u>	<u>Niveau haut :</u> +52.87 NGF	<u>Emprise inondée :</u> 1 377 m ²	<u>Débit de fuite :</u> 50 l/s	<u>Direction :</u> Sud-Ouest
	<u>Pente des talus :</u> -3H/1V (selon la notice) -2H/1V (selon le plan)	<u>Fond de l'ouvrage :</u> 48 NGF		
	<u>Hauteur de revanche :</u> Minimum de 40 cm			
		<u>NPHE :</u> +51.59 NGF		

Compte-tenu de la topographie du site, la digue présente un parapet en pente. La surverse sera placée au point bas.



Extrait de la vue en plan projet (INGETEC – 02/06/2017)

2.3.2. Terrassements prévus

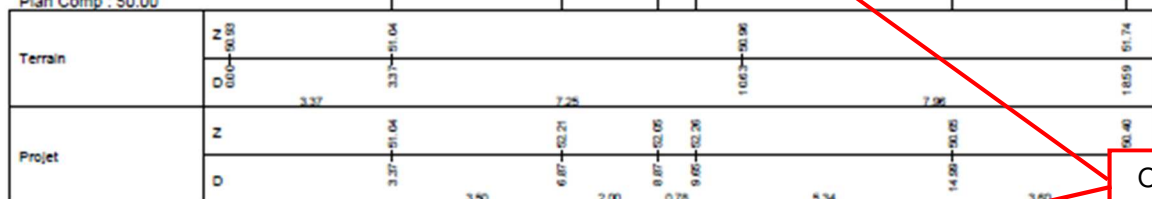
Les terrassements consistent essentiellement à :

- Décaper de la terre végétale ;
- Déblayer les terres (2 612 m³),
- Réaliser une digue en remblais (53 m³) ;
- Evacuer les déblais excédentaires (2 559 m³) ;
- Remettre en place la terre végétale à la fin des travaux.

Coupe A'-A

Echelle X : 1/100
Echelle Z : 1/100

Plan Comp : 50,00



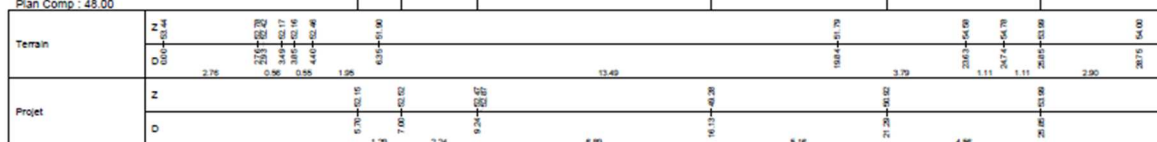
Déblai

Ouvrage étudié

Coupe B'-B

Echelle X : 1/100
Echelle Z : 1/100

Plan Comp : 48,00



Déblai

Extraits des coupes transversales (INGETEC – 02/06/2017)

Le remblaiement sera réalisé au moyen de terres extraites du site.

2.4. Mission Ginger CEBTP

La mission de GINGER CEBTP est conforme au contrat n° DRN2.G.0518 daté du 06/10/2016. Il s'agit d'une mission d'étude géotechnique préalable (G1 ES+PGC) et de conception phase avant-projet (G2 AVP) selon la norme AFNOR NF P 94-500 de Novembre 2013 sur les missions d'ingénierie géotechnique.

2.4.1. Etude géotechnique préalable (G1)

L'objectif de cette mission est de cerner la faisabilité géotechnique des ouvrages du projet, du point de vue de son implantation et de sa conception générale. Elle comprend deux phases :

➤ **La phase Etude de Site (ES)**

- Réaliser une enquête géologique (et non historique) pour décrire le cadre géotechnique du site,
- Préciser l'existence d'avoisinants,
- Réaliser une visite de site.

➤ **La phase Principes Généraux de Construction (PGC)**

- Définir le programme des reconnaissances, en assurer le suivi et l'interprétation.
- Procéder à l'exécution de sondages selon un programme défini par GINGER CEBTP,
- Décrire les faciès géologiques du site rencontrés au droit des sondages,
- Fournir la coupe des sondages et les résultats des essais et mesures.
- Indiquer les principales caractéristiques géotechniques à prendre en compte pour le projet.
- Préciser les principes généraux d'adaptation du projet actuel aux conditions du site :
 - Classement du site et susceptibilité des sols sous séisme,
 - Détermination de la coupe lithologique et des caractéristiques physiques des terrains,
 - Définition du niveau de l'eau dans les sondages au moment des reconnaissances,
 - Avis sur la réutilisation des matériaux,
 - Sujétions de mise en œuvre et/ou dispositions constructives particulières liées aux conditions géotechniques du site (difficultés de terrassements, besoin de matériel spécifique, blindage des fouilles en présence d'eau...).

2.4.2. Etude géotechnique de conception – phase Avant-Projet (G2 AVP)

Cette mission est réalisée au stade de l'avant-projet de la maîtrise d'œuvre (APS ou APD) et s'appuie sur des données géotechniques adaptées au site.

L'objectif de cette mission est d'analyser les résultats des essais et mesures géotechniques réalisées pour permettre de :

- Définir un programme d'investigations géotechniques spécifiques complémentaires, le réaliser et en assurer le suivi technique, en exploiter les résultats,
- Donner les hypothèses géotechniques à prendre en compte au stade de l'avant-projet, L'étude doit notamment apporter des informations sur :
 - Les aspects géotechniques
 - Aptitude au terrassement et possibilité de réutilisation des matériaux,
 - Nécessité de confortation/blindage,
 - Les aspects hydrogéologiques
 - Précisions sur les hauteurs de nappe et les écoulements souterrains éventuels,
 - Besoin de drainage de sols sous ouvrages et autour des ouvrages,
 - Difficultés éventuelles à la mise en œuvre,
 - Besoins de cuvelages étanches en infrastructures,
 - Incidence de l'eau sur la stabilité des ouvrages,
 - La mécanique des sols
 - Limites d'acceptabilité de la portance en fond de fouille,
 - Définition des substitutions à effectuer,
 - Stabilité des fonds de fouille et des talus en déblais et des remblais,
 - Possibilité de réutilisation des matériaux extraits,
 - Les points particuliers
 - Terrains compressibles, zones instables, zones d'arrivées d'eau, zones à risques, formations solubles affouillables ou gonflantes...

Exclusions (liste non exhaustive) ; cette étude ne concerne pas :

- L'étude géotechnique de conception G2 PRO (Cette mission sera réalisée ultérieurement) ;
- la recherche de cavités souterraines par sondages ;
- l'étude de NPHE ;
- les études d'infiltration ;
- l'étude hydrogéologique du site ;
- l'étude de pollution des sols ;
- l'étude de la stabilité générale du site ;
- la stabilité des ouvrages annexes ou le dimensionnement des ouvrages à mettre en œuvre pour l'assurer.

3. Investigations géotechniques

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

Ces investigations ont toutes été réalisées les 15, 19 et 30 Avril 2019.

3.1. Implantation et nivellement

L'implantation des sondages et essais in situ figure sur le plan d'implantation joint en annexe 2. Elle a été définie et réalisée par GINGER CEBTP en fonction du projet, de la position des réseaux et de l'accès pour nos engins de sondages.

L'altitude des têtes de sondages correspond au niveau du terrain naturel au moment des investigations (Avril 2019).

Leurs coordonnées ont été relevées au GPS Leica CS10/Cs15 (GS Sensors), en X, Y et Z, et sont présentés au tableau ci-dessous :

N° Sondage	X (Lambert CC50)	Y (Lambert CC50)	Z (NGF)
SP1	1522544.13	9183145.47	+49.7
SC1	1522583.81	9183175.36	+54.9
SC2	1522605.96	9183155.98	+57.1
PM1	1522594.34	9183160.15	+55.5
PM2	1522573.59	9183155.50	+51.8
PM3	1522553.30	9183148.50	+50.1

3.2. Sondages, essais et mesures in situ

Les investigations suivantes ont été réalisées :

Type de sondage	Quantité	Noms	Prof. / TN (m)
Sondage destructif au tricône ϕ 64 mm avec enregistrement de paramètres de forage	1	FP1	10.0
Exécution d'essais pressiométriques. Norme NF EN ISO 22476-4	9		
Sondage carotté manuel ϕ 50 mm avec prélèvements d'échantillons intacts sous gaine en PVC	2	SC1 SC2	2.0 2.0
Puits à la pelle mécanique avec prélèvements des échantillons remaniés	3	PM1 PM2 PM3	2.0 2.0 2.0

- **Sondages destructifs** au tricône ϕ 64 mm :
 - coupe approximative des sols en fonction de la profondeur,
 - Niveaux d'eau (le cas échéant).
 - diagraphies des paramètres de forage enregistrés :
 - V.A. : vitesse d'avancement instantanée (m/h),
 - P.O. : pression de poussée (bars),
 - P.I. : pression d'injection (bars),
 - C.R. : couple de rotation (bars).

() L'interprétation des sols à partir des forages de type destructif est faite uniquement d'après l'examen des cuttings et des diagraphies.*

- Essais pressiométriques :
 - Module pressiométrique : EM (MPa),
 - Pression limite nette : p_l^* (MPa),
 - Pression de fluage nette p_f^* (MPa),
 - Rapport EM/ p_l^* .
- **Sondages carottés manuels** :
 - Coupe approximative des sols en fonction de la profondeur ;
 - Niveaux d'eau (le cas échéant) ;
 - Photographies des EI (échantillons intacts) ;
 - Résultats des essais en laboratoire.

- **Puits de reconnaissance à la pelle :**
 - Coupe détaillée des sols en fonction de la profondeur ;
 - Niveaux d'eau (le cas échéant) ;
 - Résultats des essais en laboratoire ;
 - Photographies des fouilles.

Nota : les feuilles de sondages peuvent également contenir des informations complémentaires dont les incidents de forage, etc...

3.3. Essais en laboratoire

Les essais suivants ont été réalisés :

Identification des sols	Nombre	Norme
Essai Proctor normal 5 points	1	NF P 94-093
Classification des sols (GTR) : <ul style="list-style-type: none"> • Teneur en eau pondérale W • Analyse granulométrique par tamisage • Valeur au bleu du sol (VBS) 	2 2 2 2	NF P11-300 NF P94-050 NF P94-056 (*) NF P94-068 (*)
Indice Portant Immédiat (IPI)	2	NF P94-078
Caractéristiques intrinsèques des sols	Nombre	Norme
Essai d'évaluation d'aptitude au traitement à la chaux	1	NF P94-100
Essai de cisaillement rectiligne Consolidé Drainé	1	XP P94-071-1
Essai de cisaillement rectiligne Consolidé Drainé après traitement (**)	1	XP P94-071-1

(*) : Ces normes sont remplacées depuis Janvier 2018 par la norme NF EN ISO 17892-4 mais qui n'est pas encore applicable en France (norme Européenne). Les anciennes normes sont donc en attendant, toujours en vigueur pour les analyses granulométriques. Pour la valeur au bleu, la norme Européenne ISO n'est à ce jour pas disponible et la norme NF P94-068 reste également en vigueur.

(**) : Essai en cours de réalisation (il fera l'objet d'un rapport ind2 ou mission G2 PRO).

Nota : les prélèvements d'échantillons sont la propriété du client. Ils seront conservés pendant un mois à compter de l'envoi du rapport. S'il le souhaite, le client pourra donc soit récupérer ses prélèvements, soit demander à ce qu'ils soient conservés. A défaut de demande expresse, les prélèvements seront mis au rebut.

4. Synthèse des investigations

4.1. Modèle géologique général

Cette synthèse devra être confirmée dans la mission d'étude géotechnique de conception G2 PRO.

4.1.1. Lithologie

A noter que la profondeur des formations est donnée par rapport au terrain actuel (TN) tel qu'il était au moment de la reconnaissance. Les cotes NGF ont été relevées à l'aide d'un GPS.

L'analyse et la synthèse des résultats des investigations réalisées ont permis de dresser la coupe géotechnique schématique suivante, sous une faible épaisseur de terre végétale (0.0 à 0.4 m) :

Formation n°1 : Limon +/- argileux marron avec graves de silex et/ou graves de craie

A partir de : 0.0 à 0.4 m/TN de profondeur
Jusqu'à : 1.2 à plus de 2.0 m/TN de profondeur (fin des puits à la pelle mécanique et des sondages carottés)
Cotes NGF de la base: +55.8 à moins de +48.2 NGF

Caractéristiques géotechniques :

- Pression limite nette (p_l^*) : $p_l^* \sim 0.37$ MPa (1 essai),
- Module pressiométrique (E_M) : $E_M \sim 1.8$ MPa (1 essai).

Commentaires :

- Cette formation présente de faibles caractéristiques mécaniques.
- Les sols analysés de cette formation sont classés **A1th** selon le GTR92. Ils correspondent à des sols fins, peu plastiques et très sensibles aux variations hydriques et dans un état hydrique très humide « th » au moment de notre intervention ($IPI \leq 3$), caractérisant une faible portance des sols. Ils présentent des **teneurs en eau moyennes** (15.6 % à 23.3 %).

Formation n°2a : Craie argilo-sableuse beige

A partir de : 1.2 m/TN de profondeur
Jusqu'à : 7.3 m/TN de profondeur
Cotes NGF de la base: +42.4 NGF

Caractéristiques géotechniques :

- Pression limite nette (p_l^*) : $0.6 < p_l^* < 2.19$ MPa (6 essais),
- Module pressiométrique (E_M) : $4.8 < E_M < 30.6$ MPa (6 essais).

Commentaire : Cette formation présente des caractéristiques mécaniques faibles à moyennes.

Formation n°2b : Craie argileuse blanche compacte

A partir de : 7.3 m/TN de profondeur
Jusqu'à : > 10.0 m/TN de profondeur (fin du sondage SP1)
Cotes NGF de la base: < +39.7 NGF

Caractéristiques géotechniques :

- Pression limite nette (p_l^*) : 2.74 < p_l^* < 3.29 MPa (2 essais),
- Module pressiométrique (E_M) : 38.2 < E_M < 47.6 MPa (2 essais).

Commentaire : Cette formation présente de bonnes caractéristiques mécaniques.

Remarque :

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.

4.1.2. Caractéristiques géo-mécaniques à retenir

Remarque préliminaire : les données qui suivent ont pour seul objet de préciser les hypothèses de calcul retenues pour les ébauches dimensionnelles de l'ouvrage au stade de l'avant-projet. La conception et la méthodologie de mise en œuvre des infrastructures devront intégrer les adaptations inhérentes aux variations des limites de couches et aux hétérogénéités locales toujours possibles.

Les caractéristiques mécaniques retenues pour les calculs au droit de la digue sont fournies dans le tableau suivant :

Formation / Nature du sol	Prof. de la base (m)	Cotes NGF de la base (m)	Valeurs pressiométriques	
			p_l^* (MPa)	E_M (MPa)
1 - Limon +/- argileux marron avec graves de silex et/ou graves de craie	1.2 à plus de 2.0	+55.8 à +48.2	$p_l^* \sim 0.37$ Retenue : 0.3 (*)	$E_M \sim 1.8$ Retenu : 1.8
2a - Craie argilo- sableuse beige	7.3	+42.4	0.60 < p_l^* < 2.19 Retenue : 1.1	4.8 < E_M < 30.6 Retenu : 9.7
2b - Craie argileuse blanche compacte	> 10.0	< +39.7	2.74 < E_M < 3.29 Retenue : 2.8	38.2 < p_l^* < 47.6 Retenu : 42.3

(*) Compte-tenu du faible nombre d'essais, la valeur a été limitée.

4.1.3. Caractéristiques physiques des sols

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

4.1.3.1- Essais d'identification

Dans le tableau ci-dessous sont reportés les résultats des essais d'identification sur matériaux non rocheux :

Référence échantillon	Formation / type de sol	Prof. (m) échantillon	Dmax (mm)	W (%)	VBS	I.P.I.	Tamisé < 80 µm	Classe G.T.R.
PM1	1 - Limon argileux marron avec quelques graves	0.4 à 2.0	20	23.3	1.71	0	77.0 %	A1th
PM2+PM3	1 - Limon argileux marron avec quelques graves de silex et graves de craie	0.4 à 2.0	32	15.6	1.66	2	62.7 %	A1th

Légende :

- W : Teneur en eau pondérale
VBS : Valeur au Bleu de Sol (quantité en grammes de bleu de méthylène adsorbée par 100g de fraction 0/50 mm d'un sol)
Tamisé < 80 µm : Pourcentage d'éléments fins passant au tamis de 80 microns
I.P.I : Indice Portant Immédiat
Classe G.T.R. : Classe de sol selon la norme NF P11-300
Dmax : Diamètre du plus gros élément

Remarques :

- D'après les études de CHASSAGNEUX et Al. (1995)(*), et en utilisant uniquement la valeur de VBS, les sols analysés présenteraient pour la formation n°1 (limon argileux) : une **sensibilité faible** (VBS < 2.5) à l'aléa retrait et gonflement.
(*) La classification établie par CHASSAGNEUX et Al. (1995) considère, en plus de la valeur au bleu (VBS), la valeur du coefficient de gonflement (C_g) et l'indice de plasticité (I_p). Ces deux valeurs ne peuvent être connues avec les essais réalisés dans le cadre de cette mission.
- Les sols analysés de la formation n°1 sont classés **A1th** selon le GTR92. Ils correspondent à des sols fins, peu plastiques et très sensibles aux variations hydriques et dans un état hydrique très humide « th » au moment de notre intervention ($IPI \leq 3$), caractérisant une faible portance des sols.

Le sol ayant l'état hydrique « th » nécessitera plus de traitements pour la réutilisation pour la couche de forme que celui ayant l'état hydrique « h ».

4.1.3.2- Traitement

Essais mécaniques sur matériaux

Référence échantillon	Formation / type de sol	Prof. (m) échantillon	Traitement	Proctor Normal	
				W _{OPN} (%)	ρ_d optimale (Mg/m ³)
PM1+PM2 +PM3	n°1 / Limon argileux avec quelques silex	0.4 à 2.0	Aucun	13.8	1.85

Traitement des matériaux

Un essai d'aptitude du sol au traitement liant a été effectué sur le limon marron de la formation n°1 (Mélange des échantillons issus des sondages de PM1 à PM3 entre 0.3 et 2.0 m/TN de profondeur) selon un dosage de 2 % de chaux vive.

Il a montré que ce matériau est **adapté au traitement** (Gonflement volumique à 7j **Gv < 5 %**).

Le tableau ci-dessous regroupe les résultats de l'essai Proctor sur matériau traité :

Référence échantillon	Formation / type de sol	Profondeur (m/TN) échantillon	Proctor Normal		
			W _{OPN} (%)	Masse volumique sèche (Mg/m ³)	OPN
PM1+PM2 +PM3	1 / Limon marron Avec 2 % de chaux vive	0.3 à 2.0	16.1	1.79	6

Légende :

W_{OPN} : Teneur en eau à l'optimum proctor.

Pour rappel, les critères de jugements sont les suivants.

Type de traitement	Aptitude du matériau au traitement	Paramètres considérés	
		Gonflement volumique 7j (%)	Résistance en compression diamétrale R _{tb} (MPa)
Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux	Adapté	< 5	> 0.2
	Douteux	5 < GV 7j % < 10	0.1 < R _{tb} < 0.2
	Inadapté	> 10	< 0.1
Traitement à la chaux seule	Adapté	< 5	Paramètre non considéré pour ce type de traitement du fait de la lenteur de la prise pouzzolanique
	Douteux	5 < GV 7j % < 10	
	Inadapté	> 10	

4.1.3.3- Caractéristiques intrinsèques des matériaux

Essais de cisaillement

Formation	Conditions de l'essai de cisaillement	γ (kN/m ³)	C' (kPa)	Φ' (°)
1- Limon marron	Consolidé - Drainé	19	17	27

Les essais de cisaillement ont été réalisés sur des éprouvettes qui ont été reconstituées à la densité initiale.

4.2. Contexte hydrogéologique général

4.2.1. Niveau d'eau

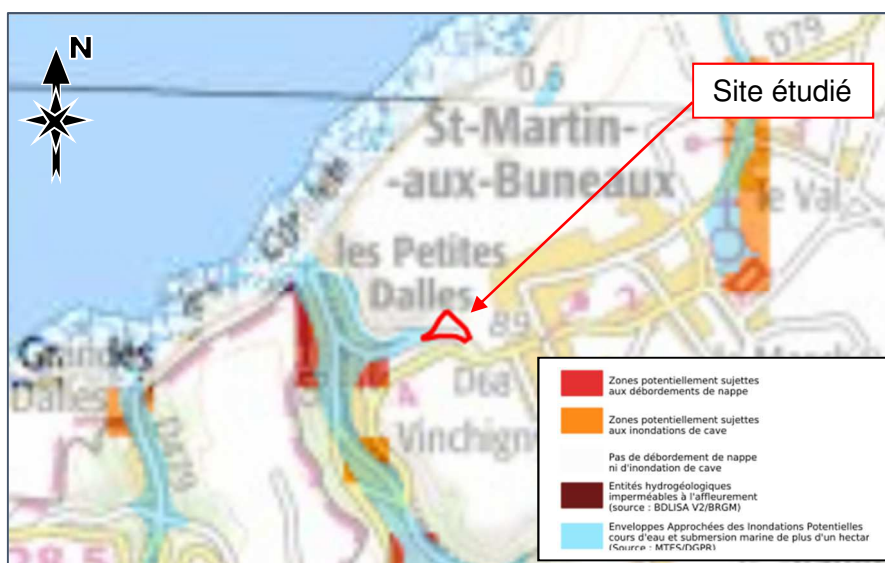
Aucune arrivée d'eau n'a été observée dans les sondages lors des investigations (Avril 2019).

Toutefois, des circulations d'eau ponctuelles ne sont pas à exclure au sein des formations de surface notamment en cas de précipitations.

Il est à noter que le régime hydrogéologique peut varier en fonction de la saison et de la pluviométrie.

4.2.2. Inondabilité

D'après les données issues du BRGM (Bureau de Recherche Géologique et Minière : www.inondationsnappes.fr), la zone projet **ne présente pas de risque de débordement de nappe ni d'inondation de cave** (cf. carte ci-dessous).



Extrait de la carte «Zones sensibles aux remontées de nappes »

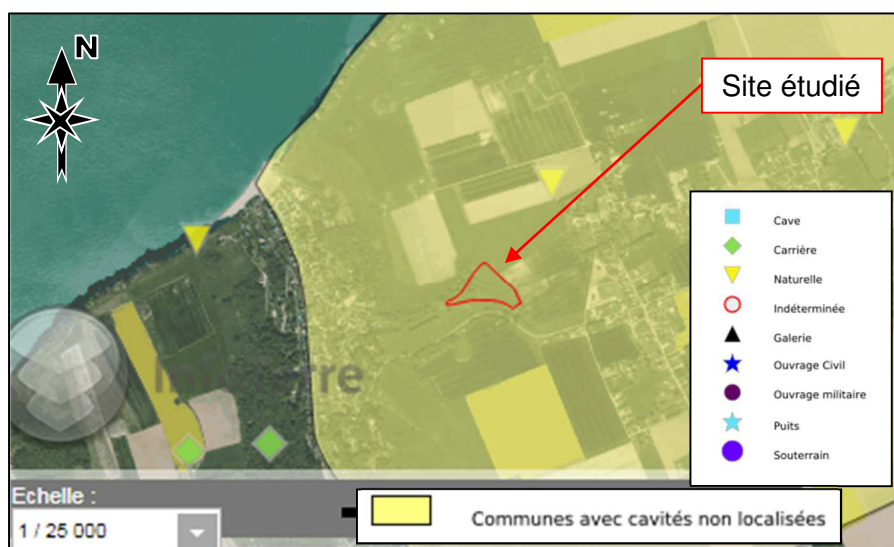
Par ailleurs des informations précises sur le risque réel d'inondation peuvent être fournies dans les documents d'urbanisme (P.L.U.) et dépendent des travaux de protection réalisés, donc susceptibles de varier dans le temps. S'agissant de données d'aménagement hydraulique et non de données hydrogéologiques,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

Le niveau des plus hautes eaux (**NPHE**) a été transmis par INGETEC. Il se situe à **+51.59 NGF**, soit localement au-dessus du terrain naturel (TN).

4.3. Risques naturels

4.3.1. Présence de cavités

D'après les données issues du site www.infoterre.brgm.fr (MEDDE, Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie), un indice de cavité naturelle se trouve à 300 m environ au Nord-Ouest de la zone projet (cf. carte ci-dessous).



Extrait de la carte cavités souterraines abandonnées non minières

Remarque :

Compte tenu de notre expérience, du contexte karstique du plateau Normand (craie susceptible de renfermer des cavités naturelles et des passages décomprimés), il est probable que l'infiltration de l'eau au niveau de la zone de rétention accentue la dégradation de la craie (risque de création des bétoires et d'effondrement).

Il conviendra de s'assurer auprès des autorités compétentes (mairie, DDTM76) que le site concerné par le projet n'est pas impacté.

4.3.2. Aléa retrait-gonflement

D'après les données issues www.infoterre.brgm.fr, le projet se situe en **zone d'aléa faible** vis-à-vis des risques de retrait / gonflement des argiles (cf. carte ci-après).



Extrait de la carte Aléa retrait-gonflement des argiles

4.3.3. Risque sismique – données parasismiques réglementaires

Selon le décret n°2010-1255 et la norme NF EN 1998 (EUROCODE 8), les principales données parasismiques déduites des éléments du projet et des reconnaissances effectuées dans le cadre de cette étude et présentées dans les paragraphes précédents, figurent dans le tableau ci-dessous :

Zone de sismicité	1 – Très faible
Type de sol	D
Paramètre de sol S	1.6

4.3.4. Mouvement de terrain

D'après le site www.georisques.gouv.fr, aucun mouvement de terrain n'est répertorié dans un rayon de 500 m autour du projet.

Il conviendra de s'assurer auprès des autorités compétentes (mairie, DDTM) que le site concerné par le projet n'est pas impacté.

4.3.5. Catastrophes naturelles sur la commune

D'après les données issues www.georisques.gouv.fr, la commune de SAINT-MARTIN-AUX-BUNEAUX a fait l'objet d'arrêtés de catastrophes naturelles suivant :

Inondations, coulées de boue, glissements et chocs mécaniques liés à l'action des vagues : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
76PREF19990616	25/12/1999	29/12/1999	29/12/1999	30/12/1999

Inondations et coulées de boue : 5

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
76PREF19830030	05/06/1983	06/06/1983	20/07/1983	26/07/1983
76PREF19950364	24/10/1994	28/10/1994	18/08/1995	08/09/1995
76PREF19950264	17/01/1995	05/02/1995	21/02/1995	24/02/1995
76PREF20000286	07/05/2000	11/05/2000	14/06/2000	21/06/2000
76PREF20000338	04/07/2000	04/07/2000	19/12/2000	29/12/2000

Mouvements de terrain : 1

Code national CATNAT	Début le	Fin le	Arrêté du	Sur le JO du
76PREF20190011	01/05/2017	21/06/2018	22/10/2018	03/11/2018

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 :

Les sondages ont permis de mettre en évidence la présence, sous une faible épaisseur de terre végétale (0.0 à 0.5 m), des formations suivantes :

- **Formation n°1 : Limon +/- argileux marron avec graves de silex et/ou graves de craie**, jusqu'à une profondeur comprise entre 1.2 et plus de 2.0 m/TN de profondeur (+55.8 à +48.2 NGF) présentant de faibles caractéristiques mécaniques. D'après les essais d'identification, cet horizon est **classé A1** selon le GTR 92 et dans un état hydrique de **très humide** « th » au moment de notre intervention et présente des **teneurs en eau moyennes** (15.6 % à 23.3 %).
- **Formation n°2a : Craie argilo-sableuse beige**, jusqu'à 7.3 m/TN de profondeur (+42.4 NGF) et présentant des caractéristiques mécaniques faibles à moyennes.
- **Formation n°2b : Craie argileuse blanche compacte**, jusqu'à plus de 10.0 m/TN de profondeur (< +39.7 NGF) et présentant de bonnes caractéristiques mécaniques.

Aucun niveau d'eau n'a été relevé au droit des sondages lors des investigations (Avril 2019). D'après les informations fournies par INGETEC, le **NPHE s'établit à +51.59 NGF**, soit localement au-dessus du terrain naturel (TN).

Caractéristiques du projet :

Il est prévu la réalisation d'une zone de rétention d'un volume de 3 000 m³, sur une surface inondable de 1 377 m². La hauteur maximale de stockage sera de 3.6 m.

La digue correspond à un barrage enherbé d'une hauteur maximale de 1.3 m environ pour une cote altimétrique maximale de +52.87 NGF (en crête).

Au niveau de la digue, le point bas de l'ouvrage est prévu à +51.04 NGF.

Compte-tenu de la topographie, le barrage présente un parapet en pente. La surverse sera placée au point bas.

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

La mission géotechnique en phase projet (G2 PRO) sera alors cruciale et devra, en particulier, étudier la nouvelle configuration.

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

Zone de rétention :

Il est prévu la réalisation de terrassements en déblais de 2 612 m³.

Barrage enherbé :

Pour la création de la digue, il est prévu la mise en place de remblais jusqu'à 1.3 m de haut, soit un volume de 53 m³.

Il faudra prévoir des terrassements en déblais pour la réalisation de la clé d'ancrage de la digue (0.5 m) ainsi que celle du système de redans pour l'insertion de la digue au niveau du talus existant.

La terre végétale issue du décapage devra être purgée et évacuée (ou éventuellement réutiliser sur le corps de la digue en finition).

Les limons présents sur le site sont des sols très sensibles au ravinement, ils devront être rapidement protégés contre ce phénomène.

5.2.2. Traficabilité en phase chantier

Au moment de la campagne de sondages (Avril 2019), les essais d'identification réalisés ont permis de classer les sols de la formation n°1 (Limon +/- argileux marron avec graves de silex et/ou graves de craie) comme étant de classe A₁th.

Il s'agit donc de sols très sensibles aux faibles variations de teneur en eau (liées aux conditions météorologiques notamment). En fonction des conditions atmosphériques qui seront rencontrées à la date des travaux. Leur état hydrique peut varier sensiblement et brutalement.

Ainsi, l'état de la plateforme pourra être de qualité médiocre voire mauvaise en cas d'intempéries, ce qui posera des problèmes de traficabilité.

Des travaux préparatoires pourront être réalisés de type cloutage, mise en place d'un géotextile résistant à la rupture, surépaisseur de matériaux propres de bonne qualité...

Dans tous les cas, nous recommandons autant que possible de réaliser les travaux en période météorologique favorable.

5.2.3. Terrassabilité des matériaux

Les travaux de terrassement dans ces horizons pourront être réalisés avec des engins classiques de moyenne puissance mais pourront nécessiter l'utilisation d'outils spécifiques dans le cas de passées très charpentées en silex (pelle plus puissante).

5.2.4. Drainage en phase chantier

A la suite des observations faites au cours de la campagne d'investigations, le terrain devrait en principe être sec.

Cependant, des venues d'eau pourront apparaître exceptionnellement en cours de terrassement, en particulier en périodes pluvieuses. Dans ces conditions, on devra prévoir les pentes (ou/et rigoles périphériques) adéquates visant à éviter la convergence des eaux de ruissellement vers la plateforme de travail. Un pompage ponctuel, associé à des rigoles périphériques, pourra également être envisagé le cas échéant.

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

5.2.5. Matériaux réutilisable pour le corps de la digue

L'intégralité de la terre végétale décapée en surface sera évacuée. Le Limon +/- argileux marron avec graves de silex et/ou graves de craie de la formation n°1 issus du terrassement présentent des caractéristiques de stabilité qui, une fois mis en œuvre, en font des matériaux bien adaptés pour constituer une digue à condition d'un état hydrique acceptable.

L'existence de très gros éléments de sliex dans les matériaux d'apport impliquerait leur criblage avant leur mise en œuvre, par couches minces, en remblais. Les silex constituent des zones de circulation d'eau préférentielles dans le corps de digue et donc, pour cette raison, leur proportion au sein des matériaux limono-argileux doit être limitée au maximum (ou réduite par concassage).

Ces matériaux pourront être réutilisés dans les conditions suivantes :

- Une réduction de leur teneur en eau est impérative pour leur réemploi, soit au moyen d'une mise en dépôt provisoire, soit par un drainage préalable sur une durée de plusieurs semaines à plusieurs mois sous réserve de conditions météorologiques favorables, ce qui devrait permettre de les ramener à un état « h » (humide).
- Une solution de traitement à la chaux (matériaux aptes selon les résultats des essais). L'étude d'aptitude au traitement a montré que les sols de la formation n°1 sont aptes au traitement selon un dosage de 2% pour les matériaux issus des terrassements. Le traitement des matériaux, s'il est envisagé, devra faire l'objet d'une étude spécifique au sens de la norme NF P 94-100 de façon à déterminer le dosage en chaux optimal qui peut varier sensiblement en fonction de l'état hydrique des matériaux et de la part de la fraction granulaire.

Dans tous les cas, la mise en œuvre des matériaux devra être conforme aux conditions d'utilisation des matériaux en remblai, définies par le Guide Technique, Fascicule II, du SETRA (Septembre 1992), afin de garantir des propriétés d'imperméabilité et de stabilité satisfaisantes à l'ouvrage.

Des contrôles de la mise en œuvre des matériaux devront être prévus lors de la réalisation de la digue (mesures de teneur en eau naturelle pour l'aptitude des matériaux à être réutilisés, contrôle du compactage une fois mis en œuvre par exemple) de façon à garantir le respect des spécifications de mise en œuvre sur le chantier.

5.3. Stabilité au poinçonnement de la digue

D'après les documents transmis, il est envisagé de réaliser un remblai d'une largeur de base de 2.8 m (en crête de remblais). Pour le calcul, sa hauteur sera supposée limitée à 1.3 m par rapport au terrain naturel actuel (Cf. Coupe transversale fournie). A noter que la hauteur de calcul sera prise égale à 5.0 m.

Afin de déterminer la stabilité au poinçonnement de la digue, il est nécessaire d'estimer dans un premier temps la valeur de C_u (cohésion des sols non drainés) à l'aide des formules suivantes :

1. Corrélation de Cassan : pour $p_l \sim 0.3$ MPa (Valeur retenue dans le Limon +/- argileux de la formation n°1)

$$C_u = p_l / 5.5$$

On a donc : **$C_u = 0.550$ bar (soit 55.0 kPa)**

2. Pour assurer la stabilité au poinçonnement de la digue, il faut obtenir un coefficient de sécurité global F de 1.5 minimum.

On utilise la formule suivante :

$$F = (N_c \times C_u) / (\gamma \times H_r)$$

Avec :

F : coefficient de sécurité global
Nc : coefficient de forme (égal à 5.1416)
Cu : cohésion non drainée
 γ : poids volumique du sol
Hr : hauteur du remblai

On a donc : **$F = (5.1416 \times 55.0) / (19 \times 1.3) = 11.45 > 1.5$**

La stabilité au poinçonnement de la digue est donc assurée dans les conditions de sécurité satisfaisantes.

5.4. Calculs des tassements par la méthode pressiométrique

Les tassements globaux d'une digue de grande dimension soumis à une surcharge $\Delta\sigma$ peuvent être approchés par la méthode pressiométrique par la relation suivante :

$$S = \sum s_i = \sum \frac{\alpha_i \cdot \beta_i \cdot \Delta\sigma}{E_i} \cdot H_i$$

avec

α_i	le module rhéologique de la couche i concernée
β_i	la diffusion de la contrainte en profondeur dans la couche i concernée
E_i	le module pressiométrique de la couche i concernée
H_i	l'épaisseur de la couche i concernée
$\Delta\sigma$	la surcharge appliquée au terrain par rapport à son état actuel

On devra s'attendre à voir apparaître des tassements estimés à 4 cm, induits par la surcharge apportée par la digue (en partie centrale : charge du remblai de 26 kPa et surcharges de 10 kPa) et négligeables dans les bords en pieds de talus. Une grande partie de ces tassements apparaîtra dès le début de la mise en œuvre de la digue.

Du fait de la nature de l'ouvrage (digue en remblai de 1.3 m de hauteur maximum), ces valeurs de tassement paraissent importantes pour un ouvrage en terre classique, sous réserve de l'acceptation par le Maître d'Ouvrage. On devra également en tenir compte pour l'ouvrage de fuite.

Pour la réalisation de la digue, les solutions suivantes pourront être envisagées :

- mettre en œuvre les remblais par couches et de déterminer un phasage de réalisation ;
- élever les remblais de la digue de plusieurs centimètres afin de compenser les tassements.

Ces solutions seront étudiées plus précisément lors de la mission d'étude géotechnique de conception phase Projet (G2 PRO).

Toutefois, des tassements différentiels associés (centimétriques) pourraient engendrer des dommages sur l'ouvrage de fuite.

Cet ouvrage devra donc être réalisé selon une technique autorisant les tassements différentiels estimés (tuyau métallique continu suffisamment souple (pas de tuyau emboîtés), pour éviter tout écoulement d'eau sous le remblai qui pourrait entraîner un phénomène de Renard préjudiciable à la stabilité de la digue.

5.5. Stabilité au glissement de l'ouvrage

L'étude de stabilité au glissement (stabilité d'ensemble) de l'ouvrage est réalisée au moyen du logiciel TALREN.

Elle fait l'hypothèse d'une rupture circulaire caractérisée par un coefficient de sécurité calculé par la méthode de Bishop.

Il conviendra néanmoins de confirmer la stabilité de l'ouvrage définitif au stade projet (mission G2 PRO).

Ceci permettra de vérifier la stabilité sur la base des données définitives et éventuellement d'optimiser les pentes (pentes plus raides possibles).

5.5.1. Hypothèses de calcul

Compte-tenu de la nature des matériaux et de notre expérience, les paramètres retenus, relatifs aux caractéristiques mécaniques intrinsèques des matériaux, sont, en première approche, les suivants (**à long terme**) :

Formation	Conditions de l'essai de cisaillement	γ (kN/m ³)	C' (kPa)	Φ' (°)
1 – Limon remanié	Consolidé - Drainé	19	17 Retenue : 5.0	27 Retenu : 25

Remblais (digue) :

Nous ferons l'hypothèse que la digue est constituée des matériaux limoneux de la formation n°1, compactés convenablement avec une pente **de l'ordre de 2H pour 1V** (selon le plan fourni) et qu'il n'y a pas d'écoulement d'eau au travers de la digue (masque ou noyau d'argile, complexe bentonitique en amont, par exemple).

Le système de redan n'a pas été pris en considération pour les calculs.

Les limons présents sur le site étant des sols sensibles au ravinement, ils devront être rapidement protégés contre ce phénomène.

Nous ferons l'hypothèse que la digue est constituée des matériaux limoneux de la formation n°1 avec une pente **de l'ordre de 2H pour 1V** et qu'il n'y a pas d'écoulement d'eau au travers de la digue (masque ou noyau d'argile, complexe bentonitique en amont, par exemple).

5.5.2. Résultats

Hypothèse selon plan fourni :

Pour une pente de **2H/1V au droit des remblais et des déblais**, la stabilité au glissement (stabilité d'ensemble) des différents talus **n'est pas assurée** (facteur de sécurité inférieur à 1.5).

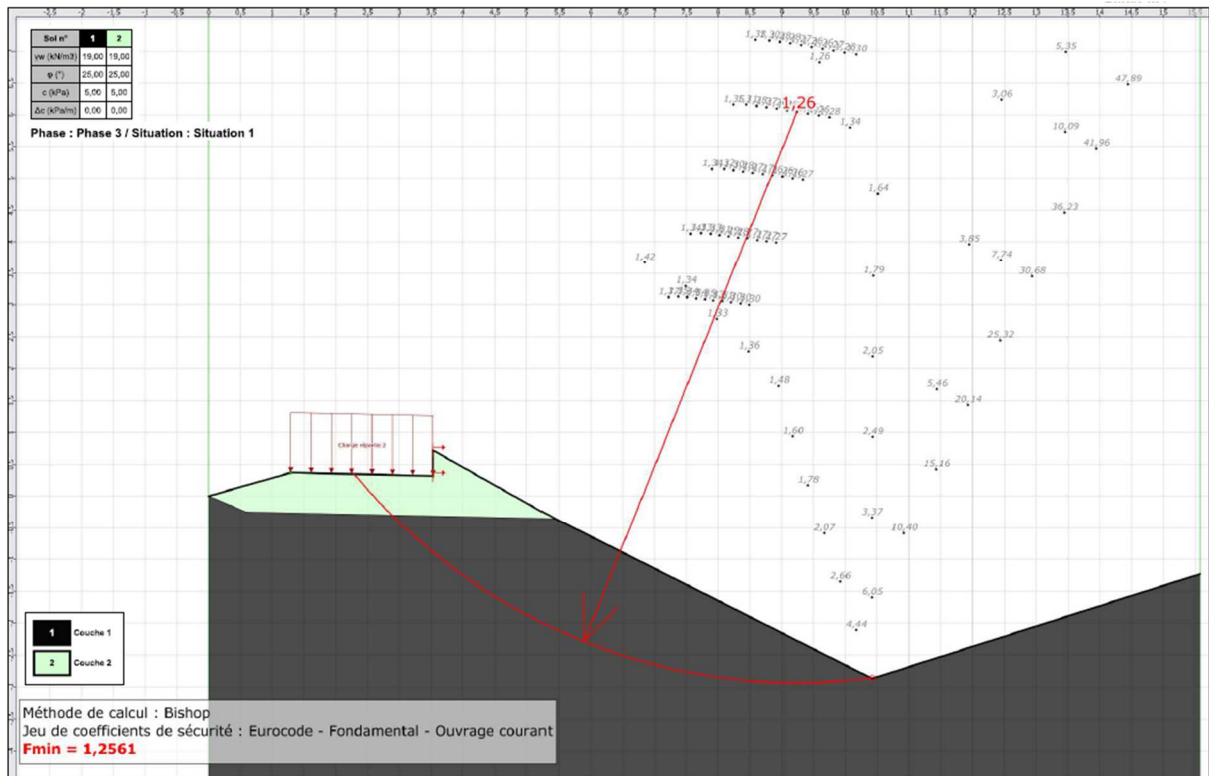
Solution :

Afin d'assurer la stabilité des talus, nous recommandons de baisser la pente de **talus de déblai à 3H/1V**. (Facteur de sécurité supérieur à 1.5).

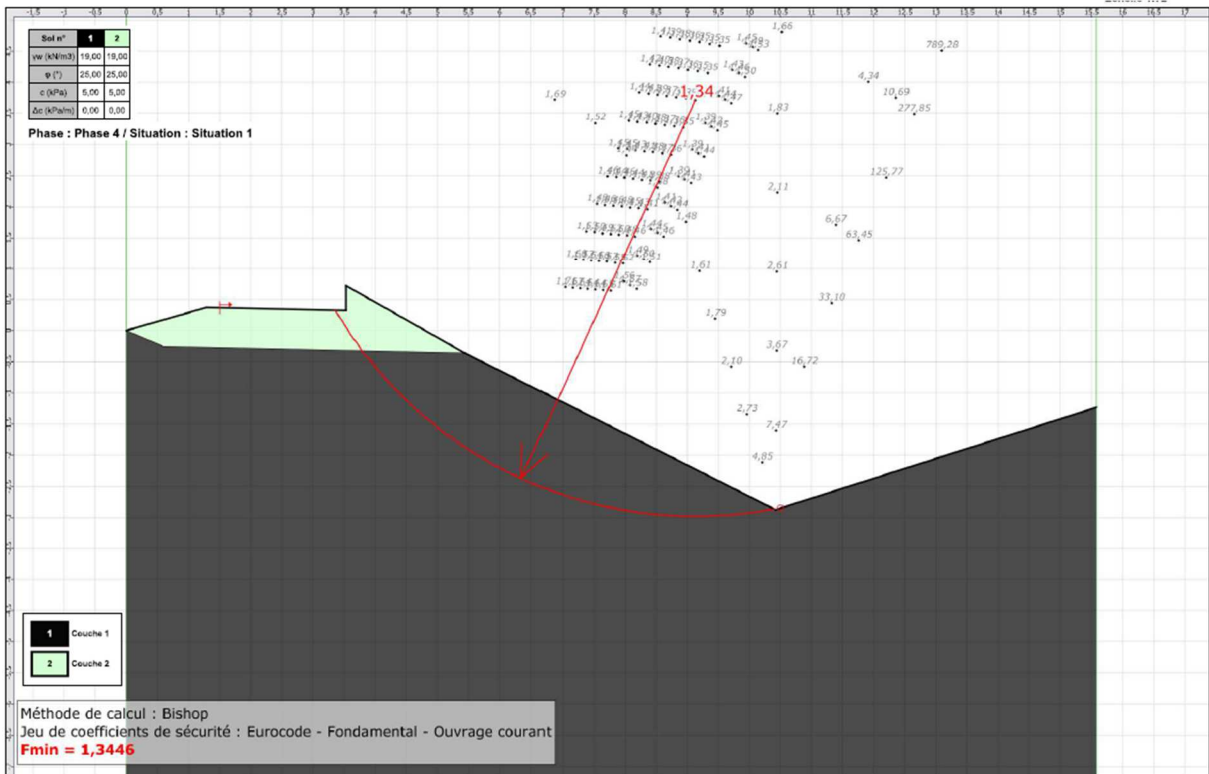
Cette solution aura un impact sur la capacité de stockage du bassin de rétention.

Il conviendra néanmoins de réaliser la mission G2 PRO pour confirmer les hypothèses retenues dans le paragraphe précédent et étudier la stabilité du talus en amont et aval selon les différents régimes hydrauliques à considérer.

Hypothèse selon plan fourni :

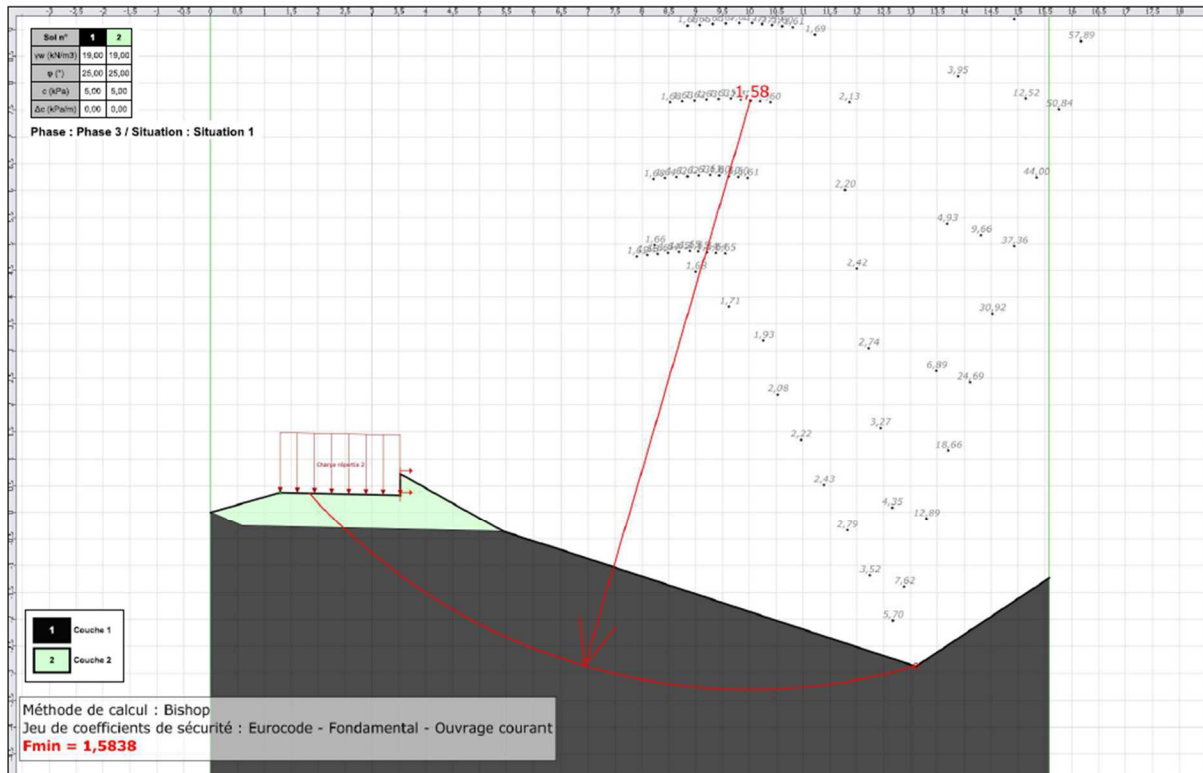


Résultat de calcul de stabilité en phase provisoire avec le logiciel TALREN (pente 2H/1V)

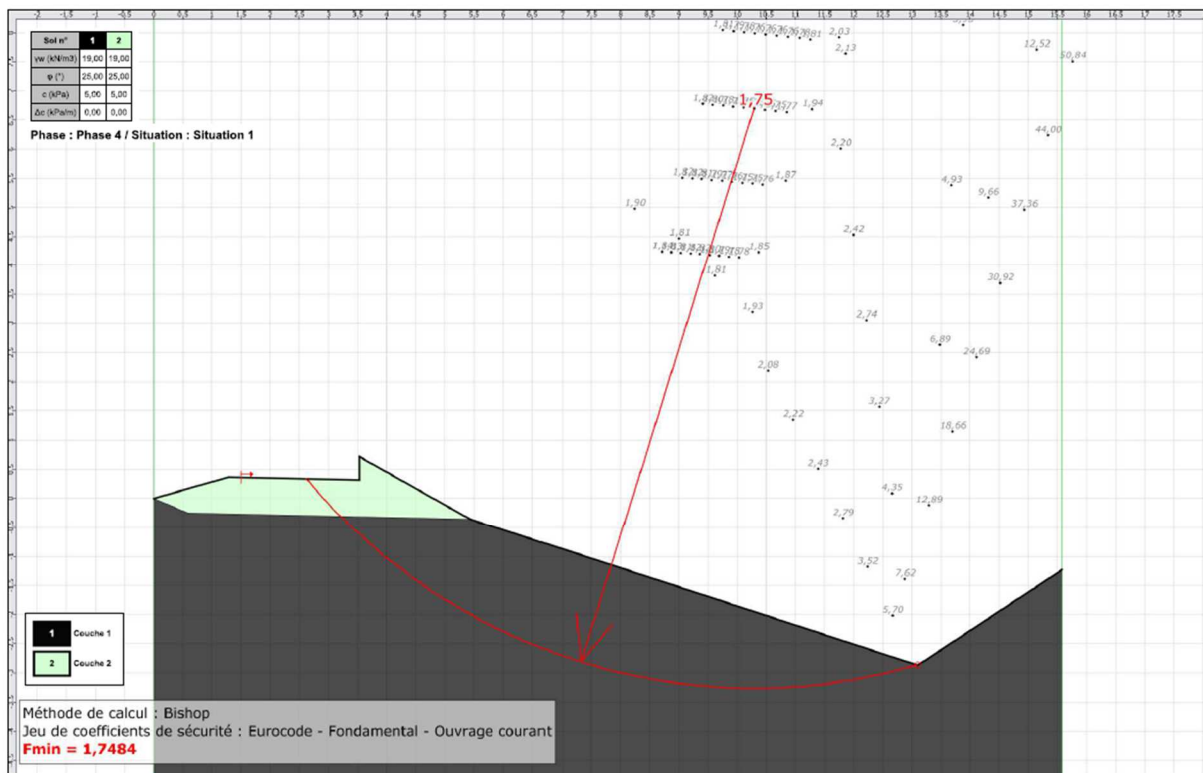


Résultat de calcul de stabilité en phase définitive avec le logiciel TALREN (pente 2H/1V)

Solution : adoucissement de la pente



Résultat de calcul de stabilité en phase provisoire avec le logiciel TALREN (pente 3H/1V)



Résultat de calcul de stabilité en phase définitive avec le logiciel TALREN (pente 3H/1V)

5.6. Circulation d'eau sous la digue

Compte tenu de l'épaisseur des matériaux limoneux +/- argileux à silteux marron avec graves de silex et/ou graves de craie (formation n°1), l'étanchéité sous l'ouvrage pendant les phases transitoires de remplissage et de vidange de la retenue, devrait être assurée.

Toutefois, la présence éventuelle de matériaux plus perméables (poches +/- sableuse) nécessitera leurs purge intégrale et seront substitués par un matériau compacté, faiblement perméable afin d'assurer une perméabilité faible et homogène sous l'ouvrage.

Dans tous les cas, le renard solide sera vérifié lors de la mission G2 PRO.

Si nécessaire, un traitement à la bentonite permettrait de diminuer sensiblement la perméabilité des matériaux de substitution. Il conviendra d'effectuer une étude spécifique de façon à vérifier le dosage optimal.

5.7. Dispositions constructives liées aux travaux de terrassement

Nous préconisons le suivi par un géotechnicien, du décapage des terrains d'assise de la digue ; celui-ci pourrait révéler d'éventuels indices de présence d'anomalies superficielles, de terrains décomprimés sur l'emprise du projet ou de poches plus perméables (sable, etc....).

Cette prestation entre dans le cadre d'une étude de supervision géotechnique d'exécution (mission de type G4).

La mise en œuvre des matériaux en remblais sera conforme aux conditions d'utilisation des matériaux en remblai définies par le Guide Technique du SETRA LCPC de septembre 1992. GINGER CEBTP se tient à disposition du maître d'œuvre pour la réalisation de contrôles au cours des travaux : réalisation de planches d'essais au pénétromètre dynamique et d'essais à la plaque. Une attention particulière sera portée sur le remblaiement plus délicat de la tranchée de l'ouvrage de fuite et de la surverse.

Par ailleurs, il faudra prendre en compte la sensibilité à l'eau des sols envisagés pour la réalisation de l'ouvrage (formation n°1). Les matériaux d'emprunt et l'époque de réalisation des travaux devront être choisis avec vigilance, toute mise en œuvre de matériaux trop humides ou en période pluvieuse devant être proscrite.

Nous recommandons toute disposition constructive visant à protéger les talus de l'ouvrage contre l'érosion due aux eaux de ruissellement (mise en œuvre d'une couche de terre végétale avec engazonnement ou d'un matelas en enrochements, type matelas RENO par exemple).

Les ouvrages en terre, comme cette digue, ne sont pas submersibles. Par conséquent les évacuateurs de crue (déduits des études hydrauliques) ne doivent pas être sous-dimensionnés, sous risque de ruiner l'ouvrage suite à sa submersion en période de crue exceptionnelle.

6. Observations majeures

On s'assurera que la stabilité des ouvrages et des sols avoisinants le projet est assurée pendant et après la réalisation de ce dernier.

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).

Nous rappelons que cette étude a été menée dans le cadre d'une étude de conception de niveau avant-projet (G2 AVP) et que, conformément à la norme NF P94-500 de novembre 2013, une étude de conception de niveau projet (G2 PRO) doit être envisagée (collaboration avec l'équipe de conception) pour :

- permettre l'optimisation du projet avec, notamment, prise en compte des interactions sol / structure ;
- vérifier la bonne transcription de toutes les préconisations dans les pièces techniques du marché.

En l'absence d'étude de projet G2, la finalisation des systèmes fondatifs reste à la charge du Maître d'œuvre ou du Maître d'Ouvrage.

GINGER CEBTP peut prendre en charge la maîtrise d'œuvre dans le domaine de la géotechnique, au stade du projet.

7. Aléas géotechniques et conditions contractuelles

- A. Les reconnaissances de sol procèdent par sondages ponctuels, les résultats ne sont pas rigoureusement extrapolables à l'ensemble du site. Il persiste des aléas (exemple : hétérogénéité locale) qui peuvent entraîner des adaptations tant de la conception que de l'exécution qui ne sauraient être à la charge du géotechnicien.
- B. Le présent rapport et ses annexes constituent un tout indissociable. La mauvaise utilisation qui pourrait être faite suite à une communication ou reproduction partielle ne saurait engager GINGER CEBTP.
- C. Des modifications dans l'implantation, la conception ou l'importance des constructions ainsi que dans les hypothèses prises en compte et en particulier dans les indications de la partie «Présentation» du présent rapport peuvent conduire à des remises en cause des prescriptions. Une nouvelle mission devra alors être confiée à GINGER CEBTP afin de réadapter ces conclusions ou de valider par écrit le nouveau projet.
- D. De même des éléments nouveaux mis en évidence lors de l'exécution des fondations et n'ayant pu être détectés au cours des reconnaissances de sol (exemple dissolution, cavité, hétérogénéité localisée, venues d'eau etc.) peuvent rendre caduques certaines des recommandations figurant dans le rapport.

ANNEXE 1 – NOTES GENERALES SUR LES MISSIONS GEOTECHNIQUES

- Classification des missions types d'ingénierie géotechnique,
- Schéma d'enchaînement 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, détails 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'avoisinants 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 avoisinants), 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 avoisinants), 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

Ouvrage PD-B6




SAINT-MARTIN-AUX-BUNEAUX (76)

DOSSIER GINGER CEBTP n°DRN2.H.2046-8

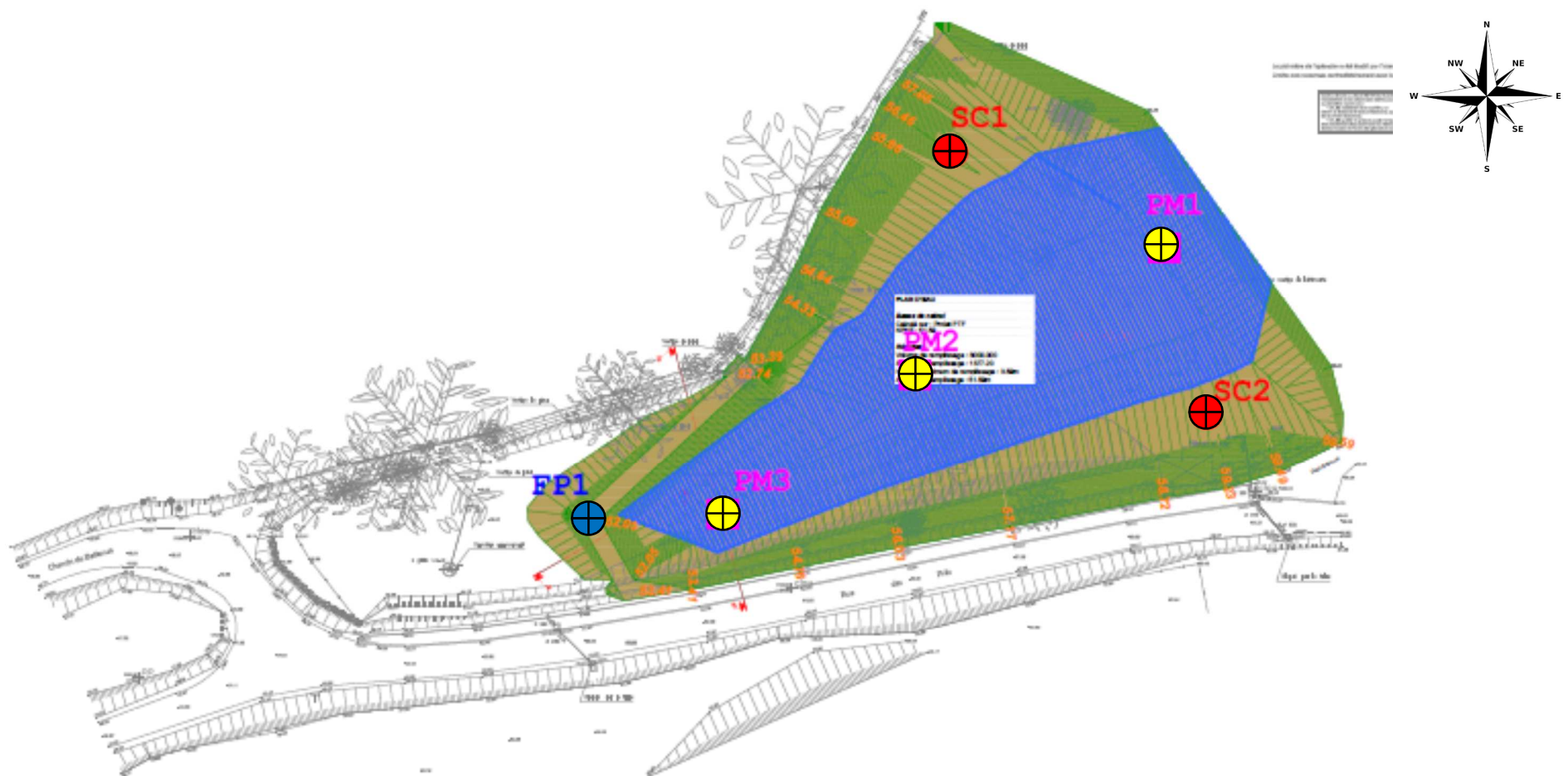
JUILLET 2019



Légende :

-  : Sondage à la pelle mécanique (PM)
-  : Sondage carotté (SC)
-  : Sondage avec essais pressiométriques (FP)

Echelle : 1/700



ANNEXE 3 – SONDAGES ET ESSAIS IN SITU

- Coupe du sondage destructif (FP1),
- Coupes des sondages carottés manuels (SC1 et SC2),
- Coupes des puits à la pelle mécanique (PM1 à PM3).

Chantier: **VALMONT (76) - Ouvrage PD-B6**

Dossier : **DRN2.H.2046-8**

Client : **FECAMP CAUX LITTORAL AGGLO** X : **1522544.13**

Date début de forage : **30/04/2019**

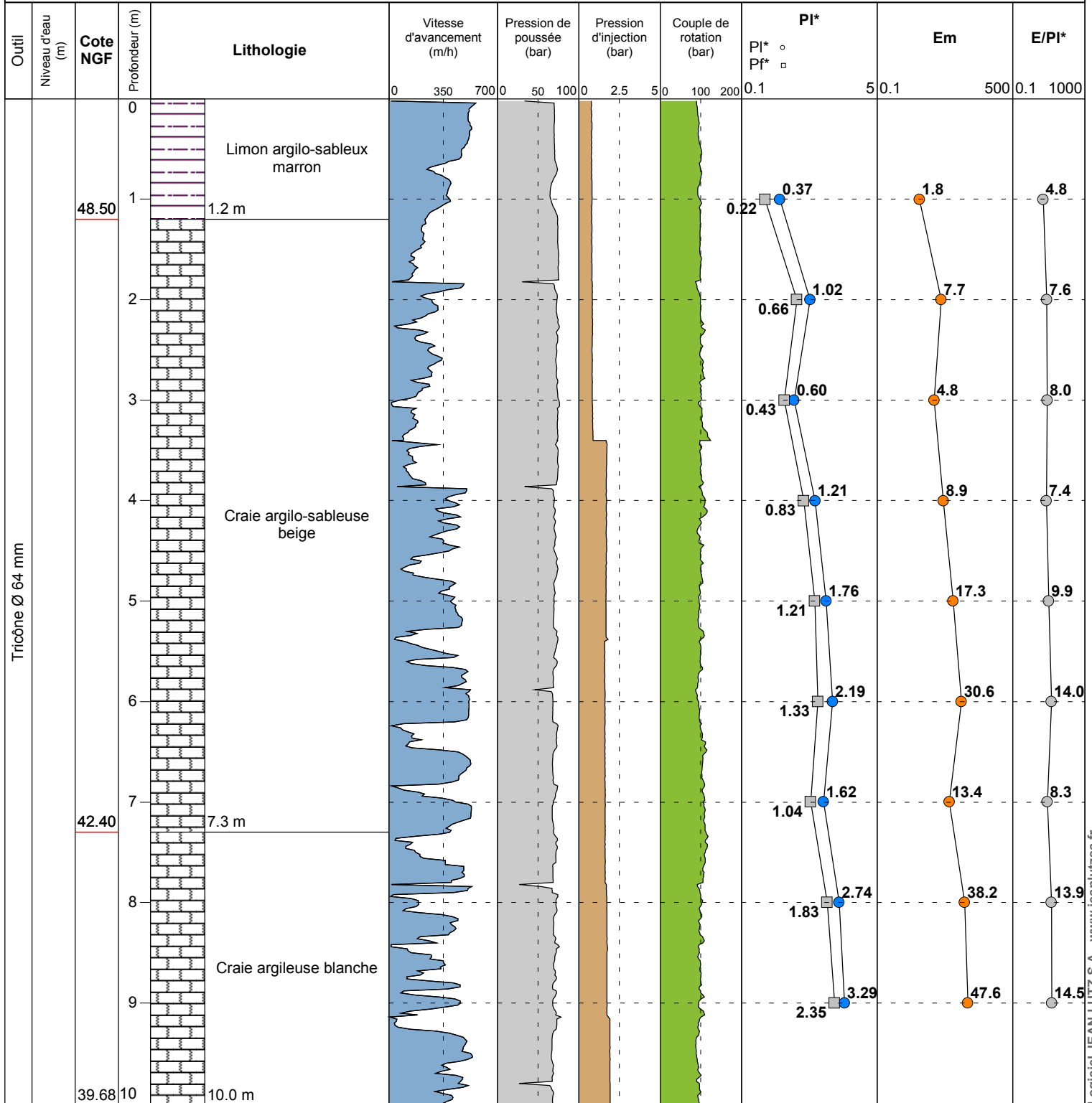
Echelle : **1/54** Y : **9183145.47**

Date fin de forage : **30/04/2019**

Machine : **M374**

Z : **+49.7 NGF**

Profondeur de fin : **10.02m**



Observation :

EXGTE 3.22/LB2GEO103FR

Chantier: **VALMONT (76) - Ouvrage PD-B6**

Dossier : **DRN2.H.2046-8**

Client : **Fécamp Caux Littoral Agglo**

Echelle : **1/11**

Machine : **Carotté manuel**

X : **1522583.81**

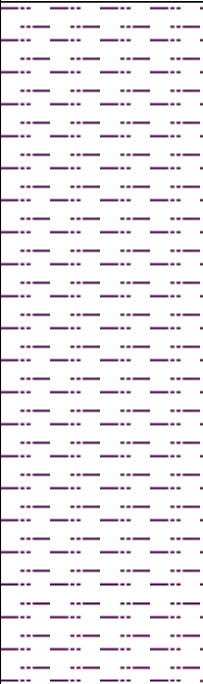
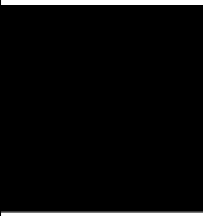
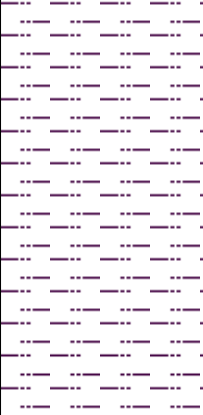

Y : **9183175.36**

Z : **+54.9 NGF**

Date début de forage : **15/04/2019**


Date fin de forage : **15/04/2019**

Profondeur de fin : **2.00m**

Outil	Cote NGF	Profondeur (m)	Niveau d'eau (m)	Lithologie	Echantillons	Résultats des essais en laboratoire
Carotté manuel		0		 Limon marron	EI	
	53.90	1		 Vide		
	53.60			 Limon silteux humide marron	EI	
	52.95 52.90	2		 Limon marneux beige marron		

Observation : Aucun niveau d'eau observé

EXGTE 3.22

	PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES	
	Chantier : VALMONT - Ouvrage PD-B6	
	Dossier N° DRN2.H.2046-8	SC1
	Client : FECAMP CAUX LITTORAL AGGLO.	

0.0 m



1.00 m

1.00 m



2.00 m

Chantier: **VALMONT (76) - Ouvrage PD-B6**

Dossier : **DRN2.H.2046-8**

Client : **Fécamp Caux Littoral Agglo**

Echelle : **1/11**

Machine : **Carotté manuel**

X : **1522605.96**

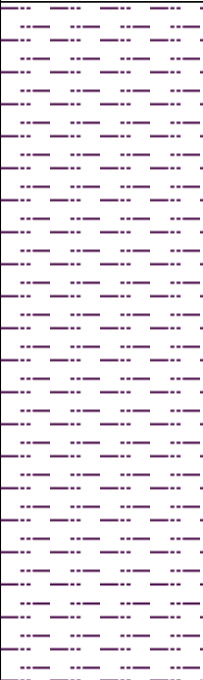
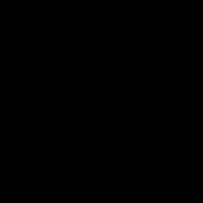
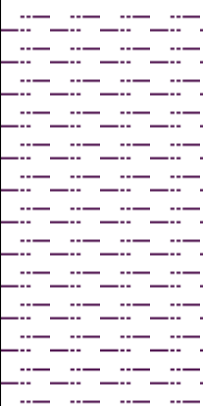
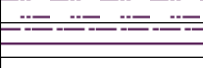
Y : **9183155.98**

Z : **+57.1 NGF**


Date début de forage : **15/04/2019**

Date fin de forage : **15/04/2019**

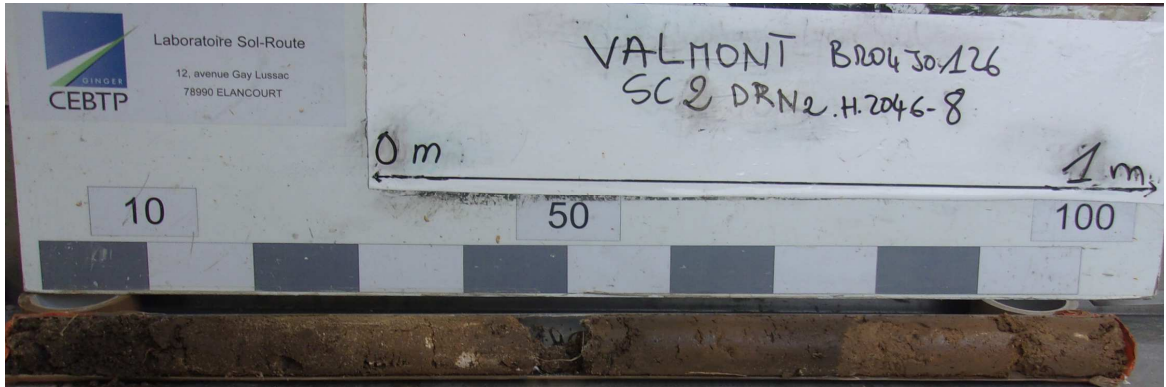
Profondeur de fin : **2.00m**

Outil	Cote NGF	Profondeur (m)	Niveau d'eau (m)	Lithologie	Echantillons	Résultats des essais en laboratoire
Carotté manuel		0		 Limon marron	EI	
	<u>56.10</u>	1		 Vide		
	<u>55.80</u>			 Limon marron	EI	
	<u>55.15</u> <u>55.10</u>	2		 Limon marneux beige marron		

Observation :

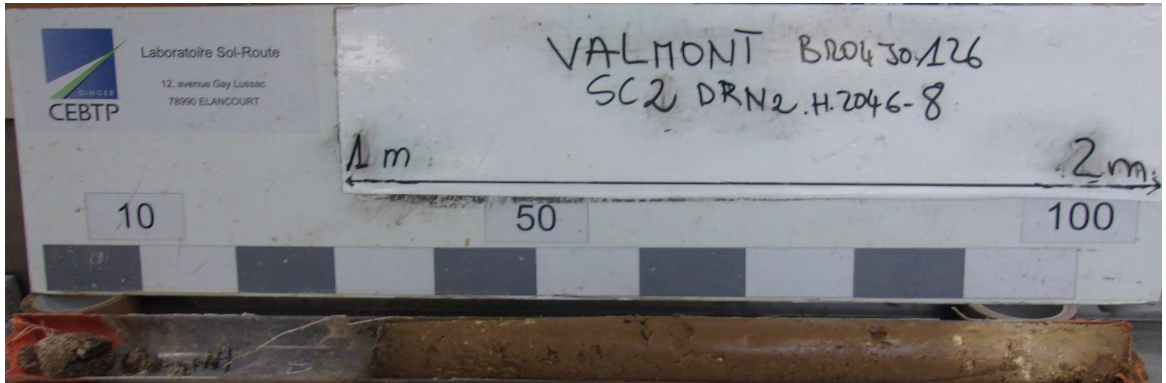
	PHOTOGRAPHIES DES CAROTTES	
	Chantier : VALMONT - Ouvrage PD-B6	
	Dossier N° DRN2.H.2046-8	SC2
	Client : FECAMP CAUX LITTORAL AGGLO.	

0.00 m



1.00 m

1.00 m




2.00 m

Chantier: **VALMONT (76) - Ouvrage PD-B6**
Dossier : **DRN2.H.2046-8**

Client : **FECAMP CAUX LITTORAL AGGLO** X : **1522594.34**
Echelle : **1/11** Y : **9183160.15**
Machine : **Mini pelle mécanique** Z : **+55.5 NGF**

Date début de forage : **19/04/2019**
Date fin de forage : **19/04/2019**
Profondeur de fin : **2.00 m**

Outil	Cote NGF	Profondeur (m)	Lithologie	Echantillons	Résultats d'essais en laboratoire	Images
Mini pelle mécanique		0	Terre végétale			
	55.10	0.40 m	Limon argileux marron avec graves silex	1 sac	W = 23.3 % Dmax = 20 mm Passant à 80µm = 77 % VBS = 1.71 IPI = 0 Classe GTR: A1 th Wopn = 13.8 %	
	53.50	2	2.00 m			

Observation : Aucun niveau d'eau observé

Chantier: **VALMONT (76) - Ouvrage PD-B6**

Dossier : **DRN2.H.2046-8**

Client : **FECAMP CAUX LITTORAL AGGLO** X : **1522573.59**


Echelle : **1/11** Y : **9183155.50**

Machine : **Mini pelle mécanique** Z : **+51.8 NGF**

Date début de forage : **19/04/2019**

Date fin de forage : **19/04/2019**

Profondeur de fin : **2.00 m**

Outil	Cote NGF	Profondeur (m)	Lithologie	Echantillons	Résultats d'essais en laboratoire	Images
Mini pelle mécanique		0	Terre végétale marron avec racines			
	51.40	0.40 m	Limon argileux marron avec quelques silex+graves de craie	1 sac	W = 15.6 % Dmax = 32 mm Passant à 80µm = 62.7 % VBS = 1.66 IPI = 2 Classe GTR: A1 th Wopn = 13.8 %	
	49.80	2				

Observation : Aucun niveau d'eau observé

Chantier: **VALMONT (76) - Ouvrage PD-B6**

Dossier : **DRN2.H.2046-8**

Client : **FECAMP CAUX LITTORAL AGGLO**

X : **1522553.3**

Date début de forage : **19/04/2019**

Echelle : **1/11**


Y : **9183148.5**

Date fin de forage : **19/04/2019**

Machine : **Mini pelle mécanique**

Z : **+50.1 NGF**

Profondeur de fin : **2.00 m**

Outil	Cote NGF	Profondeur (m)	Lithologie	Echantillons	Résultats d'essais en laboratoire	Images
Mini pelle mécanique		0	Terre végétale marron avec beaucoup de racine			
	49.60	0.5 m			W = 15.6 % Dmax = 32 mm Passant à 80µm = 62.7 % VBS = 1.66 IPI = 2 Classe GTR: A1 th Wopn = 13.8 %	
		1	Limon marron/beige avec quelques silex + nodule de craie	1 sac		
	48.10	2				

Observation : Aucun niveau d'eau observé

EXGTE 3.22

ANNEXE 4 – PROCÈS 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 ROUEN
ZAC DE LA VENTE OLIVIER
RUE DU PRE DE LA ROQUETTE
76807 ST ETIENNE DU ROUVRAY

Informations générales

N° dossier : DRN2.H2046.0008	Client / MO : CDA DE FECAMP CAUX LITTORAL AGGLO
Désignation : VALMONT - PROTECTION BASSINS VERS. PD-B6	Demandeur / MOE : COMMUNAUTÉ DE COMMUNES DU CANTON DE VALMONT
Localité : VALMONT	
Chargé d'affaire : Myriam BOULC'H	

Informations sur l'échantillon

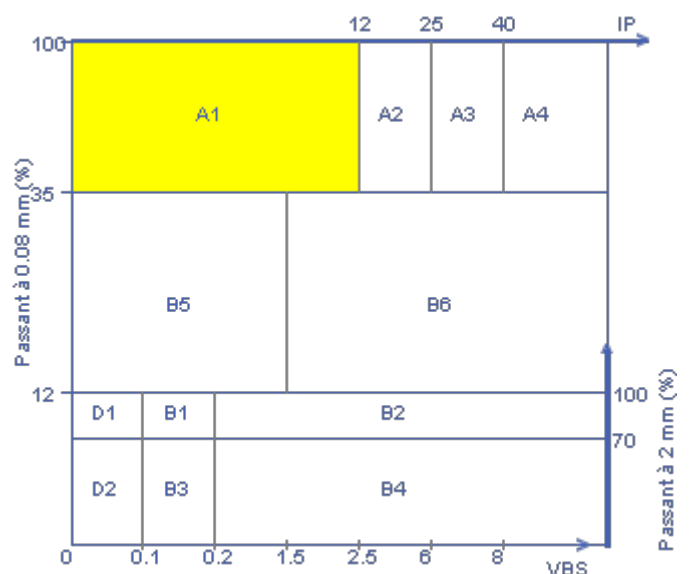
N° 18DRN-0610

Mode de prélèvement : Sondage à la Pelle Mécanique	Sondage : PM1
Prélevé par : GINGER CEBTP	Profondeur : 0.40/2.00 m
Date prélèvement : 19/05/19	
Mode de conservation : Ech. prélevé en sac	
Date de livraison : 25/04/19	
Description : Limon argileux marron avec graves de silex	

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	98.7	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	77.0	%
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	1.71	g de bleu pour 100

CLASSIFICATION NF P 11-300 : A1 th

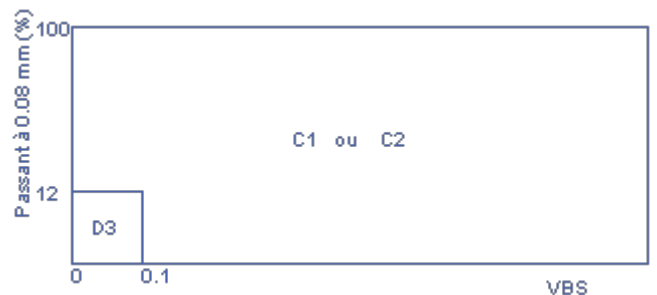


Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P94-050	23.3	%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078	0	
Indice de Consistance - Ic	(WL - Wn) / IP		
Wn / W OPN	NF P94-093		

Pour information:

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



Observations:

Ingénieur Essais
Mathieu PERIMONY

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

 GINGER CEBTP ROUEN
 ZAC DE LA VENTE OLIVIER
 RUE DU PRE DE LA ROQUETTE
 76807 ST ETIENNE DU ROUVRAY

Informations générales

 N° dossier : **DRN2.H2046.0008**
 Désignation : **VALMONT - PROTECTION BASSINS VERS. PD-B6**
 Localité : **VALMONT**
 Chargé d'affaire : **Myriam BOULC'H**

 Client / MO : **CDA DE FECAMP CAUX LITTORAL AGGLO**

 Demandeur / MOE : **COMMUNAUTÉ DE COMMUNES DU CANTON
DE VALMONT**
Informations sur l'échantillon N° 18DRN-0611

 Mode de prélèvement : **Sondage à la Pelle Mécanique**
 Prélevé par : **GINGER CEBTP**
 Date prélèvement : **19/05/19**
 Mode de conservation : **Ech. prélevé en sac**
 Date de livraison : **25/04/19**

 Sondage : **PM2 + PM3**

 Profondeur : **0.40/2.00 m**

 Description : **Limon argileux marron avec quelques silix + graves de craie**
Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056	32	mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056	100.0	%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	82.7	%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056	62.7	%
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	1.66	g de bleu pour 100

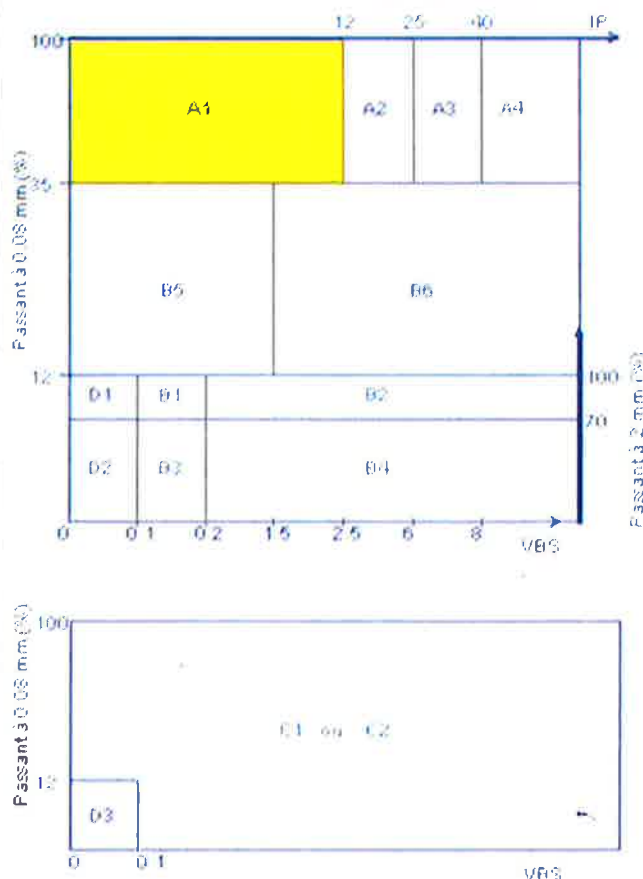
Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P94-050	15.6	%
Indice Portant Immédiat - IPI	NF P94-078	2	
Indice de Consistance - Ic	(WL - Wn) / IP		
Wn / W _{OPN}	NF P94-093		

Pour information:

 Teneur en eau Optimale W_{OPN} (%) :

 Masse volumique sèche Optimale ρ_{OPN} (Mg/m³)

CLASSIFICATION NF P 11-300 : A1 th

Observations :

 Le Responsable du Laboratoire
 Hicham KHALDI

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

 GINGER CEBTP ROUEN
 ZAC DE LA VENTE OLIVIER
 RUE DU PRE DE LA ROQUETTE
 78807 ST ETIENNE DU ROUVRAY

Informations générales

 N° dossier : **DRN2.H2046.0008**
 Désignation : **VALMONT - PROTECTION BASSINS VERS. PD-B6**
 Localité : **VALMONT**
 Chargé d'affaire : **Myriam BOULC'H**

 Client / MO : **CDA DE FECAMP CAUX LITTORAL AGGLO**

 Demandeur / MOE : **COMMUNAUTÉ DE COMMUNES DU CANTON
DE VALMONT**
Informations sur l'échantillon N° 18DRN-0629

 Mode de prélèvement : **Sondage à la Pelle Mécanique**
 Prélevé par : **GINGER CEBTP**
 Date prélèvement : **19/04/19**
 Mode de conservation : **Ech. prélevé en sac**
 Date de livraison : **25/04/19**

 Sondage : **PM1 + PM2 + PM3**

 Profondeur : **0.40/2.00 m**

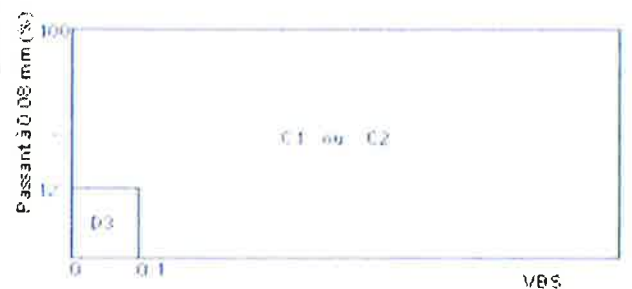
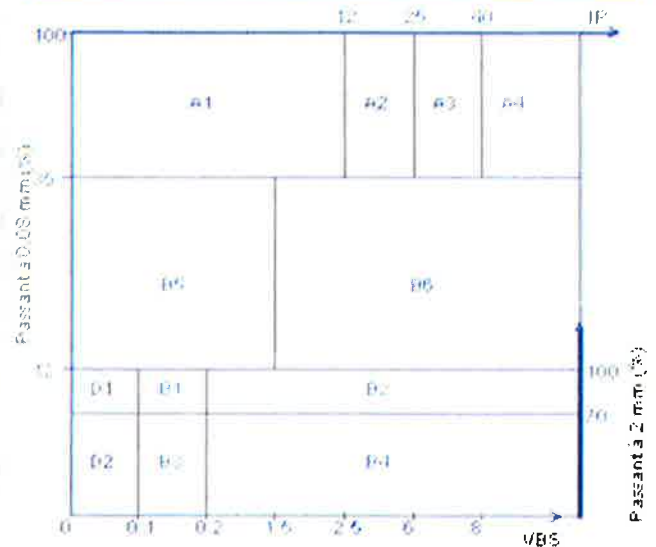
 Description : **Limon argileux avec quelques silix**
Paramètres de nature

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Dmax	ME selon NFP94-056		mm
Passant à 50 mm	ME selon NFP94-056		%
Passant à 2 mm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056		%
Passant à 80 µm (fraction 0/50 mm)	ME selon NFP94-056		%
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		g de bleu pour 100

Paramètres d'état hydrique

Désignation de l'essai	Norme	Résultats	Unité
Teneur en eau naturelle - Wn	NF P94-050		%
Indice Portant immédiat - IPI	NF P94-078		
Indice de Consistance - Ic	(WL - Wn) / IP		
Wn / W OPN	NF P94-093		

Pour information:

 Teneur en eau Optimale W_{OPN} (%) : **13.8**
 Masse volumique sèche Optimale ρ_{OPN} (Mg/m³) : **1.85**
CLASSIFICATION NF P 11-300 : (ND)

Observations :

 Le Responsable du Laboratoire
Hicham KHALDI

**ESSAI DE CISAILLEMENT
RECTILIGNE - consolidé drainé**
NF P 94-071-1

ELAN-SOLS-E06-38

V1 du 21/06/2016

Client : N° dossier : **BRO4.J.0126-4**
Date essai : mai-19

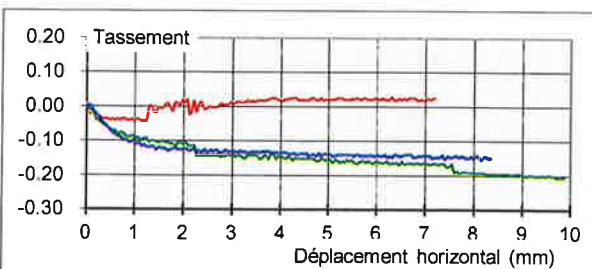
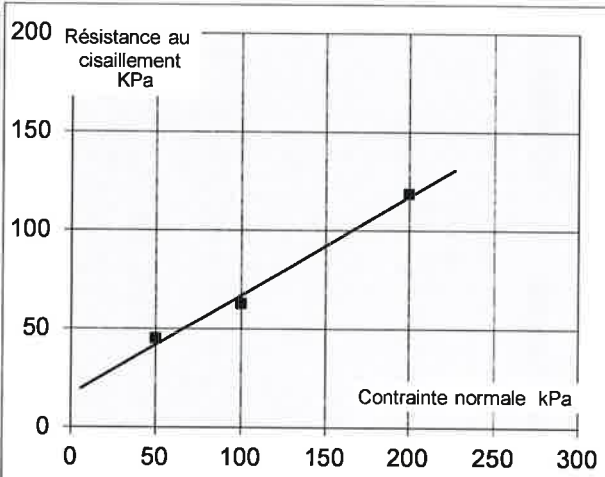
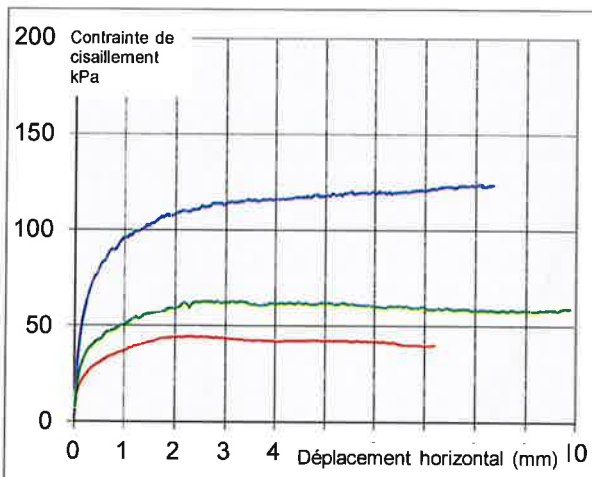
Chantier: **Valmont - Ouvrage hydraulique PD-B6**
Caractéristique de l'éprouvette
Hauteur = 25 mm Largeur, diamètre = 63mm

N° sondage : **SC2** Profondeur : **1.0-2.0m** Profondeur de prélèvement : **1.6m**
Vitesse de cisaillement = 0.02mm/min

Nature : **Silt limoneux remanié**

Identification des éprouvettes de sol
mesuré = ρ_s Kg/m³
estimé = 2650 Kg/m³

N°	Avant essai					Après cisaillement		Paramètres de résistance au cisaillement			
	ρ Kg/m ³	ρ_d Kg/m ³	W (%)	e	SR	w (%)	σ' (Kpa)	$\tau_{f,p}$ (Kpa)	$\delta l_{f,p}$ (mm)	$\tau_{f,f}$ (Kpa)	$\delta l_{f,f}$ (mm)
1	1972	1594	23.7	0.663	95	19.0	50	45.0	2.3		
2						21.3	100	62.7	2.8		
3						19.5	200	118.6	5.0		



Résultats	C' (Kpa)		ϕ' (°)	
	C'_p	C'_f	ϕ'_p	ϕ'_f
	17		27	

Observations:
Elancourt, le: 21/06/2019
Technicien chargé de l'essai : **Céline VARNEY**
Technicien chargé du procès verbal : **Y. SANOGO**

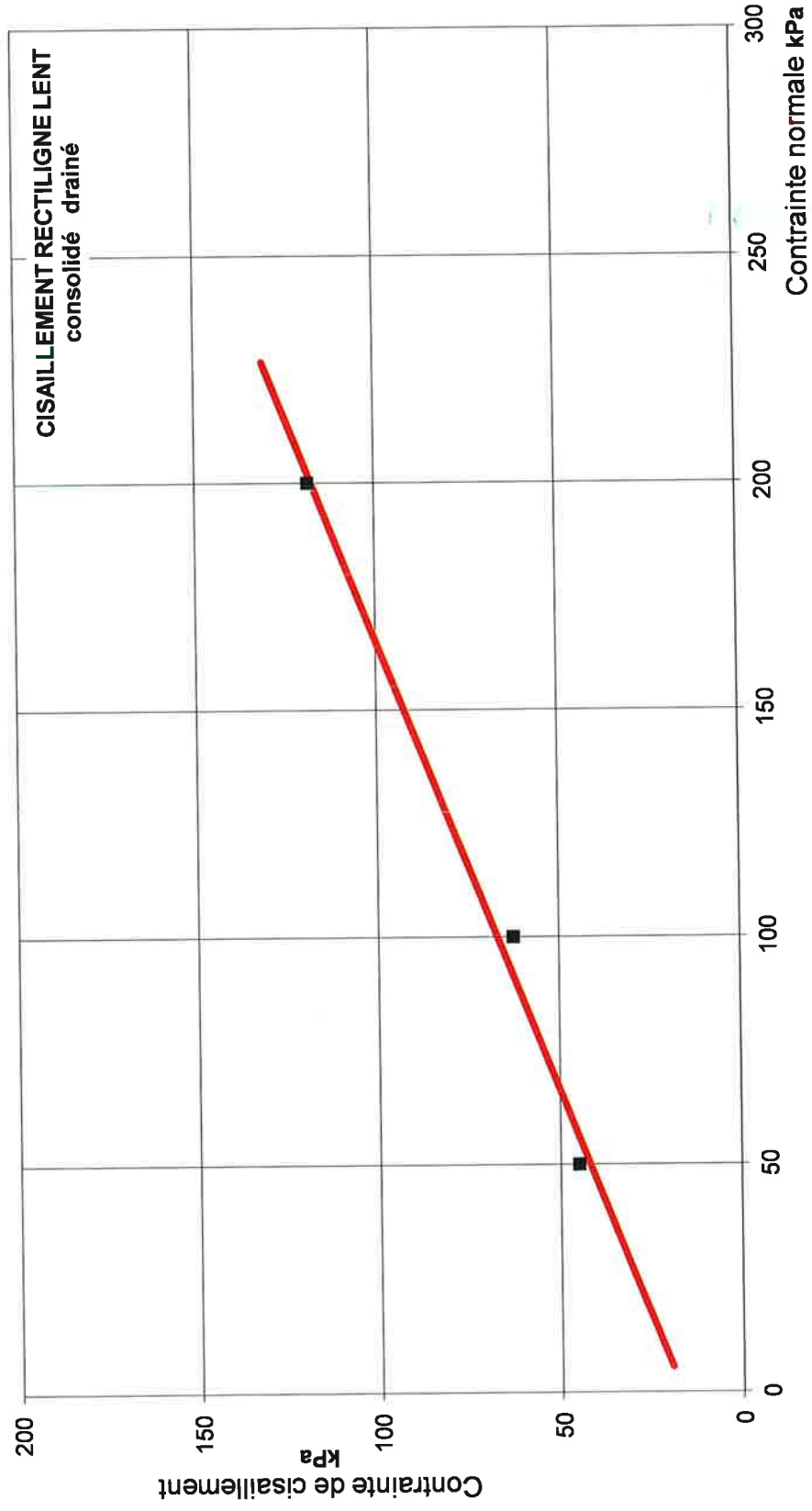
Profondeur : 1.0-2.0m

Sondage: SC2

Chantier : Valmont - Ouvrage

Dossier : BRO4.J.0126-

Nature : Silt limoneux remanié



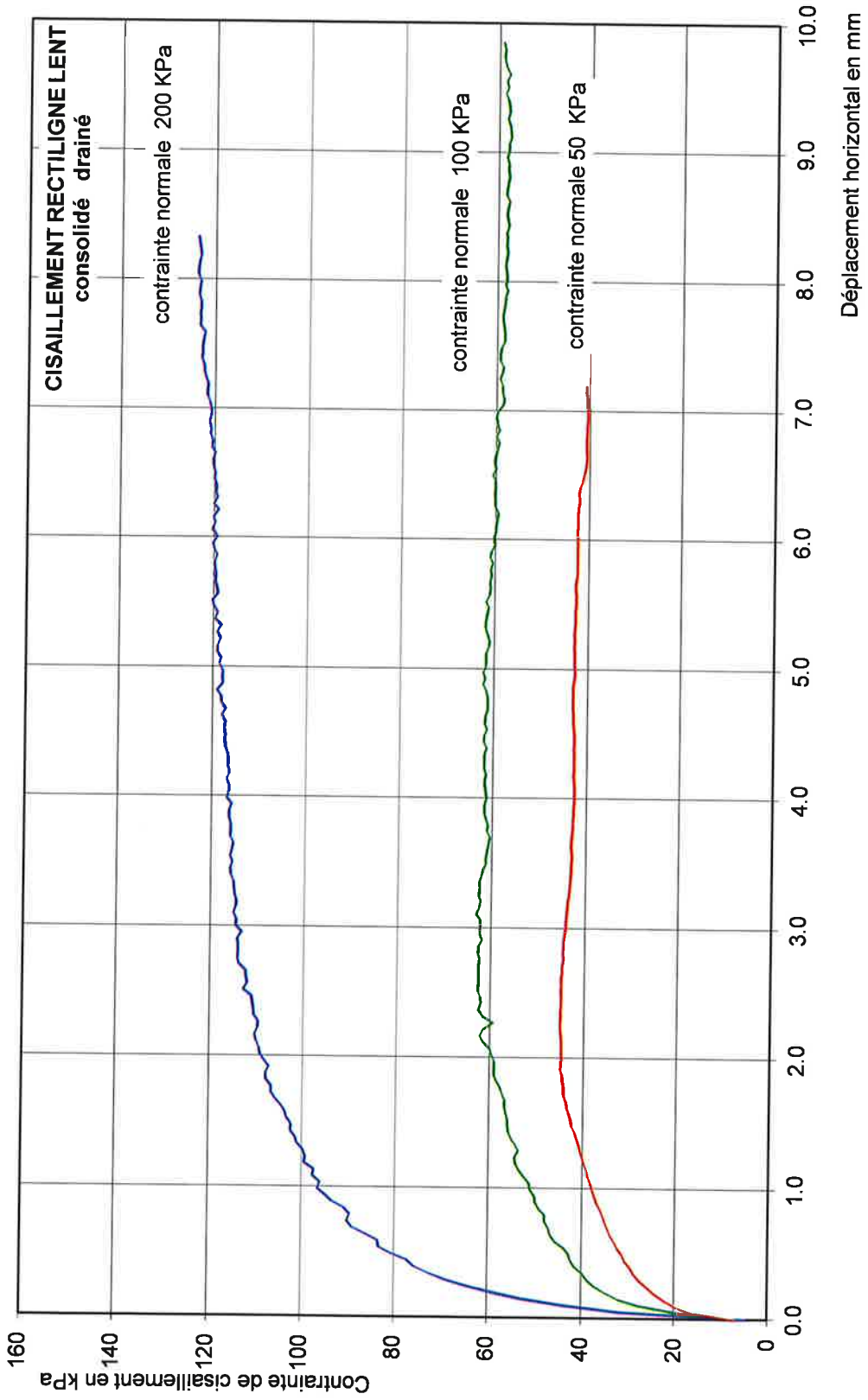
Dossier : BRO4.J.0126-

Chantier : Valmont - Ouvrage

Sondage: SC2

Profondeur : 1.0-2.0m

Nature : Silt limoneux remanié



Essai d'évaluation de l'aptitude d'un matériau au traitement

Agence de Rouen

NF P 94-100

Affaire : VALMONT	Dossier N° : DRN2.H.2046-8
Date de prélèvement : 25 avril 2019	mode : Pelle mécanique par : BMA
Sondage ou Profil ou identification : Mélange	Profondeur (m) : 0.30 - 2.00 m
N° enregistrement GINGER CEBTP : 18DRN-0641	Mode de conservation : Labo
Description : Limon marron	

IDENTIFICATION : Classification selon NF P 11-300 :

TRAITEMENT :

Matériau traité : Cf. ci-dessus.

Produit(s) de traitement :	Dénomination	Provenance	Référence GINGER CEBTP	Dosage utilisé
	Chaux Vive	0	0	2%

RESULTATS :

Date de l'essai : 18/06/2019

Référence OPN : (déterminée par GINGER CEBTP) (teneur en eau après traitement)	$\gamma_{d\text{OPN}}$	W%_{OPN}	IPI_{OPN}
	1.790	16.1%	6

Confection des éprouvettes :

	Epr. N°1	Epr. N°2	Epr. N°3
Teneur en eau (%)	16.1%	16.1%	16.1%
Masse volumique apparente sèche (t/m^3)	1.790	1.790	1.790
Compacité par rapport à la référence OPN	100.0%	100.0%	100.0%

Gonflement volumique :

	Epr. N°1	Epr. N°2	Epr. N°3	Moyenne
Mesuré après 4 h d'immersion (%) *	-	-	-	-
Mesuré après 24 h d'immersion (%) *	-	-	-	-
Mesuré après 7 j d'immersion (%)	0.7	0.4	0.7	0.6

Caractéristiques mécaniques à 7 jours d'âge :

	Epr. N°1	Epr. N°2	Epr. N°3	Moyenne
Résistance en compression diamétrale R_{tb} (MPa)	-	-	-	-
Module de déformation E_{tb} (MPa) *	-	-	-	-

* Facultatif

** Problème d'enregistrement

Critères de jugement ° :

Type de traitement	Aptitude du matériau au traitement	Paramètres considérés	
		Gonflement volumique 7j (%)	Résistance en compression diamétrale R_{tb} (MPa)
Traitement avec un liant hydraulique éventuellement associé à la chaux	Adapté	< 5	> 0.2
	Douteux	5 < GV 7j % < 10	0.1 < R_{tb} < 0.2
	Inadapté	> 10	< 0.1
Traitement à la chaux seule	Adapté	< 5	Paramètre non considéré pour ce type de traitement du fait de la lenteur de la prise pouzzolanique
	Douteux	5 < GV 7j % < 10	
	Inadapté	> 10	

° : Extrait de la norme NF P 94-100 - Annexe A.

Observation : Traitement adapté

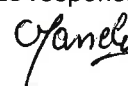
ROUEN

Le

04/07/2019

B.MASSELIN

Le responsable des essais



**ESSAI PROCTOR - Détermination des références de compactage
NF P94-093**

GINGER CEBTP ROUEN
ZAC DE LA VENTE OLIVIER
RUE DU PRE DE LA ROQUETTE
76807 ST ETIENNE DU ROUVRAY

Informations générales

N° dossier :	DRN2.H2046.0008	Client /MO :	CDA DE FECAMP CAUX LITTORAL AGGLO
Désignation :	VALMONT - PROTECTION BASSINS VERS. PD-B6	Demandeur / MOE :	COMMUNAUTÉ DE COMMUNES DU CANTON DE VALMONT
Localité :	VALMONT		
Chargé d'affaire :	Myriam BOULC'H		

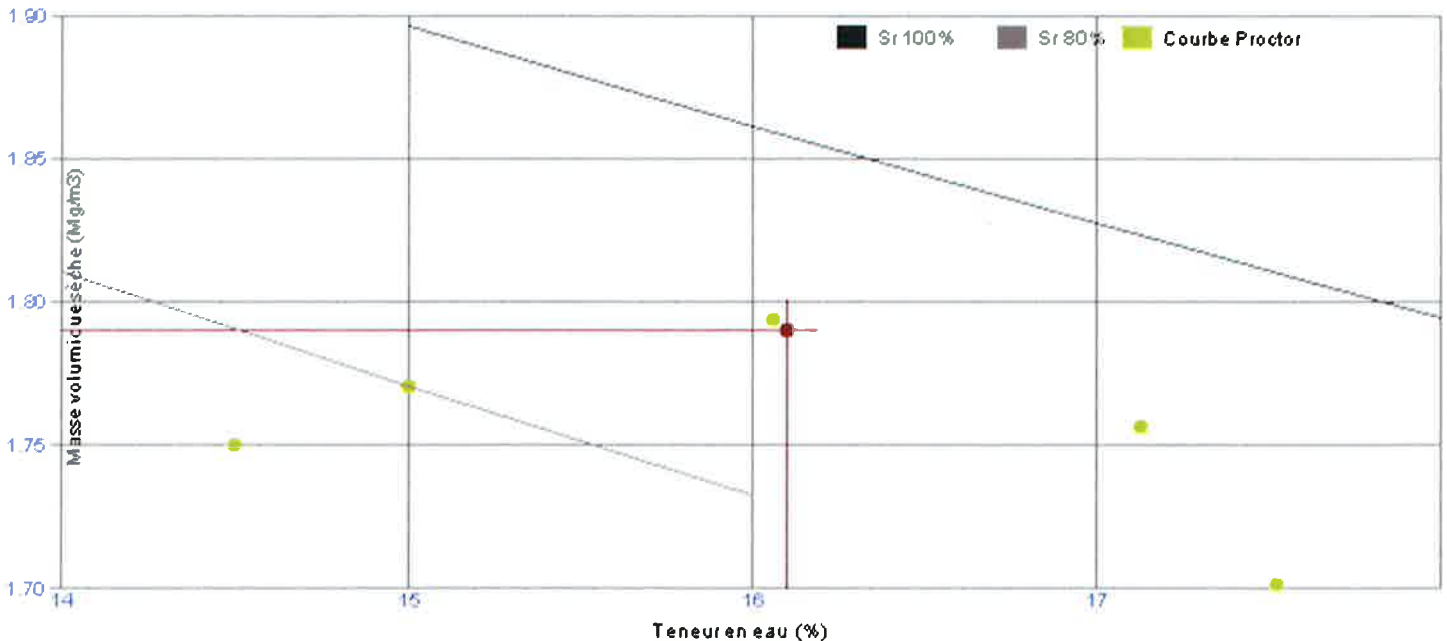
Informations sur l'échantillon N° 18DRN-0641

Mode de prélèvement :	Sondage à la Pelle Mécanique	Sondage :	PM1 + PM2 + PM3
Prélevé par :	Quentin GALLAIS	Profondeur :	0.40/2.00 m
Date prélèvement :	19/04/19		
Mode de conservation :	Ech. prélevé en sac		
Date de livraison :	19/04/19		
Description :	Limo marron	Wnat (%) :	13.3

Informations sur l'essai

Mode de séchage :	Etuvage	Température :	105°C	Technicien :	Brandon MASSELIN
Type de moule :	Moule CBR	Date essai :	04/07/19	Essai sur matériau :	Traité
Dame - Energie de compactage :	A - Normale	Liant(s) et dosage(s) :	Chaux 2%	Préparation du matériau :	Manuelle
Fraction testée :	0/D mm				

Les courbes de saturation Sr 80% et Sr 100% sont tracées avec la masse volumique des particules solides de sol de 2.65 Mg/m3 (estimée)


Résultats sur les 5 moulages

Points expérimentaux	1	2	3	4	5	Teneur en eau optimale (%)	16.1
Teneur en eau initiale (%)	14.5	16.1	17.1	17.5	15.0	pd optimale (Mg/m3)	1.79
Teneur en eau traitée (%)	14.5	16.1	17.1	17.5	15.0	Teneur en eau optimale corrigée (%)	
pd (Mg/m3)	1.75	1.79	1.76	1.70	1.77	pd corrigée (Mg/m3)	

Observations :

Le Responsable du Laboratoire
Hicham KHALDI

PO: /amel

CONTACT

Agence de Rouen

Rue du Pré de la Roquette – ZAC de la Vente Olivier
76800 SAINT ETIENNE DU ROUVRAY
Tél. : 02.32.19.63.00
Fax. : 02.32.19.63.01
Email : cebtp.rouen@groupeginger.com

www.groupe-cebtp.com